核技术利用建设项目

分子靶向诊疗药品生产基地项目

环 境 影 响 报 告 书

（报 审 版）

原子高科华北医药有限公司

2022 年 4 月

生 态 环 境 部 监 制

目　　录

目　　录 ..... **I**
前　　言 ..... **I**
第一章　概述 **1**
1.1 项目名称、地点 1
1.2 项目概况 1
1.3 编制依据 4
1.4 评价标准 11
1.5 评价范围和保护目标 18
1.6 评价内容和评价重点 27
1.7 评价因子 28
第二章　自然环境与社会环境概况 **30**
2.1 自然环境概况 30
2.2 社会经济状况 42
2.3 环境质量和辐射现状 42
2.4 场址适宜性评价 64
2.5 与“三线一单”符合性分析 70
第三章　工程分析与源项 **82**
3.1 基本概况 82
3.2 主要建设内容 84
3.3 项目规模与基本参数 88
3.4 工艺流程及设备 104
3.5 物料平衡 127
3.6 公用工程 147
3.7 污染源项、处置措施及废弃物 156
第四章　辐射安全与防护 **198**
4.1 放射性工作场所布局与屏蔽 198
4.2 辐射安全与防护措施 204
4.3 三废治理措施 214

4.4 服务期满后的环境保护措施 217
第五章 放射性污染环境影响分析 219
5.1 正常工况的环境影响分析 219
5.2 事故工况环境影响分析 275
第六章 非放射性污染环境影响分析 280
6.1 施工期环境影响分析 280
6.2 营运期环境影响分析 286
6.3 环境监测计划 352
6.4 排污口规范化管理 353
6.5 环境管理 354
第七章 辐射安全管理 358
7.1 机构与人员 358
7.2 辐射安全管理规章制度 359
7.3 辐射监测 360
7.4 辐射事故应急 368
7.5 人员培训计划 373
7.6 辐射安全与环境管理计划 374
7.7 原子高科华北医药有限公司从事放射性活动的技术能力分析 374
7.8 环保设施“三同时”验收一览表 377
第八章 利益-代价简要分析 380
8.1 利益分析 380
8.2 代价分析 380
8.3 辐射实践的正当性分析 381
第九章 结论与建议 382
9.1 项目工程概况 382
9.2 辐射安全与防护 385
9.3 环境影响分析 386
9.4 辐射安全管理 388
9.5 公众参与 388
9.6 结论与建议 388

前　言

同位素药品（又称放射性药品）是指含有放射性核素、用于医学诊断和治疗的一类特殊制剂，由于其具有安全、简便、不成瘾、疗效好、并发症少等优点在国外发达国家得到了迅速发展。近年来，随着我国核医学事业的不断发展，我国同位素药品行业也随之快速发展。但由于我国人口众多，且对同位素药品的需求量逐年增加，致使我国同位素药品供给仍存在巨大的缺口。为了满足同位素药品市场的需求，原子高科华北医药有限公司在河北省保定市涿州市松林店经济开发区征地 85.8 亩（57199.92m^2），建设分子靶向诊疗药品生产基地项目，建设投资 71869.26 万元，总建筑面积 45201.49m^2。本次评价对上述建设内容进行环境影响分析。

该项目建成后将成为亚洲规模最大、产品最多、体系最规范的同位素药品生产示范性企业，不仅能够满足国内对同位素药品的急迫需求，而且将使我国的同位素药品生产实力跻身亚洲前列，同时对促进地方经济发展也具有十分重要的现实意义，因此该实践是正当的。

本项目为新建项目，项目建设内容包括：质检中心；同位素药品生产厂房（一）；同位素药品生产厂房（二）；容器清理车间；综合科技楼（含展览室、档案资料室、厂区的行政办公室、厂区值班休息区、企业展览区和食堂餐厅等）、仓储中心、动力车间、试剂库、槽式排放池等。项目设计生产能力：碘[^{131}I]化钠口服溶液 99900 件/年、碘[^{131}I]化钠治疗胶囊 133200 粒/年、碘[^{131}I]化钠诊断胶囊 666000 粒/年、碘[^{131}I]苄胍注射液（诊断/治疗）33300 件/年、钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器 200000 件/年、磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液 10000 件/年、来昔决南钐[^{153}Sm]注射液 25000 件/年、镥[^{177}Lu]系列药物 4000 件/年、碘[^{125}I]密封籽源 3750000 粒/年。

按照《国民经济行业分类》（GB/T4754-2017），本项目行业分类属于医药制造业中的化学药品制剂制造（C2720）。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“二十四、医药制造业”中“47 化学药品制剂制造 272”，仅化学药品制剂制造的编制环境影响报告表；另外，本项目涉及“五

十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目”所包含“甲级非密封放射性物质工作场所”，应编制报告书。《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）第四条“建设内容涉及本名录中两个及以上项目类别的建设项目，其环境影响评价类别按照其中单项等级最高的确定”，由此，该项目需编制环境影响报告书。

为此，原子高科华北医药有限公司于2021年1月委托中核第四研究设计工程有限公司承担《分子靶向诊疗药品生产基地项目》的环境影响评价工作。接受委托后，评价单位组织技术人员对项目厂址及周围环境进行了现场踏勘、收集了有关工程详细资料，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》的有关规定，编制完成了本项目环境影响报告书。原子高科华北医药有限公司按照《环境保护公众参与办法》和《河北省环境保护公众参与条例》的规定进行了公众参与调查。

本次评价工作得到了河北省生态环境厅、保定市生态环境局、保定市生态环境局涿州市分局、河北涿州松林店经济开发区管理委员会等单位及其人员的大力支持与帮助，在此一并致谢！

第一章　概述

1.1 项目名称、地点

1）项目名称：分子靶向诊疗药品生产基地项目。

2）建设地点：本项目位于河北涿州松林店经济开发区，距涿州市中心（涿州市政府）直线距离约 9.4km。项目厂址中心坐标为北纬 39°24'04.771"、东经 115°57'19.352"。项目厂址北侧为经八路，南侧为新松高路，西侧为工业预留用地，隔预留用地西侧为镇东路，东侧为工业西路。项目地理位置见图 1.1-1。

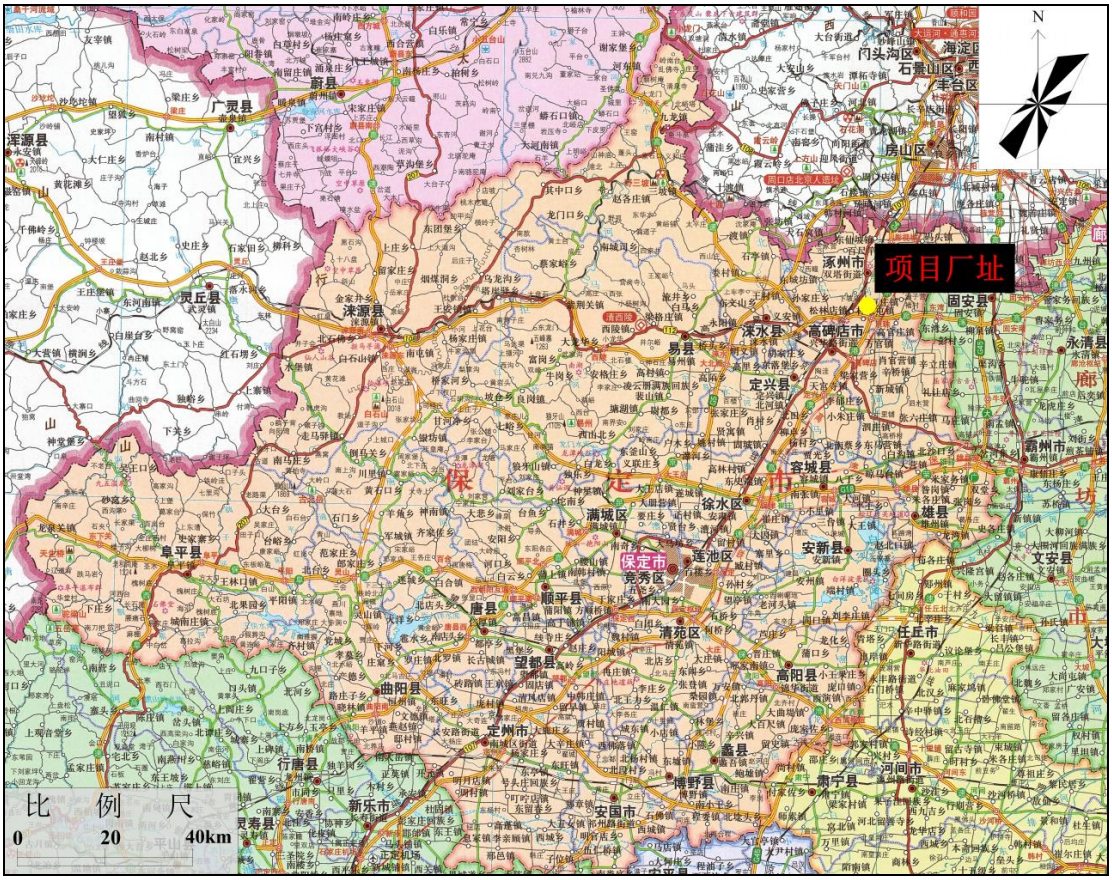


图 1.1-1　项目地理位置图

1.2 项目概况

1.2.1 建设单位概况

分子靶向诊疗药品生产基地项目是由原子高科华北医药有限公司筹建。原子高科华北医药股份有限公司是原子高科股份有限公司于 2018 年 12 月在河北省涿州市注册成立的全资子公司，该公司所有生产单元严格按照新版 GMP 标准进行

设计和施工，为未来的发展夯实了基础。

原子高科股份有限公司（中国同辐股份有限公司子公司）作为原子高科华北医药股份有限公司的母公司，致力于核技术应用的产业化，拥有我国规模最大、产品覆盖面最广的放射性同位素制品生产、研发基地，能生产放射性体内药品、体外免疫分析试剂盒、放射源、放射性医疗器械、放射性标记化合物及示踪剂等300多种放射性同位素制品；拥有自屏蔽电子束灭菌加速器系统、高能大功率辐照加速器、无损检测用直线电子加速器、^{60}Co源辐照装置的核心技术和专业化设计与制造能力。原子高科股份有限公司成功通过了GMP及质量管理体系（GB/T19001-2016）、环境管理体系（GB/T24001-2016）和职业健康与安全管理体系（GB/T45001-2020）等资质认证；通过了中国核工业集团有限公司企业安全生产标准化一级单位的认证。

1.2.2 项目基本情况

1）建设性质：新建。

2）建设地点及占地性质：本项目位于河北涿州松林店经济开发区，建设用地面积85.8亩（57199.92m^2），占地性质为二类工业用地。

3）建设内容及规模：

（1）建设内容

本项目的建设内容包括综合科技楼（含展览室、档案资料室、厂区的行政办公室、厂区值班休息区、企业展览区和食堂餐厅等）、仓储中心、动力车间、试剂库、质检中心、同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、容器清理车间、槽式排放池等。厂区总占地面积57199.92m^2，总建筑面积45201.49m^2。建设内容具体见第三章。

（2）生产规模

① 钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线：产能500件/批，2批/天，400批/年，200000件/年；年投料量2.22×10^{16}Bq（600000Ci）；

② 磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线：产能200件/批，1批/天，50批/年，10000件/年；年投料量为3.70×10^{13}Bq（1000Ci）；

③ 来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线：产能500件/批，1批/天，50批/年，

25000 件/年；年投料量为 3.70×10^{14}Bq（10000Ci）；

④ 镥[^{177}Lu]系列药物生产线（一）、（二）：产能 40 件/批（两条生产线），1 批/天，50 批/年，2000 件/年；年投料量为 7.40×10^{13}Bq（2000Ci）；

⑤ 碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线：产能 300 件/批，3 批/天，333 批/年，99900 件/年；年投料量为 1.91×10^{15}Bq（51615Ci）；

⑥ 碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线：产能 600 粒/批，2 批/天，222 批/年，133200 粒/年；年投料量为 1.60×10^{15}Bq（43290Ci）；

⑦ 碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线：产能 3000 粒/批，2 批/天，222 批/年，666000 粒/年；年投料量为 1.03×10^{12}Bq（27.75Ci）；

⑧ 碘[^{131}I]苄胍注射液（诊断/治疗）生产线：产能 300 件/批，1 批/天，111 批/年，33300 件/年；年投料量为 8.21×10^{13}Bq（2220Ci）；

⑨ 碘[^{125}I]密封籽源生产线：产能 15000 粒/批，1 批/天，250 批/年，3750000 粒/年；年投料量为 2.31×10^{14}Bq（6250Ci）。

（3）产业政策

根据国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于鼓励类第六项“核能”中第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”类项目，为国家鼓励类项目。涿州松林店经济开发区经济社会发展局已为本项目出具了备案证（证号：涿松开经发改投资备字[2021]8 号）（详见附件四），同意本项目建设。

本项目不属于国家发展改革委、商务部印发的《市场准入负面清单（2020 年版）》（发改体改规[2020]1880 号）中规定的禁止准入类与许可准入类事项，为准入行业。

本项目不属于《关于印发河北省新增限制和淘汰类产业目录（2015 年版）的通知》（冀政办发[2015]7 号）中限制、淘汰类项目，属于允许类项目。

4）评价内容：本次评价对项目建设阶段与运行阶段的辐射环境与非放射性环境影响均进行评价。

1.2.3 项目周边关系

本项目位于河北涿州松林店经济开发区，项目厂址中心坐标为北纬

39°24'04.771"、东经 115°57'19.352"。项目厂址目前为荒地，厂址北侧为经八路（规划），南侧为新松高路（规划），西侧为工业预留用地，东侧为工业西路。

厂址周围主要建设用地情况：厂址北侧 75m（隔规划路）为涿州市燕南纸包装有限公司，东侧 70m 为河北普凡防护科技有限公司，东北侧 90m 为普洛斯涿州物流园，东南侧 110m 为河北涿州松林店经济开发区大楼。项目评价范围内不涉及旅游风景区、矿山作业爆破危险区、生活饮用水源和卫生保护地带。



厂址北侧



厂址南侧



厂址东侧



厂址西侧

图 1.2-1　场地现状及周围环境照片

1.3 编制依据

1.3.1 环境保护法律、法规

1)　《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订通过，2015 年 1 月 1 日起实施）；

2)　《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行）；

3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订通过，2018 年 10 月 26 日起实施）；

4) 《中华人民共和国水污染防治法》（中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订通过，2018 年 1 月 1 日起实施）；

5) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过，2019 年 1 月 1 日起施行）；

6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修订通过，2018 年 12 月 29 日起实施）；

7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国第十三届全国人大常委会第十七次会议修订通过，2020 年 9 月 1 日起实施）；

8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号，2019 年 3 月 29 日修订并施行）；

9) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 48 号，2016 年 9 月 1 日起施行，2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正，2018 年 12 月 29 日起施行）；

10)《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）；

11)《中华人民共和国安全生产法》（2014 年 12 月 1 日起施行）；

12)《中华人民共和国清洁生产促进法（修正）》（中华人民共和国主席令第 72 号，2012 年 7 月 1 日起实施）；

13)《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令第 69 号，2007 年 11 月 1 日起实施）。

1.3.2 部门规章

1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（生态环境部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行）；

2) 《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部第 15 号令，2020 年 11

月 27 日发布，2021 年 1 月 1 日起实施）；

3) 《关于印发<重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南(2020 年修订版)>的函》（环办大气函[2020]340 号，2019 年 6 月 29 日发布并实施）；

4) 《关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发[2013]37 号）；

5) 《关于促进京津冀地区经济社会与生态环境保护协调发展的指导意见》（环办环评[2018]24 号）；

6) 关于发布《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）修改单的公告（生态环境部公告 2018 年第 29 号）；

7) 《环境影响评价公众参与办法》（于 2018 年 4 月 16 日由生态环境部部务会议审议通过，2019 年 1 月 1 日起施行）；

8) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》（2019 年 10 月 30 日）；

9) 《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》(环办环评[2017]84 号，2017 年 11 月 14 日发布并实施)；

10)《关于印发<企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)>的通知》（环发〔2015〕4 号）；

11)《关于落实<大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入>的通知》（环办[2014]30 号）；

12)《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）>的通知》（环发[2013]103 号）；

13)《关于印发<京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则>的通知》（环发[2013]104 号）；

14)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号）；

15)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号）；

16)《突发环境事件信息报告办法》（原中华人民共和国环境保护部令(2011)第 17 号）；

17)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护部令第 3

号，2008 年 12 月 6 日起施行；环境保护部令第 47 号修正，2017 年 12 月 20 日施行；2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改；2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）；

18) 关于发布《放射性废物分类》的公告（环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业部公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行）；

19)《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）；

20)《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起实行）；

21)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行）；

22)《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（环发[2008]13 号）；

23)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号）；

24)《挥发性有机污染物（VOCs）污染防治技术政策》（2013 年 5 月 24 日）；

25)《制药建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》（2016 年 12 月 24 日）。

26)

1.3.3 地方环境保护法规政策

1) 《河北省生态环境保护条例》（河北省第十三届人民代表大会常务委员会第十六次会议，2020 年 3 月 27 日）；

2) 《河北省辐射污染防治条例》（2020 年 7 月 30 日河北省第十三届人民代表大会常务委员会第十八次会议通过）；

3) 《河北省地下水管理条例》（河北省第十三届人大常委会第五次会议修订通过，2018 年 9 月 20 日发布，2018 年 11 月 1 日实施）；

4) 《河北省水污染防治条例》（2018 年 5 月 31 日河北省第十三届人民代表大会常务委员会第三次会议修订，2018 年 9 月 1 日起实施）；

5) 《河北省大气污染防治条例》（河北省第十二届人民代表大会第四次会议通过，2016 年 1 月 13 日发布，2016 年 3 月 1 日实施）；

6) 《河北省固体废物污染环境防治条例》（2015 年 3 月 26 日河北省第十二届人大常委会第十四次会议通过，2015 年 6 月 1 日实施）；

7) 《河北省扬尘污染防治办法》（河北省人民政府令[2020]1 号，2020 年 2 月 7 日发布，2020 年 4 月 1 日实施）；

8) 《河北省 2021 年建筑施工扬尘污染防治工作方案》（河北省住房和城乡建设厅，2021 年 5 月 11 日印发）；

9) 《河北省人民政府关于发布<河北省生态保护红线>的通知》（冀政字[2018]23 号，2018 年 6 月 30 日）；

10) 《河北省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录(2020 年本)》（河北省生态环境厅公告 2020 年第 1 号）；

11) 《关于印发<建设项目环境影响评价文件审批及建设单位自主开展环境保护设施验收工作指引(试行)>的通知》（冀环办字函[2017]727 号，2017 年 11 月 23 日发布并实施）；

12) 《河北省建筑施工扬尘防治强化措施 18 条》（冀建安[2016]27 号）；

13) 《河北省扬尘污染防治办法》（河北省人民政府令[2020]第 1 号）；

14) 《关于印发河北省新增限制和淘汰类产业目录(2015 年版)的通知》（冀政办发[2015]7 号）；

15) 《关于进一步改革和优化建设项目主要污染物排放总量核定工作的通知》（冀环总[2014]283 号）；

16) 《河北省大气污染防治行动计划实施方案》（冀发[2013]23 号）；

17) 《河北省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（冀政字[2020]71 号）；

18) 《保定市人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（保政函[2021]21 号）。

1.3.4 技术导则

1)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容

和格式》（HJ10.1-2016）；

2)《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

3)《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

4)《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJT2.3-2018）；

5)《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；

6)《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；

7)《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）；

8)《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；

9）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；

10）《建设项目危险废物环境影响评价指南》（2017 年 9 月 1 日）。

1.3.5 标准规范

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

2) 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；

3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

4) 《开放型放射性物质实验室辐射防护设计规范》（EJ380-1989）；

5) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；

6) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；

7) 《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）；

8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；

9) 《职业性内照射个人监测规范》（GBZ129-2016）；

10)《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》（GBZ167-2005）；

11)《核辐射环境质量评价的一般规定》（GB11215-1989）；

12)《放射性药物生产场所辐射安全设计要求》（T/CIRA-5-2019）；

13)《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单；

14)《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

15)《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

16)《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

17)《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》

（GB36600-2018）；

18)《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

19)《施工场地扬尘排放标准》（DB13/2934-2019）；

20)《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；

21)《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

22)《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）；

23)《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2018）；

24)《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单；

25)《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）；

26)《防治城市扬尘污染技术规范》(HJ/T393-2007)；

27)《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）；

28)《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB13/1577-2012）；

29)《排污许可证申请与核发技术规范 制药工业—化学药品制剂制造》（HJ1063-2019）；

30)《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）；

31)《中国地震参数区划图》（GB18306-2015）；

32)《河北省用水定额》（DB13/T1161.2-2016）。

1.3.6 其他技术支持文件

1) 《委托书》；

2) 《分子靶向诊疗药品生产基地项目可行性研究报告》，中核第四研究设计工程有限公司；

3) 用地证明，见附件五；

4) 《河北涿州松林店经济开发区总体规划环境影响报告书》，嘉诚环保工程有限公司，2019 年 7 月；

5) 《保定市生态环境局关于转送河北涿州松林店经济开发区总体规划（2016-2030）环境影响报告书专家审查意见的函》（保环规[2019]5 号），见附件六；

6) 入园进区协议，见附件七；

7) 供水证明，见附件八；

8) 污水接收证明，见附件九；

9) 供暖证明，见附件十；

10) 本项目现状监测报告，见附件十一；

11) 原子高科华北医药有限公司提供的其它工程技术资料。

1.4 评价标准

1.4.1 职业工作人员及公众剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B 中规定：应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）不超过 20mSv；实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均剂量估计值不应超过 1mSv。具体见表 1.4-1。

表 1.4-1 职业工作人员及公众剂量限值

标准来源	职业人员	公众
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)	连续5年年平均有效剂量≤20mSv	1mSv/a

根据《放射性药物生产场所辐射安全设计要求》（T/CIRA-5-2019）4.1条款，工作人员的剂量约束值宜取5mSv/a，公众剂量约束值宜取0.1mSv/a。

综合考虑，本项目工作人员的剂量约束值取5mSv/a，公众剂量约束值取0.1mSv/a。

1.4.2 工作箱外剂量率水平控制值

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射性药物生产场所辐射安全设计要求》（T/CIRA-5-2019）、《开放型放射性物质实验室辐射防护设计规范》（EJ380-1989）中相关要求，并根据本项目工作场所特点，正常运行工况下，工作箱外人员操作位置剂量率水平不大于 7.5μGy/h。生产线所在房间以外区域剂量率水平不大于 2.5μGy/h。

1.4.3 工作场所表面污染控制值

工作人员的衣服、体表，工作场所的设备、工具、地面等表面 β 放射性物质表面污染控制水平执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，具体见表 1.4-2。

表 1.4-2 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型		β 放射性物质活度 Bq/cm^2	标准来源
工作台、设备、墙壁、地面	控制区*	40	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)
	监督区	4	
工作服、手套、工作鞋	控制区	4	
手、皮肤、内衣、工作袜	监督区	0.4	

***该区内的高污染子区除外。**

1.4.4 工作场所气溶胶预期管理水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 B 和《开放型放射性物质实验室辐射防护设计规范》（EJ380-1989）8.1.1.3 条款，以导出浓度值的十分之一作为工作场所的气溶胶预期管理水平，生产场所中气溶胶导出浓度及预期管理水平见表 1.4-3。

表 1.4-3 气溶胶导出浓度及预期管理水平

核素名称	呼吸量（m^3/a）	转换因子 (Sv/Bq)	年有效剂量限值 (Sv)	气溶胶导出浓度（Bq/m^3）	预期管理水平 (Bq/m^3)
^{99}Mo	2400	3.6×10^{-10}	2×10^{-2}	1.16×10^{4}	1.16×10^{3}
^{99m}Tc		2.0×10^{-11}		2.08×10^{5}	2.08×10^{4}
^{32}P	2400	1.1×10^{-9}	2×10^{-2}	7.58×10^{3}	7.58×10^{2}
^{153}Sm	2400	6.8×10^{-10}	2×10^{-2}	1.23×10^{4}	1.23×10^{3}
^{177}Lu	2400	1.0×10^{-9}	2×10^{-2}	8.33×10^{3}	8.33×10^{2}
^{131}I	2400	1.1×10^{-8}	2×10^{-2}	7.58×10^{2}	7.58×10^{1}
^{125}I	2400	7.3×10^{-9}	2×10^{-2}	1.14×10^{3}	1.14×10^{2}

1.4.5 放射性废液和放射性固体废物免管浓度标准

本项目产生的放射性废液和放射性固体废物按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《放射性废物分类》（2018 年 1 月 1 日起施行）中所列豁免水平进行清洁解控处理，具体见表 1.4-4。

表 1.4-4 放射性核素免管活度浓度及活度限值

核素	免管活度浓度（Bq/g）		免管活度（Bq）	
	放射性废物分类（固体）	（GB18871-2002）（通用）	放射性废物分类（固体）	（GB18871-2002）（通用）
^{99}Mo	/	1×10^{2}	/	1×10^{6}
^{99m}Tc	1×10^{2}	1×10^{2}	1×10^{7}	1×10^{7}
^{99}Tc	1×10^{4}	1×10^{4}	1×10^{7}	1×10^{7}
^{125}I	/	1×10^{3}	/	1×10^{6}
^{131}I	/	1×10^{2}	/	1×10^{6}
^{177}Lu	/	1×10^{3}	/	1×10^{7}
^{32}P	/	1×10^{3}	/	1×10^{5}
^{153}Sm	/	1×10^{2}	/	1×10^{6}

1.4.6 放射性液体废物解控标准

根据《污水综合排放标准》（GB8978-1996），本项目放射性废液暂存于不锈钢废液储罐中，当活度浓度低于 10Bq/L 时，向政府主管部门申请清洁解控，经允许后由污水管网排入松林店污水处理厂。

1.4.7 事故工况剂量限值

根据本项目的建设规模及工作特点，事故工况下，职业工作人员的剂量约束值取 2mSv/次，公众剂量约束值取 0.1mSv/次。

1.4.8 环境质量标准

1）大气质量标准

根据《河北涿州松林店经济开发区总体规划（2016-2030）》，全市范围为二类环境空气质量功能区，开发区环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单二级标准；TVOC、HCl、非甲烷总烃参照表 1.4-4 中相关标准执行。大气环境质量标准值详见表 1.4-5。

表 1.4-5　大气环境质量标准一览表

环境要素	污染物名称	取值时间	标准值	单位	标 准 来 源
大气环境	PM_{10}	24小时平均	150	μg/m³	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及修改单二级标准
	TSP	24小时平均	300		
	SO_2	24小时平均	150		
		1小时平均	500		
	NO_2	24小时平均	80		
		1小时平均	200		
	O_3	日最大8小时平均	160		
		1小时平均	200		
	$PM_{2.5}$	年平均	35		
		24小时平均	75		
	CO	24小时平均	4	mg/m³	
		1小时平均	10		
	TVOC	8小时平均	600	μg/m³	《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）表 D.1
	HCl	24小时平均	15		
		1小时平均	50		
	非甲烷总烃	1小时平均	2.0	mg/m³	《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB13/1577-2012）

2）地表水质量标准

地表水（北拒马河南支流）总α、总β放射性与当地本底水平比对分析。

3）地下水质量标准

根据《河北涿州松林店经济开发区总体规划（2016-2030）环境影响报告书》，本项目所在地的地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的 III 类标准，标准值详见表 1.4-6。

表 1.4-6　地下水环境质量标准一览表

环境要素	序号	污染物名称	标准值	单位	标 准 来 源
地下水环境	1	pH	6.5~8.5	/	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）表1III类标准
	2	氨氮	≤0.50	mg/L	
	3	亚硝酸盐（以 N 计）	≤1.00		
	4	挥发性酚类（以苯酚计）	≤0.002		
	5	氰化物	≤0.05		
	6	氯化物（Cl^-）	≤250		
	7	硫酸盐（SO_4^{2-}）	≤250		
	8	硝酸盐（以 N 计）	≤20.0		
	9	总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	≤450		
	10	耗氧量（COD_{Mn}法，以 O_2 计）	≤3.0		
	11	溶解性总固体	≤1000		
	12	氟化物	≤1.0		
	13	砷	≤0.01		
	14	汞	≤0.001		
	15	铬（六价）	≤0.05		
	16	铅	≤0.01		
	17	镉	≤0.005		
	18	铁	≤0.3		
	19	铝	≤0.2		
	20	三氯甲烷	≤60		
	21	K^+	—		
	22	Na^+	≤200		
	23	Ca^{2+}	—		
	24	Mg^{2+}	—		
	25	CO_3^{2-}	—		

	26	HCO_3^-	—		
	27	总大肠菌群	≤3.0	MPN[b]/100	
	28	菌落总数	≤100	CFU/mL	
	29	总α放射性	≤0.5	Bq/L	
	30	总β放射性	≤1.0		

4）声环境质量标准

本项目位于涿州松林店经济开发区，是以工业生产为主要功能的区域，根据《河北涿州松林店经济开发区总体规划（2016-2030）环境影响报告书》，本项目所在区域声功能区为3类声功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类声功能区标准。标准值详见表1.4-7。

表1.4-7　噪声环境质量标准一览表

环境要素	取值时间	标准值	单位	标 准 来 源
声环境	昼间	65	dB(A)	《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准
	夜间	55		

5）土壤环境质量标准要求

本项目位于河北涿州松林店经济开发区，用地性质为工业用地，属于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中规定的第二类用地。因此，土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB13/T5216-2020）中第二类用地土壤污染风险筛选值，考虑标准中无总β活度浓度要求，所以仅对土壤中放射性现状进行分析。

表1.4-8　土壤环境质量标准一览表

环境要素	序号	污染物项目	CAS编号	筛选值（第二类用地）
	重金属和无机物			
	1	砷	7440-38-2	60
	2	镉	7440-43-9	65
	3	铬（六价）	18540-29-9	5.7
	4	铜	7440-50-8	18000
	5	铅	7439-92-1	800
	6	汞	7439-97-6	38
	7	镍	7440-02-0	900

土壤环境	挥发性有机物			
	8	四氯化碳	56-23-5	2.8
	9	氯仿	67-66-3	0.9
	10	氯甲烷	74-87-3	37
	11	1,1-二氯乙烷	75-34-3	9
	12	1,1-二氯乙烷	107-06-2	5
	13	1,1-二氯乙烷	75-35-4	66
	14	顺-1,2-二氯乙烯	156-59-2	596
	15	反-1,2-二氯乙烯	156-60-5	54
	16	二氯甲烷	1975/9/2	616
	17	1,2-二氯丙烷	78-87-5	5
	18	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	10
	19	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	6.8
	20	四氯乙烯	127-18-4	53
	21	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	840
	22	1,1,2-三氯乙烷	79-00-5	2.8
	23	三氯乙烯	1979/1/6	2.8
	24	1,2,3-三氯丙烷	96-18-4	0.5
	25	氯乙烷	1975/1/4	0.43
	26	苯	71-43-2	4
	27	氯苯	108-90-7	270
	28	1，2-二氯苯	95-50-1	560
	29	1,4-二氯苯	106-46-7	20
	30	乙苯	100-41-4	28
	31	苯乙烯	100-42-5	1290
	32	甲苯	108-88-3	1200
	33	间二甲苯+对二甲苯	108-38-3,106-42-3	570
	34	邻二甲苯	95-47-6	640
	半挥发性有机物			
	35	硝基苯	98-95-3	76

	36	苯胺	62-53-3	260
	37	2-氯酚	95-57-8	2256
	38	苯并[a]蒽	56-55-3	15
	39	苯并[a]芘	50-32-8	1.5
	40	苯并[b]荧蒽	205-99-2	15
	41	苯并[k]荧蒽	207-08-9	151
	42	䓛	218-01-9	1293
	43	二苯并[a,h]蒽	53-70-3	1.5
	44	茚并[1,2,3-cd]芘	193-39-5	15
	45	萘	91-20-3	70
	46	石油烃	/	4500

1.4.9 污染物排放标准

废气：施工扬尘排放执行《施工场地扬尘排放标准》（DB13/2934-2019）相关要求；运行期 TVOC、氯化氢排放执行《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表 2 大气污染物特别排放限值，氮氧化物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 新污染源大气污染物排放限值。

废水：项目废水排入市政污水管网执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 三级标准，同时满足涿州松林店污水处理厂进水水质要求；

噪声：运行期四周厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类区标准；施工期建筑施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

固体废物：执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单、《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ2025-2012)有关规定。

污染物排放标准各标准值见表 1.4-9。

表 1.4-9 污染物排放标准一览表

类别	污染源	项 目	标准值	单位	标 准 来 源
废气	施工期 施工扬尘	PM_{10}监测点浓度限值	80	μg/m^3	《施工场地扬尘排放标准》（DB13/2934-2019）表1标准
	运行期	TVOC	100	mg/m^3	《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表2大

		HCl	30	mg/m^3	气污染物特别排放限值
		NO_x	240	mg/m^3	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表2新污染源大气污染物排放限值
			2.38*	kg/h	
废水	外排废水	pH	6~9	/	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表1及表4三级标准标准
		总 β 放射性	10	Bq/L	
		COD	500	mg/L	
		BOD_5	300		
		SS	400		
		COD	500	mg/L	涿州松林店污水处理厂进水水质要求
		BOD_5	250		
		氨氮	45		
		SS	300		
		总氮	65		
		总磷	5		
噪声	施工期	昼间	70	dB(A)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523- 2011）
		夜间	55		
	运行期	昼间	65	dB(A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类
		夜间	55		

注*：同位素生产厂房（一）排气筒高度为 26m，其北侧的质检中心高 22.8m，因此其排气筒高度不满足高出周围 200m 半径范围内建筑 5m 的要求，排放速率用内插法计算后严格 50%执行。

1.5 评价范围和保护目标

1.5.1 评价等级确定

1）非密封源工作场所分级

本项目是利用短寿命放射性核素生产用于医学诊断和治疗的同位素药品，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 表 C1，本项目属甲级非密封源工作场所。判别依据见表 1.5-1。

表 1.5-1 非密封源工作场所的分级

判别依据		判别结果▲
级别	日等效最大操作量/Bq	本项目级别
甲	>4×10^9	同位素药品生产厂房（一）：包含 3 个甲级非密封源工作场所； 同位素药品生产厂房（二）：包含 3 个甲级非密封源工作场所；

乙	2×10^7~4×10^9	质检中心：包含 1 个甲级非密封源工作场所，2 个乙级非密封源工作场所； 容器清理车间：包含 2 个丙级非密封源工作场所；
丙	豁免活度值以上~2×10^7	

▲：工作场所详细分级情况见表 3.3-1~3.3-7。

2）放射性评价等级

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》中的相关规定：“甲级非密封放射性物质工作场所应编制环境影响报告书”，本项目有 7 个甲级非密封源工作场所，2 个乙级非密封源工作场所，2 个丙级非密封源工作场所，因此应编制环境影响报告书。另外，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》中规定：“以项目实体边界为中心，放射性药品生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围”。本项目评价范围取项目整体厂界外 500m 范围，详见图 1.5-1。

3）地表水环境影响评价等级

本项目放射性废液暂存于不锈钢废液储罐中，当活度低于 10Bq/L 时，按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）向政府主管部门申请清洁解控后，通过市政污水管网外排至松林店污水处理厂；非放射性废水排入松林店污水处理厂，间接排放。按照《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），项目废水排放方式为间接排放，评价等级为三级 B。

4）地下水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）“附录 A 地下水环境影响评价行业分类表”，本项目属于“M 医药中第 90 项（化学药品制造；生物、生化制品制造）”对应的地下水环境影响评价项目类别为“I 类”。

本项目不涉及集中式水源地，仅有零星分散式供水井，属于较敏感区域。

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ 610-2016）表 2，确定本项目地下水环境影响评价等级为一级。

表 1.5-2 地下水评价工作等级分级表

环境敏感程度	项目类别		
	I类	II类	III类
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

5）声环境影响评价工作等级

本项目位于河北涿州松林店经济开发区内，厂址所在区域声环境功能属《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类区；厂界周围 200m 范围内无学校、医院及康复疗养区等声环境敏感目标。按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）中评价等级划分原则，确定本项目声环境影响评价工作等级为三级。

6）生态影响评价等级

本项目位于河北涿州松林店经济开发区内，总占地面积为 0.0572km^2（85.8 亩），用地性质为二类工业用地，占地范围内不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）中规定的特殊生态敏感区和重要生态敏感区，属于 HJ19-2011 中规定的一般区域。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011），确定本项目生态环境影响评价工作等级为三级。判别依据见表 1.5-3。

表 1.5-3 生态影响评价工作等级划分表

影响区域生态敏感性	判别依据			判别结果
	工程占地(水域)面积			
	面积≥20km^2 或长度≥100km	面积 2km^2～20km^2 或长度 50km～100km	面积≤2km^2 或长度≤50km	
特殊生态敏感区	一级	一级	一级	占地面积 0.0572km^2，一般区域，三级
重要生态敏感区	一级	二级	三级	
一般区域	二级	三级	**三级**	

7）大气影响评价等级

本项目设食堂，餐食由外卖配送，不加工餐食，无食堂油烟等大气污染物产生。项目产生的大气污染物主要为化学药品制剂生产过程中产生的无机气态污染物和有机气态污染物。

本项目同位素药品生产厂房（一）二层非放药品配套生产区通风橱内配制稀盐酸、稀硝酸挥发产生氯化氢和NOx废气，经通风橱在负压情况下全部收集后，由活性炭吸附装置+高效过滤器处理，由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排。

同位素药品生产厂房（二）碘[^{131}I]生产线乙醇废气、碘[^{125}I]密封籽源生产过程中银丝清洗产生的丙酮废气均由生产区排风系统负压收集，经过活性炭吸附装

置+高效过滤器处理，经处理后由同位素药品生产厂房（二）设置的1根18m排气筒外排。

同位素药品生产厂房（一）钼锝发生器生产线和小剂量药品生产线（小剂量药品主要指：磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液、来昔决南钐[^{153}Sm]注射液、镥[^{177}Lu]系列药物）乙醇废气由生产区排风系统负压收集，经排风系统（含高效过滤器）后由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排。

质检中心放射性理化实验室乙醇废气由通风橱负压收集，经过活性炭过滤器+高效过滤器处理后，由设置于质检中心设置的1根26m排气筒外排。

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.1-2018）AERSCREEN估算模式进行项目大气环境评价等级预测计算。经计算，本项目Pmax=4.43%，按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）分级判据，确定本项目大气环境影响评价工作等级为二级。

8）环境风险评价等级

根据本项目涉及的危险物质数量与临界量的比值（Q）为0.00863＜1，则该项目环境风险潜势为I。按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）表1判定本项目环境风险评价等级为简单分析。

表 1.5-4　环境风险评价工作级别划分

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	**简单分析**
a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性说明。				

9）土壤环境影响评价等级

本次评价参照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中附录A土壤环境影响评价项目类别，本项目行业类别为“制造业—石油、化工”中的“化学药品制造项目”，属于污染型的I类项目，见表1.5-5。

表 1.5-5　土壤环境影响评价项目类别表

行业类别		**项目类别**			
		I类	**II类**	**III类**	**IV类**
制造业	石油、化工	石油加工、炼焦；化学原料和化学制品制造；农药制造；涂料、染料、颜料、油墨及其类似产品制造；合成材料制造；炸药、火工及焰火产品制造；水处理剂等制造；**化学药**	半导体材料、日用化学品制造；化学肥料制造	其他	/

		品制造；生物、生化制品制造			

建设项目场地的土壤环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级，分级原则见表1.5-6。

表1.5-6　土壤环境敏感程度分级表

敏感程度	**判别依据**
敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标的
较敏感	建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的
不敏感	**其他情况**

本项目位于河北涿州松林店经济开发区，项目拟建工程占地约5.72hm^2，占地规模属于中型（5~50hm^2）；拟建工程位于松林店经济开发区，经现场踏勘及土地利用现状调查，项目厂址周边不存在土壤环境敏感目标，土壤环境不敏感；根据表1.5-7，本项目土壤环境影响评价定级为二级。

表1.5-7　土壤评价工作等级分级表

	I类			**II类**			**III类**		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	/
不敏感	一级	**二级**	二级	二级	三级	三级	三级	/	/

1.5.2 评价范围

根据各环境要素评价等级判定结果，确定其评价范围见表 1.5-8 及图 1.5-1、图 1.5-2。

表 1.5-8　评价范围一览表

环境要素	**评价等级**	**评价范围**
放射性工作场所	/	项目实体边界外 500m 范围
地表水	达标分析	生产区槽式排放池及厂区总排口
大气	二级	边长 5km 的矩形范围
声环境	三级	四周厂界外 200m
生态	三级	厂区占地区域
环境风险	简单分析	/
土壤	二级	占地范围外 0.2km 范围
地下水	一级	以拟建厂址为中心，在地下水上游方向延伸 1300m，下游方向延伸 2500m，平行地下水流向方侧向延伸 1500m，评价范围总面积 16.3km^2

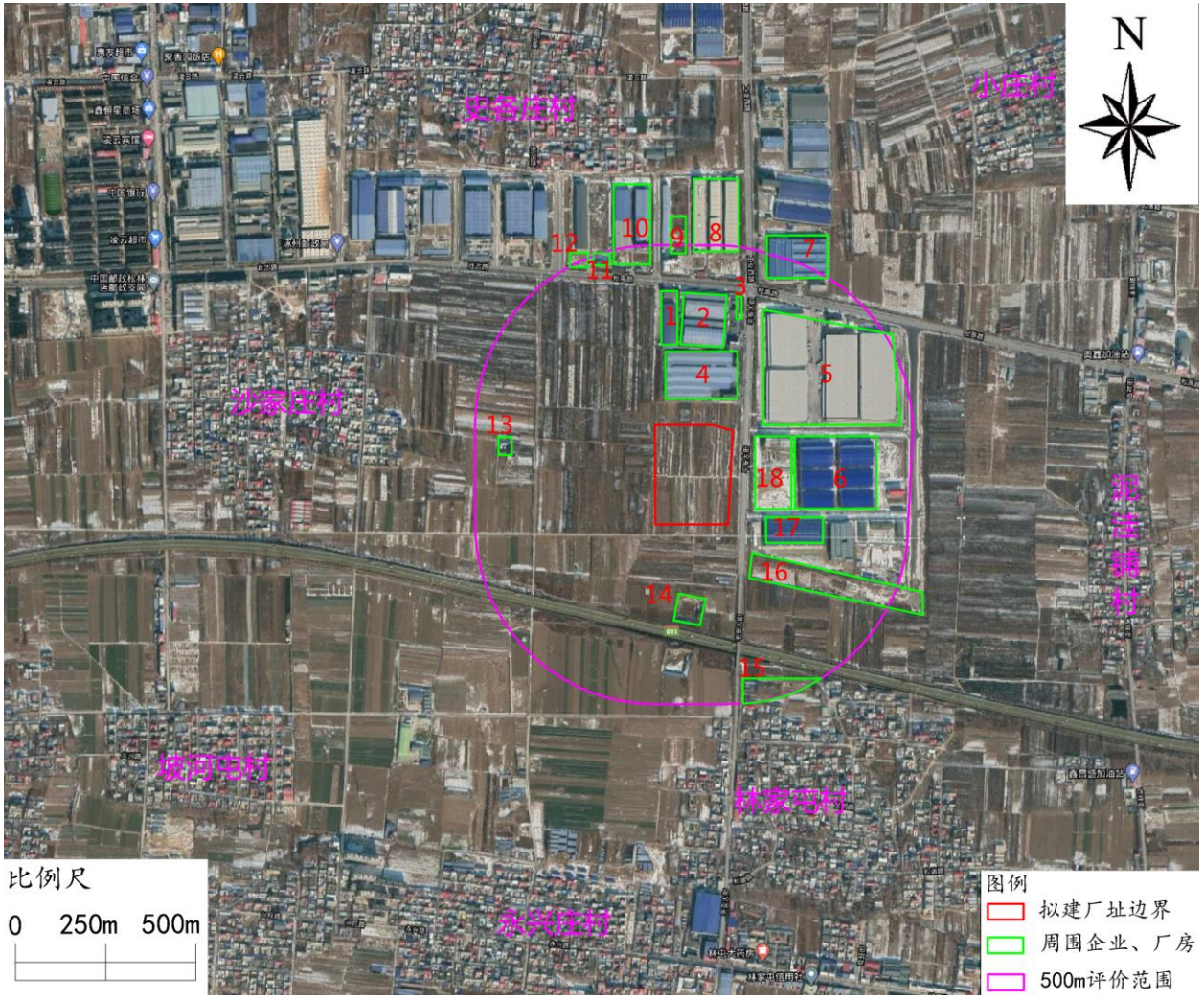


图 1.5-1　辐射评价范围图

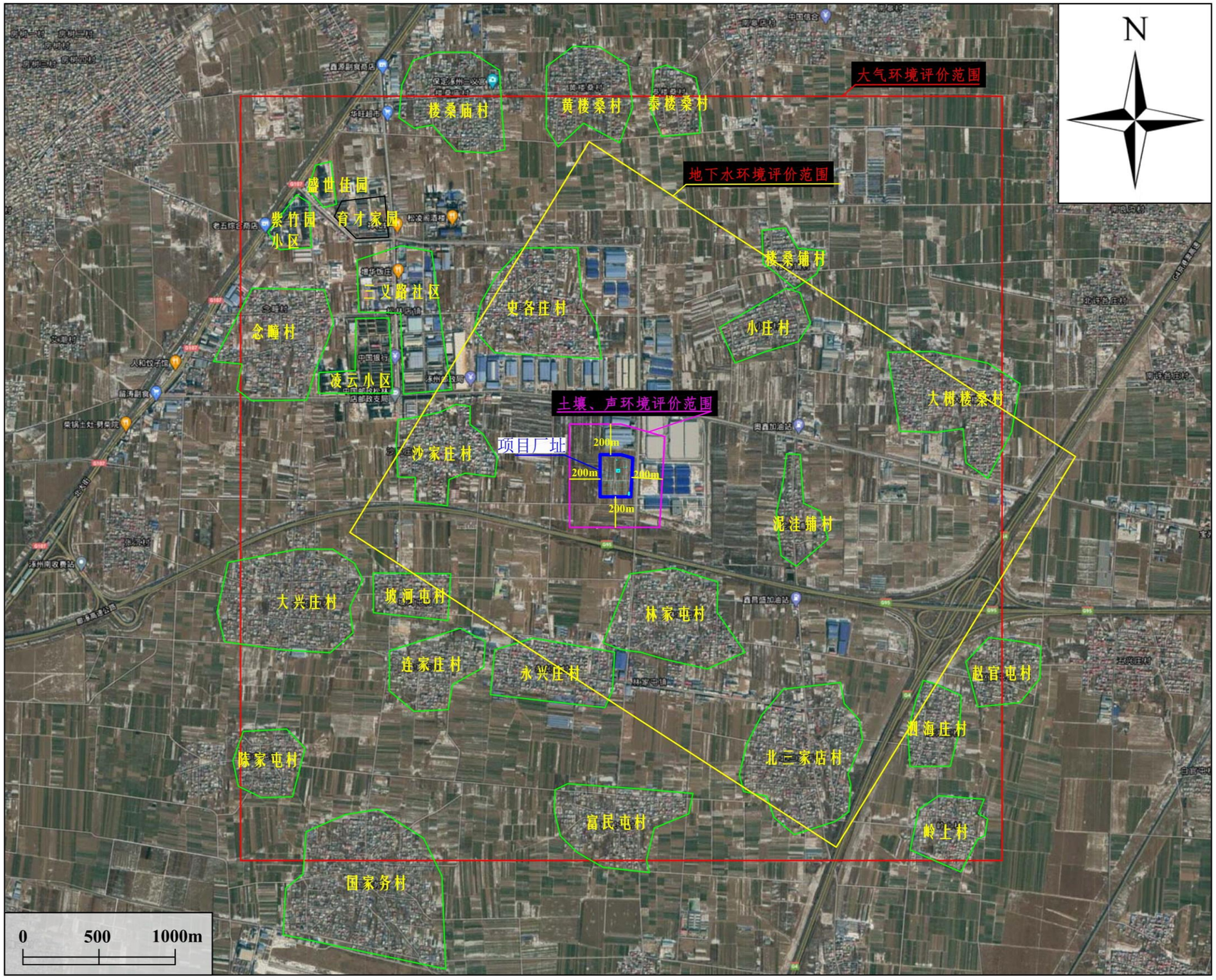


图 1.5-2　项目非放环境影响评价范围图

1.5.3 环境保护目标

根据工程性质及周围环境特征，确定本项目周边 500m 范围内的本厂职工、周围企业职工、居民为本项目辐射环境保护目标。

主要辐射与非放射性环境保护目标及保护目的见表 1.5-9、1.5-10 及图 1.5-1、1.5-2。

表 1.5-9　辐射环境保护目标及保护目的一览表

环境要素	序号	保护目标	相对厂址方位	相对厂界最近距离(m)	人口数量（人）	功能要求	保护目的
辐射环境和环境风险（半径500m）	1	涿州嘉华铝业有限公司	N	220	70	GB18871-2002中职业工作人员及公众剂量限值	公众个人剂量满足0.1mSv/a的要求
	2	成都航天模塑股份有限公司	N	225	290		
	3	北京嘉城兴业工贸股份有限公司（已倒闭）	N	310	0		
	4	涿州市燕南纸包装有限公司	N	75	180		
	5	普洛斯涿州物流园	NE	90	430		
	6	涿州博萨汽车配件有限公司	E	180	60		
	7	亚大塑料制品有限公司	NNE	435	160		
	8	四川龙腾铁路器材有限公司	N	485	50		
	9	涿州市腾跃印刷材料有限公司	N	480	190		
	10	盛弘机械	NNW	445	130		
	11	涿州市凯信机电设备有限责任公司	NW	460	30		
	12	河北鲁汇荣彩印刷有限公司	NW	480	70		
	13	民宅（待拆迁）	W	450	0		
	14	果树苗木基地	S	200	5		
	15	林家屯村居民（部分）	SE	480	20		
	16	河北涿州松林店经济开发区大楼（拟建）	SE	110	70		
	17	涿州卓宝机械设备有限公司	E	110	30		

	18	河北普凡防护科技有限公司	E	70	50		
	19	原子高科华北医药有限公司	/	/	300 人，其中 250 人为辐射工作人员		职业人员年有效剂量满足 5mSv/a 的要求

表 1.5-10　非放环境保护目标及保护级别一览表

环境要素	环境敏感特征						
大气环境	序号	环境保护目标名称	相对方位	距离/m	属性	人数/人	保护级别
	1	史各庄村	NNW	820	居住区	1620	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准
	2	沙家庄村	W	825	居住区	1220	
	3	林家屯村	SSE	480	居住区	890	
	4	坡河屯村	WSW	1282	居住区	1020	
	5	连家庄村	SW	1320	居住区	930	
	6	永兴庄村	SSW	1030	居住区	790	
	7	大兴庄村	WSW	1835	居住区	1310	
	8	陈家屯村	SW	2540	居住区	920	
	9	国家务村	SSW	2505	居住区	550	
	10	富民屯村	S	1895	居住区	1100	
	11	北三家店村	SSE	1750	居住区	870	
	12	泗海庄村	SE	2455	居住区	550	
	13	岭上村	SE	2925	居住区	850	
	14	赵官屯村	ESE	2610	居住区	1100	
	15	泥洼铺村	ESE	1040	居住区	410	
	16	大树楼桑村	ENE	1875	居住区	1080	
	17	小庄村	NE	1060	居住区	600	
	18	楼桑铺村	NE	1680	居住区	430	
	19	泰楼桑村	N	2250	居住区	340	
	20	黄楼桑村	N	2210	居住区	1140	
	21	楼桑庙村	NNW	2280	居住区	1180	
	22	三义路社区	NW	1495	居住区	5700	
	23	凌云小区	WNW	1600	居住区	1500	
	24	育才家园小区	NW	2195	居住区	1200	
	25	盛世佳园小区	NW	2590	居住区	700	
	26	紫竹园小区	NW	2535	居住区	1000	
	27	念疃村	WNW	2126	居住区	1210	
环境要素	序号	保护目标	相对方位	距离/m	保护内容	保护级别	
地下水	1	小庄村	NE	1060	集中供水井	《地下水质量标准》	

	2	大楼树桑村	ENE	1875	集中供水井	（GB/T14848-2017）中III 类标准
	3	楼桑铺村	NNW	2280	集中供水井	
	4	泥洼铺村	ESE	1040	集中供水井	
	5	林家屯村	SSE	500	集中供水井	
	6	永兴庄村	SSW	1030	集中供水井	
	7	北三家店村	SSE	1750	集中供水井	
	8	泗海庄村	SE	2455	集中供水井	
	9	坡河屯村	WSW	1282	集中供水井	
	10	沙家庄村	W	825	集中供水井	
	11	史各庄村	NNW	820	集中供水井	
声环境	厂界声环境		/	/	不改变声环境质量	《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类
土壤	厂址区域建设用地		/	/	不改变厂址区域土壤环境质量	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 中筛选值第二类用地

1.6 评价内容和评价重点

1.6.1 评价内容

根据项目特点及周围环境特征，结合各环境要素评价级别，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》要求，确定本项目评价工作的主要内容见表 1.6-1。

表 1.6-1 评价内容一览表

序号	项 目	内 容
1	自然环境与社会环境状况	自然环境状况、社会经济状况，园区概况、环境质量和辐射现状、厂址适宜性评价。
2	工程分析及源项	项目基本概况、主要建设内容、工艺产品分析、工艺流程及设备、物料平衡、公用工程、污染源项及其废弃物。
3	辐射安全与防护	场所布局、辐射安全措施、辐射防护措施、三废治理措施、服务期满后的环境保护措施。
4	环境影响分析	施工期、营运期非放废气、废水、固废、噪声、地下水、土壤、生态环境、环境风险影响分析。 正常工况下人员受照剂量分析及放射性废气、废水、固废的环境影响分析、事故工况的环境影响分析。（不包含运输及销售环节）
5	辐射安全管理	辐射安全与环境保护管理机构、人员配置、辐射安全和防护培训及考核、辐射安全管理制度、监测计划、辐射事故应急、人员培训计划、辐射安全与环境管理计划、从事放射性活动的技术能力分析、“三同时”验收一览表。
6	利益、代价简要分析	利益分析、代价分析、辐射实践的正当性分析。
7	结论与建议	给出工程可行性结论，承诺拟采取的措施和计划。

1.6.2 评价重点

结合项目的排污特点及周围环境特征，确定本评价的重点为：工程分析及源项、辐射安全防护、环境影响分析、辐射安全管理。

1.7 评价因子

根据项目工程特点和污染物排放特征，结合项目所在区域的环境质量现状，通过对项目实施后主要环境影响要素的识别分析，并对相关影响因素中各类污染因子的识别筛选，确定本次评价的评价因子，见表 1.7-1。

表 1.7-1 评价因子一览表

要 素	项 目	污染源	主要评价因子
辐射环境	现状评价	同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、容器清理车间、质检中心。	γ 剂量率水平
	影响评价		γ 剂量率水平，人员年有效剂量
大气环境	现状评价	/	放射性：总 α 放射性、总 β 放射性、^{131}I； 非放射性：PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2、CO、O_3、TVOC、氯化氢；
	影响评价	施工期：施工扬尘	TSP
		运行期：同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、容器清理车间、质检中心。	放射性：各类人员吸入内照射剂量、烟羽浸没外照射剂量、地表沉积外照射剂量、食入内照射剂量； 非放射性：TVOC、HCl、NOx。
地表水环境	现状评价	/	总 α 放射性、总 β 放射性
	影响评价	施工期：施工废水、生活污水	pH、COD、BOD_5、SS、氨氮
		运行期：生产线清洗废水、废液，生产区职工淋浴废水、职工生活污水，循环冷却系统排污水等。	放射性：总 β 放射性； 非放射性：pH、COD、BOD_5、SS、氨氮、TDS。
地下水环境	现状评价	/	放射性：总 α 放射性、总 β 放射性； 非放射性：pH、K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO_3^-、硫酸盐（SO_4^{2-}）、氯化物（Cl-）、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度（以$CaCO_3$）、铅、镉、铁、锰、铝、氟化物、溶解性总固体、高锰酸钾指数（耗氧量）、总大肠菌群、细菌总数、三氯甲烷。

	影响评价	槽式排放池	COD、氨氮、^{131}I
声环境	现状评价	/	等效连续A声级
	影响评价	施工期：施工设备噪声。	
		运行期：泵类、风机、空压机等设备噪声。	
固体废物	现状评价	/	/
	影响评价	施工期：建筑垃圾、生活垃圾	建筑垃圾、生活垃圾
		运行期：同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、容器清理车间、质检中心生产及职工生活办公。	放射性固体废物；生活垃圾及餐厨垃圾；一般工业固体废物（原料废包材、废滤芯）；危险废物（废化学试剂及包装、废活性碳、废树脂、清洗废液）
生态影响	现状评价	/	土地利用、植被类型
	影响评价	施工期	土壤侵蚀、水土流失
		运行期	土壤侵蚀
土壤	现状评价	/	放射性：总 α、总 β 放射性比活度； 非放射性：pH、镉、汞、镍、铅、铬、锌、铜、砷、铬（六价）、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙稀、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯并[a,h]蒽、茚苯[1,2,3-c,d]芘、萘
	影响评价	/	^{131}I、氨氮

第二章　自然环境与社会环境概况

2.1 自然环境概况

2.1.1 地理位置

涿州市位于河北省中部，保定市北端，地理坐标为东经 115°44′～116°36′，北纬 39°21′～39°36′。西邻涞水县，南连高碑店市，东接固安县，北与北京市的房山区和大兴区相邻，总面积 742km²，南距省会石家庄市 210km，距保定市 89km。本项目位于河北涿州松林店经济开发区，距涿州市中心（涿州市政府）直线距离约 9.4km。项目厂址中心地理坐标为东经 115°57′19.352″、北纬 39°24′04.771″。项目厂址东侧为工业西路，南侧为新松高路（规划），西侧为工业预留用地，北侧为经八路（规划）。项目地理位置见图 1.1-1 及附图一。

2.1.2 地形地貌

涿州市北邻燕山，西靠太行山，地处太行山山前冲洪积倾斜平原，由西北向东南倾斜，地势相对平担，最高海拔 69.4m，最低海拔 19.8m，地面坡度 1-2%。地貌形态受拒马河冲积影响，南北各有二级阶地。

涿州市地势东南部平缓，为涿州市的平原区；东北部受小清河与永定河影响，是历史上河水泛滥所造成的风沙地区，地势低洼；胡良河及京广铁路以西、北拒马河河间地带，由于河道下游泄水不畅通，易形成泛滥洼地，是北拒马河在涿州市境内的主要滞洪区；北拒马河沿岸洼地及东南部排水河道两侧，也属滞洪区。本项目厂址位于市域南部，属于冲湖积低平原地貌，地势平坦。

2.1.3 区域地质

1）地质构造

项目地处新华夏山前深大断裂带上，其西部与太行山块隆起区相接，东部与固安断凹毗邻，南与徐水断凹相连。太行山前深大断裂带是控制区域地壳活动的新华夏主干活动断裂，走向北北东，倾向南东东。延伸远，断距大，倾角陡，并有一系列次级断裂相伴生。区域基地构造见图 2.1-1。

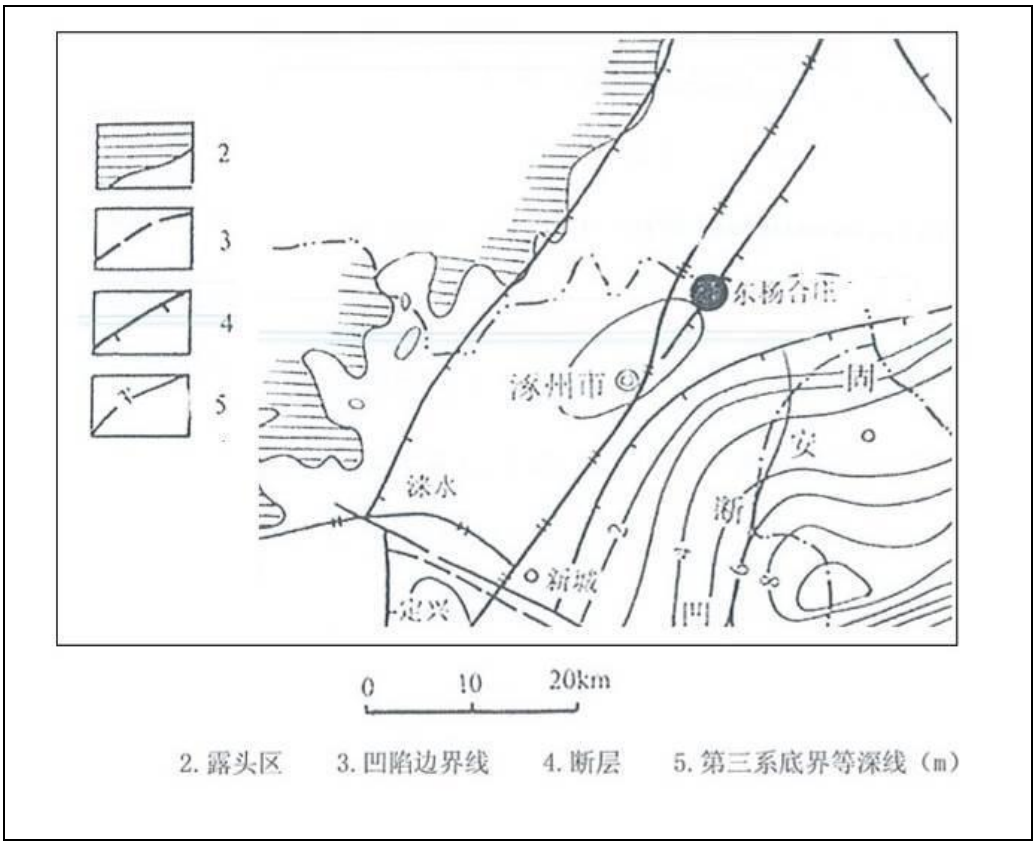


图 2.1-1　区域基地构造图

2）地层岩性

本区第四系堆积物以冲洪积和冲（洪）积~湖积为主，厚度由西向东逐渐增大，一般为300~450。其下为第三系地层，在西南部有元古代基岩侵入体。其主要特征如下：

（1）全新统（Q4）：底板埋深由山前地带的10m-15m，向东逐渐增加大到20~25m，为一套洪积、冲积，冲（洪）积~湖积相堆积物。岩性上部多为灰黄色亚黏土、亚砂土，中部多为灰色淤泥质亚黏土，而下部则多为灰黄色细砂及粉细砂分布，具有典型的二元结构。山前冲洪积扇颗粒较粗，以砂和砂砾石堆积为主。

（2）上更新统（Q3）:底板埋深山前地带20~80m，向东加大到100~180m。为一套以冲洪积加冰碛冰水相及冲（洪）积~湖积相为主的堆积物。岩性以亚黏土、亚砂土及不同粒级的砂、砂砾石为主。结构一般较松散，层理不明显。具有较典型的二元~多远结构。在山前地带表现为厚层砂或砂砾石~薄层亚粘土、亚砂土的结构；向东逐渐过渡到薄层细砂、粉细砂~亚砂土、亚粘土的韵律。

（3）中更新统（Q2）：底板埋深山前50~150m，向东逐渐加大到200~350m。

为一套冲洪积、冲洪积夹冰碛冰水（涿州市及以北地区为冰碛）及冲（洪）积~湖积的含砂、亚粘土、粘土夹砂及砂砾石的堆积物。上部或者顶部具有多钙化层或淋溶淀积层，厚度一般0.1~0.5m。山前地带的本套地层底部或中下部的砂及砂砾石层中，往往夹有厚度不等的泥砾层，以涿州市一带最为发育。其沉积特征是：西部粗、东部细；下部砂层富集，上部粘性土富集，在山前深大裂以西，本部地层厚度较小。

（4）下更新统（Q1）：覆盖于第四纪地层之上。其底板埋深山前一般200~300m，东部350~450.山前深大断裂以西缺失。为一套冲洪积（山前地带夹冰川、冰水堆积）及冲（洪）积~湖积的粘土、亚粘土夹砂及砂砾石的堆积物。

（5）上第三系（N）：埋深167~194m，有中砂和细砂夹层。

（6）元古代基岩侵入岩（V2）：埋深 185m，为深灰色硅质灰岩及钙质白云岩。

2.1.4 水文地质

1）水文地质概况

涿州市位于拒马河冲洪积扇区，第四系孔隙水含水层是本区主要含水层。大气降水、山前径流、河流渗漏及农业灌溉入渗是地下水主要补给。第四系含水层总的分布规律是：西部颗粒粗、含水层层数少、单层厚度大，地下径流、富水性好，向东含水层颗粒物逐渐变细、含水层层数逐渐增多，单层厚度变薄，含水层富水性渐弱。在拒马河冲洪积扇中上部榆林村—松林店—涿州市以西，泗各庄-西城坊一线以南，一般为单层或者双层结构，岩性以卵砂土为主，富水性和导水性较好，含水层颗粒较粗，地下水比较丰富。历史上单井出水量可达到 200～300m^3/h，多年来由于降水和上游补给量减少，水位下降较快、埋深加大，导致上部含水层疏干。在松林店—南皋村—涿州市经济开发区—向阳村以西至广铁路之间，第四系含水层为多层结构，含水层岩性以中细砂、粗砂砾石为主，地下水较丰富，地下水水位埋深 10~20m，单井出水量 100~150m^3/h。

2）水文地质分区

根据地下水埋藏条件、地理分布及富水性等因素，进行水文地质分区。

（1）冲洪积扇粗粒极富水亚区

分布于株洲市-松林店-西义安一带。含水层岩性以砾卵石及砂砾石为主，厚度一般20~40m。地下水补给充沛，径流通畅。在百尺芋一带由于地形变缓和径流条件变弱，形成了南北长9km，东西宽3km的上升泉群，为地下水溢出带。本区属潜水区，富水性极好，单位涌水量一般51.08~94.79m^3/（h·m）。水化学类型为重碳酸钙镁水，矿化度小于0.5g/L。

（2）冲洪积扇中粗粒带强富水亚区

呈条带状分布于户庄~南高官庄~乔刘樊一带。含水层岩性以砂砾石、粗砂为主。厚度一般20~40m。地下水补给条件良好，富水性强，单位涌水量一般为29.99~50.00m^3/（h·m）。地下水化学类型多为重碳酸钙镁水，矿化度一般低于0.5g/L。地下水类型属潜水~承压水。

（3）冲洪积扇缘强富水亚区

呈条带状分布于冲洪积扇群前缘的屈家街~柳河营~杨漫撒一带。含水层层数增多，单层厚度变薄，颗粒变细，相应的粘性土层数增加。含水层岩性以中砂及细砂为主，厚度一般30~40m。地下水属潜水~微承压水类型。补给条件较好，单位涌水量19.69~24.91m^3/（h·m）。水化学类型为重碳酸钙镁水，矿化度0.25~0.32g/L。

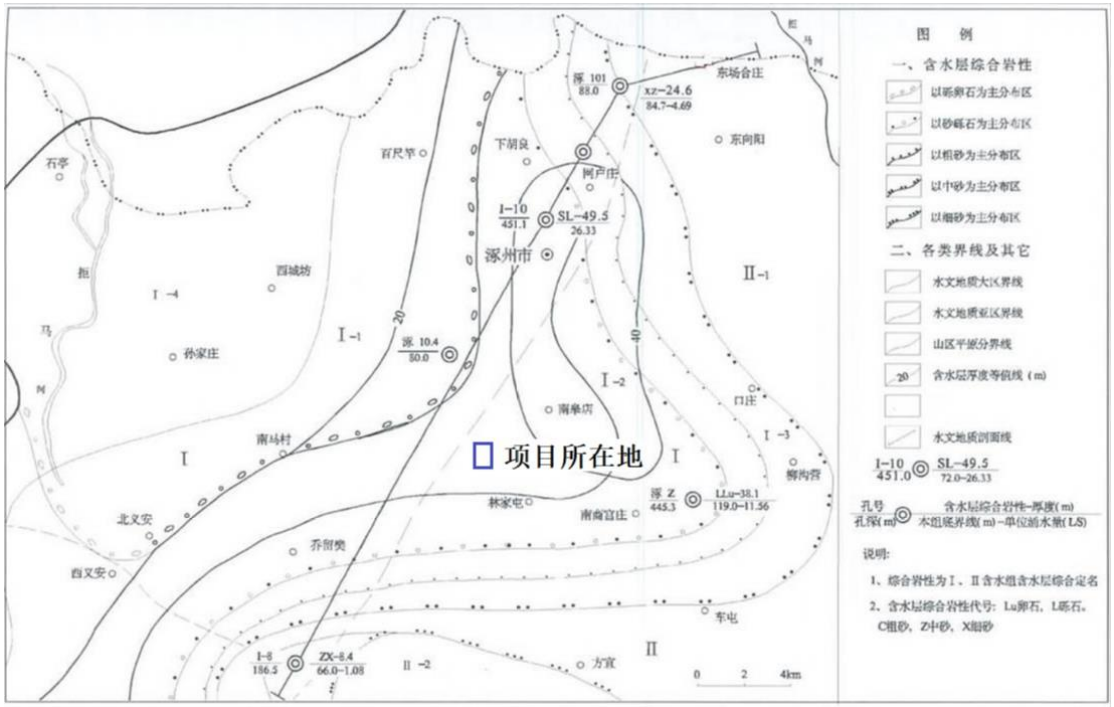


图 2.1-2　区域水文地质图

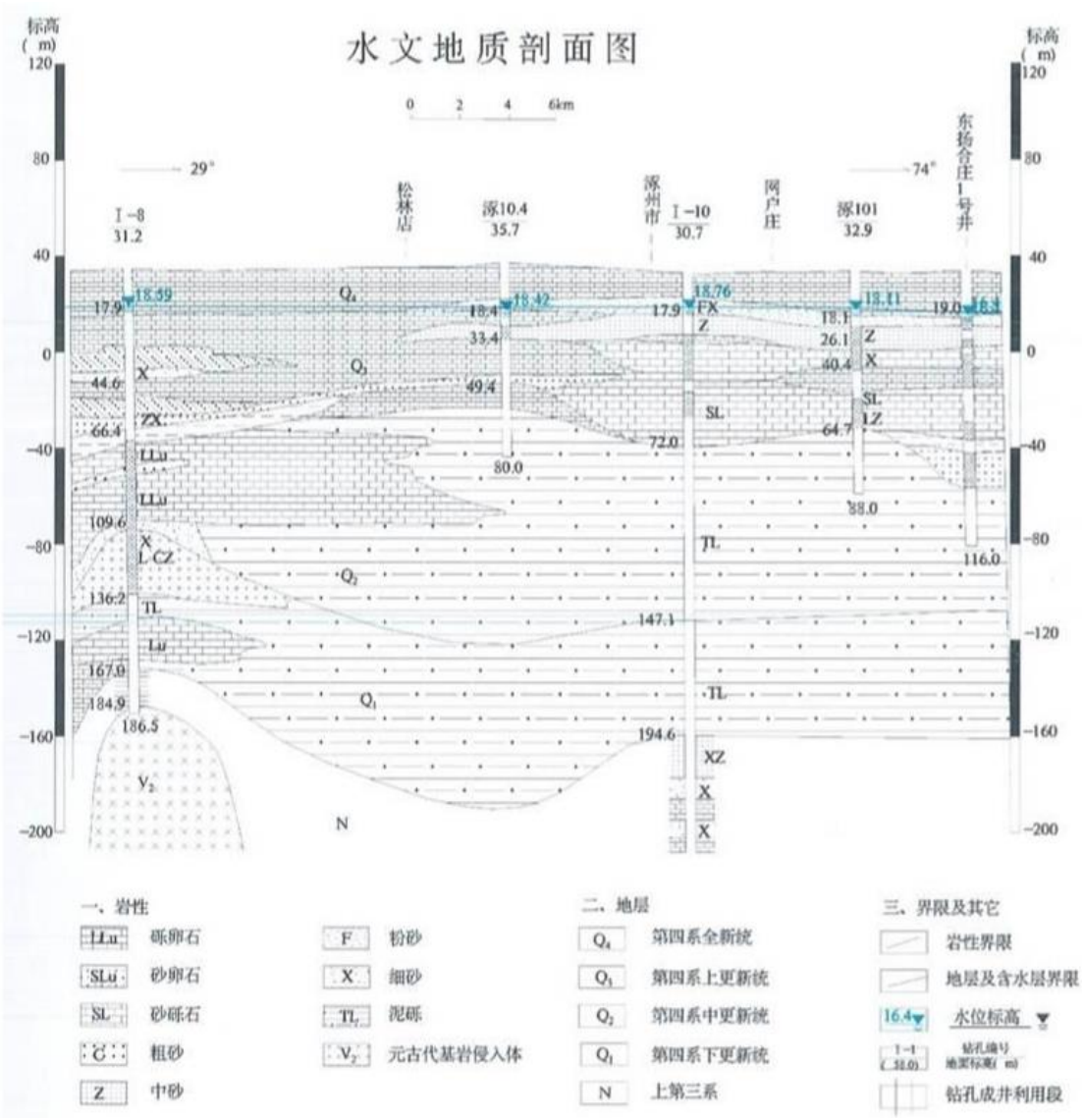


图 2.1-3　水文地质剖面图

（4）冲积扇顶潜水深埋带中等富水亚区

处于该冲积扇群顶部，位于西城坊—王村一带。本区地下水补给充沛，径流强烈。含水层颗粒粗大，多以砾卵石为主，但有效含水层厚度较小，一般仅7.4~17.6m。单位涌水量仅 10.91~16.99m^3/（h·m）。水化学类型特征为重碳酸钙镁水。

3）评价区水文地质

（1）含水层划分及主要特征

根据含水层与隔水层的分布状况、水力联系及垂向变化，并从开采利用出发，将评价区含水系统分为四个含水组。由于第I和II含水组之间水力联系密切，可视

为统一含水系统，即I+II含水组。

①I+II含水组（相当于Q4+Q3地层）地层

该含水组属浅中层开采段，底界深度 20~180m。山前冲洪积平原含水层岩性以砾卵石、砂砾石、中粗砂为主，厚度 20~60m。单位涌水量 20.02~50.00m^3/（h ·m）。水质良好。地下水化学类型为重碳酸钙镁型水，矿化度一般小于 0.5g/L。

②第III含水组（相当于Q2地层）

该含水组属深层开采段，底界深度50~350m。由山前地区由扇中（顶）向扇缘。含水层岩性由砾卵石为主过渡到以中细砂为主，厚度一般40~100m。单位涌水量一般20.02~50.00m^3/（h ·m）。矿化度小于0.5g/L。水化学类型由山前向平原一次为重碳酸钙镁水，重碳酸钙镁钠水。

③第IV含水组（相当于Q2地层）

属深层开采段，底界埋深 120~450m。拒马河冲洪积扇群含水层岩性以砾卵石、砂砾石、粗砂及中砂为主，厚度 50~100m。单位涌水量在扇中部大于 29.99 m^3/（h ·m），扇缘为 10.01~20.02m^3/（h ·m）。本组水质类型一般为中碳酸镁钙水、重碳酸钠钙水、重碳酸钠钙镁水。

（2）地下水补给、径流及排泄条件

①补给条件

评价区第I+II含水组主要接受大气降水入渗补给，其次是侧向径流补给。拒马河冲洪积扇顶部，包气带岩性以砂砾石为主，入渗条件良好，降水入渗系数可达0.47。京广铁路沿线东仙坡~松林店一线以东包气带岩性以亚粘土、粘土为主，入渗条件较差，降水入渗系数一般0.18~0.20。其余地区包气带岩性以砂性土为主，降水入渗系数0.20~0.24，入渗条件中等。

山区地下水对平原区的侧向径流补给，主要是在近代河流出山口处。通过河床下的第四系砂砾石、基岩裂隙岩溶带或风化裂隙带以潜水的形式进行补给。

②径流条件

本区第I+II含水组地下水径流方向与地形倾向和地表水径流方向大致相同，即由北西向南东运动。冲洪积扇地下水径流条件良好，水力坡度 0.85~1.18‰，为地下水强径流带，由西向东随着地形变缓和含水层颗粒变细及厚度减小，径流

条件变差。

③排泄条件

人工开采为主要的排泄方式，其次是下游的径流排泄。另外，拒马河冲洪积扇的半尺杆泉群、涿州市涞水县东的拒马河排泄地下水也是不可忽视的排泄方式。

（3）地下水动态特征

该区地下水动态主要受大气降水和工农业开采影响，动态类型为渗入-开采型，其特征是：

①地下水位年内变化

地下水水位变化受农业开采影响显著，一般每年三月份开始灌溉，地下水水位开始下降。7、8 月份雨季来临，开采减少或停止，地下水位开始回升，9、10、11 月份开采量少，使地下水位短暂下降或相对稳定，而后则缓慢回升。以琢州松林店张沉村为例，年内水位变化曲线见图 2.1-4。

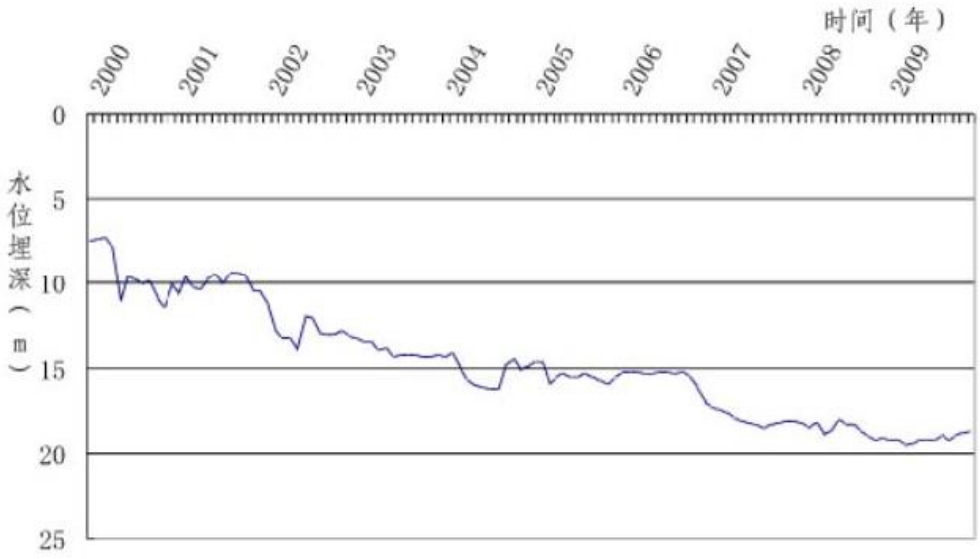


图 2.1-4　松林店张沉村地下水位年动态变化曲线

②地下水水位多年变化

地下水水位多年变化主要与年降水量变化一致。水位下降主要受区域水位下降和地下水开采的影响，每年的下降幅度与年降水量密切相关，年降水量大则下降幅度小，甚至回升，年降水量小水位下降显。据涿州松林店镇张沉村 2000~2010 年统计资料，地下水水位处于持续下降状态，2000 年初张沉村水位埋深 7.43m，2010 年 12 月份埋深 18.75m，11 年间水位下降 11.32m，年平均降幅约 1.03m/a，

见图 2.1-5。

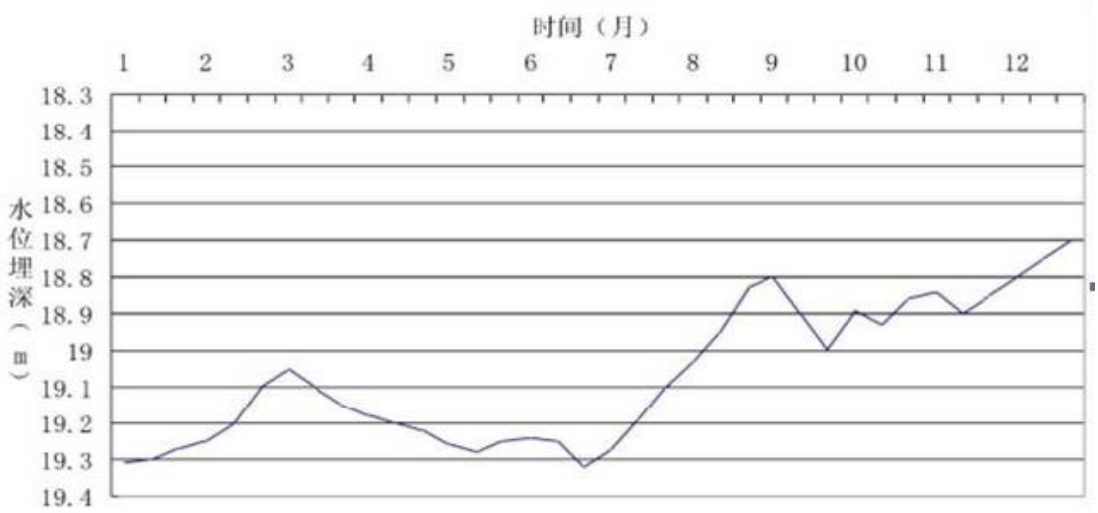


图 2.1-5　松林店张沉村地下水位动态历史变化曲线

（4）地下水化学特征

评价区地下水径流强烈，水化学类型以重碳酸钙镁或镁钙为主，矿化度小于0.5g/L，pH 值 7.8~8.0，水质较好。

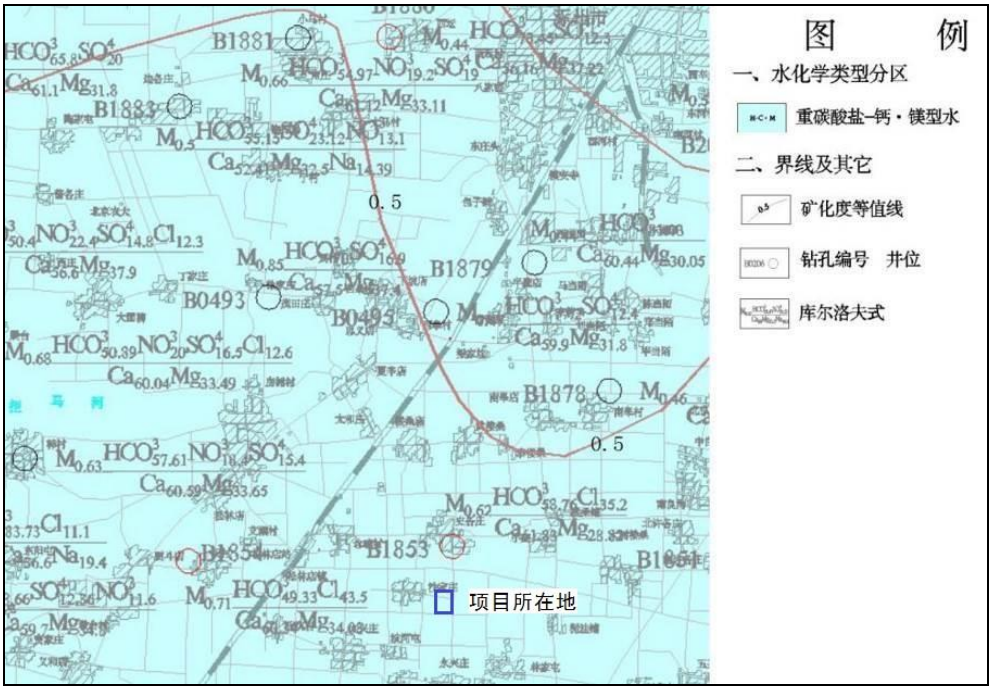


图 2.1-6　水化学类型图

（5）地下水流场特征

本次评价期间对区域地下水水位进行现场调查，并分析本评价区地下水流场特征。本次评价共调查统计14个地下水水位，调查时间为2021年7月28~2021年8

月9日，同时引用《净瓶再生资源回收利用项目环境影响报告表》评价期间（2021年1月）以及《河北涿州松林店经济开发区总体规划环境影响报告书》评价期间（2018年3月、2018年6月、2018年9月）地下水水位调查资料。地下水水位统测数据见表2.1-1和表2.1-2。

表 2.1-1 本次地下水水位调查一览表

编号	坐标		水位埋深（m）	水位标高（m）	含水层类型
	经度（°）	纬度（°）			
G1	115.952658	39.411434	23.4	17.07	第四系孔隙潜水
G1'	115.944967	39.411545	22.0	17.39	
G2	115.961397	39.412575	17.1	16.75	
G2'	115.964347	39.410687	21.6	16.55	
G3	115.942820	39.383711	16.4	16.84	
G3'	115.951513	39.395336	17.1	16.86	
G4	115.953431	39.395319	17.0	16.45	
G4'	115.952829	39.395363	17.8	16.48	
G5	115.951557	39.395383	17.5	16.536	
G5'	115.944260	39.395894	17.2	16.53	
G6	115.963915	39.397687	19.4	16.12	
G6'	115.966507	39.397882	19.9	16.02	
G7	115.955904	39.403042	17.6	16.64	
G7'	115.968503	39.392476	18.1	15.75	

表 2.1-2 引用地下水水位一览表

编号	坐标		水位标高（m）				含水层类型
	经度（°）	纬度（°）	2018.3	2018.6	2018.9	2021.1	
D01	115.943617	39.415350	21.23	19.92	22.74	/	第四系孔隙潜水
D02	115.966767	39.415733	19.76	18.56	21.17		
D03	115.920750	39.393017	21.53	19.91	23.03		
D04	115.902883	39.404683	23.97	22.71	25.35		
D05	115.970850	39.396183	17.68	16.38	18.90		
D06	115.962900	39.381917	17.01	15.53	18.56		
D07	115.945767	39.387933	19.06	17.40	20.71		
D08	115.921887	39.381574	20.90	19.44	22.25		
D09	115.940633	39.371967	18.68	17.25	20.03		
D10	115.959167	39.368483	16.13	14.76	17.58		
D11	115.993233	39.365500	11.85	10.34	13.45		
D12	115.992300	39.385050	15.04	13.60	16.44		
D13	115.944883	39.427583	21.95	20.43	23.50		
D14	115.906933	39.421250	24.85	23.59	26.17		
D15	115.929633	39.434767	23.99	22.65	25.25		
D16	115.963867	39.444383	21.20	19.70	22.80		

D17	115.963867	39.444483	21.18	19.66	22.71		
D18	116.000183	39.404483	15.16	13.57	16.78		
D19	115.990450	39.417333	17.60	16.00	19.23		
D20	115.998583	39.432167	18.27	16.57	20.08		
D21	115.971367	39.428317	19.95	18.25	21.67		
W1	115.950830	39.417723	/			15.31	
W2	115.958370	39.417905				15.06	
W3	115.957753	39.414023				14.92	
W4	115.967861	39.417997				14.73	
W5	115.978043	39.414369				14.34	
W6	115.968909	39.406224				14.26	
W7	115.964595	39.397199				13.86	
W8	115.968503	39.392476				13.72	
W9	115.981572	39.399580				13.51	
W10	115.975232	39.405696				13.96	
W11	115.990227	39.406375				13.42	
W12	115.997986	39.403967				13.21	
W13	115.989369	39.396482				13.18	
W14	116.002946	39.396015				12.67	
W15	115.987926	39.385642				12.64	
W16	115.987825	39.376723				12.25	
W17	115.985833	39.419013				14.18	
W18	115.973196	39.402660				13.84	
W19	115.978302	39.422930				14.50	
W20	115.963247	39.422270				15.16	

2.1.5 地震

根据《中国地震动参数区划图》和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）对全国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计抗震分组规定：项目区所在地抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第二组，设计基本地震加速度值为 0.15g。

2.1.6 气候气象

涿州市属于北温带半湿润季风气候区，四季分明。春季干燥少雨，受蒙古大陆变性气团影响。偏北或偏西北风盛行，降水稀少，蒸发量大，往往形成干旱天气；夏季受北太平洋副热带高气压影响，海洋吹向大陆的夏季风盛行，降雨集中，由于影响降水的海洋气团每年进退时间不一，往往多旱少雨或暴雨成灾；秋季受高压控制一般年份天高气爽，降雨偏少；冬季因受蒙古强大高气压的影响，自内陆吹向海洋的西北风盛行，雨雪稀少，寒冷干燥。

据气象资料统计，全年平均气温 11.6℃，极端最高气温 41.9℃，极端最低气温-27.4℃；多年平均年降水量 617mm，最大年降水量 1145mm（1956 年），最小年降水量 20mm（1921 年）。最大冻土深度 75cm；最大积雪深度 26cm；年平均风速 2.4m/s，最大风速 21.0m/s。主导风向 SSW 风，次主导风向 NW 风。区域风频玫瑰图见图 2.1-7。

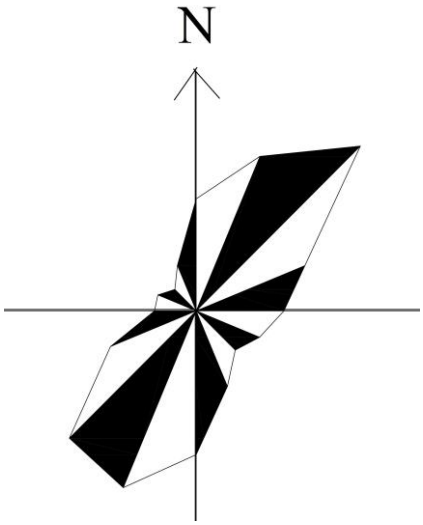


图 2.1-7　区域风频玫瑰图

2.1.7 土壤和动植物

1）土壤

涿州市土壤类型有褐土、潮土、水稻土和风沙土。其中褐土包括碳酸盐褐土和潮褐土两个亚类。碳酸盐褐土占总耕地面积的 25.6%，主要分布在西部东城坊、兰家营乡，东部的里渠和东义和庄等乡。褐潮土占总耕地面积的 48.09%，主要分布在洪冲击扇缘和冲积平原过渡的沼泽地带，潮土包括典型潮土和盐化潮土两个亚类。典型潮土占总耕地面积的 19.9%，主要分布在涿套、胡良套等和胡良河、白沟河、永定河的沿岸。盐化潮土占总耕地面积的 1.09%，主要分布在百尺竿和边各庄两乡。水稻土又称淹育型水稻土，占耕地总面积的 6.68%，主要分布在冲积扇的扇间洼地。风沙土占耕地总面积的 0.05%，主要分布在河道两岸和干涸的旧河道上。

根据《分子靶向诊疗药品研发生产基地项目岩土工程勘察报告（详细勘察阶段）》（2021.4），厂址区域勘察最大深度 30.00m 范围内，主要地层均为第四系冲洪积成因的粉土、砂土及黏性土，依据岩性和物理力学性质，自上而下分为 7

个工程地质主层及 4 个亚层，分述如下：

粉土①层：褐黄色~黄褐色，稍湿~湿，稍密~中密，土质较均匀，包含云母及氧化铁等，局部夹粉质黏土薄层及细砂薄层，表层 0.40~0.60m 为耕植土层，含植物根系。层位分布连续，属中压缩性土。层厚 3.80~9.00m，标贯实测击数平均值 9.6 击，该层强度较高，工程性质较好。

细砂①1，黄褐色，稍湿，稍密~中密，砂质较纯，级配一般。矿物成分以石英、长石为主。场地局部分布。层厚 0.50m~2.80m，层顶高程 24.47~29.90m。

粉质黏土②层：褐黄~黄褐色，软塑~可塑，土质不均，偶见铁锰氧化物，偶见姜石，局部夹粉土薄层。层厚 0.70~7.70m，层顶高程 21.93~29.37m。层位分布连续，属中压缩性土。工程性质较好。

粉土③层：褐黄~褐灰色，中密~密实，稍湿~湿，土质不均匀，见锈斑，包含云母及氧化铁，夹粉质黏土薄层。层厚 0.90~9.40m，层顶高程 20.22~27.85，属中压缩性土。标贯实测击数平均值 13.1 击，该层工程性质较好。

细砂③1 层：灰白色、灰褐色，中密~密实，稍湿~很湿，砂质较纯，主要矿物成分以石英、长石为主。层厚 1.10~2.00m，层顶高程 19.91~23.24m。层位分布不连续，部分钻孔揭露。

细砂④层：褐黄色、局部灰白色，中密-密实，稍湿~湿，矿物成分以石英长石为主，砂质较纯。层厚 0.80~7.65m，层顶高程 16.91~23.02m。层位分布不连续，部分钻孔揭露。标贯实测击数平均值 22.8 击。该层强度较高，工程性质较好。

粉质黏土⑤：黄褐色，可塑，土质不均，夹粉土薄层，偶见铁锰氧化物，偶见姜石。层厚 1.20~12.30m，层顶高程 13.65~21.90m。层位分布连续，属中压缩性土。该层工程性质较好。

细砂⑤1 层，黄褐色，中密，湿~饱和，矿物成分以石英长石为主，砂质较纯。层厚 1.00~3.00m，层顶高程 15.59~16.85m。层位分布不连续，部分钻孔揭露。

细砂⑥层：黄褐色、灰白色，饱和，密实，砂质较纯，级配一般，主要矿物成分以石英、长石为主，局部为中砂。厚度 1.40~8.80m，层顶高程 8.81~17.17m。

层位分布连续，部分钻孔未揭穿。标贯实测击数平均值 41.3 击，该层强度较高，工程性质良好。

粉质黏土⑥层：黄褐色，软塑~可塑，土质不均匀，含少量姜石，局部夹粉土薄层。厚度 0.50~2.70m，层顶高程 9.33~14.16m，层位分布不连续，部分钻孔揭露。属中压缩性土。

卵石⑦层：杂色，密实，饱和，以亚圆形为主，圆形次之，级配良好，一般粒径为 10~40mm，最大粒径 70mm，有少量中粗砂填充，中粗砂含量约 20%左右。层顶高程 6.78~9.96m。场地普遍分布，该层未揭穿。

2）动植物

涿州野生木本植物较少，主要是杨树等；野生草本植物资源丰富，共有乔本科、菊科等 31 个科，90 种。经现场踏勘，项目厂址及邻近区域土地覆盖杂草，未发现珍稀濒危植物及药材分布。

项目区现有陆生野生动物主要是小型啮齿类和昆虫类，没有地方特有物种分布，未发现需要特殊保护的珍惜野生动物。

2.2 社会经济状况

涿州市在围绕建设“京畿文化生态名城、世界城市功能新区”的发展目标下，秉承“率先发展、效率至上、实干兴市、敢于担当”的精神，以开发区建设、新型城镇化和环境优化为重点，着力稳增长、调结构、促改革、优环境、惠民生，综合经济实力再上新台阶。近年来，城镇居民人均可支配收入由 16788 元增加到 25678 元，农村居民人均可支配收入由 7270 元增加到 13082 元，财政总收入由 18.3 亿元增长到 24.5 亿元；粮食产量保持稳定增长，服务业占比进一步增大，三次产业结构比调整到 8.6：39.2：52.1。涿州市下辖 11 个乡镇，403 个行政村，耕地面积 66 万亩，其中有效灌溉面积 60.3 万亩，高效节水面积 41.12 万亩，粮食总产量 308420 吨，总人口 60.89 万人。人均耕地面积 1.08 亩，人均粮食产量 507kg，2019 年 GDP 总值达 336.7 亿元，人均 GDP 达到 5.08 万元。

2.3 环境质量和辐射现状

本项目环境质量现状监测工作由保定市民科环境检测有限公司及中核化学计量检测中心完成。保定市民科环境检测有限公司已取得河北省市场监督管理局

颁发的检验检测机构资质认定证书，证书编号为：180320341800。中核化学计量检测中心已取得中国国家认证认可监督管理委员会颁发的检验检测机构资质认定证书，证书编号为：160021183086。

2.3.1 辐射环境质量现状及评价

1）监测布点及监测因子

根据本项目运行过程的操作源项及废物排放基本情况，本次辐射环境本底监测主要针对γ辐射剂量率，空气中的总α、总β、^{131}I，土壤中的总α、总β，地下水总α、总β、^{131}I，地表水中的总α、总β进行监测。本项目辐射环境质量现状监测布点及监测因子见表2.3-1。

表 2.3-1　辐射环境质量现状监测因子一览表

序号	辐射环境要素	监测布点	监测因子
1	地表γ辐射环境	项目场地内均匀布设25个监测点，敏感点布设6个监测点	γ辐射剂量率
2	土壤辐射环境	厂址内、厂界外西北方向200m范围内、厂界外东南方向200m范围内	总α、总β放射性比活度
3	地下水辐射环境	史各庄村、小庄村、连家庄村、林家屯村1、林家屯村2、泥洼铺村、厂址处，共计7个监测点	总α、总β及^{131}I活度浓度
4	地表水辐射环境	在松林店镇污水处理厂排放口下游充分混合处设置1个取样点	总α及总β的活度浓度
5	大气辐射环境	项目场地内及上、下风向处布点	^{131}I核素、总α及总β的活度浓度

2）监测方法及监测时间

本项目辐射环境质量现状监测方法及监测时间见表2.3-2。

表 2.3-2　辐射环境质量现状监测方法及监测时间一览表

序号	辐射环境要素	监测方法	监测时间	监测机构
1	地表γ辐射环境	按照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）、《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）要求和方法进行现场测量。	2021年1月20日	保定市民科环境检测有限公司
2	土壤辐射环境	总α放射性采用《水中总α放射性浓度的测定 厚源法》（EJ/T1075-1998）进行分析； 总β放射性采用《水中总β放射性浓度的测定 蒸发法》（EJ/T900-1994）进行分析； Al 浓度采用《感耦等离子体原子发射光谱方法通则》（JY/T 015-1996）。	2021年8月7日～2021年8月20日	中核化学计量检测中心

3	地下水辐射环境	总α放射性采用《生活饮用水标准检验方法 放射性指标》GB/T 5750.13-2006 中 1.1.6.5.2 比较测量法进行分析； 总β放射性采用《生活饮用水标准检验方法 放射性指标》GB/T 5750.13-2006 中 2.1 薄样法进行分析； ^{131}I 采用《水、牛奶、植物、动物甲状腺中碘-131 的分析方法》（）HJ841-2017。	2021 年 7 月 27 日～2021 年 8 月 9 日；2021 年 8 月 7 日～2021 年 8 月 20 日	保定市民科环境检测有限公司、中核化学计量检测中心
4	地表水辐射环境	总α放射性采用《HJ898-2017 水质 总α放射性的测定 厚源法》进行分析，总β放射性采用《HJ899-2017 水质 总β放射性的测定 厚源法》进行分析。	2021 年 1 月 20 日～2021 年 3 月 26 日	保定市民科环境检测有限公司
5	大气辐射环境	总α放射性采用《水中总α放射性浓度的测定 厚源法》EJ/T1075-1998）进行分析； 总β放射性采用《水中总β放射性浓度的测定 蒸发法》EJ/T900-1994）进行分析。 碘-131 活度浓度采用《空气中碘-131 的取样与测定》（GB/T 14584-1993）进行分析。	2021 年 1 月 26 日～2021 年 3 月 25 日	中核化学计量检测中心

3）监测仪器及检定

本项目辐射环境质量现状监测使用仪器及其检定有效期见表 2.3-3。

表 2.3-3 辐射环境质量现状监测仪器及检定情况

序号	辐射环境要素	仪器型号	仪器名称	检定有效期	测量范围或检出限
1	地表γ辐射环境	FH40G+FHZ 672E-10	环境辐射剂量监测仪	2020 年 7 月 23 日～2021 年 7 月 22 日	10nSv/h-100μSv/h
2	土壤辐射环境	LB6008	低本底α、β测量仪	2021 年 3 月 29 日～2022 年 3 月 28 日	固体样品中总α和总β探测下限分别为 50Bq/kg 和 93Bq/kg；
3	地下水、地表水辐射环境	LB-4 SF177	四路地本底αβ测量仪	2020 年 10 月 27 日～2022 年 10 月 26 日	地下水样品中总α和总β检出限分别为 1.6×10^{-2}Bq/L 和 2.8×10^{-2}Bq/L； 地表水样品中总α和总β检出限分别为 4.3×10^{-2}Bq/L 和 1.5×10^{-2}Bq/L；
4	空气辐射环境	GMX50P4 -83	高纯锗多道γ能谱仪	2019 年 6 月 26 日～2021 年 6 月 25 日	气溶胶中总α和总β探测下限分别为 0.81mBq/m^3 和 1.95mBq/m^3。 I-131 探测下限为 0.5mBq/m^3

4）监测结果及评价

（1）地表γ辐射环境质量现状监测结果及评价

保定市民科环境检测有限公司于2021年1月20日对本项目场地及周围敏感点处地表γ辐射空气吸收剂量率进行了监测，监测布点图见图2.3-1和图2.3-2，监测结果见表2.3-4。



图2.3-1　场地内地表γ辐射空气吸收剂量率监测布点图1

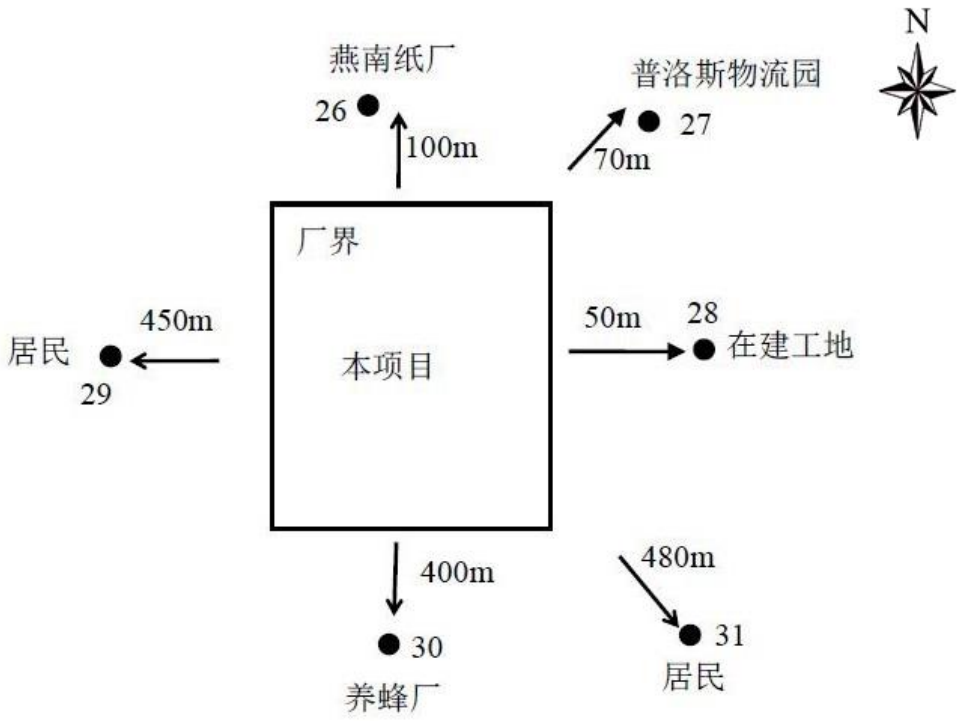


图 2.3-2　厂址周围地表γ辐射空气吸收剂量率监测布点图 2

表 2.3-4　项目场地内及周围地表γ辐射空气吸收剂量率监测结果

监测点编号	监测点相对坐标(1)或位置	X-γ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)(2)
1	（0,0）	69.6
2	（50, 0）	70.5
3	（100,0）	70.1
4	（150,0）	71.9
5	（200,0）	72.6
6	（0,65）	74.6
7	（50,65）	70.1
8	（100,65）	69.9
9	（150,65）	70.0
10	（200,65）	70.0
11	（0,130）	69.6
12	（50,130）	70.2
13	（100,130）	75.1
14	（150,130）	75.6
15	（200,130）	72.2
16	（0,195）	72.7
17	（50,195）	70.4

18	（100,195）	79.9
19	（150,195）	75.6
20	（200,195）	75.1
21	（0,260）	73.8
22	（50,260）	79.9
23	（100,260）	85.7
24	（150,260）	85.8
25	（200,260）	88.8
26	涿州市燕南纸包装有限公司（燕南纸厂）	70.3
27	普洛斯物流园	73.9
28	在建工地	72.8
29	西侧居民	65.8
30	南侧养蜂场（已迁址）	75.5
31	东侧居民	75.4

注：网格以场地西南角为（0，0）点

根据表 2.3-4 监测结果可知，本项目厂址地表 X-γ 辐射空气吸收剂量率为（69.6~88.8）nGy/h，厂址周围敏感点处地表 X-γ 辐射空气吸收剂量率为（65.8~75.5）nGy/h，根据《中国环境天然放射性水平》（2015 年版），保定市原野γ辐射剂量率范围为（29.2~198.7）nGy/h，对比可知，项目所在地地表γ辐射空气吸收剂量率在保定市原野γ辐射剂量率范围内。

（2）土壤辐射环境质量现状监测结果与评价

中核化学计量检测中心于 2021 年 8 月 2 日对项目场地内、项目场地上游、项目场地下游的土壤进行了取样，监测布点图见图 2.3-3，并于 2021 年 8 月 7 日～2021 年 8 月 20 日对样品中总 α、总 β 放射性比活度及 Al 的浓度进行了分析，分析结果见表 2.3-5。

表 2.3-5　土壤中总 α、β 放射性比活度现状监测结果一览表

序号	采样点位	检测结果	
		总 α 放射性比活度（Bq/kg）	总 β 放射性比活度（Bq/kg）
1	柱状点 1（0-0.5m）	306	897
2	柱状点 1（0.5m-1.5m）	450	780
3	柱状点 1（1.5m-3m）	388	769

4	柱状点 2（0-0.5m）	412	839
5	柱状点 2（0.5m-1.5m）	235	882
6	柱状点 2（1.5m-3m）	314	934
7	柱状点 3（0-0.5m）	372	788
8	柱状点 3（0.5m-1.5m）	440	833
9	柱状点 3（1.5m-3m）	350	906
10	厂内表层点 1	303	819
11	厂址上游 200m 内表层土	268	852
12	厂址下游 200m 内表层土	284	822

由表 2.3-5 可见，本项目厂区内、外土壤中总 α、β 放射性比活度水平相当，未见异常；本项目厂区内、外土壤中 Al 的浓度未见异常。

（3）地下水辐射环境质量现状监测结果与评价

保定市民科环境监测有限公司于 2021 年 7 月 27 日~2021 年 8 月 9 日对史各庄村、小庄村、连家庄村、林家屯村 1、林家屯村 2、泥洼铺村、厂址处等的地下水中的总 α 放射性、总 β 放射性进行了采样监测，监测布点图见图 2.3-3。中核化学计量检测中心于 2021 年 8 月 7 日~2021 年 8 月 20 日对史各庄村、小庄村、连家庄村、林家屯村 1、林家屯村 2、泥洼铺村、厂址处等的地下水中的 ^{131}I 活度浓度进行了采样监测，监测布点图见图 2.3-3。经分析，地下水中总 α 放射性、总 β 放射性及 ^{131}I 活度浓度监测值与现状评价结果见表 2.3-6。

表 2.3-6　地下水辐射环境质量现状监测及评价结果一览表

检测项目	**单位**	**标准值**	**采样点位、采样时间及结果**			
			史各庄村（G1） N：39.411434° E：115.952658°	**小庄村（G2） N：39.412575° E：115.961397°**	**连家庄村（G3） N：39.383711° E：115.942820°**	**林家屯村-1（G4） N：39.395319° E：115.953431°**
			2021-7-28	**2021-7-28**	**2021-7-28**	**2021-7-28**
总 α 放射性	Bq/L	≤0.5	5.1×10^{-2}	7.3×10^{-2}	1.7×10^{-2}	4.6×10^{-2}
总 β 放射性	Bq/L	≤1.00	8.6×10^{-2}	5.6×10^{-2}	$<2.8\times10^{-2}$	0.101
^{131}I	mBq/L	/	＜2.3	＜2.3	＜2.3	＜2.3
样品性状		/	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味

检测项目	单位	标准值	采样点位、采样时间及结果			
			林家屯村-2（G5）N：39.395383°E：115.951557°	**泥洼铺村（G6）N：39.397687°E：115.963915°**	**厂址（G7）N：39.403042°E：115.955904°**	/
			2021-7-28	**2021-7-28**	**2021-8-5**	**/**
总α放射性	Bq/L	≤0.5	3.7×10^{-2}	5.4×10^{-2}	5.5×10^{-2}	/
总β放射性	Bq/L	≤1.00	3.4×10^{-2}	$<2.8\times10^{-2}$	8.8×10^{-2}	/
^{131}I	mBq/L	/	＜2.3	＜2.3	＜2.3	＜2.3
样品性状		/	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味	/

备注：水样中 ^{131}I 探测下限为 2.3mBq/L。

由表 2.3-6 可知，各地下水监测点总 α、总 β 活度浓度监测结果均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准要求。地下水中 ^{131}I 活度浓度未见异常。

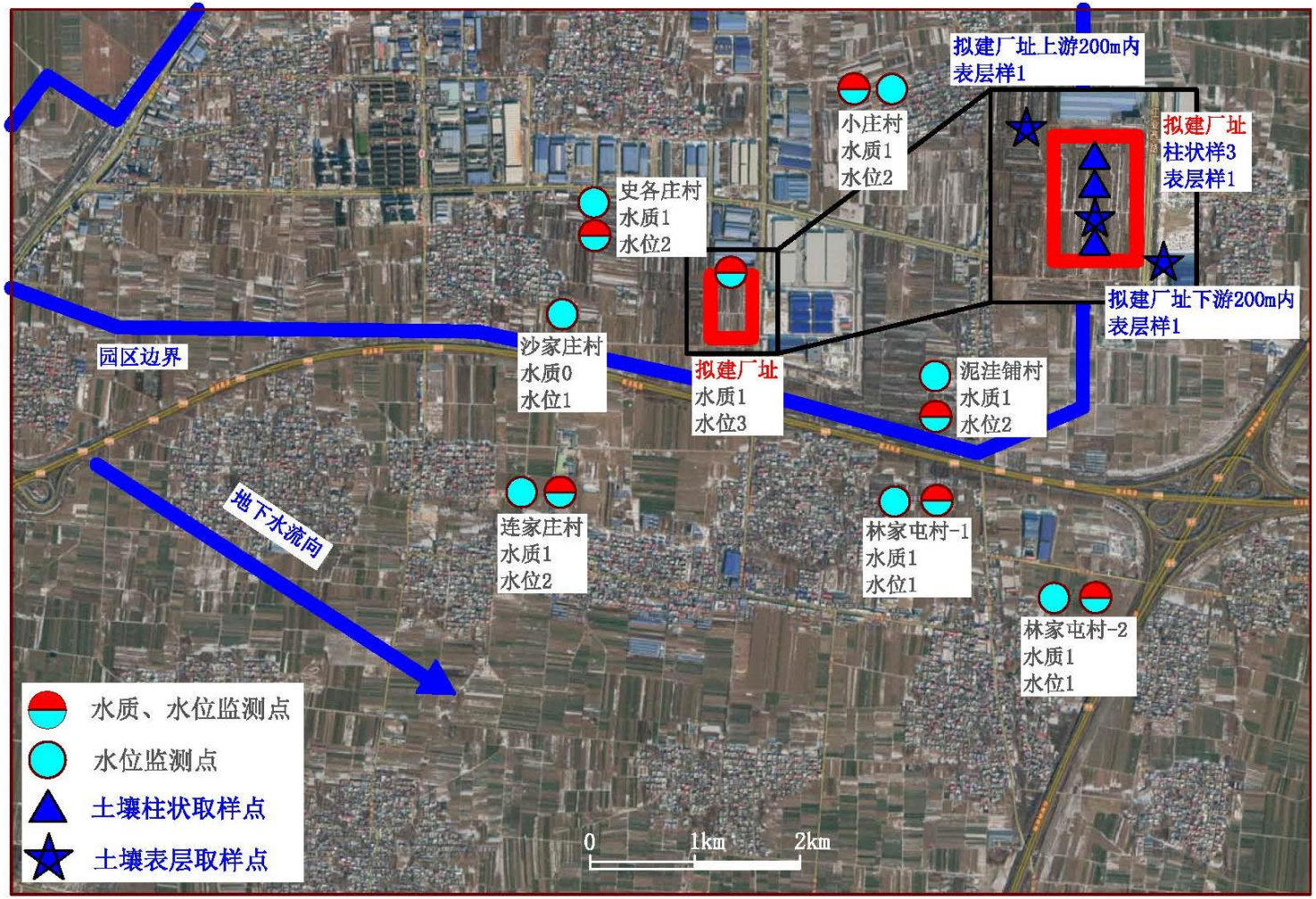


图 2.3-3　地下水及土壤取样监测布点图

（4）地表水辐射环境质量现状监测结果与评价

保定市民科环境检测有限公司于 2020 年 1 月 20 日～1 月 22 日在松林店镇污水处理厂排放口下游充分混合处（大概 2km 处）完成采样，后经检测分析，结果见表 2.3-7。

表 2.3-7　地表水辐射环境质量现状监测结果一览表

检测项目	采样点位	松林店镇污水处理厂排入东干渠处		
	采样时间	2021/1/20	2021/1/21	2021/1/22
总 α 放射性（Bq/L）	结果	4.3×10^{-2}	4.3×10^{-2}	4.3×10^{-2}
总 β 放射性（Bq/L）		0.590	0.486	0.597

由表 2.3-7 可见，松林店镇污水处理厂排放口下游充分混合处总 α 放射性在 4.3×10^{-2}Bq/L 左右，总 β 放射性在 0.486~0.597Bq/L。

（5）空气辐射环境质量现状监测结果与评价

中核化学计量检测中心核工业北京化工冶金研究院分析测试中心于 2021 年 1 月 20 日对项目场地内、项目场地上风向、项目场地下风向处的空气进行了取样，于 2021 年 1 月 26 日～2021 年 3 月 25 日对气溶胶样品中 α、β 放射性比活度和气碘样品中的 ^{131}I 活度浓度进行了分析，结果见表 2.3-8，监测布点图见 2.3-4。

表 2.3-8　　空气辐射环境质量现状监测结果一览表

序号	采样点位	检测结果（mBq/m^3）		
		总 α	总 β	^{131}I
1	项目场地上风向	36.6	35.3	＜0.5
2	项目场地内	42.6	37.2	＜0.5
3	项目场地下风向	12.0	27.0	＜0.5

由表 2.3-8 可见，拟建厂址内及上下风向空气中总 α、β 放射性比活度相当，未见异常，^{131}I 样品的放射性比活度均低于气碘样品中 ^{131}I 探测下限。

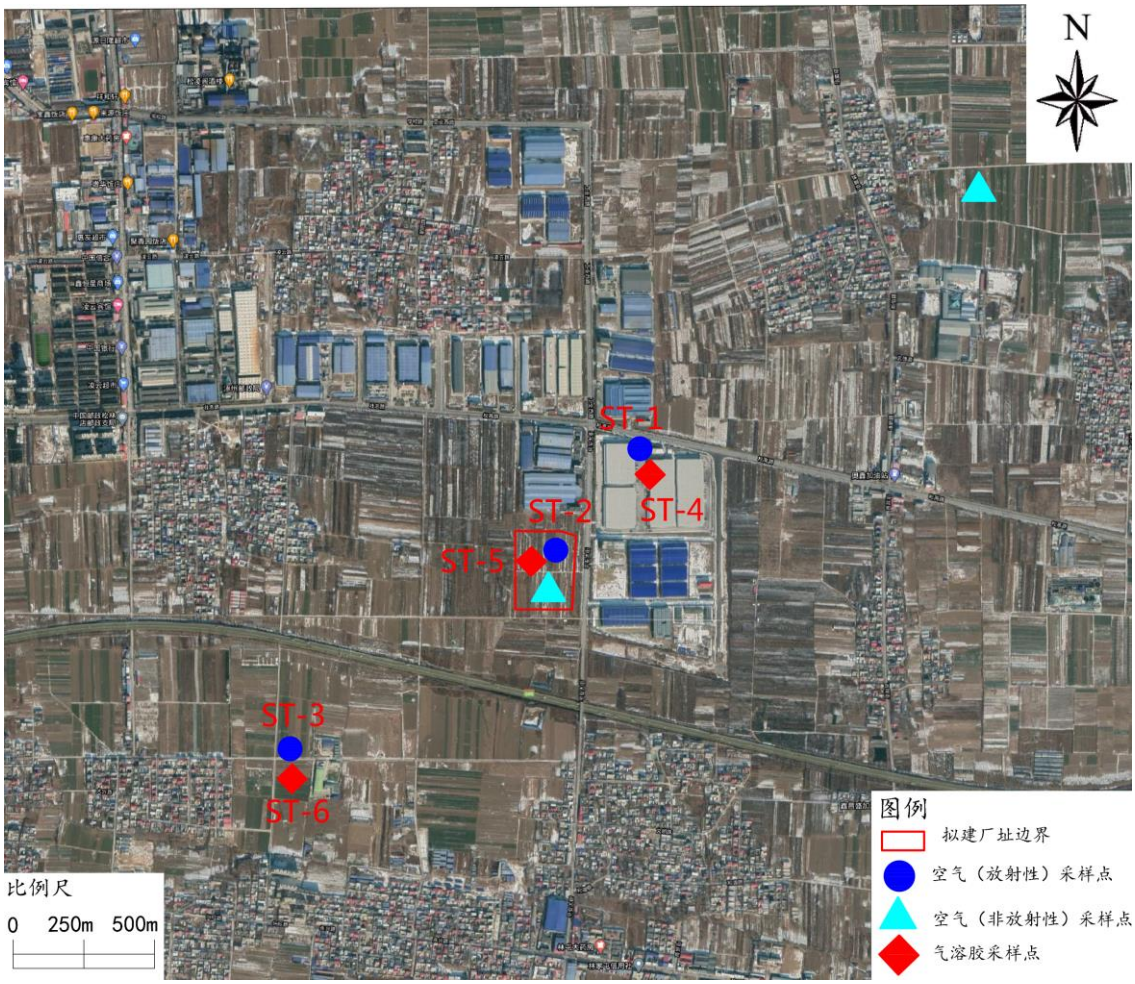


图 2.3-4　大气采样及监测布点图

2.3.2 非放射性环境质量现状及评价

1）监测布点及监测因子

本项目环境空气质量现状数据主要来源于涿州监测站监测点 2020 年（基准年）连续 1 年的环境空气质量监测数据，补充监测了氯化氢和 TVOC；地下水、土壤及声环境质量委托保定市民科环境监测有限公司监测，监测布点及监测因子见表 2.3-9。

表 2.3-9　非放射性环境质量现状监测因子一览表

序号	环境要素	监测布点	监测因子	监测机构
1	声环境	厂址东厂界、南厂界、西厂界、北厂界各设 1 个监测点	L_{eq}	保定市民科环境检测有限公司
2	地下水环境	史各庄村、小庄村、连家庄村、林家屯村 1、林家屯	pH、K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO_3^-、硫酸盐（SO_4^{2-}）、氯化物（Cl-）、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚类、氰化物、	保定市民科环境检测有限公司

		村 2、泥洼铺村、厂址处，共计 7 个监测点	砷、汞、六价铬、总硬度（以 $CaCO_3$）、铅、镉、铁、锰、铝、氟化物、溶解性总固体、高锰酸钾指数（耗氧量）、总大肠菌群、细菌总数、三氯甲烷	
3	土壤环境	厂址内、厂界外西北方向 200m 范围内、厂界外东南方向 200m 范围内共计 6 个监测点	氯甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、顺式-1,2-二氯乙烯、氯仿、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、1,2-二氯丙烷、甲苯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、氯苯、乙苯、1,1,1,2-四氯乙烷、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、苯乙烯、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、汞、砷、镉、铅、铜、镍、铬（六价）、苯胺、2-氯苯酚、硝基苯、萘、苯并[a]蒽、䓛、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a, h]蒽、Al 浓度	保定市民科环境检测有限公司、中核化学计量检测中心
4	环境空气	厂址处、厂址东北方向 2km 处	TVOC、氯化氢	保定市民科环境检测有限公司

2）调查监测结果及评价

（1）环境空气质量现状调查及评价结果

本项目环境空气质量现状数据来源于涿州监测站监测点 2020 年（基准年）连续 1 年的环境空气质量监测数据。具体数据详见表 2.3-10。

表 2.3-10　涿州市 2020 年环境空气质量状况表

污染物	年评价指标	现状浓度（μg/m³）	标准值（μg/m³）	占标率（%）	达标情况
PM_{10}	年平均质量浓度	124	70	177.1	不达标
	24 小时平均第 95 百分位数	269	150	179.3	
$PM_{2.5}$	年平均质量浓度	60	35	171.4	不达标
	24 小时平均第 95 百分位数	146	75	194.7	
SO_2	年平均质量浓度	14	60	23.3	达标
	24 小时平均第 98 百分位数	44	150	29.3	
NO_2	年平均质量浓度	45	40	112.5	不达标
	24 小时平均第 98 百分位数	105	80	131.3	
CO	24 小时平均第 95 百分位数	2300	4000	57.5	达标
O_3	日最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数	190	160	118.8	不达标

由表 2.3-10 可见，监测区域内除 SO_2、CO 年评价指标外，NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 和 O_3 年评价指标均超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

经分析，PM_{10}、$PM_{2.5}$、NO_2、O_3超标主要是受区域内工业企业、交通污染、建筑扬尘等因素影响。为改善环境空气质量，涿州市大力推进《大气污染防治行动计划》（国发[2013]37 号）、《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》（环发[2013]104 号）、《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发[2018]22 号）、《河北省打赢蓝天保卫战三年行动方案》、《保定市打赢蓝天保卫战三年行动方案》等工作的实施。随着各项治理行动的有效开展，区域环境空气质量将得到有效改善。

另外，针对本项目特征因子 TVOC 及氯化氢进行了补充监测，结果见表 2.3-11。

表 2.3-11　环境空气现状监测结果及评价一览表

样品类型：环境空气		项目 TVOC	单位 mg/m³
采样日期	采样时间	采样点位计结果	
		厂址处（A1）	厂址东北方向 2km 处（A2)
2021-7-27	2:00~2:50	0.0060	0.0059
	8:00~8:50	0.0070	0.0078
	14:00~14:50	0.0104	0.0081
	20:00~20:50	0.0084	0.0070
2021-7-28	2:00~2:50	0.0067	0.0076
	8:00~8:50	0.0089	0.0102
	14:00~14:50	0.0043	0.0130
	20:00~20:50	0.0074	0.0046
2021-7-30	2:00~2:50	0.0048	0.0125
	8:00~8:50	0.0084	0.0071
	14:00~14:50	0.0078	0.0111
	20:00~20:50	0.0079	0.0220
2021-7-31	2:00~2:50	0.0234	0.0122
	8:00~8:50	0.0240	0.0159
	14:00~14:50	0.0279	0.0146
	20:00~20:50	0.0320	0.0176
2021-8-1	2:00~2:50	0.0265	0.0337
	8:00~8:50	0.0183	0.0356
	14:00~14:50	0.0254	0.0309

	20:00~20:50	0.0207	0.0195
2021-8-2	2:00~2:50	0.0042	0.0043
	8:00~8:50	0.0043	0.0011
	14:00~14:50	0.0039	0.0047
	20:00~20:50	0.0032	0.0035
2021-8-3	2:00~2:50	0.0024	0.0035
	8:00~8:50	0.0035	0.0028
	14:00~14:50	0.0021	0.0036
	20:00~20:50	0.0066	0.0030
样品类型：环境空气		**项目:氯化氢**	**单位 mg/m³**
采样日期	**采样时间**	**采样点位计结果**	
		厂址处（A1）	**厂址东北方向 2km 处（A2)**
2021-7-27	2:00~3:00	＜0.02	0.0210
	8:00~9:00	＜0.02	0.0220
	14:00~15:00	＜0.02	0.0210
	20:00~21:00	＜0.02	0.0220
2021-7-28	2:00~3:00	0.0260	0.0230
	8:00~9:00	0.0260	0.0230
	14:00~15:00	0.0260	0.0250
	20:00~21:00	0.0250	0.0240
2021-7-30	2:00~3:00	0.0250	0.0270
	8:00~9:00	0.0250	0.0280
	14:00~15:00	0.0260	0.0270
	20:00~21:00	0.0270	0.0280
2021-7-31	2:00~3:00	30.0310	0.0300
	8:00~9:00	0.0340	0.0300
	14:00~15:00	0.0350	0.0300
	20:00~21:00	0.0330	0.0300
2021-8-1	2:00~3:00	0.0290	0.0310
	8:00~9:00	0.0300	0.0330
	14:00~15:00	0.0320	0.0310
	20:00~21:00	0.0310	0.0320
2021-8-2	2:00~3:00	0.0220	0.0280

	8:00~9:00	0.0230	0.0280
	14:00~15:00	0.0240	0.0290
	20:00~21:00	0.0240	0.0290
2021-8-3	2:00~3:00	0.0290	0.0310
	8:00~9:00	0.0300	0.0310
	14:00~15:00	0.0290	0.0310
	20:00~21:00	0.0280	0.0300

由表 2.3-11 可知，本项目拟建厂址周边区域环境质量 TVOC 和氯化氢的浓度均满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的要求。

（2）声环境监测及评价结果

保定市民科环境检测有限公司于 2020 年 1 月 20 日对厂界及周围昼、夜声环境质量进行了监测，监测值及现状评价结果见表 2.3-12。

表 2.3-12 声环境现状监测与评价结果（单位：dB(A)）

监测点	昼间	夜间	标准值		质量状况	
			昼间	夜间	昼间	夜间
东厂界	59.5	46.1	65	55	达标	达标
南厂界	47.1	42.7			达标	达标
西厂界	46.5	42.3			达标	达标
北厂界	58.8	43.5			达标	达标
涿州市燕南纸包装有限公司东门口	58.3	47.9			达标	达标
涿州博萨汽车配件有限公司西侧	58.6	48.6			达标	达标

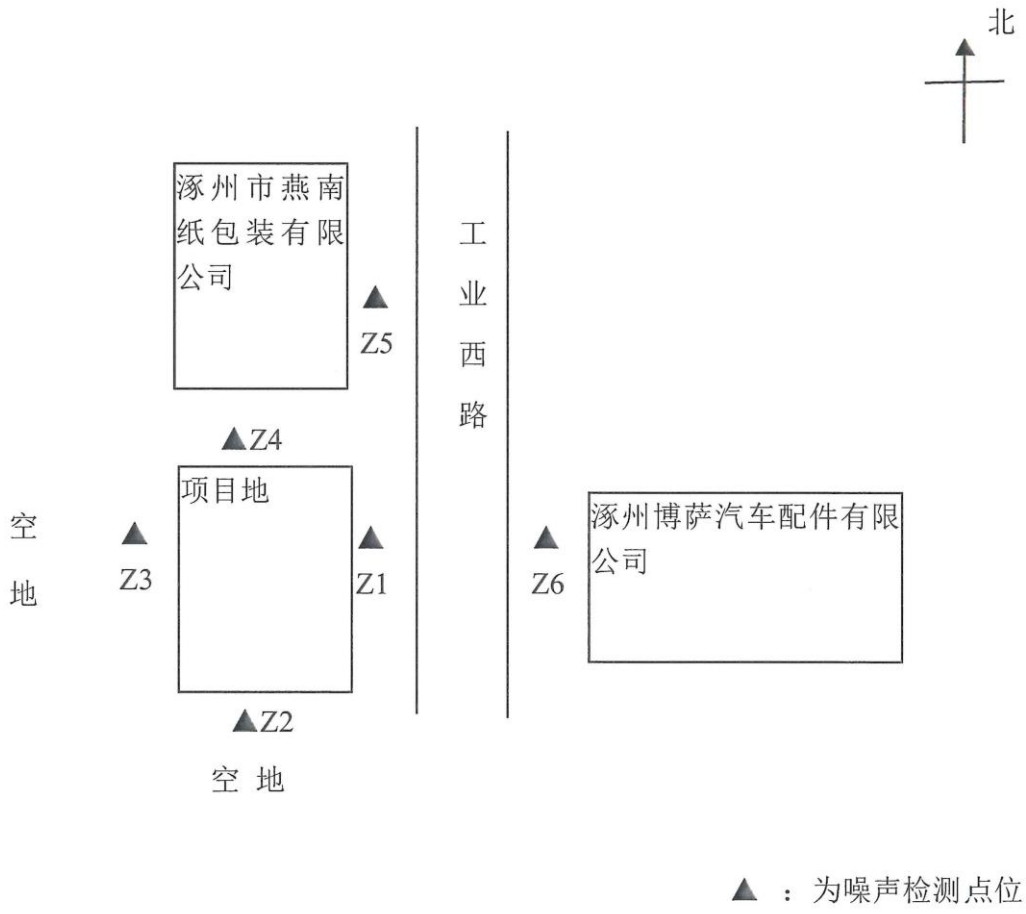


图 2.3-5　噪声监测布点图

由表 2.3-12 分析可知，本项目厂界声环境昼间在 46.5~59.5dB(A)之间，夜间在 42.3~48.6dB(A)之间，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类区标准要求，声环境质量现状良好。

（3）地下水质量现状监测及评价结果

保定市民科环境检测有限公司于 2021 年 7 月 27 日~2021 年 8 月 9 日对史各庄村、小庄村、连家庄村、林家屯村 1、林家屯村 2、泥洼铺村、厂址处等的地下水质量进行了取样监测，取样点见图 2.3-3，监测值与评价结果见表 2.3-13。

表 2.3-13　地下水质量现状监测结果

检测项目	单位	标准值	采样点位、采样时间计结果						
			史各庄村（G1） N：39.411434° E：115.952658°	小庄村（G2） N：39.412575° E：115.961397°	连家庄村（G3） N：39.383711° E：115.942820°	林家屯村-1（G4） N：39.395319° E：115.953431°	林家屯村-2（G5） N：39.395383° E：115.951557°	泥洼铺村（G6） N：39.397687° E：115.963915°	厂址（G7） N：39.403042° E：115.955904°
			2021-7-28	2021-7-28	2021-7-28	2021-7-28	2021-7-28	2021-7-28	2021-8-5
pH	/	6.5~8.5	7.41	7.32	7.73	7.58	7.52	7.47	7.33
K^+	mg/L	/	1.6	0.83	0.86	1.15	0.7	0.88	1.55
Na^+	mg/L	≤200	7.86	10.7	12	12.9	12.7	18.8	16.4
Ca^{2+}	mg/L	/	25	51.5	64.5	60.9	59.9	84.2	74.6
Mg^{2+}	mg/L	/	9.5	17.6	19.7	22	22.7	25.2	23.9
CO_3^{2-}	mg/L	/	0	0	0	0	0	0	0
HCO_3^-	mg/L	/	123	277	335	339	341	397	372
硫酸盐（SO_4^{2-}）	mg/L	≤250	26	19	12	18	11	28	52
氯化物（Cl^-）	mg/L	≤250	9.9	9.2	15.9	14	12.9	28.9	34.1
氨氮	mg/L	≤0.5	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.18	<0.02
硝酸盐氮	mg/L	≤20	1	2.7	1.2	0.7	0.8	0.3	1.7
亚硝酸盐氮	mg/L	≤1.00	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.008
挥发性酚类	mg/L	≤0.002	0.001	0.0004	0.0004	0.0009	0.0003L	0.0006	0.0003L
氰化物	mg/L	≤0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

砷	mg/L	≤0.01	<0.0010	0.0012	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0012	0.0012
汞	mg/L	≤0.001	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.00001L
六价铬	mg/L	≤0.05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
总硬度（以CaCO3）	mg/L	≤450	116	230	270	260	264	338	334
铅	mg/L	≤0.01	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	0.00036
镉	mg/L	≤0.005	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
铁	mg/L	≤0.3	0.00352	0.00287	0.0367	0.0895	0.1	0.159	0.222
锰	mg/L	≤0.10	0.0048	<0.00006	0.00491	0.0391	0.0316	0.0766	0.0859
铝	mg/L	≤0.2	0.14	<0.0006	0.0143	0.0581	0.0462	<0.0006	0.0337
氟化物	mg/L	≤1.00	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
溶解性总固体	mg/L	≤1000	162	286	346	340	350	406	420
高锰酸钾指数（耗氧量）	mg/L	≤3.0	1.86	0.6	0.67	0.88	0.83	0.95	2.72
总大肠菌群	MPN/100mL	≤3.0	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
细菌总数	CFU/mL	≤100	1	93	86	78	57	82	86
三氯甲烷	μg/L	≤60	56.5	0.18	0.45	<0.15	<0.15	<0.15	0.34
样品性状			澄清、无色、无味	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味	澄清、无色、无味

由表 2.3-13 分析可知，各地下水监测点各项因子监测结果，均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准的要求。

保定市民科环境检测有限公司对厂址周围地下水水位进行了调查，调查结果如表 2.3-14 所示。

表 2.3-14　地下水水位现状调查结果

点位	史各庄村（G1） N：39.411434° E：115.952658°	史各庄村（G1'） N：39.411545° E：115.944967°	小庄村（G2） N：39.412575° E：115.961397°	小庄村（G2'） N：39.410687° E：115.964347°
水位（米）	23.4	22.0	17.1	21.6
点位	连家庄村（G3） N：39.383711° E：115.942820°	连家庄村（G3'） N：39.395336° E：115.951513°	林家屯村-1（G4） N：39.395319° E：115.953431°	林家屯村-1（G4'） N：39.395363° E：115.952829°
水位（米）	16.4	17.1	17.0	17.8
点位	林家屯村-2（G5） N：39.395383° E：115.951557°	林家屯村-2（G5'） N：39.395894° E：115.944260°	泥洼铺村（G6） N：39.397687° E：115.963915°	泥洼铺村（G6'） N：39.397882° E：115.966507°
水位（米）	17.5	17.2	19.4	19.9
点位	厂址（G7） N：39.403042° E：115.955904°	厂址（G7'） N：39.392476° E：115.968503°	松林店村 N：39.419254° E：115.916394°	/
水位（米）	17.6	18.1	22.0	/

（4）土壤环境质量现状

本项目位于河北涿州松林店经济开发区，厂址目前为荒地。保定市民科环境检测有限公司于 2021 年 7 月 27 日~2021 年 8 月 9 日对厂址内、厂界外西北方向 200m 范围内、厂界外东南方向 200m 范围内等点位的土壤进行了取样检测，各点均采集地表层(0～50cm)、中层(50～150cm)和深层(150～300cm)土样。监测点位见图 2.3-3，监测值见表 2.3-15。

表 2.3-15　土壤质量现状监测结果

检测项目	单位	采样点位、采样时间计结果											
		厂址内柱状样点 1（T1-1）（0-0.5m）N：39.402236°E:115.955373°	厂址内柱状样点 1（T1-2）（0.5-1.5m）N：39.402236°E：115.955373°	厂址内柱状样点 1（T1-3）（1.5-3.0m）N：39.402236°E：115.955373°	厂址内柱状样点 2（T2-1）（0-0.5m）N：39.401681°E：115.955289°	厂址内柱状样点 2（T2-2）（0.5-1.5m）N：39.401681°E：115.955289°	厂址内柱状样点 2（T2-3）（1.5-3.0m）N：39.401681°E：115.955289°	厂址内表层样点 1（T3-1）（0-0.2m）N：39.401069°E：115.955262°	厂址内柱状样点 3（T4-1）（0-0.5m）N：39.400401°E：115.955189°	厂址内柱状样点 3（T4-2）（0.5-1.5m）N：39.400401°E：115.955189°	厂址内柱状样点 3（T4-3）（1.5-3.0m）N：39.400401°E：115.955189°	厂界外西北 200m 范围内表层样点 2（T5-1）（0-0.2m）N：39.401069°E：115.955262°	厂界外东南 200m 范围内表层样点 3（T6-1）（0-0.2m）N：39.401069°E：115.955262°
		2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2	2021-8-2
氯甲烷	μg/kg	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0
氯乙烯	μg/kg	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0
1,1-二氯乙烯	μg/kg	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0	＜1.0
二氯甲烷	μg/kg	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5
反式-1,2-二氯乙烯	μg/kg	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4
1,1-二氯乙烷	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2
顺式-1,2-二氯乙烯	μg/kg	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3
氯仿	μg/kg	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1
1,1,1-三氯乙烷	μg/kg	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3
四氯化碳	μg/kg	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3
苯	μg/kg	＜1.9	＜1.9	＜1.9	＜1.9	＜1.9	＜1.9	＜1.9	＜1.9	＜1.9	＜1.9	＜1.9	＜1.9
1,2-二氯乙烷	μg/kg	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3
三氯乙烯	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2
1,2-二氯丙烷	μg/kg	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1
甲苯	μg/kg	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3	＜1.3
1,1,2-三氯乙烷	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2
四氯乙烯	μg/kg	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4	＜1.4
氯苯	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2
乙苯	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2
1,1,1,2-四氯乙烷	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2
间二甲苯+对二甲苯	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2
邻二甲苯	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2
苯乙烯	μg/kg	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1	＜1.1
1,1,2,2-四氯乙烷	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2

1,2,3-三氯丙烷	μg/kg	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2	＜1.2
1,4-二氯苯	μg/kg	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5
1,2-二氯苯	μg/kg	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.5
汞	mg/kg	0.047	0.024	0.026	0.047	0.019	0.015	0.018	0.03	0.016	0.026	0.748	0.06
砷	mg/kg	7.77	8.96	8.66	7.6	7.5	9.81	7.19	7.83	9.66	9.63	10.5	7.96
镉	mg/kg	0.21	0.11	0.05	0.14	0.13	0.06	0.1	0.12	0.14	0.06	0.1	0.14
铅	mg/kg	28	32	23	32	25	21	27	30	23	21	44	26
铜	mg/kg	28	23	38	28	23	24	25	25	26	25	47	23
镍	mg/kg	33	34	38	33	34	36	30	34	37	36	37	32
铬（六价）	mg/kg	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5
苯胺	mg/kg	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
2-氯苯酚	mg/kg	＜0.06	＜0.06	＜0.06	＜0.06	＜0.06	＜0.06	＜0.06	＜0.06	＜0.06	＜0.06	＜0.06	＜0.06
硝基苯	mg/kg	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09
萘	mg/kg	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09	＜0.09
苯并[a]蒽	mg/kg	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
䓛	mg/kg	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
苯并[b]荧蒽	mg/kg	＜0.2	＜0.2	＜0.2	＜0.2	＜0.2	＜0.2	＜0.2	＜0.2	＜0.2	＜0.2	＜0.2	＜0.2
苯并[k]荧蒽	mg/kg	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
苯并[a]芘	mg/kg	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
二苯并[a, h]蒽	mg/kg	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
AI	%	5.97	6.58	6.29	5.98	6.60	6.65	6.08	6.15	6.87	6.75	6.27	6.07
样品性状		棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	黄棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	黄棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	黄棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	黄棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	黄棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	黄棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	棕色、轻壤土、潮、少量植物根系	棕色、轻壤土、潮、少量植物根系

根据监测结果，对照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB15618-2018）及《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB36600-2018）》中标准，监测区内各监测点表层、中层及深层土中氯甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、顺式-1,2-二氯乙烯、氯仿、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、1,2-二氯丙烷、甲苯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、氯苯、乙苯、1,1,1,2-四氯乙烷、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、苯乙烯、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、汞、砷、镉、铅、铜、镍、铬（六价）、苯胺、2-氯苯酚、硝基苯、萘、苯并[a]蒽、䓛、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a, h]蒽各项因子均可满足土壤土质标准，土壤质量基本上对植物和环境不造成危害和污染，土壤环境质量整体良好。

2.3.3 小结

1）本项目所在区域内无需特殊保护的地区、生态敏感与脆弱区及社会关注区。现状监测结果表明，厂址区域地表 γ 辐射空气吸收剂量率与保定市环境天然本底水平基本相当。

2）厂址内、外土壤中 α、β 放射性比活度水平未见异常；土壤各项非放监测因子均可满足土壤土质标准，土壤环境质量整体良好。

3）项目厂址地下水监测点总 α、总 β 活度浓度监测结果均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准要求；^{131}I 核素活度浓度未见异常；pH、氨氮、硝酸盐（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中 III 类标准的要求。

4）本项目依托的松林店镇污水处理厂排放口下游充分混合处地表水中总 α 放射性在 4.3×10^{-2}Bq/L 左右，总 β 放射性在 0.486~0.597Bq/L，未见异常。

5）项目厂址内及上下风向空气中总 α、β 放射性比活度未见异常，^{131}I 样品的放射性比活度均低于气碘样品中 ^{131}I 探测下限。项目周围环境空气中可吸入颗粒物和总悬浮颗粒物均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要

求；二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳 24 小时平均浓度现状监测值及二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、臭氧 1 小时平均浓度现状监测值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。本项目拟建厂址周边区域环境质量 TVOC 和氯化氢的浓度均满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的要求。

6）本项目厂址及周围声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类区标准要求。

2.4 场址适宜性评价

2.4.1 场址与自然环境的适宜性分析

1）根据统计，涿州市常年主导风向 SSW 风，多年平均风速 2.4m/s，最大风速 21m/s。本项目厂址位于河北涿州松林店经济开发区，其下风向 5km 范围内无风景名胜区、自然保护区、文物古迹、学校等环境敏感区域，因此对本项目的建设无制约因素。

2）本项目拟建厂址处太行山山前冲洪积倾斜平原，由西北向东南倾斜，地势相对平担，地貌形态受拒马河冲积影响，南北各有二级阶地，近期经开挖平整作为建筑用地。现场厂地地势较平坦，适宜于本项目的建设。厂址周围无不良地质作用，无影响建筑安全的地形、地貌，地层结构比较简单，拟建厂址稳定，适宜建筑。

3）根据《中国地震动参数区划图》和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）对全国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计抗震分组规定：项目区所在地抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第二组，设计基本地震加速度值为 0.15g。厂址及附近没有发震断裂构造及地震诱因，也没有滑坡、崩塌、液化、泥石流等地震稳定性灾害产生的条件。

4）根据现场调研，本项目拟建厂址周边 500m 范围内无易燃易爆物品储存场所，200m 范围内无高压输送线路。厂址周围动植物分布较少，主要为农田和田鼠等，无需要特别保护的动植物。

5）根据《河北省生态保护红线》及《河北涿州松林店经济开发区总体规划环境影响报告书》（2019.7）结论，涿州松林店工业区规划范围内没有自然保护

区、风景名胜区、森林公园、重点文物保护单位等，无特殊重点生态功能区、禁止开发区等必须实施强行性严格保护区的区域。因此，本项目不在生态保护红线范围内，无需要特别关注的生态问题，并且本项目厂址占地面积较小，施工期较短，不会对周围生态环境产生不良影响。

2.4.2 项目与开发区规划及规划环评符合性分析

1）规划及规划环评符合性分析

本项目位于河北涿州市松林店经济开发区，其前身为涿州松林店工业区，始建于 2009 年，于 2011 年经省政府批准成立，并于 2014 年更名为河北涿州松林店经济开发区，2016 年 6 月，河北省人民政府办公厅发布了《关于确定全省规范整合并更名为省级经济开发区（第二批）规划面积的通知》（冀政办字[2016]94 号），同意河北涿州松林店经济开发区由原来的 5.69km^2 扩大到 15.22km^2，河北涿州松林店经济开发区管理委员会于 2016 年委托北京清华同衡规划设计研究院有限公司编制了《河北涿州松林店经济开发区总体规划(2016-2030)》。

2019 年 7 月，嘉诚环保工程有限公司编制了《河北涿州松林店经济开发区总体规划环境影响报告书》；2019 年 8 月 12 日，保定市生态环境局以保环规[2019]5 号文出具《保定市生态环境局关于转送河北涿州松林店经济开发区总体规划（2016-2030）环境影响报告书专家审查意见的函》，审查意见的函见附件六。

根据《河北涿州松林店经济开发区总体规划》（2016-2030）及《河北涿州松林店经济开发区总体规划环境影响报告书》，从开发区产业定位和发展的可持续性相关内容来看，关于规划产业提出：“产业定位规划形成“1+2+1”的新兴产业体系，主要包括 1 个主导产业：云制造；2 个支柱产业：汽车零部件和医疗器械；1 个优势支撑产业：现代服务业”。开发区立足区域产业基础，深入对接“中国制造 2025”、“互联网+”等国家战略，着力构建以云制造为主打品牌、以汽车零部件和医疗器械为特色支柱，以现代服务业为优势支撑的“121”新兴产业体系，持续创新产业发展模式，成为全市产业跨越发展的动力源。

为了进一步承接首都产业转移，更好的指导开发区绿色、低碳、高质量发展，河北涿州松林店经济开发区管理委员会对开发区产业布局进行了调整，规划主导产业增加同位素医药制剂产业，重点发展同位素医药制剂药品、加速器制备短寿

命医用同位素及其药物制剂产品的研发生产，形成“1+2+1+1”的新兴产业体系，同步将汽车零部件园区面积调出 16.93 公顷作为同位素医药制剂产业片区，其他产业布局不变。调整后的“1+2+1+1”的新兴产业体系为：1 个主导产业：云制造；2 个支柱产业：汽车零部件、医疗器械；1 个优势职称产业：现代服务业；1 个发展产业：同位素医药制剂。

2022 年 4 月，河北粤海水务集团有限公司编制了《河北涿州松林店经济开发区总体规划（2016-2030）环境影响补充报告》；2022 年 4 月 26 日，河北省生态环境厅以冀环环评函[2022]435 号文出具《关于<河北涿州松林店经济开发区总体规划（2016-2030）环境影响补充报告>的审查意见》，审查意见的函见附件十六。

本项目占地 85.8 亩（57199.92m^2），位于河北涿州松林店经济开发区同位素医药制剂产业片区，项目与园区产业布局关系图详见图 2.4-1。

本项目生产同位素医药制剂药品，项目建成后将成为亚洲规模最大、产品最多、体系最规范的同位素药品生产示范性企业，不仅能够满足国内对同位素药品的急迫需求，而且将使我国的同位素药品生产实力跻身亚洲前列。项目的建设完全符合河北涿州松林店经济开发区同位素医药制剂产业片区的产业发展规划，属于松林店经济开发区规划的“1+2+1+1”的新兴产业体系中的“1 个发展产业——同位素医药制剂”。

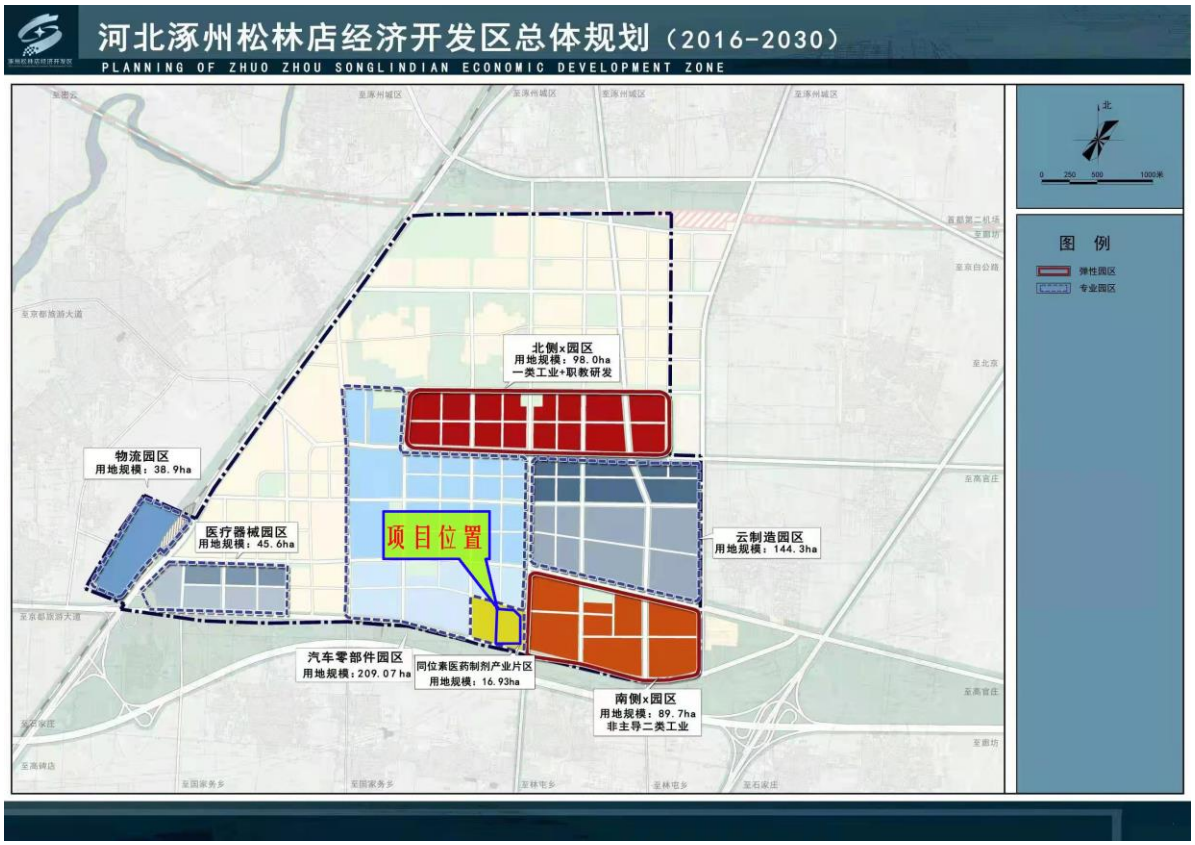


图 2.4-1　项目与园区产业布局关系图

2）准入园情况分析

根据《河北涿州松林店经济开发区总体规划（2016~2030）环境影响报告书（报批版）》（2019 年 7 月）及《河北涿州松林店经济开发区总体规划（2016-2030）环境影响补充报告》（2022 年 4 月），不支持进入园区的建设项目包括：“①国际上和国家各部门禁止或准备禁止生产的项目、明令淘汰项目；②生产方式落后、高能耗、严重浪费资源和污染资源的项目；③污染严重，破坏自然生态和损害人体健康又无治理技术或难以治理的项目；④严禁引进不符合经济规模要求，经济效益差，污染严重的“十五小”企业”。

根据国家发展改革委《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于鼓励类核能板块“同位素、加速器及辐照应用技术开发”条款，符合我国的产业政策。本项目不属于国际上和国家各部门禁止或准备禁止生产的项目、明令淘汰项目，生产方式落后、高能耗、严重浪费资源和污染资源的项目；不属于污染严重，破坏自然生态和损害人体健康又无治理技术或难以治理的项目；不属于经济效益差，污染严重的“十五小”企业，因此本项目不属于涿州松林店经济开发区规划环

评中的非准入型行业，属于准入园企业。

建设单位于 2018 年 9 月与河北涿州松林店经济开发区管理委员会签订了合作协议，就中国同辐股份有限公司在河北涿州松林店经济开发区投资建设“分子靶向诊疗药品生产基地项目”的建设内容、项目选址、土地出让、基础设施配套及建设要求等有关事宜达成了一致，具体内容详见附件七。

2.4.3 场址与基础设施规划适宜性分析

1）给水

河北涿州松林店经济开发区建有年供水能力 60 万 m^3 的地下水厂，南水北调工程廊坊干渠设有供水断面，每年向开发区供水 1600 万 m^3；另外，日供水 5 万吨的地表水厂已建设完毕，正在调试。目前厂址东侧有 1 路 DN200 的供水管网，供水压力约 0.40MPa，本项目供水拟采用市政水直接供水方式，拟从市政供水引入一根 DN150 给水管供给项目用水。

本项目建成后，预计自来水用水量夏季为 177.96m^3/d、其他季节 41.0m^3/d，外购注射水 2.2078 m^3/d），远低于开发区现有水厂的供水能力。根据涿州市自来水公司出具的供水证明（详见附件八），本项目建成后所需自来水由涿州市自来水公司负责提供，目前市政供水管线已覆盖项目厂址区域，供水能力 1.2 万 t/d，能够满足项目用水需求。

2）排水

河北涿州松林店经济开发区建有日处理能力 2.0 万吨的污水处理厂—松林店污水处理厂，该污水处理厂主要接纳涿州市松林店镇镇区及松林店工业开发区的生活污水及工业污水。

本项目建成后，预计废水日产生量夏季为 77.806m^3/d、其他季节为 33.486m^3/d，远低于现阶段开发区现有污水处理厂日处理废水能力。根据松林店污水处理厂（运营单位北京恩菲新能源科技有限公司涿州分公司）出具的污水接纳处理证明（详见附件九），本项目厂址位于涿州松林店污水处理厂收水范围内，同意接纳该项目外排生活污水及生产废水。目前厂址东侧沿工业西路已有 DN400 的污水管线。

因此，园区现有污水处理设施可满足本项目废水排放需求。

3）供电

河北涿州松林店经济开发区建有35kV变电站与110kV变电站两座，由华北、北京两大电网双向供电。本项目建成后，预计年耗电量2.3×10^{6} kWh，项目接入位于松林店镇涿白路与松高路交叉口北侧的110 kV松林店站，该变电站装机容量100MW，富裕容量约45MW，为双电源供电，可以为本项目提供1路10kV电源，因此，园区现有变电站供电量能够满足本项目的用电需求。

4）供热

区内取暖全部采用热、气方式，燃油燃煤锅炉全部取缔，企业无需自备燃气锅炉。由亿力达热电厂作为集中供热热源，为松林店经济开发区提供集中供热及工业蒸汽。

本项目建成后，采暖、通风空调、淋浴及部分工艺所用热媒均为蒸汽，预计所用蒸汽总量为12.5t/h，接自市政蒸汽管网，根据厂址需求供给。市政蒸汽压力为0.5MPa，温度160℃，在厂址统一计量后经蒸汽管网供至各厂房、车间。根据涿州亿力达热电有限公司出具的供暖证明（见附件十），本项目建成后所需蒸汽由该热电公司供应，目前该公司日供汽能力2000t，满足项目用汽需求。

5）供气

陕京、京邯天然气管道在区内建有分站，可为开发区提供国标二级天然气，现有管路位于本项目北侧松高路北侧。

6）环卫工程

（1）园区东南侧建设有规模为120t/d的小型垃圾转运站，实现对区内垃圾的集中收集运输。本项目建成后，预计产生生活、办公、劳保用品垃圾为75t/a，产生制水废滤芯及过滤器等非放固废0.5t/a。垃圾转运设施可满足本项目生活垃圾等非放固废的处置需求。

（2）根据松林店污水处理厂（运营单位北京恩菲新能源科技有限公司涿州分公司）出具的污水接纳处理证明（详见附件九），本项目厂址位于涿州松林店污水处理厂收水范围内，同意接纳该项目外排生活污水及生产废水。

涿州市松林店污水处理厂位于涿州市林家屯镇大树楼桑村西南侧370m处，于2012年底建成运营，其进水主要包括河北涿州松林店经济开发区工业废水及

松林店镇、林家屯镇部分居民生活污水。2011 年 4 月，《涿州市松林店镇污水处理厂一期工程环境影响报告表》通过了原涿州市环境保护局审批（涿环表[2011]21 号），污水处理规模为 1.25 万 m^3/d，采取的工艺为“混凝沉淀+KIC”，其进水水质为 COD400mg/L、$BOD_5$200mg/L、SS200mg/L、TN35mg/L、NH_3-N25mg/L、TP5mg/L。2014 年 12 月，该项目通过原涿州市环境保护局验收（环验（2014）38 号）。2019 年 11 月，污水厂进行提标改造，编制《涿州市松林店污水处理厂提标升级改造项目环境影响报告书》，并于 12 月通过保定市生态环境局涿州市分局审批（涿环书[2019]09 号）。2020 年 1 月提标升级改造项目完成验收，污水处理规模由 1.25 万 m^3/d 提升至 2 万 m^3/d，进水水质为 COD500mg/L、$BOD_5$250mg/L、SS300mg/L、TN65mg/L、NH_3-N45mg/L、TP5mg/L，污水主要处理工艺调整为“5 段 A/O+PACT”，经河北亿嵘环境监测有限公司 2019 年 12 月 30 日至 2020 年 1 月 9 日取样及监测分析，提标升级改造项目实施后出水达到《大清河流域水污染物排放标准》（DB13/2795-2018）表 1 重点控制区水污染物排放浓度限值要求。污水处理厂出水 $7000m^3/d$（35%）回用，$13000m^3/d$（65%）由管道输送至污水排放口排入北拒马河南支流。本项目建成后，预计废水日产生量夏季为 $77.806m^3/d$、其他季节为 $33.486m^3/d$，远低于松林店污水处理厂日处理废水能力，可满足本项目废水排放需求。

2.4.4 小结

本项目位于河北涿州松林店经济开发区，项目用地性质为工业用地。经分析，本项目与当地自然环境，开发区规划、规划环评相符合，项目的建设可依托开发区基础设施，因此，项目厂址适宜本项目建设。

2.5 与“三线一单”符合性分析

2.5.1 与“生态保护红线”符合性

根据《河北省生态保护红线》，涿州松林店工业区规划范围内及评价范围内没有自然保护区、风景名胜区、森林公园、重点文物保护单位等，无特殊重点生态功能区、禁止开发区等必须实施强行性严格保护区的区域。本项目厂址与涿州市生态保护红线位置关系如下图 2.5-1 所示。

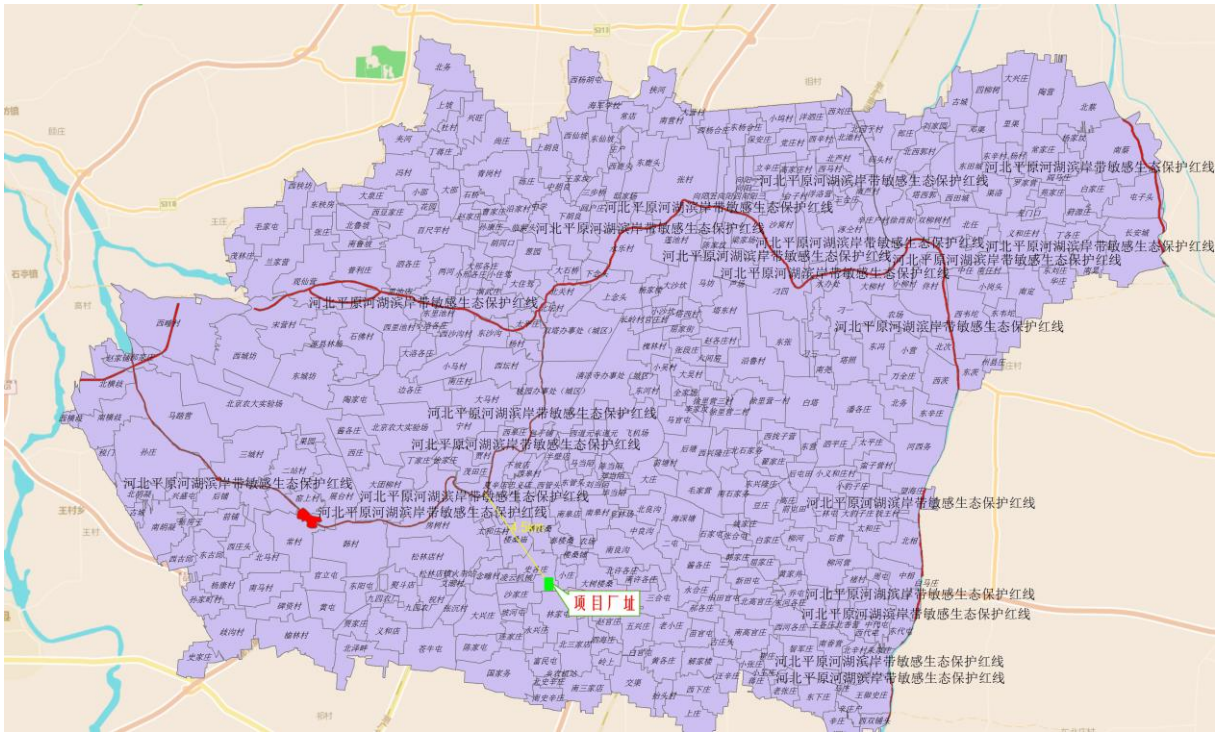


图 2.5-1　本项目厂址与涿州市生态保护红线位置关系图

由图 2.5-1 可知，本项目厂址处不涉及涿州市生态保护红线，距离最近的河北平原河湖滨岸带敏感生态保护红线（北拒马河南支）距离约为 4.5km。

2.5.2 与“环境质量底线”符合性

表 2.5-1　开发区规划环境质量底线情况表

项目	环境质量底线	本项目情况	符合性
大气环境	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单、《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录 D	项目拟建厂址区域相关大气监测因子满足相应标准要求；项目废气采取防治措施后均可实现达标排放。	符合
地表水环境	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 V 类标准（氨氮≤3mg/L）	项目废水间接排放，满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 三级标准，同时满足松林店污水处理厂进水水质要求，排入松林店污水处理厂处理	符合
地下水环境	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准	拟建厂址区域水质监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准	符合
声环境	《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类、3 类、4 类功能区标准	评价范围内各监测点均满足《声环境质量标准》	符合

		（GB3096-2008）相应功能区环境噪声限值要求	
土壤环境	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中相应标准	拟建厂址区域土壤满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中相应标准要求	符合

根据本项目拟建厂址现状，拟建厂址区域大气环境、地表水环境、地下水环境、声环境、土壤环境等均满足环境质量底线要求。

2.5.3 与“资源利用上线”符合性

1）水资源

根据区域水资源承载力分析，开发区集中供水厂涿州市中州水业有限公司位于开发区内楼桑铺村西侧，供水规模 1600 万 m^3/a，水源为南水北调水。该水厂供水范围为开发区。生产、生活需水量约为 2.17 万 m^3/a，未突破开发区水资源利用上限。

2）土地资源

根据涿州市土地利用总体规划，现状主要土地利用类型为允许建设地，且规划开发区范围内不涉及基本农田。土地资源充足。

2.5.4 与“环境准入负面清单”符合性

本项目与环境准入负面清单符合性分析见表 2.5-2。

表 2.5-2 与最新环境准入负面清单符合性情况表

名称	相关要求	本项目情况	符合性
京津冀协同发展领导小组办公室第 14 号关于印发《河北省京冀交界地区新增产业的禁止和限制目录》	（27）医药制造业；禁止新建和扩建[(2720)化学药品制剂制造除外；（2730）中药饮片加工的精制环节除外；（2740）中成药生产的制剂环节除外；（2750）兽用药品制造中持有新兽药注册证书或自动化密闭式高效率混合生产工艺的粉剂、散剂、预混剂生产线、持有新兽药注册证书或采用动物、动物组织、胚胎等培养方式改为转瓶培养方式的兽用细胞菌生产线除外；（2760）生产药品制造除外；（2770）卫生材料及医药用品制造除外	本项目属于化学药品制剂制造行业，不属于目录中禁止新建和扩项目类别	符合
《保定市环境准入负面清单》	一、限制类 限制行业类型包括：建筑陶瓷制品制造、农药制造、石灰石石膏开采、木材加工、	本项目不属于《保定市环境准入负面	符合

	煤化工、陶瓷、铸造、锻造、泡沫塑料等。以上行业，在全市范围内，应严格产业的地方环境准入标准，严控区域内新增产能建设项目。城市规划区范围内，控制一般性商贸物流产业。 二、禁止类 区域大气环境质量达标前，全市区域内，禁止新建、扩建钢铁、冶炼、水泥、石灰和石膏制造、氮肥制造、平板玻璃制造项目；禁止新建和扩建火电（热电联产除外）、炼焦、普通黑色金属铸造、碳素、贵金属冶炼、电解铝、石化（异地搬迁升级改造除外）、以煤为燃料的其他工业项目；禁止新增污染物排放强度低于准入条件的其他工业项目。城市规划区范围内禁止燃煤、重油等高污染工业项目。 禁止新增石化煤炭开采和洗选业、皮革鞣制加工（省级工业园区之外）、毛皮鞣制加工（省级工业园区之外）、露天采矿（此前已取得采矿许可证的除外）、印染（省级工业园区之外）、电镀、纸浆制造、机制纸及纸板制造（省级工业园区之外）等项目以及燃煤锅炉（35 吨以下）。其中：涿州、高碑店，禁止新增能源重化工行业；京昆高速以东、荣乌调整以北，以及与北京接壤县域地区划定为禁煤区，不得审批除集中供热以外的燃煤项目；雄安新区周边区域（高阳、清苑、徐水、定兴、高碑店等）禁止新增主要污染物排放工业项目。	清单》中限制类与禁止类项目	

表 2.5-3　与园区“环境准入负面清单”符合性情况表

控制类型		界定范围和划定标准说明	本项目情况	符合性
园区负面清单	产业（宏观）	1、《产业结构调整指导目录（2019 修改版）》中淘汰类项目； 2、《关于抑制部分行业产能过剩和重复建设引导产业健康发展的若干意见》中规定的产能过剩行业； 3、《河北省新增限制和淘汰类产业目录（2015 年版）》中规定淘汰类建设项目； 4、《保定市产业政策目录负面清单（2017 年）》； 5、《市场准入负面清单（2020年版）》	1、项目属于《产业结构调整指导目录（2019 本）》中鼓励类类项目。 2、不属于《关于抑制部分行业产能过剩和重复建设引导产业健康发展的若干意见》中规定的产能过剩行业； 3、不属于《河北省新增限制和淘汰类产业目录（2015 年版）》中规定淘汰类建设项目； 4、符合《保定市产业政策目	符合

		（发改体改规[2020]1880号）；《河北省环境敏感区限制及禁止建设项目名录》（2005年修订版）； 6、清洁生产水达不到国内先进水平以上的新建项目； 7、京津冀协同发展领导小组办公室第14号关于印发《河北省京冀交界地区新增产业的禁止和限制目录》的通知； 8、廊坊广阳区、永清县、固安县和保定涿州市新增产业的禁止和限制目录：（30）非金属矿物制品业禁止新建和扩建（涉及国家和河北省鼓励发展的新材料产品制造除外）； 9、云制造、汽车零部件、医疗器械等片区禁止建设直接开采地下水的项目； 10、现代服务业片区禁止建设存放易燃易爆和剧毒以及危险品、化学品等危险品仓库。	录负面清单（2017年）》要求； 5、不属于《市场准入负面清单（2020 年版）》（发改体改规[2020]1880 号）与《河北省环境敏感区限制及禁止建设项目名录》（2005 年修订版）中禁止、限制建设项目。 6、清洁生产水达到国内先进水平； 7、不属于《河北省京冀交界地区新增产业的禁止和限制目录》中禁止和限制建设项目； 8、不属于非金属矿物制品业。 9、本项目不开采地下水，位于同位素药物制剂产业片区； 10、本项目位于同位素药物制剂产业片区。	
	同位素医药制剂产业片区	1、禁止入驻高耗能、高耗水、高排放企业； 2、禁止反应堆同位素生产项目； 3、禁止裂变同位素提取项目； 4、禁止原料药生产项目。	1、本项目不属于高耗能、高耗水、高排放企业。 2、本项目不属于反应堆同位素生产项目； 3、本项目不涉及裂变同位素提取； 4、本项目不属于原料药生产项目。	符合

本项目不涉及京津冀协同发展领导小组办公室第14号关于印发《河北省京冀交界地区新增产业的禁止和限制目录》的通知中新建和扩建项目类别。本项目不属于河北涿州松林店经济开发区环境准入负面清单中规定的相关项目，符合入园条件。

综上所述，本项目拟建厂址处不涉及涿州市生态保护红线；厂址区域大气环境、地表水环境、地下水环境、声环境、土壤环境等均满足环境质量底线要求；项目建设及运行资源消耗量小，符合资源利用上限的要求；本项目不属于区域及河北涿州松林店经济开发区环境准入负面清单中规定的相关项目。因此，项目的建设符合“三线一单”的相关要求。

2.5.5 与“三线一单”生态环境分区管控意见的符合性分析

根据《河北省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控意见》（冀政字[2020]71 号），全省生态环境管控分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类区域。本项目位于涿州市松林店经济开发区，结合生态环境管控单元划分情况，本项目位于重点管控单元。对省级以上产业园区重点管控单元，严格产业准入，完善园区设施建设，推动设施提标改造；实施污染物总量控制，落实排污许可证制度；强化资源利用效率和地下水开采管控。

根据《保定市人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（保政函[2021]21 号），本项目位于保定市重点管控单元中的涿州市松林店镇重点管控单元，项目与保定市环境管控单元位置关系见图 2.5-2。

保定市重点管控单元管控要求为：“（2）产业园区重点管控单元。严格落实产业准入要求，优化产业布局；完善园区设施建设，推动设施提标改造；实施污染物总量控制，落实排污许可证制度；提高能源、水资源利用效率，严格地下水开采管控。”

涿州市松林店镇重点管控单元具体管控要求及符合性见表 2.5-4。

表 2.5-4　与涿州市松林店镇重点管控单元管控要求符合性情况表

管控维度	管控要求	项目符合性
空间布局约束	1．严格遵循全市产业准入及布局总体管控要求。 2．严格落实园区规划环评及其批复文件制定的项目准入和布局管控要求。 3．不符合经济开发区产业定位的行业禁止入区；现有与园区产业定位、布局不符的企业，对环境影响较大的严格限制其发展规模。 4．云制造、汽车零部件、医疗器械等片区内禁止建设直接开采地下水的项目。 5．现代服务业片区内禁止建设存放易燃、易爆和剧毒以及危险品、化学品等危险品的仓库。	1.本项目符合保定市产业准入及布局总体管控要求。 2.本项目符合涿州市松林店经济开发区园区规划环评及其批复文件制定的项目准入和布局管控要求。 3.本项目符合开发区同位素医药制剂产业片区产业定位。 4.本项目位于同位素医药制剂产业片区，不开采地下水。 5.本项目不位于现代服务业片区。
污染排放管控	1．严格落实规划环评及其批复文件制定的污染物排放管控措施。 2．完善污水收集处理设施建设，实现污水全部收集处理并达标排放。 3．涉 VOCs 排放工业企业污染物排放应达到《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB13/2322-2016）及《挥发性有机物无组织排	1. 本项目严格落实规划环评及其批复文件制定的污染物排放管控措施。 2.项目废水全部收集排入涿州市松林店污水处理厂进一步处理，满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 三级标准，同时满足涿州市松林店污水处理厂进水水质要求。

	放控制标准》（GB37822-2019）相关要求。 4．开发区内锅炉污染物排放应达到《锅炉大气污染物排放标准》（DB13/5161-2020）相关要求。 5．开发区内工业炉窑污染物排放应达到《工业炉窑大气污染物排放标准》（DB13/1640-2012）中的相关要求，并满足《生态环境部等关于印发<工业炉窑大气污染综合治理方案>的通知》（环大气〔2019〕56 号）要求。 6. 工业固体废物（含危险废物）处置利用率 100%。	3.项目产生的 TVOC 排放满足行业标准的要求。 4.本项目不设锅炉。 5.本项目不设工业炉窑。 6.本项目工业固体废物（含危险废物）处置利用率 100%。
环境风险防控	1．严格落实规划环评及其批复文件制定的环境风险防范措施。 2．成立应急组织机构，定期开展应急演练，提高区域环境风险防范能力。	1.项目严格落实规划环评及其批复文件制定的环境风险防范措施。 2. 项目建成后，成立应急组织机构，并定期开展应急演练。
资源利用效率	1. 稳步提高再生水回用率，逐步减少新鲜水用量，降低单位工业增加值新鲜水耗。 2．实施能源消耗总量控制，严格执行单位产品能源消耗限额标准。 3．鼓励固体废物、余热进行综合利用。 4. 新建项目清洁生产水平必须达到国内先进水平以上。	1. 本项目夏季总用水量 9497.1678m^3/d，循环用水量 9317m^3/d，新水用量仅 180.1678m^3/d。 2.本项目不属于高能耗生产企业。 3.本项目部分固体废物综合利用。 4. 本项目符合清洁生产要求。

由表 2.5-4 可见，本项目与保定市重点管控单元中的涿州市松林店镇重点管控单元的管控要求相符合。

2.5.6 与保定市“四区一线”符合性分析

本项目位于涿州市松林店经济开发区，项目厂址占地未列入保定市自然保护区、风景名胜区核心景区、重点河流湖库管理范围、饮用水水源地保护区、生态保护红线的“四区一线”范围。

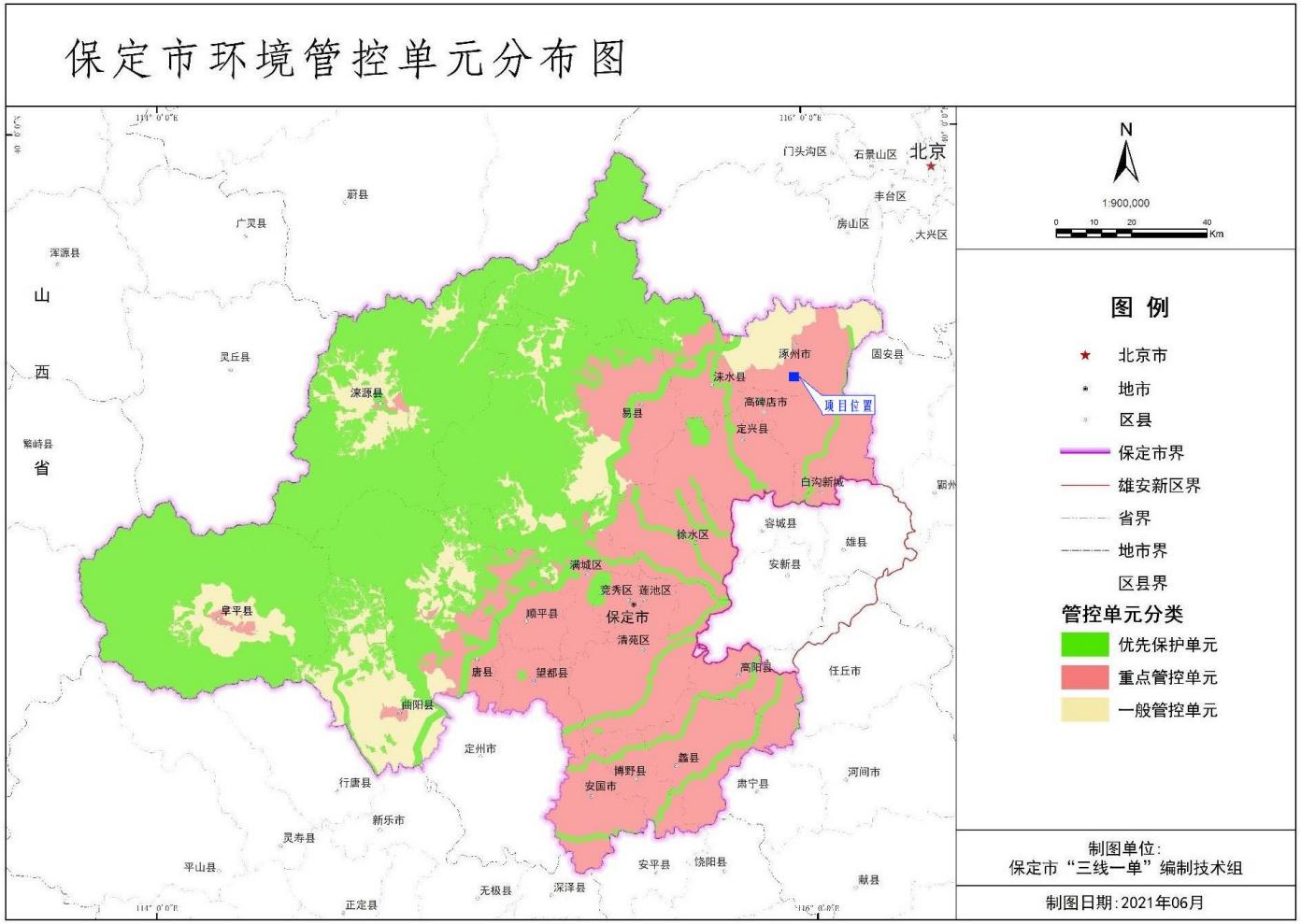


图 2.5-2 项目与保定市环境管控单元分布关系图

2.5.7 与《制药建设项目环境影响评价文件审批原则》符合性分析

2016 年 12 月 24 日，原环境保护部办公厅发布《制药建设项目环境影响评价文件审批原则》，本项目行业分类属于医药制造业中的化学药品制剂制造（C2720），与《制药建设项目环境影响评价文件审批原则》符合性分析见表 2.5-5。

表 2.5-5 与《制药建设项目环境影响评价文件审批原则》符合性情况表

编号	《制药建设项目环境影响评价文件审批原则》要求	项目符合性
第一条	本原则适用于化学药品(包括医药中间体)、生物生化制品、有提取工艺的中成药制造、中药饮片加工、医药制剂建设项目环境影响评价文件的审批。	本项目行业分类属于医药制造业中的化学药品制剂制造（C2720）。
第二条	项目符合环境保护相关法律法规和政策要求，符合医药行业产业结构调整、落后产能淘汰等相关要求。	本项目符合环境保护相关法律法规和政策要求，符合医药行业产业结构调整、落后产能淘汰等相关要求。
第三条	项目符合国家和地方的主体功能区规划、环境保护规划、产业发展规划、环境功能区划、生态保护红线、生物多样性保护优先区域规划等的相关要求。 新建、扩建、搬迁的化学原料药和生物生化制品建设项目应位于产业园区，并符合园区产业定位、园区规划、规划环评及审查意见要求。 不予批准选址在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等法律法规禁止建设区域的项目。	本项目符合国家和地方的主体功能区规划、环境保护规划、产业发展规划、环境功能区划、生态保护红线、生物多样性保护优先区域规划等的相关要求。 本项目不属于化学原料药和生物生化制品建设项目。 本项目选址不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等法律法规禁止建设区域的项目。
第四条	采用先进适用的技术、工艺和装备，单位产品物耗、能耗、水耗和污染物产生情况等清洁生产指标满足国内清洁生产先进水平。	本项目采用先进适用的技术、工艺和装备，单位产品物耗、能耗、水耗和污染物产生情况等清洁生产指标满足国内清洁生产先进水平。
第五条	主要污染物排放总量满足国家和地方相关要求。暂停审批未完成环境质量改善目标地区新增重点污染物排放的项目。	本项目主要污染物排放总量满足国家和地方相关要求。
第六条	强化节水措施，减少新鲜水用量。严格控制取用地下水。取用地表水不得挤占生态用水、生活用水和农业用水。按照“清污分流、雨污分流、分类收集、分质处理”原则，设立完善的废水收集、处理系统。第一类污染物排放浓度在车间或车间处理设施排放口达标；实验室废水、动物房废水等含有药物活性成份的废水，应单独收集并进行	本项目不取用地下水。按照“清污分流、雨污分流、分类收集、分质处理”原则，设立完善的废水收集、处理系统。第一类污染物排放浓度在车间或车间处理设施排放口达标。本项目依托松林店污水处理厂，项目污废水在厂内进行预处

编号	《制药建设项目环境影响评价文件审批原则》要求	项目符合性
	灭菌、灭活预处理；毒性大、难降解及高含盐等废水应单独收集、处理后，再与其他废水一并进入污水处理系统处理。依托公共污水处理系统的项目，在厂内进行预处理，常规污染物和特征污染物排放应满足相应排放标准和公共污水处理系统纳管要求。直排外环境的废水须满足国家和地方相关排放标准要求。	理，常规污染物和特征污染物排放满足相应排放标准和公共污水处理系统纳管要求后排入松林店污水处理厂。
第七条	优化生产设备选型，密闭输送物料，采取有效措施收集并处理车间产生的无组织废气。发酵和消毒尾气、干燥废气、反应釜(罐)排气等有组织废气经处理后，污染物排放须满足相应国家和地方排放标准要求。对于挥发性有机物(VOCs)排放量较大的项目，应根据国家VOCs 治理技术及管理要求，采取有效措施减少VOCs 排放。动物房应封闭，设置集中通风、除臭设施。产生恶臭的生产车间应设置除臭设施，恶臭污染物满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554）要求。	本项目生产车间内负压操作，含挥发性有机污染物的有组织废气经处理后，满足相应国家和地方排放标准要求。本项目挥发性有机物(VOCs)排放量较小，已根据国家VOCs 治理技术及管理要求，采取了有效的收集及废气治理措施以减少 VOCs 排放。
第八条	按照“减量化、资源化、无害化”的原则，对固体废物进行处理处置。固体废物贮存、处置设施、场所须满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597)及其修改单和《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484)的有关要求。含有药物活性成份的污泥，须进行灭活预处理。中药渣按一般工业固体废物处置。对未明确是否具有危险特性的动植物提取残渣、制药污水处理产生的污泥等，应进行危险废物鉴别，在鉴别结论出来之前暂按危险废物管理。	本项目固体废物进行分类处理处置。危险废物暂存设施满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597)及其修改单的有关要求。
第九条	有效防范对土壤和地下水环境的不利影响。根据环境保护目标的敏感程度、水文地质条件采取分区防渗措施，制定有效的地下水监控和应急方案。在厂区与下游饮用水水源地之间设置观测井，并定期实施监测、及时预警，保障饮用水水源地安全。	为有效防范对土壤和地下水环境的不利影响。本项目采取了分区防渗措施，制定有效的地下水监控和应急方案。本项目按照导则要求设置了观测井，并定期实施监测、及时预警。
第十条	优化厂区平面布置，优先选用低噪声设备，高噪声设备采取隔声、消声、减振等降噪措施，厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348)要求。	本项目选用低噪声设备，高噪声设备采取隔声、消声、减振等降噪措施，保障厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》

编号	《制药建设项目环境影响评价文件审批原则》要求	项目符合性
		(GB12348-2008)3 类区标准要求。
第十一条	重大环境风险源合理布局，提出了合理有效的环境风险防范措施。车间、罐区、库房等区域因地制宜地设置容积合理的事故池，确保事故废水有效收集和妥善处理。提出了突发环境事件应急预案编制要求，制定有效的环境风险管理制度，合理配置环境风险防控及应对处置能力，与当地人民政府和相关部门以及周边企业、园区相衔接，建立区域突发环境事件应急联动机制。	为防止事故状态下试剂库的消防废水外流造成水体污染，在试剂库外设事故池，收集试剂库的事故污水，事故池有效容积 170m^3。 本评价报告提出了项目突发环境事件应急预案编制要求，项目投产前建设单位制定好有效的环境风险管理制度。
第十二条	对生物生化制品类企业，废水、废气及固体废物的处置应考虑生物安全性因素。 存在生物安全性风险的抗生素制药废水，应进行预处理以破坏抗生素分子结构。通过高效过滤器控制颗粒物排放，减少生物气溶胶可能带来的风险。涉及生物安全性风险的固体废物应按照危险废物进行无害化处置。	本项目非生物生化制品类企业。 不存在生物安全性风险的抗生素制药废水。本项目生产车间设置高效过滤器控制颗粒物排放，减少气溶胶可能带来的风险。 本项目不涉及生物安全性风险的固体废物。
第十三条	改、扩建项目应全面梳理现有工程存在的环保问题并明确限期整改要求，相关依托工程需进一步优化的，应提出“以新带老”方案。对搬迁项目的原厂址土壤和地下水进行污染识别，提出开展污染调查、风险评估及环境修复建议。	本项目为新建项目。
第十四条	关注特征污染物的累积环境影响。环境质量现状满足环境功能区要求的区域，项目实施后环境质量仍满足功能区要求。 环境质量现状不能满足环境功能区要求的区域，进一步强化项目污染防治措施，提出有效的区域污染物削减措施，改善区域环境质量。 合理设置环境防护距离，环境防护距离内不得设置居民区、学校、医院等环境敏感目标。	本区环境质量现状满足环境功能区要求的区域，项目实施后环境质量仍满足功能区要求。 本项目不设置环境防护距离。
第十五条	提出了项目实施后的环境管理要求，制定施工期和运营期污染物排放状况及其对周边环境质量的自行监测计划，明确网点布设、监测因子、监测频次和信息公开等要求。按照环境监测管理规定和技术规范要求设置永久采样口、采样测试平台，按规范设置污染物排放口、固体废物贮存（处置）场，安装污染物排放连续自动监控设备并与环保部门联网。	本评价报告提出了项目实施后的环境管理要求，制定了施工期和运营期污染物排放状况及其对周边环境质量的自行监测计划，明确了点位布设、监测因子、监测频次等要求。项目按照环境监测管理规定和技术规范要求设置永久采样口、采样测试平台，按规范设置污染物排放口、固体废物贮存（处置）场。

编号	《制药建设项目环境影响评价文件审批原则》要求	项目符合性
第十六条	按相关规定开展了信息公开和公众参与。	本项目参照《环境影响评价公众参与办法》，主要通过网络公示、报纸公示、现场张贴和问卷调查表方式开展了信息公开和公众参与。
第十七条	环境影响评价文件编制规范，符合资质管理规定和环评技术标准要求。	本项目环境影响评价文件编制符合资质管理规定和环评技术标准要求。

由表 2.5-5 可见，本项目与《制药建设项目环境影响评价文件审批原则》相符合。

第三章　工程分析与源项

3.1 基本概况

本项目基本概况见表 3.1-1。

表 3.1-1　本项目基本概况一览表

序号	项 目	内　容		
1	项目名称	分子靶向诊疗药品生产基地项目		
2	建设单位	原子高科华北医药有限公司		
3	建设地点	河北涿州松林店经济开发区		
4	建设性质	新建		
5	项目投资	本次总投资 71869.26 万元，其中环保投资 1509.25 万元，占本次总投资的 2.1%。		
6	建设周期	48 个月		
7	建设规模	碘[^{131}I]化钠口服溶液，300 件/批，3 批/天，333 批/年，99900 件/年		
		碘[^{131}I]化钠治疗胶囊，600 粒/批，2 批/天，222 批/年，133200 粒/年		
		碘[^{131}I]化钠诊断胶囊，3000 粒/批，2 批/天，222 批/年，666000 粒/年		
		碘[^{131}I]苄胍注射液（诊断/治疗），300 件/批，1 批/天，111 批/年，33300 件/年		
		钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器，500 件/批，2 批/天，400 批/年，200000 件/年		
		磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液，200 件/批，1 批/天，50 批/年，10000 件/年		
		来昔决南钐[^{153}Sm]注射液，500 件/批，1 批/天，50 批/年，25000 件/年		
		镥[^{177}Lu]系列药物	生产线（一）：20 件/批，1 批/天，50 批/年，1000 件/年	
			生产线（二）：20 件/批，1 批/天，50 批/年，1000 件/年	
		碘[^{125}I]密封籽源，15000 粒/批，1 批/天，250 批/年，3750000 粒/年		
8	主要建设内容	厂房、车	同位素药品生产厂房（一）	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线 1 条； 磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线 1 条； 来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线 1 条； 镥 [^{177}Lu]系列药物生产线 2 条（每条 2 个合成箱）。
			同位素药品生产厂房（二）	碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线 1 条； 碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线 1 条； 碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线 1 条；

		间		碘[^{131}I]苄胍注射液生产线 1 条（2 个合成箱）； 碘[^{125}I]密封籽源生产线 2 条。
			容器清理车间	一层：发生器防护容器上线整备组装暂存区域、碘系列和小剂量放射性药品防护容器上线整备组装暂存区域； 二层：固体废物清洁解控间； 三层：预留区域。
		储运及辅助设施	质检中心	一层：总更衣室； 二层：预留区域； 三层：理化分析检验区域（放射性与非放射性）； 四层：生物检验区域（放射性与非放射性）。
			综合科技楼、仓储中心、动力车间、试剂库。	
		环保工程	槽式排放池、地坑式废物暂存间、清洁解控间、气态流出物净化处理装置等。	
9	占地面积与平面布置	厂区建设用地面积 85.8 亩（57199.92m^2），新增建筑面积 45201.49m^2，用地性质为二类工业用地。厂区绿化面积为 10356.17m^2，厂区按照功能分为厂前区、生产区、动力区、仓储区、辅助设施区等五个区域。 厂前区：综合科技楼（含餐厅）和绿化广场组成；生产区：质检中心、同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、容器清理车间；动力区：动力车间；仓储区：仓储中心和试剂库；辅助设施区：消防水池和槽式排放池；预留用地。		
10	劳动定员与工作制度	劳动定员 300 人（生产及辅助人员 200 人，技术人员 50 人，管理人员 50 人），年工作天数 250d（50 周），每周工作 5d，1 班/d，8h/每班。其中，碘[^{131}I]系列药品生产线粗分阶段涉及放射性操作的有 4 人，碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线涉及放射性操作的有 4 人，碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线涉及放射性操作的有 4 人，碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线涉及放射性操作的有 4 人，碘[^{131}I]苄胍注射液（诊断/治疗）生产线涉及放射性操作的有 6 人，钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线涉及放射性操作的有 11 人，磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线涉及放射性操作的有 2 人，来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线涉及放射性操作的有 2 人，镥[^{177}Lu]系列药物生产线（2 条）涉及放射性操作的共计有 4 人，碘[^{125}I]密封籽源生产线涉及放射性操作的有 10 人；质检中心涉及放射性操作的有 20 人；容器清理车间涉及放射性操作的有 15 人。		

3.2 主要建设内容

项目主要建构筑物见表 3.2-1，主要建构筑物内建设内容见表 3.2-2。

表 3.2-1 项目主要构筑物一览表

序号	建筑物名称	占地面积 (m^2)	建筑面积 (m^2)	层数	数量	建筑结构	轴线尺寸（长×宽×高 m）
1	综合科技楼	3167.98	13012.72	4	1	钢筋混凝土框架结构	80.2×80.2×19.35
2	质检中心	2134.37	9020.63	4	1	钢筋混凝土框架结构	64.0×32.0×22.84
3	同位素药品生产厂房（一）	2134.24	4505.2	2	1	钢筋混凝土框架结构	64.0×32.0×15.44
4	同位素药品生产厂房（二）	2134.24	4503	2	1	钢筋混凝土框架结构	64.0×32.0×15.44
5	容器清理车间	2124.39	6606.78	3	1	钢筋混凝土框架结构	64.0×32.0×15.84
6	仓储中心	2127	4874.7	2	1	钢筋混凝土框架结构	64.0×32.0×14.97
7	动力车间	1054.43	2359.5	2	1	钢筋混凝土框架结构	32.0×32.0×12.87
8	试剂库	258.96	258.96	1	1	钢筋混凝土框架结构	16.0×15.0×6.1
9	厂区大门	60	60	1	1	钢筋混凝土框架结构	10.0×6.0×3.8
10	消防水池	340.2	/	负 1	1	钢筋混凝土墙结构	21×16.2×（-4.5）
11	事故池	56	/	负 1	1	钢筋混凝土墙结构	16×3.5×（-4.5）
12	槽式排放池	110.4	/	负 1	3	钢筋混凝土墙结构	合计 18.4×6×（-5.0）
总计		**15702.21**	**45201.49**	/	/	/	/

表 3.2-2　主要建设内容一览表

序号	建筑物名称	内部布局	洁净区布置
1	综合科技楼	综合科技楼为地上四层钢筋混凝土框架结构建筑，钢筋混凝土屋面，独立基础，占地面积 3167.98m^2，建筑面积 13012.72m^2。建筑物长 80.20m，宽 80.20m，高 19.35m，首层层高 5.1m,二至四层层高均为 4.5m。一层包含门厅、中庭、展览区、档案区、备餐区、生产休息区等，二层包含开敞办公区、会议室、餐厅（由外单位配餐）、生产休息区等，三、四层包含研发预留区和质量检验区、办公室、会议室等。	/
2	质检中心	质检中心长 64.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 22.84m，为地上四层钢筋混凝土框架结构建筑。一~四层层高均为 5.5m。 质检中心一层①~⑥轴线为废物暂存间、样品处理间及预留区域，⑥~⑨轴线为厂区总更；二层①~④轴线为放射性研发预留区域，⑤~⑨轴线为普通研发预留区域；三层为理化分析检验中心，其中①~④轴线为放射性理化实验室区域，⑤~⑨轴线为普通理化实验室区域；四层为微生物实验中心，其中①~④轴线为放射性微生物实验室区域，⑤~⑨轴线为普通微生物实验室区域。详见附图八~附图十一。	一层门厅、总更、换鞋、走廊、值班、洗衣、质量部仪器室等 二~三层普通实验室 二~三层放射性实验室 四层无菌、微生物限度、阳性对照等检验洁净区 四层镜检、灭活、培养、阳性培养等 四层放射性无菌、微生物限度、阳性对照等检验洁净区 四层放射性镜检、灭活、培养、阳性培养等 三~四层值班、参观走廊、一般区更衣等
3	同位素药品生产厂房（一）	厂房长 64.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 15.44m，为地上二层钢筋混凝土框架结构建筑。一层层高为 8.1m，二层层高为 6.5m。 厂房一层①~④轴线为小剂量放射性药品生产区，主要包含磷[^{32}P]酸钠盐口	一层小剂量药品生产区及其人净、物净等洁净区 一层小剂量药品外包装区等

		服溶液生产线 1 条、来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线 1 条；镥(^{177}Lu)系列药物生产线 2 条；一层④~⑨轴线为 ^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器生产区。厂房二层为洗消中心（洁净衣的洗涤灭菌）、制水区域、非放综合配套区域、空调机房和预留生产区。详见附图十二~附图十三。	一层钼锝发生器生产区及其人净、物净等洁净区
			一层钼锝发生器外包装区等
			二层洗消中心洁净区
			二层洗消中心及备用间等
4	同位素药品生产厂房（二）	厂房长 64.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 15.44m，为地上二层钢筋混凝土框架结构建筑。一层层高为 8.1 m，二层层高为 6.5 m。 厂房一层用于生产碘[^{131}I]系列药物，主要包含碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线 1 条、治疗用碘[^{131}I]化钠胶囊生产线 1 条、诊断用碘[^{131}I]化钠胶囊生产线 1 条、碘[^{131}I]苄胍注射液 1 条、预留生产线 6 条；其中①~⑤轴线为洁净生产区域，⑤~⑨轴线为防护包装区域。车间二层用于生产碘[^{125}I]密封籽源药物，主要为碘[^{125}I]密封籽源生产线；其中①~⑤轴线为空调机房，⑤~⑨轴线为洁净生产区域。详见附图十四~附图十五。	一层碘[^{131}I]系列产品生产区人净、物净等洁净区
			一层碘[^{131}I]系列产品生产区等
			一层包装大厅等
			二层碘[^{125}I]籽源生产区人净、物净等洁净区
			二层碘[^{125}I]籽源生产区等
			一层门厅、控制室、走廊；二层前室、控制室、走廊、密封籽源产品外包装区及备用间等
5	容器清理车间	容器清理车间长 64.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 15.84m，为地上三层钢筋混凝土框架结构建筑。一层、二层层高均为 4.5m，三层层高为 6.0m。 车间主要用于放射性药品防护包装容器的清理及储存。车间一层①-③轴线为发生器防护容器上线整备组装暂存区域，④~⑨轴线为碘系列和小剂量放射性药品防护容器上线整备组装暂存区域；车间二层为固体废物清洁解控间；车间三层	/

		为动物房及动物实验预留区域。详见附图十六~附图十八。	
6	仓储中心	仓储中心长 64.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 14.97m，为地上二层钢筋混凝土框架结构建筑。一层层高为 8.1m，二层层高为 6.0m。 库房内均为常温库，设货物周转区、叉车充电间、仓库管理等。主要用于储存产品外包材、综合材料、废旧设备等。	/
7	动力车间	动力车间长 32.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 12.87m，为地上二层钢筋混凝土框架结构建筑。一层、二层层高均为 6.0m。 动力车间一层主要包含制冷机组、循环水机组、变配电室、消防系统、给水系统、换热机组、热能回收系统，二层为预留区域。	/
8	试剂库	试剂库长 16m，宽 15m（长、宽为轴线尺寸），高 6.1m，为地上一层钢筋混凝土框架结构建筑。 试剂库主要储存各类试剂瓶，分为危废品、易燃、腐蚀、普通试剂等。	/
9	厂区大门	厂区大门含有值班室、休息室等功能用房。建筑长 10.0m，宽 6.0m（长、宽为轴线尺寸），高 3.8m，为地上单层钢筋混凝土结构建筑，钢筋混凝土屋面。	/
10	消防水池	消防水池长×宽为 21×16.2m（长、宽为轴线尺寸），埋深为-4.5m，为地下一层钢筋混凝土墙结构，钢筋混凝土顶。池壁、池底均为钢筋混凝土墙。	/
11	事故池	事故池长×宽为 16×3.5m（长、宽为轴线尺寸），埋深为-4.5m，为地下一层钢筋混凝土墙结构，钢筋混凝土顶。池壁、池底均为钢筋混凝土墙。	/
12	槽式排放池	槽式排放池长 x 宽为 18.4x6m（长、宽为轴线尺寸），埋深为-5.0m，为地下一层钢筋混凝土墙结构，钢筋混凝土顶。池壁、池底均为钢筋混凝土墙。	/

3.3 项目规模与基本参数

本项目建设内容主要包括综合科技楼、质检中心、同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、容器清理车间、仓储中心、动力车间、试剂库、厂区大门、消防水池、槽式排放池等。其中涉及非密封源操作的工作场所为同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、容器清理车间、质检中心，按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求，本项目工作场所等级划分情况见表 3.3-1。

表 3.3-1　非密封源工作场所等级汇总表

序号	工作场所名称		工作场所等级
1	同位素药品生产厂房（一）	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产场所	甲级
		磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产场所	甲级
		来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产场所	
		镥 [^{177}Lu]系列药物生产场所（一）	
		镥 [^{177}Lu]系列药物生产场所（二）	
		产品外包装场所	甲级
2	同位素药品生产厂房（二）	碘[^{131}I]化钠口服溶液生产场所	甲级
		碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产场所	
		碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产场所	
		碘[^{131}I]苄胍注射液生产场所	
		产品外包装场所	甲级
		碘[^{125}I]密封籽源生产及产品外包装场所	甲级
3	容器清理车间	容器清理车间一层场所	丙级
		容器清理车间二层场所	丙级
4	质检中心	取样实验室	甲级
		放射性理化实验室	乙级
		放射性微生物实验室	乙级

3.3.1 同位素药品生产厂房（一）生产规模

同位素药品生产厂房（一）生产规模及场所分级见表 3.3-2。

表 3.3-2　同位素药品生产厂房（一）生产规模及场所分级一览表

序号	生产区域	操作核素	日最大操作量(Bq)	日产品量（件/日） 规格（Bq/件）	年最大操作量(Bq)	修正因子	毒性	半衰期	日等效最大操作量(Bq)		工作场所分级
1	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产场所	^{99}Mo	1.11×10^{14}	/	2.22×10^{16}	液体、溶液、悬浮液；简单操作（1）	中（0.1）	2.75d	1.11×10^{13}	**1.21×10^{13}**	甲级
		^{99m}Tc	9.99×10^{13}	/	2.00×10^{16}		低（0.01）	6.02h	9.99×10^{11}		
		^{99}Tc	/	/	/		低（0.01）	2.11×10^{5}a	/		
2	磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产场所	^{32}P	7.40×10^{11}	/	3.70×10^{13}		中（0.1）	14.3d	7.40×10^{10}	**9.62×10^{11}**	甲级
3	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产场所	^{153}Sm	7.40×10^{12}	/	3.70×10^{14}		中（0.1）	1.95d	7.40×10^{11}		
4	镥[^{177}Lu]系列药物生产场所（一）	^{177}Lu	7.40×10^{11}	/	3.70×10^{13}		中（0.1）	6.71d	7.40×10^{10}		
5	镥[^{177}Lu]系列药物生产场所（二）	^{177}Lu	7.40×10^{11}	/	3.70×10^{13}		中（0.1）	6.71d	7.40×10^{10}		
	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器产品	^{99}Mo	1.02×10^{14}	1000	2.04×10^{16}	表面污	中（0.1）	2.75d	1.02×10^{11}		
				1.02×10^{11}			/	/	/		
		^{99m}Tc	9.18×10^{13}	9.18×10^{10}	1.84×10^{16}		低（0.01）	6.02h	9.18×10^{9}		

6	产品外包装场所		^{99}Tc	/	/	/	染水平较低的固体；很简单的操作（100）	低（0.01）	2.11×10^{5}a	/	**1.21×10^{11}**	**甲级**
		磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液产品	^{32}P	7.20×10^{11}	200	3.60×10^{13}		中（0.1）	14.3d	7.20×10^8		
					3.6×10^9							
		来昔决南钐[^{153}Sm]注射液产品	^{153}Sm	7.20×10^{12}	500	3.60×10^{14}			1.95d	7.20×10^9		
					1.44×10^{10}							
		镥[^{177}Lu]系列药物产品	^{177}Lu	7.01×10^{11}	20	3.51×10^{13}			6.71d	7.01×10^8		
					3.51×10^{10}							
				7.01×10^{11}	20	3.51×10^{13}				7.01×10^8		
					3.51×10^{10}							

注：本项目 ^{99}Mo 核素会衰变产生 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素，^{99}Mo 核素从生产到用于本项目生产线需要 24h，根据 $A_{Tc}=k\lambda_2/(\lambda_2-\lambda_1)\times A_{Mo}\times(e^{-\lambda_1 t}-e^{-\lambda_2 t})$ 可得到初始状态仅有任何活度的 ^{99}Mo 核素情况下，在 24h 时刻的 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例。其中，^{99m}Tc 核素比例≈90%，^{99}Tc 核素比例≈0%。由于钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产时间较短，产品外包装场所 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例仍以 90%及 0%计。

3.3.2 同位素药品生产厂房（二）生产规模

同位素药品生产厂房（二）生产规模及场所分级见表 3.3-3。

表 3.3-3　同位素药品生产厂房（二）生产规模及场所分级一览表

序号	生产区域		操作核素	日最大操作量(Bq)	日产品量（件/日） 规格（Bq/件）	年最大操作量(Bq)	修正因子	毒性	半衰期	日等效最大操作量(Bq)		工作场所分级
1	碘[^{131}I]系列药品粗分生产场所		^{131}I	3.33×10^{13}	/	3.696×10^{15}	液体、溶液、悬浮液；简单操作（1）	中（0.1）	8.04d	**3.33×10^{12}**		**甲级**
2	碘[^{131}I]化钠口服溶液生产场所		^{131}I		/							
3	碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产场所		^{131}I		/							
4	碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产场所		^{131}I		/							
5	碘[^{131}I]苄胍注射液生产场所		^{131}I		/							
6	产品外包装场所	碘[^{131}I]化钠口服溶液产品	^{131}I	1.67×10^{13}	900 1.86×10^{10}	1.86×10^{15}	表面污染水平较低的固体；很简单的操作（100）	中（0.1）	8.04d	1.67×10^{10}	**3.14×10^{10}**	**甲级**
		碘[^{131}I]化钠治疗胶囊产品	^{131}I	1.40×10^{13}	600（1200 粒） 2.33×10^{10}	1.56×10^{15}				1.40×10^{10}		
		碘[^{131}I]化钠诊断胶	^{131}I	9.00×10^{9}	750	9.99×10^{11}				9.00×10^{6}		

		囊产品			（6000 粒）							
					1.20×10^{7}							
		碘[^{131}I]苄胍注射液产品	^{131}I	7.00×10^{11}	300	7.77×10^{13}				7.00×10^{8}		
					2.33×10^{9}							
7	碘[^{125}I]密封籽源生产及产品外包装场所		^{125}I	9.25×10^{11}	15000	2.31×10^{14}	液体、溶液、悬浮液；简单操作（1）	中（0.1）	60.1d	**9.25×10^{10}**		**甲级**
					6.17×10^{7}							

注：碘[^{131}I]化钠治疗胶囊产品1200粒/日，2粒/件，600件/日；碘[^{131}I]化钠诊断胶囊产品6000粒/日，8粒/件，750件/日。

3.3.3 容器清理车间规模

容器清理车间场所分级见表 3.3-4~3.3-5。

表 3.3-4　容器清理车间一层场所分级一览表

序号	源项产生场所	操作核素	日产品量(Bq)	残留比	半衰期	回收周期（d）	日最大操作量（Bq）	日回收量（件/日） （Bq/件）	修正因子	毒性	日等效最大操作量（Bq）	工作场所分级
1	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产场所	^{99}Mo	1.02×10^{14}	1/100	2.75d	60	2.76×10^{5}	1000 2.76×10^{2}	表面污染水平较低的固体；很简单的操作（100）	中（0.1）	2.76×10^{2}	丙级
		^{99m}Tc	/	/	6.02h	60	2.69×10^{5}	2.69×10^{2}		低（0.01）	2.69×10^{1}	
		^{99}Tc	/	/	2.11×10^{5}a	60	4.61×10^{4}	4.61×10^{1}		低（0.01）	4.61	
2	磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产场所	^{32}P	7.20×10^{11}	1/100	14.3d	60	3.93×10^{8}	200 1.97×10^{6}		中（0.1）	3.93×10^{5}	
3	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产场所	^{153}Sm	7.20×10^{12}	1/100	1.95d	60	3.93×10^{1}	500 7.86×10^{-2}		中（0.1）	3.93×10^{-2}	
4	镥[^{177}Lu]系列药物生产场所（一）、（二）	^{177}Lu	1.40×10^{12}	1/100	6.71d	60	2.85×10^{7}	40（20+20） 7.13×10^{5}		中（0.1）	2.85×10^{4}	
5	碘[^{131}I]化钠口服溶液生产场所	^{131}I	1.67×10^{13}	1/100	8.04d	60	9.47×10^{8}	900 1.05×10^{6}	表面污染水平较低的固体；很	中（0.1）	9.47×10^{5}	
	碘[^{131}I]化钠治疗	^{131}I	1.40×10^{13}	1/100	8.04d	60	7.94×10^{8}	600		中（0.1）	7.94×10^{5}	

	胶囊生产场所							1.32×10^{6}	简单的操作（100）			
	碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产场所	^{131}I	9.00×10^{9}	1/100	8.04d	不回收	/	/		中（0.1）	/	
	碘[^{131}I]苄胍注射液生产场所	^{131}I	7.00×10^{11}	1/100	8.04d	60	3.97×10^{7}	300 1.32×10^{5}		中（0.1）	3.97×10^{4}	
6	碘[^{125}I]密封籽源生产及产品外包装场所	^{125}I	/	/	60.1d	不回收	/	/	/	/	/	
7	合计										**2.20×10^{6}**	

注：本项目^{99}Mo核素会衰变产生^{99m}Tc核素及^{99}Tc核素，钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器从产品运出当天到产品包装容器返回容器清理车间需要61d，根据$A_{Tc}=k\lambda_2/(\lambda_2-\lambda_1)\times A_{Mo}\times(e^{-\lambda 1t}-e^{-\lambda 2t})$可得到初始状态仅有任何活度的^{99}Mo核素情况下，在61d时刻的^{99m}Tc核素及^{99}Tc核素与^{99}Mo核素的比例。其中，^{99m}Tc核素比例≈97.5%（已达到平衡态），^{99}Tc核素比例≈16.7%。

表 3.3-5　容器清理车间二层场所分级一览表

源项来源	操作核素	批固体废物量（Bq）	半衰期（d）	日固体废物量（Bq）	10 个半衰期后日固体废物量（Bq）	操作方式	毒性	日等效最大操作量（Bq）	工作场所分级
生产线固体废物									
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产场所	^{99}Mo	6.94×10^{11}	2.75	1.39×10^{12}	1.35×10^{9}	1000	0.1	1.35×10^{5}	丙级
	^{99m}Tc	6.24×10^{11}	0.25	1.25×10^{12}	1.22×10^{9}	1000	0.01	1.22×10^{4}	
	^{99}Mo	6.85×10^{11}	2.75	1.37×10^{12}	1.34×10^{9}	1000	0.1	1.34×10^{5}	
	^{99m}Tc	6.17×10^{11}	0.25	1.23×10^{12}	1.20×10^{9}	1000	0.01	1.20×10^{4}	
	^{99}Mo	6.94×10^{11}	2.75	1.39×10^{12}	1.35×10^{9}	1000	0.1	1.35×10^{5}	
	^{99m}Tc	6.24×10^{11}	0.25	1.25×10^{12}	1.22×10^{9}	1000	0.01	1.22×10^{4}	
	^{99}Mo	6.49×10^{11}	2.75	1.30×10^{12}	1.27×10^{9}	1000	0.1	1.27×10^{5}	
	^{99m}Tc	5.84×10^{11}	0.25	1.17×10^{12}	1.14×10^{9}	1000	0.01	1.14×10^{4}	
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产场所	^{32}P	9.25×10^{9}	14.3	9.25×10^{9}	9.03×10^{6}	1000	0.1	9.03×10^{2}	
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产场所	^{153}Sm	9.25×10^{10}	1.95	9.25×10^{10}	9.03×10^{7}	1000	0.1	9.03×10^{3}	
镥[^{177}Lu]系列药物生产场所（一）	^{177}Lu	9.25×10^{9}	6.71	9.25×10^{9}	9.03×10^{6}	1000	0.1	9.03×10^{2}	
		9.00×10^{9}	6.71	9.00×10^{9}	8.79×10^{6}	1000	0.1	8.79×10^{2}	
镥[^{177}Lu]系列药物生产场所（二）	^{177}Lu	9.25×10^{9}	6.71	9.25×10^{9}	9.03×10^{6}	1000	0.1	9.03×10^{2}	
		9.00×10^{9}	6.71	9.00×10^{9}	8.79×10^{6}	1000	0.1	8.79×10^{2}	
碘[^{131}I]系列药品粗分生产场所	^{131}I	4.16×10^{11}	8.04	1.25×10^{12}	1.22×10^{9}	1000	0.1	1.22×10^{5}	

碘[^{131}I]化钠口服溶液生产场所	^{131}I	7.17×10^{10}	8.04	2.15×10^{11}	2.10×10^{8}	1000	0.1	2.10×10^{4}	
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产场所	^{131}I	9.02×10^{10}	8.04	1.80×10^{11}	1.76×10^{8}	1000	0.1	1.76×10^{4}	
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产场所	^{131}I	5.78×10^{7}	8.04	1.16×10^{8}	1.13×10^{5}	1000	0.1	1.13×10^{1}	
碘[^{131}I]苄胍注射液生产场所	^{131}I	9.25×10^{9}	8.04	9.25×10^{9}	9.03×10^{6}	1000	0.1	9.03×10^{2}	
		9.00×10^{9}	8.04	9.00×10^{9}	8.78×10^{6}	1000	0.1	8.78×10^{2}	
碘[^{125}I]密封籽源生产及产品外包装场所	^{125}I	5.78×10^{10}	60.1	5.78×10^{10}	5.65×10^{7}	1000	0.1	5.65×10^{3}	
质检中心固体废物									
源项来源	**操作核素**	**批固体废物量（残留样品）（Bq）**	**半衰期（d）**	**日固体废物量（残留样品）（Bq）**	**10个半衰期后日固体废物量（残留样品）（Bq）**	**操作方式**	**毒性**	**日等效最大操作量（Bq）**	
取样实验室									
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产场所样品	^{99}Mo	8.29×10^{10}	2.75	1.66×10^{11}	1.62×10^{8}	1000	0.1	1.62×10^{4}	
	^{99m}Tc	7.46×10^{10}	0.25	1.49×10^{11}	1.46×10^{8}	1000	0.01	1.46×10^{3}	
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产场所样品	^{32}P	0.00×10^{0}	14.3	0.00×10^{0}	0.00×10^{0}	1000	0.1	0.00×10^{0}	
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产场所样品	^{153}Sm	5.18×10^{9}	1.95	5.18×10^{9}	5.06×10^{6}	1000	0.1	5.06×10^{2}	
镥[^{177}Lu]系列药物生产场所（一）样品	^{177}Lu	1.15×10^{10}	6.71	1.15×10^{10}	1.12×10^{7}	1000	0.1	1.12×10^{3}	
镥[^{177}Lu]系列药物生产	^{177}Lu	1.15×10^{10}	6.71	1.15×10^{10}	1.12×10^{7}	1000	0.1	1.12×10^{3}	

场所（二）样品									
碘[^{131}I]化钠口服溶液生产场所样品	^{131}I	5.55×10^{8}	8.04	1.67×10^{9}	1.63×10^{6}	1000	0.1	1.63×10^{2}	
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产场所样品	^{131}I	2.22×10^{9}	8.04	4.44×10^{9}	4.34×10^{6}	1000	0.1	4.34×10^{2}	
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产场所样品	^{131}I	0.00×10^{0}	8.04	0.00×10^{0}	0.00×10^{0}	1000	0.1	0.00×10^{0}	
碘[^{131}I]苄胍注射液生产场所样品	^{131}I	7.22×10^{9}	8.04	7.22×10^{9}	7.05×10^{6}	1000	0.1	7.05×10^{2}	
碘[^{125}I]密封籽源生产及产品外包装场所样品	^{125}I	1.48×10^{8}	60.1	1.48×10^{8}	1.45×10^{5}	1000	0.1	1.45×10^{1}	
理化实验室									
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器取样实验室样品	^{99}Mo	1.46×10^{9}	2.75	2.92×10^{9}	2.85×10^{6}	1000	0.1	2.85×10^{2}	
	^{99m}Tc	1.31×10^{9}	0.25	2.63×10^{9}	2.57×10^{6}	1000	0.01	2.57×10^{1}	
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液取样实验室样品	^{32}P	1.82×10^{8}	14.3	1.82×10^{8}	1.78×10^{5}	1000	0.1	1.78×10^{1}	
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液取样实验室样品	^{153}Sm	2.43×10^{8}	1.95	2.43×10^{8}	2.38×10^{5}	1000	0.1	2.38×10^{1}	
镥[^{177}Lu]系列药物（一）取样实验室样品	^{177}Lu	2.43×10^{8}	6.71	2.43×10^{8}	2.38×10^{5}	1000	0.1	2.38×10^{1}	
镥[^{177}Lu]系列药物（二）取样实验室样品	^{177}Lu	2.43×10^{8}	6.71	2.43×10^{8}	2.38×10^{5}	1000	0.1	2.38×10^{1}	
碘[^{131}I]化钠口服溶液取样实验室样品	^{131}I	3.64×10^{8}	8.04	1.09×10^{9}	1.07×10^{6}	1000	0.1	1.07×10^{2}	

碘[^{131}I]化钠治疗胶囊取样实验室样品	^{131}I	1.46×10^{9}	8.04	2.92×10^{9}	2.85×10^{6}	1000	0.1	2.85×10^{2}	
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊取样实验室样品	^{131}I	1.31×10^{7}	8.04	2.62×10^{7}	2.56×10^{4}	1000	0.1	2.56×10^{0}	
碘[^{131}I]苄胍注射液取样实验室样品	^{131}I	4.86×10^{8}	8.04	4.86×10^{8}	4.75×10^{5}	1000	0.1	4.75×10^{1}	
碘[^{125}I]密封籽源取样实验室样品	^{125}I	2.22×10^{8}	60.1	2.22×10^{8}	2.17×10^{5}	1000	0.1	2.17×10^{1}	
生物实验室									
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器取样实验室样品	^{99}Mo	7.30×10^{8}	2.75	1.46×10^{9}	1.43×10^{6}	1000	0.1	1.43×10^{2}	
	^{99m}Tc	6.57×10^{8}	0.25	1.31×10^{9}	1.28×10^{6}	1000	0.01	1.28×10^{1}	
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液取样实验室样品	^{153}Sm	1.22×10^{8}	1.95	1.22×10^{8}	1.19×10^{5}	1000	0.1	1.19×10^{1}	
镥[^{177}Lu]系列药物（一）取样实验室样品	^{177}Lu	1.22×10^{8}	6.71	1.22×10^{8}	1.19×10^{5}	1000	0.1	1.19×10^{1}	
镥[^{177}Lu]系列药物（二）取样实验室样品	^{177}Lu	1.22×10^{8}	6.71	1.22×10^{8}	1.19×10^{5}	1000	0.1	1.19×10^{1}	
碘[^{131}I]苄胍注射液取样实验室样品	^{131}I	2.43×10^{8}	8.04	2.43×10^{8}	2.37×10^{5}	1000	0.1	2.37×10^{1}	
合计								**7.84×10^{5}**	

注：容器清理车间二层清洁解控间主要存储来自生产线及质检中心的放射性固体废物，此类放射性固体废物均在各自生产区存储至少10个半衰期后运至清洁解控间。经核算，清洁解控间日最大等效操作活度约7.84×10^{5}Bq，属于丙级工作场所。

3.3.4 质检中心规模

质检中心放射性理化实验室、放射性微生物实验室规模与操作参数见表 3.3-6~3.3-8。另外，表 3.3-9 中列出了药品质量检验中心涉及的 V 类放射源，这些放射源主要用于仪器设备的校准、校验，V 类放射源不再进行环境影响分析，项目运行前履行备案手续。

表 3.3-6　取样实验室场所分级一览表

序号	来样生产场所	操作核素		留样量（件/天） 规格（Bq/件）	日最大操作量(Bq)	修正因子	毒性	半衰期	日等效最大操作量(Bq)		工作场所分级
1	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产场所	取样箱室 1	^{99}Mo	6（2+2+2）	1.70×10^{11}	液体、溶液、悬浮液；简单操作（1）	中（0.1）	2.75d	1.70×10^{10}	**2.15×10^{10}**	甲级
			^{99m}Tc	1.85×10^{10} 2.96×10^{10} 3.70×10^{10}	1.53×10^{11}		低（0.01）	6.02h	1.53×10^{9}		
			^{99}Tc		/		低（0.01）	2.11×10^{5}a	/		
2	磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产场所		^{32}P	1 1.85×10^{8}	1.85×10^{8}		中（0.1）	14.3d	1.85×10^{7}		
3	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产场所		^{153}Sm	1 5.55×10^{9}	5.55×10^{9}		中（0.1）	1.95d	5.55×10^{8}		
4	镥[^{177}Lu]注射液生产场所（一）		^{177}Lu	1 1.18×10^{10}	1.18×10^{10}		中（0.1）	6.71d	1.18×10^{9}		
5	镥[^{177}Lu]注射液生产场所（二）		^{177}Lu	1 1.18×10^{10}	1.18×10^{10}		中（0.1）	6.71d	1.18×10^{9}		
6	碘[^{131}I]化钠口服溶液生产场所	取样箱室 2	^{131}I	3 9.25×10^{8}	2.78×10^{9}	液体、溶液、悬浮液；简单操作（1）	中（0.1）	8.04d	2.78×10^{8}	**1.85×10^{9}**	
7	碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产场所		^{131}I	2 3.7×10^{9}	7.40×10^{9}		中（0.1）	8.04d	7.40×10^{8}		
8	碘[^{131}I]化钠诊断胶囊		^{131}I	2	2.66×10^{7}		中（0.1）	8.04d	2.66×10^{6}		

	生产场所			1.33×10^{7}							
9	碘[^{131}I]苄胍注射液生产场所		^{131}I	1 7.96×10^{9}	7.96×10^{9}		中（0.1）	8.04d	7.96×10^{8}		
10	碘[^{125}I]密封籽源生产场所		^{125}I	1 3.70×10^{8}	3.70×10^{8}		中（0.1）	60.1d	3.70×10^{7}		
11	合计								**2.33×10^{10}**		

注：钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器由生产环节到质检环节时间较短，因此质检中心 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例仍以 90%及 0%计。

表 3.3-7　放射性理化实验室场所分级一览表

序号	来样生产场所	操作核素		取样量（份/天） 规格（Bq/份）	日最大操作量(Bq)	修正因子	毒性	半衰期	日等效最大操作量(Bq)		工作场所分级
1	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产场所	理化检验箱室1	^{99}Mo	6	2.96×10^{9}	液体、溶液、悬浮液；简单操作（1）	中（0.1）	2.75d	2.96×10^{8}	**3.23×10^{8}**	乙级
			^{99m}Tc	4.93×10^{8}	2.66×10^{9}		低（0.01）	6.02h	2.66×10^{7}		
			^{99}Tc		/		低（0.01）	2.11×10^{5}a	/		
2	磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产场所	理化检验箱室2	^{32}P	1 1.85×10^{8}	1.85×10^{8}		中（0.1）	14.3d	1.85×10^{7}	**9.25×10^{7}**	
3	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产场所		^{153}Sm	1 2.47×10^{8}	2.47×10^{8}		中（0.1）	1.95d	2.47×10^{7}		
4	镥[^{177}Lu]注射液生产场所（一）		^{177}Lu	1 2.47×10^{8}	2.47×10^{8}		中（0.1）	6.71d	2.47×10^{7}		
5	镥[^{177}Lu]注射液生产场所（二）		^{177}Lu	1 2.47×10^{8}	2.47×10^{8}		中（0.1）	6.71d	2.47×10^{7}		
6	碘[^{131}I]化钠口服溶液	理化检	^{131}I	3	1.11×10^{9}	液体、溶	中（0.1）	8.04d	1.11×10^{8}	**4.59×10^{8}**	

	生产场所	验箱室3		3.7×10^{8}		液、悬浮液；简单操作（1）					
7	碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产场所		^{131}I	2 1.48×10^{9}	2.96×10^{9}		中（0.1）	8.04d	2.96×10^{8}		
8	碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产场所		^{131}I	2 1.33×10^{7}	2.66×10^{7}		中（0.1）	8.04d	2.66×10^{6}		
9	碘[^{131}I]苄胍注射液生产场所		^{131}I	1 4.93×10^{8}	4.93×10^{8}		中（0.1）	8.04d	4.93×10^{7}		
10	碘[^{125}I]密封籽源生产场所	理化检验箱室4	^{125}I	1 2.22×10^{8}	2.22×10^{8}		中（0.1）	60.1d	**2.22×10^{7}**		
11	**合计**								**8.96×10^{8}**		

注：钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器由生产环节到质检环节时间较短，因此质检中心 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例仍以 90%及 0%计。

表 3.3-8　放射性微生物实验室场所分级一览表

序号	来样生产场所	操作核素		取样量（份/天） 规格（Bq/份）	日最大操作量(Bq)	修正因子	毒性	半衰期	日等效最大操作量(Bq)		工作场所分级
1	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产场所	生物检验箱室1	^{99}Mo	6	1.48×10^{9}	液体、溶液、悬浮液；简单操作（1）	中（0.1）	2.75d	1.48×10^{8}	**1.98×10^{8}**	乙级
			^{99m}Tc	2.47×10^{8}	1.33×10^{9}		低（0.01）	6.02h	1.33×10^{7}		
			^{99}Tc		/		低（0.01）	2.11×10^{5}a	/		
2	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产场所		^{153}Sm	1 1.23×10^{8}	1.23×10^{8}		中（0.1）	1.95d	1.23×10^{7}		
3	镥[^{177}Lu]注射液生产场所（一）		^{177}Lu	1 1.23×10^{8}	1.23×10^{8}		中（0.1）	6.71d	1.23×10^{7}		

4	镥[^{177}Lu]注射液生产场所（二）		^{177}Lu	1 1.23×10^{8}	1.23×10^{8}		中（0.1）	6.71d	1.23×10^{7}		
5	碘[^{131}I]苄胍注射液生产场所	生物检验箱室2	^{131}I	1 2.47×10^{8}	2.47×10^{8}	液体、溶液、悬浮液；简单操作（1）	中（0.1）	8.04d	**2.47×10^{7}**		
6	**合计**								**2.23×10^{8}**		

注：钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器由生产环节到质检环节时间较短，因此质检中心 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例仍以 90%及 0%计。

表 3.3-9　质检中心 V 类放射源一览表

核素名称	活度（Bq）	放射源类别	贮存场所	用途	备注
^{137}Cs	2.97×10^{4}	Ⅴ	质检中心	γ 谱仪校准	薄膜源
^{22}Na	5.18×10^{4}	Ⅴ	质检中心	γ 谱仪校准	薄膜源
^{137}Cs	1.129×10^{5}	Ⅴ	质检中心	γ 谱仪校准	1ml 西林瓶
^{88}Y	1.449×10^{5}	Ⅴ	质检中心	γ 谱仪校准	1ml 西林瓶
^{133}Ba	1.85×10^{6}	Ⅴ	质检中心	仪器校准	安培瓶
^{60}Co	1.11×10^{6}	Ⅴ	质检中心	仪器校准	安培瓶
^{152}Eu	1.11×10^{6}	Ⅴ	质检中心	仪器校准	安培瓶
^{137}Cs	1.85×10^{6}	Ⅴ	质检中心	仪器校准	安培瓶
^{204}Tl	3.43×10^{5}	Ⅴ	质检中心	污染仪校准	大面源
^{204}Tl	1.58×10^{6}	Ⅴ	质检中心	污染仪校准	大面源
^{204}Tl	6.64×10^{4}	Ⅴ	质检中心	污染仪校准	大面源
^{137}Cs	1.6×10^{8}	Ⅴ	质检中心	仪器校验	刻度源
^{137}Cs	3.986×10^{6}	Ⅴ	质检中心	仪器校验	刻度源

3.3.5 原辅材料

本项目主要原辅材料需求情况见表 3.3-10；生产用主要包装材料消耗见表 3.3-11。项目原辅材料中非放化学试剂贮存在试剂库内，放射性生产原料当日采购当日使用。

表 3.3-10 主要原辅材料需求表

序号	名称	规格	单位	年耗量	最大储量	包装方式	使用环节
1	钼[^{99}Mo]酸钠溶液	/	Ci	600000	/	不锈钢瓶	生产产品原料
2	磷[^{32}P]酸溶液	/	Ci	1000	/	聚乙烯瓶	生产产品原料
3	三氯化钐[^{153}Sm]溶液	/	Ci	10000	/	玻璃瓶	生产产品原料
4	三氯化镥[^{177}Lu]料液	/	Ci	1000	/	玻璃瓶	生产产品原料
5	碘[^{131}I]化钠溶液	/	Ci	99900	/	玻璃瓶	生产产品原料
6	碘[^{125}I]化钠溶液	/	Ci	6250	/	玻璃瓶	生产产品原料
7	钛管	10000 根/包装	根	40 万	/	10 万/包装	生产产品原料
8	银丝	∅0.5mm	kg	10	/	1 kg/包装	生产产品原料
9	乙醇（95%）	液体，分析纯	L	15	5	500ml/瓶	质检中心，放射性理化质检消毒
10	乙醇（75%）	液体，分析纯	L	70	17.5	500ml/瓶	钼-锝发生器生产线、碘[^{131}I]生产线与小剂量生产线，热室消毒灭菌
11	过氧化氢（30%）	液体，分析纯	L	80	20	500ml/瓶	钼-锝发生器生产线，钼-锝发生器消毒灭菌
12	盐酸（38%）	液体，分析纯	L	10	2.5	500ml/瓶	碘[^{131}I]生产线，产品配液
13	硝酸（75%）	液体，分析纯	L	10	2.5	2.5L/瓶	钼-锝发生器生产线，产品配液
14	硝酸（98%）	液体，分析纯	L	88	22	500ml/瓶	钼-锝发生器生产线，冷柱清洗
15	磷酸（85%）	液体，分析	L	8	2	1L/瓶	小剂量生产线，

		纯					产品配液
17	碳酸钠	固体，分析纯	kg	60	15	500g/瓶	碘[^{131}I]生产线，胶囊产品配制
18	氧化铝	固体，分析纯	kg	60	15	500g/瓶	钼-锝发生器生产线，冷柱制备
19	氢氧化钠	固体，分析纯	kg	2	2	500g/瓶	小剂量生产线，产品配液
20	甲醛（40%）	液体，分析纯	L	0.5	0.5	500ml/瓶	质检中心质检，全程密闭容器中进行
21	甲醇	液体，分析纯	L	4	4	500mL/瓶	质检中心质检，全程密闭容器中进行
22	丙酮	液体，分析纯	L	15	15	500mL/瓶	质检中心质检，全程密闭容器中进行；碘[^{125}I]密封籽源生产线清洗银丝
23	乙腈	液体，分析纯	L	4	4	500mL/瓶	质检中心质检，全程密闭容器中进行
24	异丙醇	液体，分析纯	L	8	2	500mL/瓶	质检中心质检，液相色谱仪冲洗系统

表 3.3-11　生产用主要包装材料需求表

序号	名　称	单位	数量
1	螺口瓶	万支/a	10
2	西林瓶	万支/a	105
3	标签	万张/a	38
4	泡沫	万套/a	18.8
5	包装纸箱	万套/a	10.2

3.4 工艺流程及设备

本项目按照《药品生产质量管理规范》（GMP）要求，批量生产供应现代核医学临床应用的放射性药品，包括：钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器、小剂量同位素药品、碘[^{131}I]系列产品、碘[^{125}I]密封籽源等。

3.4.1同位素药品生产厂房（一）

3.4.1.1钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产工艺流程及设备

根据 GMP 对药品生产环境的要求和注射剂生产过程控制的要求，该工艺采用色层柱灌装、淋洗、防护包装流程，工艺流程见图 3.4-1。

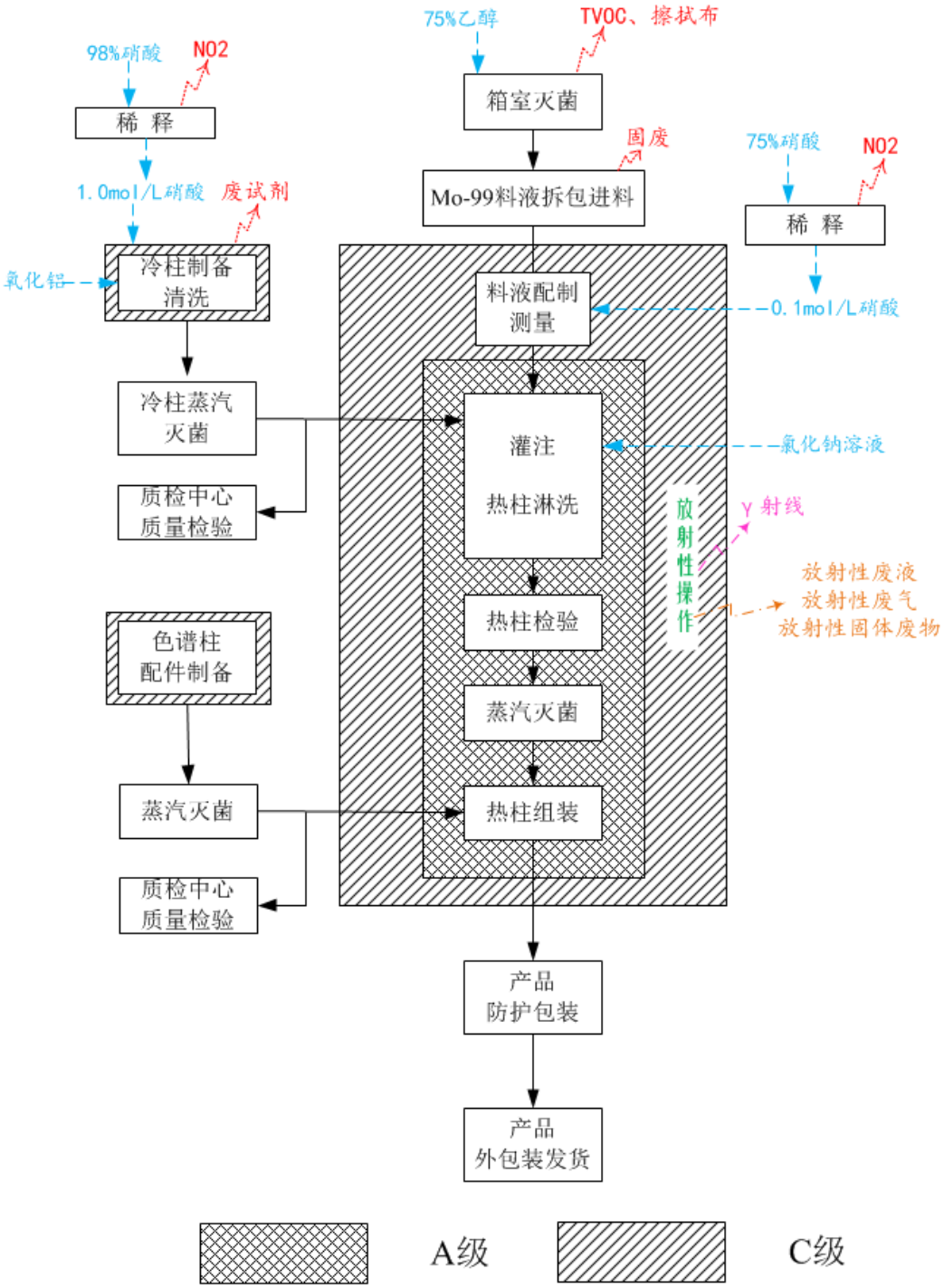


图 3.4-1　钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产工艺流程及产污节点图

冷柱制备（包括冷柱组装填充氧化铝、用 1.0mol/L 硝酸淋洗、蒸汽灭菌），并固定于支架上，传入灌注淋洗热室。钼[^{99}Mo]酸钠料液拆包后转运至料液接收热室，用 75%乙醇对热室进行擦拭灭菌消毒，在接收热室内取出料液瓶，

经 75%乙醇消毒转移至料液配制热室称重、调配、活度测量后传入灌注淋洗热室，将料液灌注至冷柱内，灌装完成后用氯化钠注射液淋洗。将灌注淋洗后的产品转入防护包装热室进行防护包装。防护包装后从防护包装热室中传送至外包装大厅进行外包装等。经剂量测量及质量检验合格后发货。

上述工艺流程中，放射性污染物产生环节主要包括：

进料箱会产生含 ^{99}Mo、^{99m}Tc 核素的放射性固体废物，配制箱、灌注箱、检验箱会产生含 ^{99}Mo、^{99m}Tc 核素的放射性固体废物、放射性废液及放射性气溶胶，灭菌箱会产生含 ^{99}Mo、^{99m}Tc 核素的放射性废液及放射性气溶胶。各箱体内 ^{99}Mo、^{99m}Tc 核素均产生 γ 射线。本生产线放射性废物产生量详见 3.5-2。

非放射性污染物产生环节包括：

1）将 98%硝酸稀释成 1.0mol/L 硝酸用于冷柱淋洗，稀释过程硝酸挥发产生 NO_2；1.0mol/L 硝酸冷柱淋洗产生废试剂。

2）料液调配工序使用 0.1mol/L 硝酸，由 75%硝酸稀释成 0.1mol/L 硝酸使用，稀释过程硝酸挥发产生 NO_2；0.1mol/L 硝酸用于料液调配随产品带走，不产生污染物。

3）产品生产之前，用一次性擦拭布蘸取 75%乙醇对生产箱室内外及料液瓶进行擦拭消毒，乙醇全部挥发产生乙醇废气。

4）原料料液拆包产生废包装材料。

表 3.4-1　钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	生产线系统		1	套
1.1	料液接收热室系统	1400×1200×1400 (内腔宽度×深度×高度)	1	套
1.2	配液热室系统	1600×1200×1400 (内腔宽度×深度×高度)	1	套
1.3	灌注淋洗热室系统	1800×1200×1200(内腔)	1	套
1.4	检验热室系统	1800×1200×1200(内腔)	1	套
1.5	双扉蒸汽灭菌器	非标 0.25m^3	1	套
1.6	热柱组装热室系统	1800×1200×1200(内腔)	1	套
1.7	防护包装热室系统	1600×1200×1400(内腔)	1	套
1.8	层流隔离器	2000×900×2400	2	套

1.9	超净工作台	1200×900×2400	2	套
2	^{99}Mo 料液转移设备	/	1	套
3	货包包装系统	/	1	套
4	发货货包	纸箱，泡沫，防护容器，冷柱 3000 个	1	套
5	质量控制设备	/	1	套
6	废物处理设备	非标	1	套
7	真空系统	/	1	套
8	压缩空气系统	/	1	套

3.4.1.2磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产工艺流程及设备

磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液是一个液体口服制剂，工艺流程见图 3.4-2。

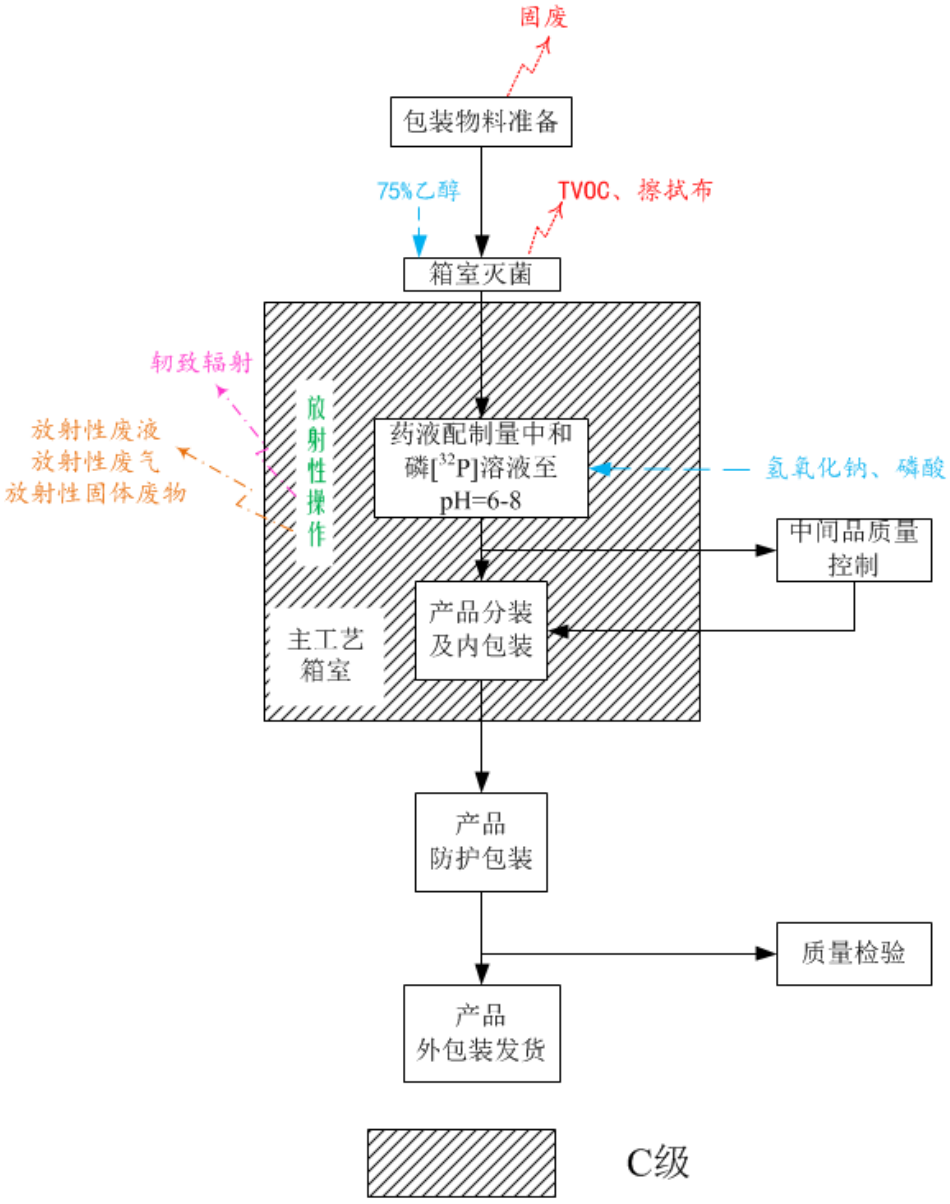


图 3.4-2　磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产工艺流程及产污节点图

包装物料准备包括准备西林瓶、胶塞及铝盖等。装有磷[^{32}P]酸溶液的防护容器在料液脱包箱室脱外包装，由转运小车送入生产线主工艺箱室。用 75%的乙醇对热室进行擦拭灭菌消毒。在主工艺箱室进行药液配制，用氢氧化钠与磷酸调整 pH 至 6~8，经测量合格后，进行分装及内包装。分装好的产品转移到防护包装热室，进行防护包装。将完成防护包装的产品转移至包装大厅进行外包装，取样质检合格后发货。

上述工艺流程中，放射性污染物产生环节主要包括：

主工艺箱室会产生含 ^{32}P 核素的放射性固体废物、放射性废液及放射性气溶胶。各箱体内 ^{32}P 核素均产生轫致辐射。本生产线放射性废物产生量详见 3.5-3。

非放射性污染物产生环节包括：

1）产品生产之前，用一次性擦拭布蘸取 75%乙醇对生产箱室内外进行擦拭消毒，乙醇全部挥发产生乙醇废气。

2）原料料液拆包产生废包装材料。

3）药液配制使用磷酸与氢氧化钠，随产品带走，不产生污染物。

表 3.4-2　磷[^{32}P]酸钠盐口服溶工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	生产线系统	/	1	套
1.1	生产预室系统	800×840×1280(内腔)	1	套
1.2	气闸室系统	800×220×400(内腔)	1	套
1.3	主工艺箱室系统	2400×800×1000(内腔)	1	套

3.4.1.3来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产工艺流程及设备

来昔决南钐[^{153}Sm]注射液为最终灭菌无菌制剂，生产工艺流程见图 3.4-3。

用 75%乙醇对热室进行擦拭灭菌消毒。将 EDTMP 溶液经高压灭菌后与三氯化钐[^{153}Sm]溶液与转移到主工艺热室，进行药液配制，药液经滤膜过滤、测量后进行分装；将分装好的产品经灭菌后转移到防护包装热室，进行防护包装。将完成防护包装的产品转移至包装大厅，外包装、贴标签。质量检测合格后发货。

上述工艺流程中，放射性污染物产生环节主要包括：

主工艺箱室会产生含 ^{153}Sm 核素的放射性固体废物、放射性废液及放射性气溶胶。各箱体内 ^{153}Sm 核素均产生 γ 射线。本生产线放射性废物产生量详见 3.5-4。

非放射性污染物产生环节包括：

1）产品生产之前，用一次性擦拭布蘸取 75%乙醇对生产箱室内外进行擦拭消毒，乙醇全部挥发产生乙醇废气。

2）原料料液拆包产生废包装材料。

表 3.4-3　来昔决南钐[^{153}Sm]注射液工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	生产线系统	/	1	套
1.1	生产预室系统	800×840×1280(内腔)	1	套
1.2	气闸室系统	800×220×400(内腔)	2	套
1.3	主工艺箱室系统	2400×800×1000(内腔)	1	套

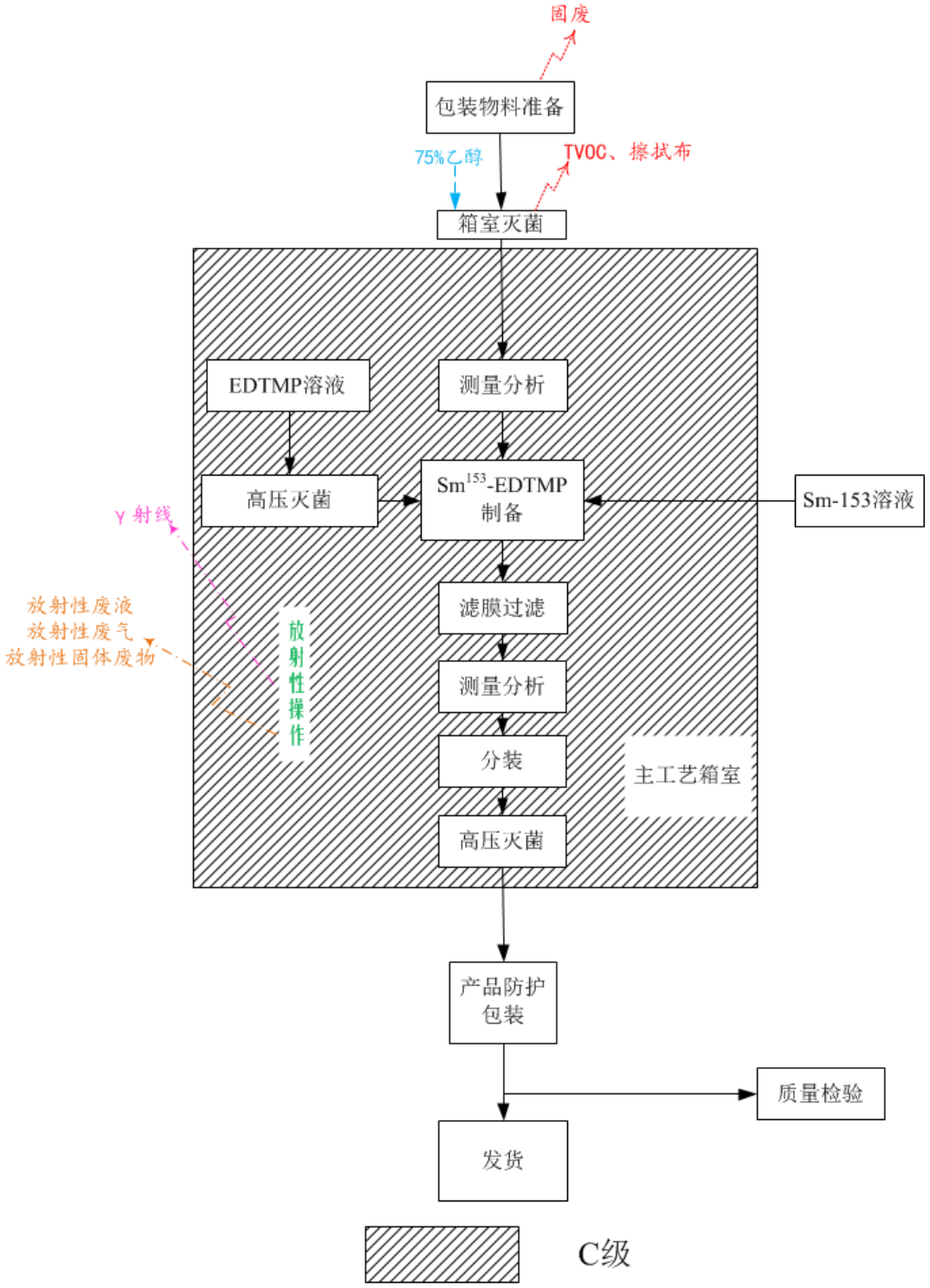


图 3.4-3　来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产工艺流程及产污节点图

3.4.1.4镥[^{177}Lu]系列药物生产工艺流程及设备

镥[^{177}Lu]系列药物为非最终灭菌无菌注射液，生产工艺流程见图 3.4-4。

用 75%乙醇对箱室进行擦拭灭菌消毒。将装有三氯化镥[^{177}Lu]料液的防

护容器运在料液脱包箱室脱外包装，由转运小车送入合成箱室；在合成箱室内对镥[^{177}Lu]料液使用 0.04mol/L 的盐酸进行标记配制，配制好的药液经测

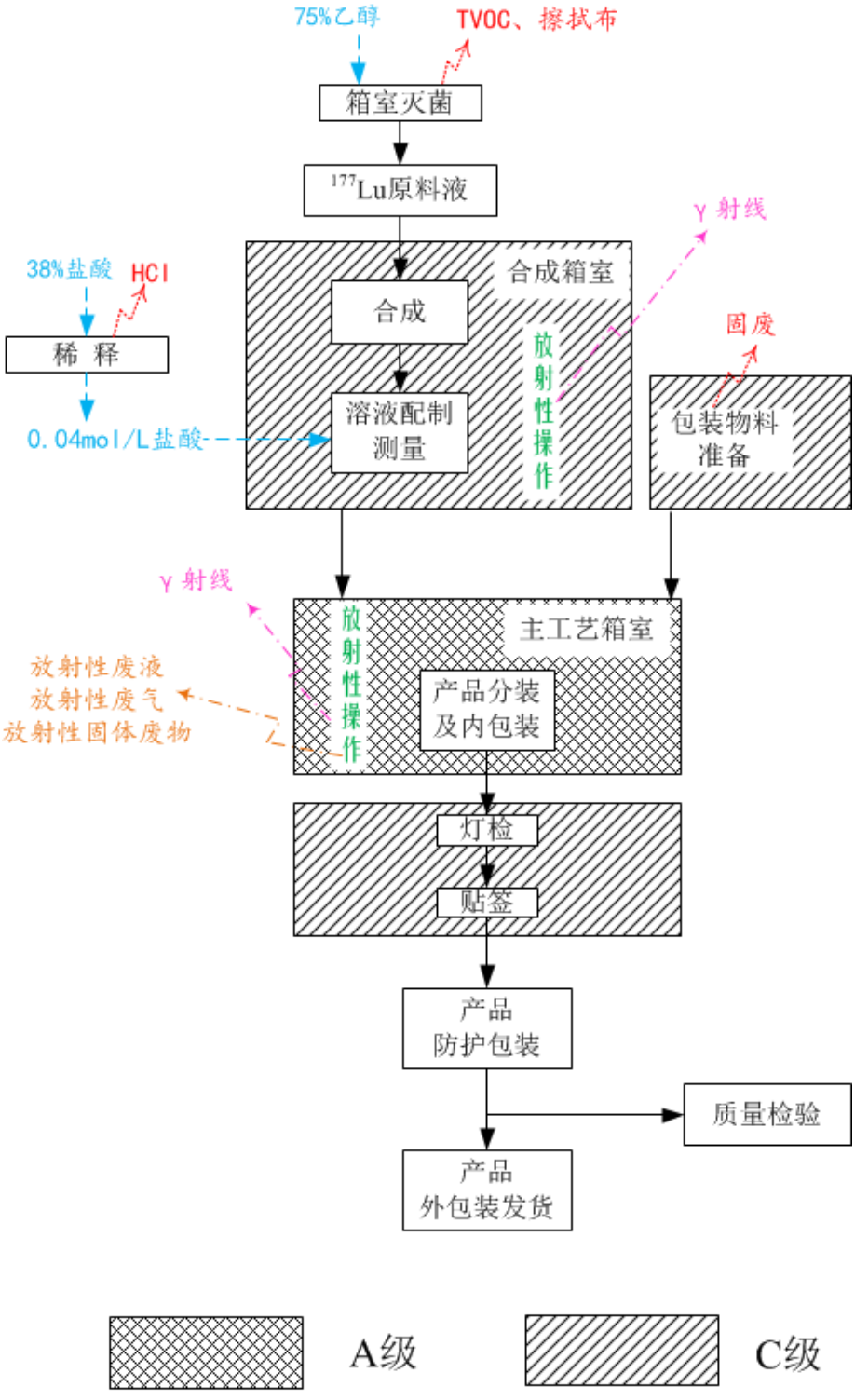


图 3.4-4　镥[^{177}Lu]标记注射液工艺流程及产污节点图

量合格后转入分装箱室。在分装箱室内对料液进行分装，分装完成的产品进

行活度测量、贴签后完成防护包装及外包装，形成完整的运输货包。

上述工艺流程中，放射性污染物产生环节主要包括：

合成箱室、主工艺箱室会产生含 ^{177}Lu 核素的放射性固体废物、放射性废液及放射性气溶胶。各箱体内 ^{177}Lu 核素均产生 γ 射线。本生产线放射性废物产生量详见 3.5-5。

非放射性污染物产生环节包括：

1）产品生产之前，用一次性擦拭布蘸取 75%乙醇对生产箱室内外进行擦拭消毒，乙醇全部挥发产生乙醇废气。

2）原料料液拆包产生废包装材料。

3）将 38%盐酸稀释而成 0.1mol/L、0.04mol/L 稀盐酸，稀释过程产生 HCl 气体；药液配制使用的 0.04mol/L 的盐酸随产品带走，不产生污染物。

表 3.4-4　镥[^{177}Lu]标记注射液工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	生产线系统	/		
1.1	合成箱室系统	1200×800×1200(内腔)	2	套
1.2	气闸室系统	800×220×400(内腔)	2	套
1.3	气闸室系统	800×220×400(内腔)	2	套
1.4	生产预室系统	800×840×1280(内腔)	2	套
1.5	气闸室系统	800×220×400(内腔)	2	套
1.6	分装箱室系统	2400×800×1000(内腔)	2	套

3.4.2同位素药品生产厂房（二）

3.4.2.1 碘[^{131}I]系列药品生产工艺流程及设备

1）粗分阶段

碘[^{131}I]系列药品均是以碘[^{131}I]化钠溶液为原料，通过复配、分装等操作生产的同位素药品，碘[^{131}I]化钠溶液由汽车运输进厂卸至同位素药品生产厂房（二）一层外清区域，在此清理外包装并拧松屏蔽容器包装盖，再由人工用手推车送入原料拆包箱，在负压状态下由机械手操作拆除防护包装。拆除包装后的原料瓶通过气闸由转运托盘送至原料拆包箱两侧的原料粗分箱粗分至西林瓶，粗分过程在负压、常温条件下进行，持续时间约 10min，粗分后的碘[^{131}I]化钠溶液由人工用密封屏蔽转运车送至碘[^{131}I]系列产品各生产线。

表 3.4-5　碘[^{131}I]化钠料液粗分生产线工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	生产线系统	/	1	
1.1	碘料液脱包热室系统	1200×900×1100，PbSb2	1	套
1.2	碘料液粗分热室系统	1200×900×1100，PbSb2	2	套
2	废物处理设备		1	
2.1	固体废物暂存箱系统	750×450×1000，PbSb2	1	套
2.2	液体废物转移箱	750×450×1000，PbSb2	1	台
2.3	放射性废液储罐	3m^3，316L	2	套
3	转运设备		1	
3.1	屏蔽容器转运拖车	非标	1	辆
3.2	屏蔽容器转运拍	非标，304，150 个	1	套
3.3	双盖密封容器转运车	非标	3	套
4	真空系统		1	套
5	压缩空气系统		1	套
6	升降叉车	HB30E(07)	2	辆

2）碘[^{131}I]化钠口服溶液生产工艺流程及设备

碘[^{131}I]化钠口服溶液为液体口服制剂，生产工艺流程见图 3.4-5。

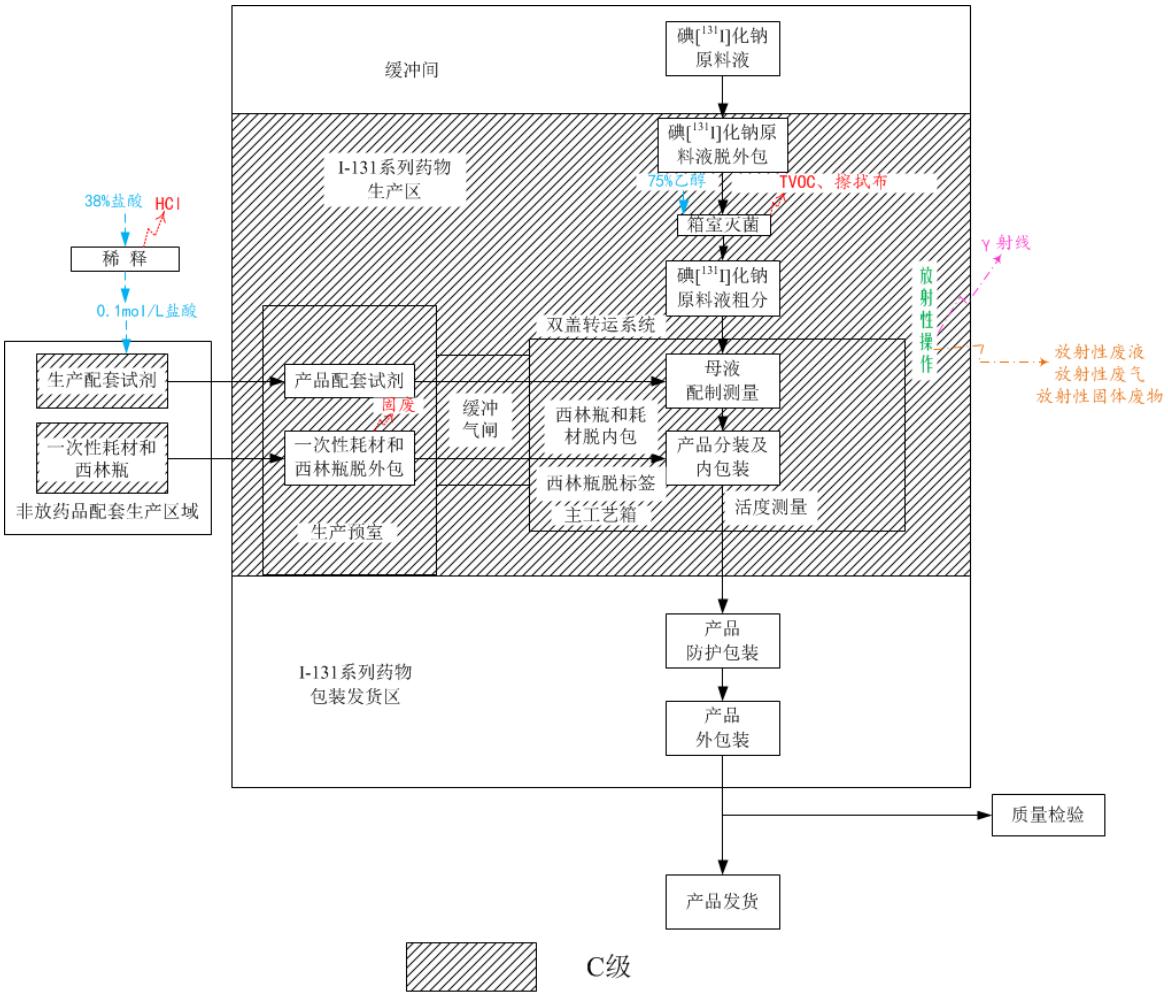


图 3.4-5　碘[^{131}I]化钠口服溶液生产工艺流程及产污节点图

用 75%乙醇对箱室进行擦拭灭菌消毒。将装有碘[^{131}I]化钠料液的容器在原料脱包及粗分热室脱外包装，并粗分至洁净的西林瓶中，经活度测量后，由转运小车送入各产品生产线主工艺室。

粗分后的碘[^{131}I]化钠溶液在主工艺室内经 0.1mol/L 盐酸稀释、测 pH 值和浓度测量后进行分装、加塞和轧盖。分装好的产品经测量并转移到防护包装热室进行防护包装。防护包装后的产品转移至包装大厅进行外包装。经取样质检合格后发货。

上述工艺流程中，放射性污染物产生环节主要包括：

主工艺箱室会产生含 ^{131}I 核素的放射性固体废物、放射性废液及放射性气溶胶。各箱体内 ^{131}I 核素均产生 γ 射线。本生产线放射性废物产生量详见 3.5-7。

非放射性污染物产生环节包括：

（1）产品生产之前，用一次性擦拭布蘸取 75%乙醇对生产箱室内外进行擦拭消毒，乙醇全部挥发产生乙醇废气。

（2）一次性耗材与西林瓶脱外包产生废包装材料。

（3）将 38%盐酸稀释而成 0.1mol/L 稀盐酸，稀释过程产生 HCl 气体；母液配制使用的 0.1mol/L 的盐酸随产品带走，不产生污染物。

表 3.4-6　碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	生产线系统	/	1	
1.1	生产预室系统	800×840×1280(内腔)	1	套
1.2	气闸室系统	800×220×400(内腔)	1	套
1.3	主工艺箱室系统	2400×800×1000(内腔)	1	套

3）碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产工艺流程及设备

碘[^{131}I]化钠治疗胶囊为固体口服制剂，生产工艺流程见图 3.4-6。

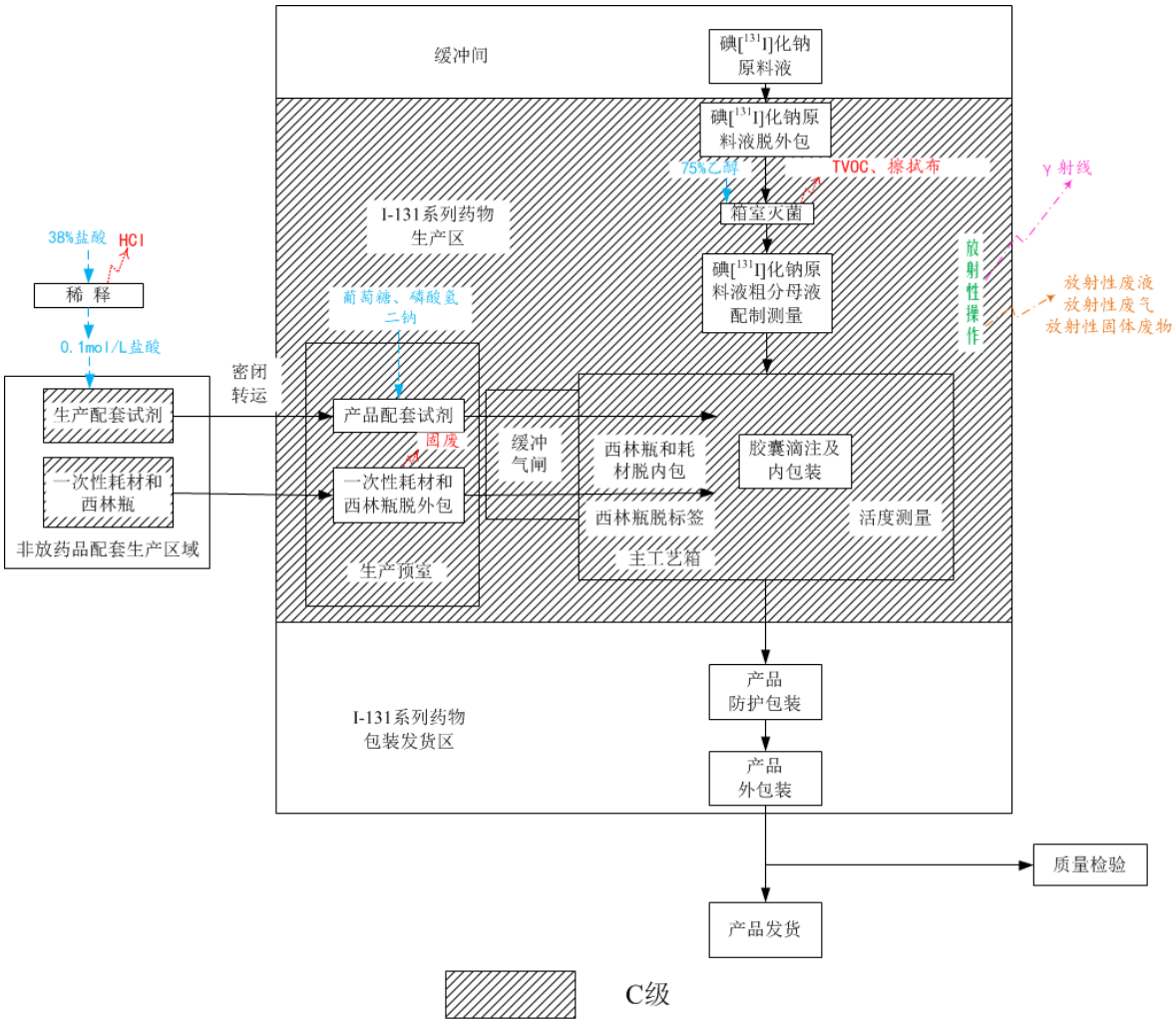


图 3.4-6　碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产工艺流程及产污节点图

碘[^{131}I]化钠治疗胶囊为固体口服制剂，生产工艺流程同诊断用碘[^{131}I]化钠胶囊。该生产线生产与碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线最大的区别在于操作活度大但批生产量小。

上述工艺流程中，放射性污染物产生环节主要包括：

主工艺箱室会产生含 ^{131}I 核素的放射性固体废物、放射性废液及放射性气溶胶。各箱体内 ^{131}I 核素均产生 γ 射线。本生产线放射性废物产生量详见3.5-8。

非放射性污染物产生环节包括：

（1）产品生产之前，用一次性擦拭布蘸取 75%乙醇对生产箱室内外进行擦拭消毒，乙醇全部挥发产生乙醇废气。

（2）一次性耗材与西林瓶脱外包产生废包装材料。

（3）将 38%盐酸稀释而成 0.1mol/L 稀盐酸，稀释过程产生 HCl 气体；母液配制使用的 0.1mol/L 的盐酸随产品带走，不产生污染物。

（4）胶囊固化剂填充的磷酸氢二钠、葡萄糖随产品带走，不产生污染物。

表 3.4-7　碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	**生产线系统**	/		
1.1	生产预室系统	800×840×1280(内腔)	1	套
1.2	气闸室系统	800×220×400(内腔)	1	套
1.3	主工艺箱室系统	2400×800×1000(内腔)	1	套

4）碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产工艺流程及设备

诊断用碘[^{131}I]化钠胶囊为固体口服制剂，生产工艺流程见图 3.4-7。

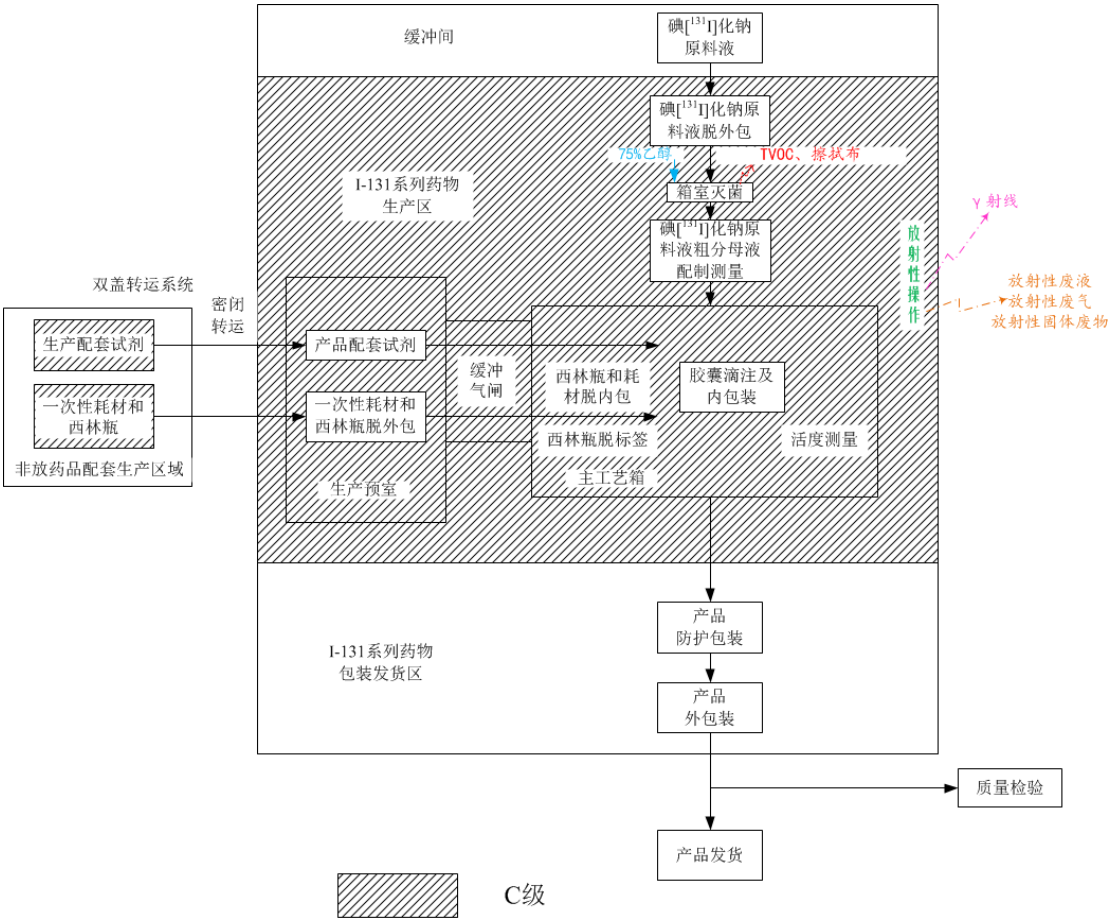


图 3.4-7　碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产工艺流程及产污节点图

用 75%乙醇对箱室进行擦拭灭菌消毒。将空胶囊壳转入主工艺室，打开胶囊壳进行固化剂（磷酸氢二钠、葡萄糖）填充。将粗分碘[^{131}I]化钠料液转移到主工艺室，经稀释，浓度合格后，对胶囊进行药液滴加、盖帽，根据活度分选。将分选后的胶囊转移到防护包装热室防护包装。防护包装后的产品转移至包装大厅进行外包装，经取样质检合格后发货。

上述工艺流程中，放射性污染物产生环节主要包括：

主工艺箱室会产生含 ^{131}I 核素的放射性固体废物、放射性废液及放射性气溶胶。各箱体内 ^{131}I 核素均产生 γ 射线。本生产线放射性废物产生量详见 3.5-9。

非放射性污染物产生环节包括：

（1）产品生产之前，用一次性擦拭布蘸取 75%乙醇对生产箱室内外进行擦拭消毒，乙醇全部挥发产生乙醇废气。

（2）一次性耗材与西林瓶脱外包产生废包装材料。

（3）将 38%盐酸稀释而成 0.1mol/L 稀盐酸，稀释过程产生 HCl 气体；母液配制使用的 0.1mol/L 的盐酸随产品带走，不产生污染物。

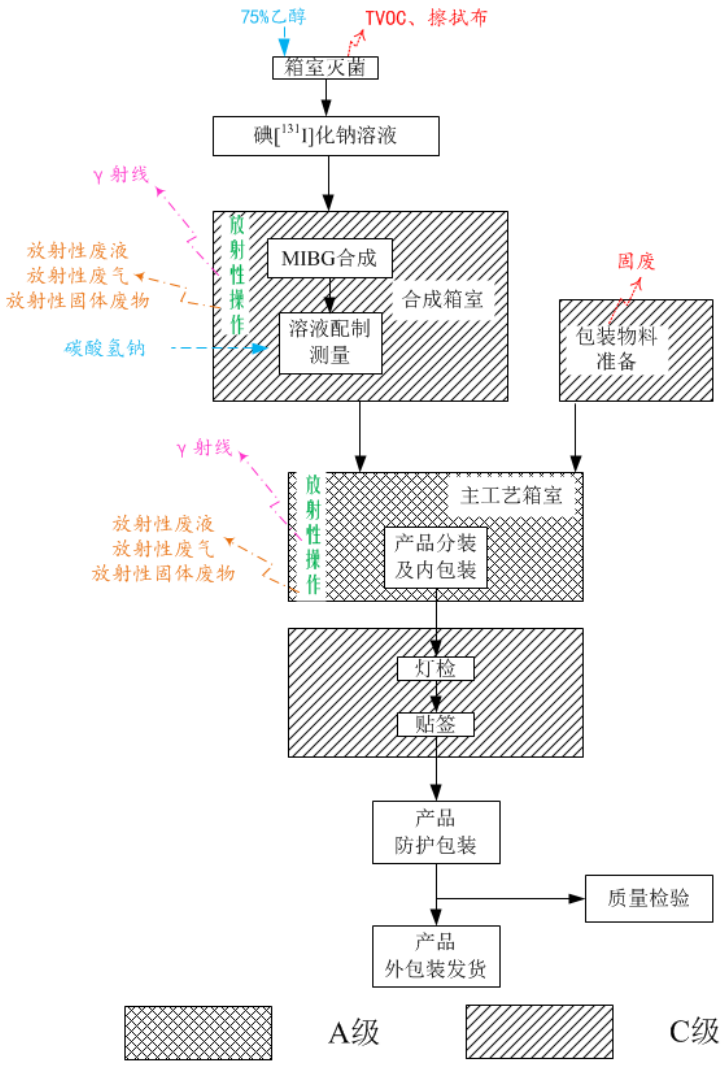
（4）胶囊固化剂填充的磷酸氢二钠、葡萄糖随产品带走，不产生污染物。

表 3.4-8　碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	**生产线系统**	/		
1.1	生产预室系统	800×840×1280(内腔)	1	套
1.2	气闸室系统	800×220×400(内腔)	1	套
1.3	主工艺箱室系统	2000×800×1200(内腔)	1	套

5）碘[^{131}I]苄胍注射液生产工艺流程及设备

碘[^{131}I]苄胍注射液是一个非最终灭菌的注射液品种，生产工艺流程见图 3.4-8。



3.4-8　碘[^{131}I]苄胍注射液生产工艺流程及产污节点图

用 75%乙醇对箱室进行擦拭灭菌消毒。将碘[131I]化钠溶液和 MIBG（间碘苄胍）标记溶液转移至合成热室完成间碘[^{131}I]苄胍标记，经 0.05mol/L 碳酸氢钠稀释液溶解、测量后，进行分装、加塞和轧盖。分装好的产品经测量后转移到防护包装热室进行防护包装。将完成防护包装的产品转移至包装大厅进行外包装，经取样质检合格后发货。

上述工艺流程中，放射性污染物产生环节主要包括：

合成箱室、主工艺箱室会产生含 ^{131}I 核素的放射性固体废物、放射性废液及放射性气溶胶。各箱体内 ^{131}I 核素均产生 γ 射线。本生产线放射性废物产生量详见 3.5-10。

非放射性污染物产生环节包括：

（1）产品生产之前，用一次性擦拭布蘸取 75%乙醇对生产箱室内外进行擦拭消毒，乙醇全部挥发产生乙醇废气。

（2）包装物料准备脱外包产生废包装材料。

（3）溶液配制使用 0.05mol/L 碳酸氢钠，随产品带走，不产生污染物。

表 3.4-9　碘[^{131}I]苄胍注射液生产线工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	**生产线系统**	/		
1.1	合成箱室系统	1200×800×1000(内腔)	2	套
1.2	气闸室系统	800×220×400(内腔)	1	套
1.3	生产预室系统	800×840×1280(内腔)	1	套
1.4	气闸室系统	800×220×400(内腔)	1	套
1.5	分装箱室系统	1350×650×1000(内腔)	1	套

3.4.2.2 碘[^{125}I]密封籽源生产工艺流程及设备

碘[^{125}I]密封籽源生产工艺流程图见图 3.4-9。

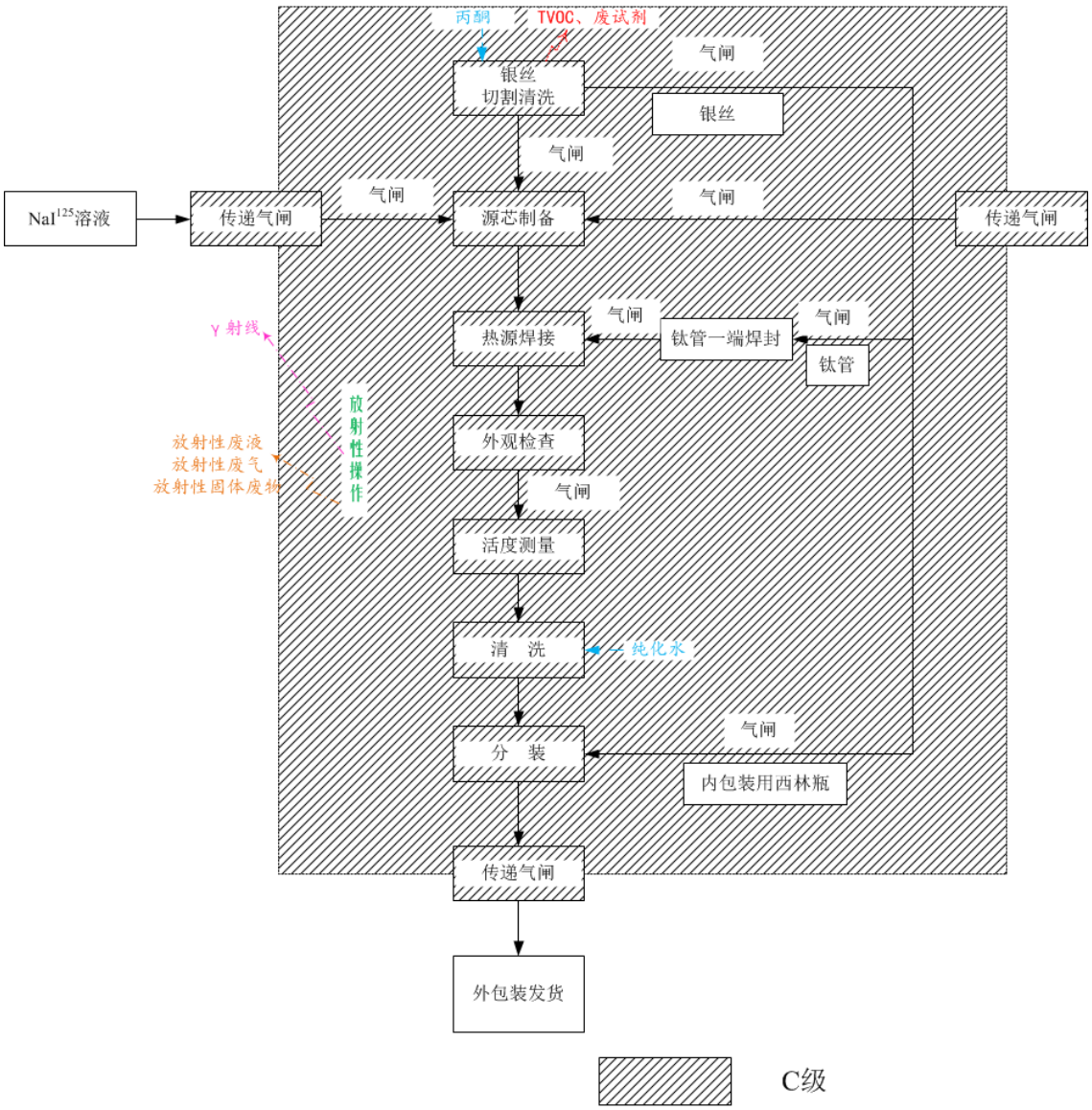


图 3.4-9　碘[^{125}I]密封籽源生产工艺流程及产污节点图

在冷管焊封间完成钛管一端激光焊封等工作；在源芯制备间完成银丝切割、丙酮超声波清洗等工作；制备好的源芯经检测分选后通过传递窗送入 C 级洁净区源芯制备箱内，将 ^{125}I 吸附在银丝表面，制备好的源芯转移至热源焊封箱，将源芯装入一端焊封的钛管并完成源芯钛管激光焊封；焊封后热源送测量与分选箱测定活度；合格的碘[^{125}I]密封籽源转移至清洗箱使用纯化水清洗，经清洗后的碘[^{125}I]密封籽源再转入分装箱进行分装、防护包装；将完成防护包装的产品转移至包装大厅，外包装、贴标签。

上述工艺流程中，放射性污染物产生环节主要包括：

源芯制备箱室会产生含 ^{125}I 核素的放射性固体废物及放射性气溶胶，热

源焊接箱室、外观检查箱室会产生含 ^{125}I 核素的放射性气溶胶，去污清洗箱室会产生含 ^{125}I 核素的放射性废液及放射性气溶胶。各箱体内 ^{125}I 核素均产生 γ 射线。本生产线放射性废物产生量详见 3.5-11。

非放射性污染物产生环节包括：

银丝清洗工序放置在 5mL 烧杯内，加 3mL 左右丙酮，将烧杯放置在超声波清洗机内清洗，丙酮少量挥发产生丙酮废气；清洗结束后产生丙酮废试剂。

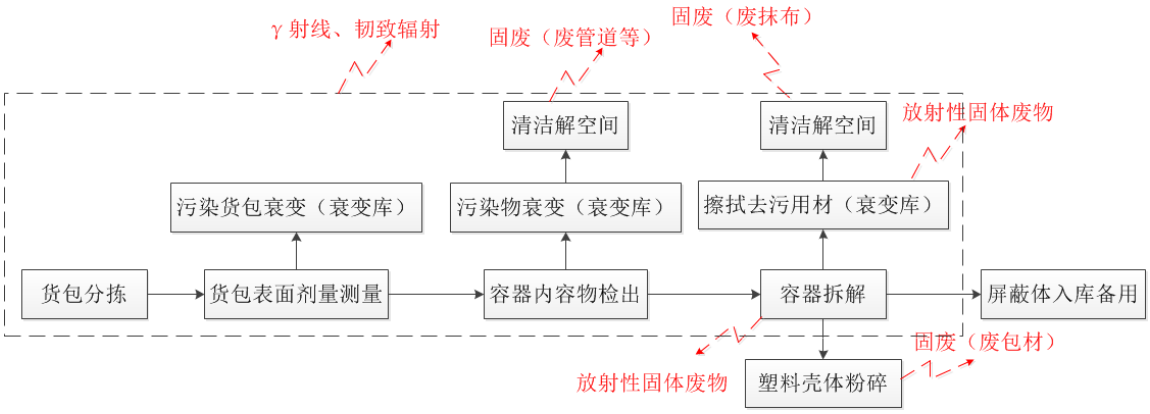
表 3.4-10　碘[^{125}I]密封籽源生产线工艺设备表

序号	设备名称	型号及技术规格（mm）	数量	单位
1	冷焊及准备	/	1	套
1.1	银丝切割机	/	3	台
1.2	钛管焊封机	/	4	台
2	源芯制备系统	/	1	套
2.1	手套箱	800×650×800	2	台
2.2	旋转反应器	/	3	台
2.3	活度测量计	/	4	台
3	组装焊接系统	/	1	套
3.1	手套箱	550×550×550	3	台
3.2	自动组装焊接仪	/	3	台
4	外观检查系统	/	1	套
4.1	手套箱	2400×800×1000	15	台
4.2	自动外观检测仪	/	3	台
5	去污清洗箱室	550×550×550	1	套
5.1	超声清洗仪	/	3	台
6	活度测量箱室（屏蔽包装箱）	1350×650×1000	1	套

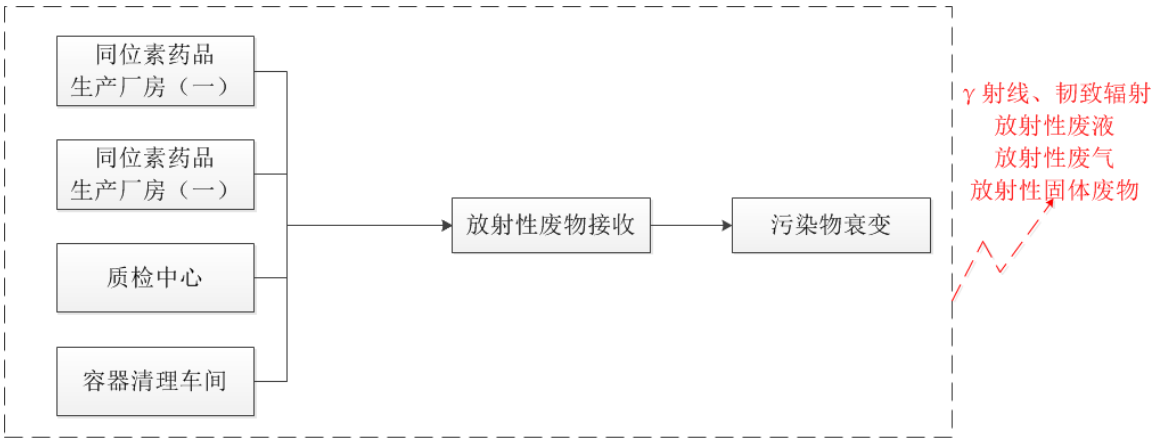
3.4.3 容器清理车间

容器清理车间主要用于放射性药品防护包装容器的清理及储存。车间一层为钼锝发生器防护容器上线整备组装暂存区域和碘系列及小剂量放射性药品防护容器上线整备组装暂存区域；车间二层为固体废物清洁解控间；三层为预留区域。

容器清理车间工艺流程如图3.4-10所示。主要污染物为清洁解控间暂存的废管道、废抹布等；以及容器拆解塑料壳体粉碎产生的废包材。



a.一层工艺流程及产污节点



b.二层工艺流程及产污节点

图3.4-10　容器清理车间工艺流程及产污节点图

3.4.4 质检中心

质检中心主要负责产品质量检验，其操作的各核素主要来源于生产线，生产线取样后，按 2:1 的比例送放射性理化实验室、放射性微生物实验室进行物理测量、化学检验和生物检验。

1）取样实验室

质检中心取样实验室主要是用针管对置于密封产品瓶中的样品取样，单批药品取样操作时间约 2min。

2）放射性理化实验室检验

物理、化学测量的内容包括：测量产品的活度及核纯，操作过程在通风柜中完成，单批样品操作时间为 2h。质检中心理化检验工艺流程图见图 3.4-11。色谱柱灭菌使用乙醇，产生废试剂和乙醇废气；高效液相等检测工序与物理性状检测工序产生废试剂。实验结束后清洗器皿产生清洗废液。实验

室清洗实验器皿产生清洗废水。

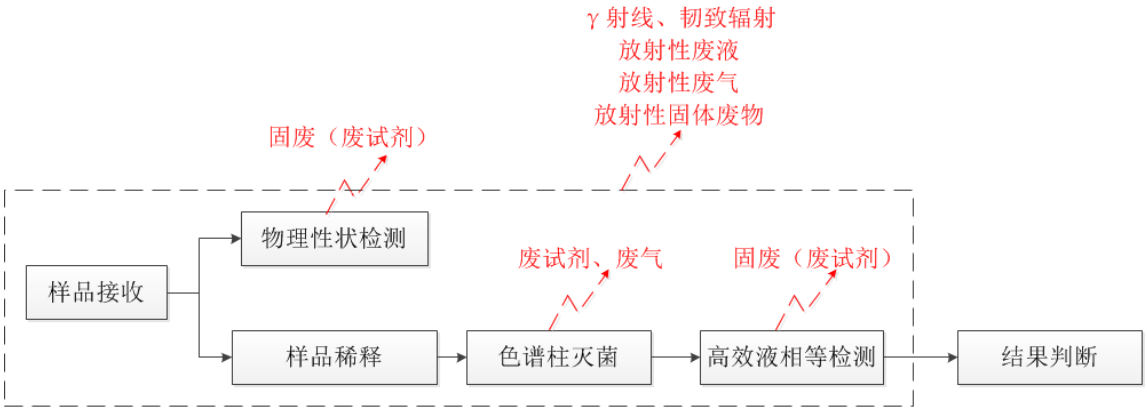
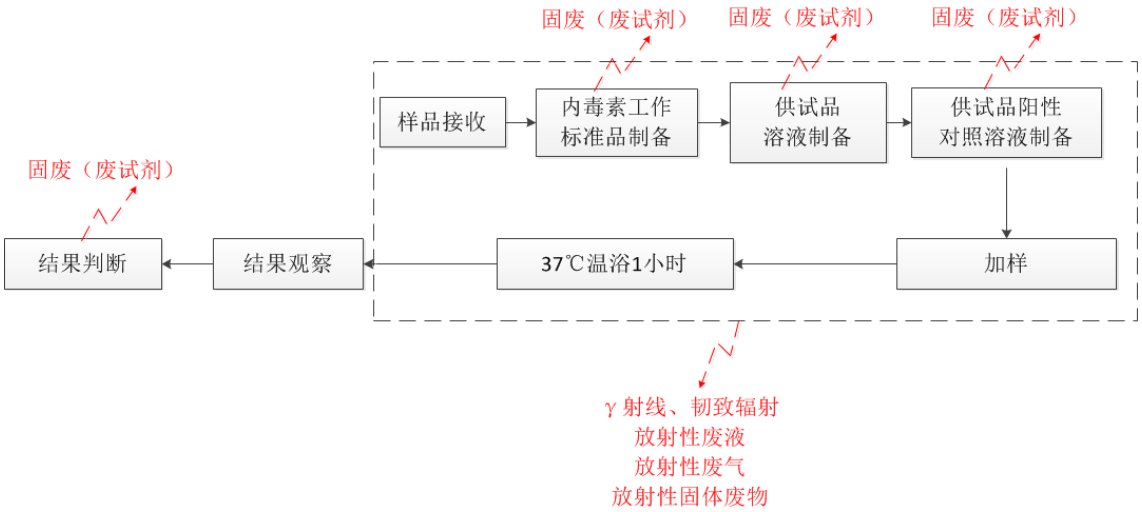


图3.4-11　质检中心理化检测工艺流程及产污节点图

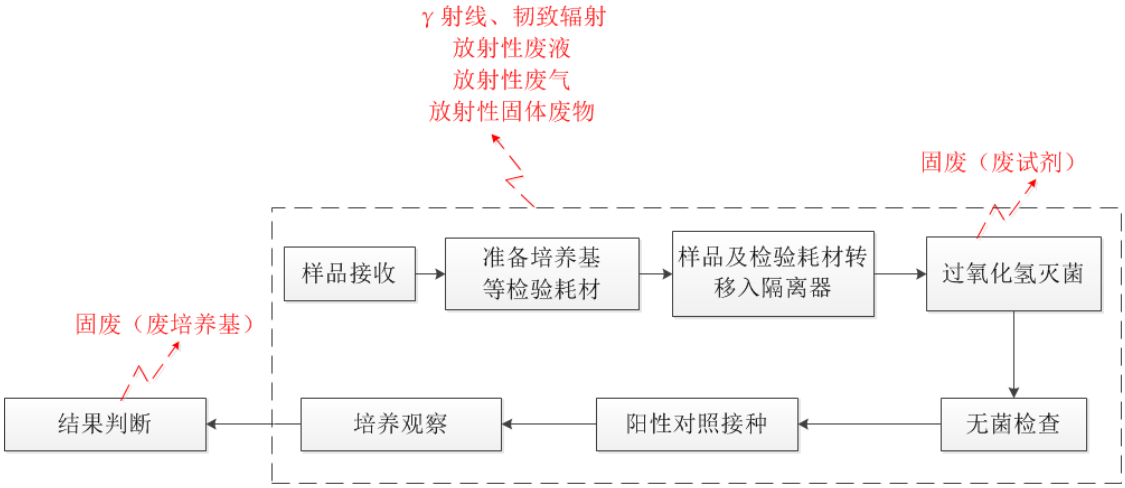
3）放射性微生物实验室检验

生物检验的主要内容包括：细菌内毒素检测，原料和产品中的细菌量检测，操作过程在通风柜中完成，单批样品操作时间为 2h。

质检中心微生物检验工艺流程图见图 3.4-12。细菌内毒素检测过程中产生废试剂；细菌量检测过程中产生废试剂、废培养基，废培养基经蒸汽灭菌锅灭活后与废试剂一同处置。实验结束后清洗器皿产生清洗废液。实验室清洗实验器皿产生清洗废水。



a.细菌内毒素检测流程及产污节点图



b.细菌量检测流程及产污节点图

图 3.4-11　质检中心微生物检测工艺流程及产污节点图

3.4.5 试剂库

本项目试剂库主要用于储存本项目质检和生产所需的少量瓶装化学试剂以及生产与质检环节产生的危险废物，试剂库各试剂间储存化学试剂明细见表 3.4-11，试剂库危废品间暂存的危险废物明细见表 3.4-12。该试剂库仅用作化学试剂与危险废物的暂存，不涉及分装、调配工艺，其工艺流程图见图 3.4-12。

表 3.4-11　试剂库储存化学试剂明细表

序号	试剂名称	浓度	状态	包装形式	数量（瓶）	总储量	储存周期	使用场所	详细用途
1	乙醇	95%	液体	500ml/瓶	10	5L	3 个月	质检中心	放射性理化质检
2	乙醇	75%	液体	500ml/瓶	35	17.5L	3 个月	各生产线	热室消毒灭菌
3	过氧化氢	30%	液体	500ml/瓶	40	20L	3 个月	钼-锝发生器	消毒灭菌，转化为废液
4	盐酸	38%	液体	500ml/瓶	5	2.5L	3 个月	碘[^{131}I]生产线	稀释至 0.1mol/L 用于产品配液
5	硝酸	75%	液体	2.5L/瓶	1	2.5L	3 个月	钼-锝发生器	稀释至 0.1mol/L 用于产品配液
6	硝酸	98%	液体	500ml/瓶	44	22L	3 个月	钼-锝发生器	稀释至 0.1mol/L 用于冷柱清洗

7	磷酸	85%	液体	1L/瓶	2	2L	3 个月	小剂量生产线	产品配液
8	甲醛	40%	液体	500ml/瓶	1	0.5L	3 个月	质检中心	液相色谱检测的溶剂
9	甲醇	99%	液体	500mL/瓶	8	4L	3 个月	质检中心	液相色谱检测的溶剂
10	丙酮	99%	液体	500mL/瓶	30	15L	3 个月	质检中心	液相色谱检测的溶剂
11	乙腈	99%	液体	500mL/瓶	8	4L	3 个月	质检中心	液相色谱检测的溶剂
12	异丙醇	99%	液体	500ml/瓶	4	2L	3 个月	质检中心	液相色谱仪冲洗系统
13	氢氧化钠	/	固体	500g/瓶	4	2.0kg	1 年	质检中心	pH 标定
14	碳酸钠	/	固体	500g/瓶	30	15kg	3 个月	碘[^{131}I]生产线	胶囊产品配置
15	氧化铝	/	固体	500g/瓶	30	15kg	3 个月	钼-锝发生器	冷柱制备

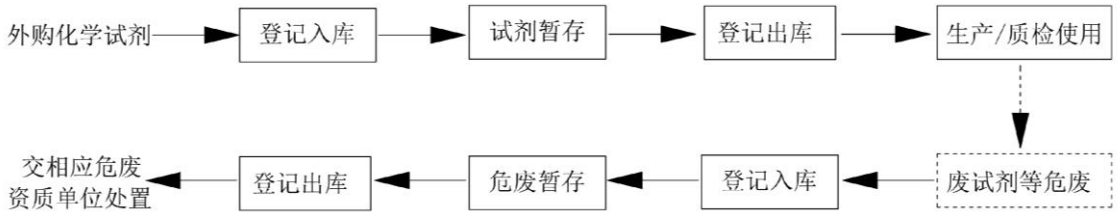


图 3.4-12　试剂库工艺流程图

表 3.4-12　试剂库危废品间暂存的危险废物

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量（吨/年）	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施*
1	废化学试剂及包装	HW49其他废物	900-047-49	1.0	质检中心	固体	化学废液	有机溶剂、废酸、废碱	1年	T/C/I/R	试剂库危废品暂存间暂存，定期交由有危废处置资质的单位处理
2	清洗废液	HW49其他废物	900-047-49	1.0	质检中心	液体	化学废液	有机溶剂、废酸、废碱	1年	T/C/I/R	
3	废活性炭	HW49其他废物	900-039-49	1.3	质检中心、有机废气治理	固体	TVOC	所吸附有害物质	1年	T	
4	废树脂	HW13有机树脂类废物	900-016-13	0.012	水处理过程	固体	^{99}Tc	所吸附有害物质	1年	T	

3.4.6 仓储中心

仓储中心库房为两层混凝土框架厂房，长 64m 宽 32m，一层层高为 8.1m，二层层高为 6m。库房为常温库，主要用于储存产品外包材、综合材料、废旧设备等，配存储货架 20 套、电动拖车 2 辆、货盘 20 套。

3.4.7 消防水池

本工程建造有效容积为 1000m^3 的消防水池 1 座，分两格。可满足本工程一次消防用水量的要求，消防水池长×宽为 21×16.2m，埋深为-4.5m，为地下一层钢筋混凝土墙结构，钢筋混凝土顶。池壁、池底均为钢筋混凝土墙。水池占地面积 340.2m^2。

3.4.8 事故池

为防止事故状态下试剂库的消防废水外流造成水体污染，在试剂库外设事故池，收集试剂库的事故污水，事故池有效容积 170m^3。事故池长×宽为 16×3.5m，埋深为-4.5m，为地下一层钢筋混凝土墙结构，钢筋混凝土顶。池壁、池底均为钢筋混凝土墙。水池占地面积 56m^2。

3.4.9 槽式排放池

本项目在厂区内设置 100m^3 槽式排放池三个，用于厂区污水管控，排水经检测达标后排入市政污水管网，最终进入污水处理厂；检测不达标的废水严禁外排，直到监测合格后才能外排。槽式排放池长×宽为 18.4×6m，埋深为-5.0m，为地下一层钢筋混凝土墙结构，钢筋混凝土顶。池壁、池底均为钢筋混凝土墙。水池占地面积 110.4m^2。

3.5 物料平衡

3.5.1 放射性物料平衡分析取值原则

原子高科华北医药有限公司建设的分子靶向诊疗药品生产基地项目生产工艺与原子高科股份有限公司目前已有工艺相同或更优，在本次评价中，对于固、液、气废物产生量计算中选取活度比例可以类比目前原子高科股份有限公司的实际运行状况，原子高科股份有限公司从事同位素药品生产已有 40 余年的历史，其生产各个环节均得到国家安全、卫生、药监、环保等部门的监管和许可。原子高科股份有限公司已形成严格的安全、质量、环保控制体系，同时积累了大量的

运行经验和数据。

本小节分析取值依据时，放射性固体、液体废物产生量比例以碘[^{131}I]系列药品生产线为例；气体挥发性核素以碘[^{131}I]系列药品生产线为例，非挥发性核素以钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线为例，两种核素为本项目中年操作量最大的生产线。

1）放射性固体废物产生比例

本参数以碘[^{131}I]口服溶液为例说明，目前，原子高科股份有限公司生产线每次生产操作量约为 3.7×10^{12}Bq（100 Ci），放射性固体废物主要包括原料液瓶、废料液瓶、塑料管线等，放射性主要存在于原料液瓶和废料液瓶。经长期实际检测，数据统计结果得出，原料液瓶活度约为 3.7×10^{10} Bq（1Ci），废料液瓶残留约为 4.1×10^{9}Bq（110mCi），无法去除，形成固体废物，其活度比例约为 1%；在辐射防护设计安全计算时，安全系数取 1.25 倍，按 1.25%取值。经比较，检测数据和计算数据在合理偏差范围内，数据有效可信。本次取值原则的依据见附件十二。

2）放射性液体废物产生比例

本参数同样以碘[^{131}I]口服溶液为例说明，目前，原子高科股份有限公司生产线每次生产操作量约为 3.7×10^{12}Bq（100Ci），该产品的工艺废液主要产生在主分装热室，产生原因主要是料液瓶和管道的残留，在实际操作中，^{131}I 料液的分装浓度为 2.96×10^{9}Bq（80mCi）/mL，每批产品分装后，都存在有 6～14mL 的料液不能分装成产品，废液的产生比例为 1.1%。考虑到辐射安全设计的多方面问题，按照 1.25 倍的安全系数计算该生产线每天产生的放射性废液总量为操作活度的 1.4%左右。本次取值原则的依据见附件十二。

3）放射性气体废物产生比例

本参数的选取挥发性核素以 ^{131}I 为例，非挥发性核素以 ^{99}Mo 为例。计算公式：

$$\eta = \frac{A_1}{A_0} \quad \text{……..……（3-1）}$$

$$A_1 = \left(\sum_{i=1}^{5} X_i\right) \cdot S \cdot N \cdot T \cdot H \quad \text{……..……（3-2）}$$

式中：

A_0—年操作总活度，数据来自采购总量衰变修正值，Bq；

A_1—年产生废气总活度，Bq；

X_i—第 i 个箱室气体浓度实际测量值，Bq/m^3；

S—单个箱室体积，m^3；单次换气量即为单个箱室体积/次；

N—换气次数，次/h；

T—操作次数，次/年；

H—单次操作时间，h/次。

表 3.5-1　参数与计算值

参数	X_i	S	N	T	H	A_1	A_0	η
^{131}I	3.00×10^{6}	2.5	25	50	4	1.84×10^{11}	2.47×10^{14}	7.45×10^{-4}
	2.89×10^{6}							
	2.99×10^{6}							
	2.91×10^{6}							
	2.93×10^{6}							
^{99}Mo	3.00×10^{4}	2.5	25	50	5	1.82×10^{9}	5.08×10^{14}	3.59×10^{-6}
	2.90×10^{4}							
	2.96×10^{4}							
	2.85×10^{4}							
	2.88×10^{4}							

保守考虑，挥发性核素挥发比例取千分之一比较合理，非挥发核素挥发比例取十万分之一比较合理，本次取值原则的依据见附件十二。

3.5.2 同位素药品生产厂房（一）各生产线物料平衡分析

3.5.2.1钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线

本生产线生产方式为 2 批/天，200 天/年；单批生产投料量为 5.55×10^{13}Bq（1500Ci），单批产品活度 5.11×10^{13}Bq（1380.79Ci）；单日投料量为 1.11×10^{14}Bq（3000Ci），单日产品总活度为 1.02×10^{14}Bq（2761.58Ci）；年投料量为 2.22×10^{16}Bq（600000Ci），年产品总活度为 2.04×10^{16}Bq（552316.08Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-2。

3.5.2.2 磷[^{32}P]酸钠盐口服液生产线

本生产线生产方式为 1 批/天，50 天/年；单批生产投料量为 7.40×10^{11}Bq（20Ci），单批产品活度7.20×10^{11}Bq（19.47Ci）；单日投料量为7.40×10^{11}Bq（20Ci），单日产品总活度为 7.20×10^{11}Bq（19.47Ci）；年投料量为 3.70×10^{13}Bq（1000Ci），年产品总活度为 3.60×10^{13}Bq（973.49Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-3。

3.5.2.3 来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线

本生产线生产方式为 1 批/天，50 天/年；单批生产投料量为 7.40×10^{12}Bq（200Ci），单批产品活度 7.20×10^{12}Bq（194.7Ci）；单日投料量为 7.40×10^{12}Bq（200Ci），单日产品总活度为 7.20×10^{12}Bq（194.7Ci）；年投料量为 3.70×10^{14}Bq（10000Ci），年产品总活度为 3.60×10^{14}Bq（9734.9Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-4。

3.5.2.4 镥[^{177}Lu]注射液生产线注射液生产线

生产线（一）生产方式为 1 批/天，50 天/年；单批生产投料量为 7.40×10^{11}Bq（20Ci），单批产品活度7.01×10^{11}Bq（18.95Ci）；单日投料量为7.40×10^{11}Bq（20Ci），单日产品总活度为 7.01×10^{11}Bq（18.95Ci）；年投料量为 3.70×10^{13}Bq（1000Ci），年产品总活度为 3.51×10^{13}Bq（947.68Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-5。

生产线（二）生产方式为 1 批/天，50 天/年；单批生产投料量为 7.40×10^{11}Bq（20Ci），单批产品活度7.01×10^{11}Bq（18.95Ci）；单日投料量为7.40×10^{11}Bq（20Ci），单日产品总活度为 7.01×10^{11}Bq（18.95Ci）；年投料量为 3.70×10^{13}Bq（1000Ci），年产品总活度为 3.51×10^{13}Bq（947.68Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-5。

3.5.3 同位素药品生产厂房（二）

3.5.3.1碘[^{131}I]系列药品物料平衡

1）粗分阶段

本生产线生产方式为 3 批/天，111 天/年，单日生产时投料量为 3.33×10^{13}Bq（900Ci），年投料量为 3.697×10^{15}Bq（99900Ci），经粗分后送到各生产线生产，

粗分阶段投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-6。

2）碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线

本生产线生产方式为 3 批/天，111 天/年；单批生产投料量为 5.74×10^{12}Bq（155Ci），单批产品活度 5.58×10^{12}Bq（150.74Ci）；单日投料量为 1.72×10^{13}Bq（465Ci），单日产品总活度为 1.67×10^{13}Bq（452.21Ci）；年投料量为 1.91×10^{15}Bq（51615Ci），年产品总活度为 1.86×10^{15}Bq（50195.59Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-7。

3）碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线

本生产线生产方式为 3 批/天，111 天/年；单批生产投料量为 7.22×10^{12}Bq（195Ci），单批产品活度 7.02×10^{12}Bq（189.64Ci）；单日投料量为 1.44×10^{13}Bq（390Ci），单日产品总活度为 1.40×10^{13}Bq（379.28Ci）；年投料量为 1.60×10^{15}Bq（43290Ci），年产品总活度为 1.56×10^{15}Bq（42099.53Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-8。

4）碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线

本生产线生产方式为 3 批/天，111 天/年；单批生产投料量为 4.63×10^{9}Bq（0.125Ci），单批产品活度 4.50×10^{9}Bq（0.122Ci）；单日投料量为 9.25×10^{9}Bq（0.25Ci），单日产品总活度为 9.0×10^{9}Bq（0.24Ci）；年投料量为 1.03×10^{12}Bq（27.75Ci），年产品总活度为 9.99×10^{11}Bq（26.99Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-9。

5）碘[^{131}I]苄胍注射液生产线

本生产线生产方式为 3 批/天，111 天/年；单批生产投料量为 7.40×10^{11}Bq（20Ci），单批产品活度 7.00×10^{11}Bq（18.92Ci）；单日投料量为 7.40×10^{11}Bq（20Ci），单日产品总活度为 7.00×10^{11}Bq（18.92Ci）；年投料量为 8.21×10^{13}Bq（2220Ci），年产品总活度为 7.77×10^{13}Bq（2099.58Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-10。

3.5.3.2 碘[^{125}I]密封籽源生产线物料平衡

本生产线生产方式为 1 批/天，250 天/年；单批生产投料量为 9.25×10^{11}Bq（25Ci），单批产品活度 8.67×10^{11}Bq（23.43Ci）；单日投料量为 9.25×10^{11}Bq（25Ci），

单日产品总活度为 8.67×10^{11}Bq（23.43Ci）；年投料量为 2.31×10^{14}Bq（6250Ci），年产品总活度为 2.17×10^{14}Bq（5856.99Ci）。生产线投料量、产品量、固、液、气损失量详见表 3.5-11。

3.5.4 容器清理车间

容器清理车间一、二层属于丙级实验场所，放射性物质操作活度较小，操作流程简单，不产生放射性废液，有微量放射性气溶胶产生，放射性固体废物主要是擦拭用抹布（活度较低），因此不再进行物料平衡分析。

3.5.5 质检中心

质检中心取样实验室单批样品取样操作时间约 2 分钟，样品置于密封产品瓶中，取样时用针管取样，没有废气及废液产生，剩余样品当放射性固体废物处理。

放射性理化实验室及放射性微生物实验室在样品分析检测过程中，会产生放射性样品残留、放射性气溶胶及放射性冲洗废水，质检中心物料平衡分析见表 3.5-2。

表 3.5-2　钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线

箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{99}Mo 活度（Bq）	单批生产时箱体废物 ^{99}Mo 及 ^{99m}Tc 活度（Bq）			单批产品 ^{99}Mo 活度（Bq）
			固	液	气	
进料箱	2 批/天，200 天/年	5.55×10^{13}（1500Ci）	原料液瓶残留 ^{99}Mo：6.94×10^{11}（18.75Ci）	/	/	5.11×10^{13}（1380.79Ci）
			原料液瓶残留 ^{99m}Tc：6.24×10^{11}（16.88Ci）	/	/	
配制箱		5.48×10^{13}（1481.25Ci）	配料瓶残留 ^{99}Mo：6.85×10^{11}（18.52Ci）	管道冲洗废水 ^{99}Mo：7.67×10^{11}（20.74Ci）	气溶胶 ^{99}Mo：5.48×10^{8}（0.01481Ci）	
			原料液瓶残留 ^{99m}Tc：6.17×10^{11}（16.66Ci）	管道冲洗废水 ^{99m}Tc：6.91×10^{11}（18.66Ci）	气溶胶 ^{99m}Tc：4.93×10^{8}（0.01Ci）	
灌注箱		3 次×1.78×10^{13}=5.34×10^{13}（3 次×480.66=1441.98Ci）	原料液瓶残留 ^{99}Mo：6.67×10^{11} 灌注损失 ^{99}Mo：2.67×10^{10}（合计：18.75Ci）	管道冲洗废水 ^{99}Mo：7.47×10^{11}（20.19Ci）	气溶胶 ^{99}Mo：5.34×10^{8}（0.01442Ci）	
			原料液瓶残留 ^{99m}Tc：6.00×10^{11} 灌注损失 ^{99m}Tc：	管道冲洗废水 ^{99m}Tc：6.72×10^{11}（18.17Ci）	气溶胶 ^{99m}Tc：4.81×10^{8}（0.01Ci）	

			2.40×10^{10} （合计：16.87Ci）			
检验箱		3 次×$1.73\times10^{13}=5.19\times10^{13}$ （3 次×467.68=1403.03Ci）	原料液瓶残留 ^{99}Mo： 6.49×10^{11} （17.54Ci）	淋洗液 ^{99}Mo： 1.73×10^{11} （4.68Ci）	气溶胶 ^{99}Mo： 5.19×10^{8} （0.01403Ci）	
			原料液瓶残留 ^{99m}Tc： 5.84×10^{11} （15.78Ci）	淋洗液 ^{99m}Tc： 1.56×10^{11} （4.21Ci）	气溶胶 ^{99m}Tc： 4.67×10^{8} （0.01Ci）	
灭菌箱		3 次×$1.70\times10^{13}=5.11\times10^{13}$ （3 次×460.27=1380.81Ci）	/	冷凝水 ^{99}Mo： 5.11×10^{7} （0.0014Ci）	气溶胶 ^{99}Mo： 5.11×10^{8} （0.01381Ci）	
				冷凝水 ^{99m}Tc： 4.60×10^{7} （≈0Ci）	气溶胶 ^{99m}Tc： 4.60×10^{8} （0.01Ci）	
组装箱		3 次×$1.70\times10^{13}=5.11\times10^{13}$ （3 次×460.26=1380.79Ci）	/	/	/	
防护包装箱		15 次×$3.41\times10^{12}=5.11\times10^{13}$ （15 次×92.01=1380.79Ci）	/	/	/	
单日投料量：1.11×10^{14}Bq（3000Ci）；单日产品总活度：1.02×10^{14}Bq（2761.58Ci）；年投料量：2.22×10^{16}Bq（600000Ci）；年产品总活度：2.04×10^{16}Bq（552316.08Ci）						

注：钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产阶段 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例以 90%及 0%计。

表 3.5-3　磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线

箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{32}P 活度（Bq）	单批生产时各箱体废物 ^{32}P 活度（Bq）			单批产品 ^{32}P 活度（Bq）
			固	液	气	
预室	1 批/天，50 天/年	/	/	/	/	7.20×10^{11}（19.47Ci）
主工艺箱室		7.40×10^{11}（20Ci）	原料液瓶残留：9.25×10^{9}（0.25Ci）	管道冲洗废水：1.04×10^{10}（0.28Ci）	气溶胶：7.40×10^{6}（0.0002Ci）	
单日投料量：7.40×10^{11}Bq（20Ci）；单日产品总活度：7.20×10^{11}Bq（19.47Ci）；年投料量：3.70×10^{13}Bq（1000Ci）；年产品总活度：3.60×10^{13}Bq（973.49Ci）						

表 3.5-4　来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线

箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{153}Sm 活度（Bq）	单批生产时各箱体废物 ^{153}Sm 活度（Bq）			单批产品 ^{153}Sm 活度（Bq）
			固	液	气	
预室	1 批/天，50 天/年	/	/	/	/	7.20×10^{12}（194.7Ci）
主工艺箱室		7.40×10^{12}（200Ci）	原料液瓶残留：9.25×10^{10}（2.5Ci）	管道冲洗废水：1.04×10^{11}（2.8Ci）	气溶胶：7.40×10^{7}（0.002Ci）	
单日投料量：7.40×10^{12}Bq（200Ci）；单日产品总活度：7.20×10^{12}Bq（194.7Ci）；年投料量：3.70×10^{14}Bq（10000Ci）；年产品总活度：3.60×10^{14}Bq（9734.9Ci）						

表 3.5-5　镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）、（二）

镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）						
箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{177}Lu 活度（Bq）	单批生产时各箱体废物 ^{177}Lu 活度（Bq）			单批产品 ^{177}Lu 活度（Bq）
			固	液	气	
合成箱室	1 批/天，50 天/年	7.40×10^{11}（20Ci）	原料液瓶残留：9.25×10^{9}（0.25Ci）	管道冲洗废水：1.04×10^{10}（0.28Ci）	气溶胶：7.40×10^{6}（0.0002Ci）	7.01×10^{11}（18.95Ci）
预室		/	/	/	/	
主工艺箱室		7.20×10^{11}（19.47Ci）	原料液瓶残留：9.00×10^{9}（0.24Ci）	管道冲洗废水：1.01×10^{10}（0.27Ci）	气溶胶：7.20×10^{6}（0.0002Ci）	
单日投料量：7.40×10^{11}Bq（20Ci）；单日产品总活度：7.01×10^{11}Bq（18.95Ci）；年投料量：3.70×10^{13}Bq（1000Ci）；年产品总活度：3.51×10^{13}Bq（947.68Ci）						
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）						
箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{177}Lu 活度（Bq）	单批生产时各箱体废物 ^{177}Lu 活度（Bq）			单批产品 ^{177}Lu 活度（Bq）
			固	液	气	
合成箱室	1 批/天，50 天/年	7.40×10^{11}（20Ci）	原料液瓶残留：9.25×10^{9}（0.25Ci）	管道冲洗废水：1.04×10^{10}（0.28Ci）	气溶胶：7.40×10^{6}（0.0002Ci）	7.01×10^{11}（18.95Ci）
预室		/	/	/	/	
主工艺箱室		7.20×10^{11}（19.47Ci）	原料液瓶残留：9.00×10^{9}（0.24Ci）	管道冲洗废水：1.01×10^{10}（0.27Ci）	气溶胶：7.20×10^{6}（0.0002Ci）	
单日投料量：7.40×10^{11}Bq（20Ci）；单日产品总活度：7.01×10^{11}Bq（18.95Ci）；年投料量：3.70×10^{13}Bq（1000Ci）；年产品总活度：3.51×10^{13}Bq（947.68Ci）						

表 3.5-6　碘[^{131}I]系列药品生产线粗分箱

箱体名称	年生产天数	单日原料活度（Bq）	单日生产时箱体主要废物产生量（Bq）			单日生产时为各生产线总供料情况（Bq）			
						3.24×10^{13}（875.25Ci）			
			固	液	气	碘[^{131}I]化钠口服溶液	治疗用碘[^{131}I]化钠胶囊	诊断用碘[^{131}I]化钠胶囊	碘[^{131}I]苄胍注射液
粗分箱	111 天	3.33×10^{13}（900Ci）	外购料液瓶残留：4.16×10^{11}（11.25Ci）	管道冲洗废水：4.66×10^{11}（12.6Ci）	气溶胶：3.33×10^{10}（0.9Ci）	1.72×10^{13}（465Ci）	1.44×10^{13}（390Ci）	9.25×10^{9}（0.25Ci）	7.40×10^{11}（20Ci）

表 3.5-7　碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线

箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{131}I 活度（Bq）	单批生产时各箱体废物 ^{131}I 活度（Bq）			单批产品 ^{131}I 活度（Bq）
			固	液	气	
预室	3 批/天，111 天/年	/	/	/	/	5.58×10^{12}（150.74Ci）
主工艺箱室		5.74×10^{12}（155Ci）	原料液瓶残留：7.17×10^{10}（1.94Ci）	管道冲洗废水：8.03×10^{10}（2.17Ci）	气溶胶：5.58×10^{9}（0.16Ci）	
单日投料量：1.72×10^{13}Bq（465Ci）；单日产品总活度：1.67×10^{13}Bq（452.21Ci）；年投料量：1.91×10^{15}Bq（51615Ci）；年产品总活度：1.86×10^{15}Bq（50195.59Ci）						

表 3.5-8　碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线

箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{131}I 活度（Bq）	单批生产时各箱体废物 ^{131}I 活度（Bq）			单批产品 ^{131}I 活度（Bq）
			固	液	气	
预室	2 批/天，111 天/年	/	/	/	/	7.02×10^{12}（189.64Ci）
主工艺箱室		7.22×10^{12}（195Ci）	原料液瓶残留：9.02×10^{10}（2.44Ci）	管道冲洗废水：1.01×10^{11}（2.73Ci）	气溶胶：7.22×10^{9}（0.20Ci）	
单日投料量：1.44×10^{13}Bq（390Ci）；单日产品总活度：1.40×10^{13}Bq（379.28Ci）；年投料量：1.60×10^{15}Bq（43290Ci）；年产品总活度：1.56×10^{15}Bq（42099.53Ci）						

表 3.5-9　碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线

箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{131}I 活度（Bq）	单批生产时各箱体废物 ^{131}I 活度（Bq）			单批产品 ^{131}I 活度（Bq）
			固	液	气	
预室	2 批/天，111 天/年	/	/	/	/	4.50×10^{9}（0.12Ci）
主工艺箱室		4.63×10^{9}（0.125Ci）	原料液瓶残留：5.78×10^{7}（0.00156Ci）	管道冲洗废水：6.48×10^{7}（0.00175Ci）	气溶胶：4.63×10^{6}（0.00013Ci）	
单日投料量：9.25×10^{9}Bq（0.25Ci）；单日产品总活度：9.0×10^{9}Bq（0.24Ci）；年投料量：1.03×10^{12}Bq（27.75Ci）；年产品总活度：9.99×10^{11}Bq（26.99Ci）						

表 3.5-10　碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]苄胍注射液生产线

箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{131}I 活度（Bq）	单批生产时各箱体废物 ^{131}I 活度（Bq）			单批产品 ^{131}I 活度（Bq）
			固	液	气	
合成箱室	1 批/天，111 天/年	7.40×10^{11}（20Ci）	原料液瓶残留：9.25×10^{9}（0.25Ci）	管道冲洗废水：1.04×10^{10}（0.28Ci）	气溶胶：7.40×10^{8}（0.02Ci）	7.00×10^{11}（18.92Ci）
预室		/	/	/	/	
主工艺箱室		7.20×10^{11}（19.45Ci）	原料液瓶残留：9.00×10^{9}（0.24Ci）	管道冲洗废水：1.01×10^{10}（0.27Ci）	气溶胶：7.20×10^{8}（0.02Ci）	
单日投料量：7.40×10^{11}Bq（20Ci）；单日产品总活度：7.00×10^{11}Bq（18.92Ci）；年投料量：8.21×10^{13}Bq（2220Ci）；年产品总活度：7.77×10^{13}Bq（2099.58Ci）						

表 3.5-11　碘[^{125}I]密封籽源生产线

箱体名称	生产方式	单批生产时箱体内原料 ^{125}I 活度（Bq）	单批生产时各箱体废物 ^{125}I 活度（Bq）			单批产品 ^{125}I 活度（Bq）
			固	液	气	
源芯制备箱室	1 批/天，250 天/年	9.25×10^{11}（25Ci）	原料液瓶残留：1.16×10^{10} 吸附残液：4.63×10^{10} （合计 1.56Ci）	/	气溶胶：9.25×10^{7}（0.0025Ci）	8.67×10^{11}（23.43Ci）
热源焊接箱室		8.67×10^{11}（23.44Ci）	/	/	气溶胶：8.67×10^{7}（0.0023Ci）	
外观检查箱室		8.67×10^{11}（23.43Ci）	/	/	气溶胶：8.67×10^{7}（0.0023Ci）	
去污清洗箱室		8.67×10^{11}（23.43Ci）	/	清洗液：8.67×10^{5}（0.00002Ci）	气溶胶：8.67×10^{7}（0.0023Ci）	
活度测量箱室		8.67×10^{11}（23.43Ci）	/	/	/	
清洗分装箱室		8.67×10^{11}（23.43Ci）	/	/	/	
单日投料量：9.25×10^{11}Bq（25Ci）；单日产品总活度：8.67×10^{11}Bq（23.43Ci）；年投料量：2.31×10^{14}Bq（6250Ci）；年产品总活度：2.17×10^{14}Bq（5856.99Ci）						

表 3.5-12　质检中心

取样实验室							
来样生产线	**操作箱室**	**生产方式**	**单批取样时箱体内样品活度（Bq）**	**单批取样时各实验线废物产生量（Bq）**			**单批取样量（Bq）**
				固	**液**	**气**	
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	取样箱室 1	2 批/天，200 天/年	8.51×10^{10}（2.30Ci）	残留样品 ^{99}Mo：8.29×10^{10}（2.24Ci）	/	/	2.22×10^{9}（0.06Ci）
				残留样品 ^{99m}Tc：7.46×10^{10}（2.02Ci）	/	/	
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线		1 批/天，50 天/年	1.85×10^{8}（0.01Ci）	残留样品：0（0Ci）	/	/	1.85×10^{8}（0.01Ci）
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线		1 批/天，50 天/年	5.55×10^{9}（0.15Ci）	残留样品：5.18×10^{9}（0.14Ci）	/	/	3.70×10^{8}（0.01Ci）
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）		1 批/天，50 天/年	1.18×10^{10}（0.32Ci）	残留样品：1.15×10^{10}（0.31Ci）	/	/	3.70×10^{8}（0.01Ci）
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）		1 批/天，50 天/年	1.18×10^{10}（0.32Ci）	残留样品：1.15×10^{10}（0.31Ci）	/	/	3.70×10^{8}（0.01Ci）
碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	取样箱室 2	3 批/天，111 天/年	9.25×10^{8}（0.03Ci）	残留样品：5.55×10^{8}（0.02Ci）	/	/	3.70×10^{8}（0.01Ci）
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线		2 批/天，111 天/年	3.70×10^{9}（0.10Ci）	残留样品：2.22×10^{9}（0.06Ci）	/	/	1.48×10^{9}（0.04Ci）

碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线		2 批/天，111 天/年	1.33×10^{7}（0.0004Ci）	残留样品：0（0Ci）	/	/	1.33×10^{7}（0.0004Ci）
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线		1 批/天，111 天/年	7.96×10^{9}（0.22Ci）	残留样品：7.22×10^{9}（0.20Ci）	/	/	7.40×10^{8}（0.02Ci）
碘[^{125}I]密封籽源生产线		1 批/天，250 天/年	3.70×10^{8}（0.01Ci）	残留样品：1.48×10^{8}（0.004Ci）	/	/	2.22×10^{8}（0.01Ci）
放射性理化实验室							
来样生产线	**操作箱室**	**生产方式**	**单批理化检验时箱体内样品活度（Bq）**	**单批理化检验时各实验线废物产生量（Bq）**			/
				固	**液**	**气**	
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	理化检验箱室 1	2 批/天，200 天/年	1.48×10^{9}（0.04Ci）	残留样品 ^{99}Mo：1.46×10^{9}（0.0394Ci）	清洗液 ^{99}Mo：2.07×10^{7}（0.0006Ci）	气溶胶 ^{99}Mo：1.48×10^{4}（≈0Ci）	/
				残留样品 ^{99m}Tc：1.31×10^{9}（0.0355Ci）	清洗液 ^{99m}Tc：1.86×10^{7}（0.0005Ci）	气溶胶 ^{99m}Tc：1.33×10^{4}（≈0Ci）	
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	理化检验箱室 2	1 批/天，50 天/年	1.85×10^{8}（0.005Ci）	残留样品：1.82×10^{8}（0.0049Ci）	清洗液：2.59×10^{6}（0.0001Ci）	气溶胶：1.85×10^{3}（≈0Ci）	/
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线		1 批/天，50 天/年	2.47×10^{8}（0.0067Ci）	残留样品：2.43×10^{8}（0.0066Ci）	清洗液：3.45×10^{6}（0.0001Ci）	气溶胶：2.47×10^{3}（≈0Ci）	/
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）		1 批/天，50 天/年	2.47×10^{8}（0.0067Ci）	残留样品：2.43×10^{8}（0.0066Ci）	清洗液：3.45×10^{6}（0.0001Ci）	气溶胶：2.47×10^{3}（≈0Ci）	/
镥[^{177}Lu]注射液生		1 批/天，	2.47×10^{8}	残留样品：2.43×10^{8}	清洗液：3.45×10^{6}	气溶胶：2.47×10^{3}	

产线（二）		50 天/年	（0.0067Ci）	（0.0066Ci）	（0.0001Ci）	（≈0Ci）	
碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	理化检验箱室3	3 批/天，111 天/年	3.70×10^{8}（0.01Ci）	残留样品：3.64×10^{8}（0.0099Ci）	清洗液：5.18×10^{6}（0.0001Ci）	气溶胶：3.70×10^{5}（≈0Ci）	/
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线		2 批/天，111 天/年	1.48×10^{9}（0.04Ci）	残留样品：1.46×10^{9}（0.0394Ci）	清洗液：2.07×10^{7}（0.0006Ci）	气溶胶：1.48×10^{6}（≈0Ci）	/
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线		2 批/天，111 天/年	1.33×10^{7}（0.0004Ci）	残留样品：1.31×10^{7}（0.0004Ci）	1.86×10^{5}（≈0Ci）	1.33×10^{4}（≈0Ci）	/
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线		1 批/天，111 天/年	4.93×10^{8}（0.0133Ci）	残留样品：4.86×10^{8}（0.0131Ci）	清洗液：6.91×10^{6}（0.0002Ci）	气溶胶：4.93×10^{5}（≈0Ci）	/
碘[^{125}I]密封籽源生产线	理化检验箱室4	1 批/天，250 天/年	2.22×10^{8}（0.006Ci）	残留样品：2.22×10^{8}（0.006Ci）	/	/	/
放射性微生物实验室							
来样生产线	**操作箱室**	**生产方式**	**单批生物检验时箱体内样品活度（Bq）**	**单批生物检验时各实验线废物产生量（Bq）**			/
				固	**液**	**气**	
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	生物检验箱室1	2 批/天，200 天/年	7.40×10^{8}（0.02Ci）	残留样品 ^{99}Mo：7.30×10^{8}（0.0197Ci）	清洗液 ^{99}Mo：1.04×10^{7}（0.0003Ci）	气溶胶 ^{99}Mo：7.40×10^{3}（≈0Ci）	/
				残留样品 ^{99m}Tc：6.57×10^{8}（0.0177Ci）	清洗液 ^{99m}Tc：9.32×10^{6}（0.0003Ci）	气溶胶 ^{99m}Tc：6.66×10^{3}（≈0Ci）	/
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液	生物检验箱室	1 批/天，50 天/年	1.23×10^{8}（0.0033Ci）	残留样品：1.22×10^{8}（0.0033Ci）	清洗液：1.73×10^{6}（≈0Ci）	气溶胶：1.23×10^{3}（≈0Ci）	/

生产线	2						
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）		1 批/天，50 天/年	1.23×10^{8}（0.0033Ci）	残留样品：1.22×10^{8}（0.0033Ci）	清洗液：1.73×10^{6}（≈0Ci）	气溶胶：1.23×10^{3}（≈0Ci）	/
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）		1 批/天，50 天/年	1.23×10^{8}（0.0033Ci）	残留样品：1.22×10^{8}（0.0033Ci）	清洗液：1.73×10^{6}（≈0Ci）	气溶胶：1.23×10^{3}（≈0Ci）	/
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线		1 批/天，50 天/年	2.47×10^{8}（0.0067Ci）	残留样品：2.43×10^{8}（0.0066Ci）	清洗液：3.45×10^{6}（0.0001Ci）	气溶胶：2.47×10^{5}（≈0Ci）	/

注：钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器由生产环节到质检环节时间较短，因此质检中心 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例仍以 90%及 0%计。

3.5.6 化学试剂物料平衡

本项目使用的化学试剂物料平衡情况见表3.5-13，主要化学试剂乙醇的平衡图见图3.5-1。

表 3.5-13　化学试剂物料平衡表

编号	投入				产（排）出			
	试剂名称	用途		用量（kg）	产品带走（kg）	废气（kg）	废水（kg）	固废（kg）
1	乙醇	碘[^{131}I]生产线	擦拭热室	24（75%乙醇 40L）	0	9.6	0	14.4
		钼锝发生器生产线	擦拭热室	12（75%乙醇 20L）	0	12.0	0	0
		小剂量药品生产线	擦拭热室	6（75%乙醇 10L）	0	6.0	0	0
		质检中心理化实验室		11.4 （95%乙醇 15L）	0	4.56	0	6.84
2	盐酸	碘[^{131}I]生产线产品配液		11.8（38%盐酸）	10.41	0.238	0	0.356
3	硝酸	钼-锝发生器生产线产品配液		15（75%硝酸）	14.93	0.028	0	0.042
		钼-锝发生器生产线冷柱清洗		132（98%硝酸）	0	0.152	0	131.848
4	过氧化氢	钼-锝发生器生产线消毒灭菌		88.8（30%过氧化氢）	0	0	0	88.8
5	磷酸	小剂量药品生产线产品配液		15（85%磷酸）	15	0	0	0
6	碳酸钠	碘[^{131}I]生产线胶囊产品配制		1.5	1.5	0	0	0
7	氧化铝	钼-锝发生器冷柱制备		60	60	0	0	0
8	氢氧化钠	小剂量生产线产品配液		2.0	2.0	0	0	0
9	甲醛	质检中心质检		0.656（40%甲醛）	0	0	0	0.656
10	甲醇	质检中心质检		12.43	0	0	0	12.43
11	丙酮	质检中心质检；碘[^{125}I]密封籽源		47.4	0	1.03	0	46.37

		生产线清洗银丝					
12	乙腈	质检中心质检	12.58	0	0	0	12.58
13	异丙醇	液相色谱仪冲洗系统	6.29	0	0	0	6.29

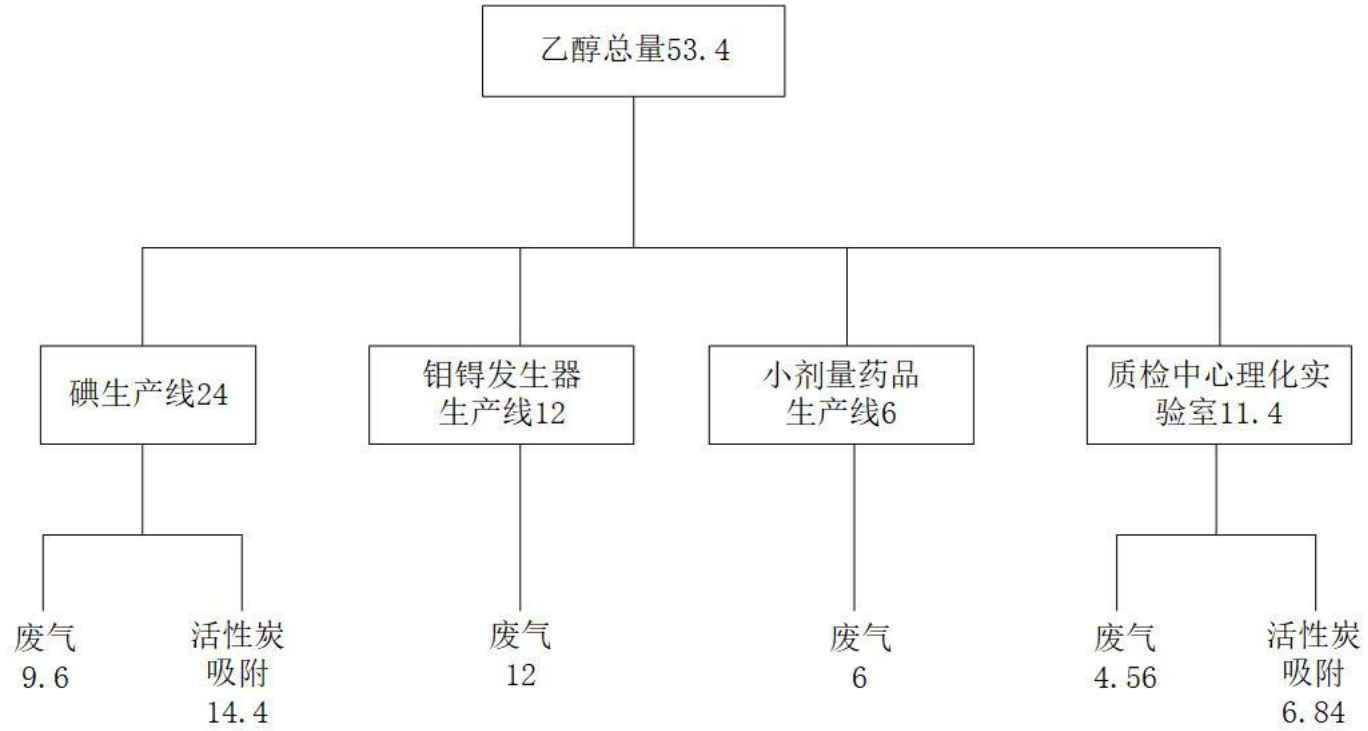


图 3.5-1 乙醇物料平衡图（kg/a）

3.6 公用工程

3.6.1 供电系统

1）电源情况

本项目位于河北省涿州市松林店经济技术开发区。开发区建有35kV变电站及110kV变电站各1座。由华北、北京两大电网双向供电。开发区拥有自备电厂1座，年可供电1.7×10^8kWh。

110kV松林店站位于松林店镇涿白路与松高路交叉口北侧，涿白路东侧，该变电站装机容量100MW，富裕容量约45MW。本项目需双电源供电，经与园区供电部门初步沟通，可由松林店站提供项目所需的2路10kV电源，并由供电部门负责将10kV电源接至厂区边界。

2）负荷等级

生产车间内生产时不能停电的工艺设备、放射性区域的送/排风系统、洁净空调系统、备用照明、消防应急照明及疏散指示系统、消防喷淋设备、消防排烟设备、火灾自动报警系统、通信及安防设备等为二级负荷，其它设备均为三级负荷。

二级负荷安装容量约450kW，工作容量约330kW。其中，消防负荷安装容量413kW，工作容量293kW。

3.6.2 供热系统

1）采暖热水供应

本厂区采暖热负荷为 3940.6kW，采暖热媒采用 80℃/60℃热水，流量 172t/h。在动力车间设置 SJZQIII-N-4.9-A 型高效智能管壳式汽-水采暖换热机组 1 套，制备 80℃/60℃热水，机组额定供热量 4900kW。换热机组设置采暖热水循环泵 3 台，1 台备用，单台水泵流量 126m^3/h，扬程 30m。换热系统闭式循环，补水泵定压，设变频补水泵 2 台，1 用 1 备，单台水泵流量 15m^3/h，扬程 35m，补水采用采暖换热凝结水。

制备的采暖热水经厂区采暖热水管网供至厂区各车间。

2）蒸汽供应

本厂区暖通空调、淋浴所用热媒为蒸汽，接自市政蒸汽管网。市政蒸汽压力

为 0.8MPa，温度 175℃，在厂区动力车间统一计量减压后经蒸汽管网供至各车间。凝结水在各个车间回收后由凝结水回收泵打回市政凝结水管网。暖通空调及淋浴所用蒸汽共 12.0t/h。通风空调用汽量 5t/h，采暖用汽量 5.5t/h，淋浴用汽量 1.5t/h。本项目用于钼锝发生器柱子蒸汽灭菌的工艺用蒸汽由企业采用纯化水自制，其冷凝水用不锈钢废液储罐收集，作为放射性废液处置。

3）外网

厂区冷水、蒸汽、凝结水及采暖热水管道采用地沟敷设。冷水及采暖热水管道在动力车间制备后接出动力车间供往厂区各用户。市政蒸汽自新经八路（规划线路）方向接入厂区，计量后由地沟敷设供往各用户车间。

厂区采暖管道 50mm＜管径 DN≤200mm，采用无缝钢管；管径 DN＞200mm，采用螺旋焊缝钢管，管道采用焊接连接。

冷水管道进行保冷，主保冷材料为聚氨酯管壳。热力管道进行保温，主保温材料为离心玻璃棉管壳。

3.6.3 制冷系统

各车间空调系统夏季运行，需要 7℃/12℃冷冻循环水，厂区空调冷负荷为 4880kW，冷水流量 840m³/h。

为满足各车间空调用冷需要，在厂区动力车间制冷站设置制冷系统 1 套，设 LSBLX700/R4（BP）型水冷磁悬浮冷水机组 2 台，单机额定制冷量 2462kW，7℃/12℃额定冷水流量 423m³/h，额定冷却水（32℃/37℃）流量 529m³/h。制冷系统总容量 4924kW，采用闭式循环。制冷剂采用环保冷媒 R134a（化学成分四氟乙烷），对臭氧层损耗值（ODP）为 0。

本系统设置冷水循环泵 3 台，1 台备用，单台额定流量 460m³/h，扬程 30m。另设置变频补水泵 2 台，1 台备用。补水泵单台额定流量 32m³/h，扬程 30m。补水采用软化水，设双阀双罐全自动软水器 1 台制备软化水，软水器产水量 4~8t/h。

3.6.4 运输系统

综合考虑以上依据与原则，并考虑到风向以及工艺、消防、运输等多方面要求，并且在区块内的布局充分考虑了企业未来发展及预留扩建。将厂区按不同的功能分区分为厂前区、生产区、动力区、仓储区、辅助设施区等五

个区域。并作如下布置：

1）厂前区布置在厂区的东北部位置，由综合科技楼（含食堂）和绿化广场组成。综合科技楼呈不规则型，被绿化广场围合，东侧靠近厂区人流大门，厂前区南侧和东侧布置中央绿化景观，景观区内布置水系和建筑小品，使厂前区更加干净、美观。停车场包含机动车和非机动车停车位，布置在厂前区西侧。

厂区人流大门位于本厂区的东侧中间位置，人员进入厂区后行政办公人员北行进入厂前区，生产人员西行进入生产区，各区域人流互不交叉，也不穿行其他区域。厂前区布置方式简洁大气，使用功能人性化，方便各类人员的管理，保证行政人流与生产人流分开，体现出人流设计的规律性、秩序性和管理性能。

2）生产区由五个生产车间组成，厂区东部三个，包含质检中心、同位素药品生产厂房（一）同位素药品生产厂房（二），由北向南依次纵向布置在厂前区南侧；厂区西部两个，包含容器清理车间、即时标记药品生产厂房，由北向南依次纵向布置在厂前区西侧。生产区在动力区和仓储区的南侧，也各自在集中地域内，这样不但方便了厂区的分期建设，而且都有方便短捷的动力输送和物流运输。

3）动力区动力车间，布置在厂区西侧中间位置，生产区的北侧，减少了厂区管线的敷设，动力运输方便短捷，也保证了管线不穿厂前区，使厂前区整洁干净。

4）仓储区包含仓储中心和试剂库，紧邻动力区，即也在生产区的北侧。在厂区东侧中间位置开设物流大门（在人流大门南侧，与人流大门由厂区名牌隔开），仓储区装卸场地在综合仓库西侧，同位素药品生产厂房（一）和同位素药品生产厂房（二）之间为物流全硬化通道（主物流通道），这样降低了对其他区域的影响，保证厂前区的安全，方便货物的对外运输，保证厂区的洁净生产。

5）辅助设施区包含消防水池、事故池和槽式排放池，消防水池位于厂前区南侧中央绿化景观规划用地内，为全地下形式，绿化覆盖；事故池位于动

力车间西侧，槽式排放池位于整个厂区的东南角，都为全地下形式，根据风向不会对厂前区和生产区造成影响，保证厂区的洁净、美观。

6）为了合理组织全厂人、物流走向避免交叉，全厂设门卫一座，位于厂区东侧中间位置，人流大门靠近门卫（供行政办公和厂内生产人员出入），人流大门和物流大门由厂区名牌分开，物流大门在人流大门南侧，供原料及成品货物的运输。从而保证了厂区内外人、物流均不交叉，保持了本场的洁净性和秩序性，便于管理。

3.6.5 通风系统

本工程质检中心、同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、容器清理车间等厂房有不同程度的放射性污染，同时部分岗位还有挥发性有机物等废气产生。为此，在选用密封性好的先进设备和建立合理操作制度的前提下，还应该加强个人防护，并采取与工艺设备紧密配合的通风除尘措施，如隔离、负压排风、净化过滤等措施以及合理的气流组织，实现工作区域有害物浓度达到国家卫生标准、排放物达到国家有关大气环境质量标准及各种污染物排放标准的要求。

1）生产过程中，工作箱配备整体式排风机，从环境吸风经高效过滤器净化后进入箱体，通过调节排风阀门，维持箱体负压值-300~-200Pa。工作箱等在生产时产生有放射性物质或挥发性有机物等气体，经高效过滤器、活性炭过滤器等过滤后排放，排放高度高于 15m，高效过滤器过滤效率不低于 99.9%。若工作箱排放气体含碘，则经高效过滤器及除碘过滤器处理后排放，碘吸附器的净化系数不低于 1000，泄漏率≤0.01%。有放射性操作的通风柜设局部通风，在半开口状态下进气口截面的平均风速为 1.02m/s。

2）有放射性气溶胶的厂房控制厂房内为负压，控制负压值在-20Pa～-5Pa。控制气流方向由非污染区到污染区，由低污染区到高污染区。本项目监督区通风换气次数至少 2~5 次/h，控制区II通风换气次数至少 20~30 次/h，控制区I通风换气次数至少 5~20 次/h。各厂房放射性气体排气筒高出周边 50m 内最高建筑屋脊 3m 以上。

3）试剂库易燃试剂存储、易燃试剂存储及危废品存储间设事故通风系统，

换气次数以 12 次/h 计，通风机与自动化专业爆炸气体浓度报警装置联锁，浓度报警时，报警信号联动排风机开启排风。通风系统承担正常通风兼事故通风。事故排风系统在防爆区室内外便于操作的地点设置控制开关，并在室内控制开关地点设通风机启闭状态显示。事故排风系统管道设防静电接地。

4）厂房或仓库内长度超过 40m、公共建筑内长度超过 20m 且均不具备自然排烟条件的疏散走道及面积超过 300m^2 的丙类房间，设置机械排烟系统。综合科技楼内区楼梯间为疏散楼梯间，设置火灾加压送风系统。

3.6.6 给排水

1）职工生活用水：本项目设食堂，餐食由外卖配送，不加工餐食。职工生活用水包括职工日常生活用水（盥洗、冲厕等）、洗衣用水和生产人员淋浴用水，根据《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019），职工职工日常生活用水按 40L/（人 d）计、职工洗衣用水按 30L/（人 d）计、职工淋浴用水按 60L/（人 d）计。本项目一期劳动定员 300 人，其中 200 人为生产人员，需在生产后进行淋浴。经计算，本项目职工日常生活用水量为 12.0m^3/d，职工洗衣用水 6.0m^3/d，生产人员淋浴用水 12.0m^3/d，则职工生活用水共计 30.0m^3/d，均为新水。

职工生活用水定额及用水量见表 3.6-1。

表 3.6-1　职工生活用水定额及用水量汇总表

用水类型	用水定额	规模	用水量（m^3/d）	备注
职工生活（盥洗、冲厕）	40L/(人 d)	300 人	12.0	综合科技楼、动力车间、仓储中心职工生活污水合计 6.0 m^3/d，其它厂房职工生活污水合计 6.0 m^3/d
洗衣	30L/(人 d)	200 人	6.0	/
淋浴	60L/(人 d)	200 人	12.0	/
合计	--	--	30.0	/

（2）制水系统用水：本项目制冷系统需使用软水，生产过程工艺清洗需使用纯化水。将市政自来水原水通过机械过滤器和活性炭过滤器后，添加阻垢剂，其出水经一级反渗透装置，除去水中的导电离子、有机物及细菌等，即为软水，贮存在中间水箱，部分供用户使用，剩余部分由中间水泵送至二级反渗透，进一步除去水中导电离子、有机物及细菌等，即为纯化水，贮存于纯化水储罐中。水制备工艺流程见图 3.6-1。制水系统产生的废水水质较洁净，属于清净下水。制

水系统用新水量 9.0m³/d，产生纯化水 6.0m³/d，用于：洁净洗衣 2.0 m³/d、质检中心 1.0 m³/d、器具清洗 3.0 m³/d。

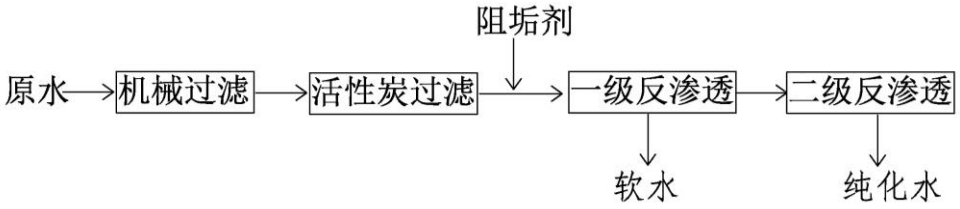


图 3.6-1　制水工艺流程图

（3）质检中心用水：质检中心实验清洗用水量 3.0m³/d，其中：自来水 2.0m³/d，本项目自制纯化水 1.0m³/d。

（4）循环冷却系统用水：动力车间循环冷却系统夏季（80d）运行，其余季节（170d）不运行。循环冷却系统总用水量 8591.96m³/d，其中新水用量 126.96m³/d、循环水量 8464m³/d。

（5）制冷系统：动力车间制冷系统夏季（80d）运行，其余季节（170d）不运行。制冷系统总用水量 856m³/d，其中新水用量 10m³/d、循环水量 846m³/d。

（6）外购注射水：外购注射水共计 2.2078m³/d，其中 0.2078m³/d 用于工艺清洗，2m³/d 用于配置药剂。

本项目全年的新鲜用水量合计为 21758.75m³/a，其中：夏季 14413.424 m³，其余季节 7345.326 m³。

2）排水

本项目职工淋浴废水 9.6m³/d 和包装工艺的职工洗衣废水 0.8m³/d，均排入槽式排放池，定期对槽式排放池中废水进行检测后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。本项目除包装工艺以外的职工洗衣废水 4.0m³/d，排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。

（2）夏季动力车间循环冷却系统排污水 42.32m³/d、制冷系统排污水 2.0m³/d，均为清净下水，直接排入污水管网，最终进松林店污水处理厂。制水系统废水 2.0m³/d，为清净下水，直接排入污水管网，最终进松林店污水处理厂。

（3）生产废水：质检中心清洗废水 2.4m³/d、洁净洗衣废水 1.6 m³/d、器具

清洗废水 2.4m^3/d 均排入槽式排放池，定期对槽式排放池中废水进行检测后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。

（4）清洁解控的工艺清洗水：部分外购注射水也用于工艺清洗，产生放射性废液 0.086m^3/d，排入废液暂存罐，经检测达标后经污水管网排入松林店污水处理厂。

3）给排水平衡

本项目给排水平衡见表 3.6-2 和图 3.6-2。

由表 3.6-2 和图 3.6-2 可见，本项目总用水量：夏季（80d）为 9497.1678m^3/d，其中新水用量 180.1678m^3/d、循环水用量 9310m^3/d，废水排放量 77.806 m^3/d。

由表 3.6-3 和图 3.6-3 可见，本项目总用水量：其他季节（170d）为 49.2078m^3/d，其中新水用量 43.2078m^3/d，废水排放量 33.486m^3/d。

表 3.6-2　给排水平衡一览表（夏季）　　单位：m^3/d

项目	总水量	新水	串联水量	循环水量	损失量	废水排放量			
						产生量	回用量	排放量及去向	
职工生活用水（综合科技楼、动力车间、仓储中心、其他厂房）	12	12	0	0	2.4	9.6	0	9.6	经化粪池后排入市政污水管网，进松林店污水处理厂
循环冷却系统	8591.96	126.96	0	8464	84.64	42.32	0	42.32	排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂
制冷系统	856	10	0	846	8	2	0	2	
制水系统	9.0	9.0	0	0	0	3.0	0	3.0	
职工洗衣用水（其他）	5	5	0	0	1.0	4.0	0	4.0	
职工洗衣用水（包装）	1	1	0	0	0.2	0.8	0	0.8	排入槽式排放池，经检测达标后定期排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂
生产人员淋浴用水	12.0	12.0	0	0	2.4	9.6	0	9.6	
质检中心用水	3	2	1	0	0.6	2.4	0	2.4	
洁净洗衣	2.0	0	2	0	0.4	1.6	0	1.6	
器具清洗水	3	0	3	0	0.6	2.4	0	2.4	
工艺清洗水	0.2078	0.2078	0	0	0.1218	0.086	0	0.086	暂存于废水暂存罐，定期排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂
配置药剂	2	2	0	0	2	0	0	0	--
合计	9497.1678	180.1678	6	9310	102.3618	77.806	0	77.806	--

表 3.6-3　给排水平衡一览表（其他季节）　　单位：m^3/d

项目	总水量	新水	串联水量	循环水量	损失量	废水排放量			
						产生量	回用量	排放量及去向	
职工生活用水（综合科技楼、动力车间、仓储中心、其他厂房）	12	12	0	0	2.4	9.6	0	9.6	经化粪池后排入市政污水管网，进松林店污水处理厂
职工洗衣用水（其他）	5	5	0	0	1.0	4.0	0	4.0	排入市政污水管网，进松林店污水处理厂
制水系统	9.0	9.0	0	0	0	3.0	0	3.0	
职工洗衣用水（包装）	1	1	0	0	0.2	0.8	0	0.8	排入槽式排放池，经检测达标后定期排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂
生产人员淋浴用水	12.0	12.0	0	0	2.4	9.6	0	9.6	
质检中心用水	3	2	1	0	0.6	2.4	0	2.4	
洁净洗衣	2.0	0	2	0	0.4	1.6	0	1.6	
器具清洗水	3	0	3	0	0.6	2.4	0	2.4	
工艺清洗水	0.2078	0.2078	0	0	0.1218	0.086	0	0.086	暂存于废水暂存罐，定期排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂
配置药剂	2	2	0	0	2	0	0	0	--
合计	49.2078	43.2078	6	0	9.7218	33.486	0	33.486	--

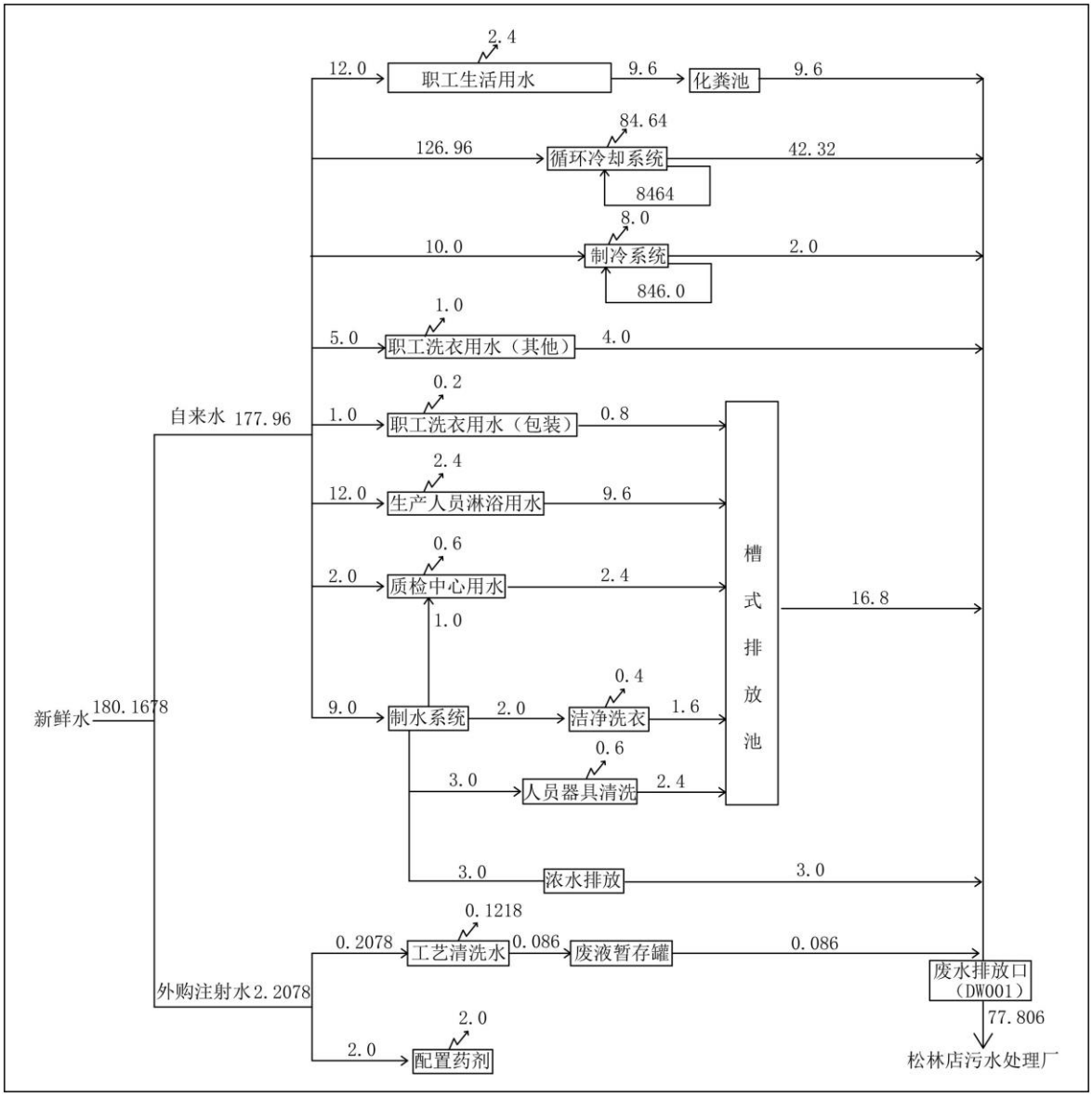


图 3.6-2　全厂水平衡图（夏季，单位 m^3/d）

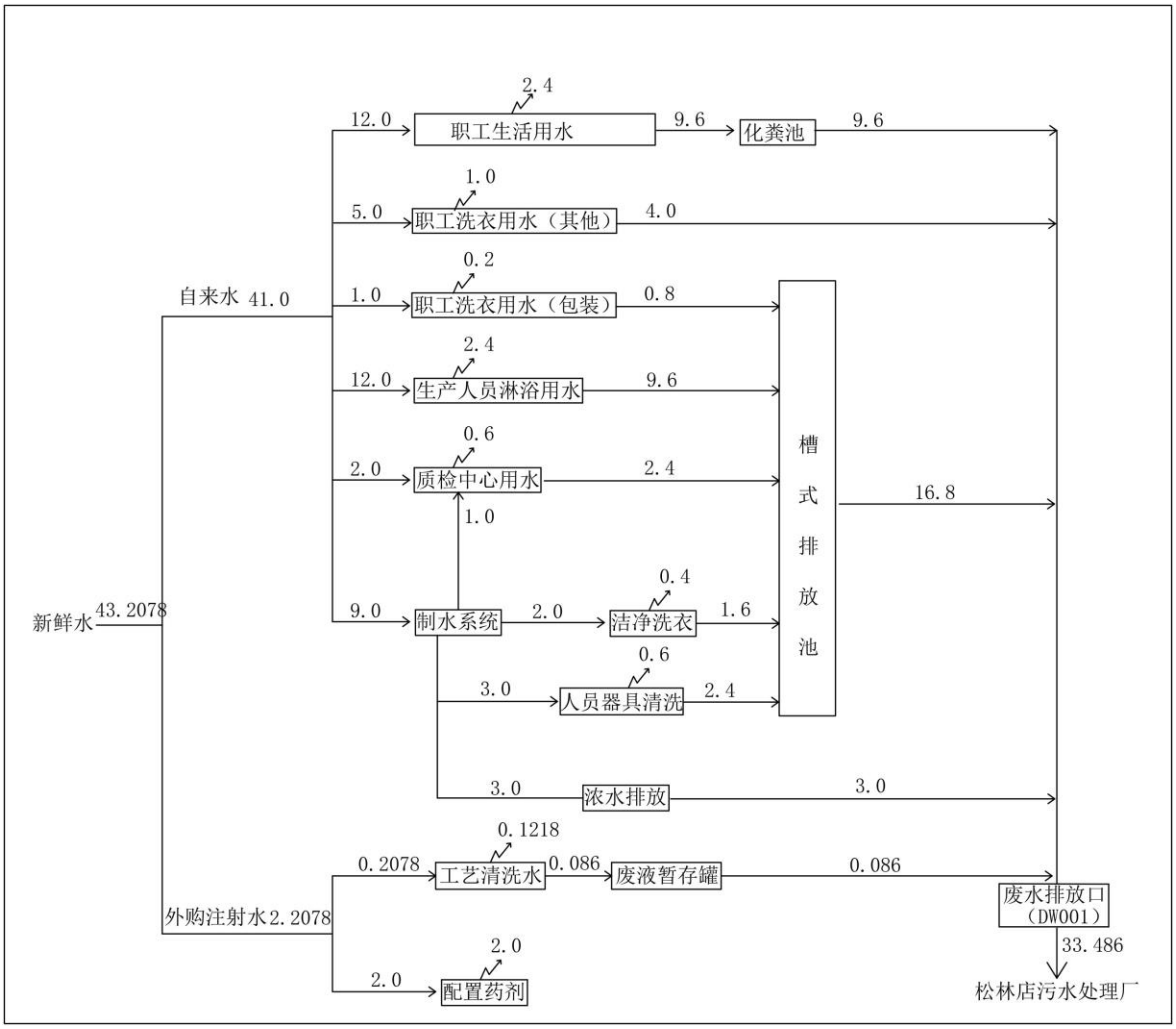


图 3.6-3　全厂水平衡图（其他季节，单位 m^3/d）

3.7 污染源项、处置措施及废弃物

3.7.1 废气污染源项、处置措施及废弃物

3.7.1.1 放射性废气污染源项、处置措施及废弃物

1）同位素药品生产厂房（一）

（1）钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线放射性废气产生量

本项目同位素药品生产厂房（一）钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线在进行 ^{99}Mo 料液的开罐、配制、灌注、淋洗等操作过程中将产生一定量气溶胶，各产污单元气溶胶产生速率及年产生量见表 3.7-1。

表 3.7-1　钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线气溶胶产生速率及年产生量一览表

产污单元	生产制度	单批生产时间(h/批)	单批生产时 ^{99}Mo 及 ^{99m}Tc	单批生产时 ^{99}Mo 及	年生产时间	年产生量(Bq/a)

			废气产生量（Bq）	^{99m}Tc 废气产生速率（Bq/h）	(h/a)	
进料箱	2 批/天，200 天/年	0.25			100	
配制箱		0.75	5.48×10^{8}	7.31×10^{8}	300	2.18×10^{11}
			4.93×10^{8}	6.58×10^{8}		1.97×10^{11}
灌注箱		6	5.34×10^{8}	8.90×10^{7}	2400	2.14×10^{11}
			4.81×10^{8}	8.01×10^{7}		1.92×10^{11}
检验箱		6	5.19×10^{8}	8.65×10^{7}	2400	2.08×10^{11}
			4.67×10^{8}	7.79×10^{7}		1.87×10^{11}
灭菌箱		1	5.11×10^{8}	5.11×10^{8}	400	2.04×10^{11}
			4.60×10^{8}	4.60×10^{8}		1.84×10^{11}
组装箱		1	/	/	400	/
防护包装箱		1	/	/	400	/
合计	**^{99}Mo**			**1.41×10^{9}**	/	**8.44×10^{11}**
	^{99m}Tc			**1.28×10^{9}**	/	**7.60×10^{11}**

根据工艺流程分析，考虑各箱体同时工作时，^{99}Mo 气溶胶的最大产生速率为 1.41×10^{9}Bq/h，^{99m}Tc 气溶胶的最大产生速率为 1.28×10^{9}Bq/h，^{99}Mo 气溶胶年产生量为 8.44×10^{11}Bq/a，^{99m}Tc 气溶胶年产生量为 7.60×10^{11}Bq/a。

（2）磷[^{32}P]酸钠盐口服液生产线放射性废气产生量

本项目同位素药品生产厂房（一）磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线在进行溶液混合、分装等操作过程中将产生 ^{32}P 气溶胶，各产污单元气溶胶产生速率及年产生量见表 3.7-2。

表 3.7-2　磷[^{32}P]酸钠盐口服液生产线气溶胶产生速率及年产生量一览表

产污单元	生产制度	单批生产时间(h/批)	单批生产时 ^{32}P 废气产生量（Bq）	单批生产时 ^{32}P 废气产生速率（Bq/h）	年生产时间 (h/a)	年产生量 (Bq/a)
预室	1 批/天，50 天/年	0.5	/	/	25	/
主工艺箱		5	7.40×10^{6}	1.48×10^{6}	250	3.70×10^{8}
合计	**^{32}P**			**1.48×10^{6}**		**3.70×10^{8}**

由表 3.7-2 可知，磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线 ^{32}P 气溶胶的产生速率为 1.48×10^{6}Bq/h， ^{32}P 气溶胶年产生量为 3.70×10^{8}Bq/a。

（3）来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线放射性废气产生量

本项目同位素药品生产厂房（一）来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线在进

行溶液混合、分装等操作过程中将产生 ^{153}Sm 气溶胶，各产污单元气溶胶产生速率及年产生量见表 3.7-3。

表 3.7-3 来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线气溶胶产生速率及年产生量一览表

产污单元	生产制度	单批生产时间(h/批)	单批生产时 ^{153}Sm 废气产生量（Bq）	单批生产时 ^{153}Sm 废气产生速率（Bq/h）	年生产时间(h/a)	年产生量(Bq/a)
预室	1 批/天，50 天/年	0.5	/	/	25	/
主工艺箱		8	7.40×10^{7}	9.25×10^{6}	400	3.70×10^{9}
合计	**^{153}Sm**			**9.25×10^{6}**	/	**3.70×10^{9}**

由表 3.7-3 可知，来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线 ^{153}Sm 气溶胶的产生速率为 9.25×10^{6}Bq/h，年产生量为 3.70×10^{9}Bq/a。

（4）镥[^{177}Lu]注射液生产线放射性废气产生量

本项目同位素药品生产厂房（一）镥[^{177}Lu]注射液生产线在进行溶液合成、混合、分装等操作过程中将产生 ^{177}Lu 气溶胶，各产污单元气溶胶产生速率及年产生量见表 3.7-4。

表 3.7-4 镥[^{177}Lu]注射液生产线气溶胶产生速率及年产生量一览表

产污单元	生产制度	单批生产时间(h/批)	单批生产时 ^{177}Lu 废气产生量（Bq）	单批生产时 ^{177}Lu 废气产生速率（Bq/h）	年生产时间(h/a)	年产生量(Bq/a)
生产线（一）						
合成箱	1 批/天，50 天/年	0.5	7.40×10^{6}	1.48×10^{7}	25	3.70×10^{8}
预室		0.25	/	/	12.5	/
主工艺箱		0.5	7.20×10^{6}	1.44×10^{7}	25	3.60×10^{8}
生产线（二）						
合成箱	1 批/天，50 天/年	0.5	7.40×10^{6}	1.48×10^{7}	25	3.70×10^{8}
预室		0.25	/	/	12.5	/
主工艺箱		0.5	7.20×10^{6}	1.44×10^{7}	25	3.60×10^{8}
合计	**^{177}Lu**			**5.84×10^{7}**	/	**1.46×10^{9}**

由表 3.7-4 可知，镥[^{177}Lu]注射液生产线 ^{177}Lu 气溶胶的产生速率为 5.84×10^{7}Bq/h，年产生量为 1.46×10^{9}Bq/a。

（5）同位素药品生产厂房（一）放射性废气处置措施及排放量

同位素药品生产厂房（一）产生的放射性气态污染物分别经收集、净化后

由 1 根 26m 排气筒集中排放，排气量为 5000m^3/h、1500m^3/h，箱室中放射性气溶胶经高效过滤系统处理，净化效率均可达 99.9%。同位素药品生产厂房（一）核素排放速率、排放浓度、年排放量参数见表 3.7-5。

表 3.7-5　同位素药品生产厂房（一）气溶胶排放量汇总表

污染物	单批产生速率（Bq/h）	总排风量(m^3/h)	净化效率(%)	排气筒数量	排气筒高度(m)	单批排放速率(Bq/h)	单批排放浓度(Bq/m^3)	年排放量（Bq/a）
^{99}Mo	1.41×10^{9}	5000	99.9	1	26	1.41×10^{6}	2.82×10^{2}	8.44×10^{8}
^{99m}Tc	1.28×10^{9}	5000				1.28×10^{6}	2.56×10^{2}	7.60×10^{8}
^{32}P	1.48×10^{6}	1500				1.48×10^{3}	9.87×10^{-1}	3.70×10^{5}
^{153}Sm	9.25×10^{6}	1500				9.25×10^{3}	6.17	3.70×10^{6}
^{177}Lu	5.84×10^{7}	1500*2				5.84×10^{4}	1.95×10^{1}	1.46×10^{6}
合计	/							**1.61×10^{9}**

根据表 3.7-5 中计算结果可知，同位素药品生产厂房（一）放射性气溶胶年排放总量为 1.61×10^{9}Bq/a。

2）同位素药品生产厂房（二）

（1）碘[^{131}I]系列产品生产线放射性废气产生量

同位素药品生产厂房（二）碘[^{131}I]系列产品生产线在进行原料粗分、溶液混合、分装、药液滴加等操作过程中将产生气溶胶，各产污单元气溶胶产生速率及年产生量见表 3.7-6。

表 3.7-6　碘[^{131}I]系列产品生产线气溶胶产生速率及年产生量一览表

产污单元		生产制度	单日生产时间(h/天)	单日生产时^{131}I 废气产生量（Bq）	单日生产时^{131}I 废气产生速率（Bq/h）	年生产时间(h/a)	年产生量(Bq/a)
接收箱		111 天/a	0.1	/	/	33.3	/
粗分箱			3	3.33×10^{10}	1.11×10^{10}	333	3.70×10^{12}
产污单元		**生产方式**	**单批生产时间(h/批)**	**单批生产时废气产生量（Bq）**	**单批生产时废气产生速率（Bq/h）**	**年生产时间(h/a)**	**年产生量(Bq/a)**
碘 [^{131}I] 化钠口服溶液	预室	3 批/天，111 天/年	0.5	/	/	166.5	/
	主工艺箱		5	5.74×10^{9}	1.15×10^{9}	1665	1.91×10^{12}

碘[^{131}I]化钠治疗胶囊主工艺箱	预室	2 批/天，111 天/年	1	/	/	222	/
	主工艺箱		6	7.22×10^{9}	1.20×10^{9}	1332	1.60×10^{12}
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊主工艺箱	预室	2 批/天，111 天/年	1	/	/	222	/
	主工艺箱		4	4.63×10^{6}	1.16×10^{6}	888	1.03×10^{9}
碘[^{131}I]苄胍注射液	合成箱	1 批/天，111 天/年	3	7.40×10^{8}	2.47×10^{8}	333	8.23×10^{10}
	预室		0.5	/	/	55.5	/
	主工艺箱		4	7.20×10^{8}	1.80×10^{8}	444	7.99×10^{10}
合计		**^{131}I**			**1.11×10^{10}**	/	**7.37×10^{12}**

根据碘[^{131}I]系列产品生产线工艺流程分析，原料经粗分后运至各生产线进行生产，两个阶段不同时进行，对比分析，粗分阶段碘[^{131}I]气溶胶的产生速率最大，为 1.11×10^{10}Bq/h。^{131}I 气溶胶年产生量为 7.37×10^{12}Bq/a。

（2）碘[^{125}I]密封籽源生产线放射性废气产生量

同位素药品生产厂房（二）碘[^{125}I]密封籽源生产线在进行源芯制备、焊接、检验、清洗等操作过程中将产生气溶胶，各产污单元气溶胶产生速率及年产生量见表 3.7-7。

表 3.7-7　碘[^{125}I]密封籽源生产线 ^{125}I 气溶胶产生速率及年产生量一览表

产污单元	生产制度	单批生产时间(h/批)	单批生产时 ^{125}I 废气产生量（Bq）	单批生产时 ^{125}I 废气产生速率（Bq/h）	年生产时间(h/a)	年产生量(Bq/a)
源芯制备箱	1 批/天，250 天/年	0.3	9.25×10^{7}	3.08×10^{8}	75	2.31×10^{10}
热源焊接箱		1	8.67×10^{7}	8.67×10^{7}	250	2.17×10^{10}
外观检查箱		0.17	8.67×10^{7}	5.10×10^{8}	42.5	2.17×10^{10}
去污清洗箱		1	8.67×10^{7}	8.67×10^{7}	250	2.17×10^{10}
活度测量箱		0.36	/	/	90	/
清洗分装箱		0.4	/	/	100	/
合计	**^{125}I**			**9.92×10^{8}**	/	**8.82×10^{10}**

根据工艺流程分析，考虑各箱体同时工作，^{125}I 气溶胶的最大产生速率为 9.92×10^{8}Bq/h。^{125}I 气溶胶年产生量为 8.82×10^{10}Bq/a。

（3）同位素药品生产厂房（二）放射性废气处置措施及排放量

同位素药品生产厂房（二）生产线箱室产生的放射性废气经收集、除碘机组（高效过滤+活性炭+高效过滤）净化后由 1 根 18m 排气筒集中排放，除碘机组净化效率均可达到 99.9%。其中 ^{131}I 系列药物生产线废气排放量分别为粗分箱 92m^3/h、生产线箱室 1300m^3/h；^{125}I 密封籽源生产线废气排放量为 700m^3/h。同位素药品生产厂房（二）核素排放速率、排放浓度、年排放量参数见表 3.7-8。

表 3.7-8　同位素药品生产厂房（二）气溶胶排放量汇总表

污染物	单批产生速率（Bq/h）	总排风量 (m^3/h)	净化效率（%）	排气筒数量	排气筒高度(m)	单批排放速率 (Bq/h)	单批排放浓度 (Bq/m^3)	年排放量（Bq/a）
^{131}I	1.11×10^{10}	92	99.9	1	18	1.11×10^{7}	1.21×10^{5}	7.37×10^{9}
^{125}I	9.92×10^{8}	700				9.92×10^{5}	1.42×10^{3}	8.82×10^{7}
合计	/							**7.46×10^{9}**

根据表 3.7-8 中计算结果可知，同位素药品生产厂房（二）放射性气溶胶年排放总量为 7.46×10^{9}Bq/a。

3）容器清理车间

容器清理车间一、二层均属于丙级实验场所，日操作量较低，考虑挥发比例、车间整体排风量，排风系统 99%过滤效率等因素，致使其外排核素量极低，因此，放射性废气经车间 18m 排气筒排放后，对环境的影响可忽略不计。

4）质检中心

（1）质检中心放射性废气产生量

质检中心在进行理化及生物分析过程中会产生气溶胶，各产污单元气溶胶产生速率及年产生量见表 3.7-9。

（2）质检中心放射性废气处置措施及排放量

质检中心各箱体产生的放射性废气汇集到屋顶由 1 根 26m 总排气筒外排。质检中心排风系统处理效率为 99.9%，单个箱室排风量为 1600m^3/h。

质检中心各种核素气排放速率、年产生量见表 3.7-9，排放浓度及年排放

量见表 3.7-10。

表 3.7-9　质检中心气溶胶产生速率及年产生量一览表

产污单元	污染物名称	检验制度（天/年）	放射性理化实验室废气单批产生量（Bq）	放射性微生物实验室废气单批产生量（Bq）	理化检验批分析时间（h）	生物检验批分析时间（h）	放射性理化实验室废气单批产生速率（Bq/h）	放射性微生物实验室废气单批产生速率（Bq/h）	两个实验室年检验时间（h/a）	年产生量（Bq/a）
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	2 批/天，200 天/年	1.48×10^{4}	7.40×10^{3}	2	2	7.40×10^{3}	3.70×10^{3}	800/800	8.88×10^{6}
	^{99m}Tc		1.33×10^{4}	6.66×10^{3}			6.65×10^{3}	3.33×10^{3}		7.98×10^{6}
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	1 批/天，50 天/年	1.85×10^{3}	/	2	/	9.25×10^{2}	/	100/0	9.25×10^{4}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	1 批/天，50 天/年	2.47×10^{3}	1.23×10^{3}	2	2	1.23×10^{3}	6.17×10^{2}	100/100	1.85×10^{5}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	^{177}Lu	1 批/天，50 天/年	2.47×10^{3}	1.23×10^{3}	2	2	1.23×10^{3}	6.17×10^{2}	100/100	1.85×10^{5}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	^{177}Lu	1 批/天，50 天/年	2.47×10^{3}	1.23×10^{3}	2	2	1.23×10^{3}	6.17×10^{2}	100/100	1.85×10^{5}
碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	^{131}I	3 批/天，111 天/年	3.70×10^{5}	/	2	/	1.85×10^{5}	/	666/0	1.23×10^{8}
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	^{131}I	2 批/天，111 天/年	1.48×10^{6}	/	2	/	7.40×10^{5}	/	444/0	3.29×10^{8}
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	^{131}I	2 批/天，111 天/年	1.33×10^{4}	/	2	/	6.66×10^{3}	/	444/0	2.96×10^{6}
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	1 批/天，111 天/年	4.93×10^{5}	2.47×10^{5}	2	2	2.47×10^{5}	1.23×10^{5}	222/222	8.21×10^{7}
碘[^{125}I]密封籽源生产线	^{125}I	1 批/天，250 天/年	/	/	2	/		/	500/0	/
合计	/									**5.55×10^{8}**

注：钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器由生产环节到质检环节时间较短，因此质检中心 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例仍以 90%及 0%计。

表 3.7-10　质检中心气溶胶排放量汇总表

产污单元	污染物名称	放射性理化实验室废气单批产生速率（Bq/h）	放射性微生物实验室废气单批产生速率（Bq/h）	理化实验箱排风量（m^3/h）	生物实验箱排风量（m^3/h）	净化率（%）	排气筒数量	排气筒高度(m)	放射性理化实验室单批排放速率(Bq/h)	放射性微生物实验室单批排放速率(Bq/h)	放射性理化实验室单批排放浓度(Bq/m^3)	放射性微生物实验室单批排放浓度(Bq/m^3)	单批最大排放速率合计（Bq/h）	年排放量（Bq/a）
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	7.40×10^{3}	3.70×10^{3}	1600	1600	99.9	1	26	7.40	3.70	4.63×10^{-3}	2.31×10^{-3}	1.11×10^{1}	8.88×10^{3}
	^{99m}Tc	6.65×10^{3}	3.33×10^{3}						6.65	3.33	4.16×10^{-3}	2.08×10^{-3}	9.98	7.98×10^{3}
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	9.25×10^{2}	/	1600	/				9.25×10^{-1}	/	5.78×10^{-4}	/	9.25×10^{-1}	9.25×10^{1}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	1.23×10^{3}	6.17×10^{2}	1600	1600				1.23	6.17×10^{-1}	7.71×10^{-4}	3.85×10^{-4}	1.85	1.85×10^{2}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	^{177}Lu	1.23×10^{3}	6.17×10^{2}	1600	1600				1.23	6.17×10^{-1}	7.71×10^{-4}	3.85×10^{-4}	1.85	1.85×10^{2}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	^{177}Lu	1.23×10^{3}	6.17×10^{2}	1600	1600				1.23	6.17×10^{-1}	7.71×10^{-4}	3.85×10^{-4}	1.85	1.85×10^{2}
碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	^{131}I	1.85×10^{5}	/	1600	/				1.85×10^{2}	/	1.16×10^{-1}	/	1.30×10^{3}	1.23×10^{5}
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	^{131}I	7.40×10^{5}	/	1600	/				7.40×10^{2}	/	4.63×10^{-1}	/		3.29×10^{5}
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	^{131}I	6.66×10^{3}	/	1600	/				6.66	/	4.16×10^{-3}	/		2.96×10^{3}
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	2.47×10^{5}	1.23×10^{5}	1600	1600				2.47×10^{2}	1.23×10^{2}	1.54×10^{-1}	7.71×10^{-2}		8.21×10^{4}
碘[^{125}I]密封籽源生产线	^{125}I	/	/	/	/				/	/	/	/	/	/
合计	/													**5.55×10^{5}**

3.7.1.2 非放射性废气污染源项、处置措施及废弃物

本项目设食堂，餐食由外卖配送，不加工餐食，无食堂油烟等大气污染物产生。项目产生的大气污染物主要为化学药品制剂生产过程中稀盐酸、稀硝酸配制产生的无机气态污染物和消毒与清洗使用的乙醇、丙酮挥发产生的有机气态污染物。

1）无机气态污染物

本项目在碘[^{131}I]生产线产品配液时将使用0.1mol/L盐酸，镥[^{177}Lu]标记注射液产品配液使用0.04mol/L盐酸，上述两个浓度的稀盐酸由38%盐酸在同位素药品生产厂房（一）二层非放药品配套生产区通风橱内配制。盐酸具有挥发性，会挥发产生一定量的无机气态污染物—氯化氢。经通风橱收集后，由活性炭吸附装置+高效过滤器处理后由1根26m排气筒外排。

钼-锝发生器生产线产品配液时使用0.1mol/L硝酸，钼-锝发生器生产线冷柱淋洗时使用1.0mol/L硝酸，上述两个浓度的稀硝酸分别由75%硝酸与98%硝酸在同位素药品生产厂房（一）二层非放药品配套生产区通风橱内配置。硝酸具有挥发性，会挥发产生一定量的无机气态污染物—NO_x。经通风橱收集后，由活性炭吸附装置+高效过滤器处理后由1根26m排气筒外排。

本次评价根据《环境统计手册》计算项目无机气态污染物氯化氢、NO_x的产生量具体公式如下：

$$Gz=M\times(0.000352+0.000786V)\times P\times F \quad \text{……...（3-1）}$$

式中：

Gz—液体的蒸发量（kg/h）；

M—液体的分子量；

V—蒸发液体表面上的空气流速（m/s）；

P—液体温度下的空气中的蒸汽分压力（mmHg）；

F—液体蒸发面的表面积（m^2）。

据上述公示计算无机气态污染物氯化氢、氮氧化物的产生量，具体参数和产生情况见下表。

表3.7-11　无机气态污染物计算参数一览表

产污环节	使用试剂	分子量	空气流速（m/s）	蒸汽分压力（mmHg）	液体蒸发面的表面积（m^2）	产生速率(kg/h)
非放药品配套生产区0.1mol/L、0.04mol/L 稀盐酸配制	盐酸（38%）	36.5	0.5	277	0.0071	0.0535
非放药品配套生产区0.1mol/L 稀硝酸配置	硝酸（75%）	63	0.5	10.5	0.0071	0.0035
非放药品配套生产区1.0mol/L 稀硝酸配置	硝酸（98%）	63	0.5	57	0.0071	0.0190

表3.7-12　无机气态污染物产生情况表

产污环节	污染物项目	产生速率 Gz (kg/h)	每天使用时间(h)	年工作时间(d)	年挥发总量(kg/a)
非放药品配套生产区0.1mol/L、0.04mol/L 稀盐酸配制	HCl	0.0535	0.1	161	0.8614
非放药品配套生产区0.1mol/L 稀硝酸配制	NO_x	0.0035	0.1	200	0.07
非放药品配套生产区1.0mol/L 稀硝酸配制	NO_x	0.0190	0.1	200	0.38

表3.7-13　无机气态污染物排放情况表

产污环节	污染物	产生情况			排放情况		
		产生量（kg/a）	产生浓度（mg/m^3）	产生速率（kg/h）	排放量（kg/a）	排放浓度（mg/m^3）	排放速率（kg/h）
非放药品配套生产区0.1mol/L、	HCl	0.8614	33.44	0.0535	0.3445	13.38	0.0214

0.04mol/L 稀盐酸配制							
非放药品配套生产区 0.1mol/L 稀硝酸配制	NO_x	0.07	2.19	0.0035	0.028	0.88	0.0014
非放药品配套生产区 1.0mol/L 稀硝酸配制	NO_x	0.38	11.88	0.019	0.152	4.75	0.0076

2）有机气态污染物

本项目碘[^{131}I]生产线使用75%乙醇清洗管路、热室进行消毒灭菌；钼锝发生器生产线与小剂量药品生产线使用75%乙醇清洗管路、热室进行消毒灭菌；质检中心放射性理化实验室使用95%乙醇进行消毒灭菌；乙醇挥发产生乙醇废气，属于TVOC。

（1）75%乙醇

同位素药品生产厂房（二）碘[^{131}I]生产线使用75%乙醇擦拭热室进行消毒灭菌。箱室消毒75%乙醇使用量40L/a，折合纯乙醇年用量为24kg/a；碘[^{131}I]生产线年生产111天，乙醇日用量0.2162kg/d，风量9390m^3/h；日操作8批次，每次灭菌15分钟，灭菌共用时2h。按照乙醇100%挥发计算，乙醇废气产生浓度11.51mg/m^3，经过活性炭吸附装置+高效过滤器处理，处理效率为60%，乙醇废气的排放浓度为4.61mg/m^3，排放速率0.0432kg/h，年排放量为9.6kg/a。经处理后的乙醇废气由同位素药品生产厂房（二）设置的1根18m排气筒外排，排放浓度满足《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表2大气污染物特别排放限值（TVOC，100mg/m^3）的要求。

同位素药品生产厂房（一）钼锝发生器生产线使用75%乙醇擦拭热室消毒灭菌。箱室消毒75%乙醇使用量20L/a，折合纯乙醇年用量为12kg/a；钼锝发生器生产线年生产200天，乙醇日用量0.06kg/d，风量13500m^3/h；日最小操作2批次，每次灭菌15分钟，灭菌共用时0.5h。按照乙醇100%挥发计算，乙醇废气产生浓度8.89mg/m^3，经排风系统（含高效过滤器）高空排放，乙醇废气的排放浓度为8.89mg/m^3，排放速率0.12kg/h，年排放量为12kg/a。经处理后的乙醇废气由同位

素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排，排放浓度满足《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表2大气污染物特别排放限值（TVOC，100mg/m^3）的要求。

同位素药品生产厂房（一）小剂量药品生产线使用75%乙醇擦拭热室消毒灭菌。箱室消毒75%乙醇使用量10L/a，折合纯乙醇年用量为6kg/a；小剂量药品生产线年生产50天，乙醇日用量0.12kg/d，风量7060m^3/h；日最小操作4批次，每次灭菌15分钟，灭菌共用时1h。按照乙醇100%挥发计算，乙醇废气产生浓度17mg/m^3，经排风系统（含高效过滤器）高空排放，乙醇废气的排放浓度为17mg/m^3，排放速率0.12kg/h，年排放量为6kg/a。经处理后的乙醇废气由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排，排放浓度满足《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表2大气污染物特别排放限值（TVOC，100mg/m^3）的要求。

（2）95%乙醇

质检中心放射性理化实验室使用95%乙醇进行消毒灭菌，使用量15L/a，折合乙醇年用量为11.4kg/a；质检中心放射性理化实验室年生产250天，乙醇日用量0.0456kg/d，风量1600m^3/h；日最小操作2批次，每次灭菌15分钟，灭菌共用时0.5h。按照乙醇100%的挥发计算，乙醇废气产生浓度57mg/m^3，经过活性炭过滤器+高效过滤器处理，处理效率为60%，乙醇废气的排放浓度为22.8mg/m^3，排放速率0.0365kg/h，年排放量为4.56kg/a。经处理后的乙醇废气由设置于质检中心屋顶1根26m排气筒外排，排放浓度满足《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表2大气污染物特别排放限值（TVOC，100mg/m^3）的要求。

表3.7-14　项目有机气态污染物产生及排放情况表

产污环节	乙醇使用量（kg/a）	日操作时间（h）	生产天数（d）	通风风量（m^3/h）	产生情况			排放情况		
					产生浓度（mg/m^3）	产生速率（kg/h）	产生量（kg/a）	排放浓度（mg/m^3）	排放速率（kg/h）	排放量（kg/a）
碘[^{131}I]生产线箱室消毒	24	2	111	9390	11.51	0.1081	24	4.61	0.0432	9.6
钼锝发生器生产线箱室消毒	12	0.5	200	13500	8.89	0.1200	12	8.89	0.1200	12
小剂量药品生产线箱室消毒	6	1	50	7060	17.00	0.1200	6	17.00	0.1200	6
质检中心理化实验室	11.4	0.5	250	1600	57.0	0.0912	11.4	22.8	0.0365	4.56

（3）丙酮

本项目在碘[^{125}I]密封籽源生产过程中银丝清洗使用少量的丙酮，将产生一定量的有机气态污染物，由通风管道经活性炭吸附装置+高效过滤器处理后高空排放，排放口高度18m。

本次评价根据《环境统计手册》计算项目生产过程中有机气态污染物丙酮的产生量，具体公式如下：

$$G_s=（5.38+4.1V）\times PH\times F\times\sqrt{M}\quad\text{……（3-2）}$$

式中：

G_s—有机污染物挥发量（g/h）；

V—风速（m/s）；

PH—室温时的饱和蒸气压（mmHg）；

F—容器敞口面积（m^2）；

M—污染物的分子量。

据上述公示计算有机气态污染物丙酮的产生量，具体参数和产生情况见下表。

表3.7-15　丙酮废气计算参数一览表

产污环节	使用试剂	分子量	风速（m/s）	饱和蒸汽压（mmHg）	容器敞口面积（m^2）	产生速率(kg/h)
碘[^{131}I]密封籽源	丙酮	58	0.5	230.05	5.31E-04	0.007

表3.7-16　丙酮废气产生情况表

产污环节	污染物项目	产生速率(kg/h)	每天使用时间(h)	年工作时间(d)	产生浓度（mg/m^3）	年挥发总量(kg/a)	排放浓度（mg/m^3）	排放速率（kg/h）	排放量（kg/a）
碘[^{125}I]密封籽源	丙酮	0.007	0.2	250	0.8175	0.3515	0.327	0.0028	0.1406

3）废气产生及排放情况汇总

本项目废气产生及排放情况详见下表。

表3.7-17　非放射性废气产生及排放情况一览表

污染源		污染物	产生情况			治理设施	排放情况			排放形式
			产生浓度（mg/m^3）	产生速率（kg/h）	产生量（kg/a）		排放浓度（mg/m^3）	排放速率（kg/h）	排放量（kg/a）	
同位素药品生产厂房（一）	非放药品配套生产区	HCl	33.44	0.0535	0.8614	活性炭吸附+高效过滤器；1 根 26m 排气筒外排	13.38	0.0214	0.3445	有组织排放
		NO_x	2.19	0.0035	0.07		0.88	0.0014	0.028	
		NO_x	11.88	0.019	0.38		4.75	0.0076	0.152	
	钼锝发生器生产线箱室消毒	TVOC（乙醇）	8.89	0.1200	12	高效过滤器；1 根 26m 排气筒外排	8.89	0.1200	12	
	小剂量药品生产线箱室消毒	TVOC（乙醇）	17.00	0.1200	6		17.00	0.1200	6	
同位素药品生产厂房（二）	碘[^{131}I]生产线箱室消毒	TVOC（乙醇）	11.51	0.1081	24	碘吸附器（活性炭吸附）+高效过滤器；1 根 18m 排气筒外排	4.61	0.0432	9.6	
	碘[^{125}I]密封籽源生产线	TVOC（丙酮）	0.8175	0.007	0.3515	碘吸附器（活性炭吸附）+高效过滤器；1 根 18m 排气筒外排	0.327	0.0028	0.1406	
质检中心理化实验室		TVOC（乙醇）	57.0	0.0912	11.4	活性炭吸附+高效过滤器；1根 26m排气筒外排	22.8	0.0365	4.56	

3.7.2放射性废液污染源项、处置措施及废弃物

3.7.2.1 放射性废液染源项

1）同位素药品生产厂房（一）

（1）钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线废液排放量

钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线设备清洗、离子交换柱淋洗、蒸汽灭菌冷凝过程会产生放射性废液，污染因子为 ^{99}Mo、^{99m}Tc 核素，清洗废液产生情况见表 3.7-18。

表 3.7-18 钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线放射性废液排放量

生产线		单批生产用水量(L/批)	单批生产废液中 ^{99}Mo 及 ^{99m}Tc 活度(Bq)	生产制度	单日生产废液中 ^{99}Mo 及 ^{99m}Tc 浓度(Bq/L)	日废液排放量(L/d)	年废液排放量(L/a)
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	进料箱	/	/	2 批/天，200 天/年	/	/	/
	配制箱	0.1	7.67×10^{11}		7.67×10^{12}	0.2	40
			6.90×10^{11}		6.90×10^{12}		
	灌注箱	20	7.47×10^{11}		3.74×10^{10}	40	8000
			6.72×10^{11}		3.36×10^{10}		
	检验箱	12.5	1.73×10^{11}		1.38×10^{10}	25	5000
			1.56×10^{11}		1.25×10^{10}		
	灭菌箱	7.5	5.11×10^{7}		6.81×10^{6}	15	3000
			4.60×10^{7}		6.13×10^{6}		
	组装箱	/	/		/	/	/
	防护包装箱	/	/		/	/	/
合计		**40.1**	**1.69×10^{12}**	/	**4.21×10^{10}**	**80.2**	**16040**
			1.52×10^{12}	/	**3.80×10^{10}**		

注：钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产阶段 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例以 90%及 0%计。

由表 3.7-18 可见，本项目钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线清洗废液排放量 80.2L/d，年排放量为 16040L/a，日排放废液中 ^{99}Mo 核素活度浓度为 4.21×10^{10}Bq/L，^{99m}Tc 核素活度浓度为 3.80×10^{10}Bq/L。

（2）磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线废液排放量

磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线容器、设备清洗等过程产生放射性废液中污染因子为 ^{32}P 核素，清洗废液产生情况见表 3.7-19。

表 3.7-19　磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线放射性废液排放量

生产线		单批生产用水量(L/批)	单批生产废液中 ^{32}P 活度(Bq)	生产制度	单日生产废液中 ^{32}P 浓度(Bq/L)	日废液排放量(L/d)	年废液排放量(L/a)
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	主工艺箱	0.1	1.04×10^{10}	1 批/天，50 天/年	1.04×10^{11}	0.1	5
合计		**0.1**	/	/	**1.04×10^{11}**	**0.1**	**5**

由表 3.7-19 可见，本项目磷[^{32}P]酸钠盐口服液生产线清洗废液排放量 0.1L/d，年废液排放量 5L/a，日排放废液中 ^{32}P 核素活度浓度 1.04×10^{11}Bq/L。

（3）来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线废液排放量

来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线容器、设备清洗等过程产生放射性废液中污染因子为 ^{153}Sm 核素，清洗废液产生情况见表 3.7-20。

表 3.7-20　来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线放射性废液排放量

生产线		单批生产用水量(L/批)	单批生产废液中 ^{153}Sm 活度(Bq)	生产制度	单日生产废液中 ^{153}Sm 浓度(Bq/L)	日废液排放量(L/d)	年废液排放量(L/a)
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	主工艺箱	0.1	1.04×10^{11}	1 批/天，50 天/年	1.04×10^{12}	0.1	5
合计		**0.1**	/	/	**1.04×10^{12}**	**0.1**	**5**

由表 3.7-20 可见，本项目来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线清洗废液排放量 0.1L/d，年废液排放量 5L/a，日排放废液中 ^{32}P 核素活度浓度 1.04×10^{12}Bq/L。

（4）镥[^{177}Lu]注射液生产线废液排放量

镥[^{177}Lu]注射液生产线容器、设备清洗等过程产生放射性废液中污染因子为 ^{177}Lu 核素，清洗废液产生情况见表 3.7-21。

表 3.7-21　镥[^{177}Lu]注射液生产线放射性废液排放量

生产线		单批生产用水量(L/批)	单批生产废液中^{177}Lu 活度(Bq)	生产制度	单日生产废液中^{177}Lu 浓度(Bq/L)	日废液排放量(L/d)	年废液排放量(L/a)
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	合成箱	0.1	1.04×10^{10}	1 批/天，50 天/年	1.04×10^{11}	0.1	5
	主工艺箱	0.1	1.01×10^{10}		1.01×10^{11}	0.1	5
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	合成箱	0.1	1.04×10^{10}	1 批/天，50 天/年	1.04×10^{11}	0.1	5
	主工艺箱	0.1	1.01×10^{10}		1.01×10^{11}	0.1	5
合计		**0.4**	**4.10×10^{10}**	/	**1.03×10^{11}**	**0.4**	**20**

由表 3.7-21 可见，本项目镥[^{177}Lu]注射液生产线清洗废液排放量 0.4L/d，年废液排放量 20L/a，日排放废液中 ^{177}Lu 核素活度浓度 1.03×10^{11}Bq/L。

2）同位素药品生产厂房（二）

（1）碘[^{131}I]系列产品各生产线放射性废液排放量

碘[^{131}I]系列产品各生产线容器、设备清洗等过程产生放射性废液，其中污染因子为 ^{131}I 核素，粗分生产线单日清洗用水 0.3L，单条生产线单批单个箱体清洗用水约 0.1L 计，该生产线清洗废液排放情况见表 3.7-22。

表 3.7-22　碘[^{131}I]系列产品生产线放射性废液排放量

生产线		单日生产用水量(L/天)	单日生产废液中^{131}I 活度(Bq)	生产制度	单日生产废液中^{131}I 浓度(Bq/L)	日废液排放量(L/d)	年废液排放量(L/a)
粗分线	粗分箱	0.3	4.66×10^{11}	111 天	1.55×10^{12}	0.3	33.3
生产线		**单批生产用水量(L/批)**	**单批废液中^{131}I 活度(Bq)**	**生产制度**	**单日废液中^{131}I 浓度(Bq/L)**	**日废液排放量(L/d)**	**年废液排放量(L/a)**
碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	主工艺箱	0.1	8.03×10^{10}	3 批/天，111 天/年	8.03×10^{11}	0.3	33.3
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	主工艺箱	0.1	1.01×10^{11}	2 批/天，111 天/年	1.01×10^{12}	0.2	22.2
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	主工艺箱	0.1	6.48×10^{7}	2 批/天，111 天/年	6.48×10^{8}	0.2	22.2

碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	合成箱	0.1	1.04×10^{10}	1 批/天，111 天/年	1.04×10^{11}	0.1	11.1
	主工艺箱	0.1	1.01×10^{10}		1.01×10^{11}	0.1	11.1
合计		/	/	/	**7.75×10^{11}**	**1.2**	**133.2**

由表 3.7-22 可见，本项目碘[^{131}I]系列产品生产线清洗废液日排放量 1.2L/d，年排放量 133.2L/a，日排放废液中 ^{131}I 核素最大活度浓度 7.75×10^{11}Bq/L。

（2）碘[^{125}I]密封籽源生产线放射性废液排放量

碘[^{125}I]密封籽源生产线容器、设备清洗等过程产生放射性废液中污染因子为 ^{125}I 核素，清洗废液排放排放情况见表 3.7-23。

表 3.7-23　碘[^{125}I]密封籽源生产线放射性废液排放量

生产线		**单批生产用水量(L/批)**	**单批废液中 ^{125}I 活度(Bq)**	**生产制度**	**单日废液中 ^{125}I 浓度(Bq/L)**	**日废液排放量(L/d)**	**年废液排放量(L/a)**
碘[^{125}I]密封籽源生产线	源芯制备箱室	/	/	1 批/天，250 天/年	/	/	/
	热源焊接箱室	/	/		/	/	/
	外观检查箱	/	/		/	/	/
	去污清洗箱室	2	8.67×10^{5}		4.34×10^{5}	2	500
	活度测量箱	/	/		/	/	/
	清洗分装箱	/	/		/	/	/
合计		**2**	**8.67×10^{5}**	/	**4.34×10^{5}**	**2**	**500**

由表 3.7-23 可见，本项目碘[^{125}I]密封籽源生产线清洗废液排放量 2.0L/d，年排放量 500L/a，日排放废液中 ^{125}I 核素活度浓度 4.34×10^{5}Bq/L。

3）容器清理车间

容器清理车间主要工艺为擦拭去污，该过程不产生放射性废液。

4）质检中心

质检中心取样环节不产生放射性废液，理化及生物检验过程产生的清洗废液包括 ^{131}I、^{99}Mo、^{99m}Tc、^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu、^{125}I 等核素，清洗废液排放情况见表 3.7-24。

表 3.7-24　质检中心放射性废液排放量

产污单元		单批检验用水量(L/批)	单批废液中核素活度(Bq)	检验制度	单日废液中核素浓度(Bq/L)		日废液排放量(L/d)	年废液排放量(L/a)
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	放射性理化实验室	0.1	2.07×10^{7}	2批/天，200天/年	^{99}Mo：2.07×10^{8}		0.2	40
			1.86×10^{7}		^{99m}Tc：1.86×10^{8}			
	放射性微生物实验室	0.1	1.04×10^{7}		^{99}Mo：1.04×10^{8}		0.2	40
			9.36×10^{6}		^{99m}Tc：9.36×10^{7}			
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	放射性理化实验室	0.1	2.59×10^{6}	1批/天，50天/年	2.59×10^{7}		0.1	5
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	放射性理化实验室	0.1	3.45×10^{6}	1批/天，50天/年	3.45×10^{7}	2.59×10^{7}	0.1	5
	放射性微生物实验室	0.1	1.73×10^{6}		1.73×10^{7}		0.1	5
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	放射性理化实验室	0.1	3.45×10^{6}	1批/天，50天/年	3.45×10^{7}	2.59×10^{7}	0.1	5
	放射性微生物实验室	0.1	1.73×10^{6}		1.73×10^{7}		0.1	5
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	放射性理化实验室	0.1	3.45×10^{6}	1批/天，50天/年	3.45×10^{7}	2.59×10^{7}	0.1	5
	放射性微生物实验室	0.1	1.73×10^{6}		1.73×10^{7}		0.1	5

碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	放射性理化实验室	0.1	5.18×10^{6}	3批/天，111天/年	5.18×10^{7}	7.52×10^{8}	0.3	33.3
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	放射性理化实验室	0.1	2.07×10^{7}	2批/天，111天/年	2.07×10^{8}		0.2	22.2
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	放射性理化实验室	0.1	1.86×10^{5}	2批/天，111天/年	1.86×10^{6}		0.2	22.2
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	放射性理化实验室	0.1	6.91×10^{6}	1批/天，111天/年	6.91×10^{7}		0.1	11.1
	放射性微生物实验室	0.1	3.45×10^{6}		3.45×10^{7}		0.1	11.1
碘[^{125}I]密封籽源生产线	放射性理化实验室	/	/	1批/天，250天/年	/		/	/
合计		/	/	/	/		**2.0**	**214.9**

注：钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器由生产环节到质检环节时间较短，因此质检中心 ^{99m}Tc 核素及 ^{99}Tc 核素与 ^{99}Mo 核素的比例仍以 90%及 0%计。

由表 3.7-24 可见，本项目质检中心清洗废液排放量 2.0L/d，年排放量 214.9L/a，废液中 ^{99}Mo、^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu、^{131}I 核素浓度分别为 1.56×10^{8}Bq/L、1.40×10^{8}Bq/L、2.59×10^{7}Bq/L、2.59×10^{7}Bq/L、$2\times2.59\times10^{7}=5.18\times10^{7}$Bq/L、$7.52\times10^{8}$Bq/L，质检中心日排放废液总活度为 3.79×10^{8}Bq/L。

3.7.2.2 放射性废液处置措施及废弃物

本项目放射性废液产生量为 86L/d、16918.1L/a，产生放射性废液的场所内均设有放射性废液衰变罐。同位素药品生产厂房（一）废物暂存间地坑内设有 6 个（4 个 3m^3，2 个 1m^3）不锈钢废液储罐，同位素药品生产厂房（二）废物暂存间地坑内设有 4 个 3m^3 容积不锈钢废液储罐，当废液中放射性活度浓度低于 10Bq/L 时，向政府主管部门申请清洁解控，符合条件后按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求排放。质检中心废物暂存间地坑内

设有 4 个 500L 储罐，用于放射性废液的储存衰变，衰变解控后，暂存至危废间，与质检中心清洗废液一起定期交由有资质的单位处置。

经计算，同位素药品生产厂房（一）产生的 ^{99}Mo 废液：本生产线第 1 个 $3m^3$ 不锈钢废液储罐存储 37d 的废液量后停止进水再存储衰变 93d，罐内废液放射性活度为 5.48Bq/L（^{99}Mo 的活度浓度为 2.78Bq/L、^{99m}Tc 的活度浓度为 2.70Bq/L，均低于放射性核素免管活度浓度限值，^{99}Mo、^{99m}Tc 的免管活度浓度限值见表 1.4-3），低于 10Bq/L，期间第 2 个及第 3 个 $3m^3$ 不锈钢废液储罐已分别存储 37d 的废液量，第 4 个 $3m^3$ 不锈钢废液储罐已存储 19d 的废液量，此时第 1 个储罐内废液由于放射性活度已低于 10Bq/L 可排放至槽式衰变池；以此类推，第 4 个储罐存储够 37d 的废液量，第 1 个储罐存储够 19d 废液量后，第 2 个储罐内废液可排放至槽式衰变池。按此循环，4 个 $3m^3$ 不锈钢废液储罐可满足钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线放射性废液处理需求。每桶 ^{99}Mo、^{99m}Tc 衰变终期，^{99}Tc 活度为 $9.58\times10^{6}Bq$，使放射性废液以 2-3 柱体积/min 的柱流速，通过 2L 的 N235 树脂柱，高锝酸根可以完全被 N235 树脂柱吸附（树脂中 ^{99}Tc 的活度浓度为 $4.79\times10^{3}Bq/g$），放射性废液申请清洁解控（^{99}Mo、^{99m}Tc、^{99}Tc 的免管活度浓度限值分别为 $1\times10^{2}Bq/g$、$1\times10^{2}Bq/g$、$1\times10^{4}Bq/g$），放射性废树脂解控后交由有资质单位处理。

同位素药品生产厂房（一）小剂量药品生产线产生的 ^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu 废液：本生产线第 1 个 $1m^3$ 的不锈钢废液储罐存储 1a 的废液量后停止进水再存储衰变 500d 后，罐内废液放射性活度为 $5.17\times10^{-1}Bq/L$（^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu 核素的免管活度浓度限值分别为 $1\times10^{3}Bq/g$、$1\times10^{2}Bq/g$、$1\times10^{3}Bq/g$），罐内废液中 ^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu 核素的活度浓度均低于放射性核素免管活度浓度限值，同时也低于 10Bq/L，经估算，停止进水 2a 后废液中核素基本不存在。根据小剂量药品生产线每年产生的废液量可知，$1m^3$ 的不锈钢废液储罐存储废液的年限为 33a。因此 2 个 $1m^3$ 不锈钢废液储罐完全可以满足小剂量药品生产线放射性废液处理需求。

同位素药品生产厂房（二）^{131}I 系列放射性药品生产线产生的 ^{131}I 废液：本生产线第 1 个 $3m^3$ 的不锈钢废液储罐存储 1a 的废液量后停止进水再存储衰变

300d 后，罐内废液放射性活度为 4.54Bq/L（^{131}I 核素的免管活度浓度限值为 $1\times10^{2}Bq/g$），罐内废液中 ^{131}I 核素的活度浓度低于放射性核素免管活度浓度限值，同时也低于 10Bq/L；经估算，停止进水 2a 后废液中核素基本不存在。根据 ^{131}I 系列放射性药品生产线每年产生的废液量可知，$3m^3$ 的不锈钢废液储罐存储废液的年限为 22a。因此 2 个 $3m^3$ 不锈钢废液储罐完全可以满足 ^{131}I 系列放射性药品生产线放射性废液处理需求。

同位素药品生产厂房（二）^{125}I 密封籽源药物生产线产生的 ^{125}I 废液：本生产线第 1 个 $3m^3$ 的不锈钢废液储罐存储 1a 的废液量后停止进水再存储衰变 980d 后，罐内废液放射性活度为 5.36Bq/L（^{125}I 核素的免管活度浓度限值为 $1\times10^{3}Bq/g$），罐内废液中 ^{125}I 核素的活度浓度低于放射性核素免管活度浓度限值，同时也低于 10Bq/L；经估算，停止进水 5a 后废液中核素放射性浓度为 $3.14\times10^{-4}Bq/L$，远低于 10Bq/L。根据 ^{125}I 密封籽源药物生产线每年产生的废液量可知，$3m^3$ 的不锈钢废液储罐存储废液的年限为 10a。因此 2 个 $3m^3$ 不锈钢废液储罐完全可以满足 ^{125}I 密封籽源药物生产线放射性废液处理需求。

质检中心放射性理化实验室产生的 ^{99}Mo、^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu、^{131}I 废液：该实验室第 1 个 500L 的不锈钢废液储罐存储 1a 的废液量后停止进水再存储衰变 320d 后，罐内废液放射性活度为 $1.60\times10^{-1}Bq/L$（^{99}Mo、^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu、^{131}I 核素的免管活度浓度限值分别为 $1\times10^{2}Bq/g$、$1\times10^{3}Bq/g$、$1\times10^{2}Bq/g$、$1\times10^{3}Bq/g$、$1\times10^{2}Bq/g$），罐内废液中 ^{99}Mo、^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu、^{131}I 核素的活度浓度均低于放射性核素免管活度浓度限值，同时也低于 10Bq/L；经估算，停止进水 2a 后废液中核素基本不存在。根据放射性理化实验室每年产生的废液量可知，500L 的不锈钢废液储罐存储废液的年限为 3a。因此 2 个 500L 不锈钢废液储罐完全可以满足放射性理化实验室放射性废液处理需求。

质检中心放射性微生物实验室产生的 ^{99}Mo、^{153}Sm、^{177}Lu、^{131}I 废液：该实验室第 1 个 500L 的不锈钢废液储罐存储 1a 的废液量后停止进水再存储衰变 190d 后，罐内废液放射性活度为 $4.54\times10^{-1}Bq/L$（^{99}Mo、^{153}Sm、^{177}Lu、^{131}I 核素的免管活度浓度限值分别为 $1\times10^{2}Bq/g$、$1\times10^{2}Bq/g$、$1\times10^{3}Bq/g$、$1\times10^{4}Bq/g$），罐内废液中 ^{99}Mo、^{153}Sm、^{177}Lu、^{131}I 核素的活度浓度均低于放射性核素免管活度

浓度限值，同时也低于 10Bq/L；经估算，停止进水 1a 后废液中核素基本不存在。根据放射性微生物实验室每年产生的废液量可知，500L 的不锈钢废液储罐存储废液的年限为 7a。因此 2 个 500L 不锈钢废液储罐完全可以满足放射性微生物实验室放射性废液处理需求。

表 3.7-25　放射性废液处理情况表

生产场所	核素	半衰期（d）	废液量（L/d）	初始活度(Bq/L)	年工作时间(d)	年废液量(L/a)	衰变时间(d)	排放活度浓度(Bq/L)			备注
								单核素浓度	混合废液中单核素浓度	混合废液核素总浓度	
同位素药品生产厂房（一）	^{32}P	14.3	0.1	1.04×10^{11}	50	5	500	3.10	5.17×10^{-1}	5.17×10^{-1}	该生产线设置 2 个 $1m^3$ 的废液储罐，轮换使用；每个罐可装 33a 的废液量
	^{153}Sm	1.95	0.1	1.04×10^{12}	50	5		6.76×10^{-66}	1.13×10^{-66}		
	^{177}Lu	6.71	0.4	1.03×10^{11}	50	20		3.81×10^{-12}	2.54×10^{-12}		
	^{99}Mo	2.75	80.2	4.21×10^{10}	200	16040	93	2.78	2.78	5.48	本生产线设置 4 个 $3m^3$ 的废液储罐，轮换使用；每个罐可以装 37d 的废液量
	^{99m}Tc	2.5×10^{-1}	80.2	3.80×10^{10}	200	16040		2.70	2.70		
	^{99}Tc	7.77×10^{7}	80.2	8.06×10^{2}	200	16040		/	/		
同位素药品生产厂房（二）	^{131}I	8.04	1.2	7.75×10^{11}	111	133.2	300	4.54	/	/	该生产线设置 2 个 $3m^3$ 的废液储罐，轮换使用；每个罐可装 22a 的废液量
	^{125}I	60.1	2	4.34×10^{5}	250	500	980	5.36	/	/	该生产线设置 2 个 $3m^3$ 的废液储罐，轮换使用；每个罐可装 10a 的废液量
质检中心理化实验室	^{99}Mo	2.75	0.2	2.07×10^{8}	200	40	320	1.94×10^{-27}	5.21×10^{-28}	1.60×10^{-1}	该实验室设置 2 个 500L 的废液储罐，轮换使用；每个罐可装 3a 的废液量
	^{32}P	14.3	0.1	2.59×10^{7}	50	5		4.75	1.60×10^{-1}		
	^{153}Sm	1.95	0.1	3.45×10^{7}	50	5		1.37×10^{-42}	4.62×10^{-44}		
	^{177}Lu	6.71	0.2	3.45×10^{7}	50	10		1.52×10^{-7}	4.02×10^{-8}		

	^{131}I	8.04	0.8	8.03×10^{7}	111	88.8		8.38×10^{-5}	5.00×10^{-5}		
质检中心微生物实验室	^{99}Mo	2.75	0.2	1.04×10^{8}	200	40	190	1.65×10^{-13}	1.00×10^{-13}	4.54×10^{-1}	该实验室设置 2 个 500L 的废液储罐，轮换使用；每个罐可装 7a 的废液量
	^{153}Sm	1.95	0.1	1.73×10^{7}	50	5		8.07×10^{-23}	6.11×10^{-24}		
	^{177}Lu	6.71	0.2	1.73×10^{7}	50	10		5.18×10^{-2}	7.83×10^{-3}		
	^{131}I	8.04	0.1	3.45×10^{7}	111	11.1		2.65	4.46×10^{-1}		

3.7.2.3 非放射性废水染源项、处置措施及废弃物

1）职工生活污水：本项目（综合科技楼、动力车间及仓储中心及其他厂房）产生的生活污水量合计为 9.6m^3/d，经化粪池处理后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。

本项目职工淋浴废水 9.6m^3/d 和包装工艺的职工洗衣废水 0.8m^3/d，均排入槽式排放池，定期对槽式排放池中废水进行检测后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。本项目除包装工艺以外的职工洗衣废水 4.0m^3/d，排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。

2）夏季动力车间循环冷却系统排污水 42.32m^3/d、制冷系统排污水 2.0m^3/d，均为清净下水，直接排入污水管网，最终进松林店污水处理厂。制水系统废水 2.0m^3/d，为清净下水，直接排入污水管网，最终进松林店污水处理厂。

3）生产废水：质检中心清洗废水 2.4m^3/d、洁净洗衣废水 1.6 m^3/d、器具清洗废水 2.4m^3/d 均排入槽式排放池，定期对槽式排放池中废水进行检测后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。

4）清洁解控的工艺清洗水。部分外购注射水也用于工艺清洗，产生放射性废液 0.086m^3/d，排入废液暂存罐，清洁解控并经检测达标后经污水管网排入松林店污水处理厂。

表 3.7-26　项目夏季（80d）非放射性废水污染源及其治理措施一览表

序号	污染源	产生量(m^3/d)	主要污染物	源强(mg/L)	处置措施	处理效果		排放量(m^3/d)	污染物排放量(t/a)
						污染物	浓度(mg/L)		
1	职工生活污水	9.6	COD	350	经化粪池预处理后，经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	280	9.6	0.215
			BOD_5	250		BOD_5	195		0.150
			SS	200		SS	140		0.108
			氨氮	25		氨氮	24		0.018
2	循环冷却系统排污水、制水系统、制冷系统排污水	47.32	COD	40	经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	40	47.32	0.151
			SS	20		SS	20		0.076
			TDS	400		TDS	400		1.514
3	淋浴废水、洗衣废水、质检中心废水	18.4	pH	6~9	排入槽式排放池，定期检测，合格后经污水管网排入松林店污水处理厂	pH	6~9	18.4	/
			COD	150		COD	150		0.221
			BOD_5	80		BOD_5	80		0.118
			SS	100		SS	100		0.147
			氨氮	25		氨氮	25		0.037
4	器具清洗水	2.4	COD	40		COD	40	2.4	0.008
			SS	25		SS	25		0.005
5	清洁解控的工艺清洗水	0.086	COD	40	暂存于废液暂存罐待清洁解控，经检测合格后经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	40	0.086	0.0003
			SS	25		SS	25		0.0002
			总 β 放射性	<10Bq/L		总 β 放射性	<10Bq/L		/
合计	/	**77.806**	/	/	/	/	/	**77.806**	

表 3.7-27　项目其他季节（170d）非放射性废水污染源及其治理措施一览表

序号	污染源	产生量(m^3/d)	主要污染物	源强(mg/L)	处置措施	处理效果		排放量(m^3/d)	污染物排放量(t/a)
						污染物	浓度(mg/L)		
1	职工生活污水	9.6	COD	350	经化粪池预处理后，经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	280	9.6	0.457
			BOD_5	250		BOD_5	195		0.318
			SS	200		SS	140		0.228
			氨氮	25		氨氮	24		0.039
2	制水系统排污水	3.0	COD	40	经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	40	3.0	0.020
			SS	20		SS	20		0.010
			TDS	400		TDS	400		0.204
3	淋浴废水、洗衣废水、质检中心废水	18.4	pH	6~9	排入槽式排放池，定期检测，合格后经污水管网排入松林店污水处理厂	pH	6~9	18.4	/
			COD	150		COD	150		0.469
			BOD_5	80		BOD_5	80		0.250
			SS	100		SS	100		0.313
			氨氮	25		氨氮	25		0.078
4	器具清洗水	2.4	COD	40		COD	40	2.4	0.016
			SS	25		SS	25		0.010
5	清洁解控的工艺清洗水	0.086	COD	40	暂存于废液暂存罐待清洁解控，经检测合格后经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	40	0.086	0.0006
			SS	25		SS	25		0.0004
			总 β 放射性	<10Bq/L		总 β 放射性	<10Bq/L		/
合计	/	**33.486**	/	/	/	/	/	**33.486**	

3.7.3 固体废物污染源项、处置措施及废弃物

3.7.3.1 放射性固体废物

各生产线及质检中心产生的固体废物主要包括：料液瓶、淋洗瓶、配液瓶、生产线管路、过滤膜、针头、注射器、活性炭、擦拭物、废手套、废口罩等，产生量约为 30m^3/a；另外在运行过程中，需要定期更换排风系统过滤器芯，废物产生量约 10m^3/a；上述固体废物的主要污染因子为 ^{99}Mo、^{99m}Tc、^{99}Tc、^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu、^{131}I、^{125}I 等，分别在各操作箱采用屏蔽容器就地收集，经废物暂存箱室周转至各生产线废物暂存间地坑内暂存衰变一定时间后，在活度满足清洁解控要求后，转移至容器清理车间二层的放射性废物清洁解控间暂存并申请清洁解控处理，按政府主管部门相关规定执行。采取上述处理措施后，本项目固体废物处置满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）要求。

本项目各生产线及质检中心产生的放射性固体废物的活度及活度浓度，以及其达到清洁解控水平时需要贮存衰变的时间详见表 3.7-28 和表 3.7-29。

表 3.7-28　各生产线产生的放射性固体废物解控时间

箱体名称	生产方式	核素	单批生产时放射性固体废物活度（Bq）	单批生产时放射性固体废物质量（g）	活度浓度（Bq/g）	衰变时间（d）	衰变后活度（Bq）	衰变后活度浓度（Bq/g）	免管活度限值（Bq）	免管活度浓度限值（Bq/g）
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线										
进料箱	2 批/天，200 天/年	^{99}Mo	6.94×10^{11}	20	3.47×10^{10}	**78**	8.04×10^{5}	1.00×10^{2}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
		^{99m}Tc	6.24×10^{11}	20	3.12×10^{10}	**78**	2.99E-80	3.74×10^{-84}	1.00×10^{7}	1.00×10^{2}
配制箱		^{99}Mo	6.85×10^{11}	400	1.71×10^{9}	**78**	7.93×10^{5}	4.96	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
		^{99m}Tc	6.17×10^{11}	400	1.54×10^{9}	**78**	2.96E-80	1.85×10^{-85}	1.00×10^{7}	1.00×10^{2}
灌注箱		^{99}Mo	6.94×10^{11}	400	1.74×10^{9}	**78**	8.04×10^{5}	5.02	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
		^{99m}Tc	6.24×10^{11}	400	1.56×10^{9}	**78**	2.99E-80	1.87×10^{-85}	1.00×10^{7}	1.00×10^{2}
检验箱		^{99}Mo	6.49×10^{11}	200	3.25×10^{9}	**78**	7.52×10^{5}	9.40	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
		^{99m}Tc	5.48×10^{11}	200	2.74×10^{9}	**78**	2.63E-80	3.28×10^{-85}	1.00×10^{7}	1.00×10^{2}
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线										
主工艺箱室	1 批/天，50 天/年	^{32}P	9.25×10^{9}	200	4.63×10^{7}	**320**	8.49×10^{4}	8.49	1.00×10^{5}	1.00×10^{3}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线										
主工艺箱室	1 批/天，50 天/年	^{153}Sm	9.25×10^{10}	200	4.63×10^{8}	**45**	5.23×10^{5}	5.23×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）										
合成箱室	1 批/天，50	^{177}Lu	9.25×10^{9}	200	4.63×10^{7}	**110**	5.37×10^{6}	5.37×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}

主工艺箱室	天/年	^{177}Lu	9.00×10^{9}	200	4.50×10^{7}	**110**	5.23×10^{6}	5.23×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）										
合成箱室	1 批/天，50 天/年	^{177}Lu	9.25×10^{9}	200	4.63×10^{7}	**110**	5.37×10^{6}	5.37×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}
主工艺箱室		^{177}Lu	9.00×10^{9}	200	4.50×10^{7}	**110**	5.23×10^{6}	5.23×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}
碘[^{131}I]系列药品生产线粗分箱										
粗分箱	111 天	^{131}I	4.16×10^{11}	50	8.32×10^{9}	**220**	2.67×10^{5}	4.82×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[131I]化钠口服溶液生产线										
主工艺箱室	3 批/天，111 天/年	^{131}I	7.17×10^{10}	200	3.59×10^{8}	**200**	7.76×10^{5}	1.16×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[131I]化钠治疗胶囊生产线										
主工艺箱室	2 批/天，111 天/年	^{131}I	9.02×10^{10}	200	4.51×10^{8}	**200**	6.51×10^{5}	1.47×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[131I]化钠诊断胶囊生产线										
主工艺箱室	2 批/天，111 天/年	^{131}I	5.78×10^{7}	200	2.89×10^{5}	**120**	4.12×10^{5}	9.29	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[131I]苄胍注射液生产线										
合成箱室	1 批/天，111 天/年	^{131}I	9.25×10^{9}	200	4.63×10^{7}	**170**	4.43×10^{5}	2.00×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
主工艺箱室		^{131}I	9.00×10^{9}	200	4.50×10^{7}	**170**	4.31×10^{5}	1.94×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{125}I]密封籽源生产线										
源芯制备箱室	1 批/天，250 天/年	^{125}I	5.79×10^{10}	50	1.16×10^{9}	**1500**	4.44×10^{5}	3.55×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{3}

表 3.7-29　质检中心产生的放射性固体废物解控时间

取样实验室										
来样生产线	**生产方式**	**核素**	**单批生产时放射性固体废物活度（Bq）**	**单批生产时放射性固体废物质量（g）**	**活度浓度（Bq/g）**	**衰变时间（d）**	**活度（Bq）**	**活度浓度（Bq/g）**	**活度限值（Bq）**	**活度浓度限值（Bq/g）**
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	2 批/天，200 天/年	^{99}Mo	8.29×10^{10}	50	1.66×10^{9}	**69**	9.28×10^{5}	4.64×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
		^{99m}Tc	7.46×10^{10}	50	1.49×10^{9}	**69**	2.46×10^{-70}	1.23×10^{-74}	1.00×10^{7}	1.00×10^{2}
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	1 批/天，50 天/年	^{32}P	0	/	0	/	/	/	1.00×10^{5}	1.00×10^{3}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	1 批/天，50 天/年	^{153}Sm	5.18×10^{9}	10	5.18×10^{8}	**45**	2.93×10^{4}	5.85×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	1 批/天，50 天/年	^{177}Lu	1.15×10^{10}	10	1.15×10^{9}	**136**	4.55×10^{5}	9.11×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	1 批/天，50 天/年	^{177}Lu	1.15×10^{10}	10	1.15×10^{9}	**136**	4.55×10^{5}	9.11×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}
碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	3 批/天，111 天/年	^{131}I	5.55×10^{8}	10	5.55×10^{7}	**155**	2.91×10^{5}	8.73×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	2 批/天，111 天/年	^{131}I	2.22×10^{9}	10	2.22×10^{8}	**170**	2.13×105	9.58×101	1.00×106	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	2 批/天，111 天/年	^{131}I	0	/	0	/	/	/	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	1 批/天，111 天/年	^{131}I	7.22×10^{9}	10	7.22×10^{8}	**185**	9.49×10^{4}	8.55×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}

碘[^{125}I]密封籽源生产线	1 批/天，250 天/年	^{125}I	1.48×10^{8}	10	1.48×10^{7}	**1000**	3.63×10^{5}	1.45×10^{2}	1.00×10^{6}	1.00×10^{3}
放射性理化实验室										
来样生产线	**生产方式**	**核素**	**单批生产时放射性固体废物活度（Bq）**	**单批生产时放射性固体废物质量（g）**	**活度浓度（Bq/g）**	**衰变时间（d）**	**活度（Bq）**	**活度浓度（Bq/g）**	**活度限值（Bq）**	**活度浓度限值（Bq/g）**
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	2 批/天，200 天/年	^{99}Mo	1.46×10^{9}	100	1.46×10^{7}	**55**	5.57×10^{5}	1.39×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
		^{99m}Tc	1.31×10^{9}	100	1.31×10^{7}	**55**	3.11×10^{-55}	7.77×10^{-60}	1.00×10^{7}	1.00×10^{2}
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	1 批/天，50 天/年	^{32}P	1.82×10^{8}	40	4.55×10^{6}	**240**	8.07×10^{4}	4.03×10^{1}	1.00×10^{5}	1.00×10^{3}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	1 批/天，50 天/年	^{153}Sm	2.43×10^{8}	40	6.08×10^{6}	**32**	1.40×10^{5}	6.98×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	1 批/天，50 天/年	^{177}Lu	2.43×10^{8}	40	6.08×10^{6}	**85**	1.87×10^{6}	9.34×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	1 批/天，50 天/年	^{177}Lu	2.43×10^{8}	40	6.08×10^{6}	**85**	1.87×10^{6}	9.34×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}
碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	3 批/天，111 天/年	^{131}I	3.64×10^{8}	40	9.10×10^{6}	**140**	6.95×10^{5}	5.21×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	2 批/天，111 天/年	^{131}I	1.46×10^{9}	40	3.65×10^{7}	**150**	7.84×10^{5}	8.83×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	2 批/天，111 天/年	^{131}I	1.31×10^{7}	40	3.28×10^{5}	**95**	8.07×10^{5}	9.08×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]	1 批/天，111	^{131}I	4.86×10^{8}	40	1.22×10^{7}	**140**	3.09×10^{5}	6.96×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}

苄胍注射液生产线	天/年									
碘[^{125}I]密封籽源生产线	1 批/天，250 天/年	^{125}I	2.22×10^{8}	40	5.55×10^{6}	**1000**	5.44×10^{5}	5.44×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{3}
放射性微生物实验室										
来样生产线	**生产方式**	**核素**	**单批生产时放射性固体废物活度（Bq）**	**单批生产时放射性固体废物质量（g）**	**活度浓度（Bq/g）**	**衰变时间（d）**	**活度（Bq）**	**活度浓度（Bq/g）**	**活度限值（Bq）**	**活度浓度限值（Bq/g）**
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	2 批/天，200 天/年	^{99}Mo	7.30×10^{8}	50	1.46×10^{7}	**50**	9.82×10^{5}	4.91×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
		^{99m}Tc	6.57×10^{8}	50	1.31×10^{7}	**50**	1.64×10^{-49}	8.18×10^{-54}	1.00×10^{7}	1.00×10^{2}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	1 批/天，50 天/年	^{153}Sm	9.25×10^{10}	50	1.85×10^{9}	**45**	5.23×10^{5}	2.09×10^{2}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	1 批/天，50 天/年	^{177}Lu	9.25×10^{9}	50	1.85×10^{8}	**120**	1.91×10^{6}	7.65×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	1 批/天，50 天/年	^{177}Lu	9.25×10^{9}	50	1.85×10^{8}	**120**	1.91×10^{6}	7.65×10^{2}	1.00×10^{7}	1.00×10^{3}
碘[^{131}I]系列药品—碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	1 批/天，111 天/年	^{131}I	9.25×10^{9}	50	1.85×10^{8}	**170**	4.43×10^{5}	7.98×10^{1}	1.00×10^{6}	1.00×10^{2}

容器清理车间中清洁解控间的有效容积为240m^3，本项目运行后放射性固体废物产生量约为30m^3/a，结合表3.7-28和表3.7-29可知，放射性固体废物解控所需最长时间约为4.1a，而本项目清洁解控间的有效容积可存储8a的放射性固体废物量。因此，容器清理车间的清洁解控间可以满足本项目放射性固体废物的贮存衰变需求。

3.7.3.2 非放射性固体废物

1）同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）生产工序产生原料废包材约 20t/a，外售综合利用；制水工序产生废滤芯及过滤器等，产生量约 0.5t/a，送当地环卫部门指定地点处置；质检中心微生物实验室产生的灭活培养基，产生量约 0.5t/a，送当地环卫部门指定地点处置。

2）质检中心与同位素药品生产厂房（一）和（二）产生的非放废化学试剂及包装等，约1t/a，属于危险废物中HW49其他废物，危险废物代码900-047-49。废化学试剂应存放在原试剂瓶中，保留原标签，再放置于密封塑料桶中，在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

质检中心实验过程清洗实验容器产生清洗废液，产生量1.0 t/a（含解控的质检中心放射性废液），根据《国家危险废物名录》（2021年版），清洗废液属于危险废物中HW49其他废物，危险废物代码900-047-49。清洗废液使用密闭塑料收集桶收集，在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

本项目质检中心放射性理化实验室、同位素药品生产厂房（一）非放药品配套生产区、同位素药品生产厂房（二）废气治理设施活性炭吸附装置定期更换的废活性炭，经清洁解控后，属于危险废物（代码900-041-49），产生量1.3t/a，装封口严实的防渗编织袋在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线放射性废液经离子交换树脂吸附之后申请清洁解控，产生的解控后的废树脂产生量0.012t/a，属于危险废物（代码900-016-13），装密封铁桶送试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

3）职工生活垃产生量约 75t/a，集中收集后运往环卫部门指定地点处置；职工餐厨垃圾，约 37.5t/a，收集后由有相应资质的餐厨垃圾收集企业运输处置。

3.7.4.3 固体废物排放汇总

本项目固体废物的产生及处置情况见表 3.7-30。

表 3.7-30 本项目固体废物处置措施一览表

序号	产生工序	危害成分	产生量	固废种类	治理措施	备注
1	生产、质检	料液瓶、淋洗瓶、配液瓶、生产线管路、过滤膜、过滤器、针头、注射器、活性炭、擦拭物、废手套、废口罩等	30m^3/a	放射性固废	分别在各操作箱采用屏蔽容器就地收集，经废物暂存箱室周转至各生产线废物暂存间地坑内暂存衰变一定时间后，再转移至容器清理车间二楼的放射性废物清洁解控间贮存衰变，在储存时间达到 10 个半衰期后，申请清洁解控处理，由政府主管部门按相关规定操作执行。	妥善处置
2	生产、质检	原料包材	20t/a	一般工业固体废物	外售综合利用	
		制水废滤芯及过滤器等	0.5t/a		送当地环卫部门指定地点处置	
		灭活培养基	0.5 t/a		送当地环卫部门指定地点处置	
		废化学试剂及包装	1.0t/a	危险废物	试剂库危废品暂存间暂存，定期交由有危废处置资质的单位处理	
		清洗废液	1.0 t/a			
		解控废活性炭	1.3 t/a			
		废树脂	0.012 t/a			
3	职工生活	生活垃圾、办公垃圾、劳保用品	75t/a	生活垃圾	送当地环卫部门指定地点处置	
		餐厨垃圾	37.5t/a		由有相应资质的餐厨垃圾收集企业运输处置	

3.7.4 噪声污染源项

本项目产噪设备主要为离心风机、各类泵、空压机、空调机组、货包包装系统等设备，噪声源强范围在 75~95dB(A)之间。工程采取：选用低噪声设备、利用厂房建筑隔声、加装减振基础、配套消声器等措施后噪声有所减缓，降噪量约 15~30dB(A)。具体噪声源种类及其治理措施见表 3.7-30。

表 3.7-30 本项目噪声源项及其治理措施一览表

序号	噪声源	数量(台)	单台噪声源强dB(A)	治理措施	降噪效果dB(A)	声源所在建筑物
1	货包包装系统	1	75	厂房建筑隔声	-15	同位素药品生产厂房（一）
2	压缩空气系统	2	85	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
3	组合式空调机组	5	85	厂房建筑隔声；管道带消声器	-25	
4	离心风机箱	7	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
5	货包包装系统	1	75	厂房建筑隔声	-15	
6	压缩空气系统	1	85	厂房建筑隔声；减振基础	-20	同位素药品生产厂房（二）
7	管道离心风机	3	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
8	离心风机箱	3	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
9	离心风机	1	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
10	组合式空调机组	5	75	厂房建筑隔声；管道带消声器	-25	
11	应急柴油发电机	1	95	厂房建筑隔声；配套消声器；减振基础	-30	质检中心
12	真空泵	1	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
13	空压机	1	85	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
14	组合式空调机组	7	75	厂房建筑隔声；管道带消声器	-25	
15	管道离心风机	7	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
16	离心风机箱	7	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
17	循环水泵	4（2 备）	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	动力车间
18	消防泵	1（1 备）	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
19	补水泵	2（2 备）	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
20	逆流冷却塔	2	80	厂房建筑隔声	-15	
21	喷淋泵	1（1 备）	80	厂房建筑隔声；减振	-20	

				基础		
22	管道离心风机	1	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	综合科技楼
23	离心风机箱	2	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
24	管道离心风机	2	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	仓储中心
25	离心风机箱	2	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	
26	离心风机箱	5	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	试剂库
27	离心风机箱	8	80	厂房建筑隔声；减振基础	-20	容器清理车间

3.7.5 污染物排放量汇总

本项目实施后污染物年排放量见表 3.7-31。

表 3.7-32　项目主要污染物年排放量一览表

废气污染物					
污染物名称	**排放量**			**单位**	**是否为放射性**
放射性气溶胶	同位素药品生产厂房（一）	1.61×10^{9}	合计：9.07×10^{9}	Bq/a	是
	同位素药品生产厂房（二）	7.46×10^{9}			
	容器清理车间	/			
	质检中心	5.55×10^{5}			
TVOC	同位素药品生产厂房（一）	1.80×10^{-2}	合计：3.23×10^{-2}	t/a	否
	同位素药品生产厂房（二）	9.74×10^{-3}			
	质检中心	4.56×10^{-3}			
HCl	同位素药品生产厂房（一）	3.445×10^{-4}	合计：3.445×10^{-4}	t/a	否
NO_x	同位素药品生产厂房（二）	1.80×10^{-4}	合计：1.80×10^{-4}	t/a	否
废水污染物					
COD	1.559			t/a	否
BOD_5	0.836			t/a	
SS	0.897			t/a	
氨氮	0.173			t/a	
总 β 放射性	/			Bq/a	是

固体废物排放量
0t/a

第四章　辐射安全与防护

4.1 放射性工作场所布局与屏蔽

4.1.1 放射性工作场所布局

本项目建设内容主要有同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、质检中心、容器清理车间等储运及辅助设施组成。

1）厂房长 64.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 15.44m，为地上二层钢筋混凝土框架结构建筑。一层层高为 8.1m，二层层高为 6.5m。厂房一层①~④轴线为小剂量放射性药品生产区，主要包含磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线 1 条、来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线 1 条；镥(^{177}Lu)系列药物生产线 2 条；一层④~⑨轴线为 ^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器生产区。厂房二层为洗消中心（洁净衣的洗涤灭菌）、制水区域、非放综合配套区域、空调机房和预留生产区。

2）厂房长 64.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 15.44m，为地上二层钢筋混凝土框架结构建筑。一层层高为 8.1m，二层层高为 6.5m。厂房一层用于生产碘[^{131}I]系列药物，主要包含碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线 1 条、治疗用碘[^{131}I]化钠胶囊生产线 1 条、诊断用碘[^{131}I]化钠胶囊生产线 1 条、碘[^{131}I]苄胍注射液 1 条、预留生产线 6 条；其中①~⑤轴线为洁净生产区域，⑤~⑨轴线为防护包装区域。车间二层用于生产碘[^{125}I]密封籽源药物，主要为碘[^{125}I]密封籽源生产线；其中①~⑤轴线为洁净生产区域，⑤~⑨轴线为空调机房。

3）质检中心长 64.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 22.84m，为地上四层钢筋混凝土框架结构建筑。一~四层层高均为 5.5m。质检中心一层①~⑥轴线为废物暂存间、样品处理间及预留区域，⑥~⑨轴线为厂区总更；二层①~④轴线为放射性研发预留区域，⑤~⑨轴线为普通研发预留区域；三层为理化分析检验中心，其中①~④轴线为放射性理化实验室区域，⑤~⑨轴线为普通理化实验室区域；四层为微生物实验中心，其中①~④轴线为放射性微生物实验室区域，⑤~⑨轴线为普通微生物实验室区域。

4）容器清理车间长 64.0m，宽 32.0m（长、宽为轴线尺寸），高 15.84m，为地上三层钢筋混凝土框架结构建筑。一层、二层层高均为 4.5m，三层层高为 6.0m。

车间主要用于放射性药品防护包装容器的清理及储存。车间一层①~③轴线为发生器防护容器上线整备组装暂存区域，④~⑨轴线为碘系列和小剂量放射性药品防护容器上线整备组装暂存区域；车间二层为固体废物清洁解控间；车间三层为动物房及动物实验预留区域。

5）厂区总平面布置图详见附图三，各区域平面布置图详见附图四～附图二十。

4.1.2 放射性工作场所分区

4.1.2.1 同位素药品生产厂房（一）

1）钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线

控制 II 区：生产线箱室；

控制 I 区：钼锝发生器生产区、生产准备间、取样间、废物退出间、外清间、气闸、料液上线区；

监督区：男女换鞋更衣间、男女洁净衣间、测量去污间、淋浴间、气锁。

2）小剂量药品生产线

控制 II 区：生产线箱室；

控制 I 区：小剂量药品生产区 1、小剂量药品生产区 2、准备间、接收间、洁净走廊；

监督区：男女换鞋更衣间、男女洁净衣间、测量去污间、气锁、淋浴间。

3）外包装区

控制 I 区：钼锝发生器外包装区、小剂量药品外包装区、液体废物暂存衰变区、固体废物暂存衰变区、废物暂存间、外清间、留样间等；

监督区：包装人员更衣室、测量去污间、淋浴间。

放射性工作场所分区图见附图二十一。

4.1.2.2 同位素药品生产厂房（二）

1）碘[^{131}I]系列产品生产线

控制 II 区：生产线上的辅料进料箱、缓冲箱、主工艺箱、屏蔽包装箱；

控制 I 区：碘[^{131}I]系列产品生产区、备用间、洁具间、工具间、废物退出间、洁净走廊；

监督区：男女换鞋更衣间、男女洁净衣间、测量去污间、气锁。

2）碘[^{131}I]系列产品包装区

控制 I 区：废物暂存间、废物接收间、料液粗分间、内包材暂存间、包装大厅、自动化包装控制间、备用间。

监督区：包装区更衣室、去污间、剂量检测间。

3）碘[^{125}I]密封籽源生产线

控制 II 区：生产线箱室；

控制 I 区：碘[^{125}I]籽源生产区、准备间、冷管焊接间、试剂间、器具清洗、废物暂存、洁净走廊、洁具间、备用、密封籽源产品外包装区、废物暂存间、排风过滤机组；

监督区主要包括男女换鞋更衣间、男女洁净衣间、测量去污间、气锁、去污间、剂量检测间、淋浴间。

放射性工作场所分区图见附图二十二、附图二十三。

4.1.2.3 质检中心

1）一层废物及样品处理间

控制区：样品处理间、废物暂存间；

监督区：缓冲间。

2）放射性理化实验室

控制区：实验室 1、实验室 2、实验室 3、实验室 4、实验室大厅；

监督区：男女更衣间、男女沐浴间、剂量监测间。

3）放射性微生物实验室

控制区：准备间、培养间、无菌检验、试剂间、微生物限度间、阳性对照、灭活室等；

监督区：男女更衣间、男女沐浴间、测量去污间、剂量监测间等。

放射性工作场所分区图见附图二十四～二十六。

4.1.2.4 容器清理车间

容器清理车间主要用于放射性药品防护包装容器的清理及储存。车间一层为发生器防护容器上线整备组装暂存区域和碘系列及小剂量放射性药品防护容器

上线整备组装暂存区域；车间二层为固体废物清洁解控间；车间三层为预留区域本次评价不划区。车间一层、车间二层均全部划分为监督区。

放射性工作场所分区图见附图二十七、附图二十八。

4.1.3 屏蔽措施

1）同位素药品生产厂房（一）屏蔽措施

同位素药品生产厂房（一）各生产线操作放射性核素均在箱体内进行，箱体的尺寸、屏蔽材料及屏蔽厚度见表 4.1-1~表 4.1-4。

表 4.1-1 钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线屏蔽措施

箱体名称	箱体内腔尺寸（mm）	防护材料（mmPb）					
		前	后	左	右	顶	底
进料箱	1400×1200×1400	150	150	150	150	150	150
配制箱	1600×1200×1400	150	150	150	150	150	150
灌注箱	1800×1200×1200	150	150	150	150	150	150
检验箱	1800×1200×1200	150	150	150	150	150	150
组装箱	1800×1200×1200	150	150	150	150	150	150
防护包装箱	1600×1200×1400	120	120	120	120	120	120

表 4.1-2 磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线屏蔽措施

箱体名称	箱体内腔尺寸（mm）	防护材料（聚氯乙烯+局部铅屏蔽+箱体铅屏蔽）					
		前	后	左	右	顶	底
气闸	800×220×400	6+30+35	6+30+35	6+30+35	6+30+35	6+30+35	6+30+35
主工艺箱	2400×800×1000	6+30+35	6+30+35	6+30+35	6+30+35	6+30+35	6+30+35

表 4.1-3 来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线屏蔽措施

箱体名称	箱体内腔尺寸（mm）	防护材料（mmPb）					
		前	后	左	右	顶	底
气闸	800×220×400	30	30	30	30	30	30
主工艺箱	2400×800×1000	30	30	30	30	30	30

表 4.1-4　镥[^{177}Lu]注射液生产线屏蔽措施

箱体名称	箱体内腔尺寸（mm）	防护材料（mmPb）					
		前	后	左	右	顶	底
气闸	800×220×400	50	50	50	50	50	50
主工艺箱	2400×800×1000	50	50	50	50	50	50

2）同位素药品生产厂房（二）屏蔽措施

同位素药品生产厂房（二）各生产线操作放射性核素均在箱体内进行，箱体的尺寸、屏蔽材料及屏蔽厚度见表 4.1-5~表 4.1-6。

表 4.1-5　碘[^{131}I]系列药品生产线屏蔽措施

箱体名称	箱体内腔尺寸（mm）	防护材料（mmPb）					
		前	后	左	右	顶	底
碘[^{131}I]系列药品生产线							
接收箱	1200×900×1100	150	150	150	150	150	150
粗分箱	1200×900×1100	150	150	150	150	150	150
碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线（铅罐屏蔽+钨罐屏蔽）							
主工艺箱室	2400×800×1000	100+40	100+40	100+40	100+40	100+40	100+40
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线（铅罐屏蔽+钨罐屏蔽）							
主工艺箱室	2400×800×1000	100+40	100+40	100+40	100+40	100+40	100+40
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线（局部铅屏蔽+箱体铅屏蔽）							
主工艺箱室	2400×800×1000	30+30	30+30	30+30	30+30	30+30	30+30
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线							
合成 1 室	1200×800×1000	100	100	100	100	100	100
合成 2 室	1200×800×1000	100	100	100	100	100	100
主工艺箱室	1350×650×1000	100	100	100	100	100	100

表 4.1-6　碘[^{125}I]密封籽源生产线屏蔽措施

箱体名称	箱体内腔尺寸（mm）	防护材料（mmFe）					
		前	后	左	右	顶	底
源芯制备箱	800×650×800	10	10	10	10	10	10
热源焊接箱	550×550×550	10	10	10	10	10	10
测量分选箱	2400×800×1000	10	10	10	10	10	10

清洗箱	550×550×550	10	10	10	10	10	10
屏蔽包装箱	1350×650×1000	10	10	10	10	10	10

3）外包装区防护措施

（1）产品防护

碘[^{131}I]系列产品均置于屏蔽铅罐之内，然后经外包装后发货；钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器均置于钼锝铅罐内，然后将铅罐在外包装线上进行装桶外包装后发货；磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液产品瓶、来昔决南钐[^{153}Sm]注射液产品瓶、镥[^{177}Lu]注射液产品瓶均置于铅罐内，然后装入带有海绵的塑料桶后发货；碘[^{125}I] 密封籽源均置于专用铅罐之内，然后装入内置泡沫的纸箱并转移到发货区。

（2）包装工位防护

产品在完成屏蔽包装后进入屏蔽运输轨道，轨道侧面设置带有防护设施的操作工位，便于外包操作人员进行装桶、贴签、加桶箍等操作；完成外包装操作后，需经过外表面辐射剂量测量。此操作与之前的装铁桶操作在同一流水线完成，为降低测量过程中环境本底对测量结果的影响，测量工位也设置了辐射屏蔽装置；根据运输方式对货包进行分类并采用电动叉车分别转运至铁路、航空专用待发货区。待发货区设置辐射防护围挡，避免其外部人员受到照射。

4）质检中心屏蔽措施

质检中心的主要工作内容是对进厂后的原料和出厂前的产品进行抽样质量检验，检验过程中人员操作位与样品间设有L屏铅屏蔽，具体屏蔽情况见表4.1-7。

表 4.1-7　质检中心质量检验屏蔽措施

序号	来样生产线	核素名称	L 屏铅当量（cm）
取样实验室			
1	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo、^{99m}Tc	**10**
2	磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	**2**
3	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	**2**
4	镥[^{177}Lu]注射液生产线 1	^{177}Lu	**2**
5	镥[^{177}Lu]注射液生产线 2	^{177}Lu	**2**
6	碘[^{131}I]化钠口服液生产线	^{131}I	**4**
7	碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	^{131}I	**5**

8	碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	^{131}I	**2**
9	碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	**5**
10	碘[^{125}I]密封籽源生产线	^{125}I	**2**
放射性理化实验室			
1	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo、^{99m}Tc	8
2	磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	2
3	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	2
4	镥[^{177}Lu]注射液生产线 1	^{177}Lu	2
5	镥[^{177}Lu]注射液生产线 2	^{177}Lu	2
6	碘[^{131}I]化钠口服液生产线	^{131}I	4
7	碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	^{131}I	5
8	碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	^{131}I	2
9	碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	3
10	碘[^{125}I]密封籽源生产线	^{125}I	2
放射性微生物实验室			
1	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo、^{99m}Tc	5
2	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	2
3	镥[^{177}Lu]注射液生产线 1	^{177}Lu	2
4	镥[^{177}Lu]注射液生产线 2	^{177}Lu	2
5	碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	2

4.2 辐射安全与防护措施

4.2.1 辐射标志

为避免非放射性工作人员进入放射性工作场所，在通往放射性工作场所的人员门上方和货物进、出口上方及其它明显处，设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的电离辐射标志和电离辐射警告标志，如图 4.2-1~4.2-2。同时，在明显位置参照相关要求设置“危险标识和人员逃离”等标志牌。在控制区和监督区有明显的分界线和文字提示。



图 4.2-1　电离辐射标志



4.2-2　电离辐射警告标志

4.2.2 辐射安全监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，本项目需对放射性工作场所进行监测。本项目配备了个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式 x-γ 剂量率仪、固定式 γ 剂量率监测系统、移动式气溶胶监测仪、气溶胶流出物连续监测系统、αβ 表面污染监测仪等，同位素药品生产厂房（一）内的便携式辐射监测设备放置于厂房一层的辐射防护室，同位素药品生产厂房（二）内的便携式辐射监测设备放置于厂房一层的辐射防护设备室，质检中心内的便携式辐射监测设备放置厂房一层的值班室，容器清理车间内的便携式辐射监测设备放置于放置厂房一层的值班室。低本底 α、β 测量仪、高纯锗 γ 谱仪布置于质检中心三层放射性理化检验区的核纯测量实验室。个人剂量计、个人剂量报警仪等放置于各放射性工作场所值班室或监控室。其他具体监测要求见第六章。

表 4.2-1　辐射安全监测设备及功能

序号	设备名称	数量	单位	功能
一、同位素药品生产厂房（一）				
卫生出入口				
1	手脚沾染监测仪	1	台	出口控制
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线				
1	α-β 表面污染监测仪	5	台	工作场所表面污染监测
2	移动式气溶胶监测仪	1	台	工作场所气溶胶浓度监测
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	工作场所 x-γ 剂量率监测
小剂量系列药物生产线				
1	α-β 表面污染监测仪	3	台	工作场所表面污染监测
2	移动式气溶胶取样器	1	台	工作场所气溶胶浓度监测
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	工作场所 x-γ 剂量率监测
排气烟道				
1	气溶胶取样装置	1	台	烟道取样
放射性工作区域				
1	固定式 x-γ 剂量率监测系统	2	套	工作场所区域监测
二、同位素药品生产厂房（二）				
卫生出入口				
1	手脚沾染监测仪	1	台	出口控制

碘[^{125}I]密封籽源生产线				
1	α-β 表面污染监测仪	2	台	工作场所表面污染监测
2	移动式气溶胶取样器	1	台	工作场所气溶胶浓度监测
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	工作场所 x-γ 剂量率监测
碘[^{131}I] 系列药品生产线				
1	α-β 表面污染监测仪	5	台	工作场所表面污染监测
2	便携式 x-γ 剂量率仪	5	台	工作场所 x-γ 剂量率监测
3	移动式气溶胶监测仪	2	台	工作场所气溶胶浓度监测
排气烟道				
1	气溶胶连续监测系统	1	套	外排气溶胶浓度连续监测
放射性工作区域				
1	固定式 x-γ 剂量率监测系统	2	套	工作场所区域监测
2	固定式 x-γ 剂量率监测系统	1	套	工作场所区域监测
三、质检中心				
卫生出入口				
1	手脚沾染监测仪	2	台	出口控制
2	α-β 表面污染监测仪	2	台	工作场所表面污染监测
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	工作场所 x-γ 剂量率监测
4	便携式能谱仪	1	台	核素比活度监测
5	移动式气溶胶监测仪	1	台	工作场所气溶胶浓度监测
6	低本底 α、β 测量仪	1	台	放射性总活度浓度监测
排气烟道				
1	气溶胶取样装置	1	套	烟道取样
1	固定式 x-γ 剂量率监测系统	1	套	工作场所区域监测
四、容器清理车间				
卫生出入口				
1	手脚沾染监测仪	1	台	出口控制
2	α-β 表面污染监测仪	2	台	工作场所表面污染监测
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	工作场所 x-γ 剂量率监测
放射性工作区域				
1	固定式 x-γ 剂量率监测系统	1	套	工作场所区域监测
五、外环境				
1	低本底 α、β 测量仪	1	台	放射性总活度浓度监测
2	高纯锗 γ 谱仪	1	台	核素比活度监测
六、个人防护				
1	个人剂量计	250	套	个人剂量监测
2	个人剂量报警仪	60	台	个人剂量超标报警

4.2.3 人流物流

4.2.3.1 同位素药品生产厂房（一）

1）钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线

人流：生产线入口→男、女换鞋更衣间→男、女穿洁净衣间→气锁→钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产区及其辅助功能房间；钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产区及其辅助功能房间→气锁→测量去污间和淋浴间→男、女换鞋更衣间→出口。

物流：外购钼[^{99}Mo]原料由同位素药品生产厂房一中部的物流门进入，通过外包装区，经外清间消毒后由料液上线区送入工艺箱体；经防护包装后的产品由生产区转入外包装大厅进行包装，废物转入包装大厅内的废液和固体废物暂存间，进行储存衰变。

2）小剂量药品生产线

人流：生产线入口→男、女换鞋更衣间→男、女穿洁净衣间→气锁→洁净走廊→小剂量药品生产区及其辅助功能房间；小剂量药品生产区及其辅助功能房间→洁净走廊→气锁→测量去污间和淋浴间→男、女换鞋更衣间→出口。

物流：外购磷[^{32}P]、钐[^{153}Sm]、镥[^{177}Lu] 原料由同位素药品生产厂房一中部的物流通道的物流门进入，通过外包装区，经外清间外清消毒后通过传递窗进入接收间后送入工艺箱体；经防护包装后的产品由生产区转入外包装大厅进行包装；废物转入包装大厅内的废物暂存间，进行储存衰变。

3）外包装区

人流：包装区工作人员：包装区入口→包装人员更衣室→钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器和小剂量药品外包装区及其辅助功能房间；钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器和小剂量药品外包装区及其辅助功能房间→测量去污间和淋浴间→包装人员更衣室→出口。

物流：经防护包装后的产品分别由钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线和小剂量药品生产线转入外包装大厅进行包装，后由南侧物流门发出。液体废物暂存衰变间内的废物储存衰变到解控水平后最终排入公共工业下水管网。不能达到清洁解控水平的，采取树脂吸附方式进行形态转变，呈固态的放射性废物经外包装区由物流门运出，送交有相关资质单位进行处理。固体废物暂存衰变间内的废物储存衰变到解控水平后经外包装区由物流门运出。废物暂存衰变间内的废物储存衰变到解控水平后经外包装区由物流门运出。

同位素药品生产厂房（一）人流物流图详见附图十二。

4.2.3.2 同位素药品生产厂房（二）

1）碘[^{131}I]系列产品生产线

人流：生产线入口→男、女换鞋更衣间→男、女穿洁净衣间→气锁→碘[^{131}I]系列产品生产区及其辅助功能房间；碘[^{131}I]系列产品生产区及其辅助功能房间→气锁→测量去污间和淋浴间→男、女换鞋更衣间→出口。

物流：外购碘[^{131}I]料液由同位素药品生产厂房（二）北侧原料外清间区域消毒后通过传递窗进入碘[^{131}I]系列产品生产区，后送入工艺箱体；经防护包装后的产品由生产区转入外包装大厅，经外包装区由物流门发出；生产过程中产生的废物经废物退出间或废物接收间进入废物暂存间暂存。

2）碘[^{131}I]系列产品包装区

人流：包装区入口→包装区更衣室→剂量检测室→包装大厅及其辅助功能房间；碘[^{131}I]系列产品包装大厅及其辅助功能房间→剂量检测和去污间→包装区更衣室→出口。

物流：经防护包装后的产品由碘[^{131}I]系列产品生产线转入外包装大厅进行包装，后由北侧物流门发出。废物暂存间内的废物，经检测达到清洁解控水平后由废物暂存间北侧物流门送出。

3）碘[^{125}I]密封籽源生产线

生产线人流：生产线总入口→更衣间→男、女换鞋更衣间→男、女穿洁净衣间→气锁→洁净走廊→碘[^{125}I]籽源生产区及其辅助功能房间；碘[^{125}I]籽源生产区及其辅助功能房间→洁净走廊→气锁→男、女穿洁净衣间→男、女换鞋更衣间→剂量检测室和去污间→更衣间→出口。

包装区人流：生产线总入口→更衣间→走廊→碘[^{125}I] 籽源产品外包装区及其辅助功能房间；碘[^{125}I] 籽源产品外包装区及其辅助功能房间→走廊→测量去污间和淋浴间→更衣间→出口。

物流：外购碘[^{125}I]料液由同位素药品生产厂房二北侧中部货梯进入，经二楼原料外清间消毒后通过传递窗进入碘[^{125}I]籽源生产区，后送入工艺箱体；经防护包装后的产品由生产区转入外包装大厅，经外包装区由物流门发出。生产过程中

产生的废物经缓冲间的传递窗进入废物暂存间，经检测达到清洁解控水平后经货梯送出。

同位素药品生产厂房（二）人流物流图详见附图十四、附图十五。

4.2.3.3 质检中心

1）人流

质检中心一层为厂区总更和质检预留，二层为整层预留，三层为理化检验，四层为生物检验。质检中心人物流分开，工作人员由质检中心北侧门厅进入，通过门厅电梯进入质检中心三层，经右侧通道进入普通理化检验区域，经左侧通道进入放射性理化检验区域；通过门厅电梯进入质检中心四层，经右侧通道进入普通生物检验区域，经左侧通道进入放射性生物检验区域。

进入三层放射性理化检验区域的人员，在更衣室换检验区工作服后，可进入试验室准备间、仪器间等一般区。人员退出时，到测量去污间进行剂量检测，当剂量超标时，需进行擦拭去污，有必要时进行淋浴去污，剂量检测合格后出质检中心。

进入四层放射性生物检验区域的人员，进入洁净区时需经换鞋、脱内（外）衣洗手、穿洁净衣手消毒后进入洁净区。人员出洁净区时，由气闸室到测量去污间进行剂量检测，当剂量超标时，需进行擦拭去污，有必要时进行淋浴去污。剂量检测合格后进入更衣间穿一般区工作服、换鞋后出质检中心。

2）物流

实验样品、器具、废物等由质检中心南侧进出，质检中心各层共用质检中心物流通道；在一层设置放射性样品处理间，各产品的样品经一层物流大厅货梯可到三层理化检验和四层生物检验的物流通道。

各层放射性样品通过物流通道进入，经传递间气柜送入各检验区域，样品经过处理后进行化验；质检中心产生的各种废物分类收集后，暂存于废物间，经传递窗送至各层货梯后转移至一层出质检中心。

人流物流图详见附图八、附图十、附图十一。

4.2.3.4 容器清洁车间

1）人流

车间人物流分开，工作人员由车间东侧门厅进入，经过一般区走廊可到备品备件间、配电间、值班室、容器清理区域等一般区。人员退出时，到测量去污间进行剂量检测，当剂量超标时，需进行擦拭去污，检测合格后出车间

2）物流

回收货包由车间南侧进入物流大厅，分别对接回收货包拆解区域、碘系列防护容器清理区域、发生器防护容器清理区域，在各清理区域进行上线拆解、容器清理、上线组装、上线暂存等操作。清理后的容器转移至物流大厅发货。

人流物流图详见附图十六、附图十七。

4.2.4 辐射安全措施

4.2.4.1 安全防范措施

1）为保证辐射安全、防止未经授权人员非法进入及防止存放物品的丢失，本设计在质检中心、同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、试剂库等设置安全防范系统，安全防范系统控制终端设置在各自厂房、车间值班室内。

2）安全防范系统由防盗报警系统及视频监控系统组成；防盗报警系统为探测手段，视频监控系统为复核手段。

4.2.4.2 通风措施

1）生产过程中，工作箱配备整体式排风机，从环境吸风经高效过滤器净化后进入箱体，通过调节排风阀门，维持箱体负压值-300~-200Pa。工作箱等在生产时产生有放射性物质或气体，经高效过滤器过滤后排放，排放高度高出周围50m 范围内最高屋脊 3m，高效过滤器过滤效率不低于 99.9%。若工作箱排放气体含碘，则经高效过滤器及除碘过滤器处理后排放，碘吸附器的净化系数不低于1000，泄漏率≤0.01%。有放射性操作的通风柜设局部通风，在半开口状态下进气口截面的平均风速为 1.02m/s。

2）有放射性气溶胶的厂房控制厂房内为负压，控制负压值在-20Pa～-5Pa。控制气流方向由非污染区到污染区，由低污染区到高污染区。本项目监督区通风换气次数至少 2~5 次/h，控制区II通风换气次数至少 20~30 次/h，控制区I通风换气次数至少 5~20 次/h。

3）各厂房放射性气体排气筒高出周边 50m 内最高建筑屋脊 3m 以上，共 4 根。各厂房、车间主要排风系统设置情况，详见表 4.2-2；各放射性工作场所通风图详见附图二十九~附图三十七。

表 4.2-2 通风系统设置参数

序号	位置		换气次数	风量	备 注
	楼层	地点	次/h	(m³/h)	
一	同位素药品生产厂房（一）				
1	1	AHU31-1 小剂量药品生产区	/	5560	空调排风
2	1	AHU31-1 小剂量药品生产区热室、手套箱等	/	1500	工艺设备排风
3	1	AHU31-2 小剂量药品外包装区	/	6000	空调排风
4	1	AHU31-3 钼锝发生器生产区	/	8500	空调排风
5	1	AHU31-3 钼锝发生器生产区热室、手套箱等	/	5000	工艺设备排风
6	1	AHU31-4 钼锝发生器外包装区	/	15400	空调排风
7	2	AHU32-1 洗消中心	/	6490	空调排风
8	1	一层小剂量药品外包装区、钼锝发生器外包装区	/	47100	火灾排烟
本厂房箱室排风：先经过箱室自带的高效过滤器，再经过排风机组高效过滤后通过烟囱高空排放；本厂房空间排风：通过排风管道送至排风机组，经过高效过滤后通过烟囱高空排放。其中，高效过滤器过滤效率不低于 99.9%。					
二	同位素药品生产厂房（二）				
1	1	AHU41-1 碘[^{131}I]系列产品生产区人物净区	/	2540	空调排风
2	1	AHU41-2 碘[^{131}I]系列产品生产区	/	8090	空调排风
3	1	AHU41-2 碘[^{131}I]系列产品生产区热室、手套箱等	/	1300	工艺设备排风
4	1	AHU41-3 包装大厅	/	19070	空调排风
5	2	AHU42-1 碘[^{125}I]籽源生产区人物净	/	2540	空调排风
6	2	AHU42-2 碘[^{125}I]籽源生产区	/	8600	空调排风
7	2	AHU42-2 碘[^{125}I]籽源生产区热室、手套箱等	/	700	工艺设备排风
8	1~2	一层包装大厅、碘[^{131}I]系列产品生产区、二层碘[^{125}I]籽源生产区	/	42000	火灾排烟

本厂房箱室排风：先经过设备自带的高效过滤器，再分别通过排风机组高效+活性炭+高效过滤后烟囱高空排放；本厂房空间排风：通过排风管道送至排风机组，分别通过高效+活性炭+高效过滤后烟囱高空排放。其中，高效过滤器过滤效率不低于 99.9%，活性炭过滤器（碘吸附器）的净化系数不低于 1000，泄漏率≤0.1%。					
三	**质检中心**				
1	1	总更	8	8740	空调排风
2	1	男淋浴	10	2100	全面排风
3	1	女淋浴	10	2100	全面排风
4	1	换热间	10	1650	全面排风
5	3~4	AHU23-1 普通理化实验区	/	17940	空调排风
6	3~4	AHU23-2 放射性理化实验区	/	12690	空调排风
7	3~4	普通理化实验通风柜	/	1600×4	全面排风
8	3~4	普通理化实验通风柜	/	6400	补风
9	3~4	放射性理化实验通风柜	/	1600×6	全面排风
10	3~4	放射性理化实验通风柜	/	9600	补风
11	3	三层普通理化实验室	/	18120	火灾排烟
12	4	AHU24-1 非放无菌、微生物限度、阳性对照	/	13390	空调排风
13	4	AHU24-2 培养区	/	3160	空调排风
14	4	AHU24-3 放射性无菌、微生物限度、阳性对照	/	11720	空调排风
15	4	AHU24-4 放射性培养区	/	1840	空调排风
16	1、3	一层男女更鞋、女总更、三层放射性理化实验室	/	15900	火灾排烟
17	3	三层普通理化实验室	/	18120	火灾排烟
本厂房通风橱排风：先经过设备自带的高效过滤器，再分别通过排风机组高效+活性炭+高效过滤后烟囱高空排放；本厂房空间排风：通过排风管道送至排风机组，分别通过高效+活性炭+高效过滤后烟囱高空排放。其中，高效过滤器过滤效率不低于 99.9%，活性炭过滤器（碘吸附器）的净化系数不低于 1000，泄漏率≤0.1%。					
四	**容器清理车间**				
1	1	发生器防护容器清理区域	10	17150	应急排风
2	1	回收货包拆解区域	10	20520	应急排风
3	1	碘系列防护容器清理区域	10	17150	应急排风
4	1	碘系列防护容器清理区域 2 台通风	/	1600×2	局部排风

		柜			
5	2	发生器内容物暂存衰变区、碘货包污染衰变区、碘内容物暂存衰变区	8	6840	全面排风
6	2	二层放射性药品固体废物清洁解控间	5	31270	全面排风
7	2	二层放射性药品固体废物清洁解控间	/	12500	EXU62-1 补风
本厂房排风均通过排风管道送至排风机组，分别通过高效过滤后烟囱高空排放。其中，高效过滤器过滤效率不低于 99.9%。					

4.2.4.3 个人辐射防护措施

1）工作人员上班穿戴工作服和劳动保护用品，可有效地保障工作人员的辐射安全。

2）工作人员进入放射性工作场所应按规定配戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

3）生产线工作人员在生产区主要通过机械手和手套孔进行操作，操作时戴细纱手套及乳胶手套，以减少手部沾污。

4）工作人员在生产区工作时，需戴防护口罩，以减少放射性核素随呼吸进入体内。

5）工作期间应进行个人内、外照射剂量监测，并记录在案。

6）在辐射作业场所内严禁进食、吸烟和存放食品。

7）保持工作场所的清洁与整齐，定期对生产场所物体表面进行表面污染检测，设备、地面和墙面被污染后要及时清理去污。

8）工作结束后，应进行沐浴，并在监督区出口处利用 α、β 表面污染测量仪监测合格后方可离开工作区域。

9）采用移动式气溶胶监测系统定期（1 次/1~4 周，根据场所等级确定）对放射性工作场所产生的气溶胶浓度进行监测、记录，以掌握工作场所污染水平。

4.3 三废治理措施

4.3.1 放射性三废治理措施

1）放射性废气

同位素药品生产厂房（一）设排气筒 1 根，高出周边 50m 范围内最高建筑屋脊 3m 以上，高度 26m；

同位素药品生产厂房（二）设排气筒 1 根，高出周边 50m 内最高建筑屋脊 3m 以上，高度 18m；

质检中心设排气筒 1 根，高出周边 50m 内最高建筑屋脊 3m 以上，高度 26m；

容器清理车间设排气筒 1 根，高出周边 50m 内最高建筑屋脊 3m 以上，高度 18m。

具体措施见表 4.2-2。

2）放射性废液

放射性废液采取就地收集，转运，储存于不锈钢罐衰变解控方式进行处理。预计每年放射性废液产生量约 10m^3，主要含 ^{131}I、^{125} I、^{99}Mo、^{153}Sm、^{32}P、^{177}Lu 等核素。在产生放射性废液的场所内均设有放射性废液衰变罐。同位素药品生产厂房（一）废物暂存间内设有 6 个（4 个 3m^3，2 个 1m^3）不锈钢废液储罐，同位素药品生产厂房（二）废物暂存间内设有 4 个 3m^3 容积不锈钢废液储罐，质检中心设有 4 个 500L 储罐用于放射性废液的储存衰变。经计算，同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、质检中心设置的不锈钢废液储罐均可满足其放射性废液储存衰变的需求。当储罐中废液放射性核素活度浓度低于 10Bq/L 时，向政府主管部门申请清洁解控，经允许后经污水管网排入松林店污水处理厂。

本项目各放射性岗位操作人员工作结束后，经检测无污染进入淋浴间，淋浴水直接进厂区槽式排放池，槽式排放池设置流出水取样监测系统，一旦监测出放射性超标，严禁外排，采取暂存一段时间后，直到监测合格后才能经市政污水管网至污水处理厂。

3）放射性固体废物

各生产线及质检中心产生的固体废物主要包括：料液瓶、淋洗瓶、配液瓶、生产线管路、过滤膜、针头、注射器、活性炭、擦拭物、废手套、废口罩等，产生量约为 30m^3/a；另外在运行过程中，需要定期更换排风系统过滤器芯，废物产生量约 10m^3/a；上述固体废物的主要污染因子为 ^{99}Mo、^{32}P、^{153}Sm、^{177}Lu、 ^{131}I、^{125}I 等，分别在各操作箱采用屏蔽容器就地收集，经废物暂存箱室周转至各生产线废物暂存间地坑内暂存衰变一定时间后，在活度满足清洁

解控要求后，转移至容器清理车间二层的放射性废物清洁解控间暂存并申请清洁解控处理，按政府主管部门相关规定执行。

采取上述处理措施后，本项目固体废物处置满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）要求。

4.3.2 非放射性三废治理措施

1）非放射性废气

本项目设食堂，餐食由外卖配送，不加工餐食，无食堂油烟等大气污染物产生。项目产生的大气污染物主要为化学药品制剂生产过程中稀盐酸、稀硝酸配制产生的无机气态污染物和消毒与清洗使用的乙醇、丙酮挥发产生的有机气态污染物。

同位素药品生产厂房（一）二层非放药品配套生产区通风橱内配制稀盐酸、稀硝酸挥发产生氯化氢和NOx废气，经通风橱在负压情况下全部收集后，由活性炭吸附装置+高效过滤器处理，由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排。

同位素药品生产厂房（二）碘[^{131}I]生产线乙醇废气、碘[^{125}I]密封籽源生产过程中银丝清洗产生的丙酮废气均由生产区排风系统负压收集，经过活性炭吸附装置+高效过滤器处理，经处理后由同位素药品生产厂房（二）设置的1根18m排气筒外排。

同位素药品生产厂房（一）钼锝发生器生产线和小剂量药品生产线乙醇废气由生产区排风系统负压收集，经排风系统（含高效过滤器）后由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排。

质检中心放射性理化实验室乙醇废气由通风橱负压收集，经过活性炭过滤器+高效过滤器处理后，由设置于质检中心设置的1根26m排气筒外排。

2）非放射性废水

本项目生活污水经化粪池处理后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。其它工序职工洗衣废水排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。夏季动力车间循环冷却系统和制冷系统排污水、制水系统排污水直接排入污水管网，最终进松林店污水处理厂。包装工序职工洗衣废水排入槽式排放池，定期对槽式

排放池中废水进行检测后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂；职工淋浴废水、洁净洗衣废水、器具清洗废水均排入槽式排放池，定期对槽式排放池中废水进行检测后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。部分外购注射水用于工艺清洗而产生放射性废水排入废液暂存罐，经清洁解控并检测达标后排入松林店污水处理厂。

3）非放射性固废

生活垃圾分类收集后交由当地环卫部门指定地点清运处理；餐厨垃圾交由有相应资质的餐厨垃圾收集企业运输处置。制水工序产生的废滤芯与废过滤器送至环保部门指定地点处置；原料废包装外售综合利用；灭活培养基送至环保部门指定地点处置。

废化学试剂及包装物属于危险废物，属于HW49其他废物，危险废物代码900-047-49，废化学试剂应存放在原试剂瓶中，保留原标签，再放置于密封塑料桶中，在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置；质检中心清洗废液属于危险废物，属于HW49其他废物，危险废物代码900-047-49，使用塑料收集桶收集，在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置；废活性炭属于危险废物（代码900-041-49），装封口严实的防渗编织袋在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置；解控后的废树脂属于危险废物（代码900-016-13），装密封铁桶送试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

4.4 服务期满后的环境保护措施

本项目新建生产厂房、车间的设计使用寿命为 50a。为保证生产厂房、车间服务期满后退役彻底落实，原子高科华北医药有限公司将在项目运行初期阶段另拨专项资金于特定设立账户，专项用于放射性作业生产厂房、车间突发异常情况的处理及退役。当项目建成正式投产后，将根据运行效益再增加用于退役的专项资金。

原子高科华北医药有限公司成立的辐射安全管理机构负责项目退役前、退役过程中以及退役后的辐射安全管理工作。

退役前，原子高科华北医药有限公司将按照相关法律法规要求编制项目退役环境影响评价文件，送有关部门审批；退役过程中，按照相应程序和要求办理退

役手续，经主管部门批准后实施退役。

工作场所内的设备与用品，经去污后，其表面β污染水平低于《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》（GBZ167-2005）附录A中规定的中规定的0.8Bq/cm^2，并经有资质的机构测量并经主管部门许可后，可作为普通物件继续使用。对于无法达到污染控制水平的污染物送至河北省城市放射性废物库暂存；退役过程中产生的擦拭、铲除等固体废物，经有资质的机构测量达到豁免水平，经主管部门许可后，可作为一般废物进行处理，否则按照放射性废物送河北省城市放射性废物库暂存；退役过程产生的放射性废污水排入厂区的槽式排放池，经检测合格后方可排放。

第五章 放射性污染环境影响分析

5.1 正常工况的环境影响分析

5.1.1 职业工作人员受照剂量分析

本项目针对职业工作人员的受照剂量分析，主要包括外照射和内照射剂量两个部分，主要内容如下：

5.1.1.1 剂量率估算模式

1）外照射剂量率估算模式

本项目操作的放射性核素较多，其中 ^{32}P 为纯 β^- 衰变，需考虑韧致辐射对工作人员的影响；其它核素考虑 γ 射线对工作人员的影响。

① γ 外照射剂量率计算公式

$$H_\gamma = \frac{3600 \cdot A \cdot \Gamma_k}{K_1 \cdot K_2 \cdot r^2} \quad \text{……..……..（5-1）}$$

式中：H_γ—屏蔽体外空气比释动能率，Gy/h；

A—源活度，Bq；

Γ_k—空气比释动能率常数，Gy m^2 Bq^{-1} s^{-1}；

K_1—第一层屏蔽材料的减弱倍数，可根据《辐射防护导论》表附表 10、11、附图 12 及《γ 射线屏蔽参数手册》减弱因子图查得；

K_2—如果有第二层屏蔽材料，其减弱倍数 K_2 的查找方式同 K_1；

r—放射源到计算点距离，m。

② 韧致辐射计算公式

$$H_{韧致辐射} = \frac{4.58\times10^{-14} \cdot A \cdot Z_e \cdot E_b^{\,2} \left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)\eta}{r^2} \quad \text{……..……（5-2）}$$

式中：$H_{韧致辐射}$—韧致辐射所致剂量当量率，Gy/h；

A—源活度，Bq；

Z_e—屏蔽材料有效原子序数，来源于《辐射防护导论》P129；

E_b—β 粒子平均能量，来源于《辐射防护导论》P122；

（μ_{en}/ρ）—质量能量吸收系数，来源于《辐射防护导论》附表 1；

η—透射比，等于 1/k，k 为平均能量对应的减弱倍数，来源于《辐射防护导论》附表 11；

r—放射源到计算点距离，m。

2）内照射剂量估算模式

本项目所致人员内照射剂量主要为通过吸入产生吸入内照射，估算模式如下：

$$E_{\alpha}=\sum_{i} e_i \cdot R \cdot C_i \quad \text{……（5-3）}$$

式中：E_α—工作人员吸入放射性核素所致有效剂量，Sv a^{-1}；

e_i—对应第 i 种放射性核素的吸入剂量转换因子，Sv Bq^{-1};

R—工作人员个人的年空气吸入量，m^3 a^{-1}；

C_i—第 i 种放射性核素的浓度，Bq m^{-3}。

3）年有效剂量计算

根据《辐射防护基础》（李星洪等编）中剂量当量的计算公式，整理后得出年有效剂量估算公式如下：

$$H = 1000 \times \dot{D} \times Q \times N \times t \times q \quad \text{……（5-4）}$$

式中：

H—年有效剂量，mSv/a；

1000—单位转换系数，1000mSv/Sv；

$\dot{D}$—计算点的 γ 吸收剂量率，Gy/h；

Q—品质因素，对于 γ 射线，Q 取 1；

N—所有其他修正因素的乘积，ICRP26 号出版物指定 N=1；

t—年受照时间，h/a；

q—居留因子。

5.1.1.2 厂房生产线工作位置处剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

1）同位素药品综合生产厂房（一）

（1）钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线

钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线 γ 外照所致工作人员受照剂量预测所需

参数列于表 5.1-1。工作人员所在位置的γ辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-1。

表 5.1-1　钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称		进料箱		配制箱		灌注箱		检验箱		灭菌箱		组装箱		防护包装箱	
操作核素名称		^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc
γ 射线最大能量（MeV）		0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140
单批生产所用活度		5.55×10^{13}	5.00×10^{13}	5.48×10^{13}	4.93×10^{13}	1.78×10^{13}	1.60×10^{13}	1.73×10^{13}	1.56×10^{13}	1.70×10^{13}	1.53×10^{13}	1.70×10^{13}	1.53×10^{13}	3.41×10^{12}	3.07×10^{12}
空气比释动能率常数（Gy ㎡ Ƀq^{-1} s^{-1}）		1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}
操作距离 r（m）		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
屏蔽体材料及厚度（cm）		15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	12（铅当量）	12（铅当量）
减弱倍数 K		1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	6.22×10^{4}	1.00×10^{120}
空气比释动能率（Gy/h）		2.60×10^{-6}	2.00×10^{-150}	2.57×10^{-6}	1.97×10^{-150}	8.33×10^{-7}	6.42×10^{-151}	8.10×10^{-7}	6.23×10^{-151}	7.96×10^{-7}	6.13×10^{-151}	7.96×10^{-7}	6.13×10^{-151}	2.88×10^{-6}	1.23×10^{-121}
生产方式		2 批/天，200 天/年													
单批生产所用时间（h）		0.25	0.25	0.75	0.75	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1
年生产时间（h）		100	100	300	300	2400	2400	2400	2400	400	400	400	400	400	400
剂量转换因子		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
年有效剂量（mSv/a）		0.26	5.56×10^{-149}	0.77	1.65×10^{-148}	0.67	1.43×10^{-148}	0.65	1.39×10^{-148}	0.32	6.81×10^{-149}	0.32	6.81×10^{-149}	1.15	1.37×10^{-119}
合计年有效剂量（mSv/a）		0.26		0.77		0.67		0.65		0.32		0.32		1.15	
人员操作模式		1 人操作		1 人操作		3 人交替操作		3 人交替操作		1 人操作		1 人操作		1 人操作	
相邻操作位置之间的叠加影响	剂量率（Gy/h）	3.16×10^{-6}	2.43×10^{-150}	3.14×10^{-6}	2.41×10^{-150}	9.88×10^{-7}	7.60×10^{-151}	1.02×10^{-6}	7.86×10^{-151}	/	/	9.08×10^{-7}	6.99×10^{-151}	/	/
	外照射所致剂量（mSv/a）	0.316	2.43×10^{-145}	0.827	6.36×10^{-145}	0.772	5.94×10^{-145}	0.763	5.87×10^{-145}	/	/	0.363	2.80×10^{-145}	/	/
/	合计（mSv/a）	0.316		0.827		0.772		0.763		/		0.363		/	

由表 5.1-1 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平为 7.96×10^{-1}μGy/h~3.16μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。进料箱由 1 名工作人员操作，外照射所致年有效剂量为 0.316mSv/a；配制箱前 1 名工作人员外照射所致年有效剂量为 0.827mSv/a；灌注箱前有 3 名工作人员同时工作，同时接受照射，每人外照射所致年有效剂量均为 0.772mSv/a；检验箱前有 3 名工作人员同时操作，同时受到照射，外照射所致年有效剂量均为 0.763mSv/a；灭菌箱由 1 名工作人员操作，外照射所致年有效剂量为 0.32mSv/a；组装箱由 1 名工作人员操作，外照射所致年有效剂量为 0.363mSv/a；防护包装箱由 1 名工作人员操作，外照射所致年有效剂量为 1.15mSv/a。

（2）磷[^{32}P]酸钠盐口服液生产线

磷[^{32}P]酸钠盐口服液生产线韧致辐射致工作人员受照剂量预测所需参数列于表 5.1-2。工作人员所在位置剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-2。

表 5.1-2 磷[^{32}P]酸钠盐口服液生产线工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称	气闸	主工艺箱室
操作核素名称	^{32}P	
单批生产所用活度 A（Bq）	7.40×10^{11}	
β 射线最大能量（MeV）	1.711	
屏蔽材料有效原子序数 Z_e	11.37	
β 粒子平均能量 E_b（MeV）	0.695	
质量能量吸收系数 μ_{en}/ρ（m^2 kg^{-1}）	6.04×10^{-3}	
屏蔽体材料及厚度（cm）	0.6（聚氯乙烯）+3（局部铅屏蔽）+3.5（箱体铅屏蔽）	
透射比 η	1.37×10^{-3}	
操作距离 r（m）	0.7	
空气比释动能率（Gy/h）	3.15×10^{-6}	
生产方式	1 批/天，50 天/年	
单批生产所用时间（h）	5	
年生产时间（h）	250	
剂量转换因子	1	
外照射所致年有效剂量（mSv/a）	3.94×10^{-1}	
人员操作模式	2 人交替操作	

相邻生产线（来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线）的叠加影响	剂量率（Gy/h）	3.15×10^{-6}
	合计（mSv/a）	3.94×10^{-1}

由表 5.1-2 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平为 3.15μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。主工艺箱前的工作人员外照射所致年有效剂量为 3.94×10^{-1}mSv/a。

（3）来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线

来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线 γ 外照致工作人员受照剂量预测所需参数列于表 5.1-3。工作人员所在位置的 γ 辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-3。

表 5.1-3　来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称		气闸	主工艺箱
操作核素名称		^{153}Sm	
γ 射线最大能量（MeV）		0.103	
单批生产所用活度（Bq）		7.40×10^{12}	
空气比释动能率常数（Gy·m^2·Bq^{-1}·s^{-1}）		1.30×10^{-18}	
操作距离 r（m）		0.7	
屏蔽体材料及厚度（cm）		3（铅当量）	
减弱倍数 K		1.18×10^{22}	
空气比释动能率（Gy/h）		5.99×10^{-24}	
生产方式		1 批/天，50 天/年	
单批生产所用时间（h）		8	
年生产时间（h）		400	
剂量转换因子		1	
外照射所致年有效剂量（mSv/a）		1.20×10^{-18}	
人员操作模式		2 人交替操作	
相邻生产线（磷[^{32}P]酸钠盐口服液生产线）的叠加影响	剂量率（Gy/h）	3.18×10^{-7}	
	合计（mSv/a）	3.97×10^{-2}	

由表 5.1-3 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平为 3.18×10^{-1}μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。主工艺箱前的工作人员外照射所致年有效剂量为 3.97×10^{-2}mSv/a。

（4）镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）

镥[^{177}Lu]注射液生产线 γ 外照致工作人员受照剂量预测所需参数列于表5.1-4。工作人员所在位置的 γ 辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-4。

表 5.1-4 镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）工作人员工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称		合成箱室	气闸	主工艺箱室
操作核素名称		^{177}Lu	^{177}Lu	
γ 射线最大能量（MeV）		0.208	0.208	
单批生产所用活度（Bq）		7.40×10^{11}	7.20×10^{12}	
空气比释动能率常数（Gy·m^2·Bq^{-1}·s^{-1}）		5.90×10^{-19}	5.90×10^{-19}	
操作距离 r（m）		0.7	0.7	
屏蔽体材料及厚度（cm）		5（铅当量）	5（铅当量）	
减弱倍数 K		1.93×10^{10}	1.93×10^{10}	
空气比释动能率（Gy/h）		1.66×10^{-13}	1.62×10^{-13}	
生产方式		1 批/天，50 天/年		
单批生产所用时间（h）		0.5	0.5	
年生产时间（h）		25	25	
剂量转换因子		1	1	
外照射所致年有效剂量（mSv/a）		4.16×10^{-9}	4.04×10^{-9}	
人员操作模式		1 人操作	1 人操作	
相邻生产线（镥[^{177}Lu]注射液生产线）的叠加影响	剂量率（Gy/h）	1.73×10^{-13}	1.67×10^{-13}	
	合计（mSv/a）	4.34×10^{-9}	4.18×10^{-9}	

由表 5.1-4 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平最大值为 1.73×10^{-7}μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。合成箱前的工作人员年有效剂量为 4.34×10^{-9}mSv/a，主工艺箱前的工作人员年有效剂量为 4.18×10^{-9}mSv/a。

（5）镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）

镥[^{177}Lu]注射液生产线 γ 外照致工作人员受照剂量预测所需参数列于表5.1-5。工作人员所在位置的 γ 辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-5。

表 5.1-5 镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）工作人员工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称	合成箱室	气闸	主工艺箱室
操作核素名称	^{177}Lu	^{177}Lu	

γ射线最大能量（MeV）		0.208	0.208
单批生产所用活度（Bq）		7.40×10^{11}	7.20×10^{12}
空气比释动能率常数（Gy ㎡ Bq^{-1} s^{-1}）		5.90×10^{-19}	5.90×10^{-19}
操作距离 r（m）		0.7	0.7
屏蔽体材料及厚度（cm）		5（铅当量）	5（铅当量）
减弱倍数 K		1.93×10^{10}	1.93×10^{10}
空气比释动能率（Gy/h）		1.66×10^{-13}	1.62×10^{-13}
生产方式		1 批/天，50 天/年	
单批生产所用时间（h）		0.5	0.5
年生产时间（h）		25	25
剂量转换因子		1	1
外照射所致年有效剂量（mSv/a）		4.16×10^{-9}	4.04×10^{-9}
人员操作模式		1 人操作	1 人操作
相邻生产线（镥[^{177}Lu]注射液生产线）的叠加影响	剂量率（Gy/h）	1.73×10^{-13}	1.67×10^{-13}
	合计（mSv/a）	4.34×10^{-9}	4.18×10^{-9}

由表 5.1-5 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平最大值为 1.73×10^{-7}μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。合成箱前的工作人员外照射所致年有效剂量为 4.34×10^{-9}mSv/a，主工艺箱前的工作人员外照射所致年有效剂量为 4.18×10^{-9}mSv/a。

2）同位素药品综合生产厂房（二）

（1）碘[^{131}I]系列药品生产线

①粗分阶段

碘[^{131}I]系列药品生产线粗分阶段γ外照致工作人员受照剂量预测所需参数列于表 5.1-6。工作人员所在位置的γ辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-6。

表 5.1-6　碘[^{131}I]系列药品生产线粗分阶段工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称	接收箱	粗分箱	废液转运
操作核素名称	^{131}I	^{131}I	^{131}I
γ射线最大能量（MeV）	0.722	0.722	0.722
日生产所用活度（Bq）	3.33×10^{13}	3.33×10^{13}	4.66×10^{11}
空气比释动能率常数（Gy ㎡ Bq^{-1} s^{-1}）	1.44×10^{-17}	1.44×10^{-17}	1.44×10^{-17}
操作距离 r（m）	0.9	0.9	0.5
屏蔽体材料及厚度（cm）	15（铅当量）	15（铅当量）	10（铅当量）

减弱倍数 K		4.23×10^{6}	4.23×10^{6}	1.98×10^{4}
空气比释动能率（Gy/h）		5.04×10^{-7}	5.04×10^{-7}	4.88×10^{-6}
生产方式		111 天		
日粗分所用时间（h）		0.3	1.5	1.67×10^{-1}
年粗分时间（h）		33.3	166.5	18.5
剂量转换因子		1	1	1
外照射所致年有效剂量（mSv/a）		8.39×10^{-3}	8.39×10^{-2}	9.03×10^{-2}
人员工作模式		2 人同时操作，前区一人，后区一人	1 人操作	1 人操作
相邻操作位置的叠加影响（接收、粗分相互影响）	剂量率（Gy/h）	6.31×10^{-7}	5.51×10^{-6}	
	合计（mSv/a）	1.05×10^{-2}	1.78×10^{-1}	

由表 5.1-6 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平最大值为 5.51μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。粗分阶段接收箱前工作人员外照射所致年有效剂量为 1.05×10^{-2}mSv/a，粗分箱前外照射所致工作人员年有效剂量为 1.78×10^{-1}mSv/a。

② 碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线

碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线 γ 外照射致工作人员受照剂量预测所需参数列于表 5.1-7。工作人员所在位置的 γ 辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-7。

表 5.1-7　碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称	气闸	主工艺箱室	废液转运
操作核素名称	^{131}I		^{131}I
γ 射线最大能量（MeV）	0.722		0.722
单批生产所用活度（Bq）	5.74×10^{12}		8.03×10^{12}
空气比释动能率常数 Gy ㎡ Ƀq^{-1} s^{-1}）	1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}
操作距离 r（m）	0.7		0.5
屏蔽体材料及厚度（cm）	10（铅当量）+4（钨）		10（铅当量）
减弱倍数 K	8.55×10^{6}		1.98×10^{4}
空气比释动能率（Gy/h）	7.10×10^{-8}		8.41×10^{-7}
生产方式	3 批/天，111 天/年		
单批生产所用时间（h）	5		1.67×10^{-1}
年生产时间（h）	1665		18.5
剂量转换因子	1		1
年有效剂量（mSv/a）	5.91×10^{-2}		7.78×10^{-3}
外照射所致人员工作模式	2 人交替操作		2 人交替操作

相邻生产线（碘[^{131}I]化钠治疗胶囊）的叠加影响	剂量率（Gy/h）	9.26×10^{-7}
	合计（mSv/a）	7.63×10^{-2}

由表 5.1-7 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平最大值为 9.26×10^{-1}μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。主工艺箱前工作人员外照射所致年有效剂量为 7.63×10^{-2}mSv/a。

③ 碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线

碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线 γ 外照射致工作人员受照剂量预测所需参数列于表 5.1-8。工作人员所在位置的 γ 辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-8。

表 5.1-8 碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称		气闸	主工艺箱室	废液转运
操作核素名称		^{131}I		^{131}I
γ 射线最大能量（MeV）		0.722		0.722
单批生产所用活度（Bq）		7.22×10^{12}		1.01×10^{11}
空气比释动能率常数（Gy ㎡ Bq^{-1} s^{-1}）		1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}
操作距离 r（m）		0.7		0.5
屏蔽体材料及厚度（cm）		10（铅当量）+4（钨）		10（铅当量）
减弱倍数 K		8.55×10^{6}		1.98×10^{4}
空气比释动能率（Gy/h）		8.93×10^{-8}		1.06×10^{-6}
生产方式		2 批/天，111 天/年		
单批生产所用时间（h）		6		1.67×10^{-1}
年生产时间（h）		1332		18.5
剂量转换因子		1		1
外照射所致年有效剂量（mSv/a）		5.95×10^{-2}		9.78×10^{-3}
人员工作模式		2 人交替操作		2 人交替操作
相邻生产线（碘[^{131}I]化钠口服溶液）的叠加影响	剂量率（Gy/h）	1.16×10^{-6}		
	合计（mSv/a）	7.68×10^{-2}		

由表 5.1-8 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平最大值为 1.16μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。主工艺箱前工作人员外照射所致年有效剂量为 7.68×10^{-2}mSv/a。

④ 碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线

碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线 γ 外照射致工作人员受照剂量预测所需参数列

于表 5.1-9。工作人员所在位置的 γ 辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-9。

表 5.1-9 碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称	气闸	主工艺箱室	废液转运
操作核素名称	^{131}I		^{131}I
γ 射线最大能量（MeV）	0.722		0.722
单批生产所用活度（Bq）	4.63×10^{9}		6.48×10^{7}
空气比释动能率常数（Gy m^2 Bq^{-1} s^{-1}）	1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}
操作距离 r（m）	0.7		0.5
屏蔽体材料及厚度（cm）	3+3（铅当量）		10（铅当量）
减弱倍数 K	6.69×10^{1}		1.98×10^{4}
空气比释动能率（Gy/h）	5.83×10^{-7}		6.79×10^{-10}
	5.83×10^{-7}		
生产方式	2 批/天，111 天/年		
单批生产所用时间（h）	4		1.67×10^{-1}
年生产时间（h）	888		18.5
剂量转换因子	1		1
外照射所致年有效剂量（mSv/a）	2.59×10^{-1}		6.28×10^{-6}
人员工作模式	2 人交替操作		2 人交替操作
合计（mSv/a）	2.59×10^{-1}		

由表 5.1-9 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平最大值为 5.83×10^{-1}μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。主工艺箱前工作人员外照射所致年有效剂量为 2.59×10^{-1}mSv/a。

⑤ 碘[^{131}I]苄胍注射液生产线

碘[^{131}I]苄胍注射液生产线 γ 外照致工作人员受照剂量预测所需参数列于表 5.1-10。工作人员所在位置的 γ 辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-10。

表 5.1-10 碘[^{131}I]苄胍注射液生产线工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称	合成箱室	废液转运	气闸	主工艺箱室	废液转运
操作核素名称	^{131}I	^{131}I	^{131}I		^{131}I
γ 射线最大能量（MeV）	0.722	0.722	0.722		0.722
单批生产所用活度（Bq）	7.40×10^{11}	1.04×10^{10}	7.20×10^{11}		1.01×10^{10}
空气比释动能率常数	1.44×10^{-17}	1.44×10^{-17}	1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}

（Gy·m^2·Bq^{-1}·s^{-1}）				
操作距离 r（m）	0.7	0.5	0.7	0.5
屏蔽体材料及厚度（cm）	10（铅当量）	10（铅当量）	10（铅当量）	10（铅当量）
减弱倍数 K	1.98×10^{4}	1.98×10^{4}	1.98×10^{4}	1.98×10^{4}
空气比释动能率（Gy/h）	3.95×10^{-6}	1.09×10^{-7}	3.85×10^{-6}	1.06×10^{-7}
	4.06×10^{-6}		3.96×10^{-6}	
生产方式	1 批/天，111 天/年			
单批生产所用时间（h）	3	1.67×10^{-1}	4	1.67×10^{-1}
年生产时间（h）	333	18.5	444	18.5
剂量转换因子	1	1	1	1
外照射所致年有效剂量（mSv/a）	1.32	2.01×10^{-3}	8.54×10^{-1}	9.78×10^{-4}
人员工作模式	1 人操作	1 人操作	2 人交替操作	2 人交替操作
合计（mSv/a）	1.32		8.55×10^{-1}	

由表 5.1-10 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平最大值为 4.06μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。合成箱前由 1 名工作人员操作，外照射所致年有效剂量为 1.32mSv/a，主工艺箱前工作人员外照射所致年有效剂量为 8.55×10^{-1}mSv/a。

（2）碘[^{125}I]密封籽源生产线

碘[^{125}I]密封籽源生产线共两条，由于生产规模一样，因此只对其中一条生产线进行分析。该生产线γ外照致工作人员受照剂量预测所需参数列于表 5.1-11。工作人员所在位置的 γ 辐射剂量率及外照射所致年有效剂量预测结果见表 5.1-11。

表 5.1-11　碘[^{125}I]密封籽源生产线工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

箱体名称		源芯制备箱	热源焊接箱	外观检查箱	去污清洗箱	活度测量箱	清洗分装箱
操作核素名称		^{125}I	^{125}I	^{125}I	^{125}I	^{125}I	^{125}I
γ 射线最大能量（MeV）		0.0355	0.0355	0.0355	0.0355	0.0355	0.0355
单批生产所用活度（Bq）		9.25×10^{11}	8.67×10^{11}	8.67×10^{11}	8.67×10^{11}	8.67×10^{11}	8.67×10^{11}
空气比释动能率常数（Gy m^2 Bq^{-1} s^{-1}）		4.59×10^{-18}	4.59×10^{-18}	4.59×10^{-18}	4.59×10^{-18}	4.59×10^{-18}	4.59×10^{-18}
操作距离 r（m）		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
屏蔽体材料及厚度（cm）		1（铁）	1（铁）	1（铁）	1（铁）	1（铁）	1（铁）
减弱倍数 K		1.00×10^{6}	1.00×10^{6}	1.00×10^{6}	1.00×10^{6}	1.00×10^{6}	1.00×10^{6}
空气比释动能率（Gy/h）		3.12×10^{-8}	2.92×10^{-8}	2.92×10^{-8}	2.92×10^{-8}	2.92×10^{-8}	2.92×10^{-8}
生产方式		1 批/天，250 天/年					
单批生产所用时间（h）		0.30	1	0.17	1	0.36	0.4
年生产时间（h）		75	250	42.5	250	90	100
剂量转换因子		1	1	1	1	1	1
外照射所致年有效剂量（mSv/a）		2.34×10^{-3}	2.44×10^{-3}	6.21×10^{-4}	7.31×10^{-3}	2.63×10^{-3}	1.46×10^{-3}
人员操作模式		1 人操作	3 人同时操作	2 人同时操作	1 人操作	1 人操作	2 人同时操作
相邻操作位置的叠加影响	剂量率（Gy/h）	/	3.80×10^{-8}	4.95×10^{-8}	4.93×10^{-8}	3.92×10^{-8}	3.35×10^{-8}
	合计（mSv/a）	/	2.75×10^{-3}	1.05×10^{-3}	8.93×10^{-3}	3.43×10^{-3}	1.64×10^{-3}

由表 5.1-11 可知，工作箱外人员操作位置剂量率水平最大值为 4.95×10^{-2}μGy/h，不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。源芯制备箱由 1 名工作人员操作，外照射所致年有效剂量为 2.34×10^{-3}mSv/a；热源焊接箱前 3 名工作人员同时工作，同时受到照射，每人外照射所致年有效剂量均为 2.75×10^{-3}mSv/a；外观检查箱前 2 名工作人员同时工作，同时受到照射，每人外照射所致年有效剂量均为 1.05×10^{-3}mSv/a；去污清洗箱由 1 名工作人员操作，外照射所致年有效剂量为 8.93×10^{-3}mSv/a；活度测量箱前的工作人员外照射所致年有效剂量为 3.43×10^{-3}mSv/a；清洗分装箱前 2 名工作人员同时工作，同时受到照射，每人外照射所致年有效剂量均为 1.64×10^{-3}mSv/a。

5.1.1.3 厂房内生产线工作位置处工作人员内照射剂量分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 B 和《开放型放射性物质实验室辐射防护设计规范》（EJ380-1989）8.1.1.3 条款，以导出浓度值的十分之一作为工作场所的气溶胶预期管理水平，生产场所中气溶胶导出浓度及预期管理水平见表 1.4-3。本次内照射剂量计算气溶胶浓度以预期管理水平的 80%计，本项目工作场所气溶胶溶度见表 5.1-12。

表 5.1-12　生产厂房空气中各核素的放射性活度浓度

位置	操作核素	预期管理水平(Bq/m³)	核素活度浓度（Bq/m³）
同位素药品生产厂房（一）			
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	1.16×10^{3}	9.28×10^{2}
	^{99m}Tc	2.08×10^{4}	1.67×10^{4}
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	7.58×10^{2}	6.06×10^{2}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	1.23×10^{3}	9.81×10^{2}
镥[^{177}Lu]注射液生产线	^{177}Lu	8.33×10^{2}	6.67×10^{2}
同位素药品生产厂房（二）			
碘[^{131}I]系列药品生产线	^{131}I	7.58×10^{1}	6.06×10^{1}
碘[^{125}I]密封籽源生产线	^{125}I	1.14×10^{2}	9.12×10^{1}

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)表 B3 给出的吸入剂量转换因子列于表 5.1-13。

表 5.1-13　吸入剂量转换因子

核素名称	转换因子(Sv/Bq)
^{99}Mo	3.6×10^{-10}

^{99m}Tc	2.0×10^{-11}
^{32}P	1.1×10^{-9}
^{153}Sm	6.8×10^{-10}
^{177}Lu	1.0×10^{-9}
^{131}I	1.1×10^{-8}
^{125}I	7.3×10^{-9}

表 5.1-14　工作人员个人的年空气吸入量

厂房	位置	小时呼吸量（m^3/h）	最长年工作时间（h）	年空气吸入量（m^3/a）
同位素药品生产厂房（一）	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产区	1.2	2400	2880
	磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产区	1.2	250	300
	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产区	1.2	400	480
	镥[^{177}Lu]注射液生产区	1.2	25	30
同位素药品生产厂房（二）	碘[^{131}I]系列药品生产区	1.2	1665	1998
	碘[^{125}I]密封籽源生产区	1.2	250	300

由表 5.1-1～5.1-11 可知各厂房、各生产线放射性工作人员最长操作时间，本次计算均按最长时间计。根据公式 5-3 计算，职业工作人员吸入各核素所致剂量见表 5.1-15。

表 5.1-15　内照射所致工作人员年有效剂量

厂房	位置	内照射所致年有效剂量（mSv/a）	
同位素药品生产厂房（一）	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产区	1.92	
	磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产区	2.00×10^{-1}	5.41×10^{-1}
	来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产区	3.21×10^{-1}	
	镥[^{177}Lu]注射液生产区	2.00×10^{-2}	
同位素药品生产厂房（二）	碘[^{131}I]系列药品生产区	1.33	
	碘[^{125}I]密封籽源生产区	2.00×10^{-1}	

根据表 5.1-15 中计算结果可知，各生产线内照射所致工作人员年有效剂量范围为 2.00×10^{-1}～1.92mSv/a。

5.1.1.4 厂房内生产线房间外区域剂量率水平及工作人员在此区域受到的附加剂量分析

厂房内生产线以外的工作人员主要是指生产线工作人员由于工作原因出现在了厂房内的公共区域或生产线工作人员兼顾了其他辅助工作，其将主要受到来自生产线的外照射附加影响。

（1）钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线

钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线 γ 外照射所致房间外区域剂量率预测所需参数、剂量率预测结果及工作人员所受附加剂量列于表 5.1-16。

表 5.1-16　钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线房间外区域剂量率及工作人员在此区域受到的附加剂量

箱体名称	进料箱		配制箱		灌注箱		检验箱		灭菌箱		组装箱		防护包装箱	
操作核素名称	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc	^{99}Mo	^{99m}Tc
γ 射线最大能量（MeV）	0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140	0.777	0.140
单批生产所用活度	5.55×10^{13}	5.00×10^{13}	5.48×10^{13}	4.93×10^{13}	1.78×10^{13}	1.60×10^{13}	1.73×10^{13}	1.56×10^{13}	1.70×10^{13}	1.53×10^{13}	1.70×10^{13}	1.53×10^{13}	3.41×10^{12}	3.07×10^{12}
空气比释动能率常数（Gy ㎡ Ƀq^{-1} s^{-1}）	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}	1.18×10^{-17}	9.01×10^{-18}
操作距离 r（m）	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
屏蔽体材料及厚度（cm）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	15（铅当量）	12（铅当量）	12（铅当量）
减弱倍数 K	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	1.12×10^{6}	1.00×10^{150}	6.22×10^{4}	1.00×10^{120}
空气比释动能率（Gy/h）	2.60×10^{-6}	2.00×10^{-150}	2.57×10^{-6}	1.97×10^{-150}	8.33×10^{-7}	6.42×10^{-151}	8.10×10^{-7}	6.23×10^{-151}	7.96×10^{-7}	6.13×10^{-151}	7.96×10^{-7}	6.13×10^{-151}	2.88×10^{-6}	1.23×10^{-121}
合计空气比释动能率（Gy/h）	2.60×10^{-6}		2.57×10^{-6}		8.33×10^{-7}		8.10×10^{-7}		7.96×10^{-7}		7.96×10^{-7}		2.88×10^{-6}	
计算点位	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**
左侧气锁间	6.03	5.79×10^{-2}	6.1	5.59×10^{-2}	7.78	1.11×10^{-2}	9.8	6.83×10^{-3}	11.08	5.25×10^{-3}	12.43	4.17×10^{-3}	/	/
气闸间	1.45	1.00	3.1	2.17×10^{-1}	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
钼锝发生器外包装区	4.15	1.22×10^{-1}	5.8	6.19×10^{-2}	/	/	8.87	8.34×10^{-3}	/	/	/	/	2.53	3.64×10^{-1}
生产准备间	12.81	1.28×10^{-2}	12.2	1.40×10^{-2}	9.88	6.91×10^{-3}	7.91	1.05×10^{-2}	6.58	$1.49\times1^{0-2}$	5.27	2.32×10^{-2}	4.8	1.01×10^{-1}
取样间	11.98	1.47×10^{-2}	11.73	1.51×10^{-2}	10.05	6.68×10^{-3}	8.2	9.76×10^{-3}	6.8	1.39×10^{-2}	5.53	2.11×10^{-2}	3.62	1.78×10^{-1}
右侧外清间	11.65	1.55×10^{-2}	11.68	1.53×10^{-2}	/	/	/	/	7.6	1.12×10^{-2}	76.65	1.10×10^{-4}	3.45	1.96×10^{-1}
料液上线区	1.64	7.83×10^{-1}	1.64	7.74×10^{-1}	1.8	2.08×10^{-1}	1.8	2.03×10^{-1}	1.8	1.99×10^{-1}	1.8	1.99×10^{-1}	1.66	8.47×10^{-1}
计算点位	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**
左侧气锁间	100	1.45×10^{-3}	300	4.20×10^{-3}	2400	6.69×10^{-3}	2400	4.10×10^{-3}	400	5.25×10^{-4}	400	4.17×10^{-4}	400	/
气闸间	100	2.50×10^{-2}	300	1.62×10^{-2}	2400	/	2400	/	400	/	400	/	400	/
钼锝发生器外包装区	100	3.06×10^{-3}	300	4.64×10^{-3}	2400	/	2400	5.00×10^{-3}	400	/	400	/	400	3.64×10^{-2}
生产准备间	100	3.21×10^{-4}	300	1.05×10^{-3}	2400	4.15×10^{-3}	2400	6.29×10^{-3}	400	1.49×10^{-3}	400	2.32×10^{-3}	400	1.01×10^{-2}
取样间	100	3.67×10^{-4}	300	1.13×10^{-3}	2400	4.01×10^{-3}	2400	5.85×10^{-3}	400	1.39×10^{-3}	400	2.11×10^{-3}	400	1.78×10^{-2}
右侧外清间	100	3.88×10^{-4}	300	1.14×10^{-3}	2400	/	2400	/	400	1.12×10^{-3}	400	1.10×10^{-5}	400	1.96×10^{-2}
料液上线区	100	1.96×10^{-2}	300	5.80×10^{-2}	2400	1.25×10^{-1}	2400	1.22×10^{-1}	400	1.99×10^{-2}	400	1.99×10^{-2}	400	8.47×10^{-2}

由表 5.1-16 可知，钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线运行过程中所致房间外区域剂量率最大值为 1.00μGy/h，满足 2.5μGy/h 的标准要求。钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线致房间外区域工作人员附加年有效剂量为 1.10×10^{-5}mSv/a ~1.25×10^{-1}mSv/a。

（2）磷[^{32}P]酸钠盐口服液和来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线

磷[^{32}P]酸钠盐口服液和来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线 γ 外照射所致房间外区域剂量率预测所需参数、剂量率预测结果及工作人员所受附加剂量列于表 5.1-17。

表 5.1-17　磷[^{32}P]酸钠盐口服液和来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线房间外区域剂量率及工作人员在此区域受到的附加剂量

箱体名称	气闸	主工艺箱室	箱体名称	气闸	主工艺箱室
操作核素名称	^{32}P		操作核素名称	^{153}Sm	
单批生产所用活度 A（Bq）	7.40×10^{11}		γ 射线最大能量（MeV）	0.103	
β 射线最大能量（MeV）	1.711		单批生产所用活度（Bq）	7.40×10^{12}	
屏蔽材料有效原子序数 Z_e	11.37		空气比释动能率常数（Gy ㎡ Bq^{-1} s^{-1}）	1.30×10^{-18}	
β 粒子平均能量 E_b（MeV）	0.695		操作距离 r（m）	0.7	
质量能量吸收系数 μ_{en}/ρ（m^2 ㎏$^{-1}$）	6.04×10^{-3}		屏蔽体材料及厚度（cm）	3（铅当量）	
屏蔽体材料及厚度（cm）	0.6（聚氯乙烯）+6.5（铅当量）		减弱倍数 K	1.18×10^{22}	
透射比 η	1.37×10^{-3}		空气比释动能率（Gy/h）	5.99×10^{-24}	
操作距离 r（m）	0.7		/	/	
空气比释动能率（Gy/h）	3.15×10^{-6}		/	/	
计算点位	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**计算点位**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**
洁净走廊	3.74	1.10×10^{-1}	洁净走廊	3.74	2.10×10^{-19}
准备间	5.75	4.67×10^{-2}	准备间	2.1	6.66×10^{-19}
小剂量药品外包装区	3.06	1.65×10^{-1}	小剂量药品外包装区	3.06	3.13×10^{-19}
镥[^{177}Lu]注射液生产区	2.4	2.68×10^{-1}	镥[^{177}Lu]注射液生产区	6.06	7.99×10^{-20}

计算点位	时间（h）	附加剂量（mSv/a）	计算点位	时间（h）	附加剂量（mSv/a）
洁净走廊	250	6.90×10^{-3}	洁净走廊	400	2.10×10^{-20}
准备间	250	2.92×10^{-3}	准备间	400	6.66×10^{-20}
小剂量药品外包装区	250	1.03×10^{-2}	小剂量药品外包装区	400	3.13×10^{-20}
镥[^{177}Lu]注射液生产区	250	1.67×10^{-2}	镥[^{177}Lu]注射液生产区	400	7.99×10^{-21}

由表 5.1-17 可知，磷[^{32}P]酸钠盐口服液和来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线运行过程中所致房间外区域剂量率最大值为 2.68×10^{-1}μGy/h，满足 2.5μGy/h 的标准要求。磷[^{32}P]酸钠盐口服液和来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线致房间外区域工作人员附加年有效剂量为 7.99×10^{-21}mSv/a~1.67×10^{-2}mSv/a。

（3）镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）和（二）

镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）和镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）γ 外照射所致房间外区域剂量率预测所需参数、剂量率预测结果及工作人员所受附加剂量列于表 5.1-18。

表 5.1-18　镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）和（二）房间外区域剂量率及工作人员在此区域受到的附加剂量

箱体名称	合成箱室	气闸	主工艺箱室	合成箱室	气闸	主工艺箱室
操作核素名称	^{177}Lu（生产线（一））	^{177}Lu（生产线（一））		^{177}Lu（生产线（二））	^{177}Lu（生产线（二））	
γ 射线最大能量（MeV）	0.208	0.208		0.208	0.208	
单批生产所用活度（Bq）	7.40×10^{11}	7.20×10^{12}		7.40×10^{11}	7.20×10^{12}	
空气比释动能率常数（Gy ㎡ Bq^{-1} s^{-1}）	5.90×10^{-19}	5.90×10^{-19}		5.90×10^{-19}	5.90×10^{-19}	
操作距离 r（m）	0.7	0.7		0.7	0.7	
屏蔽体材料及厚度（cm）	5（铅当量）	5（铅当量）		5（铅当量）	5（铅当量）	
减弱倍数 K	1.93×10^{10}	1.93×10^{10}		1.93×10^{10}	1.93×10^{10}	
空气比释动能率（Gy/h）	1.66×10^{-13}	1.62×10^{-13}		1.66×10^{-13}	1.62×10^{-13}	

计算点位	距离（m）	墙外剂量率（μGy/h）	距离（m）	墙外剂量率（μGy/h）	距离（m）	墙外剂量率（μGy/h）	距离（m）	墙外剂量率（μGy/h）
准备间	10.53	7.34×10^{-10}	10.53	7.16×10^{-10}	13.3	4.60×10^{-10}	13.3	4.49×10^{-10}
小剂量药品外包装区	3.46	6.79×10^{-9}	2.46	1.31×10^{-8}	2.46	1.34×10^{-8}	3.46	6.63×10^{-9}
钼锝发生器外包装区	10.2	7.82×10^{-10}	10.2	7.63×10^{-10}	5.7	2.50×10^{-9}	5.7	2.44×10^{-9}
器具间	5.48	2.71×10^{-9}	5.9	2.28×10^{-9}	6.7	1.81×10^{-9}	6	2.21×10^{-9}
电梯间	6.2	2.12×10^{-9}	6.9	1.67×10^{-9}	6.48	1.94×10^{-9}	5.48	2.64×10^{-9}
小剂量药品生产区 1	2.2	1.68×10^{-8}	2.2	1.64×10^{-8}	6.66	1.83×10^{-9}	6.66	1.79×10^{-9}
计算点位	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**
准备间	25	4.58×10^{-12}	25	4.47×10^{-12}	25	2.87×10^{-12}	25	2.80×10^{-12}
小剂量药品外包装区	25	4.25×10^{-11}	25	8.20×10^{-11}	25	8.40×10^{-11}	25	4.14×10^{-11}
钼锝发生器外包装区	25	4.89×10^{-12}	25	4.77×10^{-12}	25	1.56×10^{-11}	25	1.53×10^{-11}
器具间	25	1.69×10^{-11}	25	1.43×10^{-11}	25	1.13×10^{-11}	25	1.38×10^{-11}
电梯间	25	1.32×10^{-11}	25	1.04×10^{-11}	25	1.21×10^{-11}	25	1.65×10^{-11}
小剂量药品生产区 1	25	1.05×10^{-10}	25	1.03×10^{-10}	25	1.15×10^{-11}	25	1.12×10^{-11}

由表 5.1-18 可知，镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）和镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）运行过程中所致房间外区域剂量率最大值为 1.68×10^{-8}μGy/h，满足 2.5μGy/h 的标准要求。镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）和镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）致房间外区域工作人员附加年有效剂量为 2.80×10^{-12}mSv/a~1.05×10^{-10}mSv/a。

（4）碘[^{131}I]系列药品生产线

碘[^{131}I]系列药品生产线γ外照射所致房间外区域剂量率预测所需参数、剂量率预测结果及工作人员所受附加剂量列于表5.1-19。

表5.1-19　碘[^{131}I]系列药品生产线房间外区域剂量率及工作人员在此区域受到的附加剂量

箱体名称	接收箱		粗分箱		碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线主工艺箱室		碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线主工艺箱室		碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线主工艺箱室		碘[^{131}I]苄胍注射液生产线合成箱室		碘[^{131}I]苄胍注射液生产线主工艺箱室	
操作核素名称	^{131}I		^{131}I		^{131}I		^{131}I		^{131}I		^{131}I		^{131}I	
γ射线最大能量（MeV）	0.722		0.722		0.722		0.722		0.722		0.722		0.722	
日生产所用活度（Bq）	3.33×10^{13}		3.33×10^{13}		5.74×10^{12}		7.22×10^{12}		4.63×10^{9}		7.40×10^{11}		7.20×10^{11}	
空气比释动能率常数（Gy ㎡ Bq^{-1} s^{-1}）	1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}		1.44×10^{-17}	
操作距离r（m）	0.9		0.9		0.7		0.7		0.7		0.7		0.7	
屏蔽体材料及厚度（cm）	15（铅当量）		15（铅当量）		10（铅当量）+4（钨）		10（铅当量）+4（钨）		4.5（铅当量）		10（铅当量）		10（铅当量）	
减弱倍数K	4.23×10^{6}		4.23×10^{6}		8.55×10^{6}		8.55×10^{6}		6.69×10^{1}		1.98×10^{4}		1.98×10^{4}	
空气比释动能率（Gy/h）	5.04×10^{-7}		5.04×10^{-7}		7.10×10^{-8}		8.93×10^{-8}		7.32×10^{-6}		3.95×10^{-6}		3.85×10^{-6}	
计算点位	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离（m）**	**墙外剂量率（μGy/h）**
外清区域、货梯	3.18	4.04×10^{-2}	2.13	9.00×10^{-2}	4.77	1.53×10^{-3}	5.25	1.59×10^{-3}	9.28	4.16×10^{-2}	/	/	/	/
废物暂存间	8.95	5.10×10^{-3}	7.51	7.24×10^{-3}	14.45	1.67×10^{-4}	10.7	3.82×10^{-4}	3.93	2.32×10^{-1}	/	/	/	/
废物退出间	9.8	4.25×10^{-3}	8.6	5.52×10^{-3}	/	/	/	/	3.68	2.65×10^{-1}	/	/	/	/
缓冲间	/	/	/	/	/	/	8.95	5.46×10^{-4}	3.2	3.50×10^{-1}	5.28	6.94×10^{-2}	3.45	1.58×10^{-1}
测量去污间	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3.9	1.27×10^{-1}	3.65	1.42×10^{-1}
女淋浴间	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	4.47	9.69×10^{-2}	5.13	7.17×10^{-2}
走廊	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	4.21	1.09×10^{-1}	6.31	4.74×10^{-2}
包装大厅	8.65	5.46×10^{-3}	7.7	6.89×10^{-3}	3.1	3.62×10^{-3}	3.1	4.55×10^{-3}	3.1	3.73×10^{-1}	4.39	1.00×10^{-1}	2.3	3.57×10^{-1}
计算点位	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	人员剂量（mSv/a）	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间（h）**	**附加剂量（mSv/a）**
外清区域、货梯	33.3	3.36×10^{-4}	166.5	3.75×10^{-3}	1665	6.36×10^{-4}	1332	5.29×10^{-4}	888	9.25×10^{-3}	333	/	444	/
废物暂存间	33.3	4.24×10^{-5}	166.5	3.01×10^{-4}	1665	6.94×10^{-5}	1332	1.27×10^{-4}	888	5.16×10^{-2}	333	/	444	/
废物退出间	33.3	3.54×10^{-5}	166.5	2.30×10^{-4}	1665	/	1332	/	888	5.88×10^{-2}	333	/	444	/
缓冲间	33.3	/	166.5	/	1665	/	1332	1.82×10^{-4}	888	7.78×10^{-2}	333	5.78×10^{-3}	444	1.76×10^{-2}
测量去污间	33.3	/	166.5	/	1665	/	1332	/	888	/	333	1.06×10^{-2}	444	1.57×10^{-2}
女淋浴间	33.3	/	166.5	/	1665	/	1332	/	888	/	333	8.06×10^{-3}	444	7.96×10^{-3}
走廊	33.3	/	166.5	/	1665	/	1332	/	888	/	333	9.09×10^{-3}	444	5.26×10^{-3}
包装大厅	33.3	4.54×10^{-5}	166.5	2.87×10^{-4}	1665	1.51×10^{-3}	1332	1.52×10^{-3}	888	8.29×10^{-2}	333	8.36×10^{-3}	444	3.96×10^{-2}

由表5.1-19可知，碘[^{131}I]系列药品生产线运行过程中所致房间外区域剂量率最大值为3.73×10^{-1}μGy/h，满足2.5μGy/h的标准要求。碘[^{131}I]系列药品生产线致房间外区域工作人员附加年有效剂量为3.54×10^{-5}mSv/a~8.29×10^{-2}mSv/a。

（5）碘[^{125}I]密封籽源生产线

碘[^{125}I]密封籽源生产线γ外照射所致房间外区域剂量率预测所需参数、剂量率预测结果及工作人员所受附加剂量列于表5.1-20。

表5.1-20　碘[^{125}I]密封籽源生产线房间外区域剂量率及工作人员在此区域受到的附加剂量

箱体名称	源芯制备箱		热源焊接箱		外观检查箱		去污清洗箱		活度测量箱		清洗分装箱	
操作核素名称	^{125}I		^{125}I		^{125}I		^{125}I		^{125}I		^{125}I	
γ射线最大能量（MeV）	0.0355		0.0355		0.0355		0.0355		0.0355		0.0355	
单批生产所用活度（Bq）	9.25×10^{11}		8.67×10^{11}		8.67×10^{11}		8.67×10^{11}		8.67×10^{11}		8.67×10^{11}	
空气比释动能率常数（Gy ㎡ Bq^{-1} s^{-1}）	4.59×10^{-18}		4.59×10^{-18}		4.59×10^{-18}		4.59×10^{-18}		4.59×10^{-18}		4.59×10^{-18}	
操作距离r（m）	0.7		0.7		0.7		0.7		0.7		0.7	
屏蔽体材料及厚度（cm）	1（铁）		1（铁）		1（铁）		1（铁）		1（铁）		1（铁）	
减弱倍数K	1.00×10^{6}		1.00×10^{6}		1.00×10^{6}		1.00×10^{6}		1.00×10^{6}		1.00×10^{6}	
空气比释动能率（Gy/h）	3.12×10^{-8}		2.92×10^{-8}		2.92×10^{-8}		2.92×10^{-8}		2.92×10^{-8}		2.92×10^{-8}	
计算点位	**距离(m)**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离(m)**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离(m)**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离(m)**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离(m)**	**墙外剂量率（μGy/h）**	**距离(m)**	**墙外剂量率（μGy/h）**
密封籽源产品外包装区	5.1	5.88×10^{-4}	3.12	1.47×10^{-3}	3.12	1.47×10^{-3}	3.12	1.47×10^{-3}	3.12	1.47×10^{-3}	3.12	1.47×10^{-3}
缓冲间	4.3	8.27×10^{-4}	5.15	5.39×10^{-4}	6.95	2.96×10^{-4}	7.95	2.26×10^{-4}	9.02	1.76×10^{-4}	10.81	1.22×10^{-4}
准备间	4.36	8.04×10^{-4}	6.83	3.07×10^{-4}	8.58	1.94×10^{-4}	9.36	1.63×10^{-4}	11.13	1.16×10^{-4}	13	8.47×10^{-5}
冷管焊接	6.86	3.25×10^{-4}	9.08	1.74×10^{-4}	10.3	1.35×10^{-4}	11.07	1.17×10^{-4}	12.6	9.01×10^{-5}	14.3	7.00×10^{-5}
走廊	12.53	9.74×10^{-5}	13.48	7.87×10^{-5}	13.48	7.87×10^{-5}	13.48	7.87×10^{-5}	13.48	7.87×10^{-5}	13.48	7.87×10^{-5}
备用间	13.3	8.64×10^{-5}	10.76	1.24×10^{-4}	9.02	1.76×10^{-4}	8.23	2.11×10^{-4}	6.46	3.43×10^{-4}	4.61	6.73×10^{-4}
试剂间	13.57	8.30×10^{-5}	10.95	1.19×10^{-4}	9.41	1.62×10^{-4}	8.51	1.98×10^{-4}	6.58	3.30×10^{-4}	5.07	5.57×10^{-4}
计算点位	**时间(h)**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间(h)**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间(h)**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间(h)**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间(h)**	**附加剂量（mSv/a）**	**时间(h)**	**附加剂量（mSv/a）**
密封籽源产品外包装区	75	1.10×10^{-5}	250	9.19×10^{-5}	42.5	1.56×10^{-5}	250	9.19×10^{-5}	90	3.31×10^{-5}	100	3.67×10^{-5}
缓冲间	75	1.55×10^{-5}	250	3.37×10^{-5}	42.5	3.15×10^{-6}	250	1.41×10^{-5}	90	3.96×10^{-6}	100	3.06×10^{-6}
准备间	75	1.51×10^{-5}	250	1.92×10^{-5}	42.5	2.07×10^{-6}	250	1.02×10^{-5}	90	2.60×10^{-6}	100	2.12×10^{-6}
冷管焊接	75	6.09×10^{-6}	250	1.08×10^{-5}	42.5	1.43×10^{-6}	250	7.30×10^{-6}	90	2.03×10^{-6}	100	1.75×10^{-6}
走廊	75	1.83×10^{-6}	250	4.92×10^{-6}	42.5	8.37×10^{-7}	250	4.92×10^{-6}	90	1.77×10^{-6}	100	1.97×10^{-6}
备用间	75	1.62×10^{-6}	250	7.72×10^{-6}	42.5	1.87×10^{-6}	250	1.32×10^{-5}	90	7.71×10^{-6}	100	1.68×10^{-5}
试剂间	75	1.56×10^{-6}	250	7.46×10^{-6}	42.5	1.72×10^{-6}	250	1.23×10^{-5}	90	7.44×10^{-6}	100	1.39×10^{-5}

由表5.1-20可知，碘[^{125}I]密封籽源生产线运行过程中所致房间外区域剂量率最大值为1.47×10^{-3}μGy/h，满足2.5μGy/h的标准要求。碘[^{125}I]密封籽源生产线致房间外区域工作人员附加年有效剂量为8.37×10^{-7}mSv/a~9.19×10^{-5}mSv/a。

5.1.1.5 厂房内剂量率水平及工作人员年有效剂量综合分析

1）厂房内剂量率水平综合分析

本项目同位素药品生产厂房（一）工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：1.67×10^{-7}μGy/h～4.32μGy/h。

同位素药品生产厂房（二）工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：5.83×10^{-1}μGy/h～5.51μGy/h。

由数据的最大范围可知，这两个生产厂房内工作人员操作位置的剂量率水平均不大于7.5μGy/h，满足标准要求。

生产线所在房间以外区域（走廊等）剂量率水平不大于2.5μGy/h，满足相关要求。

2）工作人员年有效剂量综合分析

本项目同位素药品生产厂房（一）工作人员外照射所致年有效剂量范围为：4.18×10^{-9}～1.15mSv/a，内照射所致年有效剂量为：5.41×10^{-1}～1.92mSv/a。同位素药品生产厂房（一）工作人员在厂房内生产线以外区域受到的外照射附加有效剂量范围为：7.99×10^{-21}mSv/a～1.25×10^{-1}mSv/a；

同位素药品生产厂房（二）工作人员外照射所致年有效剂量范围为：1.05×10^{-2}～1.32mSv/a；内照射所致年有效剂量为：2.00×10^{-1}～1.33mSv/a；同位素药品生产厂房（二）在厂房内生产线以外区域受到的外照射附加有效剂量范围为：3.54×10^{-5}mSv/a～8.29×10^{-2}mSv/a。

由数据的最大范围可知，这两个生产厂房内、外照射所致工作人员年有效剂量总和仍低于5mSv/a，满足剂量约束值的要求。

5.1.1.6 质检中心剂量率水平及工作人员年有效剂量分析

质检中心的主要工作内容是对进厂后的原料和出厂前的产品进行质量检验，包括：物理测量、化学检验和生物检验。

1）质检中心实验室工作位置处剂量率及水平工作人员外照射剂量分析

表 5.1-21　质检中心实验室工作位置剂量率水平及工作人员外照射剂量分析

来样生产线	核素名称	批样品操作量（Bq）	屏蔽厚度（cm）	减弱倍数/透射比▲	距离（m）	剂量率（Gy/h）	年操作时间（h）	年有效剂量（mSv/a）	合计年有效剂量（mSv/a）	相邻操作位置之间的叠加		
										剂量率（Gy/h）	剂量（mSv/a）	合计剂量（mSv/a）
取样实验室												
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	8.51×10^{10}	10（铅）	8.87×10^{3}	0.7	8.32×10^{-7}	33.34	2.77×10^{-2}	3.12×10^{-2}	/	/	/
	^{99m}Tc	7.66×10^{10}	10（铅）	3.92×10^{37}	0.7	1.29×10^{-40}	33.34	4.31×10^{-36}		/	/	/
	^{99}Tc	/	/	/	0.7	/	33.34	/		/	/	/
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	1.85×10^{8}	2（铅）	1.57×10^{-1}	0.7	7.29×10^{-7}	4.17	3.04×10^{-3}		/	/	/
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	5.55×10^{9}	0.5（铅）	4.77×10^{3}	0.7	1.11×10^{-8}	4.17	4.63×10^{-5}		/	/	/
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	^{177}Lu	1.18×10^{10}	1.5（铅）	1.22×10^{3}	0.7	4.19×10^{-8}	4.17	1.75×10^{-4}		/	/	/

镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	^{177}Lu	1.18×10^{10}	1.5（铅）	1.22×10^{3}	0.7	4.19×10^{-8}	4.17	1.75×10^{-4}		/	/	/
碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	^{131}I	9.25×10^{8}	4（铅）	1.14×10^{2}	0.7	8.58×10^{-7}	27.75	2.38×10^{-2}	4.61×10^{-2}	/	/	/
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	^{131}I	3.70×10^{9}	5（铅）	8.40×10^{2}	0.7	4.66×10^{-7}	18.5	8.62×10^{-3}		/	/	/
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	^{131}I	1.33×10^{7}	2（铅）	5.8	0.7	2.43×10^{-7}	18.5	4.49×10^{-3}		/	/	/
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	7.96×10^{9}	5（铅）	2.38×10^{3}	0.7	3.54×10^{-7}	25	8.85×10^{-3}		/	/	/
碘[^{125}I]密封籽源生产线	^{125}I	3.70×10^{8}	0.5（铁）	1.00×10^{3}	0.7	1.25×10^{-8}	28.84	3.60×10^{-4}		/	/	/
放射性理化实验室												
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	1.48×10^{9}	8（铅）	1.31×10^{3}	0.7	9.79×10^{-8}	800	7.84×10^{-2}	7.84×10^{-2}	1.60×10^{-7}	9.07×10^{-2}	1.03×10^{-1}
	^{99m}Tc	1.33×10^{9}	8（铅）	1.19×10^{30}	0.7	7.41×10^{-35}	800	5.93×10^{-29}		6.22×10^{-8}	1.23×10^{-2}	
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	1.85×10^{8}	2（铅）	1.57×10^{-1}	0.7	7.29×10^{-7}	100	1.82×10^{-1}	1.84×10^{-1}	9.59×10^{-7}	2.22×10^{-1}	2.93×10^{-1}

来昔决南钐 [^{153}Sm] 注射液生产线	^{153}Sm	2.47×10^{8}	0.5（铅）	4.77×10^{3}	0.7	4.95×10^{-10}	100	4.95×10^{-5}		2.30×10^{-7}	2.30×10^{-2}	
镥 [^{177}Lu] 注射液生产线 1	^{177}Lu	2.47×10^{8}	1（铅）	1.14×10^{2}	0.7	9.39×10^{-9}	100	9.39×10^{-4}		2.39×10^{-7}	2.39×10^{-2}	
镥 [^{177}Lu] 注射液生产线 2	^{177}Lu	2.47×10^{8}	1（铅）	1.14×10^{2}	0.7	9.39×10^{-9}	100	9.39×10^{-4}		2.39×10^{-7}	2.39×10^{-2}	
碘 [^{131}I] 化钠口服液生产线	^{131}I	3.70×10^{8}	4（铅）	4.01×10^{1}	0.7	9.76×10^{-7}	333	3.25×10^{-1}	1.05	1.00×10^{-6}	3.32×10^{-1}	1.08
碘 [^{131}I] 化钠治疗胶囊生产线	^{131}I	1.48×10^{9}	5（铅）	1.14×10^{2}	0.7	1.37×10^{-6}	222	3.05×10^{-1}		1.40×10^{-6}	3.12×10^{-1}	
碘 [^{131}I] 化钠诊断胶囊生产线	^{131}I	1.33×10^{7}	2（铅）	5.8	0.7	2.43×10^{-7}	222	5.39×10^{-2}		2.71×10^{-7}	6.10×10^{-2}	
碘 [^{131}I] 苄胍注射液生产线	^{131}I	4.93×10^{8}	3（铅）	1.57×10^{1}	0.7	3.32×10^{-6}	111	3.69×10^{-1}		3.35×10^{-6}	3.76×10^{-1}	
碘 [^{125}I] 密封籽源生产线	^{125}I	2.22×10^{8}	0.5（铁）	1.00×10^{3}	0.7	7.49×10^{-9}	500	3.74×10^{-3}	/	1.35×10^{-7}	2.82×10^{-2}	/
放射性微生物实验室												

钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	7.40×10^{8}	5（铅）	7.37×10^{1}	0.7	8.70×10^{-7}	800	6.96×10^{-1}	6.96×10^{-1}	/	/	/
	^{99m}Tc	6.66×10^{8}	5（铅）	6.27×10^{18}	0.7	7.03×10^{-24}	800	5.63×10^{-18}		/	/	/
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	1.23×10^{8}	0.5（铅）	4.77×10^{3}	0.7	2.46×10^{-10}	100	2.46×10^{-5}	/	/	/	/
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	^{177}Lu	1.23×10^{8}	1（铅）	1.14×10^{2}	0.7	4.68×10^{-9}	100	4.68×10^{-4}	/	/	/	/
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	^{177}Lu	1.23×10^{8}	1（铅）	1.14×10^{2}	0.7	4.68×10^{-9}	100	4.68×10^{-4}	/	/	/	/
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	2.47×10^{8}	2（铅）	5.8	0.7	4.51×10^{-6}	100	4.51×10^{-1}	/	/	/	/

注：▲对于纯β⁻衰变的核素，该栏参数为透射比，见《辐射防护导论》P329。

由表 5.1-21 可知，本项目质检中心取样实验室工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为 1.11×10^{-2}μGy/h～8.58×10^{-1}μGy/h；质检中心放射性理化实验室工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为 6.22×10^{-2}μGy/h～3.35μGy/h；质检中心放射性微生物实验室工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：2.46×10^{-4}μGy/h～4.51μGy/h。

由数据的最大范围可知，质检中心实验室内工作人员操作位置的剂量率水平均不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。

2）质检中心实验室工作位置处工作人员内照射剂量分析

质检中心实验室中各核素的放射性活度浓度（保守参考同位素药品生产厂房中各核素的浓度）及各核素吸入量转换因子分别参见表 5.1-12、表 5.1-13。质检中心实验室中工作人员个人的空气吸入量、见表 5.1-22。根据公式 5-3 计算，职业工作人员吸入各核素所致剂量见表 5.1-22。

表 5.1-22　内照射所致工作人员年有效剂量

位置	核素	小时呼吸量（m^3/h）	最长年工作时间（h）	年空气吸入量（m^3/a）	内照射所致有效剂量（mSv/a）	
取样实验室						
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	1.2	33.34	40.01	3.46×10^{-4}	3.65×10^{-4}
	^{99m}Tc				1.92×10^{-5}	
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	1.2	4.17	5.00	7.54×10^{-5}	7.54×10^{-5}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	1.2	4.17	5.00	7.62×10^{-5}	7.62×10^{-5}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）	^{177}Lu	1.2	4.17	5.00	1.12×10^{-4}	2.24×10^{-4}
镥[^{177}Lu]注射液生产线（二）	^{177}Lu	1.2	4.17	5.00	1.12×10^{-4}	
碘[^{131}I]化钠口服溶液生产线	^{131}I	1.2	27.75	33.30	4.62×10^{-2}	1.49×10^{-1}
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	^{131}I	1.2	18.5	22.20	3.08×10^{-2}	
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	^{131}I	1.2	18.5	22.20	3.08×10^{-2}	
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	1.2	25	30.00	4.16×10^{-2}	
碘[^{125}I]密封籽源生产线	^{125}I	1.2	28.84	34.61	4.42×10^{-2}	4.42×10^{-2}
放射性理化实验室						
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	1.2	800	960.00	8.29×10^{-3}	8.76×10^{-3}
	^{99m}Tc				4.61×10^{-4}	
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	1.2	100	120.00	1.81×10^{-3}	1.81×10^{-3}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液	^{153}Sm	1.2	100	120.00	1.83×10^{-3}	1.83×10^{-3}

生产线						
镥[^{177}Lu]注射液生产线 1	^{177}Lu	1.2	100	120.00	2.69×10^{-3}	5.38×10^{-3}
镥[^{177}Lu]注射液生产线 2	^{177}Lu	1.2	100	120.00	2.69×10^{-3}	
碘[^{131}I]化钠口服液生产线	^{131}I	1.2	333	399.60	5.54×10^{-1}	1.48
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊生产线	^{131}I	1.2	222	266.40	3.69×10^{-1}	
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊生产线	^{131}I	1.2	222	266.40	3.69×10^{-1}	
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	1.2	111	133.20	1.85×10^{-1}	
碘[^{125}I]密封籽源生产线	^{125}I	1.2	500	600.00	7.67×10^{-1}	7.67×10^{-1}
放射性微生物实验室						
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	1.2	800	960.00	8.29×10^{-3}	8.76×10^{-3}
	^{99m}Tc				4.61×10^{-4}	
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	1.2	100	120.00	1.83×10^{-3}	1.83×10^{-3}
镥[^{177}Lu]注射液生产线 1	^{177}Lu	1.2	100	120.00	2.69×10^{-3}	5.38×10^{-3}
镥[^{177}Lu]注射液生产线 2	^{177}Lu	1.2	100	120.00	2.69×10^{-3}	
碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	^{131}I	1.2	100	120.00	1.66×10^{-1}	1.66×10^{-1}

根据表 5.1-22 中计算结果可知，各实验室内照射所致年有效剂量范围为 7.54×10^{-5}～1.48mSv/a。

3）质检中心实验室剂量率水平及工作人员年有效剂量综合分析

1）实验室剂量率

本项目质检中心取样实验室工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：1.11×10^{-2}μGy/h～8.58×10^{-1}μGy/h；

本项目质检中心放射性理化实验室工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：6.22×10^{-2}μGy/h～3.35μGy/h；

本项目质检中心放射性微生物实验室工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：2.46×10^{-4}μGy/h～4.51μGy/h。

由数据的最大范围可知，质检中心实验室内工作人员操作位置的剂量率水平均不大于7.5μGy/h，满足标准要求。

2）工作人员年有效剂量综合分析

本项目质检中心取样实验室工作人员外照射所致年有效剂量范围为：3.12×10^{-2}～4.61×10^{-2}mSv/a，内照射所致年有效剂量为：7.54×10^{-5}～1.49×10^{-1}mSv/a。

质检中心放射性理化实验室工作人员外照射所致年有效剂量范围为：2.82×10^{-2}～1.08mSv/a；内照射所致年有效剂量为：1.81×10^{-3}～1.48mSv/a；

质检中心放射性微生物实验室工作人员外照射所致年有效剂量范围为：2.46×10^{-5}～6.96×10^{-1}mSv/a；内照射所致年有效剂量为：1.83×10^{-3}～1.66×10^{-1}mSv/a；

由数据的最大范围可知，质检中心实验室内、外照射所致工作人员年有效剂量总和仍低于 5mSv/a，满足剂量约束值的要求。

5.1.1.7 容器清理车间工作人员年有效剂量分析

根据工程经验及现有场所监测结果，容器清理车间气溶胶浓度低于检测限，主要考虑外照射影响。工作人员在容器清理车间拆除过程为流水作业，每次拆除一个容器，同时流水线上放置有 4 个容器，因此考虑 5 个带有放射性的容器对工作人员的辐射影响。根据式 5-1、式 5-1 及式 5-3 可计算得出容器清理车间工作人员所受外照射的年有效剂量，见表 5.1-23。

表 5.1-23　容器清理车间工作人员所受年有效剂量

核素名称	辐射源项	核素操作量（Bq）	距离（m）	剂量率（Gy/h）	年操作时间（h）	年有效剂量（mSv/a）		
^{99}Mo	容器 1	2.76×10^{2}	0.30	1.30×10^{-10}	1600	2.08×10^{-4}	5.64×10^{-4}	5.09×10^{-1}
	容器 2	2.76×10^{2}	0.38	8.12×10^{-11}	1600	1.30×10^{-4}		
	容器 3	2.76×10^{2}	0.43	6.34×10^{-11}	1600	1.01×10^{-4}		
	容器 4	2.76×10^{2}	0.51	4.51×10^{-11}	1600	7.21×10^{-5}		
	容器 5	2.76×10^{2}	0.60	3.26×10^{-11}	1600	5.21×10^{-5}		
^{99m}Tc	容器 1	2.69×10^{2}	0.30	4.25×10^{-11}	1600	6.80×10^{-5}	1.84×10^{-4}	
	容器 2	2.69×10^{2}	0.38	2.65×10^{-11}	1600	4.24×10^{-5}		
	容器 3	2.69×10^{2}	0.43	2.07×10^{-11}	1600	3.31×10^{-5}		
	容器 4	2.69×10^{2}	0.51	1.47×10^{-11}	1600	2.35×10^{-5}		
	容器 5	2.69×10^{2}	0.60	1.06×10^{-11}	1600	1.70×10^{-5}		
^{99}Tc	容器 1	4.61×10^{1}	0.30	1.17×10^{-1}	1600	$1.88\times10^{-}$	5.08×10^{-1}	
	容器 2	4.61×10^{1}	0.38	7.31×10^{-2}	1600	$1.17\times10^{-}$		
	容器 3	4.61×10^{1}	0.43	5.71×10^{-2}	1600	$9.13\times10^{-}$		
	容器 4	4.61×10^{1}	0.51	4.06×10^{-2}	1600	$6.49\times10^{-}$		
	容器 5	4.61×10^{1}	0.60	2.93×10^{-2}	1600	$4.69\times10^{-}$		
^{32}P	容器 1	1.97×10^{6}	0.30	1.04×10^{-8}	400	4.16×10^{-3}	1.13×10^{-2}	
	容器 2	1.97×10^{6}	0.38	6.48×10^{-9}	400	2.59×10^{-3}		
	容器 3	1.97×10^{6}	0.43	5.06×10^{-9}	400	2.03×10^{-3}		
	容器 4	1.97×10^{6}	0.51	3.60×10^{-9}	400	1.44×10^{-3}		
	容器 5	1.97×10^{6}	0.60	2.60×10^{-9}	400	1.04×10^{-3}		
^{153}Sm	容器 1	7.86×10^{-2}	0.30	4.09×10^{-15}	400	1.63×10^{-9}	4.42×10^{-9}	

	容器 2	7.86×10^{-2}	0.38	2.55×10^{-15}	400	1.02×10^{-9}		
	容器 3	7.86×10^{-2}	0.43	1.99×10^{-15}	400	7.96×10^{-10}		
	容器 4	7.86×10^{-2}	0.51	1.41×10^{-15}	400	5.66×10^{-10}		
	容器 5	7.86×10^{-2}	0.60	1.02×10^{-15}	400	4.09×10^{-10}		
^{177}Lu	容器 1	7.13×10^{5}	0.30	1.68×10^{-8}	400	6.73×10^{-3}	1.82×10^{-2}	
	容器 2	7.13×10^{5}	0.38	1.05×10^{-8}	400	4.20×10^{-3}		
	容器 3	7.13×10^{5}	0.43	8.19×10^{-9}	400	3.28×10^{-3}		
	容器 4	7.13×10^{5}	0.51	5.82×10^{-9}	400	2.33×10^{-3}		
	容器 5	7.13×10^{5}	0.60	4.21×10^{-9}	400	1.68×10^{-3}		
^{131}I 口服液	容器 1	1.05×10^{6}	0.30	6.05×10^{-7}	444	2.69×10^{-1}	7.27×10^{-1}	1.37
	容器 2	1.05×10^{6}	0.38	3.77×10^{-7}	444	1.67×10^{-1}		
	容器 3	1.05×10^{6}	0.43	2.94×10^{-7}	444	1.31×10^{-1}		
	容器 4	1.05×10^{6}	0.51	2.09×10^{-7}	444	9.29×10^{-2}		
	容器 5	1.05×10^{6}	0.60	1.51×10^{-7}	444	6.71×10^{-2}		
^{131}I 治疗胶囊	容器 1	1.32×10^{6}	0.30	7.60×10^{-7}	296	2.25×10^{-1}	6.09×10^{-1}	
	容器 2	1.32×10^{6}	0.38	4.74×10^{-7}	296	1.40×10^{-1}		
	容器 3	1.32×10^{6}	0.43	3.70×10^{-7}	296	1.10×10^{-1}		
	容器 4	1.32×10^{6}	0.51	2.63×10^{-7}	296	7.79×10^{-2}		
	容器 5	1.32×10^{6}	0.60	1.90×10^{-7}	296	5.63×10^{-2}		
^{131}I 注射液	容器 1	1.32×10^{5}	0.30	7.60×10^{-8}	148	1.13×10^{-2}	3.05×10^{-2}	
	容器 2	1.32×10^{5}	0.38	4.74×10^{-8}	148	7.01×10^{-3}		
	容器 3	1.32×10^{5}	0.43	3.70×10^{-8}	148	5.48×10^{-3}		
	容器 4	1.32×10^{5}	0.51	2.63×10^{-8}	148	3.89×10^{-3}		
	容器 5	1.32×10^{5}	0.60	1.90×10^{-8}	148	2.81×10^{-3}		

由表 5.1-23 可知，容器清理车间工作人员外照射所致年有效剂量范围为 4.42×10^{-9}～1.37mSv/a。

5.1.1.8 地坑盖板上方剂量率及所致年受照剂量分析分析

本项目产生放射性废液的场所内均设有放射性废液衰变罐，同位素药品生产厂房（一）废物暂存间地坑内设有 6 个不锈钢废液储罐，同位素药品生产厂房（二）废物暂存间地坑内设有 4 个不锈钢废液储罐，质检中心废物暂存间地坑内设有 4 个储罐，用于放射性废液的储存衰变。地坑盖板采用钢质板材，其厚度及盖板上方剂量率详见表 5.1-24。

表 5.1-24 地坑盖板参数及其上方剂量率一览表

生产线/实验室	涉及核素	单桶废液最大活度（Bq）	储罐顶部至地坑盖板下方距离（m）	盖板（钢板）厚度	盖板上方剂量率（μGy/h）	
同位素药品生产厂房（一）						
碘[^{131}I]系列药品生产线	^{131}I	1.13×10^{13}	2.12	320mm	1.22×10^{-1}	/
碘[^{125}I]密封籽源生	^{125}I	6.51×10^{8}	2.12	10mm	2.39×10^{-6}	/

产线						
同位素药品生产厂房（二）						
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	^{99}Mo	1.52×10^{13}	2.12	340mm	8.07×10^{-2}	/
磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液生产线	^{32}P	2.01×10^{11}	2.12	140mm	3.86×10^{-1}	3.88×10^{-1}
来昔决南钐[^{153}Sm]注射液生产线	^{153}Sm	5.20×10^{12}			7.74×10^{-12}	
镥[^{177}Lu]注射液生产线（一）、（二）	^{177}Lu	2.06×10^{12}			1.95×10^{-3}	
质检中心						
放射性理化实验室	^{99}Mo	8.28×10^{9}	2.12	140mm	5.12×10^{-1}	9.66×10^{-1}
	^{32}P	1.30×10^{8}			2.49×10^{-4}	
	^{153}Sm	1.73×10^{8}			2.57×10^{-16}	
	^{177}Lu	3.45×10^{8}			3.26×10^{-7}	
	^{131}I	7.13×10^{9}			4.54×10^{-1}	
放射性微生物实验	^{99}Mo	4.16×10^{9}	2.12	115mm	8.11×10^{-1}	8.90×10^{-1}
	^{153}Sm	8.65×10^{7}			1.80×10^{-13}	
	^{177}Lu	1.73×10^{8}			3.62×10^{-6}	
	^{131}I	3.83×10^{8}			7.90×10^{-2}	

由上表可知，地坑盖板上方剂量率最大值为 9.66×10^{-1}μGy/h，满足相关标准要求。地板上方工作人员工作时间约为 8h/a，年有效剂量最大为 7.73×10^{-2}mSv/a。

5.1.1.9 检修工作人员年受照剂量分析

本项目在设备检修中，^{131}I 系列药品工艺箱体的操作量最大，且操作次数最频繁，因此本次环境影响评价仅就 ^{131}I 工艺箱体中的设备检修过程中的辐射环境影响进行分析。根据以下几点理由可以判断，在设备检修过程中对工作人员所造成的实际受照剂量非常小，满足本次评价确定的剂量约束值要求。具体原因为：

①箱体在设计时考虑了对故障情况下的处理措施，设计预留有检修用的手套孔，在发生小故障的时候可以通过检修手套孔进行操作，不必进入箱体，只的在设备发生较大故障时才考虑进入箱体中进行检修；

②箱体中使用的设备在设计过程中考虑了其使用时的稳定性，出现较大故障的可能性非常小；

③检修前已经对箱体中产品瓶中的溶液进行了转移；

④检修前已经对箱体和设备表面进行了必要的去污操作；

⑤检修人员在检修过程中穿戴了铅衣和铅手套等防护设备；

⑥检修人员检修过程均佩戴具有累积计数功能的个人剂量计及个人剂量报警仪，当发现有工作人员受照剂量偏高时，立刻加强辐射防护措施或更换其他工作人员替换该人员。

本项目中仅针对工作人员在更换 ^{131}I 生产线中的过滤器时所受辐射照射进行分析。

根据“3.5 物料平衡”中的分析， ^{131}I 生产线气溶胶产生量为 4.76×10^{10}Bq。假设在更换过滤器前的 111 天内 ^{131}I 系列药品生产线一直在运行，则在更换过滤器时，每天吸附的 ^{131}I 核素均进行了不同程度的衰变。

表 5.1-25　过滤器上 ^{131}I 核素的活度计算

生产时间	气溶胶活度（Bq/d）	半衰期（d）	衰变时间（d）	衰变后剩余活度（Bq/d）
第 1 天	4.76×10^{10}	8.04	110	3.62×10^{6}
第 2 天	4.76×10^{10}	8.04	109	3.95×10^{6}
第 3 天	4.76×10^{10}	8.04	108	4.30×10^{6}
第 4 天	4.76×10^{10}	8.04	107	4.69×10^{6}
第 5 天	4.76×10^{10}	8.04	106	5.11×10^{6}
第 6 天	4.76×10^{10}	8.04	105	5.58×10^{6}
第 7 天	4.76×10^{10}	8.04	104	6.08×10^{6}
第 8 天	4.76×10^{10}	8.04	103	6.62×10^{6}
第 9 天	4.76×10^{10}	8.04	102	7.22×10^{6}
第 10 天	4.76×10^{10}	8.04	101	7.87×10^{6}
第 11 天	4.76×10^{10}	8.04	100	8.58×10^{6}
第 12 天	4.76×10^{10}	8.04	99	9.35×10^{6}
第 13 天	4.76×10^{10}	8.04	98	1.02×10^{7}
第 14 天	4.76×10^{10}	8.04	97	1.11×10^{7}
第 15 天	4.76×10^{10}	8.04	96	1.21×10^{7}
第 16 天	4.76×10^{10}	8.04	95	1.32×10^{7}
第 17 天	4.76×10^{10}	8.04	94	1.44×10^{7}
第 18 天	4.76×10^{10}	8.04	93	1.57×10^{7}
第 19 天	4.76×10^{10}	8.04	92	1.71×10^{7}
第 20 天	4.76×10^{10}	8.04	91	1.86×10^{7}
第 21 天	4.76×10^{10}	8.04	90	2.03×10^{7}
第 22 天	4.76×10^{10}	8.04	89	2.21×10^{7}
第 23 天	4.76×10^{10}	8.04	88	2.41×10^{7}
第 24 天	4.76×10^{10}	8.04	87	2.63×10^{7}
第 25 天	4.76×10^{10}	8.04	86	2.87×10^{7}
第 26 天	4.76×10^{10}	8.04	85	3.13×10^{7}

第 27 天	4.76×10^{10}	8.04	84	3.41×10^{7}
第 28 天	4.76×10^{10}	8.04	83	3.72×10^{7}
第 29 天	4.76×10^{10}	8.04	82	4.05×10^{7}
第 30 天	4.76×10^{10}	8.04	81	4.41×10^{7}
第 31 天	4.76×10^{10}	8.04	80	4.81×10^{7}
第 32 天	4.76×10^{10}	8.04	79	5.24×10^{7}
第 33 天	4.76×10^{10}	8.04	78	5.72×10^{7}
第 34 天	4.76×10^{10}	8.04	77	6.23×10^{7}
第 35 天	4.76×10^{10}	8.04	76	6.79×10^{7}
第 36 天	4.76×10^{10}	8.04	75	7.40×10^{7}
第 37 天	4.76×10^{10}	8.04	74	8.07×10^{7}
第 38 天	4.76×10^{10}	8.04	73	8.80×10^{7}
第 39 天	4.76×10^{10}	8.04	72	9.59×10^{7}
第 40 天	4.76×10^{10}	8.04	71	1.05×10^{8}
第 41 天	4.76×10^{10}	8.04	70	1.14×10^{8}
第 42 天	4.76×10^{10}	8.04	69	1.24×10^{8}
第 43 天	4.76×10^{10}	8.04	68	1.35×10^{8}
第 44 天	4.76×10^{10}	8.04	67	1.48×10^{8}
第 45 天	4.76×10^{10}	8.04	66	1.61×10^{8}
第 46 天	4.76×10^{10}	8.04	65	1.75×10^{8}
第 47 天	4.76×10^{10}	8.04	64	1.91×10^{8}
第 48 天	4.76×10^{10}	8.04	63	2.08×10^{8}
第 49 天	4.76×10^{10}	8.04	62	2.27×10^{8}
第 50 天	4.76×10^{10}	8.04	61	2.48×10^{8}
第 51 天	4.76×10^{10}	8.04	60	2.70×10^{8}
第 52 天	4.76×10^{10}	8.04	59	2.94×10^{8}
第 53 天	4.76×10^{10}	8.04	58	3.21×10^{8}
第 54 天	4.76×10^{10}	8.04	57	3.49×10^{8}
第 55 天	4.76×10^{10}	8.04	56	3.81×10^{8}
第 56 天	4.76×10^{10}	8.04	55	4.15×10^{8}
第 57 天	4.76×10^{10}	8.04	54	4.53×10^{8}
第 58 天	4.76×10^{10}	8.04	53	4.93×10^{8}
第 59 天	4.76×10^{10}	8.04	52	5.38×10^{8}
第 60 天	4.76×10^{10}	8.04	51	5.86×10^{8}
第 61 天	4.76×10^{10}	8.04	50	6.39×10^{8}
第 62 天	4.76×10^{10}	8.04	49	6.97×10^{8}
第 63 天	4.76×10^{10}	8.04	48	7.59×10^{8}
第 64 天	4.76×10^{10}	8.04	47	8.28×10^{8}
第 65 天	4.76×10^{10}	8.04	46	9.02×10^{8}

第 66 天	4.76×10^{10}	8.04	45	9.83×10^{8}
第 67 天	4.76×10^{10}	8.04	44	1.07×10^{9}
第 68 天	4.76×10^{10}	8.04	43	1.17×10^{9}
第 69 天	4.76×10^{10}	8.04	42	1.27×10^{9}
第 70 天	4.76×10^{10}	8.04	41	1.39×10^{9}
第 71 天	4.76×10^{10}	8.04	40	1.51×10^{9}
第 72 天	4.76×10^{10}	8.04	39	1.65×10^{9}
第 73 天	4.76×10^{10}	8.04	38	1.80×10^{9}
第 74 天	4.76×10^{10}	8.04	37	1.96×10^{9}
第 75 天	4.76×10^{10}	8.04	36	2.14×10^{9}
第 76 天	4.76×10^{10}	8.04	35	2.33×10^{9}
第 77 天	4.76×10^{10}	8.04	34	2.54×10^{9}
第 78 天	4.76×10^{10}	8.04	33	2.77×10^{9}
第 79 天	4.76×10^{10}	8.04	32	3.02×10^{9}
第 80 天	4.76×10^{10}	8.04	31	3.29×10^{9}
第 81 天	4.76×10^{10}	8.04	30	3.58×10^{9}
第 82 天	4.76×10^{10}	8.04	29	3.91×10^{9}
第 83 天	4.76×10^{10}	8.04	28	4.26×10^{9}
第 84 天	4.76×10^{10}	8.04	27	4.64×10^{9}
第 85 天	4.76×10^{10}	8.04	26	5.06×10^{9}
第 86 天	4.76×10^{10}	8.04	25	5.52×10^{9}
第 87 天	4.76×10^{10}	8.04	24	6.01×10^{9}
第 88 天	4.76×10^{10}	8.04	23	6.55×10^{9}
第 89 天	4.76×10^{10}	8.04	22	7.14×10^{9}
第 90 天	4.76×10^{10}	8.04	21	7.79×10^{9}
第 91 天	4.76×10^{10}	8.04	20	8.49×10^{9}
第 92 天	4.76×10^{10}	8.04	19	9.25×10^{9}
第 93 天	4.76×10^{10}	8.04	18	1.01×10^{10}
第 94 天	4.76×10^{10}	8.04	17	1.10×10^{10}
第 95 天	4.76×10^{10}	8.04	16	1.20×10^{10}
第 96 天	4.76×10^{10}	8.04	15	1.31×10^{10}
第 97 天	4.76×10^{10}	8.04	14	1.42×10^{10}
第 98 天	4.76×10^{10}	8.04	13	1.55×10^{10}
第 99 天	4.76×10^{10}	8.04	12	1.69×10^{10}
第 100 天	4.76×10^{10}	8.04	11	1.84×10^{10}
第 101 天	4.76×10^{10}	8.04	10	2.01×10^{10}
第 102 天	4.76×10^{10}	8.04	9	2.19×10^{10}
第 103 天	4.76×10^{10}	8.04	8	2.39×10^{10}
第 104 天	4.76×10^{10}	8.04	7	2.60×10^{10}

第 105 天	4.76×10^{10}	8.04	6	2.84×10^{10}
第 106 天	4.76×10^{10}	8.04	5	3.09×10^{10}
第 107 天	4.76×10^{10}	8.04	4	3.37×10^{10}
第 108 天	4.76×10^{10}	8.04	3	3.68×10^{10}
第 109 天	4.76×10^{10}	8.04	2	4.01×10^{10}
第 110 天	4.76×10^{10}	8.04	1	4.37×10^{10}
第 111 天	4.76×10^{10}	8.04	0	4.76×10^{10}
合计				5.76×10^{11} Bq/a

经计算，在更换过滤器时，过滤器上 ^{131}I 的剩余活度为 5.76×10^{11}Bq。

表 5.1-25　工作人员更换过滤器所受辐照剂量计算

相关参数	过滤器
操作核素名称	^{131}I
γ 射线最大能量（MeV）	0.722
过滤器吸附活度（Bq）	5.76×10^{11}
空气比释动能率常数（Gy m^2 Bq^{-1} s^{-1}）	1.44×10^{-17}
操作距离 r（m）	0.5
屏蔽体材料及厚度（cm）	0
减弱倍数 K	1
空气比释动能率（Gy/h）	3.32×10^{-5}
更换过滤器所用时间（h/次）	1
年更换过滤器所用时间（h/a）	2
外照射所致年有效剂量（mSv/a）	6.64×10^{-2}

经计算，在更换过滤器时，工作人员外照射所致年有效剂量为 6.64×10^{-2}mSv/a。

5.1.1.10 外包装区工作人员年受照剂量分析

同位素药品包装分为以下几个步骤：内包装、屏蔽包装与外包装。其中内包装与屏蔽包装均在屏蔽隔离器内完成，外包装在包装大厅内完成。本项目包装大厅在两个厂房内分别划分了四个独立区域，分别服务碘[^{131}I]系列药品，钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器、碘[^{125}I]密封籽源、小剂量药品。

本项目运行后，只有 ^{131}I 诊断胶囊、碘[^{125}I]密封籽源、磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液、来昔决南钐[^{153}Sm]注射液、镥[^{177}Lu]系列药物的货品外包装需要人工操作。另外，小剂量药品包括磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液、来昔决南钐[^{153}Sm]注射液、镥[^{177}Lu]系列药物等产品；该系列产品生产频率较低，约 50 批/年；屏蔽包装环节采用全自动方式完成，无需人员操作；且货包外表面辐射剂量水平很低；且该系列药品的生产与钼锝发生器生产错时进行。因此，本次环评只预测 ^{131}I 诊断胶囊、碘[^{125}I]密封籽源 2 条生产线的外包人员的受照剂量，预测

结果如表 5.1-26 所示。

表 5.1-26　生产场所产品包装货品周围剂量率水平及人员剂量

产品	单件活度（Bq/件）	屏蔽厚度（mm）	距墙外最近距离（m）	墙外剂量率（μSv/h）	年工作时间（h/a）	工作人员年有效剂量（mSv/a）
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器产品	1.02×10^{11}	35（钨）+39（铅）	2.7	2.33×10^{-1}	/	/
碘[^{131}I]化钠口服溶液产品	1.86×10^{10}	55（铅）	3.6	3.98×10^{-1}	/	/
碘[^{131}I]化钠治疗胶囊产品	3.88×10^{7}	46（铅）	3.6	2.10×10^{-3}	/	/
碘[^{131}I]化钠诊断胶囊产品	1.60×10^{4}	46（铅）	3.6	8.65×10^{-7}	111	2.49×10^{-5}
碘[^{131}I]苄胍注射液产品	2.33×10^{9}	46（铅）	3.6	1.26×10^{-1}	/	/
碘[^{125}I]密封籽源生产及产品外包装场所	6.17×10^{7}	5（铁）	0.9	1.08×10^{-3}	250	4.36×10^{-3}

注：包装人员在进行包装工作时，托盘上有 4 件产品会对人员形成有效照射（其他产品由于自身屏蔽及其他产品的屏蔽，基本对人员不产生影响），因此，本次预测的工作人员年有效剂量为托盘上的 4 件产品及 1 件正在操作的产品，所致工作人员所受年有效剂量。

由表 5.1-26 可知，原子高科华北医药有限公司所致包装的年有效剂量最大值为 4.36×10^{-3}mSv/a，低于 5mSv/a 的剂量约束值要求。

5.1.1.11 放射性工作场所剂量率水平及工作人员年有效剂量分析结论

本项目同位素药品生产厂房（一）工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：1.67×10^{-7}μGy/h～4.32μGy/h。同位素药品生产厂房（二）工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：5.83×10^{-1}μGy/h～5.51μGy/h。由数据的最大范围可知，这两个生产厂房内工作人员操作位置的剂量率水平均不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。生产线所在房间以外区域（走廊等）剂量率水平不大于 2.5μGy/h，满足相关要求。

本项目同位素药品生产厂房（一）工作人员外照射所致年有效剂量范围为：4.18×10^{-9}～1.15mSv/a，内照射所致年有效剂量为：5.41×10^{-1}～1.92mSv/a；同位素药品生产厂房（一）工作人员在厂房内生产线以外区域受到的外照射附加有效剂量范围为：7.99×10^{-21}mSv/a～1.25×10^{-1}mSv/a。同位素药品生产厂房（二）工作人员外照射所致年有效剂量范围为：1.05×10^{-2}～1.32mSv/a；内照射所致年有效剂量为：2.00×10^{-1}～1.33mSv/a；同位素药品生产厂房（二）在厂房内生产线以外区域受到的外照射附加有效剂量范围为：3.54×10^{-5}mSv/a～

8.29×10^{-2}mSv/a。由数据的最大范围可知，这两个生产厂房内、外照射所致工作人员年有效剂量总和仍低于 5mSv/a，满足剂量约束值的要求。

本项目质检中心工作人员位置外照射剂量率水平范围为 2.46×10^{-4}μGy/h~4.51μGy/h；工作人员外照射所致年有效剂量范围为：2.46×10^{-5}～1.08mSv/a，内照射所致年有效剂量为：7.54×10^{-5}～1.48mSv/a，满足本次评价确定的 5mSv/a 剂量约束值要求。

容器清理车间工作人员外照射所致年有效剂量范围为 4.42×10^{-9}～1.37mSv/a，满足本次评价确定的 5mSv/a 剂量约束值要求。

检修工作人员的年有效剂量低于 5mSv/a 的剂量约束值要求。

地坑盖板上方工作人员所受年有效剂量最大为 7.73×10^{-2}mSv/a。

包装及发货人员的年有效剂量最高为 4.36×10^{-3}mSv/a，低于 5mSv/a 的剂量约束值要求。

5.1.2 公众受照剂量分析

5.1.2.1 公众所受内照射分析

1）气态流出物中放射性核素地面浓度计算

本评价采用《核设施正常工况气载放射性排出物后果评价推荐模式》计算气态流出物中各种核素的地面浓度，该模型适用于小型核设施或核技术应用项目的简单稀释模式。

当气态流出物释放高度 H≤45m 且 H＞2.5H_B（邻近建筑物高度）时，结合项目周边情况，按照污染物扩散不受建筑物干扰，以孤立点源形式向下风向扩散考虑，下风向污染物地面浓度计算模式为：

$$C_A=\frac{P_P\cdot F\cdot Q_i}{u_a} \quad \text{……..（5-5）}$$

$$F=\frac{16}{\sqrt{2\pi^3}}\times\frac{e^{-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}}}{x\sigma_z} \quad \text{……（5-6）}$$

式中：

C_A—下风向距离 x 处地面浓度，Bq/m^3；

P_p—关心点风向的时间分数，无量纲，通常若项目所在地主导风向的风频<25%，可直接保守取值 0.25；

Q_i—某种核素排放量，Bq/s；

u_a—气态流出物释放点高度处的年均代表性风速，m/s；

H—气态流出物释放点高度，m；

σ_y、σ_z—横向、竖向扩散参数，m。

根据园区用地布局及周围敏感点分布情况，本评价以北侧厂区内综合科技楼、北侧企业（涿州市燕南纸包装有限公司）、东侧厂区大门、东侧企业（河北普凡防护科技有限公司）、西侧民房、东南侧民房、南侧果树苗木基地、东南侧企业（河北涿州卓宝机械设备有限公司）、北侧企业（涿州嘉华铝业有限公司）、北侧企业（成都航天模塑股份有限公司）、北侧企业（北京嘉城兴业工贸股份有限公司，已倒闭）、东北侧企业（普洛斯涿州物流园）、东侧企业（涿州博萨汽车配件有限公司）、东北侧企业（亚大塑料制品有限公司）、北侧企业（四川龙腾铁路器材有限公司）、北侧企业（涿州市腾跃印刷材料有限公司）、北侧企业（盛弘机械）、西北侧企业（涿州市凯信机电设备有限责任公司）、西北侧企业（河北鲁汇荣彩印刷有限公司）、东南侧企业（河北涿州松林店经济开发区大楼，拟建）为估算对象，计算参数见表 5.1-27，敏感目标处核素地面浓度见表 5.1-28。

表 5.1-27　计算参数

污染源	外排核素名称	单批生产核素产生速率，Bq/h	过 滤 效 率	排放速率，Bq/h	排 放 高 度，m	年平均风速，m/s
厂房（一）	^{99}Mo	1.41×10^{9}	99.9%	1.41×10^{6}	26	2.4
	^{99m}Tc	1.28×10^{9}		1.28×10^{6}		
	^{32}P	1.48×10^{6}		1.48×10^{3}		
	^{153}Sm	9.25×10^{6}		9.25×10^{3}		
	^{177}Lu	5.84×10^{7}		5.84×10^{4}		
厂房（二）	^{131}I	1.11×10^{10}	99.9%	1.11×10^{7}	18	
	^{125}I	9.92×10^{8}		9.92×10^{5}		
质检中心	^{99}Mo	1.11×10^{4}	99.9%	1.11×10^{1}	26	
	^{99m}Tc	9.98×10^{3}		9.98		
	^{32}P	9.25×10^{2}		9.25×10^{-1}		
	^{153}Sm	1.85×10^{3}		1.85		
	^{177}Lu	1.85×10^{3}*2		1.85*2		
	^{131}I	1.30×10^{6}		1.30×10^{3}		
	^{125}I	/		/		

注：单批生产核素产生速率数值来源于表 3.7-1~3.7-10

表 5.1-28　估算点地面核素浓度

敏感目标	污染源	下风向地面浓度 Bq/m³						
		^{99}Mo	^{99m}Tc	^{32}P	^{153}Sm	^{177}Lu	^{131}I	^{125}I
北侧厂区内综合科技楼	厂房（一）	1.47×10^{-4}	1.33×10^{-4}	1.54×10^{-7}	9.64×10^{-7}	6.09×10^{-6}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	6.61×10^{-2}	5.91×10^{-3}
	质检中心	9.32×10^{-13}	8.38×10^{-13}	7.77×10^{-14}	1.55×10^{-13}	3.10×10^{-13}	1.09×10^{-10}	/
	合计	1.47×10^{-4}	1.33×10^{-4}	1.54×10^{-7}	9.64×10^{-7}	6.09×10^{-6}	6.61×10^{-2}	5.91×10^{-3}
北侧企业（涿州市燕南纸包装有限公司）	厂房（一）	2.89×10^{-3}	2.63×10^{-3}	3.04×10^{-6}	1.90×10^{-5}	1.20×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	7.20×10^{-2}	6.44×10^{-3}
	质检中心	1.29×10^{-8}	1.16×10^{-8}	1.07×10^{-9}	2.14×10^{-9}	4.28×10^{-9}	1.51×10^{-6}	/
	合计	2.89×10^{-3}	2.63×10^{-3}	3.04×10^{-6}	1.90×10^{-5}	1.20×10^{-4}	7.20×10^{-2}	6.44×10^{-3}
东侧厂区大门	厂房（一）	2.52×10^{-6}	2.29×10^{-6}	2.64×10^{-9}	1.65×10^{-8}	1.04×10^{-7}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	4.46×10^{-2}	3.98×10^{-3}
	质检中心	9.58×10^{-21}	8.61×10^{-21}	7.98×10^{-22}	1.59×10^{-21}	3.19×10^{-21}	1.12×10^{-18}	/
	合计	2.52×10^{-6}	2.29×10^{-6}	2.64×10^{-9}	1.65×10^{-8}	1.04×10^{-7}	4.46×10^{-2}	3.98×10^{-3}
东侧企业（河北普凡防护科技有限公司）	厂房（一）	9.08×10^{-4}	8.24×10^{-4}	9.53×10^{-7}	5.96×10^{-6}	3.76×10^{-5}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	3.36×10^{-2}	3.00×10^{-3}
	质检中心	1.50×10^{-10}	1.35×10^{-10}	1.25×10^{-11}	2.49×10^{-11}	4.98×10^{-11}	1.75×10^{-8}	/
	合计	9.08×10^{-4}	8.24×10^{-4}	9.53×10^{-7}	5.96×10^{-6}	3.76×10^{-5}	3.36×10^{-2}	3.00×10^{-3}
西侧民房	厂房（一）	3.06×10^{-3}	2.78×10^{-3}	3.22×10^{-6}	2.01×10^{-5}	1.27×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	3.00×10^{-2}	2.68×10^{-3}
	质检中心	2.44×10^{-8}	2.19×10^{-8}	2.03×10^{-9}	4.05×10^{-9}	8.11×10^{-9}	2.86×10^{-6}	/
	合计	3.06×10^{-3}	2.78×10^{-3}	3.22×10^{-6}	2.01×10^{-5}	1.27×10^{-4}	3.00×10^{-2}	2.68×10^{-3}
东南侧民房	厂房（一）	3.48×10^{-03}	3.16×10^{-03}	3.66×10^{-06}	2.29×10^{-05}	1.44×10^{-04}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	4.08×10^{-2}	3.65×10^{-3}
	质检中心	2.56×10^{-8}	2.30×10^{-8}	2.13×10^{-9}	4.26×10^{-9}	8.51×10^{-9}	3.00×10^{-6}	/
	合计	3.48×10^{-3}	3.16×10^{-3}	3.66×10^{-6}	2.29×10^{-5}	1.44×10^{-4}	4.08×10^{-2}	3.65×10^{-3}

南侧果树苗木基地	厂房（一）	3.79×10^{-3}	3.44×10^{-3}	3.98×10^{-6}	2.49×10^{-5}	1.57×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	7.59×10^{-2}	6.78×10^{-3}
	质检中心	3.34×10^{-8}	3.00×10^{-8}	2.78×10^{-9}	5.56×10^{-9}	1.11×10^{-8}	3.92×10^{-6}	/
	合计	3.79×10^{-3}	3.44×10^{-3}	3.98×10^{-6}	2.49×10^{-5}	1.57×10^{-4}	7.59×10^{-2}	6.78×10^{-3}
东南侧企业（河北涿州卓宝机械设备有限公司）	厂房（一）	2.44×10^{-5}	2.21×10^{-5}	2.56×10^{-8}	1.60×10^{-7}	1.01×10^{-6}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	3.94×10^{-3}	3.52×10^{-4}
	质检中心	2.77×10^{-9}	2.49×10^{-9}	2.31×10^{-10}	4.60×10^{-10}	9.21×10^{-10}	3.25×10^{-7}	/
	合计	2.44×10^{-5}	2.21×10^{-5}	2.58×10^{-8}	1.60×10^{-7}	1.01×10^{-6}	3.94×10^{-3}	3.52×10^{-4}
北侧企业（涿州嘉华铝业有限公司）	厂房（一）	4.10×10^{-3}	3.72×10^{-3}	4.30×10^{-6}	2.69×10^{-5}	1.70×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	4.29×10^{-2}	3.83×10^{-3}
	质检中心	3.37×10^{-8}	3.03×10^{-8}	2.81×10^{-9}	5.61×10^{-9}	1.12×10^{-8}	3.95×10^{-6}	/
	合计	4.10×10^{-3}	3.72×10^{-3}	4.30×10^{-6}	2.69×10^{-5}	1.70×10^{-4}	4.29×10^{-2}	3.83×10^{-3}
北侧企业（成都航天模塑股份有限公司）	厂房（一）	4.16×10^{-3}	3.77×10^{-3}	4.36×10^{-6}	2.73×10^{-5}	1.72×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	4.42×10^{-2}	3.95×10^{-3}
	质检中心	3.40×10^{-8}	3.05×10^{-8}	2.83×10^{-9}	5.65×10^{-9}	1.13×10^{-8}	3.98×10^{-6}	/
	合计	4.16×10^{-3}	3.77×10^{-3}	4.37×10^{-6}	2.73×10^{-5}	1.72×10^{-4}	4.42×10^{-2}	3.95×10^{-3}
北侧企业（北京嘉城兴业工贸股份有限公司，已倒闭）	厂房（一）	3.74×10^{-3}	3.39×10^{-3}	3.92×10^{-6}	2.45×10^{-5}	1.55×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	3.63×10^{-2}	3.24×10^{-3}
	质检中心	3.14×10^{-8}	2.83×10^{-8}	2.62×10^{-9}	5.23×10^{-9}	1.05×10^{-8}	3.69×10^{-6}	/
	合计	3.74×10^{-3}	3.39×10^{-3}	3.93×10^{-6}	2.45×10^{-5}	1.55×10^{-4}	3.63×10^{-2}	3.24×10^{-3}
东北侧企业（普洛斯涿州物流园）	厂房（一）	3.29×10^{-3}	2.98×10^{-3}	3.45×10^{-6}	2.16×10^{-5}	1.36×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	7.15×10^{-2}	6.39×10^{-3}
	质检中心	1.77×10^{-8}	1.59×10^{-8}	1.48×10^{-9}	2.95×10^{-9}	5.89×10^{-9}	2.08×10^{-6}	/
	合计	3.29×10^{-3}	2.98×10^{-3}	3.45×10^{-6}	2.16×10^{-5}	1.36×10^{-4}	7.15×10^{-2}	6.39×10^{-3}
东侧企业（涿州博萨汽车配件有限公司）	厂房（一）	2.97×10^{-3}	2.70×10^{-3}	3.12×10^{-6}	1.95×10^{-5}	1.23×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	7.53×10^{-2}	6.73×10^{-3}
	质检中心	2.10×10^{-8}	1.89×10^{-8}	1.75×10^{-9}	3.50×10^{-9}	7.00×10^{-9}	2.47×10^{-6}	/

	合计	2.97×10^{-3}	2.70×10^{-3}	3.12×10^{-6}	1.95×10^{-5}	1.23×10^{-4}	7.53×10^{-2}	6.73×10^{-3}
东北侧企业（亚大塑料制品有限公司）	厂房（一）	3.04×10^{-3}	2.76×10^{-3}	3.19×10^{-6}	1.99×10^{-5}	1.26×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	2.73×10^{-2}	2.44×10^{-3}
	质检中心	2.58×10^{-8}	2.32×10^{-8}	2.15×10^{-9}	4.30×10^{-9}	8.60×10^{-9}	3.03×10^{-6}	/
	合计	3.04×10^{-3}	2.76×10^{-3}	3.19×10^{-6}	1.99×10^{-5}	1.26×10^{-4}	2.73×10^{-2}	2.44×10^{-3}
北侧企业（四川龙腾铁路器材有限公司）	厂房（一）	2.77×10^{-3}	2.51×10^{-3}	2.90×10^{-6}	1.81×10^{-5}	1.15×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	2.42×10^{-2}	2.16×10^{-3}
	质检中心	2.36×10^{-8}	2.12×10^{-8}	1.96×10^{-9}	3.92×10^{-9}	7.84×10^{-9}	2.76×10^{-6}	
	合计	2.77×10^{-3}	2.51×10^{-3}	2.91×10^{-6}	1.82×10^{-5}	1.15×10^{-4}	2.42×10^{-2}	2.16×10^{-3}
北侧企业（涿州市腾跃印刷材料有限公司）	厂房（一）	2.76×10^{-3}	2.51×10^{-3}	2.90×10^{-6}	1.81×10^{-5}	1.14×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	2.42×10^{-2}	2.16×10^{-3}
	质检中心	2.35×10^{-8}	2.11×10^{-8}	1.96×10^{-9}	3.91×10^{-9}	7.83×10^{-9}	2.76×10^{-6}	/
	合计	2.76×10^{-3}	2.51×10^{-3}	2.90×10^{-6}	1.81×10^{-5}	1.14×10^{-4}	2.42×10^{-2}	2.16×10^{-3}
北侧企业（盛弘机械）	厂房（一）	2.76×10^{-3}	2.50×10^{-3}	2.89×10^{-6}	1.81×10^{-5}	1.14×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	2.43×10^{-2}	2.17×10^{-3}
	质检中心	2.34×10^{-8}	2.10×10^{-8}	1.95×10^{-9}	3.89×10^{-9}	7.79×10^{-9}	2.74×10^{-6}	/
	合计	2.76×10^{-3}	2.50×10^{-3}	2.90×10^{-6}	1.81×10^{-5}	1.14×10^{-4}	2.43×10^{-2}	2.17×10^{-3}
西北侧企业（涿州市凯信机电设备有限责任公司）	厂房（一）	2.62×10^{-3}	2.38×10^{-3}	2.75×10^{-6}	1.72×10^{-5}	1.09×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	2.30×10^{-2}	2.05×10^{-3}
	质检中心	2.21×10^{-8}	1.99×10^{-8}	1.85×10^{-9}	3.68×10^{-9}	7.37×10^{-9}	2.60×10^{-6}	/
	合计	2.62×10^{-3}	2.38×10^{-3}	2.76×10^{-6}	1.72×10^{-5}	1.09×10^{-4}	2.30×10^{-2}	2.05×10^{-3}
西北侧企业（河北鲁汇荣彩印刷有限公司）	厂房（一）	2.52×10^{-3}	2.29×10^{-3}	2.65×10^{-6}	1.66×10^{-5}	1.05×10^{-4}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	2.20×10^{-2}	1.96×10^{-3}
	质检中心	2.12×10^{-8}	1.91×10^{-8}	1.77×10^{-9}	3.53×10^{-9}	7.06×10^{-9}	2.49×10^{-6}	/
	合计	2.52×10^{-3}	2.29×10^{-3}	2.65×10^{-6}	1.66×10^{-5}	1.05×10^{-4}	2.20×10^{-2}	1.96×10^{-3}
东南侧企业（河北涿州松	厂房（一）	1.24×10^{-3}	1.13×10^{-3}	1.31×10^{-6}	8.16×10^{-6}	5.15×10^{-5}	/	/
	厂房（二）	/	/	/	/	/	4.13×10^{-2}	3.69×10^{-3}

林店经济开发区大楼，拟建）	质检中心	1.99×10^{-8}	1.79×10^{-8}	1.66×10^{-9}	3.31×10^{-9}	6.61×10^{-9}	2.33×10^{-6}	/
	合计	1.24×10^{-3}	1.13×10^{-3}	1.31×10^{-6}	8.16×10^{-6}	5.15×10^{-5}	4.13×10^{-2}	3.69×10^{-3}

2）公众受照剂量估算

（1）吸入内照射剂量估算模式

$$E_{inh}=C_A\cdot R_{inh}\cdot DF_{inh} \quad \text{（5-7）}$$

式中：

E_{inh}—公众吸入内照射剂量，Sv/a；

R_{inh}—公众人员呼吸率，m^3/a，取 $1.2m^3/h$；

DF_{inh}—剂量转换系数，Sv/Bq。

（2）烟羽浸没外照射剂量估算模式

$$E_{im}=C_A\cdot DF_{im}\cdot O_f \quad \text{（5-8）}$$

式中：

E_{im}—烟羽浸没外照射剂量，Sv/a；

DF_{im}—剂量转换系数，（Sv/a）/（Bq/m^3）；

O_f—浸没时间分数，无量纲，取 0.25。

（3）地表沉积外照射剂量估算模式

$$E_{gr}=C_{gr}\cdot DF_{gr}\cdot O_f \quad \text{（5-9）}$$

$$C_{gr}=\frac{d_i\left(1-e^{-\lambda_{E_i^s}\cdot t_b}\right)}{\lambda_{E_i^s}} \quad \text{（5-10）}$$

$$d_i=C_A\cdot V_t \quad \text{（5-11）}$$

式中：

E_{gr}—地表沉积外照射剂量，Sv/a；

C_{gr}—地表沉积浓度，Bq/m^2；

d_i—下风向距离 x 处污染物年均沉降速度，$Bq/(m^2\cdot d)$；

V_t—沉积速度，m/d；

$\lambda_{E^s i}$—衰变常数；

t_b—放射性核素在土壤表面累积的时间，a；

DF_{gr}—地表沉积外照剂量换算系数，$Sv/a\cdot Bq\cdot m^{-2}$；

O_f—时间分数，取 1。

（4）食入内照射剂量估算模式

$$E_{ing}=\sum_{i=1}^{p}\left(C_{p,i}\times H_p\right)\times DF_{ing} \quad \text{……（5-12）}$$

$$C_{v,i}=\left(C_{v,i,1}+C_{v,i,2}\right)\cdot e^{-\lambda_i\cdot t_h} \quad \text{……（5-13）}$$

$$C_{v,i,1}=\frac{\mathrm{d_i}\cdot\alpha\left(1-e^{-\lambda_{E_i^v}\cdot t_e}\right)}{\lambda_{E_i^v}} \quad \text{……（5-14）}$$

$$C_{v,i,2}=F_v\frac{\mathrm{d_i}\left(1-e^{-\lambda_{E_i^s}\cdot t_b}\right)}{\rho\cdot\lambda_{E_i^s}} \quad \text{……（5-15）}$$

$$C_{f,i}=F_f\times C_{a,i}\times Q_f\times e^{-\lambda_i t_f} \quad \text{……（5-16）}$$

$$C_{m,i}=F_m\times C_{a,i}\times Q_m\times e^{-\lambda_i t_m} \quad \text{……（5-17）}$$

$$C_{a,i}=f_p\times C_{v,i}+\left(1-f_p\right)\times C_{p,i} \quad \text{……（5-18）}$$

式中：

E_{ing}—食入内照射剂量，Sv/a；

$C_{p,i}$—农作物及动物产品中核素浓度，Bq/kg；

H_p—人均食物消费量，kg/a 或 L/a，按照区域统计数据取经验值；

DF_{ing}—剂量转换系数，Sv/Bq；

$C_{v,i}$—农作物中的核素浓度，Bq/kg，包括直接或间接污染所致的农作物中的核素浓度 $C_{v,1,i}$ 和 $C_{v,2,i}$。

$C_{f,i}$—肉类中的核素浓度，Bq/kg；

$C_{m,i}$—奶制品中的核素浓度，Bq/kg；

$C_{a,i}$—动物摄入的饲料中的核素浓度，Bq/kg；

λ_i—核素衰变常数，d^{-1}；

t_h、t_e、t_b—农作物由收获到消费的时间，d，根据《中国核工业三十年辐射环境质量评价》取经验值；

t_f—肉类从屠宰到消费的时间，d，根据《中国核工业三十年辐射环境质量评价》取经验值；

t_m—奶制品从收集到消费的时间，d，根据《中国核工业三十年辐射环境质量评价》取经验值；

$\lambda_E{}^v{}_i$—放射性核素由农作物中消除的有效速率常数，d^{-1}；

d_i—下风向距离 x 处污染物年均沉降速度，Bq/(m^2 d)；

α—农作物截留分数，m^2/kg，根据《中国核工业三十年辐射环境质量评价》取经验值；

ρ—土壤表层有效密度，kg/m^2 干土，取经验值；

F_v—农作物的食用部分从土壤摄入核素的浓集因子，(Bq/kg 鲜重)/(Bq/kg 土壤干重)，根据《中国核工业三十年辐射环境质量评价》取经验值；

F_f—动物从饲料中摄入核素在肉类中的浓集因子，d/kg，根据《中国核工业三十年辐射环境质量评价》取经验值；

F_m—动物从饲料中摄入核素在奶制品中的浓集因子，d/kg，根据《中国核工业三十年辐射环境质量评价》取经验值；

Q_f—产肉动物饲料消费量，kg/d，取经验值；

Q_m—产奶动物饲料消费量，kg/d，取经验值；

f_p—动物饲料中鲜草所占份额，无量纲，取经验值。

由于本项目周围 500m 辐射评价范围内无农田、牧场、养殖场，公众人员不会食入受污染的农作物、奶类、肉类，因此本项目不再考虑食入内照射影响。

（5）公众受照剂量估算

根据上述各途径估算模式计算北侧厂区内综合科技楼、北侧企业（涿州市燕南纸包装有限公司）、东侧厂区大门、东侧企业（河北普凡防护科技有限公司）、西侧民房、东南侧民房、南侧果树苗木基地、东南侧企业（河北涿州卓宝机械设备有限公司）、北侧企业（涿州嘉华铝业有限公司）、北侧企业（成都航天模塑股份有限公司）、北侧企业（北京嘉城兴业工贸股份有限公司，已倒闭）、东北侧企业（普洛斯涿州物流园）、东侧企业（涿州博萨汽车配件有

限公司）、东北侧企业（亚大塑料制品有限公司）、北侧企业（四川龙腾铁路器材有限公司）、北侧企业（涿州市腾跃印刷材料有限公司）、北侧企业（盛弘机械）、西北侧企业（涿州市凯信机电设备有限责任公司）、西北侧企业（河北鲁汇荣彩印刷有限公司）、东南侧企业（河北涿州松林店经济开发区大楼，拟建）各类人员的受照剂量见表 5.1-29、表 5.1-30。

表 5.1-29　成人受照剂量估算一览表　　单位：Sv/a

核素名称	北侧厂区内综合科技楼							北侧企业（涿州市燕南纸包装有限公司）						
	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量
^{99}Mo	5.59×10^{-10}	2.15×10^{-11}	5.36×10^{-9}	/	5.94×10^{-9}	1	5.94×10^{-9}	1.10×10^{-8}	4.22×10^{-10}	1.05×10^{-7}	/	1.17×10^{-7}	1	1.17×10^{-7}
^{99m}Tc	6.13×10^{-12}	9.23×10^{-12}	1.87×10^{-10}	/	2.03×10^{-10}		2.03×10^{-10}	1.21×10^{-10}	1.82×10^{-10}	3.69×10^{-9}	/	3.99×10^{-9}		3.99×10^{-9}
^{32}P	1.57×10^{-13}	7.48×10^{-17}	3.40×10^{-12}	/	3.56×10^{-12}		3.56×10^{-12}	3.10×10^{-12}	1.47×10^{-15}	6.70×10^{-11}	/	7.01×10^{-11}		7.01×10^{-11}
^{153}Sm	2.82×10^{-13}	3.16×10^{-15}	5.25×10^{-12}	/	5.53×10^{-12}		5.53×10^{-12}	5.55×10^{-12}	6.23×10^{-14}	1.03×10^{-10}	/	1.09×10^{-10}		1.09×10^{-10}
^{177}Lu	3.65×10^{-13}	1.77×10^{-15}	1.22×10^{-11}	/	1.26×10^{-11}		1.26×10^{-11}	7.19×10^{-12}	3.49×10^{-14}	2.40×10^{-10}	/	2.47×10^{-10}		2.47×10^{-10}
^{131}I	1.08×10^{-6}	8.02×10^{-9}	9.17×10^{-6}	/	1.03×10^{-5}		1.03×10^{-5}	1.17×10^{-6}	8.73×10^{-9}	9.99×10^{-6}	/	1.12×10^{-5}		1.12×10^{-5}
^{125}I	2.92×10^{-8}	9.26×10^{-12}	2.30×10^{-7}	/	2.59×10^{-7}		2.59×10^{-7}	3.18×10^{-8}	1.01×10^{-11}	2.51×10^{-7}	/	2.82×10^{-7}		2.82×10^{-7}
总计	1.11×10^{-6}	8.06×10^{-9}	9.41×10^{-6}	/	1.05×10^{-5}		**1.05×10^{-5}**	1.21×10^{-6}	9.35×10^{-9}	1.03×10^{-5}	/	1.16×10^{-5}		**1.16×10^{-5}**
核素名称	东侧厂区大门							东侧企业（河北普凡防护科技有限公司）						
	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量
^{99}Mo	9.57×10^{-12}	3.68×10^{-13}	9.18×10^{-11}	/	1.02×10^{-10}	1	1.02×10^{-10}	3.45×10^{-9}	1.33×10^{-10}	3.31×10^{-8}	/	3.67×10^{-8}	1	3.67×10^{-8}
^{99m}Tc	1.05×10^{-13}	1.58×10^{-13}	3.21×10^{-12}	/	3.47×10^{-12}		3.47×10^{-12}	3.79×10^{-11}	5.70×10^{-11}	1.16×10^{-9}	/	1.25×10^{-9}		1.25×10^{-9}
^{32}P	2.70×10^{-15}	1.28×10^{-18}	5.83×10^{-14}	/	6.10×10^{-14}		6.10×10^{-14}	9.72×10^{-13}	4.62×10^{-16}	2.10×10^{-11}	/	2.20×10^{-11}		2.20×10^{-11}
^{153}Sm	4.84×10^{-15}	5.42×10^{-17}	8.99×10^{-14}	/	9.48×10^{-14}		9.48×10^{-14}	1.74×10^{-12}	1.96×10^{-14}	3.24×10^{-11}	/	3.42×10^{-11}		3.42×10^{-11}
^{177}Lu	6.26×10^{-15}	3.04×10^{-17}	2.09×10^{-13}	/	2.15×10^{-13}		2.15×10^{-13}	2.26×10^{-12}	1.10×10^{-14}	7.53×10^{-11}	/	7.76×10^{-11}		7.76×10^{-11}
^{131}I	7.25×10^{-7}	5.41×10^{-9}	6.18×10^{-6}	/	6.91×10^{-6}		6.91×10^{-6}	5.46×10^{-7}	4.07×10^{-9}	4.66×10^{-6}	/	5.21×10^{-6}		5.21×10^{-6}
^{125}I	1.97×10^{-8}	6.24×10^{-12}	1.55×10^{-7}	/	1.75×10^{-7}		1.75×10^{-7}	1.48×10^{-8}	4.71×10^{-12}	1.17×10^{-7}	/	1.32×10^{-7}		1.32×10^{-7}
总计	7.45×10^{-7}	5.41×10^{-9}	6.34×10^{-6}	/	7.09×10^{-6}		**7.09×10^{-6}**	5.65×10^{-7}	4.27×10^{-9}	4.81×10^{-6}	/	5.38×10^{-6}		**5.38×10^{-6}**
核素名称	西侧民房							东南侧民房						
	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量
^{99}Mo	1.16×10^{-8}	4.47×10^{-10}	1.12×10^{-7}	/	1.24×10^{-7}	1	1.24×10^{-7}	1.32×10^{-8}	5.09×10^{-10}	1.27×10^{-7}	/	1.41×10^{-7}	1	1.41×10^{-7}
^{99m}Tc	1.28×10^{-10}	1.92×10^{-10}	3.91×10^{-9}	/	4.23×10^{-9}		4.23×10^{-9}	1.45×10^{-10}	2.19×10^{-10}	4.44×10^{-9}	/	4.80×10^{-9}		4.80×10^{-9}
^{32}P	3.28×10^{-12}	1.56×10^{-15}	7.10×10^{-11}	/	7.43×10^{-11}		7.43×10^{-11}	3.73×10^{-12}	1.77×10^{-15}	8.08×10^{-11}	/	8.45×10^{-11}		8.45×10^{-11}
^{153}Sm	5.88×10^{-12}	6.59×10^{-14}	1.09×10^{-10}	/	1.15×10^{-10}		1.15×10^{-10}	6.69×10^{-12}	7.50×10^{-14}	1.24×10^{-10}	/	1.31×10^{-10}		1.31×10^{-10}
^{177}Lu	7.61×10^{-12}	3.70×10^{-14}	2.54×10^{-10}	/	2.62×10^{-10}		2.62×10^{-10}	8.66×10^{-12}	4.21×10^{-14}	2.89×10^{-10}	/	2.98×10^{-10}		2.98×10^{-10}
^{131}I	4.87×10^{-7}	3.63×10^{-9}	4.16×10^{-6}	/	4.65×10^{-6}		4.65×10^{-6}	6.64×10^{-7}	4.95×10^{-9}	5.66×10^{-6}	/	6.33×10^{-6}		6.33×10^{-6}

^{125}I	1.32×10^{-8}	4.20×10^{-12}	1.04×10^{-7}	/	1.18×10^{-7}		1.18×10^{-7}	1.80×10^{-8}	5.72×10^{-12}	1.42×10^{-7}	/	1.60×10^{-7}		1.60×10^{-7}
总计	5.12×10^{-7}	4.28×10^{-9}	4.38×10^{-6}	/	4.89×10^{-6}		**4.89×10^{-6}**	6.95×10^{-7}	5.68×10^{-9}	5.94×10^{-6}	/	6.64×10^{-6}		**6.64×10^{-6}**
核素名称	南侧果树苗木基地							东南侧企业（河北涿州卓宝机械设备有限公司）						
	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量
^{99}Mo	1.44×10^{-8}	5.54×10^{-10}	1.38×10^{-7}	/	1.53×10^{-7}	1	1.53×10^{-7}	9.26×10^{-11}	3.56×10^{-12}	8.89×10^{-10}	/	9.85×10^{-10}	1	9.85×10^{-10}
^{99m}Tc	1.58×10^{-10}	2.38×10^{-10}	4.83×10^{-9}	/	5.23×10^{-9}		5.23×10^{-9}	1.02×10^{-12}	1.53×10^{-12}	3.11×10^{-11}	/	3.36×10^{-11}		3.36×10^{-11}
^{32}P	4.06×10^{-12}	1.93×10^{-15}	8.78×10^{-11}	/	9.19×10^{-11}		9.19×10^{-11}	2.62×10^{-14}	1.25×10^{-17}	5.67×10^{-13}	/	5.93×10^{-13}		5.93×10^{-13}
^{153}Sm	7.28×10^{-12}	8.16×10^{-14}	1.35×10^{-10}	/	1.43×10^{-10}		1.43×10^{-10}	4.68×10^{-14}	5.25×10^{-16}	8.72×10^{-13}	/	9.20×10^{-13}		9.20×10^{-13}
^{177}Lu	9.42×10^{-12}	4.58×10^{-14}	3.14×10^{-10}	/	3.24×10^{-10}		3.24×10^{-10}	6.08×10^{-14}	2.95×10^{-16}	2.03×10^{-12}	/	2.09×10^{-12}		2.09×10^{-12}
^{131}I	1.23×10^{-6}	9.20×10^{-9}	1.05×10^{-5}	/	1.18×10^{-5}		1.18×10^{-5}	6.40×10^{-8}	4.77×10^{-10}	5.46×10^{-7}	/	6.11×10^{-7}		6.11×10^{-7}
^{125}I	3.35×10^{-8}	1.06×10^{-11}	2.64×10^{-7}	/	2.98×10^{-7}		2.98×10^{-7}	1.74×10^{-9}	5.51×10^{-13}	1.37×10^{-8}	/	1.54×10^{-8}		1.54×10^{-8}
总计	1.28×10^{-6}	1.00×10^{-8}	1.09×10^{-5}	/	1.22×10^{-5}		**1.22×10^{-5}**	6.59×10^{-8}	4.83×10^{-10}	5.61×10^{-7}	/	6.27×10^{-7}		**6.27×10^{-7}**
核素名称	北侧企业（涿州嘉华铝业有限公司）							北侧企业（成都航天模塑股份有限公司）						
	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量
^{99}Mo	1.56×10^{-8}	5.98×10^{-10}	1.49×10^{-7}	/	1.65×10^{-7}	1	1.65×10^{-7}	1.58×10^{-8}	6.07×10^{-10}	1.52×10^{-7}	/	1.68×10^{-7}	1	1.68×10^{-7}
^{99m}Tc	1.71×10^{-10}	2.57×10^{-10}	5.22×10^{-9}	/	5.65×10^{-9}		5.65×10^{-9}	1.73×10^{-10}	2.61×10^{-10}	5.30×10^{-9}	/	5.73×10^{-9}		5.73×10^{-9}
^{32}P	4.39×10^{-12}	2.09×10^{-15}	9.49×10^{-11}	/	9.93×10^{-11}		9.93×10^{-11}	4.45×10^{-12}	2.12×10^{-15}	9.63×10^{-11}	/	1.01×10^{-10}		1.01×10^{-10}
^{153}Sm	7.86×10^{-12}	8.82×10^{-14}	1.46×10^{-10}	/	1.54×10^{-10}		1.54×10^{-10}	7.98×10^{-12}	8.95×10^{-14}	1.48×10^{-10}	/	1.56×10^{-10}		1.56×10^{-10}
^{177}Lu	1.02×10^{-11}	4.95×10^{-14}	3.40×10^{-10}	/	3.50×10^{-10}		3.50×10^{-10}	1.03×10^{-11}	5.02×10^{-14}	3.45×10^{-10}	/	3.55×10^{-10}		3.55×10^{-10}
^{131}I	6.97×10^{-7}	5.20×10^{-9}	5.95×10^{-6}	/	6.65×10^{-6}		6.65×10^{-6}	7.19×10^{-7}	5.36×10^{-9}	6.14×10^{-6}	/	6.86×10^{-6}		6.86×10^{-6}
^{125}I	1.89×10^{-8}	6.01×10^{-12}	1.49×10^{-7}	/	1.68×10^{-7}		1.68×10^{-7}	1.95×10^{-8}	6.20×10^{-12}	1.54×10^{-7}	/	1.74×10^{-7}		1.74×10^{-7}
总计	7.32×10^{-7}	6.06×10^{-9}	6.25×10^{-6}	/	6.99×10^{-6}		**6.99×10^{-6}**	7.55×10^{-7}	6.24×10^{-9}	6.45×10^{-6}	/	7.21×10^{-6}		**7.21×10^{-6}**
核素名称	北侧企业（北京嘉城兴业工贸股份有限公司，已倒闭）							东北侧企业（普洛斯涿州物流园）						
	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量
^{99}Mo	1.42×10^{-8}	5.46×10^{-10}	1.36×10^{-7}	/	1.51×10^{-7}	1	1.51×10^{-7}	1.25×10^{-8}	4.80×10^{-10}	1.20×10^{-7}	/	1.33×10^{-7}	1	1.33×10^{-7}
^{99m}Tc	1.56×10^{-10}	2.35×10^{-10}	4.76×10^{-9}	/	5.15×10^{-9}		5.15×10^{-9}	1.37×10^{-10}	2.06×10^{-10}	4.19×10^{-9}	/	4.53×10^{-9}		4.53×10^{-9}
^{32}P	4.00×10^{-12}	1.90×10^{-15}	8.66×10^{-11}	/	9.06×10^{-11}		9.06×10^{-11}	3.52×10^{-12}	1.67×10^{-15}	7.61×10^{-11}	/	7.97×10^{-11}		7.97×10^{-11}
^{153}Sm	7.17×10^{-12}	8.04×10^{-14}	1.33×10^{-10}	/	1.41×10^{-10}		1.41×10^{-10}	6.31×10^{-12}	7.07×10^{-14}	1.17×10^{-10}	/	1.24×10^{-10}		1.24×10^{-10}
^{177}Lu	9.29×10^{-12}	4.51×10^{-14}	3.10×10^{-10}	/	3.19×10^{-10}		3.19×10^{-10}	8.16×10^{-12}	3.97×10^{-14}	2.72×10^{-10}	/	2.81×10^{-10}		2.81×10^{-10}

^{131}I	5.90×10^{-7}	4.40×10^{-9}	5.03×10^{-6}	/	5.63×10^{-6}		5.63×10^{-6}	1.16×10^{-6}	8.67×10^{-9}	9.91×10^{-6}	/	1.11×10^{-5}		1.11×10^{-5}
^{125}I	1.60×10^{-8}	5.08×10^{-12}	1.26×10^{-7}	/	1.42×10^{-7}		1.42×10^{-7}	3.16×10^{-8}	1.00×10^{-11}	2.49×10^{-7}	/	2.80×10^{-7}		2.80×10^{-7}
总计	6.21×10^{-7}	5.19×10^{-9}	5.30×10^{-6}	/	5.93×10^{-6}		**5.93×10^{-6}**	1.21×10^{-6}	9.36×10^{-9}	1.03×10^{-5}	/	1.15×10^{-5}		**1.15×10^{-5}**
核素名称	**东侧企业（涿州博萨汽车配件有限公司）**							**东北侧企业（亚大塑料制品有限公司）**						
	吸入	**烟羽**	**沉积**	**食入**	**合计**	**居留因子**	**公众剂量**	**吸入**	**烟羽**	**沉积**	**食入**	**合计**	**居留因子**	**公众剂量**
^{99}Mo	1.13×10^{-8}	4.34×10^{-10}	1.08×10^{-7}	/	1.20×10^{-7}	1	1.20×10^{-7}	1.15×10^{-8}	4.44×10^{-10}	1.11×10^{-7}	/	1.23×10^{-7}	1	1.23×10^{-7}
^{99m}Tc	1.24×10^{-10}	1.87×10^{-10}	3.79×10^{-9}	/	4.10×10^{-9}		4.10×10^{-9}	1.27×10^{-10}	1.91×10^{-10}	3.87×10^{-9}	/	4.19×10^{-9}		4.19×10^{-9}
^{32}P	3.18×10^{-12}	1.51×10^{-15}	6.89×10^{-11}	/	7.20×10^{-11}		7.20×10^{-11}	3.25×10^{-12}	1.55×10^{-15}	7.04×10^{-11}	/	7.37×10^{-11}		7.37×10^{-11}
^{153}Sm	5.70×10^{-12}	6.40×10^{-14}	1.06×10^{-10}	/	1.12×10^{-10}		1.12×10^{-10}	5.83×10^{-12}	6.54×10^{-14}	1.08×10^{-10}	/	1.14×10^{-10}		1.14×10^{-10}
^{177}Lu	7.38×10^{-12}	3.59×10^{-14}	2.46×10^{-10}	/	2.54×10^{-10}		2.54×10^{-10}	7.55×10^{-12}	3.67×10^{-14}	2.52×10^{-10}	/	2.60×10^{-10}		2.60×10^{-10}
^{131}I	1.23×10^{-6}	9.14×10^{-9}	1.04×10^{-5}	/	1.17×10^{-5}		1.17×10^{-5}	4.44×10^{-7}	3.31×10^{-9}	3.78×10^{-6}	/	4.23×10^{-6}		4.23×10^{-6}
^{125}I	3.33×10^{-8}	1.06×10^{-11}	2.62×10^{-7}	/	2.96×10^{-7}		2.96×10^{-7}	1.21×10^{-8}	3.82×10^{-12}	9.50×10^{-8}	/	1.07×10^{-7}		1.07×10^{-7}
总计	1.27×10^{-6}	9.77×10^{-9}	1.08×10^{-5}	/	1.21×10^{-5}		**1.21×10^{-5}**	4.67×10^{-7}	3.95×10^{-9}	3.99×10^{-6}	/	4.47×10^{-6}		**4.47×10^{-6}**
核素名称	**北侧企业（四川龙腾铁路器材有限公司）**							**北侧企业（涿州市腾跃印刷材料有限公司）**						
	吸入	**烟羽**	**沉积**	**食入**	**合计**	**居留因子**	**公众剂量**	**吸入**	**烟羽**	**沉积**	**食入**	**合计**	**居留因子**	**公众剂量**
^{99}Mo	1.05×10^{-8}	4.04×10^{-10}	1.01×10^{-7}	/	1.12×10^{-7}	1	1.12×10^{-7}	1.05×10^{-8}	4.03×10^{-10}	1.01×10^{-7}	/	1.12×10^{-7}	1	1.12×10^{-7}
^{99m}Tc	1.15×10^{-10}	1.74×10^{-10}	3.53×10^{-9}	/	3.81×10^{-9}		3.81×10^{-9}	1.15×10^{-10}	1.73×10^{-10}	3.52×10^{-9}	/	3.81×10^{-9}		3.81×10^{-9}
^{32}P	2.96×10^{-12}	1.41×10^{-15}	6.41×10^{-11}	/	6.71×10^{-11}		6.71×10^{-11}	2.96×10^{-12}	1.41×10^{-15}	6.40×10^{-11}	/	6.70×10^{-11}		6.70×10^{-11}
^{153}Sm	5.31×10^{-12}	5.95×10^{-14}	9.87×10^{-11}	/	1.04×10^{-10}		1.04×10^{-10}	5.30×10^{-12}	5.94×10^{-14}	9.86×10^{-11}	/	1.04×10^{-10}		1.04×10^{-10}
^{177}Lu	6.87×10^{-12}	3.34×10^{-14}	2.29×10^{-10}	/	2.36×10^{-10}		2.36×10^{-10}	6.86×10^{-12}	3.34×10^{-14}	2.29×10^{-10}	/	2.36×10^{-10}		2.36×10^{-10}
^{131}I	3.94×10^{-7}	2.93×10^{-9}	3.36×10^{-6}	/	3.75×10^{-6}		3.75×10^{-6}	3.94×10^{-7}	2.93×10^{-9}	3.36×10^{-6}	/	3.75×10^{-6}		3.75×10^{-6}
^{125}I	1.07×10^{-8}	3.39×10^{-12}	8.43×10^{-8}	/	9.49×10^{-8}		9.49×10^{-8}	1.07×10^{-8}	3.39×10^{-12}	8.43×10^{-8}	/	9.49×10^{-8}		9.49×10^{-8}
总计	4.15×10^{-7}	3.52×10^{-9}	3.55×10^{-6}	/	3.96×10^{-6}		**3.96×10^{-6}**	4.15×10^{-7}	3.52×10^{-9}	3.55×10^{-6}	/	3.96×10^{-6}		**3.96×10^{-6}**
核素名称	**北侧企业（盛弘机械）**							**西北侧企业（涿州市凯信机电设备有限责任公司）**						
	吸入	**烟羽**	**沉积**	**食入**	**合计**	**居留因子**	**公众剂量**	**吸入**	**烟羽**	**沉积**	**食入**	**合计**	**居留因子**	**公众剂量**
^{99}Mo	1.05×10^{-8}	4.03×10^{-10}	1.00×10^{-7}	/	1.11×10^{-7}	1	1.11×10^{-7}	9.97×10^{-9}	3.83×10^{-10}	9.56×10^{-8}	/	1.06×10^{-7}	1	1.06×10^{-7}
^{99m}Tc	1.15×10^{-10}	1.73×10^{-10}	3.51×10^{-9}	/	3.80×10^{-9}		3.80×10^{-9}	1.09×10^{-10}	1.65×10^{-10}	3.34×10^{-9}	/	3.62×10^{-9}		3.62×10^{-9}
^{32}P	2.95×10^{-12}	1.40×10^{-15}	6.39×10^{-11}	/	6.69×10^{-11}		6.69×10^{-11}	2.81×10^{-12}	1.34×10^{-15}	6.08×10^{-11}	/	6.36×10^{-11}		6.36×10^{-11}
^{153}Sm	5.29×10^{-12}	5.93×10^{-14}	9.84×10^{-11}	/	1.04×10^{-10}		1.04×10^{-10}	5.03×10^{-12}	5.65×10^{-14}	9.36×10^{-11}	/	9.87×10^{-11}		9.87×10^{-11}

^{177}Lu	6.85×10^{-12}	3.33×10^{-14}	2.29×10^{-10}	/	2.35×10^{-10}		2.35×10^{-10}	6.52×10^{-12}	3.17×10^{-14}	2.18×10^{-10}	/	2.24×10^{-10}		2.24×10^{-10}
^{131}I	3.94×10^{-7}	2.94×10^{-9}	3.36×10^{-6}	/	3.76×10^{-6}		3.76×10^{-6}	3.73×10^{-7}	2.78×10^{-9}	3.18×10^{-6}	/	3.56×10^{-6}		3.56×10^{-6}
^{125}I	1.07×10^{-8}	3.40×10^{-12}	8.44×10^{-8}	/	9.51×10^{-8}		9.51×10^{-8}	1.01×10^{-8}	3.21×10^{-12}	7.99×10^{-8}	/	9.00×10^{-8}		9.00×10^{-8}
总计	4.16×10^{-7}	3.52×10^{-9}	3.55×10^{-6}	/	3.97×10^{-6}		**3.97×10^{-6}**	3.93×10^{-7}	3.33×10^{-9}	3.36×10^{-6}	/	3.76×10^{-6}		**3.76×10^{-6}**
核素名称	西北侧企业（河北鲁汇荣彩印刷有限公司）							东南侧企业（河北涿州松林店经济开发区大楼，拟建）						
	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量
^{99}Mo	9.58×10^{-9}	3.68×10^{-10}	9.20×10^{-8}	/	1.02×10^{-7}	1	1.02×10^{-7}	4.73×10^{-9}	1.82×10^{-10}	4.53×10^{-8}	/	5.03×10^{-8}	1	5.03×10^{-8}
^{99m}Tc	1.05×10^{-10}	1.58×10^{-10}	3.22×10^{-9}	/	3.48×10^{-9}		3.48×10^{-9}	5.18×10^{-11}	7.81×10^{-11}	1.58×10^{-9}	/	1.71×10^{-9}		1.71×10^{-9}
^{32}P	2.70×10^{-12}	1.29×10^{-15}	5.85×10^{-11}	/	6.12×10^{-11}		6.12×10^{-11}	1.33×10^{-12}	6.34×10^{-16}	2.88×10^{-11}	/	3.02×10^{-11}		3.02×10^{-11}
^{153}Sm	4.84×10^{-12}	5.43×10^{-14}	9.00×10^{-11}	/	9.49×10^{-11}		9.49×10^{-11}	2.39×10^{-12}	2.68×10^{-14}	4.44×10^{-11}	/	4.68×10^{-11}		4.68×10^{-11}
^{177}Lu	6.27×10^{-12}	3.05×10^{-14}	2.09×10^{-10}	/	2.16×10^{-10}		2.16×10^{-10}	3.09×10^{-12}	1.50×10^{-14}	1.03×10^{-10}	/	1.06×10^{-10}		1.06×10^{-10}
^{131}I	3.57×10^{-7}	2.66×10^{-9}	3.05×10^{-6}	/	3.41×10^{-6}		3.41×10^{-6}	6.72×10^{-7}	5.01×10^{-9}	5.73×10^{-6}	/	6.41×10^{-6}		6.41×10^{-6}
^{125}I	9.70×10^{-9}	3.08×10^{-12}	7.64×10^{-8}	/	8.61×10^{-8}		8.61×10^{-8}	1.82×10^{-8}	5.79×10^{-12}	1.44×10^{-7}	/	1.62×10^{-7}		1.62×10^{-7}
总计	3.77×10^{-7}	3.19×10^{-9}	3.22×10^{-6}	/	3.60×10^{-6}		**3.60×10^{-6}**	6.95×10^{-7}	5.28×10^{-9}	5.92×10^{-6}	/	6.62×10^{-6}		**6.62×10^{-6}**

表 5.1-30　幼儿受照剂量估算一览表　　**单位：Sv/a**

核素名称	西侧民房							东南侧民房						
	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量	吸入	烟羽	沉积	食入	合计	居留因子	公众剂量
^{99}Mo	5.64×10^{-8}	4.47×10^{-10}	1.12×10^{-7}	/	1.69×10^{-7}	1	1.69×10^{-7}	6.42×10^{-8}	5.09×10^{-10}	1.27×10^{-7}	/	1.92×10^{-7}	1	1.92×10^{-7}
^{99m}Tc	9.26×10^{-10}	1.92×10^{-10}	3.91×10^{-9}	/	5.02×10^{-9}		5.02×10^{-9}	1.05×10^{-9}	2.19×10^{-10}	4.44×10^{-9}	/	5.71×10^{-9}		5.71×10^{-9}
^{32}P	1.45×10^{-11}	1.56×10^{-15}	7.10×10^{-11}	/	8.55×10^{-11}		8.55×10^{-11}	1.65×10^{-11}	1.77×10^{-15}	8.08×10^{-11}	/	9.72×10^{-11}		9.72×10^{-11}
^{153}Sm	2.80×10^{-11}	6.59×10^{-14}	1.09×10^{-10}	/	1.37×10^{-10}		1.37×10^{-10}	3.18×10^{-11}	7.50×10^{-14}	1.24×10^{-10}	/	1.56×10^{-10}		1.56×10^{-10}
^{177}Lu	2.89×10^{-11}	3.70×10^{-14}	2.54×10^{-10}	/	2.83×10^{-10}		2.83×10^{-10}	3.29×10^{-11}	4.21×10^{-14}	2.89×10^{-10}	/	3.22×10^{-10}		3.22×10^{-10}
^{131}I	4.74×10^{-6}	3.63×10^{-9}	4.16×10^{-6}	/	8.90×10^{-6}		8.90×10^{-6}	6.46×10^{-6}	4.95×10^{-9}	5.66×10^{-6}	/	1.21×10^{-5}		1.21×10^{-5}
^{125}I	5.97×10^{-8}	4.20×10^{-12}	1.04×10^{-7}	/	1.64×10^{-7}		1.64×10^{-7}	8.13×10^{-8}	5.72×10^{-12}	1.42×10^{-7}	/	2.23×10^{-7}		2.23×10^{-7}
总计	4.86×10^{-6}	4.28×10^{-9}	4.38×10^{-6}	/	9.24×10^{-6}		**9.24×10^{-6}**	6.61×10^{-6}	5.68×10^{-9}	5.94×10^{-6}	/	1.25×10^{-5}		**1.25×10^{-5}**

根据表5.1-29可知，在正常运行工况下，本项目放射性气溶胶致南侧果树苗木基地成年公众人员受照剂量最大，为1.22×10^{-2}mSv/a，低于公众年有效剂量限值0.1mSv/a的剂量约束值。

根据表5.1-30可知，在正常运行工况下，本项目放射性气溶胶致东南侧民房处幼儿受照剂量最大，为1.25×10^{-2}mSv/a，低于公众年有效剂量限值0.1mSv/a的剂量约束值。

5.1.2.2 公众所受外照射分析

由于同位素药品生产厂房（一）小剂量药品生产线操作核素能量低，且质检中心操作核素量较小，因此，仅考虑钼锝发生器生产线及^{131}I系列药品生产线对周围公众的外照射影响。钼锝发生器生产线及^{131}I系列药品生产线所致保护目标位置的剂量率及所致公众剂量如表5.1-31所示。

表5.1-31　外照射所致敏感点处公众人员年有效剂量

预测点位	核素	距离（m）	剂量率（μGy/h）		居留因子	剂量（mSv/a）	
北侧厂区内综合科技楼	^{99}Mo	133	1.43×10^{-13}	1.85×10^{-13}	1	8.60×10^{-14}	1.02×10^{-13}
	^{99m}Tc	133	1.56×10^{-129}		1	6.25×10^{-130}	
	^{131}I	183	4.15×10^{-14}		1	1.60×10^{-14}	
北侧企业（涿州市燕南纸包装有限公司）	^{99}Mo	234	4.63×10^{-14}	6.30×10^{-14}	1	2.78×10^{-14}	3.42×10^{-14}
	^{99m}Tc	234	5.05×10^{-130}		1	2.02×10^{-130}	
	^{131}I	289	1.66×10^{-14}		1	6.43×10^{-15}	
东侧厂区大门	^{99}Mo	99	2.59×10^{-13}	3.22×10^{-13}	1	1.55×10^{-13}	1.80×10^{-13}
	^{99m}Tc	99	2.82×10^{-129}		1	1.13×10^{-129}	
	^{131}I	148	6.34×10^{-14}		1	2.45×10^{-14}	
东侧企业（河北普凡防护科技有限公司）	^{99}Mo	170	8.78×10^{-14}	1.64×10^{-13}	1	5.26×10^{-14}	8.21×10^{-14}
	^{99m}Tc	170	9.57×10^{-130}		1	3.83×10^{-130}	
	^{131}I	135	7.63×10^{-14}		1	2.95×10^{-14}	
西侧民房	^{99}Mo	630	6.39×10^{-15}	9.78×10^{-15}	1	3.83×10^{-15}	5.14×10^{-15}
	^{99m}Tc	630	6.97×10^{-131}		1	2.79×10^{-131}	
	^{131}I	640	3.39×10^{-15}		1	1.31×10^{-15}	
东南侧民房	^{99}Mo	553	8.30×10^{-15}	1.36×10^{-14}	1	4.97×10^{-15}	7.03×10^{-15}
	^{99m}Tc	553	9.05×10^{-131}		1	3.62×10^{-131}	
	^{131}I	511	5.32×10^{-15}		1	2.06×10^{-15}	

南侧果树苗木基地	^{99}Mo	277	3.31×10^{-14}	5.96×10^{-14}	1	1.98×10^{-14}	3.01×10^{-14}
	^{99m}Tc	277	3.60×10^{-130}		1	1.44×10^{-130}	
	^{131}I	229	2.65×10^{-14}		1	1.02×10^{-14}	
东南侧企业（河北涿州卓宝机械设备有限公司）	^{99}Mo	114	1.95×10^{-13}	3.52×10^{-13}	1	1.17×10^{-13}	1.78×10^{-13}
	^{99m}Tc	114	2.13×10^{-129}		1	8.51×10^{-130}	
	^{131}I	94	1.57×10^{-13}		1	6.08×10^{-14}	
北侧企业（涿州嘉华铝业有限公司）	^{99}Mo	443	1.29×10^{-14}	1.87×10^{-14}	1	7.75×10^{-15}	9.97×10^{-15}
	^{99m}Tc	443	1.41×10^{-130}		1	5.64×10^{-131}	
	^{131}I	492	5.74×10^{-15}		1	2.22×10^{-15}	
北侧企业（成都航天模塑股份有限公司）	^{99}Mo	430	1.37×10^{-14}	1.98×10^{-14}	1	8.23×10^{-15}	1.06×10^{-14}
	^{99m}Tc	430	1.50×10^{-130}		1	5.98×10^{-131}	
	^{131}I	480	6.03×10^{-15}		1	2.33×10^{-15}	
北侧企业（北京嘉城兴业工贸股份有限公司，已倒闭）	^{99}Mo	509	9.79×10^{-15}	1.43×10^{-14}	1	5.87×10^{-15}	7.60×10^{-15}
	^{99m}Tc	509	1.07×10^{-130}		1	4.27×10^{-131}	
	^{131}I	558	4.46×10^{-15}		1	1.73×10^{-15}	
东北侧企业（普洛斯涿州物流园）	^{99}Mo	250	4.06×10^{-14}	5.68×10^{-14}	1	2.43×10^{-14}	3.06×10^{-14}
	^{99m}Tc	250	4.43×10^{-130}		1	1.77×10^{-130}	
	^{131}I	293	1.62×10^{-14}		1	6.26×10^{-15}	
东侧企业（涿州博萨汽车配件有限公司）	^{99}Mo	237	4.52×10^{-14}	6.60×10^{-14}	1	2.71×10^{-14}	3.52×10^{-14}
	^{99m}Tc	237	4.92×10^{-130}		1	1.97×10^{-130}	

	^{131}I	258	2.09×10^{-14}		1	8.07×10^{-15}	
东北侧企业（亚大塑料制品有限公司）	^{99}Mo	635	6.29×10^{-15}	9.27×10^{-15}	1	3.77×10^{-15}	4.92×10^{-15}
	^{99m}Tc	635	6.86×10^{-131}		1	2.74×10^{-131}	
	^{131}I	683	2.98×10^{-15}		1	1.15×10^{-15}	
北侧企业（四川龙腾铁路器材有限公司）	^{99}Mo	691	5.31×10^{-15}	7.84×10^{-15}	1	3.19×10^{-15}	4.16×10^{-15}
	^{99m}Tc	691	5.79×10^{-131}		1	2.32×10^{-131}	
	^{131}I	741	2.53×10^{-15}		1	9.78×10^{-16}	
北侧企业（涿州市腾跃印刷材料有限公司）	^{99}Mo	692	5.30×10^{-15}	7.83×10^{-15}	1	3.18×10^{-15}	4.16×10^{-15}
	^{99m}Tc	692	5.78×10^{-131}		1	2.31×10^{-131}	
	^{131}I	741	2.53×10^{-15}		1	9.78×10^{-16}	
北侧企业（盛弘机械）	^{99}Mo	693	5.28×10^{-15}	7.82×10^{-15}	1	3.17×10^{-15}	4.15×10^{-15}
	^{99m}Tc	693	5.76×10^{-131}		1	2.30×10^{-131}	
	^{131}I	740	2.54×10^{-15}		1	9.81×10^{-16}	
西北侧企业（涿州市凯信机电设备有限责任公司）	^{99}Mo	723	4.85×10^{-15}	7.21×10^{-15}	1	2.91×10^{-15}	3.82×10^{-15}
	^{99m}Tc	723	5.29×10^{-131}		1	2.12×10^{-131}	
	^{131}I	768	2.36×10^{-15}		1	9.11×10^{-16}	
西北侧企业（河北鲁汇荣彩印刷有限公司）	^{99}Mo	747	4.55×10^{-15}	6.77×10^{-15}	1	2.73×10^{-15}	3.58×10^{-15}
	^{99m}Tc	747	4.96×10^{-131}		1	1.98×10^{-131}	
	^{131}I	791	2.22×10^{-15}		1	8.58×10^{-16}	
东南侧企业（河北涿州	^{99}Mo	181	7.74×10^{-14}	1.44×10^{-13}	1	4.64×10^{-14}	7.23×10^{-14}

松林店经济开发区大楼，拟建）	^{99m}Tc	181	8.44×10^{-130}		1	3.38×10^{-130}	
	^{131}I	144	6.70×10^{-14}		1	2.59×10^{-14}	

本项目放射性药品生产所致周围公众年有效剂量见表5.1-32。

表5.1-32　公众人员年有效剂量

预测点位	外照射所致剂量（mSv/a）	大气扩散所致剂量（mSv/a）	合计剂量（mSv/a）
北侧厂区内综合科技楼	1.02×10^{-13}	1.05×10^{-2}	1.05×10^{-2}
北侧企业（涿州市燕南纸包装有限公司）	3.42×10^{-14}	1.16×10^{-2}	1.16×10^{-2}
东侧厂区大门	1.80×10^{-13}	7.09×10^{-3}	7.09×10^{-3}
东侧企业（河北普凡防护科技有限公司）	8.21×10^{-14}	5.38×10^{-3}	5.38×10^{-3}
西侧民房	5.14×10^{-15}	4.89×10^{-3}	4.89×10^{-3}
		9.24×10^{-3}▲1	9.24×10^{-3}▲2
东南侧民房	7.03×10^{-15}	6.64×10^{-3}	6.64×10^{-3}
		1.25×10^{-2}▲3	1.25×10^{-2}▲4
南侧果树苗木基地	3.01×10^{-14}	1.22×10^{-2}	1.22×10^{-2}
东南侧企业（河北涿州卓宝机械设备有限公司）	1.78×10^{-13}	6.27×10^{-4}	6.27×10^{-4}
北侧企业（涿州嘉华铝业有限公司）	9.97×10^{-15}	6.99×10^{-3}	6.99×10^{-3}
北侧企业（成都航天模塑股份有限公司）	1.06×10^{-14}	7.21×10^{-3}	7.21×10^{-3}
北侧企业（北京嘉城兴业工贸股份有限公司，已倒闭）	7.60×10^{-15}	5.93×10^{-3}	5.93×10^{-3}
东北侧企业（普洛斯涿州物流园）	3.06×10^{-14}	1.15×10^{-2}	1.15×10^{-2}
东侧企业（涿州博萨汽车配件有限公司）	3.52×10^{-14}	1.21×10^{-2}	1.21×10^{-2}
东北侧企业（亚大塑料制品有限公司）	4.92×10^{-15}	4.47×10^{-3}	4.47×10^{-3}
北侧企业（四川龙腾铁路器材有限公司）	4.16×10^{-15}	3.96×10^{-3}	3.96×10^{-3}
北侧企业（涿州市腾跃印刷材料有限公司）	4.16×10^{-15}	3.96×10^{-3}	3.96×10^{-3}
北侧企业（盛弘机械）	4.15×10^{-15}	3.97×10^{-3}	3.97×10^{-3}
西北侧企业（涿州市凯信机电设备有限责任公司）	3.82×10^{-15}	3.76×10^{-3}	3.76×10^{-3}
西北侧企业（河北鲁汇荣彩印刷有限公司）	3.58×10^{-15}	3.60×10^{-3}	3.60×10^{-3}
东南侧企业（河北涿州松林店经济开发区大楼（拟建）	7.23×10^{-14}	6.62×10^{-3}	6.62×10^{-3}

注：表中▲1~▲4为幼儿受照数据，其余为成人受照数据。

根据表5.1-31及表5.1-32可知，在正常运行工况下，本项目运行致东南侧民房处公众受照剂量最大，为1.25×10^{-2}mSv/a，低于公众年有效剂量限值0.1mSv/a的剂量约束值。

5.1.3 放射性废液、固废环境影响分析

本项目放射性废液均暂存于各生产线废物暂存间地坑内的暂存容器中，当其放射性活度降低至解控水平时，向政府主管部门申请清洁解控，符合条件后按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求排放。

放射性固体废物分别在各操作箱旁采用屏蔽容器就地收集，经废物暂存箱室周转至生产线废物暂存间地坑内暂存衰变一定时间后，再转移至容器清理车间二层的放射性废物清洁解控间贮存衰变，待衰变到清洁解控水平后，申请清洁解控，由政府主管部门按相关规定操作执行。清洁解控后的废树脂、质检废液、废活性炭等均属于危险废物，在试剂库危废间暂存，定期送交有相应资质单位处置。

综上，本项目放射性废液不直接排放，符合解控条件后排入园区污水处理厂，不会对环境产生明显影响；放射性固废均不外排，不会对环境产生影响。

5.2 事故工况环境影响分析

5.2.1事故分析

本项目生产、贮存及运输过程中主要涉及短寿命放射性核素，可能产生的事故原因、后果及预防缓解措施见表 5.2-1。

表 5.2-1　项目各生产线事故分析

序号	生产线/工序名称	事故工序和内容	事故原因	预计后果	预防和缓解措施
1	碘 [^{131}I] 系列产品原料液粗分工序	在粗分过程中原料瓶或西林瓶破碎	操作不当	工艺箱体沾污。产生含碘放射性废气量增加。	a.由技术熟练人员，严格按操作规程进行生产操作； b.若发生事故，立即关闭箱体上的进风和排风阀，然后将不锈钢保护套内的溶液用蠕动泵转移至备用瓶内暂存于工艺箱体内，下批生产前通过废液口排放至废液罐暂存，并对保护套及工艺箱体进行擦拭去污，去污产生的固废（棉纱、手套、玻璃等）集中收集于废物袋，最终转至厂区废物暂存间地坑内暂
2	碘 [^{131}I] 化钠口服溶液生产线	配制工序料瓶破碎	操作不当		
3	碘 [^{131}I] 化钠治疗、诊	料液滴加工序料瓶	操作不当		

	断胶囊生产线	破碎或打翻			存。去污完成后启用放射性废气事故排风系统。
4	碘[^{131}I]苄胍注射液生产线	溶液配制工序料瓶破碎	操作不当		
5	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	料液配制工序料瓶破碎或打翻	操作不当	工艺箱体沾污，产生放射性废气量增加。	a.由技术熟练人员，严格按操作规程进行生产操作； b.若发生事故，将塑料保护套内的溶液用棉纱吸干，并对设备进行去污处理，去污产生的固废（棉纱、手套、玻璃、保护套等）集中收集暂存于各生产线废物暂存间地坑内。
6	小剂量同位素药品生产线	料液配制工序料瓶破碎或打翻	操作不当	工艺箱体沾污，产生放射性废气量增加。	a.由技术熟练人员，严格按操作规程进行生产操作； b.若发生事故，将塑料保护套内的溶液用棉纱吸干，并对设备进行去污处理，去污产生的固废（棉纱、手套、玻璃、保护套等）集中收集暂存于各生产线废物暂存间地坑内。
		实验过程中放射性溶液洒落	操作失误	造成工作台面污染	反应容器保护，规范操作。操作平台上铺垫一定面积的塑料薄膜和吸水纸。
7	碘[^{131}I]系列产品原料液粗分工序	排风系统过滤器失效	设备故障	放射性废气未经过滤直接外排，对公众产生辐射影响	a.过滤器设置前后压差检测报警系统，可实时判断过滤器是否失效； b.双过滤器系统（一用一备），可及时切换，防止放射性废气未经过滤外排，同时避免放射性废气聚集在箱室内不能排出； c.工作人员更换过滤器，全程佩戴具有累积计数功能的个人剂量计及个人剂量报警仪，确保工作人员受照剂量＜0.1mSv/次。

由表 5.2-1，结合各种核素特性，确定本项目最大可信事故为：碘[^{131}I]系列产品原料液粗分工序生产过程中料液瓶破碎事故。

5.2.2 事故源项分析

本项目碘[^{131}I]系列产品原料液粗分箱单日生产活度3.33×10^{13}Bq（900Ci），约分为9个原料瓶操作，事故考虑1个原料瓶破碎，也即3.70×10^{12}Bq（100Ci）料液洒出，事故发生后操作人员在0.2h（12min）内将粗分箱清理完毕，此时产生的废气中碘活度为3.70×10^{9}Bq，产生速率为1.85×10^{10}Bq/h，粗分箱排风量为92m^3/h，除碘系统过滤效率为99.9%，因此^{131}I气溶胶外排速率为1.85×10^{7}Bq/h，外排浓度

为$2.01\times10^{5}Bq/m^{3}$。

5.2.3 后果计算

本评价采用《核设施正常工况气载放射性排出物后果评价推荐模式》计算事故状态下 ^{131}I 气溶胶浓度的地面浓度，再根据各种照射途径剂量估算模式计算公众受照射剂量。

经计算，对于成人，事故状态下南侧果树苗木基地 ^{131}I 气溶胶地面浓度最大，为 $1.27\times10^{-1}Bq/m^{3}$；受照剂量最大，为 $1.29\times10^{-5}mSv$/次；低于 0.1mSv/次的事故剂量限值。

对于幼儿，东南侧民房处 ^{131}I 气溶胶地面浓度最大，为 $6.81\times10^{-2}Bq/m^{3}$；受照剂量最大，为 $7.89\times10^{-6}mSv$/次；低于 0.1mSv/次的事故剂量限值。

5.2.4 应急措施

原子高科华北医药有限公司配备有事故发生时的应急措施以及保证应急措施执行的应急组织机构、应急程序、应急物资、应急条件保障等，公司制定有辐射事故应急预案，该预案的制定可将公司可能发生的事故风险降到最低。

1）事故防范措施

公司采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

（1）制定了辐射工作场所严格的岗位职责制度

公司针对涉及辐射的岗位，制定了严格的岗位职责制度。

（2）制定辐射安全事故应急处理预案、应急组织机构职责、应急程序

公司制定了较为完善的辐射安全事故应急处理预案，明确了各应急部门和相关人员的职责、预防措施及应急措施。

环评要求公司成立辐射防护领导小组，负责有关正常工作条件的保障及解决实践中出现的各种防护问题；应建立放射性核素操作规程，并张贴在工作人员可看到的显眼位置，避免因误操作发生辐射事故；应建立设备检修维修制度，防范因设备故障发生的辐射事故。

实行以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

（3）放射性工作场所设备检验检修

公司生产同位素药品的大部分操作均位于密闭负压操作箱内。工作人员应在开始工作之前和工作期间，要随时关心所用操作箱的负压是否正常。对于负压达不到要求的要进行检验检修。

定期监测除碘过滤机组除碘效率以及高效过滤器阻力，并按要求及时更换过滤器，确保其有效性。

2）事故应急措施

为了加强对各生产线生产的安全管理，保障员工及公众健康，保护环境，公司制定了较为完善的辐射安全事故应急处理预案。该应急预案包括：组织机构、应急组织及职责、辐射事故分级、事件报告制度等，其内容较全、措施具体，针对性强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行，还应加强应急人员的组织培训，并做好应急和救助的装备、资金、物资准备。

一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报当地生态环境保护主管部门及省级生态环境保护主管部门（涿州市生态环境局 0312-3853008；保定市生态环境局 0312-3010939；省生态环境厅 0311-87802213、12369），同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。并编写事故情况、原因分析及处理结果的书面报告，报当地生态环境保护主管部门及省级生态环境保护主管部门。

3）安全保卫措施

为确保放射性物料的安全，本项目采用的安全保卫措施如下：

（1）防火措施：各生产线配备 2 支手提式干粉灭火器，各厂房内部功能单元之间的墙体设计为不易燃材料，非密封性工作场所四周禁止易燃、易爆、腐蚀性等其他一切物品。

（2）防盗措施：公司的放射性物料存放于生产线工艺箱内，生产线进出口为防盗门设计。

（3）防抢和防破坏措施：项目运营后，同位素药品生产厂房为保安巡逻重点区域，加强巡视管理，以防遭到不法分子的破坏。

第六章　非放射性污染环境影响分析

6.1 施工期环境影响分析

本项目施工期约为 24 个月，在此期间将产生施工扬尘、废水、噪声和固体废物等，此外，材料运输也将对运输路线两侧一定范围内大气、声环境产生不利影响。

6.1.1 施工扬尘影响分析

1）施工扬尘

本项目施工期扬尘主要为土建施工产生扬尘及建筑垃圾、建材堆置和运输产生的扬尘。水泥、砂石等建筑料运输、装卸、堆存，在有风天气均易产生一定的扬尘。同时运输车辆进出工地，车辆轮胎不可避免的将工地的泥土带出，遗洒在车辆经过的路面，在其它车辆通过时产生二次扬尘。以上扬尘将伴随整个施工过程，是施工扬尘重点防治对象。

2）环境影响分析

施工期的扬尘产生量与施工现场条件、管理水平、机械化程度以及气象条件等诸多因素有关，难以进行量化，本评价类比有关单位进行的现场实测资料进行综合分析。北京市环科院曾对多个建筑施工工地的扬尘污染影响进行了监测，监测结果见表 6.1-1。石家庄市环境监测中心对施工场地扬尘进行的实测资料列于表 6.1-2。

表 6.1-1　建筑施工工地扬尘污染 TSP 监测结果一览表　　（单位：mg/m³）

工地名称	工地内	工地上风向	工地下风向			备注
		50m	50m	100m	150m	
侨办工地	0.759	0.328	0.502	0.367	0.336	平均风速 2.4m/s
金属材料总公司工地	0.618	0.325	0.472	0.356	0.332	
广播电视部工地	0.596	0.311	0.434	0.376	0.309	
劲松小区工地	/	0.303	0.538	0.465	0.314	
平均值	0.658	0.317	0.487	0.390	0.322	

表 6.1-2　石家庄市施工近场大气中 TSP 浓度变化表　　（单位：mg/m³）

距工地距离(m)	10	20	30	40	50	100	备注
场地未洒水	1.75	1.30	0.78	0.365	0.345	0.330	春季测量
场地洒水	0.437	0.350	0.310	0.265	0.250	0.238	

由以上施工扬尘监测结果分析可知：

建筑施工扬尘的影响范围在工地下风向 150m 范围内。北京市环科院所监测的 4 个工地下风向 150m 处 TSP 监测结果平均值为 0.322 mg/m³，与工地上风向 50m 处 TSP 监测结果平均值 0.317 mg/m³ 已基本一致。

石家庄市环境监测中心对施工场地扬尘监测结果表明，采取洒水措施后，施工近场大气中 TSP 浓度降低 28%~75%，可起到较好的抑尘效果。

参考以上类比调查结果，本项目施工扬尘在该区域多年平均风速为 2.4m/s 情况下，影响范围主要在 150m 以内，本项目采取施工场界设置围挡、洒水抑尘与防尘网遮盖等措施，施工场地扬尘实际影响范围有限。

3）施工扬尘污染防治措施

为减轻施工扬尘对周围环境的影响，根据《防治城市扬尘污染技术规范》(HJ/T393-2007)、《河北省建筑施工扬尘防治强化措施 18 条》（冀建安[2016]27 号）、《关于强力推进大气污染综合治理的意见》、《河北省扬尘污染防治办法》和 18 个专项实施方案，本评价要求在施工期采取以下扬尘污染防治措施：

（1）施工单位在施工现场出入口明显位置设置扬尘防治公示牌，内容包括建设、施工、监理及监管等单位名称、扬尘防治负责人的名称、联系电话、举报电话等；

（2）施工现场连续设置硬质围挡，围挡应坚固、美观，严禁围挡不严或敞开式施工，围挡高度不低于 2.5m，并在围挡底端设置不低于 0.2m 的防溢座；

（3）施工现场实行分区管理，施工现场出入口和场内施工道路、材料加工堆放区、办公区、生活区采用混凝土硬化或用硬质砌块铺设，硬化后的地面应清扫整洁无浮土、积土，严禁使用其他软质材料铺设；

（4）施工现场出入口配备车辆冲洗设施，设置排水、泥浆沉淀池等设施，建立冲洗制度并设专人管理，严禁车辆带泥上路；

（5）施工现场出入口、加工区和主作业区等处安装视频监控系统，对施工扬尘实时监控，施工产生的建筑垃圾及时清运处置，运输车辆外运时加盖苫布，沿途经过村庄时减速行驶；

（6）施工现场集中堆放的土方和裸露场地采取防尘网覆盖、固化或绿化等防尘措施，严禁裸露；

（7）基坑开挖作业过程中，四周应采取洒水、喷雾等降尘措施；

（8）施工现场易飞扬的细颗粒建筑材料密闭存放或严密覆盖，严禁露天放置；搬运时应有降尘措施，余料及时回收；

（9）施工使用商品混凝土、预拌砂浆，严禁现场搅拌，厂区门口设置喷淋设备，预拌混凝土运输车在驶离生产厂区要进行冲洗，严禁车轮带泥上路；

（10）施工现场运送土方、渣土的车辆封闭或遮盖严密，严禁使用未办理相关手续的渣土等运输车辆，严禁沿路遗撒和随意倾倒；

（11）施工层建筑垃圾采用封闭式管道或装袋用垂直升降机械清运，严禁凌空抛掷和焚烧垃圾；

（12）施工现场的建筑垃圾必须设置垃圾存放点，集中堆放并严密覆盖，及时清运。生活垃圾应用封闭式容器存放，日产日清，严禁随意丢弃；

（13）施工现场建立洒水清扫抑尘制度，配备洒水设备，非冰冻期每天洒水不少于 2 次，并有专人负责，重污染天气时相应增加洒水频次；

（14）建筑工程主体外侧脚手架及临边防护栏杆使用符合标准的密目式安全网封闭施工，并保持整洁、牢固、无破损；

（15）遇有 4 级以上大风或重污染天气预警时，停止拆除作业和垃圾清运，并对拆除现场采取覆盖、洒水等降尘措施，严禁土方开挖、土方回填、材料切割、金属焊接、喷涂或其他有可能产生扬尘的作业。

（16）在施工工地同步安装视频监控设备和扬尘污染物在线监测设备，分别与建设主管部门、生态环境主管部门的监控设备联网，并保证系统正常运行，发生故障应当在二十四小时内修复。

通过采取以上抑尘措施后，施工场地边界无组织粉尘排放浓度小于 1.0mg/m^3，对周边大气环境影响较小，可最大限度的降低施工扬尘对周围村

庄大气环境的影响。

施工期产生的施工扬尘执行河北省地方标准《施工场地扬尘排放标准》(DB13/2934-2019)，扬尘排放浓度限值见表。

表 6.1-3　施工期扬尘排放浓度限值

控制项目	监测点浓度限制*(μg/m³)	达标判定依据(次/天)
PM_{10}	80	≤2
*指监测点 PM_{10} 小时平均浓度实测值与同时段所属县(市、区)PM_{10} 小时平均浓度的差值。当县(市、区)PM_{10} 小时平均浓度值大于 150μg/m³ 时，以 150μg/m³ 计。		

根据河北省地方标准《施工场地扬尘排放标准》（DB13/2934-2019）表 3 施工场地扬尘监测点数量设置要求，本项目占地面积 57199.92m²，施工现场设置 4 个监测点，监测点位设置于施工区域围栏安全范围内，优先设置于车辆进出口处，采样口离地面高度 3m~5m。

6.1.2 施工噪声影响分析

1）噪声源及其影响预测

（1）施工噪声源强

根据类比调查和资料分析，本项目拟采用的各类建筑施工机械产噪值见表 6.1-4。

表 6.1-4　施工机械产噪值一览表（dB(A)）

序号	设备名称	噪声值/距离 m	序号	设备名称	噪声值/距离 m
1	装载机	95/2	5	混凝土振捣器	105/1
2	挖掘机	95/2	6	夯土机	90/2
3	推土机	86/3	7	电锯、电刨	103/1
4	运输车辆	94/2	/	/	/

（2）施工噪声贡献值

本评价采用点源衰减模式，预测计算施工机械噪声源至受声点的几何发散衰减，计算中不考虑声屏障、空气吸收等衰减，预测公式如下：

$$L_r=L_{ro}-20\lg(r/r_o) \quad \text{.....（6-1）}$$

式中：

L_r—距声源 r 处的 A 声压级，dB(A)；

L_{ro}—距声源 r_o 处的 A 声压级，dB(A)；

r—预测点与声源的距离，m；

r_o—监测设备噪声时的距离，m。

利用上述公式，预测计算本项目主要施工机械在不同距离处的贡献值，预测计算结果见表 6.1-5。

表 6.1-5　主要施工机械在不同距离处的噪声贡献值

序号	设备	不同距离处的噪声贡献值[dB(A)]						
		40m	60m	100m	200m	300m	400m	500m
1	装载机	68	64	60	54	50	48	45
2	挖掘机	68	64	60	54	50	48	45
3	推土机	64	60	56	50	46	44	42
4	夯土机	64	60	56	50	46	44	42
5	混凝土振捣器	61	57	53	47	43	41	39
6	电　锯	73	70	65	59	56	53	51
7	运输卡车	68	65	60	54	50	48	46

（3）施工噪声影响范围

从表 6.1-5 可以看出，施工机械噪声声级随距离的增加而衰减，根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，施工机械昼间厂界达标距离最大为 60m。

根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)，施工机械噪声在不考虑障碍物、植被及空气等引起噪声衰减的情况下，如果使用单台设备，经距离衰减，达到 2 类区昼间标准（60dB(A)）距离为 200m。

2）施工噪声污染防治措施

为最大限度避免和减轻施工及运输噪声对周围声环境的不利影响，本评价要求建设单位施工期采取以下噪声控制对策和措施：

（1）建设单位与施工单位签订合同时，应要求其使用的主要机械设备为低噪声机械设备，并在施工中应有专人对其进行保养维护，施工单位应对现场使用设备的人员进行培训，严格按操作规范使用各类机械。

（2）施工车辆运输路线应尽量远离敏感区，车辆出入施工现场时应低速、

禁鸣。

（3）建设单位应加强对施工工地的噪声管理，施工单位也应对施工噪声进行自律，文明施工，避免因施工噪声产生纠纷。

（4）高噪声设备尽量进棚操作。

（5）建设与施工单位应与施工场地周围单位、居民建立良好关系，及时让他们了解施工进度及采取的降噪措施，并取得居民的理解。

6.1.3 施工废水影响分析

施工期产生的废水主要是车辆清洗废水以及施工人员产生的少量生活污水。

由于车辆清洗产生的废水量较小，且主要污染物为泥沙，采取施工过程中在临时施工区设置沉淀池，施工废水经沉淀池澄清后，循环使用，不外排，对环境无明显影响。

施工场地设工地临时移动厕所，定期清理，用作农肥，盥洗废水直接泼洒抑尘，亦不会对周边环境产生明显影响。

6.1.4 施工期固废影响分析

本项目施工期产生的固体废物主要为弃土、废石、混凝土块等建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。根据《国家危险废物名录》，施工过程中产生的固体废物均属一般固体废物，不属于危险废物。

工程中产生的弃土大部分用于回填地基，剩余部分用于厂区的平整和厂区绿化等。施工人员产生的生活垃圾、建筑垃圾送环卫与城管部门指定地点，且在外运过程中用苫布覆盖，避免沿途遗洒，并按环卫部门指定路线行驶。

综上所述，施工期产生的固体废物全部得到妥善处置，不会对周围环境产生明显影响。为更好的避免施工期建筑垃圾对周围环境产生不利影响，本评价要求建设单位采取以下防范措施：

1）弃土全部用于厂址内绿化用土和场地平整。

2）施工单位应指派专人负责施工区建筑垃圾的收集及转运工作，不得随意丢弃。

3）施工现场废弃的建筑垃圾宜分类回收，施工中产生的碎砖、石、砼块、

黄沙、弃土等建筑垃圾，应及时收集作为地基的填筑料。

4）各类建材的包装箱、袋等应派专人负责收集分类存放，统一运往废品收购站回收利用。

6.1.5 施工期生态环境影响分析

1）生态环境现状

本项目位于河北涿州松林店经济开发区，占地为二类工业用地，厂区占地面积 85.8 亩（57199.92m^2）。无临时占地。经现场踏勘，场地内植被稀疏，均为杂草，未发现需要特殊保护的野生动植物。

2）生态环境影响

本项目建设过程中，由于地表的开挖，会扰动地表，大风天气将产生大量扬尘，雨季可能导致水土流失，影响周围大气环境及生态环境。

3）生态环境影响预防措施

本项目施工过程中为了防治水土流失，应对施工场地和物料堆放场地应采取相应的管理措施和技术措施，具体如下：

（1）项目设计中已充分考虑场地地形地貌特征，合理进行了场区平面布置以及竖向布置，尽量减少挖方填方。

（2）项目施工过程中应科学合理的安排施工时序，避免大风、暴雨天气进行场地挖土、填方施工。对物料的贮存应进行遮挡，并采用密目网遮盖，防止雨水冲刷和风吹逸散。

（3）施工场地修建临时排水设施：施工场地区周围和弃土弃渣场周围设置临时排水沟，防止场区积水和开挖的松散的土石方在雨水的冲刷下流失。

（4）建立施工场地水土保持管理组织体系和管理制度，并落实责任，相关部门严格按照体系和制度的规定进行水土保持管理工作。

本项目建成后将在厂区内进行绿化，对裸露土地进行覆盖，可有效降低水土流失和扬尘对周围环境的影响，项目绿化面积 10356.17m^2，绿化率 18.11%。对绿化以外的厂区地面均实施硬化，降低扬尘的产生。在实施了绿化与硬化措施后，本项目的建设对厂区生态环境现状有一定的改善作用。

6.2 营运期环境影响分析

6.2.1 非放废气环境影响分析

1）废气产生及治理措施

本项目设食堂，餐食由外卖配送，不加工餐食，无食堂油烟等大气污染物产生。项目产生的大气污染物主要为化学药品制剂生产过程中稀盐酸、稀硝酸配制产生的无机气态污染物和消毒与清洗使用的乙醇、丙酮挥发产生的有机气态污染物。根据项目工程分析“3.7污染源项、处置措施及废弃物”，本项目废气产生情况如下：

（1）无机气态污染物

① 氯化氢

本项目在碘[^{131}I]生产线产品配液时将使用0.1mol/L盐酸，镥[^{177}Lu]标记注射液产品配液使用0.04mol/L盐酸，上述两个浓度的稀盐酸由38%盐酸在同位素药品生产厂房（一）二层非放药品配套生产区通风橱内配制，年操作161d，日操作0.1h。盐酸具有挥发性，会挥发产生一定量的无机气态污染物—氯化氢。氯化氢产生浓度33.44mg/m^3，经通风橱在负压情况下全部收集后，由活性炭吸附装置+高效过滤器处理，处理效率保守取60%，氯化氢排放浓度为13.38mg/m^3，由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排。

氯化氢排放浓度满足《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表2大气污染物特别排放限值（30mg/m^3）的要求。

（2）NOx

本项目钼-锝发生器生产线产品配液时使用0.1mol/L硝酸，钼-锝发生器生产线冷柱淋洗时使用1.0mol/L硝酸，上述两个浓度的稀硝酸分别由75%硝酸与98%硝酸在同位素药品生产厂房（一）二层非放药品配套生产区通风橱内配制，年操作200d，日操作0.1h。硝酸具有挥发性，会挥发产生一定量的无机气态污染物—NO_x。NO_x产生浓度分别为2.19mg/m^3、11.88mg/m^3，经通风橱在负压情况下全部收集后，由活性炭吸附装置+高效过滤器处理，处理效率保守取60%，NOx排放浓度分别为0.88mg/m^3、4.75mg/m^3，由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排。

NOx排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2新污染源大气污染物排放限值（240mg/m^3）的要求。

（2）有机气态污染物

本项目碘[^{131}I]生产线、钼锝发生器生产线与小剂量药品生产线均使用75%乙醇清洗管路、热室进行消毒灭菌；质检中心放射性理化实验室使用95%乙醇进行消毒灭菌；乙醇挥发产生乙醇废气，属于TVOC。本项目在碘[^{125}I]密封籽源生产过程中银丝清洗使用少量的丙酮，将挥发产生丙酮废气，属于TVOC。

同位素药品生产厂房（二）碘[^{131}I]生产线乙醇废气产生浓度11.51mg/m^3，生产区排风系统负压收集，经过活性炭吸附装置+高效过滤器处理，处理效率取60%，乙醇废气的排放浓度为4.61mg/m^3，排放速率0.0432kg/h，年排放量为9.6kg/a，经处理后的乙醇废气由同位素药品生产厂房（二）设置的1根18m排气筒外排。

同位素药品生产厂房（一）钼锝发生器生产线乙醇废气产生浓度8.89mg/m^3，生产区排风系统负压收集，经排风系统（含高效过滤器）高空排放，乙醇废气的排放浓度为8.89mg/m^3，排放速率0.12kg/h，年排放量为12kg/a。经处理后的乙醇废气由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排。

同位素药品生产厂房（一）小剂量药品生产线乙醇废气产生浓度17mg/m^3，生产区排风系统负压收集，经排风系统（含高效过滤器）高空排放，乙醇废气的排放浓度为17mg/m^3，排放速率0.12kg/h，年排放量为6kg/a。经处理后的乙醇废气由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排。

质检中心放射性理化实验室乙醇废气产生浓度57mg/m^3，质检中心通风橱负压收集，经过活性炭过滤器+高效过滤器处理，处理效率取60%，乙醇废气的排放浓度为22.8mg/m^3，排放速率0.0365kg/h，年排放量为4.56kg/a。经处理后的乙醇废气由设置于质检中心设置的1根26m排气筒外排。

同位素药品生产厂房（二）碘[^{125}I]密封籽源生产过程中银丝清洗产生的丙酮废气，产生浓度0.818mg/m^3，生产区排风系统负压收集，经过活性炭过滤器+高效过滤器处理，处理效率取60%，丙酮废气的排放浓度为0.327mg/m^3，排放速率0.0028kg/h，年排放量为0.1406kg/a。经处理后的丙酮废气由同位素药品生产厂房（二）设置的1根18m排气筒外排。

上述TVOC（乙醇废气、丙酮废气）排放浓度满足《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表2大气污染物特别排放限值（TVOC，

100mg/m^3）的要求。

项目废气产生及排放情况详见下表6.2-1。

表6.2-1　项目废气产生及排放情况一览表

污染源	污染物	产生情况			治理设施	排放情况				排放形式
		产生浓度 (mg/m^3)	产生速率 (kg/h)	产生量 (kg/a)		排放浓度 (mg/m^3)	排放速率 (kg/h)	年排放时间 (h)	排放量 (kg/a)	
同位素药品生产厂房（一）非放药品配套生产区稀盐酸、稀硝酸配制	HCl	33.44	0.0535	0.8614	活性炭吸附+高效过滤器；1 根 26m 排气筒外排	13.38	0.0214	16.1	0.3445	有组织排放
	NOx	2.19	0.0035	0.07		0.88	0.0014	20	0.028	
	NOx	11.88	0.019	0.38		4.75	0.0076	20	0.152	
钼锝发生器生产线箱室消毒	TVOC（乙醇）	8.89	0.1200	12	高效过滤器；1 根 26m 排气筒外排	8.89	0.1200	100	12	
小剂量药品生产线箱室消毒	TVOC（乙醇）	17.00	0.1200	6		17.00	0.1200	50	6	
碘[^{131}I]生产线箱室消毒	TVOC（乙醇）	11.51	0.1081	24	碘吸附器（活性炭吸附）+高效过滤器；1 根 18m 排气筒外排	4.61	0.0432	222	9.6	
质检中心放射理化实验室	TVOC（乙醇）	57.0	0.0912	11.4	活性炭吸附+高效过滤器；1根 26m排气筒外排	22.8	0.0365	125	4.56	
碘[^{131}I]密封籽源生产	TVOC（丙酮）	0.8175	0.007	0.3515	碘吸附器（活性炭吸附）+高效过滤器；1 根 18m 排气筒外排	0.327	0.0028	50	0.1406	

2）环境空气影响预测分析

（1）预测因子

本评价选择同位素药品生产厂房（一）非放药品配套生产区稀盐酸配制时挥发产生的HCl、稀硝酸配制时挥发产生的NOx以及碘[^{131}I]生产线、钼锝发生器生产线、小剂量药品生产线、质检中心放射性理化实验室排放的TVOC作为预测因子。

（2）预测范围

本项目大气预测范围是以项目排气筒为中心，以东西方向为X坐标轴线，南北方向为Y坐标轴线，向东南西北四个方向外延2.5km范围。

表6.2-2　项目估算模式参数

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	/
最高环境温度/℃		41.9
最低环境温度/℃		-27.4
土地利用类型		城市
区域湿度条件		中等湿度
是否考虑地形	考虑地形	否
	地形数据分辨率/m	/
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	否

（3）评价标准

本次评价选取TVOC、HCl和NO_2作为预测因子，其环境质量标准见表6.2-3。

表6.2-3　污染物环境质量标准

评价因子	平均时段	标准值	标准来源
TVOC	8 小时平均值	600μg/m^3	《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）表 D.1
HCl	1 小时平均值	50μg/m^3	
NO_2	1 小时平均值	200μg/m^3	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及修改单二级标准

3）预测结果

（1）污染源估算模型结果分析

本次预测采用导则所推荐的估算模式AERSCREEN的计算结果作为本评价预测结果，主要污染源估算模型计算结果见表6.2-4。

表6.2-4　主要污染源估算模型结果

序号	污染源	污染因子	最大落地浓度（μg/m³）	最大落地地点（m）	评价标准（μg/m³）	占标率（%）	D10%(m)	推荐评价等级
1	非放药品配套生产区 0.1mol/L、0.04mol/L 稀盐酸配制	HCl	2.2161	19	50	4.43	0	II
2	非放药品配套生产区 0.1mol/L 稀硝酸配置	NOx	0.1450	19	200	0.07	0	III
3	非放药品配套生产区 1.0mol/L 稀硝酸配置	NOx	0.7867	19	200	0.39	0	III
4	碘[^{131}I]生产线箱室消毒	TVOC	11.887	13	1200	0.99	0	III
5	钼锝发生器生产线箱室消毒	TVOC	11.893	20	1200	0.99	0	III
6	小剂量药品生产线箱室消毒	TVOC	12.047	20	1200	1.00	0	II
7	质检中心理化实验室	TVOC	5.524	19	1200	0.46	0	III
8	碘[^{131}I]密封籽源生产	TVOC	0.807	13	1200	0.07	0	III

（2）评价等级判定

本项目P_{max}最大值为4.43%，根据《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2-2018）分级判据（见表6.2-5），确定本项目大气环境影响评价工作等级为二级。

表6.2-5　评价等级判定表

评价工作等级	评价工作分级依据
一级评价	Pmax≥10%
二级评价	1%≤Pmax＜10%
三级评价	Pmax＜1%

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）中8.1节大气环境影

响预测与评价要求，二级评价项目不进行进一步预测与评价，只对污染物排放量进行核算。

本项目大气污染物核算排放浓度、排放速率及污染物年排放量见表6.2-6。

表6.2-6 大气污染物有组织排放量核算表

序号	排放口	污染物	核算排放浓度（mg/m^3）	核算年排放速率 (kg/h)	核算年排放量（t/a）
一般排放口					
1	同位素药品生产厂房（一）排气筒	HCl	13.38	0.0214	3.44×10^{-4}
		NOx	4.75	0.0076	1.80×10^{-4}
		TVOC	17	0.12	0.018
2	同位素药品生产厂房（二）排气筒	TVOC	4.61	0.0432	9.74×10^{-3}
3	质检中心排气筒	TVOC	22.8	0.0365	4.56×10^{-3}
一般排放口合计		HCl			3.44×10^{-4}
		NOx			1.80×10^{-4}
		TVOC			0.0323

表6.2-7 项目排气筒参数表

编号	名称	排气筒类别	排气筒底部中心坐标		排气筒底部海拔高度（m）	排气筒高度（m）	排气筒出口内径（m）
			经度	纬度			
1	同位素药品生产厂房（一）排气筒	一般排放口	/	/	34.65	26	1.1
2	同位素药品生产厂房（二）排气筒	一般排放口	/	/	34.65	18	1.1
3	质检中心排气筒	一般排放口	/	/	34.65	26	1.4
4	容器清理车间排气筒	一般排放口	/	/	34.65	18	1.4

4）废气污染治理措施可行性分析

本项目稀盐酸、稀硝酸配液在同位素药品生产厂房（一）二层非放药品配套生产区通风橱内配制，上述配液过程挥发产生的无机气态污染物：氯化氢和NO_x，经通风橱负压状态下收集后，由活性炭吸附装置+高效过滤器处理后由1根26m排气筒外排。

同位素药品生产厂房（二）碘[^{131}I]生产线乙醇废气、碘[^{125}I]密封籽源生产过程中银丝清洗产生的丙酮废气，均经生产区排风系统负压收集，经过活性炭吸附

装置+高效过滤器处理，经处理后的乙醇废气由同位素药品生产厂房（二）设置的1根18m排气筒外排。质检中心放射性理化实验室乙醇废气经通风橱负压收集，经过活性炭过滤器+高效过滤器处理，经处理后的乙醇废气由设置于质检中心设置的1根26m排气筒外排。同位素药品生产厂房（一）钼锝发生器生产线乙醇废气、小剂量药品生产线乙醇废气，均生产区排风系统负压收集，经排风系统（含高效过滤器）由同位素药品生产厂房（一）设置的1根26m排气筒外排。

按照《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中相关要求，特殊药品（放射性药品等）的生产设施排放的废气，应采用高效空气过滤器进行净化处理或采取其他等效措施，处理效率不低于99.9%。本项目上述排放废气的排气系统均设置了高效过滤器，过滤滤芯为玻璃纤维，过滤效率99.99%，满足《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）的相关要求。

另外，为了有效防治无机气态污染物：氯化氢和NO_x和TVOC（乙醇废气、丙酮废气），在同位素药品生产厂房（一）二层非放药品配套生产区通风橱、质检中心放射性理化实验室通风橱、同位素药品生产厂房（二）排风系统设置了活性炭吸附装置。

活性炭吸附：活性炭是一种具有非极性表面、疏水性、亲有机物的吸附剂，活性炭常常被用来吸附回收空气中的有机溶剂和无机气态物质，它可以根据需要制成不同性状和粒度，如粉末活性炭、颗粒活性炭及柱状活性炭。活性炭吸附的实质是利用活性炭吸附的特性把低浓度大风量废气中的有机溶剂、无机废气吸附到活性炭中并浓缩，经活性炭吸附净化后的气体直接排空，其实质是一个吸附浓缩的过程，是一个物理过程。

活性碳吸附装置具有运行过程不产生二次污染；设备投资少、运行费用低；性能稳定、可同时处理多种混合气体；采用新型活性碳吸附材料作为吸附剂，具有阻力低、寿命长、净化效率高等优点。活性碳吸附装置是一种干式废气处理设备，由箱体和装填在箱体内的吸附单元组成。根据吸附单元的数量和风量共分为多种规格，且选择不同填料可以处理多种不同废气。考虑本项目盐酸、硝酸与乙醇、丙酮等有机试剂用量小，浓度低，废气处理效率保守按60%计算，经活性炭吸附后的无机气态污染物（氯化氢、NOx）和TVOC（乙醇废气、丙酮废气）均能做到达标排放。

《排污许可证申请与核发技术规范 制药工业—化学药品制剂制造》（HJ1063-2019）中“表A.1废气治理可行技术参考表”中规定的TVOC治理可行技术包括吸收、吸附和氧化，本项目采用的活性炭吸附技术为符合上述规范要求的可行技术。

本项目活性炭吸附装置应选用优质活性炭，参照《吸附法工业有机废气治理工程技术规范》（HJ 2026-2013），相关参数见表6.2-8。

表6.2-8 项目活性炭吸附装置选用活性炭工艺参数表

装置名称	工艺参数	
活性炭吸附装置	控制条件	常温、常压
	比表面积	≥750m^2/g
	微孔容积	0.3mL/g
	碘值	≥800mg/g
	吸附去除效率	≥60%
	更换周期	1 年

根据《挥发性有机污染物（VOCs）污染防治技术政策》（2013年5月24日），“对于含低浓度VOCs的废气，有回收价值时可采用吸附技术、吸收技术对有机溶剂回收后达标排放；不宜回收时，可采用吸附浓缩燃烧技术、生物技术、吸收技术、等离子体技术或紫外光高级氧化技术等净化后达标排放”。本项目乙醇和丙酮挥发产生的有机废气属于低浓度VOCs废气，采用活性炭吸附技术治理后达标排放，符合VOC污染防治技术政策要求。

综上所述，本项目采取的废气污染治理措施可行，经治理后污染物能做到达标排放，满足《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）、《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的要求。

5）废气监测计划

按照《排污许可证申请与核发技术规范 制药工业—化学药品制剂制造》（HJ1063-2019），本项目运行期污染源监测计划见表6.2-9。

表6.2-9 项目运行期污染源监测计划表

编号	监测点位	监测指标	监测频次	执行排放标准
1	同位素药品生产厂房（一）排气筒	HCl、NOx、TVOC	半年/次	HCl、TVOC执行《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表2大气污染物特别排放限值；NOx执行《大
2	同位素药品生产厂房（二）排气筒	TVOC	半年/次	
3	质检中心排气筒	TVOC	半年/次	

				气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2新污染源大气污染物排放限值

6）大气环境影响评价自查表

本项目大气环境影响评价自查表见表 6.2-10。

表6.2-10　项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级与范围	评价等级	一级□		二级☑		三级□			
	评价范围	边长=50km□		边长 5～50km□		边长=5 km☑			
评价因子	SO_2 +NO_x 排放量	≥ 2000t/a□		500 ~ 2000t/a□		＜500 t/a☑			
	评价因子	基本污染物 (NO_X) 其他污染物 (HCl、TVOC)				包括二次 $PM_{2.5}$□ 不包括二次 $PM_{2.5}$☑			
评价标准	评价标准	国家标准☑		地方标准□		附录 D ☑		其他标准□	
现状评价	环境功能区	一类区□		二类区☑		一类区和二类区□			
	评价基准年	（ 2020 ）年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据□		主管部门发布的数据☑		现状补充监测☑			
	现状评价	达标区□				不达标区☑			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 ☑ 本项目非正常排放源□ 现有污染源□		拟替代的污染源□		其他在建、拟建项目污染源□		区域污染源□	
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD ☑	ADMS □	AUSTAL2000□	EDMS/AEDT□	CALPUFF□	网格模型 □	其他 □	
	预测范围	边长≥ 50km□		边长 5～50km □		边长 = 5 km ☑			
	预测因子	预测因子(HCl、NO_2、TVOC)				包括二次 $PM_{2.5}$ □ 不包括二次 $PM_{2.5}$ ☑			
	正常排放短期浓度贡献值	最大占标率≤100%☑				最大占标率＞100% □			
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	最大占标率≤10%□			最大标率＞10% □			
		二类区	最大占标率≤30%☑			最大标率＞30% □			
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长（ ）h		占标率≤100% □		占标率＞100%□			
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	达标 □				不达标 □			
	区域环境质量的整体变化情况	k ≤-20% □				k ＞-20% □			
环境监测计划	污染源监测	监测因子：（HCl、NO_x、TVOC）			有组织废气监测☑ 无组织废气监测 □		无监测□		
	环境质量监测	监测因子：（）			监测点位数（）		无监测□		
评价结论	环境影响	可以接受 ☑　　不可以接受□							
	大气环境防护距离	/							
	污染源年排放量	HCl:（0.00034）t/a		NO_x:（0.00018）t/a		TVOC:（0.0323）t/a		/	

注：“□”为勾选项 ，填“√”；“（ ）”为内容填写项

6.2.2 非放废水环境影响分析

1）水环境影响评价等级

本项目放射性废液暂存于不锈钢废液储罐中，当活度低于 10Bq/L 时，按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）向政府主管部门申请清洁解控后，通过市政污水管网外排至松林店污水处理厂；非放射性废水排入松林店污水处理厂，间接排放。按照《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），项目废水排放方式为间接排放，评价等级为三级 B。可不进行水环境影响预测，开展依托污水处理设施的环境可行性评价。

2）废水产生及水污染控制措施

根据项目工程分析“3.7 污染源项、处置措施及废弃物”，本项目废水产生情况如下：

（1）生活污水

本项目（综合科技楼、动力车间及仓储中心及其他厂房）产生的生活污水量合计为 9.6m^3/d，经化粪池处理后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。

（2）洗衣废水和淋浴废水

本项目职工淋浴废水 9.6m^3/d 和包装工艺的职工洗衣废水 0.8m^3/d，均排入槽式排放池，定期对槽式排放池中废水进行检测后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。本项目除包装工艺以外的职工洗衣废水 4.0m^3/d，排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。

（3）循环冷却系统、制冷系统和制水系统废水

夏季动力车间循环冷却系统排污水 42.32m^3/d、制冷系统排污水 2.0m^3/d，均为清净下水，直接排入污水管网，最终进松林店污水处理厂。制水系统废水 3.0m^3/d，为清净下水，直接排入污水管网，最终进松林店污水处理厂。

（4）其他生产废水

质检中心清洗废水 2.4m^3/d、洁净洗衣废水 1.6 m^3/d、器具清洗废水 2.4m^3/d 均排入槽式排放池，定期对槽式排放池中废水进行检测后排入市政污水管网，最终进松林店污水处理厂。

（5）清洁解控的工艺清洗水

部分外购注射水也用于工艺清洗，产生放射性废水 0.086m^3/d，排入废液暂存罐，检测达标并清洁解控后，排入松林店污水处理厂。

全厂废水排放情况见表 6.2-11 和表 6.2-12。

由表 6.2-11 可见，本项目废水排放量夏季（80d）为 77.806m^3/d，其他季节（170d）为 33.486 m^3/d，年排放量合计为 11917.1m^3/a。

污染物指标（pH、COD、BOD_5、SS、氨氮、总 β 放射性等）均满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 三级标准和松林店污水处理厂进水水质要求，即：pH6~9、COD500mg/L、$BOD_5$250mg/L、SS300mg/L、TN65mg/L、NH_3-N45mg/L、TP5mg/L、总 β 放射性 10Bq/L。

项目设置 1 个废水排放口（DW001）。项目废水污染物排放总量合计为：COD1.559t/a、$BOD_5$0.836t/a、SS0.897t/a、氨氮 0.173t/a、TDS1.718t/a。

表 6.2-11　全厂废水产生、处理及排放情况（夏季，80d）

序号	污染源	产生量 (m^3/d)	主要污染物	源强 (mg/L)	处置措施	处理效果		排放量 (m^3/d)	污染物排放量 (t/a)	总排放口 (m^3/d)	最终排放		
						污染物	浓度 (mg/L)				污染物	浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)
1	职工生活污水	9.6	COD	350	经化粪池预处理后，经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	280	9.6	0.215	77.806	COD	95.63	0.595
			BOD_5	250		BOD_5	195		0.150				
			SS	200		SS	140		0.108				
			氨氮	25		氨氮	24		0.018		SS	53.88	0.335
2	循环冷却系统排污水、制水系统、制冷	47.32	COD	40	经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	40	47.32	0.151				
			SS	20		SS	20		0.076				
			TDS	400		TDS	400		1.514		BOD_5	42.98	0.268
3	淋浴废水、洗衣废水、质检中心废水	18.4	pH	6~9	排入槽式排放池，定期检测，合格后经污水管网排入松林店污水处理厂	pH	6~9	18.4	/				
			COD	150		COD	150		0.221				
			BOD_5	80		BOD_5	80		0.118		氨氮	8.87	0.055
			SS	100		SS	100		0.147				
			氨氮	25		氨氮	25		0.037				
4	器具清洗水	2.4	COD	40		COD	40	2.4	0.008		TDS	243.27	1.5
5	清洁解控的工艺清洗水	0.086	COD	40	暂存于废液暂存罐待清洁解控，经检测合格后经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	40	0.086	0.0003				
			SS	25		SS	25		0.0002		总β放射	<10Bq/L	/
			总β放射性	<10Bq/L		总β放射性	<10Bq/L		/				
合计	/	**77.806**	/	/	/	/	/	**77.806**	/	/	/	/	/

表 6.2-12　全厂废水产生、处理及排放情况（其他季节，170d）

序号	污染源	产生量(m^3/d)	主要污染物	源强(mg/L)	处置措施	处理效果		排放量(m^3/d)	污染物排放量(t/a)	总排放口(m^3/d)	最终排放		
						污染物	浓度(mg/L)				污染物	浓度(mg/L)	排放量(t/a)
1	职工生活污水	9.6	COD	350	经化粪池预处理后，经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	280	9.6	0.457	33.486	COD	169.25	0.963
			BOD_5	250		BOD_5	195		0.318				
			SS	200		SS	140		0.228				
			氨氮	25		氨氮	24		0.039		SS	100.52	0.562
2	制水系统排污水	3.0	COD	40	经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	40	3.0	0.020				
			SS	20		SS	20		0.010				
			TDS	400		TDS	400		0.204		BOD_5	99.86	0.568
3	淋浴废水、洗衣废水、质检中心废水	18.4	pH	6~9	排入槽式排放池，定期检测，合格后经污水管网排入松林店污水处理厂	pH	6~9	18.4	/				
			COD	150		COD	150		0.469				
			BOD_5	80		BOD_5	80		0.250		氨氮	20.62	0.117
			SS	100		SS	100		0.313				
			氨氮	25		氨氮	25		0.078				
4	器具清洗水	2.4	COD	40		COD	40	2.4	0.016		TDS	35.84	0.204
5	清洁解控的工艺清洗水	0.086	COD	40	暂存于废液暂存罐待清洁解控，并检测合格后经污水管网排入松林店污水处理厂	COD	40	0.086	0.0006				
			SS	25		SS	25		0.0004				
			总β放射性	<10Bq/L		总β放射性	<10Bq/L		/		总β放射	<10Bq/L	/
合计	/	**33.486**	/	/	/	/	/	**33.486**	/	/	/	/	/

3）依托污水处理设施的环境可行性评价

本项目废水在满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 三级标准和松林店污水处理厂进水水质要求后排入松林店污水处理厂。涿州松林店污水处理厂（运营单位北京恩菲新能源科技有限公司涿州分公司）出具了本项目的污水接纳处理证明（见附件九），根据污水接纳处理证明，本项目位于涿州松林店污水处理厂收水区域，污水接纳能力 2 万 m^3/d，同意接纳本项目外排生活污水及生产废水。

涿州市松林店污水处理厂位于涿州市林家屯镇大树楼桑村西南侧 370m 处，于 2012 年底建成运营，其进水主要包括河北涿州松林店经济开发区工业废水及松林店镇、林家屯镇部分居民生活污水。2011 年 4 月，《涿州市松林店镇污水处理厂一期工程环境影响报告表》通过了原涿州市环境保护局审批（涿环表[2011]21 号），2014 年 12 月，该项目通过原涿州市环境保护局验收（环验（2014）38 号）。松林店污水处理厂污水处理规模为 1.25 万 m^3/d，采取的工艺为“混凝沉淀+KIC”，其进水水质为 COD400mg/L、$BOD_5$200mg/L、SS200mg/L、TN35mg/L、NH_3-N25mg/L、TP5mg/L。出水水质为 COD≤40mg/L、BOD_5≤10mg/L、SS≤10mg/L、TN≤2mg/L、NH_3-N≤3mg/L、TP≤0.4mg/L、粪大肠菌群≤1000 个/L，污水处理厂现状排水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2018）的一级 A 标准，同时满足氨氮≤3mg/L，其他指标 V 类标准后排入北拒马河南支流。

2019 年 11 月，污水厂进行提标改造，编制《涿州市松林店污水处理厂提标升级改造项目环境影响报告书》，并于 12 月 23 日通过保定市生态环境局涿州市分局审批（涿环书[2019]09 号）。2020 年 1 月提标升级改造项目完成验收，污水处理规模由 1.25 万 m^3/d 提升至 2 万 m^3/d，进水水质为 COD500mg/L、$BOD_5$250mg/L、SS300mg/L、TN65mg/L、NH_3-N45mg/L、TP5mg/L，污水主要处理工艺调整为“5 段 A/O+PACT”，经河北亿嵘环境监测有限公司 2019 年 12 月 30 日至 2020 年 1 月 9 日取样及监测分析，提标升级改造项目实施后出水达到《大清河流域水污染物排放标准》（DB13/2795-2018）表 1 重点控制区水污染物排放浓度限值要求。污水处理厂出水 7000m^3/d（35%）回用，13000m^3/d（65%）由管道输送至污水排放口排入北拒马河南支流。提标升级改造项目完成后，松林店

污水处理厂处理规模 2.0 万 m^3/d，本项目日排水量最大占其收水量的 0.39%，不会对其运行造成冲击影响。

4）废水排放监测计划

本项目废水排放监测计划见表 6.2-13。

表 6.2-13　废水排放监测计划一览表

排放口名称及编号	监测因子	监测点位	监测频率	执行排放标准
厂区废水排放口（DW001）	流量、pH、COD、BOD_5、SS、氨氮、总磷、总氮、总β放射性	厂区废水排放口（DW001）	每季度一次	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 三级标准和涿州市松林店污水处理厂进水水质要求

5）地表水环境影响评价自查表

本项目地表水环境影响评价自查表见表 6.2-14。

表 6.2-14　地表水环境影响评价自查表

工作内容				自查项目
影响识别	影响类型	水污染影响型 ☑；水文要素影响型 ☐		
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 ☐；饮用水取水口 ☐；涉水的自然保护区 ☐；重要湿地 ☐； 重点保护与珍稀水生生物的栖息地 ☐；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 ☐；涉水的风景名胜区 ☐；其他 ☑		
	影响途径	水污染影响型		水文要素影响型
		直接排放☐；间接排放☑；其他☐		水温☐；径流☐；水域面积☐
	影响因子	持久性污染物☐；有毒有害污染物 ☐；非持久性污染物 ☑；pH 值 ☐；热污染 ☐；富营养化☐；其他☐		水温 ☐；水位（水深）☐；流速 ☐；流量 ☐；其他 ☐
评价等级		水污染影响型		水文要素影响型
		一级 ☐；二级☐；三级 A ☐；三级 B☑		一级☐；二级☐；三级☐
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源
		已建☐；在建☐；拟建☐；其他☐	拟替代的污染源 ☐	排污许可证☐；环评☐；环保验收☐；既有实测☐；现场监测☐；入河排放口数据☐；其他☐
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源
		丰水期 ☐；平水期 ☐；枯水期 ☐；冰封期☐；春季☐；夏季☐；秋季 ☐；冬季☐		生态环境保护主管部门 ☐；补充监测☐；其他☐
	区域水资源开发利用状况	未开发☐；开发量 40%以下☐；开发量 40%以上☐		
	水文情势调查	调查时期		数据来源
		丰水期 ☐；平水期☐；枯水期☐；冰封期☐； 春季☐；夏季 ☐；秋季☐；冬季☐		水行政主管部门☐；补充监测☐；其他☐

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>补充监测</td><td>监测时期</td><td>监测因子</td><td>监测断面或点位</td></tr>
<tr><td></td><td>丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□ 春季□；夏季□；秋季□；冬季□</td><td>（）</td><td>监测断面或点位个数（）个</td></tr>
<tr><td rowspan="6">现状评价</td><td>评价范围</td><td colspan="3">河流：长度（ ）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km^2</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="3">（）</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td colspan="3">河流、湖库、河口：I类□；II类 □；III类 □；IV类 □；V类 □
近岸海域：第一类 □；第二类 □；第三类 □；第四类 □
规划年评价标准（ ）</td></tr>
<tr><td>评价时期</td><td colspan="3">丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期□； 春季□；夏季□；秋季□；冬季□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td colspan="2">水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况 □：达标 ☑；不达标□ 水环境控制单元或断面水质达标状况□：达标 □；不达标□ 水环境保护目标质量状况□：达标 □；不达标□对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况□：达标 □；不达标□；底泥污染评价□ 水资源与开发利用程度及其水文情势评价□ 水环境质量回顾评价□ 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况□</td><td>达标区 ☑
不达标区□</td></tr>
<tr><td rowspan="5">影响预测</td><td>预测范围</td><td colspan="3">河流：长度（）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km^2</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="3">（ ）</td></tr>
<tr><td>预测时期</td><td colspan="3">丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期□； 春季□；夏季 □；秋季□；冬季□；设计水文条件□</td></tr>
<tr><td>预测情景</td><td colspan="3">建设期 □；生产运行期 □；服务期满后□； 正常工况□；非正常工况□； 污染控制和减缓措施方案□； 区（流）域环境质量改善目标要求情景□</td></tr>
<tr><td>预测方法</td><td colspan="3">数值解 □：解析解□；其他 □；导则推荐模式 □：其他 □</td></tr>
<tr><td rowspan="7">影响评价</td><td>水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价</td><td colspan="3">区（流）域水环境质量改善目标 ☑；替代削减源□</td></tr>
<tr><td>水环境影响评价</td><td colspan="3">排放口混合区外满足水环境管理要求□ 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标□ 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 ☑ 水环境控制单元或断面水质达标□；满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求□；
满足区（流）域水环境质量改善目标要求□；水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价□；对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价□；满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 ☑</td></tr>
<tr><td rowspan="3">污染源排放量核算</td><td>污染物名称</td><td>排放量/（t/a）</td><td>排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td>COD</td><td>1.559</td><td>95.63（夏季）；169.25（其他季节）</td></tr>
<tr><td>NH_3-N</td><td>0.173</td><td>8.87（夏季）；20.62（其他季节）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">替代源排放情况</td><td>污染源名称</td><td>排污许可证编号</td><td>污染物名称</td><td>排放量/（t/a）</td><td>排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td></tr>
<tr><td>生态流量确定</td><td colspan="4">生态流量：一般水期（ ）m^3/s；鱼类繁殖期（ ）m^3/s；其他（ ）m^3/s
生态水位：一般水期（ ）m；鱼类繁殖期（ ）m；其他（ ）m</td></tr>
</table>

防治措施	环保措施	污水处理设施 ☑；水文减缓设施□；生态流量保障设施□；区域削减 □；依托其他工程措施□；其他□		
	监测计划		环境质量	污染源
		监测方式	手动□；自动□；无监测□	手动☑；自动□；无监测□
		监测点位	（ ）	厂区废水总排放口（DW001）
		监测因子	（ ）	（流量、pH、COD、氨氮、BOD_5、SS、总磷、总氮、总 β 放射性）
	污染物排放清单	COD1.559t/a；NH_3-H 0.173t/a		
评价结论		可以接受 ☑；不可以接受 □		
注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。				

6.2.3 声环境影响预测与评价

1）项目噪声源及分布情况

本项目产噪设备主要为离心风机、各类泵、空压机、空调机组、货包包装系统等设备，噪声源强范围在 75~95dB(A)之间。工程采取：选用低噪声设备、利用厂房建筑隔声、加装减振基础、配套消声器等措施后噪声有所减缓，降噪量约 15~30dB(A)。项目主要噪声源参数及治理措施见表 6.2-15。

表 6.2-15 主要噪声源及源强一览表

序号	噪声源	数量(台)	单台噪声源强 dB(A)	治理措施	降噪效果 dB(A)	声源所在建筑物
1	货包包装系统	1	75	厂房建筑隔声	-15	同位素药品生产厂房（一）
2	压缩空气系统	2	85	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
3	组合式空调机组	5	85	厂房建筑隔声;管道带消声器	-25	
4	离心风机箱	7	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
5	货包包装系统	1	75	厂房建筑隔声	-15	
6	压缩空气系统	1	85	厂房建筑隔声;减振基础	-20	同位素药品生产厂房（二）
7	管道离心风机	3	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
8	离心风机箱	3	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
9	离心风机	1	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
10	组合式空调机组	5	75	厂房建筑隔声;管道带消声器	-25	
11	应急柴油发电机	1	95	厂房建筑隔声;配套	-30	质检中心

				消声器；减振基础		
12	真空泵	1	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
13	空压机	1	85	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
14	组合式空调机组	7	75	厂房建筑隔声;管道带消声器	-25	
15	管道离心风机	7	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
16	离心风机箱	7	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
17	循环水泵	4（2 备）	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	动力车间
18	消防泵	1（1 备）	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
19	补水泵	2（2 备）	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
20	逆流冷却塔	2	80	厂房建筑隔声	-15	
21	喷淋泵	1（1 备）	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
22	管道离心风机	1	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	综合科技楼
23	离心风机箱	2	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
24	管道离心风机	2	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	仓储中心
25	离心风机箱	2	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	
26	离心风机箱	5	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	试剂库
27	离心风机箱	8	80	厂房建筑隔声;减振基础	-20	容器清理车间

2）声环境影响预测

本项目声环境影响评价工作等级为三级，评价范围内无声环境保护目标。为说明项目投产后对区域声环境的影响程度，本次评价预测计算项目噪声源对四周厂界的噪声贡献值，分析说明噪声源对厂界声环境的影响。

本次评价采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）推荐的噪声预测模式，公式如下：

（1）车间内某一声源在靠近围护结构处的声压级

$$L_{P1}=L_W+10\lg(\frac{Q}{4\pi r^2}+\frac{4}{R}) \quad \text{……..……（6-1）}$$

式中：

L_{P1}—某室内声源在靠近围护结构处产生的声压级，dB；

L_W—某室内声源的声功率级，dB；

Q—指向性因数；通常对无指向性声源，当声源放在房间中心时，Q=1；当放在一面墙的中心时，Q=2；当放在两面墙夹角处时，Q=4；当放在三面墙夹角处时，Q=8。

r —某室内声源靠近围护结构某点处的距离，m；

R—房间常数，R=Sα/(1-α)，S为房间内表面面积，m^2；α为平均吸声系数。

（2）所有室内声源在靠近围护结构处产生的总声压级：

$$L_{P1}(T)=10\lg(\sum_{j=1}^{N}10^{0.1L_{P1j}}) \quad \text{……..…（6-2）}$$

式中：

$L_{P1}(T)$—靠近围护结构处室内N个声源的叠加声压级，dB；

L_{P1j}—室内j声源的声压级，dB；

N—室内声源总数。

（3）所有声源在室外靠近围护结构处产生的声压级

$$L_{P2}(T)=L_{P1}(T)-(TL+6) \quad \text{……（6-3）}$$

式中：

$L_{P2}(T)$—靠近围护结构处室外N个声源的叠加声压级，dB；

TL—围护结构的隔声量，dB。

（4）等效室外声级

将室外声源的声压级和透过面积换算成等效的室外声源，计算出中心位置位于透声面积（S）处的等效声源的声功率级。

$$L_W=L_{P2}(T)+10\lg S \quad \text{……..……（6-4）}$$

式中：

S—透声面积，m^2。

（5）等效室外声源在预测点产生的声级

已知声源的声功率级，预测点位置的声压级计算如下：

$$L_P(r) = L_W + D_C - A \quad \text{……..（6-5）}$$

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad \text{……（6-6）}$$

式中：

L_W—声功率级，dB；

D_C—指向性校正，对本项目全向点声源，DC=0dB；

A—衰减，dB；

A_{div}—几何发散引起的衰减，dB；

A_{atm}—大气吸收引起的衰减，dB；

A_{gr}—地面效应引起的衰减，dB；

A_{bar}—声屏障引起的衰减，dB；

A_{misc}—其他多方面效应引起的衰减，dB。

预测点的相应倍频带的A声级可按下式计算：

$$L_A(r) = L_{Pi}(r) - \Delta L_i \quad \text{……..……（6-7）}$$

式中：

$L_{Pi}(r)$—预测点处，相应倍频带声压级，dB；

ΔL_i—相应倍频带的A计权网络修正值，dB。

3）声环境预测结果及分析

（1）噪声预测结果

按照噪声预测模式，结合噪声源到各预测点距离，通过预测计算，本项目噪声源对各厂界的贡献值见表 6.2-16。

表 6.2-16　噪声预测结果（单位：dB(A)）

序号	预测点名称	厂界噪声预测值	标准值		达标分析	
			昼间	夜间	昼间	夜间
1	东厂界	41.0	65	55	达标	达标
2	南厂界	41.2			达标	达标
3	西厂界	42.7			达标	达标
4	北厂界	36.4			达标	达标

（2）预测结果分析

由表 6.2-16 分析可知，本项目实施后，噪声源对厂界的噪声贡献值为

36.4~42.7dB(A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类区标准要求，项目的建设不会对厂界声环境产生明显影响。项目声环境评价范围内无声环境保护目标。因此，项目建设对区域声环境影响轻微。

4）噪声监测计划

本项目噪声监测计划见表 6.2-17。

表 6.2-17　项目环境噪声监测计划一览表

环境要素	监测点位	监测项目	监测频率	执行排放标准
噪声	四周厂界	Leq	每季度一次	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类区标准

6.2.4 非放固体废物环境影响分析

本项目固体废物主要包括生活垃圾、一般工业固体废物和危险废物。

1）生活垃圾

本项目劳动定员为 300 人，年工作日 250d，按生活垃圾产生量 1kg/d/人，则生活垃圾（含办公垃圾、劳保用品）产生量 75t/a；餐厨垃圾产生系数按 0.5kg/d/人，则餐厨垃圾产生量 37.5t/a，生活垃圾分类收集后交由当地环卫部门指定地点清运处理。餐厨垃圾交由有相应资质的餐厨垃圾收集企业运输处置。

2）一般工业固体废物

本项目产生的一般工业固体废物共计 21.0t/a，主要为原料废包装 20t/a，制水工序产生的废滤芯、废过滤器 0.5t/a，微生物实验室产生的灭活培养基 0.5t/a。制水工序的原水为自来水，由此产生的废滤芯、废过滤器不沾染危险物质，为一般工业固体废物，送至环保部门指定地点处置；微生物实验室产生的灭活培养基不具有毒性、感染性，为一般工业固体废物，送至环保部门指定地点处置；原料废包装外售综合利用。

本项目一般工业固体废物产生情况如表 6.2-18 所示。

表 6.2-18　项目一般工业固体废物产生与处置一览表

编号	废物名称	产生环节	固废类型	产生量（t/a）	处置措施
1	废滤芯、废过滤器	软水制备	一般工业固体废物	0.5	5年更换一次，送至环保部门指定地点处置

2	原料废包装	产品生产		20.0	外售资源化再利用
3	灭活培养基	质检中心		0.5	送至环保部门指定地点处置

3）危险废物

（1）危险废物产生情况

①废化学试剂及包装

本项目质检中心产生的废化学试剂及包装，约1t/a，根据《国家危险废物名录》（2021年版），废化学试剂及包装属于危险废物，属于HW49其他废物，危险废物代码900-047-49。废化学试剂应存放在原试剂瓶中，保留原标签，再放置于密封塑料桶中，在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

②清洗废液

本项目质检中心实验过程清洗实验器皿产生清洗废液，产生量1.0 t/a，根据《国家危险废物名录》（2021年版），清洗废液属于危险废物，属于HW49其他废物，危险废物代码900-047-49。清洗废液使用符合《包装容器 危险品包装用塑料桶》（GB18191-2008）要求的塑料收集桶收集，在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

③废活性炭

本项目质检中心放射性理化实验室、同位素药品生产厂房（一）非放药品配套生产区、同位素药品生产厂房（二）废气治理设施活性炭吸附装置定期更换的废活性炭，根据《国家危险废物名录》，废活性炭属于危险废物（代码900-041-49），装封口严实的防渗编织袋在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

本项目活性炭吸附装置需吸附的废气中有机气态物质和无机气态物质为0.0245t/a，根据《简明通风设计手册》P510页有效吸附量：qe=0.24kg/kg活性炭，则本项目活性炭吸附装置理论共需活性炭0.102t/a。质检中心放射性理化实验室、同位素药品生产厂房（一）非放药品配套生产区、同位素药品生产厂房（二）活性炭吸附装置的活性炭填充量合计约为2m³（1.3t），更换周期约1次/年。废活性炭产生量1.3t/a。装封口严实的防渗编织袋在试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

④废树脂

钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线放射性废液经离子交换树脂吸附之后申请

清洁解控，产生的解控后的废树脂达到清洁解控水平后，送试剂库危废品暂存间暂存。根据《国家危险废物名录》，废树脂产生量0.012t/a，属于危险废物（代码900-016-13），装密封铁桶送试剂库危废品暂存间暂存，交由有资质单位处置。

依据《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环保部公告2017第43号），项目危险废物产生情况见表6.2-19。

（2）危险废物贮存场所

本项目在试剂库一楼西北角设危废品暂存间暂存项目产生的废化学试剂及包装，并定期交由有危废处置资质的单位进行处置。

本项目危险废物贮存场所的名称、位置、占地面积、贮存方式、贮存容积、贮存周期等情况见表 6.2-20。

（3）危废品暂存间建设与管理要求

①危废品暂存间应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单的相关要求，做好地面与裙脚防渗，防渗层为 120mm 厚 C25 混凝土+2mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-10}cm/s；

②应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的 1/5；

③地面与裙脚用坚固、防渗材料建造，建筑材料与放置危险废物相容；地面应为耐腐蚀的硬化地面，且地面无裂隙；

④设泄漏液体收集装置、可燃气体探测装置、排风装置；

⑤暂存间内安装安全照明设施和观察窗口；

⑥不相容的危险废物严格按要求分开存放；

⑦严格按要求记录危险废物情况，记录上注明危险废物的名称、来源、数量、特性和盛装容器的类别、入库日期、存放位置、废物出库日期及接收单位名称；危险废物贮存应设置相应的标志及标签；

⑧定期对所贮存的危险废物包装、容器及贮存设施进行检查，发现破损，及时采取措施进行清理更换。

表 6.2-19　项目产生危险废物汇总表

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量（吨/年）	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施*
1	废化学试剂及包装	HW49其他废物	900-047-49	1.0	质检中心	固体	化学废液	有机溶剂、废酸、废碱	1年	T/C/I/R	试剂库危废品暂存间暂存，定期交由有危废处置资质的单位处理
2	清洗废液	HW49其他废物	900-047-49	1.0	质检中心	液体	化学废液	有机溶剂、废酸、废碱	1年	T/C/I/R	
3	废活性炭	HW49其他废物	900-039-49	1.3	质检中心、有机废气治理	固体	TVOC	所吸附有害物质	1年	T	
4	解控废树脂	HW13有机树脂类废物	900-016-13	0.012	水处理过程	固体	^{99}Tc	所吸附有害物质	1年	T	

表 6.2-20　项目危险废物贮存场所基本情况样表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积（m^2）	贮存方式	贮存能力(t)	贮存周期
1	试剂库危废品暂存间	废化学试剂及包装	HW49其他废物	900-047-49	试剂库一楼西北角	30.8	存放在原试剂瓶中，保留原标签，再放置于密封塑料中	5	1年
2		清洗废液	HW49其他废物	900-047-49	试剂库一楼西北角		密封塑料收集桶	5	1年
3		废活性炭	HW49其他废物	900-039-49	试剂库一楼西北角		封口严实的防渗编织袋	5	1年
4		解控废树脂	HW13有机树脂类废物	900-016-13	试剂库一楼西北角		密封铁桶	1	1年

（4）危险废物贮存容器

①应当使用符合标准的容器盛装危险废物，液态废物应使用符合《包装容器危险品包装用塑料桶》（GB 18191-2008）要求的塑料收集容器；

②装载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求；

③装载危险废物的容器必须完好无损；

④装载危险废物的容器材质和衬里要与危险废物相容（不相互反应）；

⑤废弃化学试剂应存放在原试剂瓶中，保留原标签，并放入满足相应强度要求的收集容器中。

（5）危险固体废物转运与转移

①危险废物转运应提前确定运输路线，运输时低速慢行，尽量避开办公区和生活区；

②危险废物转运应使用专用运输工具，运输前应确保运输工具状态完好，运输后应及时清洁；

③根据运输废物的危险特性，应携带必要的应急物资和个人防护用具，如收集工具、手套、口罩等；

④危险废物转移应遵守《危险废物转移联单管理方法》，作好危险固体废物的记录登记交接工作。

综上所述，本项目产生的非放固体废物全部妥善处置，不会对周围环境产生污染影响。

6.2.5 环境风险分析

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的相关要求，采用风险识别、风险分析等方法对本项目进行环境风险评价，了解其环境风险的可接受程度，提出减少风险的对策、事故应急措施及应急预案，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险、减少公害的目的。

1）评价依据

（1）风险调查

依据《建设项目环境风险技术导则》（HJ169-2018）、《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）等对本项目试剂库贮存的风险物质进行危险性

识别。本项目涉及风险物质为试剂库试剂间贮存的盐酸、硝酸、磷酸、甲醛、甲醇、丙酮、乙腈、异丙醇、乙醇、过氧化氢、氢氧化钠以及试剂库危废品间贮存的含有废硝酸、废盐酸、废磷酸、废甲醛、废甲醇、废丙酮、废乙腈、废异丙醇、废乙醇、废过氧化氢的废试剂，贮存量小。

（2）风险潜势初判

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其对应临界量的比值 Q。当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=\frac{q_1}{Q_1}+\frac{q_2}{Q_2}+\ldots\frac{q_n}{Q_n} \quad \text{（6-8）}$$

式中：

q_1，q_2，...，q_n—每种危险物质的最大存在总量，t；

Q_1，Q_2，...，Q_n—每种危险物质的临界量，t。

当 Q＜1 时，该项目环境风险潜势为I。

当 Q≥1 时，将 Q 值划分为：（1）1≤Q＜10；（2）10≤Q＜100；（3）Q≥100。

本项目涉及的危险物质数量与临界量的比值（Q）见表 6.2-21。

表 6.2-21　项目涉及的危险物质数量与临界量的比值

序号	储存位置	危险化学品名称	最大存放总量（t）	临界量（t）	危险物质 Q 值
1	试剂库试剂间	盐酸	0.00295	7.5	0.000393333
2		硝酸	0.03675	7.5	0.0049
3		磷酸	0.00338	10	0.000338
4		甲醛	0.00041	0.5	0.00082
5		甲醇	0.003108	10	0.0003108
6		丙酮	0.01185	10	0.001185
7		乙腈	0.003144	10	0.0003144
8		异丙醇	0.001572	10	0.0001572
9		乙醇	0.01125	500	0.0000225
10		过氧化氢	0.0222	50	0.000444
11		氢氧化钠	0.002	50	0.00004
12	试剂库危废品间	废硝酸	0.132	7.5	0.0176
13		废甲醛	0.000656	0.5	0.001312
14		废甲醇	0.012432	10	0.0012432
15		废丙酮	0.04737	10	0.004737

16		废乙腈	0.01258	10	0.001258
17		废异丙醇	0.00629	10	0.000629
18		废乙醇	0.1052	500	0.000042
19		废盐酸	0.000356	7.5	4.7466E-05
20		废过氧化氢	0.0888	50	0.001776
合计		/	/	/	0.0377

（3）评价等级

根据表 6.2-21 计算可知，本项目 Q 值为 0.0377＜1，则该项目环境风险潜势为I。按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）表 1 判定本项目环境风险评价等级为简单分析，见表 6.2-22。

表 6.2-22　环境风险评价工作级别划分

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 [a]
a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性说明。				

2）环境风险识别

本项目涉及风险物质为试剂库试剂间贮存的盐酸、硝酸、磷酸、甲醛、甲醇、丙酮、乙腈、异丙醇、乙醇、过氧化氢、氢氧化钠以及试剂库危废品间贮存的含有废硝酸、废盐酸、废磷酸、废甲醛、废甲醇、废丙酮、废乙腈、废异丙醇、废乙醇、废过氧化氢等废试剂。

本项目试剂库贮存危险物质的过程中，存放的危险物质发生泄漏，遇静电、明火等火源可能发生火灾事故。

表 6.2-23　主要环境风险物质表

序号	**名称**	**物理化学性质**	**爆炸性**	**毒理毒性**
1	乙醇	乙醇液体密度是 0.789g/cm³。沸点是 78.2℃，熔点是-114.3℃。纯乙醇是无色透明的液体，有特殊香味，易挥发。能与水以任意比互溶；可混溶于醚、氯仿、甲醇、丙酮、甘油等多数有机溶剂。	易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氧化剂接触发生化学反应或引起燃烧。	毒性：低毒。LD_{50} 7060mg/kg(大鼠经口)；LC50 37620 mg/m³，10 小时(大鼠吸入)。
2	过氧化氢	无色透明液体，有微弱的特殊气味；溶于水、醇、醚，不溶于苯、石油醚；相对密度(水=1)1.46(无水)；熔点-2℃/无水 沸点：158℃/无水；主要用于漂白、医药，也用作分析试剂。	爆炸性强氧化剂。过氧化氢本身不燃，但能与可燃物反应放出大量热量和气氛而引起着火爆炸。	LD_{50}：4060mg/kg(大鼠经皮)；LC_{50}：2000mg/m³ (大鼠吸入)。

3	盐酸	盐酸是氯化氢（HCl）的水溶液，为无色透明的液体。有强烈的刺鼻气味，具有较高的腐蚀性，浓盐酸具有极强的挥发性。熔点：-27.32℃（247K，38%溶液），沸点：48℃（321K，38%溶液）密度：1.18g/cm^3。浓盐酸（发烟盐酸）会挥发出酸雾。由于浓盐酸具有挥发性，挥发出的氯化氢气体与空气中的水蒸气作用形成盐酸小液滴。盐酸与水、乙醇任意混溶，浓盐酸稀释有热量放出。	不燃，具有强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤	——
4	硝酸	硝酸是一种具有强氧化性、腐蚀性的强酸。熔点-42℃；沸点 122℃。易溶于水。纯硝酸为无色透明液体，浓硝酸为淡黄色液体（溶有二氧化氮），正常情况下为无色透明液体，有窒息性刺激气味。浓硝酸含量为 68%左右，易挥发。浓硝酸不稳定，遇光或热会分解而放出二氧化氮，分解产生的二氧化氮溶于硝酸，从而使外观带有浅黄色。但稀硝酸相对稳定。对于稀硝酸， 一般认为浓稀之间的界线是 6mol/L。	不易燃。吸入硝酸气雾产生呼吸道刺激作用，可引起急性肺水肿。口服引起腹部剧痛，严重者可有胃穿孔、腹膜炎、喉痉挛、肾损害、休克以及窒息。眼和皮肤接触引起灼伤。	——
5	冰醋酸	冰醋酸，又称乙酸，为无色液体，有刺激性酸味。密度为 1.0492 g/cm^3。熔点 16.6 ℃。沸点 117.9℃。闪点 39℃。自燃点 465℃。易溶于水、醇、醚和四氯化碳。不溶于二硫化碳。易燃，遇明火、高热、强氧化剂有引起燃烧的危险，有腐蚀性。低浓度时无毒，但当水溶液或在溶剂中的浓度超过 50%时，对皮肤有强烈的腐蚀性，对眼睛、呼吸道、食道及胃有强烈的刺激作用，能引起呕吐、腹泻、神经麻痹和尿中毒，甚至死亡。	爆炸极限值：4.0~17%（V/V）；易燃，其蒸气可与空气形成爆炸性混合物，遇到明火、高热能引起燃烧爆炸	LD_{50}：3530mg/kg（大鼠经口）。
6	磷酸	磷酸属于中强酸，熔点，42℃；沸点 261℃（分解）；白色固体，大于 42℃时为无色粘稠液体；密度 1.874g/mL（液态）。磷酸主要用于制药、食品、肥料等工业，也可用作化学试剂。磷酸无强氧化性，无强腐蚀性，属于较为安全的酸，属低毒类，有刺激性。	不燃	LD_{50}：1530mg/kg（大鼠经口）。
7	碳酸钠	碳酸钠常温下为白色粉末或颗粒。无气味。是强碱弱酸盐。有吸水性。露置空气中逐渐吸收 1mol/L 水分(约 15%)。遇酸分解并泡腾。溶于水和甘油，微溶于无水乙醇。水溶液呈强碱性，pH11.6。相对密度（25℃）2.53。熔点 851℃。有刺激性。	不燃	LD50：4090mg/kg（大鼠经口）；LC50：2300mg/m^3（大鼠吸入）
8	氧化铝	氧化铝（Alumina），化学式 Al_2O_3，是一种高硬度的化合物，常用于制造耐火材料。氧化铝熔点为 2054 ℃，沸点为 2980 ℃，密度 3.97 g/cm^3，难溶于水。	不燃	——
9	甲	甲醛无色，具有刺激性和窒息性的气体，	易燃，具强腐蚀性、	急性毒性：LD_{50}

	醛	商品为其水溶液；熔点-92℃，沸点：-19.4℃；易溶于水，溶于乙醇等多数有机溶剂；相对密度(水=1)0.82；是一种重要的有机原料，也是炸药、染料、医药、农药的原料，也作杀菌剂、消毒剂等。	强刺激性；其蒸气与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。	800mg/kg(大鼠经口)；LC_{50} 590mg/m^3(大鼠吸入)。
10	甲醇	甲醇为无色、透明、易燃、易挥发的有毒液体。甲醇常温下对金属无腐蚀性（铅、铝除外），略有酒精气味。相对密度0.792(20/4℃)，熔点-97.8℃，沸点64.5℃，能与水、乙醇、乙醚、苯、酮、卤代烃和许多其他有机溶剂相混溶。	易燃，闪点12.22℃，自燃点463.89℃，蒸气密度1.11，蒸气压13.33KPa(100mmHg21.2℃)，蒸气与空气混合物爆炸极限6～36.5%（体积比），	急性毒性：LD_{50} 5600mg/kg(大鼠经口)；LC_{50} 64000mg/m^3(大鼠吸入)。
11	丙酮	丙酮熔点-95℃，沸点56℃，无色液体，有特殊气味，能溶解醋酸纤维和硝酸纤维。丙酮对人体没有特殊的毒性，但是吸入后可引起头痛，支气管炎等症状。丙酮以游离状态存在于自然界中，能溶于水、乙醇、乙醚及其他有机溶剂中。	蒸气与空气混合可形成爆炸性混合物，爆炸极限2.55%～12.8%(体积)。	急性毒性：LD50:5800 mg/kg(大鼠经口)；20000mg/kg(兔经皮)。
12	乙腈	无色液体，有刺激性气味；熔点-45.7℃ 沸点：81.1℃；与水混溶，溶于醇等多数有机溶剂；相对密度(水=1)0.79；用于制维生素B1等药物，及香料、脂肪酸萃取等；	易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇明火、高热或与氧化剂接触，有引进燃烧爆炸的危险。与氧化剂能发生强烈反应。	急性毒性：LD_{50}：2730mg/kg(大鼠经口)；LC_{50}：12663mg/m^3，8小时(大鼠吸入)。

3）环境风险分析

本项目试剂库贮存的化学试剂量小，主要危害为发生事故导致操作人员受伤、引发局部火灾，从而引发危险化学试剂泄露或挥发。主要环境风险如下：

（1）环境空气风险分析

试剂库发生局部火灾后，会导致事故地点贮存的危险化学品如：盐酸、硝酸、丙酮、乙腈等发生泄露或挥发，从而进入区域大气环境。考虑到本项目危险化学品贮存量较小，且试剂库建筑布局上分为酸性试剂间、易燃试剂间、腐蚀试剂间、剧毒试剂间、普通试剂间、危废品暂存间等，按照化学性质分类分开贮存化学试剂，有效限制了事故情况下受影响的化学试剂量。事故情况下挥发的有害气体仅在试剂库及周边区域逸散，经自然扩散后，对区域环境空气影响不大。

（2）水环境污染风险分析

试剂库发生局部火灾后，会导致事故地点贮存的危险化学品如：盐酸、硝酸、丙酮、乙腈等发生泄露。本项目试剂库化学试剂贮存量小，并将化学试剂按照化学性质分类单间贮存。发生泄露后，化学试剂限制在相应的贮存间内。火灾情况下，消防废水排入试剂库南侧的事故池，不会进入外环境，事故废水委托有资质的单位处置。

综上所述，本项目产生的环境风险事故影响范围有限，对区域环境影响轻微。

5）环境风险防范措施及应急要求

（1）试剂库建筑布局上分为酸性试剂间、易燃试剂间、腐蚀试剂间、剧毒试剂间、普通试剂间、危废品暂存间等，按照化学性质分类单间贮存化学试剂。

（2）参照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单，做好试剂库、事故池的防渗。其中：事故池、槽式排放池、消防水池混凝土强度为 C30，结构厚度250mm，混凝土抗渗等级为 P8；试剂库危废品暂存间防渗层为 120mm 厚 C25 混凝土+2mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-10}cm/s。危废品暂存间以外的区域地面为 80mm 厚 C15 混凝土+1.5mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-7}cm/s。

（3）试剂库整体设置火灾自动报警系统，对可能发生有可燃气体泄漏的场所（易燃试剂间与危废品间）设置可燃气体报警系统，其中：易燃试剂间设置 6 台可燃气体探测器，危废品间设置 2 台可燃气体探测器。

（4）试剂库危废品间和易燃试剂间储存有易燃易爆物质，设置 EXU1-1-1 排风系统，承担事故排风兼平时排风。排风设备为防爆型设备，并与各防爆房间的爆炸、易燃危险气体浓度报警装置联锁。浓度报警时，自动开启排风系统及补风设施，进行事故通风，事故排风换气次数不小于 12 次/h。防爆排风系统阀门均为防爆型。排风系统在防爆区室内外便于操作的地点设置控制开关，并在室内控制开关地点设通风机启闭状态显示。防爆排风系统管道均

设防静电接地，出屋面风管设防雷。

（5）试剂库南侧设一个占地面积 56m^2，深度 4.5m 的事故池，用于收集事故状态下的消防废水。火灾情况下，消防废水排入试剂库南侧的事故池，事故废水委托有资质的单位处置。

（6）消防措施。本项目设置有效容积 1000m^3 的消防水池，消防水容量可满足在火灾延续时间内消防总用水量的要求；试剂库设计按照《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的有关要求，室内共配置 14 只灭火器。

（7）应急预案。根据《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号）、《关于印发<企业事业单位突发环境事件应急备案管理办法（试行）>的通知》（环发[2015]4 号）、《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第 34 号）、《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）等文件要求，可能发生突发环境事件的企业，应当编制环境风险事故应急预案，建设单位制定的环境应急预案或者修订的企业环境应急预案，应当在建设项目投入生产或者使用前，按照企业环境应急预案首次备案的要求，在当地环保行政主管部门进行备案。

（8）加强试剂库的环保、安全管理。建立试剂库环境安全管理制度体系，配备专职或兼职环保管理人员，加强危化品和危险废物的日常安全检查与记录，检查中发现问题，及时采取措施。

4）分析结论

本项目在设计、建设和运行过程中应确保本环评提出的各项环境风险防范措施的实施，制订并落实企业突发环境事件应急预案，在此前提下，该项目环境风险可控。

本项目环境风险简单分析内容汇总见表 6.2-24。

表 6.2-24　建设项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	分子靶向诊疗药品生产基地项目
建设地点	河北涿州松林店经济开发区
地理坐标	北纬 39°24'04.771"、东经 115°57'19.352"
主要危险物质及分布	本项目涉及主要危险物质为试剂库贮存的盐酸、硝酸、磷酸、甲醛、甲醇、丙酮、乙腈、异丙醇、乙醇、过氧化氢、氢氧化钠以及试剂库危废品间贮存的含有废硝酸、废盐酸、废磷酸、废甲醛、废甲醇、废丙酮、废乙腈、废异丙醇、废乙醇、废过氧化氢的废试剂。

环境影响途径及危害后果（大气、地表水、地下水等）	（1）环境空气风险分析 试剂库发生局部火灾后，会导致事故地点贮存的危险化学品如：盐酸、硝酸、丙酮、乙腈等发生泄露或挥发，从而进入区域大气环境。考虑到本项目危险化学品贮存量较小，且试剂库建筑布局上分为酸性试剂间、易燃试剂间、腐蚀试剂间、剧毒试剂间、普通试剂间、危废品暂存间等，按照化学性质分类分开贮存化学试剂，有效限制了事故情况下受影响的化学试剂量。事故情况下挥发的有害气体仅在试剂库及周边区域逸散，经自然扩散后，对区域环境空气影响不大。 （2）水环境污染风险分析 试剂库发生局部火灾后，会导致事故地点贮存的危险化学品如：盐酸、硝酸、丙酮、乙腈等发生泄露。本项目试剂库化学试剂贮存量小，并将化学试剂按照化学性质分类单间贮存。发生泄露后，化学试剂限制在相应的贮存间内。火灾情况下，消防废水排入试剂库南侧的事故池，不会进入外环境，事故废水委托有资质的单位处置。 综上所述，本项目产生的环境风险事故影响范围有限，对区域环境影响轻微。
风险防范措施要求	（1）试剂库建筑布局上分为酸性试剂间、易燃试剂间、腐蚀试剂间、剧毒试剂间、普通试剂间、危废品暂存间等，按照化学性质分类单间贮存化学试剂。 （2）参照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单，做好试剂库、事故池的防渗。其中：事故池、槽式排放池、消防水池混凝土强度为 C30，结构厚度 250mm，混凝土抗渗等级为 P8；试剂库危废品暂存间防渗层为 120mm 厚 C25 混凝土+2mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-10}cm/s。危废品暂存间以外的区域地面为 80mm 厚 C15 混凝土+1.5mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-7}cm/s。 （3）试剂库整体设置火灾自动报警系统，对可能发生有可燃气体泄漏的场所（易燃试剂间与危废品间）设置可燃气体报警系统，其中：易燃试剂间设置 6 台可燃气体探测器，危废品间设置 2 台可燃气体探测器。 （4）试剂库危废品间和易燃试剂间储存有易燃易爆物质，设置 EXU1-1-1 排风系统，承担事故排风兼平时排风。排风设备为防爆型设备，并与各防爆房间的爆炸、易燃危险气体浓度报警装置联锁。浓度报警时，自动开启排风系统及补风设施，进行事故通风，事故排风换气次数不小于 12 次/h。防爆排风系统阀门均为防爆型。排风系统在防爆区室内外便于操作的地点设置控制开关，并在室内控制开关地点设通风机启闭状态显示。防爆排风系统管道均设防静电接地，出屋面风管设防雷。 （5）试剂库南侧设一个占地面积 56m^2，深度 4.5m 的事故池，用于收集事故状态下的消防废水。火灾情况下，消防废水排入试剂库南侧的事故池，事故废水委托有资质的单位处置。 （6）消防措施。本项目设置有效容积 1000m^3 的消防水池，消防水容量可满足在火灾延续时间内消防总用水量的要求；试剂库设计按照《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的有关要求，室

	内共配置 14 只灭火器。 （7）应急预案。根据《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号）、《关于印发<企业事业单位突发环境事件应急备案管理办法（试行）>的通知》（环发[2015]4 号）、《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第 34 号）、《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）等文件要求，可能发生突发环境事件的企业，应当编制环境风险事故应急预案，建设单位制定的环境应急预案或者修订的企业环境应急预案，应当在建设项目投入生产或者使用前，按照企业环境应急预案首次备案的要求，在当地环保行政主管部门进行备案。 （8）加强试剂库的环保、安全管理。建立试剂库环境安全管理制度体系，配备专职或兼职环保管理人员，加强危化品和危险废物的日常安全检查与记录，检查中发现问题，及时采取措施。
填表说明：无	

6.2.6 地下水环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）判定，本项目地下水工作等级为一级。根据建设项目自身性质及其对地下水环境影响的特点，为预测和评价项目建设后对地下水环境可能造成影响危害，并针对这种影响和危害提出防治策略，从而达到预防与控制环境恶化、保护地下水资源的目的。本次工作将采用数值模拟法进行预测与评价。

1）水文地质概念模型

（1）模型范围

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中自定义法，本项目根据建设项目所在地水文地质条件，并参考《河北涿州松林店经济开发区总体规划环境影响报告书》“地下水环境影响评价”章节中地下水建模范围，圈定地下水环境影响的评价区域：以拟建厂址为中心，在地下水上游方向延伸 1300m，下游方向延伸 2500m，平行地下水流向方侧向延伸 1500m，模拟总面积 16.3km^2，模拟区范围如图 6.2-1 所示。

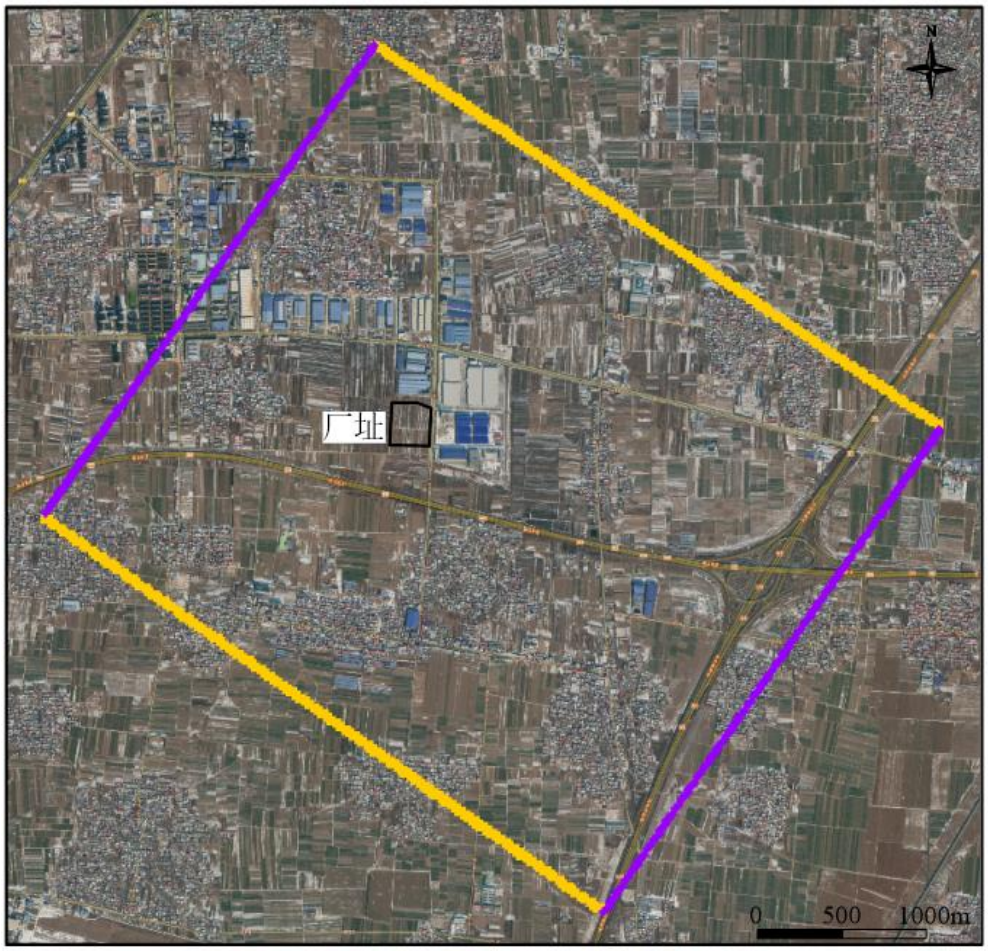


图 6.2-1　模型范围图

（2）边界条件概化

侧向边界：目标含水层在模拟区内无自然边界，垂直于地下水流向主要接受上游地下水径流补给和向下游地下水径流排泄，可概化为通用水头边界，平行于地下水流方向无水流交换概化为零流量边界。

垂向边界：模拟区顶部边界主要接受大气降水入渗补给，可概化为潜水面边界。模拟区底部边界为地层结构完整、透水性差的隔水底板，阻断了潜水和承压水的水力联系，概化为隔水边界。

（3）含水层结构概化

结合水文地质条件及地下水环境保护目标，确定本次模拟的对象为I+II含水层。根据资料显示，区内含水层岩性以砾卵石、中砂粗砂为主，含水层可概化为非均质各向同性介质。

2）地下水流数学模型

（1）地下水水流模型

通过对评价区地下水系统做了详尽分析，根据渗流的连续性方程和达西定律，结合评价区地下水系统的实际水文地质条件，建立与评价区地下水系统水文地质概念模型相对应的二维渗流数学模型，具体如下：

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x}\left\{K[H-Z(x,y)]\dfrac{\partial H}{\partial x}\right\}+\dfrac{\partial}{\partial y}\left\{K[H-Z(x,y)]\dfrac{\partial H}{\partial y}\right\}-\varepsilon=\mu\dfrac{\partial H}{\partial} & (x,y)\in\Omega,t>0; \\ H(x,y,t)\big|_{t=0}=H_0(x,y) & (x,y)\in\Omega,t>0; \\ K_n\dfrac{\partial H}{\partial n}\Big|_{\Gamma 2}=q(x,y,t) & (x,y)\in\Gamma_2,t>0; \\ H(x,y,t)\big|_{\Gamma 1}=H(x,y,t) & (x,y)\in\Gamma_1,t>0; \end{cases} \quad (6\text{-}9)$$

式中：

Ω—评价区域；

H—地下水水位标高（m）；

K—含水层在水平方向上的渗透系数（m/d）；

ε—含水层的源汇项（m/d）；H_0 为初始流场（m）；

r_2—二类边界；

r_1—一类边界；

n—边界面的发现方向；

q—r_2 边界上的单宽流量（m^2/d），流入为正，流出为负；

Z(x,y)—含水层地板高程。

（2）溶质运移数学模型

本项目污染物在二维地下水水流系统中的运移方程如下：

$$R_d\frac{\partial c}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(D_{xx}\frac{\partial c}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(D_{yy}\frac{\partial c}{\partial y}\right)-\frac{\partial(V_x c)}{\partial y}-\frac{\partial(V_y c)}{\partial y}+W \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (6\text{-}10)$$

式中：

C—污染物浓度（mg/L）；

Dxx，Dyy—x,y 方向上的弥散系数（m^2/d）；

Vx、Vy—x,y 方向上的平均流速（m/d）；

Rd—阻滞因子。

3）地下水流数值模型

在概念模型和数学模型的基础上，运用地下水模拟软件 GMS 建立地下水流数值模型，开展地下水水位及溶质运移预测。

（1）模拟软件介绍

本次模拟需要对地下水流场及溶质运移进行模拟，基于以上目的，选取适用的数值模拟软件 GMS，主要应用 GMS 中的 MODFLOW 模块建立地下水流场预测，应用 MT3DMS 模块进行溶质运移预测。GMS 各模块主要功能见表 6.2-25。

表 6.2-25　GMS 各模块功能一览表

序号	模块名称	模块功能
1	MODFLOW	美国地质调查局于 20 世纪 80 年代开发出的一套专门用于孔隙介质中地下水流动的三维有限差分数值模拟软件，是世界上使用最广泛的三维地下水水流模型，它是一种应用基于网络的有限差分方法来描述地下水流运动规律的计算机程序。通过把研究区在区间和时间上的离散，建立研究区每个网络的水均衡方程式，所有网络方程连接成为一组大型的线性方程组，迭代求解方程组可以得到每个网络的水头值。MODFLOW 可以模拟水井、河流、潜流、排泄、湖泊、蒸散和人工补给对非均质和复杂边界条件的水流系统的影响。
2	MT3D	模拟地下水中单项溶解组分对流、弥散、源/汇和化学反应的三维溶质运移模型，能够有效处理各种边界条件和外部源汇项。化学反应主要是一些比较简单的单组分反应，包括平衡和非平衡状态的线性和非线性吸附作用、一阶不可逆反应（如放射性衰变）和可逆的动态反应等。模拟计算时，MT3D 需和 MODFLOW 一起使用。
3	MODPATH	是确定给定时间内稳定或非稳定流中质点运移路径的三维质点示踪模型。和 MODFLOW 一起使用，根据 MODFLOW 计算的流场，在指定各质点的位置后，MODPATH 可进行正向示踪和反向示踪，计算三维水流路径，从而成为水井截获区和井位警戒研究的理想工具。
4	MAP	是快速建立概念模型及相应数值模型的工具。即以 TIFF、JPEG、DXF 等栅格图文件作为底图，在图上确定点、线、多边形的空间位置，直接分配边界条件及参数。点位置用于确定井的抽水数据或污染源点源；线可以确定河流、排泄等模型边界；多边形可以确定面数据，如湖、不同补给区或水力传导系数区。通过 MAP 建立概念模型后，GMS 可自动建立模拟网络，并将参数分配到相应的网络，从而实现对概念模型编辑、运行的目的。
5	Grid	用来建立三维计算网络，其中 3D Grid 模块的使用范围最为广泛，MODFLOW、RT3D、MODPATH 和 UTCHEM 等计算模块都要用到。
6	Scatter Points	是为模型插入散点的模块，可以根据需要将二维或三维散点转

		入 Mesh 和 Grid 中。

（2）模拟区剖分

本次预测将模拟区域离散成正交网格，为了更加精确的刻画核素在厂址附近的运移情况，在网格剖分的过程中对厂址附近进行了加密，加密网格的大小为5×5m，外围非加密网格的大小为 10×10m。本模型一共剖分 199617 个网格。网格剖分情况见图 6.2-2。

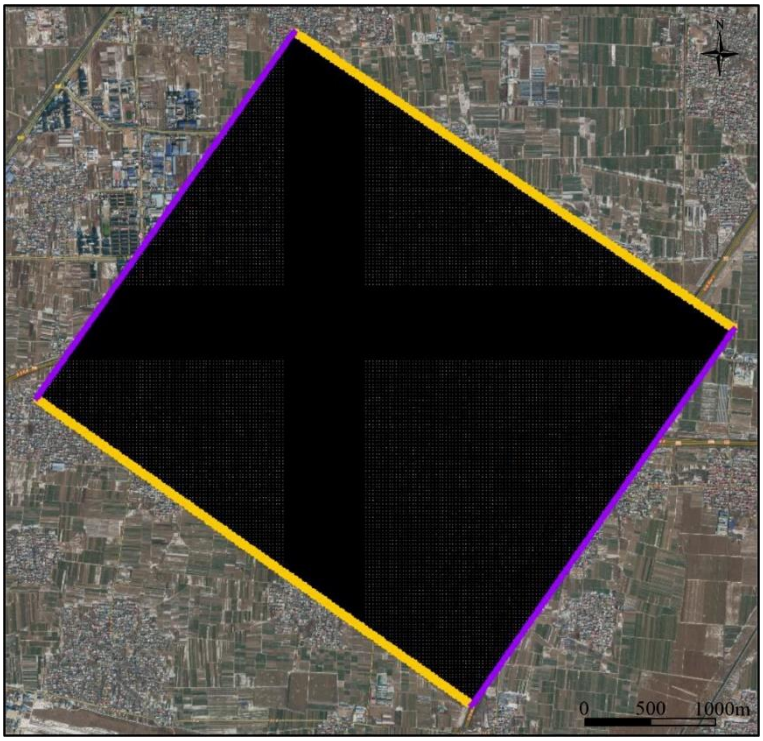


图 6.2-2　模型网格剖分图

（3）顶底板高程

模拟中的地面标高采用数字高程模型来表示，对模拟范围内数字化电子地形图进行处理，经过高程点提取、异常点剔出后获得模拟区原始高程数据（地面标高等值线图见图 6.2-3。根据评价区水文地质资料，潜水含水层平均厚度 40m，因此将目标潜水含水层模拟为 40m 等厚含水层。

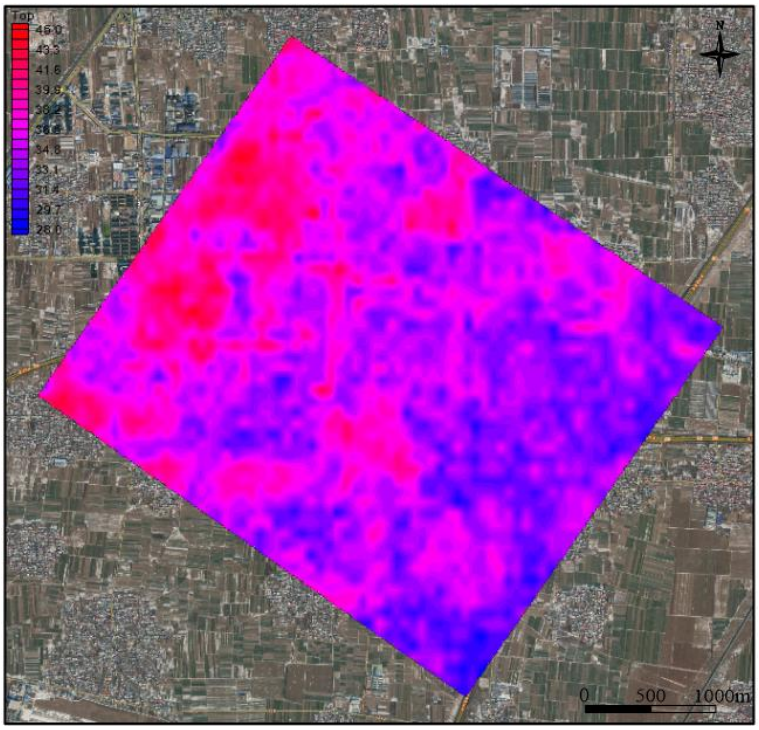


图 6.2-3　地面标高等值线图

（4）参数选取

① 水文地质参数选取及分区

根据《河北涿州松林店经济开发区总体规划环境影响报告书》（2019 年 7 月）和《净瓶再生资源回收利用项目环境影响报告表》（2021 年 3 月）等资料，对含水层水文地质参数进行分区，并结合岩性特征和经验值给定初始值，见表 6.2-26；确定模型渗透系数分区图，见图 6.2-4。

表 6.2-26　水文地质参数初始表

分区	水平渗透系数（m/d）	垂向渗透系数（m/d）	给水度	降水入渗系数
I	13.14	1.314	0.06	0.18
II	11.5	1.15	0.06	0.18

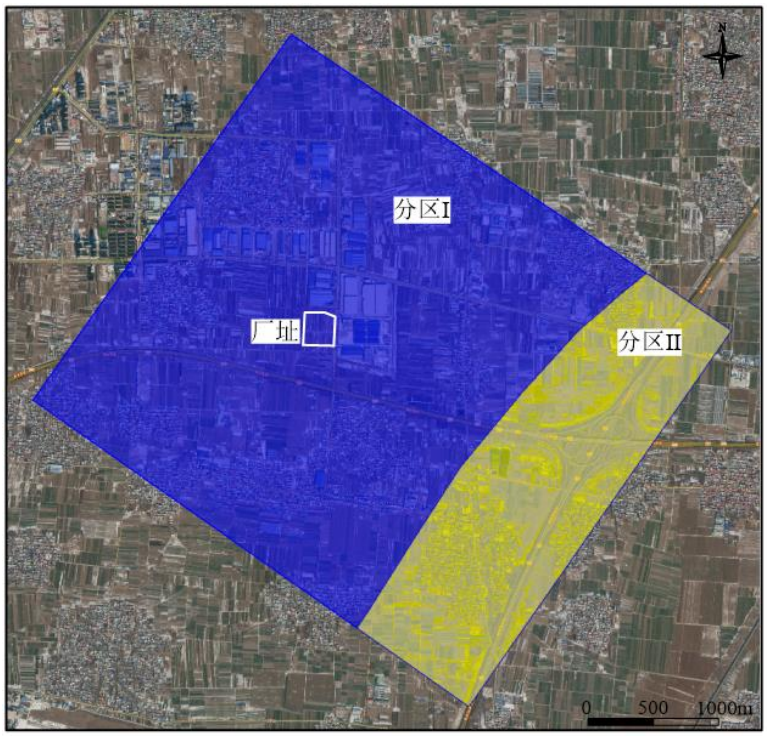


图 6.2-4　渗透系数分区图

② 弥散度

通常空隙介质中的弥散度随着溶质最大迁移距离的增加而加大，这种现象称之为水动力弥散尺度效应。其具体表现为：野外弥散试验所求出的弥散度远远大于在实验室所测出的值，相差可达 4-5 个数量级；即使是同一含水层，溶质运移距离越大，所计算出的弥散度也越大。因此，即使是进行野外或室内弥散试验也难以获得准确的弥散系数。因此，模型中参考前人的研究成果见图 6.2-5，本次模拟纵向弥散度取 10m，横向弥散度取 1m。

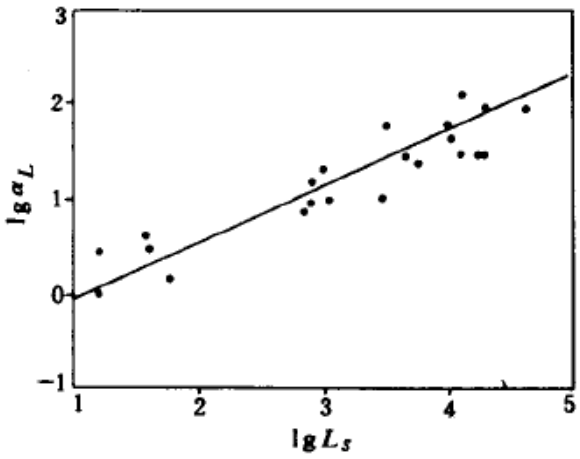


图 6.2-5　孔隙介质数值模型的 lgαL—lgLs 图

（5）源汇项选取

① 降水入渗补给

经调查，模拟区潜水含水层水位埋深一般大于 20m，因此本次模拟的源汇项不考虑潜水面蒸发排泄，主要考虑大气降水入渗补给。模拟区多年平均降水量为528.2mm，潜水含水层通过包气带接受大气降水入渗补给，模拟区包气带岩性以亚粘土、粘土为主，入渗条件较差，降水入渗系数一般为 0.18~0.20，并根据模拟区面积、降水量及降水入渗系数来计算降水入渗补给量。

② 侧向径流补给

模拟区西北边界接受上游地下水的侧向径流补给，根据达西定律，采用断面法进行补给量计算，计算公式如下：

$$Q=K\times I\times A \quad \text{.....（6-11）}$$

式中：

Q—上游地下水侧向径流补给量，m^3/d；

K—边界水平渗透系数，m/d；

I—边界水利坡度；

A—边界过水断面面积，m^2。

断面参数以附近钻孔、抽水试验数据为准，西北边界断面长度为 3.3km，含水层厚度约 40m，渗透系数为 13.14m/d，水力坡度为 0.1%，计算得到东南边界侧向径流补给量为 1734.5m^3/d。

③ 农业灌溉回归补给量

农田灌溉回归补给量是指灌溉水进入田间后，经过包气带渗漏补给地下水的水量，计算公式如下：

$$Q_{井}=Q_{农}\times\beta \quad \text{.....（6-12）}$$

式中：

$Q_{农}$—地下水农业灌溉用水量，m^3；

β—灌溉回归补给系数。

评价范围内农灌区见图6.2-6，其耕地面积约为8.13km^2，每亩耕地灌溉需水量约为185m^3/a，总用水量约为225.73万m^3/a。回归补给系数取0.15，经计算农田

灌溉回归补给量为33.86万m^3/a，根据农灌区分布情况分区概化。

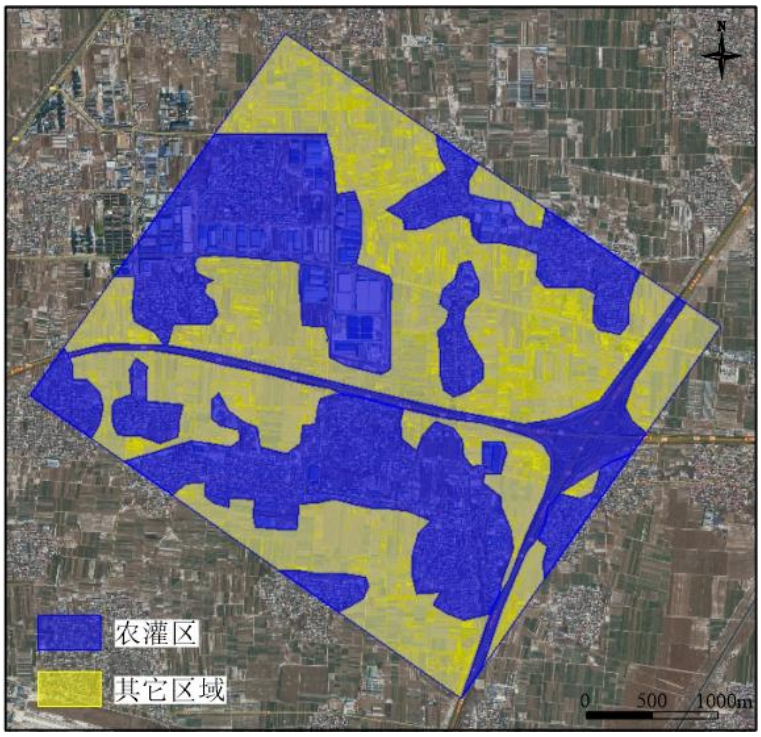


图 6.2-6　评价区内农灌范围图

④ 侧向径流排泄量

模拟区通过东南边界向下游地下水进行排泄，侧向径流排泄量的计算方法与侧向径流补给量的计算方法相同。经计算得到模拟区地下水东南边界侧向径流排泄量为 1734.5m^3/d。

⑤ 人工开采量

模拟区内浅层地下水主要作为农业灌溉用水，居民生活用水主要采用深层地下水，不属于本次模拟层位。区内农业灌溉用水量为 225.73 万 m^3/a，农灌区范围见图 6.2-6。

（6）模型的识别与验证

模型的识别和验证主要遵循以下原则：模拟的地下水流场要与实际地下水流场基本一致，即要求地下水模拟等值线与实测地下水位等值线形状相似；模拟地下水的动态过程要与实测的动态过程基本相似，即要求模拟与实际地下水位过程线形状相似；从均衡的角度出发，模拟的地下水均衡变化与实际要基本相符；识别的水文地质参数要符合实际水文地质条件。

本次模拟首先进行了稳定流计算，以便拟合潜水的初始流场，这样做避免了

直接建立非稳定模型多参数识别的不便，通过建立相对于非稳定流模型输入输出简单的稳定流模型，运用了模型反求参的方法获得含水层渗透系数。另外，概化的含水层的结构也在建立稳定流模型时确定下来，直接运用于非稳定流模型，增加了模型的可信性。水文地质参数的初值主要是通过含水层抽水试验、包气带渗水试验以及不同岩性对应经验值的方式获取。根据已有水文地质资料，本评价采用的水文地质参数初始值见表6.2-26。然后用稳定流拟合的潜水初始流场作为非稳定流模拟的初始值，运行计算程序，验证水文地质参数、边界值和其它均衡项，使建立的模型更加符合模拟区的水文地质条件。本次模拟识别期选择为2021年1月11日到2021年8月9日，水位拟合见图6.2-7，拟合效果良好，计算水位与实测水位形态基本一致，优化调整后确定的含水层参数值见表6.2-27。

表 6.2-27　水文地质参数识别表

分区	水平渗透系数（m/d）	垂向渗透系数（m/d）	给水度	降水入渗系数
I	12.2	1.22	0.09	0.19
II	10.5	1.05	0.06	0.19

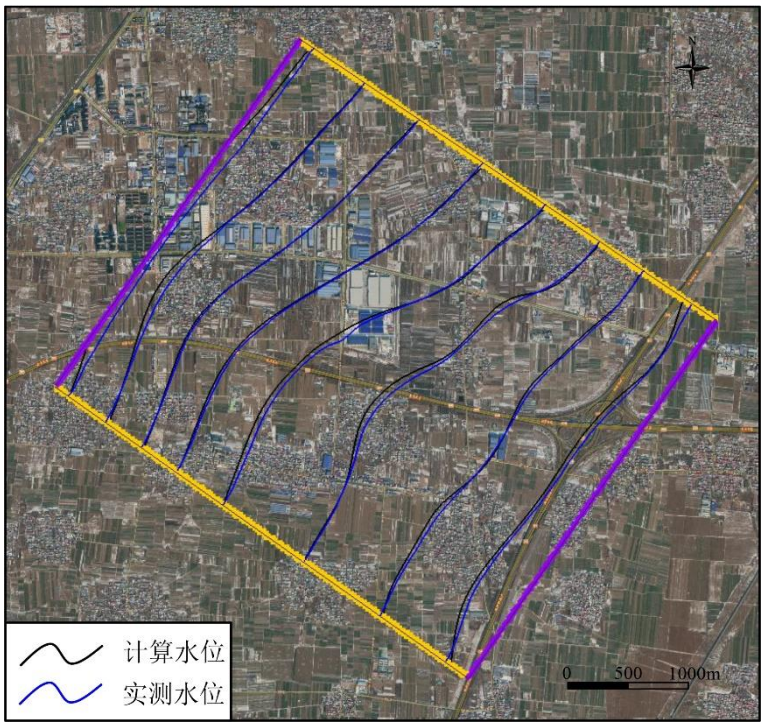


图 6.2-7　水位拟合结果图

4）地下水环境影响预测与评价结果

本项目产生的放射性废液暂存于不锈钢废液储罐，锈钢废液储罐暂存于废物

暂存间，当废液中放射性活度浓度低于 10Bq/L 时，向政府主管部门申请清洁解控，经污水管网排入松林店污水处理厂。此外，放射性场所工作人员淋浴废水也暂存于槽式排放池，检测合格后，经污水管网排入松林店污水处理厂，不直接排入外环境。

（1）正常状况下

正常状况下，槽式排放池、事故池及试剂库均参照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单采取了地下水污染防渗措施，从而在源头上减少了污染物进入含水层的渗漏量。另外，本项目设置了合理有效的监测井，加强地下水环境监测。因此，正常状况下，项目对地下水的影响较小。根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），本项目可不进行正常状况情景下的预测。

（2）非正常状况下

① 预测情形

非正常情况下，若不锈钢废液储罐在废物暂存间中存放时发生泄漏，由于储罐中废水量较小，且废物暂存间采取了地下水污染防渗措施，基本不会穿透包气带泄漏进地下水。因此，本次非正常情况下假设槽式排放池因防渗层破损而发生渗漏，其中废水渗漏对地下水环境造成影响。污水在下渗过程中，虽然经过包气带的过滤及吸附，仍然会有部分污染物进入潜水含水层，并随地下水对流、离散作用，在含水层中扩散迁移。

② 预测源强

非正常情况下，建设单位每月检修一次，则废水最长泄漏时长为 30d，采取应急措施后，污染源随之消失恢复正常，已泄漏的污染物仍继续向下游运移。该类情景下，污染物排放为非连续排放，在时间尺度上为短时源，具体取值如下：由《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB50141-2008）可知，符合工程验收合格标准条件下允许的最大渗水量为 2L/（m^2 d），非正常工况下泄漏量为正常工况的 10 倍（即 20L/（m^2 d））。本项目槽式排放池底面积为 19.35m，则正常工况下最大渗水量为 0.04m^3/d，非正常工况下泄漏量为 0.4m^3/d。

③ 预测因子及执行标准

槽式排放池中废水主要包括两部分，其一为淋浴废水、洗衣废水及质检中心废水，其二为器具清洗废水。废水中主要污染因子见表 6.2-28，其中主要放射性核素为 ^{131}I，主要非放射性污染物为 COD_{Mn} 和氨氮，本不涉及重金属、持久性有机污染物等污染源项。根据本项目地下水质量现状监测结果，各污染物本底值见表 6.2-28。

表 6.2-28　废水中主要因子一览表

污染物	^{131}I（Bq/L）	COD_{Mn}（mg/L）	氨氮（mg/L）
浓度	10*	28.3	22.1
本底值	0.034	1.2	0.03
质量标准	1.00	3.0	0.5
标准指数	10	9.4	44.2
注*：10Bq/L 为总 β 排放限值，本次预测保守假定总 β 活度浓度全部由 ^{131}I 核素贡献，并忽略其衰变影响。			

④ 预测时段

预测时段选取 30d、100d、1000d、3650d 及 7300d。

⑤ 预测结果与评价

a、^{131}I 核素

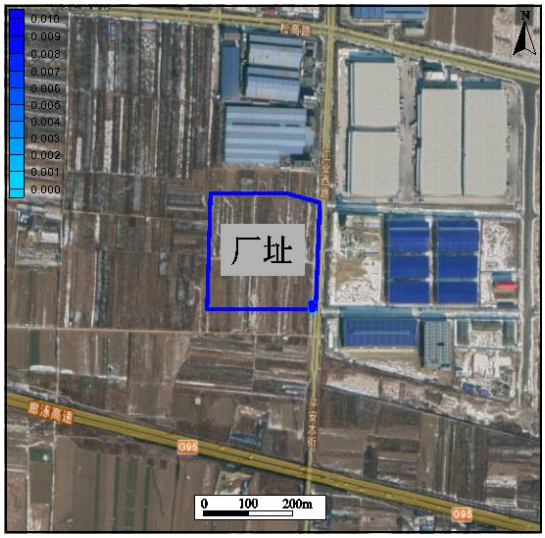
非正常状况下地下水中 ^{131}I 的污染预测结果见表 6.2-29 及图 6.2-8。由结果可知，槽式排放池发生泄漏后未造成地下水中 ^{131}I 浓度超标，浓度变化趋势为：短时间内地下水中 ^{131}I 浓度贡献值增大，随着时间推移，下游浓度逐渐降低，直至基本消失。第 30d 时，^{131}I 向下游运移了约 6m，影响范围为 1137m^2，下游最大浓度为 0.093Bq/L，叠加本底后为 0.127Bq/L，未超标；第 100d 时，^{131}I 向下游运移了约 16m，影响范围为 1700m^2，下游最大浓度为 0.073Bq/L，叠加本底后为 0.107Bq/L，未超标；第 1000d 时，^{131}I 向下游运移了约 64m，影响范围为 4573m^2，下游最大浓度为 0.017Bq/L，叠加本底后为 0.051 Bq/L，未超标；第 3650d 时，^{131}I 向下游运移了约 140m，影响范围为 8843m^2，下游最大浓度为 0.006Bq/L，叠加本底后为 0.040Bq/L，未超标；第 7300d 时，^{131}I 向下游运移了约 225m，影响范围为 12135m^2，下游最大浓度为 0.003Bq/L，叠加本底后为 0.037Bq/L，未超标。

由于影响范围内无地下水保护目标，本次预测仅选取下游厂界处绘制 ^{131}I 浓度变化过程曲线图，见图 6.2-9。可以看出，发生渗漏期间，下游厂界处 ^{131}I 浓

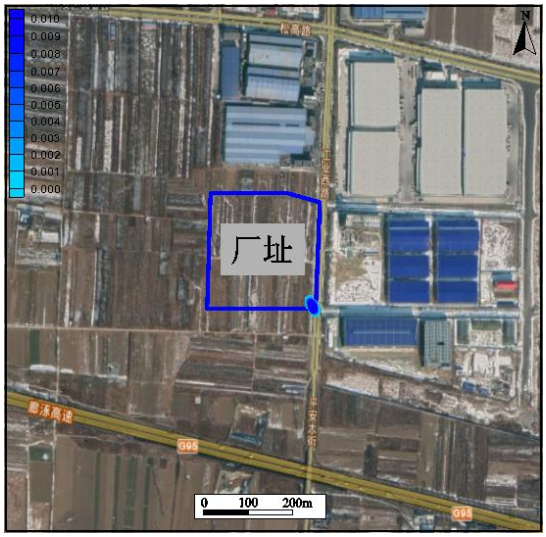
度呈先增大再降低的变化趋势，最大浓度为 0.035mg/L，叠加本底值后为 0.069mg/L，未超标。

表 6.2-29 ^{131}I 预测结果一览表

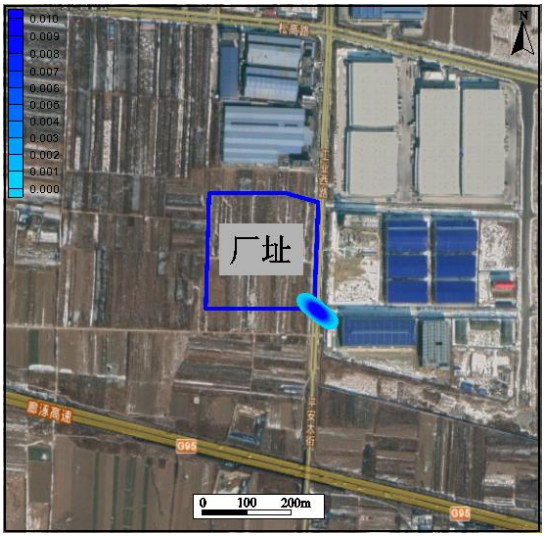
运移时间（d）		30	100	1000	3650	7300
影响范围（m^2）		1137	1700	4573	8843	12135
超标范围（m^2）		-	-	-	-	-
最大运移距离（m）		6	16	64	140	225
下游最大浓度（Bq/L）	贡献值	0.093	0.073	0.017	0.006	0.003
	叠加本底后	0.127	0.107	0.051	0.040	0.037



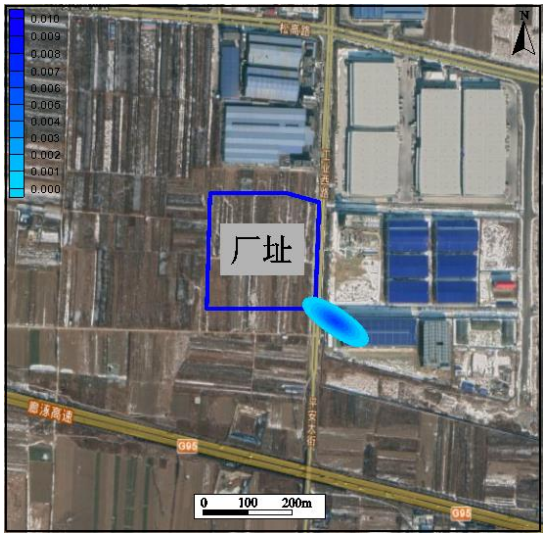
a. 30d



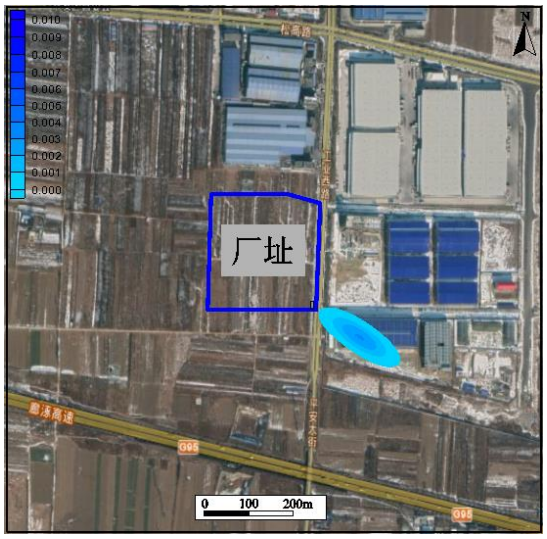
b.100d



c. 1000d



d.3650d



e. 7300d

图 6.2-8 ^{131}I 核素预测结果

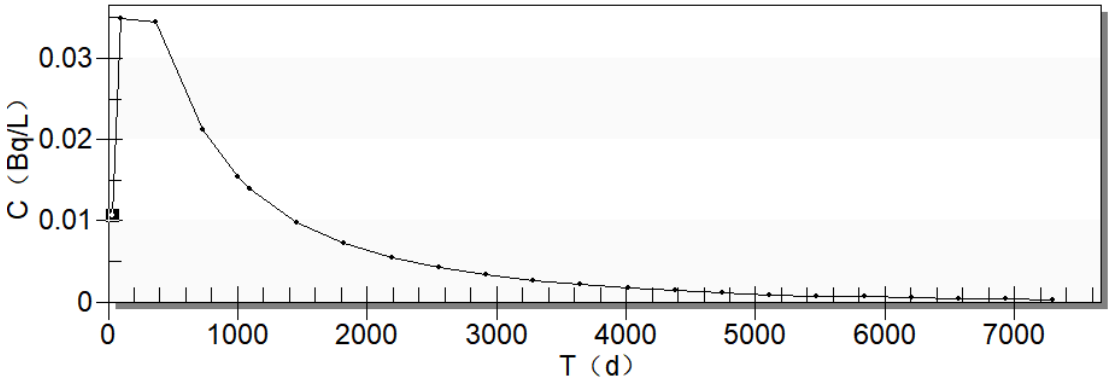


图 6.2-9 下游厂界处 ^{131}I 浓度变化过程曲线图

b、COD_{Mn}

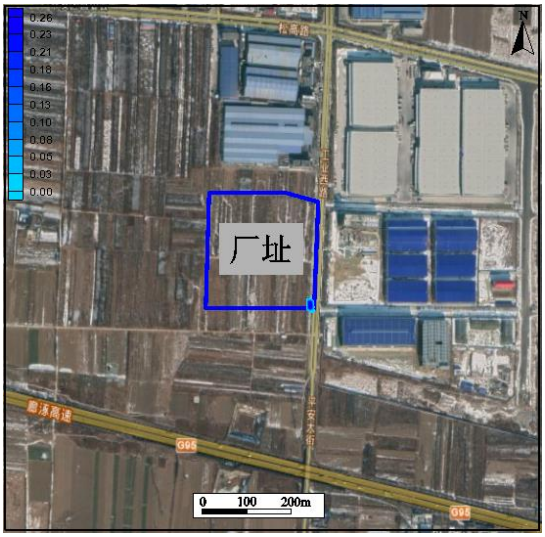
非正常状况下地下水中 COD_{Mn} 的污染预测结果见表 6.2-30 及图 6.2-10。由结果可知，槽式排放池发生泄漏后未造成地下水中 COD_{Mn} 浓度超标，浓度变化趋势为：短时间内地下水中 COD_{Mn} 浓度贡献值增大，随着时间推移，下游浓度逐渐降低，直至基本消失。第 30d 时，COD_{Mn} 向下游运移了约 12m，影响范围为 1397m^2，下游最大浓度为 0.26mg/L，叠加本底后为 1.46mg/L，未超标；第 100d 时，COD_{Mn} 向下游运移了约 20m，影响范围为 2033m^2，下游最大浓度为 0.19mg/L，叠加本底后为 1.39mg/L，未超标；第 1000d 时，COD_{Mn} 向下游运移了约 72m，影响范围为 4943m^2，下游最大浓度为 0.05mg/L，叠加本底后为 1.25mg/L，未超标；第 3650d 时，COD_{Mn} 向下游运移了约 157m，影响范围为 10121m^2，下游最大浓度为 0.02mg/L，叠加本底后为 1.22mg/L，未超标；第 7300d 时，COD_{Mn} 向

下游运移了约 259m，影响范围为 13913m^2，下游最大浓度为 0.01mg/L，叠加本底后为 1.21mg/L，未超标。

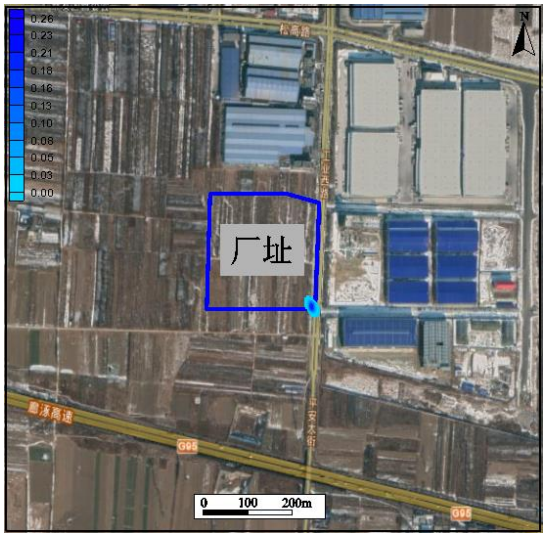
由于影响范围内无地下水保护目标，本次预测仅选取下游厂界处绘制 COD_{Mn} 浓度变化过程曲线图，见图 6.2-11。可以看出，发生渗漏期间，下游厂界处 COD_{Mn} 浓度呈先增大再降低的变化趋势，最大浓度为 0.1mg/L，叠加本底值后为 1.3mg/L，未超标。

表 6.2-30　COD_{Mn} 预测结果一览表

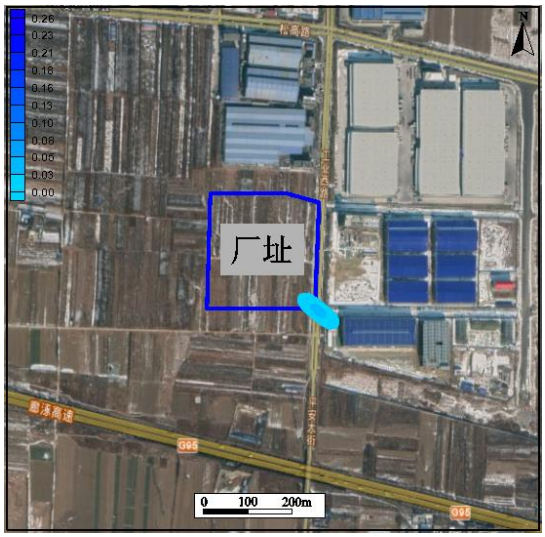
运移时间（d）		30	100	1000	3650	7300
影响范围（m^2）		1397	2033	4943	10121	13913
超标范围（m^2）		-	-	-	-	-
最大运移距离（m）		12	20	72	157	259
下游最大浓度（mg/L）	贡献值	0.26	0.19	0.05	0.02	0.01
	叠加本底后	1.46	1.39	1.25	1.22	1.21

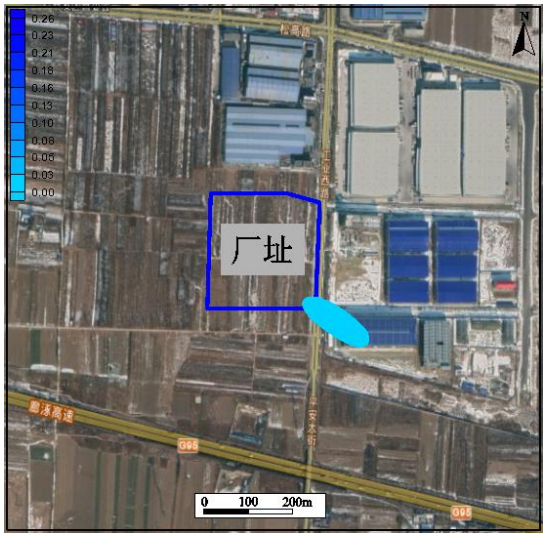


a. 30d

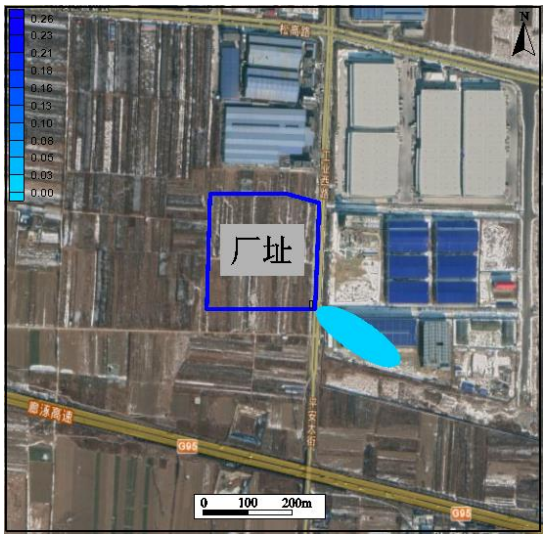


b.100d





c. 1000d　　d.3650d



e. 7300d

图 6.2-10　COD_{Mn} 预测结果

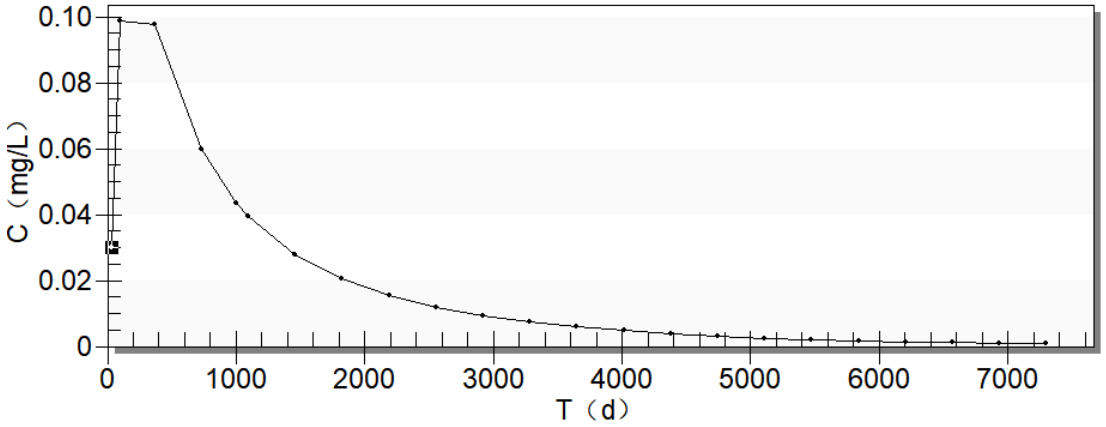


图 6.2-11　下游厂界处 COD_{Mn} 浓度变化过程曲线图

c、氨氮

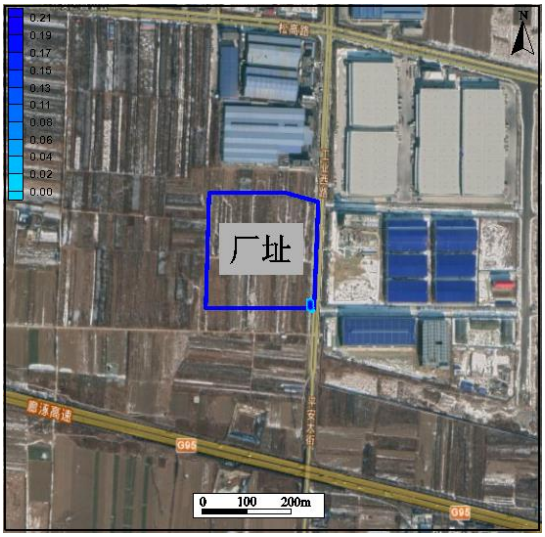
非正常状况下地下水中氨氮的污染预测结果见表 6.2-31 及图 6.2-12。由结果可知，槽式排放池发生泄漏后未造成地下水中氨氮浓度超标，浓度变化趋势为：短时间内地下水中氨氮浓度贡献值增大，随着时间推移，下游最高浓度逐渐减小，直至基本消失。第 30d 时，氨氮向下游运移了约 9m，影响范围为 1278m^2，下游最大浓度为 0.21mg/L，叠加本底后为 0.24mg/L，未超标；第 100d 时，氨氮向下游运移了约 17m，影响范围为 1773m^2，下游最大浓度为 0.191mg/L，叠加本底后为 1.39mg/L，未超标；第 1000d 时，氨氮向下游运移了约 66m，影响范围为 4664m^2，下游最大浓度为 0.038mg/L，叠加本底后为 0.068mg/L，未超标；第 3650d 时，

氨氮向下游运移了约 144m，影响范围为 9001m^2，下游最大浓度为 0.014mg/L，叠加本底后为 0.044mg/L，未超标；第 7300d 时，氨氮向下游运移了约 230m，影响范围为 12413m^2，下游最大浓度为 0.007mg/L，叠加本底后为 0.037mg/L，未超标。

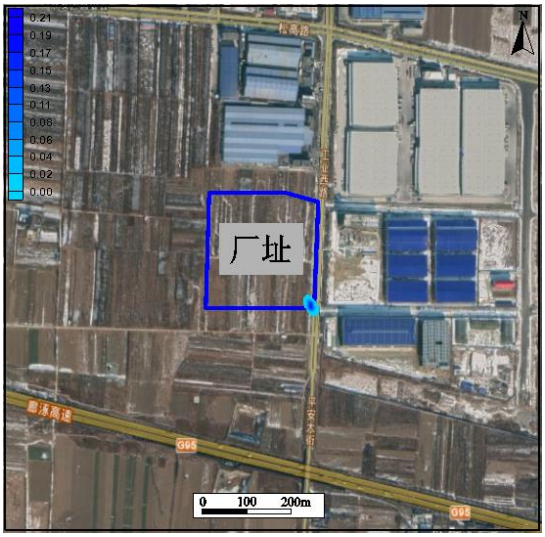
由于影响范围内无地下水保护目标，本次预测仅选取下游厂界处绘制氨氮浓度变化过程曲线图，见图 6.2-13。可以看出，发生渗漏期间，下游厂界处氨氮浓度呈先增大再降低的变化趋势，最大浓度为0.08mg/L，叠加本底值后为0.11mg/L，未超标。

表 6.2-31　氨氮预测结果一览表

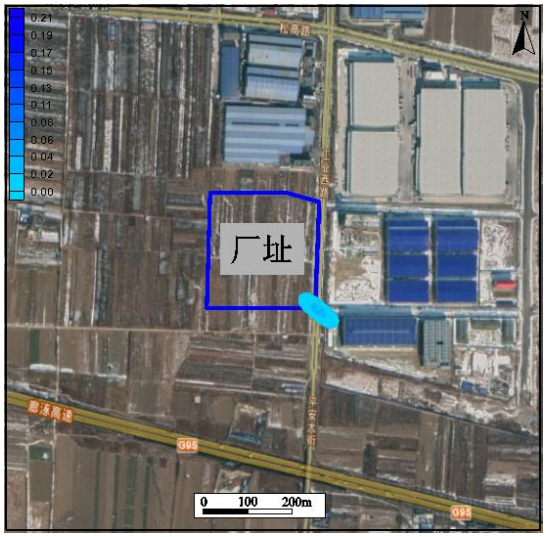
运移时间（d）		30	100	1000	3650	7300
影响范围（m^2）		1278	1773	4664	9001	12413
超标范围（m^2）		-	-	-	-	-
最大运移距离（m）		9	17	66	144	230
下游最大浓度（mg/L）	贡献值	0.210	0.161	0.038	0.014	0.007
	叠加本底后	0.240	0.191	0.068	0.044	0.037



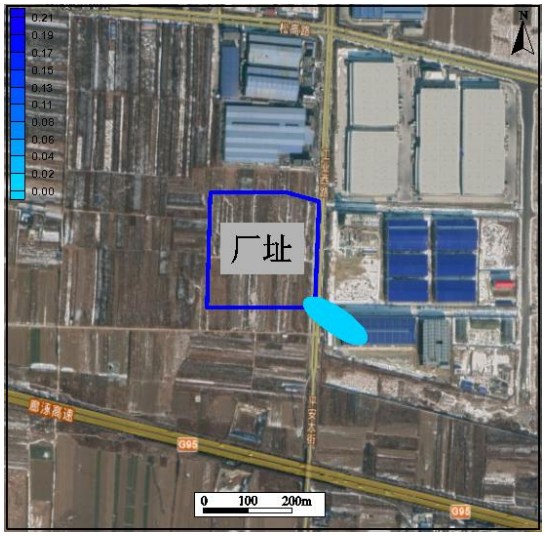
a. 30d



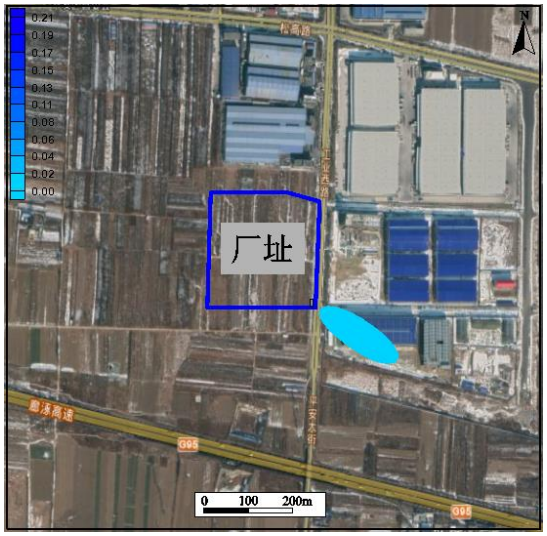
b.100d



c. 1000d



d.3650d



e. 7300d

图 6.2-12　氨氮预测结果

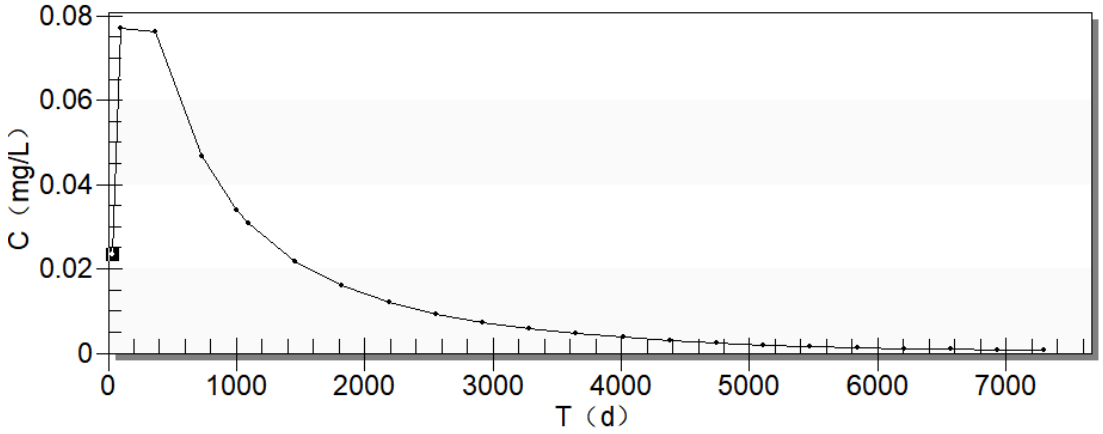


图 6.2-13　下游厂界处氨氮浓度变化过程曲线图

5）地下水评价结论

（1）正常状况下，本项目采取了地下水污染防渗措施，污染源从源头上得到控制，基本不会对地下水产生影响。

（1）正常状况下，本项目采取了地下水污染防渗措施，污染源从源头上得到控制，基本不会对地下水产生影响。

（2）非正常状况下，项目槽式排放池发生泄漏后，地下水中 ^{131}I、COD_{Mn}及氨氮未发生超标现在，对周围地下水影响较小，未影响到下游敏感保护目标。

综上所述，正常状况下项目产生污染物不会对地下水环境造成影响；非正常状况下，项目槽式排放池发生泄漏后，污染物进入地下水后会对一定范围内地下水环境造成较小影响，但未影响到下游敏感保护目标。

6）地下水环境保护措施与对策及其可行性分析

本项目地下水污染防治措施应按照“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”相结合的原则，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应进行控制。

（1）源头控制

为了防止项目对地下水造成污染，结合建设项目建筑物的特点，建设时选择了先进、成熟、可靠的工艺技术和较清洁的原辅材料，并对产生的废水进行了合理的治理和回用，从源头上减少污染物排放；严格按照国家相关规范要求，对工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应的措施，防止和降低污染物的跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降低到最低程度。

针对本建设项目地下水污染防治的重点是对污染物存贮建筑物如槽式排放池、事故池及试剂库等采取相应的防渗措施，并建立完善的风险应急预案、设置合理有效的监测井，加强地下水环境监测，把地下水污染控制在源头或起始阶段，防止有害物质渗入地下水中。

（2）分区防渗措施

根据本项目场地天然包气带的防污性能、污染控制难易程度及污染物的类型，将本项目厂区划分为一般防渗区和简单防渗区。由渗水试验资料可知，厂区包气带的防污性能为中，污染物中只含有其他类污染物，再根据各区的污染控制难易程度，对全厂可能会影响地下水的区域进行防渗处理，其划定的具体防渗分

区见表 6.2-32。项目分区防渗图见图 6.2-14。

表6.2-32　本项目分区防渗措施一览表

防渗分区	区域或构筑物名称	防渗技术要求
一般防渗区	槽式排放池、事故池、消防水池	混凝土强度为 C30，结构厚度 250mm，混凝土抗渗等级为 P8
	试剂库	试剂库危废品暂存间防渗层为 120mm 厚 C25 混凝土+2mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-10}cm/s。危废品暂存间以外的区域地面为 80mm 厚 C15 混凝土+1.5mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-7}cm/s。
简单防渗区	其他	一般地面硬化



图6.2-14　地下水分区防渗图

（3）地下水污染监控

为掌握本工程周围地下水环境质量状况和地下水体中污染物的动态变化，应对项目所在地周围的地下水水质进行监测，以便及时准确的反馈地下水水质情况，为防止地下水的污染采取相应的措施提供重要依据。

① 地下水监测井布置

依据地下水监测原则，参照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）的要求，结合本项目实际情况，以环评阶段水质监测井位基础，项目地下水污染监测系统拟布置水质监测井3个（其中厂址内1个，上下游各1个），详见图6.2-15。监测井的定期维护由原子高科华北医药有限公司负责。

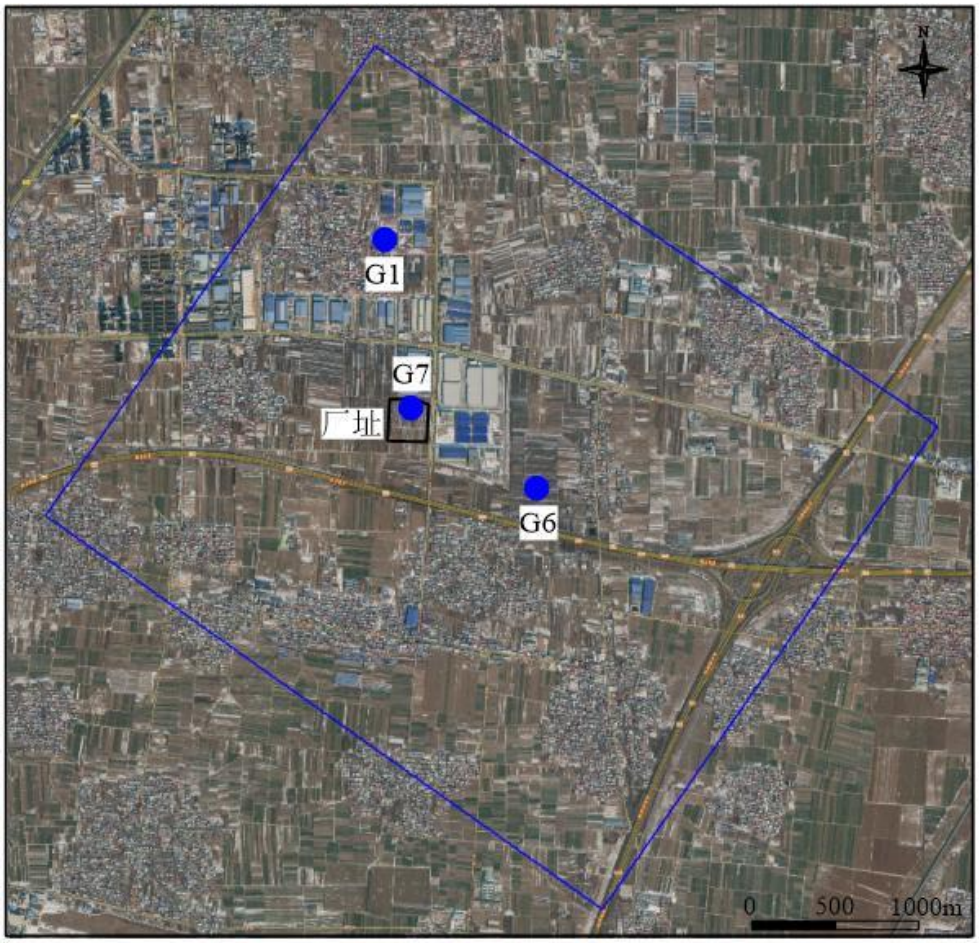


图6.2-15　地下水监测井布置图

② 地下水监测项目及频率

结合《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2020）及《排污单位自行监测技术指南总则》（HJ819-2017）的要求，本项目地下水监测项目与监测频率设置

情况详见表 6.2-33。

表 6.2-33　监测项目与监测频率一览表

编号	监测点位	监测项目	监测频率
G1	上游	K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}、CO_3^{2-}、Cl^-、HCO_3^-、氨氮、COD、^{131}I、总α、总β	2次/年，丰、枯水期各监测一次
G6	下游		
G7	厂内		

③ 监测数据管理

监测数据结果应按项目有关规定及时建立档案，常规监测数据应该进行公开。如发现异常或发生事故，加密监测频次，改为每天监测一次，并分析污染或水位变化原因，及时采取应急措施。

4）风险事故应急预案

一旦发生废液渗漏事故，立刻启动以下环境应急预案。

（1）根据地下水水质事故状态影响预测、地下水流向和场地的分布特征及污染类型，应在地下水流向的下游设置地下水监测设施和抽排水设施。检测井应安置报警系统，当检测出地下水质出现异常时，报警系统及时报警，同时相关人员应及时采取应急措施。

（2）一旦掌握地下水环境污染征兆或发生地下水环境污染时，知情单位和个人要立即向当地政府或其地下水环境污染主管部门、责任单位报告有关情况。应急指挥部要根据预案要求，组织和指挥参与现场应急工作各部门的行动，组织专家组根据事件原因、性质、危害程度等调查原因，分析发展趋势，并提出下一步预防和防治措施，迅速控制或切断事件灾害链，对污水进行封闭、截流，将损失降到最低限度。应急工作结束时，应协调相关职能部门和单位，做好善后工作，防止出现事件“放大效应”和次生、衍生灾害，尽快恢复当地正常秩序。

（3）假设场地内发生地下水突发污染事故，为将场地突发污染事故对下游地下水可能产生的影响降到最低，在发生污染事件时，建设单位首先尽快对地表污染物进行收集和处理，修缮发生污染的设施和防渗结构。同时，对已经渗入地下的污染物，建设单位将通过设置截获井的方式将污染物抽出并进行处理。截获井分为以下几种，配合使用。

上游水流截获井：设置在污染点的上游，用以截取上游水流（未污染）防止更多的地下水流向污染区受到污染，同时减少污染点处的受污染地下水的抽出

量，减少处理费用。

中心污染截获井：设置在污染点处，用以抽出受污染的地下水，并对受污染的地下水进行处理。

下游污染截获井：设置在污染点下游，通过抽水在下游形成一个水槽，防止受污染地下水向下游运移和扩散。

一旦厂区发生事故泄漏，通过设置水污染截获井，对污染的地下水进行抽出处理后回用，力将地下水污染控制在有限范围内，做到地下水污染早发现，早治理、污染范围不出厂，将项目对地下水的污染降到最低。

水污染截获井的结构、布局、数量和抽水量由有资质的水文地质勘查单位详细勘察后，结合过场地设施布局、污染物的物化性质和运移特性进行设计。

（4）组织管理及检查要求

项目建设单位要加强应急预和应急措施的监督管理工作，一旦发生事故，做好地下水应急工作和公开信息工作。

前述监测结果，应按项目有关规定及时建立档案，并定期向公司安全环保部门汇报，对于常规监测数据应该进行公开，信息公开计划应至少包括建设项目特征因子的地下水环境监测值。如发现异常或发生事故，加密监测频次，改为每天监测一次，并分析污染原因，确定泄漏污染源，及时采取应急措施。

为了及时准确地掌握项目厂址及下游地区地下水环境质量状况和地下水体中污染物的动态变化，应建立覆盖全矿区的地下水长期监控系统，建立完善的监测制度，配备先进的检测仪器和设备，以便及时发现，及时控制。

6.2.7 土壤环境影响评价

1）土壤评价等级

本次评价参照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中附录 A 土壤环境影响评价项目类别，本项目行业类别为“制造业—石油、化工”中的“化学药品制造项目”，属于污染型的I类项目，见表 6.2-34。

表 6.2-34 土壤环境影响评价项目类别表

行业类别		项目类别			
		I类	II类	III类	IV类
制造	石油、化工	石油加工、炼焦；化学原料和化学制品制造；农药制造；涂料、染料、颜料、油墨	半导体材料、日用化	其他	/

业		及其类似产品制造；合成材料制造；炸药、火工及焰火产品制造；水处理剂等制造；**化学药品制造；**生物、生化制品制造	学品制造；化学肥料制造		

建设项目场地的土壤环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级，分级原则见表6.2-35。

表6.2-35　土壤环境敏感程度分级表

敏感程度	判别依据
敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标的
较敏感	建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的
不敏感	其他情况

本项目位于河北涿州松林店经济开发区，项目拟建工程占地约5.72hm^2，占地规模属于中型（5~50hm^2）；拟建工程位于松林店经济开发区，经现场踏勘及土地利用现状调查，项目厂址周边不存在土壤环境敏感目标，土壤环境不敏感；根据表6.2-36污染影响型评价工作等级划分表，本项目土壤环境影响评价定级为二级。

表6.2-36　评价工作等级分级表

敏感程度	项目类别								
	I类			II类			III类		
	占地规模								
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-
不敏感	一级	**二级**	二级	二级	三级	三级	三级	-	-

2）评价范围

根据现状调查范围表可知本项目土壤调查评价范围为：项目场区占地范围内全部以及占地范围外0.2km范围内，预测评价范围与调查评价范围一致，见表6.2-37。

表6.2-37　现状调查范围一览表

评价工作等级	影响类型	调查范围[a]	
		占地[b]范围内	占地范围外
一级	生态影响型	全部	5km范围内
	污染影响型		1km范围内
二级	生态影响型		2km范围内
	污染影响型		**0.2km范围内**
三级	生态影响型		1km范围内

	污染影响型		0.05km范围内
a 涉及大气沉降途径影响的，可根据主导风向下风向的最大落地浓度点适当调整。 b 矿山类项目指开采区与各场地的占地；改、扩建类的指现有工程与拟建工程的占地。			

3）土壤环境影响识别

本项目运营期生产废水和生活污水均能有效收集处置，不涉及地面漫流；本项目产生的废气主要为氯化氢、NO_x和挥发性有机物，不含重金属，不涉及大气沉降污染土壤；本项目重点区域均实现防渗，可有效防止项目生产过程中污染物下渗污染土壤环境的情况发生。

项目属于污染影响型建设项目，重点对运营期的环境影响进行识别，具体见表6.2-38和表6.2-39。

表6.2-38　土壤环境影响类型与影响途径表

不同时段	污染影响型			
	大气沉降	地面漫流	垂直入渗	其他
施工期	—	—	—	—
运营期	—	—	√	—
服务期满后	—	—	—	—

表6.2-39　污染影响型建设项目土壤环境影响源及影响因子识别表

污染源	工艺流程	污染途径	全部污染物指标	特征因子	备注[a]	敏感目标[a]
槽式排放池	废水收集	垂直入渗	pH、COD、BOD_5、SS、氨氮、总β放射性、TDS	总β放射性[b]、氨氮	事故	无
备注：a应描述污染源特征，如连续、间断、正常、事故等；涉及大气沉降途径的，应识别建设项目周边的土壤环境敏感目标。b土壤预测保守假定总β活度浓度全部由^{131}I核素贡献，并忽略其衰变影响。						

4）土地利用调查

根据现场调查及松林店经济开发区提供的土地利用现状图，评价区土地利用类型现状大部分为二类工业用地，小部分为仓储物流用地和防护绿地。本项目周边无耕地、园地、饮用水水源地等土壤环境敏感目标。评价区域土地利用现状图见图 6.2-16。

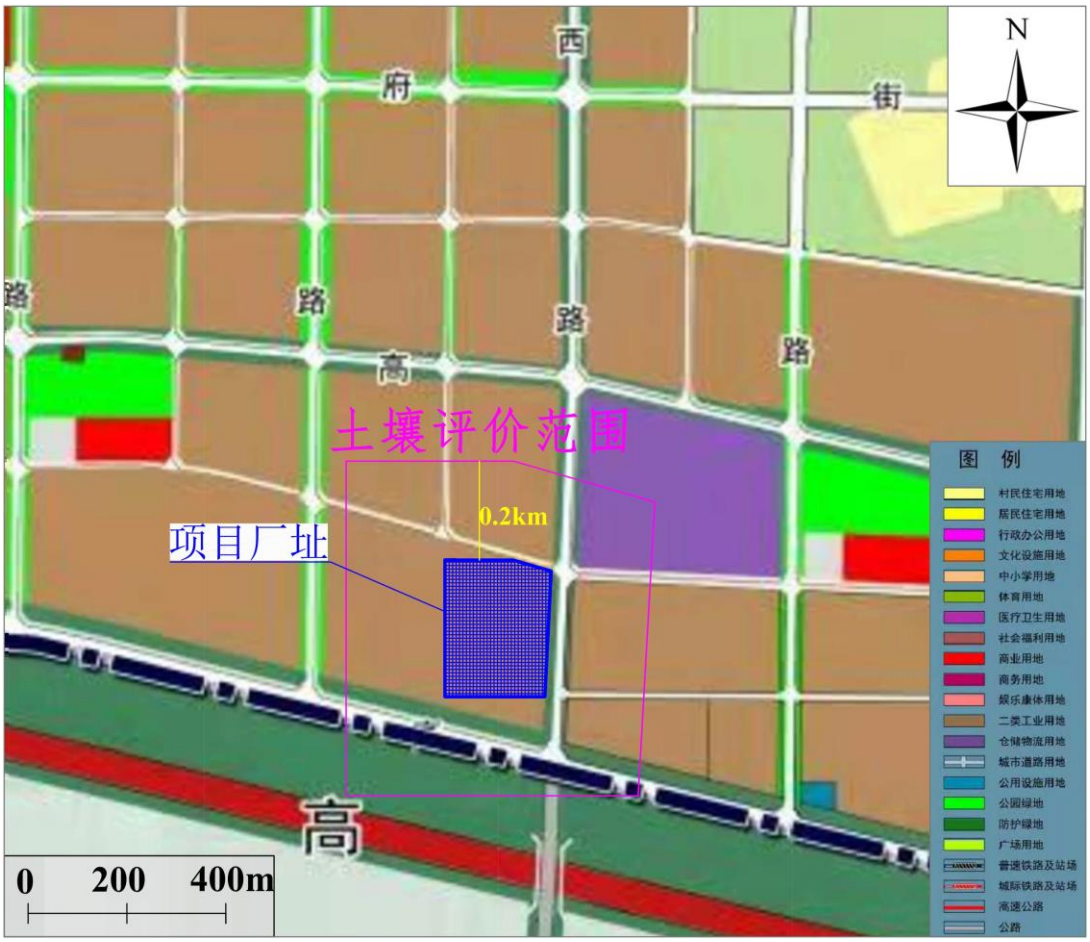


图6.2-16　项目土壤评价区土地利用现状图

5）土壤类型调查

根据国家土壤信息平台（http://www.soilinfo.cn/MAP/index.aspx）查询及现场调查，本项目调查评价范围内土壤类型：褐土，土种编号：40165，土壤亚类：潮褐土，土种名称：黑潮黄土。

（1）归属与分布

黑潮黄土，属潮褐土亚类潮褐泥砂土土属。主要分布在河北省清苑、新城、涿县等县冲积扇中下部。面积 108.1 万亩。

（2）主要性状

该土种母质为洪冲积物，剖面为 A11-Bk-Cu 型。A11 层质地为砂质粘壤土或砂质壤粘土，屑粒状结构，疏松，多孔隙，A11 层以下有大量假菌丝体，厚 50cm 左右。底土层受地下水作用，具明显锈纹锈斑，大部分有零星砂姜分布。土壤通体颜色较暗，石灰反应强烈，碳酸钙含量 2~6%，pH7.8~8.4，呈微碱性。据农化样分析结果统计：有机质含量 1.25%，全氮 0.067%，全磷 0.06%，全钾

1.84%．速效磷 6.4ppm，速效钾 118ppm。

（3）典型剖面

典型剖面采自保定市满城县大马切乡花庄村，冲积扇中下部低平处，地形平坦，海拔 138.8m。地下水位 5m 左右。年均温 12.3℃，年降水量 580mm，无霜期 190 天。种植小麦、玉米等。A11 层：0~20cm，黄棕色（干，10YR5/6），砂质粘壤土，屑粒状结构，疏松，根系多，强石灰反应。Bk 层：20~70cm，黄棕色（干，10YR5/6），砂质粘壤土，碎块状结构，较松，可见假菌丝体，根系较多，强石灰反应。Cu1 层：70~130cm，暗栋色〔干，10YR3/4），粘壤土，碎块状结构，较紧，根系少，可见绣纹锈斑，中度石灰反应。Cu2 层：130~150cm，灰棕色（干，7.5YR6/2），砂质壤土，粒状结构，较松，根系极少，可见锈纹锈斑，中度石灰反应。

6）影响源调查

项目位于涿州松林店经济开发区，为新建项目，周边生产企业大多为汽车零部件生产企业，不排放同类污染物。根据项目区域土壤环境质量检测结果可知，项目所在地建设用地土壤环境质量满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中二类用地风险筛选值要求。

7）垂直入渗影响预测与分析

（1）污染预测方法

垂直入渗影响的预测方法采用《环境影响评价技术导则土壤环境》（HJ964-18）推荐的一维非饱和溶质运移模型进行预测。

a、一维非饱和溶质垂向运移控制方程

$$\frac{\partial(\theta_c)}{\partial_t}=\frac{\partial}{\partial_z}\left(\theta D\frac{\partial}{\partial_z}\right)-\frac{\partial}{\partial_z}(qc)\text{……}\text{（6-13）}$$

式中：

c-污染物介质中的浓度，mg/L；

C—污染物介质中的浓度，mg/L；

D—弥散系数，m^2/d；

Q—渗流速率，m/d；

Z—沿 z 轴的距离，m；

T—时间变量，d；

θ—土壤含水率，%；

b、初始条件

c(z，t)=0　　t=0，L≤z＜0

c、边界条件

第一类 Dirichlet 边界条件

c(z，t)=C_0　　t＞0，z=0

第二类 Neumann 零梯度边界条件：

$$-\theta D\frac{\partial c}{\partial z}=0 \quad t>0, z=L \text{ .....（6-14）}$$

（2）模型概化

a、边界条件

模型上边界概化为稳定的污染物定水头补给边界，下边界为自由排泄边界。

b、土壤概化

本项目槽式排放池为地下一层钢混结构，槽式排放池处地下水埋深为16.2m。

假定槽式排放池废水发生泄漏，地面防渗层破损时，废水垂直入渗直接进入土壤地层第一层。根据槽式排放池钻孔柱状图，本区槽式排放池防渗层以下包气带土壤为粉土，槽式排放池防渗层以下粉土层层厚 10.7m，本次预测槽式排放池下包气带土壤概化为一层 10.7m 厚的粉土进行模拟，土壤相关参数见表 6.2-40。

表 6.2-40　土壤参数表

土壤种类	厚度（m）	Qr	Qs	Alpha	n	Ks(cm/d)	I
粉土	10.7	0.034	0.46	0.016	1.37	6	0.5

（3）污染情形假定

正常状况下，项目厂区已按相关防渗技术规范进行设计及防渗，因此，土壤垂直入渗影响主要对非正常状况进行设定。本次评价非正常状况泄漏点假定为槽式排放池破损防渗层，预测源强情况见表 6.2-41。

表6.2-41　污染物源强表

假定情形	泄露点	特征污染物	浓度	渗漏特征
非正常状况	槽式排放池破损防渗层	^{131}I*	10 Bq/L	持续
		NH_3-N	22.1 mg/L	
注*：10Bq/L 为总 β 排放限值，本次预测保守假定总 β 活度浓度全部由 ^{131}I 核素贡献，并				

忽略其衰变影响。

（4）预测结果

运营期项目场地污染物以点源形式垂直进入土壤环境。预测时段按 20a 考虑。本预测分别不同深度布设浓度监控点，N1:1.0m、N2:5.0m、N3:10.7m 处设 3 个观测点，观测污染物浓度变化情况。

非正常工况，槽式排放池防渗层破损后，^{131}I 核素、氨氮在土壤中迁移预测结果见图 6.2-17~图 6.2-18。

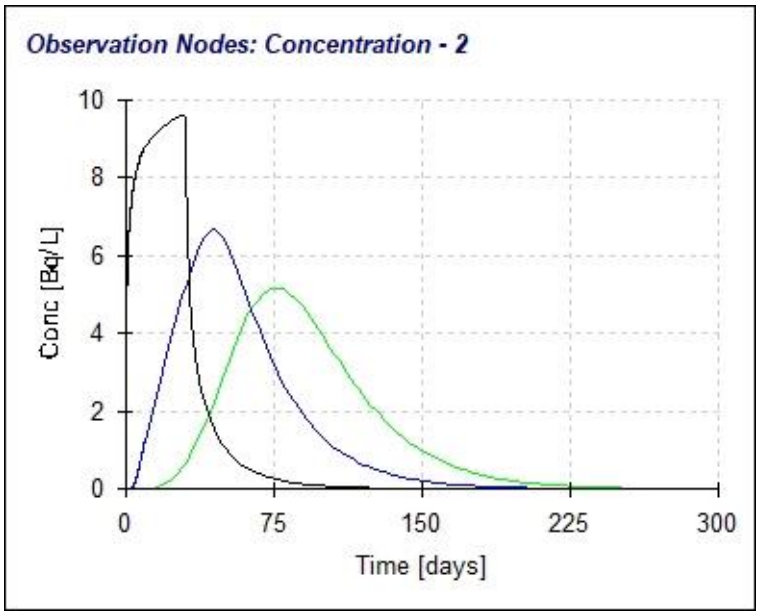


图6.2-17　^{131}I核素在土壤中迁移预测图

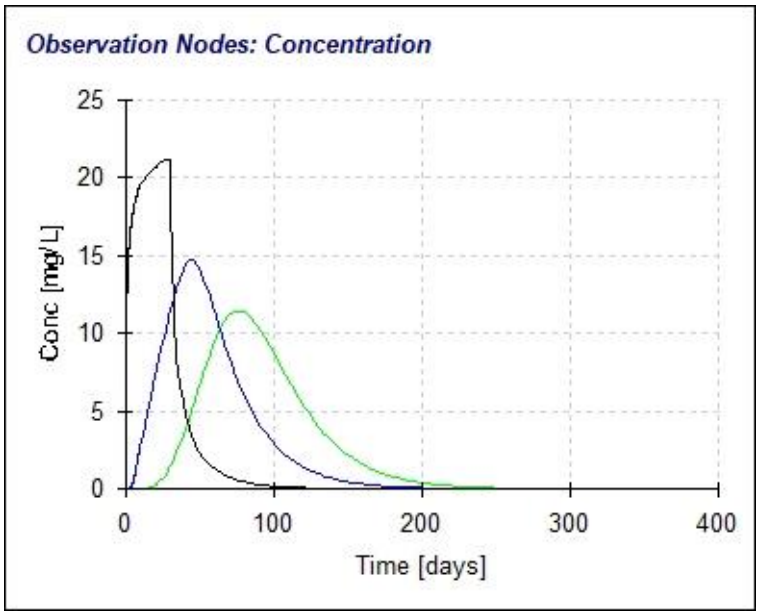


图6.2-18　氨氮在土壤中迁移预测图

由图 6.2-17 土壤模拟结果可知，非正常工况，污染物发生泄漏后，^{131}I 核素在土壤中随时间不断向土壤深部迁移，且数据不断降低。槽式排放池废水在泄漏 20d 后，^{131}I 迁移至土壤层底部，230d 后污染物全部进入地下水。整个迁移期间，进入地下水的 ^{131}I 最大值为 5.2Bq/L。

由图 6.2-18 土壤模拟结果可知，非正常工况，污染物发生泄漏后，氨氮在土壤中随时间不断向土壤深部迁移，且数据不断降低。槽式排放池废水在泄漏 20d 后，氨氮迁移至土壤层底部，230d 后污染物全部进入地下水。整个迁移期间，进入地下水的氨氮最大值为 11.5mg/L。

7）土壤环境保护措施与对策

（1）现状保证措施

本次评价对项目评价区域土壤环境质量进行了监测，根据监测结果，土壤监测值满足《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值，表明拟建项目附近的土壤未产生污染问题。

（2）源头控制措施

切断项目对土壤环境的影响源头，重点做好试剂库、应急事故废水收集池及槽式排放池防渗措施。

按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目试剂库及事故池、槽式排放池为一般防渗区。参照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单、《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），做好试剂库、事故池、槽式排放池等建构筑物的防渗。

事故池、槽式排放池、消防水池混凝土强度为 C30，结构厚度 250mm，混凝土抗渗等级为 P8；试剂库危废品暂存间防渗层为 120mm 厚 C25 混凝土+2mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-10}cm/s。危废品暂存间以外的区域地面为 80mm 厚 C15 混凝土+1.5mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-7}cm/s。

项目运营期加强环境管理，做好试剂库日常巡检。

（3）跟踪监测计划

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）要求，污染影响型建设项目二级评价，应开展跟踪监测。

为了掌握建设工程土壤环境质量状况和土壤中污染物的动态变化，将建设工程实施土壤跟踪监测。根据导则结合项目特征，在项目槽式排放池外布置 1 处土壤跟踪监测点，见表 6.2-42。

表6.2-42　土壤跟踪监测点布置一览表

编号	监测点位置	采样深度	监测频次	监测因子	执行标准
1#	槽式排放池外	分层采样，0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m分别取样，各样品单独分析，不混合	每5年监测一次	总 β 放射性、氨氮	氨氮执行《建筑用地土壤污染风险筛选值》（DB13/T5216-2020）表 1 中第二类用地

经分析，本项目新建的试剂库、事故池和槽式排放池采取了严格的防渗措施，不会因事故状况下废液、事故废水发生泄漏而下渗造成土壤污染。可从源头上控制项目对区域土壤环境的污染源强，确保项目对区域土壤环境的影响处于可接受水平。因此，只要企业严格落实本报告提出的土壤环境污染防治措施，项目对区域土壤环境影响是可接受的。

建设项目土壤环境影响评价自查表见表 6.2-43。

表6.2-43　土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况				备注
影响识别	影响类型	污染影响型☑；生态影响型□；两种兼有□				
	土地利用类型	建设用地☑；农用地□；未利用地□				土地利用类型图
	占地规模	（5.96）hm^2				中型
	敏感目标信息	敏感目标（/）、方位（/）、距离（/）				/
	影响途径	大气沉降□；地面漫流□；垂直入渗☑；地下水位□；其他（）				/
	全部污染物	pH、COD、BOD_5、SS、氨氮、总 β 放射性、TDS				/
	特征因子	总 β 放射性(^{131}I)、氨氮				/
	所属土壤环境影响评价项目类别	I类☑；II类□；III类□；IV类□				/
	敏感程度	敏感□；较敏感□；不敏感☑				/
评价工作等级		一级□；二级☑；三级□				/
现状调	资料收集	a）□；b）□；c）□；d）□				/
	理化特性	/				同附录 C
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	点位布置

查内容		表层样点数	1	2	（0~0.2m）	图
		柱状样点数	3		(0~3m)	
	现状监测因子	GB36600-2018 中 45 项基本项目				/
现状评价	评价因子	GB36600-2018 中 45 项基本项目				/
	评价标准	GB 15618□；GB 36600☑；表 D.1□；表 D.2□；其他（）				/
	现状评价结论	各项因子均可满足土壤土质标准，土壤环境质量整体良好。				/
影响预测	预测因子	^{131}I、氨氮				/
	预测方法	附录E☑；附录F□；其他（）				/
	预测分析内容	影响范围（0.2km 范围内）；影响程度（无影响）				/
	预测结论	达标结论：a）☑；b）□；c）□ 不达标结论：a）□；b）□				/
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障☑；源头控制☑；过程防控□；其他				/
	跟踪监测	监测点数		监测指标	监测频次	/
		1		总 β 放射性、氨氮	每 5 年一次	
	信息公开指标	防控措施和跟踪监测计划				
评价结论		建设项目对土壤环境的影响可以接受				/
注 1：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。 注 2：需要分别开展土壤环境影响评级工作的，分别填写自查表。						

6.2.8 总量控制

1）废气主要污染物预测排放量

本项目碘[^{131}I]生产线使用75%乙醇擦拭热室进行消毒灭菌；钼锝发生器生产线与小剂量药品生产线使用75%乙醇擦拭热室进行消毒灭菌；质检中心放射性理化实验室使用95%乙醇进行消毒灭菌；乙醇挥发产生乙醇废气，属于TVOC。本项目在碘[^{125}I]密封籽源生产过程中银丝清洗使用少量的丙酮，将产生一定量的TVOC，由通风管道经活性炭吸附装置处理后高空排放，排放口高度18m。TVOC排放量合计为0.0323t/a。

钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线产品配液时使用0.1mol/L硝酸，钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线冷柱淋洗时使用1.0mol/L硝酸，上述两个浓度的稀硝酸分别由75%硝酸与98%硝酸在同位素药品生产厂房（一）二层非放药品配套生产区通风橱内稀释配置。硝酸具有挥发性，会挥发产生一定量的无机气态污染物—NO_x，经通风橱收集后，由活性炭吸附装置处理后由1根26m排气筒外排。NO_x排放量合计为0.0002t/a。

2）废水主要污染物标准核算量

①废水主要污染物环评预测排放量

根据工程分析，本项目废水排放量夏季（80d）为 77.806m^3/d，其他季节（170d）为 33.486 m^3/d，年排放量合计为 11917.1m^3/a。项目设置 1 个废水排放口（DW001）。

项目主要废水污染物环评预测排放总量为：COD1.559t/a、氨氮 0.173t/a。

③ 按照污水处理厂进水水质要求核算排放量

本项目外排废水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 三级标准，同时满足松林店污水处理厂进水水质要求，即：COD500mg/L、氨氮 45mg/L。根据工程分析，本项目外排废水总量为 11917.1m^3/a，则按照松林店污水处理厂进水水质要求核算本项目主要废水污染物标准排放总量为：

COD 核算排放量=外排废水总量×排放浓度×排放时间=11917.1m^3/a×500mg/L×10^{-6}=5.959t/a；

氨氮核算排放量=外排废水总量×排放浓度×排放时间=11917.1m^3/a×45mg/L×10^{-6}=0.536t/a。

3）本项目主要污染物总量控制指标

按照《关于进一步改革和优化建设项目主要污染物排放总量核定工作的通知》（冀环总[2014]283 号）指标核定原则为：依照国家和地方污染物排放标准核定。

经计算，本项目主要污染物排放总量为，COD：5.959t/a、氨氮：0.536t/a，氮氧化物：0.0002t/a，二氧化硫：0t/a，TVOC 0.0323t/a。

本项目主要污染物总量控制指标见表 6.2-44。

表 6.2-44 本项目污染物总量控制指标(单位：t/a)

类别	废水污染物		废气污染物		
	COD	NH_3-N	SO_2	NO_x	TVOC
本项目	5.959	0.536	0	0.0002	0.0323

6.3 环境监测计划

根据《排污许可证申请与核发技术规范 制药工业—化学药品制剂制造》（HJ1063-2019），本项目运行期各非放射性环境要素监测计划汇总见表 6.3-1。

表 6.3-1　项目非放射性环境要素监测计划汇总表

环境要素	监测点位	监测项目	监测频率	执行标准
废气	同位素药品生产厂房（一）排气筒	HCl、NOx、TVOC	每半年一次	HCl、TVOC 执行《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表 2 大气污染物特别排放限值；NOx 执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 新污染源大气污染物排放限值
	同位素药品生产厂房（二）排气筒	TVOC		
	质检中心排气筒	TVOC		
废水	厂区废水总排放口	流量、pH、COD、BOD_5、SS、氨氮、总磷、总氮、总β放射性	每季度 1 次	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 三级标准和涿州市松林店污水处理厂进水水质要求
噪声	四周厂界	Leq	每季度 1 次	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类区标准
地下水	厂址内、厂址上游、下游	COD、^{131}I	每年 2 次，丰、枯水期各监测一次	/
土壤	槽式排放池外	总β放射性	每 5 年 1 次	/

6.4 排污口规范化管理

根据原国家环保总局（环发〔1999〕24号）《关于开展排放口规范化整治工作的通知》中规定：一切新建、扩建、改建和限期治理的排污单位必须在建设污染治理设施的同时建设规范化排污口，并作为落实环境保护“三同时”制度的必要组成部分和项目验收的内容之一。因此，本项目必须要对其污染物排放口进行规范化管理。

各污染源排放口应规范设置，应符合国家、省、市有关规定，并通过主管环保部门认证和验收。厂区“三废”应设置明显的环保图形标志，污染物排放口的环保图形标志牌应设置在靠近采样点的醒目处，标志牌设置高度为其上缘距地面2m。环境保护图形符号见表6.4-1。

有组织废气排气筒应按照《环境保护图形标志 排放口（源）》（GB15562.1-1995）中的相关要求设置排放源图形标识，并规范设置永久采样孔、

采样测试平台。

固体废物贮存场所应根据《环境保护图形标志－固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的要求设置环境保护图形标志，标志牌应设在与之功能相应的醒目处，标志牌必须保护持清晰、完整。当发现形象损坏、颜色污染或有变化、褪色等不符合本标准的情况，应及时修复或更换。检查时间至少每年一次。危险废物暂存应执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单相关要求。

表 6.4-1　环境保护图形符号一览表

序号	提示图形符号	警告图形符号	名称	功能
1			废水排放口	表示污水向水体排放
2			废气排放口	表示废气向大气环境排放
3			一般固体废物	表示一般固体废物贮存、处置场
4			噪声排放源	表示噪声向外环境排放
5			危险废物	表示危险废物贮存、处置场

6.5 环境管理

6.5.1环境管理机构

为加强环境保护管理工作，建设单位应由经理或主管生产的副经理全面负责企业环境保护管理工作，应设环境保护管理专职机构，负责企业日常环境保护管理工作，配置专职环境管理人员。企业生产运营期间的环境监测可委托当地环境监测机构进行。

6.5.2环境管理机构职责

1）开展竣工环境保护验收。建设项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环保部公告2018年第9号，2018年5月15日）等法规、标准开展竣工环境保护验收，验收通过后方可正式投产运行。

2）组织宣传贯彻国家环保方针政策和进行员工环保专业知识的教育，贯彻执行国家和地方颁布的环境保护法规、政策和环境保护标准。

3）制定厂区环境保护管理规章、制度和实施办法，并监督检查各单位执行情况；组织制定厂环境保护规划和年度计划，并组织或监督实施。

4）负责企业环境监测管理工作，制定环境监测计划，并负责与监测机构协调实施；掌握全厂“三废”排放状况，建立污染源排污监测档案和台帐，按规定向地方环保部门上报排污情况以及企业年度排污申报登记。

5）监督检查环境保护设施的运行情况，并建立运行档案。

6）制定切实可行的各类污染物排放控制指标、环境保护设施运行效果和污染防治措施落实效果考核指标、“三废”综合利用指标及绿化建设等环保责任指标，层层落实并定期组织考核。

7）制定预防突发性污染事件防范措施和应急处理方案。一旦发生事故，协助有关部门及时组织环境监测、事故原因调查分析和处理工作，并应认真总结经验教训，及时上报有关结果。

8）组织开展厂区污染治理工作和“三废”综合利用的环保科研工作，积极推广污染防治先进技术和经验。

9）负责厂区绿化工作。

6.5.3环保制度

1）报告制度

要定期向当地环保部门报告污染治理设施运行情况、污染物排放情况以及污染事故、污染纠纷等情况。

若企业排污发生重大变化、污染治理设施改变或企业改、扩建等都必须向当地环保部门申报，改、扩建项目必须报请有审批权限的环保部门审批。

2）污染治理设施的管理制度

项目建成后，必须确保污染治理设施长期、稳定、有效地运行，不得擅自拆除或者闲置废气和废水处理设施，不得故意不正常使用污染治理设施。污染治理设施的管理必须与公司的生产经营活动一起纳入到公司日常管理工作的范畴，落实责任人、运行经费、设备的备品备件和其它原辅材料。同时要建立健全岗位责任制，制定正确的操作规程、建立污染治理设施的管理台帐。

3）环保奖惩制度

各级管理人员都应树立保护环境的思想，企业也应设置环境保护奖惩条例。对爱护废水处理和废气处理设施等环保治理设施、节省原料、改善生产车间的工作环境者实行奖励；对于环保观念淡薄，不按环保要求管理，造成环保设施损坏、环境污染及原材料消耗者予以处罚。

4）其它制度

本项目建成后，除上述一般企业均须有的通用规章制度外，还必须制定以下几个方面的制度：

①风险事故应急救援制度；

②危险废物安全处置相关制度；

③职业健康、安全、环保管理体系；

④环境保护档案管理制度。

6.5.4突发环境事件应急预案

建设单位应按照《突发事件应对法》、《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)》等法规文件，编制企业突发环境事件应急预案，对应急预案进行评审，开展演练进行检验，经企业有关会议审议后由企业主要负责人签署发布。企业突发环境事件应急预案签署发布之日起20个工作日内，向当地生态环境保护主管部门进行备案。

建设单位应根据有关要求，结合实际情况，开展环境应急预案的培训、宣传和必要的应急演练，发生或者可能发生突发环境事件时及时启动环境应急预案。应结合环境应急预案实施情况，至少每三年对环境应急预案进行一次回顾性评估，在面临的环境风险、应急管理组织指挥体系与职责、重要应急资源等发生重

大变化时，及时修订环境应急预案。

第七章　辐射安全管理

7.1 机构与人员

7.1.1 机构设置

公司应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 3 号）及生态环境保护主管部门的要求，设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，原子高科华北医药有限公司成立了安全环保部及以总经理为组长的辐射工作领导小组，各部门和各生产小组均设立辐射安全员，负责辐射防护与安全工作。公司需指定 1 名具有本科以上学历的技术人员全面负责公司辐射安全与环境保护管理工作，落实环境污染治理和安全防护措施。建立辐射防护安全防护管理制度，履行辐射防护职责，确保辐射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众人员的权益，尽可能避免事故的发生，建立应急响应措施。

7.1.2 人员配置

原子高科华北医药有限公司拟配备辐射工作人员 300 名（生产及辅助人员 200 人，技术人员 50 人，管理人员 50 人；其中涉及放射性操作的有 250 人）。辐射工作人员需熟悉专业技术，能胜任各项作业，需对安全防护与相关法规知识也有所了解，实际操作中能按安全操作规程行事，自觉遵守规章制度，努力做好各项安全工作。辐射工作人员上岗前应在生态环境部组织开发的“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习相关知识并参加考核，通过考核后持证上岗。考核不合格的，不得上岗。根据主管部门要求定期进行再培训。确保每名操作人员应配备一套个人剂量计。个人剂量计应编号定人配戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案，建立完善个人剂量监测及健康档案管理制度。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第 47 号令）要求公司应做好以下工作：

1）按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并

将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

2）公司应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

3）辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

4）按照要求配备相应的注册核安全工程师

本项目同位素药品生产和实验配备了 5 名以上注册核安全工程师，具备了从事同位素药品生产、实验的基本能力。

7.2辐射安全管理规章制度

为保证辐射安全，参照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《NNSA HQ-08-JD-IP-005 甲级非密封放射性物质操作场所监督检查技术程序》，本评价要求原子高科华北医药有限公司制定以下规章制度，主要有：

1) 《辐射安全管理规定》；
2) 《辐射防护和安全保卫制度》；
3) 《辐射安全与防护管理大纲》；
4) 《安保管理规定》；
5) 《辐射安全管理组织及职责》；
6) 《操作规程》；
7) 《去污操作规程》；
8) 《作业场所生产操作规程》；
9) 《放射性同位素使用登记制度》；
10) 《放射源使用管理制度》；
11) 《非密封放射性物质的管理规定》；
12) 《物料平衡管理规定》；
13) 《场所分区管理规定》；

14)《监测方案》;

15)《辐射监测操作规程》;

16)《安全防护设施的维修与维护制度》;

17)《监测仪表使用与校验管理制度》;

18)《辐射工作人员培训/再培训管理制度》;

19)《辐射工作人员个人剂量管理制度》;

20)《辐射事故应急预案》;

21)《放射性“三废”管理规定》。

7.3 辐射监测

7.3.1 监测目的

监测目的主要是为了及早发现和获取可能发生污染与危害的征兆，确保本项目生产安全运行；防止对环境产生有害的影响和避免对工作人员造成不必要的危害；为采取相应的安全措施提供必要的依据。同时监测数据为生产运行阶段的环境现状提供参考资料；与本底数据进行对照，分析项目运行后对当地环境的影响。

7.3.2 监测点位、项目及频次

1）环境监测

本项目参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），对γ辐射水平、土壤、水中总β活度等进行监测，监测项目、监测点位、监测频次见表 7.3-1。

表 7.3-1 环境监测计划

监测对象	监测项目	监测点位	监测频率（次/年）
γ辐射	γ辐射空气吸收剂量率	以工作场所为中心，半径 50~300m 以内	1~4[a]
土壤	应用核素[b]	以工作场所为中心，半径 50~300m 以内	1
地表水[c]	应用核素[b]	废水排放口上、下游 500m	1~2
底泥[c]	应用核素[b]	废水排放口上、下游 500m	1
废水[c]	总α、总β，如总α＞0.5Bq/L，总β＞1.0Bq/L，分析应用核素[b]	废水贮存池或排放口	1~2
废气[c]	应用核素[b]	排放口	1
放射性固体废物	γ辐射空气吸收剂量率和α、β表面污染	贮存室或贮存容器外表面	1~2

注：a 甲级工作场所 1 次/季，乙级、丙级工作场所 1 次/年。

b 只关注可能对环境有影响的应用核素，监测应有针对性，如应用核素难以分析，可

用总放替代。

c 不对外排放且无泄漏的，则不需要监测。

2）工作场所监测

为保证本项目运行过程中的辐射安全，控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，主要包括外照射监测、表面污染监测和气溶胶监测，使工作人员和公众所受照射尽可能低。本项目工作场所的监测内容如下：

（1）工作场所辐射水平监测

本项目的外照射监测内容主要包括γ外照射，利用本项目配备的便携式X-γ剂量率仪完成监测；γ剂量率的监测点位主要位于各放射性作业场所，包括作业场所箱体外侧、包装区域、废物暂存间、人员走廊等。外照射监测的频次参照《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）中的规定同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、质检中心为 1 次/2 周，容器清理车间为 1 次/4 周次。有关工作场所辐射水平的监测点位、监测频次等详见表 7.3-2。

表 7.3-2　工作场所外照射水平监测计划

项　目	所在厂房	监测点位	场所等级	监测频次
γ辐射剂量率	同位素同位素药品生产厂房（一）	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	甲级	1 次/2 周
		小剂量药品生产线	甲级	
	同位素同位素药品生产厂房（二）	碘[^{131}I]系列产品生产线	甲级	
		碘[^{125}I]密封籽源生产线	甲级	
	质检中心	取样实验室	甲级	
		放射性理化实验室	乙级	1 次/2 周
		放射性微生物实验室	乙级	
	容器清理车间	组装暂存区	丙级	1 次/4 周
		固体废物清洁解控间		

（2）表面污染检测

利用本项目配备的α-β表面污染监测仪对放射性工作场所的台面、地面、墙壁及设备进行表面污染监测；利用本项目配备的手脚沾染监测仪在出入口处对人员进行表面污染进行监测。人员体表的表面污染在每次离开作业场所进行监测，作业场所内表面污染的监测频次参照《操作非密封源的辐射防护规定》

（GB11930-2010）中的规定，同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、质检中心的取样实验室表面污染监测频次为 2 周/次，质检中心的放射性理化实验室、放射性微生物实验室监测频次为 4 周/次，容器清理车间监测频次为 8 周/次。有关工作场所表面污染的监测点位、监测频次等详见表 7.3-3。

表 7.3-3　工作场所表面污染水平监测计划

项　目	所在厂房	监测点位	场所等级	监测频次
表面污染	同位素同位素药品生产厂房（一）	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	甲级	1 次/2 周
		小剂量药品生产线	甲级	
	同位素同位素药品生产厂房（二）	碘[^{131}I]系列产品生产线	甲级	
		碘[^{125}I]密封籽源生产线	甲级	
	质检中心	取样实验室	甲级	
		放射性理化实验室	乙级	1 次/4 周
		放射性微生物实验室	乙级	
	容器清理车间	组装暂存区	丙级	1 次/8 周
		固体废物清洁解控间		

（3）气溶胶浓度监测

按照《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）的相关要求，对放射性作业场所气溶胶浓度进行监测。本项目针对作业场所气溶胶的监测配备了移动式气溶胶监测仪，同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二）、质检中心的取样实验室的监测频次为 1 周/次，质检中心的放射性理化实验室、放射性微生物实验室监测频次为 2 周/次，容器清理车间监测频次为 4 周/次。有关工作场所气溶胶浓度的监测点位、监测频次等详见表 7.3-4。

表 7.3-4　工作场所气溶胶浓度监测计划

项　目	所在厂房	监测点位	场所等级	监测频次
气溶胶浓度	同位素同位素药品生产厂房（一）	钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线	甲级	1 次/1 周
		小剂量药品生产线	甲级	
	同位素同位素药品生产厂房（二）	碘[^{131}I]系列产品生产线	甲级	
		碘[^{125}I]密封籽源生产线	甲级	
	质检中心	取样实验室	甲级	

		放射性理化实验室	乙级	1 次/2 周
		放射性微生物实验室	乙级	
	容器清理车间	拆解、整备、清理区域	丙级	1 次/4 周
		固体废物清洁解控间		

3）流出物监测

本项目的流出物监测主要包括气载流出物和液态流出物监测，其中气载流出物包括各放射性生产厂房排放的气溶胶等；液态流出物主要为各生产厂房产生的放射性废液，排放方式采取槽式排放。有关液态流出物的排放参照国家现行标准定期进行排放，有关气载流出物的监测点位、监测因子、取样位置、监测频次等详见表 7.3-5。

表 7.3-5　流出物监测计划一览表

项　目	监测项目	监测因子	取样位置	监测频率
气载流出物	同位素同位素药品生产厂房（一）	总 β、^{131}I	排气筒采样孔	1 次/年
	同位素同位素药品生产厂房（二）	总 β、^{131}I	排气筒采样孔	连续监测
	质检中心	总 β、^{131}I	排气筒采样孔	1 次/年
	容器清理车间	总 β、^{131}I	排气筒采样孔	
液态流出物		总 β、^{131}I	槽式排放池	1 次/年
		总 β、^{131}I	厂区总排口	1 次/年

监测过程中同时记录放射性废气的日排放量和年排放总量。一旦发现排放浓度异常，立即查找原因并纠正。

4）个人剂量监测

根据本项目的特点，有关个人剂量监测应包括外照射剂量监测和内照射剂量监测。

（1）外照射剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月 6 日起施行；环境保护部令第 47 号修正，2017 年 12 月 20 日施行）的要求，对辐射工作人员所受辐射剂量进行控制，对所有在职辐射工作人员进行个人剂量监测，并按规定周期送检。

本项目为每个放射性作业人员均配备个人剂量计，工作人员严格按照要求佩戴，每季度（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月）委托有资质的单位负责测定一次，并建立个人健康档案。职业照射个人剂量档案终生保存。

（2）内照射监测

为了评价工作人员的受照程度和工作环境的安全，原子高科华北医药有限公司定期对工作人员进行内照射剂量监测，并建立个人健康档案。空气中存在 ^{131}I 的工作场所，至少每个月用体外测量方法监测甲状腺一次；其他有职业内照射的情况可 3~6 个月监测一次。职业照射个人剂量档案终生保存。

5）事故监测

事故应急监测项目、监测点位、监测频次等，根据事故发生性质、时间、可能污染范围等因素综合确定，及时进行有关项目追踪监测，取得事故现场监测数据和有关资料，并进行事故评价，将结果上报到相关政府主管部门。

7.3.3测量方法及仪器设备

1）采用国家规定的监测分析方法。

2）辐射测量分析仪器设备探测下限应符合规定的要求。

3）测量分析仪器设备，使用前进行严格调试和校准工作，确保测量结果的可靠性。

4）辐射监测记录和结果报告根据有关规定的要求和内容进行完成。

7.3.4监测机构及设备配置

原子高科华北医药有限公司不单独设立监测机构，由辐射安全与环境管理机构相关人员兼任，并设置专职人员辅助完成监测计划。本项目配备的主要设备见表 7.3-6。

表 7.3-6　拟配备监测仪器情况表

序号	设备名称	数量	单位	备注
一、同位素药品生产厂房（一）				
卫生出入口				
1	手脚沾染监测仪（出口控制）	1	台	测量范围满足：0~2500cps（α 通道）； 0-20000cps（β/γ 通道）； 手部探测器：不小于 240mm×140mm(=ca.340cm²)；

				脚部探测器：不小于290mm×140mm(=ca.410cm²)。
钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器生产线				
1	α-β 表面污染监测仪	5	台	探测器：带有 ZnS 层的塑料闪烁体； 探测效率：α≥40%，β≥40%； 测量范围：0~9999cps。
2	移动式气溶胶监测仪	1	台	测量范围：α：1×10^{-2}~3.7×10^{6}Bq/m^3；β：1~3.7×10^{6}Bq/m^3； 能量范围：α：2MeV~10MeV； β：80keV~3.0MeV。
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	剂量率测量范围：0.05μSv/h~100mSv/h； 能量响应：27keV~7MeV。
小剂量系列药物生产线				
1	α-β 表面污染监测仪	3	台	探测器：带有 ZnS 层的塑料闪烁体； 探测效率：α≥40%，β≥40%； 测量范围：0~9999cps。
2	移动式气溶胶取样器	1	台	/
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	剂量率测量范围：0.05μSv/h~100mSv/h； 能量响应：27keV~7MeV。
排气烟道				
1	气溶胶取样装置	1	台	/
放射性工作区域				
1	固定式 x-γ 剂量率监测系统	2	套	16 探头； 能量响应：60keV~1.5MeV； 测量范围：0.1μSv/h~100mSv/h。
二、同位素药品生产厂房（二）				
卫生出入口				
1	手脚沾染监测仪（出口控制）	1	台	测量范围满足：0~2500cps（α 通道）； 0-20000cps（β/γ 通道）； 手部探测器：不小于240mm×140mm(=ca.340cm²)； 脚部探测器：不小于290mm×140mm(=ca.410cm²)。
碘[^{125}I]密封籽源生产线				
1	α-β 表面污染监测仪	2	台	探测器：带有 ZnS 层的塑料闪烁体； 探测效率：α≥40%，β≥40%； 测量范围：0~9999cps。
2	移动式气溶胶取样器	1	台	
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	剂量率测量范围：0.05μSv/h-100mSv/h； 能量响应：27keV~7MeV。
碘[^{131}I]系列药品生产线				

1	α-β 表面污染监测仪	5	台	探测器：带有 ZnS 层的塑料闪烁体； 探测效率：α≥40%，β≥40%； 测量范围：0~9999cps。
2	便携式 x-γ 剂量率仪	5	台	剂量率测量范围：0.05μSv/h-100mSv/h； 能量响应：27keV~7MeV。
3	移动式气溶胶监测仪	2	台	测量范围：α：1×10^{-2}~3.7×10^{6}Bq/m^3；β：1~3.7×10^{6}Bq/m^3； 能量范围：α：2MeV~10MeV； β：80keV~3.0MeV。
排气烟道				
1	气溶胶连续监测系统	1	套	/
放射性工作区域				
1	固定式 x-γ 剂量率监测系统	2	套	16 探头； 能量响应：60keV~1.5MeV； 测量范围：0.1μSv/h~100mSv/h。
2	固定式 x-γ 剂量率监测系统	1	套	8 探头； 能量响应：20keV~10MeV； 测量范围：0.01μSv/h~10mSv/h。
三、质检中心				
卫生出入口				
1	手脚沾染监测仪（出口控制）	2	台	测量范围满足：0-2500cps（α 通道）； 0-20000cps（β/γ 通道）； 手部探测器：不小于 240mm×140mm(=ca.340cm²)； 脚部探测器：不小于 290mm×140mm(=ca.410cm²)。
2	α-β 表面污染监测仪	2	台	探测器：带有 ZnS 层的塑料闪烁体； 探测效率：α≥40%，β≥40%； 测量范围：0~9999cps。
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	剂量率测量范围：0.05μSv/h-100mSv/h； 能量响应：27keV~7MeV。
4	便携式能谱仪	1	台	能量分辨率：NaI（Tl）探测器≤7.2%； 能量范围：30keV~3MeV； 剂量率量程范围：20nSv/h~30mSv/h； 探测器灵敏度：1100cps/μSv/h（^{137}Cs）。
5	移动式气溶胶监测仪	1	台	测量范围：α：1×10^{-2}~3.7×10^{6}Bq/m^3；β：1~3.7×10^{6}Bq/m^3； 能量范围：α：2MeV~10MeV； β：80keV～3.0MeV。
6	低本底 α、β 测量仪	1	台	探测器有效面积：不小于 20cm^2； 本底计数：超低本底，α 通道<0.1CPM； β 通道<0.9CPM； α 探测效率：^{241}Am≥40%，^{210}Po≥ 40%；

				β 探测效率：$^{90}Sr/^{90}Y$≥54%。
排气烟道				
1	气溶胶取样装置	1	套	/
放射性工作区域				
1	固定式 x-γ 剂量率监测系统	1	套	8 探头； 能量响应：60keV~1.5MeV； 测量范围：0.1μSv/h~100mSv/h。
四、容器清理车间				
卫生出入口				
1	手脚沾染监测仪	1	台	测量范围满足：0-2500cps（α 通道）； 0-20000cps（β/γ 通道）； 手部探测器：不小于 240mm×140mm(=ca.340cm²)； 脚部探测器： 不小于 290mm×140mm(=ca.410cm²)。
2	α-β 表面污染监测仪	2	台	探测器：带有 ZnS 层的塑料闪烁体； 探测效率：α≥40%，β≥40%； 测量范围：0~9999cps。
3	便携式 x-γ 剂量率仪	2	台	剂量率测量范围：0.05μSv/h-100mSv/h； 能量响应：27keV~7MeV。
放射性工作区域				
1	固定式 x-γ 剂量率监测系统	1	套	8 探头； 能量响应：20keV~10MeV； 测量范围：0.01μSv/h~10mSv/h。
五、外环境				
1	低本底 α、β 测量仪	1	台	探测器有效面积：不小于 20cm²； 本底计数：超低本底，α 通道<0.1CPM； β 通道<0.9CPM； α 探测效率：Am241≥40%，Po210≥ 40%； β 探测效率：$^{90}Sr/^{90}Y$≥54%。
2	高纯锗 γ 谱仪	1	台	晶体类型：P 型高纯锗，同轴型； 相对探测效率：大于 40%； 能量响应范围：40keV~10MeV； 能量分辨率：对 1.332MeV 峰（^{60}Co）： 1.8keV。
六、个人防护				
1	个人剂量计	250	套	热释光
2	个人剂量报警仪	60	台	X 射线或者 γ 射线能量响应：E＞25keV

7.3.5监测质量保证

1）质量保证的意义

建立测量分析质量保证体系，可以对监测分析全过程进行全面质量管理与控

制，确保监测分析数据的质量，为环保部门的管理和项目正常运行提供有效的、可靠的基础数据资料。

2）质量保证的目的

确保监测结果的重现性和准确性，排除其它因素对测量的干扰。

3）监测质量保证措施

（1）机构及人员配备

①建立质保机构

本项目由原子高科华北医药有限公司的辐射安全与环境管理机构统一对监测质量进行管理，其主要职责包括：负责该公司的监测计划管理、下达监测任务、监督检查监测工作；对从事放射性监测人员进行技术质保培训。

制定年度、季度和每月监测计划，监测结果应定期向当地生态环境部门报送监测结果。

②人员配备

公司设置专职管理人员 1 名，负责该公司监测质量保证方面的各项工作，并根据工作需要下设 2 名兼职工作人员。质保人员应由责任心强，善于管理，有一定业务知识，热心于质量工作的人员担任。

（2）监测质量保证措施

为了提高监测数据的准确性和可用性，采取了如下保证措施：

①每年定期将测量仪器、分析仪表送标准计量站进行检定，确保测量结果可靠性。建立仪器设备档案库，其资料长期保存。

②数据处理：采用统计检验方法进行数据统计处理，对异常数据谨慎处理，并记录在案。

③测量分析、数据记录及处理由二人进行复校、审核；计算结果由专人负责记录、核查、保存，并建立数据档案库，以便以后核对备查。

7.4 辐射事故应急

7.4.1 事故应急组织机构及职责

1）应急组织机构

原子高科华北医药有限公司成立应急指挥领导小组，事故时设现场应急指挥

小组，由质量部、生产运行部、安全部、生产保障部组成。其组织机构见图 7.4-1。

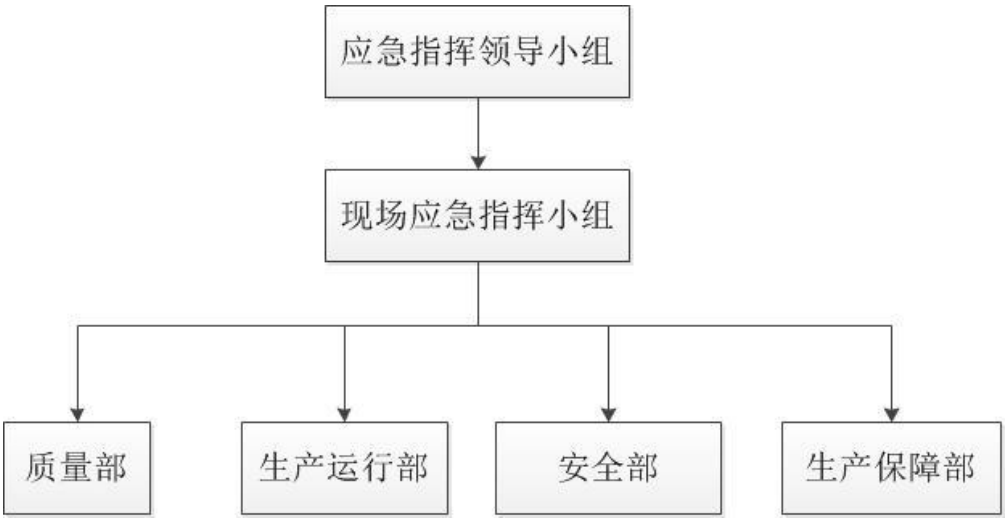


图 7.4-1　原子高科华北医药有限公司辐射应急组织机构图

应急指挥领导小组组长：总经理；

应急指挥领导小组副组长：安全负责人；

应急响应成员：安全员、生产运行部负责人、生产保障部负责人、质量部负责人。

2）各成员职责

（1）应急指挥领导小组组长和副组长

①贯彻落实国家有关应急管理的法律法规；

②指挥辐射事故发生时实施应急响应；

③负责与上级应急机构的联系；

④负责确认事故性质及类型；

⑤保障实施应急响应所需的资源。

（2）安全部

①负责应急预案的编制和修改；

②协助应急指挥实施应急响应；

③负责辐射监测设备的管理；

④负责对员工进行有关应急工作的培训；

⑤负责发生事故后向有关管理部门报告，负责事故报告的编写和上报工作。

⑥负责制定所在辐射事故的辐射监测计划；

⑦负责监测事故点周围的辐射水平和污染水平，并划定应急行动时的隔离区域；

（3）生产运行部

①在发生辐射事故时，协助应急指挥实施应急响应；

②协助放射性物质污染事故的清污和污染物处理工作。

（4）生产保障部

①负责储备物资等；

②负责事故应急处理期间的安全保卫工作。

7.4.2 应急报告及联络方式

辐射事故发生后安全员接到报告后先将事故进行分级，按预案对事故进行先期处理并报告给上级领导，报告中要说明事故的等级、污染物的种类、先期处理结果，然后经安全部经理的指示进行后续的放射事故处理操作。

应急联系方式：

总经理：高松　　电话：17777868150

相关部门负责人

生产保障部负责人：郭海波　　电话：13811367968

安全部救援组负责人：樊红强　　电话：13611138029

涿州市生态环境局：0312-3853008

保定市生态环境局：0312-3010939

河北省生态环境厅：0311-87802213；12369

生态环境部华北核与辐射安全监督站：18810250510

7.4.3 应急响应

1）应急响应等级

根据突发事故的严重性、造成后果、影响范围等因素，结合公司实际，对安全生产事故实行三级应急响应：

（1）三级：预警级，本级别可能涉及到的情况包括：少量放射性物质泄漏，污染范围不超过厂房、车间边界；场所发生火灾或进水，但不危及放射性物质安全，不会引起放射性物质次生或衍生事故；危险化学品发生事故，但事故并未超

出厂房、车间边界。本级别中没有人员在事故中受伤或接受超过国家限值的照射。

（2）二级：厂区级，本级别包括较多放射性物质泄漏，造成厂区内环境污染，但污染不涉及场外；放射性工作场所内失火或进水，危及到放射性物质安全，放射物质污染范围扩大到厂房、车间外厂区内。

（3）一级：场外级，本级别主要特点是放射性危害已经扩散到厂区边界外，需要取得外部救援，请求地方政府启动应急预案。

2）应急响应程序

应急响应程序见图 7.4-2。

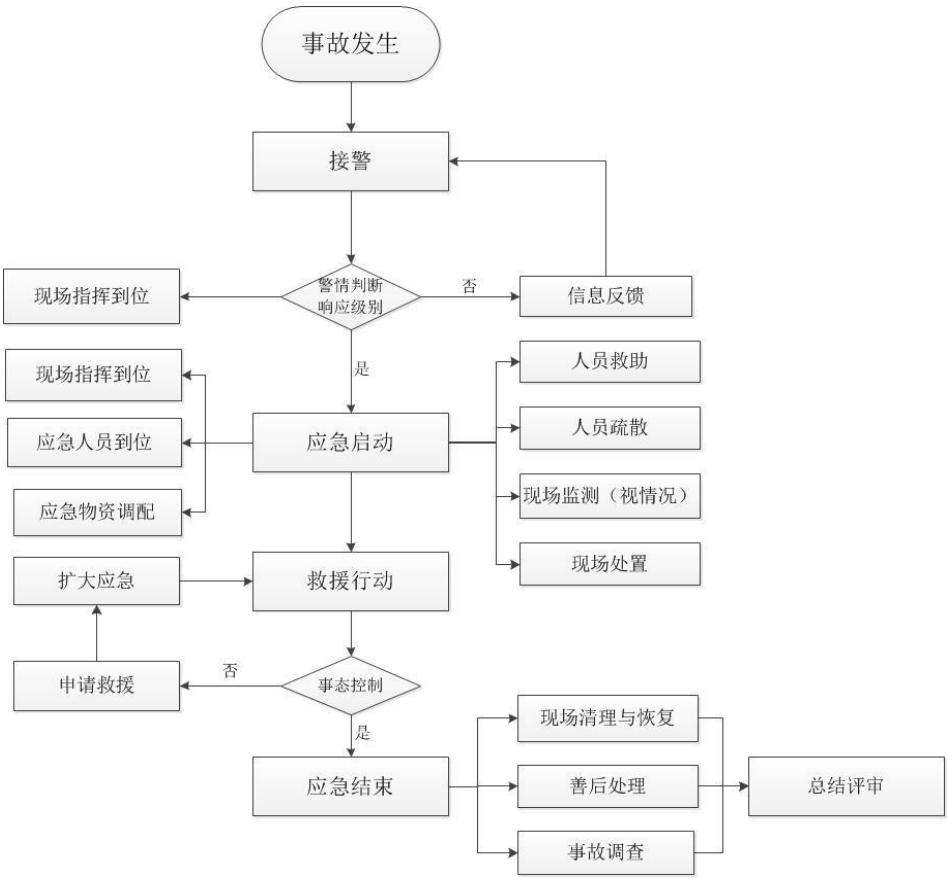


图 7.4-2　应急响应程序流程图

3）应急处置及应急结束

应急程序启动后，由应急领导组长判定事故性质，启动相应的专项应急程序，当事故连带涉及多种类型事故时，还应启动多个专项应急程序，现场处置程序按照专项应急预案规定的程序执行。

当事故得到有效控制时，由应急领导组长决定应急结束，应急结束一般因事

故类型不同而异，基本原则是事故得到有效的控制，环境符合有关标准，次生、衍生事故消除，如：现场污染已控制、发生火灾已经扑灭、放射性污染源不再继续释放等。事故结束后，应急领导组指定责任部门完成以下事项：

（1）事故发生部门按有关规定向上级主管部门报告事故发生、发展、应急救援等情况；

（2）事故发生部门做好事故现场保护和原始资料收集工作，向事故调查组移交相关资料，得到事故调查组同意后，方可开始恢复重建工作；

（3）应急领导组组织编写应急救援工作总结报告，上报相关主管部门，应急总结报告应作为应急预案评审维护的重要资料。

7.4.4 应急保障措施

1）应急队伍保障

（1）加强对各专业组应急能力的建设，通过日常技能培训和模拟演练等手段提高各类人员的业务素质、技术水平和应急处置能力。

（2）依据事故程度，可及时向消防、安监环保、医疗等部门寻求救援。

2）应急物资装备保障

依据本预案应急处置的需要，建立健全公司应急物资储备为主和社会物资为辅的应急物质保障体系，完善应急物资储备的区域联动机制，做到公司应急物质资源共享、动态管理。在应急状态下，由公司应急领导组统一调配使用。通常配备的应急物资装备有：大号镊子、手套、鞋套、口罩、铅板、活性炭防毒面具、滤纸、废物袋、废物缸、铅衣、铅围脖等。所有应急物品都放置在固定位置，其中耗材放在辐射防护应急箱中，铅衣、铅围脖、数字式污染仪等设备放在厂房、车间中规定的位置。应急耗材不能挪作他用。每半年对辐射防护应急箱中的物品进行检查，替换掉过期或无法使用的耗材，以保证使用。

7.4.5 应急管理措施

1）应急人员的培训

对应急人员进行培训，使其了解本人职责和应急状况下的应对措施。内容包括：

（1）了解掌握事故应急预案的内容；

（2）熟练和正确使用消防器具、监测设备、防汛物资以及防护、洗消用品；

（3）事故现场自我保护和监护的措施；

（4）事故发生时的处置程序等。

2）员工应急预案的宣贯

对全体员工进行本预案以及专项预案、现场处置预案的宣贯，使其了解事故发生后如何上报、展开自救和互救、撤离和疏散等方法。同时为避免事故发生，还应采取有效措施使员工掌握日常预防事故的主要方法。

3）应急预案的演练

每年初制定应急演练计划，综合应急预案，专项应急预案，每年至少组织一次演练，现场处置方案每半年至少组织一次演练。

4）预案评估与修正

应急领导组应在演练后进行总结与评价，及时发现应急预案中存在的问题，并找到改进的措施。包括：对演练准备情况的评估；对预案有关程序、内容的建议和改进意见；对训练、防护器具、抢救设置等方面的建议；对领导决策的建议等。

5）应急预案的备案

应急预案经评审后，向中国同辐公司、国家生态环境部华北核与辐射监督站，原子高科股份有限公司、河北省保定市涿州市生态环境局备案。

7.4.6 小结

原子高科华北医药有限公司制定的《辐射事故应急预案》内容完善，切实可行，基本满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第 18 号令）中对应急预案内容的要求。

7.5 人员培训计划

原子高科华北医药有限公司拟通过两种方式积极完成人员培训计划，一方面拟派现有人员通过生态环境部组织开发的“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”，学习相关知识并参加考核，通过考核，取得上岗证；另一方面拟招聘已取得中级或高级辐射安全上岗证的人员工作，以满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部令 第 18 号）要求。针对关键岗位注册核安全

工程师的招聘工作同样采用上述方式，采取积极鼓励现有员工参加注册核安全工程师考试或通过招聘拥有注册核安全工程师证人员参加工作，以满足《关于规范核技术利用领域辐射安全关键岗位从业人员管理的通知》（国核安发[2015]40 号）的要求。

公司还计划组织辐射安全培训班，将邀请环保部门专家讲授法律、法规知识，邀请辐射防护专家讲授辐射防护知识，邀请从事辐照装置管理和运行的专家讲授放射性核素安全管理知识。每年公司委派人员参加 1~2 次环保部门组织的培训班。

7.6 辐射安全与环境管理计划

根据国家建设项目辐射安全与环境保护管理规定，认真落实各项手续。企业的辐射安全与环境管理计划主要包括：

1）项目建设前，委托评价单位进行环境影响评价工作；

2）严格施工监理，保证工程质量；

3）履行“三同时”手续；

4）生产装置投产试运行后，进行环保设施竣工验收；

5）定期检查维护设备；

6）配合监测单位做好监测工作；

7）定期组织工作场所及环境监测；

8）建立环境管理和环境监测档案；

9）操作人员的上岗培训。

7.7 原子高科华北医药有限公司从事放射性活动的技术能力分析

7.7.1 与环保部3号令对比分析

国家环境保护部 2008 年发布的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月 6 日起施行；环境保护部令第 47 号修正，2017 年 12 月 20 日施行）第十六条提出了使用放射性同位素的单位应当具备的八个条件，下面分别就提出的八点要求与原子高科华北医药有限公司所达到的条件进行对比，并给出是否符合要求的结论，本辐照装置具备的条件与“环保部第 3 号令”要求的对照检查情况如表 7.7-1。

表 7.7-1　环保部第 47 号令与原子高科华北医药有限公司所达到条件对照表

环保部第 47 号令要求	公司拟采取措施
（一）使用 I 类放射源，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，并有多名具有本科以上学历的专业技术人员。
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	公司配有足够数量的持放射工作人员证的工作人员及注册核安全工程师。
（三）使用放射性同位素的单位应当满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	各生产区均设有放射性废物暂存间，厂区设有清洁解控间。
（四）放射性同位素与射线装置使用场所有防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	人员出入口处设置放射性警告标志；且安装有工作状态指示灯。加速室内设有安全联锁系统，防止人员误入。
（五）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	手脚沾污监测仪 5 台，α、β 表面污染监测仪 19 台、移动式气溶胶监测仪 4 台、移动式气溶胶取样器 2 台、便携式 x-γ 剂量率仪 15 台，气溶胶流出物连续监测系统 1 套，气溶胶流出物取样装置 2 套，便携式 γ 能谱仪 1 台，固定式 γ 剂量率监测系统 7 套，低本底 α、β 测量仪 2 台、高纯锗 γ 谱仪 1 台，个人剂量计 250 套，个人剂量报警仪 60 台。
（六）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	有较完善的辐射安全与环境保护管理规章制度、安全操作规程、岗位职责、辐射防护措施、人员培训制度等。
（七）有完善的辐射事故应急措施。	有较完善的事故应急预案。
（八）产生废气、废液、固体废物的，还应具有确保废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或可行的处理方案。	本项目产生的废气、废液、固体废物均按照相关标准，采取了有效措施进行处理。

从以上对比可知：原子高科华北医药有限公司符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部第 47 号令）第十六条提出的八个应具备的基本条件，具备从事放射性活动的技术能力。

7.7.2 与环保部18号令对比分析

环保部《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部第 18 号令）第五条、第九条、第十二条、第十七条、第二十三条提出的要求见表 7.7-2。

表 7.7-2 环保部第 18 号令与原子高科华北医药有限公司所达到条件对照表

环保部第 18 号令提出的要求	公司拟采取措施
第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	放射性工作场所入口设置有电离辐射警示标识、安全联锁、报警装置或者工作信号，防止人员受到意外照射。
第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	每年委托有资质的单位对生产场所辐射水平进行监测，并出具监测报告；公司定期进行自主监测，并建立辐射环境自行监测记录或报告档案，妥善保存，以备主管部门的监督检查。
第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	依法对本单位放射性同位素生产与加速器工作的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报原发证机关。
第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	项目验收阶段，工作人员全部通过了环保部门认可的培训机构组织的辐射安全和防护培训。
第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	为拟从事放射性工作的人员建立个人健康档案，每季度送检个人剂量计一次，每年对从事放射性操作的人员至少进行一次健康体检。

从表 7.7-2 对比可知：原子高科华北医药有限公司符合《放射性同位素与射

线装置安全许可管理办法》（环保部第 18 号令）第五条、第九条、第十二条、第十七条、第二十三条提出的要求，具备从事放射性活动的技术能力。

7.8 环保设施“三同时”验收一览表

本项目投产后环保设施“三同时”验收一览表见表 7.8-1。

表 7.8-1 环保设施“三同时”验收一览表

类别	序号	治理对象	环保措施	效 果	验收标准
辐射		工作场所 γ 外照射和气溶胶	操作箱采用相应铅当量的屏蔽材料（详见“4.1.3 屏蔽措施”），并设置通风系统。	本项目职业工作人员受照剂量最大值为 3.07mSv/a；公众人员受照剂量最大值为 <1.25×10^{-2}mSv/a	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射性药物生产场所辐射安全设计要求》（T/CIRA-5-2019）：职业工作人员的剂量约束值取 5mSv/a，公众剂量约束值取 0.1mSv/a
安全系统		1）辐射工作场所外张贴警示标志、安装工作指示灯； 2）防护门内、外设置固定式剂量监测探头； 3）工作制度、操作规程张贴上墙； 4）生产厂房内外设视频监控。		确保工作人员安全	环保部第 47 号令
		手脚沾污监测仪 5 台，α、β 表面污染监测仪 19 台、移动式气溶胶监测仪 4 台、移动式气溶胶取样器 2 台、便携式 x-γ 剂量率仪 15 台，气溶胶流出物连续监测系统 1 套，气溶胶流出物取样装置 2 套，便携式能谱仪 1 台，固定式 γ 剂量率监测系统 7 套，低本底 α、β 测量仪 2 台、高纯锗 γ 谱仪 1 台，个人剂量计 250 套，个人剂量报警仪 60 台。			
废气	1	同位素药品生产厂房（一）	通风橱配活性炭吸附+高效过滤器+1 根 26m 排气筒外排	HCl＜ 30mg/m^3；TVOC＜ 100mg/m^3；NOx＜ 240mg/m^3；	HCl、TVOC 排放满足《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823-2019）中表 2 大气污染物特别排放限值；NO_x 排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 新污染源大气污染物排放限值
	2	同位素药品生产厂房（二）	1 套除碘过滤机组（活性炭吸附装置）及 1 套高效过滤系统+1 根 18m 排气筒		
	3	质检中心	通风橱配活性炭吸附+高效过滤器+1 根 26m 排气筒外排		
	4	容器清理车间	1 套高效过滤系统+1 根 18m 排气筒		
废	1	职工生活污水	经化粪池预处理后，经污水管网	pH6~9；	

水		（综合科技楼、动力车间、仓储中心）	排入松林店污水处理厂	COD500mg/L；$BOD_5$250mg/L；SS300mg/L；TN65mg/L；NH_3-N45mg/L；TP5mg/L；总β放射性10Bq/L	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表1及表4三级标准及松林店污水处理厂进水水质要求
	2	循环冷却系统排污水	经污水管网排入松林店污水处理厂		
	3	职工生活污水（其它厂房）	经化粪池处理后，排入槽式排放池，经污水管网排入松林店污水处理厂		
	4	制水系统排污水	排入槽式排放池（3个100m³），定期检测，合格后经污水管网排入松林店污水处理厂		
	5	淋浴废水、洗衣废水、质检中心废水			
	6	工艺清洗水（非放射性）			
	7	工艺清洗水（放射性）	暂存于废液暂存罐（8个3m³及2个1m³及4个500L的不锈钢容器及若干其他容器）定期检测，经检测合格后经污水管网排入松林店污水		
固废	1	各生产线及质检中心产生的放射性固废及排风系统过滤器芯	2间废物暂存间、1间清洁解控间、屏蔽容器若干	—	满足屏蔽要求
	2	危险废物 废化学试剂及包装	装密封容器（塑料桶、防渗编织袋、铁桶等），在试剂库一楼危废品暂存间暂存，交由有相应资质的单位处置	—	满足环保要求
		危险废物 清洗废液		—	
		危险废物 解控废活性炭		—	
		危险废物 解控废树脂		—	
	3	一般工业固体废物 原料包材	外售资源化利用	—	满足环保要求
		一般工业固体废物 制水废滤芯等	送环卫部门指定地点处置	—	
		一般工业固体废物 灭活培养基	送环卫部门指定地点处置		
	4	生活垃圾	交当地环卫部门处置	—	满足环保要求
	5	餐厨垃圾	交由有相应资质的餐厨垃圾收集企业运输处置	—	满足环保要求

噪声	厂界噪声	厂房建筑隔声、加装减振基础、配套消声器等	厂界噪声： 昼间＜65dB(A) 夜间＜55dB(A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类区标准
地下水、土壤	防渗措施	分区防渗：事故池、槽式排放池、消防水池混凝土强度为 C30，结构厚度 250mm，混凝土抗渗等级为 P8；试剂库危废品暂存间防渗层为 120mm 厚 C25 混凝土+2mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-10}cm/s。危废品暂存间以外的区域地面为 80mm 厚 C15 混凝土+1.5mm 厚聚合物防水涂料+50mm 厚 C30 混凝土添加液体渗透剂，渗透系数≤10^{-7}cm/s。		《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单
环境风险		编制环境风险事故应急预案，在建设项目投入生产前，按照企业环境应急预案首次备案的要求，在当地环保行政主管部门进行备案		/

第八章　利益-代价简要分析

8.1 利益分析

同位素药品作为新兴药品产业的重要组成部分，由于其具有安全、简便、不成瘾、疗效好、并发症少等优点在国外发达国家得到了迅速发展。据报道，美国同位素药品年销售额已达到数十亿美元。在国内，虽然同位素药品的诊断起步较早，但同位素药品用于治疗却较晚，与国外同行业相比，还有很大差距。因此，国内同位素药品将会有很大的市场发展前景。

涿州地处京津冀“一小时经济圈”的黄金节点，连通国内南北方交通要塞，具有巨大的同位素药品需求市场，项目的建设可为区域经济带来巨大的发展空间。

8.1.1 经济效益

我国人口众多，同位素药品市场很大。例如：对用于甲状腺功能检查，甲亢、甲癌治疗的碘[^{131}I]化钠口服溶液来说，许多医学专家认为 ^{131}I 是目前治疗甲状腺疾病的唯一特效药品都将其作为治疗甲状腺疾病的首选药品。据调查，我国男性甲亢的发病率为 1.0%，女性甲亢的发病率为 1.3%。按我国目前 13 亿人口计算，至少每年甲亢患者人数在 1300 万人左右，而目前有条件接受 ^{131}I 核素治疗的人数约为总患者的 2%。随着人民收入水平的提高，健康意识的增强，将会有越来越多的甲状腺疾病患者接受 ^{131}I 治疗，尤其是近年来，更多医院开展 ^{131}I 核素治疗甲癌业务，^{131}I 的使用量将会在现有基础上大幅增加，其市场潜力更为广阔。

经计算，本项目运营年均利润总额为 16321.23 万元，年均所得税 4080.31 万元，年均净利润 12240.92 万元。

8.1.2 社会效益

同位素药品生产项目生产放射性同位素药品是为满足周边地区各医院对放射性同位素药品的及时性需求，提高对核医学用户的服务水平，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。项目竣工营运以后，为京津冀周边地区病人和医护人员提供一个充足、及时的药品供给，具有明显的经济效益和社会效益。该项目为接受治疗的个人和给社会所带来的利益远大于其引起的辐射影响。

8.2 代价分析

1）本次总投资 71869.26 万元，其中环保投资 1509.25 万元，占本次总投资的 2.1%，本项目环保措施投资是合适的、充分的。

2）拟建项目正常运行时，职业工作人员和公众接受的最大个人年有效剂量分别小于本次评价确定的剂量约束值要求。

综上所述，从社会效益和经济效益的角度来看，本项目是可行的。

8.3 辐射实践的正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于辐射防护“实践的正当性”要求，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

综上所述，本项目生产的同位素药品用于临床核医学诊断及治疗可以达到一般非放射性治疗方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，项目竣工营运以后，为京津冀地区病人和医护人员提供一个充足、及时的药品供给，具有明显的经济效益和社会效益。

因此，本项目为接受治疗的个人和给社会所带来的利益远大于其引起的辐射影响，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

第九章　结论与建议

9.1 项目工程概况

9.1.1 项目简介

1）项目概况

项目名称：分子靶向诊疗药品生产基地项目

建设性质：新建

建设地点及用地性质：本项目位于河北涿州松林店经济开发区，用地性质为二类工业用地。

占地及建筑面积：本项目厂区占地面积为 85.8 亩（57199.92m^2），总建筑面积 45201.49m^2。

建设内容：质检中心；同位素药品生产厂房（一）；同位素药品生产厂房（二）；容器清理车间；综合科技楼（含展览室、档案资料室、厂区的行政办公室、厂区值班休息区、企业展览区和食堂餐厅等）、仓储中心、动力车间、试剂库、槽式排放池等。

建设规模：生产碘[^{131}I]化钠口服溶液 99900 件/年；生产碘[^{131}I]化钠治疗胶囊 133200 粒/年；生产碘[^{131}I]化钠诊断胶囊 666000 粒/年；生产碘[^{131}I]苄胍注射液（诊断/治疗）33300 件/年；生产钼[^{99}Mo]-锝[^{99m}Tc]发生器 200000 件/年；生产磷[^{32}P]酸钠盐口服溶液 10000 件/年；生产来昔决南钐[^{153}Sm]注射液 25000 件/年；生产镥[^{177}Lu]系列药物 4000 件/年；生产碘[^{125}I]密封籽源 3750000 粒/年及配套非放辅材。

劳动定员及工作制度：劳动定员 300 人（生产及辅助人员 200 人，技术人员 50 人，管理人员 50 人），年工作天数 250d（50 周），每周工作 5d，1 班/d，8h/每班。

2）厂址适宜性

（1）涿州市常年主导风向 SSW 风；多年平均风速 2.4m/s，最大风速 21.0m/s。本项目厂址位于河北涿州松林店经济开发区，其下风向 5km 范围内无风景名胜区、自然保护区、文物古迹、学校等环境敏感区域，因此对本项目的建设无制约

因素。

（2）本项目拟建厂址处太行山山前冲洪积倾斜平原，厂址周围无不良地质作用，无影响建筑安全的地形、地貌，地层结构比较简单，拟建厂址稳定，适宜建筑。

（3）厂址及附近没有发震断裂构造及地震诱因，也没有滑坡、崩塌、液化、泥石流等地震稳定性灾害产生的条件。

（4）本项目拟建厂址周边 500m 范围内无易燃易爆物品储存场所，200m 范围内无高压输送线路。厂址周围动植物分布较少，主要为农田和田鼠等，无需要特别保护的动植物。

（5）本项目不在生态保护红线范围内，无需要特别关注的生态问题，并且本项目厂址占地面积较小，施工期较短，不会对周围生态环境产生不良影响。经分析，厂址无不良地质作用，建设条件良好。

3）产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本），本项目属于鼓励类第六项“核能”中第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”类项目，为鼓励类项目。

本项目不属于国家发展改革委、商务部印发的《市场准入负面清单（2020 年版）》（发改体改规[2020]1880 号）中规定的禁止准入类与许可准入类事项，为准入行业。

本项目不属于《关于印发河北省新增限制和淘汰类产业目录（2015 年版）的通知》（冀政办发[2015]7 号）中限制、淘汰类项目，属于允许类项目。

4）规划符合性分析

本项目选址位于河北涿州松林店经济开发区，该园区规划环评于 2018 年 6 月通过了河北省环保厅的审查，根据规划环评报告内容、审批意见、规划环评编制单位解释说明及专家咨询会意见，本项目选址合理。

5）与园区基础设施的衔接性

本项目的给排水、供气、供电、通讯等基础设施全部依托园区。建设单位于 2018 年 9 月与河北涿州松林店经济开发区管理委员会签订了合作协议，就中国同辐股份有限公司在河北涿州松林店经济开发区投资建设“分子靶向诊疗药品生

产基地项目”的建设内容、项目选址、土地出让、基础设施配套及建设要求等有关事宜达成了一致。

9.1.2 环境现状和环境保护目标

1）环境质量现状评价结论

本项目所在区域内无需特殊保护的地区、生态敏感与脆弱区及社会关注区。现状监测结果表明，厂址区域地表γ辐射空气吸收剂量率与保定市环境天然本底水平基本相当。

本项目厂址内、外土壤中α、β放射性比活度水平未见异常；土壤各项非放监测因子均可满足土壤土质标准，土壤环境质量整体良好。

本项目地下水监测点总α、总β活度浓度监测结果均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准要求；^{131}I 核素活度浓度未见异常；pH、氨氮、硝酸盐（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中 III 类标准的要求。

本项目依托的松林店镇污水处理厂排放口下游充分混合处地表水中总 α 放射性在 4.3×10^{-2}Bq/L 左右，总β放射性在 0.486~0.597Bq/L，未见异常。

本项目厂址内及上下风向空气中总 α、β 放射性比活度未见异常，^{131}I 样品的放射性比活度均低于气碘样品中 ^{131}I 探测下限。项目周围环境空气中可吸入颗粒物和总悬浮颗粒物均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求；二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳 24 小时平均浓度现状监测值及二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、臭氧 1 小时平均浓度现状监测值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。本项目拟建厂址周边区域环境质量 TVOC 和氯化氢的浓度均满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的要求。

本项目厂址及周围声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类区标准要求。

2）环境保护目标

根据工程性质及周围环境特征，本项目辐射环境及环境风险保护目标为：项目周边 500m 范围内主要人群，包括本厂职工、北侧及东北侧现有企业职工、东侧拟建企业职工；声环境保护目标为项目厂界声环境。

9.2 辐射安全与防护

1）工作场所分区

根据项目的特点，将本项目从事放射性操作的厂房、车间按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，根据放射性核素使用情况划分为控制区和监督区。

2）人流、物流

本项目生产区均划定了严格的人流、物流走向，防止人员受到不必要的照射及交叉污染。

3）辐射安全与防护措施

本项目放射性作业场所设置安全防范系统，防止人员盗窃；生产线各操作箱室均采用相应铅当量的防护材料进行屏蔽，产品采用适宜的防护包装，防止工作人员受到不当的外照射；各操作箱室及厂房、车间均采取合理的通风，降低工作人员内照射风险；各生产单元均采取了相应的表面污染防护措施，并且工作人员均配备了个人防护措施，确保人员辐射安全。

4）三废治理措施

本项目含碘废气采用除碘过滤机组进行净化，非含碘废气采用高效过滤系统进行净化，净化后分别经屋顶排气筒排放，净化效率可达 99.9%；含放射性废液及废水均暂存于专用容器内，当其放射性活度低于 10Bq/L 时，向政府主管部门申请清洁解控，符合条件后按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求排放；放射性固体废物分别在各操作箱采用屏蔽容器就地收集，经废物暂存箱室周转至生产线废物暂存间暂存衰变一定时间后，再转移至容器清理车间二层的清洁解控间贮存衰变，达到清洁解控水平后，向审管部门提出解控申请，由政府主管部门按相关规定操作执行。

同位素药品生产厂房（一）、同位素药品生产厂房（二），质检中心非放射性废气经通风柜排风系统过滤后引至排气筒排放。放射性工作人员淋浴废水暂存于

槽式排放池，当其放射性活度低于 10Bq/L 时，向政府主管部门申请清洁解控，符合条件后按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求经污水管网排入松林店镇污水处理厂；其他废水直接排入松林店镇污水处理厂。非放射性固体废物均妥善处置。

9.3 环境影响分析

1）放射性污染环境影响分析

本项目同位素药品生产厂房（一）工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：1.67×10^{-7}μGy/h～4.32μGy/h；同位素药品生产厂房（二）工作人员操作位置外照射剂量率水平范围为：5.83×10^{-1}μGy/h～5.51μGy/h。这两个生产厂房内工作人员操作位置的剂量率水平均不大于 7.5μGy/h，满足标准要求。生产线所在房间以外区域（走廊等）剂量率水平不大于 2.5μGy/h，满足相关要求。

本项目同位素药品生产厂房（一）工作人员外照射所致年有效剂量范围为 4.18×10^{-9}～1.15mSv/a；内照射所致年有效剂量为 5.41×10^{-1}～1.92mSv/a。同位素药品生产厂房（二）工作人员外照射所致年有效剂量范围为 1.05×10^{-2}～1.32mSv/a；内照射所致年有效剂量为 2.00×10^{-1}～1.33mSv/a。同位素药品生产厂房（一）工作人员在厂房内生产线以外区域受到的外照射附加有效剂量范围为：7.99×10^{-21}mSv/a～1.25×10^{-1}mSv/a；同位素药品生产厂房（二）在厂房内生产线以外区域受到的外照射附加有效剂量范围为：3.54×10^{-5}mSv/a～8.29×10^{-2}mSv/a。这两个生产厂房内、外照射所致工作人员年有效剂量总和仍低于 5mSv/a，满足剂量约束值的要求。

本项目质检中心工作人员位置外照射剂量率水平范围为 2.46×10^{-4}μGy/h~4.51μGy/h；工作人员外照射所致年有效剂量范围为：2.46×10^{-5}～1.08mSv/a，内照射所致年有效剂量为：7.54×10^{-5}～1.48mSv/a，满足本次评价确定的 5mSv/a 剂量约束值要求。

容器清理车间工作人员外照射所致年有效剂量范围为 4.42×10^{-9}～1.37mSv/a，满足 5mSv/a 剂量约束值要求。

检修人员在放射性工作场所及个人辐射防护措施达到环评要求的情况下，年有效剂量可低于 5mSv/a 的剂量约束值。

包装及发货人员的年有效剂量可低于 5mSv/a 的剂量约束值要求。

正常运行工况下，本项目放射性气溶胶致南侧果树苗木基地成年公众人员受照剂量最大，为1.22×10^{-2}mSv/a，低于公众年有效剂量限值0.1mSv/a的剂量约束值。放射性气溶胶致东南侧民房处幼儿受照剂量最大，为1.25×10^{-2}mSv/a，低于公众年有效剂量限值0.1mSv/a的剂量约束值。

正常运行工况下，本项目放射性核素外照射所致东侧厂区大门公众人员受照剂量最大，为1.80×10^{-13}mSv/a，低于公众年有效剂量限值0.1mSv/a的剂量约束值。

事故状态下，本项目放射性气溶胶致南侧果树苗木基地成年公众人员受照剂量最大，为 1.29×10^{-5}mSv/次，低于 0.1mSv/次的事故剂量限值。放射性气溶胶致东南侧民房处幼儿受照剂量最大，为 7.89×10^{-6}mSv/次，低于 0.1mSv/次的事故剂量限值。

2）非放射性污染环境影响分析

项目非放射性废水排放满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表1及表4三级标准和松林店污水处理厂进水水质要求，经市政污水管网排入松林店污水处理厂；正常状况下，项目采取了地下水污染防渗措施，污染源从源头上得到控制，不会对地下水产生影响；非正常状况下，项目槽式排放池发生泄漏后，经预测地下水中^{131}I核素、COD_{Mn}及NH_4-N未发生超标现象，对周围地下水影响较小。因此，项目对地下水环境的影响是可以接受的；项目产生的大气污染物主要为化学药品制剂生产过程中稀盐酸、稀硝酸配制产生的无机气态污染物和消毒与清洗使用的乙醇、丙酮挥发产生的有机气态污染物，经活性炭吸附装置+高效过滤器或高效过滤器处理后，满足相关标准要求高空排放；项目设备采取选用低噪声设备、利用厂房建筑隔声、加装减振基础、配套消声器等措施后，经预测计算厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类区标准要求，对区域声环境影响轻微；固体废物均得到妥善处置，职工生活垃圾等集中收集后运往环卫部门指定地点处置；职工食堂餐厨垃圾收集后由有相应资质的餐厨垃圾收集企业运输处置；制水工序产生的废滤芯、过滤器等送至环保部门指定地点处置。原料废包材外售综合利用；项目产生的危险废物收集后在试剂库危废品

间暂存，定期交由有资质单位处置。本项目试剂库、事故池和槽式排放池等采取了严格的防渗措施，不会因事故状况下废液、事故废水发生泄漏而下渗造成土壤污染，确保项目对区域土壤环境的影响处于可接受水平，项目对区域土壤环境影响是可接受的。项目在设计、建设和运行过程采取本环评提出的各项环境风险防范措施，制订并落实企业突发环境事件应急预案，在此前提下，该项目环境风险可控。

9.4 辐射安全管理

原子高科华北医药有限公司成立了相应的辐射安全与环境管理机构，职责到人，并制定较为完善辐射安全与环境管理措施。经与环保部 47 号令、18 号令提出的相关条件对比分析，该公司具备从事放射性活动的技术能力，同时制定相应的安全操作规程、岗位职责、人员培训、监测方案、应急预案等制度。因此，只要严格执行规定的辐射安全和环境管理制度，本项目的运行安全是有保障的。

9.5 公众参与

本项目参照《环境影响评价公众参与办法》，主要通过网络公示、报纸公示、现场张贴和问卷调查表方式进行。

本次公众参与收到公众意见表 82 份，有效 82 份，均为个人意见。调查结果表明：厂址周围民众普遍关心和支持当地的经济建设，表示项目的建设对当地经济的发展以及人民生活水平的提高能够起到积极的促进作用，周围民众对项目的建设予以肯定，没有人持反对意见。同时建设单位应确保各项环保设施正常运行，力争将对环境的不利影响降低到最小，在保障公众利益的基础上发挥项目应有的经济效益和社会效益。

9.6 结论与建议

9.6.1 总结论

综合以上分析，原子高科华北医药有限公司分子靶向诊疗药品生产基地项目符合国家产业政策，厂址选择合理，运营过程中产生的污染物均采取了有效的防治措施。项目运营过程中对大气环境、水环境、声环境等影响是满足标准要求的，项目环境风险可控，工作人员职业照射剂量和公众的照射剂量满足剂量约束值的要求，项目具有明显的经济效益、环境效益。因此，从环境保护和辐射防护角度

来讲，本项目的实施是可行的。

9.6.2 建议

1）本项目严格执行工程基本建设程序和“三同时”制度，对重点工程做到精心设计和施工，确保工程质量和发挥设施的功能。

2）项目运行时，严格执行各项环境保护和辐射防护措施，尽可能降低项目运行过程中对环境造成的影响。

3）严格执行项目规定的各项安全和环境管理制度，做到有效实施。

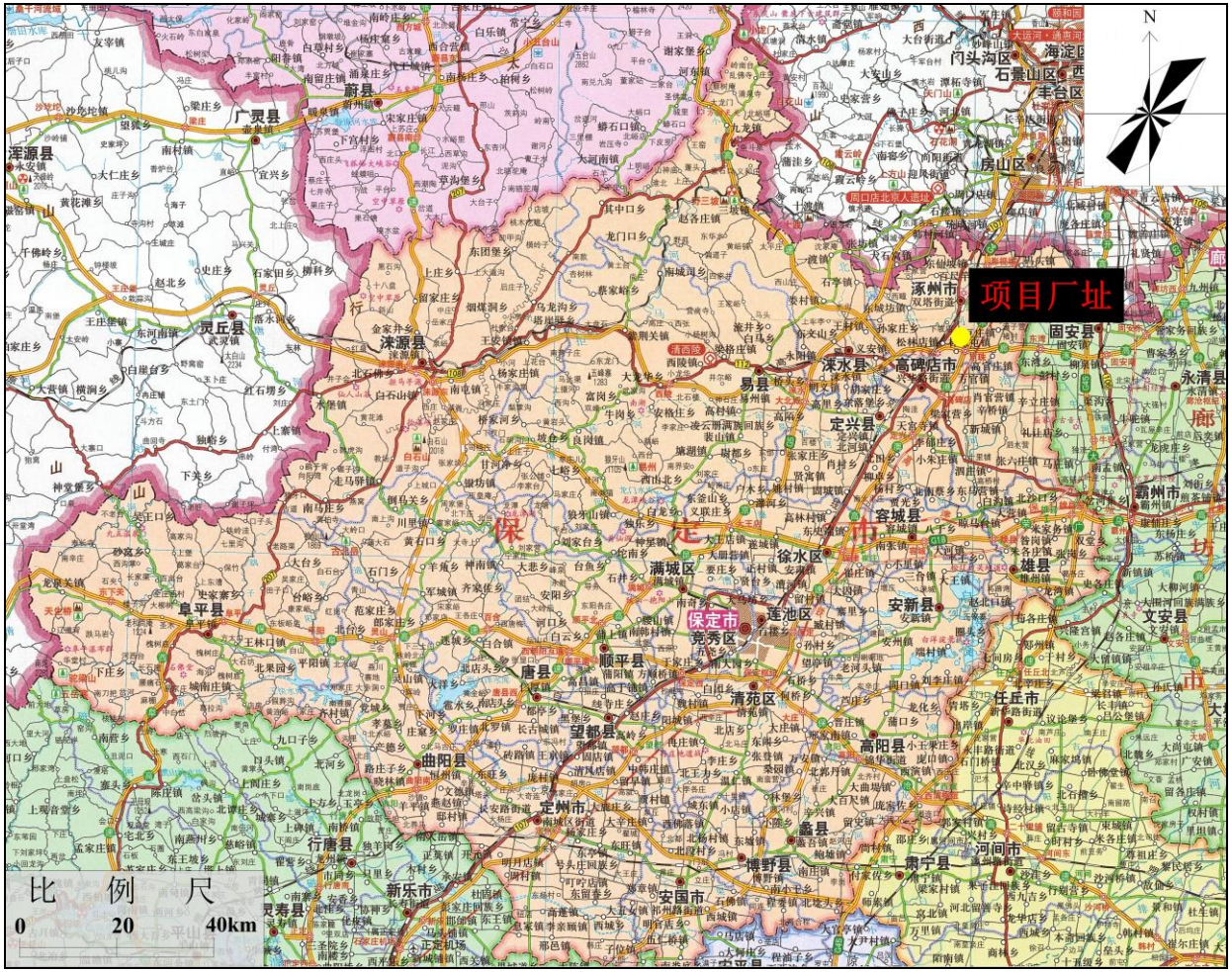
4）定期对从事放射性操作的工作人员进行培训和个人剂量监测，并进行记录、存档。

5）加强辐射安全与环境保护方面的宣传，做好与当地公众的沟通工作；

6）退役前，原子高科华北医药有限公司应按照相关法律法规要求编制项目退役环境影响评价文件，送有关部门审批；退役过程中，按照相应程序和要求办理退役手续，经主管部门批准后实施退役。

附图：

附图一：项目地理位置图
附图二：项目周边关系示意图
附图三：厂区总平面布置图
附图四：综合科技楼一层平面布置图
附图五：综合科技楼二层平面布置图
附图六：综合科技楼三层平面布置图
附图七：综合科技楼四层平面布置图
附图八：质检中心一层平面布置及人流物流图
附图九：质检中心二层平面布置及人流物流图
附图十：质检中心三层平面布置及人流物流图
附图十一：质检中心四层平面布置及人流物流图
附图十二：同位素药品生产厂房（一）一层平面布置及人流物流图
附图十三：同位素药品生产厂房（一）二层平面布置及人流物流图
附图十四：同位素药品生产厂房（二）一层平面布置及人流物流图
附图十五：同位素药品生产厂房（二）二层平面布置及人流物流图
附图十六：容器清洗车间一层平面布置及人流物流图
附图十七：容器清洗车间二层平面布置及人流物流图
附图十八：容器清洗车间三层平面布置及人流物流图
附图十九：仓储、动力车间、试剂库一层及负一层平面布置图
附图二十：仓储、动力车间、试剂库二层及夹层平面布置图
附图二十一：同位素药品生产厂房（一）一层分区图
附图二十二：同位素药品生产厂房（二）一层分区图
附图二十三：同位素药品生产厂房（二）二层分区图
附图二十四：质检中心一层分区图
附图二十五：质检中心三层分区图
附图二十六：质检中心四层分区图
附图二十七：容器清理车间一层分区图
附图二十八：容器清理车间二层分区图
附图二十九：同位素药品生产厂房（一）一层通风图
附图三十：同位素药品生产厂房（一）二层通风图
附图三十一：同位素药品生产厂房（二）一层通风图
附图三十二：同位素药品生产厂房（二）二层通风图
附图三十三：质检中心一层通风图
附图三十四：质检中心三层通风图
附图三十五：质检中心四层通风图
附图三十六：容器清理车间一层通风图
附图三十七：容器清理车间二层通风图



附图一　项目地理位置图