

核技术利用建设项目  
华润湖南瑞格医药有限公司新增非  
密封放射性物质暂存库建设项目  
环境影响报告表  
(送审稿)

华润湖南瑞格医药有限公司  
2024 年 12 月

# 核技术利用建设项目

## 华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放 射性物质暂存库建设项目 环境影响报告表 (送审稿)

建设单位名称：华润湖南瑞格医药有限公司



刘仪

建设单位法

通讯地址：

邮政编码：

电子邮箱：

打印编号: 1735020905000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	oo46zf	
建设项目名称	华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库建设项目	
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目	
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)	华润湖	
统一社会信用代码	9143000	
法定代表人 (签章)	刘璿仪	
主要负责人 (签字)	吴嘉佳	
直接负责的主管人员 (签字)	陈梦玲	
二、编制单位情况		
单位名称 (盖章)	湖南贝	
统一社会信用代码	91430100576598885X	
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
王春霞	12354343511430313	BH030069
2. 主要编制人员		
姓名	主要编写内容	信用编号
王春霞	保护目标与评价标准, 环境质量和辐射现状, 项目工程分析与源项, 辐射安全与防护, 环境影响分析, 辐射安全管理, 结论与建议	BH030069
杨思思	项目基本情况, 放射源, 非密封放射性物质, 射线装置, 废弃物 (重点是放射性废弃物), 评价依据, 附图, 附件	BH051108

## 目 录

表 1	项目基本情况 .....	1
表 2	放射源 .....	16
表 3	非密封放射性物质 .....	17
表 4	射线装置 .....	18
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	19
表 6	评价依据 .....	20
表 7	保护目标与评价标准 .....	22
表 8	环境质量和辐射现状 .....	33
表 9	项目工程分析与源项 .....	38
表 10	辐射安全与防护 .....	48
表 11	环境影响分析 .....	62
表 12	辐射安全管理 .....	89
表 13	结论与建议 .....	95
表 14	审批 .....	99

### 附图：

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 厂区总平面布置图
- 附图 3 本项目所在楼层平面布置图
- 附图 4 本项目新建、拆除图
- 附图 5 施工说明图
- 附图 6 衰变池图纸
- 附图 7 通风管道图
- 附图 8 辐射安全防护设施图

### 附件：

- 附件 1 委托书
- 附件 2 辐射安全与防护工作小组
- 附件 3 相关制度



附件 4 本底监测报告

附件 5 辐射事故应急预案

附件 6 辐射安全许可证

附件 7 现有辐射工作人员辐射安全与防护考核证书

附件 8 关于使用参数的确认函

附件 9 关于确定年有效剂量管理目标值的文件

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库建设项目			
建设单位		华润湖南瑞格医药有限公司			
法定代表人			联系人		联系电话
注册地址		湖南省长沙市岳麓区金星北路一段 22 号			
项目建设地点		湖南省长沙市岳麓区麓谷大道 698 号华润湖南医药有限公司麓谷大道仓			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）			项目环保投资（万元）		投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m²）
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input checked="" type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他				

**一、建设单位概况**

华润湖南瑞格医药有限公司（以下简称“公司”）注册地址位于湖南省长沙市岳麓区金星北路一段 22 号，是华润医药商业集团有限公司布局在湘的大型医药流通骨干企业，于 2013 年 1 月 10 日成立，注册资金人民币 1.51 亿元。经营范围包括药品批发；食品生产；医护人员防护用品生产（II类医疗器械）；第三类医疗器械经营；第三类医疗器械租赁；II、III类射线装置销售；道路货物运输（不含危险货物）；农副

产品销售；保健食品（预包装）销售；日用化工专用设备制造；医护人员防护用品生产（I类医疗器械）；日用品批发；第一类医疗器械销售；第二类医疗器械销售；食品销售（仅销售预包装食品）；婴幼儿配方乳粉及其他婴幼儿配方食品销售；消毒剂销售等。主要从事医药产品/器械产品的医院/商业/药店的销售服务，供应链管理服务，信息系统集成服务，互联网医院延伸服务，学术交流培训服务及患者教育服务等。

华润湖南瑞格医药有限公司和华润湖南医药有限公司同属于华润医药商业集团在湘企业。华润湖南瑞格医药有限公司现租赁华润湖南医药有限公司麓谷大道仓所在厂区用于公司销售货物的贮存，该厂区位于湖南省长沙市岳麓区麓谷大道 698 号，现有一栋一层的仓库（即麓谷大道仓，位于厂区的中部和东部）、一栋四层食堂/值班宿舍（位于厂区的西南部）、一栋一层的门卫室及一栋一层的中药煎配中心和退货库（位于厂区的西北部）。

## 二、项目由来

华润湖南瑞格医药有限公司现许可销售 Ra-223、Sn-117、Y-90 微粒注射液（抗癌药）、Tc-99、Sm-153、C-14、Sr-89、I-125、Lu-177、I-131、F-18 共 11 种核素且该 11 种核素只销售不贮存。

为满足销售核素临时贮存需求，公司拟将麓谷大道仓西南角现有空置库房及库房北侧部分卸货平台改建为一处非密封放射性物质暂存库，临时存放公司订购未及时送至使用单位的非密封放射性物质，以便于非密封放射性物质销售业务的开展。本项目建设内容包括建设 1 间非密封放射性物质暂存库及其配套辅助设施，用于 F-18、Tc-99m、Ra-223、Y-90、I-131、Sr-89、I-125（粒籽源）、P-32、Lu-177 共 9 种非密封放射性物质的暂存，同步新增 Tc-99m、P-32 两种核素的销售，扩大 F-18 等七种核素的销售。本项目暂存库只涉及非密封放射性物质货包的暂存，不涉及运输、拆包、分装等工作。根据核算，项目非密封放射性物质暂存的日等效最大操作量约为  $1.54\text{E}+07\text{Bq}$ ，依照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目非密封放射性物质暂存库属于丙级非密封放射性物质工作场所。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的相关要求，本项目需进行环境影响评价。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）中的规定，本项目属于“五十五、核与辐射

-172、核技术利用建设项目一乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）”，其环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。为此，华润湖南瑞格医药有限公司委托湖南贝可辐射环境科技有限公司对本项目开展环境影响评价工作（见附件1）。我公司接受委托后，成立了工作小组，工作人员通过现场踏勘、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，编制完成了《华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库建设项目环境影响报告表》（送审稿）。

### 三、目的与任务

1、对辐射活动场所周边进行辐射环境背景水平监测，以掌握辐射活动场所的辐射环境背景水平；

2、对辐射活动进行辐射环境影响分析，从而评价职业人员及公众成员在该项目使用过程中可能受到的辐射照射及照射的程度；

3、满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

4、针对该核技术利用项目，提出了具有针对性的辐射安全防护措施和管理措施。

### 四、项目建设规模

1、项目名称：华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库建设项目

2、建设单位：华润湖南瑞格医药有限公司

3、建设性质：改、扩建

4、建设地点：湖南省长沙市岳麓区麓谷大道 698 号华润湖南医药有限公司麓谷大道仓

5、建设内容：公司拟将华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西南角现有空置库房及库房北侧部分卸货平台、西侧部分停车区域改建为 1 间非密封放射性物质库房及其配套辅助设施，用于 F-18、Tc-99m、Ra-223、Y-90、I-131、Sr-89、I-125（粒籽源）、P-32、Lu-177 共 9 种非密封放射性物质的暂存，同步新增 Tc-99m、P-32 两种核素的销售，扩大 F-18 等七种核素的销售。暂存库每天贮存货包数量不超过 9 个，单个货包贮存时间不超过 7 天且不存在一天内同一核素货包贮存 2 个及以上的情况。

本项目非密封放射性物质具体暂存情况见下表：

表 1-1 本项目非密封放射性物质暂存情况一览表

序号	核素名称	每个货包的核素最大活度	最大贮存货包数(个)	每天最大贮存量	状态	毒性级别	毒性修正因子	操作方式	操作修正因子	日等效操作量(Bq)	年最大贮存量(Bq)
1	F-18	7.4E+9Bq (200mCi)	1	7.4E+9Bq	液态	低毒	0.01	源的贮存	100	7.40E+05	1.85E+12
2	Tc-99m	3.7E+9Bq (100mCi)	1	3.7E+9Bq	液态	低毒	0.01	源的贮存	100	3.70E+05	9.25E+11
3	Ra-223	3.7E+7Bq (1mCi)	1	3.7E+7Bq	液态	极毒	10	源的贮存	100	3.70E+06	9.25E+9
4	Y-90	1.85E+9Bq (50mCi)	1	1.85E+9Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	1.85E+06	4.625E+11
5	I-131	3.7E+9Bq (100mCi)	1	3.7E+9Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	3.70E+06	9.25E+11
6	Sr-89	1.85E+8Bq (5mCi)	1	1.85E+8Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	1.85E+05	4.625E+10
7	I-125 (粒籽)	3.7E+9Bq (100mCi)	1	3.7E+9Bq	固体	中毒	0.1	源的贮存	1000	3.70E+05	9.25E+11
8	P-32	7.4E+8Bq (20mCi)	1	7.4E+8Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	7.40E+05	1.85E+11
9	Lu-177	3.7E+9Bq (100mCi)	1	3.7E+9Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	3.70E+06	9.25E+11
总计			9	2.80E+10	—					1.54E+07	6.25E+12

备注：1.依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBZ18871-2002），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（Bq）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。2.年最大贮存量按年存储 250 天，每种货包每天出入库 1 次保守计算。

## 6、改建方案

### （1）改建场所现状

本项目拟改建场所位于华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西南角。改建区域为现有空置库房和现有空置库房西侧 0.95m 范围内停车区域、北侧 2.31m 范围内装卸平台。改建区域现有墙体为 270mm 轻质砖，顶部为石膏板吊顶，地面为夯实土层，现有空置库房和装卸平台地面高于停车区域地面约 1.2m。改建前项目区域平面布置图见图 1-1。

## (2) 改建方案

根据建设单位提供的设计方案，改建区域的现有空置库房和现有空置库房北侧 2.31m 范围内装卸平台拟改建为非密封放射性物质暂存库和交接区/卫生通过间，现有空置库房西侧 0.95m 范围内停车区域拟新建衰变池。改建后项目区域平面布置图见图 1-2。

根据设计方案，本项目改建时需先拆除改建区域现有空置库房内部的墙体、门及石膏板吊顶，再在现有空置库房北部的东侧、西侧、北侧新建墙体，其中东西方向新建墙体采用 270mm 实心砖墙、北侧方向新建墙体采用 100mm 实心砖墙，新建墙体与现有用房墙体相连接。改建区域拆除图见图 1-3，新建图见图 1-4。

本项目非密封放射性物质暂存库屏蔽防护设计方案如下：

### a. 四周墙体

东墙（现有墙体）：原 270mm 轻质砖，新增 40mm 硫酸钡防护层

东墙（新建墙体）：新建 270mm 实心砖墙，并增加 40mm 硫酸钡防护层

南墙（现有墙体）：原 270mm 轻质砖，新增 40mm 硫酸钡防护层

西墙（现有墙体）：原 270mm 轻质砖，新增 40mm 硫酸钡防护层（根据现场情况，西墙现有墙体上有两处窗户洞，已用 135mm 轻质砖封堵，本项目改建时将在窗户洞现有封堵的基础上新增 135mm 轻质砖封堵，封堵后，该两处窗户洞处的屏蔽厚度与西墙现有墙体屏蔽厚度一致）

西墙（新建墙体）：新建 270mm 实心砖墙，并增加 40mm 硫酸钡防护层

北墙（新建墙体）：新建 100mm 实心砖墙，并增加 40mm 硫酸钡防护层

### b. 顶板

钢板结构+20mm 水泥砂浆垫层+20mm 硫酸钡防护+20mm 保护层

### c. 地面

夯实土层

### d. 防护门

本项目非密封放射性物质暂存库拟设置一扇 4mmPb 铅防护门。

本项目衰变池屏蔽防护设计方案如下：

本项目衰变池采用不锈钢箱体作为专用容器，箱体内部做不锈钢加强支撑筋，箱体外建设 60mm 实心砖墙，刷 20mm 硫酸钡防护层。

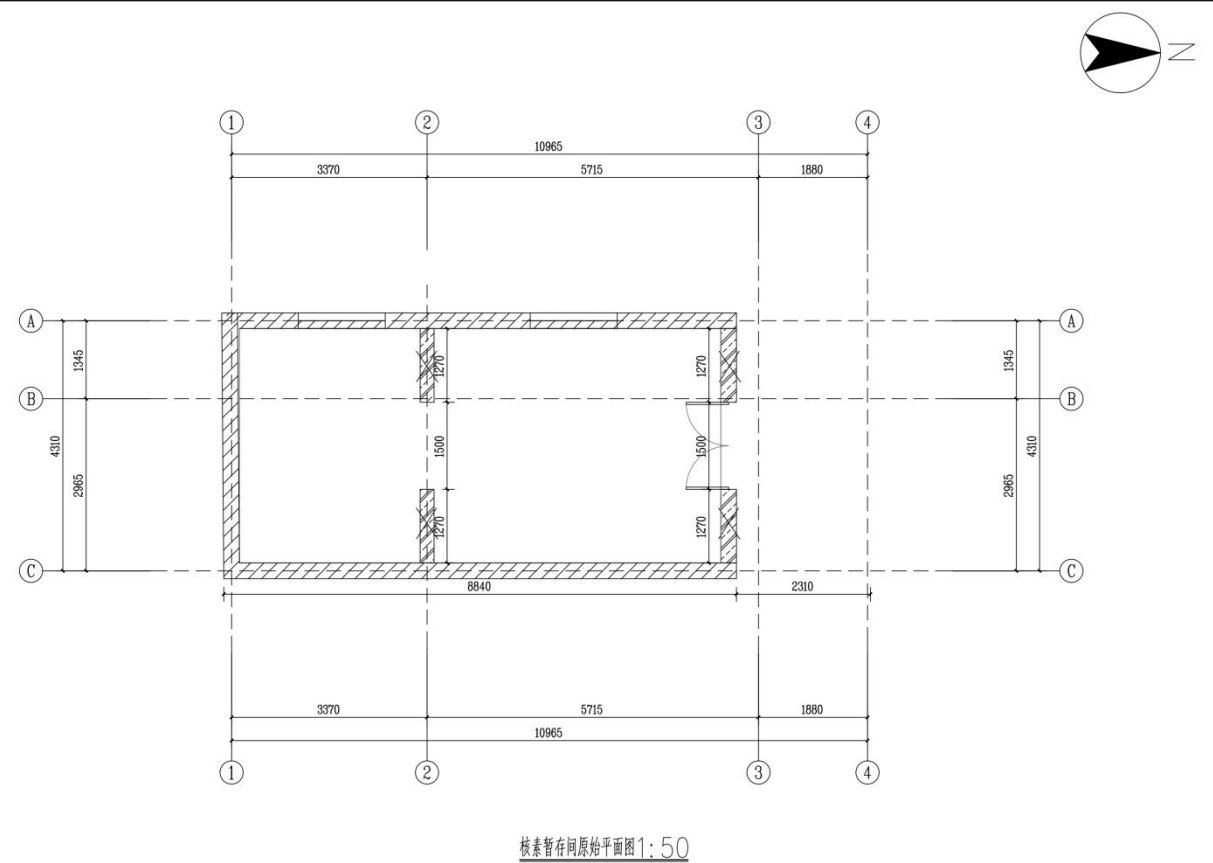


图 1-1 改建前项目区域平面布置图

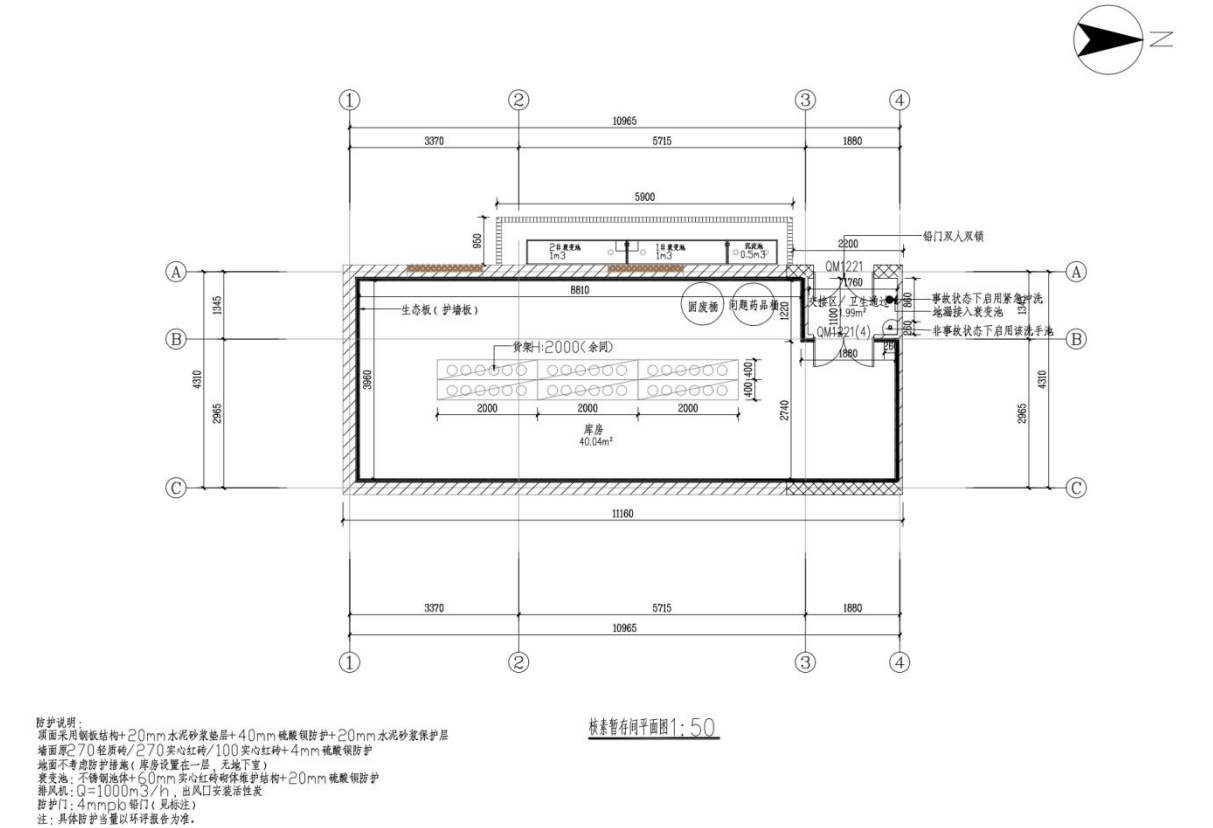


图 1-2 改建后项目区域平面布置图

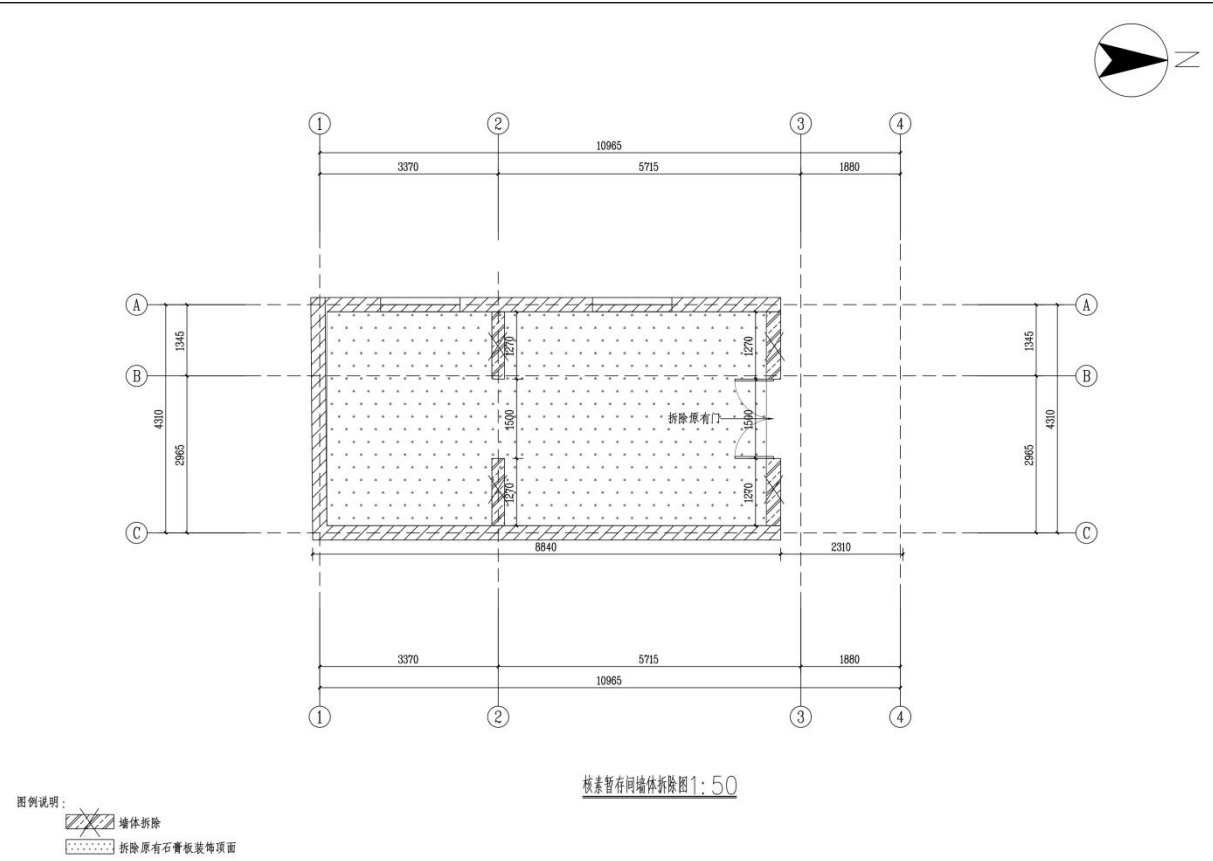


图 1-3 改建区域拆除图

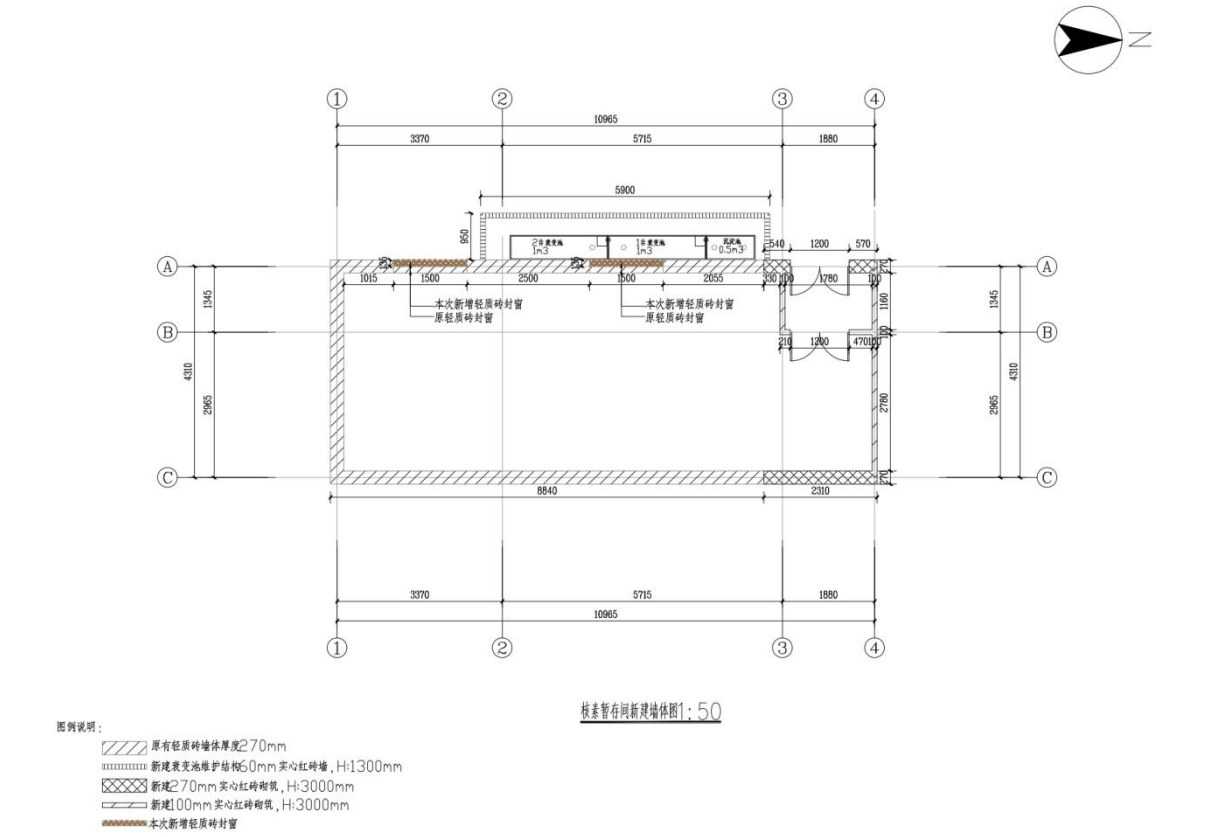


图 1-4 改建区域新建图



## 7、人员配置及工作制度

### (1) 人员配置

本项目拟配置 4 名暂存库辐射工作人员，其中 3 名为公司现有辐射工作人员、1 名为新增辐射工作人员。公司计划将拟配置的 4 名放射工作人员分为两组，负责暂存库货包的进出库登记和管理。

本项目拟配置的 3 名现有辐射工作人员已取得辐射安全与防护考核成绩报告单，1 名新增辐射工作人员暂未取得辐射安全与防护考核成绩报告单。公司应组织本项目新增辐射工作人员在项目投入运行前参加辐射安全与防护考核并通过考核；公司应在本项目运行前安排本项目 4 名辐射工作人员进行上岗前体检，且体检结果为可从事放射岗位工作方可上岗，并为新增放射工作人员配备个人剂量计。

### (2) 工作制度

公司人员年工作 250 天，每天工作 8 小时。本项目暂存库工作人员需每天对暂存库开展日常巡检，每天日常巡检的时间约为 6min，其余时间在暂存库南侧办公室内办公。本项目货包入库时，由送货人员将货包搬运至交接区/卫生通过间内的推车上，暂存库工作人员对货包进行监测、登记后利用推车将货包运送至暂存库内，每个货包入库约为 1min；本项目货包运送至暂存库后，暂存库工作人员需手动将货包搬运至货架上，需手动完成入库时每个货包接触的时间约为 20s。本项目货包出库时，暂存库工作人员手动将货包从货架搬运至推车上，并将货包由暂存库运送至交接区/卫生通过间进行监测、登记，监测、登记完成后由送货人员将货包运送至运输车上。出库时，每个货包出库的时间、需手动完成出库时每个货包接触的时间均与入库时一致。

本项目拟配置工作人员情况见表 1-2。

表 1-2 本项目拟配置工作人员情况一览表

序号	姓名	辐射安全与防护考核成绩报告单编号	备注
1			现有辐射工作人员
2			
3			
4			新增辐射工作人员

根据项目特点，本工程主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程四部分组成。项目组成见下表 1-3。

表 1-3 项目基本组成情况一览表

序号	类别	项目名称	建设内容	备注
1	主体工程	库房	华润湖南瑞格医药有限公司拟在华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西南角现有空置库房及库房北侧部分卸货平台、西侧部分停车区域改建为 1 间非密封放射性物质暂存库及其配套辅助设施。库房使用面积约为 40.04m <sup>2</sup> (8.81m (长) × 3.96m (宽) + 2.74m (长) × 1.88m (宽))。	改建
		非密封放射性物质	拟暂存 F-18、Tc-99m、Ra-223、Y-90、I-131、Sr-89、I-125 (粒子源)、P-32、Lu-177 共 9 种非密封放射性物质。	新增
2	辅助工程	交接区/卫生通过间	位于非密封放射性物质暂存库的西北角, 用于暂存库货包的进出库登记和管理以及事故状态下人员的清洗。	改建
		衰变池	位于非密封放射性物质暂存库的西侧。本项目采用槽式衰变池, 衰变池由 3 个池体组成, 分别为 1 个沉淀池 (设计容积为 0.5m <sup>3</sup> )、1#池体 (设计容积为 1m <sup>3</sup> ) 和 2#池体 (设计容积为 1m <sup>3</sup> )。	新建
3	公用工程	供配电系统	依托厂区供配电系统, 用电来源于市政供电。	依托
		给水系统	依托厂区给水管网供项目工作人员生活用水。	依托
		排水系统	本项目工作人员产生的生活污水依托厂区化粪池处理后排入园区污水管网; 本项目非密封放射性物资暂存库产生的放射性废水经衰变池处理达标后先排入厂区化粪池, 再进入园区污水管网。	新建衰变池, 依托厂区污水系统
4	环保工程	废水	本项目工作人员产生的生活污水依托厂区化粪池处理后排入园区污水管网; 本项目非密封放射性物资暂存库产生的放射性废水经衰变池处理达标后先排入厂区化粪池, 再进入园区污水管网。	依托厂区污水系统, 新建衰变池
		有害气体	本项目拟设置一套独立的送风、排风, 在暂存库、交接区/卫生通过间等设置排风口, 由排风机抽至暂存库顶部, 经活性炭处理后排放, 使暂存库处于微负压状态。	新建
		固体废物	本项目工作人员产生的生活垃圾、办公垃圾收集后交由环卫部门回收处理; 本项目暂存库内设置有固废桶, 本项目事故状态下产生的放射性固体废物经收集后在放射性固体废物存放铅桶内暂存衰变, 经监测达到清洁解控水平后作为普通废物进行处理, 更换下来的活性炭暂存于固废桶内作为放射性废物委托有资质的单位进行处置。	依托、新增

## 五、地理位置和周边保护目标关系

### 1、地理位置

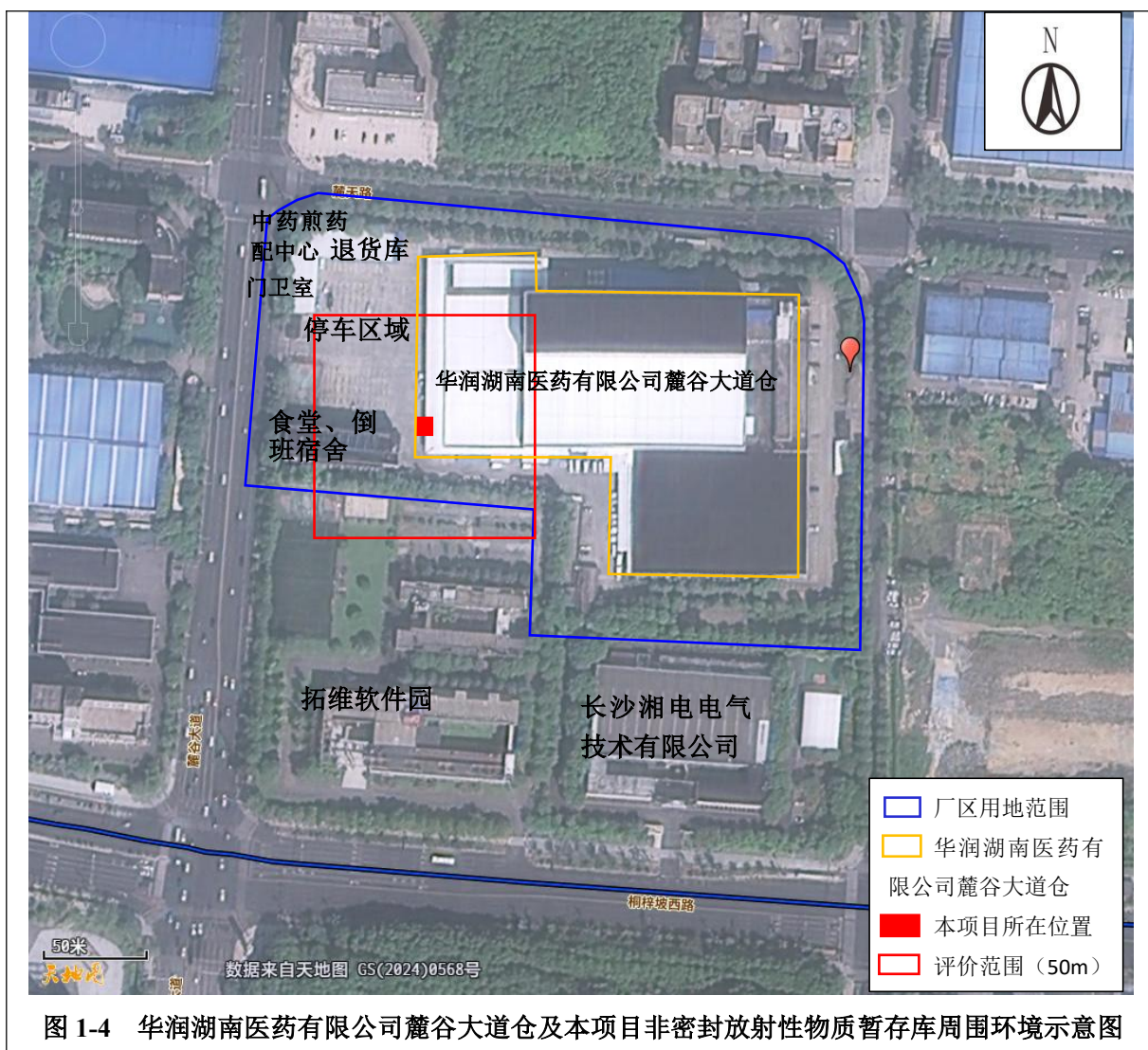
华润湖南医药有限公司麓谷大道仓位于长沙市岳麓区麓谷街道麓谷大道 698 号，仓库东侧为兴园路，南侧为拓维软件园、长沙湘电电气技术有限公司，西侧为麓谷大道，北侧为麓天路。仓库地理位置图见附图 1。

### 2、工作场所周围环境

华润湖南医药有限公司麓谷大道仓位于整个厂区的中部和东部，厂区的西部为卸货平台、停车区域、中药煎配中心、退货库、食堂及倒班宿舍。本项目非密封放射性物质暂存库位于华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西南角，暂存库东侧为仓库内部过道，南侧为物流配送人员办公室（本项目辐射工作人员拟在该区域办公），西侧为厂区内空地，北侧为本项目交接区/卫生通过间、仓库装卸平台，无楼上、楼下。周边保护目标具体情况见本报告表第 7 章“保护目标”。

厂区总平面布置图见附图 2，本项目所在楼层平面布置图见附图 3，本项目非密封放射性物质暂存库平面布置图见附图 4。

本项目周边环境见图 1-4 至图 1-5。



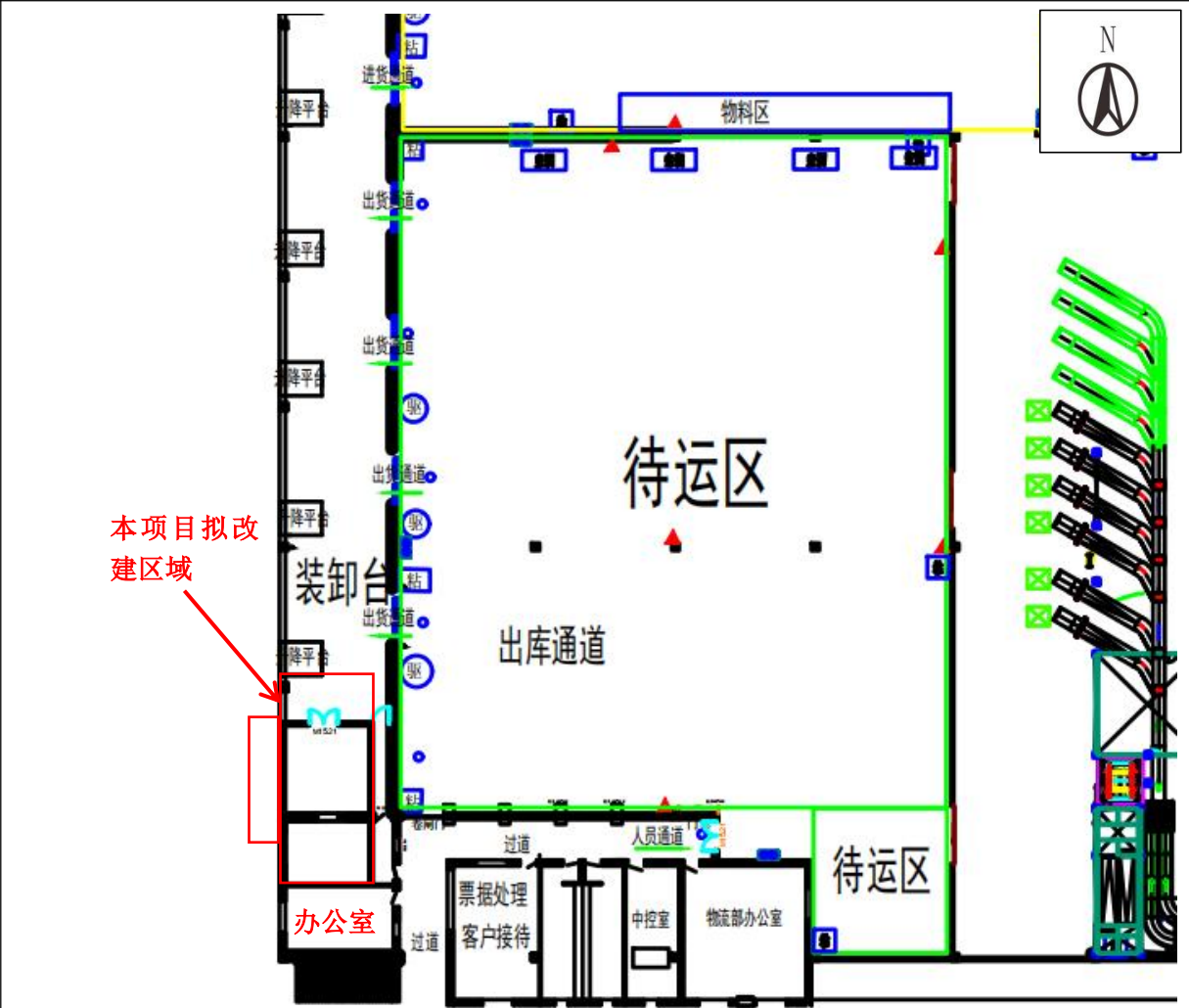


图 1-5 本项目非密封放射性物质暂存库周围环境示意图

本项目周边环境描述见表1-4至表1-5。

表 1-4 华润湖南医药有限公司麓谷大道仓周边环境概况

周边环境		与医院方位和距离	
华润湖南医药有限公司麓谷大道仓	兴园路	东侧	邻近
	拓维软件园、长沙湘电电气技术有限公司	南侧	邻近
	麓谷大道	西侧	邻近
	麓天路	北侧	邻近

表 1-5 本项目非密封放射性物质暂存库周边环境概况

周边环境		与暂存库方位和距离	
非密封放射性物质暂存库	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓	东侧	邻近-50m
	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓	南侧	邻近-约 11m
	厂区内道路		约 11m-约 21m
	拓维软件园		约 21m-50m

	厂区内空地、停车区域	西侧	邻近-50m
	食堂、倒班宿舍		约 7m-50m
	交接区/卫生通过间	北侧	邻近-约 1.8m
	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓		约 1.8m-50m

六、项目合理性分析

1、项目选址合理性分析

本项目位于厂区内，不新增占地。项目周围 50m 范围内大部分区域为厂区内部，小部分区域为厂区外，保护目标主要为厂区内工作人员和流动人员及厂区外人员。本项目辐射工作场所集中布置，方便集中统一管理，运行阶段产生的电离辐射经有效屏蔽后对周围环境的影响较小，因此本评价认为项目选址是合理的。

2、平面布置合理性分析

本项目在暂存库的东侧设有交接区/卫生通过间，便于人员及货物的进出，在交接区完成货物监测登记后，货包进入暂存库内暂存，同时暂存库内设置固废池以及问题药品池，用于收集暂存放射性固体废物以及问题药品等，本项目平面布局按照工艺流程进行设置，避免了非必要的照射；本项目拟在暂存库居中位置设置一个三层货架，货架大小能满足本项目货包的摆放。整体而言，本项目平面布置是合理的。

3、产业政策符合性

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展改革委令 第 7 号）中第六项“核能”中第 4 款“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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

4、实践正当性

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目的任务是贮存、销售非密封放射性物质，为医院核医学科等单位提供诊断、治疗药物，便于各个医院开展放射性治疗和诊断，更多地救治病人，较医院自行制备的模式，在环境保护、药品质量、辐射安全等方面均会有较大的改善。经后文预测分析，在采取相应的辐射安全与防护措施之后，项目对于周围环境的辐射影响是

可以接受的。

因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

七、原有核技术利用项目情况

1、原有核技术利用项目环保手续情况

根据建设单位提供的资料得知：华润湖南瑞格医药有限公司于 2023 年 08 月 10 日在湖南省生态环境厅取得了辐射安全许可证（证书编号：湘环辐证【02988】）（见附件 6），有效期至 2028 年 08 月 09 日，许可种类和范围为销售 II 类、III 类射线装置，销售非密封放射性物质（不贮存且现有销售不设有储存仓库）。公司许可销售的非密封放射性物质详见表 1-6，许可销售的射线装置详见表 1-7。

表 1-6 公司许可销售非密封放射性物质情况一览表

序号	核素	年最大用量 (Bq)	活动种类	环评情况	验收情况
1	Ra-223	5E+10	销售（不贮存）	备案号： 202343010400000187	无验收要求
2	Sn-117	5E+10	销售（不贮存）		
3	Y-90 微粒注射液（抗癌药）	5E+10	销售（不贮存）		
4	Tc-99	5E+10	销售（不贮存）		
5	Sm-153	5E+10	销售（不贮存）		
6	C-14	5E+10	销售（不贮存）		
7	Sr-89	5E+10	销售（不贮存）		
8	I-125	5E+10	销售（不贮存）		
9	Lu-177	5E+10	销售（不贮存）		
10	I-131	5E+10	销售（不贮存）		
11	F-18	5E+10	销售（不贮存）		

表 1-7 公司许可销售射线装置情况一览表

序号	名称	类别	装置数量	活动种类	环评情况	验收情况
1	制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）放射性药品的加速器	II类	200	销售	备案号： 202343010400000187	无验收要求
2	医用诊断 X 射线装置	III类	200	销售		
3	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	200	销售		
4	血管造影用 X 射线装置	II类	200	销售		

5	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	200	销售		
---	-----------------------	-----	-----	----	--	--

2、辐射安全与防护工作小组

2024 年 7 月华润湖南瑞格医药有限公司调整了辐射安全与防护工作小组，调整后由 任组长，负责公司辐射安全和防护工作的领导与协调。

3、辐射工作人员管理情况

公司现有放射工作人员 3 名，3 名放射工作人员均通过了辐射安全与防护考核。公司现有辐射工作人员情况一览表见表 1-8。

表 1-8 公司现有辐射工作人员情况一览表

序号	
1	
2	
3	
备注：本项目辐	、，作，故未佩戴个人剂量计、无职业健康检查报告。

4、辐射安全管理现状

华润湖南瑞格医药有限公司严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导。

①辐射安全与防护工作小组

2024 年 7 月华润湖南瑞格医药有限公司调整了辐射安全与防护工作小组，调整后由 任组长，负责公司辐射安全和防护管理工作的领导与协调。

③辐射安全管理相关规章制度

公司在原有核技术利用项目运行中已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求，制定了《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射事故应急预案》等规章制度（见附件 3、5）。

由上述内容可知，公司采取的辐射防护措施和管理制度基本满足目前核技术利用项目开展的需要。

5、存在的问题及整改情况

公司原有核技术利用项目仅涉及射线装置、非密封放射性物质的销售，辐射安全管理良好，不存在需整改的问题。



表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
	以下空白							

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	F-18	液态	销售使用	7.4E+9	7.40E+05	1.85E+12	暂存	贮存	非密封放射性物质库房	非密封放射性物质库房
2	Tc-99m	液态	销售使用	3.7E+9	3.70E+05	9.25E+11	暂存	贮存		
3	Ra-223	液态	销售使用	3.7E+7	3.70E+06	9.25E+9	暂存	贮存		
4	Y-90	液态	销售使用	1.85E+9	1.85E+06	4.625E+11	暂存	贮存		
5	I-131	液态	销售使用	3.7E+9	3.70E+06	9.25E+11	暂存	贮存		
6	Sr-89	液态	销售使用	1.85E+8	1.85E+05	4.625E+10	暂存	贮存		
7	I-125 (粒籽)	固体	销售使用	3.7E+9	3.70E+05	9.25E+11	暂存	贮存		
8	P-32	液态	销售使用	7.4E+8	7.40E+05	1.85E+11	暂存	贮存		
9	Lu-177	液态	销售使用	3.7E+9	3.70E+06	9.25E+11	暂存	贮存		

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	以下空白									

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型 号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
	以下空白								

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序 号	名称	类 别	数 量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强 度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
	以下空 白												

**表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）**

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
（事故状态下）放射性废气	气体	F-18、 Tc-99m、 Ra-223、 Y-90、 I-131、 Sr-89、 I-125（粒 籽源）、 P-32、 Lu-177	/	/	少量	/	/	通过排风系统经活性炭吸附后排入外环境
废活性炭	固态		/	/	5kg	/	暂存于非密封放射性物质暂存库固废桶内	作为放射性废物委托有资质的单位进行处置
（事故状态下）放射性固体废物	固态		/	/	1kg	/	暂存于非密封放射性物质暂存库固废桶内	经监测达到清洁解控水平后可作为普通废物进行处理
（事故状态下）放射性废水	液态		/	/	0.09m <sup>3</sup>	/	暂存于衰变池内	暂存至衰变达标后先排入厂区化粪池，再进入园区污水管网。
	以下空白							

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要说明，其排放浓度/年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

法律文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年颁布）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令 第 16 号，2020 年 11 月 30 日发布）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》（部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日发布）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日实施）；</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展改革委令第 7 号公布，2024 年 2 月 1 日起施行）；</p> <p>(10) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行）；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行）；</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，生态环境部第 57 号）；</p> <p>(13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）。</p> <p>(14) 《关于印发&lt;湖南省放射性药品经营质量管理实施细则（暂行）的通知》（湘药监发〔2023〕23 号）。</p>
------	---

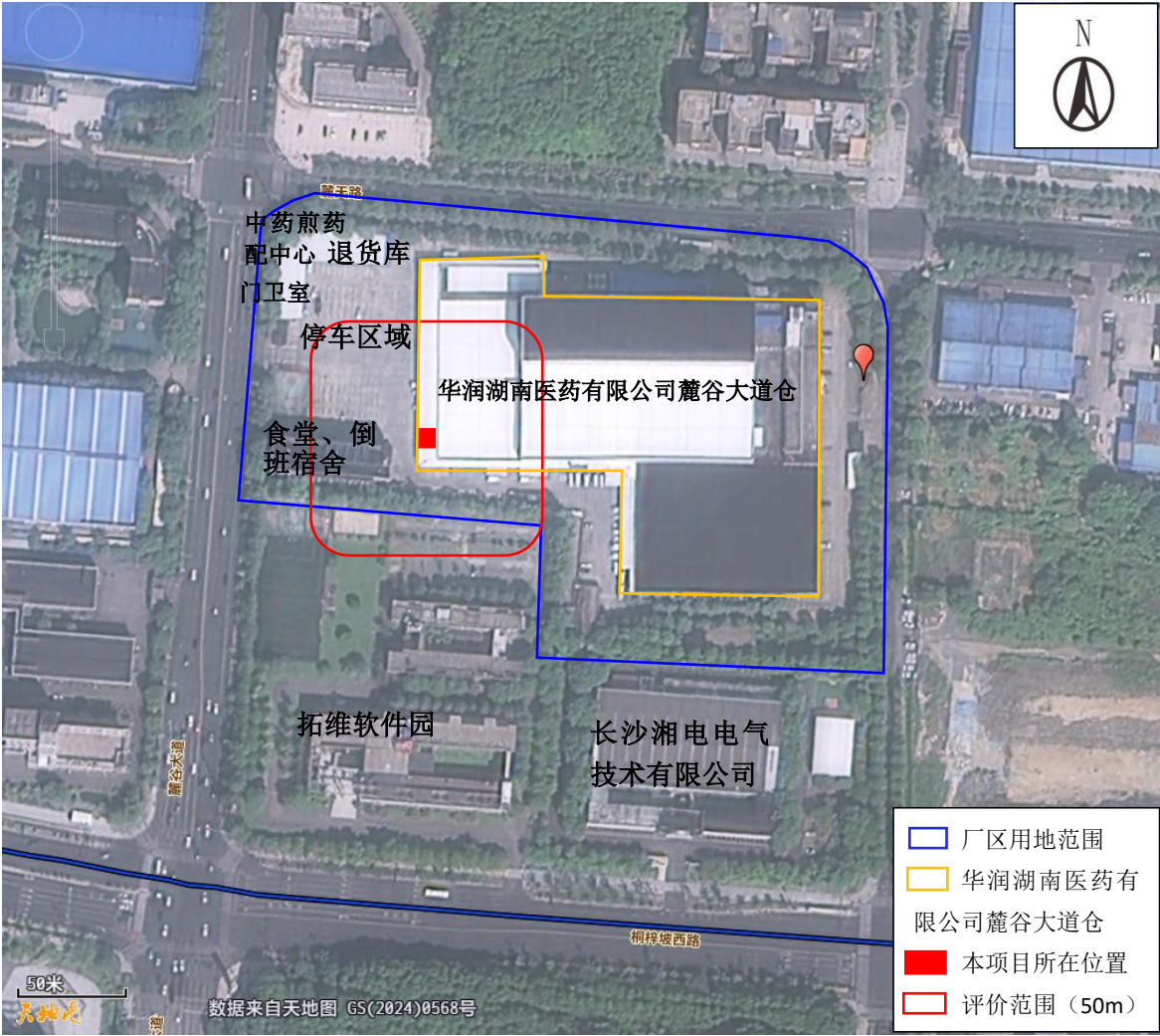
技术标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则——总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(4) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）；</p> <p>(5) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；</p> <p>(6) 《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20号）；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(8) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）；</p> <p>(9) 《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）；</p> <p>(10) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(11) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(12) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；</p> <p>(13) 《放射性药品安全运输规程》（GB11806-2019）；</p> <p>(14) 《表面污染测定第1部分：<math>\beta</math>发射体（<math>E_{\beta\max}&gt;0.15\text{MeV}</math>）和<math>\alpha</math>发射体》（GB/T 14056.1-2008）；</p> <p>(15) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）。</p>
其他	<p>(1) 委托书（见附件1）；</p> <p>(2) 《辐射防护》（第11卷，第2期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991年3月）；</p> <p>(3) 《辐射防护技术与管理 第一卷 电离辐射防护技术与管理》（主编张丹枫、赵兰才）；</p> <p>(4) 《辐射防护导论》（方杰主编）；</p> <p>(5) 《辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编）；</p> <p>(6) 《辐射防护手册第三分册——辐射安全》（李德平、潘自强主编）；</p> <p>(7) 建设单位提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围：

根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中第 1.5 评价范围和保护目标：放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物质边界外 50m 的范围。结合本项目情况，确定以暂存库四周墙体边界外 50m 范围作为辐射环境的评价范围。

本项目位于华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西南角。本项目评价范围内保护目标主要为本项目拟配置放射工作人员、华润湖南医药有限公司麓谷大道仓工作人员、厂区内流动人员、厂区外人员等。本项目评价范围见图 7-1。



保护目标：

本次辐射环境影响评价的环境保护目标为：本项目从事放射工作的人员以及评价

范围内相邻区域的公众。根据本项目暂存库布局及外环境特征确定本项目环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 环境保护目标一览表

场所	污染物	方位	保护目标		距离	敏感人数	
			用途	人员		职业人员	公众人员
非密封放射性物质暂存库	非密封放射性物质	东侧	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓内工作人员	邻近-50m	/	约 100 人
		南侧	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓内工作人员、办公室内本项目放射工作人员	邻近-约 11m	4 人	约 40 人
			厂区内部道路	厂区内部道路流动人员	约 11m-约 21m	/	若干
			拓维软件园	拓维软件园内工作人员及流动人员	约 21m-50m	/	若干
		西侧	厂区内部空地、大型货车停车区域	厂区内部空地、大型货车停车区域流动人员	邻近-50m		若干
			食堂、倒班宿舍	食堂工作人员、就餐人员，倒班宿舍休息人员	约 7m-50m	/	约 200 个
		北侧	交接区/卫生通过间	交接区/卫生通过间内本项目放射工作人员	邻近-约 1.8m	4 人	0 人
			华润湖南医药有限公司麓谷大道仓	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓内工作人员	约 1.8m-50m	/	约 100 人

### 评价标准节选：

#### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

##### （1）剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：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），20mSv；任何一年中的有效剂量，50mSv；眼晶体的年当量剂量，150mSv；四肢（手和足）或皮肤的



年当量剂量，500mSv。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不超过下述限值：年有效剂量，1mSv；特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv；眼晶体的年当量剂量，15mSv；皮肤的年当量剂量，50mSv。

根据（GB18871-2002）相关规定及本项目情况，公司设定本项目辐射工作人员年剂量管理目标值不超过5mSv/a，公众年剂量管理目标值不超过0.1mSv/a。

(2) 表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表B11（表7-2）所列。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位：Bq/cm<sup>2</sup>

表面类型		α放射性物质		β放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 <sup>1)</sup>	4	4×10	4×10
	监督区	4×10 <sup>-1</sup>	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10 <sup>-1</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-1</sup>
1) 该区内的低污染子区除外。				

(3) 辐射工作场所分区

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。

6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全防护措施的性质和范围。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较

大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

#### 6.4.1.4 注册者、许可证持有者应：

A) 采用实体边界划定控制区；采用实体边界不现实时也可以采用其他适当的手段；

B) 在源的运行或开启只是间歇性的或仅是把源从一处移至另一处的情况下，采用与主导情况相适应的方法划定控制区，并对照射时间加以规定；

C) 在控制区的进出口及其他适应位置处设立醒目的、符合附录 F（标准的附录）规定的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；

D) 制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；

E) 运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；

F) 按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜；

G) 按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜；

H) 定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

#### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中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。

#### 6.4.2.2 注册者和许可证持有者应：

A) 采用适当的手段划出监督区的边界；

B) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

C) 定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

#### (3) 非密封源工作场所的分级

##### C1 非密封源工作场所的分级

应按表 C1（表 7-3）将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 7-3 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

## C2 放射性核素的日等效操作量的计算

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（Bq）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。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 C2（表 7-4）和表 C3（表 7-5）。放射性核素的毒性分组见附录 D（标准的附录）。

表 7-4 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 7-5 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污染水平较 低的固体	液体，溶液， 悬浮液	表面有污染 的固体	气体，蒸汽，粉末，压 力很高的液体，固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

## 2、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）

5.1.2 宜在辐射工作场所的醒目位置悬挂（张贴）辐射警告标志，人员通行和放射性物质传递的路线应严格执行相关规定，防止发生交叉污染。应制定严格的辐射防护规程和操作规程。

5.1.3 操作非密封源的单位应制定辐射防护大纲并对其实施和评价负全面责任。单位

应设立相应的安全与防护机构，并用文件的形式明确规定其职责。

5.1.4 应建立安全与防护培训制度，培植和保持工作人员良好的安全文化素养，自觉遵守规章制度，掌握辐射防护基本原则、防护基本知识及辐射防护技能。

7.2.1 操作非密封源的单位，一般应建立放射性废液处理系统，确保产生的废液得到妥善处理。

7.3.1 产生放射性固体废物较多的单位应当建立固体废物暂存库，确保储存的废物可回收。

7.3.2 操作非密封源的单位产生的废物，应按要求送指定的废物库暂存。送贮的废物应符合送贮条件。

7.3.3 对于半衰期短的废物可用放置衰变的办法，待放射性物质衰变到清洁解控水平后作普通废物处理，以尽可能减少放射性废物的数量。

7.4.1 对工作场所放射性废气或气溶胶的排放系统，应经常检查其净化过滤装置的有效性。

### **3、参照执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）**

#### **6.1 屏蔽要求**

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于  $10\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.7 固体放射性废物收集桶、暴露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

#### **6.3 密闭和通风**

核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$ 表面污染小于  $0.08\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta$ 表面污染小于  $0.8\text{Bq/cm}^2$  的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

- a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；
- b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的

10 倍；

c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，表面污染水平对 $\beta$ 和 $\gamma$ 发射体以及低毒性 $\alpha$ 发射体应小于 4Bq/cm<sup>2</sup>、其他 $\alpha$ 发射体应小于 0.4Bq/cm<sup>2</sup>。

### 7.3.3 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；

b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 $\alpha$ 不大于 1Bq/L、总 $\beta$ 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

## 7.4 气态放射性废物的管理

7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

## 4、参照执行《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021，以下称核医学标准）第 6.1.5 节规定，距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5  $\mu$  Sv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10  $\mu$  Sv/h。本条规定的具体含义为：

1. 控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子 $\geq 1/2$ ），周围剂量当量率应小于 2.5  $\mu$  Sv/h。

2. 控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子 $< 1/2$ ），如给药/

注射室防护门外、给药后患者候诊室防护门外、核素治疗住院病房防护门外以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应小于 10 μSv/h。

5、参照执行《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）

5.3 工作场所的防护水平要求

5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。

5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在照射的可能性和严重程度，做好工作场所监测，包括场所周围剂量当量率水平、表面污染水平或空气中放射性核素浓度等内容，工作场所放射防护检测方法见附录 J。开展核医学工作的医疗机构应定期对放射性药物操作后剂量率水平和表面污染水平进行自主监测，每年应委托有相应资质的技术服务机构进行检测。核医学工作场所的放射性表面污染控制水平见表 2（表 7-6）。

表 7-6 核医学工作场所的放射性表面污染控制水平 单位为贝可每平方厘米

表面类型		α放射性物质		β放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 a)	4	4×10	4×10
	监督区	4×10 <sup>-1</sup>	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10 <sup>-1</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-1</sup>
1) 该区内的低污染区除外。				

8 医用放射性废物的放射防护管理要求

8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。

8.2 设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。

8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。

8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。

8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。

8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg。

8.9 储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志。

8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。

8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

## K.2 应急及去污用品

主要包括下列物品：一次性防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂和/或喷雾（至少为加入清洗洗涤剂和硫代硫酸钠的水）；小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔（水溶性油墨）、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水的塑料布、一次性镊子。

## 6、《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）

5.3.1 货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 2mSv/h，满足下列任何一项情况除外：

a) 按独家使用方式通过铁路或公路运输的货包或集合包装，在满足下述条件下时可超过 2mSv/h，但不可超过 10mSv/h；

1) 车辆采取实体防护措施防止未经批准的人员在常规运输条件下接近托运货物；

2) 对货包或集合包装采取了固定措施，在常规运输条件下它们在车辆内的位置能够保持不变；

3) 运输期间，无任何装载或卸载作业。

b) 使用船舶运输的货包或集合包装，按独家使用方式装载在车辆内或车辆上，且始终不从车辆上卸下；

c) 按特殊安排方式使用船舶或航空运输的货包或集合包装。

5.3.2 按独家使用方式运输，货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 10mSv/h。

## 5.4 表面污染水平限值

应使任何货包外表面的非固定污染保持在实际可行的尽量低的水平上，在常规运输条件下，这种污染不得超过下述限值：

- a) 对 $\beta$ 和 $\gamma$ 发射体以及低毒性 $\alpha$ 发射体为  $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；
- b) 对所有其他 $\alpha$ 发射体为  $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

可以用在表面的任意部位任何  $300\text{cm}^2$  面积上取的非固定污染平均值来判断是否符合这一要求。

#### 8.4 运输和途中贮存的要求

##### 8.4.1 运输期间和途中贮存期间的隔离

8.4.1.1 盛装放射性物品的货包、集合包装、货物集装箱和无包装的放射性物质在运输期间和途中贮存期间都应：

- a) 与经常处于作业区内的工作人员隔离，确保工作人员所受剂量不超过  $5\text{mSv/a}$ 。
- b) 与公众经常出入的区域内的公众隔离，确保公众所受剂量小于  $1\text{mSv/a}$ 。

8.5.1 货包、集合包装和货物集装箱应按照表 10（表 7-7）中规定的条件并按下述要求划分为 I 级（白）、II 级（黄）或 III 级（黄）。

**表 7-7 货包、集合包装和货物集装箱的分级**

条件		分级
运输指数（TI）	外表面上任一点的最高辐射水平 H mSv/h	
0 <sup>a</sup>	$H \leq 0.005$	I 级（白）
$0 < \text{TI} < 1^a$	$0.005 < H \leq 0.5$	II 级（黄）
$1 < \text{TI} \leq 10$	$0.5 < H \leq 2$	III 级（黄）
$10 \leq \text{TI}$	$2 < H \leq 10$	III 级（黄） <sup>b</sup>
<sup>a</sup> 若测得的 TI 值不大于 0.05，此数值可取为零。		
<sup>b</sup> 除集合包装外，需按独家使用方式运输，见表 8。		

本项目放射性核素货包非独家使用，其运输指数均小于 10，根据不同的运输指数划分为 I 级（白）、II 级（黄）或 III 级（黄）货包。

**综合上述标准，结合本项目的实际情况，本项目采用的各项标准和指标见表 7-8。**

**表 7-8 本项目采用的各项标准和指标一览表**

类型	对象	限值	依据
年剂量管理 目标值	放射工作人员	$5\text{mSv/a}$	GB18871-2002、 公司设定
	放射工作人员 手部或皮肤	$500\text{mSv/a}$	
	公众	$0.1\text{mSv/a}$	
周围剂量当	控制区外	$2.5\mu\text{Sv/h}$	GBZ120-2020



量率	控制区内	10μSv/h（T≥1/2）	HJ1188-2021
		2.5μSv/h（T<1/2）	
工作场所控制水平		见表 7-2、表 7-6	GB18871-2002、GBZ120-2020
放射性废物		所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天,所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍,监测辐射剂量率满足所处环境本底水平,且α表面污染小于 0.08Bq/cm²、β表面污染小于 0.8Bq/cm²。	HJ1188-2021
		不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备,并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h,表面污染水平对β和γ发射体以及低毒性α发射体应小于 4Bq/cm²、其他α发射体应小于 0.4Bq/cm²。	HJ1188-2021
		每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h,质量不超过 20kg,废物包装体外表面的污染控制水平β小于 0.4Bq/cm²。	GBZ120-2020
放射性废水		A) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放; B) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天）,监测结果经审管部门认可后,按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排口总α不大于 1Bq/L、总β不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。	HJ1188-2021
放射性废气		独立的通风系统,合理组织工作场所的气流,对排出工作场所的气体进行过滤净化。	HJ1188-2021
放射性货包		a) 对β和γ发射体以及低毒性α发射体为 4Bq/cm²; b) 对所有其他α发射体为 0.4Bq/cm²; c) 货包外表面任意一点最高辐射水平满足表 7-7 要求。	GB11806-2019

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目地理位置及场所位置

华润湖南医药有限公司麓谷大道仓位于长沙市岳麓区麓谷街道麓谷大道 698 号，仓库东侧为兴园路，南侧为拓维软件园、长沙湘电电气技术有限公司，西侧为麓谷大道，北侧为麓天路。本项目非密封放射性物质暂存库位于华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西南角，暂存库东侧为仓库内部过道，南侧为物流配送人员办公室（本项目辐射工作人员拟在该区域办公），西侧为厂区内空地，北侧为本项目交接区/卫生通过间、仓库装卸平台，无楼上、楼下。

二、辐射环境现状监测

（1）辐射环境现状监测目的：对项目场所及评价区域进行环境  $\gamma$  辐射剂量率、 $\alpha$  及  $\beta$  表面污染本底监测，以掌握场址的辐射环境质量现状水平，为现状评价提供基础数据。详情见监测报告（附件 4）。

（2）监测对象：本项目拟改建场址及周围区域辐射环境现状水平。

（3）监测因子及频次

监测时间：2024 年 12 月 12 日；

监测因子：环境  $\gamma$  辐射剂量率、 $\alpha$  及  $\beta$  表面污染；

监测频次：1 次。

监测环境气象情况：环境温度：7.9℃，相对湿度：62%RH，天气状况：晴；

监测点位：①环境  $\gamma$  辐射剂量率：拟改建场址、周边，采取探头距地面 1m 高度，每个监测点读取 10 个数据；② $\alpha$  及  $\beta$  表面污染：测量  $\alpha$  放射性物质污染时探测器灵敏窗与被测表面的距离 0.5 cm，测量  $\beta$  放射性物质污染时探测器灵敏窗与被测表面的距离为 1 cm，每个监测点读取 1 个数据。

监测点位布置见图 8-1。

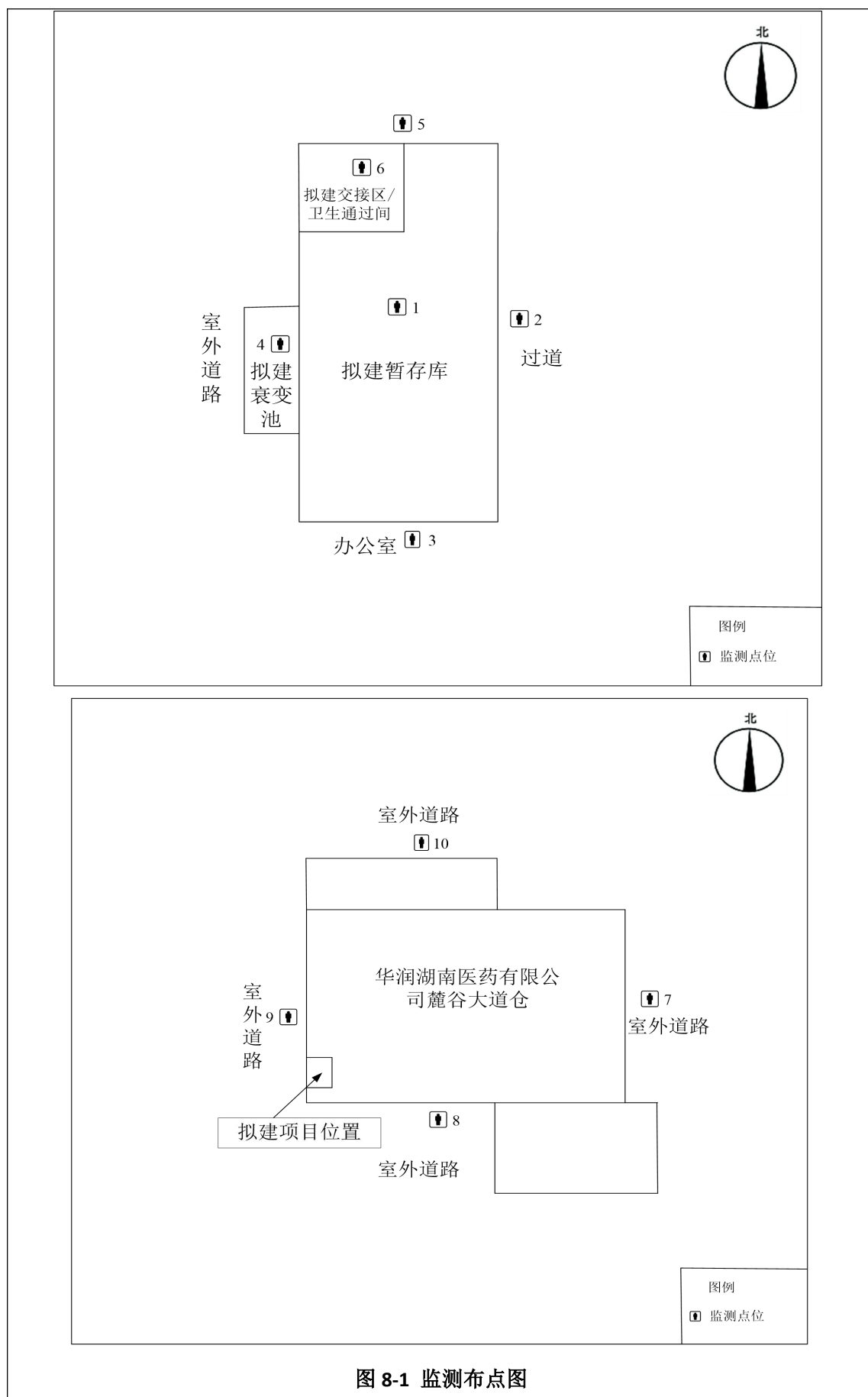


图 8-1 监测布点图

三、监测方案及质量保证

(1) 监测依据

《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；  
《表面污染测定第一部分  $\beta$  发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和  $\alpha$  发射体》（GB/T 14056.1-2008）。

(2) 质量保证

该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次监测所使用的仪器情况见表 8-1。

表 8-1 监测所使用的仪器情况

仪器名称	X- $\gamma$ 剂量率仪	$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染测量仪
仪器型号	RJ32-3602	FJ-2207
生产厂家	上海仁机仪器仪表有限公司	西安核仪器厂
能量响应	20keV-3.0MeV，相对基本误差： $< \pm 15\%$	$\alpha$ 活度响应 $\geq 7\text{cps/Bq/cm}^2(239\text{Pu})$ ； $\beta$ 活度响应 $\geq 7\text{cps/Bq/cm}^2(204\text{Tl})$ $\alpha$ 本底 $\leq 3\text{min}^{-1}$ ，探测效率 $>30\%$ ； $\beta$ 本底 $\leq 4\text{sec}^{-1}$ ，探测效率 $>30\%$
量 程	1nGy/h-1.2mGy/h	$\alpha$ ：0-9999CPS $\beta$ ：0-9999CPS
检定证书	检定证书编号： 2024H21-20-5202620001； 检定单位：上海市计量测试技术研究院； 有效期限：2024 年 04 月 17 日-2025 年 04 月 16 日。	检定证书编号：2024YD045000267； 检定单位：湖北省计量测试技术研究院； 有效期限：2024 年 05 月 24 日-2025 年 05 月 23 日

四、监测结果及评价

监测结果见表 8-2、表 8-3。

表 8-2 项目所在场址本底监测结果一览表

检测 点位	检测点位描述	检测结果 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	拟建非密封放射性物质暂存库内	92	3	室内平房
2	拟建非密封放射性物质暂存库东侧	92	3	室内平房
3	拟建非密封放射性物质暂存库南侧	76	2	室内平房
4	拟建非密封放射性物质暂存库西侧(拟建衰变池处)	73	6	室外道路
5	拟建非密封放射性物质暂存库北侧	64	3	室内平房
6	拟建非密封放射性物质暂存库北侧(拟建交接区/卫生通过间内)	64	3	室内平房
7	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓东侧	55	2	室外道路
8	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓南侧	53	2	室外道路
9	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西侧	54	3	室外道路
10	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓北侧	55	2	室外道路

备注：1、依据 HJ1157-2021：检测结果  $\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c$ ； $\dot{D}_\gamma$ 测点处环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率值，Gy/h； $k_1$ —仪器检定/校准因子； $k_2$ —仪器检验源效率因子； $R_\gamma$ —仪器测量读数值均值； $k_3$ —建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子； $\dot{D}_c$ —测点处宇宙射线响应值；

2、本次检测仪器校准因子 $k_1$ 为 1.05，效率因子 $k_2$ 取 1，屏蔽修正因子 $k_3$ 室外取 1，室内平房 0.9；

3、仪器对宇宙射线的响应通过以下方式获得：在湖南省郴州市东江湖（东经 E：113.41°，北纬 N：25.90°，海拔高度：274m，水深大于 3m，距岸边大于 1km）使用辐射检测仪进行宇宙射线响应检测，水面上仪器 10 次读数的平均值经校准后为 14.81nGy/h。华润湖南瑞格医药有限公司项目建设地点（东经 E：112.89，北纬 N：28.22，海拔高度：59m），根据 HJ61-2021 附录 D 修正公式（D1）得出仪器在本项目所在地对宇宙射线的响应值为 14.43nGy/h。

4、以上所测环境 $\gamma$ 辐射剂量率均已扣除宇宙射线的响应值。

**表 8-3 项目所在场址  $\alpha$  及  $\beta$  表面污染结果一览表**

序号	检测点位	$\alpha$ 表面污染测量结果 (Bq/cm <sup>2</sup> )	$\beta$ 表面污染测量结果 (Bq/cm <sup>2</sup> )
1	拟建非密封放射性物质暂存库地面	未检出	未检出
4	拟建非密封放射性物质暂存库西侧 (拟建衰变池处)	未检出	未检出

6	拟建非密封放射性物质暂存库北 (拟建交接区/卫生通过间内)	未检出	未检出
---	----------------------------------	-----	-----

由表 8-2 可知,本项目拟改建场址及周围区域室内环境  $\gamma$  辐射剂量率范围为 64nGy/h~92nGy/h, 室外道路环境  $\gamma$  辐射剂量率范围为 53nGy/h~73nGy/h; 由表 8-3 可知, 本项目  $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染未检出。

根据《辐射防护》(第 11 卷, 第 2 期, 湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究, 湖南省环境监测中心站, 1991 年 3 月) 中辐射环境结果可知, 长沙市  $\gamma$  辐射剂量率数据见表 8-3。

表 8-4 湖南省长沙市  $\gamma$  辐射剂量率 (单位: nGy/h)

监测项目	原野	道路	室内
$\gamma$ 辐射剂量率范围	32.9-117.3	34.6-103.6	60.4-154.1
备注: 已扣除宇宙射线响应。			

根据以上对比可知, 本项目拟改建场址及周围区域的环境  $\gamma$  辐射剂量率处于长沙市本底辐射范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析：

一、项目所含设备的组成及工作方式

本项目建设内容包括建设 1 间非密封放射性物质库房及其配套辅助设施，用于非密封放射性物质货包的暂存，不涉及设备的使用及货包的运输、拆包、分装等工作。

本项目拟配置 4 名辐射工作人员，负责暂存库货包的进出库和日常管理。本项目暂存库工作人员需每天对暂存库开展日常巡检，每天日常巡检的时间约为 6min，其余时间在暂存库南侧办公室内办公；此外，每个货包出、入库约为 1min，需手动完成出、入库时每个货包接触的时间约为 20s。

二、工作原理、工作流程、产污环节

1.非密封放射性物质的特性

本项目涉及的核素有F-18、Tc-99m、Ra-223、Y-90、I-131、Sr-89、I-125（粒籽源）、P-32、Lu-177，其半衰期、衰变类型等特性见下表：

表9-1 本项目涉及核素特性一览表

核素	状态	半衰期	毒性级别	衰变类型及分支比(%)	主要 α、β 能量(keV) 与绝对强度 (%)	主要 γ、X能量(keV) 与绝对强度 (%)
F-18	液态	109.77min	低毒	E (3.27) β <sup>+</sup> (96.73)	633.5 (96.73)	XK: 0.52 (0.01795) γ <sup>±</sup> : 511 (≤193.46)
Tc-99m	液态	6.008h	低毒	同质异能跃迁	113.8 (0.000108) 346.6 (0.0026) 436.2 (0.001)	89.6 (0.001) 232.8 (0.000009) 322.4 (0.000097) XL: 2.56 (0.000075) XK <sub>α2</sub> : 19.1504 (0.00028) XK <sub>β</sub> : 21.7 (0.00016) XK <sub>α1</sub> : 19.2792 (0.00053)

Ra-223	液态	11.435d	极毒	$\alpha$ (100)	5433.6 (2.27) 5539.80 (9.2) 5606.73 (25.7) 5716.23 (52.6) 5717.0 (9.20)	122.319 (1.192) 144.232 (3.22) 154.21 (5.62) 269.459 (13.7) 323.871 (3.93) 338.281 (2.79) 445.03 (1.27) XK <sub>a1</sub> : 83.78 (24.9)
Y-90	液态	64.00h	中毒	$\beta^-$ (100)	519.4 (0.0115) 2280.1 (99.9885)	2186.24(0.0000014) XL: 2.04 (0.00033) XK <sub><math>\beta</math></sub> : 17.7(0.00117) XK <sub>a2</sub> : 15.6909 (0.0022) XK <sub>a1</sub> : 15.7751 (0.0041)
I-131	液态	8.02070d	中毒	$\beta^-$ (100)	247.9 (2.1) 303.9 (0.651) 333.8 (7.27) 606.3 (89.9) 629.7 (0.05) 806.9 (0.48)	80.185 (2.62) 284.305 (6.14) 364.489 (81.7) 636.989 (7.17) 722.911 (1.77) XK <sub>a1</sub> : 29.779(2.56)
Sr-89	液态	50.53d	中毒	$\beta^-$ (100)	586.1(0.00964) 1495.1 (99.99036)	908.96 (0.00956) XK <sub>a2</sub> :14.8829 (0.00001) XK <sub>a1</sub> :14.9584 (0.00002)
I-125 (粒籽)	固体	59.407d	中毒	E (100)		35.4919 (6.67) XL: 3.77 (15.5) XK <sub><math>\beta</math></sub> : 31.0 (25.9) XK <sub>a2</sub> : 27.2017 (39.9) XK <sub>a1</sub> : 27.4723 (74.5)
P-32	液态	14.262d	中毒	$\beta^-$ (100)	1710.3 (100.0)	
Lu-177	液态	6.734d	中毒	$\beta^-$ (100)	176.5 (12.2) 248.1 (0.053) 384.8 (9.1) 497.8 (78.6)	112.9498 (6.4) 208.3664 (11.0) XK <sub>a1</sub> : 55.7902 (2.88) XL: 7.9 (3.3)
2. 工 理 及						



#### (1) F-18

F-18一般被制为 $^{18}\text{F}$ -FDG（氟代脱氧葡萄糖）。葡萄糖是人体三大能源物质之一，将可以被PET探测并形成影像的正电子核素F-18标记在葡萄糖上，即 $^{18}\text{F}$ -FDG，它可准确反映体内器官/组织的葡萄糖代谢水平，是目前PET/CT显像的主要显像剂。恶性肿瘤细胞由于代谢旺盛，导致对葡萄糖的需求增加，因此静脉注射 $^{18}\text{F}$ -FDG后，大多数肿瘤病灶会表现为对 $^{18}\text{F}$ -FDG的高摄取，通过PET/CT显像可早期发现全身肿瘤原发及转移病灶，准确判断其良、恶性，从而正确指导临床治疗决策。此外，通过对心肌、脑组织的 $^{18}\text{F}$ -FDG糖代谢功能测定，可早期发现和诊断存活心肌和脑功能性病变，干预疾病的发生发展，达到早期防治目的。本项目进行运输。

#### (2) Tc-99m

Tc-99m化学性质比较活跃，可以与多种药物配体结合，形成用于诊断的放射性药物，是理想的医学示踪核素，在核医学诊断中应用很广泛，占全世界医疗放射性元素的80%，其中90%用于扫描诊断。行运输。

#### (3) Ra-223

Ra-223是一种发射 $\alpha$ 粒子的放射性核素，其优点在于能量强大但是组织穿透力弱，因此其在靶向杀伤肿瘤细胞的同时对周围健康组织的损伤很小。本产品为氯化镭（Ra-223）注射液药物，输包装。

#### (4) Y-90

Y-90具有能量高、半衰期短、发射纯 $\beta$ 射线、组织穿透距离短等物理特性，用于SIRT（Y-90微球）放射性栓塞治疗中。Y-90微球治疗是治疗肝脏恶性肿瘤的一种新型治疗手段，是一种选择性局部内放射疗法，通过将携带有高强度放射性元素Y-90与微型球体相结合经导管由肝动脉置入肝脏肿瘤，使放射性微球在体内对肿瘤进行覆盖，然后杀死肿瘤。进行运输。

#### (5) I-131

碘是合成甲状腺激素的原料之一，I-131被甲状腺摄取后，释放 $\beta$ 射线，破坏

部分甲状腺组织，减少甲状腺激素的产生或杀害肿瘤细胞，使甲状腺功能恢复正常。由于 $\beta$ 粒子在甲状腺内的平均射程只有1~2mm，所以它的电离作用只限于甲状腺组织本身，一般不会造成周围组织的辐射损伤

进行运输。

#### (6) Sr-89

Sr-89是一种重要的骨转移治疗手段，有助于缓解骨痛和提高生活质量。Sr-89虽然为全身用药，但能聚集有骨转移灶内的活性成骨组织中，是一种有效的骨肿瘤的内照射治疗剂。

输包装。

#### (7) I-125 (粒籽源)

I-125粒子源是直径0.8mm、长度4.5mm的密封籽源，外层为钛壳，其内密封着吸附I-125同位素的银棒。I-125粒籽源主要通过注射针经皮植入或手术中放置于病灶内，利用其衰变产生的低能 $\gamma$ 射线，持续对肿瘤进行杀伤

运输。

#### (8) P-32

P-32是纯 $\beta$ -衰变核素，利用P-32的局部照射可以破坏和抑制肿瘤组织的生长，缓解症状，甚至消除病灶来达到治疗的目的。

包装。

#### (9) Lu-177

Lu-177是目前常用的用于治疗目的的放射性核素，可以发射 $\beta$ 射线治疗用，同时也可以产生部分 $\gamma$ 射线，用于诊断评估和剂量测定。Lu-177粒子能量相对较低，对病灶发生辐射作用时对骨髓抑制较轻，特别适合用于小体积肿瘤及转移灶治疗且不会对周围正常组织造成较大损伤

运输。

### 3.工作流程

公司根据客户订单从生产商采购的 F-18、Tc-99m、Ra-223、Y-90、I-131、Sr-89、I-125 (粒籽源)、P-32、Lu-177 共 9 种非密封放射性物质，不方便直接运送至订单客户方的由生产商运送至公司厂区，经暂存库工作人员核实货包种类、数量、完整度及进行货包表面辐射剂量监测后临时贮存于拟建的非密封放射

性物质暂存库中，然后根据客户具体需求，确定配送时间，由暂存库工作人员负责货包的监测及出库，确认无误后将货包交给货包运输人员，货包送达后由客户单位的收货人员在“货物签收单”上签字确认。

本项目放射性核素出厂时由生产商委托有资质的单位将其运输至本项目的暂存库内，销售时由本项目建设单位委托有资质单位将所需核素从暂存库运输至客户处，整个过程建设单位仅提供暂存库对核素进行暂存，货包外包装始终维持出厂状态，不涉及拆包、分装等工作。

综上，本项目涉及的主要工作流程可分为：非密封放射性物质货包的销售、入库、暂存、出库等环节。

#### （1）销售

①需购买非密封放射性物质且资质符合的客户必须先与公司签署相关协议，办理相关审批文件后，方可按审批要求进行销售。

②需求计划由销售部下发并从其它单位采购非密封放射性物质货包。

③销售人员要按照岗位职责和分工认真做好各种记录和档案保管工作。

④销售人员配合协助客户办理非密封放射性物质货包转让审批工作。

⑤公司只向持有《辐射安全许可证》并成功办理转让审批手续、所有资质均在有效期内的客户销售非密封放射性物质货包。对于无资质、手续不全的客户坚决不向其销售任何非密封放射性物质货包。

⑥公司对客户实行客户管理制度，对购买记录和客户的资质进行备案，对其负责人、转让审批活度量、审批有效期均做详细备案，并随时关注，资质到期前30日通知客户及时办理相关手续。否则，将停止为其提供购买服务。

#### （2）入库

公司根据客户订单从生产商采购非密封放射性物质货包。针对部分未能直接运输到使用方的非密封放射性物质货包，公司销售人员申请在本项目暂存库进行贮存：

①货包运输人员提前填写货包入库申请，经本项目负责人批准后交由暂存库工作人员，暂存库工作人员与货包运输人员确认货包到达时间，根据暂存库的实际情况，提前安排好货包的存放位置。

②货包运输人员负责将放射性货包由生产商运送至本项目暂存库门口后，由

暂存库工作人员先进行货包完整性检查，若货包不完整，则不进行入库流程。暂存库工作人员和货包运输人员共同清点核对暂存的货包，完整的货包由货包运输人员人工将货包卸车至手推车上，由本项目暂存库工作人员在交接区/卫生通过间对货包表面进行 X- $\gamma$  辐射剂量率水平和表面污染水平进行检测确认后，确保货包是否满足要求，并进行记录。对于核对无误且监测合格的货包，暂存库工作人员将货包转运至暂存库内指定位置上，完成入库。监测不合格的进行擦拭去污，去污达标后再转运至暂存库内进行暂存，去污后仍不达标的不予入库。

③入库完成，暂存库工作人员和运输人员分别按照要求填写《放射性核素货包出入库登记表》。

### （3）暂存

暂存期间，工作人员采用双人双锁对暂存库进行管理且对库房监控进行不定时查看，避免出现丢失、被盗等事故。暂存期间，不进行拆包作业。

### （4）出库

①公司销售人员与使用方确定时间后，提前填写货包出库申请，交由公司主管人员审核签字。

②审核完成以后，公司销售人员联系有资质运输单位的运输人员到暂存库领取货包。货包运输人员领取货包时需出示出库申请等信息。

③暂存库工作人员核对出库申请表，并在《放射性核素货包出入库登记表》上进行登记。

④出库前，暂存库工作人员进入暂存库将货包搬运至手推车上，之后运至暂存库的交接区/卫生通过间，在交接区/卫生通过间对货包表面进行剂量率监测，确认放射性货包是否完好无损、辐射水平是否在正常范围内，并进行记录。检测合格的用手推车运至室外货包运输车旁，由货包运输人员人工将货包装车并运至使用单位；不合格的放回不合格区，退回厂家。

⑤暂存库工作人员和运输人员分别在台账上签字后，方可将货包取走。货包出库后，货包的运送管理等均由运输人员负责。送源人员按照申请表核准时间，将货包按时运出企业，并妥善保管。

暂存库工作人员在完成货包入库、出库过程中，需随身佩戴个人剂量计和报警仪。

本项目入库、出库工作流程及产污环节见图 9-1。

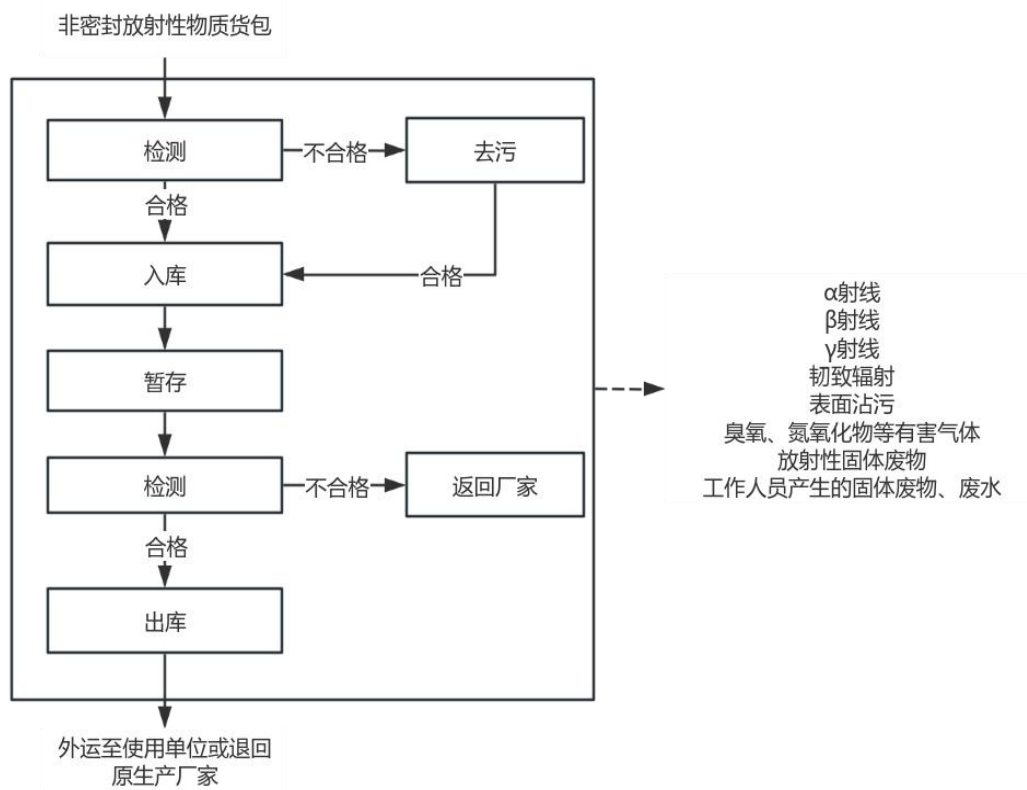


图 9-1 入库、出库工作流程及产污环节图

#### 4.污染因子

项目污染因子为非密封放射性物质货包出入库和暂存期间产生的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  射线，韧致辐射，表面沾污以及去污擦拭过程中产生的放射性固体废物。

#### 污染源项描述：

##### 一、建设期间污染源项分析

公司拟在华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西南角现有用房改建 1 间非密封放射性物质库房及其配套辅助设施，本项目施工期主要为改建区域内现有房间墙体等的拆除、暂存库及其配套辅助设施的建设。

本项目改建区域的拆除过程和暂存库及其配套辅助设施的建设过程中会产生噪声、扬尘、固体废物、废水等。

噪声：主要来自拆除、建设、现场处理等；

扬尘：主要为原墙体拆除、新墙体建设等。

固体废物：主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾等。

废水：主要为施工人员的少量生活废水。

本工程施工期环境影响随着施工期的结束而结束，施工期工程量小，施工期短，且均在医院院内施工，对外界环境影响很小。

## 二、运行期间污染源项分析

由操作流程及核素特性表可知，正常工况非密封放射性物质货包暂存过程中主要污染因子包括： $\alpha$  射线、 $\beta$  射线、 $\gamma$  射线、韧致辐射、表面沾污、废气以及工作人员产生的固体废物、废水，事故工况导致非密封放射性物质外泄时主要污染因子包括  $\alpha$  射线、 $\beta$  射线、 $\gamma$  射线、韧致辐射、表面沾污以及放射性固体废物、废水、废气。

### 1、正常工况下污染源项

#### (1) $\alpha$ 射线

本项目暂存 Ra-223 过程中会产生  $\alpha$  射线， $\alpha$  射线在空气中、人体组织中的射程均很短，穿不透皮肤表层。根据本报告表的计算，本项目货包的外包装能完全屏蔽  $\alpha$  射线，正常情况下， $\alpha$  射线不会对人员造成影响。

#### (2) $\beta$ 射线

本项目暂存 F-18、Tc-99m、Y-90、I-131、Sr-89、P-32、Lu-177 等过程中会产生  $\beta$  射线， $\beta$  射线在人体组织中的射程较短，人的身体完全能够阻挡  $\beta$  射线，同时人体皮肤也能有效阻挡  $\beta$  射线进入人体。根据本报告表的计算，本项目货包的外包装能完全屏蔽  $\beta$  射线，正常情况下， $\beta$  射线不会对人员造成影响。

#### (3) $\gamma$ 射线

本项目除 Y-90 等纯  $\beta$  源外，其他核素在贮存过程中会产生  $\gamma$  射线， $\gamma$  射线在组织中的射程较长，人体皮肤不能有效阻挡  $\gamma$  射线进入人体。本项目核素货包外包装采用铅罐，能有效屏蔽  $\gamma$  射线对人体的影响。

#### (4) 韧致辐射

本项目暂存的非密封放射性物质的  $\beta$  粒子穿过周围物质时会产生韧致辐射，韧致辐射的强度与  $\beta$  射线的能量成正比，与吸收物质的有效原子序数  $Z$  的平方成正比。本项目货包内部采用有机玻璃等低  $Z$  材料，可以有效减少韧致辐射的产生，货包内部同时设置有铅防护材料，可有效屏蔽韧致辐射。

#### (5) 表面沾污

非密封放射性物质货包发生泄露撒泼事故时，不可避免地会引起墙壁、地面

等放射性沾污，造成放射性表面污染。

#### (6) 废气

韧致辐射和 $\gamma$ 射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物等废气，经暂存库排风系统经活性炭吸附后排入外环境。本项目正常情况下不产生放射性废水。

#### (7) 固体废物

本项目正常情况下产生的固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾，经分类后由垃圾桶收集，定期交环卫部分处理。

#### (8) 废水

本项目正常情况下产生的废水主要为工作人员产生的生活污水，本项目产生的生活污水依托厂区化粪池处理后排入园区污水管网。本项目正常情况下不产生放射性废水。

### 2、事故工况下污染源项

#### (1) 事故工况下的污染途径主要有：

①在搬运非密封放射性物质货包的过程中，因货包跌落、碰撞导致容器破碎、药物泼洒等，有可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，甚至造成手和皮肤的污染。

②非密封放射性物质货包丢失或被盗，造成放射性事故；

③因受到爆炸、火灾等各种自然或人为灾害的破坏，可能会导致非密封放射性物质货包容器破损、放射性液体泄漏、放射性释放，若处置不当，会对人员和环境造成危害。

④放射性废物处置或管理不当，造成环境放射性污染。

⑥非密封放射性物质货包运输过程中，由于突发车祸导致放射性液体洒漏，使环境受到污染，运输人员及公众受到外照射；人员身体受放射性物质表面沾污，可能发生的内照射；保管不善，药物派送和接收人员未做好交接，导致放射性药物丢失，流失到社会，对局部环境产生污染，并可能使部分公众受到照射。

#### (2) 事故状态下的污染因子有：

##### ①放射性废气

非密封放射性物质货包发生泄漏、洒落事故时，会产生少量的放射性气溶胶废气。暂存库排风系统末端设置活性炭吸附装置，废气经活性炭吸附后于楼顶排

放。

### ②放射性废水

放射性废水主要来自事故状态时的员工清洗水，本项目发生撒泼事故时，最多 2 名工作人员进行清洗，清洗水按 50L/人·次考虑；污染洗消过程中，地面首先需用吸水纸等清理干净。因此放射性废水产生量为  $0.1\text{m}^3$ /次，排水系数取 0.9，放射性废水排放量为  $0.09\text{m}^3$ /次。需要说明的是，并非放射性核素泄漏、洒落即会产生放射性清洗废水，在员工做好个人防护的前提下对污染区洗消过程，正常情况也不会产生放射性清洗水。放射性清洗废水主要考虑为放射性核素直接洒落至皮肤表面的清洗废水、以及放射性核素洒落后，污染洗消过程中员工皮肤等不慎沾染放射性物质后的清洗废水。

本项目在卫生污洗间设置 2 套排水系统，设置事故状态下紧急冲洗，该紧急冲洗正常情况下不供水，仅在事故情况下供水，该处产生的废水经专用管道进入衰变池，含放射性废水经衰变处理达标后，再接入厂区化粪池，最终进入园区污水管网。

### ③放射性固废

在对放射性污染地面进行洗消过程中，需用到抹布、吸水纸、纸巾、手套等，去污产生的抹布、吸水纸、纸巾、手套等，其产生量大约为 1kg/次。本项目暂存库内设置有固废桶，本项目产生的放射性固体废物经收集后在放射性固体废物存放铅桶内暂存衰变，经监测达到清洁解控水平后作为普通废物进行处理。

同时，暂存库排风系统末端设置活性炭吸附装置，发生事故时更换的活性炭按放射性废物处理。

### ④其他

操作人员身体受放射性物质表面沾污，可能发生的内照射；保管不善，放射性核素货包被盗，流失到外环境，对局部环境产生污染，并可能使部分公众受到照射。



表 10 辐射安全与防护

一、工作场所布局

本项目拟建的非密封放射性物质暂存库位于湖南省长沙市岳麓区麓谷大道 698 号华润湖南医药有限公司麓谷大道仓（为本项目建设单位现租赁的仓库）西南角。

本项目拟建的非密封放射性物质暂存库由暂存库、交接区/卫生通过间及衰变池组成。其中暂存库北侧为交接区/卫生通过间，东侧为内部过道，南侧为物流配送人员办公室（本项目辐射工作人员拟在该区域办公），西侧为衰变池和空地，无楼上和楼下。

二、辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，辐射工作场所依据管理的需要，可分为控制区、监督区。其划分原则如下：

1.控制区：需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射和防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

2.监督区：这种区域未被定为控制区，在其中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。

本项目控制区为暂存库、暂存库北侧交接区/卫生通过间、暂存库西侧衰变池；库房周围及其临近区域为监督区。本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，控制区和监督区划分图见图 10-1。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况一览表

工作场所	控制区	监督区
华瑞湖南瑞格医药有限公司非密封放射性物质暂存库	暂存库、暂存库北侧交接区/卫生通过间、暂存库西侧衰变池	暂存库、交接区/卫生通过间北侧 1m 范围内装卸平台，暂存库东侧华润湖南医药有限公司麓谷大道仓内部过道，暂存库南侧华润湖南医药有限公司麓谷大道仓物流配送人员办公室，暂存库、衰变池西侧 1m 范围内空地。

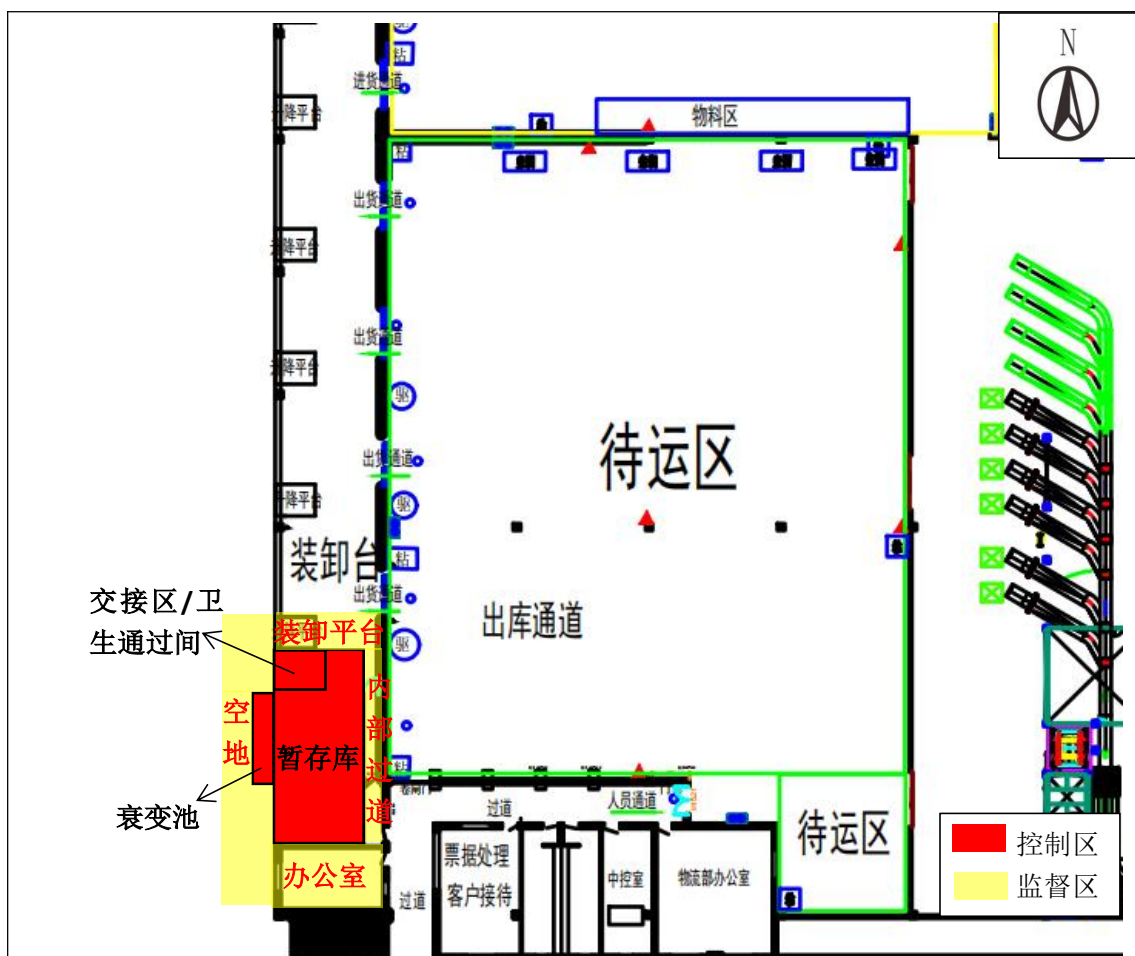


图 10-1 项目辐射场所分区图

### 三、人流、物流、气流情况说明

货包入库：货包由运输车辆经厂区西侧大门、厂内道路运送至暂存库交接区/卫生通过间门口后，本项目工作人员在交接区/卫生通过间对货包进行核对、监测并记录，核对无误且监测合格的货包由本项目工作人员经暂存库防护门运至暂存库内。货包放置妥当，工作人员沿原路返回。

货包出库：工作人员经交接区/卫生通过间、暂存库防护门进入暂存库内，将需要出库的货包搬运至交接区/卫生通过间，在交接区/卫生通过间对货包进行核对、监测并记录，核对无误且监测合格的货包可完成出库。出库货包由运输人员搬运至运输车辆内放置好之后，运输车辆经厂区道路、西侧大门驶出厂区。

人员巡视路线：工作人员携带便携式 X- $\gamma$  辐射检测仪由暂存库南侧办公室沿暂存库东侧内部过道、北侧装卸平台、西侧空地绕暂存库四周墙体屏蔽体巡视一圈后进入办公室，巡视过程中检查暂存库屏蔽体是否完好、门锁是否有效。

废气：本项目暂存库通风管道南北方向布置，室内共设置三处排风口，排风口由南至北依次分布在暂存库顶部，排风机位于暂存库北部屋顶。当排风机正常运作时，暂存库内废气经暂存库顶部排风口，沿通风管道从南往北由屋顶排风机排出。

人流、物流、气流图详见图 10-2-图 10-5。

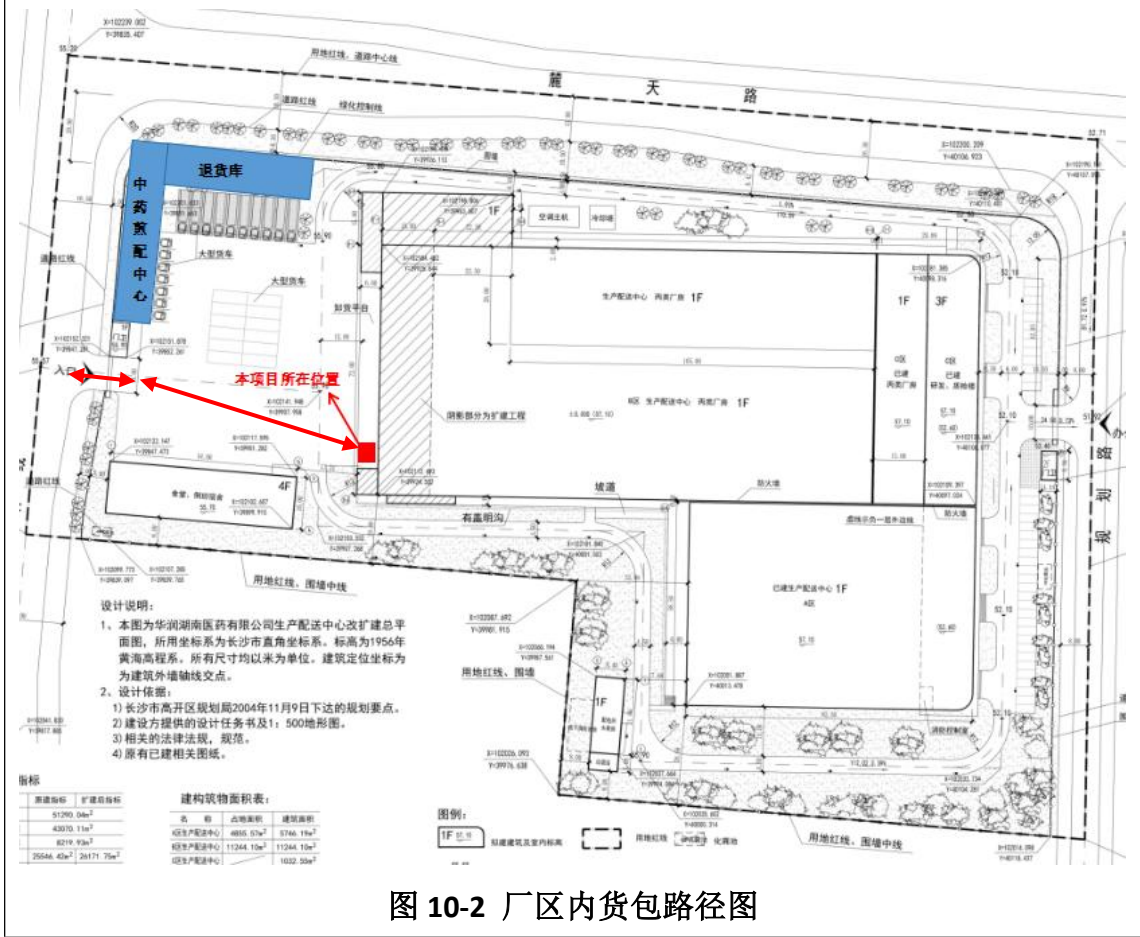


图 10-2 厂区内货包路径图

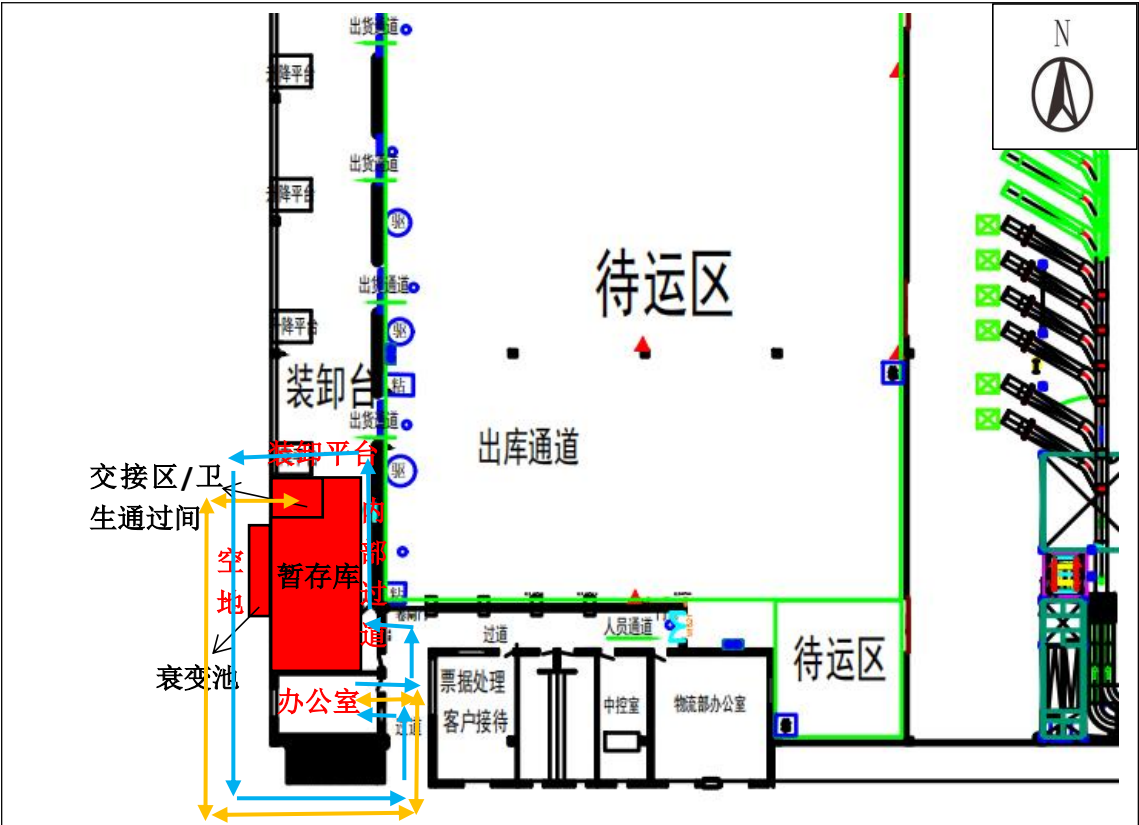


图 10-3 厂区内人员路径

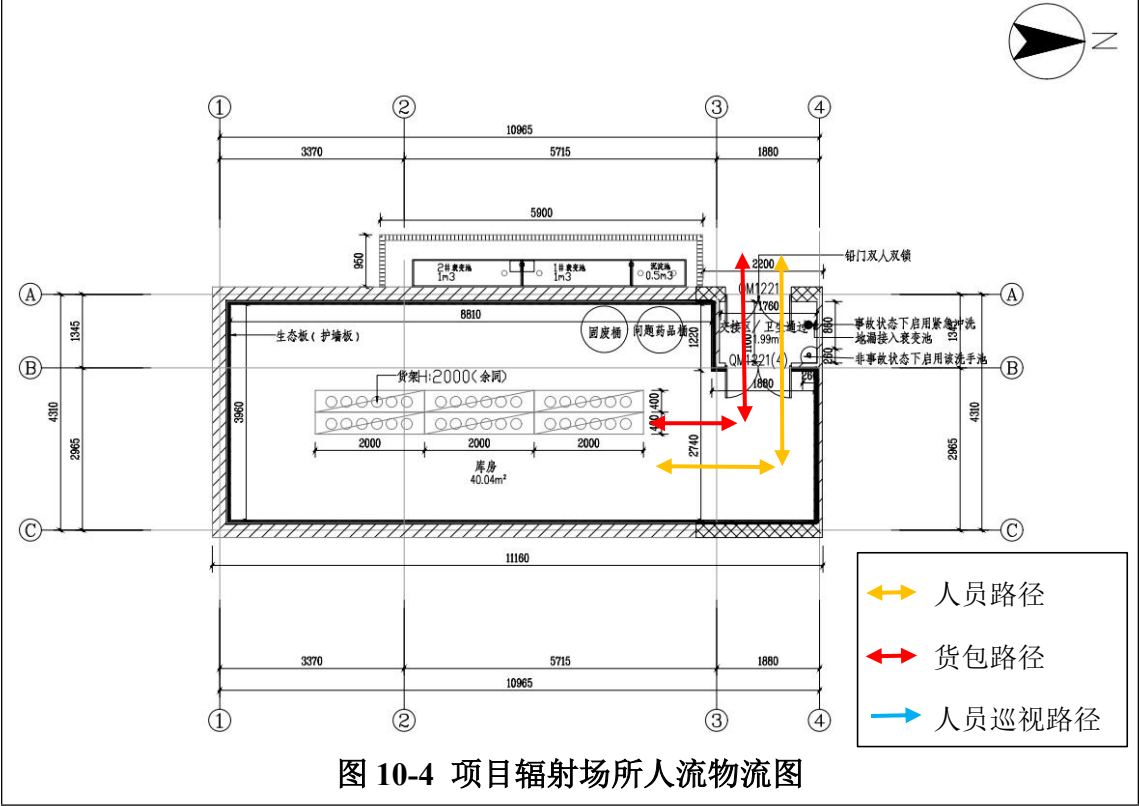


图 10-4 项目辐射场所人流物流图

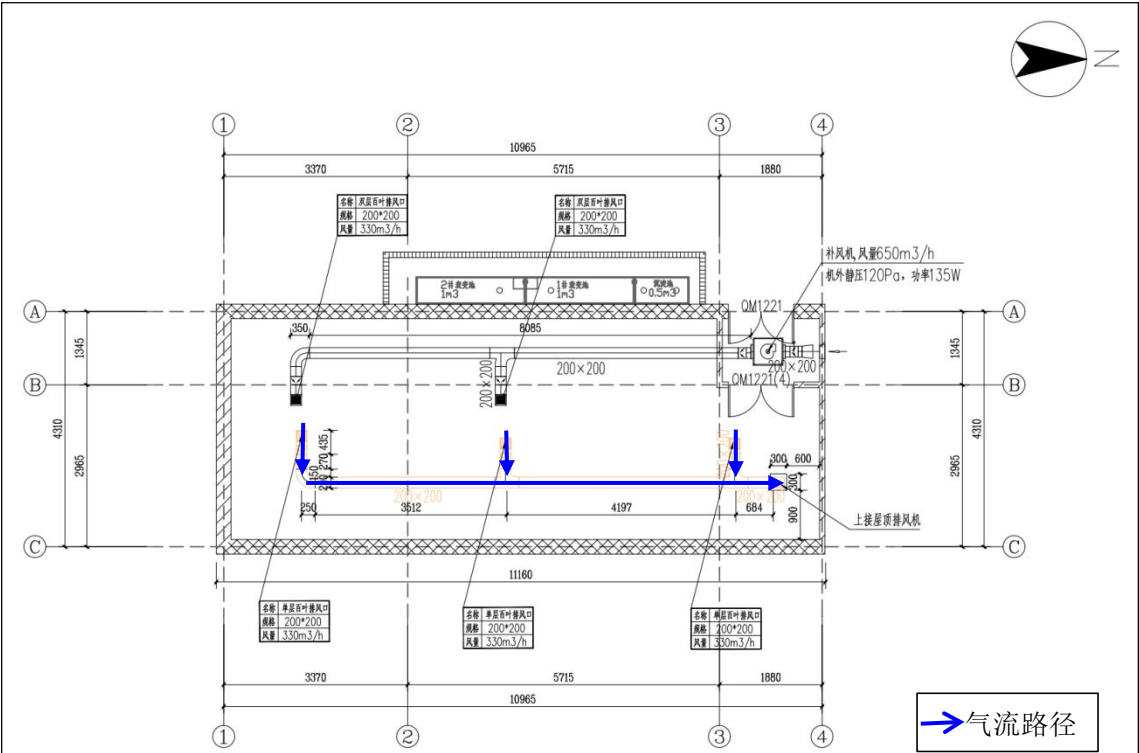


图 10-5 项目辐射场所废气流向图

四、辐射安全与防护措施

1、辐射屏蔽防护

①非密封放射性物质暂存库屏蔽设计

改建后暂存库设计辐射屏蔽材料情况见表 10-2。

表 10-2 暂存库屏蔽参数一览表

场所名称		非密封放射性物质暂存库
面积		约 40.04m <sup>2</sup> (8.81m (长) × 3.96m (宽) + 2.74m (长) × 1.88m (宽))
改建后防护高度		暂存库墙体、顶部防护高度均为 3m
改建后吊顶高度		约 2.6m
防护设计参数		
四周墙体	东墙	现有墙体：原 270mm 轻质砖墙，新增 40mm 硫酸钡防护层；新建墙体：新建 270mm 实心砖墙，并增加 40mm 硫酸钡防护层
	南墙	现有墙体：原 270mm 轻质砖墙，新增 40mm 硫酸钡防护层
	西墙	现有墙体：原 270mm 轻质砖墙，新增 40mm 硫酸钡防护层（根据现场情况，西墙现有墙体上有两处窗户洞，已用 135mm 轻质砖封堵，本项目改建时将在窗户洞现有封堵的基础上新增 135mm 轻质砖封堵，

		封堵后，该两处窗户洞处的屏蔽厚度与西墙现有墙体屏蔽厚度一致）； 新建墙体：新建 270mm 实心砖墙，并增加 40mm 硫酸钡防护层
	北墙	新建墙体：新建 100mm 实心砖墙，并增加 40mm 硫酸钡防护层
顶板	钢板结构+20mm 水泥砂浆垫层+20mm 硫酸钡防护+20mm 保护层	
地面	夯实土层	
防护门	4mmPb 铅防护门	
备注：轻质砖的密度不小于 1.2g/cm <sup>3</sup> ，硫酸钡的密度不小于 3.2g/cm <sup>3</sup> ，实心砖的密度不小于 1.65g/cm <sup>3</sup> ，混凝土（水泥砂浆）的密度不小于 2.35g/cm <sup>3</sup> 。		

## ②放射性药品包装屏蔽设计

本项目放射性药品销售时产品最大活度及包装措施见表 10.3。

## 2. 辐射安全与防护措施

### (1) 辐射工作人员辐射安全与防护措施

辐射工作人员进行非密封放射性物质货包的卸货、转移和出入库操作等期间穿工作服、戴橡胶手套和防护口罩等个人防护用品，以减少放射性表面沾污和吸入途径照射。同时，还应佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪。

### (2) 非密封放射性物质暂存库辐射安全与防护措施

#### ①辐射工作场所分区

本项目非密封放射性物质暂存库实行严格的分区管理，张贴划分控制区和监督区的分区标识，同时在地面等醒目位置处设置货物、人员的导向标识，指示在工作场所的活动路径。

#### ②电离辐射警告标志

本项目拟在非密封放射性物质暂存库的出入口设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在放射性固体废物铅桶上张贴电离辐射警告标志。

#### ③固定式场所辐射探测报警装置

本项目拟安装使用一套固定式场所辐射探测报警装置，该装置由一个显示器和两个固定式剂量率探头组成。显示器拟安装于暂存库南侧办公室内，两个探头拟分别安装在暂存库库房内和暂存库库房防护门外（即交接区/卫生交接区内），当探头检测到的剂量率超过设定阈值时，考虑是否有药物泄露发生或暂存库屏蔽体出现缺陷，并由放射工作人员进行处置。

#### ④监控系统

本项目拟共设置 4 处高清摄像头，即在暂存库库房内、登记区、暂存库门口分别设置 1 个摄像头，做到无死角监控，系统主机设置在暂存库南侧办公室内，方便办公室内人员及时查看监控视频，可有效防止非法人员进入，保障辐射安全。

#### ⑤双人双锁防盗门

本项目拟在暂存库出入口安装防盗门，设置双人双锁，两名辐射工作人员同时在场才能打开暂存库出入口防盗门，既增加了药品存放的防盗性，又起到了相互监督作用，保证各项制度有效执行。

#### ⑥灭火器

本项目拟在暂存库防护门门口放置灭火器，能在暂存库发生火灾初期起到控

制作用。

#### ⑦红外报警装置

本项目拟在暂存库出入口安装红外报警装置，当有外来人员碰到红外线，将会触发报警器，增加了药品存放的防盗性。

#### ⑧通风系统

本项目拟设置一套独立的送、排风系统，在暂存库库房顶部设置 3 个排风口，由排风机抽至暂存库顶部，抽风机前侧设有活性炭吸附装置，可对事故状态下放射性废气进行处理。根据建设单位提供的信息，每个活性炭处理设施的装填量约为 5kg，视排风系统的实际使用情况进行更换，一般每年更换 1 次，则活性炭年更换量为 5kg。本项目排风系统设置有止回阀，风机正常运转时阀门开启，气流顺利通过，风机停转时阀门关闭，防止气流倒转。

#### ⑨防护用品

本项目拟配置铅衣、铅手套、铅围脖、铅帽、个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X- $\gamma$  辐射监测仪、表面污染检测仪等个人防护用品和监测设备。

### （3）辐射管理措施

①本项目辐射工作人员离开场所前进行表面污染监测，监测合格后方可离开场所。

②拟制定非密封放射性物质货包登记制度，对货包的入库、出库等信息进行完整记录并保存，明确货包的流向，并安排专人对台账进行管理，定期进行台账核查，做到交接账目清楚、账物相符。

③入库货包应在登记区进行表面污染水平和表面剂量率水平监测，监测合格的货包方可转移至库房内贮存，不合格的进行擦拭去污达标后再运至库房内贮存，若擦拭去污仍不能合格的则退回生产厂家。出库货包同样进行监测，监测合格的货包可直接装车外运，不合格的放回不合格区，由生产厂家运回不再发往使用单位。拟将每次检测记录登记在台账上，并由放射性暂存库的管理人员进行签名确认。

④拟配备个人剂量计、个人剂量报警仪、X- $\gamma$  辐射仪、表面污染检测仪等个人防护用品和监测设备。辐射工作人员进行货包的卸货、转移和出入库操作等期间穿工作服、戴好橡胶手套和防护口罩等防护用品，以减少放射性表面沾污和吸



入途径照射；在货包出入库时，辐射工作人员应随身携带巡测仪和报警仪，当报警仪超过安全阈值时，需考虑是否有核素发生了泄漏，人员应立即退出，采取相应防护措施后，然后再进入处置。

（4）其他防护措施

①本项目为放射性药品专库，暂存库面积为 40.04m<sup>2</sup>，可以满足放射性药品储存、转运的基本需求，满足《关于印发<湖南省放射性药品经营质量管理实施细则（暂行）的通知>（湘药监发〔2023〕23 号）中“储存放射性药品应设立专库，使用面积不得少于 40 平方米”的要求。且该暂存库不得存放其他非放射性药品、药物等，也不得作为临时杂物间等储存企业杂物。

②本项目设置了交接区，作为验收、发货的专门场所。

③本项目在暂存库内设置问题药品桶，用于存放退货、召回的放射性药品，避免与正常药品混合。

④本项目暂存库未设置窗户，采用机械通风，暂存库地面高于道路地面，库房的密闭性较好可以防止蚊虫鼠蚁的进入及雨水的进入。

⑤本项目暂存库内设置固废铅桶，用于收集暂存放射性固废。

⑥本项目暂存库内外环境整洁，无污染源，库区地面硬化，墙、顶光洁，地面平整，门窗结构严密。

⑦设置照明灯，确保暂存库正常使用过程亮度满足要求。

五、辐射防护用品、监测仪器、应急及去污用品

本项目拟配置以下辐射防护用品、监测仪器、应急及去污用品，具体如下：

表 10-3 本项目辐射防护用品、监测仪器、应急及去污用品配备一览表

分类	名称	数量	规格/型号	备注
辐射防护用品	铅衣	2 件	0.5mmPb	新增
	铅手套	2 件	0.025mmPb	新增
	铅围脖	2 件	0.5mmPb	新增
	铅帽	2 件	0.5mmPb	新增
	个人剂量报警仪	2 件	未定	新增
	个人剂量计	4 个	未定	新增
	固废桶	2 个	未定	新增
监测仪器	X-γ辐射剂量率仪	1 台	未定	新增
	α、β表面污染监测仪	1 台	未定	新增

应急及去污用品	一次性防水手套、气溶胶防护口罩、去污剂和/或喷雾（至少为加入清洗洗涤剂 and 硫代硫酸钠的水）、小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔（水溶性油墨）、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标志、不透水的塑料布、一次性镊子	若干	未定	新增
	安全眼镜	2 副	未定	新增
	防水工作服	2 套	未定	新增
	胶鞋	2 双	未定	新增

## 六、三废的治理

### （1）有害气体治理措施

本项目正常情况下产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，暂存库设有排风系统且暂存库的库房顶部安装有三处排风口，排风口的总排风量为 1000m<sup>3</sup>/h。产生的有害气体经排风管道由暂存库顶部排至室外后迅速被稀释，对周围大气环境的影响也较小。

本项目事故状态下会产生放射性气溶胶废气，暂存库排风系统末端拟设置活性炭吸附装置，废气经活性炭吸附后于暂存库楼顶排放。

本项目暂存库通风管道布置图见图 10-6，暂存库屋顶排风图见图 10-7。

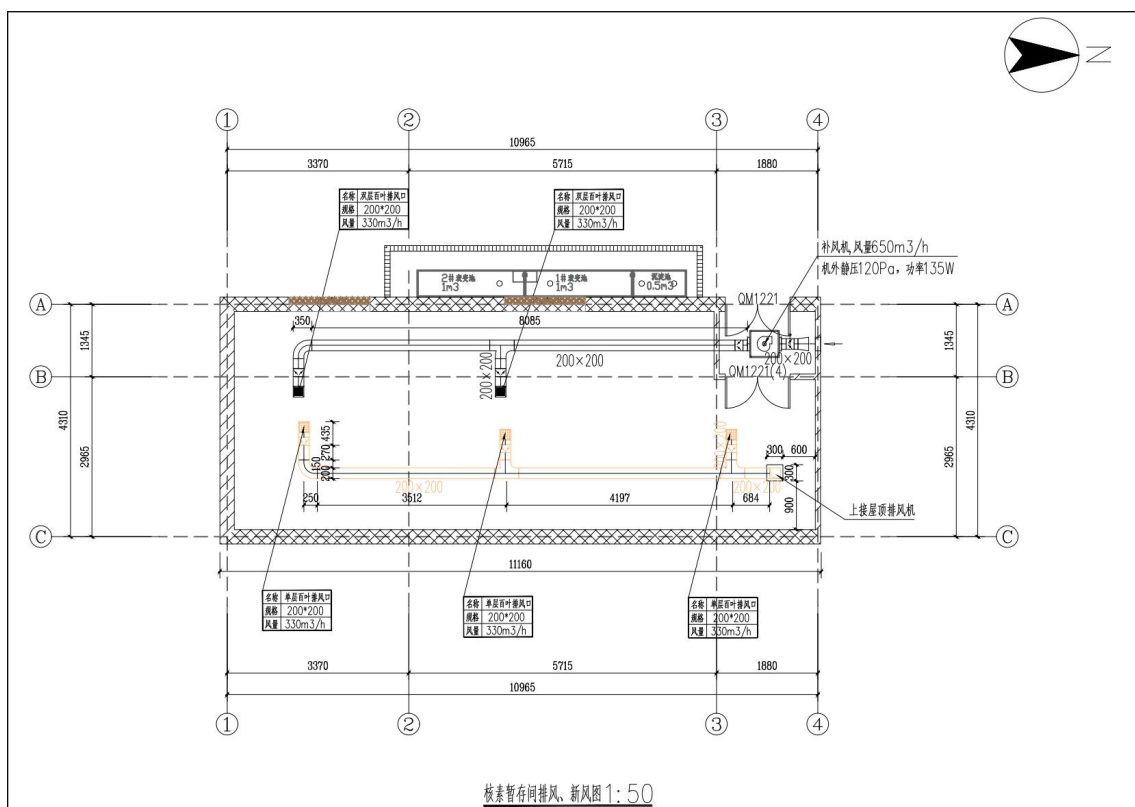


图 10-6 暂存库通风管道布置图

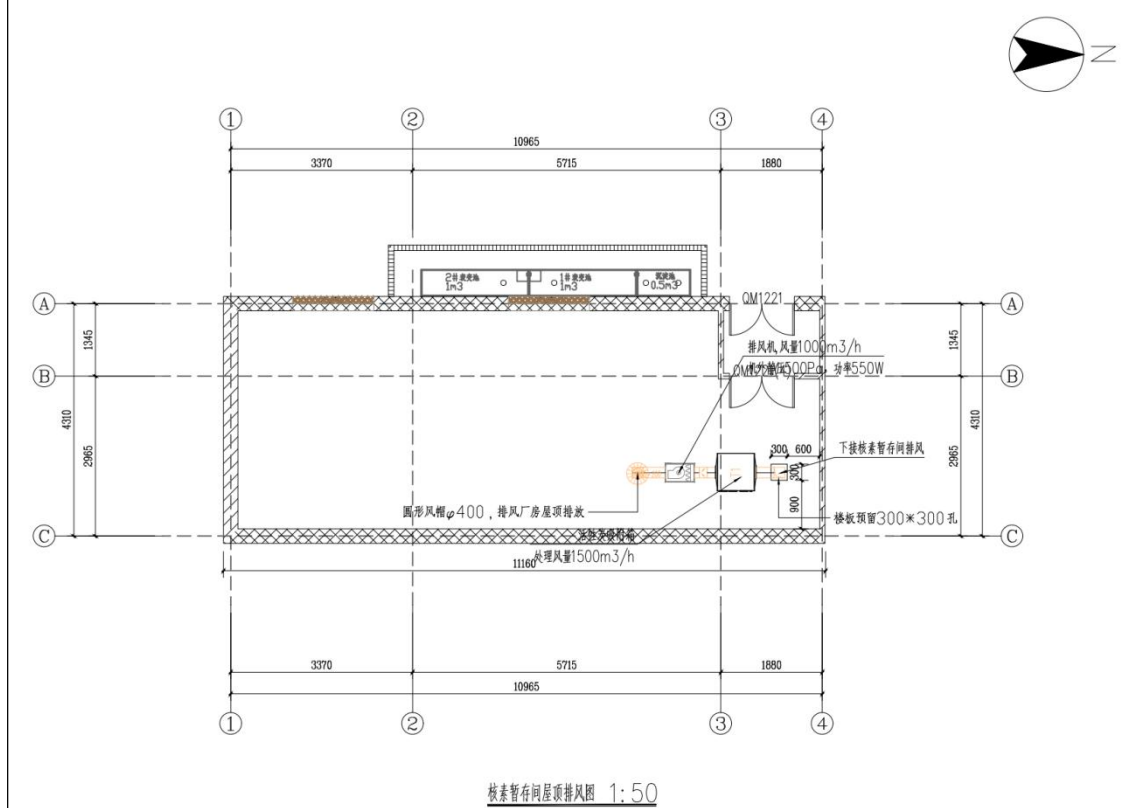


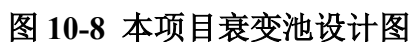
图 10-7 暂存库屋顶排风图

## (2) 固体废物处理措施

本项目事故状态下会产生抹布、吸水纸、纸巾、手套等放射性固废，以及更换下来含放射性的活性炭等物品。本项目暂存库内设置有固废桶，本项目事故状态下产生的放射性固体废物经收集后在放射性固体废物存放铅桶内暂存衰变，经监测达到清洁解控水平后作为普通废物进行处理，更换下来的活性炭暂存于固废桶内作为放射性废物委托有资质的单位进行处置，对环境影响很小。

本项目正常情况下产生的废水主要为工作人员产生的生活污水,产生的生活污水依托厂区化粪池处理后排入园区污水管网。

本项目拟设置的槽式衰变池由 3 个池体组成，包括 1 个沉淀池、1#池体和 2#池体，其中 1#、2#池体的设计容积均为 1m<sup>3</sup>，沉淀池的设计容积为 0.5m<sup>3</sup>，1#池体和 2#池体交替使用。本项目衰变池设置见图 10-8。



放射性废水从沉淀池首先进入 1#池体，此时，另一个池体（2#池体）进水口和出水口全部处于关闭状态。通过液位探测系统，当 1#池体液面达到设定液位时，关闭 1#池体进水阀，1#池体中的废水进入衰变期，2#池体的进水阀门开启，废水进入 2#池体。1#池体内废水衰变期满后从取样口取样检测核废水的衰变情况是否符合排放要求，当符合排放要求时开启 1#池体排水阀门，将衰变达标的废水排至厂区化粪池，1#池体废水全部排出后关闭 1#池体排水阀。同理，通过液位探测系统，当 2#池体液面达到设定液位时，关闭 2#池体进水阀，2#池体中的废水进入衰变期，1#池体的进水阀门开启，废水进入 1#池体。2#池体内废水衰变期满后从取样口取样检测核废水的衰变情况是否符合排放要求，当符合排放要求时开启 2#池体排水阀门，将衰变达标的废水排至厂区化粪池，2#池体废水全部排出后关闭 2#池体排水阀。

本项目事故下撒泼后先使用吸水纸吸水和湿抹布擦拭，放射性废水主要为人员在应急处理完成后的洗手废水，发生 1 次撒泼事故进入衰变池的废水量最大为 0.09m<sup>3</sup>/次。本项目新建衰变池总容积为 2m<sup>3</sup>（不计入沉淀池的容积），最大能够存放 20 次事故状态下产生的废水量。由于本项目放射性废水仅为事故情况下产生，在做好入库检验、严格按照规范摆放货包的前提下，暂存库基本不会发生货包内核素泄漏或洒落事故，故衰变池内废水可以暂存很长时间，预计衰变池废水排放可以满足总 α 不大于 1Bq/L，总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 不大于 10Bq/L 的排放浓度要求。

## 七、环保投资估算

本项目环保投资一览表见表 10-5。

表 10-5 本项目环保投资一览表

项目	设施（措施）	金额（万	备注
暂			新增
			新增
			新增
			新增
			新增
			新增
			新增
			新增



表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

1、机房施工的环境影响

本项目施工期主要是项目土建工程、装饰装修工程中产生的环境影响。施工期主要的污染物有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

（1）扬尘及防治措施

主要为墙体建设等产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应加强施工现场管理，提倡文明施工，采取洒水降尘等措施控制扬尘的产生和影响。

（2）废水及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水依托厂区污水处理设施处理。

（3）噪声及防治措施

主要来自机械设备噪声、现场处理等。通过选取噪音低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。

（4）固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。生活垃圾以及装修垃圾经统一收集后交由市政环卫部门处理。

本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。

运行阶段对环境的影响

1、辐射环境影响分析

本项目主要辐射污染因子为放射性核素货包在暂存过程中产生的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  射线、韧致辐射以及事故工况下可能造成的表面污染。

本项目所涉及的同位素参数及货包暂存量见表 1.1、表 9.1，暂存库屏蔽设计参数见表 10-2，货包屏蔽设计参数见表 10-3。本项目重点对单个货包的表面周围剂量当量率水平、最大存储量下暂存库屏蔽体外周围剂量率水平及人员受照剂

量进行分析。

(1) 计算公式

① α 射线

根

α 射线在标准状态下的空气中的射程 R 可以近似地表示为下式:

$$R = 0.323 E_{\alpha}^{3/2} \text{ cm} \cdots \cdots \cdots (\text{式 11-1})$$

对于其他材料, 射线的近似表示式为:

$$R' = 3.2 \times 10^{-4} \frac{R \sqrt{A}}{\rho} \text{ cm} \cdots \cdots \cdots (\text{式 11-2})$$

式中: R--- α 射线在标准状态下的空气中的射程, cm;

$E_{\alpha}$ --- α 射线的能量, MeV;

$R'$  --- α 射线在阻挡材料中的射程;

A---阻挡材料的平均质量数;

$\rho$  ---阻挡材料的密度, g/cm<sup>3</sup>。

② β 射线

$$R = 0.142 E_{\max}^{(1.265 - 0.0954 \ln E_{\max})}, \quad 0.01 < E_{\max} < 2.5 \text{ MeV} \cdots \cdots \cdots (\text{式 11-3})$$

式中: R--- β 射线射程, g/cm<sup>2</sup>;

$E_{\max}$ --- β 射线最大能量, MeV。

③ 轫致辐射

$$\dot{D} = 4.58 \times 10^{-14} A Z (E_b / r)^2 \cdot (\mu_{\text{en}} / \rho) \cdots \cdots \cdots (\text{式 11-4})$$

式中:  $\dot{D}$ ---屏蔽层中由 β 射线产生的轫致辐射在 r (m) 处空气中的吸收剂量率, Gy/h;

$E_b$ ---轫致辐射平均能量, MeV, 约为入射 β 射线的最大能量的 1/3,

即  $E_b \approx E_{\max}/3$ ,



r---距离辐射点的距离，m；

$\mu_{\text{en}}/\rho$  ---平均能量为  $E_0$  的韧致辐射在材料中的质量能量吸收系数， $\text{m}^2/\text{kg}$ ，

A---放射源活度，Bq；

Z---屏蔽材料的有效原子序数，

有辐射屏蔽时，辐射随距离变化的空气吸收剂量率计算公式如下：

$$H = H_0 \times 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

式中： $H_0$ ---无屏蔽辐射时，在距源 r 米处的空气吸收剂量率，Gy/h；

H---屏蔽减弱后，在距源 r 米处的空气吸收剂量率，Gy/h；

X---屏蔽厚度，mm；

TVL---十分之一值层厚度，mm。

#### ④ $\gamma$ 射线

:

$$H_p = \frac{A \times \Gamma}{R^2} \cdot 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{(式 11-6)}$$

式中： $H_p$ ---经屏蔽后，关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

A---放射源的最大活度，MBq；

$\Gamma$  ---距源 1m 处的周围剂量当量率常数， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ ，

；

X---屏蔽厚度，mm；

TVL---十分之一值层厚度，mm；

r---参考点与放射源间的距离，m。

#### (2) 单个货包表面周围剂量当量率水平

本项目涉及核素有 F-18、Tc-99m、Ra-223、Y-90、I-131、Sr-89、I-125（粒籽）、P-32、Lu-177。由表 9-1 可知，本项目核素 Ra-223 为  $\alpha$  衰变核素，主要考虑  $\alpha$  射线的影响；本项目核素 Tc-99m 为同质异能跃迁衰变、I-125（粒籽）为轨道电子俘获衰变，主要产生  $\gamma$  射线；本项目核素 F-18、Y-90、I-131、Sr-89、P-32、Lu-177 均为  $\beta$  衰变核素，主要产生  $\beta$  射线，对于 Y-90、Sr-89、P-32 而言，其衰

变过程中往往会产生高能或高强度的β粒子流，当与阻挡材料发生碰撞时会产生韧致辐射，带来的影响不能忽视，对于F-18、I-131、Lu-177，在β衰变时也会伴随产生γ射线，其γ射线能量较高，且穿透性较β粒子的韧致辐射强得多，此时通常只需要考虑γ射线的屏蔽。

综上，对于核素Ra-223考虑α射线的辐射影响，对于核素Tc-99m、I-125（粒籽）主要考虑γ射线的辐射影响，对于F-18、I-131、Lu-177考虑β射线、γ射线的辐射影响，对于核素Y-90、Sr-89、P-32，考虑β射线、韧致辐射的辐射影响。

① α 射线

本项目核素Ra-223衰变产生α射线最大射程计算结果见下表：

- 项目核素衰变产生α射线最大射程

核素	平均质量数 A	ρ (g/cm <sup>3</sup> )	E <sub>α</sub> (Mev)	R (cm)
Ra-223	207	11.34	5.717	1.79E-3

根据上表，本项目核素Ra-223货包的铅厚度为2mm，大于α射线理论计算在铅中的最大射程，本项目α核素的外包装能完全屏蔽α射线。因此本次评价不再考虑α射线所致外照射影响。

② β 射线

本项目核素Y-90、I-131、Sr-89、P-32、Lu-177衰变产生的β射线在不同物质中的最大射程计算结果见下表：

2 本项目核素衰变产生β射线最大射程

核素	E <sub>max</sub> (Mev)	R (g/cm <sup>2</sup> )	ρ (g/cm <sup>3</sup> )	R (cm)
F-18	0.6335	7.81E-02	11.34	6.89E-03
Y-90	2.2801	3.78E-01	11.34	3.33E-02
I-131	0.8069	1.08E-01	11.34	9.50E-03
Sr-89	1.4951	2.33E-01	11.34	2.05E-02
P-32	1.7103	2.72E-01	11.34	2.40E-02
Lu-177	0.4978	5.61E-02	11.34	4.95E-03
备				

根据上表，本项目核素F-18、Y-90、I-131、Sr-89、P-32、Lu-177衰变产生

的  $\beta$  射线在铅中的最大射程均小于包装屏蔽铅厚度,因此本项目核素 F-18、Y-90、I-131、Sr-89、P-32、Lu-177 的外包装铅罐可屏蔽核素产生的  $\beta$  射线。

### ③韧致辐射

对于 Y-90、Sr-89、P-32 而言,其衰变过程中往往会产生高能或高强度的  $\beta$  粒子流,当与阻挡材料发生碰撞时会产生韧致辐射,需考虑韧致辐射的影响。

本项目核素 Y-90、Sr-89、P-32 韧致辐射所致货包表面剂量率(铅罐表面 5cm 处)计算如下:

**表 11-3 本项目核素韧致辐射所致货包表面辐射剂量率(铅罐表面 5cm 处)**

核素	屏蔽材料的有效原子序数 Z	韧致辐射平均能量 Eb (MeV)	质量能量吸收系数 $\mu_{en}/\rho$ (m <sup>2</sup> /kg)	后续屏蔽材料	TVL (m)	货包表面距离辐射点的距离 r (m)	货包表面剂量率 $\dot{D}$ (Gy/h)	货包表面剂量率 $\dot{D}$ (μSv/h)
Y-90	5.85	0.9348	3.014E-03	40mmPb 铅罐	38	0.094	1.31E-05	1.31E+01
Sr-89	82	0.5815	7.132E-03	/	/	0.07	3.42E-04	3.42E+02
P-32	82	0.695	5.985E-03	/	/	0.075	1.43E-03	1.43E+03

γ

本项目核素 F-18、Tc-99m、I-125（粒籽）、I-131、Lu-177 需考虑其在衰变过程中产生的 γ 射线的辐射影响。本项目核素 F-18、Tc-99m、I-125（粒籽）、I-131、Lu-177 衰变产生的 γ 射线所致货包表面剂量率（铅罐表面 5cm 处）计算如下：

表 11-4 本项目核素 γ 射线所致货包表面辐射剂量率（铅罐表面 5cm 处）

核素	单个货包 最大活度 A（MBq）	距源 1m 处的 周围剂量当量 率常数 Γ（μ Sv·m <sup>2</sup> /MB·h）	屏蔽厚度 X（mm）	γ 射线的 十分之一 值层厚度 TVL （mm）	货包表 面距离 辐射点 的距离 r （m）	关注点处 剂量率 H <sub>p</sub> （μ Sv/h）
F-18				16.6	0.09	5.09E+02
Tc-99				1	0.056	3.57E-02
I-125（ 籽）				0.2	0.075	1.09E-121
I-131				11	0.10	6.27E-01
Lu-17				4.7	0.07	7.97E-02

综上，本项目货包产生的辐射影响主要考虑韧致辐射和 γ 射线的影响。本项

目货包不需要按独家使用方式进行运输，根据《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）表 10 和报告表的表 11-3、表 11-4 货包表面剂量率计算结果，本项目涉及的货包 Y-90、Sr-89、P-32、F-18、Tc-99m、I-125（粒籽）、I-131、Lu-177 分别为Ⅱ级（黄）、Ⅱ级（黄）、Ⅲ级（黄）、Ⅲ级（黄）、Ⅰ级（白）、Ⅰ级（白）、Ⅰ级（白），即 5 个Ⅰ级（白）货包、1 个Ⅱ级（黄）货包、2 个Ⅲ级（黄）货包（根据表 11-1 理论计算结果，本项目核素 Ra-223 货包的外包装能完全屏蔽 α 射线，不考虑核素 Ra-223 货包产生的辐射影响，也可将该货包归为Ⅰ级（白）货包）。

本项目货包出入库时，除手工搬运货包外，工作人员距离货包的距离约为 0.5m。各货包表面 0.5m 处周围剂量当量率计算结果见下表：

**表 11-4 本项目货包表面辐射剂量率（铅罐表面 0.5m 处）**

核素	货包表面距离辐射点的距离（m）	关注点处剂量率（ $\mu$ Sv/h）
Y-90	0.544	3.91E-01
Sr-89	0.52	6.20E+00
P-32	0.525	2.91E+01
F-18	0.54	1.41E+01
Tc-99m	0.506	4.38E-04
I-125（粒籽）	0.525	2.21E-123
I-131	0.55	2.07E-02
Lu-177	0.52	1.44E-03

### （3）暂存库屏蔽体外周围剂量当量率

#### ①关注点选取

本项目拟在暂存库内居中位置放置一个宽 400mm、长 2000mm、高 2000mm 的货架，货架共有三层，每层可各放置三个货包。保守估计，本项目货包摆放在货架边界位置，关注点选取暂存库屏蔽体外 30cm 处。本项目关注点示意图见图 11-1、图 11-2，关注点一览表见表 11-5。

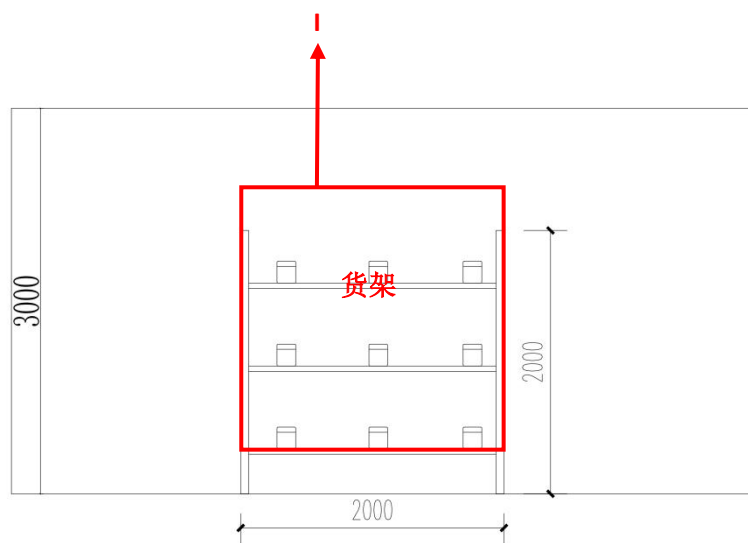
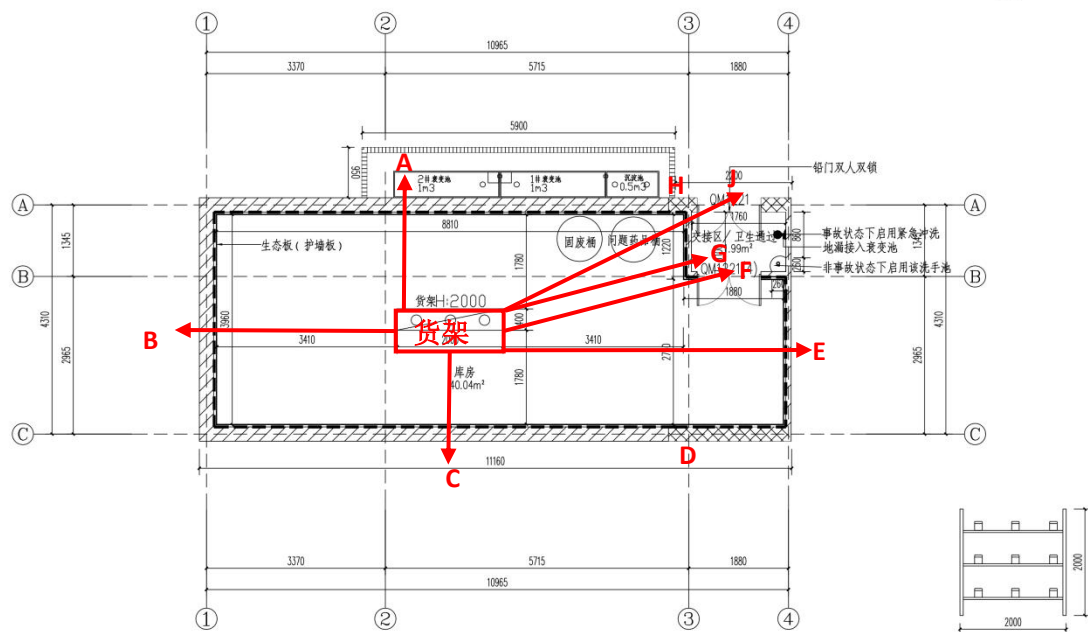


图 11-2 本项目关注点示意图 (立面图)

表 11-5 本项目关注点一览表

关注点描述		屏蔽体厚度	距离（m）
A	暂存库西墙外 30cm 处(现有墙体)	原 270mm 轻质砖墙, 新增 40mm 硫酸钡防护层	2.39
B	暂存库南墙外 30cm 处(现有墙体)	原 270mm 轻质砖墙, 新增 40mm 硫酸钡防护层	4.02
C	暂存库东墙外 30cm 处(现有墙体)	原 270mm 轻质砖墙, 新增 40mm 硫酸钡防护层	2.39
D	暂存库东墙外 30cm 处(新建墙体)	新建 270mm 实心砖墙+新增 40mm 硫酸钡防护层	4.16

E	暂存库北墙外 30cm 处(新建墙体)	新建 100mm 实心砖墙, 增加 40mm 硫酸钡防护层	5.73
F	暂存库防护门外 30cm 处	4mmPb 防护门	4.1
G	暂存库北墙外 30cm 处(新建墙体)	新建 100mm 实心砖墙, 增加 40mm 硫酸钡防护层	4
H	暂存库西墙外 30cm 处(新建墙体)	新建 270mm 实心砖墙+新增 40mm 硫酸钡防护层	4.16
I	暂存库顶部外 30cm 处	钢板结构+20mm 水泥砂浆垫层+20mm 硫酸钡防护+20mm 保护层	1.36
J	暂存库交接区/卫生通过间进出口门	新建 100mm 实心砖墙, 增加 40mm 硫酸钡防护层(进出口门为普通门, 不考虑该门的防护能力)	4.8

备注: 1.关注点 H (暂存库西墙外 30cm 处(新建墙体))、关注点 D (暂存库东墙外 30cm 处(新建墙体)) 处的屏蔽体厚度均为新建 270mm 实心砖墙+新增 40mm 硫酸钡防护层, 由于关注点 H、关注点 D 的屏蔽体厚度和同侧关注点 A、关注点 C 的屏蔽体厚度一致、关注点 H、关注点 D 距离辐射源点的距离大于同侧关注点 A、关注点 C 距离辐射源点的距离, 且新建实心砖墙比原有轻质墙密度大, 保守考虑, 仅计算关注点 A、关注点 C 处的剂量率, 不对关注点 H、关注点 D 处的剂量率进行计算。2.关注点 A 至辐射源点的距离  $r(A)=1.78m+0.27m+0.04m+0.3m=2.39m$ ; 关注点 B 至辐射源点的距离  $r(B)=3.41m+0.27m+0.04m+0.3m=4.02m$ ; 关注点 C 至辐射源点的距离  $r(C)=1.78m+0.27m+0.04m+0.3m=2.39m$ ; 关注点 E 至辐射源点的距离  $r(E)=3.41m+1.88m+0.1m+0.04m+0.3m=5.73m$ ; 关注点 F 至辐射源点的距离  $r(F)=4.1m$ ; 关注点 G 至辐射源点的距离  $r(G)=4m$ ; 关注点 I 至辐射源点的距离  $r(I)=1m+0.02m+0.02m+0.02m+0.3m=1.36m$ 。

## ②参数选取

本项目屏蔽材料 TVL 值见下表:

表 11-6 本项目屏蔽材料 TVL 值一览表

核素	
Y-90 (0.9348MeV)	
Sr-89 (0.5815MeV)	
P-32 (0.695MeV)	
F-18	
Tc-99m	
I-125 (粒籽) (0.036MeV)	
I-131	
Lu-177 (0.208MeV)	
备注: 1.F-18、Tc-99m、I-131 的 TVL (铅)、TVL (混凝土)、TVL (实心砖) 查《核	

### ③计算结果

由表 11-1、表 11-2 计算结果可知，本项目产生  $\alpha$  射线、 $\beta$  射线的货包的外包装能完全屏蔽  $\alpha$  射线、 $\beta$  射线，故本项目仅需考虑货包内核素产生的韧致辐射和  $\gamma$  射线的影响。本项目暂存库外关注点处的剂量率计算结果见下表：



表 11-7 本项目核素韧致辐射所致暂存库屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率											
关注点	核素	单个货包最大活度 A (Bq)	阻挡材料及厚度	屏蔽材料的有效原子序数 Z	韧致辐射平均能量 Eb (MeV)	质量能量吸收系数 $\mu_{en}/\rho$ (m <sup>2</sup> /kg)	后续屏蔽材料	TVL (mm)	货包表面距离关注点的距离 r(m)	暂存库屏蔽体外剂量率 $\dot{D}$ (Gy/h)	暂存库屏蔽体外剂量率 $\dot{D}$ (μSv/h)
A	Y-90							38	2.39	3.16E-09	3.16E-03
B									4.02	1.12E-09	1.12E-03
C									2.39	3.16E-09	3.16E-03
E									5.73	1.03E-09	1.03E-03

F						
G						
I						
J						

4.1	5.40E-09	5.40E-03
4	2.10E-09	2.10E-03
1.36	3.85E-08	3.85E-02
4.8	1.46E-09	1.46E-03

A	Sr-89		2.39	6.59E-18	6.59E-12
B			4.02	2.33E-18	2.33E-12
C			2.39	6.59E-18	6.59E-12
E			5.73	1.64E-14	1.64E-08
F			4.1	2.50E-09	2.50E-03
G			4	3.38E-14	3.38E-08
I			1.36	2.31E-09	2.31E-03

J	
A	P-32
B	
C	
E	
F	
G	

4.8	2.3 4E-14	2.34 E-08
2.39	1.3 2E-16	1.32 E-10
4.02	4.6 5E-17	4.65 E-11
2.39	1.3 2E-16	1.32 E-10
5.73	1.7 9E-13	1.79 E-07
4.1	2.2 2E-08	2.22 E-02
4	3.6 7E-13	3.67 E-07

I							1.36	1.5 2E- 08	1.52 E-02
J							4.8	2.5 5E- 13	2.55 E-07
备注：货包表面距离关注点的距离保守取货架边界距离关注点的距离。									

表 11-8 本项目核素 γ 射线所致暂存库屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率

关注点	核素	单个货包最大活度 A (MBq)	距源 1m 处的周围剂量当量率常数 Γ ( μ Sv·m <sup>2</sup> /M Bq·h)	屏蔽厚度 X (mm)	TVL (mm)	货包表面距离关注点的距离 r (m)	关注点处剂量率 H <sub>p</sub> ( μ Sv/h)
A	F-18					2.39	5.77E-02
B						4.02	2.04E-02

C		
E		
F		
G		
I		
J		
A		
	Tc-9	

2.39	5.77E-02
5.73	2.55E-02
4.1	1.41E-01
4	5.22E-02
1.36	1.20E+00
4.8	3.63E-02
2.39	3.45E-07

B				4.02	1.22E-07
C				2.39	3.45E-07
E				5.73	2.56E-07
F				4.1	6.67E-10
G				4	5.25E-07
I				1.36	2.27E-05
J				4.8	3.65E-07
A	I-125 (粒 籽)			2.39	9.47E-204

B	I-131			4.02	3.35E-204
C				2.39	9.47E-204
E				5.73	8.99E-170
F				4.1	3.63E-145
G				4	1.84E-169
I				1.36	3.30E-131
J				4.8	1.28E-169
A	I-131			2.39	8.04E-05



B			
C			
E			
F			
G			
I			
J			
A			
	Lu-177		

4.02	2.84E-05
2.39	8.04E-05
5.73	3.47E-05
4.1	1.61E-04
4	7.13E-05
1.36	1.79E-03
4.8	4.95E-05
2.39	3.50E-24

B			
C			
E			
F			
G			
I			
J			

4.02	1.24E-24
2.39	3.50E-24
5.73	2.46E-17
4.1	3.27E-06
4	5.05E-17
1.36	3.04E-09
4.8	3.51E-17

备注：货包表面距离关注点的距离保守取货架边界距离关注点的距离。

保守估计，各关注点的剂量率为各货包在关注点处的剂量率之后。本项目暂存库屏蔽体外剂量率计算结果见下表：

表 11-9 本项目暂存库屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率

关注点	各货包对关注点的辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		总剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
A	Y-90	3.16E-03	6.09E-02
	Sr-89	6.59E-12	
	P-32	1.32E-10	
	F-18	5.77E-02	
	Tc-99m	3.45E-07	
	I-125（粒籽）	9.47E-204	
	I-131	8.04E-05	
	Lu-177	3.50E-24	
B	Y-90	1.12E-03	2.15E-02
	Sr-89	2.33E-12	
	P-32	4.65E-11	
	F-18	2.04E-02	
	Tc-99m	1.22E-07	
	I-125（粒籽）	3.35E-204	
	I-131	2.84E-05	
	Lu-177	1.24E-24	
C	Y-90	3.16E-03	6.09E-02
	Sr-89	6.59E-12	
	P-32	1.32E-10	
	F-18	5.77E-02	
	Tc-99m	3.45E-07	
	I-125（粒籽）	9.47E-204	
	I-131	8.04E-05	
	Lu-177	3.50E-24	
E	Y-90	1.03E-03	2.66E-02
	Sr-89	1.64E-08	
	P-32	1.79E-07	
	F-18	2.55E-02	
	Tc-99m	2.56E-07	
	I-125（粒籽）	8.99E-170	
	I-131	3.47E-05	
	Lu-177	2.46E-17	
F	Y-90	5.40E-03	1.71E-01
	Sr-89	2.50E-03	
	P-32	2.22E-02	
	F-18	1.41E-01	

	Tc-99m	6.67E-10	
	I-125（粒籽）	3.63E-145	
	I-131	1.61E-04	
	Lu-177	3.27E-06	
G	Y-90	2.10E-03	5.44E-02
	Sr-89	3.38E-08	
	P-32	3.67E-07	
	F-18	5.22E-02	
	Tc-99m	5.25E-07	
	I-125（粒籽）	1.84E-169	
	I-131	7.13E-05	
	Lu-177	5.05E-17	
I	Y-90	3.85E-02	1.26E+00
	Sr-89	2.31E-03	
	P-32	1.52E-02	
	F-18	1.20E+00	
	Tc-99m	2.27E-05	
	I-125（粒籽）	3.30E-131	
	I-131	1.79E-03	
	Lu-177	3.04E-09	
J	Y-90	1.46E-03	3.78E-02
	Sr-89	2.34E-08	
	P-32	2.55E-07	
	F-18	3.63E-02	
	Tc-99m	3.65E-07	
	I-125（粒籽）	1.28E-169	
	I-131	4.95E-05	
	Lu-177	3.51E-17	

由上表可知，在本项目控制区外人员可达处，距屏蔽体外表 0.3 处的周围剂量当量率最大为 1.26E+00μSv/h，小于 2.5μSv/h，满足参考的《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）“控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h”的要求。

### 3、受照剂量分析

#### （1）计算公式

X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$H_{Er}=D_r \times t \times U \times 10^{-3} \text{ (mSv)} \dots\dots\dots \text{(式 11-7)}$$

式中：H<sub>Er</sub>: X-γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

D<sub>r</sub>: X-γ 周围剂量当量率，μSv/h；

t: X- $\gamma$ 照射时间, h/a;

U: 居留因子。

## (2) 参数选取

本项目工作负荷见下表:

**表 11-10 本项目工作负荷**

工作内容	工作负荷
暂存库外日常巡检 (不进入暂存库内)	日常巡检每天约 6min, 其余时间在暂存库南侧办公室内办公, 全年累计 25h。
货包出入库	单个货包出、入库时间约为 1min, 每天出入库货包为 9 个, 全年 75h
手部接触货包	手动完成货包出入库时, 单个货包接触时间约为 20s, 全年最多 25h

## (3) 计算结果

本项目工作人员和公众受到的年有效剂量估算见下表:

**表 11-11 本项目工作人员和公众年有效剂量估算表**

人员类别	受照射类型/关注点描述		辐 射 剂 量 率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	年照射时 间（h）	居 留 因子	年照射剂量（mSv）	
放射 工作 人员	日常巡检		1.71E-01	25	1	4.28E-03	2.23E+00
	暂存库南侧办公室内 办公		2.15E-02	1975	1	4.25E-02	
	货包出入库		2.91E+01	75	1	2.18E+00	
	手部		1.43E+03	25	1	3.58E+01	
公众	A	暂存库西墙外 30cm 处（现有 墙体）	6.09E-02	2000	1/40	3.05E-03	
	B	暂存库南墙外 30cm 处（现有 墙体）	2.15E-02	2000	1	4.30E-02	
	C	暂存库东墙外 30cm 处（现有 墙体）	6.09E-02	2000	1/5	2.44E-02	
	E	暂存库北墙外 30cm 处（新建 墙体）	2.66E-02	2000	1	5.32E-02	
	J	暂存库交接区 /卫生通过间 进出口门	3.78E-02	2000	1/40	1.89E-03	

根据表 11-11 计算结果，可知本项目运行过程中：

①暂存库放射工作人员受到的年有效剂量为  $2.23\text{E}+00\text{mSv}$ ，按照 2 组人员配置，则每组人员受到的年有效剂量为  $1.115\text{E}+00\text{mSv}$ ，低于公司设定的放射工作人员年有效剂量管理目标值  $5\text{mSv}$  及 GB18871-2002 规定的职业照射剂量限值  $20\text{mSv/a}$ 。

②暂存库放射工作人员手部受到的年有效剂量为  $3.58\text{E}+01\text{mSv}$ ，按照 2 组人员配置，则每组人员受到的年有效剂量为  $1.79\text{E}+01\text{mSv}$ ，低于公司设定的放射工作人员四肢（手和足）或皮肤的年有效剂量管理目标值  $500\text{mSv}$  及 GB18871-2002 规定的四肢（手和足）或皮肤照射剂量限值  $500\text{mSv/a}$ 。

③公众受到的最大年有效剂量为  $5.32\text{E}-02\text{mSv}$ ，低于公司设定的公众年有效剂量管理目标值  $0.1\text{mSv}$  及 GB18871-2002 规定的公众照射剂量限值  $1\text{mSv/a}$ 。

#### 4、有害气体、固体废物、废水的环境影响分析

##### （1）有害气体影响评价

本项目正常情况下产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，暂存库设有排风系统且暂存库的库房顶部安装有 3 个排风口，排风口的总排风量为  $1000\text{m}^3/\text{h}$ 。产生的有害气体经排风管道由暂存库顶部排至室外后迅速被稀释，对周围大气环境的影响也较小。

本项目事故状态下会产生放射性气溶胶废气，暂存库排风系统末端拟设置活性炭吸附装置，废气经活性炭吸附后于暂存库楼顶排放。

##### （2）废水环境影响评价

本项目正常情况下产生的废水主要为工作人员产生的生活污水，产生的生活污水依托厂区现有化粪池处理后排入园区污水管网。

本项目事故状态下产生的放射性废水主要为员工清洗水。本项目拟在暂存库西侧设置衰变池，事故状态下，放射性废水经衰变池暂存并衰变达标后，排入厂区现有化粪池，最终进入园区污水管网。

本项目拟设置的槽式衰变池由 3 个池体组成，包括 1#池体、2#池体和一个沉淀池，其中 1#、2#池体的设计容积均为 1m<sup>3</sup>，沉淀池的设计容积为 0.5m<sup>3</sup>，1#池体和 2#池体交替使用。本项目事故下撒泼后先使用吸水纸吸水和湿抹布擦拭，放射性废水仅为人员在应急处理完成后的洗手废水，发生 1 次撒泼事故进入衰变池的废水量最大为 0.09m<sup>3</sup>/次。本项目新建衰变池总容积为 2m<sup>3</sup>（不计入沉淀池的容积），最大能够存放 20 次事故状态下产生的废水量。由于本项目放射性废水仅为事故情况下产生，在做好入库检验、严格按照规范摆放货包的前提下，暂存库基本不会发生货包内核素泄漏或洒落事故，故衰变池内废水可以暂存很长时间，预计衰变池废水排放可以满足总 α 不大于 1Bq/L，总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 不大于 10Bq/L 的排放浓度要求。

（3）固废的环境影响评价

本项目正常情况下工作人员会产生少量的生活垃圾，生活垃圾经分类后由垃圾桶收集，定期交环卫部门处理，对环境的影响很小。

本项目事故状态下会产生抹布、吸水纸、纸巾、手套等放射性固废，以及更换下来含放射性的活性炭等物品。本项目暂存库内设置有固废桶，本项目事故状态下产生的放射性固体废物经收集后在放射性固体废物存放铅桶内暂存衰变，经监测达到清洁解控水平后作为普通废物进行处理，更换下来的活性炭暂存于固废桶内作为放射性废物委托有资质的单位进行处置，对环境的影响很小。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-11。

表 11-11 辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
特别重大辐射事	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，

故	或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

结合建设单位暂存的放射性同位素种类和辐射工作实际，建设单位可能发生的辐射事故为放射性同位素导致人员受到超过年剂量限值的照射。

## 二、可能发生辐射事故

- 1.对暂存库管理不到位，无关人员进入暂存库受到不必要的外照射。
- 2.非密封放射性物质货包丢失或被盗。
- 3.非密封放射性物质货包破损，货包内非密封放射性物质泄露。
- 4.放射性废物处置或管理不当，造成环境放射性污染。
- 5.非密封放射性物质运输过程中，由于突发车祸导致非密封放射性物质洒漏，使环境受到污染，运输人员和公众受到外照射；保管不善，药物派送和接收人员未做好交接，导致非密封放射性物质货包丢失，流失到社会，对局部环境产生污染，并可能使部分公众受到照射。

## 三、防治措施

1. 辐射工作人员必须严格执行各项管理制度，严格遵守操作规程，如暂存库采用双人双锁防盗门，视频监控无死角，规定了出入库管理制度，非密封放射性物质货包入库前进行辐射监测确保无破损、泼洒等措施，并定期检查暂存库的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能及有关的安全装置是否正常工作，避免人员误入暂存库和其它安全事故。

2. 建设单位在接收非密封放射性物质货包时，暂存库工作人员会对货包表面污染水平以及辐射剂量率水平进行确认，确保放射性核素货包的完整性以及满足相应货包等级的要求。在货包搬运过程中轻拿轻放，确保货包对放射性废物制定放射性三废的处理制度，对放射性废物单独收集，按照国家规定处理。

4. 对工作人员进行岗前培训合格后上岗。

5. 建立放射性药物的安全管理制度，加强放射性药物安全管理，落实放射性物质安保措施，以防止放射性药物丢失。



6. 暂存库及运输车辆配备防护面罩、吸水滤纸、纱布、酒精、便携式剂量监测仪等应急物资和灭火器材。

#### **四、应急方案的启动**

1) 一旦发生辐射事故，即时启动《辐射事故应急预案》。发生辐射事故时，当事人应即刻报告部门领导，部门领导随即通知辐射事故应急工作小组有关成员采取应急相应救助措施。

2) 发生辐射事故时，应急工作小组各成员应认真履行各职责，各相关部门应积极协调配合，以便能妥善处理所发生的辐射事故。

3) 各应急救助物质应准备充分、调配及时。

4) 发生事故后应在 2 小时内报告生态环境、卫生行政部门。

表 12 辐射安全管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全防护管理领导小组

目前，华润湖南瑞格医药有限公司已调整了辐射安全与防护工作小组负责对辐射防护相关工作进行控制和管理，辐射安全与防护工作小组具体组成见下表：

表 12-1 辐射安全与防护工作小组成员一览表

职务		员
辐射安全 与防护工 作小组	组长	
	副组长	
	组员	
	辐射安全管	

华润湖南瑞格医药有限公司辐射安全与防护工作小组主要工作职责如下：

- 1) 制定辐射安全与防护管理制度；
- 2) 开展辐射安全与防护管理工作，履行确保辐射安全的工作职责；
- 3) 定期发布关于辐射防护、职业病防治等相关国家标准和指南。

2、放射工作人员的情况

本项目拟配置 4 名暂存库辐射工作人员，其中 3 名为公司现有辐射工作人员、1 名为新增辐射工作人员。公司计划将拟配置的 4 名放射工作人员分为两组，负责暂存库货包的进出库登记和管理。

本项目拟配置的 3 名现有辐射工作人员已取得辐射安全与防护考核成绩报告单，1 名新增辐射工作人员暂未取得辐射安全与防护考核成绩报告单。公司应组织本项目新增辐射工作人员在项目投入运行前参加辐射安全与防护考核并通过考核；公司应在本项目运行前安排本项目 4 名辐射工作人员进行上岗前体检，且体检结果为可从事放射岗位工作方可上岗，并为新增放射工作人员配备个人剂量计。

二、辐射安全管理规章制度

为保障暂存库正常运行时周围环境的安全，确保公众、工作人员避免遭受意外照射和潜在照射，华润湖南瑞格医药有限公司针对公司辐射情况制定了以下制度：《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人

员培训计划》、《华润湖南瑞格医药有限公司非密封放射性物质暂存库管理细则》、《华润湖南瑞格医药有限公司放射性沾污现场处置方案》、《监测方案》、《华润湖南瑞格医药有限公司辐射事故应急预案》。

建设单位在日常工作中应认真执行相关操作规程和制度，在开展辐射工作时，应从以下几个方面加强管理：

①建设单位应加强对辐射工作场所安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；当安全隐患可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染时，应立即停止辐射作业并报环境保护监管部门，经环境保护监管部门检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

②为确保放射防护的可靠性，维护放射工作人员和周围公众的权益、履行放射防护职责，避免事故的发生。建设单位应培养和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，编制安全和防护状况评估报告，并于每年1月31 日前上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”中。

③建设单位在今后工作中，应不断总结经验，根据实际情况，加以完善和补充，并确保各项制度的落实，并根据环境保护管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。

建设单位应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，根据环境保护管理部门对辐射环境管理的要求，对各项制度加以完善和补充，确保各项制度的落实。

### 三、辐射监测

#### 1、个人剂量监测

公司对辐射工作人员开展个人剂量监测，建立个人剂量监测档案。严格执行《放射工作人员职业健康管理辦法》，按外照射个人剂量监测周期每三个月一次，委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担个人剂量常规监测，公司需配合委托单位及时收发个人剂量计。个人剂量监测档案包括放射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。放射工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。建设单位还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理目标值的原因进行调查和分析，优化实践行为。同时，应加

强对放射工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，建立并终生保存个人剂量监测档案，以备管理部门检查。

## 2、职业健康检查

辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康要求的，方可参加相应的放射工作；项目运行后公司还应当组织辐射工作人员定期进行职业健康检查，2次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查。

## 3、环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的相关要求，建设单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测，并将监测记录资料统计结果及时上报主管部门，以便主管部门及时了解项目安全运行情况。

**表 12-2 环境监测计划一览表**

监测项目	监测点位	监测内容	监测频次
周围环境及工作场所	本次环评关注点	X-γ 周围剂量当量率	每年委托检测 1 次， 每天日常巡检一次
	货包表面外 5cm 处		货包交接时监测
工作场所	放射性工作场所墙壁和地面、货包架等	放射性表面污染	每年委托检测 1 次； 每日工作结束后均自主进行一次表面污染监测（出现放射性药物洒落应及时进行监测）
	人体手、皮肤、衣服、工作鞋、工作袜等		每次离开暂存库时
	货包表面		货包交接时监测
放射性固体废物	废物包装外表面	废物包装外表面 X-γ 辐射剂量率、放射性表面污染	每次应急收集后
放射性废水	衰变池废水排放口	排放口废水中总 α、总 β 放射性	排放前

## 四、辐射事故应急预案

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，公司已制定了

《辐射安全事故应急预案》：

（1）公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《突发环境事件应急预案管理暂行办法》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

（2）公司对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的非密封放射性物质以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序。

（3）发生辐射事故时，公司将立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）公司将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）的发生。主要履行以下职责：

①组织制定单位辐射事故应急处理预案；

②负责组织协调辐射事故应急处理工作；

③组织辐射事故应急人员的培训；

④负责与上级主管部门和当地生态环境部门的联络、报告及应急处理工作，配合做好事故调查和审定；

⑤负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作；

⑥采取各种快速有效措施，做好善后处理，最大限度消除对单位的负面影响。

（5）各类事故报警和联系方式

发生辐射事故，应立即向辐射事故应急处理领导小组报告，并及时收集整理相关处理情况向当地生态环境部门、卫生部门、公安局报告，并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。各部门联系方式如下：

公司：

湖南省生态环境厅：0731-85698110

长沙市生态环境局：12345

长沙市公安局：110

医疗救护：120

## 五、竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目竣工后，建设单位自主或委托技术机构开展竣工环境保护验收工作，竣工环境保护验收项目见表 12-3。

表 12-3 竣工环境保护验收项目一览表

序号	验收内容	验收要求	依据
1	环保文件	建设项目的环境影响评价文件及环评批复。	《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》 (HJ1326-2023)
2	环境管理制度及应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度和事故应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程及制度上墙。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》 (2021 年修订)
3	放射工作人员管理	①放射工作人员配有个人剂量计，并委托有资质的单位定期监测； ②安排放射工作人员进行上岗前职业健康体检，体检结果合格方可上岗，并将资料存档管理； ③从事本项目放射工作人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习考核，成绩合格后方可上岗； ④完善全国核技术利用网站放射工作人员信息，建立放射工作人员个人档并终身保存。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》 (2021 年修订)、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年 57 号)、《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 (2021 年第 9 号))
4	辐射防护用品、监测仪器、应急及去污用品	辐射防护用品、监测仪器、应急及去污用品按报告表中表 10-3 要求落实。	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)
5	辐射监测	①每年委托有资质的单位对辐射工作场所周围环境、暂存库内部表面污染进行常规监测，并提交年度评估报告； ②配备相应的自检设备 X- $\gamma$ 剂量率测量仪、表面污染测量仪，定时进行自检并做好监测记录。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》 (2021 年修订)
7	辐射屏蔽设计及安全防护措施	①控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；控制区内房间防护门和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 10 $\mu$ Sv/h (人员偶尔居留区域)； ②表面污染控制水平满足报告表表 7-6 的要求； ③暂存库出入口安装防盗门，设置双人双锁； ④暂存库出入口安装红外报警装置； ⑤暂存库内设置一套独立的送、排风系统。	《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、 《关于核医学标准相关条款咨询的复函》(辐射函〔2023〕20 号)、《核医学放射防护要求》 (GBZ120-2020)
8	年有效剂量管理	①辐射工作人员剂量管理目标值为 5.0mSv/a； ②公众剂量管理目标值为 0.1mSv/a。	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)、公司

			要求	
--	--	--	----	--

表 13 结论与建议

<p><b>一、结论</b></p> <p><b>1、项目概况</b></p> <p>1、项目名称：华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库建设项目</p> <p>2、建设单位：华润湖南瑞格医药有限公司</p> <p>3、建设性质：改、扩建</p> <p>4、建设地点：湖南省长沙市岳麓区麓谷大道 698 号华润湖南医药有限公司麓谷大道仓</p> <p>5、建设内容：公司拟将华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西南角现有空置库房及库房北侧部分卸货平台、西侧部分停车区域改建为 1 间非密封放射性物质库房及其配套辅助设施，用于 F-18、Tc-99m、Ra-223、Y-90、I-131、Sr-89、I-125（粒籽源）、P-32、Lu-177 共 9 种非密封放射性物质的暂存，同步新增 Tc-99m、P-32 两种核素的销售，扩大 F-18 等七种核素的销售。暂存库每天贮存货包数量不超过 9 个，单个货包贮存时间不超过 7 天且不存在一天内同一核素货包贮存 2 个及以上的情况。</p> <p><b>2、本项目产业政策符合性、实践正当性分析</b></p> <p><b>（1）产业政策符合性</b></p> <p>本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展改革委令 第 7 号）中第六项“核能”中第 4 款“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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。</p> <p><b>（2）实践正当性</b></p> <p>按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。</p> <p>本项目的任务是贮存、销售非密封放射性物质，为医院核医学科等单位提供诊断、治疗药物，便于各个医院开展放射性治疗和诊断，更多地救治病人，较医院自行制备的模式，在环境保护、药品质量、辐射安全等方面均会有较大的改善。</p>
--



经后文预测分析，在采取相应的辐射安全与防护措施之后，项目对于周围环境的辐射影响是可以接受的。

因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

### **3、本项目选址、平面布置合理性分析**

本项目位于厂区内，不新增占地。项目周围 50m 范围内大部分区域为厂区内部，小部分区域为厂区外，保护目标主要为厂区内工作人员和流动人员及厂区外人员。本项目辐射工作场所集中布置，方便集中统一管理，运行阶段产生的电离辐射经有效屏蔽后对周围环境的影响较小，因此本评价认为项目选址是合理的。

本项目在暂存库的东侧设有交接区/卫生通过间，便于人员及货物的进出，在交接区完成货物监测登记后，货包进入暂存库内暂存，同时暂存库内设置固废池以及问题药品池，用于收集暂存放射性固体废物以及问题药品等，本项目平面布局按照工艺流程进行设置，避免了非必要的照射；本项目拟在暂存库居中位置设置一个三层货架，货架大小能满足本项目货包的摆放。整体而言，本项目平面布置是合理的。

### **4、环境影响评价结论**

#### **（1）建设期**

本项目施工期主要是项目拆除过程和建设过程中产生的环境影响。施工期主要的污染物有：噪声、扬尘、废水、固体废物、废水等，本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。

#### **（2）营运期**

##### **a）辐射环境影响分析**

根据报告表的分析，本项目投入运行后屏蔽体能满足屏蔽防护的要求；辐射工作人员和公众所受到的年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和公司设定的年有效剂量管理目标值的要求。

##### **b）有害气体的环境影响分析**

本项目正常情况下产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，暂存库设有排风系

统且暂存库的库房顶部安装有三处排风口，排风口的总排风量为 1000m<sup>3</sup>/h。产生的有害气体经排风管道由暂存库顶部排至室外后迅速被稀释，对周围大气环境的影响也较小。

本项目事故状态下会产生放射性气溶胶废气，暂存库排风系统末端拟设置活性炭吸附装置，废气经活性炭吸附后于暂存库楼顶排放。

#### c) 固废的环境影响评价

本项目正常情况下工作人员会产生少量的生活垃圾，生活垃圾经分类后由垃圾桶收集，定期交环卫部门处理，对环境的影响很小。

本项目事故状态下会产生抹布、吸水纸、纸巾、手套等放射性固废，以及更换下来含放射性的活性炭等物品。本项目暂存库内设置有固废桶，本项目事故状态下产生的放射性固体废物经收集后在放射性固体废物存放铅桶内暂存衰变，经监测达到清洁解控水平后作为普通废物进行处理，更换下来的活性炭暂存于固废桶内作为放射性废物委托有资质的单位进行处置，对环境的影响很小。

#### d) 废水环境影响评价

本项目正常情况下产生的废水主要为工作人员产生的生活污水，产生的生活污水依托厂区现有化粪池处理后排入市政管网。

本项目事故状态下产生的放射性废水主要为员工清洗水。本项目拟在暂存库西侧设置衰变池，事故状态下，放射性废水经衰变池暂存并衰变达标后，排入厂区现有化粪池，最终进入园区污水管网。

### 5、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求制定相关辐射防护应急和安全规章制度，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

### 6、环保设施与保护目标

建设单位将按本报告环评要求配备齐全、效能良好的环保设施，确保保护目标所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到尽可能低的水平。

### 7、辐射安全管理的综合能力

建设单位已调整了辐射安全与防护工作小组，有领导分管、人员落实、责任明确，放射工作人员配置合理，辐射事故预防措施及应急处理预案与安全规章制度合理可行。拟采用的环保设施和措施合理可行，可满足防护的实际需要，经一一落实

后，建设单位可具备辐射安全管理的综合能力。

综上所述，华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库建设项目，对周围环境产生的辐射影响满足相关标准的要求；辐射防护措施和事故应急措施可行；规章制度健全；该项目对环境的辐射环境影响是可接受的。建设单位应加强管理，在工作过程中不断补充完善。从环境保护和辐射安全的角度来看，该项目是可行的。

## 二、建议和要求

（1）在本项目竣工投入使用前向相关部门重新办理《辐射安全许可证》，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》做好竣工环境保护验收工作，按时在全国建设项目竣工环境保护验收信息平台填报验收相关信息；

（2）一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并逐级报告上级主管单位；

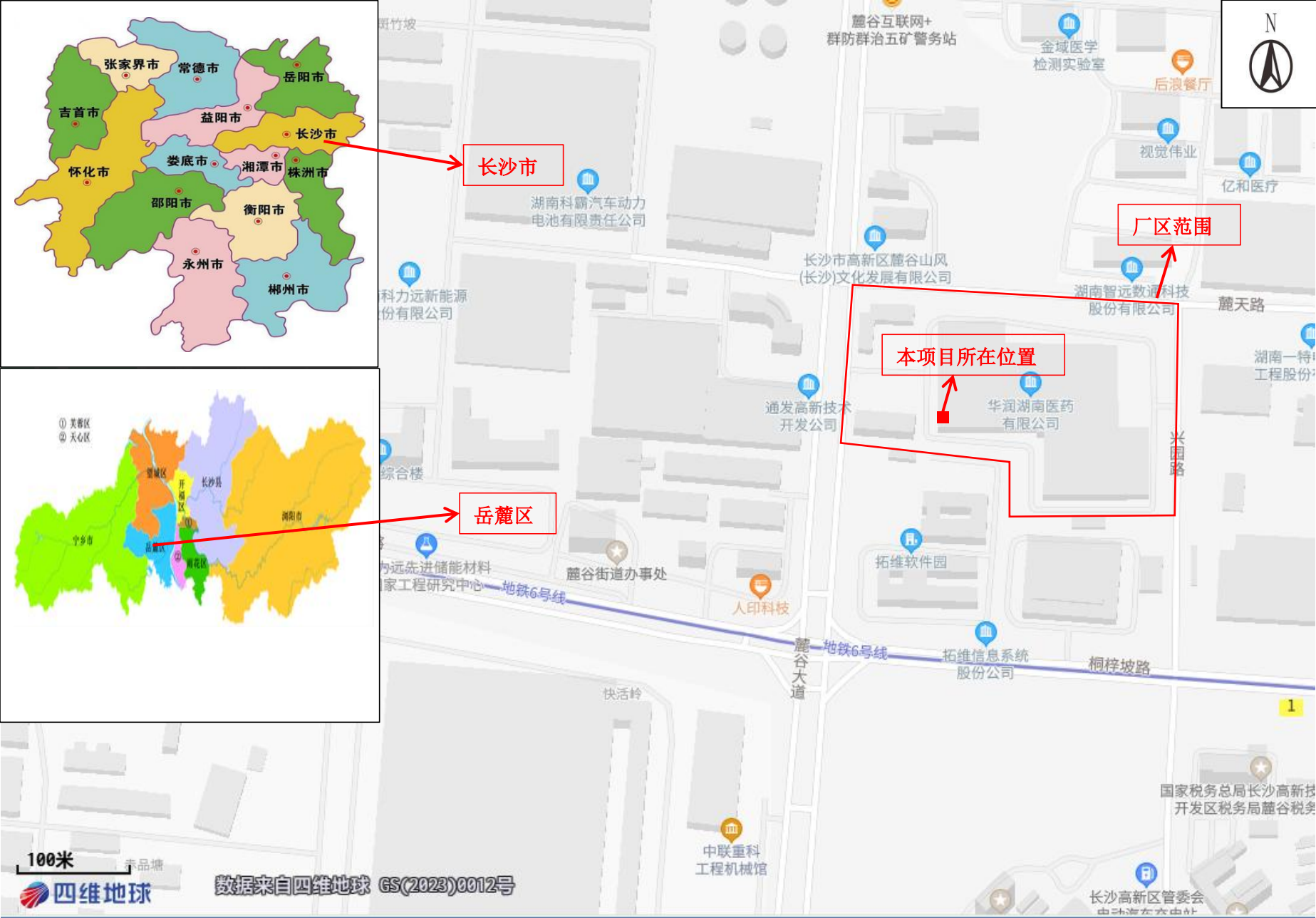
（3）认真学习贯彻国家相关的环保法律法规及相关标准规范，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作；

（4）定期对工作场所及其周围环境的辐射监测，据此对所用射线装置编制安全和防护状况评估报告，并于每年1月31日前将上一年度的评估报告上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”中。

表 14 审批

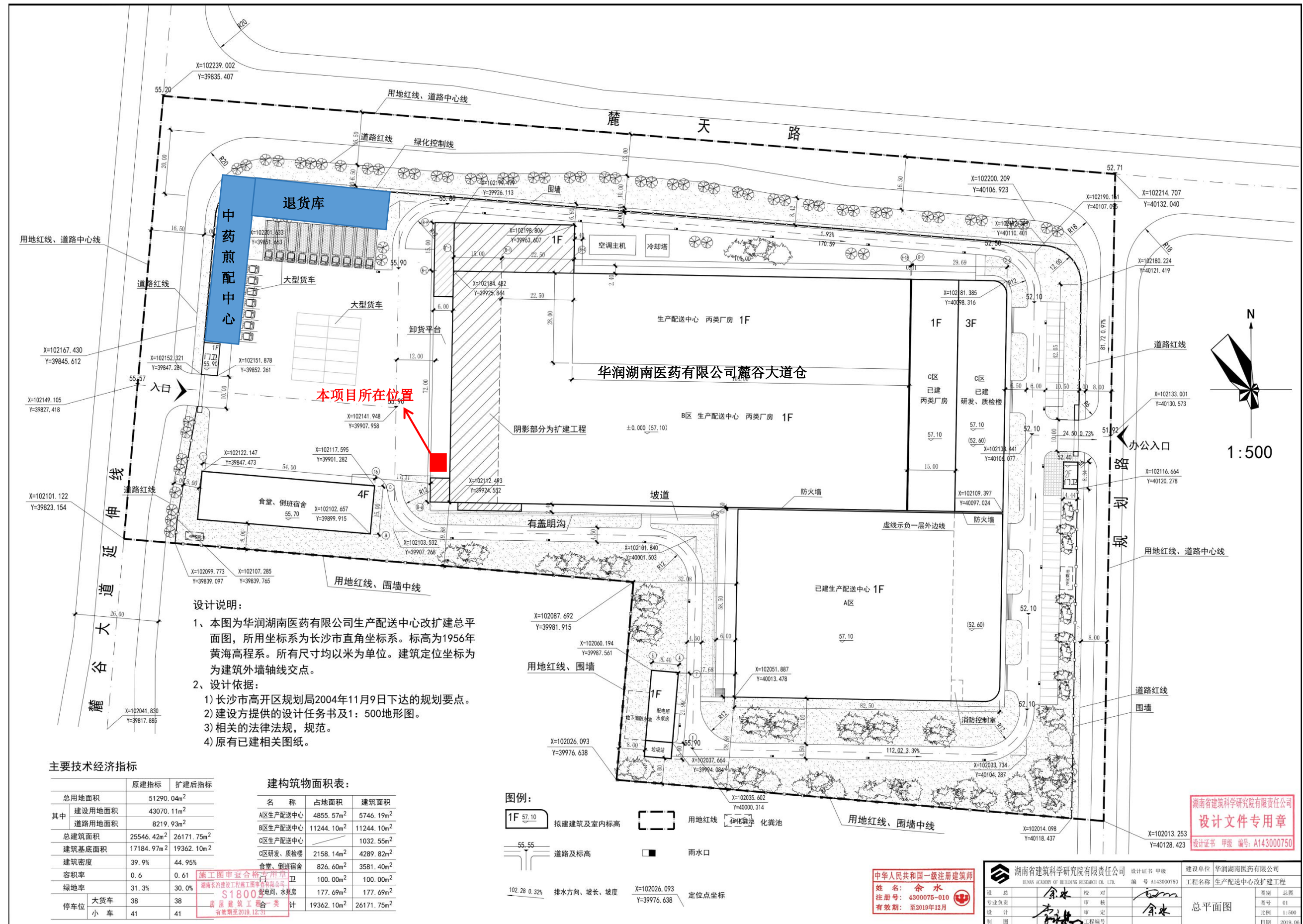
生态环境部门预审意见：	
经办人 年月日	公章
审批意见：	
经办人 年月日	公章

附图 1：项目地理位置图





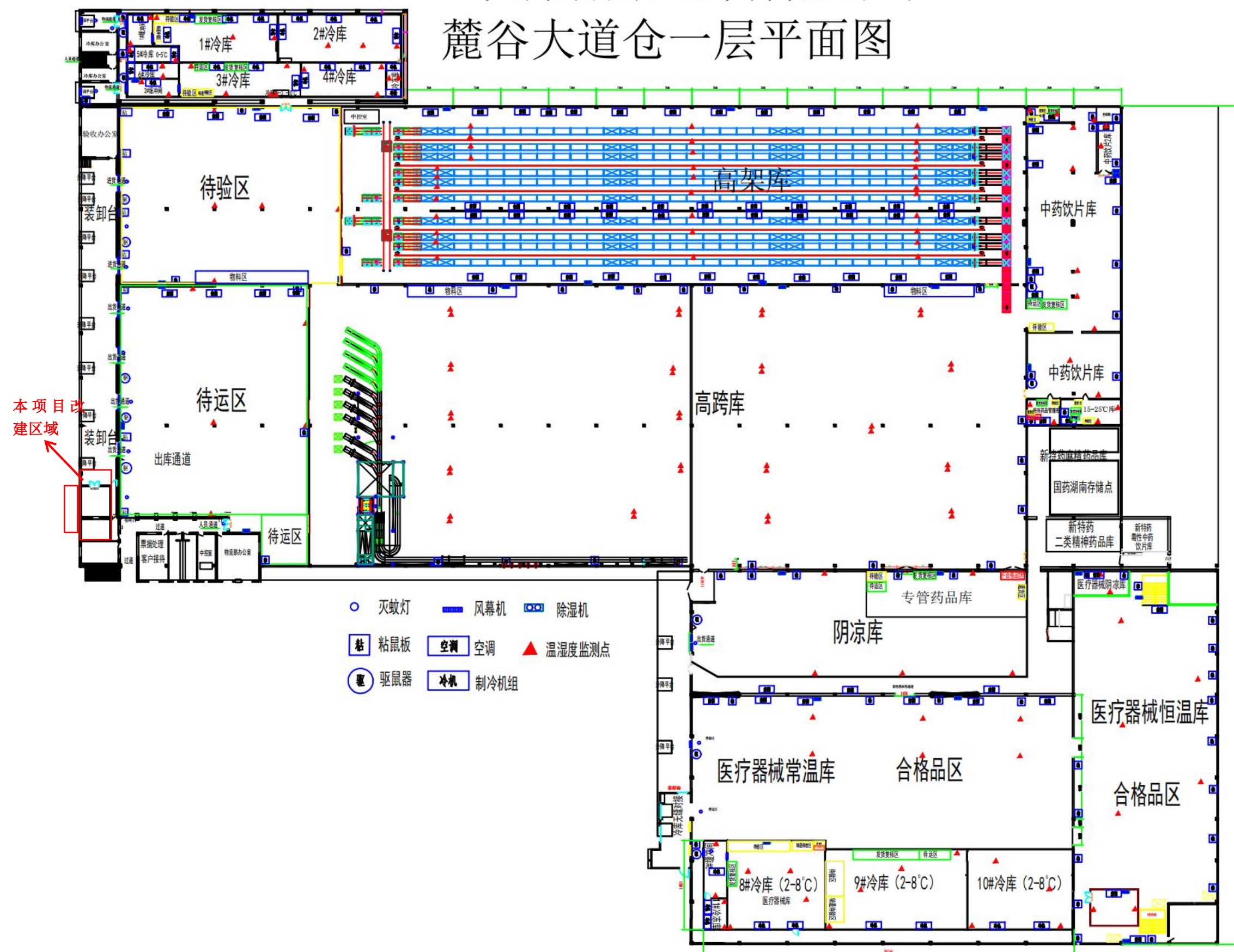
附图 2: 厂区总平面布置图



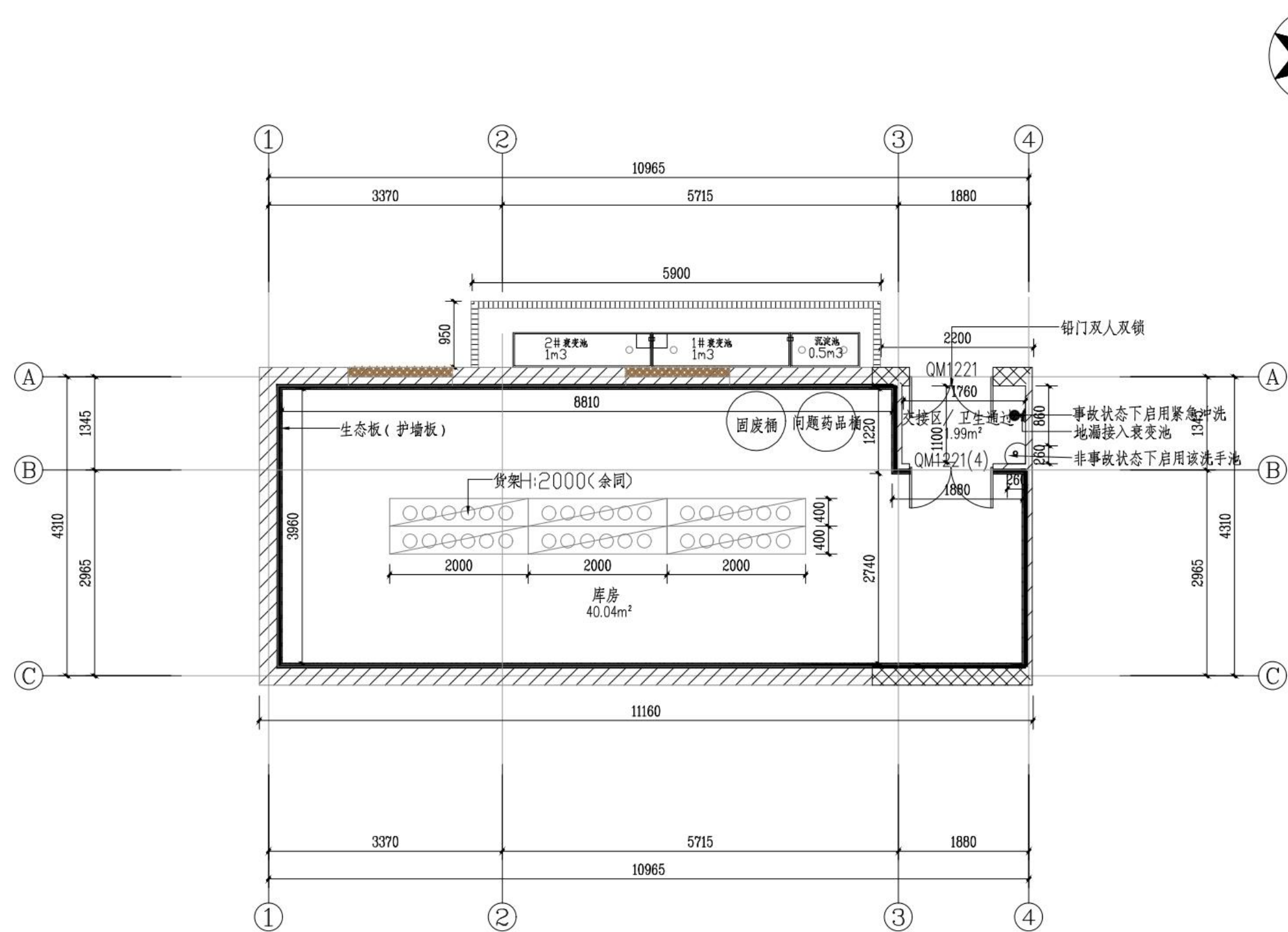


附图 3: 本项目所在楼层平面布置图

华润湖南医药有限公司  
麓谷大道仓一层平面图



附图4：本项目暂存库平面布置图

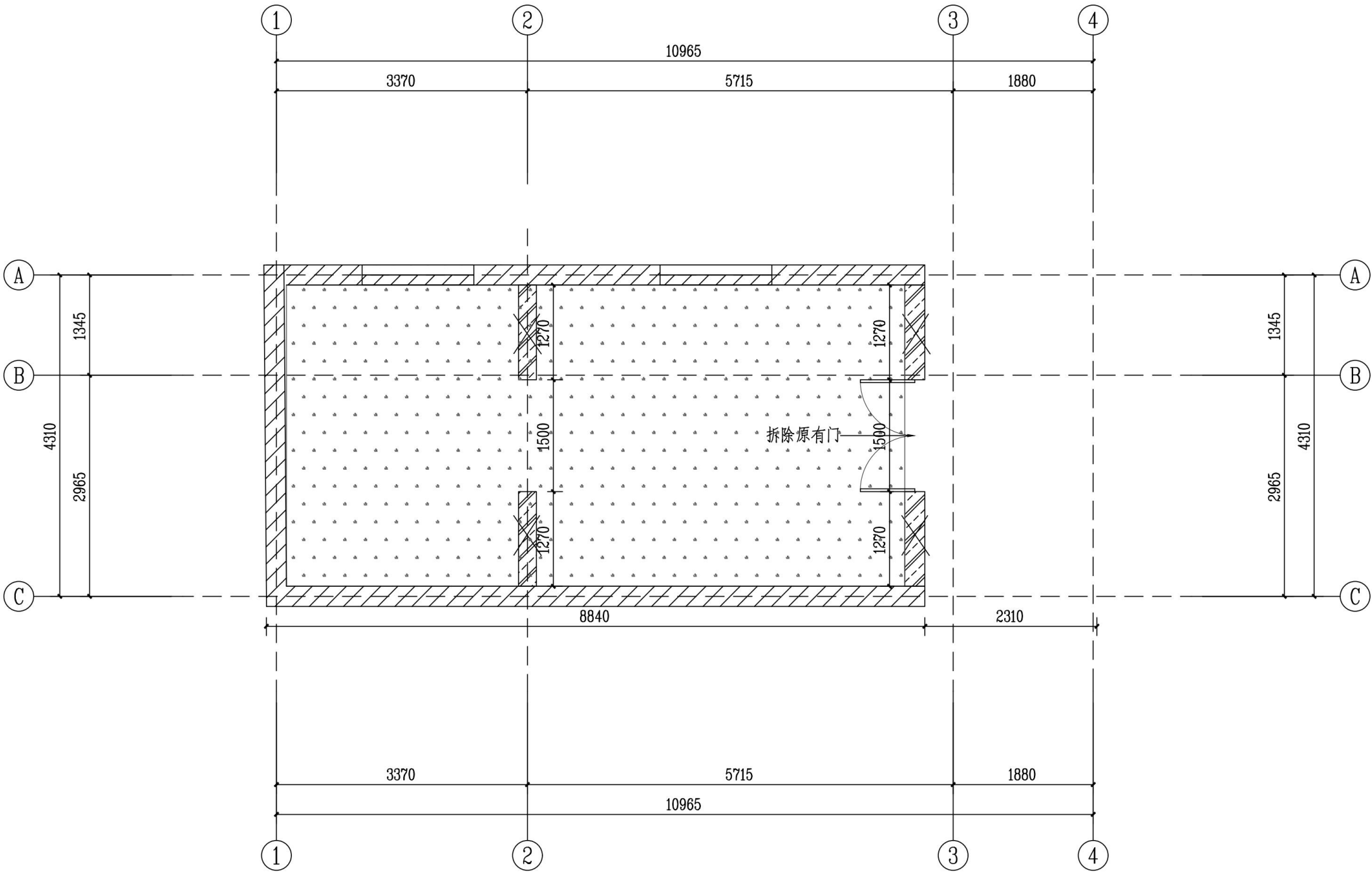
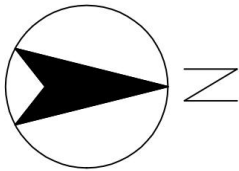


防护说明：  
顶面采用钢板结构+20mm水泥砂浆垫层+40mm硫酸钡防护+20mm水泥砂浆保护层  
墙面原270轻质砖/270实心红砖/100实心红砖+4mm硫酸钡防护  
地面不考虑防护措施(库房设置在一层，无地下室)  
衰变池：不锈钢池体+60mm实心红砖砌体维护结构+20mm硫酸钡防护  
排风机：Q=1000m³/h，出风口安装活性炭  
防护门：4mmPb铅门(见标注)  
注：具体防护当量以环评报告为准。

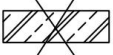
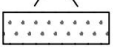
核素暂存间平面图1:50



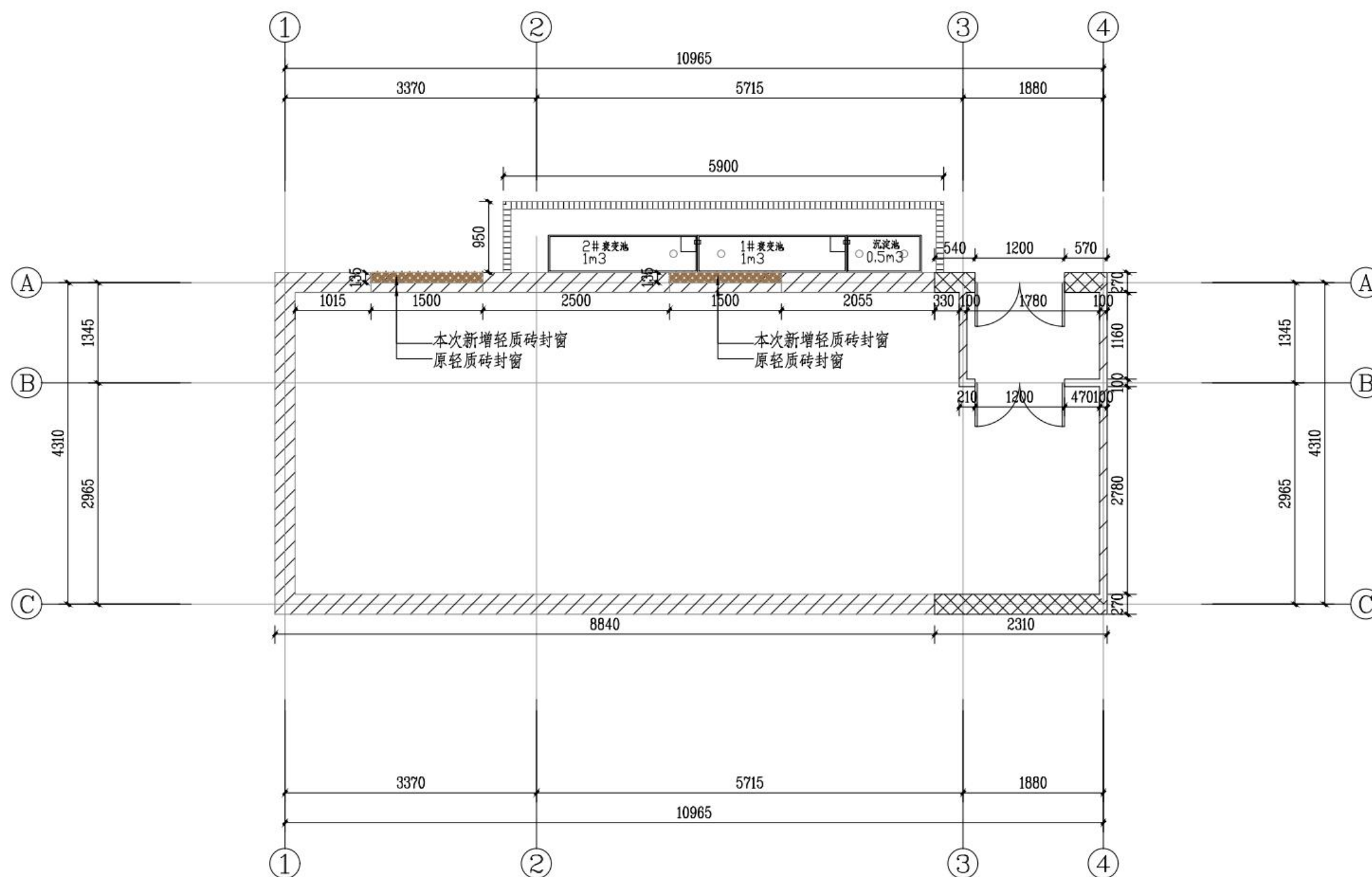
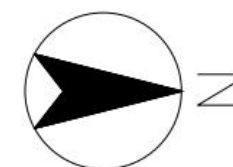
附图 4：本项目新建、拆除图



图例说明：

-  墙体拆除
-  拆除原有石膏板装饰顶面

核素暂存间墙体拆除图 1:50



核素暂存间新建墙体图1:50

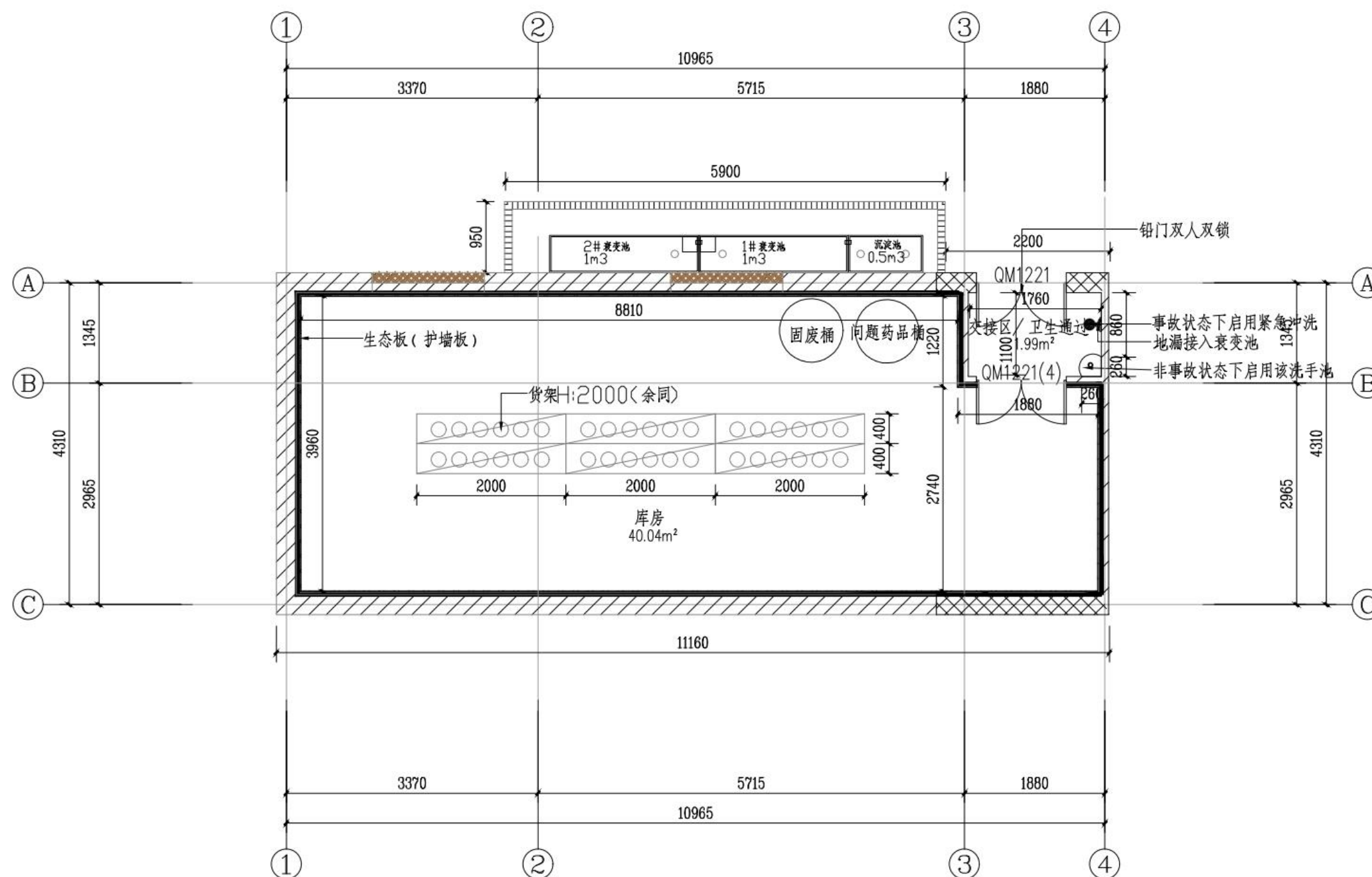
图例说明:

- 原有轻质砖墙体厚度270mm
- 新建衰变池维护结构60mm实心红砖墙, H:1300mm
- 新建270mm实心红砖砌筑, H:3000mm
- 新建100mm实心红砖砌筑, H:3000mm
- 本次新增轻质砖封窗

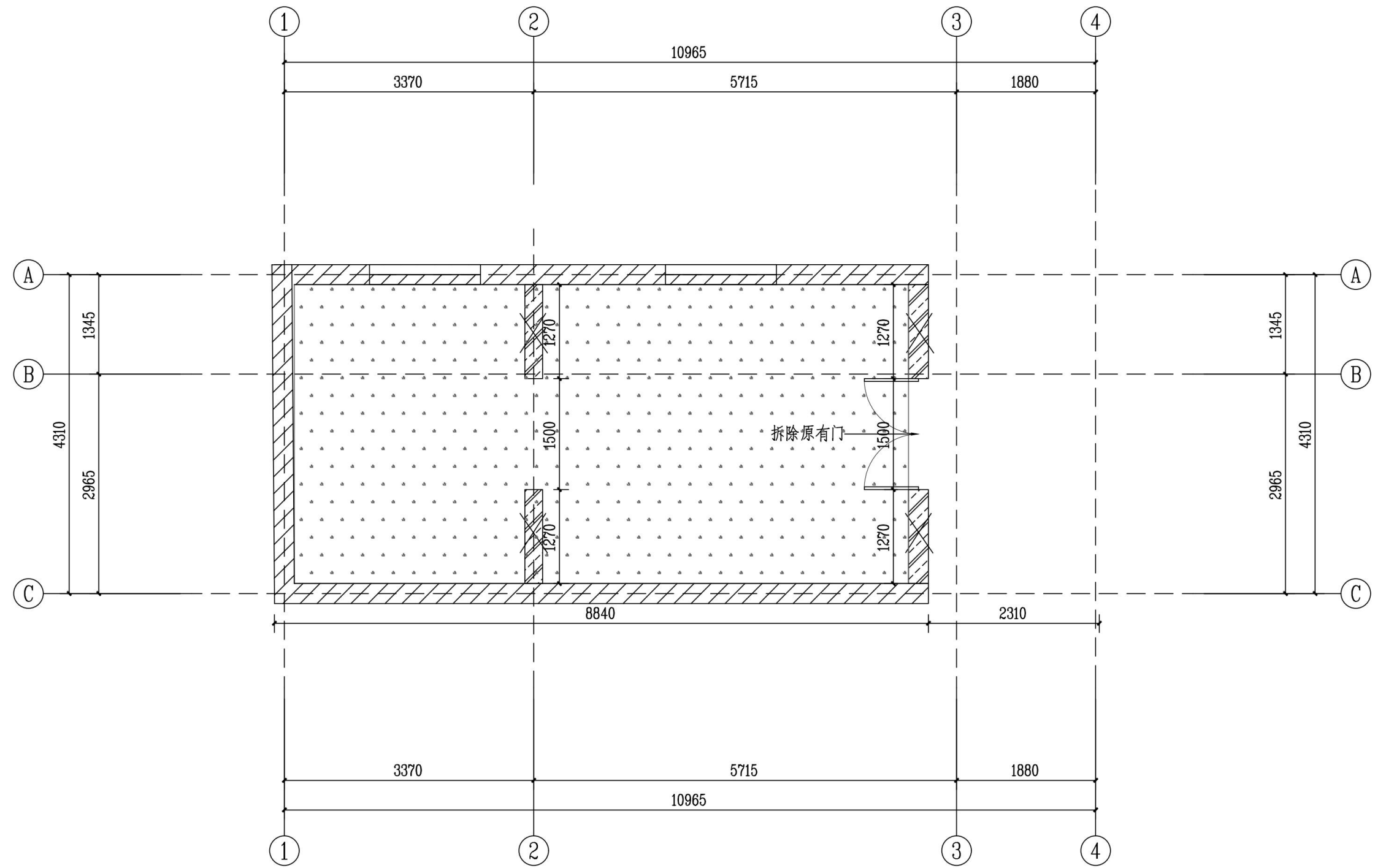
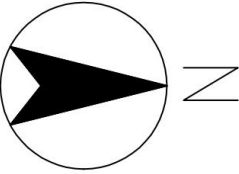
### 附图 5：施工说明图

## 装饰设计说明

[illegible]



核素暂存间平面图1:50

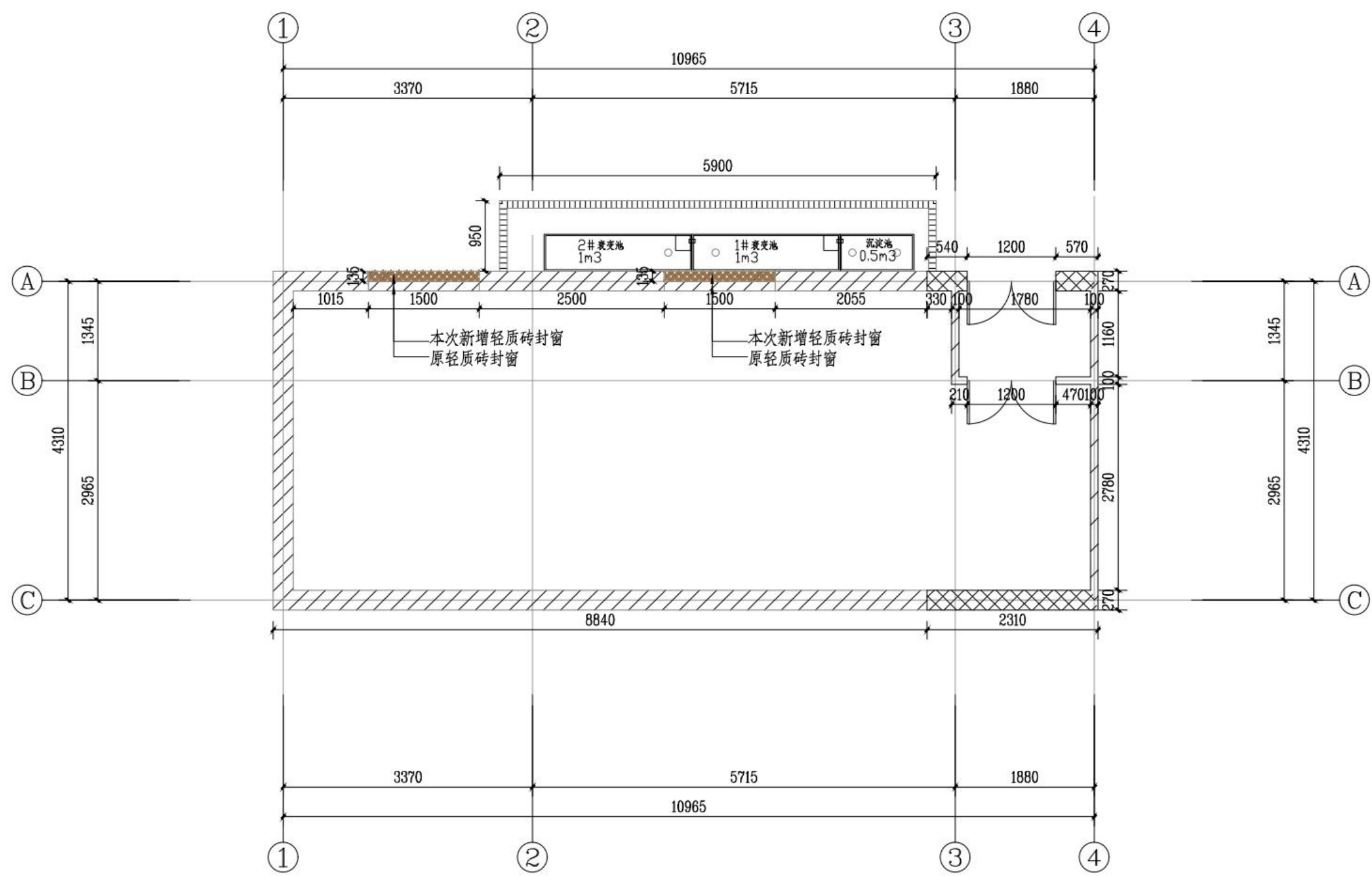
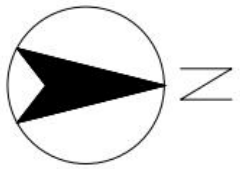


核素暂存间墙体拆除图1: 50

图例说明:





- 墙体拆除
- 拆除原有石膏板装饰顶面

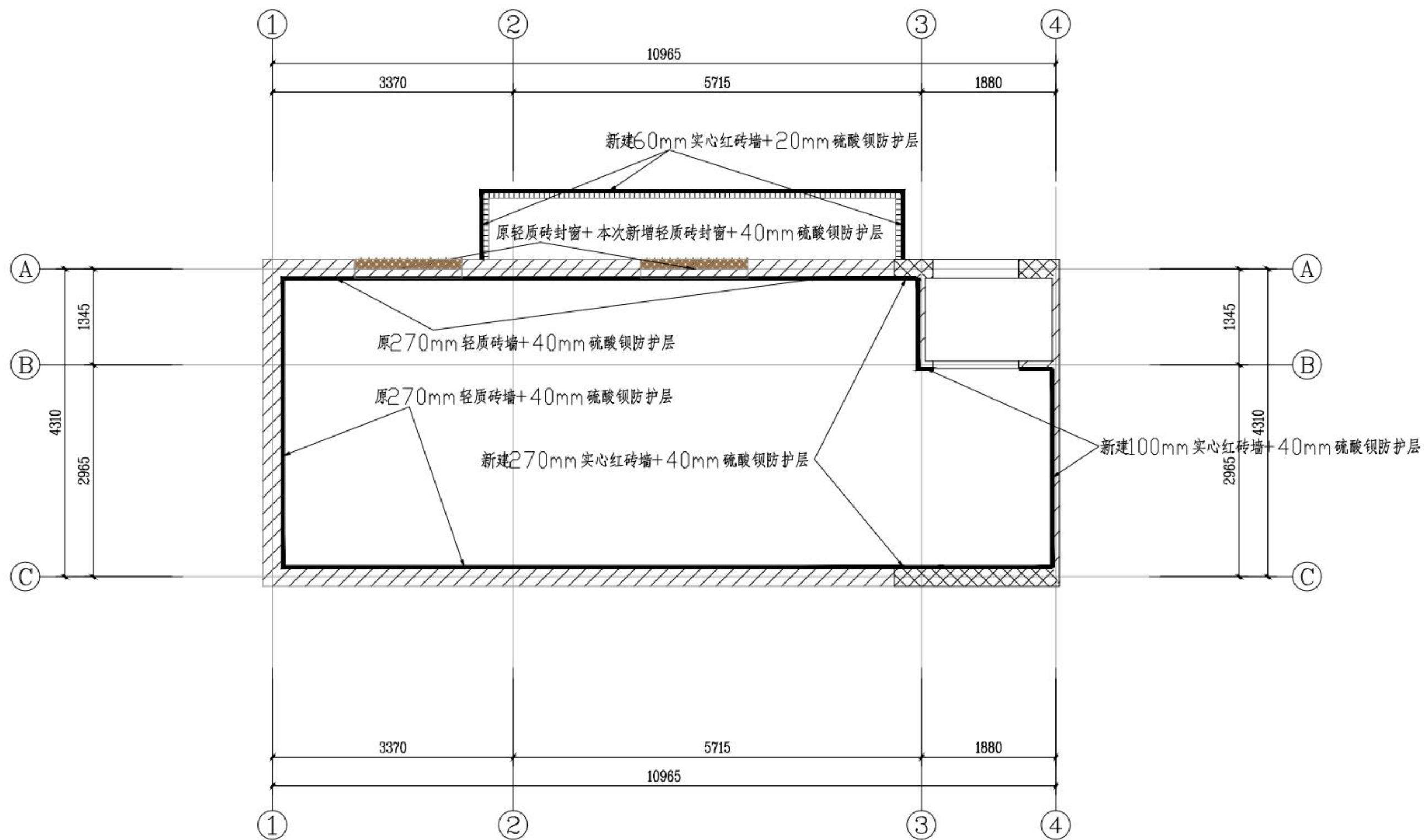




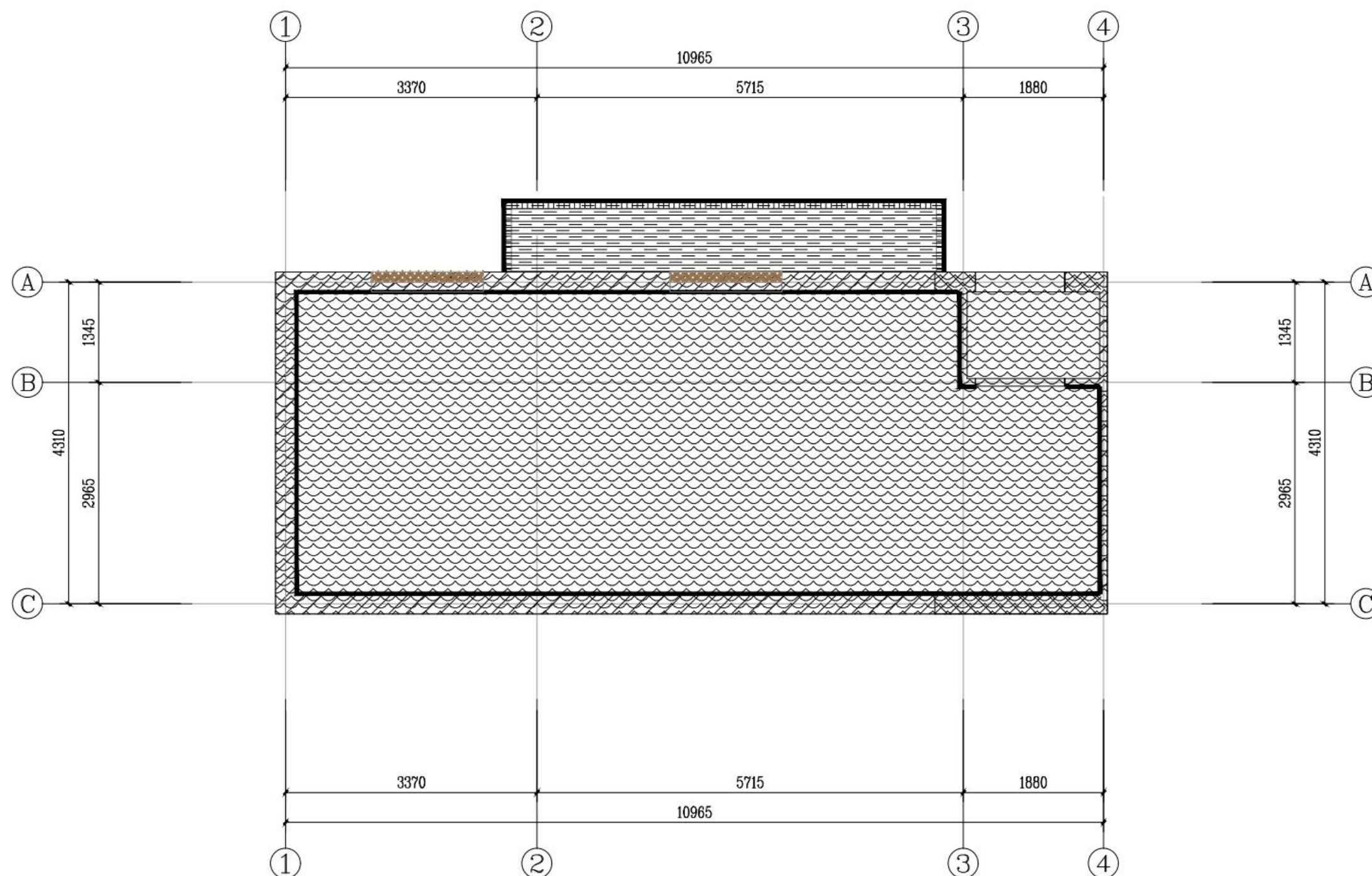
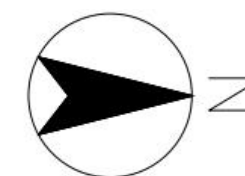
核素暂存间新建墙体图1:50

图例说明:



-  原有轻质砖墙体厚度270mm
-  新建衰变池维护结构60mm实心红砖墙, H:1300mm
-  新建270mm实心红砖砌筑, H:3000mm
-  新建100mm实心红砖砌筑, H:3000mm
-  本次新增轻质砖封窗



核素暂存间墙面防护图1:50

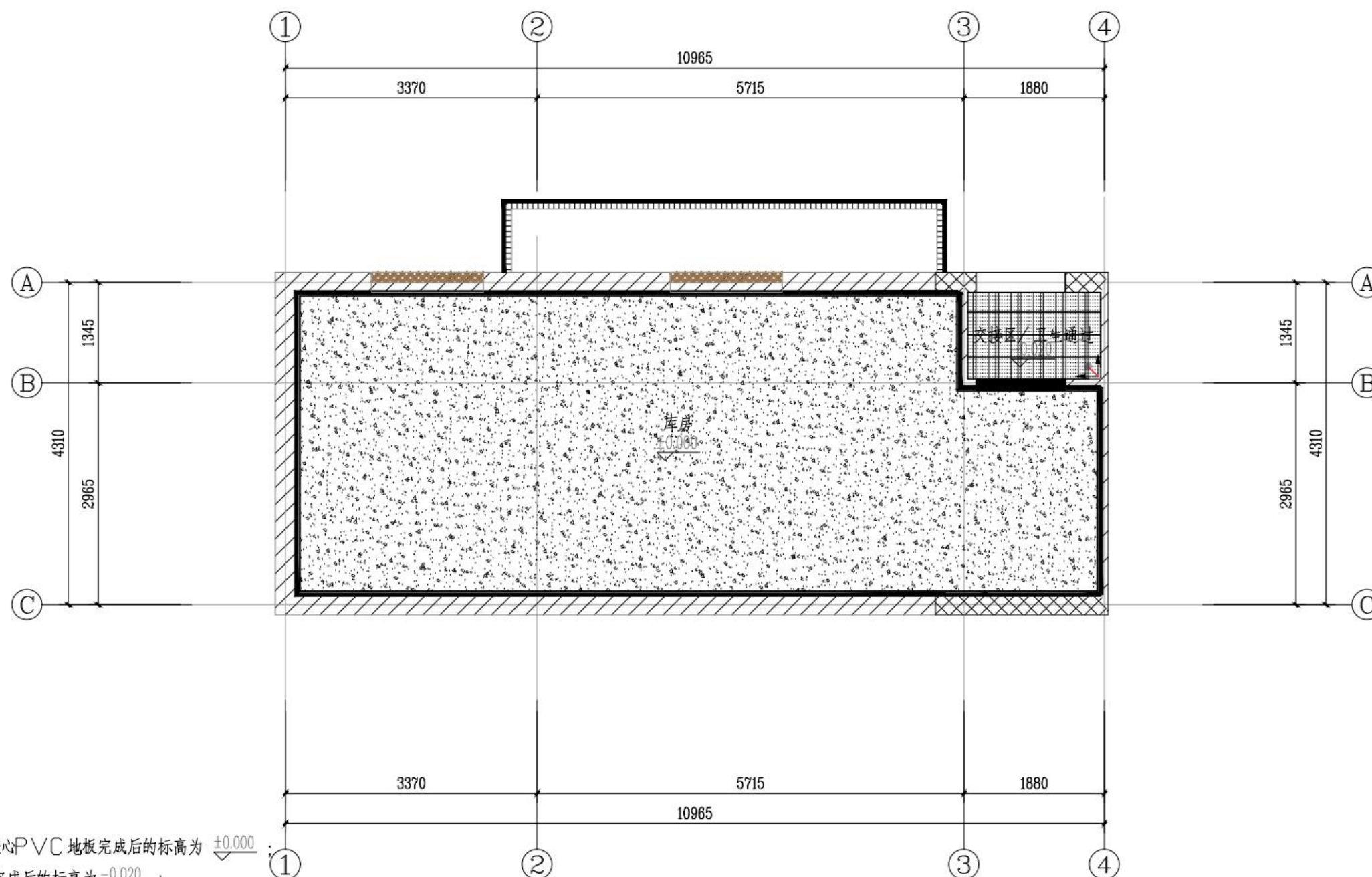
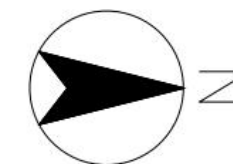


图例说明:


-  顶面采用钢板结构+20mm水泥砂浆垫层+20mm硫酸钡防护+20mm水泥砂浆保护层
-  顶面采用钢板结构+20mm水泥砂浆垫层+40mm硫酸钡防护+20mm水泥砂浆保护层

核素暂存间顶面防护图1:50



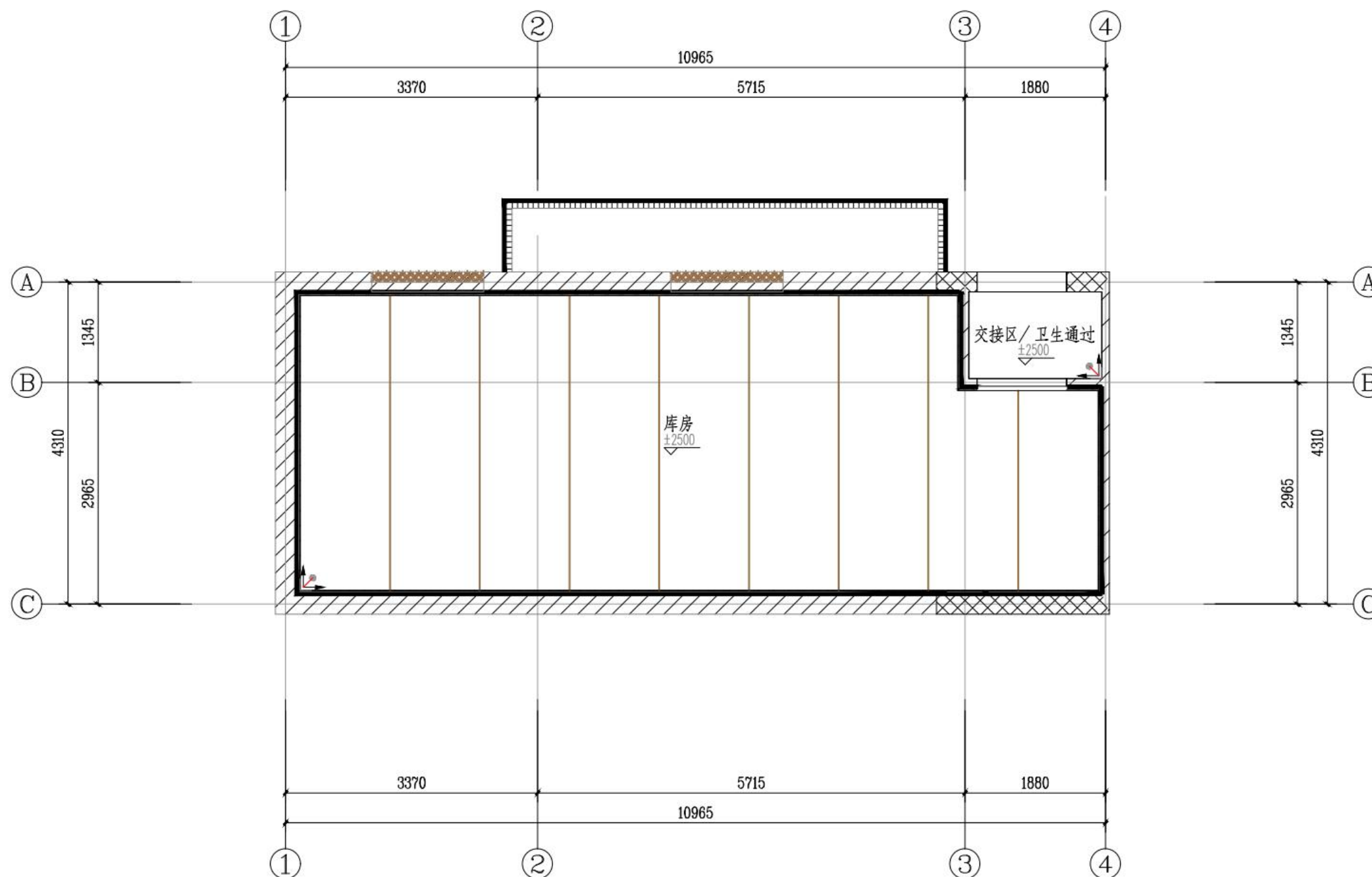
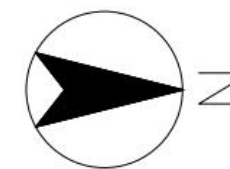


说明:





1. 以本层2mm同质透心PVC地板完成后的标高为  $\pm 0.000$  ;
2. 防滑地砖防水楼面完成后的标高为  $-0.020$  ;
3. 凡铺防滑地砖处, 房间门口设一大理石分隔条;
4. 同质透心塑胶地板其颜色及图案样式均需送样确认后, 方可施工;
5. 铺设地板时, 如遇结构缝, 应按规范要求, 在结构缝处切断。
6. 门洞材质同地面。
7. 地面材料填充说明:
8.  起铺点(圆点为起铺位)

- |   |                  |   |     |
|---|------------------|---|-----|
|  | 2mm 同质透心PVC 塑料地板 |  | 门槛石 |
|  | 300*300 防滑地砖     |   |     |

核素暂存间地面材质图1:50



说明:

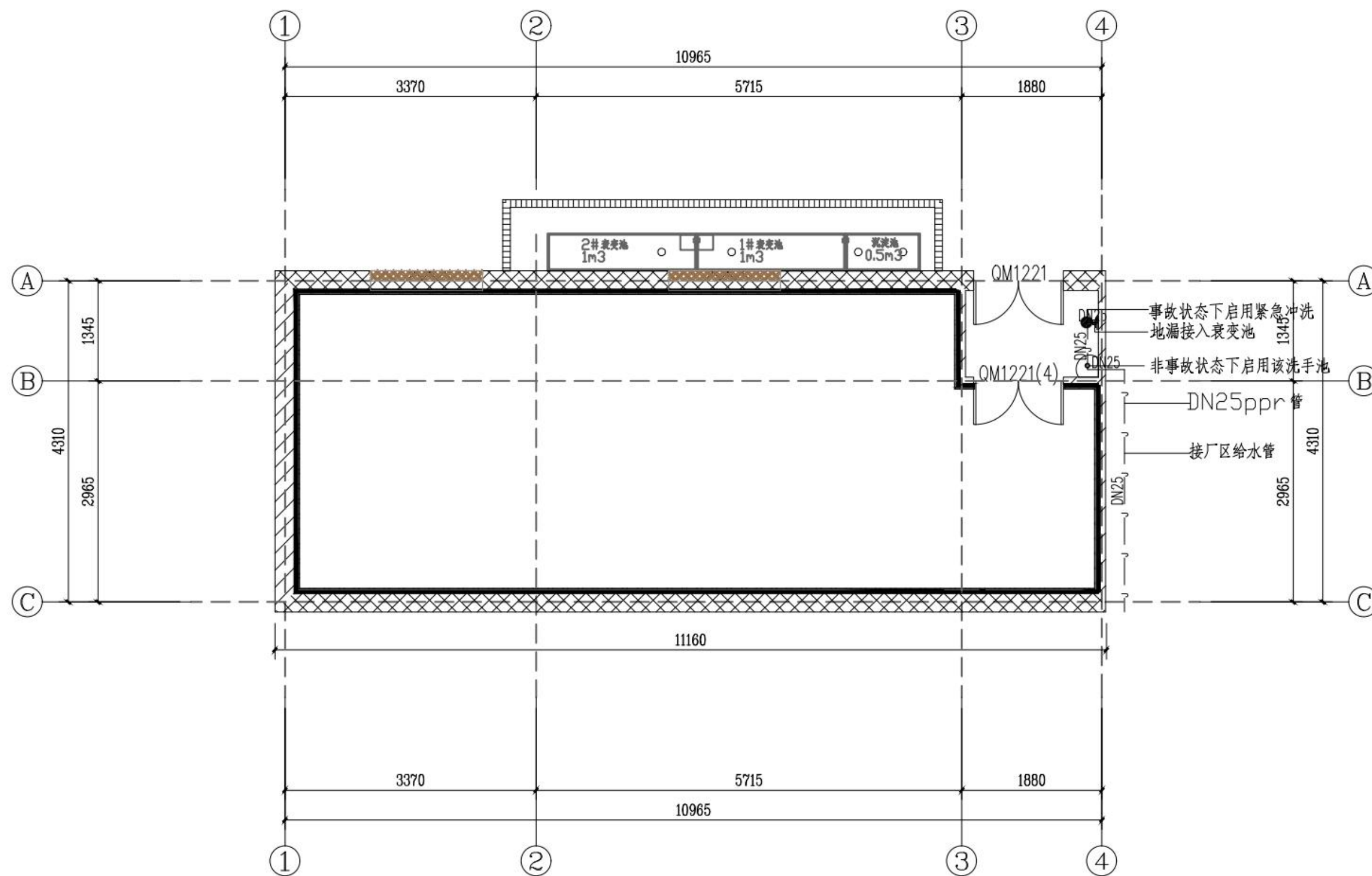
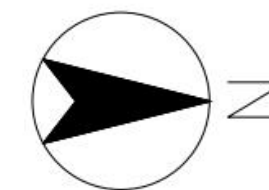
1. 天花  为系统轻钢龙骨+9mm防火板+9mm护墙板
2. 天花  为轻钢龙骨系统300\*300铝扣板吊顶。
3. 灯盘和风口的位置除特别标注外,均居板中或板边布置。
4. 天花施工时,如遇结构缝,应按规范要求,在结构缝处切断。
5. 图中检修口  的位置仅为示意,实际位置按现场需求调整。
6.  起铺点(圆点为起铺位)

核素暂存间顶面材质图1:50

附图 6：衰变池图纸

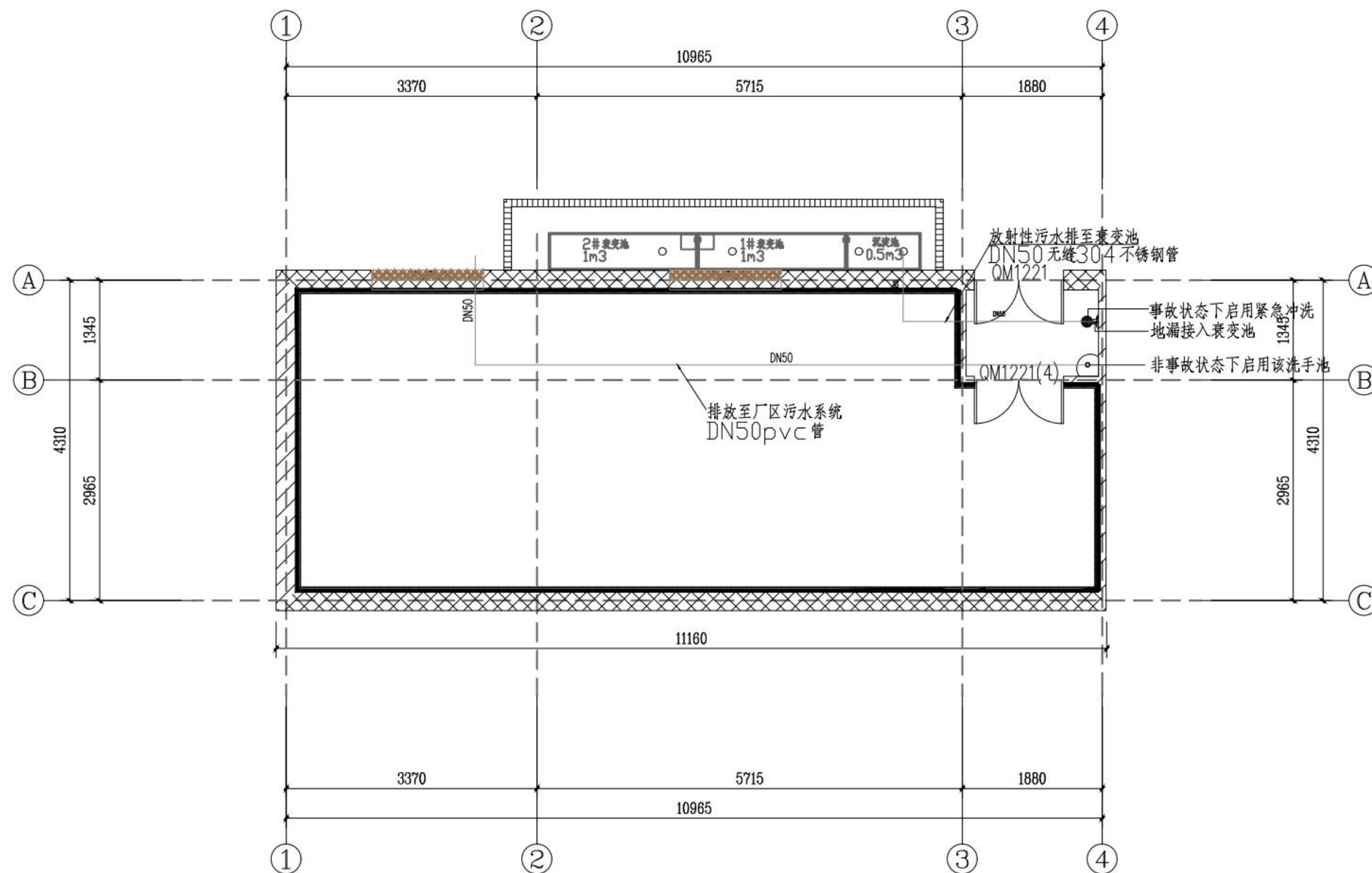
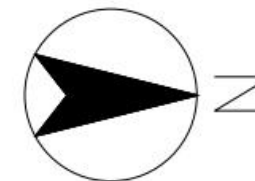
给排水设计说明

1.工程概况	5、一号水箱核废水衰变期满后从取样口取样检测核废水的衰变情况是否符合排放要求，当符合排放要求
1.1 本工程为华润湖南瑞格医药核素暂存间建设项目,位于湖南省长沙市岳麓区麓谷大道 698 号。	时开启一号水箱排水阀门，将衰变达标的废水排至厂区污水处理系统。
1.2 具体工程内容如下: 一层核素库房：共设置1 间库房、1 间交接区/ 卫生通过。	6、当二号水箱液面达到设定液位时，关闭二号水箱进水阀，二号水箱中的废水进入衰变期，一号水箱的进水阀门开启， 污水进入一号水箱。
	7、二号水箱核废水衰变期满后从取样口取样检测核废水的衰变情况是否符合排放要求，当符合排放要求
	时开启二号水箱排水阀门，将衰变达标的废水排至厂区污水处理系统。
2.设计依据	8、衰变池系统由1#、2#水槽交替使用。
2.1《 建筑给排水与节水通用规范》GB 55020-2021	
2.2《 建筑给水排水设计标准》GB50015-2019	
2.3《 核医学放射防护要求》GBZ 120-2020	
2.4《 核医学辐射防护与安全要求》 HJ1188-2021	
3.设计范围	
3.1 核素暂存间给水系统、排水系统、衰变池系统。	
4. 给水管	
管材执行标准《 钢塑复合压力管》CJ/T183-2008 及《 钢塑复合压力管用双热熔管件》CJ/T237-2006 生活供水管道及配件工作压力为1.60MPa 。核素暂存间给水管道采用DN25PPR 塑料管，热熔连接。	
5. 排水管道	
核素暂存间设置2 套排水系统：放射性核废水和非放射性废水	
非放射性废水采用DN50pvc 管排放，排放到厂区污水系统。	
放射性核废水管道采用DN50 无缝304 不锈钢管排放，核废水先排入衰变池，衰变达标后排入	
厂区污水系统。	
非事故状态下严禁用水冲洗地面，以免非放射性废水由地漏进入衰变池。	
6. 衰变池原理说明	
1、系统为槽式放射性废液衰变池，采用304不锈钢箱体作为专用容器，箱体内部做不锈钢加强支撑筋，详见图纸。	
2、衰变池由3 个池体组成，1# 池体、2# 池体和一个沉淀池，1#、2# 池体设计容积为1m <sup>3</sup> ，沉淀池有效容积为0.5m <sup>3</sup>	
3、二个箱体交替使用，放射性污水从沉淀池首先进入一号水箱，此时，另一个水箱（二号水箱）进水口和出水口全部处于关闭状态。	
4、当一号水箱液面达到设定液位时，关闭一号水箱进水阀，一号水箱中的废水进入衰变期，二号水箱的进水阀门开启，污水进入二号水箱。	

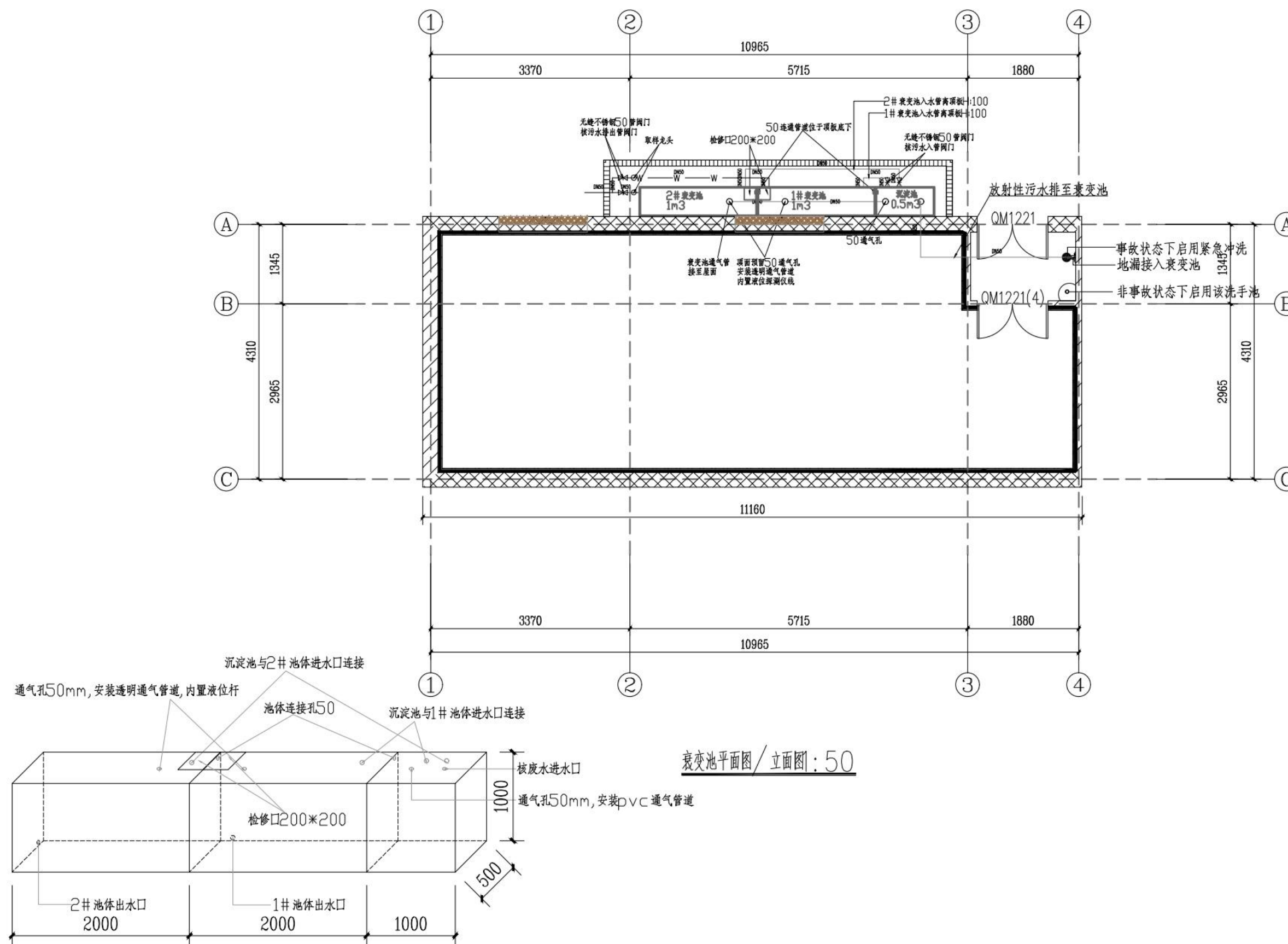
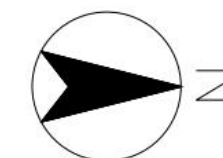


核素暂存间给水平面图 1:50





核素暂存间排水平面图1:50



附图 7: 通风管道图

## 排风补风设计说明

## 1. 工程概况

1.1 本工程为华润湖南瑞格医药核素暂存间建设项目，位于湖南省长沙市岳麓区麓谷大道 698 号。

1.2 具体工程内容如下:

一层核素库房：共设置1间库房、1间交接区/卫生通过。

## 2. 设计依据

《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012

《核医学辐射防护与安全要求》HJ1188-2021

《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020

### 3. 设计范围

### 3.1 核素暂存间送风系统、排风系统。

#### 4. 废气

韧致辐射及伽马射线与空气作用,产生少量的臭氧和氮氧化物等废气,经工作场所自然通风排放。

本项目正常工况下不产生放射性废气。

放射性核素货包发生泄漏、洒落事故时，会产生少量的放射性气溶胶废气。

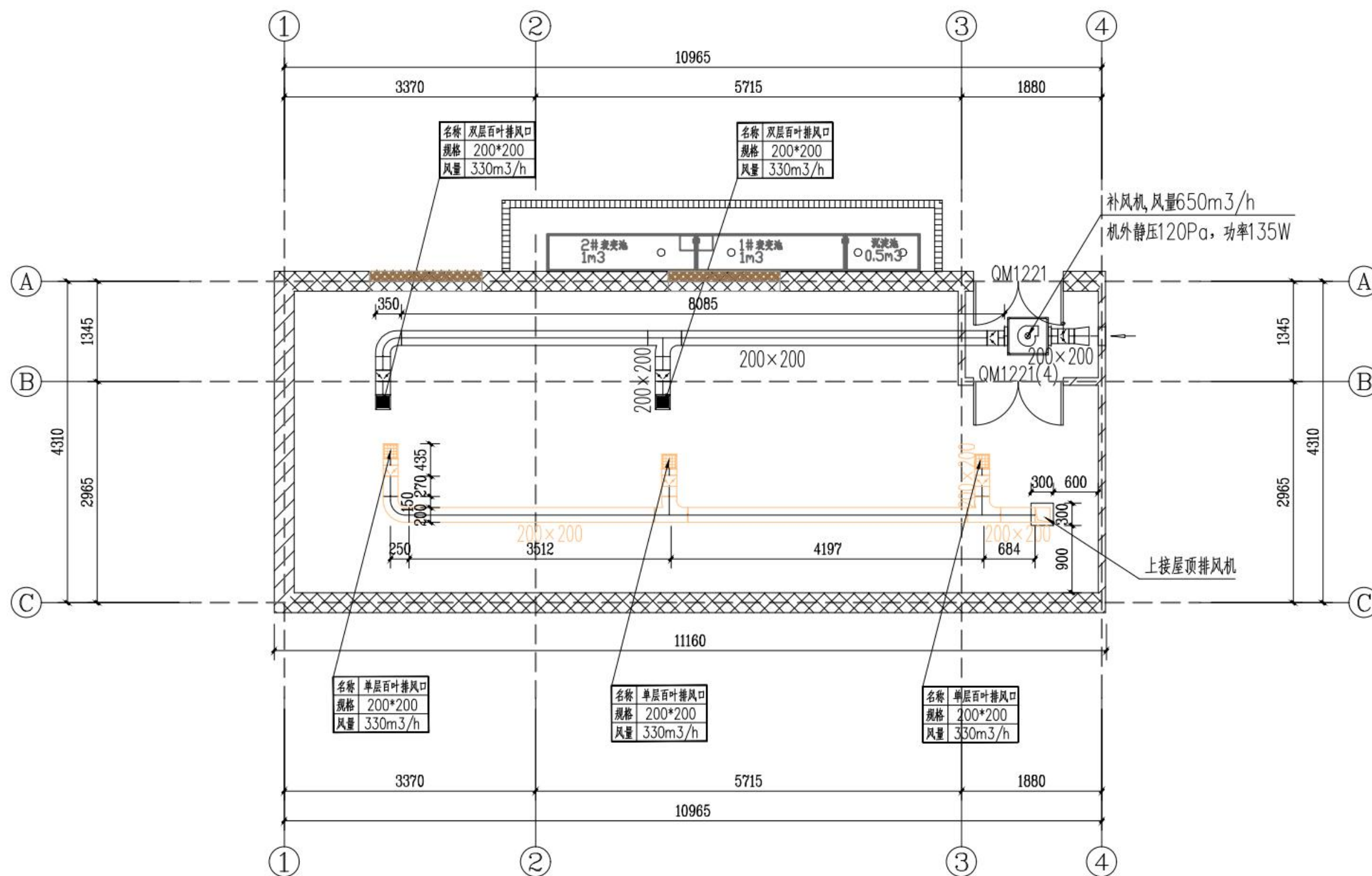
暂存库排风系统末端设置活性炭吸附装置，废气经活性炭吸附后于楼顶排放。

## 5. 送风、排风系统

5.1 本项目设置一套独立的送风( $Q=650\text{M}^3/\text{H}$ )、排风( $Q=1000\text{M}^3/\text{H}$ )，在暂存室库房、交接区/卫生通过等设置排风口，由排风机( $Q=1000\text{M}^3/\text{H}$ )抽至暂存库楼顶，经活性炭处理后排放，使库房处于微负压状态。

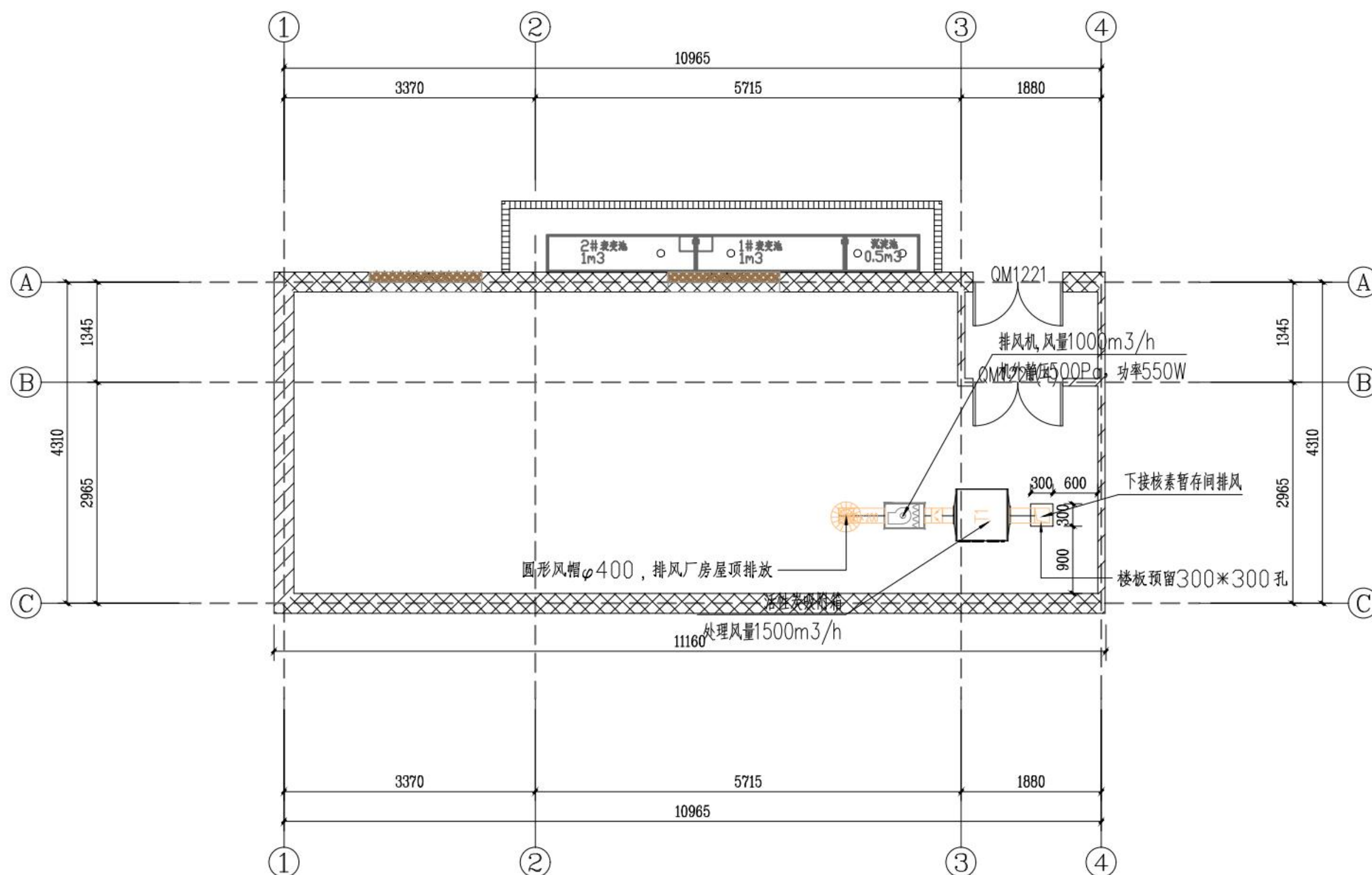
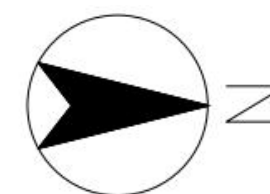
5.2 本项目暂存库体积(含登记室、卫生污洗间)为110m<sup>3</sup>,则暂存库每小时空气换次数为9次,可满足通风换气要求,可以保证暂存库内外空气要换的要求。

5.3 本项目排风系统应设置止回阀，风机运转时阀门开启，气流顺利通过，风机停转时阀门关闭，防止气流倒转。



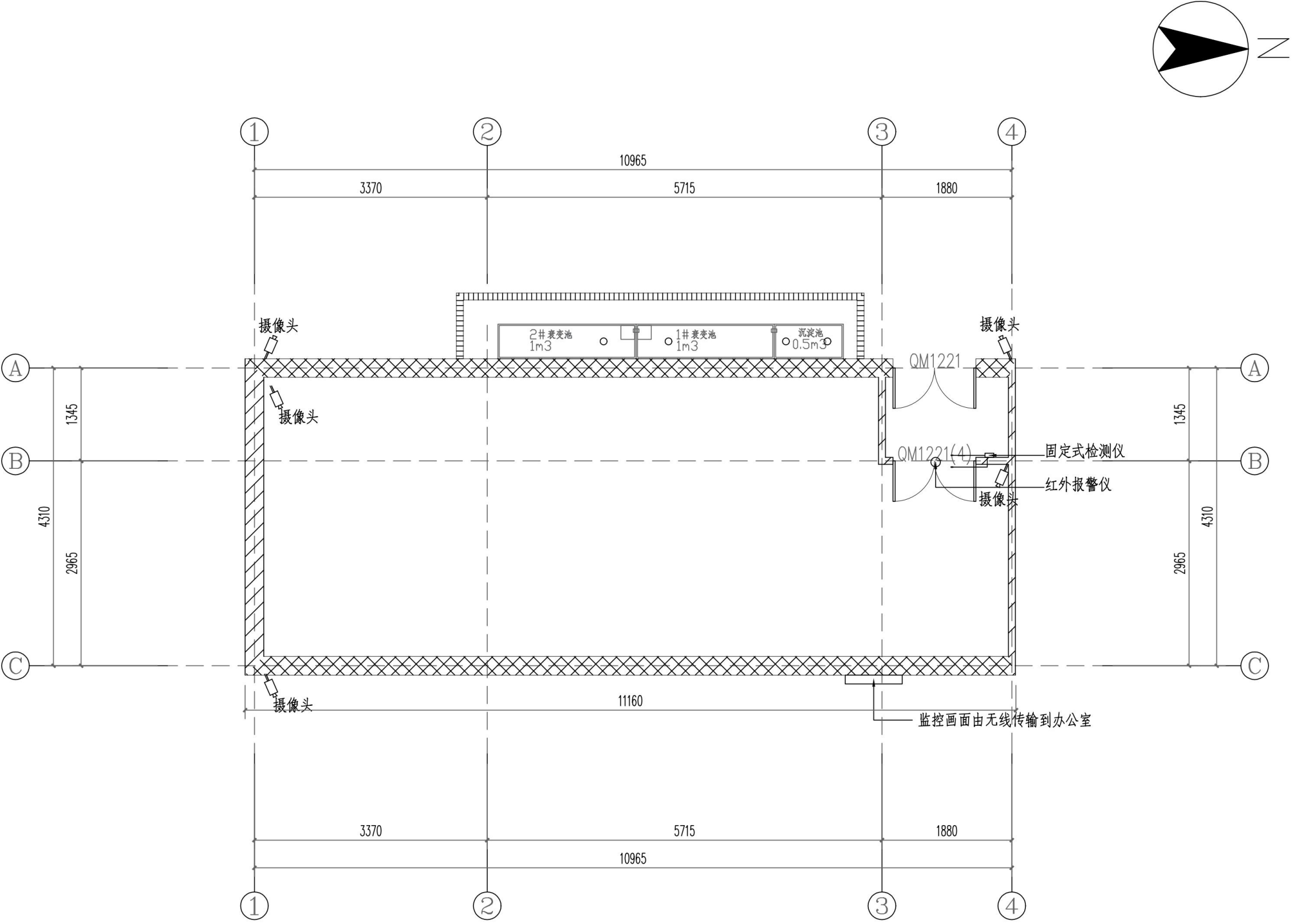
核素暂存间排风、新风图 1:50





核素暂存间屋顶排风图 1:50

附图 8：辐射安全防护设施图



核素暂存间辐射安全防护设施图：50

## 附件 1：委托书

### 委托书

湖南贝可辐射环境科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》和相关法律法规的要求，委托贵环评单位承担华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库建设项目环境影响评价工作，按照有关规定及合同要求编制环境影响报告表。

特此委托！

华润湖南瑞格医药有限公司

2024年12月19日



附件 2：辐射安全与防护工作小组



普通  
普通

# 华润湖南瑞格医药有限公司

华润湖南瑞格医药通（2024）32 号

## 华润湖南瑞格医药有限公司 关于调整特殊管理药品、专管药品管理小组等六个小组 成员的通知

各部门：

根据华润湖南瑞格医药工作需要及人员变动情况，对特殊  
管理药品、专管药品管理小组等六个小组成员作如下调整：

华润医药商业集团有限公司  
China Resources Pharmaceutical  
commercial Group Co., Ltd.

北京市东城区安定门内大街 257 号  
No.257, Andingmennei Street, Dongcheng District, Beijing  
电话 T+86 010 84745555



## (二) 具体操作人员

二、冷链药品管理小组

### 二、冷链药品管理小组

如 上 添 补 替

华润湖南瑞格医药有限公司  
China Resources Hunan Ruige  
Pharmaceutical Co., Ltd.

湖南省长沙市岳麓区金星北路一段 22 号  
No.22 North Jinxing Road,Yuelu District,Changsha City,Hunan Province  
电话 T+86 0731-84460688



### 三、药品采购质量评审工作小组

组长：王 强

副组长：李 明

成员：张 伟、赵 磊、孙 磊

### 四、医药储备工作小组

组长：王 强

副组长：李 明

成员：张 伟、赵 磊、孙 磊

华润湖南瑞格医药有限公司  
China Resources Hunan Ruige  
Pharmaceutical Co., Ltd.

湖南省长沙市岳麓区金星北路一段 22 号  
No.22 North Jinxing Road,Yuelu District,Changsha City,Hunan Province  
电话 T+86 0731-84460688



## 五、ISO 管理体系工作小组

## 六、辐射安全与防护工作小组

华润湖南瑞格医药有限公司

2024 年 7 月 19 日

(联系人：李翔翔，联系方式：13975806401)

华润湖南瑞格医药有限公司  
China Resources Hunan Ruige  
Pharmaceutical Co., Ltd.

湖南省长沙市岳麓区金星北路一段 22 号  
No.22 North Jinxing Road, Yuelu District, Changsha City, Hunan Province  
电话 T+86 0731-84460688

## 附件 3：相关制度

### 辐射防护和安全保卫制度

1. 建立辐射防护和安全保卫制度，保障放射工作人员和公众及其后代的健康与安全，并提高放射防护措施的效益。
2. 始终优先考虑辐射实践的正当性，辐射防护的最优化，将辐射工作人员与公众所受的辐射剂量控制在合理的、可接受的最低水平。
3. 对所有的辐射工作人员必须进行有效的辐射防护与安全教育与培训。
4. 辐射工作人员必须严格遵守安全操作规程，防止误操作，杜绝事故的发生。
5. 辐射工作场所必须设置防护设施，在醒目位置设置辐射防护警示牌、报警装置等。
6. 加强对辐射工作场所的安全保卫工作，做到每天 24 小时有人值守。
7. 一经发现辐射事故时，当事人应立即报告单位领导，单位领导应及时报告环保与公安等部门，同时启动本单位的辐射事故应急措施，将辐射危害降到最低限度。

华润湖南瑞格医药有限公司

2024 年 12 月 19 日





## 辐射工作人员岗位职责

- 1.从事辐射工作的人员必须严格遵守并执行《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》。
- 2.从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，并且通过职业健康体检后方可上岗。
- 3.上岗时必须佩带热释光个人剂量仪。
- 4.定期检查辐射工作场所的安全防护设施，及时发现问题并解决。周围环境巡查时必须佩带个人剂量报警仪。不得在没有启动安全防护装置的情况下强制进行辐射工作，以防止辐射照射事故的发生；
- 5.从事辐射工作的人员，要严格按照操作规程和规章制度，杜绝非法操作。
- 6.建立放射性同位素台帐。
- 7.时常保持岗位环境整洁干净。
- 8.发生辐射事故，立即报告辐射安全与防护工作领导小组和有关部门，采取有效措施，不得拖延或者隐瞒不报。



华润湖南瑞格医药有限公司

2024 年 12 月 19 日

## 辐射工作人员培训计划

为了贯彻执行《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国职业病防治法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规，不断完善辐射相关人员的辐射防护和相关法律法规的知识结构，保障辐射工作人员、公众的身心健康，特制定本培训考核计划：

### 一、培训对象

辐射工作人员和负责辐射安全和防护的相关管理人员。

### 二、培训原则

线上学习与线下培训相结合、自行学习与全员培训相结合及理论培训与实际操作相结合的原则。

### 三、培训目的

通过培训提高专业人员的辐射安全综合素质，尤其是安全与防护专业素质，不断完善知识结构，保障辐射工作人员、公众的身心健康。

### 四、培训内容

按辐射安全和辐射防护专业要求，结合工作实际，重点学习《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国职业病防治法》、《放射性污染事件管理规定》、《辐射安全工作培训手册》等法律法规、专业防护知识和技能。

### 五、组织管理

辐射安全与防护工作小组负责单位辐射安全和防护专业知识培训考核工作。



## 六、培训方法

1.以线上为主、结合各专业的特点，开展部门范围内的学习讨论等形式，并将培训纳入在职继续教育的管理考核中。

2.线上学习网址：国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）。

## 七、考核方法

本单位辐射工作人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习考核。

华润湖南瑞格医药有限公司

2024年12月19日



# 华润湖南瑞格医药有限公司非密封放射性物质暂存库管理细则

## 1. 定义与缩略语

放射性核素货包：本细则中是指本公司有销售资质的放射性核素专用容器及包装。

辐射防护事件：指放射性核素货包因人过错或者设备缺陷，造成的放射性核素泄露、洒落等。

辐射工作人员：是指在辐射工作单位从事辐射职业活动中受到电离辐射照射的人员。

## 2. 目的

为了加强暂存库的管理，保障辐射相关人员的职业健康和安全，保护环境，制定本细则。

## 3. 适用范围

本细则适用于在暂存库暂存放射性核素货包的单位和个人。

## 4. 参考文件

《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 第 449 号）

《放射工作人员职业健康管理办法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号）

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》

## 5. 职责

### 5.1 华润湖南瑞格医药有限公司



负责暂存库放射性核素货包的统一管理,根据国家和地方管理当局的要求,组织放射性核素货包的定期盘点和登记工作,确保暂存库的安全;负责组织进行暂存库管理状况年度评估,并按期提交报告;建立本单位所有辐射工作人员辐射安全培训档案、个人剂量档案及健康档案;负责应急响应。

## 5.2 放射性核素货包送源人员/厂商

负责按照管理细则向暂存库管理方提交放射性核素货包出入库的手续;放射性核素货包运输人员对放射性核素货包转移过程中的运输、临时保管等工作负全部责任。

## 6. 规定

### 6.1 管理

#### (1) 放射性核素货包入库

公司根据客户订单从生产商采购非密封放射性物质货包。针对部分未能直接运输到使用方的非密封放射性物质货包,公司销售人员申请在本项目暂存库进行贮存:

①货包运输人员提前填写货包入库申请,经本项目负责人批准后交由暂存库工作人员,暂存库工作人员与货包运输人员确认货包到达时间,根据暂存库的实际情况,提前安排好货包的存放位置。

②货包运输人员负责将放射性货包由生产商运送至本项目暂存库门口后,由暂存库工作人员先进行货包完整性检查,若货包不完整,则不进行入库流程。暂存库工作人员和货包运输人员共同清点核对暂存的货包,完整的货包由货包运输人员人工将货包卸车至手推车上,



由本项目暂存库工作人员在交接区/卫生通过间对货包表面进行X-γ辐射剂量率水平和表面污染水平进行检测确认后，确保货包是否满足要求，并进行记录。对于核对无误且监测合格的货包，暂存库工作人员将货包转运至暂存库内指定位置上，完成入库。监测不合格的进行擦拭去污，去污达标后再转运至暂存库内进行暂存，去污后仍不达标的不予入库。

③入库完成，暂存库工作人员和运输人员分别按照要求填写《放射性核素货包出入库登记表》。

#### (2) 放射性核素货包暂存

暂存期间，工作人员采用双人双锁对暂存库进行管理且对库房监控进行不定时查看，避免出现丢失、被盗等事故。暂存期间，不进行拆包作业。

#### (3) 放射性核素货包出库

①公司销售人员与使用方确定时间后，提前填写货包出库申请，交由公司主管人员审核签字。

②审核完成以后，公司销售人员联系货包运输人员到暂存库领取货包。货包运输人员领取货包时需出示出库申请等信息。

③暂存库工作人员核对出库申请表，并在《放射性核素货包出入库登记表》上进行登记。

④出库前，暂存库工作人员进入暂存库将货包搬运至手推车上，之后运至暂存库的交接区/卫生通过间，在交接区/卫生通过间对货包表面进行剂量率监测，确认放射性货包是否完好无损、辐射水平是否



在正常范围内，并进行记录。检测合格的用手推车运至室外货包运输车旁，由货包运输人员人工将货包装车并运至使用单位；不合格的放回不合格区，退回厂家。

⑤暂存库工作人员和运输人员分别在台账上签字后，方可将货包取走。货包出库后，货包的运送管理等均由运输人员负责。送源人员按照申请表核准时间，将货包按时运出企业，并妥善保管。

暂存库工作人员在完成货包入库、出库过程中，需随身佩戴个人剂量计和报警仪。

## 6.2 日常检查与年度评估

### (1) 日常检查

每天开展一次暂存库日常巡检，发现安全隐患的，立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业并报告生态环境主管部门，经主管部门核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

(2) 组织进行暂存库的管理状况年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告

## 7. 附件

放射性核素货包出入库登记表

放射性核素货包入库申请表

放射性核素货包出库申请表



华润湖南瑞格医药有限公司

2024年12月19日





放射性核素货包入库申请表

申请单位															
预计进入时间															
承运单位				拥有单位											
暂存库申请存放位置															
申请单位填写												暂存库运维单位填写			
序号	核素名称	活度	货包等级	货包编号	外包装表面 沾污 Bq/cm <sup>2</sup>	货包表面剂 量率 $\mu$ Sv/h	外包装表面 沾污 Bq/cm <sup>2</sup>	货包表面剂 量率 $\mu$ Sv/h	备注						
运输负责人说明、签字、日期															
暂存库负责人说明、签字、日期															

放射性核素货包出库申请表

申请单位			日期	
存放位置				
序号	核素	货包编号	存放位置	活度
预计出库时间				
申请单位领导签字、日期、电话				
领源单位领导签字、日期、电话				
备注	运输路线 运输车辆			

## 华润湖南瑞格医药有限公司放射性沾污现场处置方案

### 1.事故风险分析

公司非密封放射性物质暂存库正常情况下不会有放射性物质的泄露、洒落等。但如操作不当，放射性物质在暂存、转移过程中不慎跌落，通过气体、液体等载体转移到环境介质，造成环境污染，对人员或环境产生影响，还可造成社会影响。

### 2.应急处置程序

公司各涉及部门应采取有效措施保证放射性物质操作的安全，包括：规范放射性货包的转移、存放过程等。一旦发生放射源污染事故，应按以下流程启动应急预案：

- (1) 接警
- (2) 判定响应级别
- (3) 应急启动
- (4) 现场警戒与放射性沾污去污
- (5) 扩大应急
- (6) 应急终止
- (7) 后期处置

### 3.应急处置要点

(1) 事故发生，当事人应立即通知应急办公室，通知时应说明放射性核素活度、污染范围描述等基本信息，并做好现场隔离与保护措施，等待领导小组进一步指示；

(2) 办公室接警后，应立即通知辐射安全与防护工作小组组长，组长做出启动应急响应级别判断，办公室组织应急人员就位；



(3) 到现场后，疏散无关人员，拉警戒线，进行警戒巡逻；

(4) 放射性沾污仅涉及在厂界范围内，由监测人员使用合适的仪表测量辐射水平及污染状况，确定人的可达性、确定去污方案，准备去污物质，监测人员划定污染范围，指导去污人员进行去污；

(5) 放射性沾污涉及园区时，辐射安全与防护工作小组应立即通知园区请求配合，由监测人员使用合适的仪表测量辐射水平及污染状况，确定人的可达性、确定去污方案，准备去污物质，监测人员划定污染范围，指导去污人员进行去污；

(6) 放射性沾污扩散出园区，辐射安全与防护工作小组应在两小时内通知生态环境部门、公安等相关部门，按照主管部门应急预案执行，公司组织配合。

#### 4. 注意事项

(1) 参与应急处置的人员在操作前首先应佩戴个人防护用具，使用恰当的屏蔽设备。

(2) 应急应以保证人员安全 and 健康为前提。

(3) 应急处置应服从命令，听指挥。禁止擅自行动。

#### 5. 附则

(1) 本方案由华润湖南瑞格医药有限公司负责修订和解释。

(2) 本方案自发布之日起施行。

华润湖南瑞格医药有限公司

2024 年 12 月 19 日



## 监测方案

为加强对放射源管理与辐射工作人员健康管理,控制放射源的照射,规范放射工作防护管理,保障相关员工健康和环境安全,根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求,结合我单位实际,特制定本方案。

### 一、个人剂量监测

1.单位辐射环境监测工作由辐射安全与防护工作小组(以下简称工作小组)组织实施,负责联系有剂量监测资质的机构对我单位参与放射源管理人员进行个人剂量监测。

2.个人剂量监测期内,个人剂量计每三个月检测一次,佩戴周期第三个月份的月底各部门收齐本部门辐射工作人员的个人剂量计后交至工作小组更换佩戴个人剂量计,工作小组统一将个人剂量计送至有资质机构检测并领取新的个人剂量计。

3.剂量监测结果一般每季度由工作小组向各有关部门通报一次;当次剂量监测结果如有异常,通知具体辐射工作人员及部门分管领导。

4.工作小组负责建立我单位辐射工作人员的个人剂量档案。

### 二、辐射工作人员健康检查

工作小组联系有辐射人员体检资质的医院,组织相关辐射工作人员每两年进行一次健康检查,并建立健康档案。未经体检和体检不合格者,不得从事放射性工作。

### 二、工作场所监测

工作小组负责联系有监测资质的机构对我单位辐射工作场所进行每年一次的辐射环境监测。

1.外部监测：每年联系有监测资质的机构对我单位辐射工作场所辐射防护进行监测或环境评价。

2.内部监测：每天由暂存库辐射工作人员对单位辐射工作场所进行日常巡测，并记录档案。

3.应急监测：应急情况下，为查明放射性污染情况和辐射水平进行必要的内部或外部监测。

华润湖南瑞格医药有限公司

2024年12月19日



附件 4：本底监测报告



湖南贝可辐射环境科技有限公司

# 检测报告



报告编号：HS2024-2280

项目名称：华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库建设项目

委托单位：华润湖南瑞格医药有限公司

报告日期：二〇二四年十二月三十日



湖南贝可辐射环境科技有限公司  
检测报告

编号：HS2024-2280

第 1 页 共 4 页

1、辐射环境检测项目执行依据、使用仪器

项目名称	华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库建设项目	
检测因子	环境 $\gamma$ 辐射剂量率、 $\alpha/\beta$ 表面污染	
委托单位	华润湖南瑞格医药有限公司	
委托单位地址	湖南省长沙市岳麓区金星北路一段 22 号	
检测日期	2024年12月12日	
环境条件	天气：晴 温度：20℃ 相对湿度：60%RH	
检测类别		
联系人		
检测依据	1、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 2、《表面污染测定 第1部分： $\beta$ 发射体( $E_{\beta\max}>0.15\text{ MeV}$ )和 $\alpha$ 发射体》GB/T 14056.1-2008	
检测仪器	仪器名称	多功能辐射剂量率仪
	仪器型号	RJ32-3602型
	仪器编号	RJ3200305
	证书编号	2024H21-20-5202620001（上海市计量测试技术研究院）
	有效期限	2024年4月17日~2025年4月16日
	仪器名称	$\alpha$ 、 $\beta$ 表面沾污仪
	仪器型号	FJ-2207
	仪器编号	142#
	证书编号	2024YD045000267（湖北省计量测试技术研究院）
	有效期限	2024年05月24日~2025年05月23日
检测结论	1、根据检测结果，本次检测区域内的环境 $\gamma$ 辐射剂量率为 53~92nGy/h。 2、本项目工作场所内未检测出 $\beta$ 、 $\alpha$ 表面污染。	
备注	本报告仅对本次检测数据负责。	

报告编制人

审核人

签发人

签发日期

2024.12.30



湖南贝可辐射环境科技有限公司  
检测报告

编号：HS2024-2280

第 2 页 共 4 页

2、检测结果

表 1 辐射环境检测数据表

检测 点位	检测点位描述	检测结果 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	拟建非密封放射性物质暂存库内	92	3	室内平房
2	拟建非密封放射性物质暂存库东侧	92	3	室内平房
3	拟建非密封放射性物质暂存库南侧	76	2	室内平房
4	拟建非密封放射性物质暂存库西侧（拟建衰变池处）	73	6	室外道路
5	拟建非密封放射性物质暂存库北侧	64	3	室内平房
6	拟建非密封放射性物质暂存库北侧 （拟建交接区/卫生通过间内）	64	3	室内平房
7	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓东侧	55	2	室外道路
8	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓南侧	53	2	室外道路
9	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓西侧	54	3	室外道路
10	华润湖南医药有限公司麓谷大道仓北侧	55	2	室外道路

备注：1、依据 HJ1157-2021：检测结果  $\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c$ ； $\dot{D}_\gamma$ —测点处环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率值，Gy/h； $k_1$ —仪器检定/校准因子； $k_2$ —仪器检验源效率因子； $R_\gamma$ —仪器测量读数均值； $k_3$ —建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子； $\dot{D}_c$ —测点处宇宙射线响应值；

2、本次检测仪器校准因子 $k_1$ 为 1.05，效率因子 $k_2$ 取 1，屏蔽修正因子 $k_3$ 室外取 1，室内平房 0.9；

3、仪器对宇宙射线的响应通过以下方式获得：在湖南省郴州市东江湖（东经 E：113.41°，北纬 N：25.90°，海拔高度：274m，水深大于 3m，距岸边大于 1km）使用辐射检测仪进行宇宙射线响应检测，水面上仪器 10 次读数的平均值经校准后为 14.81nGy/h。华润湖南瑞格医药有限公司项目建设地点（东经 E：112.89°，北纬 N：28.22°，海拔高度：59m），根据 HJ61-2021 附录 D 修正公式（D1）得出仪器在本项目所在地对宇宙射线的响应值为 14.43nGy/h。

4、以上所测环境 $\gamma$ 辐射剂量率均已扣除宇宙射线的响应值。

湖南贝可辐射环境科技有限公司  
检测报告

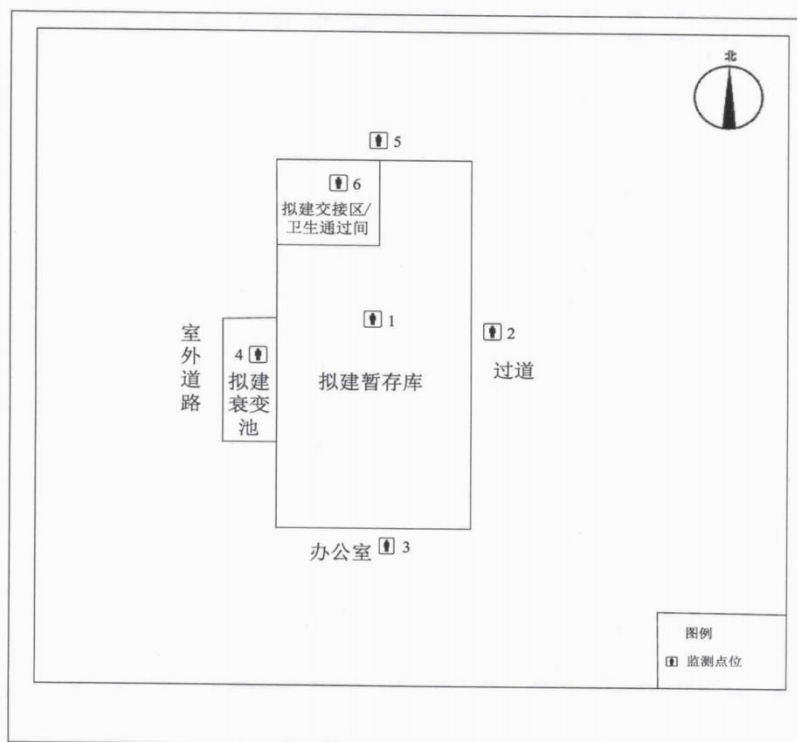
编号：HS2024-2280

第 3 页 共 4 页

表 2 辐射环境检测结果表

序号	检测点位	α表面污染测量结果 (Bq/cm <sup>2</sup> )	β表面污染测量结果 (Bq/cm <sup>2</sup> )
1	拟建非密封放射性物质暂存库地面	未检出	未检出
4	拟建非密封放射性物质暂存库西侧（拟建衰变池处）	未检出	未检出
6	拟建非密封放射性物质暂存库北侧（拟建交接区/卫生通过间内）	未检出	未检出

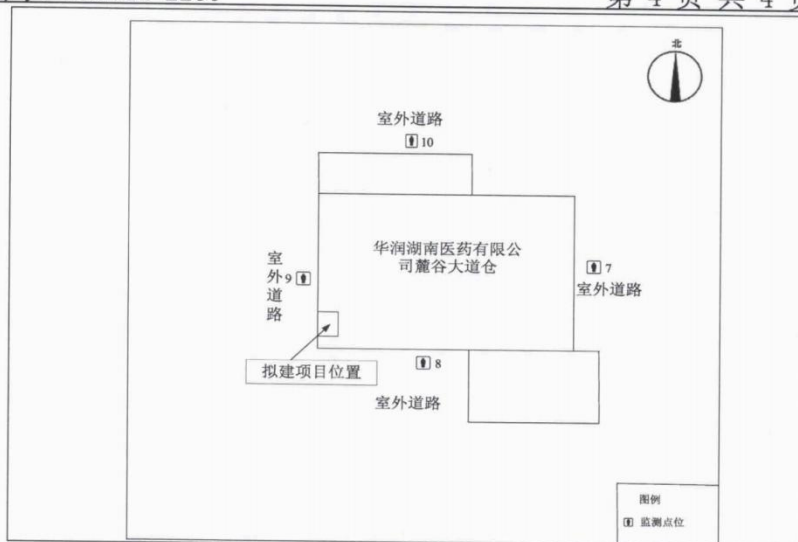
3、检测点位图



# 湖南贝可辐射环境科技有限公司 检测报告

编号: HS2024-2280

第 4 页 共 4 页



## 4、现场检测照片



附件：资质证书



## 检验检测机构 资质认定证书

证书编号：231812052611

名称：湖南贝可辐射环境科技有限公司

地址：湖南省长沙市芙蓉区韭菜园街道八一路399-19号领峰大厦1220

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由湖南贝可辐射环境科技有限公司承担。

许可使用标志



231812052611

发证日期：2023年10月19日

有效期至：2029年10月18日

发证机关：湖南省市场监督管理局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

## 附件 5：辐射事故应急预案

### 华润湖南瑞格医药有限公司辐射事故应急预案

#### 第一章 总则

##### 第一条 编制目的

为进一步增强应对和防范辐射事故风险和事故灾害的能力，做好华润湖南瑞格医药有限公司的辐射事故应急与响应工作，确保在辐射事故发生时，能准确地掌握情况，按事故等级及时采取必要和适当的响应行动，为政府相关部门提供分析、评价和决策的及时可靠资料，最大限度地减少事故灾害造成的人员伤亡、财产损失和环境伤害，特制定本预案。

##### 第二条 适用范围

本预案适用于华润湖南瑞格医药有限公司辐射事故应急准备及应急响应行动。

##### 第三条 编制依据

- (一) 《中华人民共和国放射性污染防治法》
- (二) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》
- (三) 《放射性废物安全管理条例》
- (四) 《放射性物品运输安全管理条例》
- (五) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
- (六) 《生态环境部（国家核安全局）辐射事故应急预案》

##### 第四条 定义

(一) 辐射事故：主要指除核事故以外，放射性物质丢失、被盗，或者放射性物质和射线装置失控导致人员受到意外的异常照射或环





境辐射污染后果的事件。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》辐射事故划分为以下四个等级：

1. 特别重大辐射事故：是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

2. 重大辐射事故：是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

3. 较大辐射事故：是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

4. 一般辐射事故：是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

（二）辐射事件：指对本企业及外环境辐射剂量场产生影响，影响到公众及外单位正常生产生活，造成社会不良反应，但未造成人员超剂量照射（未超年限值）及环境污染的事件。

## 第五条 风险分析

结合华润湖南瑞格医药有限公司实际情况，企业可能发生的辐射事故主要类型如下：

（一）放射性同位素丢失、被盗、失控等发生的辐射事故；

（二）放射性物品运输中发生的事故；



（三）放射性物质泄露，造成大范围辐射污染事故。

## 第六条 响应分级

根据突发事故的严重性、造成后果、影响范围等因素，辐射事故/事件实行三级应急响应：

### （一）三级，场所级

本级别可能涉及到的情况包括放射性物品掉落，放射性污染未出贮存场所，个人意外受照剂量低于公司年剂量管理目标值等。此级别中放射性污染未出厂房。

### （二）二级，厂区级

本级别可能涉及到的情况包括厂区内运输发生放射性污染扩散。放射性物品掉落，放射性污染扩散到贮存场所外，个人意外受照剂量超过公司年剂量管理目标值等。此级别中放射性污染未出厂区。

### （三）一级，厂外级

本级别主要指发生辐射事件及其以上级别事故，如放射性物质丢失、被盗、失控，放射性污染扩散至厂区以外，道路运输发生污染扩散；个人意外受照剂量超过公司年剂量管理目标值等放射性危害或影响扩散到厂区边界外，公司需要取得外部救援，需请求上级单位或政府部门启动相应应急预案。

## 第二章 应急工作小组和职责

### 第一条 应急工作小组组成

华润湖南瑞格医药有限公司成立应急工作小组，小组由组长、副组长组员组成。



## 第二条 应急工作小组人员职责

组长：完善应急预案，在异常突发事件发生时，全盘指挥、调度，保证应急预案实施。

副组长：对应急事故做出准确判断，协调应急预案有效实施，及时与组员进行沟通，保证应急预案的施行；评估应急预案的可行性，并根据实施效果对应急预案进行改进。

组员：服从组长的统一调度安排，详细了解辐射事故的具体情况（时间、地点、现场情况等），并将了解到的信息反馈给组长和副组长，做好现场处置工作。

---

## 第三章 响应启动

发生辐射事件/事故后，在场当事人应立即通知应急工作小组或部门领导上报，应急工作小组接警人员接到电话后，通知报警人员做好现场先期处置和隔离，并判断是否启动应急预案，启动哪一级应急预案，需要启动时第一时间汇报应急小组组长，组织人员进行施行预案。

## 第四章 处置措施

---



## 第一条 放射性物质丢失、被盗

1. 询问当事人具体情况，确定可能丢失、被盗地点（区域）、时间及放射性物质种类；

2. 应急工作小组确定应急响应级别，一级时需立即通知生态环境厅、公安部门，配合上述部门做好应急响应工作，并封锁可能的区域；

二级、三级时按照以下程序处置：

3. 封锁可能区域，监测人员使用监测仪表在可能区域搜索放射性物质位置；

4. 搜索到放射性物质后，确定人员可达边界，使用警戒线沿人员可达边界封锁该区域；

5. 放射性物质回取成功后，测量掉落区域污染情况，如有污染，需要去污。

## 第二条 放射性污染

1. 询问当事人具体情况，确定污染核素、污染范围及程度；

2. 控制污染源，阻止其继续释放；

3. 封锁污染区域，避免污染继续扩大；

4. 一级应急响应时，通知生态环境部门、公司配合其进行应急处置，二级应急响应时，公司内部进行应急处置，如无能力完成事故处理，应报告上级单位；

5. 疏散污染区域内人员；

6. 监测人员分为两组，一组负责监测污染区域内人员，若有污染，组织去污，一组负责监测污染情况，组织实施去污。



7. 污染物分类收集，去污过程中必要的物质保障由应急小组协调。

### 第三条 职业危害（超剂量）

当职工受到超剂量照射等职业危害后或检查出有职业病或疑似职业病，应马上送医复检或治疗，同时调查形成原因，排查其他可能的情况是否存在，按照事故调查处理程序执行。

### 第四条 注意事项

（一）参与应急处置的人员在操作前首先应佩戴个人防护用具，使用恰当的屏蔽设备；

（二）应急应以保证人员安全 and 健康为前提；

（三）应急处置应当服从命令，听指挥，禁止擅自行动。

### 第五章 应急保障

本着平战结合、积极兼容的原则，公司配置辐射应急物资，由公司应急工作小组负责应急物资的配备及日常维护，制定专人定期检查和维持应急设施、设备及物资，保证其完好有效，适时更新和补充应急物资。

### 第六章 附则

第一条 本预案由华润湖南瑞格医药有限公司负责修订和解释。


第二条 本预案自发布之日起施行。



华润湖南瑞格医药有限公司

2024 年 12 月 19 日

附件 6：辐射安全许可证



## 辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称： 华润湖南瑞格医药有限公司


地 址： 湖南省长沙市岳麓区金星北路一段 22 号恒晟大厦 A 座 9 楼

法定代表人： 刘熠仪

种类和范围： 销售 II 类、III 类射线装置；销售非密封放射性物质。

证书编号： 湘环辐证[02988]

有效期至： 2028 年 08 月 09 日



发证机关：  
发证日期：

中华人民共和国生态环境部制

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	华润湖南瑞格医药有限公司		
地 址	湖南省长沙市岳麓区金星北路一段 22 号恒晟商厦 A 座 9 楼		
法定代表人			
证件类型			
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	/	金星北路一段 22 号恒晟商厦 A 座 10 楼	李翔翔
种类和范围	销售 II 类、III 类射线装置、销售非密封放射性物质		
许可证条件			
证书编号			
有效期至			
发证日期			



## 活动种类和范围

### (一) 放射源

证书编号:

[illegible]

## (二) 非密封放射性物质

[illegible]



### (三) 射线装置

[illegible]





附件 7：现有辐射工作人员辐射安全与防护考核证书

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



于20

24年08月参加 辐射安全管理 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24HN2200169      有效期：2024年08月31日至 2029年08月31日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



于202

4年09月参加 辐射安全管理 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24HN2200174      有效期：2024年09月06日至 2029年09月06日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



于2024

年01月参加 辐射安全管理员 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号: FS24HN2200156

有效期: 2024年07月26日至 2029年07月26日

报告单查询网址: [fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)

附件 8：关于使用参数的确认函

华润湖南瑞格医药有限公司新增非密封放射性物质暂存库改扩建项目核素情况一览表

序号	核素名称	每个货包的核素最大活度	最大贮存货包数 (个)	每天最大贮存量	状态	毒性级别	毒性修正因子	操作方式	操作修正因子	日等效操作量 (Bq)	年最大贮存量 (Bq)
1	F-18	7.4E+9Bq (200mCi)	1	7.4E+9Bq	液态	低毒	0.01	源的贮存	100	7.40E+05	1.85E+12
2	Tc-99m	3.7E+9Bq (100mCi)	1	3.7E+9Bq	液态	低毒	0.01	源的贮存	100	3.70E+05	9.25E+11
3	Ra-223	3.7E+7Bq (1mCi)	1	3.7E+7Bq	液态	极毒	10	源的贮存	100	3.70E+06	9.25E+9
4	Y-90	1.85E+9Bq (50mCi)	1	1.85E+9Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	1.85E+06	4.625E+11
5	I-131	3.7E+9Bq (100mCi)	1	3.7E+9Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	3.70E+06	9.25E+11
6	Sr-89	1.85E+8Bq (5mCi)	1	1.85E+8Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	1.85E+05	4.625E+10
7	I-125 (粒籽)	3.7E+9Bq (100mCi)	1	3.7E+9Bq	固体	中毒	0.1	源的贮存	1000	3.70E+05	9.25E+11
8	P-32	7.4E+8Bq (20mCi)	1	7.4E+8Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	7.40E+05	1.85E+11
9	Lu-177	3.7E+9Bq (100mCi)	1	3.7E+9Bq	液态	中毒	0.1	源的贮存	100	3.70E+06	9.25E+11
总计			9	2.80E+10				—		1.54E+07	6.25E+12

备注：依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBZ18871-2002），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（Bq）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。



## 附件 9：关于确定年剂量管理目标值的文件

### 关于我单位辐射工作人员和公众剂量管理目标值的确定

为保证我单位辐射工作的正常运行，加强对辐射工作人员剂量的管理，按照国家相关法律法规和标准的要求，结合我单位辐射工作实际情况，现明确我单位辐射工作人员和公众的年有效剂量管理目标值如下：

辐射工作人员的管理目标值取  $5.0\text{mSv/a}$ ，辐射工作人员四肢（手或足）及皮肤的管理目标值取  $500\text{mSv/a}$ ，公众成员的管理目标值取  $0.1\text{mSv/a}$ 。

特此说明！

华润湖南瑞格医药有限公司

2024年12月19日

