核技术利用建设项目

四川海同同位素科技有限公司

医用同位素生产线GMP能力提升项目

环境影响报告书

（公示本）

四川海同同位素科技有限公司

二〇二五年十月

生态环境部监制

第一章 概 述

1.1 项目名称、地点

1.1.1 项目名称

项目名称：医用同位素生产线 GMP 能力提升项目。

建设单位：四川海同同位素科技有限公司。

建设性质：改扩建。

1.1.2 建设地点

项目建设地点位于夹江核技术应用产业园内（四川省乐山市夹江县木城镇）。中心位置为东经 103°28′，北纬 29°46′。厂址距乐山市 36.5km，离夹江县城 10.5km，东侧距青衣江 1.5km。四面环山，西北 6.6km 处为大旗山，海拔 1095m；西南 9km 处为黑包山，海拔 1266m。项目地理位置见附图 1。

1.2 项目概况

1.2.1 建设单位概况

四川海同同位素科技有限公司（以下简称“四川海同”）为中国核动力研究设计院全资子公司-成都核总核动力研究设计工程有限公司依法出资设立的控股子公司，成立于 2022 年 4 月 28 日，统一社会信用代码为 91511126MA7MJC6T17。公司由成都核总核动力研究设计工程有限公司、共青城金智银核创业投资合伙企业、四川天府弘威军民融合产业发展股权投资基金合伙企业、四川核力高新科技发展有限公司等共同出资组建。

四川海同生产经营地点位于夹江县木城镇夹江核技术应用产业园，临近核动力院放射性研发基地，距离核动力院一号点厂区 2km，可通过现有内部道路直接通行。为促进项目健康有序发展，推动国家同位素发展战略，核动力院作为控股母公司，将充分发挥院夹江区域现有放射性三废处理设施的处理能力，保障四川海同的正常经营。

四川海同已于 2024 年 11 月 22 日取得生态环境部核发的辐射安全许可证（国

环辐证[00549]，有效期至 2029 年 11 月 21 日），许可范围为：生产、销售、使用非密封放射性物质（11 种放射性核素），甲级非密封放射性物质工作场所。

截止目前，四川海同已完成镥-177、钇-90、镭-223、碳-14、碘-125、磷-32、铼-188、钬-166 等 8 条医用同位素生产线的建设，具备同位素产品的生产能力。现已完成镥-177 医用同位素的 13 批次生产，具备正式供应市场能力。

1.2.2 项目由来

GMP（Good Manufacturing Practice of Medical Products，GMP）是指良好操作规范，一般指药品、医疗器械、化妆品、原料药、药用辅料、药品包装材料、食品的生产质量管理规范；狭义的 GMP 是指国家药监颁布的《药品生产质量管理规范》，是药品生产和质量管理的基本准则。近年来，下游药企对其放射性药物的原料即医用同位素的质量管理要求不断提升，明确镥-177 参照普药原料药进行 GMP 管控，虽然四川海同公司同位素生产线的主体建筑结构和关键设施符合 GMP 基本要求，但局部细节仍与 GMP 规定有不符之处。为了确保镥-177 等主要客户的订单，四川海同必须参照 GMP 对原料药的规定进行局部改造，确保通过药企客户的相关审计、关联注册申报等，获得市场竞争优势。

为此，四川海同编写了《同位素及药物国家工程研究中心中试基地医用同位素生产线 GMP 能力提升项目项目建议书（代可研）》，拟实施医用同位素生产线 GMP 能力提升项目，对四川海同的同位素及药物研制大楼中试楼的质检区和洗衣整衣区进行局部的改造优化，提升 GMP 水平和分析检验能力。本次改造不影响原有产能，建成后将满足药品生产质量管理体系对于医用同位素生产和质量检验要求，切实提高产品质量，也可满足下游药企客户将镥-177 核素产品向监管部门提交关联注册申报的要求，进一步提升核动力院同位素产品的品质和市场竞争力，助推核动力院同位素产业的健康、长远发展。

本次医用同位素生产线 GMP 能力提升，拟对四川海同同位素及药物研制大楼中试楼一层放射性理化区、微生物质检区和洗衣整衣区进行改造，属于对现有甲级非密封放射性物质工作场所（中试楼）的改、扩建。按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》的要求，本项目需进行环境影响评价。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“第五十五项—172 条核技术利用建设

项目—甲级非密封放射性物质工作场所的改、扩建”，应编制环境影响报告书。为此，四川海同委托中国核动力研究设计院承担本项目的环境影响报告书编制工作（委托书见附件 1）。我单位接收委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《四川海同同位素科技有限公司医用同位素生产线 GMP 能力提升项目环境影响报告书》。

四川海同现有甲级非密封放射性物质工作场所主要是中试楼，生产、使用、销售 I-125、P-32、Lu-177、Ra-226、Ac-227、Ra-223、Sr-90、Y-90、W-188、Re-188、Ho-166 等 11 种医用放射性同位素原料。该甲级非密封放射性物质工作场所于 2022 年 8 月 15 日取得了四川省生态环境厅关于该项目的环评批复文件（川环审批[2022]90 号，详见附件 2），于 2024 年 11 月 22 日取得辐射安全许可证，于 2025 年 6 月完成竣工环保验收。

1.2.3 项目基本情况

1.2.3.1 现有甲级非密封放射性物质工作场所情况

四川海同现有甲级非密封放射性物质工作场所主要是中试楼。中试楼为局部地下 1 层，地上 2 层、局部 1 层的建筑物，建筑物长×宽为：93.5m×43.9m，建筑高度为 16.95m，建筑占地面积约 4104m^2，建筑面积约 7141m^2。一层共布置 8 条同位素生产线，分别为 I-125 生产线、C-14 生产线、Lu-177 生产线、P-32 生产线、Ra-223 生产线、^{188}W-^{188}Re 发生器生产线、Y-90 生产线、Ho-166 生产线，其中 C-14 生产线暂未取得辐射安全许可证。一层设置 2 间理化实验室和制样间以及样品间，用于产品质检等过程，设置 1 间放射性阳性接种室和 1 间无菌室，用于后端产品进行细菌内毒素检测研究；二层设置 3 间放化实验室和 1 间标记实验室，分别用于开展相关放射性实验和医用放射性同位素标记与应用研究；设置 1 间放射性原料间和靶件制备间，主要用于放射性原料的暂存和靶件的制备。

现有甲级场所核素操作情况如下：

表1.2-1 中试楼辐射工作场所放射性同位素操作情况

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大操作量（Bq）	活动种类
碘-125 生产线	^{125}I				生产、使用、销售
磷-32 生产线	^{32}P				生产、使用、销售
镥-177 生产线	^{177}Lu				生产、使用、销售
镭-223生产线	^{226}Ra				生产、使用、销售
	^{227}Ac				
	^{223}Ra				
钇-90生产线	^{90}Sr				生产、使用、销售
	^{90}Y				
钨铼发生器生产线	^{188}W				生产、使用、销售
	^{188}Re				
钬-166 生产线	^{166}Ho				生产、使用、销售
一层理化实验室 1、2	^{125}I				使用
	^{32}P				使用
	^{177}Lu				使用
	^{223}Ra				使用
	^{90}Y				使用
	^{188}Re				使用
	^{166}Ho				使用
二层放化分析实验室 1、2、3	^{32}P				使用
	^{177}Lu				使用
	^{90}Sr				使用
	^{90}Y				使用
	^{188}Re				使用
	^{188}W				使用
	^{226}Ra				使用
	^{223}Ra				使用
	^{227}Ac				使用
	^{166}Ho				使用
制样间	^{125}I				使用
	^{90}Y				使用
	^{32}P				使用
	^{177}Lu				使用
	^{223}Ra				使用
	^{188}Re				使用
	^{166}Ho				使用
样品间	^{125}I				使用
	^{32}P				使用
	^{90}Y				使用
	^{177}Lu				使用

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大操作量（Bq）	活动种类
	^{223}Ra				使用
	^{188}Re				使用
	^{166}Ho				使用
阳性接种室	^{32}P				使用
	^{177}Lu				使用
	^{223}Ra				使用
	^{90}Y				使用
	^{188}Re				使用
	^{166}Ho				使用
放射性无菌室	^{32}P				使用
	^{177}Lu				使用
	^{223}Ra				使用
	^{90}Y				使用
	^{188}Re				使用
	^{166}Ho				使用
原料暂存和靶件制备间	^{226}Ra				使用
	^{90}Sr				使用
	^{90}Y				使用
二层标记实验室	^{125}I				使用
	^{32}P				使用
	^{177}Lu				使用
	^{223}Ra				使用
	^{90}Y				使用
	^{188}Re				使用

1.2.2.2 本次 GMP 能力提升情况

根据中试楼现有布局情况及 GMP 评估分析，中试楼一层质检区域需要进行局部的调整和优化，在现有生产能力及质检能力的基础上，通过本次改造提升 GMP 水平和分析检验能力，共计改造范围约 1400m^2，新增设备 19 台/套。本次改造范围不涉及 8 条同位素生产线。

本项目拟对中试楼一层辅助功能区进行局部优化，涉及优化的辅助区域为质检区和洗衣整衣区（位于中试楼最西侧）。其中质检区分为放射性理化区和微生物质检区两部分。放射性理化区包括理化实验室 1、理化实验室 2、制样间、样品间、缓冲间以及男女工作服间、常服间等；微生物质检区包括放射性阳性接种室、放射性无菌室、培养室、灭菌间、微生物检测间、洁具间以及卫生通过间（一更间、二更间、气闸室）等；洗衣整衣区为非放射性区域包括负压瓶及生理盐水制备间、洁具间、冷柱制备间、洗衣机房、整衣间、一更间、二更间、气闸室等。

详细改造内容如下：

（1）质检区改造

①对放射性理化区布局进行调整，将走廊改为气瓶间和样品接收、登记间；制样间改为制样间 1、制样间 2、传递间；样品间、理化实验室 1、理化实验室 2 保持不变；将女工作服间、常服间、缓冲间等房间改为稳定性室、物料分发间；将男常服间改为剂量管理常服间；男工作服间、缓冲间、淋浴间保持不变。改造后的放射性理化区共有 14 个房间，分别为气瓶间、样品接收、登记间、制样间 1、制样间 2、传递间、样品间、理化实验室 1、理化实验室 2、稳定性室、物料分发间、剂量管理常服间、工作服间、缓冲间、淋浴间。

放射性理化区涉及放射性操作的区域主要是样品接收、登记间、制样间 1、制样间 2、传递间、样品间、理化实验室 1、理化实验室 2、稳定性室、物料分发间，拟操作核素 I-125、P-32、Lu-177、Ra-226、Ac-227、Th-227、Ra-223、Sr-90、Y-90、W-188、Re-188、Ho-166 共计 12 种核素，日最大操作量、日等效最大操作量和年最大操作量详见表 1.2-2，活动种类为使用。

表 1.2-2 放射性理化区核素操作情况

场所	核素名称	主要工艺	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年操作批次	年操作量（Bq）	活动种类
放射性理化区	^{125}I	稀释、分样、检测					使用
	^{32}P						使用
	^{177}Lu						使用
	^{226}Ra						使用
	^{227}Ac						使用
	^{227}Th						使用
	^{223}Ra						使用
	^{90}Y						使用
	^{90}Sr						使用
	^{188}W						使用
	^{188}Re						使用
	^{166}Ho						使用

②对微生物质检区进行重新布局，将原洗衣整衣区域合并至微生物质检区，合并后的微生物质检区共有 37 个房间、分别为去污间、空压站、更衣间、穿洁净衣间、气锁间、阳性对照、灭活间、污物接收间、留样室、培养间 1、菌种间、准备区、培养间 2、无菌检查、洁具间、微生物限度、培养基贮存间、精密天平室、制样间、清洗间以及理化实验室（非放）。

微生物质检区涉及放射性操作的区域主要是阳性对照室、无菌检查室，拟操作核素 I-125、P-32、Lu-177、Ra-226、Ac-227、Th-227、Ra-223、Sr-90、Y-90、W-188、Re-188、Ho-166 共计 12 种核素，日最大操作量、日等效最大操作量和年最大操作量详见表 1.2-3，活动种类为使用。

表 1.2-3 微生物质检区核素操作情况

场所	核素名称	主要工艺	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年操作批次	年操作量（Bq）	活动种类
微生物质检区	^{125}I	无菌检查、接种、培养					使用
	^{32}P						使用
	^{177}Lu						使用
	^{226}Ra						使用

场所	核素名称	主要工艺	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年操作批次	年操作量（Bq）	活动种类
	^{227}Ac						使用
	^{227}Th						使用
	^{223}Ra						使用
	^{90}Y						使用
	^{90}Sr						使用
	^{188}W						使用
	^{188}Re						使用
	^{166}Ho						使用

（2）洗衣整衣区（非放射性区域）

对洗衣整衣区进行位置调整，将中试楼一层原西南侧卫生间、清洁间改为洗衣整衣区，改造后的洗衣整衣区共有 13 个房间，分别为灭菌间、清洗间、外清间、洁净衣分发、脏衣接收、洁净衣洗衣、洁净衣整衣、更衣间、穿洁净衣、气锁间、洁具间、备用间、外清间等。

1.2.2.3 改建后的甲级非密封放射性物质工作场所

本次 GMP 能力提升项目改建后的甲级非密封放射性物质工作场所各核素操作情况见表 1.2-4。

表1.2-4 改建后中试楼辐射工作场所放射性同位素操作情况

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大操作量（Bq）	活动种类
碘-125 生产线	^{125}I				生产、使用、销售
磷-32 生产线	^{32}P				生产、使用、销售
镥-177 生产线	^{177}Lu				生产、使用、销售
镭-223生产线	^{226}Ra				生产、使用、销售
	^{227}Ac				
	^{223}Ra				
钇-90生产线	^{90}Sr				生产、使用、销售
	^{90}Y				
钨铼发生器生产线	^{188}W				生产、使用、销售
	^{188}Re				
钬-166 生产线	^{166}Ho				生产、使用、销售
	^{32}P				使用

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大操作量（Bq）	活动种类
二层放化分析实验室1、2、3	^{177}Lu				使用
	^{90}Sr				使用
	^{90}Y				使用
	^{188}Re				使用
	^{188}W				使用
	^{226}Ra				使用
	^{223}Ra				使用
	^{227}Ac				使用
	^{166}Ho				使用
放射性理化区	^{125}I				使用
	^{32}P				使用
	^{177}Lu				使用
	^{226}Ra				使用
	^{227}Ac				使用
	^{227}Th				使用
	^{223}Ra				使用
	^{90}Y				使用
	^{90}Sr				使用
	^{188}W				使用
	^{188}Re				使用
	^{166}Ho				使用
微生物质检区	^{125}I				使用
	^{32}P				使用
	^{177}Lu				使用
	^{226}Ra				使用
	^{227}Ac				使用
	^{227}Th				使用
	^{223}Ra				使用
	^{90}Y				使用
	^{90}Sr				使用
	^{188}W				使用
	^{188}Re				使用
	^{166}Ho				使用
原料暂存和靶件制备间	^{226}Ra				使用
	^{90}Sr				使用
	^{90}Y				使用
二层标记实验室	^{125}I				使用
	^{32}P				使用
	^{177}Lu				使用
	^{223}Ra				使用
	^{90}Y				使用
	^{188}Re				使用

1.2.4 产业政策符合性

本项目为放射性药物生产研发项目，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于**鼓励类**第六项“核能”的第 4 条“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”。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）》（发改体该规〔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。

综上所述，本项目符合国家现行产业政策要求。

1.2.5 规划符合性分析

① 与地方发展规划的符合性

乐山市为了加快推动乐山市军民融合产业集聚化、规模化、高端化发展，促进军工经济与区域经济融合发展，制定了《乐山市军民融合产业基地发展规划（2016—2030）》，该规划产业定位为“发展以放射医疗设备和放射性药物、辐照加工、工业放射源及相关检测仪器仪表为主的核技术应用产业；以核电配套设备研发设计、民用核燃料、核电装备、模块化小型堆为主的核能产业；以高性能碳纤维复合材料、高性能陶瓷材料等为主的军民两用新材料产业”；本项目主要生产各类医用同位素，因此，本项目是符合《乐山市城市总体规划（2011-2030）》（2017版）相关规划要求的。

②与夹江核技术应用产业园规划的符合性

中共乐山市委、乐山市人民政府《关于加快推进“一总部三基地”建设的实施意见》（乐委发[2017]4 号）中，明确指出“一总部”：打造“总部经济、创新高地、现代新城”三位一体的总部经济聚集区；“三基地”：五通桥基地打造全省循环经济示范区，犍为基地打造全省临港产业示范区，夹江基地打造全省军民融合产业示范区。其中，“夹江基地”重点发展民用核燃料、医用同位素、核电装备、高性能复合材料及军工配套等产业。” 四川海同生产的 ^{125}I、^{14}C、^{177}Lu、^{223}Ra、^{90}Y、^{32}P、^{166}Ho、^{188}Re 等 8 条同位素生产线属于医用同位素应用，符合《关于加快推进“一总部三基地”建设的实施意见》文件的精神，同时项目的实施能够积极推进相关产业化进程。

本项目位于夹江核技术应用产业园内，园区于2019年编制完成《夹江核技术应用产业园规划环境影响报告书》，并取得了四川省生态环境厅《关于夹江核技术产业园规划环境影响报告书的审查意见》（川环建函[2019]57号）。该规划环评及其审查意见中明确了园区准入负面清单包括：①不符合国家环保法律法规、产业政策、环境标准、准入条件、列入国家产能过剩的项目；②贮存、生产危险化学品的企业；③核动力厂（核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等）；反应堆（研究堆、实验堆、临界装置等）；核燃料生产、加工、贮存、后处理；铀矿开采、冶炼；铀矿地质勘探、退役治理；伴生放射性矿产资源的采选等项目。本项目属于医用同位素的生产、使用及销售，符合入园要求。同时，该规划环评及其审查意见中明确：鼓励园区引入符合夹江县核技术应用产业园主导产业项目，园区规划以核技术应用产业为主导产业。重点发展放射性同位素研发及应用、密封放射源和放射性药物研发及生产、辐照加工、核仪器仪表和放射医疗设备研发设计及制造、核技术服务等相关产业的项目；鼓励发展主业的下游产业、循环经济项目中与区域规划实施不冲突的企业。

综上所述，本项目与国家产业政策、地方产业政策以及夹江核技术产业园规划均相符，项目符合区域相关规划。

1.2.6“三线一单”符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（以下简称《通知》），《通知》要求切实加强环境影响评价管理，落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”约束，建立项目环评审批与规划环评、现有项目环境管理、区域环境质量联动机制，更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量。本项目“三线一单”符合性分析如下：

① 生态保护红线

生态保护红线是指依法在重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等区域划定的严格管控边界，是国家和区域生态安全的底线，对于维护生态安全格局、保障生态服务功能、支撑经济社会可持续发展具有重要作用。

根据《四川省生态保护红线方案》（川府发[2018]24号），四川省生态保护红线总面积14.80万km2，空间分布格局呈“四轴九核”，分为5大类13个区块，

主要分布在川西高原山地、盆周山地的水源涵养、生物多样性维护、水土保持生态功能富集区和金沙江下游水土流失敏感区、川东南石漠化敏感区。

经与《四川省生态保护红线分布图》对照，项目不在生态保护红线范围内，因此符合严守生态保护红线的原则。

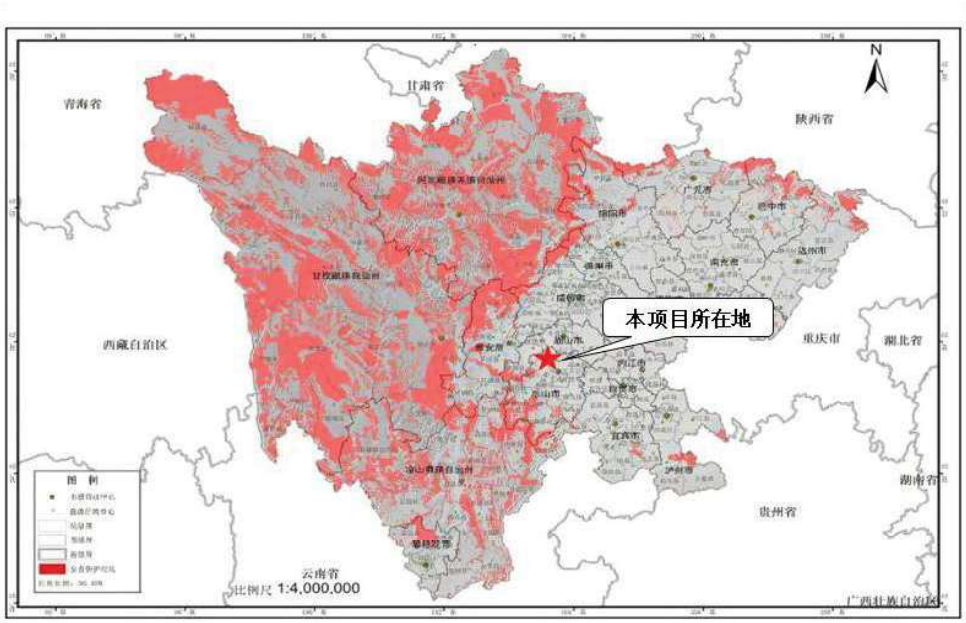

图 1.2-2 四川省生态保护红线分布图

② 环境质量底线

项目所在区域（乐山市夹江县）环境质量底线为：环境空气质量目标为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；地表水环境质量目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准；地下水环境质量目标为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准；声环境质量目标为《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

经现状调查，项目区域现状环境空气质量中所有污染物均符合环境空气质量标准，新建项目排放的废气主要为酸碱废气，且排放量较小，对区域环境贡献值较小，不触及环境空气质量底线；项目区域声环境质量现状均满足声环境质量目标；地表水环境质量达标，项目运营期生产废水收集暂存，不外排；生活污水处理后达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准排放。因此，本项目不会改变周围地表水环境质量。

综上，本项目对建设区域环境影响较小，不会改变区域环境功能类别，建设区域的环境质量是符合要求。

③ 资源利用上线

本项目主要消耗资源包括水资源、电能资源，消耗水资源、电能资源量相对较少；项目所在区域水、电资源丰富，项目用水、用电不会触及区域资源利用上线。

因此，项目建设符合区域资源利用上线。

④ 生态环境准入清单

根据查阅资料，根据《四川省国家重点生态功能区产业准入负面清单（第一批）》（试行）和《四川省重点生态功能区产业准入负面清单(第二批)》(试行)，项目不在生态红线内，未超出环境质量底线及资源利用上线，未列入环境准入负面清单内。

根据《关于印发<产业园区规划环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>和<项目环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>的通知》（川环办函〔2021〕469 号），在四川省“三线一单”数据分析系统中输入本项目经纬度坐标，生成的图见图 1.2-2。

图 1.2-3 四川省三线一单数据分析系统图

因此，本项目的建设是符合四川省“三线一单”相关要求的。

1.2.7 项目所在地周边环境简述

项目位于夹江核技术应用产业园西南侧，产业园一期用地范围内。场地东临园区规划的 7m 宽跃进渠景观便道，场地西南临园区 24m 宽同富路，同富路向南与中国核动力研究设计院一号点应急道路相接，同富路往西隔大堰溪为成渝环线高速公路（乐雅高速），与项目最近距离约 200m；成渝环线高速（乐雅高速）木

城高速路出口位于本项目北侧约 1km 处，同富路往北直接连接乐雅高速木城出入口。

据调查，产业园一期用地范围内原有的企业已拆迁完毕。除本项目外，产业园一期入驻企业有 4 家：项目东面约 50m 的中国核动力研究设计院配套工程（已建成）；项目北面紧邻的是成都纽瑞特医疗科技股份有限公司乐山分公司放射性药物创新与产业化基地夹江项目（在建），建设 ^{125}I、^{99}Mo、^{99m}Tc、^{90}Sr、^{90}Y、^{177}Lu 共 9 条医用同位素生产线以及配套公辅设施。紧临成都纽瑞特公司的是博雅新材核医学探测晶体材料生产项目（在建）。项目南面紧邻的是中国同辐放射源研发生产基地建设项目（在建），建设氚靶、氚光源、^{63}Ni 源、^{68}Ge/^{68}Ga 源、^{241}Am（^{238}Pu）低能光子源、^{241}Am/Be（^{238}Pu/Be）中子源、^{241}Am（^{238}Pu）α源、^{252}Cf 源、^{137}Cs 源、^{192}Ir/^{75}Se 源、α仪表源、β/γ仪表源等生产线以及其它辅助配套设施。

1.3 编制依据

1.3.1 国家相关法律

⑴《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；

⑵《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日实施；

⑶《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；

⑷《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日实施；

⑸《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日实施；

⑹《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日实施；

⑺《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日实施。

1.3.2 国家相关行政法规、条例

⑴《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2019 年 3 月 2 日；

⑵《放射性物品运输安全管理条例》，国务院令第 562 号，2010 年 1 月 1 日；

⑶《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日；

⑷《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施

行。

1.3.3 部门规章、规范性文件

⑴《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施；

⑵《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修正四）》，生态环境部部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起实施；

⑶《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起实施；

⑷《产业结构调整指导目录（2024 年本）》,国家发展和改革委员会令第 29 号。

⑸ 关于发布《放射性废物分类》的公告，环公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起实施。

1.3.4 技术规范和标准

⑴《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）；

⑵《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

⑶《开放型放射性物质实验室辐射防护设计规范》（EJ380-1989）；

⑷《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；

⑸《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89）；

⑹《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB11928-1989）；

⑺《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》（GB12711-1991）；

⑻《放射性同位素生产和加工中的辐射防护监测》（EJ748-1993）；

⑼《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

⑽《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

⑾《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2019）；

⑿《放射性物质运输包装质量保证》（GB/T15219-2009）；

⒀《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》(GB27742-2011)；

⒁《γ辐照装置的辐射防护与安全规范》（GB10252-2009）；

⒂《环境影响评价技术导则·总纲》（HJ2.1-2016）；

⒃《环境影响评价技术导则·大气环境》（HJ2.2-2018）；

⒄《环境影响评价技术导则·地表水环境》（HJ2.3-2018）；

⒅《环境影响评价技术导则·声环境》（HJ2.4-2021）；

⒆《环境影响评价技术导则·生态影响》（HJ19-2022）。

1.3.5 与项目有关的文件、资料

(1) 《医用同位素生产线 GMP 能力提升项目项目建议书（代可研）》，2025 年 7 月；

(2) 其他相关文件资料。

1.4 评价标准

1.4.1 放射性评价标准

1.4.1.1 剂量约束值

本项目正常运行期间对职业人员和公众中任何个人造成的有效剂量的约束值依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定："对任何工作人员的职业照射的剂量限值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，其中任何一年中的有效剂量不超过 50mSv；公众照射剂量限值是公众中有关关键人群组的成员所受到的平均个人年有效剂量估计值不超过 1mSv"。

本项目工作人员职业照射剂量约束值执行现有甲级场所的剂量约束值 10mSv/a，公众受照剂量约束值执行现有甲级场所的剂量约束值 0.1mSv/a，如下表所示。

表 1.4-1 辐射环境影响评价标准 单位：mSv/a

分类	GB18871-2002 基本限值标准	剂量约束值
职业照射	20	10
公众照射	1	0.1

1.4.1.2 工作场所的放射性表面污染控制水平

遵循《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，确定

工作场所的放射性表面污染控制水平如下表。

表 1.4-2 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位：Bq/cm²

表 面 类 型		α放射性物质		β放射性物质
		极毒	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区（该区内的高污染子区除外）	4	40	40
	监督区	0.4	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	0.4	0.4	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4

1.4.1.3 工作场所的外照射剂量率

参照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《放射性药物生产场所辐射安全设计要求》（T/CIRA-2019）中关于工作场所屏蔽要求，本次评价以从严为原则，确定本项目剂量率控制目标值如下：

屏蔽工作箱、手套箱、通风橱外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h；非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h； 非密封放射性物质辐射工作场所墙体外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。

1.4.2 非放射性评价标准

1.4.2.1 环境质量标准

⑴ 环境空气质量标准

环境空气质量标准执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

⑵ 地表水环境质量标准

地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水域标准。

⑶ 声环境质量标准

声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中划定的 3 类环境噪声限值标准，如表所示。

表 1.4-3 声环境质量标准

声环境功能区类别	环境噪声限值，L_{eq}（dB(A)）	
	昼间	夜间

3 类	65	55

1.4.2.2 污染物排放标准

本项目污染物的排放执行以下标准：

⑴ 大气污染物排放标准

废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

⑵ 水污染物排放标准

生活污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准。

⑶ 环境噪声排放标准

①施工期

项目建设施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的排放限值，具体值列入表 1.4-4 中。

表 1.4-4 建筑施工场界环境噪声排放限值 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

②运营期

项目运营期厂界环境噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类功能区标准，其控制标准列入表 1.4-5 中。

表 1.4-5 厂界环境噪声排放限值

厂界外声环境功能区类别	厂界环境噪声排放限值 L_{eq} dB(A)	
	昼间	夜间
3 类	65	55

1.5 评价等级

（1）大气环境

本项目营运期通风橱使用盐酸和硝酸等挥发性试剂会产生的少量非放废气，根据《环境影响评价技术导则·大气环境》(HJ2.2-2018)中大气评价工作分级方法确定评价工作等级，确定本项目大气环境影响评价工作等级为三级。

（2）地表水环境

本项目营运期非放废水主要为生产废水和生活污水。生活污水通过园区排水管网排入木城镇污水处理厂进行处置，生产废水收集后暂存，不外排。根据《环境影响评价技术导则—地表水环境》（HJ/T2.3-2018）规定，项目污水排放方式为间接排放，因此本次地表水评价级别为三级 B。

（3）声环境

本项目位于夹江核技术产业园内，属于《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 3 类声环境功能区，项目营运期噪声声源少，其主要噪声源为生活噪声（人群活动等）和设施噪声(公用设施)，其噪声值在 45～60dB(A)之间，经采取各种减降噪措施后，满足外环境的要求。项目建设前后评价区内敏感目标噪声级增高量在 3dB（A）以下（不含 3dB（A））。根据《环境影响评价技术导则－声环境》(HJ2.4-2021)确定声环境评价等级为三级。

1.6 评价范围和保护目标

1.6.1 评价范围

本项目大气环境评价等级为三级，不需要设置大气环境影响评价范围。地表水环境评价等级为三级 B 且不涉及环境风险，仅需分析依托处理设施的可行性。声环境评价等级为三级，评价范围为四川海同厂界范围内。

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》（HJ10.1-2016），本项目属于放射性同位素生产及甲级非密封放射性物质工作场所项目，评价范围为以中试楼实体边界为中心，半径 3km 的范围。

1.6.2 保护目标

本项目选址在夹江核技术产业园内，3km 范围内主要是园区内的其他企业，厂区附近无大型居民聚集区等环境敏感目标。本项目的保护目标见表 1.6-1。

表 1.6-1 项目 3km 范围内主要环境保护目标

环境因素	保护目标	本项目		人数	保护要求
		位置	距离（m）		
电离辐射	泉水村*	NE	1500	~1600	本项目所致辐射剂量不超过规定的剂量约束值 0.1mSv/a
	五里社区*	NE	2400	~2000	
	兰坝社区*	SE	800	~3000	
	群星村*	NE	2800	~1500	
	五显岗村*	SW	2600	~1200	

	东面农户	E	517	10	
	中国同辐放射源生产基地工作人员	SE	270	60	
	成都纽瑞特公司工作人员	NW	250	60	
	核动力配套工程工作人员	N	430	200	
	木城镇第一幼儿园	NE	1800	60	
	木城镇第一小学	NE	1900	300	
	木城中学	NE	2100	200	
	迎江乡卫生院	NE	2700	10	
	木城镇育苗幼儿园	NE	1600	60	
	木城镇中心卫生院	NW	1700	20	
	中核二三公司	S	300	200	
电离辐射	职业照射	本项目工作人员		28	10mSv/a

注：*表中距离为该村村委会距项目厂区中心最近距离。

第二章 自然环境与社会环境状况

2.1 自然环境状况

2.1.1 地理位置

夹江县位于成都平原西南侧，乐山市腹地，地理位置在东经 103°17′～103°44′，北纬 29°38′～29°55′之间。东倚青神县，东南连乐山市中区，南靠峨眉山市，西接洪雅县，北邻丹棱县、眉山市东坡区。东西长 43.7km，南北宽 33.5km，幅员面积为 748.47km^2。

木城镇位于夹江县城以西 20km，距洪雅县 20km、峨眉山市 27km，东倚漹城街道，西接华头镇，幅员面积 108.71km^2。

本项目位于夹江核技术应用产业园内，产业园的范围为：东、南至规划经二路，西邻成渝环线高速公路（乐雅高速），北到成渝环线高速公路（乐雅高速）木城连接线，涉及木城镇泉水村、代桥村、桂香村、王宿村、石柱村。本项目位于产业园西侧的核技术应用生产区，东至跃进渠，南、西、北三面至园区规划道路，主要涉及木城镇泉水村 3 社、4 社、王宿村等。

项目地理位置示意图见附图 1 ，项目外环境关系示意图见附图 2 。

2.1.2 地形、地貌

夹江县县境地处峨眉山东北麓，为四川盆地西南边缘向峨眉中山区的过渡地带。县境西部海拔 1000m 以上的山岭属峨眉山余脉，山高、坡陡、谷深，山脉呈树枝状分布；中部青衣江流域为河漫滩及谷地，千佛岩处最窄，上有木城大坝，下有云甘大坝；县域东部以平坝和台地为主，西部为低山区。整个地势由西北向东南倾斜，构成山地、平坝、台地的地貌轮廓。最高为华头镇斗笠口，海拔 1451 米（1997 年县界勘界图），最低为甘江镇青衣江出境处，海拔 380m。县域地貌区划按其成因不同，分为侵蚀堆积地形、构造剥蚀地形和侵蚀构造地形。

木城镇全镇地貌属丘陵低山区，山丘起伏，河谷纵横，最高峰地洗药湖为 841.4 米，全镇山地占 72.3%、耕地占 12.7%、水面占 4.9%，故有“七山半水分半田，一分道路和庄园”之称。

夹江核技术应用产业园属青衣江漫滩，地形较平缓。场地整体海拔高程为 426

~432m 范围内，整体相对高差为 6m，地形起伏小。产业园地形简单，地貌类型单一。

2.1.3 地质、地震

2.1.3.1 区域地质构造

区域地处龙门山构造带的中新生代前陆盆地—四川盆地的西南隅，地表主要出露中生代和老第三纪红色碎屑岩及新第三纪和第四纪河流相砂砾石层，仅西南隅出露古生代地层。地质构造主要表现为一系列走向北北东的褶皱和压扭性断层。此外，在近场的西南角的峨眉山北麓地带还分布有一系列小型弧形断裂构造等，具有漫长的演化历史。

夹江核技术应用产业园附近范围地质构造主要表现为宽缓褶皱和压扭性断层。褶皱构造变形不强烈，其褶皱轴方向为 NNE～NE 向，局部为近 SN 向，多为宽缓褶皱。地层产状除局部受断层影响而陡立外，其余大部分地区都较平缓。主要有 NNE 向尖尖石背斜、南安向斜和三苏场背斜，其中产业园就位于南安向斜内。尖尖石背斜位于产业园西部，在区域上为一规模较大的反“S”形褶曲。产业园附近范围为该背斜中段和北段，它的南段走向 320。该背斜核部地层为下一中侏罗统自流井组（J1-2z），两翼依次为 J2s1、J2s2、J3sn、J3p、K2j、K2g1。尖尖石之北轴向 NNW（335），背斜北段轴面陡立，总体产状 68∠5，两翼产状近于对称（320∠13，20∠21）枢纽向 NNW 倾伏（335∠15），两翼夹角 160，为近直立对称水平纵弯褶皱。

南安向斜位于产业园附近范围中部。该向斜轴向总体为 NNE～近 SN。向斜形态十分开阔，两翼地层平缓，其倾角均小于 25，一般在 10～15 之间，向斜槽部地层为上白垩统灌口组下段（K2g1），两翼依次为上白垩统夹关组（K2j），上侏罗统蓬莱镇组（J3p）和遂宁组（J3sn）。

三苏场背斜位于产业园附近范围东部，为一狭长背斜，轴向 N20E。背斜总体轴向 NNE，核部地层为中侏罗统上沙溪庙组，翼部地层依次为上侏罗统遂宁组（J3sn），蓬莱镇组（J3p），上白垩统夹关组（K2j）。总体显示两翼较陡，而核部较平缓。青衣江北卷洞桥—冷水湾一带核部为上沙溪庙组。

产业园附近范围内分布着 9 条断层，主要有白马场断层、欧大山断层、瓦窑

山断层和龙沱寺断层等，按走向分布可分为北东向、北北东向和近南北向 3 组，但数量不多，规模均较小。这些断层均显压性或压扭性，其形成与褶皱变形有着成因上的联系。

2.1.3.2 地层岩性

经工程地质测绘、调查，产业园由第四系覆盖层（Q_4）、白垩系下统灌口组（K_{1gl}）基岩组成。拟建区域第四系覆盖层分布于整个场地。产业园内第四系由填土、粉质粘土、卵石以及块石组成。灌口组（K_{1gl}）由紫红色粉砂质泥岩和粉砂质泥岩组成。各种岩土体特征详述如下：

（1）第四系覆盖层（Q_4）

①第四系全新统人工填土（Q_4^{mL}）

建设用地填筑土主要由耕植土、素填土组成。

耕植土：呈褐红等色，松散，稍湿，主要由全风化泥岩及大量植物根系组成，含少量粉砂质泥岩碎石，主要分布于丘陵缓坡及平原地带。

素填土：黄褐色，稍密，稍湿，主要由强-中风化粉砂质泥岩、粉砂质泥岩的碎石、块石、及粘粒组成，为新近填土。主要分布遮云岗人工开挖边坡段及大堰溪沟口两侧地段。

②第四系全新统残坡积层（Q_4^{el+dl}）

粉质粘土：黄褐色，粉质粘土呈可塑状，不均匀含碎石、角砾，多为棱角状，母岩成分主要为强-中风化粉砂质泥岩、粉砂质泥岩，碎石含量约 15%～35%，局部零星含有块石。该层主要分布在斜坡坡顶及地形坡度较缓地段。

③第四系全新统冲洪积层（Q_4^{al+pl}）

粉质粘土：灰褐色，可塑，干强度、韧性中等，底部含少量细砂，无摇振反应，切面平面，稍有光泽。广泛分布于青衣江阶地地带。

卵石：青灰色、灰白色，稍湿-饱和，中密为主，局部稍密，呈圆状、亚圆状一般粒径 30－80mm，最大粒径 220mm，砂土充填，轻微胶结，含量大于 50%，母岩为火成岩及沉积岩。主要分布在青衣江阶地、大堰溪及南安河两岸坡地带。

④第四系全新统崩坡积层（Q_4^{col+dl}）

块石：灰褐色，紫红色，稍湿，松散，存在架空现象，主要由强-中风化粉砂质泥岩、粉砂质泥岩的块石和碎石组成，粒径一般为 40-80cm，最大约 200cm，块

石含量约 50%，碎石含量约 20%，充填少许角砾及岩屑等。该层主要分布于丘陵地带陡坡及 1#地块白杨坡中前缘位置。

（2）白垩系下统灌口组（K_{1g}）

通过工程地质测绘，该层广泛分布于场地，分布部位为卵石层底部，主要由紫红色粉砂质泥岩、粉砂质泥岩及粉砂岩组成，呈互层状分布，可见泥裂、波痕等层面构造，局部可见石膏团块、溶蚀小孔及孔壁晶簇。层面节理发育，局部层间见有软弱夹层。（岩体的微观结构，如孔、洞、微裂隙及破碎带等）。

2.1.3.3 地震

根据《××工程场地地震安全性评价报告》（四川省地震局工程地震研究院、中国地震局地球物理研究所防灾减灾工程技术研究院，2005 年 6 月），近区域近代地震活动的空间分布大致以斜贯近区域的青衣江为界，西南部地震相对密集，东北部地震相对稀疏。在近区域西南部，地震活动主要分布在汉王—中宝—歇马场—双福场一带、天宫—桃源—桂花场一线和柳江—吴河—脚盆坝一带，形成了大致呈北西走向展布的地震条带，绝大多数的 2.0 级以上地震均沿这一条带分布；在近区域东北部，地震活动水平明显降低，地震部分密度、强度均有大幅度下降；产业园及其附近 5km 范围内地震活动水平不高，迄今尚无 M≥4.0 级的地震记录，显示产业园处于地震构造环境相对稳定的地区。

根据《××工程地震安全性评价复核报告》（中国地震局地球物理研究所、四川赛思特科技有限责任公司 2009 年 10 月）确定，场地的地震基本烈度定为VII度，SL-2 级设计基准地面运动基岩峰值加速度水平向值为 0.21g；竖直向值为 0.14 g。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），勘察区地震基本烈度为 7 度区，设计地震分组属第三组，结合四川省地震局、四川省建设厅关于“川震防发（2013）74 号”文件规定，设计基本地震加速度值为 0.10g。

2.1.4 水文概况

2.1.4.1 地表水

⑴跃进渠（石面堰）

跃进渠原名石面堰，从青衣江上游的金釜乡境内段引水入堰，流经木城镇

（核动力院一号点地区）、甘江镇等。跃进渠从核动力院二号点地区迂回流过，最后在双福境内汇入双福河（为大渡河一级支流，最终在乐山市三江口处汇入岷江）。

跃进渠属于青衣江水系的人工灌溉河流，取水口位于夹江水文站上游 12km 的青衣江右岸石面渡处，为无坝引水，取水枢纽以上集雨面积 12250km^2，占青衣江全流域面积的 95.0%。跃进渠取水口上、下游河段顺直，水流平缓，河谷开阔，河床由卵石组成。在取水口以上右岸为山丘地带，植被条件良好，左岸为平坝，取水口以下河床两岸为农田。总干渠全长 9.07km，自身灌溉面积仅 2612 亩，主要为农田灌溉，其次为沿途工业供水和农村人畜饮水。

跃进渠 1958 年 3 月建成通水，历年引水流量在 2～20m^3/s。90 年代末对取水口进行了整治，降低了底板高程，引水流量有所增加，设计引水流量达 30.0m^3/s，自 1995 年 3 月至今，月平均引水流量在 16.5～30.0 m^3/s 之间。

本项目段跃进渠在产业园内为西北—东南走向，河道宽度约为 15.3~16.8m，深约 4.5m，勘测期水位 1.5~3.0m，流速约 0.3~0.5m/s，流量约 10.8~22.5m^3/s。岸坡未见鼓胀变形迹象，岸坡整体稳定。

⑵大堰溪

大堰溪位于青衣江右岸，属青衣江一级支流，青衣江属于岷江水系的二级支流。大堰溪及其支沟蜿蜒曲折，坡度陡、水流快，属典型的山区型河流，汇水面积 3.8km^2，域内河长 7.6km，河道上游较陡，中下游相对较缓。受降雨量的影响，径流年内分配不均，季节变化明显，一般 6～9 月为丰水期，12 月到次年 3 月为枯水期，枯洪季节差异大。大堰溪流域内成片森林稀少，开垦度大，植被一般，其余支沟植被发育。河流宽度约 4～7m 不等，水深一般为 0.15～0.4m，流速约 0.2～0.5m/s，流量约 120～520L/s。

2.1.4.2 洪水

据岷江五通桥水文站建站以来的资料记载，跃进渠历史调查最大洪水 1917 年水位 346.85m、相应流量 54000m^3/s，实测最高洪水 1961 年 6 月 29 日洪峰水位 344.27m、相应流量 36200m^3/s，实测最低水 1980 年 2 月 18 日水位 334.37m，相应流量 330m^3/s。产业园规划环评将跃进渠按 50 年一遇洪水频率设防。

根据工程地质测绘调查及洪痕观测，大堰溪一般洪水水深约 2.0m，极端最高

洪水水深约 3.5m，具有暴涨暴落特点。

2.1.4.3 地下水

区域地下水分为第四系孔隙水和基岩裂隙水。地下水赋水性差异大，以基岩裂隙水为主，第四系孔隙水为次。基岩裂隙水主要含水层为分布于粉砂质泥岩中，水量较小，透水性较弱。第四系松散层孔隙水主要分布在青衣江I级阶地及大堰溪两岸漫滩，含水层主要为第四系碎石土层，透水性好。区内地下水以青衣江、大堰溪、跃进渠和大气降水补给为主，地下水位随降雨的多少而升降，经山体斜坡下部松散堆积层运移，向地势低洼地段及河流下游排泄。

2.1.5 气候气象

夹江县属亚热带湿润季风气候，夏秋两季易受西太平洋副热带高压及青藏高压影响，处于青衣江暴雨中心，总体气候温和，雨量充沛，日照偏少，湿度较大。

项目拟建地最近的气象站为夹江县气象站，东经 103º36′，北纬 29º44′，观测场海拔高度 407.1m。据夹江县气象站 1981 年至 2010 年近 30 年资料记载，夹江年平均气温为 17.2℃，最冷月平均气温 6.8℃，最热月平均气温 26.0℃，极端最高气温为 38.7℃，极端最低气温为-3.8℃。年平均降水量为 1267.5mm，分布不均，5-10 月降雨量为 1076.6mm，占全年降雨量的 85%。年平均相对湿度为 82%，最小相对湿度为 11%。全年无霜期 300 天。年平均日照时数为 959.1 小时。年平均风速 1.1m/s，最多风向为 NNW。年平均蒸发量为 1068.2mm。年平均雷暴日日数 27.9 天。主要气象灾害有暴雨、洪涝、干旱、雷电、大风、寒潮、冰雹、高温、低温阴雨、大雾等。

2.1.6 土壤、植被

根据资料，拟建场地地层主要由①$_1$可塑粉质粘土、①$_2$软塑粉质粘土、②细砂、③$_1$松散卵石、③$_2$稍密卵石、③$_3$中密卵石、④$_1$强风化粉砂质泥岩及④$_2$中风化粉砂质泥岩组成。结合拟建建筑物的工程性质，各层岩土体作为地基土的适宜性评价如下：

①$_1$粉质粘土（Q_4^{al+pl}）：可塑状，为有一定承载力的中压缩性土，分布厚度较小，均匀性较差，该层不能直接作为拟建物的基础持力层；

①$_2$粉质粘土（Q_4^{al+pl}）：软塑状，承载力低，压缩性大，分布厚度较小，均匀性较差，该层不能直接作为拟建物的基础持力层；

②细砂（Q_4^{al+pl}）：松散，承载力较低，分布厚度较小，均匀性较差，具有轻微液化，不能作为拟建物的基础持力层；

③$_1$松散卵石（Q_4^{al+pl}）：承载力较低，变形较大，分布不连续，存在一定的不均匀性，不能作为拟建建筑物的基础持力层；

③$_2$稍密卵石（Q_4^{al+pl}）：该层广泛分布在整个场区内，钻探揭露厚度较小承载力较高，变形较小，起伏较大，局部地段层厚较薄，可作为拟建建筑物的基础持力层；

③$_3$中密卵石（Q_4^{al+pl}）：该层广泛分布在整个场区内，钻探揭露厚度变化较大，承载力较高，变形较小，起伏较大，局部地段层厚较薄，可作为拟建建筑物的基础持力层；

④$_1$强风化粉砂质泥岩（K_{1gl}）：该层广泛分布在整个场区内，钻探揭露厚度0.5～2.2m，岩体破碎，变形较大，分布厚度较薄，不宜作为基础持力层；

④$_2$中风化粉砂质泥岩（K_{1gl}）：该层广泛分布在整个场区内，分布较均匀，承载力较高，变形较小，由于该层埋藏深，适宜作为拟建物桩基础的桩端持力层。

拟建场地主要为耕地及花、果园地，局部为已拆迁民房荒地，植被茂盛，灌木成林。

2.1.7 矿产资源

夹江县矿藏主要有煤、页岩和高岭土。华头山区有烟煤储量约1000万吨，无烟煤储量约500万吨，该地区的采煤业已有100多年历史，近年的年产量约20万吨。页岩储量约3亿立方米，高岭土储量约5000万吨。

2.2 社会经济状况

2.2.1 经济发展状况

2016年夹江县全县实现地区生产总值（GDP）137亿元，比上年增长9%。其中，第一产业增加值19.57亿元，增长3.6%；第二产业增加值75.68亿元，增长1

0%；第三产业增加值 41.75 亿元，增长 9.5%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 5.8%、63.2%和 31%。三次产业分别拉动 GDP 增长 0.52、5.69、2.79 个百分点。三次产业结构由上年的 14.3：56.4：29.3 调整为 14.3：55.2：30.5。

2.2.2 人口

2.2.2.1 夹江县人口概述

夹江县全县总户数 124626 户，年末户籍人口 34.89 万人。其中，乡村人口 23.28 万人，城镇人口 11.61 人；男性人口 17.58 万人，女性人口 17.31 人，男女性别比为 101.5。年末全县常住人口 33.25 万人，其中：城镇常住人口 13.39 万人。城镇化率为 40.27%，比上年提高 1.56 个百分点。

2.2.2.2 流动人口

项目 3km 评价范围内主要为农村地区，青壮年在外地上学、打工者居多，外来务工者很少，长期流动人口（暂住人口）很少。项目 3km 范围内无风景旅游区，旅游者等短期流动人口也很少。

2.2.3 教育、文化

夹江县有 4 所高中，24 所初中，151 所小学，1 所职业中学，1 所技工学校。夹江县从建立广播局，成立文化局以后，又相继设立了县编史修志委员会及县档案局、文管所等文化事业单位。夹江县有一些富有地方特色的民间文艺（如堂灯、花灯、彩绘、灯舞）和工艺美术（如年画、纸扎、刺绣、印染）以及传统戏剧曲艺。夹江县还是名扬四海的中国书画纸之乡，竹纸制作技艺列入国家首批非物质文化遗产名录。

2.2.4 交通

项目所在园区附近的铁路运输线是成都——昆明铁路线（简称成昆线）；项目周围公路运输比较发达，等级公路已经初步形成网络。规划区通过公路可与夹江、洪雅、峨眉、乐山、成都等城市相通。项目附近内主要的公路：木城至双福、木城至华头、木城至龙沱以及迎江至夹江的公路。项目周围 10km 范围内没有民用飞机场及飞机航线。

2.3 环境质量和辐射现状

2.3.1 非放射性环境质量现状

本报告引用生态环境主管部门对所在区域公开发布的环境空气、地表水质量现状数据，反映本项目评价范围的环境质量水平现状。声环境质量现状则是由监测单位对项目所在地进行监测，监测结果列于表 2.3-2。

2.3.1.1 环境空气质量

根据乐山市生态环境局 2025 年 6 月 5 日发布的《2024 年乐山市环境质量公报》。2024 年，乐山市平均气温 18.9℃，较常年同期偏高 1.4℃，排名历史第 1 高位。2024 年，乐山市主城区空气质量稳中向好，环境空气有效监测天数为 366 天，达标天数 298 天，同比增加 4 天，达标率 81.4％。全年优 108 天、良 190 天、轻度污染 63 天、中度污染 2 天、重度污染 2 天（扣除因外来沙尘影响导致的重污染天气 1 天）。全年以臭氧（O_3）为首要污染物的天数为 137 天，占 53.1％；以细颗粒物（PM2.5）为首要污染物的天数为 108 天，占 41.9％；以可吸入颗粒物（PM10）为首要污染物的天数为 12 天，占 4.6％；以可吸入颗粒物（PM10）和细颗粒物（PM2.5）同时为首要污染物的天数为 1 天，占 0.4％。

全市 11 个县级以上城市环境空气质量持续改善，其中二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）、臭氧（O_3）、一氧化碳（CO）、可吸入颗粒物（PM10）和细颗粒物（PM2.5）浓度分别为 5 微克/立方米、16 微克/立方米、137 微克/立方米、1.0 毫克/立方米、47 微克/立方米和 30 微克/立方米，均达到国家环境空气二级标准，二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、细颗粒物、可吸入颗粒物和臭氧浓度同比分别下降了 16.7％、16.7％、15.8％、14.3％、13.0％和 4.2％。

全市 11 个县级以上城市的环境空气质量综合指数在 2.47～3.67 之间，最高为市中区，最低为马边县。11 个县（区、市）环境空气质量综合指数同比均有不同程度下降，下降幅度在 7.3％～22.8％之间，马边县下降最为明显。

由此可知项目所在评价区域环境空气质量满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

乐山市2024年生态环境质量公报

发布日期:2025-06-05 来源: 乐山市生态环境局 【字号: 大 中 小】

分享到:

2024年，全市生态环境系统坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚决扛起生态环境保护政治责任，扎实推动习近平生态文明思想在乐山落地落实，全面落实全国、全省生态环境保护工作会议精神，按照“节奏更快、效率更高、质量更优”的工作要求，迎难而上、拼搏实干，奋力推进美丽乐山建设，为四川加快构建人与自然和谐共生的美丽中国先行区作出了乐山贡献。

一、环境空气质量

2024年，乐山市平均气温18．9℃，较常年同期偏高1．4℃，排名历史第1高位。

2024年，乐山市主城区空气质量稳中向好，环境空气有效监测天数为366天，达标天数298天，同比增加4天，达标率81．4％。全年优108天、良190天、轻度污染63天、中度污染2天、重度污染2天（扣除因外来沙尘影响导致的重污染天气1天）。如图1－1所示。

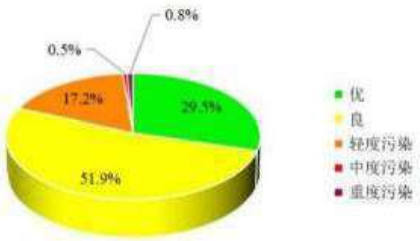

图1－1 2024年乐山市环境空气质量级别图

全年以臭氧（O3）为首要污染物的天数为137天，占53．1％；以细颗粒物（PM2．5）为首要污染物的天数为108天，占41．9％；以可吸入颗粒物（PM10）为首要污染物的天数为12天，占4．6％；以可吸入颗粒物（PM10）和细颗粒物（PM2．5）同时为首要污染物的天数为1天，占0．4％。

全市11个县级以上城市环境空气质量持续改善，其中二氧化硫（SO2）、二氧化氮（NO2）、臭氧（O3）、一氧化碳（CO）、可吸入颗粒物（PM10）和细颗粒物（PM2．5）浓度分别为5微克/立方米、16微克/立方米、137微克/立方米、1．0毫克/立方米、47微克/立方米和30微克/立方米，均达到国家环境空气二级标准，二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、细颗粒物、可吸入颗粒物和臭氧浓度同比分别下降了16．7％、16．7％、15．8％、14．3％、13．0％和4．2％。

全市11个县级以上城市的环境空气质量综合指数在2．47～3．67之间，最高为市中区，最低为马边县。11个县（区、市）环境空气质量综合指数同比均有不同程度下降，下降幅度在7．3％～22．8％之间，马边县下降最为明显。如图1－2所示。

图1－2 2024年乐山市各县（区、市）环境空气质量综合指数情况

图 2.3-1 乐山市 2024 年环境质量公报（城市环境空气质量部分）

2.3.1.2 地表水环境质量

据乐山市生态环境局 2025 年 8 月发布的《乐山市地表水水质质量月报（2025 年 7 月）》，2025 年 7 月，省考核茫溪大桥断面水质超过国家规定的《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）III类标准，为IV类，水质受到轻度污染，主要污染指标为高锰酸盐指、化学需氧量和总磷，其余列入国家考核的 6 个断面和省考核的 7 个断面水质均符合《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）III类标准，断面达标率为 92.9%，水质状况良好。

2025年7月地表水水质评价结果表

河流名称	断面名称	考核级别	实测类别	是否达标	主要污染指标
大渡河	李码头	国考	II	是	/
青衣江	姜公堰	国考	II	是	/
马边河	马边河河口	国考	II	是	/
岷江	月波	国考	II	是	/
岷江	岷江青衣坝	国考	II	是	/
岷江	岷江沙咀	国考	II	是	
茫溪河	茫溪大桥	省考	IV	否	高锰酸盐指数（超标倍数0.13）、化学需氧量（超标倍数0.2）、总磷（超标倍数0.1）
龙溪河	龙溪河口	省考	II	是	/
大渡河	大渡河安谷电站大坝	省考	II	是	/
大渡河	大渡河宜坪	省考	II	是	/
大渡河	大渡河芝麻凼	省考	II	是	/
峨眉河	峨眉河曾河坝	省考	III	是	/
马边河	马边河鼓儿滩吊桥	省考	II	是	/
沐溪河	沐溪河穿山坳	省考	II	是	/

图 2.3-2 乐山市地表水水质质量月报（2025 年 7 月）

2.3.1.3 声环境质量

引用《四川海同同位素科技有限公司同位素及药物研制大楼建设项目竣工环境保护验收监测报告》中的噪声监测数据。

四川省宏茂环保技术服务有限公司于 2025 年 3 月 21 日~22 日对四川海同厂区周界进行了噪声监测。

⑴ 监测项目：Leq dB（A）

⑵ 监测点位

表 2.3-1 噪声监测点位

点位编号	监测点位置	备注
2#	厂界东北侧外 1m，高 1.3m 处	场界噪声
3#	厂界东侧外 1m，高 1.3m 处	场界噪声
4#	厂界西南侧外 1m，高 1.3m 处	场界噪声
5#	厂界西偏南侧外 1m，高 1.3m 处	场界噪声

⑶ 监测方法

按《声环境质量标准》（GB3096-2008）和国家环保总局颁布的《环境监测技术规范》执行。

⑷ 监测结果

厂界噪声监测结果见表 2.3-2。

表 2.3-2（1） 噪声监测结果

监测日期	监测点位	监测项目	单位	监测时段	主要声源	测量值	背景值	监测结果
2025.3.21	2#：厂界东北侧外 1m，高 1.3m 处	工业企业厂界环境噪声	dB（A）	昼间	风机	47.5	/	/
	3#：厂界东侧外 1m，高 1.3m 处					54.0	/	/
	4#：厂界西南侧外 1m，高 1.3m 处					53.6	/	/
	5#：厂界西偏南侧外 1m，高 1.3m 处					53.9	/	/
2025.3.22	2#：厂界东北侧外 1m，高 1.3m 处	工业企业厂界环境噪声	dB（A）	昼间	风机	50.6	/	/
	3#：厂界东侧外 1m，高 1.3m 处					49.8	/	/
	4#：厂界西南侧外 1m，高 1.3m 处					54.5	/	/
	5#：厂界西偏南侧外 1m，高 1.3m 处					55.3	/	/

表 2.3-2（2） 噪声监测结果

监测日期	监测点位	监测项目	单位	监测时段	主要声源	测量值	背景值	监测结果	最大声级（偶发）
2025.3.21	2#：厂界东北侧外 1m，高 1.3m 处	工业企业厂界环境噪声	dB（A）	夜间	风机	40.2	/	/	61.8
	3#：厂界东侧外 1m，高 1.3m 处					41.3	/	/	48.1
	4#：厂界西南侧外 1m，高 1.3m 处					46.4	/	/	59.6
	5#：厂界西偏南侧外 1m，高 1.3m 处					42.4	/	/	56.9
2025.3.22	2#：厂界东北侧外 1m，高 1.3m 处	工业企业厂界环境噪声	dB（A）	夜间	风机	39.3	/	/	48.2
	3#：厂界东侧外 1m，高 1.3m 处					42.2	/	/	49.2
	4#：厂界西南侧外 1m，高 1.3m 处					46.4	/	/	53.9
	5#：厂界西偏南侧外 1m，高 1.3m 处					44.6	/	/	58.5

注：按照《环境噪声监测技术规范 噪声测量值修正》（HJ706-2014）6.1 的相关要求，对于只需判断噪声源排放是否达标的情况，若噪声测量值低于相应噪声源排放标准的限值，可以不进行背景噪声的测量及修正。

监测结果显示，各监测点均分别对应满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准，无超标点位。

2.3.2 辐射环境质量现状

本次辐射环境质量现状监测引用《四川海同同位素科技有限公司同位素及药物研制大楼建设项目竣工环境保护验收监测报告》中的辐射环境监测数据。

四川省辐射环境管理监测中心站于 2024 年 12 月 18~24 日对本项目放射性工作场所（中试楼）的γ辐射剂量率、表面污染、气溶胶以及周围外环境的γ辐射剂量率、气溶胶、土壤、地表水、底泥、地下水进行了监测。

2.3.2.1 环境γ辐射水平

项目 3km 范围内环境γ辐射剂量率监测结果见表 2.3-3。由表 2.3-3 可见，项目所在区域 X-γ空气吸收剂量率为 67.5～115nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2024 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（60～120nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 2.3-3 项目范围内环境γ辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

序号	监测点位	监测结果（nSv/h）		监测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	测量值	标准差	
1	研发楼西侧（大门口）					项目厂区内
2	研发楼北侧道路					
3	研发楼东侧道路					
4	研发楼南侧道路					
5	中试楼西侧道路					
6	中试楼北侧道路					
7	中试楼东侧道路					
8	中试楼南侧道路					
9	60m 排风塔底					
10	研发楼一楼大厅					
11	研发楼连廊通道					
12	研发楼二楼大厅					
13	厂区门口					
14	包材试剂库房					
15	白果村村委会					/
16	民安村村委会					/
17	成都纽瑞特公司乐山分公司					/
18	泉水村村委会					/
19	王宿岗村村委会					/
20	戴塝居民点					/

序号	监测点位	监测结果（nSv/h）		监测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	测量值	标准差	
21	兰坝社区					/
22	木城镇育苗幼儿园					/
23	木城镇中心卫生院					/
24	木城镇第一小学					/
25	木城镇第一幼儿园					/
26	南安乡中心小学校					/
27	中核二三公司					/
28	五里社区					/
29	木城中学					/
30	张村村委会所在地					/
31	群星村					/
32	迎江乡卫生院					/
33	中国同辐放射源研发基地					/

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。空气比释动能和周围剂量当量的转换系数参照 JJG393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy。

2.3.2.2 气溶胶

项目范围内空气中气溶胶浓度监测结果见表 2.3-4。由表 2.3-4 可见，场所外各气溶胶监测点的总α活度浓度为（2.19×10^{-4}~4.12×10^{-4}）Bq/m^3、总β活度浓度为（1.69×10^{-3}~3.96×10^{-3}）Bq/m^3，与项目建设前环境本底中的总α活度浓度（1.61×10^{-5}~1.26×10^{-4}）Bq/m^3、总β活度浓度（5.32×10^{-4}~2.35×10^{-3}）Bq/m^3，处于同一水平。各气溶胶监测点的γ谱分析结果中，各核素的活度浓度均低于仪器探测下限值。

2.3.2.3 地表水

项目所在地附近的地表水监测结果见表 2.3-5。由表 2.3-5 可见，各监测点地表水中总α活度浓度为 3.51×10^{-2}Bq/L，总β为 2.57×10^{-2}Bq/L，与项目建设前环境本底中的总α活度浓度（1.12~2.13）$\times10^{-2}$Bq/L、总β活度浓度（3.76～6.06）$\times10^{-2}$Bq/L，处于同一水平。地表水监测点的γ谱分析结果中，各核素的活度浓度均低于仪器探测下限值。

2.3.2.4 土壤

项目所在地附近的土壤监测结果见表 2.3-6。由表 2.3-6 可见，各监测点土壤中总α测值范围为（7.60～11.01）$\times10^2$Bq/kg，总β测值范围为（8.63～10.52）$\times10^2$Bq/kg，与项目建设前环境本底中的总α活度浓度（3.64～8.01）$\times10^2$Bq/kg、总β活度浓度（1.06～8.74）$\times10^2$Bq/kg，处于同一水平。各土壤监测点的γ谱分析结果中，Ra-226 测值范围（16.2～70.7）Bq/kg，与项目建设前环境本底中的 Ra-226 测值范围（32.5～43.0）Bq/kg，处于同一水平。其余核素的测量结果均低于仪器探测下限值。

2.3.2.5 底泥

项目所在地附近的底泥监测结果见表 2.3-7。

由表 2.3-7 可见，各监测点底泥中总α活度浓度为 5.62×10^2Bq/kg，总β为 7.68×10^2Bq/kg，与项目建设前环境本底中的总α活度浓度（3.19-6.16）$\times10^2$Bq/kg、总β活度浓度（6.72-8.00）$\times10^2$Bq/kg，处于同一水平。

2.3.2.6 地下水

项目拟建地附近的地下水监测结果见表 2.3-8。

由表 2.3-8 可见，各监测点地下水中总α活度浓度为 1.70×10^{-2}Bq/L，总β为 1.39×10^{-2}Bq/L，与项目建设前环境本底中的总α活度浓度（1.24~1.80）$\times10^{-2}$Bq/L、总β活度浓度（8.92～9.17）$\times10^{-2}$Bq/L，处于同一水平。地下水监测点的γ谱分析结果中，各核素的活度浓度均低于仪器探测下限值。

表 2.3-4 厂区外气溶胶监测结果

注：表格中“<”符号后数值为样品中该核素的探测下限值，<X 表示测量结果小于探测下限值。

表 2.3-5 土壤监测结果 单位：Bq/kg

注：表格中“<”符号后数值为样品中该核素的探测下限值，<X 表示测量结果小于探测下限值。

表 2.3-6 地表水监测结果

表 2.3-8 地下水监测结果

注：表格中“<”符号后数值为样品中该核素的探测下限值，<X 表示测量结果小于探测下限值。

2.4 场址适宜性评价

本项目选址于夹江核技术应用产业园西南侧，夹江核技术应用产业园主导产业为核技术应用，重点发展放射性同位素研发及应用、密封放射源和放射性药物研发及生产、辐照加工、核仪器仪表和放射医疗设备研发设计及制造、核技术服务等相关产业。本项目为放射性同位素生产配套的质检改造，项目符合园区的产业规划。

项目可充分依托园区配套完善的给排水、供配电、供气等配套，园区交通便利。目前项目依托的同位素及药物研制大楼建设项目已完成建设，项目所在地西南邻成渝环线高速公路（乐雅高速），东临园区规划道路。东面隔园区规划道路为跃进渠，东面为配套区，南面为中国同辐放射源研发生产基地建设项目，项目周围无大型居民聚集区，无项目建设的限制性因素。项目周边为核技术应用企业，无易燃、易爆物品的生产和贮存区，项目所在地的环境适合项目的建设。

项目东面距跃进渠 139m，根据夹江核技术应用产业园规划，园区将跃进渠按 50 年一遇洪水频率设防，根据本项目岩土工程勘察报告，跃进渠历史最高水位为 428.2m，本项目厂址高程为 431.78m，高出跃进渠历史最高水位 3.58m。不会受到跃进渠洪水的影响。

本项目放射性废液收集暂存区设置中试楼地下负一层，放射性废液均由贮槽储存密闭贮存，贮槽的材料为 06Cr18Ni11Ti，尺寸为⌀ 2000×4000mm，壁厚 8mm，能一定程度阻挡洪水的浸泡。故项目采取的各项措施能有效抵御洪水的影响。

综上所述，本项目选址与周边环境相容，并且综合考虑项目所在地周边的自然环境、社会经济状况和环境质量现状，本项目选址较合理。

第三章 工程分析与源项

3.1 项目规模与基本参数

3.1.1 项目建设情况

3.1.1.1 GMP 能力提升情况

本次改造区大致分为三个区域：放射性理化区、微生物质检区、洗衣整衣区。

（1）放射性理化区

原放射性理化区包括理化实验室 1、理化实验室 2、制样间、样品间、缓冲间以及男女工作服间、常服间等。本次改造将走廊改为气瓶间和样品接收、登记间；制样间改为制样间 1、制样间 2、传递间；样品间、理化实验室 1、理化实验室 2 保持不变；将女工作服间、常服间、缓冲间等房间改为稳定性室、物料分发间；将男常服间改为剂量管理常服间；男工作服间、缓冲间、淋浴间保持不变。

改造后的放射性理化区建筑面积约为 265m^2（长×宽：32.4m×8.2m），共有 14 个房间，分别为气瓶间、样品接收、登记间、制样间 1、制样间 2、传递间、样品间、理化实验室 1、理化实验室 2、稳定性室、物料分发间、剂量管理常服间、工作服间、缓冲间、淋浴间等。

各房间主要功能情况如下：

①样品接收、登记间：从样品接收、登记间取到质检样品（样品外包装为 10mm 厚铅罐），收取并登记。

②样品间：从样品接收、登记间取样品送至样品间，在样品间的内毒素检查前处理装置进行稀释和分样及 PH 检测。

③制样间 1、制样间 2：从样品间获得分样溶液，在该房间进行放射性核素纯度及放射性活度的质检工作。

④理化实验室 2：从样品间获得分样溶液，在该房间使用质谱仪进行检测分析。

⑤理化实验室 1：从样品间获得分样溶液，在该房间使用γ能谱仪进行检测分析。

⑥稳定性室：在该房间放置稳定性实验的样品。

（2）微生物质检区

原微生物质检区包括放射性阳性接种室、放射性无菌室、培养室、灭菌间、微生物检测间、洁具间以及卫生通过间（一更间、二更间、气闸室）等。本次改造将原洗衣整衣区域合并至微生物质检区，合并后的微生物质检区建筑面积约为311m^2（长×宽：32.4m×9.6m），共有37个房间、分别为去污间、空压站、更衣间、穿洁净衣间、气锁间、阳性对照、灭活间、污物接收间、留样室、培养间1、菌种间、准备区、培养间2、无菌检查、洁具间、微生物限度、培养基贮存间、精密天平室、制样间、清洗间以及理化实验室（非放）。

各房间主要功能情况如下：

①阳性对照：用于放射性样品的阳性接种，拟配置辐射防护生物安全柜。

②无菌检查：用于核素无菌检查，拟配置辐射防护无菌隔离器。

③培养间：用于培养基的培养。

④灭活间：用于培养基培养后的灭菌处理。

（3）洗衣整衣区（非放射性区域）

原洗衣整衣区包括负压瓶及生理盐水制备间、洁具间、冷柱制备间、洗衣机房、整衣间、一更间、二更间、气闸室等。本次改造将中试楼一层原南侧卫生间、清洁间改为洗衣整衣区，改造后的洗衣整衣区共有13个房间，分别为灭菌间、清洗间、外清间、洁净衣分发、脏衣接收、洁净衣洗衣、洁净衣整衣、更衣间、穿洁净衣、气锁间、洁具间、备用间、外清间等。

3.1.1.2 项目操作核素的情况

本项目涉及核素操作的场所主要是放射性理化区和微生物质检区，放射性理化区拟操作核素有I-125、P-32、Lu-177、Ra-226、Ac-227、Th-227、Ra-223、Sr-90、Y-90、W-188、Re-188、Ho-166；微生物质检区拟操作核素I-125、P-32、Lu-177、Ra-226、Ac-227、Th-227、Ra-223、Sr-90、Y-90、W-188、Re-188、Ho-166。详细情况如下：

（1）放射性理化区

（2）微生物质检区

本项目涉及的非密封放射性物质的规模及相关参数汇总列于表 3.1-1。

表 3.1-1 中试楼各实验室放射性同位素的操作情况

3.1.1.3 工作场所等级

本项目非密封放射性物质工作场所为中试楼，本次改造涉及核素操作的场所主要是放射性理化区和微生物质检区，放射性理化区拟操作核素有 I-125、P-32、Lu-177、Ra-226、Ac-227、Th-227、Ra-223、Sr-90、Y-90、W-188、Re-188、Ho-166；微生物质检区拟操作核素 I-125、P-32、Lu-177、Ra-226、Ac-227、Th-227、Ra-223、Sr-90、Y-90、W-188、Re-188、Ho-166。

根据环办辐射函[2016]430 号文关于开放性物质操作场所的规定，满足以下特点的放射性药品生产、使用场所，应当作为一个单独场所进行日等效操作量核算：①有相对独立、明确的监督区和控制区划分；②工艺流程连续完善；③有相对独立的辐射防护措施。

本项目参考以上原则，中试楼 7 条同位素生产线、一层放射性理化实验室、微生物质检区和二层放化实验室 1、2、3、标记实验室、放射性原料间和靶件制备间等涉及非密封放射性物质操作的工作场所均在同一栋建筑物内，物理空间相对

连通，使用同一套放射性废气处理设施、共用一处放射性废液和固体废物收集暂存场所，部分场所具有共同的人流物流通道。因此，本项目将中试楼整体作为 1 个独立的非密封放射性物质工作场所来管理，场所的等级以在此场所操作的所有核素的日等效最大操作量叠加之和来确定。

按照 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》附录 C 提供的放射性同位素工作场所放射性核素日等效最大操作量计算方法，即放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。

根据以上原则，本项目工作场所放射性核素日等效最大操作量的计算见表 3.1-2。

表3.1-2 本项目工作场所放射性同位素操作情况

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	毒性及毒性组别修正因子	操作方式与状态修正因子	日等效最大操作量（Bq）	年操作时间（h）	年最大操作量（Bq）	备注

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	毒性及毒性组别修正因子	操作方式与状态修正因子	日等效最大操作量（Bq）	年操作时间（h）	年最大操作量（Bq）	备注

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	毒性及毒性组别修正因子	操作方式与状态修正因子	日等效最大操作量（Bq）	年操作时间（h）	年最大操作量（Bq）	备注

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	毒性及毒性组别修正因子	操作方式与状态修正因子	日等效最大操作量（Bq）	年操作时间（h）	年最大操作量（Bq）	备注

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	毒性及毒性组别修正因子	操作方式与状态修正因子	日等效最大操作量（Bq）	年操作时间（h）	年最大操作量（Bq）	备注

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	毒性及毒性组别修正因子	操作方式与状态修正因子	日等效最大操作量（Bq）	年操作时间（h）	年最大操作量（Bq）	备注

核素操作区域	操作核素	日最大操作量（Bq）	毒性及毒性组别修正因子	操作方式与状态修正因子	日等效最大操作量（Bq）	年操作时间（h）	年最大操作量（Bq）	备注

3.1.2 项目组成及依托的公辅设施

3.1.2.1 项目组成及主要环境问题

项目的主要建设内容包括放射性理化区、微生物质检区和洗衣整衣区，公用设施和部分环保设施依托项目厂区，项目建设的规模及可能产生的环境问题详见表 3.1-3。

表 3.1-3 项目组成及主要环境问题

<table>
<tr><th rowspan="2">名称</th><th colspan="3" rowspan="2">建设内容及规模</th><th colspan="2">可能产生的环境问题</th></tr>
<tr><th>施工期</th><th>运行期</th></tr>
<tr><td rowspan="3">主体工程</td><td rowspan="3">中试楼一层</td><td>放射性理化区</td><td>改造后的放射性理化区建筑面积约为 265m²（长×宽：32.4m×8.2m），共有 14 个房间，分别为气瓶间、样品接收、登记间、制样间 1、制样间 2、传递间、样品间、理化实验室 1、理化实验室 2、稳定性室、物料分发间、剂量管理常服间、工作服间、缓冲间、淋浴间等。</td><td rowspan="3">施工噪声、施工扬尘、施工废水、建筑垃圾、施工人员生活污水</td><td rowspan="3">放射性废气、放射性废液、放射性固体废物；生活污水，固体废物和噪声</td></tr>
<tr><td>微生物质检区</td><td>次改造将原洗衣整衣区域合并至微生物质检区，合并后的微生物质检区建筑面积约为 311m²（长×宽：32.4m×9.6m），共有 37 个房间、分别为去污间、空压站、更衣间、穿洁净衣间、气锁间、阳性对照、灭活间、污物接收间、留样室、培养间 1、菌种间、准备区、培养间 2、无菌检查、洁具间、微生物限度、培养基贮存间、精密天平室、制样间、清洗间以及理化实验室（非放）。</td></tr>
<tr><td>洗衣整衣区</td><td>本次改造将中试楼一层原南侧卫生间、清洁间改为洗衣整衣区，改造后的洗衣整衣区共有 13 个房间，分别为灭菌间、清洗间、外清间、洁净衣分发、脏衣接收、洁净衣洗衣、洁净衣整衣、更衣间、穿洁净衣、气锁间、洁具间、备用间、外清间等。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">公用工程</td><td colspan="2">给水</td><td>厂区给水管网作为水源提供自来水。</td><td rowspan="3">/</td><td rowspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">排水</td><td>新建排水管网接至厂区现有生产排水管网。</td></tr>
<tr><td colspan="2">供配电</td><td>电源拟引自附近变电站。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">环保工程</td><td colspan="2">非放射性废水处理</td><td>生活污水通过园区污水管网排入木城镇污水处理厂处理达标后排放，生产废水收集后暂存，不外排。</td><td rowspan="3">/</td><td>非放射性废水</td></tr>
<tr><td colspan="2">非放射性气体处理</td><td>非放射性气体废物通过通风柜等排风装置经净化后出屋面排放。</td><td>非放射性气体</td></tr>
<tr><td colspan="2">非放射性废物处理</td><td>非放射性固体废物分类收集后，由专业收集公司送往指定场所进行处理。</td><td>非放射性固体废物</td></tr>
</table>

	放射性废气处理	保证气流方向从“净区”到“脏区”，各不同分区之间维持一定负压，放射性区域排风经过滤处理后经烟囱高空排放。放射性废气处理装置包括除碘过滤器、预过滤器、高效粒子过滤器，对废气的过滤效率为 99%。中试楼放射性排风通过烟囱高空排放，排风塔高 60m。	/	放射性废气
	放射性废液处理	放射性废液主要为低放废液，收集暂存，由中国核动力研究设计院进行转运处置。		放射性废液
	放射性废物暂存	放射性固体废物在临时收集点处理后，通过吊车运送至厂区内的固废暂存间，收集暂存后，送中国核动力研究设计院处置。		放射性固体废物

3.1.2.2 环保设施

本项目环保设施大部分依托四川海同同位素及药物研制大楼已建设施，具体情况如下：

①放射性三废处理

a、放射性废气

中试楼已设置 28 套排风系统，其中放射性洁净区域设有 26 套排风系统，分别为 7 条生产线、放射性阳性接种室和无菌室、废液收集间、放化分析实验室以及二层放化实验室、标记实验室、放射性原料间和靶件制备间；中试楼非放射性排风区域设置 2 套排风系统，分别为非放射性质检区以及冷柱制备间和负压瓶及生理盐水制备间等。其中放射性洁净区总的排风量为 74380m^3/h，其他放射性区域排风量为 54140 m^3/h，放射性区域总的排风量为 128520m^3/h，非放射性区域总排风量为 7860m^3/h。本项目仅新建部分通风系统。

b、放射性废水

中试楼已设置 2 个中放废液槽、2 个低放废液贮槽、1 个长寿命放射性废液贮槽、1 个废液中间转运贮槽进行收集放射性废水。

本项目产生的放射性废水主要来自质检实验室。

理化实验室产生的废液通过原有特排水管排放至洗消废贮槽，在洗消废液贮槽中暂存，经就地取样检测后，若活度浓度小于 10Bq/L，则进入园区污水管网，若高于 10Bq/L，则输送至低放废液贮槽，进行暂存。定期送中国核动力研究设计院处置。

微生物质检区产生的放射性废液暂存在房间内的废液储罐内，衰变 1 个月以上，通过物流传递窗转运至理化区的样品间，通过样品间屏蔽手套箱的放射性特

排管道，将废液排入现有的放射性废液储罐（设置于地下负一楼）。定期送中国核动力研究设计院处置。

c、放射性固体废物

项目产生的放射性固体废物分类收集后，装入不同包装容器，转运至二层的废物暂存间分类暂存，定期送中国核动力研究设计院处置。

②非放射性三废处理

a、非放射性废气

本项目非放废气主要是含酸废气，产生量较少，放射性理化区依托原有通风设施，微生物质检区单独设置风机和排风系统汇总至 60m 烟囱排放。

b、非放射性废水

本项目工作人员生活污水排入园区污水管网，进入木城镇污水处理厂处置。生产废水主要为各实验室实验废水等，主要为酸碱废水，暂存于非放废液罐中，非放废液罐容积为 $2m^3$，定期送有资质的单位处理。

c、固体废物

生活垃圾经袋装收集后置于生活垃圾收集点，再由市政环卫部门定时清运；分离材料、玻璃器皿、聚四氟管等固体废物作为一般工业废物回收处理。培养基等废弃物高压灭菌后作为一般工业废物回收处理。

d、噪声

风机等设备产生的噪声通过厂房隔声处理。

3.1.3 项目涉及核素的基本参数及理化性质

项目涉及的生产、使用、销售放射性核素包括：^{125}I、^{177}Lu、^{226}Ra、^{227}Ac、^{223}Ra、^{90}Sr、^{90}Y、^{32}P、^{166}Ho、^{188}Re、^{188}W等放射性核素，各核素核物理参数见表 3.1-5。

表 3.1-5 本项目涉及的放射性原料核物理参数及理化性质一览表

序号	核素名称	毒性	形态	半衰期	衰变方式（分支比，%）	最大粒子能量（MeV）	最大光子能量（MeV）	Γ照射量率常数(R·m²/h·Ci)
1	^{125}I	中毒	溶液	59.7d	EC（100）		0.03548	0.0043
2	^{177}Lu	中毒	粉末	6.71d	β-（100）	0.4968	0.20834	0.0084
3	^{32}P	中毒	粉末/固体	14.26d	β-（100）	1.711		
4	^{223}Ra	极毒	溶液	11.43d	α（100）	5.7478	0.2696	0.048
5	^{226}Ra	极毒	粉末	1602a	α（100）	4.7845	0.18618	0.0037

6	^{227}Ac	极毒	溶液	21.77a	α（1.4）+β-（~99）	4.9505	0.0995	
7	^{90}Y	中毒	溶液	64.0h	β-（100）	2.288		
8	^{227}Th	极毒	溶液	18.70	α（100）	6.038	0.23596	
9	^{90}Sr	高毒	溶液	28.1a	β-（100）	0.546		
10	^{188}W	中毒	粉末	69.78d	β-（100）	0.09973	0.2906828	
11	^{188}Re	中毒	溶液	16.98h	β-（100）	2.128	0.633	0.0188
12	^{166}Ho	中毒	固体	26.8h	β-（100）	1.8547	1.37943	0.012

注：表中数据引自《辐射防护手册》第一分册、IAEA Nuclear Data Section，毒性分组引自 GB18871-2002。

3.1.4 劳动定员

四川海同现有辐射工作人员 28 名，改造后质检岗位不新增辐射工作人员，由原 2 名质量检验人员继续担任。四川海同现有辐射工作人员均已参加核技术利用辐射安全与防护考核并取得相应证书，证书在有效期内。辐射工作人员的配置情况如下表所示。

表 3.1-6 四川海同公司人员配置表

3.2 工程设备与工艺分析

3.2.1 工程设备及主要原辅料消耗

3.2.1.1 主要设备

略

3.2.1.2 主要原辅材料消耗和能耗

本项目消耗的主要原辅材料除了放射性物质以外，主要涉及使用酸碱类试剂，其中浓盐酸使用量为 50L/a，浓硝酸使用量为 300L/a，氢氧化钠使用量 1000g/a，氨水 25L/a，氯化镥 200g/a，氯化钠 1000g/a。

培养基类主要为 TSB 培养基 20L/a，FTM 培养基 40L/a；TSA 培养基 300kg/a，SDA 培养基 300kg/a。使用各类菌种共 300 支/a。

本项目涉及使用的原辅材料消耗见表 3.2-2。

表 3.2-2 项目消耗的原辅材料

类型	序号	名称	含量	形态	年用量

本项目能耗情况见表 3.2-3。

表 3.2-3 项目能耗

类型	名称	来源	年耗量
能源	电能	园区供电	15 万 kwh
水量	自来水	/	300t

本项目化学原料的理化性质见表 3.2-4。

表 3.2-4 项目主要化学原料理化性质

类别 / 品名	性　状	危险特性	储　存

盐酸	无色，透明液体，有刺激性气味	与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。遇氰化物能产生剧毒的氰化氢气体。与碱发生中合反应，并放出大量的热。具有强腐蚀	密封于阴凉处保存
硝酸	无色透明发烟液体，有酸味	具有强氧化性。与易燃物(如苯)和有机物(如糖、纤维素等)接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧。与碱金属能发生剧烈反应。具有强腐蚀性	密封于阴凉处保存

3.2.2 工艺分析

3.2.2.1 放射性理化区

略

3.2.2.2 微生物质检区

略

3.2.2.3 洗衣整衣区

于脏衣接收间接收非放射性脏衣，送至洁净衣洗衣间的双扉洗脱一体机内清洗。人员进入后在更衣间换鞋脱外衣，在洁净衣间穿洁净衣，然后通过气锁间、洁净走道至洁净衣整衣间。人员在洁净衣整衣间从双扉洗脱一体机的另一侧拿出洁净衣，打包后放置于脉动真空灭菌器中灭菌。灭菌完成后放于整衣桌上，通过传递窗传递至洁净衣分发后取走。

3.2.3 人流和物流路径规划

本项目所有工作场所分别设有相对独立的人员和物流通道。分别为：

⑴ 人员通道

①放射性理化区的人员进出通道：

放射性理化区人员进出路线：走廊→剂量管理常服间→工作服间→缓冲间→进入放射性理化区走廊→进入各实验室进行工作；完成工作后经放射性理化区走廊→缓冲间→工作服间→剂量管理常服间，完成污染监测→淋浴间（污染超标后进行淋浴），完成淋浴→剂量管理常服间→走廊离开。

②微生物质检区的人员进出通道：

微生物质检区人员进出路线1：走廊→更衣间→质检区走廊→质检区更衣间（更换衣服、鞋子）→洁净间→气锁间→阳性对照室；完成工作后经阳性对照室→去污间→气锁间→洁净间→更衣间→走廊离开。

微生物质检区人员进出路线2：走廊→更衣间→质检区走廊→质检区更衣间

（更换衣服、鞋子）→进洁净间→气锁间→无菌检查室；完成工作后经无菌检查室→气锁间→去污间→洁净间→更衣间→走廊离开。

③洗衣整衣区的人员进出通道：

洗衣整衣区人员进出路线：走廊→更衣间→穿净间，更换防护工作服→气锁间→→进入洁净衣整衣间；完成工作后经洁净衣整衣间→洁净走道→气锁→穿净间→更衣间，完成更鞋脱衣→走廊离开。

⑵ 物流通道

①质检原料通道：原辅料进入样品接收、登记间→走廊→传递窗→各实验室完成质检。

②放射性固体废物通道：放射性固体废物→污物接收间→走廊→废弃物通道离开中试楼。

3.3 污染源项

3.3.1 施工期污染源项

本项目改造期间会产生噪声、废气、固体废弃物、废水等少量污染物。

3.3.2 营运期污染源项

3.3.2.1 放射性污染源

3.3.2.1.1 放射性理化区

根据上述工艺环节及产污分析，放射性理化区的放射性源项情况如下：

（1）贯穿辐射

放射性理化区拟操作核素 I-125、P-32、Lu-177、Ra-223、Y-90、Re-188、Ho-166 共计 7 种核素。

其中 ^{125}I 核素的半衰期为 59.7d，最大光子能量为 0.03548Mev；

^{32}P 是核素的半衰期为 14.26d，主要是β衰变，最大粒子能量为 1.711Mev；

^{177}Lu 核素的半衰期为 6.71d，主要是β衰变，最大粒子能量为 0.4968Mev，最大光子能量为 0.208Mev；

^{90}Y 核素的半衰期为 64h，主要是β衰变，最大粒子能量为 2.288Mev；

^{90}Sr 核素的半衰期为 28.1a，主要是β衰变，最大粒子能量为 0.546Mev；

^{223}Ra 核素的半衰期为 11.43d，属于α衰变核素，最大粒子能量为 5.7478Mev，

最大光子能量为 0.2696；

^{226}Ra 核素的半衰期为 1602a，属于α衰变核素，最大粒子能量为 4.7845Mev，最大光子能量为 0.1862；

^{227}Ac 核素的半衰期为 21.77a，主要是β衰变，最大粒子能量为 4.9505Mev，最大光子能量为 0.0995；

^{188}Re 核素的半衰期为 16.98h，属于β衰变核素，最大粒子能量为 2.128Mev，最大光子能量为 0.633Mev；

^{188}W 核素的半衰期为 69.78d，属于β衰变核素，最大粒子能量为 0.09973Mev，最大光子能量为 0.2907Mev；

^{166}Ho 核素半衰期为 26.8h，属于β衰变核素，最大粒子能量为 1.8547Mev，最大光子能量为 1.3794Mev。

（2）放射性废气

由于放射性理化区进行质检不涉及放射性核素加热环节，且放射性核素操作量相对较少，因此放射性气溶胶产生量较少，核素挥发量保守按 1‰计，放射性理化区核素操作场所设置有两级高效过滤器，过滤效率保守考虑为 99%。

表 3.3-1 放射性理化区放射性废气源项

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	挥发率	废气产生量（Bq/d）	过滤器过滤效率	废气排放量（Bq/a）
放射性理化区	^{125}I					
	^{32}P					
	^{177}Lu					
	^{226}Ra					
	^{227}Ac					
	^{227}Th					
	^{223}Ra					
	^{90}Y					
	^{90}Sr					
	^{188}W					
	^{188}Re					
	^{166}Ho					

（3）放射性废液

放射性理化区进行样品质检过程会产生放射性质检废液，质检完成后，检测样品放置于屏蔽柜，放置一段时间后定期处理，通过原有特排水管排放至洗消废贮槽，在洗消废液贮槽中暂存，经就地取样检测后，若活度浓度小于 10Bq/L，则进入园区污水管网，若高于 10Bq/L，则输送至低放废液贮槽，进行暂存。

表 3.3-2 放射性理化区放射性废液源项

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	废水产生量（L/a）	放射性废水产生量（Bq/d）	放射性废水产生量（Bq/a）
放射性理化区	^{125}I				
	^{32}P				
	^{177}Lu				
	^{226}Ra				
	^{227}Ac				
	^{227}Th				
	^{223}Ra				
	^{90}Y				
	^{90}Sr				
	^{188}W				
	^{188}Re				
	^{166}Ho				

（4）放射性固体废物

放射性理化区质检过程产生的放射性固体废物主要包括：废移液枪头、废 pH 试纸、离心管、玻璃瓶等。

表 3.3-3 放射性理化区放射性固体废物源项

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	固体废物产生量（kg/a）	放射性固体废物核素最大产生量（Bq/d）	放射性固体废物核素最大产生量（Bq/a）
放射性理化区	^{125}I				
	^{32}P				
	^{177}Lu				
	^{226}Ra				
	^{227}Ac				
	^{227}Th				

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	固体废物产生量（kg/a）	放射性固体废物核素最大产生量（Bq/d）	放射性固体废物核素最大产生量（Bq/a）
	^{223}Ra				
	^{90}Y				
	^{90}Sr				
	^{188}W				
	^{188}Re				
	^{166}Ho				

3.3.2.1.2 微生物质检区

（1）贯穿辐射

微生物质检区拟操作核素 P-32、Lu-177、Ra-223、Y-90、Re-188、Ho-166 共计 6 种核素。

其中 ^{32}P 是核素的半衰期为 14.26d，主要是β衰变，最大粒子能量为 1.711Mev。

^{177}Lu 核素的半衰期为 6.71d，主要是β衰变，最大粒子能量为 0.4968Mev，最大光子能量为 0.208Mev。

^{90}Y 核素的半衰期为 64h，主要是β衰变，最大粒子能量为 2.288Mev。

^{90}Sr 核素的半衰期为 28.1a，主要是β衰变，最大粒子能量为 0.546Mev。

^{223}Ra 核素的半衰期为 11.43d，属于α衰变核素，最大粒子能量为 5.7478Mev，最大光子能量为 0.2696。

^{226}Ra 核素的半衰期为 1602a，属于α衰变核素，最大粒子能量为 4.7845Mev，最大光子能量为 0.1862。

^{227}Ac 核素的半衰期为 21.77a，主要是β衰变，最大粒子能量为 4.9505Mev，最大光子能量为 0.0995。

^{188}Re 核素的半衰期为 16.98h，属于β衰变核素，最大粒子能量为 2.128Mev，最大光子能量为 0.633Mev。

^{188}W 核素的半衰期为 69.78d，属于β衰变核素，最大粒子能量为 0.09973Mev，最大光子能量为 0.2907Mev。

^{166}Ho 核素半衰期为 26.8h，属于β衰变核素，最大粒子能量为 1.8547Mev，最

大光子能量为 1.3794Mev。

（2）放射性废气

由于微生物质检区进行质检分析不涉及放射性核素加热环节，且放射性核素操作量相对较少，因此放射性气溶胶产生量较少，核素挥发量保守按 1‰计，放射性理化区设置有高效除碘过滤器，过滤效率为 99%。

表 3.3-2 微生物质检区放射性废气源项

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	挥发率	废气产生量（Bq/d）	过滤器过滤效率	废气排放量（Bq/a）
微生物质检区	^{125}I					
	^{32}P					
	^{177}Lu					
	^{226}Ra					
	^{227}Ac					
	^{227}Th					
	^{223}Ra					
	^{90}Y					
	^{90}Sr					
	^{188}W					
	^{188}Re					
	^{166}Ho					

（3）放射性废液

微生物质检区进行样品质检过程会产生放射性质检废液，暂存在房间内的废液储罐内，衰变一段时间后，通过物流传递窗转运至理化区的样品间，通过样品间屏蔽手套箱的放射性废液特排管道，将废液排入现有的低放废液储罐（设置于地下负一楼）。

表 3.3-2 微生物质检区放射性废液源项

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	废水产生量（L/a）	放射性废水产生量（Bq/d）	放射性废水产生量（Bq/a）
微生物质检区	^{125}I				
	^{32}P				
	^{177}Lu				
	^{226}Ra				

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	废水产生量（L/a）	放射性废水产生量（Bq/d）	放射性废水产生量（Bq/a）
	^{227}Ac				
	^{227}Th				
	^{223}Ra				
	^{90}Y				
	^{90}Sr				
	^{188}W				
	^{188}Re				
	^{166}Ho				

（4）放射性固体废物

质检过程产生的放射性固体废物主要包括：生物实验灭活固态培养基、实验一次性耗材（废移液枪头、玻璃瓶）等。

表 3.3-3 微生物质检区放射性固体废物源项

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	固体废物产生量（kg/a）	放射性固体废物核素最大产生量（Bq/d）	放射性固体废物核素最大产生量（Bq/a）
微生物质检区	^{125}I				
	^{32}P				
	^{177}Lu				
	^{226}Ra				
	^{227}Ac				
	^{227}Th				
	^{223}Ra				
	^{90}Y				
	^{90}Sr				
	^{188}W				
	^{188}Re				
	^{166}Ho				

3.3.2.2 非放射性污染源

3.3.2.2.1 非放射废气

根据工艺分析以及原辅料使用情况，本项目质检使用的盐酸、硝酸等挥发产生的酸雾，由于在使用过程中很少进行开放液面使用，主要采取移液器或注射器进行液体转移或操作，同时根据建设单位提供的资料，年用酸液量约 350L，酸雾产生量较小，可以忽略。

3.3.2.2.2 非放射废液

⑴ 生活污水

生活用水排放按0.05m^3/人·d计算，本项目不新增辐射工作人员，不新增生活污水，四川海同现有工作人数约为28人，日产生活污水约1.4m^3/d，以排放系数0.8计，污水总排放量约为1.12m^3/d。

⑵ 生产废水

生产废水主要为微生物质检区的非放理化实验室溶液配制、样品制备及处理过程中产生的硝酸、盐酸等溶液；其中硝酸、硫酸等化学试剂废液暂存于非放废液罐中，本项目设置2个非放废液储罐，容积为2m^3，定期送有资质单位进行处理。

3.3.2.2.3 非放射性固体废物

本项目营运期产生的非放射性固体废物主要为微生物质检区的非放理化实验室产生的培养基等固废约600kg/a。培养基等废弃物高压灭菌后作为一般工业废物回收处理。

本项目不新增辐射工作人员，不新增生活垃圾，生活垃圾集中收集至垃圾收集点后，由环卫部门统一收运处置。

3.3.2.2.4 噪声

本项目新增部分噪声源主要有轴流风机、离心风机、吸顶式排气扇、空气净化机组、组合式送风机组等，噪声源强≤75dB（A）。噪声产生情况见表 3.3-12。

表 3.3-12 噪声一览表

设备来源	设备名称	噪声级（dB（A））
中试楼	轴流风机	≤75
	离心风机	≤75

	吸顶式排气扇	≤75
	空气净化机组	≤75
	组合式送风机组	≤75

3.4 废弃物

本项目运行过程中的废弃物包括放射性废弃物和非放射性废弃物。放射性废弃物主要是含放射性的废气、废液和固体废物；非放射性废弃物包括废气、废水和固体废物。下面按类型分别描述放射性废弃物的来源、种类、活度等相关情况。

3.4.1 放射性废弃物

3.4.1.1 放射性废气

本项目放射性废气主要来源于放射性理化区和微生物质检区产生的含放射性核素的气溶胶，具体放射性废气产生及排放情况见表 3.4-1。

3.4.1.2 放射性废液

本项目放射性废水主要来源于质控实验室清洗废液、残留液、淋洗液、淋浴水等，具体放射性废水产生及排放情况见表 3.4-2。

3.4.1.3 放射性固体废物

本项目放射性固体废物来源于质控实验室产生的过滤器滤芯、硅胶、注射器、针头、转移管路、纯化柱、空溶液瓶、滴管、滤芯等，具体放射性固体废物产生及排放情况见表 3.4-3。

表 3.4-1 放射性废气产生及排放情况

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	年操作天数（d）	年最大操作量（Bq）	处理方式及措施	废气年排放量（Bq/a）

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	年操作天数（d）	年最大操作量（Bq）	处理方式及措施	废气年排放量（Bq/a）

表 3.4-2 放射性废水产生及排放情况

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	废液种类	放射性废水产生量（Bq/d）	年操作天数	放射性废水产生量（Bq/a）	废水产生量（L/a）	处理措施及去向

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	废液种类	放射性废水产生量（Bq/d）	年操作天数	放射性废水产生量（Bq/a）	废水产生量（L/a）	处理措施及去向

表 3.4-3 放射性固体废物产生及排放情况

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	固废种类	放射性固废产生量（Bq/d）	年操作天数	放射性固废产生量（Bq/a）	固废产生量（kg/a）	处理措施及去向

场所	核素名称	日最大操作量（Bq）	固废种类	放射性固废产生量（Bq/d）	年操作天数	放射性固废产生量（Bq/a）	固废产生量（kg/a）	处理措施及去向

第四章 辐射安全与防护

4.1 场所布局与屏蔽

4.1.1 场所布局

4.1.1.1 平面布局及合理性分析

本次改造区域位于中试楼一层西侧，大致分为三个区域：放射性理化区、微生物质检区、洗衣整衣区。

放射性理化区位于中试楼一层西侧靠右位置，共有 14 个房间，从上到下分别为气瓶间、样品接收、登记间、制样间 1、制样间 2、传递间、样品间、理化实验室 1、理化实验室 2、稳定性室、物料分发间、剂量管理常服间、工作服间、缓冲间、淋浴间等。

微生物质检区位于中试楼一层西侧靠左位置，共有 37 个房间，从上到下分别为去污间、空压站、更衣间、穿洁净衣间、气锁间、阳性对照、灭活间、污物接收间、留样室、培养间 1、菌种间、准备区、培养间 2、无菌检查、洁具间、微生物限度、培养基贮存间、精密天平室、制样间、清洗间以及理化实验室（非放）。

洗衣整衣区位于中试楼一层西侧右下方，共有 13 个房间，从上到下分别为灭菌间、清洗间、外清间、洁净衣分发、脏衣接收、洁净衣洗衣、洁净衣整衣、更衣间、穿洁净衣、气锁间、洁具间、备用间、外清间等。

从平面布置来看，整个厂区分区明晰，各区域之间互不干扰，放射性工作场所相对集中且与办公区之间留有一定的防护距离，**从辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。**

4.1.1.2 辐射工作场所分区

根据 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定，以放射性辐射水平、空气中放射性浓度以及表面污染程度将工作场所划分为监督区和控制区。根据上述分区原则和本项目辐射工作场所布局情况，本项目工作场所分区如下：

控制区：放射性理化区：样品接收、登记间、制样间 1、制样间 2、传递间、

样品间、理化实验室 1、理化实验室 2、稳定性室、缓冲间、淋浴间、理化区走廊；微生物质检区：去污间、阳性对照、无菌检查、气锁间。

监督区：放射性理化区：物料分发间、剂量管理常服间、工作服间；微生物质检区：空压站、更衣间、穿洁净衣间、灭活间、污物接收间、留样室、培养间 1、菌种间、准备区、培养间 2、洁具间、微生物限度、培养基贮存间、精密天平室、制样间、清洗间以及理化实验室（非放）、走廊。

项目辐射工作场所控制区和监督区具体划分见下表 4.1-2。

表 4.1-2 辐射工作场所控制区和监督区划分一览表

辐射工作场所	控制区	监督区
放射性理化区	样品接收、登记间、制样间 1、制样间 2、传递间、样品间、理化实验室 1、理化实验室 2、稳定性室、缓冲间、淋浴间、理化区走廊	物料分发间、剂量管理常服间、工作服间、
微生物质检区	去污间、阳性对照、无菌检查、气锁间	空压站、更衣间、穿洁净衣间、灭活间、污物接收间、留样室、培养间 1、菌种间、准备区、培养间 2、洁具间、微生物限度、培养基贮存间、精密天平室、制样间、清洗间以及理化实验室（非放）、走廊

4.1.2 屏蔽设计

4.1.2.1 建筑物屏蔽

表 4.1-3 场所辐射防护设计情况

序号	名称	墙体、屋顶材料/厚度
1	中试楼	240 厚非烧结实心砖墙 120/150 厚现浇钢筋混凝土楼板

4.1.2.2 生产装置屏蔽

本项目的屏蔽工作箱、手套箱、通风橱为放射性核素提供了屏蔽防护和包容保护。其具体的功能、参数及设计能力见表 4.1-4。

表 4.1-4 各生产场所屏蔽工作箱/热室详情

生产场所	数量	屏蔽材料及厚度	备注（箱体尺寸 mm）

放射性理化区		内毒素前处理装置：正面、侧面采用 10mmpb 铅防护，背面靠墙面采用 5mmpb 前防护，视窗采用 20mmZF6 铅玻璃，人员通过手套孔进行隔离操作； 其他屏蔽箱体利旧，主要为样品间和制样间 1 的两台屏蔽手套箱。正面铅玻璃正面铅玻璃屏风采用 20mm 铅玻璃	3500*1600*1200
			20mm 铅玻璃
微生物质检区		辐射防护无菌隔离器：舱体采用 10mm 铅当量防护，视窗采用 20mm 铅玻璃，人员通过手套孔进行隔离操作，人员通过手套孔进行隔离操作。 辐射防护生物安全柜：舱体正面、侧面采用 10mmpb 铅防护，背面靠墙面采用 5mm 铅当量防护，正面铅玻璃屏风采用 20mm 铅玻璃。	2500*900*2500
			/

（1）放射性理化区

①内毒素前处理装置：放置于样品间，用于放射性样品分取稀释、内毒素检查。舱体正面、侧面采用 10mmpb 铅防护，背面靠墙面采用 5mmpb 前防护，视窗采用 20mmZF6 铅玻璃，人员通过手套孔进行隔离操作，距离约 500mm，使用时舱体内部相对负压，维持 GMPC 级环境。设备尺寸约 3500 mm×1200mm ×2600mm。

②其他屏蔽箱体利旧，主要为样品间和制样间 1 的两台屏蔽手套箱。正面铅玻璃正面铅玻璃屏风采用 20mm 铅玻璃。用于放射性样品制样。

（2）微生物质检区

①辐射防护无菌隔离器：放置于无菌检查间，用于放射性样品无菌检查。舱体采用 10mm 铅当量防护，视窗采用 20mm 铅玻璃，人员通过手套孔进行隔离操作，人员通过手套孔进行隔离操作，距离约 500mm，使用时舱体内部相对负压，维持 GMP A 级环境，设备外形尺寸约 2500mm×900mm ×2500mm。

②辐射防护生物安全柜：放置于阳性对照间，用于放射性样品的阳性接种。舱体正面、侧面采用 10mmpb 铅防护，背面靠墙面采用 5mm 铅当量防护，正面铅玻璃屏风采用 20mm 铅玻璃，宽度约 350mm，高度约 520mm，人员通过前窗开口进行操作，距离约 500mm 使用时舱体内部相对负压，维持 GMP A 级环境。

4.2 辐射安全与防护措施

本项目仅新增部分辐射安全与防护措施，不改变其余场所的辐射安全防护措施，详细情况如下：

4.2.1 工作场所与放射性物质的实体保卫

为满足生产需要并加强安全生产措施，本项目安全保卫措施依托四川海同现有厂区的实体保卫措施，详细情况如下：

⑴人力防范

①值守人员认真履行岗位职责，对进出存放场所人员进行检查、制止非法侵入，严格执行交接班制度，并有记录。

②保卫值班室 24h 有专人值守，值守人员每两小时对生产场所周围进行一次巡查，巡查时携带自卫器具。

③设置治安保卫机构或者配备专人，对治安防范措施开展日常检查，及时发现、整治治安隐患，并保存检查、整改记录。

⑵实体防范

①中试楼大门使用防盗安全门。

②生产场所设置明显的电离辐射警告标志。

③保卫值班室、监控中心也设置防盗安全门。

⑶技术防范

①厂区周界及中试楼出入口设置入侵报警装置和视频监控装置，监视及回放图像能清晰显示人员的体貌特征及活动状况，上述厂房出入口设置出入口控制装置；

②厂区出入口设置视频监控装置，监视及回放图像能清楚辨别进出人员的体貌特征和进出车辆的车型及车牌号；

③厂区内主要通道设置视频监控装置，监视及回放图像能清晰显示人员的活动状况；

④装卸区域设置视频监控装置，监视及回放图像应能清晰显示人员及车辆的状况；

⑤巡查部位和区域设置电子巡查装置；

⑥监控中心独立设置，面积不小于 20m^2。

4.2.2 操作过程中的辐射安全与防护措施

4.2.2.1 非密封放射性物质场所采取的措施

本项目在操作放射性物质过程中，主要采取隔离、屏蔽以及合理的工作场所气流组织等辐射安全与防护措施。

4.2.2.1.1 隔离与屏蔽措施

①生产原料采用专用铅罐转运，铅罐的屏蔽设计可使在额定装载量情况下，铅罐外面的辐射水平满足 GBZ114-2006《密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准》的相关要求。

②非密封放射性物质的操作均在密闭的屏蔽工作箱内进行。屏蔽工作箱均设计有机械手和（或）手套操作孔，通过窥视窗用机械手或铅手套操作放射性物质。屏蔽工作箱的屏蔽设计（包括窥视窗）可使操作人员所在的操作前区的辐射水平满足辐射防护设计要求。

③生产的产品采用专用铅罐包装，产品铅罐的屏蔽设计在额定装载量情况下，铅罐外面的辐射水平满足 GB11806-2019《放射性物质安全运输规程》的相关要求。

4.2.2.1.2 气流组织

项目放射性区域内通风系统根据建筑物的辐射防护分区进行设计，合理组织气流，保证气流方向从“净区”到“脏区”、从低污染区流向高污染区，各不同分区之间维持一定负压，保持监督区相对负压不小于 10~20Pa，控制区相对负压不小于 30~50Pa，放射性区域排风经过滤处理后经排风塔高空排放。

本项目新增部分排风系统。

4.2.3 其他辐射安全与防护措施

⑴ 非密封放射性物质工作场所的出入控制措施

本项目非密封放射性物质生产线均设置有专门的卫生通过间，其中包括更衣间和淋浴室并配置有表面污染检测设备。工作人员退出的过程中，需要使用表面污染检测设备对全身的辐射剂量水平进行检测，无超标的情况直接退出卫生通过间；若有超标的情况，确定超标的部位、污染水平，及时在淋浴间进行淋浴、清洗、去污，至污染水平达标，污染衣物作为放射性固体废物进行收集与处置。

同时，为限制无关人员进入辐射工作场所，在人流出入门设置磁卡门禁系统，防止非授权人员进入，并对进入厂区的授权人员进行统计和管理。

⑵ 台账管理

放射性产品原料及放射性物质产品的使用、销售和去向都必须有完整记录并长期保存，并由专人进行管理，并定期对单位内部所有的放射性物质进行核查，确保“物-账”统一。

⑶“六防”措施

a、防火：在生产场所适当位置设置灭火器，灭火器采用特种灭火器，不使用带有腐蚀性的灭火器；保持消防通道的畅通。

b、防盗：本项目放射源物质安全由整个厂区实物保护系统负责，可有效防止放射性物质被盗。

c、防抢：由上述措施可见，项目采取的各项安全措施可有效的防止放射性物质被抢。

d、防破坏：厂区安排有专职保安，昼夜值班，可防止放射性物质被破坏。

e、防水：项目旁边的跃进渠历史最高水位为 428.2m，项目厂区修建的基准高度为 431.8m，能保证所使用的放射性物质安全，不被洪水淹没。

f、防射线泄漏：项目采取了安全可靠的辐射屏蔽措施，可有效防止项目放射性物质产生射线的泄漏。

⑷ 现场监测

本项目工作场所设计了各项屏蔽设施，同时建设单位还制定了严密的监测计划，定期或不定期对整个工作场所进行辐射监测。

4.2.4 辐射安全与防护措施要求对照分析

本项目放射性工作场所属于甲级非密封放射性物质操作场所，根据《生态环境部 辐射安全与防护监督检查技术程序的相关要求》（NNSA HQ-08-JD-IP-005 甲级非密封放射性物质操作场所监督检查程序、NNSA HQ-08-JD-IP-003 放射性药物生产线监督检查技术程序）和《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400 号）对场所的相关规定，建设单位需

具备的辐射防护设施、设备及措施情况见表 4.2-2。

表 4.2-2 辐射安全防护设施汇总对照分析表

序号	检查项目		检查结果	备注
1	场所设施	工作场所功能、设置及分区布局	已具备	/
2		场所分区的管控措施及标识	已具备	/
3		电离辐射警示标志	已具备	/
4		卫生通过间	已具备	/
5		通风系统完整性及效能	已具备	/
6		排风过滤器	已具备	新增部分设备
7		密封箱室或通风柜	已具备	/
8		屏蔽防护设施	已具备	/
9		防过热或超压保护	已具备	/
10		防止放射性液体操作造成污染的措施	已具备	/
11		机械手或其他远距离操作工具	已具备	/
12		火灾报警仪	已具备	/
13		放射性废水处理系统及标识	已具备	/
14		放射性物料与成品暂存场所或设施	已具备	/
15		放射性固体废物暂存场所或设施	已具备	/
16		安保设施	已具备	/
17		防火设备、应急出口	已具备	/
18	监测设备	人员出口污染监测仪	已具备	/
19		固定式辐射监测报警仪	已具备	新增部分探头
20		移动式气溶胶取样监测设备	已具备	/
21		便携式表面沾污仪	已具备	
22		液态流出物取样监测设备	已具备	
23		气载放射性流出物取样监测设备	已具备	/
24		便携式辐射监测仪	已具备	/
25		个人剂量计	已具备	
26		个人剂量报警仪	已具备	
27	防护用品	个人辐射防护用品	已具备	
28	应急物资	去污用品和应急物资	已具备	/
29		合适的灭火器材	已具备	/
30		放射性同位素应急容器	已具备	/

4.2.5 生产场所的防渗处理措施

生产场所的防渗措施包括生产设备的防渗措施和工作场所地面墙面的防渗措施。

⑴ 生产设备防渗措施

项目操作放射性核素的屏蔽工作箱内为不锈钢板，与四壁夹角之间采用无缝焊接，确保含放射性核素的废液不会泄漏；盛装项目产生的放射性废液采用专用的废液罐，废液罐为不锈钢或钛等材质，能确保做到辐射防护的同时，又防止废液对罐体的腐蚀，最大程度的预防放射性废液的泄漏。此外，本项目专门挑选了密封性好、质量可靠的泵和阀门，与放射性废液管道采用焊接形式，减少了潜在的泄漏，贮槽房间还设置了不锈钢覆面，即使贮槽泄露时，也可包容全容积的废液量。

⑵ 场所分区防渗措施

将新建建筑及设施按单元所处的位置划分为三类地下水污染防治区域：

重点防渗区：主要是地下一层放射性废液收集间和其他废液收集间，采用等效黏土防渗层 Mb≥6.0m，K≤1×10^{-7}cm/s 的措施；

一般防渗区：包括所有生产线、放射性实验室、各个放射性核素操作场所，采用等效黏土防渗层 Mb≥1.5m，K≤1×10^{-7}cm/s 的措施；

简单防渗区：包括除上述防渗区外的项目范围，采用一般地面硬化。

本项目中试楼地下一层布置有废液收集间，为重点防渗区，采取了等效黏土防渗层 Mb≥6.0m，K≤1×10^{-7}cm/s 的措施。

4.3 三废的治理

4.3.1 放射性污染物治理措施

4.3.1.1 放射性废气处理措施

本项目放射性区域内通风系统根据建筑物的辐射防护分区进行设计，合理组织气流，保证气流方向从“净区”到“脏区”、从低污染区流向高污染区，各不同分区之间维持一定负压，放射性区域排风经过滤处理后经排风塔高空排放。

4.3.1.2 放射性废液处理措施

本项目产生的放射性废液主要依托四川海同已建的放射性废液收集、贮存设

施。

放射性废液收集贮存系统的功能是收集和贮存同位素提取线及其辅助系统在正常运行、检修和预期运行事件中产生的放射性废液，根据放射性活度水平和化学成分可分为低放废液、中放废液和长寿命放射性废液。系统主要由中放废液贮槽、低放废液贮槽、长寿命放射性废液贮槽及相应的管道、阀门、仪表等组成。设置 2 个中放废液槽，用于接收同位素中试线产生的中放废液，单个贮槽有效容积为 2 m^3，具备不少于两年产生废液的接收能力。设置 2 个低放废液贮槽，用于接收同位素中试线产生的低放废液，单个个贮槽有效容积为 10 m^3，具备不少于一年产生废液的接收能力。设置 1 个长寿命放射性废液贮槽，贮槽有效容积为 1 m^3，用于接收碳[^{14}C]酸钡中试线和 ^{90}Y 中试线产生的放射性废液，具备不少于一年产生废液的接收能力。设置 1 个废液转运中间贮槽，贮槽有效容积为 1 m^3，用于所有废液向槽车运输的中间槽，废液向槽车运输时，先将中间槽充满待运输的废液，再泵送至槽车中，可有效防止因设备故障而导致的槽车冒顶现象发生。贮槽设备主要材质均为 316L 不锈钢，结构为上下椭圆封头，支承式支座。

根据不同生产线的废液源项特征，合理设计废液收集和输送工艺，主要工艺流程描述如下：

（1）中放废液贮槽（TLA001BA/TLA002BA），单台贮槽有效容积：2m^3，用于接收 ^{125}I 生产线和 ^{188}W-^{188}Re 生产线产生的放射性废液。这两条生产线产生的放射性废液主要核素为 ^{125}I 和 ^{90}W，半衰期分别为 60 天和 85 天，放射性活度较高，需要通过一定时间的衰变才能达到低放废液的水平，两条生产线废液年产生量为 807L，衰变一年后的活度浓度为 6.45×10^6Bq/L，衰变两年后的活度浓度为 1.85×10^5Bq/L。用 2m^3 的中放废液贮槽收集这部分废液。

（2）低放废液贮槽（TLA003BA/TLA004BA），单台有效容积：10m^3，用于接收 ^{32}P 生产线、^{223}Ra 生产线、^{177}Lu 生产线、^{166}Ho 微球生产线产生的放射性废液。^{32}P 生产线（有载体磷[^{32}P]酸钠溶液生产线、无载体磷[^{32}P]酸钠溶液生产线、磷[^{32}P]玻璃微球生产线）、氯化镭[^{223}Ra]生产线、无载体 ^{177}Lu 生产线、^{166}Ho 微球生产线这四条生产线产生的放射性废液以短半衰期核素为主，年产生量为 7.8m^3，衰变一年后废液的活度浓度为 0.1Bq/L，用 10m^3 的低放废液贮槽收集这部分废液。

（3）长寿命放射性废液贮槽（TLA005BA/006BA），单台有效容积：1m^3，用

于接收 ^{14}C 生产线和 ^{90}Y 生产线产生的放射性废液。这两条生产线产生的放射性废液主要核素为 ^{14}C 和 ^{90}Sr，半衰期分别为 5730 年和 28.6 年，短时间内无法通过衰变来降低活度。两条生产线废液年产生量约为 800L，活度浓度 3.35×10^6Bq/L。首先在热室内经过氯化钡沉淀转化为碳酸钡固体废物，剩余的放射性废液暂存于贮槽。

（4）废液中间贮槽（TLA005BA/006BA），单台有效容积：1m^3，用于所有废液向槽车运输的中间槽，废液向槽车运输时，先将中间槽充满待运输的废液，再泵送至槽车中。

上述废液贮罐设备间均设置钢覆面，可满足贮槽破裂事故时，单贮罐全容积废液量泄漏的包容。

四川海同运营期间产生的放射性废液，经分类收集暂存后，定期送由中国核动力研究设计院处理。

核动力院放射性废液处理系统主要采用活性炭过滤、蒸发、离子交换等工艺进行处理。内设置 2 套蒸发处理系统（每套处理废液能力为 2m^3/h）、2 套离子交换系统（每套处理废液能力为 2m^3/h）及 3 套预处理系统（低放废液、洗涤废液预处理系统处理废液能力为 2m^3/h，中放废液预处理系统处理废液能力为 0.5m^3/h）、液态流出物排放系统、废液接收贮存系统等。

4.3.1.3 放射性固体废物处理措施

放射性固体废物分类情况如表 4.3-1 所示：

（1）放射性固体废物分类

1）金属废物、玻璃器皿、过滤器芯

金属废物主要包括废管线配件、分离材料、铝靶管及废靶料等，废玻璃器皿、石英靶管，废过滤器芯一般会受到一定的放射性污染。这些放射性固体废物通过屏蔽箱、废物转运口，收集在工作箱下面的屏蔽罐中，8 个条生产线共设置 8 个屏蔽铅罐。收集暂存一定时间后，通过吊装口转运至二层的废物暂存间进行暂存。

2）劳保废物

劳保废物在卫生通过间收集后转运至生产线后区的地坑中，地坑中存放钢桶，每个地坑最多可存放 3 个钢桶。收集暂存一定时间后，通过吊装口将钢桶转

运至二层的废物暂存间进行暂存。

废物收集钢桶外形尺寸为Φ611×900 mm，有效容积为 200L，厚度为 1.5mm，本项目每年预计使用钢桶 10 个。

定期送中国核动力研究设计院进行处置。

（2）固体废物转运

放射性固体废物在固废收集间经过分类收集后形成钢桶、钢箱及屏蔽转运容器的废物包，废物转运系统对不同形式的废物包进行转运。

1）桶装废物

固废收集间的装桶废物需要转运时，利用房间内的双梁桥式起重机将装桶废物吊运至叉车转运箱内，然后将桶装废物运输至固体废物暂存库暂存。

2）装箱废物

固废收集间的装箱废物需要转运时，利用房间内的双梁桥式起重机将装箱废物吊运至物流转运间，使用叉车转运至运输车，通过厂区道路送至放射性废物处理中心或放射性固体废物暂存库进行处理：可燃装箱废物送至放射性固体废物暂存进行暂存，后转运至厂外焚烧；对装有可压缩金属废物的钢箱转运至放射性废物处理中心切割线进行切割、装桶、暂存，待压缩处理；对装有过滤器芯的钢箱转运至放射性固体废物暂存库进行压缩、装箱、水泥固定、暂存；对装有不可压缩金属废物的钢箱通过厂区转运送至放射性固体废物暂存库内进行水泥固定、暂存。

四川海同产生的放射性固体废物，按照放射性废物分类原则进行分类、包装，满足厂内运输标准，经监测放射性水平后，由中国核动力研究设计院安排运输车辆，从四川海同厂区运往夹江一号点片区（中国核动力研究设计院放射性废物库）暂存。

目前，放射性废物处理中心接收其他厂区产生的放射性固体废物，采取的主要措施分别有：金属废物通过切割、解体手段减少废物体积，装于 200L 标准桶，存放于暂存库；废树脂采用水泥固化进行处理，水泥固化体在本设施的暂存井暂存，最终送处置场处置。暂存库建筑面积为 4307m^2，设计库容约 2100m^3，分为 7 个暂存区域，其中，水泥固化桶存放区域设计容量为约 5000 桶，箱体废物设计存放量为 100 箱，可压缩废物区域设计存放量为约 600 桶。本次活动产生的放射性固体废物量较少，每年预计使用 10 个钢桶，现有放射性废物暂存库完全满足本次研

发活动的放射性固体废物暂存需求。核动力院放射性废物处理中心与在役设施放射性暂存库等配套使用，相互补充。随着“十三五”中、低放固体废物外运项目的陆续实施，目前外运仍然在正常开展，暂存库库容得到进一步缓解，能够满足暂存要求。

通过以上分析，本项目放射性固体废物依托核动力院进行处置可行。

4.3.2 非放射性污染物治理措施

4.3.2.1 非放射性废气处理措施

根据工艺分析以及原辅料使用情况，本项目研发楼实验室主要进行高效液相色谱分析、沉淀分离实验等化学实验操作，涉及使用盐酸和硝酸，其中浓盐酸使用量为 50L/a，浓硝酸使用量为 300L/a，操作过程中会产生非放废气，主要包括溶液配制、样品制备及处理过程中产生的挥发性试剂和实验室废气等，主要为酸碱废气，其中盐酸废气排放量为 5.95×10^3g/a，硝酸废气排放量为 4.2×10^4g/a，排风量为 1.96×10^8m^3/a。废气浓度分别为 0.03mg/m^3，0.214mg/m^3。盐酸废气、硝酸废气浓度均较低满足大气污染综合排放标准限值《GB16297-1996》（氮氧化物 0.15mg/m^3，氯化氢 0.25mg/m^3）。因此，非放射性气载废物通过通风柜等排风装置后出屋面排放。

4.3.2.2 非放射性废水处理措施

本工程生产及研发所产生的非放射性废水主要分为生活废水和生产废水以及洗消废液。

⑴ 生活污水

生活用水排放按0.05m^3/人·d计算，工作人数约为28人，日产生活污水约1.4m^3/d，以排放系数0.8计，污水总排放量约为1.12m^3/d，经园区污水处理管网，排放到木城镇污水处理厂进行处理。

⑵ 生产废水

生产废水主要为研发楼非放射性实验生产废水，主要包括溶液配制、样品制备及处理过程中产生的硝酸、硫酸、盐酸、双氧水、缓冲液、医用盐酸、氢氧化钠、去离子水等溶液；清洗玻璃仪器产生的去离子水；清洗仪器设备、人员用水等；生产废水总产生量为1.29m^3/a，其中硝酸、硫酸等化学试剂废液通过中和处理后暂存于非放废液罐中，非放废液罐容积为2m^3，定期安排有资质单位进行处理。

⑶ 洗消废液

去污间产生的去污淋浴废液输送至洗消废液贮槽中暂存，每年产生量约 24.8m^3，经就地取样检测后，若活度浓度小于 10Bq/L，则进入园区污水管网，若高于 10 Bq/L，则输送至低放废液贮槽，进行暂存。

4.3.2.3 噪声治理措施

项目产生的噪声主要为通排风系统噪声，项目拟采用距离衰减和建筑物隔声的方式减弱通排风系统产生的噪声。

4.3.2.4 非放射性固体废物处理措施

本工程运行产生的非放射性固体废物主要为普通化学实验室产生的分离材料、玻璃器皿、聚四氟管等，产生量约为265kg/a。此外还有产生的生活垃圾约35kg/d。

生活垃圾：生活垃圾集中收集至垃圾暂存设施后，由环卫部门统一收运处置。

其他非放射性固体废物：分离材料、玻璃器皿、聚四氟管等固体废物作为一般工业废物回收处理。

4.4 服务期满后的环境保护措施

本项目非密封放射性物质工作场所服务期满后，建设单位需根据相关要求实施场所退役。

4.4.1 设计阶段对退役实施的考虑

⑴ 本项目中试楼为非密封放射性物质操作场所，对于易挥发和易撒漏的放射性物质应局限在较小的操作台或手套箱内操作，尽可能减少非密封放射性物质的扩散，并减小污染区域的面积；

⑵ 非密封放射性物质工作场所地面铺设采用易拆性、易去污的材质，且墙角作圆角处理，防止撒漏放射性物质扩散到土壤中；

⑶ 项目设置专用放射性固废暂存间和放射性废液罐，对放射性废物进行集中暂存，处理，尽可能减少“三废”的产生量、处理量、排放量和存留量。

4.4.2 退役环保措施

⑴ 建设单位需根据要求编制退役方案，并在正式开展退役活动前编制退役环

境影响评价，并取得环保主管部门许可后才能正式按照方案实施退役活动。

⑵ 在退役过程中需先进行源项调查，对无法达到解控水平的设施、设备需先进行去污工作，对无法去污的需进行集中暂存收集衰变或交由资质单位进行回收处理。

⑶ 实施退役工作人员应作为辐射工作人员进行管理，并做好个人防护。

⑷ 去污完成后，对建筑物进行拆除。

⑸ 退役工作完成后，退役单位应按照国家相关规定，委托有资质的监测单位，对去污后的场所进行终态验收监测。

第五章 环境影响分析

5.1 建设阶段对环境的影响

略

5.2 运行阶段对环境的影响

5.2.1 项目运行期放射性环境影响

5.2.1.1 场所辐射水平

略

经计算，场所的辐照水平满足要求。

5.2.1.2 人员受照剂量

5.2.1.2.1 公众照射剂量

略

经计算，评价范围内公众最大受照剂量小于 0.1mSv/a 的公众有效剂量约束值要求。本项目对公众的辐射影响可接受。

5.2.1.2.2 工作人员职业照射剂量

略

经计算本项目运行对工作人员所致的职业照射剂量低于本次评价确定的 10mSv/a 的职业照射剂量控制值。

5.2.2 项目运行期非放射性环境影响

5.2.2.1 废气环境影响

本项目大气环境影响评价工作等级为三级，不做环境影响分析。

5.2.2.2 废水环境影响

本项目产生的非放射性废水主要分为生活废水和生产废水。

⑴ 生产废水

生产废水暂存于非放废液罐中，不外排，非放废液罐容积为2m^3，定期安排有资质单位进行处理。

⑵ 生活污水

生活污水排入园区污水处理管网，经木城镇污水处理厂处理达标后排放。

5.2.2.3 地下水环境影响

本项目地下水污染防治措施和对策，坚持“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”的原则。本项目拟采取的地下水的防治措施如下所述。

⑴源头控制措施

①积极推行实施清洁生产，实现各类废物循环利用，减少污染物的排放量；

②根据国家现行相关规范加强环境管理，采取防止和降低污染物跑、冒、滴、漏的措施。正常运营过程中应加强巡检及时处理污染物跑、冒、滴、漏，同时应加强对防渗工程的检查，若发现防渗密封材料老化或损坏，应及时维修更换；

③对管道、设备及处理构筑物采取控制措施，放射性废水收集箱材质能防腐蚀，不易破裂，能有效防止污染物的跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的事故降到最低限度；

④坚持“可视化”原则，在满足工程和防渗层结构标准要求的前提下，尽量在地表面实施防渗措施，便于泄漏物质的收集和及时发现破损的防渗层。

⑵分区防治措施

将新建建筑及设施按单元所处的位置划分为三类地下水污染防治区域：

重点防渗区：主要是地下一层放射性废液收集间和其他废液收集间，采用等效黏土防渗层 Mb≥6.0m，K≤1×10^{-7}cm/s 的措施；

一般防渗区：包括所有生产线、放射性实验室、各个放射性核素操作场所，采用等效黏土防渗层 Mb≥1.5m，K≤1×10^{-7}cm/s 的措施；

简单防渗区：包括除上述防渗区外的项目范围，采用一般地面硬化。项目生产线所在的房间墙面为彩钢板装饰，接缝用玻璃胶密封，地面铺设 2.5mm 厚度的塑胶地板，地板踢脚线不低于 15cm。

在采取上述地下水防治措施的前提下，本项目营运期不会对地下水水质及

水位造成影响。

5.2.2.4 固体废物环境影响

本工程运行产生的非放射性固体废物主要为培养基，灭菌后作为一般工业固体废物处置，产生量约为300kg/a。此外还有产生的生活垃圾约20kg/a。生活垃圾属一般固废，经袋装收集后置于生活垃圾收集点，再由夹江县木城镇市政环卫部门定时清运。

5.2.2.5 噪声环境影响

本项目营运期间产的噪声主要为生活噪声和设备噪声，设备噪声主要来自通排风系统。建设单位对主要噪声源采取隔声、距离衰减等降噪措施。

5.3 事故影响分析

略

5.3.4 事故预防措施

针对上述本项目可能发生的 3 种最大潜在事故，拟分别采取以下的事故预防措施。

⑴热室/屏蔽箱泄漏事故防范措施

制定辐射防护设施的维护保养制度，并定期对热室/屏蔽箱进行维护和检修，同时为即时发现热室/屏蔽箱泄漏，避免放射性气体逸散到操作间对人员造成误照射，环评建议建设单位配备含移动式气溶胶监测设备或定期委托监测单位对辐射工作场所的放射性气溶胶进行监测。

⑵过滤系统失效事故

制定辐射防护设施的维护保养制度，定期对过滤装置的过滤效率进行检查，并在废气排放烟囱设置自动检测设备，当效率达不到使用要求时，即时对过滤器滤芯进行更换。

⑶放射源丢失、被盗、失控事故

海同公司同位素项目部对放射源实施了严密的保卫措施和制度，确保放射源处于受控状态。特别是高活度放射源，存放在有足够屏蔽能力的铅罐内，并有专门的贮存设施，专人负责管理。中试楼拟安装报警装置，实行 24 小时全天

候保卫制度，并实行严格的登记、领（借）用、归还注销、保管和定期校核与检查等管理制度。因此，在实际情况中，这种放射源丢失、被盗、失控事故几乎不可能发生。同时，项目单位制定了完善的事故应急预案，以将事故不良后果降至最低。

（4）火灾

供电设计留有一定的安全裕量；加强易燃易爆物品的管理；现场备足灭火器材；加强供电电缆和用电设备的检查；加强安全教育。

第六章 辐射安全管理

6.1 机构与人员

6.1.1 辐射安全与环境保护机构

四川海同已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，由公司总经理、主管生产、安全领导，以及相关部门负责人构成。相关职责如下：

1. 全面贯彻落实国家有关辐射安全与环境保护的方针、政策、 法律、法规和标准，以及上级部门的工作部署。

2. 领导和部署公司同位素生产的辐射安全与环境保护管理工作。

3. 研究决定公司辐射安全与环境保护重大事项，并为其提供必要的组织、人员、经费保障。

4. 建立健全公司辐射安全与环境保护应急管理体系，提高应对相关事故、 灾难的应急能力。

5. 组织协调公司生产经营过程中发生的各类辐射安全与环境保 护事件或事故的调查处理和应急救援工作，研究提出事故处理意见。

具体的辐射安全与环境保护工作由辐射安全与环境保护工作小组负责，工作小组设置在四川海同质安部，专职负责全公司包括核技术应用在内的所有辐射实践活动的辐射安全与环境保护。

相关职责如下：

1.组织并保持公司辐射安全与环境保护体系的有效运行。

2.组织实施公司辐射安全与环境保护体系程序文件的编制与升版，确保体系得到持续改进和提升。

3.负责编制公司辐射安全与环境保护工作计划，确保和分解管理目标，并监督检查其执行情况.

4.组织公司安全隐患排查，提出隐患治理与管理建议，并督促责任单位落实隐患治理与问题整改工作.

5.负责核与辐射安全、核物质管控、危险化学品管理、特种设备管理、员工劳动保护、环境保护、事故应急等综合监督管理。

6.加强监管力度，制止和纠正违章指挥、强令冒险作业、违反操作规程的行为。

7.制定并组织实施事故应急救援演练工作。

8.负责公司消防管理，定期组织检查防火装置，消除可能的火灾隐患。

6.1.2 辐射工作人员配备计划

四川海同现有辐射工作人员 28 名，所有辐射工作人员均已参加核技术利用辐射安全与防护考核并取得相应证书。辐射工作人员的配置情况如下表所示。

若后续新增辐射工作人员应按照《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告 2021 年第 9 号）的相关要求参加培训，考核合格后方能上岗。

表 6.1-1 公司人员配置表

6.2 辐射安全管理规章制度

6.2.1 辐射安全与防护管理制度

四川海同根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，制定了相应的辐射安全与防护管理制度，辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

辐射安全管理规章制度详见表 6.2-1。现有辐射安全管理规章制度能满足本次改造项目的要求。

表 6.2-1 辐射安全管理制度清单

序号	类别	文件名称	文件编码
1	管理程序	辐射防护管理	SCHT-AQGL-001
2	管理程序	工业安全管理	SCHT-AQGL-002
3	管理程序	辐射工作人员岗位职责	SCHT-AQGL-003
4	管理程序	辐射监测方案	SCHT-AQGL-004
5	管理程序	放射性流出物监测与排放管理	SCHT-AQGL-005
6	管理程序	危险化学品管理	SCHT-AQGL-006
7	管理程序	员工培训管理	SCHT-RZGL-007
8	管理程序	同位素产品管理	SCGH-SCGL-001
9	管理程序	原辅料管理	SCGH-SCGL-002
10	管理程序	洁净区域管理	SCGH-SCGL-004
11	管理程序	人员卫生管理	SCGH-SCGL-005
12	管理程序	设备检修维护管理程序	SCGH-SCGL-006
13	管理程序	辐射事故应急预案	SCHT-AQGL-018
14	管理程序	公司组织机构及职责	SCHT-ZZGL-001
15	管理程序	辐射分区及管理规定	SCHT-AQGL-011
16	管理程序	出入控制管理	SCHT-XZGL-010
17	管理程序	实体保卫管理	SCHT-XZGL-011
18	操作规程	辐射防护设备操作规程	SCHT-CZGC-001
19	操作规程	热室及屏蔽系统（含小车）操作规程	SCHT-CZGC-002
20	操作规程	通风、净化系统操作规程	SCHT-CZGC-003
21	操作规程	制水系统操作规程	SCHT-CZGC-004
22	操作规程	样品转运装置操作规程	SCHT-CZGC-005
23	操作规程	数控吊车操作规程	SCHT-CZGC-006
24	操作规程	放射性废液贮存、倒槽等操作规程	SCHT-CZGC-007
25	操作规程	放射性废物厂区内转运操作规程	SCHT-CZGC-008
26	操作规程	放射性固体废物处理操作规程	SCHT-CZGC-009
27	操作规程	放射性废液处理操作规程	SCHT-CZGC-010
28	操作规程	产品包装操作规程	SCHT-CZGC-011
29	操作规程	γ谱仪操作规程	SCHT-CZGC-012
30	操作规程	活度计操作规程	SCHT-CZGC-013
31	操作规程	液体闪烁计数器操作规程	SCHT-CZGC-014
32	操作规程	紫外可见分光光度计操作规程	SCHT-CZGC-015
33	操作规程	放射性薄层色谱扫描仪操作规程	SCHT-CZGC-016
34	操作规程	电子天平操作规程	SCHT-CZGC-017
35	维保规程	磷-32 装置维护保养规程	SCHT-WBGC-002
36	维保规程	钇-90 装置维护保养规程	SCHT-WBGC-003
37	维保规程	碘-125 装置维护保养规程	SCHT-WBGC-004
38	维保规程	钬-166 装置维护保养规程	SCHT-WBGC-005
39	维保规程	镥-177 装置维护保养规程	SCHT-WBGC-006
40	维保规程	钨铼发生器装置维护保养规程	SCHT-WBGC-007

41	维保规程	锕镭发生器装置维护保养规程	SCHT-WBGC-008
42	维保规程	辐射防护设备维护保养规程	SCHT-WBGC-009
43	维保规程	通风、净化系统维护保养规程	SCHT-WBGC-010
44	维保规程	制水系统维护保养规程	SCHT-WBGC-011
45	维保规程	三废处理设施设备维护保养规程	SCHT-WBGC-012
46	维保规程	γ谱仪维护保养规程	SCHT-WBGC-013
47	维保规程	活度计维护保养规程	SCHT-WBGC-014
48	维保规程	液体闪烁计数器维护保养规程	SCHT-WBGC-015
49	维保规程	紫外可见分光光度计维护保养规程	SCHT-WBGC-016
50	维保规程	电子天平维护保养规程	SCHT-WBGC-017
51	维保规程	热室及屏蔽系统（含小车）维护保养规程	SCHT-WBGC-018
52	维保规程	放射性薄层色谱扫描仪维护保养规程	SCHT-WBGC-019
53	生产程序	氯化钇[90Y]溶液制备程序	SCHT-SCCX-001
54	生产程序	碘化钠[125I]溶液制备程序	SCHT-SCCX-002
55	生产程序	钬[166Ho]微球制备程序	SCHT-SCCX-003
56	生产程序	氯化镥[177Lu]溶液制备程序	SCHT-SCCX-004
57	生产程序	钨-铼发生器制备程序	SCHT-SCCX-005
58	生产程序	高铼[188Re]酸钠溶液制备程序	SCHT-SCCX-006
59	生产程序	锕-镭发生器制备程序	SCHT-SCCX-007
60	生产程序	氯化镭[223Ra]溶液制备程序	SCHT-SCCX-008
61	生产程序	磷[32P]玻璃微球制备程序	SCHT-SCCX-010
62	生产程序	有载体磷[32P]酸钠溶液制备程序	SCHT-SCCX-011
63	生产程序	无载体磷[32P]酸钠溶液制备程序	SCHT-SCCX-012
64	生产程序	锶钇发生器制备程序	SCHT-SCCX-013

6.3 辐射监测

6.3.1 个人剂量监测

本项目建成运行后，辐射工作人员均进行个人剂量监测。辐射工作人员个人剂量监测内容为外照射监测和内照射（含甲状腺）监测，外照射监测频度为 1~3 月/次，内照射监测频度根据工作人员操作核素进行合理设置，个人剂量监测工作拟委托有资质的单位开展。

6.3.2 工作场所监测

四川海同已制定《工作场所辐射监测计划》，涵盖主要核技术利用场所，监测项目为相关场所的空气吸收剂量率、空气中放射性核素浓度、场所表面污染水平等。现有工作场所的辐射监测计划，其规定的监测内容和监测频次满足本次新增项目要求。

6.3.3 流出物监测

本项目产生的放射性废气经两级通风过滤器过滤后，最终由中试楼南侧 60m 高的烟囱排放。

本项目产生的废液由中放废液贮槽、低放废液贮槽、长寿命放射性废液贮槽进行贮存，收集暂存后，由中国核动力研究设计院进行转运处置。因此，本项目液态流出物的监测拟纳入中国核动力研究设计院总的《流出物及环境监测计划》中实施。

6.3.4 环境监测

四川海同已制定《辐射环境监测计划》，环境监测计划严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）标准要求制定。现有环境监测计划，其规定的监测内容和监测频次满足本次新增项目要求。

6.4 辐射事故应急

本项目的辐射事故应急纳入核动力院一号点地区现有应急体系进行管理，拟制定海同公司《辐射事故应急预案》，将本项目的辐射事故应急纳入核动力院应急体系中的医用同位素生产辐射事故应急处理小组，由应急办公室协调、联络，成员包含：技术支持、安全保卫、监测评价与医疗救助助理等。

6.4.1 应急响应机构

6.4.1.1 应急组织机构

本项目辐射事故应急处理组织机构图见图 6.4-1。

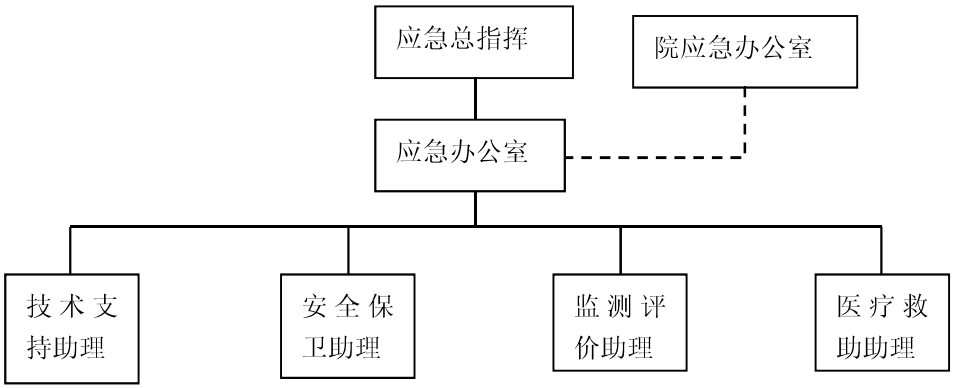

图 6.4-1 辐射事故处理组织机构图

6.4.1.2 应急组织机构职责

⑴应急总指挥：由海同公司主管医用同位素所领导或安全主管所领导担任，统一指挥应急响应行动，宣布应急状态，启动应急组织，决策应急中止，为应急能力保持提供必要条件。

⑵应急办公室：由海同公司应急办公室担任，协调各级、各专业力量实施应急支援行动，向上级主管部门通报事故，组织事故原因调查和经验反馈。

⑶技术支持助理：由海同公司技术专家担任，提供事故处理措施技术支持。

⑷安全保卫助理：由海同公司保卫科人员担任，负责污染区域警戒、控制和交通管制。

⑸监测评价助理：由辐射防护监测评价人员担任，提供现场辐射监测和环境监测，人员体表污染监测，提供辐射防护建议。

⑹医疗救助助理：由一号点职工医院医师担任，负责场内紧急救治，提供应急处置人员医疗防护建议。

6.4.2 应急响应

⑴ 应急启动

发生医用同位素辐射事故时，应立即报告应急办公室，并开展现场警戒和处理措施。

在接到报告后由应急办公室通知应急总指挥、各相关专业人员，根据应急总指挥指示启动应急组织。

⑵ 应急响应行动

技术支持助理根据放射性核素理化性质和放射性危害，提供专业技术支持，以便更好地收集、处理放射性物质与恢复环境。发生碘-125 泄漏时，应由医疗救助助理给现场处理人员和邻近设施人员分发碘片以做好碘防护。

安全保卫助理建立事故警戒、控制区，人员进入现场须经批准，离开现场须经辐射监测和去污。必要时，建立交通控制通道，保障事故处理人员、设备或物资通畅。

辐射防护人员立即对现场的辐射水平进行监测，检查应急处置人员防护设备，设置环境监测点，开展人员剂量监测和污染监测，根据事故处理进展提供防护建议。

医疗救助人员对有急性照射或摄入核素的人员进行医疗救治或建议送厂外专业医院治疗，为现场处理人员提供医疗防护。医疗救助人员协助事故处理人员体表污染（头发、鼻、耳、咽等部位）的去污。

⑶ 应急终止

应急终止需满足以下条件：

①事故得到控制，事故影响已经消除；

②放射性物质的泄露或释放已降到规定限值以下；

③事故现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要。

应急总指挥确认终止条件和时机，发布应急终止命令。

应急办公室向院应急办公室提交辐射事故初始报告表和后续报告表。组织事故原因调查和经验反馈，改进安全措施。

6.4.3 应急物资与保障

根据应急预案的职责分工，准备好应对辐射事故的人力、物力、车辆、通讯和资金保障工作，主要有：

⑴便携式γ剂量率仪、便携式α/β表面污染仪、应急 TLD 等物项；

⑵人员急救医疗设施、碘片等；

⑶对讲机、专用操作工具、防护用品、隔离带、去污用品等；

⑷应急救援车辆。

6.4.4 应急培训与演练

6.4.4.1 培训

承担应急任务的人员每年不低于一次培训本项目辐射事故专项应急预案，熟悉事故类型、危害与处置程序，使之正确理解应急响应要求，有效执行应急响应。应急培训应形成记录并保存。

6.4.4.2 演练

⑴每年开展不低于一次的针对医用同位素辐射事故专项应急预案的应急演练，使相关人员熟悉应急预案、应急处置方案，并能有序、协调配合；

⑵每次演练后，针对演练中发现的问题，及时对应急预案加以必要修改和完

善，以提高应对突发辐射异常事故的应急处置能力。

2024 年四川海同按照法律法规要求和公司应急管理制度要求，建立了公司安全生产事故应急组织体系，建立和完善了公司专项应急预 案，建立公司应急管理制度，开展应急设备设施和应急物资准备与检查，开展应急演习和演练工作，不断提高公司处置突发事件的能力。2024 年公司积极组织有关部门开展各项应急演习和演练，于 2024 年 12 月专门开展综合应急演习以提高公司应对辐射事故的能力。公司组织对各部门的应急准备检查，包括应急设施、装备和物资的功能和 数量等，总体情况处于良好的备用状态。通过演习和检查，检验了《辐射事故应急预案》的可行性，验证了应急组织及人员的响应能力，提升辐射事故应急及处置水平。

第七章 利益-代价简要分析

7.1 利益分析

7.1.1 产品用途

四川海同生产的产品主要有 $Na^{125}I$ 溶液、$Ba^{14}CO_3$ 固体、有载体、无载体磷[^{32}P]酸钠溶液、^{32}P 玻璃微球/固体、$^{177}LuCl_3$ 溶液、^{227}Ac-^{223}Ra 发生器、^{90}Y 溶液、^{188}W-^{188}Re 发生器、钬[^{166}Ho]微球等。这些初级核素产品主要供应给放射性医药公司作为放射性药物的原料，如 $Na^{125}I$ 溶液可制成药盒用于放射免疫测定，$Ba^{14}CO_3$ 固体可制成呼吸检验药盒，磷[^{32}P]酸钠溶液可制成敷贴剂用于骨转移癌治疗，磷[^{32}P]玻璃微球可作为肝癌治疗试剂，$^{177}LuCl_3$ 溶液可作为胃肠胰神经内分泌肿瘤治疗试剂，^{227}Ac-^{223}Ra 发生器可制成 $^{223}RaCl_2$ 注射液用于前列腺癌治疗，^{90}Y 溶液可制成微球用于肝癌治疗，^{188}W-^{188}Re 发生器可制成铼[^{188}Re]依替膦酸盐注射液用于前列腺癌骨转移治疗，钬[^{166}Ho]微球可作为肝癌治疗试剂等。

7.1.2 社会效益

本项目生产的产品的社会效益主要体现在以下几方面：

⑴做大做强国内核技术应用产业

目前世界上有 150 多个国家开展了核技术应用的研究，核技术应用在发达国家已形成庞大的产业链。美国核技术应用产业的年产值占国民经济总产值的比例约为 4%~5%，日本和欧洲相应所占比例为 2%~3%，全世界核技术产业规模超过 1 万亿美元。

中国民用核技术起步于上世纪 50 年代，历经了科研开发的起步阶段、应用开发的产业化阶段以及快速发展三个阶段，现在已经形成了具有一定规模和水平、较为完整的体系。国内核技术应用产业的年产值在 2010 年已达 1000 亿元，占当年 GDP 的 0.3%，到 2015 年相关产值已达 3000 亿元，占当年 GDP 的 0.4%，年增长率保持在 20%左右。截至 2018 年底，我国至少有 400 家单位直接从事核技术应用研发与生产，应用单位数至少上千家，为全社会提供近 10 万个就业岗位，在提高人民生活水平、促进社会经济发展中发挥了不可替代的作用。

核技术应用的发展深刻影响着世界各国的科技进步、经济发展和人民健康，成为世界大国必争的战略制高点和优先发展的重要方向，西方发达国家核技术的产值甚至远超核电。与美国、欧洲、日本等发达国家和地区相比，我国核技术应用产业的产值在国民经济中占比较低，核技术应用的市场拓展还处于初级阶段。2018年10月发布的《中国民用核技术产业发展主旨报告》显示，我国民用核技术发展迅速，未来十年的增长速度有望继续保持在20%左右，到2030年有望突破万亿。本项目的建设有利于做大做强国内核技术应用产业，提升我国在该领域国际上的竞争力。

⑵实现产业健康发展

本项目提供的放射性核素不但可以替代进口，满足国内市场需求，保证国家放射性核素安全，还可出口，造福世界人民。另一方面，由于规模化稳定生产成本比现有技术低，并且无论国内使用还是出口亚洲国家，产品运输成本都比目前从欧洲和南美洲进口的低得多，具有显著的成本优势和地域优势，可以显著低于进口产品的价格供给市场，在保证医院等经营者利益的同时显著降低患者诊疗费用。

因此，本项目是利国利民的好项目。本项目的投运将加速建成我国医用同位素自主保障体系，破解放射性药物产业发展面临的“卡脖子”问题，满足国内外数千万人次的核医学诊断与治疗需求，减少疾患痛苦，造福人民群众；促进解决医用同位素及药物制备领域关键共性问题，推动技术转移和扩散，持续不断地为规模化生产提供成熟的先进技术、工艺及其技术产品和装备；促进国际交流和人才培养，培养并保持一支技术水平高、创新能力强的科技创新团队，保障本领域的持续健康发展。

⑶符合地方政府对于产业发展的需要

四川省作为全国8个全面创新改革试验区之一，把军民融合发展放在了全省发展布局更加突出的位置。2017年，乐山市人民政府制定了《乐山市军民融合产业发展规划》，明确了将乐山打造为中国核科技应用引领区的战略目标，拟面向国内国外，推进民用核燃料、核技术应用和核电装备等方面的研发、生产、技术服务，把乐山打造成为国内一流、国际具有重要影响力的核科技应用基地。根据《乐山市城市总体规划》和《乐山市工业经济发展规划》，乐山市拟在夹江县北

部，以木城镇为主，规划 1.5 平方公里，以中国核动力研究设计院、中核高通等为龙头单位，发挥在核技术应用方面的优势，推进实施同位素研发、同位素生产、同位素制品等核技术利用项目的开展。2018 年，乐山市制定了《乐山市关于加快推进夹江基地军民融合产业发展十条扶持政策(试行)》，明确通过市、县财政共同出资扶持军民融合产业的发展，将夹江基地建成全省军民融合产业示范区，对于工商注册、税收解缴关系在夹江县的军民融合企业和相关杰出人才可享受落户、重大项目建设、做大做强、科技创新、科技成果转化等方而的奖励政策。本项目的建设符合地方政府对于产业发展的需要。

综上所述，海同公司同位素项目部在本项目完成后，可乘核技术大发展的风口，做大做强我国核技术应用产业，同时实现我国核技术应用产业的合理布局与整合优化，同时带动地方产业与经济的发展，社会效益显著。

7.2 代价分析

7.2.1 社会代价

社会代价主要考虑两个方面，一是资源，二是能源。

资源方面，项目在夹江核技术应用产业园内进行，厂区占地面积约 50 亩。生活污水排放量经园区污水管网收集后排入木城镇污水处理厂，处理合格后排放。放射性废液，分类收集后暂存，由中国核动力研究设计院进行转运处置。

能源方面，项目单位运行期间需用水、电等能源。

7.2.2 经济代价

经济代价主要包括以下三个方面的成本：

⑴建筑场地成本；

⑵设备投资成本；

⑶环保投资：包含环保设施、环境管理、环境监测及事故防范措施等费用。

7.2.3 环境代价

本项目的环境代价主要为项目运行期间向环境排放的放射性气载流出物和放射性液态流出物。通过理论估算，项目运行期间的排风通过预过滤器和高效空气粒子过滤器后，经中试楼南侧 60m 高的烟囱排入环境的放射性气载流出物所致评

价范围内公众剂量为：评价范围内公众最大个人年有效剂量满足 0.1mSv/a 剂量约束值要求。

项目运行期间产生的放射性废液由中放废液贮槽、低放废液贮槽、洗消废液贮槽进行贮存。放射性废液收集暂存后，由中国核动力研究设计院转运至一号点放射性废液处理车间进行处置。

项目运营期间产生的放射性固体废物在临时收集点处理后，由专用运输车运送至核动力院一号点暂存库，不外排进入环境，不对项目所在区域环境造成影响。

此外，项目产生的生活垃圾定期送往环卫部门指定地点，由环卫部门定期清运；项目产生的生活污水经园区污水管网，排入木城镇污水处理厂，对水环境的影响较小。

综上所述，通过本项目的利益和代价的简要分析，考虑经济、社会、环境各方面的因素，利益大于代价，符合 GB18871-2002 规定的“实践的正当性”，说明本项目满足正当性要求。

第八章 结论与建议

8.1 项目工程概况

四川海同拟对中试楼一层质检区域进行改造，提升 GMP 水平和分析检验能力，不新建建构筑物，不新增占地面积，共计改造范围约 1400m^2，新增设备 19 台/套。本次改造范围不涉及 8 条同位素生产线。

本次改造主要涉及放射性理化区、微生物质检区和洗衣整衣区。

放射性理化区拟操作核素 I-125、P-32、Lu-177、Ra-226、Ac-227、Th-227、Ra-223、Sr-90、Y-90、W-188、Re-188、Ho-166 共计 12 种核素，总日最大操作量为 1.32E+11Bq，总日等效最大操作量为 2.98E+11Bq，总年最大操作量为 1.05E+13Bq。微生物质检区拟操作核素 I-125、P-32、Lu-177、Ra-226、Ac-227、Th-227、Ra-223、Sr-90、Y-90、W-188、Re-188、Ho-166 共计 12 种核素，总日最大操作量为 5.26E+11Bq，总日等效最大操作量为 1.19E+12Bq，总年最大操作量为 4.21E+13Bq。洗衣整衣区为非放区域，不涉及核素操作。

该项目符合国家现行产业政策和当地规划，项目能够带来良好的社会效益和产生较好的经济效益；在采取了设计的辐射安全防护措施以及三废治理措施后，项目运行所产生的辐射危害是很小的，完全满足国家标准要求。该项目具有实践的正当性。

8.2 辐射安全与防护

项目质检区设计使用屏蔽手套箱来操作放射性核素，工作箱的屏蔽设计和密闭设计满足相关标准要求，可使对操作人员的辐射影响满足国家标准要求并达较低水平；工作场所合理划定控制区与监督区进行管理，人流与物流路径分离，可尽量限制放射性污染范围。针对运行产生的放射性废气、废水和固体废物，项目设计或依托有完善的收集、处理、排放（或暂存）设施，可使放射性废气和废液能得到较好的净化处理，确保通过流出物途径进入环境的放射性物质尽可能少，对公众的辐射影响满足国家标准要求并达相当低的水平；可使放射性固体废物能得到妥善的整备包装，并安全暂存于放射性废物暂存库中直至最终的安全处置，确保不释入环境产生辐射危害。本项目拟采取的辐射安全与防护措施是可行的。

8.3 环境影响分析

⑴ 辐射环境影响分析结论

本项目操作非密封放射性物质，主要是通过放射性流出物途径对公众产生辐射影响。剂量估算结果表明，放射性流出物所致 3km 范围内公众个人有效剂量最大值低于本次评价确定的 0.1mSv/a 的公众剂量约束值。项目运行对公众的辐射影响很小，是可以接收的。

本项目对工作人员的职业照射剂量最大值低于本次评价确定的 10mSv/a 职业照射剂量控制值，项目运行对工作人员的职业照射剂量满足国家标准要求。

⑵ 非放环境影响分析结论

项目运行产生生活污水经园区污水管网进入木城镇污水处理厂，生产废水收集后暂存，由有资质单位进行处置。项目营运期的固体废物主要包括生活垃圾、试剂瓶和灭菌后的培养基，生活垃圾由夹江县市政环卫部门定时清运；其他非放射性固体废物作为一般工业废物回收处理。本项目没有高噪声设备。综上，项目对非放射性环境影响甚微。

8.4 辐射安全管理

项目单位四川海同同位素科技有限公司已建设辐射安全与环境保护管理机构。

本项目辐射工作人员已取得辐射安全培训合格证书，项目单位承诺后续若新增辐射工作人员将组织安排培训，人员持证上岗。在此基础上本项目辐射工作人员的配置满足要求。

本项目已制定《辐射事故应急预案》，预案内容包括：相关机构及其职责、应急响应措施等，本项目辐射事故应急预案是可行的。

本项目设置了相应的辐射剂量监测手段并制定了相应的监测制度。工作人员个人剂量监测执行《个人剂量监测与数据管理规定》，该计划规定的监测内容和频次符合相关标准要求，可满足本项目需求；工作场所的监测执行《工作场所辐射监测计划》，工作场所监测可满足要求；流出物监测和环境监测执行现行的《放射性流出物检测与排放管理规定》，可满足本项目要求。