

版次：A 版

建设项目环境影响报告表

(污染影响类)

项目名称：海盐核技术应用产业园放废收贮中心项目

建设单位(盖章)：海盐秦山核电产业共享开发有限公司



编制日期：2025 年 5 月

中华人民共和国生态环境部制

编制单位和编制人员情况表

项目编号	0u32z4		
建设项目名称	海盐核技术应用（同位素）产业园放废收贮中心项目		
建设项目类别	55--168放射性废物贮存、处理、处置设施		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	海盐泰山核电产业共享开发有限公司		
统一社会信用代码	91330424MA29FN3Q5L		
法定代表人（签章）	朱振乔		
主要负责人（签字）	朱振乔		
直接负责的主管人员（签字）	曹杰		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	中国辐射防护研究院		
统一社会信用代码	121000004058003644		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
康晶	2014035140350000003507140064	BH023605	康晶
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
苏自强	环境保护措施监督检查清单	BH022678	苏自强
康晶	建设项目基本情况、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准	BH023605	康晶
董豫阳	建设项目工程分析、主要环境影响和保护措施、结论	BH024475	董豫阳

一、建设项目基本情况

建设项目名称	海盐核技术应用（同位素）产业园放废收贮中心项目		
项目代码	无		
建设单位联系人		联系方式	
建设地点	浙江省（自治区）嘉兴市海盐县（区）		
地理坐标	/		
国民经济行业类别	N7725 放射性废物治理	建设项目行业类别	放射性废物贮存、处理、处置设施；独立的放射性废物贮存设施
建设性质	新建	建设项目申报情形	首次申报项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	生态环境部	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/
总投资（万元）	3863	环保投资（万元）	270
环保投资占比（%）	6.99%	施工工期	2025.8~2026.12
是否开工建设	否	用地面积（m ² ）	5375
专项评价设置情况	无		
规划情况	海盐县同位素产业园规划		
规划环境影响评价情况	无		
规划及规划环境影响评价符合性分析	规划环评中资源环境制约因素之一为放射性废物需建设集中处置与暂存设施，环境对策与减缓措施为尽快落实园区放射性固体废物处置与暂存设施，同时规划环评中鼓励引入放射性废物产生和管理满足最小化要求的相关项目。本项目为放射性废物收贮中心，主要存放核技术应用单位产生的放射性固体废物，满足规划环评中减缓资源环境制约因素减缓措施的要求，同时也属于产业园鼓励引入的项目。		

其他符合性分析	一、产业政策符合性分析 根据《产业结构调整指导目录》（2024年本），本项目属于其中鼓励类第六项“核能”第7条“核设施退役及放射性废物治理”项目，因此，本项目符合国家产业政策。 二、“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》（环评〔2016〕150号），“三线一单”即“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”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。 （1）与“生态保护红线”的相符性 本项目位于浙江省嘉兴市海盐县核技术应用（同位素）产业园。根据《浙江省人民政府关于发布浙江省生态保护红线的通知》（浙政发〔2018〕30号）、《浙江省生态保护红线（自然生态红线区）划分方案》和《海盐县环境功能区划》，海盐县划定3个自然生态红线区，分别为南北湖风景名胜区、千亩荡饮用水水源保护区和天仙河饮用水水源保护区，本项目不在生态功能生态保护红线内，不触及生态保护红线，因此，本项目的建设符合生态保护红线的要求。 （2）与“环境质量底线”的相符性 根据2024年6月5日嘉兴市生态环境保护局海盐分局发布的《2023年海盐县环境状况白皮书》中相关数据，海盐县空气质量如下：海盐县环境空气质量达标，为环境空气质量达标区。同时根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场址及周围环境辐射环境质量现状属于正常本底范围，空气、地表水、土壤监测数据和γ剂量率均未见异常。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，本项目运行不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。
---------	--

	(3) 与“资源利用上线”的相符性 本项目位于产业园，营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等，主要来自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。 (4) 与“环境准入负面清单”的相符性 根据《海盐县人民政府办公室关于印发〈海盐县“三线一单”生态环境分区管控方案〉的通知》（盐政办发〔2024〕22号），拟建场址位于海盐县优先保护单元（编码ZH33042410002），本项目为放射性废物贮存设施，不属于禁止开发建设项目；本项目产生的非放射性工业废水与园区生活污水一并接入园区污水管网，进入联合污水处理厂处理达标后，排入杭州湾；本项目主要污染物为放射性“三废”，少量放射性气载流出物经过滤装置处理后由排气筒高空排放，经核算，外排气载流出物所致周边评价范围内公众剂量满足国家规定的公众剂量限值和本报告提出的公众剂量管理约束值；不产生放射性废液；产生的少量放射性固废在本库直接暂存后，达到解控水平的申请解控，暂存期满后无法解控的交由有资质单位进行处理处置。综上，本项目满足海盐县当地的管控措施，不在环境功能区负面清单内，符合环境准入负面清单的要求。
--	---

二、建设项目工程分析

建设内容	根据发展规划，海盐核技术应用（同位素）产业园区至 2025 年将引进近 30 家核技术利用单位，远期将达到近 100 家。大量入园企业特别是同位素和放射性药物生产企业的放射性废物收贮问题将成为一个需要面对的重要问题。因此，有必要在海盐核技术应用（同位素）产业园区内建设一个放废收贮中心用于核技术利用废物整备、收贮等服务。放废收贮中心具有战略意义的，高度契合了当前国家核技术利用产业发展趋势，极大地解决了企业对于核技术应用放射性废物收贮难题，同时也符合市场需求的，具体建设用地情况见附图 1。 本项目由海盐秦山核电产业共享开发有限公司作为建设单位负责收贮中心整体的建设以及验收工作，完成验收后，将交予有资质单位全面负责本项目的运营工作。 2.1 建设内容 本次新建放废收贮中心项目建设内容包括：放废贮存库、科研实验区以及门卫配套用房，其中门卫配套用房不涉及放射性操作。放废贮存库沿场地的长边布置，设置在场东侧；科研实验区、配套用房和门卫设置在用地西侧；中部为交通空间。 项目总平面布置图见附图 2。 （一）放废贮存库 放废贮存库为 1 层建筑，局部设夹层。建筑面积 1619.21m²，建筑高度为 9.4m。主体功能区包括废物处理区（放射性固体废物分拣压缩区、微波干燥与水泥灌浆区、小动物尸体冻干区）、废物暂存区、吊装区、检测区以及辅助功能区等。并配套建设在线管控系统，包括在线入库检测系统、综合智能化管理系统、智能行吊系统和视频监控系统，实现全域自动化管理。放废贮存库平面布局图见附图 3、附图 4。 废物暂存区共设置 126 个废物坑，废物坑为半地下结构设计，每个废物坑尺寸宽 1.4m×长 2.6m×深 2.5m，其中地面以下 1.7m，地面上 0.8m。每个废物坑配备 35cm 厚钢筋混凝土盖板，每块盖板之间的缝隙小于 1cm。固体废物贮存设
------	--

计容量约为 1150m³，贮存总量约为 363t。

（二）科研试验区

科研实验区为 5 层建筑，包括科研、实验等用途，同时车辆洗消间设置在科研实验区一层，1 轴至 4 轴交 A 轴至 B 轴区域，净尺寸为 7.8 米×7.8 米×4.4 米（高），蒸发池设置在 1 轴交 B 轴处尺寸为 1.5 米×1.5 米×1 米（深）。本次评价中该蒸发池蒸发洗消废水放射性排放量极少，可忽略不计，同时暂不考虑科研实验区的实验内容，待后续确定实验室功能后进行单独评价。科研实验区建筑面积 3471.83m²，首层及二层层高 5.0m，三至五层层高 3.8m，建筑高度为 23.00m。平面布局图见附图 5～附图 9。

（三）其他配套设施

门卫配套用房为 1 层建筑，包含门卫，监控及辅助用房。建筑面积 137.52m²，层高 4.5m，建筑高度为 5.30m，平面布局图见附图 10。

本项目建成后，可满足产业园内核技术利用企业放射性废物收贮暂存的需求，并可开展放废相关的科研、培训、宣教等活动。

本项目放射性评价只针对废物贮存库运行是否满足国家相关法规标准开展评价，放射性固体废物的厂外运输及后续的处理、处置均不包含在本次评价范围内。同时，科研实验区和门卫配套用房不涉及污染物的排放，本次评价不考虑其运行对环境的影响。

本项目工程组成和内容见表 2-1。

表 2-1 项目工程组成和内容

项目		内容
主体工程	放射性废物贮存库	1 层建筑，局部设夹层。建筑面积 1619.21m ² ，建筑高度为 9.4m。主要功能区包括废物处理区（放射性固体废物分拣压缩区、微波干燥与水泥灌浆区、小动物尸体冻干区）、废物暂存区、吊装区、检测区以及辅助功能区等。并配套建设在线管控系统，在线入库检测系统、综合智能化管理系统、智能行吊系统和视频监控系统，实现全域自动化管理
辅助工程	科研实验区	5 层建筑，包括科研、实验等用途。建筑面积 3471.83m ² （其中地下泵房面积 147.78m ² ），首层及二层层高 5.0m，三至五层层高 3.8m，建筑高度为 23.00m
	门卫配套用房	1 层建筑，包含门卫，监控及辅助用房。建筑面积 137.52m ² ，层高 4.5m，建筑高度为 5.30m
依托工程	水、电、暖	水电暖包括污水处理等设施依托海盐核技术应用（同位素）产业园区，产业园目前已处于运行状态，届时可保证本工程运行。

2.2 收贮废物情况

本项目放废贮存库接收贮存核技术应用过程中产生的极短寿命、极低水平和低水平放射性废物，其中涉及Co-60的废物活度浓度 $\leq 4 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ ；废物包装体外表面上任意一点的辐射水平 $\leq 2 \text{mSv/h}$ ；距离废物包装体外表面1m处任意一点的辐射水平 $\leq 0.1 \text{mSv/h}$ 。对入库的放射性废物有统一的包装要求，一般情况下不会出现包装破损，废物洒落等情况。如果出现洒落等情况，工作人员穿戴好防护服，使用铁锹、钳子等工具将废物收贮至废物桶中。收拾完成后再对地面进行表面污染监测，对超过GB18871-2002标准中表面污染限值要求的（ $\alpha \leq 0.4 \text{Bq/cm}^2$ ， $\beta \leq 4 \text{Bq/cm}^2$ ），采用湿巾对地面擦拭，湿巾回收至放射性废物桶中，接收准则具体见表2-2。

放射性废物规划主要来源为产业园内核技术应用企业产生的手套、抹布、动物尸体、空气滤芯以及废靶件、钴棒束架等生产过程中的废物，除动物尸体外，企业产生的放射性固体废物均应放置到标准废物桶中，动物尸体需进行包装，送放废贮存库的固体废物必须经检测符合放废贮存库接收要求后方可接收。目前园区部门企业产生需贮存的废物类型及数量见表2-3。

放废贮存库固体废物贮存容量约为1150m³，贮存总量约为363t。

表 2-2 固体废物的接收要求

接收物	检查项目	接收要求		监测方法
固体废物	比活度	满足关于发布《放射性废物分类》的公告中极短寿命、极低水平、低水平的放射性废物，其中涉及 Co-60 的废物活度浓度 $\leq 4 \times 10^6 \text{Bq/kg}$		γ 谱仪
废物包装体外	外形	满足《低、中水平放射性固体废物包安全标准》（GB12711-2018）		目测
	表面剂量率	接收的放射性废物包装表面的剂量率小于 2mSv/h，表面 1m 处剂量率小于 0.1mSv/h		γ 剂量率仪
	表面污染	β	4Bq/cm ²	表面污染监测仪
		α	0.4Bq/cm ²	

表2-3目前园区部分企业放射性废物预估产生情况

核技术应用单位	类别	废物种类	预计产生量
中核泰山同位素生	废液	Co-60 生产线：157L/年； C-14 生产线：19L/年；	总量： 176L/年

	产基地	固废	Co-60 生产线： 1、钴棒束架、废靶管约 70kg/a。 2、擦拭去污后的纱布、湿巾等约 25kg/a。 C-14 生产线： 1、内包壳约 4kg/a。 2、干馏后剩余的 AlN 粉末（含石英舟）约 5kg/a。 Sr-89 生产线： 1、废靶管（内、外）约 7kg/a。 Lu-177 生产线： 1、废靶管（内、外）约 13kg/a。 I-131 生产线： 1、废靶管（内、外）约 627kg/a。 2、干馏后的填充母材、干馏石英舟皿等约 21kg/a。	总量：772kg/年
	浙江爱索拓标记医药科技有限公司	废液	1、闪烁液、吸收液、萃余液、清洗液等： C-14：0.94t/a，H-3：0.107t/a； 2、应急去污的淋洗废水：C-14，H-3：<0.05t/a。	总量：1.097t/年
		固废	经检测确实沾染放射性物质的器具、沾污物品等、填料等： C-14：420kg/a，H-3：45kg/a。	总量：0.465t/年
	其他计划入驻单位	废液	含 ^3H 、 ^{60}Co 、 ^{14}C 、 ^{68}Ge 、 ^{137}Cs 等半衰期大于 100 天的放射性废液。	总量（固化后）：10t/年
		固废	极短寿命核素放射固废核素半衰期一般小于 100 天，如 ^{177}Lu 、 ^{90}Y 、 ^{131}I 、 ^{123}I 、 ^{68}Ga 、 ^{223}Ra 、 ^{225}Ac 、 ^{227}Th 、 ^{212}Pb 、 ^{212}Bi 等，入园企业可以送到收贮中心进行暂存，到期解控后由收贮中心按一般废物进行处置。年产生量约为 20t，约 30m ³ 。	总量：20t/年

产业园中核技术应用过程中涉及的主要放射性核素及辐射特性见表2-4。

表 2-4 主要放射性核素及辐射特性

核素	衰变方式	半衰期	比活度 Bq/g
^3H	β^-	12.32a	3.559×10^{14}
^{60}Co	β^-	5.2713a	4.119×10^{13}
^{14}C	β^-	5700a	1.657×10^{11}
^{95}Zr	β^-	64.032d	7.868×10^{14}
^{89}Sr	β^-	50.53d	1.064×10^{15}
^{177}Lu	β^-	6.647d	4.085×10^{15}
^{95}Nb	β^-	34.991d	1.440×10^{15}
^{131}I	β^-	8.0207d	4.567×10^{15}
^{123}I	EC	13.27h	7.053×10^{16}
^{90}Y	β^-	64.10h	1.99×10^{16}
^{68}Ge	EC	270.93d	2.625×10^{14}
^{137}Cs	β^-	30.08a	3.211×10^{12}
^{68}Ga	EC/ β^+	67.71m	1.491×10^{18}
^{223}Ra	α	11.43d	1.896×10^{15}

^{225}Ac	α	10.0d	2.147×10^{15}
^{227}Th	α	18.68d	1.139×10^{15}
^{212}Pb	β^-	10.64h	5.117×10^{16}
^{212}Bi	β^-/α	60.55m	5.395×10^{17}

2.3 工艺设备

收贮过程中利用的工艺设备/系统具体情况见表 2-5。

表 2-5 工艺设备/系统

序号	工艺设备/系统	用途和参数
1	电动油桶夹抱车	废物桶卸货、搬运。
2	电动叉车	用于运输废物桶。
2	手动油桶搬运车	废物桶搬运。
3	手套箱分解压缩装置	废物的分拣、拆卸与压缩，由分拣、压缩、手套箱、局部通风装置组成，箱体外壳采用铅板防护，内部设置 X- γ 辐射剂量率检测。
4	智能行吊	自动吊装打开库坑盖板，吊取吊篮至吊装区，标准废物桶由电动油桶夹抱车放置到吊篮中后再由行吊吊至库坑，完成盖板关闭，行吊可吊最大重量约 8 吨。
5	吊篮	吊篮尺寸 1200mm×2400mm×850mm。一个吊篮可以放置 8 个标准废物桶。一个库坑可以上下叠放两个吊篮。
6	检测台	废物出入库称重、登记、拍照、表面污染和 γ 剂量率检测，由人脸识别、二维码识别、X- γ 辐射剂量率检测、称重和拍照等功能集成，表面污染监测数据录入，实现放射性废物自动测量、识别和记录。
7	手脚、体表检测设备	检测表面污染。
8	标准废物桶	存放去污产生的固体放射性废物，200L 标准废物桶，直径 560mm，高度 900mm，镀锌钢桶，最大装载量 150kg。
9	废物抽样监测设备	γ 谱仪，测量 γ 核素的活度浓度； α 、 β 低本底计数器，测量 α 、 β 核素的活度浓度；液闪谱仪，测量 H-3、C-14 等核素的活度浓度。
10	废物抽样检测前处理设备	压片机，将可压缩的废物压至标准的 γ 谱样品；颚式破碎机，将可不规则的大件废物比如塑料、土壤等固体废物进行破碎；研磨仪，将颚式破碎机粉碎后的颗粒研磨粉碎。烘箱，用于生物样烘干。冻干机，用于生物样品冻干处理。
11	分拣压缩系统	由废物桶接收工作箱、废物袋倾倒工作箱、金属探测装置、废物分拣工作箱、废物压缩系统、桶进出装置、局排系统构成。
12	微波干燥与水泥灌浆系统	包含微波干燥单元及水泥灌浆单元两部分，其中微波干燥单元包含进料计量系统、微波干燥系统及尾气处理系统三个子项；水泥灌浆系统包括料斗系统、搅拌灌浆系统及局排系统三个子项。
13	小动物尸体冻干系统	由两台冻干机和一台落地式通风橱（带有高效过滤器）组成，其冻干机主要由冷冻系统、真空系统、加热系统和控制系统组成。

2.4 通排风系统

通排风系统包括送风系统和排风系统两部分。

(1) 送风

放废贮存库的进风为大门的自然进风。

(2) 排风系统

辐射工作场所设置 2 套全面排风系统 (P-1、P-2) 和 4 套局部排风系统 (JP-1~JP-4)，辐射工作场所与相邻的工作场所之间保持适当的压差，废物贮存区的负压为 20Pa，排风机房的负压为 30Pa，以使放射性工作场所具有合理的气流组织，总的气流流向应为从厂房外到厂房内，从低污染区到高污染区，清洁区流向污染区，防止污染空气扩散。

本项目共设置 2 个全面排风系统和 4 个局部排风系统，具体如下：

P-1 为废物坑设置的排风系统，采取下排风方式，废物坑在废物装卸和运行过程中，保持开启坑口盖板处风速不低于 0.7m/s，排风经预过滤器和高效过滤器净化后高空排放，净化效率 $\geq 99.9\%$ ，系统设计排风量 $L=14212\text{m}^3/\text{h}$ 。

P-2 为放废贮存库大厅辐射工作场所设置的排风系统，换气次数均为 3 次/h，排风机房换气次数均为 6 次/h，排风经预过滤器和高效过滤器净化后高空排放，净化效率 $\geq 99.9\%$ ，系统设计排风量 $L=30000\text{m}^3/\text{h}$ 。

P-3 为固体废物分拣压缩区、微波干燥和水泥灌浆区、动物尸体处理区的排风系统，二层排风机房，换气次数均为 6 次/h，排风经预过滤器和高效过滤器净化后高空排放，净化效率 $\geq 99.9\%$ ，系统设计排风量 $L=11500\text{m}^3/\text{h}$ 。

JP-1 为分拣压缩系统局部排风系统，JP-2 为微波干燥系统局部排风系统，JP-3 为水泥灌浆系统局部排风系统，JP-4 为小动物尸体冻干系统局部排风系统。以上局部排风系统均单独设置管道风机随装置启停，净化效率 $\geq 99.9\%$ ，JP-1 局排系统设计排风量为 $L=300\text{m}^3/\text{h}$ ，JP-2 局排系统设计排风量为 $L=100\text{m}^3/\text{h}$ ，JP-3 局排系统设计排风量为 $L=100\text{m}^3/\text{h}$ ，JP-4 局排系统设计排风量为 $L=200\text{m}^3/\text{h}$ 。各局部排风接入 P-3 系统。

P1~P3 系统汇总后经净化后通过放废贮存库屋顶排风筒排放至环境，排风筒高度为 20.8m。

其余监督区各房间的排风，直接在本层的侧墙排出。

2.5 供水及排水系统

本项目供水主要是通过市政直接供水，设计最高日供水量约为 8.17m³/d。

排水体制为雨、污水分流制，配套用房生活废污水经化粪池初步处理后排入市政污水管，餐饮废水经隔油池处理后排至废水管中，再汇总排入市政污水管道内。

本项目可能产生车辆洗消废水单独收集至科研实验区 1 层蒸发池内，通过自然蒸发的方式进行处理，底泥收集装桶后送贮存库贮存。

2.6 本项目环保投资

本工程总投资 3863 万元，其中环保投资 270 万元，占总投资的 6.99%。环保投资见表 2-6。

表 2-6 环保投资一览表

名称	数量	单价（万元）	合计（万元）
在线监测系统	1 套	100	100
核素识别仪	1 套	15	15
手脚沾污仪	1 套	15	15
便携仪 γ 剂量率仪	2 套	12	24
便携式表面污染仪	2 套	8	16
标准废物桶	500 个	0.04	20
通风、处置系统	1 套	50	50
防护和应急装备	1 项	20	20
车辆洗消和人员洗消设备	1 项	10	10
合计			270

2.7 本项目主要工艺流程

2.7.1 送贮标准及要求

（1）放射性固体废物在出企业前送贮企业需对每一个废物钢桶的核素种类、主要核素比活度进行测量，采用 X、 γ 剂量率仪和 α 、 β 表面污染监测仪对每一个钢桶表面 γ 剂量率和表面松散污染进行测量，并记录档案。放废贮存库工作人员会同送贮企业工作人员在企业现场对即将出厂的每一个钢桶进行现场监督、检查，满足放废贮存库接收要求的方可装车运输。

（2）废物运输至收贮入库之前对废物档案资料进行验收，要求废物桶标签、

	编号及放射性标志清晰、完整，废物信息（包括废物来源、废物类型、重量、内容物、主要放射性核素、活度浓度、表面剂量率、松散污染水平）齐全。 （3）在入库时库房工作人员采用X、γ剂量率仪和α、β表面污染监测仪对每一个废物钢桶表面γ剂量率和表面松散污染进行复测，满足接收要求方可入库。满足收贮接收要求的方可入库，对于不满足本工程接收要求的送回原送贮企业。 2.7.2 工艺流程 如果废物是解控废物将直接进行入库操作，后续申请解控； 如果废物满足入库条件将直接进行入库操作； 如果废物不满足入库条件将进行分类预处理后再进行入库操作。 具体工艺操作流程如下： 1）运输车辆入场，停靠收贮中心转运车辆停车卸货区； 2）放废贮存库工作人员核验送储废物检测报告等相关材料； 3）运输单位装卸员将待入库的废物逐个移动到检测区； 4）放废贮存库工作人员开展废物表面辐射剂量检测和表面污染检测，确保废物符合收贮条件； 废物桶运到贮存库后，按照废物桶接收准则，要进行以下项目的检查，不符合接收准则的废物桶不予接收： —废物桶装的完整性； —废物桶表面剂量率； —废物桶表面污染水平； —废物核素种类、活度浓度。 废物桶检查主要步骤包括： —核对“废物桶技术特性表”和“废物桶运输单”，检查废物桶产生单位是否正确填写废物相关信息； —依照“废物桶技术特性表”，确认废物桶编号是否正确和一致；检查废物桶外观是否完整，是否有变形、破损和裂纹； —对废物桶的表面剂量率、表面污染、核素种类、活度浓度等进行抽检； —经过检查，如果表面污染超过限值，则需要对废物桶表面进行去污处理。
--	--

	清理后符合废物桶接收准则的废物桶进行接收、登记，合格的废物桶在贮存库内进行收贮，进行废物信息登记并给出收贮编号，如不符合需退回送储单位。 5) 放废贮存库工作人员使用电动油桶夹抱车将废物移动到吊装区。 根据检测结果和废物相关信息，判断是否解控废物，如果是解控废物直接进行入库； 如何不是解控废物，根据检测结果和废物相关信息，废物是不可压缩固体废物及短半衰期 ($T_{1/2} < 100d$) 放射性废物将直接入库； 如果是可压缩放射性固体废物，将送至分拣压缩区暂存，待一定量后进行分拣压缩，废物桶转运至分拣压缩装置入口，操作人员通过手套箱对废物进行分拣并压缩至标准桶中。压缩结束后再对表面污染和表面剂量率进行监测，如有污染需要去污，去污后由智能行吊吊装入库。经分拣压缩后的废物桶重量不超过180kg。 如果是放射性液体，将送至微波干燥及水泥灌浆区，待一定量后进行减容处理。现将废液进行微波干燥蒸发，待废液明显减少后，将残渣进行水泥灌浆处理。灌浆后结束再对表面污染和表面剂量率进行监测，如有污染需要去污，去污后由智能行吊吊装入库。 如果废物是小动物尸体，将送至动物尸体冻干区进行暂存，待一定量后进行处置，如果尸体过大，在箱室内先进行切割，然后放置到冻干机内干化处理，最后装桶处理。装桶后再对表面污染和表面剂量率进行监测，如有污染需要去污，去污后由智能行吊吊装入库。 6) 智能行吊操作人员将废物吊装到指定库坑存放，存放位置按照活度、表面剂量的高低由近至远在库坑存放； 智能行吊自动吊装打开库坑盖板，吊取吊篮至吊装区，标准废物桶由电动油桶夹抱车放置到吊篮中后再由行吊吊至库坑，最后完成盖板关闭。 具体工艺流程可见图 2-1。
--	--

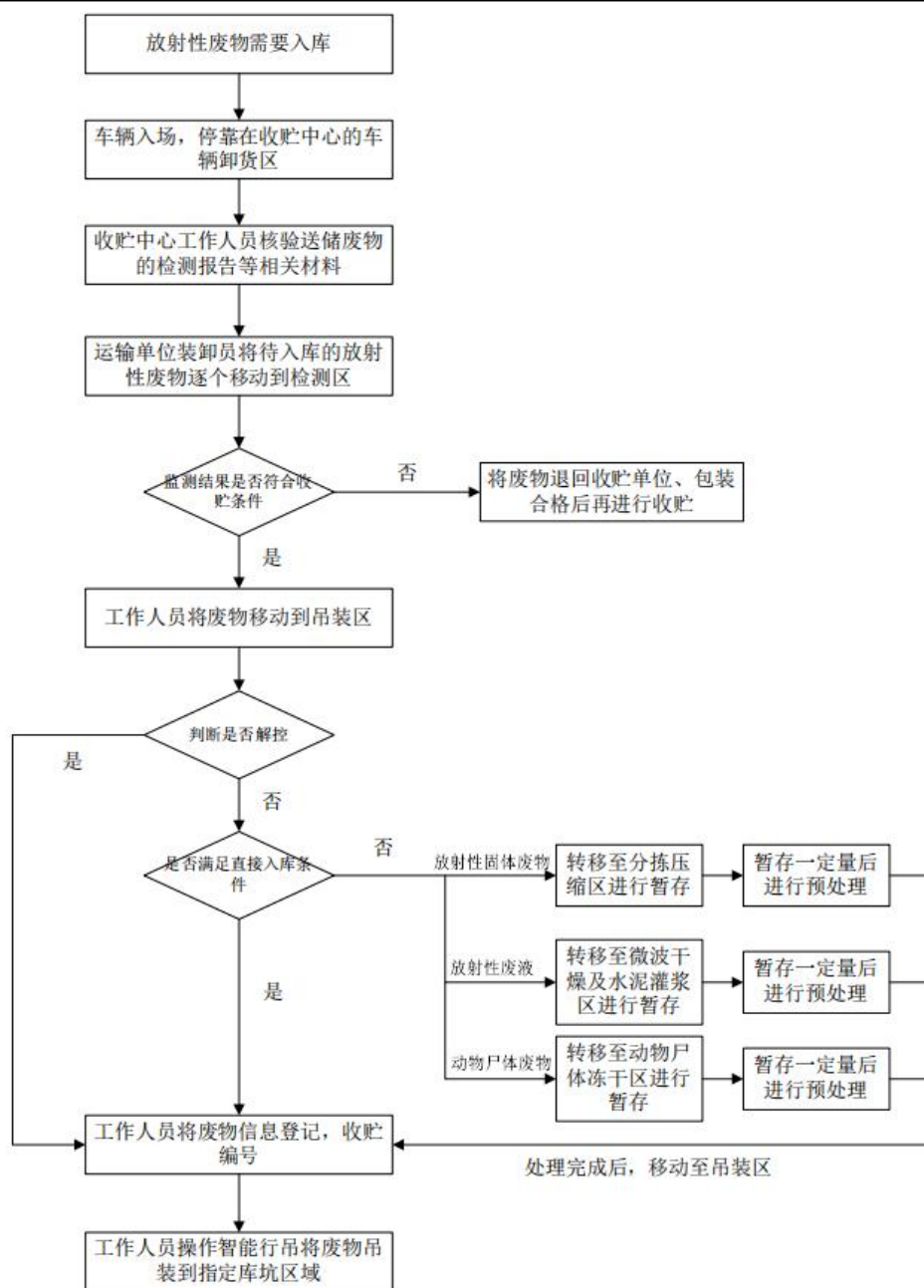


图 2-1 放射性废物收贮工艺流程

2.7.3 废物处理工艺

2.7.3.1 分拣压缩系统

(1) 系统组成

废物分拣压缩工艺由废物桶接收工作箱、废物袋倾倒工作箱、金属探测装置、废物分拣工作箱、废物压缩系统、桶进出装置、局排系统构成。

废物桶接收工作箱，主要对桶装废物进行接收，将桶提升并将桶翻转，使桶

内废物袋倾倒至废物袋倾倒工作箱，其进口设置有一道密封闸门，可保证提升翻转过程中的良好密封；废物袋倾倒工作箱主要将袋中的废物进行取出，通过通风柜或手套孔进行动作；金属探测装置对废物中的金属物质进行监测，设置有联锁和报警装置；废物分拣工作箱，通过操作员视觉识别和金属探测器的报警对不可压缩废物进行分拣，各自投入相应的标准桶内；废物压缩系统主要对可压缩废物进行压缩，通过两道插板密封门进行密封，压缩力量可调；桶进出装置主要作用为接收废物桶，并使用辊筒进行运输，将桶运输至相应的工作箱中。

整个分拣压缩系统设置有局排系统，对操作过程中产生的气溶胶等进行过滤，并保持整个系统为负压，防止放射性灰尘、气溶胶等逸出。

压缩装置流程示意如下图 2-2 所示。

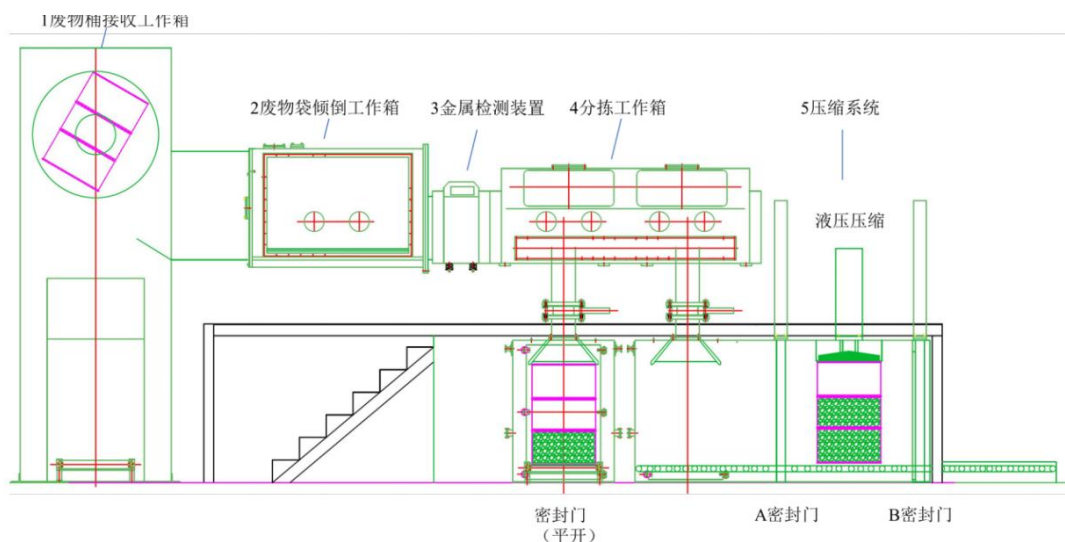


图 2-2 分拣压缩系统组成示意图

（2）功能描述

1) 废物桶接收工作箱

废物桶接收装置由接收平台、密封箱体、升降式密封门、辊筒输送机和翻转倾倒机构组成。操作时，叉车将满载的废物桶放置于带防滑纹的接收平台上，平台两侧的限位挡板自动校正桶体位置。随后，气缸驱动滑动式密封门垂直升起（门体采用双层硅胶密封条），露出内部辊筒输送通道。辊筒组启动运转，将废物桶平稳送入箱体内侧的提升工位，此处设有光电传感器确保精准停靠。

提升翻转机构通过液压驱动的机械臂夹紧桶身两侧凹槽，先垂直抬升至倾倒

	高度，随后进行翻转。桶内捆扎的废物袋在重力作用下滑落至下方的倾斜式缓冲滑槽，落在传送带上。倒空的废物桶经翻转机构复位后，由反向辊筒送回接收平台，等待叉车转运。整套装置在控制面板上设有“紧急急停”“速度调节”按钮，输送辊筒内置防卡死保护模块，遇异常阻力超过设定值时自动停机报警，既保证连续作业效率又降低设备损伤风险。 2) 废物袋倾倒工作箱 废物袋倾倒装置为半封闭式通风柜结构，柜体正面设有可升降的透明隔离门，门上预留两个橡胶密封手套孔用于常规操作。当处理松散易倒的废物时，操作员无需升起隔离门，直接通过手套孔解开袋口并抖动倾倒，局排系统始终保持启动，防止扬尘外溢；若遇到袋内废物粘团结块难以倒出，可按下按钮升起隔离门，手动拆解包装并清理残留物。散落的废物则直接落在底部防滑传送带上，操作员可用柜内配备的塑料刮板辅助推送，确保物料平稳输送至分拣或压缩工位。 3) 金属探测装置 金属检测系统通过电磁感应原理识别废物中的金属杂质。当废物随传送带经过检测区域时，金属成分会干扰探测器磁场并触发声光报警，此时传送带自动暂停约 2 秒，确保金属物精准停靠在操作工位前方。操作员在密闭防护手套箱内（配备防割手套和观察窗）手动分拣，利用磁吸工具或夹钳将铁屑、铜片等金属分类投入专用回收桶，其余非金属废物则继续输送至压缩处理环节。金属检测系统具有高精度和稳定性，能够有效识别各种金属成分，确保分拣过程的高效性和准确性。 4) 废物分拣工作箱 该工序主要用于筛除废物中混杂的少量坚硬杂物（如金属块、砖石、玻璃等），避免这些不可压缩物损伤后续处理设备。操作流程如下：传送带匀速运送废物时，两侧操作员通过观察窗实时检查，发现砖头、陶瓷等明显硬物时，按下暂停按钮使传送带短暂停止，将杂物夹出投入侧边的不可压缩废物接收桶内；同时，传送带上方安装的金属探测器（采用电磁感应原理）持续扫描，当检测到铁、铜等金属时，蜂鸣器立即报警，传送带自动暂停 1~2 秒，此时金属物恰好移动到分拣工位，操作员用磁吸杆快速吸附金属投入专用回收桶。完成分拣后，传送带恢复
--	--

	运转，其余废物正常进入后方可压缩废物收集桶。关键设备配有急停按钮和防误触保护罩，操作员佩戴防割手套，既保证分拣效率又兼顾人员安全。 5) 废物压缩系统 当桶内废物装载至约 80%高度时，系统自动启动传送辊筒，平稳将废物桶运送至压缩工位。此时 A 密封门自动开启，待桶完全进入压缩区后立即关闭，确保作业区密闭。桶体通过底部的光电传感器与轨道导轮配合，精准停靠在压缩头正下方。启动液压压缩系统后，压头匀速下压，桶内废物被逐步压实；系统内置压力传感器实时监测压力值，当接近桶体承压极限时自动降低压力或暂停作业，防止桶身变形损坏。首次压缩完成后，传送辊筒将桶送回分拣工位下方继续接收废物补装，补满后进行二次深度压缩，进一步缩减体积。整个过程由控制面板集中操作，压缩次数、压力阈值等参数可通过触摸屏预设，确保安全性与压缩效率的平衡。 6) 桶进出装置 二次压缩完成后，B 密封门自动开启，压缩成型的废物桶通过底部辊筒输送机平稳移出，此时报警灯闪烁提示叉车司机接运。操作员驾驶叉车将压实桶转运至暂存区，同时反向启动输送系统：空桶从暂存区经 B 密封门进入压缩工位通道，穿过已收回压头的压缩区域后，由 A 密封门内侧的导向轮校正位置，最终精准停靠在分拣装置下方的卡槽中。新旧桶交替时，系统通过红外对射传感器确保 A/B 门不同时开启。空桶到位后，输送辊筒自动降速缓冲，配合蜂鸣提示音通知操作员开始新一轮分拣装填，形成连续作业循环。 7) 局排装置 系统设置有局排装置，主要由负压吸风罩、密闭管道、过滤单元及联动控制系统构成。在废物处理的关键环节，如分拣拆袋、压缩中，吸风罩通过负压捕获粉尘、气溶胶等，防止污染物扩散至车间环境，过滤单元设置有高效过滤器。 2.7.3.2 微波干燥与水泥灌浆系统 (1) 系统组成 微波干燥与水泥灌浆系统包括包含微波干燥单元及水泥灌浆单元两部分，其中微波干燥单元包含进料计量系统、微波干燥系统及尾气处理系统三个子项；水
--	--

泥灌浆系统包括料斗系统、搅拌灌浆系统及局排系统三个子项。同时水泥灌浆系统也可兼容对分拣压缩后的废物的灌浆固定任务。

装置整体外形尺寸：微波干燥系统尺寸：长×宽×高=2300mm×2000mm×2500mm，水泥灌浆系统尺寸：长×宽×高=5100mm×1800mm×2200mm。

微波干燥与水泥灌浆系统工作流程如图 2-3 所示。

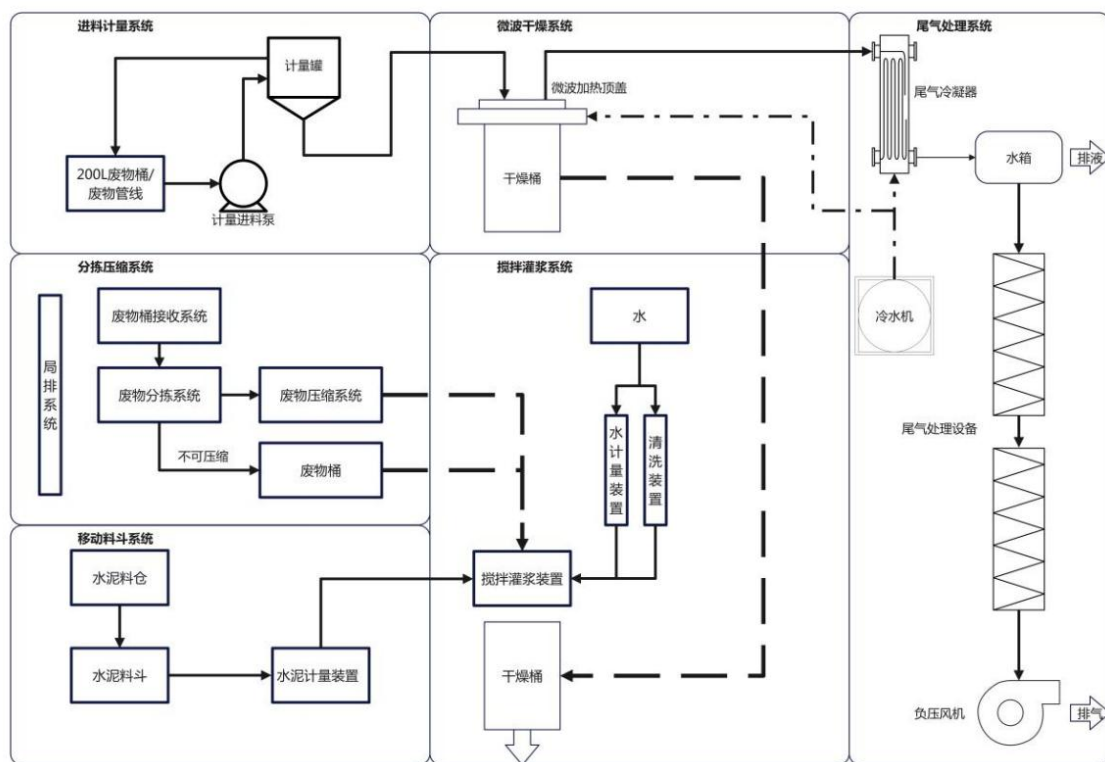


图 2-3 微波干燥与水泥灌浆系统工艺原理流程图

(2) 功能描述

一、微波干燥

微波干燥处理为利用隔膜泵将完成混合与搅拌的废液输送至微波加热顶盖下部的计量罐中，直至废液从计量罐溢流口中溢出并回流至缓冲罐/桶中；开启电动阀门后，利用重力将计量罐中的物料输送至微波加热顶盖下方的干燥桶中；在负压条件下，利用微波加热顶盖完成桶内淤泥的干燥；干燥过程中产生的二次蒸汽在冷凝器中冷却为冷凝水，不凝气体经过尾气加热器、高效过滤器、活性炭过滤器后由风机最终排放。

(1) 进料计量系统

	进料单元包含电动隔膜泵与计量罐，其功能为将废液定量运输至干燥桶内。计量罐通过溢流的方式实现物料的定量计量，当计量罐中的物料高度达到溢流口后，计量罐中物料的体积处于动态平衡状态，多余的物料从溢流管道回流至回取搅拌单元中。在出现溢流现象后，可停止电动隔膜泵的进料，控制电动阀完成计量罐至干燥桶的进料过程。 （2）微波加热系统 微波加热系统包括微波加热密封机构（干燥桶顶盖）、微波源（磁控管）、微波辅助机构（波导管、电源、导线、冷却单元等）、微波屏蔽结构、气密封结构、物料接口、蒸汽排出口、监测仪表以及辊道升降机构等。 微波加热系统依据Φ560mm 的 200L 桶进行设计。顶盖上需要均匀布置 8 个 1.5kW 的微波导管口从而将微波源产生的微波均匀地导入干燥桶。 微波导管或者磁控管与顶盖的连接处采用专用微波密封垫圈结合金属垫圈的结构进行微波屏蔽，必要时可采用金属套管或包覆的方式对波导管等进行微波屏蔽。气密结构采用在顶盖下端面布置厚度 5~10cm 的聚四氟乙烯板，通过顶盖下压机构给予一定压力，将顶盖和干燥桶紧密结合在一起，配合耐高温垫圈实现干燥过程的气密封。同时顶盖上各开口将均采用焊接接口的方式进行连接，从而进一步保证气密封的可靠性。 顶盖上布置有包含温度、压力以及料位等多个探测器，用于监测桶内各项参数。温度探测器包括桶内物料温度探头、桶内气体温度探头以及排气口温度探头；压力探测器用于监测桶内气体压力；料位探测器用于监测桶内物料高度。 顶盖上还布置有物料接口和蒸汽排出口。物料接口位于顶盖的中间，上端与进料计量装置连接。蒸汽排出口可与物料接口集成在一起或单独布置在顶盖上。 干燥桶通过可升降辊道实现与微波加热顶盖的配合，同时该辊道能够完成微波干燥系统至水泥灌浆系统的固化桶运输工作。 （3）尾气处理系统 尾气处理系统由冷水机、冷凝器、水箱、除沫器、尾气加热器、尾气过滤器、阀门和管路等组成。 冷水机用于冷却微波加热模块中的微波源和冷凝器中干燥产生的蒸汽。干燥
--	--

	过程产生的蒸汽经过除沫器后进入二次蒸汽冷凝器，并在其中冷凝。冷凝水收集在冷凝水水箱中。当冷凝水水箱的液位达到指定液位时，打开排水阀排干冷凝水。冷凝水水箱应包含温度探测器、液位探测器、称重传感器、进水口以及排水口。 冷凝器入口可选择设置温度探测器、流量探测器、湿度探测器以及压力探测器，用于干燥过程工艺参数监测以及终点判断。 除沫器位于微波加热装置排气口附近的排气管中，采用丝网除沫器，减少二次蒸汽夹带的液滴和放射性核素。 从冷凝器出口排出的饱和和不凝性气体通过尾气加热装置加热升温，降低相对湿度后，进入过滤器（位于自吸风机前端）进行净化，最终通过自吸风机向大气排出。 尾气过滤器采用 0.3umDOP 试验过滤效率$\geq 99.99\%$的高效过滤器。 （4）局排系统 微波干燥系统设置有局排装置，是废物分拣压缩处理系统中保障环境安全和操作健康的核心设施，主要由负压吸风罩、密闭管道、过滤单元及联动控制系统构成。在固化桶输送的关键环节，如桶升、桶降以及桶运输过程中，吸风罩通过负压捕获粉尘、气溶胶等，防止污染物扩散至车间环境。 微波干燥系统示意图见图 2-4。
--	---



图 2-4 微波干燥系统示意图

二、水泥灌浆系统

（1）料斗系统

人工将袋装水泥送入水泥拆包装置内。水泥拆包装置内顶部设有除尘风机和布袋式除尘器，使得拆包机内形成负压，可有效防止倒料时粉尘飞扬，保证除尘器排风含尘浓度小于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，除尘器排风接至室外，保证良好的人员工作环境。水泥拆包装置出料口设有气动插板阀用来保证拆包机仓内储料的密封性。

水泥拆包后重力输送至水泥料仓，料仓内壁设有振打器和流化器，用来辅助水泥粉料流动，防止粉料产生架桥。水泥输送采用螺旋上料机和给料阀控制，可设置快、慢两种给料程序，结合上料时间、料仓称重确定加入搅拌系统的水泥的量。上料机管道内部进行抛光处理以保证物料的流畅性。上料机与灌浆系统的接口设置水泥下料密封罩，防止粉尘扩散。

（2）搅拌灌浆系统

搅拌灌浆系统包括加料接口、搅拌器、螺杆泵送装置、干 / 湿料液位传感器、

	水泥浆出料管、支架及脚轮和排气过滤装置等。其主要功能是使料斗内的水泥干料与计量过的水和添加剂在搅拌器内充分混合，形成均匀泥浆，通过泵和泥浆管道，连续地向废物桶灌浆。 灌浆作业前需利用叉车将待灌浆桶，转移到灌浆工位，然后启动出料螺杆泵启动，将水泥浆定量输送至钢桶中，桶内灌浆量达到要求后，人工封盖并拧紧螺栓。完成灌浆作业后，需利用清水将灌浆管内的泥浆清洗干净，将清洗物注入厂房的下水（专用或雨水口）。断开各单元设备间的连接管线及电缆，将设备移至贮存位置。 （3）局排系统 搅拌灌浆系统设置有局排装置，用于保障环境安全和操作健康，主要由负压吸风罩、密闭管道、过滤单元及联动控制系统构成。在如下料、搅拌、封盖过程中，吸风罩通过负压捕获粉尘、气溶胶等，防止污染物扩散至车间环境。系统与主流程设备智能联动，如排风系统故障时自动暂停下料、搅拌作业。 2.7.3.3 小动物尸体冻干系统 （1）系统组成 本系统由两台冻干机和一台落地式通风橱（带有高效过滤器）组成，其冻干机主要由冷冻系统、真空系统、加热系统和控制系统组成。 一用一备冻干冗余式设计，可避免一台冻干机故障导致工作停滞，在样品量繁重时两台同时启动也可提高工作效率，每台设备单次冻干鲜肉类重量约 2kg，冻干时长约 20~30h（具体根据物料的装量和含水量设定）。 通风橱上端连接高效过滤器，冻干机真空泵抽取的气体直接连接通风橱管道，可有效避免放射性物质外泄。 （1）冷冻系统：包括压缩机、冷凝器和蒸发器等。冷冻系统的任务是确保冻干机的冷冻室能够维持在适宜的温度范围内，通常在-10 至-50℃之间。压缩机负责压缩气体，冷凝器将高温高压气体冷却成液体，而蒸发器则在低压环境下蒸发液体，实现冷却效果。 （2）真空系统：该系统包括真空泵、真空室和真空计等组件。真空系统的主要功能是在冻干过程中创造和维持低压环境（通常在 1.3 至 13Pa），使冻结的
--	---

	水分能够直接从固态升华为气态，并通过真空泵排出或被冷阱捕获。真空泵提供必要的抽气能力，真空计用于实时监测和调控真空室内的压力。 （3）控制系统：由各种控制开关、指示调节仪表及自动装置等组成。控制系统负责监测并控制冷冻室、真空室等关键部分的温度、压力及时间参数，确保冻干流程的稳定进行和产品质量。 2) 处理工艺描述 对于含有半衰期不超过 100 天的放射性核素的动物尸体，将动物尸体保存在具有防护屏蔽的放射性废物坑内，将动物尸体以超低温冷冻方式冷冻在库坑内冰柜中，在避免腐败变质的前提下放置贮存至清洁解控水平，成为免管的非放射性废物。 对于中等及以上长半衰期的动物尸体，放射性比活度低于清洁解控水平的长半衰期动物尸体，其属于免管废物范畴，可直接作为医疗废物处置。而高于清洁解控水平的中等（$5.3a > T_{1/2} > 100d$）及以上长半衰期（$> 5.3a$）动物尸体，先进行冷冻，切割，然后进行冻干处理。 2.7.4 废物解控和运出流程 废物坑中贮存的中等及以上长半衰期放射性固体废物，待暂存期满后需核实是否达到清洁解控水平，如达到则经审管部门批准后，作为常规废物处理，如未达到则考虑对 200L 钢桶进行水泥固定后送处置场处置。 短寿命放射性废物根据核素衰变规律以及《电离辐射防护与辐射源安全标准》（GB18871-2002）中解控的要求，待废物达到解控水平后，核实是否达到清洁解控水平，如达到则经审管部门批准后，作为常规废物处理。 （1）废物解控流程 根据入库时间及放射性核素半衰期的特性，暂存衰变后达到解控水平后对该部分废物实施解控，具体解控流程如下： 1) 操作人员根据仓库管理系统将指定区位的待解控废物用智能行吊或人工操作叉车转运至吊装区； 2) 放废贮存库工作人员逐个将待解控的废物移动到检测区进行检测，不符合要求的重新吊装或人工叉车转运入库，符合要求的移动到解控区；
--	---

3) 按一般固废对废物进行后续处理。

(2) 废物运出流程

废物运出为暂存期满后仍未达到解控水平的废物，运送去相关处置单位处理或处置。具体运出流程如下：

1) 工作人员根据仓库管理系统将指定区位的待运出废物用智能行吊或人工操作叉车转运至吊装区；

2) 放废贮存库工作人员逐个将待解控的废物移动到检测区进行检测，将不符合清洁解控水平的废物转入水泥灌浆区进行水泥固定，通过吊运送至处置方的运输容器内；

3) 盖上运输容器顶部盖子，工作人员借助爬梯到达运输容器顶部，将螺栓上紧；

4) 工作人员离开运输容器顶部，移开爬梯，利用智能行吊将运输容器吊运至停车卸货区的运输车上，运输车离开。

2.7.5 检修流程

检修的对象主要是工艺设备以及排风机房的设备，上述设备均采用直接维修。需要维修或定期检查时，检修人员通过人流出入口，进入需检修区域进行检修工作，更换或废弃的零部件或过滤器芯作为固体废物按本项目收贮流程收贮。

2.8 辐射防护管理

2.8.1 分区管理

放废贮存库为放射性操作厂房，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“6.4 辐射工作场所分区”规定，为便于辐射防护管理和职业照射控制，将辐射工作场所分为控制区和监督区。本项目辐防分区图见附图 11～附图 12。

控制区的划分原则：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区。本工程控制区为废物贮存区、动物尸体处理间、微波干燥及水泥灌浆间、分拣压缩间、去污间、检测间、排风机房等。

监督区的划分原则：通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。本工程中监督区为卫生间、更衣间、控制室、应急装备间、送风机房、配电间等。

2.8.2 辐射防护措施

依据辐射防护的要求：实践的正当性、剂量限值和潜在照射危险限制、防护与安全的最优化、剂量约束和潜在照射危险约束，本项目设计的辐射防护措施如下。

1) 对该设施进行分区布置，在满足辐射防护要求的前提下满足安全、卫生、运输、消防等规范的要求。

2) 装卸操作采用行吊等机械设备，对放射性废物的操作尽量采用机械控制，缩短工作人员接触放射性废物的时间，增加操作距离，做到方便、安全、可靠。

3) 工作人员在工作期间配戴有个人剂量报警器，当超过指定的剂量限值或剂量率限值时，能发出告警，使工作人员及时发现并远离危险放射性废物。

4) 定期测量检查库区内的放射性污染水平和 γ 辐射剂量率，发现异常情况及时采取相应措施。

5) 职业照射工作人员，上岗前应经过业务培训，应具备相应的辐射防护的专业知识，在工作中注意做好个人防护。

6) 根据工作人员工作场所的辐射水平，配有专用工作服、工作帽、手套、口罩等防护用品。单位要制定放射性废物入库操作规程，并严格按规程操作，库房门要设置门禁，避免无关人员随意进入。

7) 对辐射场所工作人员的受照剂量进行监督、监测，并记录工作人员的受照剂量，长期保存。

8) 增设、加强实体保卫措施：库房在 3m 以上设固定窗，加防盗栅栏。

9) 放射性废物库的设计方式为地下式库坑，本方案库坑采用混凝土屏蔽结构，保证源库墙外各处的空气比释动能率小于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。贮存坑盖板上表面的空气比释动能率小于 $10 \mu\text{Gy/h}$ 。

10) 库区设计有排风系统，工作人员进库前，先启动风机通风后方能进入库内。

11) 工作人员佩戴个人剂量计，定期检测工作人员的附加剂量，当检测附加剂量达到年剂量限值时，工作人员应停止工作。

12) 本工程建立事故应急处置的领导、协调机构及相应的应急处理程序，并

定期进行演练，如发生突发事件，应严格按照应急预案操作。

工作场所各辐射分区的场所剂量率水平见表 2-7，工作场所的放射性表面污染控制水平见表 2-8，工作场所气溶胶浓度控制值见表 2-9。

表 2-7 辐射分区场所剂量控制水平

工作区域	监督区	控制区
剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	≤ 2.5	≤ 10
时间限制	不限	常规工作时间

表 2-8 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型		α 放射性物质 Bq/cm^2		β 放射性物质 Bq/cm^2
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4	40	40
	监督区	0.4	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区和监督区	0.4	0.4	4
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4

表 2-9 工作场所气溶胶浓度控制值

序号	核素	气溶胶浓度 (Bq/m^3)	转换因子 (Sv/Bq)	备注
1	^{68}Ge	64.1	1.30E-08	①以 2mSv/a 作为内照射控制水平、工作时间为 2000h/a 时导出的工作场所气溶胶浓度控制值； ②本表只给出了本项目涉及半衰期 $>100\text{d}$ 的核素； ③本项目选取最低气溶胶浓度，即 28.7Bq/m^3 作为本项目工作场所的气溶胶浓度控制值。
2	^{60}Co	28.7	2.90E-08	
3	^3H	19841.3	4.20E-11	
4	^{137}Cs	124.4	6.70E-09	
5	^{14}C	15723.3	5.30E-11	

2.8.3 人流、物流

①人流

工作人员由门厅进入，通过监督区楼梯间进入二楼控制室。监督区和控制区的工作人员不能串岗，各设有卫生间。工作时，工作人员除了货包检测、接收废物、更换吊具、检修之外，均在监督控制室工作。进入控制区工作的人员需要通过卫生出入口更换工作服，经卫生通过间进入控制区操作，回来时需要在工作服间脱下脏工作服，经过剂量检测后更换家庭服回到监督区。

②物流

废物运输车辆由转运车辆停车卸货区进入放废贮存库。

	人流物流示意图见附图 13。 2.8.4 辐射监测 本项目辐射监测内容主要包括：辐射工作场所监测、个人剂量监测以及流出物和环境监测。 （1）工作场所监测 工作场所监测主要包括放射性气溶胶监测、表面污染监测以及γ外照射监测。 现场空气中气溶胶浓度监测：监测方式采用现场空气取样，实验室分析的方法。 表面污染监测采用便携式表面污染测量仪，定期对控制区的设备表面、地面、墙壁等进行监测。 γ外照射监测：在检测区、分拣压缩间、微波干燥及水泥灌浆间、动物尸体处理间、废物坑区等设置 1 套固定式γ剂量监测系统，在检测区设置 1 套固定式中子剂量监测系统。其他固定式探头监测不到的位置使用便携式γ剂量率仪定期进行监测。同时在二层控制室设置 1 套剂量率显示及储存系统。探头布置详见附图 14。 （2）个人剂量监测 个人剂量监测包括外照射监测、内照射监测以及表面污染监测。 外照射监测通过工作人员佩戴的个人剂量计监测累积剂量。内照射监测主要通过工作现场放射性气溶胶监测结果，结合工作人员接触时间来估算。工作人员离开辐射工作场所时，通过设置在卫生通过间的α、β手脚表面污染监测仪对表面污染进行监测。 （3）流出物监测 排风过滤机房内设置 1 台空气取样装置，取样检测气体流出物中的放射性气溶胶活度浓度。 （4）环境监测 本项目依据相关法规标准要求，布置了放废贮存库周围的环境监测工作计划，包括 γ 剂量率、放射性气溶胶、土壤、生物监测。
工艺流程	2.9 主要产排污环节 2.9.1 施工期

和 产 排 污 环 节	(1) 扬尘 施工期对大气的影晌主要是由扬尘和二次扬尘造成的。 建筑材料的运输，如不采取有效的遮盖措施，运输过程中会产生扬尘，主要对道路沿线的空气环境产生影响；土料场、石料场、砂石料场等，如无围挡、随意堆放会对施工场地周围产生二次扬尘；施工期间搅拌机搅拌混凝土和砂浆也会造成水泥粉尘散发，会对施工场地周围环境产生二次扬尘污染；平整场地、挖填土石方，会使施工场地的地表功能造成破坏，表层土壤裸露，可能产生扬尘污染。取弃土场若选在施工生活区或居民生活区的上风向，会对这些区域产生一定的环境影响；施工建筑垃圾的清理会产生扬尘污染。 综上所述，施工期间将会造成局部地区环境空气的 TSP 浓度增高。本工程建筑面积为 5228.56m²，按照工程的实施进度，施工周期保守按 12 个月进行估算。 $W=WB+WK$ $WB=A \times B \times T$ $WK=A \times (P_{11}+P_{12}+P_{13}+P_{14}+P_2+P_3) \times T$ 其中，W：总排量，t； WB：基本排放量，t； WK：可控排放量，t； A：建筑面积，万 m²； T：施工周期，月； B：基本排放量排放系数，4.8t/（万 m²·月）； P₁₁、P₁₂、P₁₃ 和 P₁₄ 为各项控制扬尘措施所对应的一次扬尘可控排放量排污系数，t/（万 m²·月）；P₁₁、P₁₂、P₁₃ 和 P₁₄ 分别为道路硬化与管理、边界围挡、裸露地面覆盖、易扬尘物料覆盖等措施的达标与否排污系数，达标均取 0； P₂ 和 P₃ 为运输车辆扬尘所对应的二次扬尘可控排放量排污系数，t/（万 m²·月）；当运输车辆密闭时，P₂ 取 0；当车辆不设有机械冲洗装置时，P₃ 取 1.55t/（万 m²·月）。 经估算，本工程建筑工程基本排放量为 30.12t，可控排放量为 9.72t。本工程在施工期间可能产生的建筑工地扬尘排放量为 39.84t。 (2) 噪声 本工程在施工期产生的噪声来源于施工机械设备，主要包括装载机、挖掘机、
----------------------------	---

钻孔灌注桩机、静压式打桩机、混凝土搅拌机、混凝土振捣器、升降机等。不同施工设备产生的机械噪声声级列于表 2-10。

表 2-10 主要施工设备产生的机械噪声声级

施工阶段	噪声源	声级 dB (A)
土石方	装载机	85~95
	挖掘机	79~90
打桩	钻孔式灌注桩机	81~85
	静压式打桩机	75~82
结构	混凝土搅拌机	79~90
	混凝土振捣器	80~88
装修	升降机	72~80

(3) 废水

施工期产生的废水主要为施工机具冲洗废水和施工人员生活污水，施工期废水产生量按 100L/（d·人）估算，施工人员按 120 人估算，施工周期保守按 12 个月计算，则废水产生量为 4320m³。

(4) 固体废物

施工期产生的固体废物包括建筑垃圾、土石方、施工人员生活垃圾。其中建筑垃圾的产生量按照建筑面积 0.02t/m² 估算，则本工程产生的建筑垃圾约为 105t。产生的少量废机械泵油交由有资质单位进行处理。施工期间施工人员的生活垃圾产生量按照 1kg/（人·d），则施工期间生活垃圾产生量约为 43.8t。

2.9.2 运行期

2.9.2.1 放射性气载污染物

本工程由于接收的放射性固体废物均密封在钢桶内，仅在分拣压缩系统、微波干燥与水泥灌浆系统、小动物尸体冻干系统涉及放射性物料开放操作，因此实际上贮存区放射性气溶胶浓度很低。工作人员进入分拣压缩区作业前，先打开排风机，工作完成后关闭排风机。本工程设置 2 套全面排风系统和 4 套局部排风系统，经过滤系统过滤后，经离地面高度 20.8m 排风筒排放，设计全排总风量约 55712m³/h，局排总风量约 700m³/h。

本项目正常运行的废物处理能力如下：

- （1）沾染放射性核素的固体废物处理能力：20t/a；
- （2）放射性废液年处理能力：10m³/a；
- （3）含放射性核素的动物尸体处理能力：200kg/a。

正常情况下，本项目废物处理时产生较多放射性气溶胶，通过局排系统排入环境，根据 DOE-HDBK-3010-94，对于固体废物处理压缩应力的 ARF 值为 $1\text{E-}03$ ，废液微波干燥的 ARF 值取 $2\text{E-}03$ ，小动物尸体冻干系统主要考虑再悬浮的影响 ARF 值取 $5\text{E-}06$ 废物处理产生的放射性气溶胶通过局部排风经高效过滤器过滤后通过 20.8m 排风筒排放，净化效率取 99.9%；全面排风系统排风经过滤后通过 20.8m 排风筒排放，本项目工作场所的气溶胶浓度控制值为 28.7Bq/m^3 ，保守按照气溶胶浓度控制值进行计算，过滤效率保守取 99.9%。

本项目所接收的废物均满足关于发布《放射性废物分类》的公告中极短寿命、极低水平和低水平放射性废物，其中涉及 ^{60}Co 的废物活度浓度 $\leq 4 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ 。因此可知涉及的主要半衰期 $> 100\text{d}$ 的核素的活度浓度水平：

^{60}Co 活度浓度 $\leq 4 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ ；

^3H 、 ^{68}Ge 活度浓度 $\leq 4 \times 10^{11} \text{Bq/kg}$ ；

^{14}C 活度浓度 $\leq 1 \times 10^8 \text{Bq/kg}$ ；

^{137}Cs 活度浓度 $\leq 1 \times 10^9 \text{Bq/kg}$ 。

分别保守假定操作的放射性核素为单一核素，经计算：

（1）操作所有核素均为 Co-60 的排放量

局部排风：

①分拣压缩系统： $4 \times 10^6 \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 2 \times 10^4 \text{kg} \times 1 \times 10^{-3} = 8 \times 10^4 \text{Bq}$ ；

②微波干燥与水泥灌浆系统： $4 \times 10^6 \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 1 \times 10^4 \text{kg} \times 2 \times 10^{-3} = 8 \times 10^4 \text{Bq}$ ；

③小动物尸体冻干系统： $4 \times 10^6 \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 2 \times 10^2 \text{kg} \times 5 \times 10^{-6} = 4 \text{Bq}$ 。

全面排风： $28.7 \text{Bq/m}^3 \times 0.1\% \times 55712 \text{m}^3/\text{h} \times 2000 \text{h} = 3.20 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

经计算，本项目正常运行工况下年排放量约为 $3.36 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

（2）操作所有核素均为 H-3 或 Ge-68 的排放量

局部排风：

①分拣压缩系统： $4 \times 10^{11} \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 2 \times 10^4 \text{kg} \times 1 \times 10^{-3} = 8 \times 10^9 \text{Bq}$ ；

②微波干燥与水泥灌浆系统： $4 \times 10^{11} \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 1 \times 10^4 \text{kg} \times 2 \times 10^{-3} = 8 \times 10^9 \text{Bq}$ ；

③小动物尸体冻干系统： $4 \times 10^{11} \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 2 \times 10^2 \text{kg} \times 5 \times 10^{-6} = 4 \times 10^5 \text{Bq}$ 。

全面排风： $28.7 \text{Bq/m}^3 \times 0.1\% \times 55712 \text{m}^3/\text{h} \times 2000 \text{h} = 3.20 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

经计算，本项目正常运行工况下年排放量约为 $1.60 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。

(3) 操作所有核素均为 C-14 的排放量

局部排风：

①分拣压缩系统： $1 \times 10^8 \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 2 \times 10^4 \text{kg} \times 1 \times 10^{-3} = 2 \times 10^6 \text{Bq}$ ；

②微波干燥与水泥灌浆系统： $1 \times 10^8 \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 1 \times 10^4 \text{kg} \times 2 \times 10^{-3} = 2 \times 10^6 \text{Bq}$ ；

③小动物尸体冻干系统： $1 \times 10^8 \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 2 \times 10^2 \text{kg} \times 5 \times 10^{-6} = 100 \text{Bq}$ 。

全面排风： $28.7 \text{Bq/m}^3 \times 0.1\% \times 55712 \text{m}^3/\text{h} \times 2000 \text{h} = 3.20 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

经计算，本项目正常运行工况下年排放量约为 $7.20 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

(4) 操作所有核素均为 Cs-137 的排放量

局部排风：

①分拣压缩系统： $1 \times 10^9 \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 2 \times 10^4 \text{kg} \times 1 \times 10^{-3} = 2 \times 10^7 \text{Bq}$ ；

②微波干燥与水泥灌浆系统： $1 \times 10^9 \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 1 \times 10^4 \text{kg} \times 2 \times 10^{-3} = 2 \times 10^7 \text{Bq}$ ；

③小动物尸体冻干系统： $1 \times 10^9 \text{Bq/kg} \times 0.1\% \times 2 \times 10^2 \text{kg} \times 5 \times 10^{-6} = 1 \times 10^3 \text{Bq}$ 。

全面排风： $28.7 \text{Bq/m}^3 \times 0.1\% \times 55712 \text{m}^3/\text{h} \times 2000 \text{h} = 3.20 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

经计算，本项目正常运行工况下年排放量约为 $4.32 \times 10^7 \text{Bq}$ 。

2.9.2.2 放射性废水

本工程产生的放射性废水主要对去污后有残存玷污的运输车进行洗消，单次洗消产生约 15L 废水，运输车仅在有玷污的情况下洗消，保守假设每年洗消车辆约 10 次，年产生量约 150kg，产生的这部分放射性的废水单独收集至科研实验区 1 层蒸发池内，通过自然蒸发的方式进行处理，底泥收集装桶后送贮存库贮存。

2.9.2.3 放射性固体废物

废物贮存库运行过程中会产生少量固体废物，主要固体废物为排风过滤机房更换的滤芯，吊车检修的零部件，玷污的废弃工作服，为废物桶表面去污、地面去污、操作人员玷污后的去污产生的湿巾、纸巾、棉布等，以上废物分类装入标准废物桶按放射性固体废物进行贮存，放射性固体废物的产生与处理见表 2-11。

表 2-11 固体废物预计年产生量及处理处置情况

废物种类	年产生量(kg/a)	废物类型	处理方式	备注
吊车检修零部件、排风机房滤芯	约 100	低放	分类装入标准废物桶按放射性固体废物进	/

	辐射防护用品（工作服、纸巾等）	约 500	低放	行贮存	/
	2.9.2.4 非放射性废物 工作人员产生的生活污水为 40L/（人•天），本工程劳动定员约 30 人，因此产生的生活污水量为 1.2m³/d。 工作人员产生的生活垃圾按 1kg/（人•天），本工程劳动定员 30 人，因此产生的生活垃圾约为 11t/a。 本项目运行过程中产生的噪声主要来自离心风机，风机噪声值均不超过 80dB（A）。				
与项目有关的原有环境污染问题	本项目为新建项目，不涉及原有环境污染问题。				

三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准

3.1 地理位置

本项目新建放射性废物收贮中心位于海盐县海盐核技术应用（同位素）产业园区内，海盐县，隶属于浙江省嘉兴市。地处杭州湾西北，距上海 118km、杭州 98km。下辖 4 街道、5 镇，陆地土地总面积 584.96 平方公里，江口海湾面积 537.90 平方公里。2021 年，海盐县户籍人口 38.30 万人。海盐素以“鱼米之乡、丝绸之府、礼仪之邦、旅游之地”著称。1985 年被国务院列入沿海经济开发区，是中国综合实力百强县。

海盐核技术应用（同位素）产业园区发展迅速。大量入园企业特别是同位素和放射性药物生产企业的放射性废物收贮问题将成为一个需要面对的重要问题。在海盐核技术应用（同位素）产业园区内建设一个放废收贮中心用于核技术应用废物整备、收贮等服务具有战略意义。契合了核技术应用产业发展趋势，极大地解决了企业对于核技术应用放射性废物收贮存在的疑虑。

本项目位于地块位于秦山街道，东至秦山核电站，南至绿地，西至同核路，北至相邻厂区，用地面积：5375m²。详细地理位置见图 3-1，在产业园中的相对位置见图 3-2。

区域
环境
质量
现状

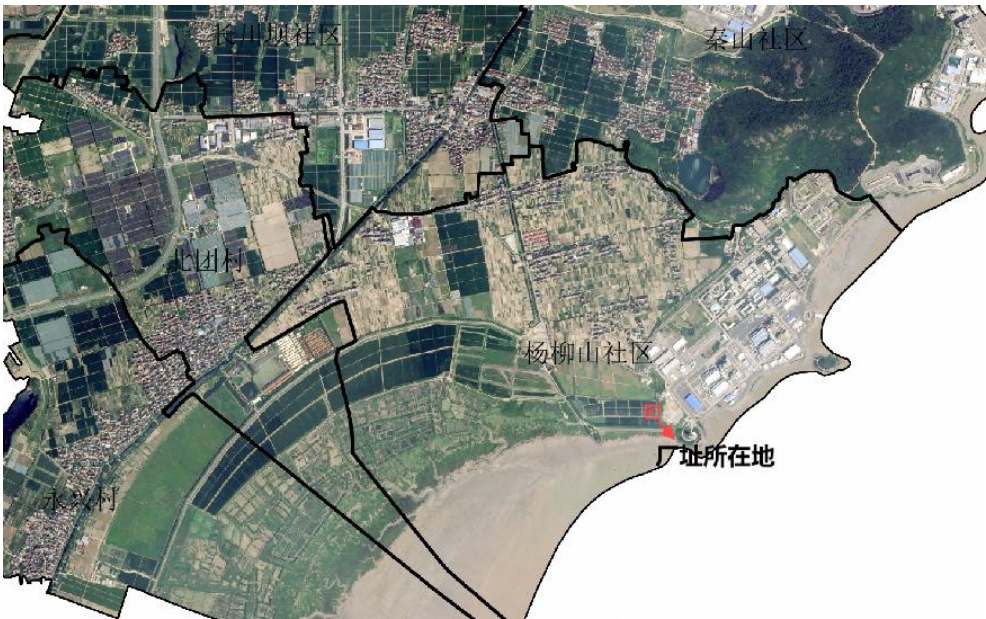


图 3-1 项目场址地理位置示意图



图 3-2 本项目在产业园中相对位置图

3.2 地形地貌

海盐县地形似一个顶角朝南的等腰三角形，地势东南较高，西北较低，东南部平均高程 5.68 米，西北部平均高程 4.68 米，自东南向西北地势缓慢降低，显示出古海岸自西向东逐渐伸展的痕迹。

海盐县全县地貌为以平原为主的山、水、田、地、海不同高度的多层次地理结构，包括：

- 1) 侵蚀剥蚀残丘区：南部秦山、丰山、六里山一线以南分布一些山丘，与海宁市交界的高阳山为县境最高处，主峰海拔 251.6 米；紫云岭、澈浦、大北山一带似剥蚀准平原；南北湖一带为丘陵，南北湖系泄湖。
- 2) 海积平原区：包括东部濒海的澈浦、秦山、武原、海塘、西塘桥以及城西、富亭、官堂的一部分，地势坦荡、田漾开阔，河港较少，河道束狭。
- 3) 冲击海积平原：包括县西部的横港、百步、沈荡、齐家、元通、石泉、于城、通元及六里、官堂、富亭、城西的一部分。地势低洼，河港密布。
- 4) 散见在海中的孤丘，如白塔山、父子山等。

本项目所在产业园区所在地地貌主要为海积平原区。

3.3 气候气象

海盐县地处亚热带南缘，是典型的东亚季风气候。冬夏交替明显，四季分明，日照充足，热量丰富，降水充沛，气候温和湿润。在嘉兴市各县中，气候年较差和日较差最小，日照时数最少，温积最多，年大风次数最少，降水量较少，相对变率较小。

海盐气象站位于海盐县武原镇南门外，该气象站和本项目所在区域同处杭嘉湖平原东南的杭州湾北岸，地形平坦开阔，同处滨海，周边地表特征基本相近，气候特征和微气象特性同一性好，又距离本项目最近，因此，采用海盐气象站 1978 年—2012 年观测的气象数据统计结果，分析本项目所在地各主要气象因素特征。

（1）温度、湿度

海盐站观测的极端最高气温 39.4℃，出现在 2010 年 8 月 12 日，极端最低气温 -8.7℃，出现在 1991 年 12 月 29 日；多年平均气温为 16.6℃，其中夏季气温明显高于其余季节，其中以 7 月温度最高，平均为 28.7℃，1 月温度最低，平均为 4.3℃。年平均相对湿度 79%，月平均变化在 75%~83%之间，6 月份最高，12 月份最低，全年无霜期约 240 天。

（2）降水量

海盐多年平均降水量 1286mm，月均降雨量最大出现在 6 月份，为 199.8mm，最小出现在 12 月份，为 47.1mm。一年中降雨主要集中在 3-9 月份，3 月属于春雨，6 月为梅雨，7、8、9 月三个月的降水量多与热带气旋活动有关，部分来自局地强对流天气。年平均降水天数平均约 140d，最多出现在 6 月，平均 14.7 天，10、11、12 月各月较少，略多于 8 天。

（3）日照

海盐多年平均日照时数为 1824.3 小时，日照数最多月份是 7 月，为 217.6 小时，最少是 2 月份，为 107.1 小时。年均日照百分率 41.2%，8 月的日照百分率最高，为 51.4%，3 月最低，为 33%。

（4）风向、风速

	海盐的盛行风向为偏东风，最多风向 E 的年频率占 12.3%，3-6 月各月东风频率约占当月的 16%~20%，7、8 月份盛行 ESE，频率也较大，秋末和冬季则盛行西北风。海盐年平均风速 2.6m/s，各月平均风速比较均匀，秋冬季节的风速略小，夏季略大，8 月台风的影响稍频繁，平均风速 3m/s，居各月首位。当地常年静风频率约 7.2%。 3.4 水文 3.4.1 地表水 （1）陆地水文 杭嘉湖平原和其西部苕溪山区是一个完整的流域系统，在全国水资源分区中属长江流域太湖区的一部分。杭嘉湖平原和西部苕溪山区（包括长兴平原）总面积为 12273.5km²，统称杭嘉湖地区。杭嘉湖地区的西部山区水资源丰富，其洪水径流排入太湖和杭嘉湖平原。杭嘉湖平原本地水资源量不多，主要靠西部山区来水量及太湖和黄浦江倒灌水量补充。而太湖水量不足时又可以从长江翻水补充。本区的河网水系和西部苕溪水系、北部太湖流域水系及东部黄浦江水系构成一个完整网络，与长江相沟通。 本项目位于杭州湾北岸，杭州湾在地理上属钱塘江的口外滨海部分，该区域海水起主导作用，江流作用微弱。 （2）海洋水文 1）水文描述 杭州湾在地理位置上属钱塘江入海的河口区口外海滨部分，在这里海水起主导作用，江流作用微弱。杭州湾总水域面积约 5000km²，平均水深 8~10m。由于地理形态上杭州湾的漏斗状十分明显，湾口南汇至镇海宽达 100km，湾顶澈浦至西三宽约 20km，及至大尖山则缩至 11.8km，再向内至海宁时其宽度仅为 2~3km，由于湾面的缩狭，涨潮时能量的集聚，杭州湾和其他漏斗状海湾一样，潮流十分强劲，潮差较一般河口为大，潮差大，使得以淤泥质为边界条件的杭州湾在强劲的潮流作用下，泥沙迁移非常强烈。但也由于涨落潮流量与流速大，因而取排水稀释扩散条件十分优越。
--	---

	2) 潮汐 杭州湾的潮汐在性质上属非正规半日浅海潮，其特征是一天内有二次高潮和二次低潮，随着月球赤纬的增大，半日周期相邻两潮期的高潮或低潮不相等的现象也随着显著，且涨潮历时也不相等，这种现象逐日改变，在农历每月初一和十五达到潮差最大。 3) 波浪 据乍浦站 1991 年—1997 年共 7 年实测资料统计，年平均波高 0.2m，年平均周期 1.2s，夏季平均波高略高。全年常浪向为 E 和 NW，强浪向为 E 和 ESE。春、夏季的常浪向为 E，秋、冬两季为 NW，全年 1.5m 以上波高仅占 0.6%。多年最大波高大于 2.5m 的方位在 E~ESE，出现在夏季，而 W~N 向的浪较小。9711 号台风过程中，8 月 18 日实测最大波高 3.5m，对应周期 7.2s，波向 ESE，相应风速 26m/s。建站以来，最大实测波高达 6.0m（据调访，该值偏大实际为 4.0m 左右），该值发生于 1972 年 8 月 17 日的 7209 号台风期。根据乍浦站 91 年~97 年 7 年实测波要素中波型统计，测站附近水域的波浪基本上为风浪，涌浪所占比例仅 1.4%。 4) 水交换 杭州湾潮强流急，总体上属强潮混合型海湾。根据以往对杭州湾海域进行的对流扩散型的海湾水交换数值模型的模拟计算结果，杭州湾完成 99%水体交换所需潮周大约为 34 个潮周，即需 17 天以上。 （3）洪水 参考《海盐县中心城区总体规划》《防洪标准》（GB50201-2014），《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》，产业园防洪标准为 100 年一遇，排涝标准为 20 年一遇，防海潮标准为 300 年一遇。 本项目所在产业园采用各种防洪措施，构筑完整的防洪体系，防洪体系与生态环境保护、建设用地布局相协调，体现自然性、生态性、亲人性。建立以防洪为中心的信息平台、决策支持平台、指挥调度平台、形成先进高效的指挥网络系统.完善洪水应急预案，建立信息发布机制，准确、及时发布预警预报信息。 3.4.2 地下水
--	---

	地下水含水岩组按地貌形态分为丘陵区基岩裂隙含水岩组、残坡积孔隙含水岩组及海积平原区的第四系松散堆积物含水岩组和人工回填块石含水岩组。 丘陵区基岩裂隙含水岩组主要分布在方家山、秦山一带，主要岩性为保罗系上统第二段火山碎屑岩系，由于裂隙连通性差，未构成完整的地下水体，为相对隔水层。 丘陵区残坡积孔隙含水岩组主要分布在秦山、方家山的南坡和沟谷地段，含水岩组以粘性土夹基岩碎块为主，由于残积、坡积层的粘性土含量较高，透水性较差，分布范围较小，不构成统一的含水层。 海积平原区基底为保罗系上统中酸—酸性火山岩，基底地形为由南—北东方向倾斜的山间盆地，北团村—大王桥—长川坝—张家门一线形成凹槽，方家山海滩基底向杭州湾方向倾斜。海积平原区盖层为上更新统和全新统地层。 全新统（Q_4）孔隙潜水含水层，分布于全区，含水岩组为海积粉质粘土、粘土层，此层以表层虫孔、根孔和粉砂间孔隙为储水空间，大部分民井在此层浅部取水，赋水性贫乏。依据初设抽水试验及可研时的抽水试验，其混合渗透系数为 0.011 在 0.2562m/d，属弱透水层。径流缓慢，为相对隔水层。 上更新统宁波组（Q_3^3）孔隙承压含水层，局部见粉砂层，其余地区均为粉土，由于受下伏海相淤泥质粉质粘土层的影响，水质类型为 Cl-Na 型水，铁含量较高，不宜做供水水源，没有用户取水。 上更新统东浦组上段（Q_3^2）承压含水层，含水层岩性以粉细砂为主，水量贫乏，没有用户取水。 上更新统东浩组下段（Q_3^1）承压含水层，分布在北团村—大王桥—长川坝—张家门一线凹槽内，岩性为粉细砂夹粉土薄层、砂砾石层，水量丰富，在张家门地段和武原镇有深井开采。 人工回填区孔隙含水层，主要位于方家山北部，为在原海滩之上采用开山块石回填形成的人工地貌，主要为粘性土、开山块石、碎石。人工回填区孔隙含水层平均渗透系数可达 47.96m/d，为场址区域主要含水层，但没有用户取水。 基岩裂隙含水层和残坡积孔隙含水层接受大气降水补给，两者间存在互相补
--	--

	给关系，主要以渗水形式排泄于沟谷、海边，同时也侧向排泄于平原区孔隙含水层。 区内河流密布，河床均位于全新统地层中。一般情况下，地表水位低于 Q_4 潜水含水层水位，因此，主要是潜水含水层以微透水形式补给地表水，水力联系程度较弱。 平原区全新统 (Q_4) 潜水含水层接受大气降水、农田灌溉和池塘等地表水渗入补给，靠近丘陵区同时受基岩裂隙水和残坡积层孔隙水补给。潜水位一般高于地表水位，除秦山—杨柳山之间老海堤以东地段直接向杭州湾排泄外，秦山以西地区主要排泄于秦溪河、白洋河、吴家浜等河流，并汇入长湫河，最终向南通过长山河流入杭州湾。 区内上更新统顶部为原 2.00-13.50m 的粘土、粉质粘土层，构成稳定隔水层，Q_4 潜水含水层与 Q_3^3、Q_3^2 承压含水层地下水化学成分的差异十分明显，显然，它们之间无水力联系。大气降水、地表水和浅层潜水补给此承压含水层的可能性甚小。 Q_3^1 顶部厚 5-16m 的淤泥质粘土、粉质粘土层超覆于 Q_3^1 含水层之上，分布稳定，未发现缺失，构成稳定隔水顶板，$Q_3^3+Q_3^2$ 与 Q_3^1 含水层地下水化学成分的差异十分明显，它们之间无水力联系。东、四、南三面 Q_3^1 含水层缺失，因而侧向补给途径也不存在。本区 Q_3^1 含水层在北面与区域上同一含水层沟通，区域上，Q_3^1 含水层的补给位于相距 80km 远的莫干山东麓。 区域 5km 范围内有两个供水含水层，即 Q_4 潜水含水层、Q_3^1 承压含水层，均分布于秦溪河外侧。Q_4 潜水含水层是目前村镇居民主要生活用水水源，均以民井分散取水，水量贫乏，无集中供水意义。Q_3^1 承压含水层是深层供水水源，为本区重要的地下水水源，在秦山镇未形成集中供水点。 区域以基岩裂隙水为主，其次为第四系海积平原孔隙潜水、人工回填块石层孔隙潜水。 依据压水试验成果，岩体的透水率为 0.060-8.407Lu，渗透系数在 0.0052—0.0344m/d 之间，平均渗透系数 0.0198mm/d，基岩属微弱透水层，构成稳定隔水
--	--

层。另从方家山分布的人工洞室调查，洞室内岩体表面干燥，无渗水、滴水现象，也说明深部基岩裂隙中无水。

本项目不涉及利用地下水，不涉及排放导致对现有或潜在的地下水用户造成危害，本项目建设不会对附近范围的地下水条件产生影响。

3.5 基本农田、自然保护区、饮用水源保护区

根据海盐县自然资源与规划局提供的资料：

（1）厂址半径 10km 范围自然保护区、饮用水源保护区。

厂址半径 10km 范围内无自然保护区、饮用水源保护区。

（2）厂址半径 10km 范围耕地与基本农田

厂址半径 10km 范围内耕地 3973 公顷、其中基本农田面积为 3460 公顷，主要分布在厂址 WSW~NW 方位，距厂址最近的基本农田位于厂址 W 方位，约 2.0km 处。

3.6 地质灾害

（1）区域地质构造

海盐县位于扬子准地台（一级）、杭嘉湖台斜（二级），海盐~钱清凸起（三级）即临浦~常山凸起的东北延伸。凸起两侧以平湖~球川，漓渚~招贤断裂为界。西侧为嘉善~临平凹陷，东侧为鸡骨礁~王盘山凹陷。中生代属于杭州湾拗陷中的次一级海宁~海盐隆起，新生代晚期杭嘉湖地区下沉，成为长江冲积平原。

海盐县境内除澉浦周围有中生界侏罗系火山岩及花岗岩出露外，全被新生界四代系所覆盖。地质构造轮廓从地表往下游三大层，即第四系沉积层，侏罗系火山岩，下古生界碳酸及碎屑岩层。东西两侧大断裂以外，还可能存在上古生界碳酸岩及碎屑岩层。三大层之下是基底层，为前震旦系变质岩。

本项目所在园区位于大地构造单位钱塘台褶带内，位于新构造区杭州湾拗陷区内，地壳运行相对稳定。附近区域不存在现代火山活动，诱发地震、断层地表破裂、滑坡、海啸等地震地质灾害。本项目所在区域内构造主要为构造破碎带、节理裂隙和节理密集带，对构筑物地基安全没有影响。

（2）区域地震

按全国地震区带划分，嘉兴市位于长江中下游Ⅲ等地震区的上海～上饶地震副带，嘉兴～常山地震带，属 43/4~51/4 级地震危险区。查《中国地震目录》《浙江省历史地震年表》和震中位置考证，震中四级以上，震中在海盐附近的共有 6 次，烈度 5~6 度，海盐均遭到一定程度的破坏，另外、震中在海盐附近的 3.25 级地震有 3 次，其余 62 次地震震中均在外地，只是波及而已。总体而言：场地区地震活动的总体特点是震级小、烈度低，活动周期不明显，属相对稳定的地区。

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：项目所在地抗震设防烈度为 6 度，本项目按高于 7 度进行抗震设计和施工设防。

3.7 人口分布

2024 年，中国辐射防护研究院对秦山核电人口及外部事件进行了调查，编制完成了《秦三厂 2 号机组新增堆顶辐照生产同位素装置 EPC 总包服务项目环境资料调查报告》（2024 年 5 月），本项目评价人口数据采用该次现场调查的实际调查数据。

根据调查结果厂址周边人口居民点分布较多，环境保护目标主要为周边居民区居民。厂址半径 5km 调查范围共涉及秦山街道 67 个自然村和澉浦镇的 7 个自然村，2023 年底共有户籍人口 15029 人、常住人口 13743 人。距离本项目最近的自然村为杨柳山社区杨柳山三区，位于厂址 WNW 方位 0.8km，2023 年有户籍人口 416 人，常住人口为 0，原因是此自然村的人口已搬迁至秦山街道公寓房五期，详细地址位于秦山街道核电大道秦和佳苑。人口最多的居民点为长丰社区，位于厂址 NW 方位 3.0km，2023 年有户籍人口 568 人，常住人口 839 人。≤1 岁、1-7 岁、7-17 岁、>17 岁四个年龄段人口比例分别为：0.63%、4.79%、7.14%、87.44%。

本项目评价范围（10km）内人口子区统计表见表 3-1。

表 3-1 2023 年本项目厂址 10km 半径各子区现有人口数目

	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	合计
N	0	200	0	250	34834	35284

NNE	0	0	0	0	0	0
NE	0	0	0	0	0	0
ENE	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	734	3714	4448
WSW	0	0	0	1283	10430	11713
W	0	0	0	1278	6489	7767
WNW	0	0	286	713	4588	5587
NW	0	520	2650	2099	5499	10768
NNW	0	203	479	3048	24479	28209
各环形段人口合计	0	923	3415	9405	90033	103776

3.8 建设项目所在地区域辐射环境质量现状

2022 年秦山同位素生产基地委托有资质的单位对该场址及其周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率、土壤和沉积物中总 α 和总 β 以及环境样品进行了监测，监测对象和项目见表 3-2，本项目距离秦山同位素生产基地不足百米，因此本项目的辐射环境现状可使用该监测结果，监测结果引自《中核秦山同位素生产基地建设项目（一期）环境影响报告书》（2024.1）。

表 3-2 监测对象和项目

序号	监测对象	监测项目
1	外照射剂量率	γ 辐射空气吸收剂量率
2	空气	特征核素
3	土样	特征核素，总 α ，总 β
4	水样	特征核素，总 α ，总 β

3.8.1 取样点位

本项目 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图见图 3-3～图 3-5，空气、水样和土壤样品取样点位示意图见图 3-6～图 3-8。

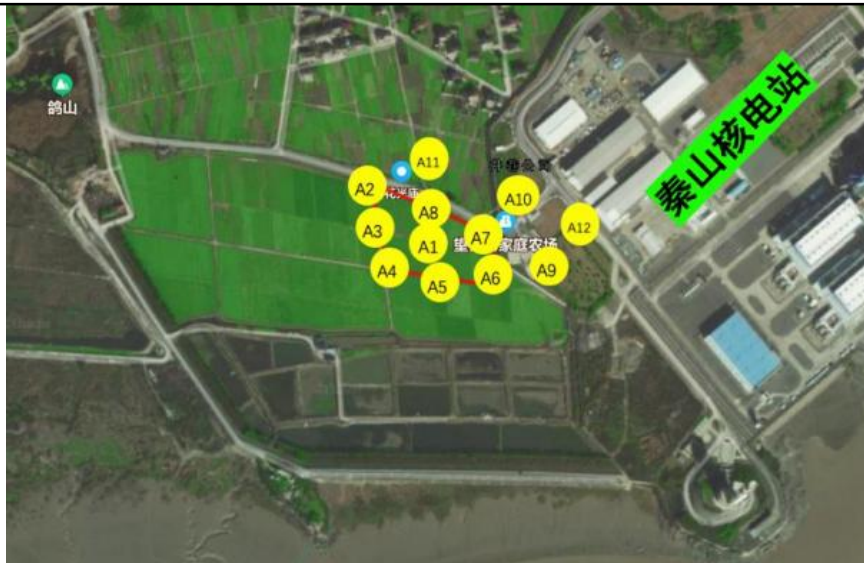


图 3-3 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测布点示意图



图 3-4 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测布点示意图

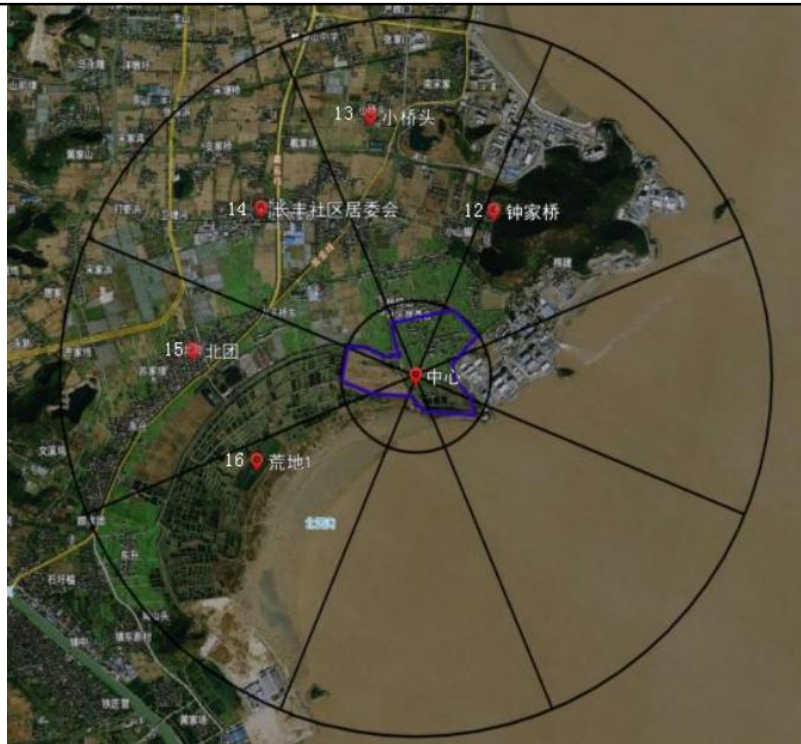


图 3-5 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测布点示意图



图 3-6 土壤样品环境 γ 辐射空气吸收剂量率取样布点示意图

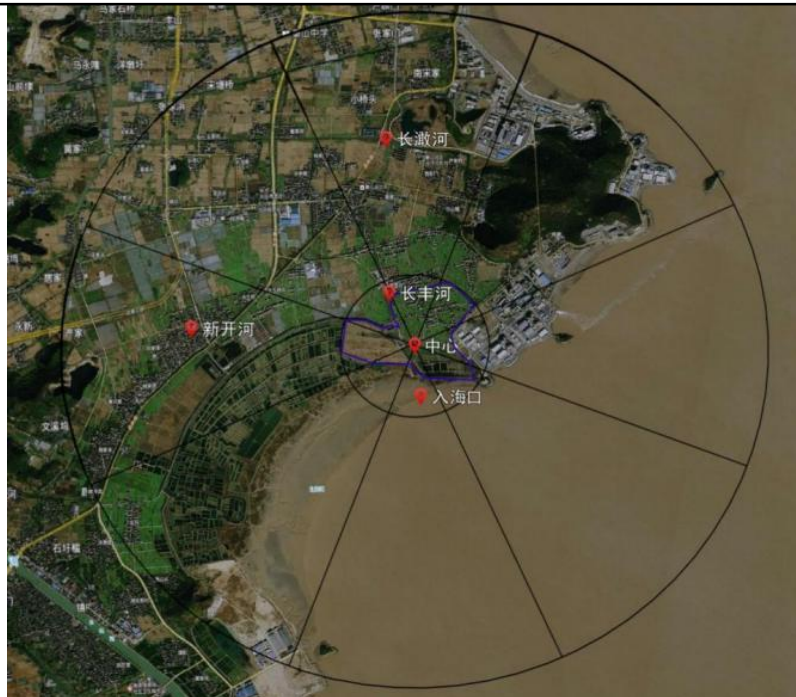


图 3-7 场址周围地表水采样点示意图



图 3-8 场址周围空气样采样点示意图

3.8.2 监测设备

本次监测使用的仪器设备详见表 3-3。

表 3-3 仪器设备及性能指标

设备名称	设备型号	设备编号
X- γ 辐射周围剂量当量率仪	6150AD6	167510+165455
高纯锗 γ 能谱测量系统	GR5021	FS-015
低本底液闪测量仪	QuantulusGCT6220	FS-017
低本底 α 、 β 测量仪	LB-4200	FS-052
低本底 α 、 β 计数器	MPC9604	GF-12-2-2019

3.8.3 监测方法

本次监测使用的仪器方法详见表 3-4。

表 3-4 监测方法

序号	监测对象	监测方法	标准依据
1	γ 辐射空气吸收剂量率	测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数以 10s 为间隔读取 10 个数据；	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）
2	环境样品	在场址周围进行空气、土壤和水样样品的获取，送实验室按照国家标准或行业标准进行核素分析。	《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T1713-2015）； 《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T11743-2013）； 《水质总 α 放射性的测定厚源法》（HJ898-2017）； 《水质总 β 放射性的测定厚源法》（HJ899-2017）； 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16140—2018）；《空气中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（WS/T184-2017）；

3.8.4 监测结果

外照射剂量率监测结果见表 3-5，空气、土样及水样监测结果见表 3-6～表 3-10。

表 3-5 外照射剂量率监测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率（nGy/h）	
		平均值	标准差
A1	拟建场址西北侧	69	5
A2		93	7
A3		70	5
A4		83	6
A5		89	6
A6		87	3
A7		84	4

A8		90	2
A9	望秦海家庭农场	90	3
A10	井巷公司	97	2
A11	花光苗	89	4
A12	秦山核电站西侧道路	86	2
1	中心	107	5
2	杨柳山 2 区	126	6
3	杨柳村 3 区 1	95	5
4	荒地 2	108	3
5	交叉口	102	6
6	荒地 3	117	2
7	荒地 4	102	1
8	荒地 5	107	4
9	荒地 6	87	4
10	荒地 7	88	2
11	杨柳村 3 区 2	87	2
12	钟家桥	156	2
13	小桥头	133	2
14	长丰社区居委会	135	2
15	北团	89	2
16	荒地 1	95	3

注：1.γ辐射空气吸收剂量率均已扣除宇宙射线响应值 30nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，所有点位均取 1；
2.本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393；
3.本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 组数据。

表 3-6 土壤及沉积物中特征核素活度浓度检测结果

样品名称	核素名称	检测结果（Bq/kg）
中心土壤	Co-60	$<6.00 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.02 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<5.11
荒地 3 土壤	Co-60	$<6.55 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.78 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<4.91
荒地 4 土壤	Co-60	$<6.60 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.99 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<6.12
荒地 6 土壤	Co-60	$<6.61 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.72 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<5.80
荒地 7 土壤	Co-60	$<6.19 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.43 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<4.74
杨柳村 3 区 2 土壤	Co-60	$<6.76 \times 10^{-1}$
	I-131	$<7.13 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<6.06

钟家桥土壤	Co-60	$<7.01 \times 10^{-1}$
	I-131	$<7.11 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<4.72
北团土壤	Co-60	$<6.55 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.90 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<5.17
荒地 1 土壤	Co-60	$<6.63 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.86 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<5.97
长丰河沉积物	Co-60	$<6.98 \times 10^{-1}$
	I-131	$<7.15 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<5.05
入海口沉积物	Co-60	$<6.67 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.66 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<4.36
新开河沉积物	Co-60	$<6.97 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.93 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<4.37
长澈河沉积物	Co-60	$<6.58 \times 10^{-1}$
	I-131	$<6.84 \times 10^{-1}$
	Lu-177	<5.12
备注：“<”后值为测量活时间 24h，该核素检测的最小探测下限。		

表 3-7 土中总 α 、总 β 放射性检测结果

样品名称	采样地点	核素含量 (Bq/kg)	
		总 α	总 β
土壤	钟家桥	487 $\pm$ 23	830 $\pm$ 13
	北团	440 $\pm$ 22	792 $\pm$ 12
	荒地 1	400 $\pm$ 21	755 $\pm$ 12
	中心	285 $\pm$ 18	685 $\pm$ 12
	荒地 3	455 $\pm$ 22	811 $\pm$ 13
	荒地 4	479 $\pm$ 23	790 $\pm$ 13
	荒地 6	422 $\pm$ 23	770 $\pm$ 13
	荒地 7	229 $\pm$ 17	647 $\pm$ 11
	杨柳村 3 区 2	520 $\pm$ 23	823 $\pm$ 13
沉积物	长丰河	442 $\pm$ 23	823 $\pm$ 13
	入海口	287 $\pm$ 20	669 $\pm$ 12
	新开河	555 $\pm$ 25	892 $\pm$ 13
	长澈河	518 $\pm$ 23	931 $\pm$ 14
备注：“<”后值为测量活时间 24h，该核素检测的最小探测下限。			

表 3-8 水中特征核素活度浓度检测结果

样品名称	核素名称	检测结果 (Bq/g)
中心北偏东 500m 处地下水	Co-60	$<3.84 \times 10^{-6}$
	I-131	$<3.79 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<2.76 \times 10^{-5}$

中心北偏东 500m 处地下水	Co-60	$<3.81 \times 10^{-6}$
	I-131	$<3.89 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<2.79 \times 10^{-5}$
长丰河地表水	Co-60	$<3.71 \times 10^{-6}$
	I-131	$<3.89 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<2.75 \times 10^{-5}$
入海口地表水	Co-60	$<4.25 \times 10^{-6}$
	I-131	$<4.07 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<2.90 \times 10^{-5}$
新开河地表水	Co-60	$<3.72 \times 10^{-6}$
	I-131	$<3.85 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<2.71 \times 10^{-5}$
长澍河地表水	Co-60	$<3.71 \times 10^{-6}$
	I-131	$<3.90 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<2.75 \times 10^{-5}$
备注：“<”后值为测量活时间 24h，该核素检测的最小探测下限。		

表 3-9 水中总 α 、总 β 放射性检测结果

样品名称	总 α 活度浓度 (Bq/L)	总 β 活度浓度 (Bq/L)
中心北偏东 450m 处地下水	0.20±0.03	0.44±0.01
中心北偏东 500m 处地下水	0.43±0.06	0.27±0.01
长丰河地表水	0.28±0.05	0.32±0.01
入海口地表水	<MDL(α)	1.71±0.01
新开河地表水	0.34±0.05	0.40±0.01
长澍河地表水	0.28±0.06	0.35±0.01
注：MDL(α)=0.01Bq/L；MDL(β)=0.01Bq/L。		

表 3-10 空气中特征核素活度浓度检测结果

样品名称	核素名称	检测结果 (Bq/m ³)
杨柳山 3 区空气	Co-60	$<5.07 \times 10^{-6}$
	I-131	$<5.09 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<3.80 \times 10^{-5}$
杨柳山居委会空气	Co-60	$<5.31 \times 10^{-6}$
	I-131	$<5.41 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<4.05 \times 10^{-5}$
长丰社区居委会空气	Co-60	$<5.10 \times 10^{-6}$
	I-131	$<5.51 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<4.17 \times 10^{-5}$
北团空气	Co-60	$<5.09 \times 10^{-6}$
	I-131	$<5.35 \times 10^{-6}$
	Lu-177	$<3.90 \times 10^{-5}$
备注：“<”后值为测量活时间 24h，该核素检测的最小探测下限。		

综上，本项目场址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率处在（69~156）nGy/h 范

围内，根据《浙江环境陆地γ辐射剂量水平调查》，嘉兴市道路γ辐射剂量率在（28~117）nGy/h，本项目拟建场址及周围环境γ辐射空气吸收剂量率水平处在嘉兴市环境地表γ辐射空气吸收剂量率波动范围内，项目周围环境的辐射环境质量现状基本无异常。

本项目土壤、水样和空气样品中各核素的活度浓度检测结果处在探测限以下，土壤样品中总α处在（229~555）Bq/kg 之间，总β处在（647~931）Bq/kg 之间，该活度浓度水平处在《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995）浙江省嘉兴市土壤监测结果波动范围内，数据无异常。

表 3-11 中国环境天然放射性水平浙江省土壤和水监测结果

监测结果	U-238	Th-232	Ra-226	K-40
土壤	20.2~39.4Bq/kg	51.6~67.2Bq/kg	35.9~46.6Bq/kg	542~644Bq/kg
监测结果	U	Th	Ra-226	K-40
地表水体	<0.5~1.23μg/L	<0.02~0.20μg/L	<0.90~12.23mBq/L	14.37~462.4mBq/L

水样样品中总α处在（0.2~0.43）Bq/L 之间，总β处在（0.21~1.71）Bq/L 之间，总β的活度浓度相对较高，可能是受到了海水倒灌的影响。

根据《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89），本项目正常工况及事故工况下排入环境的放射性物质很少，对环境的影响也较小，因此本次评价范围以放废收贮库新建 20.8m 排风筒为圆心，10km 为半径的圆形区域。评价区划分为 1、2、3、5、10km 的 5 个同心圆截成的环形区域。

评价范围内不涉及自然保护区、名胜古迹、风景名胜区。

厂址半径 5km 范围人口及其分布情况见图 3-9 和表 3-12。重点关注排风筒排放点下风向 0~1km 处公众。

本项目运行过程中不产生的非放气态污染物，产生少量生活废水和固体废物，基本不产生噪声。因此本工程非放环境介质不设置环境保护目标。

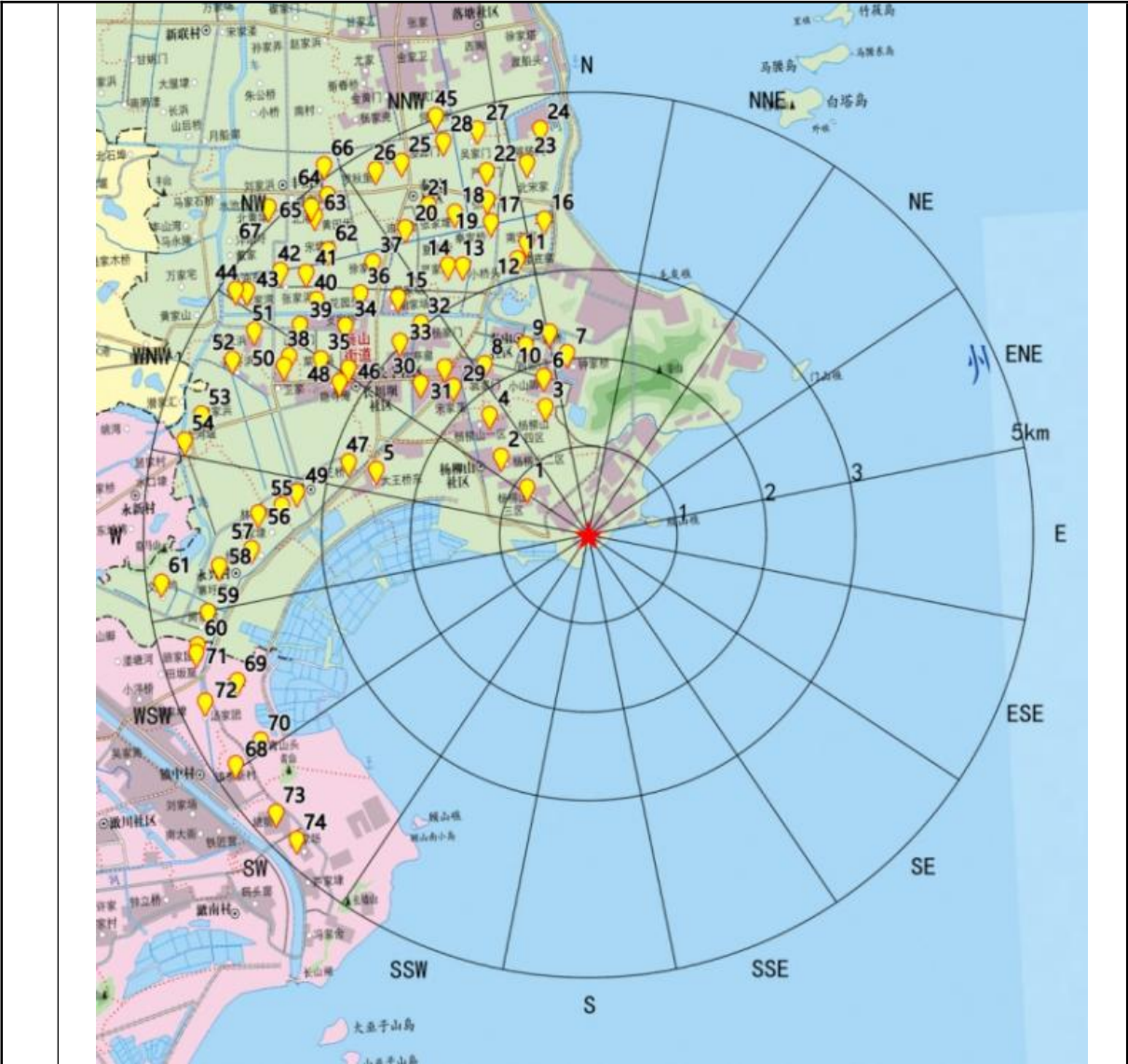


图 3-9 厂址半径 5km 范围主要居民点分布图

表 3-12 厂址半径 5km 范围人口及其分布情况

序号	行政村	自然村	对应村民小组	位置		2023 年底人口数（人）	备注
				方位	距离（km）	常住人口	
1	杨柳山社区	杨柳山三区	2、3、4、15 组	WNW	0.8	0	已拆迁
2		杨柳山二区	1、6、14、19 组	NW	1.2	215	
3		杨柳山四区	5、7、8 组	NNW	1.4	10	
4		杨柳山一区	9、10、11、16、17 组	NW	1.6	305	

		区						
5		大王桥东	12、13、18 组	WNW	2.5	194		
6		小山脚	8 组、9 组、10 组	NNW	1.7	193		
7		钟家桥	6 组、7 组	N	1.9	200		
8		袁家门	1 组、2 组	NNW	2.1	249		
9		西张门	3 组	NNW	2.1	117		
10		严家桥	4 组	NNW	2.2	113		
11		楼底廊	1 组、2 组	NNW	3.1	391		
12		南宋家	3 组	NNW	3.2	250		
13		小桥头	大兴、合星、一星	NNW	3.2	278		
14			严介浜	NNW	3.3	82		
15		胡家场	胡家场、戴家场	NW	3.3	226		
16		王家	4 组、5 组	N	3.4	250		
17		秦家桥	6 组	NNW	3.5	232		
18		百家桥	南场	NNW	3.8	85		
19		张家门	7 组	NNW	3.8	141		
20		油车舍	北兴	NNW	3.9	82		
21		张家堆	张家堆、里石桥	NNW	4	329		
22			严顾门	NNW	4.1	0		已拆
23			北宋家	N	4.1	0		迁
24			蔡陈门	N	4.5	0		
25		汤家场	三兴、五兴	NNW	4.6	232		
26		罗秋里	东兴、红兴	NNW	4.6	345		
27		吴家门	吴兴	NNW	4.6	174		
28			淞浪门	NNW	4.6	199		
29			宋家荡	NW	2.1	250		
30		新团里	长川坝片 3 组	NW	2.4	142		
			长川坝片 4 组			151		
31		街上	长川坝片 2 组	NW	2.4	243		
32		杨家门	长川坝片 9 组	NW	2.9	138		
			长川坝片 10 组			202		
33		宋亭廊	长川坝片 5 组	NW	2.9	136		
			长川坝片 6 组			201		
			长川坝片 7 组			165		
			长川坝片 8 组			183		
34		长淞廊	大北片 5 组	NW	3.5	125		
			大北片 15 组			108		
35		菜花浜	大北片 6 组	WNW	3.5	112		
36			花园里	NW	3.6	0		已拆
37		徐家桥	大北片 3 组	NW	3.8	122		
38		莫家浜	大北片 13 组	WNW	3.8	75		
39			山东门	NW	3.9	188		
40		支家桥	大北片 7 组	NW	3.9	112		
			大北片 14 组	NW	3.9	81		
41		对泥堰	大北片 1 组	NW	4.2	170		
42		张家浜	大北片 9 组	NW	4.5	100		

			黄油车	大北片 16 组			100	
	43		蒋家桥、 黄家屋	大北片 10 组	NW	4.6	241	
				大北片 11 组	NW	4.6	138	
	44		宋家湾	大北片 12 组	WNW	4.7	130	
	45	落塘 社区	何家桥、 黄家跳桥	南星	NNW	4.9	228	
	46	长丰社区			NW	3.0	839	
	47	北团 村	大王桥	2 组	WNW	2.8	92	
	48		隐寺庵	1 组	WNW	3.2	73	
	49		北团	3 组、4 组、5 组、6 组、7 组、8 组、9 组、15 组、 17 组	W	3.3	652	
	50		卫家	14 组、18 组	WNW	3.8	99	
	51		莫家浜	13 组	WNW	4.3	52	
	52		打虾浜	12 组	WNW	4.4	61	
	53		宋家浜	11 组	WNW	4.5	59	
	54		大河堰	10 组	WNW	4.6	52	
	55	永兴 村	林家弄	合星 1 组、合星 6 组	W	3.5	125	
	56		苏家埭	合星 2 组	W	3.7	111	
	57		杨家团		W	3.8	102	
	58		寨圩里	合星 4、5、7 组	W	4.2	179	
	59		周家舍	周家舍 2、3、5、6、7 组	WSW	4.4	321	
	60		李家圩	周家舍 1 组	WSW	4.6	53	
	61		文溪坞	周家舍 4、8 组	W	4.8	109	
	62	丰山 村	宋塘桥	1 组	NW	4.2	93	
	63		黄田坂	2 组	NW	4.6	54	
	64		盛家湾	4 组、12 组、13 组	NW	4.7	92	
65	北港		3 组	NW	4.7	45		
66	崔家		5 组	NW	5	50		
67	北黄埭		8 组	NW	5	54		
68	镇中 村	镇中新村	东 2、3、4、5 组	SW	4.8	208		
69	澈东 村	东升	10 组	WSW	4.3	366		
70		青山头	1 组	SW	4.4	225		
71		顾家团	8 组、9 组	WSW	4.7	101		
72		汤家团	2 组、3 组、4 组、5 组	WSW	4.8	442		
73	澈南 村	塘前	8 组 9 组	SW	4.8	194		
74		黄家场	7 组	SW	4.9	107		
合计					13743			

污染物排放控制标准	本工程仅在施工期间会产生少量扬尘，施工期 TSP 浓度执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中相关要求。本项目非放废水排入园区污水管网，经嘉兴市联合污水处理厂处理，经过污水处理厂后，排水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准以及《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》（DB33/2169-2018）中的表 2 标准后排放。施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准。一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。 本项目不涉及放射性废液的排放，对于可解控的放射性固体废物，清洁解控参照《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）中表 B.2 规定的放射性核素的免管浓度，对于多种放射性核素混合物的物料，应当满足各种人工放射性核素的活度浓度与各自的免管浓度值的比值之和小于 1。 对于不可解控的放射性固体废物，暂存期满后送有资质单位进行处置。
总量控制指标	（1）排放总量及正常工况下公众剂量约束值 收贮中心建成后，收贮的废物中包含的放射性核素种类有：^{89}Sr、^{131}I、^{177}Lu、^{14}C、^{60}Co、^{137}Cs、^3H、^{95}Zr、^{95}Nb、^{90}Y、^{123}I、^{68}Ga、^{68}Ge、^{223}Ra、^{225}Ac、^{227}Th、^{212}Pb、^{212}Bi 等。通过新建的 20.8m 排风筒向大气环境排放的放射性总量为 $2.63 \times 10^6 \text{Bq/a}$。本项目正常工况下对公众造成的剂量很小，同时，考虑参照同类设施对环境的影响程度，最终对本工程设置剂量约束值为 0.01mSv。 （2）事故工况下公众剂量控制值 本工程事故工况对公众的剂量控制值取 1mSv/次。

四、主要环境影响和保护措施

施工期环境保护措施	4.1 施工期环境影响简要分析： 针对施工期扬尘、噪声、施工废水和生活污水等污染物，采取的主要污染防治措施如下。 4.1.1 大气污染 施工期制定控制工地扬尘方案，采取有效防尘措施。施工场地设置围挡，以防扬尘扩散。施工现场合理布局，对制作场地、堆料场地进行硬化，对易扬尘物料加盖防尘布。定期对路面和施工场地洒水，减少起尘量。同时，定期对机械、车辆进行维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，尽可能地减少颗粒物的排放。禁止在大风天气进行施工作业，减少扬尘的产生。 此外，在建筑材料运输、装卸、使用等过程中做好文明施工、文明管理，尽量避免或减少扬尘产生，防止区域环境空气中粉尘污染。 4.1.2 废水 施工期主要的水污染源为施工人员的生活污水，排至产业园下水管网，不外排。 4.1.3 固体废物 施工期间产生的建筑垃圾和渣土等，及时进行清运，送垃圾场分类填埋处理，雨季时采取防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施；产生的废机械泵油交由有资质单位进行处理。 施工人员产生的生活垃圾应分类袋装、集中放置，最终产生的建筑垃圾收集后送垃圾场分类填埋处理。 4.1.4 噪声 施工中的噪声主要来自施工机械噪声、施工作业噪声和运输车辆噪声。
-----------	--

	施工机械噪声由施工机械产生，如升降机、挖土机等，多为点声源；施工作业噪声主要指建筑、加固和土地整治过程中的敲打声、撞击声等，多为瞬间噪声；运输车辆的噪声属于交通噪声。施工期噪声防治措施主要有：施工现场尽量选用低噪设备；高噪设备使用时合理选择时间，以减轻对周围的噪声影响；加强施工机械的维修、管理，保证施工机械处于低噪声、高效率的良好工作状态；采取减震、隔声、合理布局等措施降低机械噪声对周围声环境的影响。
运营期环境影响和保护措施	4.2 运营期环境影响分析 4.2.1 正常工况的辐射环境影响 4.2.1.1 放射性废物的产生和去向 （1）放射性废气 本项目正常运行的废物处理能力如下： 1) 沾染放射性核素的固体废物处理能力：20t/a； 2) 放射性废液年处理能力：10m³/a； 3) 含放射性核素的动物尸体处理能力：200kg/a。 本项目正常运行工况下产生的放射性气溶胶经全面排风和局部排风系统过滤（保守考虑过滤效率为 99.9%），送至屋顶 20.8m 排风筒排放，年排放量约为 2.63×10⁶Bq。 根据表 2-3 可知，本项目涉及排放的核素主要为 ⁸⁹Sr、¹³¹I、¹⁷⁷Lu、¹⁴C、⁶⁰Co、¹³⁷Cs、³H、⁹⁵Zr、⁹⁵Nb、⁹⁰Y、¹²³I、⁶⁸Ga、⁶⁸Ge、²²³Ra、²²⁵Ac、²²⁷Th、²¹²Pb、²¹²Bi 等。 （2）放射性废水 本项目正常运行过程中不产生放射性废水，特殊情况下，可能产生车辆洗消废水，这部分放射性的废水单独收集至科研实验区 1 层蒸发池内，通过自然蒸发的方式进行处理，底泥收集装桶后送贮存库贮存。 （3）放射性固体废物

废物贮存库运行过程中会产生少量固体废物，主要固体废物为排风过滤机房更换的滤芯，吊车检修的零部件，沾污的废弃工作服，为废物桶表面去污、地面去污、操作人员沾污后的去污产生的湿巾、纸巾、棉布等，以上废物分类装入标准废物桶按放射性固体废物进行贮存。

4.2.1.2 正常工况下放射性废气的辐射环境影响

(1) 计算源项

本项目涉及排放的核素主要为 ⁸⁹Sr、¹³¹I、¹⁷⁷Lu、¹⁴C、⁶⁰Co、¹³⁷Cs、³H、⁹⁵Zr、⁹⁵Nb、⁹⁰Y、¹²³I、⁶⁸Ga、⁶⁸Ge、²²³Ra、²²⁵Ac、²²⁷Th、²¹²Pb、²¹²Bi 等，部分核素半衰期小于 100d，计算中不考虑这些核素排放对公众的影响，保守考虑若仅操作一种核素，则各个半衰期大于 100d 的核素排放总量见表 4-1。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的相关参数，综合考虑内、外照射途径，经计算可知仅操作 Cs-137 对公众造成的剂量最大，因此本项目计算保守假定排放的放射性核素全为 Cs-137。

表 4-1 保守假设仅操作一种核素的排放总量

核素	比活度 Bq/g	排放总量（Bq/a）
Co-60	4.12E+13	2.63E+06
H-3	3.56E+14	1.60E+10
Ge-68	2.63E+14	1.60E+10
C-14	1.66E+14	7.20E+06
Cs-137	3.21E+12	4.32E+07

本报告计算源项采用放射性气载流出物保守排放量作为本报告的计算源项。

表 4-2 为排放排风筒的相对位置及参数，以 20.8m 排风筒为坐标圆心，以正北方为 Y 轴正轴，以正东方为 X 轴正轴建立坐标系。

表 4-2 排风筒的位置及参数

排风筒	坐标（m）		排风筒内径，m	烟气出口流速，m/s
	X	Y		
20.8m	0	0	1.1	4.12

(2) 计算模式和参数

本项目环境影响评价的大气弥散模式采用了筛选模式，计算中考虑了大

气稀释作用，计算只考虑了对成人组居民所致的剂量水平。排风筒的排放高度为 20.8m。

进行剂量估算时，考虑的主要途径为放射性烟云浸没外照射、地面沉积外照射、公众吸入放射性核素和食入污染食物所致的内照射。大气弥散模式、剂量估算模式和模式中使用的参数见附录I。

(3) 计算结果

1) 大气弥散因子

评价范围内 20.8m 排风筒的大气弥散因子见 4-3，大气弥散因子最大值出现在 0~1km 处，为 $1.55\times10^{-5}\text{s/m}^3$ ，1~2km（有人子区）处的大气弥散因子为 $2.55\times10^{-6}\text{s/m}^3$ 。

表 4-3 评价范围内大气扩散因子（s/m³）

距离（km）	弥散因子（s/m ³ ）
0~1	1.55E-05
1~2	2.55E-06
2~3	1.12E-06
3~5	5.35E-07
5~10	2.02E-07

2) 个人剂量

排放对评价范围内（10km）各照射途径所致成人个人有效剂量见表 4-4。

表 4-4 排放 Cs-137 评价范围 10km 成人个人有效剂量（Sv/a）

途径	距离（km）				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
空气浸没外照射	1.85E-11	3.04E-12	1.33E-12	6.37E-13	2.41E-13
地面沉积外照射	3.02E-06	4.94E-07	2.17E-07	1.04E-07	3.91E-08
吸入内照射	6.96E-09	1.15E-09	5.03E-10	2.40E-10	9.07E-11
食入内照射	1.16E-06	1.90E-07	8.35E-08	3.98E-08	1.50E-08
总剂量	4.18E-06	6.85E-07	3.10E-07	1.44E-07	5.42E-08

由表可以看出，在 0~1km 处（产业园工作人员），最大个人有效剂量为 $4.18\times10^{-6}\text{Sv/a}$ ；1~2km（有公众子区）处最大个人有效剂量为 $6.85\times10^{-7}\text{Sv/a}$ ，

	小于本项目公众剂量约束值（0.01mSv）。 在各照射途径中，关键照射途径为地面沉积外照射，其所致剂量（$3.02 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$）占总剂量的 72.11%；其次为食入内照射，其所致剂量（$1.16 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$）占总剂量的 27.72%；吸入内照射和空气浸没外照射所占份额可忽略不计。 （4）结果评述 本项目正常运行过程中，放射性废气经净化后由 20.8m 高排气筒排入大气。考虑空气浸没、吸入、地表沉积、食入四种照射途径所致 0~10km 范围内公众的有效剂量。得出的结论是：在 0~1km 处（产业园工作人员），最大个人有效剂量为 $4.18 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$；1~2km（有公众子区）处最大个人有效剂量为 $6.85 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$，小于本项目公众剂量约束值（0.01mSv）。 4.2.1.3 正常工况下放射性废水的环境影响 本项目正常运行工况下不涉及外排放射性废水至环境，不会对周围环境造成影响。 本工程正常工况下对周边公众的辐射环境影响是可以接受的。 4.2.2 事故工况的环境影响 4.2.2.2 事故源项 本项目运行过程中可能发生的事故（事件）包括：通风事故、废物桶事故以及火灾事故。 （1）通风事故 如果发生包装容器泄漏事故时厂房净化系统发生故障（堵塞或者穿透），无法有效过滤净化现场的放射性气溶胶。当发生过滤器堵塞时，会造成操作区域的气溶胶浓度增加，放射性水平上升，引发操作人员受到辐射。当发生过滤器穿透时，放射性气溶胶未经过滤排入环境，对环境造成影响。 当发生过滤器堵塞时，利用现场移动式气溶胶活度连续测量仪测量，从现场发出预报警至气溶胶浓度达到报警值，工作人员全部撤离出该区域。
--	--

	(2) 废物桶跌落事故 1) 事件原因 废物桶在贮存库内转运过程中，可能由于吊车故障、人为操作或码放不合理等原因造成桶的跌落事故。桶跌落至地面，造成废物桶破裂，桶内的废物泄漏。 2) 事件分析 根据《低、中水平放射性固体废物容器钢桶》（EJ1042-2014），桶经过跌落试验，最高试验高度为 1.2m。因此，只有吊装状态下的废物桶跌落至地面可能会导致废物桶开裂。因此本事故本次只考虑吊装过程中固体废物桶跌落，造成放射性物质的释放。 3) 源项 假定吊装过程中采用多桶吊具，最大吊装量为 8 桶 200L 桶，发生废物桶跌落事故，造成放射性气溶胶释放。保守考虑跌落事故破损泄漏废物量为 10%，采用 DOE-HDBK-3010-94 中包裹易燃材料的容器在撞击地面或被坠落物撞击时导致库房内的气溶胶 ARF 值为 1.0E-03，事故主要考虑短期释放造成的影响，因此本次事故考虑造成影响的放射性核素包括短寿命核素，保守考虑其中废物为含 Th-227 的废物（造成个人剂量最大），则释放源项为： $8 \text{ 桶} \times 180 \text{ kg/桶} \times 4 \times 10^{11} \text{ Bq/kg} \times 1 \times 10^{-3} \times 0.1\% \times 0.1 = 5.76 \times 10^7 \text{ Bq}。$ 4) 预防及纠正措施 造成废物桶跌落的主要原因是人员疏忽，因此在厂内转运过程中，应加强运行管理和工作人员技能培训。在发生废物桶跌落时，现场工作人员立即撤离，保持排风风机开启，待一段时间后进入现场，对废物进行收集，对地面和设备表面进行擦拭去污。事件处理完毕后，工作人员在卫生出入口淋浴间进行清洗去污，经检测合格后方可离去。 (3) 火灾事故 1) 事故原因 废物贮存库内存放的放射性废物中存在可燃固体废物，为丙类火灾危险
--	---

	性物质，如发生人员误操作、电线短路、雷击等原因，可能发生火灾。 2) 事故的探测 贮存库厂房在值班室设置火灾报警控制器及火灾报警接线箱。在贮存区和存在火灾危险的区域上空设置感烟探测器，一旦发生火灾，可进行探测报警。 3) 事故后果 若发生火灾，立即采用灭火器等消防器材进行灭火。本项目可燃放射性固体废物均用钢桶进行封装，火灾发生后，及时灭火，不会有放射性物质的大规模泄漏，基本不会对环境造成影响。 4) 防范措施 厂房预防火灾和限制火灾蔓延所采取的主要措施如下： ①尽可能选用不易引起火灾的设备和材料； ②为了防止火灾蔓延，根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2018）采用防火墙对厂房进行防火分区划分； ③通过火灾自动报警系统实现火灾的早期探测； ④合理设置通风系统，通风系统的柔性风管和过滤器等均采用不燃材料，过滤器、箱体、安装排架、风管或贯穿件等密封修补使用不可燃材料； ⑤设置灭火系统及时扑灭火灾。 4.2.2.2 事故工况下的环境影响分析 由 4.2.2.1 节可知，只有废物桶跌落事故会造成放射性物质的释放，释放量为 $5.76 \times 10^7 \text{Bq}$。保守考虑造成影响的放射性核素为含 Th-227 的废物（造成个人剂量最大）。 （1）计算模式和参数 事故工况的扩散因子采用 PAVAN 程序的计算结果。该程序是由美国太平洋西北实验室（PNL）为美国核管理委员会（NRC）按照 NRCRG.1.145 《Atmospheric Dispersion Models For Potectial Accident Consequence Asse smentat Nuclear Power Plants》设计开发，使用风向、风速和大气稳定度联
--	--

合频率分布（气象数据来自秦山地面气象站 2021—2023 年三年逐时数据），估算核设施放射性物质潜在事故释放所致的下风向地面大气扩散因子（X/Q）。事故工况的扩散因子取 99.5%和 95%中的大者，事故后果计算所使用的短期扩散因子见表 4-5。

事故工况下，气载放射性流出物大气扩散及所致公众剂量评价模式见附录II。公众受照射途径为空气浸没外照射、地面沉积外照射、公众吸入所致内照射。

表 4-5 事故工况的短期扩散因子

下风向距离（m）	0~2h 扩散因子（s/m ³ ）（20.8m 排风筒）
50（最大）	1.86E-04
500	1.59E-04
1500	1.29E-04
2500	7.94E-05
4000	7.94E-05
7500	2.22E-05

（2）个人剂量

表 4-6 给出 20.8m 排风筒释放源项所致 10km 范围内公众个人剂量的计算结果。

由表可知，最大个人剂量出现在 50m 处，其所致婴儿组、幼儿组、少年组和成人组的个人有效剂量分别为：2.09×10⁻⁵Sv、2.15×10⁻⁵Sv、3.99×10⁻⁵Sv、4.10×10⁻⁵Sv，均远低于事故剂量控制值（1mSv）。

有表 4-7 可知，跌落事故对 50m 成人组所致个人有效剂量主要照射途径为吸入内照射，贡献份额为 99.8%；其他途径可忽略不计。

表 4-6 事故所致公众个人剂量，Sv

年龄组	距离（m）	照射途径			合计
		吸入内照射	空气浸没外照射	地表沉积外照射	
婴儿	50	2.08E-05	5.26E-11	7.91E-08	2.09E-05
	500	1.78E-05	4.48E-11	6.21E-08	1.78E-05
	1500	1.44E-05	3.63E-11	4.99E-08	1.45E-05
	2500	8.87E-06	2.23E-11	3.08E-08	8.92E-06
	4000	8.87E-06	2.23E-11	3.07E-08	8.92E-06
	7500	2.48E-06	6.26E-12	8.61E-09	2.49E-06
幼儿	50	2.14E-05	5.26E-11	7.91E-08	2.15E-05

		500	1.83E-05	4.48E-11	6.21E-08	1.84E-05
		1500	1.49E-05	3.63E-11	4.99E-08	1.49E-05
		2500	9.17E-06	2.23E-11	3.08E-08	9.17E-06
		4000	9.17E-06	2.23E-11	3.07E-08	9.17E-06
		7500	2.56E-06	6.26E-12	8.61E-09	2.57E-06
	少年	50	3.92E-05	5.26E-11	7.91E-08	3.93E-05
		500	3.35E-05	4.48E-11	6.21E-08	3.36E-05
		1500	2.72E-05	3.63E-11	4.99E-08	2.72E-05
		2500	1.67E-05	2.23E-11	3.08E-08	1.68E-05
		4000	1.67E-05	2.23E-11	3.07E-08	1.68E-05
		7500	4.68E-06	6.26E-12	8.61E-09	4.69E-06
	成人	50	4.09E-05	5.26E-11	7.91E-08	4.10E-05
		500	3.50E-05	4.48E-11	6.21E-08	3.50E-05
		1500	2.83E-05	3.63E-11	4.99E-08	2.84E-05
		2500	1.74E-05	2.23E-11	3.08E-08	1.75E-05
		4000	1.74E-05	2.23E-11	3.07E-08	1.75E-05
		7500	4.88E-06	6.26E-12	8.61E-09	4.89E-06

表 4-7 跌落事故所致 50m 处成人组个人有效剂量和份额 (Sv/a)

核素	照射途径			合计
	空气浸没	地面沉积	吸入	
Th-227	5.26E-11	7.91E-08	4.09E-05	4.10E-05
份额, %	0.0	0.02	99.8	

(3) 事故结果评述

事故所致 10km 公众最大个人有效剂量为 $4.10 \times 10^{-5} \text{Sv}$ (成人组), 小于事故剂量控制值 (1mSv), 主要照射途径为吸入内照射。

4.2.3 非放射性废物的环境影响

(1) 废气

本项目运行过程中不涉及非放废气的排放。

(2) 废水

工作人员产生的生活污水为 40L/(人·天), 本工程劳动定员约 30 人, 因此产生的生活污水量为 1.2m³/d, 产生的生活废水排至园区下水管网, 不会对环境造成明显影响。

(3) 固体废物

工作人员产生的生活垃圾按 1kg/(人·天), 本工程劳动定员 30 人, 因

	此产生的生活垃圾约为 11t/a，设置若干个垃圾桶收集后，交由环卫部门统一处理，不会对环境造成明显影响。 (4) 噪声 本项目运行过程中产生的噪声主要来自离心风机，风机噪声值均不超过 80dB（A），产生噪声的设备布置在单独房间内，房间设有隔音、消声处理措施，如房间的墙体上设有吸音材料，门窗采用隔音双层门窗，电缆沟装设隔音板，使各噪声源对环境的影响符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类声环境功能区噪声排放标准。 4.2.4 环境风险评价 环境风险评价的目的是分析和预测项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目施工和运行期间可能发生的突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害），引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受的水平。环境风险评价应当把事故引起的厂（场）界外人群的伤害、环境质量的恶化及对生态系统影响的预测和防护作为评价工作的重点。 根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目不涉及环境风险物质，不存在环境风险事故对周围环境的影响的情景。 4.3 流出物和环境监测要求 (1) 流出物监测 本项目产生的气载污染物均通过放废贮存库屋顶 20.8m 排风筒排入大气。 本项目排风过滤机房内设置 1 套空气取样装置，在贮存库排气筒高度的三分之二处设置取样口，监测项目为总α、总β、γ能谱（主要为 ^{60}Co、^{131}I、^{137}Cs）等，监测频次为每月一次。 (2) 环境监测
--	--

为了解和掌握放废贮存库运行对周围环境的影响，对贮存库周围的环境状况进行监测。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、贮存库的运行情况以及贮存库周边环境，制定了贮存库运行期间周边环境监测计划，详见表 4-8。

表 4-8 贮存库运行期周围环境监测计划表

监测对象	监测点位	监测频次	监测项目
剂量率	设置固定式 γ 剂量监测系统，库房周围共 8 个探头	连续	γ 剂量率
	下风向区民点	2 次/年	
	设置固定式中子剂量监测系统，库房周围 1 个探头	连续	中子剂量率
土壤	贮存库四个方位主要居民点	1 次/年	γ 能谱（主要为 ^{60}Co 、 ^{131}I 、 ^{137}Cs ）
生物	同土壤	收获期	γ 能谱（主要为 ^{60}Co 、 ^{131}I 、 ^{137}Cs ）
气溶胶	主导风向下风向布设 1 个点	1 次/年	总 α 、总 β

（3）施工期监测

本项目施工期的环境监测主要针对噪声，监测计划见表 4-9。

表 4-9 施工期监测计划表

项目	监测频次	点位	方法
噪声	每月 1 次（昼间、夜间均需监测）	施工厂房四周	《建筑施工场界噪声测量方法》（GB12523-2011）

4.4 应急预案

为加强辐射事故的管理，及时有效地控制辐射事故，减轻事故造成的不良后果，辐射工作单位应根据实际情况制定相应的事故应急处理预案。发生放射性事故时，事故单位应立即执行相应的事故应急处理预案。

本工程可能发生的放射性事故主要是行吊吊运时的放射性废物高空坠落事故。

针对高空坠落事故制定相应的应急预案：

（1）立即疏散现场人员，封锁现场；迅速开展抢修，严防对库区内部的

	污染，并立即上报有关主管部门。 (2) 工作人员迅速提供该放射性废物的种类、活度，并确定放射性废物桶的受损程度。 (3) 立即安排专业技术人员在做好辐射防护手段相关配置工作后，进入库区将源罐搬运至源检室内进行检修、包装封闭等；在事故现场未达到安全水平以前，不得解除封锁。 (4) 对可能受到辐射损伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人安全防护措施的情况下对受污染的人员进行去污，并根据需要实施其他医疗救治及处理措施，并上报有关领导部门。 4.5 有关退役的考虑 为了便于退役，系统设备及部件选用耐腐蚀、易清洁去污的材料，以减少污染积累和降低去污难度。另外还在以下几方面也考虑了便于将来的退役的实施。 (1) 限制系统污染主要采取措施 划分辐射分区，识别在正常和事故情况下可能受到污染的区域。 (2) 系统设备布置 设计时考虑了设备运输通道、吊装设备以及检修空间，这些都有利于退役时设备的拆除。 (3) 便于房间和设备去污的布置 所有带有放射性的房间墙面、地面以及天花板均采用耐辐照的涂层，这种设计可以方便去污和清除，也可以防止污染下层的混凝土表面。 采取措施防止设备表面污染物沉积；设备周围设置足够空间，方便去污操作。 (4) 便于拆除阶段人员进出的布置 主要设备周围均设置通行区域，可以快速地将设备拆除运走，放射性装备均有专门的运输路径，在拆除时可以按照设计好的路径快速移除。所有这些措施都可以大大减少人工操作时的辐照水平和操作时间。 为运行和检修设计的人员通道，可在退役阶段使用。
--	--

五、环境保护措施监督检查清单

内容要素	排放口（编号、名称）/污染源	污染物项目	环境保护措施	执行标准
大气环境	20.8m 排风筒	放射性气溶胶	设置全面排风系统和局部排风系统，排放前经净化处理	/
声环境	施工期间	施工噪声	施工现场尽量选用低噪设备；高噪设备使用时合理选择时间；加强施工机械的维修、管理，保证施工机械处于低噪声、高效率的良好工作状态；采取减震、隔声、合理布局等措施	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)
	运行期间	送排风风机噪声	设备布置在单独房间内，房间设有隔音、消声处理措施	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) 3 类声环境功能区噪声排放标准
固体废物	(1) 废物贮存库运行过程中会产生少量固体废物，主要固体废物为排风过滤机房更换的滤芯，吊车检修的零部件，沾污的废弃工作服，为废物桶表面去污、地面去污、操作人员沾污后的去污产生的湿巾、纸巾、棉布等，以上废物分类装入标准废物桶按放射性固体废物进行贮存，等待进一步解控或送有资质单位进行处置。 (2) 施工期间产生的建筑垃圾和渣土等，及时进行清运，送垃圾场分类填埋处理，雨季时采取防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施；产生的废机械泵油交由有资质单位进行处理。施工人员产生的生活垃圾应分类袋装、集中放置，最终产生的建筑垃圾收集后送垃圾场分类填埋处理。 (3) 放射性固体废物暂存库内设明显的电离辐射标志，并远离易燃易爆场所。			
土壤及地下水污染防治措施	无			
生态保护措施	无			
环境风险防范措施	无			
其他环境管理要求	无			

六、结论

(1) 项目概况

本次新建放废收贮中心项目建设内容包括：放废贮存库、科研实验区，以及门卫配套用房部分，其中门卫配套用房不涉及放射性操作。

本项目放废贮存库为 1 层建筑，局部设夹层。主体功能区包括废物处理区（放射性固体废物分拣压缩区、微波干燥与水泥灌浆区、小动物尸体冻干区）、废物暂存区、吊装区、检测区以及辅助功能区等。废物暂存区共设置 126 个废物坑，废物坑为半地下结构设计。

科研实验区为 5 层建筑，包括科研、实验等用途，同时车辆洗消间设置在科研实验区一层。本次评价中该蒸发池蒸发洗消废水放射性排放量极少，可忽略不计，本次评价暂不考虑科研实验区的实验内容，待后续确定实验室功能后进行单独评价。

门卫配套用房为 1 层建筑，包含门卫，监控及辅助用房。

本工程总投资 3863 万元，其中环保投资 270 万元，占总投资的 6.99%。

(2) 辐射环境现状

本项目场址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率处在（69~156）nGy/h 范围内，根据《浙江环境陆地 γ 辐射剂量水平调查》，嘉兴市道路 γ 辐射剂量率在（28~117）nGy/h，本项目拟建场址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率水平处在嘉兴市环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率波动范围内，项目周围环境的辐射环境质量现状基本无异常。

本项目土壤、水样和空气样品中各核素的活度浓度检测结果处在探测限以下，土壤样品中总 α 处在（229~555）Bq/kg 之间，总 β 处在（647~931）Bq/kg 之间，该活度浓度水平处在 2020 年全国辐射环境质量报告中土壤监测结果波动范围内，数据无异常。水样样品中总 α 处在（0.2~0.43）Bq/L 之间，总 β 处在（0.21~1.71）Bq/L 之间，总 β 的活度浓度相对较高，可能是受到了海水倒灌的影响。

(3) 施工期的环境影响

施工期需制定控制工地扬尘方案，采取有效防尘措施。施工场地设置围挡，以防扬尘扩散。施工现场合理布局，对制作场地、堆料场地要进行硬化，对易扬尘物料加盖防尘布。定期对路面和施工场地洒水，减少起尘量。加强对机械、车辆的维

修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少颗粒物的排放。禁止在大风天气进行施工作业，减少扬尘的产生。在建筑材料运输、装卸、使用等过程中做好文明施工、文明管理，尽量避免或减少扬尘产生，防止区域环境空气中粉尘污染。

施工期主要的水污染源为施工人员的生活污水，排至产业园下水管网。

施工期间产生的建筑垃圾和渣土等，及时进行清运，送垃圾场分类填埋处理，雨季时采取防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施；产生的废机械泵油交由有资质单位进行处理。施工人员产生的生活垃圾应分类袋装、集中放置，最终产生的建筑垃圾收集后送垃圾场分类填埋处理。

施工现场尽量选用低噪设备；高噪设备使用时合理选择时间，以减轻对周围的噪声影响；加强施工机械的维修、管理，保证施工机械处于低噪声、高效率的良好工作状态；采取减震、隔声、合理布局等措施降低机械噪声对周围声环境的影响。

（4）运行期的辐射环境影响

1）正常运行工况

本项目正常运行过程中，放射性废气经净化后由 20.8m 高排气筒排入大气。在 0~1km 处（产业园工作人员），最大个人有效剂量为 $4.18 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$ ；1~2km（有公众子区）处最大个人有效剂量为 $6.85 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ ，小于本项目公众剂量约束值（0.01mSv）。

本项目正常运行工况下不涉及外排放射性废水至环境，不会对周围环境造成影响。

本工程正常工况下对周边公众的辐射环境影响是可以接受的。

2）事故工况

废物桶跌落事故所致评价范围内公众最大个人有效剂量为 $4.10 \times 10^{-5} \text{Sv}$ （成人组），小于事故剂量控制值（1mSv）。主要照射途径为吸入内照射。

（5）运行期的非放环境影响

1）废气

本项目运行过程中不涉及非放废气的排放。

2）废水

工作人员产生的生活污水排至园区下水管网，不会对环境造成明显影响。

3) 固体废物

工作人员产生的生活垃圾设置若干个垃圾桶收集后，交由环卫部门统一处理，不会对环境造成明显影响。

4) 噪声

本项目运行过程中产生噪声的设备布置在单独房间内，房间设有隔音、消声处理措施，如房间的墙体上设有吸音材料，门窗采用隔音双层门窗，电缆沟装设隔音板，使各噪声源对环境的影响符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类声环境功能区噪声排放标准。

（6）流出物监测和环境监测

1) 流出物监测

本项目排风过滤机房内设置 1 套空气取样装置，在贮存库排气筒高度的三分之二处设置取样口，取样检测气载流出物中的放射性气溶胶活度浓度。

2) 环境监测

依据相关法规标准要求，布置了放废贮存库周围的环境监测工作计划，包括 γ 剂量率、放射性气溶胶、土壤、生物监测。

（7）结论

综上所述，本新建项目在落实相关环境保护措施后，其建设及运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，环境风险影响较小，该项目的建设和运行是可行的。

（8）承诺

本项目运行后有资质的运行单位承诺严格执行环评文件中设置的流出物与环境监测计划，同时，工程运行过程中尽可能减少废气和废液向环境的排放量，尽量避免发生各类事故。

附录I大气弥散和气载途径剂量估算模式

1 正常工况下的大气弥散稀释模式

大气弥散模式采用筛选模式^[1]，并且考虑了大气的稀释作用，不考虑烟羽的抬升。根据排放源高度、邻近最高建筑物高度和接收点离排放点的距离决定采用不同形式的计算公式。

1) 若排放源高度大于 2.5 倍邻近最高建筑物高度，（即 $H > 2.5H_b$ ），则：

$$\frac{C_{ai}}{Q_i} = \frac{P_p F}{u_a} \quad (1)$$

这里： C_{ai}/Q_i —大气弥散因子， s/m^3 ；

H —排放源高度， m ；

H_b —邻近最高建筑物的高度， m ，取 $23m$ ；

P_p —一年中风吹向接收点所在扇形方位 p 的时间份额，无量纲。 P_p 的推荐值为 $0.25^{[1]}$ 。

Q_i —放射性核素 i 的年均排放率， Bq/s ；

u_a —在释放高度上年平均风速， m/s 。

F —在下风距离 x 处的释放高度 H 的高斯扩散因子， $1/m^2$ ；

$$F = \frac{16}{\sqrt{2\pi^3}} \frac{\exp\{-(H^2/2\sigma_z^2)\}}{x\sigma_z} \quad (2)$$

其中： x —源到计算点的距离， m ；

σ_z —垂直扩散参数， m ，按下式计算：

$$\text{当 } H \leq 45m, \sigma_z = 0.06x / \sqrt{1 + 0.0015x} ;$$

2) 若释放高度 $H \leq 2.5H_b$ ，且 $x > 2.5\sqrt{A_b}$ （ A_b 为邻近最高建筑物的截面积），则：

$$\frac{C_{ai}}{Q_i} = \frac{P_p B}{u_a} \quad (3)$$

其中： B —在下风距离 x 处的高斯扩散因子， $1/m^2$ ；

$$B = \frac{16}{\sqrt{2\pi^3}} \frac{1}{x\Sigma_z} \quad (4)$$

这里： $\Sigma_z = [\sigma_z^2 + \frac{A_b}{\pi}]^{0.5}$ ， σ_z 同上。

3) 当 $H \leq 2.5H_b$ ，且 $x \leq 2.5\sqrt{A_b}$ ，而接收点又不在释放点所在的建筑物表面，则：

$$\frac{C_{ai}}{Q_i} = \frac{P_p}{\pi u_a H_b K} \quad (5)$$

其中：K—经验常数，取 $K=1m$ 。

2 地面沉积

在稀释模式中，地面沉积采用干湿沉积速度和地面空气浓度乘积计算，即

$$G_{gi} = (V_d + V_w) C_{ai} \quad (6)$$

其中： G_{gi} —核素 i 在地面上的年均沉积率， $Bq/m^2 \cdot s$ ；

V_t —总沉积速度， $V_t = V_d + V_w = 1000m/d = 0.0116m/s$ ；

V_d —干沉积速度， m/s ；

V_w —湿沉积速度， m/s 。

3 辐射剂量

辐射剂量计算采用基本剂量模式，不分年龄组，只计算成人所受到的有效剂量。考虑的照射途径包括：空气浸没外照射、地面沉积外照射、吸入内照射和食入内照射。

3.1 空气浸没外照射

空气浸没外照射采用半无限烟云模式计算，同时保守地假设受照个人无屏蔽而且全部时间停留在野外。

$$H_{\gamma,i} = g_{\gamma,i} (\chi/Q)_i Q_i \quad (7)$$

其中： $H_{\gamma,i}$ —核素 i 的空气浸没外照射有效剂量， Sv/a ；

$g_{\gamma,i}$ —核素 i 的空气浸没外照射有效剂量转换因子， $(Sv/a) / (Bq/m^3)$ 。空气浸没外照射的有效剂量转换因子采用文献^[4]的数据。

$(\chi/Q)_i$ —核素 i 的大气弥散因子， s/m^3 ；

Q_i —放射性核素 i 的年均释放率， Bq/s 。

3.2 地面沉积外照射

地面沉积的放射性物质产生的外照射有效剂量模式采用常规计算模式，同时不考虑屏蔽和居留时间份额，按下式计算：

$$H_{b,i} = 3600 \cdot G_{g,i} \cdot K_{b,r} \cdot g_{b,i} \cdot b \quad (8)$$

$$G_{g,i} = (W_D + W_W) Q_i \quad (9)$$

$$K_{b,r} = [1 - \exp(-(\lambda_i + \lambda_m) \cdot t_b)] / (\lambda_i + \lambda_m) \quad (10)$$

式中： $H_{b,i}$ —沉积在地面上的放射性核素 i 产生的外照射有效剂量， Sv/a ；

$G_{g,i}$ —放射性核素 i 在地面上的全年平均沉积率， $Bq/m^2 \cdot s$ ；

Q_i —核素 i 的年均释放率, Bq/s;

$g_{b,i}$ —放射性核素 i 的地面辐射产生的外照射有效剂量转换因子, (Sv/a) / (Bq/m²)。地面沉积外照射的有效剂量转换因子采用文献^[1]的数据。

b —考虑地面粗糙度和渗透到深层土壤的校正因子。保守地取 $b=1$;

λ_i —核素 i 的衰变常数, 1/h;

λ_m —核素在陆地环境中的去除常数, 1/h。 λ_m 的取值见表 1^[1];

t_b —核素在地面上的沉积时间, h。

表 1 放射性核素在陆地环境中的去除常数^[1]

元素	$\lambda_m(1/h)$
阴离子（如 TcO_4^- 、 Cl^- 、 I^- ）	5.8×10^{-5}
Sr 和 Cs	5.8×10^{-6}
其余元素（包括非阴离子形态的 Tc 和 I）	0

3.3 吸入放射性物质产生的内照射

吸入放射性核素 i 产生的内照射有效剂量与计算点处地面空气中放射性浓度成正比：

$$H_{h,i} = 8760 \cdot C_i \cdot V \cdot g_{h,i} \quad (11)$$

式中： $H_{h,i}$ —核素 i 产生的吸入内照射有效剂量，Sv/a；

C_i —核素 i 在空气中的浓度，Bq/m³；

V —公众个人正常情况下的呼吸率，m³/h。按照文献^[3]取成人的呼吸率为 $V=0.96\text{m}^3/\text{h}$ ；

$g_{h,i}$ —吸入放射性核素 i 产生的内照射有效剂量转换因子，Sv/Bq。取自文献^[3]，并保守地取肺快速、中速和慢速吸收中的大者。

3.4 食入放射性物质的内照射

计算食入放射性物质的内照射，首先需要根据空气中放射性核素浓度或地面沉积浓度计算食品中放射性核素的比例，最后根据人的饮食习惯计算得到。

1) 植物食品或饲料中放射性浓度

陆生植物中的放射性污染浓度分别由直接沉积于植物表面和沉积于土壤中通过根部吸收而造成，其计算式为：

$$C_{n,i} = (B_{n,Pl,i} + B_{n,So,i}) \quad (12)$$

$$B_{n,Pl,i} = 3600 \cdot (W_{Di} + W_{Wi} \cdot f_w) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{Pl,eff,i} \cdot t_{n,e})}{Y_n \cdot \lambda_{Pl,eff,i}} \cdot Q_i \quad (13)$$

$$B_{n,So,i} = 3600 \cdot (W_{Di} + W_{Wi}) \cdot T_{n,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{So,eff,i} \cdot t_b)}{P_m \cdot \lambda_{So,eff,i}} \cdot Q_i \quad (14)$$

式中： $C_{n,i}$ —n 种陆生植物内放射性核素 i 的浓度，Bq/kg；

$B_{n,Pl,i}$ —n 种陆生植物内由放射性直接沉积于其表面产生的放射性核素 i 的污染浓度，Bq/kg；

$B_{n,So,i}$ —n 种陆生植物内由放射性沉积于土壤中通过根部吸收产生的放射性核素 i 的污染浓度，Bq/kg；

Q_i —放射性流出物的年平均释放率，Bq/s；

f_w —由湿沉积而造成的滞留在植物地面以上部分的放射性份额，无量纲。保守地取 $f_w=1$ ；

$T_{n,i}$ — n 种陆生植物从根部吸收地面放射性的转移因子， $(Bq/kg)/(Bq/kg \text{ 干土})$ 。
转移因子缺省值取自文献 3；

$\lambda_{Pl\text{-}eff,i}$ —放射性核素 i 滞留在植物上和植物中的有效衰变常数， $1/h$ ， $\lambda_{Pl\text{-}eff,i}=\lambda_i+\lambda_v$ ；

$\lambda_{So\text{-}eff,i}$ —放射性核素 i 滞留在土壤中的有效衰变常数， $1/h$ ， $\lambda_{So\text{-}eff,i}=\lambda_i+\lambda_m$ ；

λ_v —放射性核素在植物中的去除常数， $1/h$ 。取 $\lambda_v=2.06\times 10^{-3}/h^{[1]}$ ；

λ_m —放射性核素在陆地环境中的去除常数， $1/h$ ；

$t_{n,e}$ — n 种陆生植物的生长期， h 。取叶类蔬菜的生长期 $t_{v,e}=1080h$ ，作物的生长期 $t_{c,e}=2880h$ ，牧草的生长期 $t_{p,e}=720h$ ；

t_b —放射性核素在地面的沉积时间， h 。取 $t_b=30$ 年；

Y_n — n 种陆生植物单位面积产量， kg/m^2 。取叶类蔬菜可食部分的单位面积产量 $Y_v=1.6kg/m^2$ ，作物可食部分的单位面积产量 $Y_c=2.4kg/m^2$ ；

P_m —土壤有效面密度， kg/m^2 。取 $P_m=225kg/m^2$ （干土）；

n —表示叶类蔬菜（V）、粮食作物（C）、牧草（P）、饲料（F）。

W_{Di} 、 W_{Wi} —全年的放射性核素 i 的平均干、湿沉积因子， $1/m^2$ ， W_d 和 W_w 的计算公式如下：

$$(W_D + W_W) = (V_D + V_W) \times \frac{C_{ai}}{Q_i} = V_t \times \frac{C_{ai}}{Q_i}$$

2) 陆生动物食品中放射性浓度

$$C_{n,i} = T_{n,i} [f_p \cdot C_{P,i} + (1 - f_p) \cdot C_{F,i} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_s)] E_n \quad (15)$$

式中： $C_{n,i}$ —牛奶或肉类食品中放射性核素 i 的浓度， Bq/kg ；

$T_{n,i}$ —产奶或产肉动物摄入的放射性物质平均转移到奶中或肉中的份额， $(Bq/kg)/(Bq/d)$ 。转移因子缺省值取自文献 8。

f_p —产肉动物或产奶动物一年中在牧场吃牧草的时间份额，无量纲。取 $f_p=0.5^{[2]}$ ；

C_{Pi} —牧草植物中放射性核素 i 的浓度， Bq/kg ，由（12）式计算得；

C_{Fi} —贮存饲料中放射性核素 i 的浓度， Bq/kg ，由（12）式计算得；

t_s —饲料的贮存时间， h 。取 $t_s=2160^{[2]}h$ ；

E_n —产奶动物或产肉动物每天消费的饲料量， kg/d 。取产奶动物每天的饲料消费量 $E_M=16^{[2]}kg$ （干重）/d，产肉动物每天的饲料消费量 $E_F=12^{[2]}kg$ （干重）/d；

n —表示产奶动物（M）、产肉动物（F1）。

3) 食入陆生食品产生的内照射

食入受放射性污染的食品对人体产生内照射，其辐射剂量取决于个人饮食习惯和食品受污染的程度。计算食入有效剂量时，把个人食入的陆生食品分成四组：叶类蔬菜、农作物、肉类食品和奶类食品。肉类食品包括牛肉、羊肉、猪肉、禽肉，为保守起见，以牛肉类核素参数为肉类食品的参考数据；奶类食品主要是牛奶和羊奶，取牛奶的有关核素参数为奶类食品的参考数据。计算保守假定食入的所有食品均来自本子区，且食物被人消费的延迟时间为 0。

食入陆生食品产生的内照射有效剂量由下式计算：

$$H_{g-i} = (U_V \cdot C_{V,i} + U_C \cdot C_{C,i} + U_M \cdot C_{M,i} + U_{Fl} \cdot C_{Fl,i}) \cdot g_{g-i} \quad (16)$$

式中： H_{g-i} —公众个人食入含有放射性核素 i 的食物造成的内照射有效剂量，Sv/a；

U_V —公众个人的蔬菜（指叶类蔬菜，下同）消费量，kg/a；

U_C —公众个人的农作物消费量，kg/a；

U_M —公众个人的牛奶消费量，kg/a；

U_{Fl} —公众个人的肉类消费量，kg/a；

$C_{V,i}$ —本子区内叶类蔬菜中放射性核素 i 的含量，Bq/kg，由（12）式计算；

$C_{C,i}$ —本子区作物中放射性核素 i 的含量，Bq/kg，由（12）式计算；

$C_{M,i}$ —本子区内牛奶中放射性核素 i 的含量，Bq/kg，由（15）式计算；

$C_{Fl,i}$ —本子区内肉类食品中放射性核素 i 的含量，Bq/kg，由（15）式计算；

g_{g-i} —食入放射性核素 i 的有效剂量转换因子，Sv/Bq。

附录II事故工况的公众剂量估算模式

1 事故条件下的剂量估算

1.1 烟羽浸没剂量

事故时第 i 时段内下风向某距离处的烟羽浸没有效剂量为：

$$D_{i,n}^{imm}(x) = \left(\frac{x}{Q} \right)_i \cdot Q_{i,n} \cdot S_F \cdot G_1 \dots\dots\dots (1.1)$$

式中， $D_{i,n}^{imm}(x)$ 为第 i 时段内，下风向距离 x 处烟羽中 n 核素经烟羽浸没途径所致的个人有效剂量，Sv； $\left(\frac{x}{Q} \right)_i$ 为第 i 时段的事事故扩散因子， $s \cdot m^{-3}$ ； $Q_{i,n}$ 为第 i 时段内 n 核素的排放总量，Bq； S_F 为建筑物屏蔽因子（见表 1）。

表 1 建筑物屏蔽因子

时段	个人	群体
0~8 小时	1	0.7

2.2 地面沉积外照射剂量

事故时第 i 时段内下风向某距离处地面沉积所致有效剂量为：

$$D_{i,n}^G(x) = [W_{d,i,n} + W_{w,i,n} \cdot \frac{t_i}{T_i}] \cdot T_{i,e} \cdot Q_{i,n} \cdot G_2 \dots\dots\dots (1.2)$$

式中， $D_{i,n}^G(x)$ 为第 i 时段内，下风向距离 x 处的个体受到 n 核素经地面沉积照射途径所致的个人有效剂量，Sv； T_i 和 t_i 分别表示第 i 时段的时间长度和降雨时间长度，h； $T_{i,e}$ 为第 i 时段内个人在污染地面上的暴露时间（ $T_{i,e} \leq T_i$ ），s；这里取 $T_{i,e} = T_i$ 。

2.3 烟羽吸入剂量

事故时第 i 时段内下风向某距离处地面沉积所致有效剂量为：

$$D_{i,n}^{inh,a}(x) = \left(\frac{x}{Q} \right)_i \cdot Q_{i,n} \cdot R_a \cdot G_3 \dots\dots\dots (1.3)$$

式中， $D_{i,n}^{inha}(x)$ 为第 i 时段内，下风向距离 x 处的个体吸入烟羽中 n 核素所致
 个人有效剂量，Sv；Ra 为 a 年龄组个人的空气摄入量（见表 2）， $m^3 \cdot s^{-1}$ 。

表 2 各年龄组的空气摄入量（ $m^3 \cdot s^{-1}$ ）

释放时间	婴儿组	幼儿组	少年	成人
0—8 小时	4.97×10^{-5}	6.66×10^{-5}	2.61×10^{-4}	3.81×10^{-4}

3.剂量转换因子

计算中所采用的剂量转换因子如下所示：

表 3 空气浸没和地表沉积的剂量转换因子

核素名	吸入 Sv/Bq	食入 Sv/Bq	沉积外照射 Sv/s·Bq·m ⁻²	浸没外照射 Sv/s·Bq·m ⁻³
Co-60	3.10E-08	3.40E-09	2.38E-15	1.27E-13
Th-227	1.00E-05	8.80E-09	1.06E-16	4.88E-15

参考文献

- [1].IAEA, SafeReportSerie, No.19, 2001.
- [2].IAEA, SafeSeries, No.57, 1982.
- [3].潘自强等, 中国核工业三十年辐射环境质量评价文集(续), 原子能出版社, 1990.8.
- [4].FEDERALGUIDANCEREPORTNO.12, 1993.
- [5].《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》, GB18871-2002.

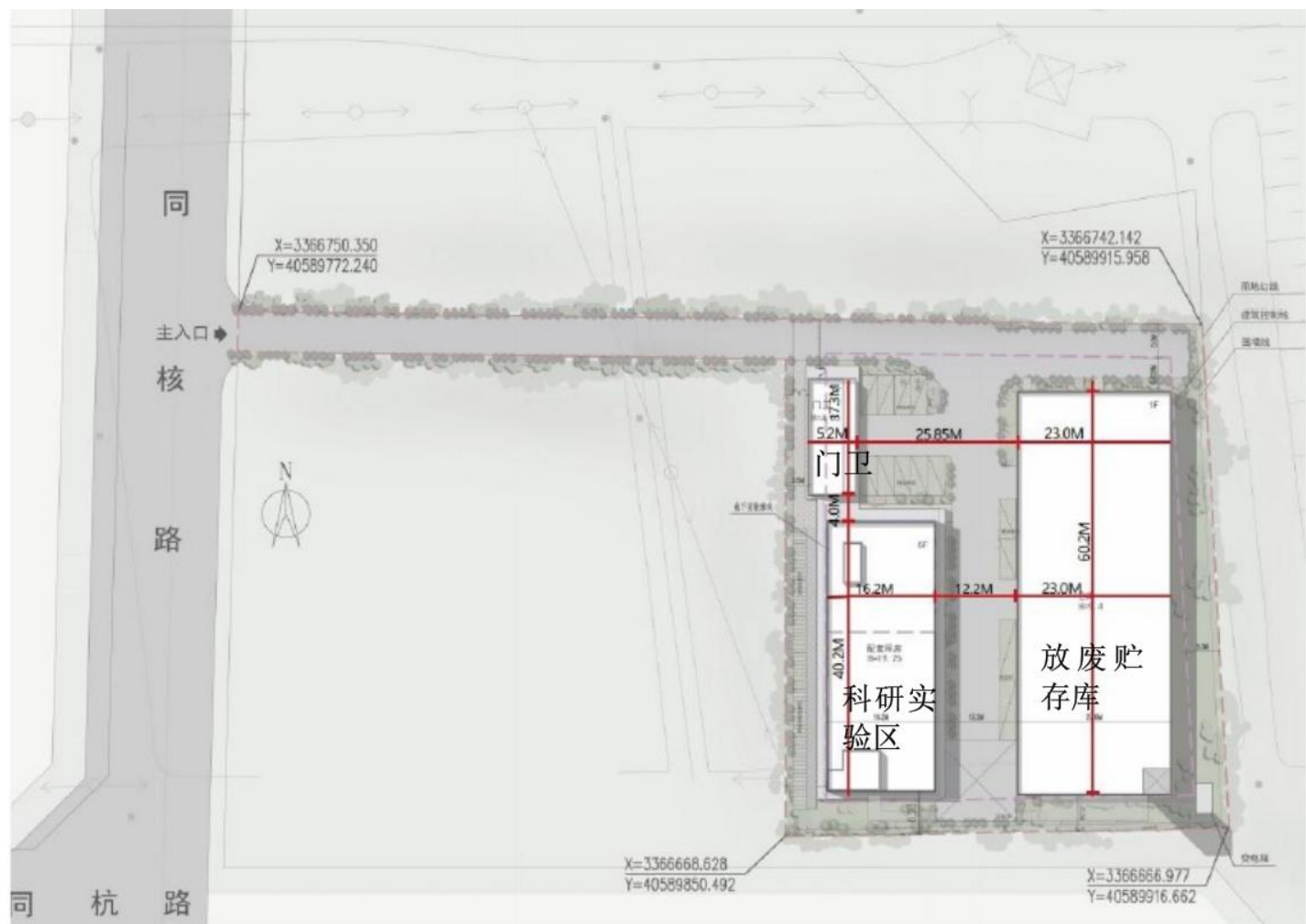
附图 1 项目用地示意图



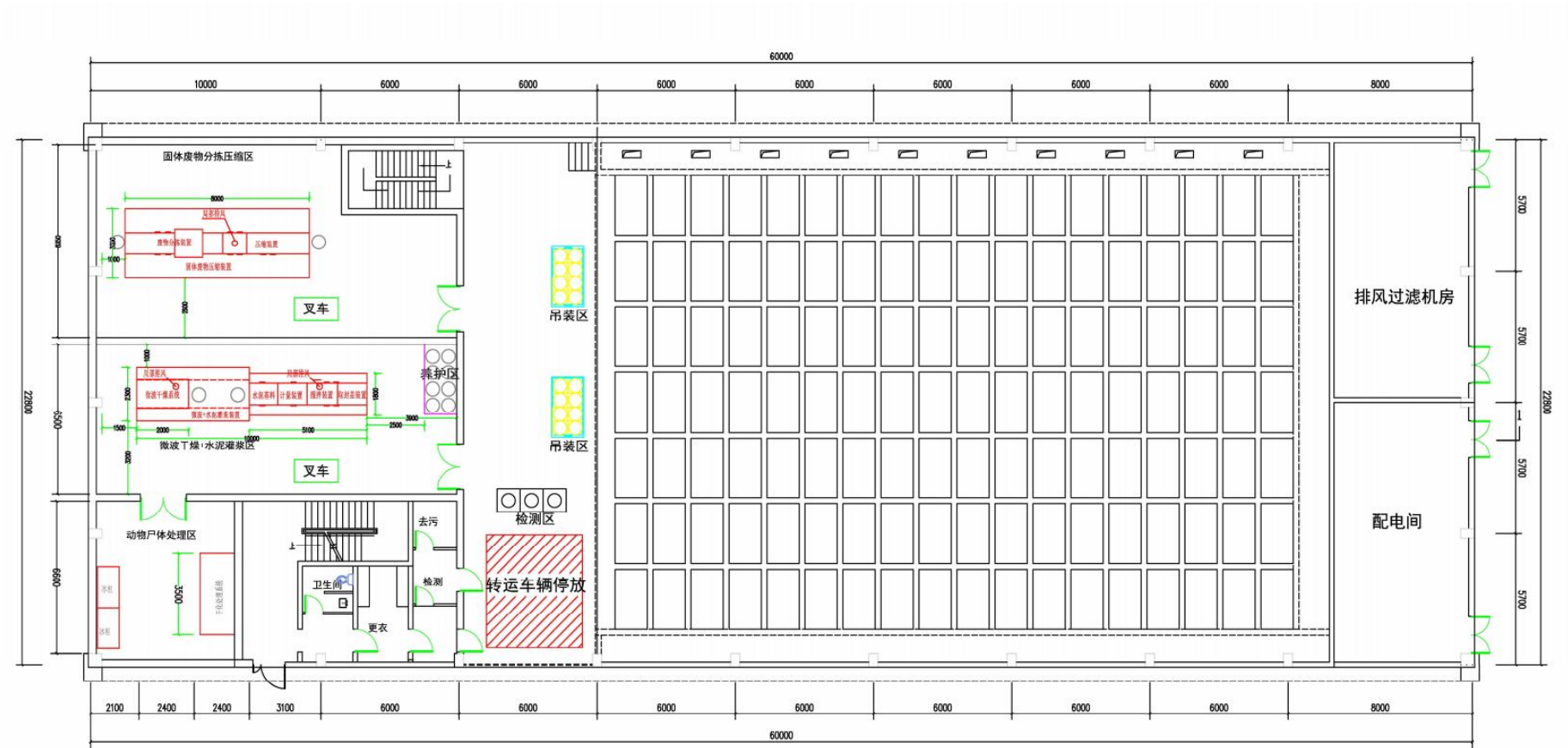
设计要求

1. 用地位置: 位于秦山街道, 东至秦山核电站, 南至绿地, 西至同核路, 北至厂房, 详见左图。
 2. 用地性质: 环卫用地。
 3. 容积率: $FAR \geq 0.5$ 。
 4. 建筑密度: $\leq 60\%$ 。
 5. 绿地率: $\geq 10\%$ 。
- 建筑高度: $H < 24$ 米。

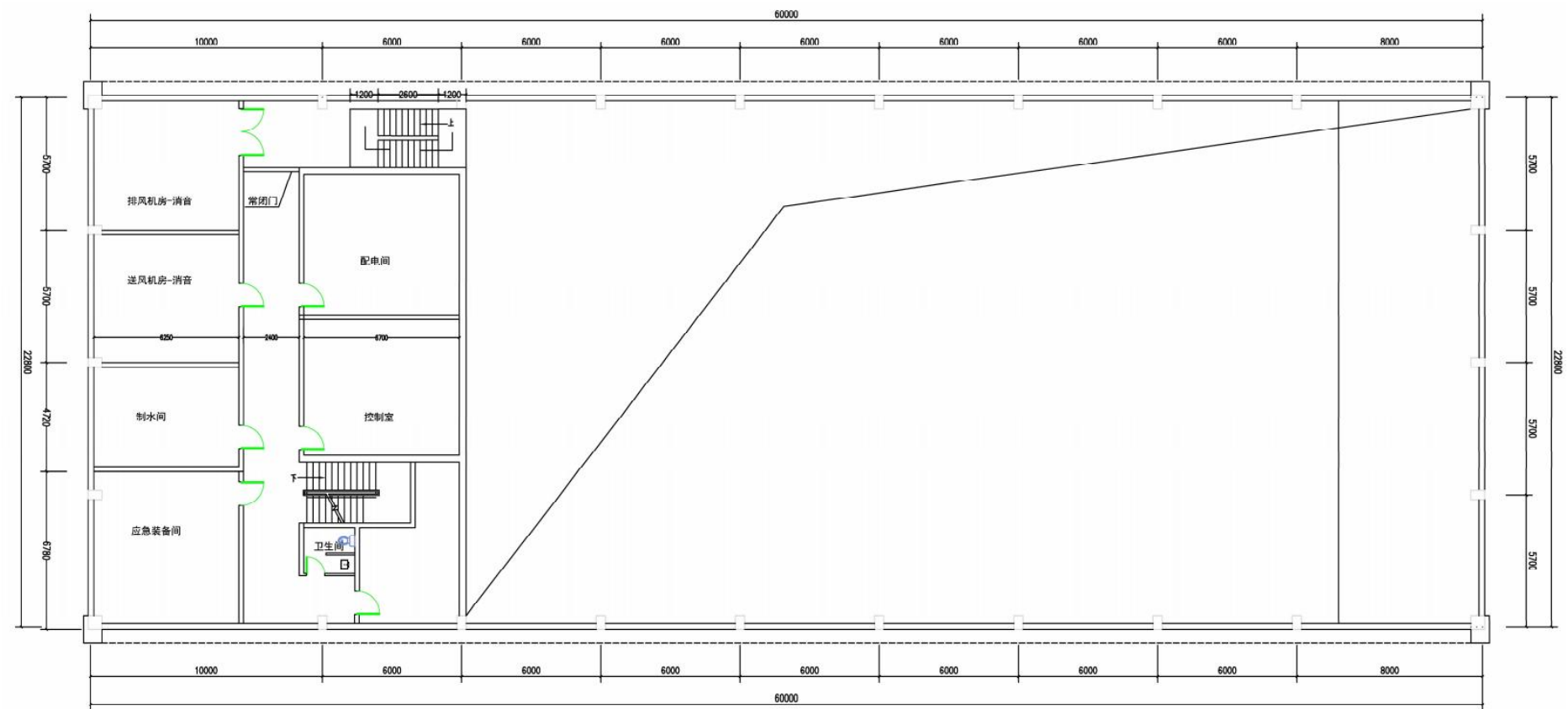
附图 2 项目总平面布置图



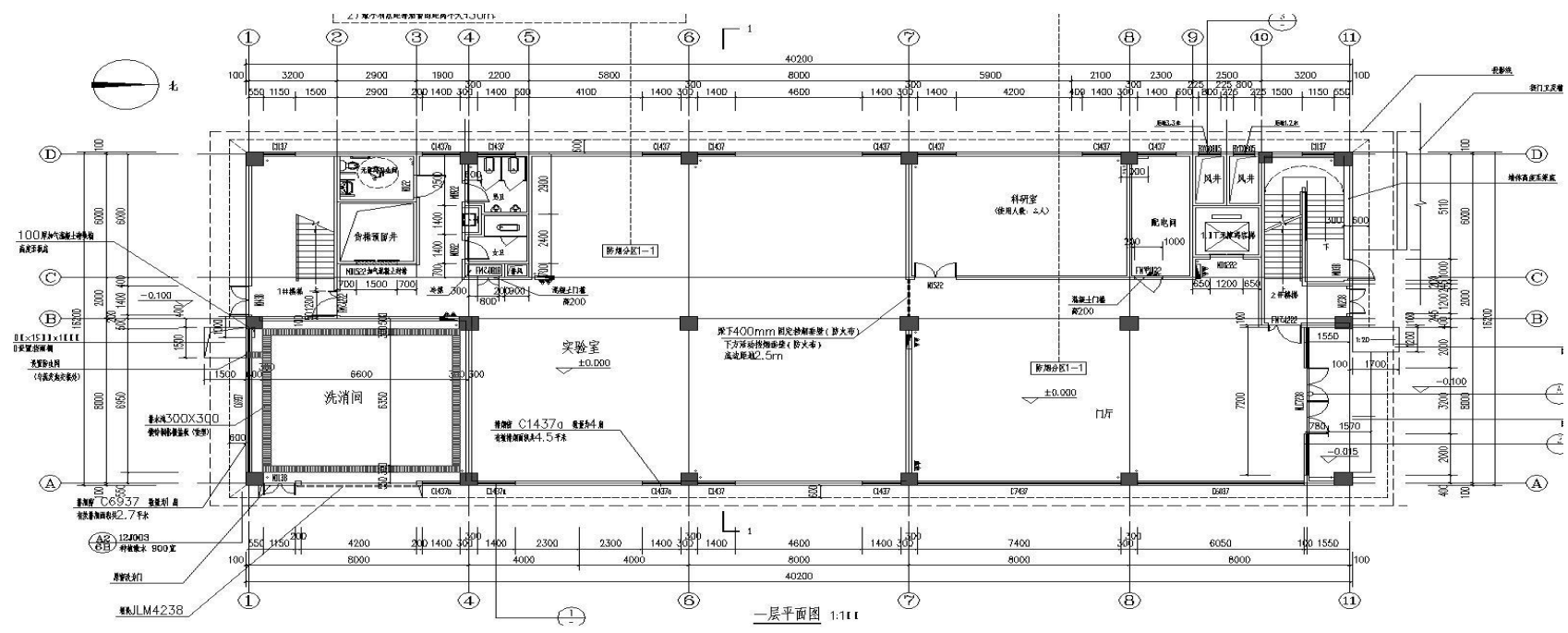
附图 3 放废贮存库一层平面布局图



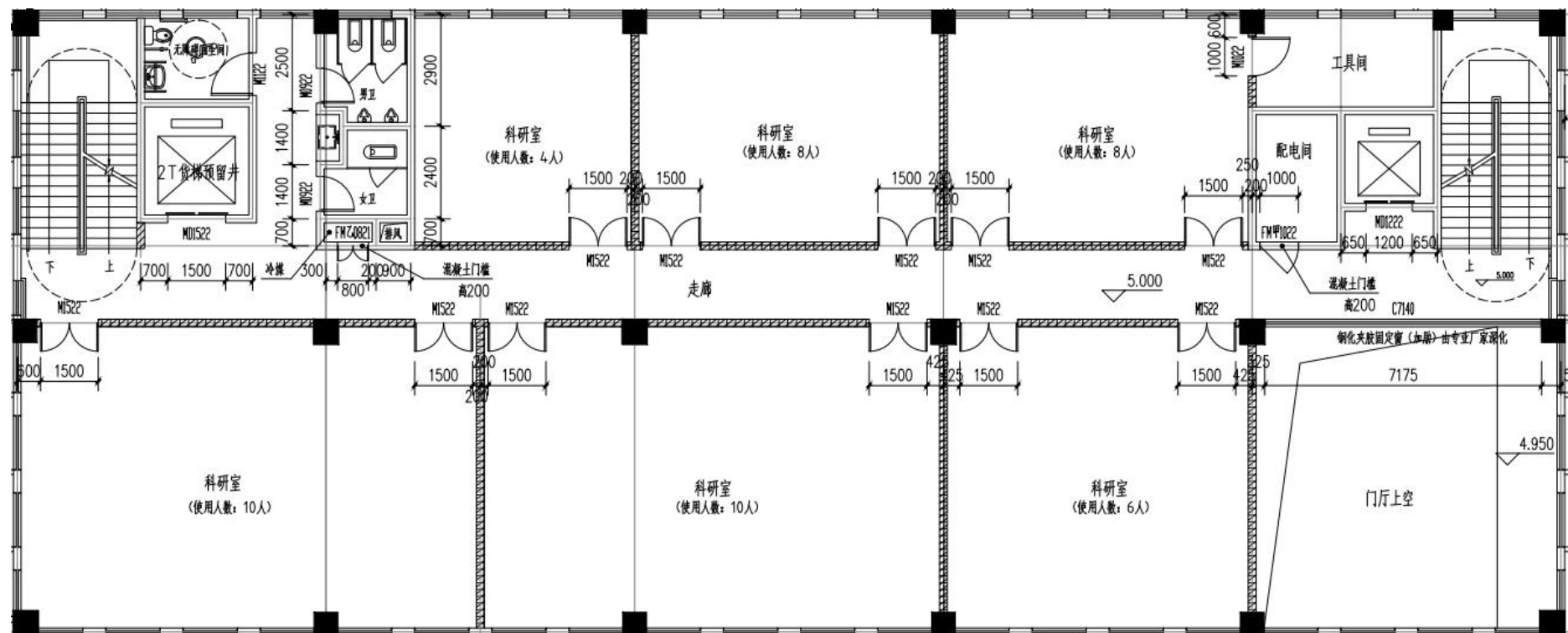
附图 4 放废贮存库二层平面布局图



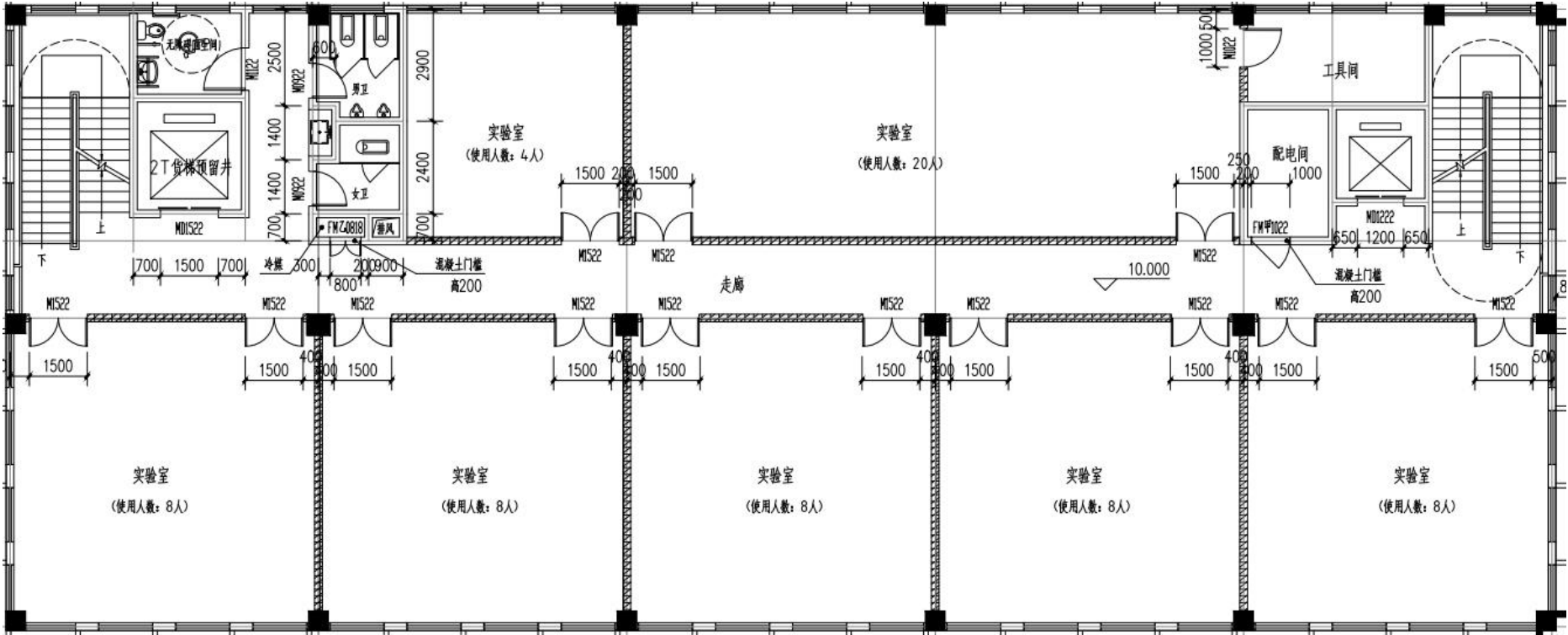
附图 5 科研实验区一层平面布局图



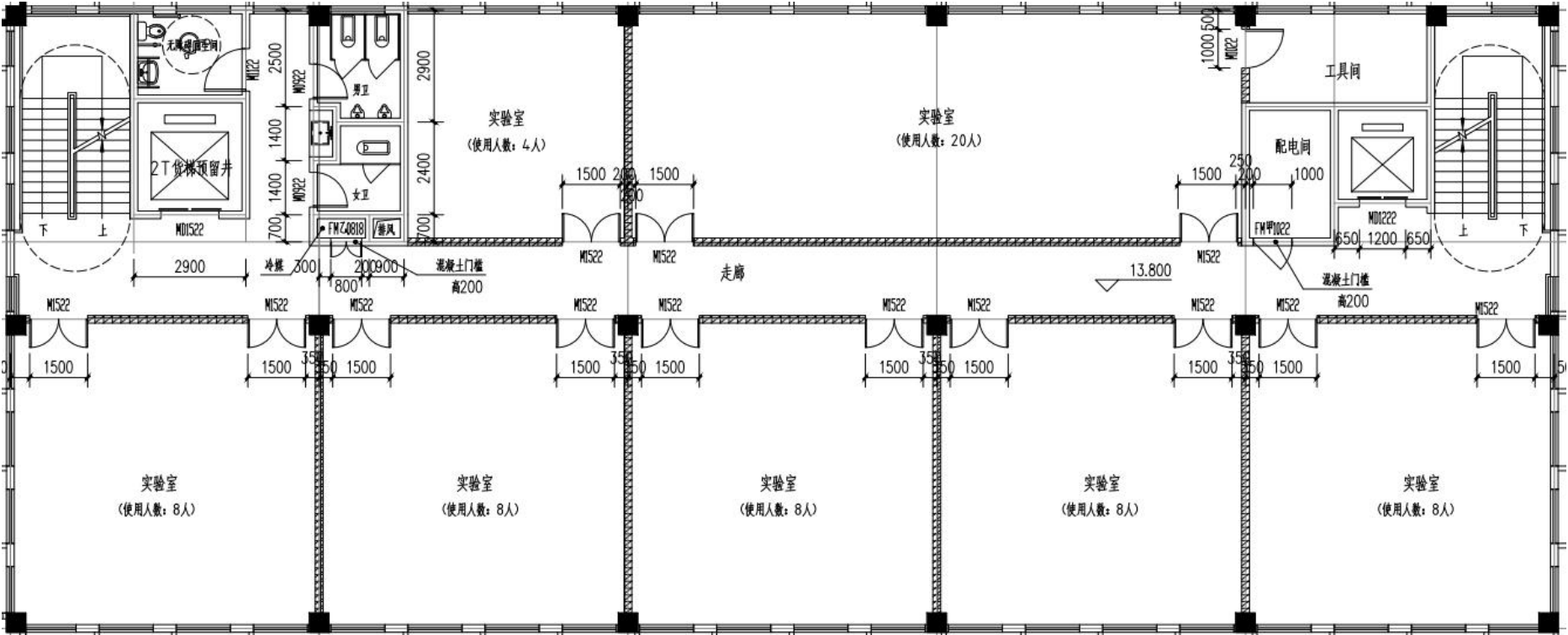
附图 6 科研实验区二层平面布局图



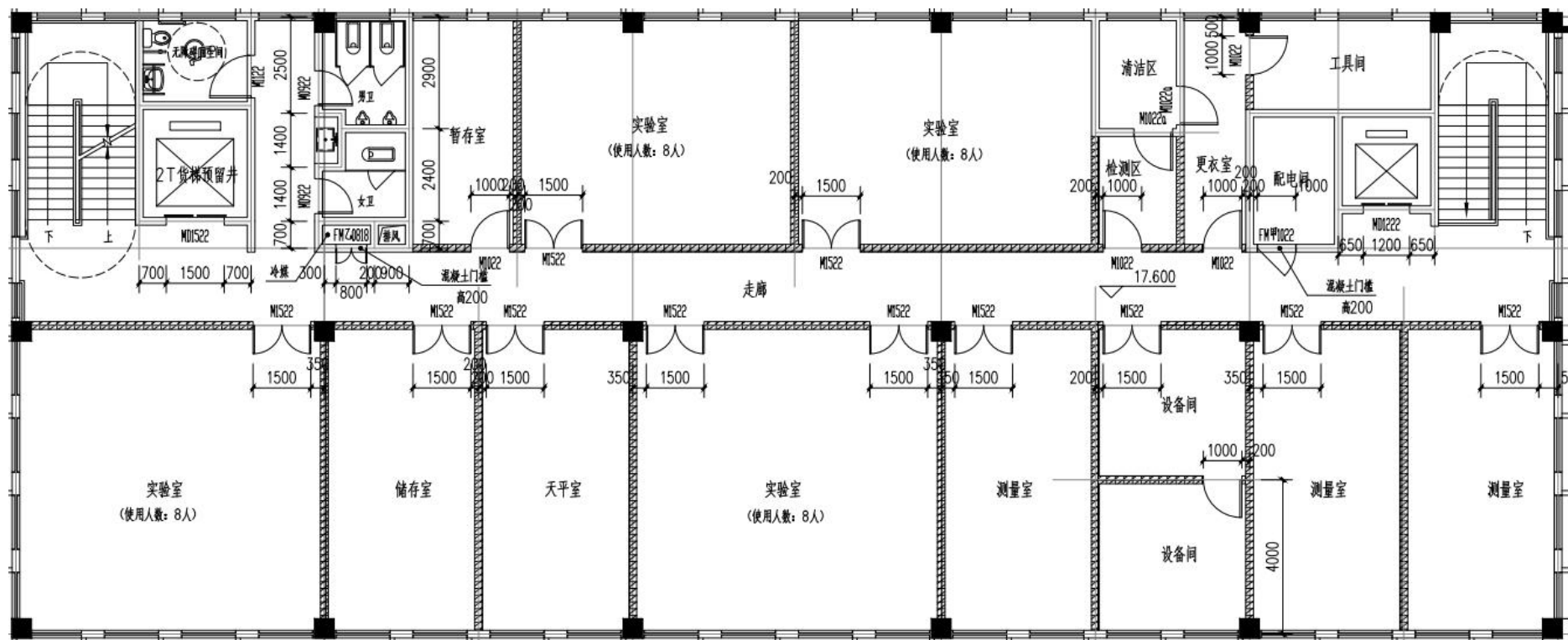
附图 7 科研实验区三层平面布局图



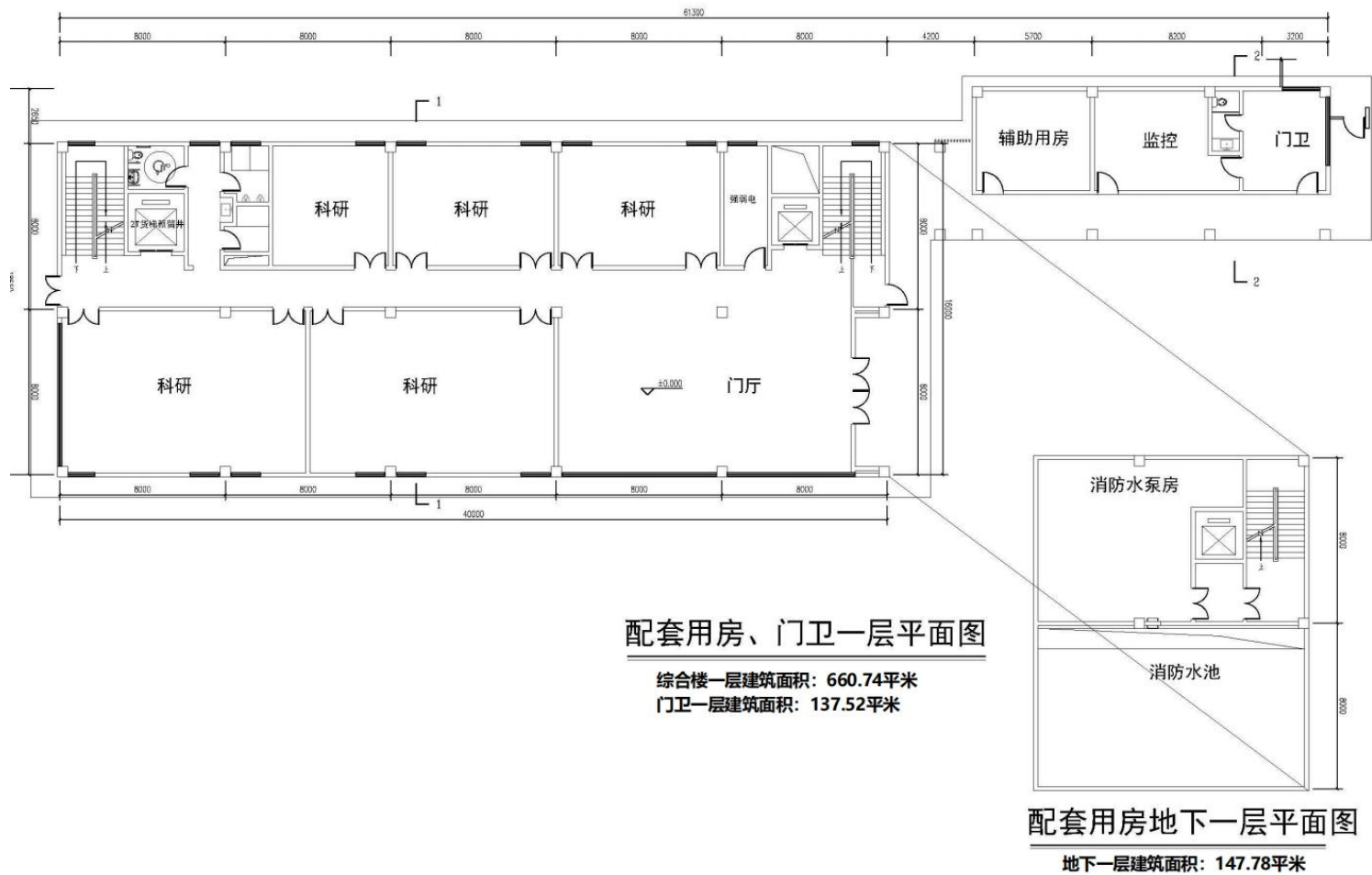
附图 8 科研实验区四层平面布局图



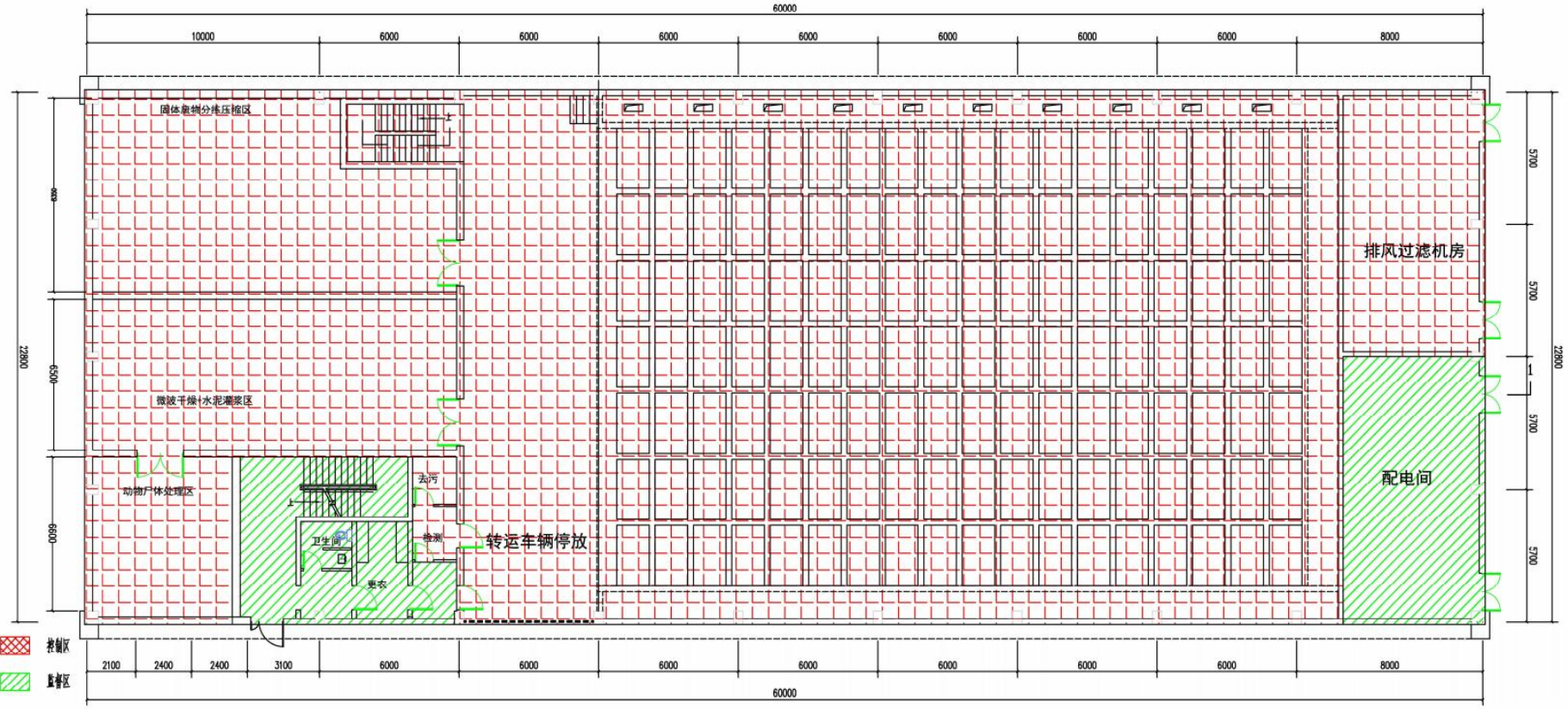
附图 9 科研实验区五层平面布局图



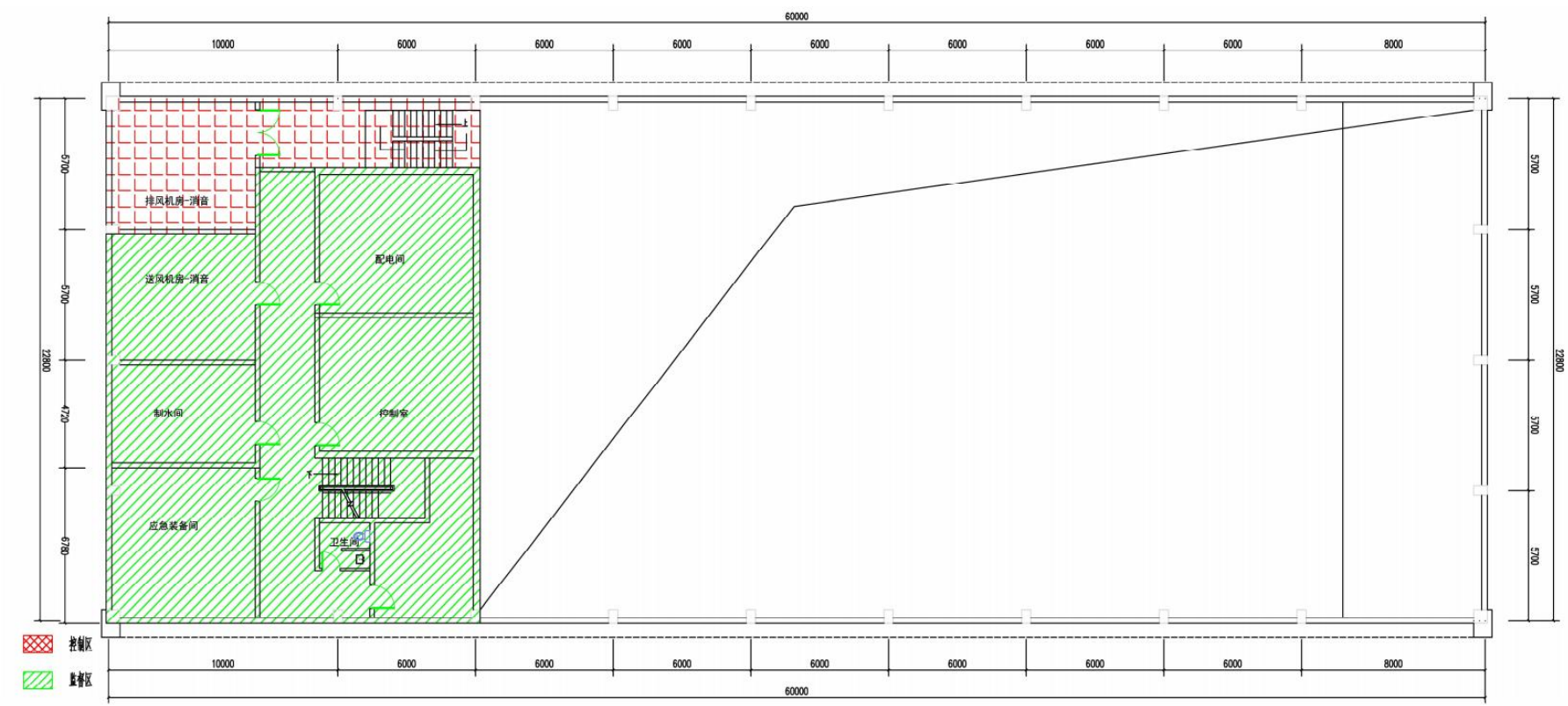
附图 10 门卫配套用房平面布局图



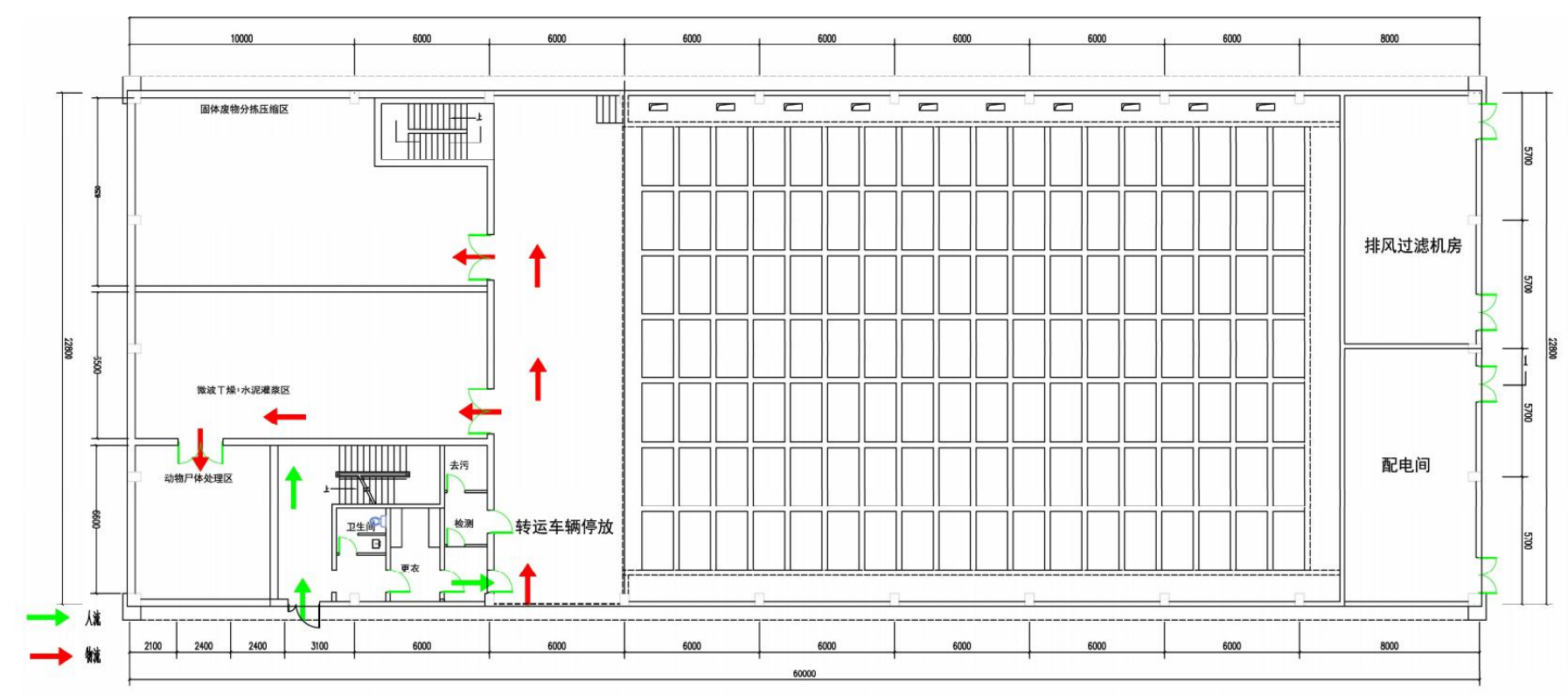
附图 11 放废贮存库一层辐射防护分区图



附图 12 放废贮存库二层辐射防护分区图



附图 13 放废贮存库人流、物流示意图



附图 14 放废贮存库辐射监测系统布置示意图

