

编号：BG-ZFFB25220243

核技术利用建设项目

海盐核医通医药科技有限公司

磷-32 核药仓库建设项目

环境影响报告表

（报批稿）

海盐核医通医药科技有限公司

2026 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

海盐核医通医药科技有限公司

磷-32 核药仓库建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：海盐核医通医药科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金禾路 1 号 1 幢 317-B 室

邮政编码：314300

联系人 

电子邮箱： 

联系电话 

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	19
表 8 环境质量和辐射现状	24
表 9 项目工程分析与源项	29
表 10 辐射安全与防护	40
表 11 环境影响分析	50
表 12 辐射安全管理	61
表 13 结论与建议	69
表 14 审批	73

表 1 项目基本情况

建设项目名称		海盐核医通医药科技有限公司磷-32 核药仓库建设项目				
建设单位		海盐核医通医药科技有限公司				
法人代表		王建黎	联系人	██████	联系电话	██████
注册地址		浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金禾路 1 号 1 幢 317-B 室				
项目建设地点		浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金源东路 388 号同创一期标准厂房内一层东南角 2 号区域				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		50	项目环保投资（万元）	10	投资比例（环保投资/总投资）	20.00%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m²）	70.56
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☒ 销售	³² P			
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类			
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类			
		☐ 使用	☐ II类 ☐ III类			
	其他	/				

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位情况

海盐核医通医药科技有限公司成立于 2025 年，为核平之光医疗旗下企业，属于以从事科学研究和技术服务为主的企业。经营范围包括：一般项目：医学研究和试验发展；专用化学产品销售（不含危险化学品）；第一类医疗器械销售；第二类医疗器械销售；货物进出口；技术进出口；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。许可项目：药品生产；药品批发；药品零售；药品进出口；放射性同位素生产(除正电子发射计算机断层扫描用放射性药物)；放射卫生技术服务；II、

III、IV、V类放射源销售；II、III类射线装置生产；II、III类射线装置销售；第三类医疗器械经营；放射性固体废物处理、贮存、处置。

海盐核医通医药科技有限公司现无核技术利用项目。

1.1.2 建设目的和任务由来

随着国民经济及国内核医学事业的持续发展，我国对放射性药品试剂的需求越来越大。建设单位根据自身发展需要，且为了保障浙江省及周边省份放射性药品的稳定供应，更好地满足当地医疗机构和患者诊疗需求，拟开展销售放射性药品 ^{32}P ；建设单位拟租用海盐县人民政府秦山街道办事处下属国企（海盐秦山核电产业共享开发有限公司）所有的同创一期标准厂房内一层东南角 2 号区域，建造 1 间磷-32 核药仓库，用于购入的放射性药品 ^{32}P 的临时暂存及放射性废药的报废贮存。

放射性药品 ^{32}P 原则上由供药厂家直接发往使用方，本项目磷-32 核药仓库主要是针对建设单位销售放射性药品 ^{32}P 过程中，因特殊情况放射性药品无法直接运输至客户，则运输至建设单位磷-32 核药仓库的暂存库临时暂存，根据客户的送达时间、地点要求调整发货时间以及运输车辆的情况，一般周转暂存最多贮存 8~48 小时后送出。放射性核素货包的运输由建设单位委托专业运输机构负责。放射性废药的报废贮存则主要针对销售的放射性药品 ^{32}P 在运送途中，客户因故临时取消或因特殊情况过期无法作为放射性药品使用的情况，放射性药品运回贮存，经过 5 个月贮存后解控，作为危险废物处理。上述放射性药品的临时暂存及报废贮存，在整个过程中均不破坏放射性药品货包的外包装。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 非密封源工作场所的分级规定后文计算，本项目磷-32 核药仓库属于乙级非密封放射性物质工作场所。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关规定，该项目需进行环境影响评价，编制环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—乙级非密封放射性物质工作场所；销售非密封放射性物质的；”，环境影响评价类别为编制环境影响报告表和填报环境影响登记表。同时根据第四条：“建设内容涉及本名录中两个及以上项目类别的建设项目，其环境影响评价类别按照其中单项等级最高的确定”，故环境

影响评价类别为编制环境影响报告表。

为此，海盐核医通医药科技有限公司委托中辐环境科技有限公司开展“海盐核医通医药科技有限公司磷-32 核药仓库建设项目（简称‘本项目’）”的环境影响评价工作（委托书见附件1）。在接受委托后，环评单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集和委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定要求编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

（1）项目建设内容及规模

海盐核医通医药科技有限公司磷-32 核药仓库建设项目拟建地点位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金源东路 388 号同创一期标准厂房内。建设单位拟租用厂房一层东南角 2 号区域，并改造为磷-32 核药仓库，建设 1 间放射性药品暂存库（建筑面积约为 40.7m²）、1 间废弃药品暂存库（建筑面积约为 3.3m²）、1 间检测区（建筑面积约为 8.4m²）、1 间更衣室（建筑面积约为 2.3m²）和 1 间值班室（建筑面积约为 9.1m²）。

本项目磷-32 核药仓库拟依托厂房现状玻璃幕墙（外墙）和顶棚 120mm 混凝土楼板，并在厂房内新砌墙体和吊顶。本项目主要建设内容及环境问题见表 1-1，磷-32 核药仓库平面图如图 1-1 所示。

表 1-1 项目主要建设内容及环境问题一览表

名称		建设内容及规模			可能产生的环境问题	
					施工期	运营期
依托工程		海盐核医通医药科技有限公司磷-32 核药仓库建设项目拟建地点位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金源东路 388 号同创一期标准厂房内。建设单位拟租用厂房一层东南角 2 号区域，并改造为磷-32 核药仓库，建设 1 间放射性药品暂存库（建筑面积约为 40.7m ² ）、1 间废弃药品暂存库（建筑面积约为 3.3m ² ）、1 间检测区（建筑面积约为 8.4m ² ）、1 间更衣室（建筑面积约为 2.3m ² ）和 1 间值班室（建筑面积约为 9.1m ² ），用于贮存建设单位销售的放射性药品 ³² P。本项目磷-32 核药仓库的日等效最大操作量为 8.52E+07Bq,属于乙级非密封放射性物质工作场所。			施工中产生的废水、废气、噪声和固体废物	β射线、韧致辐射
环保工程	辐射防护	暂存库、废弃药品暂存库	四侧墙体	240mm 混凝土实心砖		/
			顶棚	100mm 铝扣板+120mm 混凝土		
		检测区、更衣室、值班室	东墙、西墙、北墙	240mm 混凝土实心砖		
			南墙	玻璃幕墙（外墙）		
			顶棚	100mm 铝扣板+120mm 混凝土		
	废气处理		拟采用动力通风装置进行通风，废气经排风管道排出，最终在厂房南侧墙体距地约 5.8m 处排放。		/	/

公用工程	给排水、配电、供电和通讯系统依托厂区内拟建的配套设施。	/	/
辅助工程	辐射工作人员办公、休息等生活设施依托本项目拟建值班室。	/	/
储运工程	本项目磷-32 核药仓库仅涉及放射性药品 ^{32}P 的存储，本项目放射性药品（废药）的运输由建设单位委托专业运输机构负责，各批次的放射性药品（废药）的运输均独立进行，不混装运输。	/	β 射线、韧致辐射

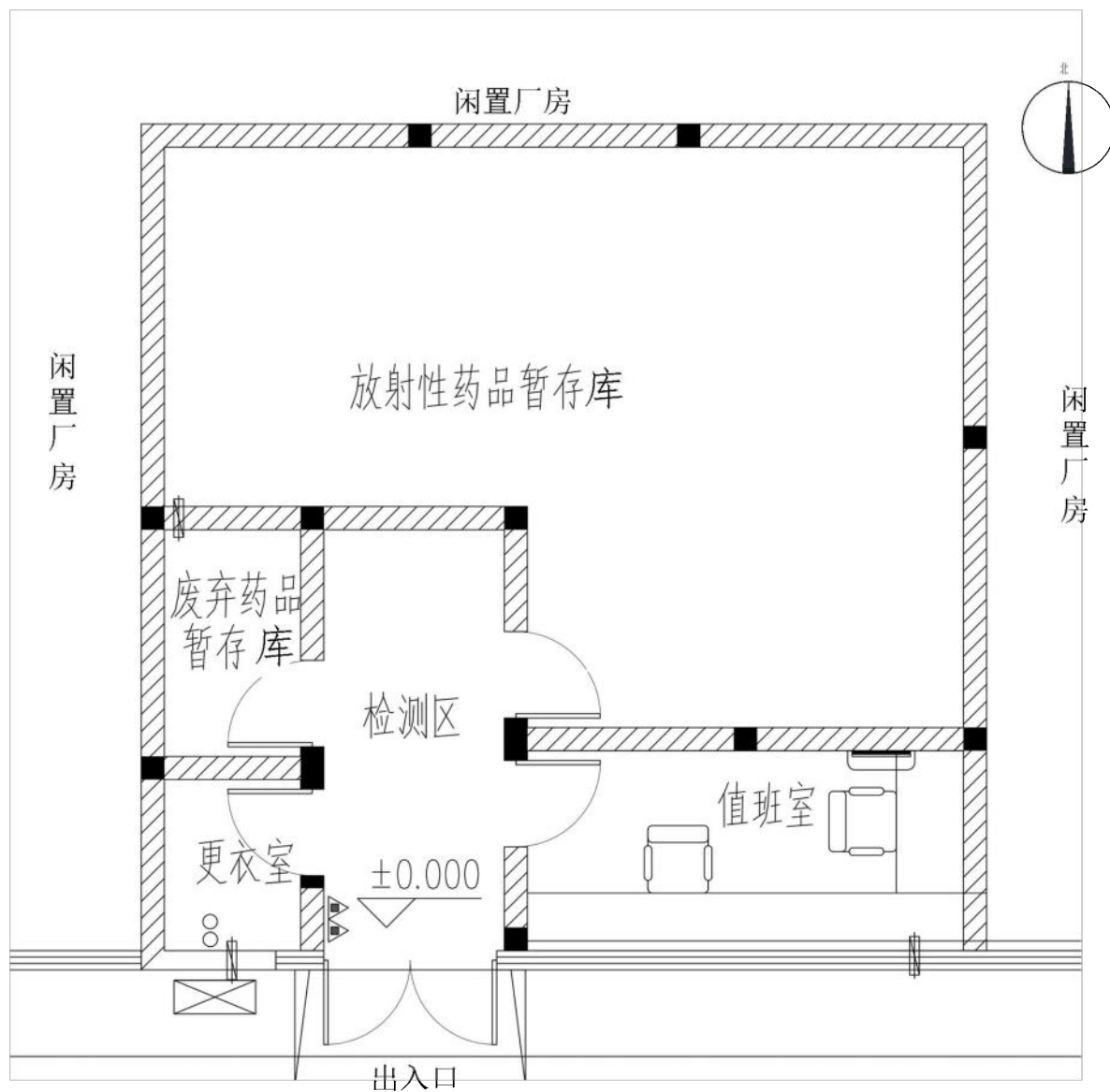


图 1-1 本项目磷-32 核药仓库平面布局图

(2) 本项目拟销售放射性药品情况

本项目拟销售放射性药品为 ^{32}P ，放射性药品 ^{32}P 以液态的形式密封于西林瓶内，西林瓶外包裹防震及吸附性材料后，置于圆柱形铅罐内，铅罐的厚度为 15mm，铅罐采用圆柱形塑料罐包装，作为一个完整的放射性药品铅屏蔽容器。包装后的放射性药品铅

屏蔽容器置于装有泡沫板的不锈钢桶内，作为一个独立的货包。每个货包内仅包含 1 个铅罐即一支放射性药品西林瓶。本项目拟销售的放射性药品情况详见表 1-2。

表 1-2 本项目拟销售放射性药品情况一览表

序号	核素名称	单支药物活度范围 (Bq)	年销售量 (支)	年销售药品活度 (Bq)
1	^{32}P	$1.85\text{E}+08\sim 3.7\text{E}+09$	20000	$7.4\text{E}+13$

(3) 本项目拟使用（贮存）放射性药品情况

因放射性药品的时间敏感特征，一般情况下，放射性药品由供药厂家直接发往使用方，但由于特殊的因素，如配送过程中医疗机构无法及时签收等原因，则需要临时暂存在本项目磷-32 核药仓库的暂存库中，最长暂存 8~48 小时后取出发往目的地。根据建设单位的估算，并依据保守的原则，按每年 50 批次，每批次最多 10 个货包需要临时暂存，单个货包的核素最大活度为 $3.7\text{E}+09\text{Bq}$ 计算，全年累计临时暂存 500 个货包，则放射性药品 ^{32}P 在本项目磷-32 核药仓库的放射性药品暂存库中的临时暂存实际日最大操作量为 $3.7\text{E}+10\text{Bq}$ ，年最大用量为 $1.85\text{E}+12\text{Bq}$ 。

有时放射性药品因患者过世或其他特殊状况无法用药，错过放药有效使用期，而导致放射性药品成为放射性废药，此部分放射性废药的包装和放射性药品的包装一样，只是入库前已经衰变了 3~5 天，只能作为放射性废药在本项目磷-32 核药仓库的废弃药品暂存库中贮存，经衰变、解控后，最终作为危险废物处理。根据建设单位的估算，预计本项目磷-32 核药仓库的废弃药品暂存库平均每月入库 10 个货包，放射性废药经过约 5 个月（150 天）的衰变后满足解控条件（核素 ^{32}P 半衰期 14.26d，十个半衰期约 143 天），在放射性废药入库后第 6 个月进行解控处理。建设单位计划按月码放报废贮存的废药货包，每个月集中处理一批次放射性废药，故报废贮存库内最多同时存有 6 个月内入库的货包（60 个），建设单位计划在废弃药品暂存库内设置 2 个货堆（单个货堆最多能放置 40 个货包），废弃药品暂存库设置的货堆能够满足本项目放射性废药货包的存放要求。

放射性药品的单个货包核素活度为 $3.7\text{E}+09\text{Bq}$ ，经 3~5 天衰变后，保守按照 $3.7\text{E}+09\text{Bq}$ 作为单个放射性废药货包入库时的初始核素活度。

本项目磷-32 核药仓库的废弃药品暂存库平均每月入库贮存货包 10 个，全年累计入库贮存 120 个货包，单日可能贮存在废弃药品暂存库内的放射性废药货包数保守按 60 个（6 个月贮存量）考虑，其中最近一批次入库的放射性废药单个货包核素活度为 $3.7\text{E}+09\text{Bq}$ ，库内贮存最久的一批次放射性废药单个货包核素活度为 $2.52\text{E}+06\text{Bq}$ （已至

少衰变 5 个月,按 150 天计),则本项目废弃药品暂存库实际日最大操作量为 $4.82\text{E}+10\text{Bq}$,年最大用量为 $4.44\text{E}+11\text{Bq}$ 。

本项目磷-32 核药仓库使用(贮存)放射性核素情况详见表 1-3。

表 1-3 磷-32 核药仓库使用(贮存)放射性核素一览表

序号	核素名称	存储状况	单支药品活度 (Bq)	每批次货包数 (个)	每批次存储量 (Bq)	存储时间	库内最大货包数 (个)	库内最大存储量	年最大用量 (Bq)
1	^{32}P	临时暂存							
2	^{32}P	报废贮存							
注									

经下文表 10-4 计算,本项目磷-32 核药仓库的日等效最大操作量为 $8.52\text{E}+07\text{Bq}$,在 $2\times 10^7\sim 4\times 10^9\text{Bq}$,因此本项目磷-32 核药仓库属于乙级非密封放射性物质工作场所。

1.1.4 劳动定员及工作制度

本项目共配备 2 名辐射工作人员,均为新增人员,负责放射性药品及放射性废药进出库工作,以及本项目磷-32 核药仓库内的定期巡查和安保工作,巡查一般为每周一次。本项目的相关辐射工作均由 2 名辐射工作人员协同完成。本项目工作人员每年工作 250 天,每天 1 班,每班 8h。

根据《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 年第 57 号),在落实本项目辐射工作人员后,建设单位应尽快组织本项目辐射工作人员到国家核技术利用辐射安全与防护培训平台(<http://fushe.mee.gov.cn>)报名参加相应类别的考核,并取得考核合格成绩报告单后方可上岗。建设单位应组织辐射工作人员按时接受再培训和考核。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

海盐核医通医药科技有限公司磷-32 核药仓库建设项目位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金源东路 388 号同创一期标准厂房内。项目地理位置见附图 1。

1.2.2 项目周围环境关系

同创一期东侧为浙江景融核科技有限公司;南侧为海盐加美五金科技有限公司;西侧为金州路,隔金州路为嘉兴星晨汽车零部件有限公司、海盐县星辰标准件有限公司和

嘉兴凯鑫五金科技股份有限公司；北侧为金城三路（规划道路），隔金城三路为秦山同创产业园标准厂房一期。

本项目磷-32 核药仓库拟建于同创一期标准厂房内（地上 3 层，无地下层），厂房四周均为厂区内部道路，东、南、西三侧道路之外为厂区边界，北侧道路外为门卫室。

本项目磷-32 核药仓库拟建于厂房一层东南角 2 号区域，厂房剩余区域现状均为闲置厂房。本项目磷-32 核药仓库东侧 16.6m 处为厂区内部东侧道路，27m 处为浙江景融核科技有限公司厂区内部道路，41m 处为浙江景融核科技有限公司厂房；南侧紧邻厂区内部南侧道路，14m 处为海盐加美五金科技有限公司厂区内部道路，26m 处为海盐加美五金科技有限公司厂房；西侧 108m 处为厂区内部西侧道路，122m 处为金州路；北侧 52m 处为厂区内部北侧道路，80m 处为门卫室，70m 处为金城三路。本项目拟建辐射工作场所位置和外部环境关系详见附图 2，厂区平面布置详见附图 3，厂房一层平面布置图详见附图 4。

1.2.3 选址合理性分析

由“1.2.2 项目周边环境关系”章节可知，本项目评价范围内主要为厂区内部建筑和道路、东侧浙江景融核科技有限公司、南侧海盐加美五金科技有限公司，本项目实体边界外 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民住宅、学校、行政办公区等环境敏感目标。本项目运行过程中实际仅进行放射性药品的搬运、储存、报废药品贮存衰变和解控处理，项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定辐射安全防护措施后不会对周围环境和公众造成危害。周围无环境制约因素，影响可接受，因此本项目的选址是合理的。

1.2.4 项目平面布局合理性分析

本项目磷-32 核药仓库位于同创一期标准厂房内一层东南角 2 号区域，东侧、西侧、北侧和楼上均为闲置厂房，南侧为本项目主要出入口。本项目磷-32 核药仓库设置有放射性药品暂存库、废弃药品暂存库、检测区、更衣室和值班室。本项目磷-32 核药仓库设置了独立出入口，库房及配套功能用房集中布置，放射性药品暂存库、废弃药品暂存库及配套的功能用房相对独立，各区域划分明确，因此工作场所布局合理。

1.3 产业政策符合性分析

本项目为海盐核医通医药科技有限公司内部新建的医用放射性药物贮存和销售项目，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类项

目，属于国家允许类产业，符合国家产业政策。

1.4 实践正当性分析

本项目为海盐核医通医药科技有限公司放射性药品销售、存储项目，本项目的建设可以更好地满足浙江省及周边区域放射性药物的市场需求，为浙江省及周边区域医院核医学科提供药物，便于各个医院开展放射性药物治疗，更多地救治病人。建设单位对放射性药品的贮存将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对放射性药品的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确贮存和管理放射性药品的情况下，可以将该项目辐射产生的影响可得到有效的控制，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.5 与《海盐县核电关联及核技术应用产业发展“十四五”规划》符合性分析

根据《海盐县核电关联及核技术应用产业发展“十四五”规划》，核电关联及核技术应用产业是指与核电的设备制造、技术研发、工程设计、建设安装、运行维护、延寿退役、教育培训、科普旅游及核能综合开发、核技术（同位素）等领域相关的产业，是海盐县重点培育建设的六大产业链之一。

重点任务之一为“大力发展核技术应用（同位素）产业。”具体要求为：“规划依托秦山核电独特的核技术应用资源和优势，建设核技术应用（同位素）产业园，加快布局基础核素研究、同位素原料生产、核药研发制造、核特色诊断治疗、休闲康养的全产业链，打造国内重要的国家核能特色产业示范区。”其中：“核技术创新平台。瞄准同位素与辐射技术应用产业发展方向，加强与中国核学会、同位素与辐射行业协会等专业化平台的合作，举办行业高端论坛或峰会，打造核技术行业信息交流平台，提高海盐核电及核技术应用产业的知名度和影响力。积极深化与中国宝原、中国同辐等核技术专业企业的对接，建立核技术应用产业协同联动机制，积极承接央企同位素生产、核药研发、生产、核医学装备、核医学诊疗等产业资源。积极推进中国科学院、中国原子能科学研究院、清华大学、浙江大学等科研院所（大学）的合作，充分发挥院所（大学）雄厚的技术实力和资源优势，全方位开展产学研合作，建设同位素研发中心，打造国内重要的核技术应用研发平台。”

本项目为放射性药物销售、存储项目，符合《海盐县核电关联及核技术应用产业发展“十四五”规划》确定的大力发展核技术应用（同位素）产业的重点任务要求。

1.6 《海盐县生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

根据《海盐县人民政府办公室关于印发<海盐县生态环境分区管控动态更新方案>的通知》（盐政办发[2024]22号），要求落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”约束，现分析如下：

1、生态保护红线

本项目位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金源东路388号同创一期标准厂房内一层东南角2号区域。根据《浙江省人民政府关于发布浙江省生态保护红线的通知》（浙证发〔2018〕30号）、《浙江省生态保护红线（自然生态红线区）划分方案》、《海盐县环境功能区划》、《海盐县“三区三线”分布图》，海盐县划定3个自然生态红线区，分别为：海盐县千亩荡水源涵养生态保护红线、海盐县南北湖风景名胜资源保护生态保护红线、海盐县澉浦西南部河岸生物多样性维护生态保护红线。本项目拟建场址不涉及生态保护红线，因此，本项目的建设符合生态保护红线的要求。本项目与海盐县秦山街道“三区三线”位置关系见附图7。

2、环境质量底线

本项目所在区域为环境空气二类功能区，2026年项目所在区域环境空气质量现状能满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）（2026年3月1日起至2030年12月31日）中环境空气污染物基本项目实施过渡阶段二级浓度限值要求。本项目所在地周边地表水监测断面各监测因子均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅲ类水体标准。因此本项目周边地表水环境质量较好。根据辐射环境质量现状监测结果，本项目拟建场址及周围环境辐射环境质量现状属于正常本底范围，监测数据辐射剂量率均未见异常。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，本项目运行不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求。因此，本项目符合环境质量底线要求。

3、资源利用上线

本项目主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，占比量较小，市政自来水管网有能力为本项目提供水资源保障；本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，符合资源利用上线的要求。

4、生态环境准入清单

根据《海盐县人民政府办公室关于印发<海盐县生态环境分区管控动态更新方案>

的通知》（盐政办发[2024]22 号），本项目位于“浙江省嘉兴市海盐县秦山街道产业集聚重点管控单元（环境管控单位编码：ZH33042420002）”，详见附图 6，本项目生态环境管控单元准入清单符合性分析见表 1-4。

表 1-4 本项目与相应管控单元生态环境准入清单要求符合性分析一览表

生态环境管控单元准入清单要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	1.根据产业集聚区块的功能定位，实施分区差别化的产业准入条件。 2.优化产业布局和结构，合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。 3.提高电力、化工、印染、造纸、化纤等重点行业环保准入门槛，控制新增污染物排放量。 4.新建涉 VOCs 排放的工业企业全部进入工业功能区，严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求。 5.合理规划布局居住、医疗卫生、文化教育等功能区块，与工业区块、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。	本项目属于核技术利用项目，不属于三类工业项目； 本项目位于工业功能区。	符合
污染物排放管控	1.严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。 2.新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。 3.新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。 4.加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，深化工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。 5.加强土壤和地下水污染防治与修复。 6.重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	本项目为核技术利用项目，不涉及污染物总量排放，运营期间各污染物经防治措施处理后均可达标排放，符合污染物排放管控要求。	符合
环境风险防控	1.定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境健康风险。 2.强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制；加强风险防控体系建设。	项目正式运行前建设单位按要求建立辐射事故应急预案，建立常态化隐患排查机制，符合环境风险防控要求。	符合
资源开发效率要求	推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。	本项目水资源能够有效利用，不新增煤炭资源消耗。	符合

综合上述分析，本项目建设符合《海盐县生态环境分区管控动态更新方案》中的要

求。

1.7 “三区三线”符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函[2022]2080号）及《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》（自然资办函[2022]2072号），“三区三线”中“三区”是指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间。“三线”分别对应在城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

根据海盐县秦山街道“三区三线”划定方案，本项目拟建场址位于城镇集中建设区，不涉及海盐县永久基本农田保护红线和生态保护红线规划控制区域，详见附图7。

1.8 相关安全责任分析

（1）销售安全责任分析

按照《放射性物品运输安全管理条例》中放射性物品分类办法，建设单位拟销售的非密封放射性物质属于三类放射性物品。拟销售的非密封放射性物质运输工作均委托有资质的单位负责，承运单位承担运输过程中的安全责任，建设单位将与有运输资质的承运单位通过协议约定双方的权利、义务和责任，明确承运方按照相关法律、条例规定，取得相关运输资质，配备符合要求的人员、仪器和相关辐射监测、应急处理处置能力，负责将放射性物质运至目的地，并保证放射性物质运输过程中的安全。建设单位作为托运人向承运人提交运输说明书、辐射监测报告、核与辐射事故应急响应指南、装卸作业方法、安全防护指南。

（2）放射性核素货包贮存期间安全责任分析

本项目位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金源东路388号同创一期标准厂房内一层东南角2号区域，海盐核医通医药科技有限公司为本项目磷-32核药仓库使用方，为核技术利用活动开展主体，承担总体辐射安全责任，对其生产经营范围内的安全生产工作全面负责、承担责任，因操作不当、管理不到位等原因造成放射性药品丢失、被盗等辐射事故或意外事件时，安全责任由海盐核医通医药科技有限公司承担。

1.9 原有核技术利用项目情况

海盐核医通医药科技有限公司现无核技术利用项目。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	³² P	液态/中毒/半衰期 14.26d	使用（仅贮存）	████████	████████	████████	销售	贮存	磷-32 核药仓库的放射性药品暂存库	磷-32 核药仓库的放射性药品暂存库
				████████		████████	销售	贮存	磷-32 核药仓库的废弃药品暂存区	磷-32 核药仓库的废弃药品暂存区
			销售（不贮存）	/	/	7.40E+13	销售	/	/	/

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》(GB18871-2002)

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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（ μ A）	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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	极少量	极少量	/	通过动力排风系统排入大气环境	排入大气后可自然分解
放射性废药	液态	³² P	/	2.52E+07	3.03E+08	/	暂存于磷-32 核药仓库的废弃药品暂存库内	在西林瓶中，清洁解控后，作为危险废物交由具有资质单位处理
应急去污擦拭废物及沾染放射性表污的一次性穿戴用品	固态	³² P	/	极少量	极少量	极少量	暂存于磷-32 核药仓库的废弃药品暂存库的铅废物桶	清洁解控后，作为生活垃圾交由环卫部门处理

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/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订），自 2015 年 1 月 1 日起施行修订版； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日第二次修正），自 2018 年 12 月 29 日起施行修订版； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 6 月 28 日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过），自 2003 年 10 月 1 日起施行； (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日经第十三届全国人大常委会第十七次会议审议通过），中华人民共和国主席令第四十三号，自 2020 年 9 月 1 日起施行； (5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订），自 2017 年 10 月 1 日起施行修订版； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年），自 2021 年 1 月 1 日起施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日经中华人民共和国国务院令第 709 号修订），自 2019 年 3 月 2 日起施行修订版； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 4 月 18 日环境保护部令第 18 号），自 2011 年 5 月 1 日起施行； (9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2020 年 12 月 25 日经生态环境部令第 20 号修改），自 2021 年 1 月 4 日起施行修改版； (10) 《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； (11) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号公布），自 2024 年 2 月 1 日起施行； (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》
------	--

	（生态环境部公告 2019 年第 57 号），自 2020 年 1 月 1 日起施行； （13）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），自 2017 年 11 月 20 日起施行； （14）《放射性药品管理办法》（1989 年 1 月 13 日中华人民共和国国务院令第二十五号发布，根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》第一次修订，根据 2017 年 3 月 1 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订，根据 2022 年 3 月 29 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第三次修订，根据 2024 年 12 月 6 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第四次修订），自 2025 年 1 月 20 日起施行修订版； （15）《放射性物品运输安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第五 562 号），自 2010 年 1 月 1 日起施行； （16）《关于放射性药品辐射安全管理有关事项的公告》（环境保护部公告 2015 年第 2 号），自 2015 年 1 月 9 日起施行； （17）《国家危险废物名录（2025 年版）》（2024 年 11 月 26 日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号公布），自 2025 年 1 月 1 日起施行； （18）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2011 年 10 月 25 日浙江省人民政府令第 288 号公布，根据 2014 年 3 月 13 日浙江省人民政府令第 321 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省林地管理办法〉等 9 件规章的决定》第一次修正，根据 2018 年 1 月 22 日浙江省人民政府令第 364 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省建设项目环境保护管理办法〉的决定》第二次修正，根据 2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省价格监测预警办法〉等 9 件规章的决定》第三次修正）； （19）《浙江省辐射环境管理办法》（2011 年 12 月 18 日浙江省人民政府令第 289 号公布，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号修订），自 2021 年 2 月 1 日起施行； （20）浙江省生态环境厅关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境
--	--

	影响评价文件的建设项目清单（2024 本）》的通知（浙环发[2024]67 号），自 2025 年 2 月 2 日起实施； （21）《浙江省生态环境保护条例》（浙江省第十三届人民代表大会 公告 2022 年第 71 号），自 2022 年 8 月 1 日起施行。 （22）《嘉兴市生态环境局关于发布<嘉兴市生态环境局本级负责审批的环境影响评价文件建设项目清单（2025 年本）>的通知》（嘉环发〔2025〕1 号），自 2025 年 2 月 2 日起实施； （23）《海盐县人民政府办公室关于印发海盐县生态环境分区管控动态更新方案的通知》（盐政办发〔2024〕22 号，2024 年 10 月 31 日）。
技术标准	（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； （4）参照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； （5）参照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； （6）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （7）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （8）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （9）《表面污染测定第 1 部分：β发射体（$E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$）和$\alpha$发射体》（GB/T14056.1-2008）； （10）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）； （11）《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）； （12）《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）。
其他	（1）环境影响评价委托书； （2）《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》； （3）《辐射防护导论》（主编：方杰）； （4）《辐射防护手册》（第一分册）（李德平、潘自强主编，原子能出

	版社，1987 年）； （5）《辐射防护手册》（第三分册）（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987 年）； （6）《浙江省药品监督管理局关于印发<浙江省放射性药品经营质量管理实施细则（暂行）>的通知》，浙药监规〔2024〕2 号； （7）《浙江省药品监督管理局 浙江省国防科技工业办公室关于颁布<浙江省放射性药品生产经营许可证管理办法>的通告》，公告〔2022〕14 号； （8）《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行）； （9）建设单位提供的其它相关资料。
--	---

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中对评价范围和保护目标的要求，本项目涉及 1 个乙级非密封放射性物质工作场所，结合本项目实际情况，确定本项目评价范围为磷-32 核药仓库的放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的实体屏蔽物外 50m 区域。评价范围示意图见附图 2 和附图 3。

7.2 保护目标

根据本项目周边环境情况调查，评价范围内主要为厂区内部建筑和道路、东侧浙江景融核科技有限公司、南侧海盐加美五金科技有限公司，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民住宅、学校、行政办公区等环境敏感目标。本项目主要环境保护目标为辐射工作人员、厂区内其他员工和评价范围内活动的公众人员等，具体保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标			方位	与本项目实体边界最近距离 (m)		人员规模	人员类别及年有效剂量约束值
				水平	垂直		
建设单位内	磷-32 核药仓库内辐射工作人员		/	/	/	2 人	职业人员： 5.0mSv
厂区内	厂房内	闲置厂房	东侧	紧邻	/	一般无人员居留	公众： 0.1mSv
		闲置厂房	西侧	紧邻	/	一般无人员居留	
		闲置厂房	北侧	紧邻	/	一般无人员居留	
		闲置厂房	楼上	/	+8.0	一般无人员居留	
	内部道路		东侧	16.6~27	/	流动人员	
	内部道路		南侧	紧邻	/	流动人员	
厂区外	浙江景融核科技有限公司		东侧	27-50	/	100 人/d	
	海盐加美五金科技有限公司		南侧	14-50	/	150 人/d	

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值及剂量约束值

《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。

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

附录 B

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 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;
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

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应超过下述限值：

- a) 年有效剂量，1mSv；
- b) 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。

参考《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中 4.4.2 的要求，“一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a，公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。”综合标准要求并结合本项目实际情况，本项目职业工作人员年受照剂量约束值取 5mSv/a；公众年受照剂量约束值取 0.1mSv/a。

7.3.2 辐射工作场所的分区、分级和分类

（1）工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，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 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制潜在照射的范围。

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。

参考《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的相关规定：

4.3.4 控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志，监督区入口处应设置标明监督区的标志。

（2）非密封源工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 对非密封放射性物质工作场所的分类见表 7-2。

表 7-2 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 $\sim 2 \times 10^7$

7.3.3 工作场所辐射剂量率控制水平

参考《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的规定：

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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

参考《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的相关规定：

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 $10 \mu\text{Sv/h}$ 。

参考上述要求确定本次评价项目工作场所辐射剂量率控制水平：在磷-32 核药仓库控制区外人员可达处，距离墙体外 30cm 处、防护门外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 30cm 处的周围剂量当量率控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

7.3.4 非密封放射性物质工作表面沾污控制

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B11，对于工作场所的放射性表面污染，应满足表 7-3 的控制水平。

表 7-3 工作场所的放射性表面污染控制水平 (Bq/cm²)

表面类型		α放射性物质	β放射性物质
		极毒性*	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10 ¹
	监督区	4×10 ⁻¹	4
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4×10 ⁻¹	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻²	4×10 ⁻¹
1) 该区内的污染子区除外			

7.3.5 货包的包装分级

根据《放射性物品安全运输规程》(GB11806-2019)中对货包的包装分级:

表 7-4 货包包装的分级

条件		分级
运输指数 (TI)	外表面上任一点的最大辐射水平 H(mSv/h)	
0 ^a	H≤0.005	I级 (白)
0<TI≤1 ^a	0.005<H≤0.5	II级 (黄)
1<TI≤10	0.5<H≤2	III级 (黄)
10≤TI	2<H≤10	III级 (黄) ^b
a 若测的 TI 值不大于 0.05, 此数值可取为零;		
b 除集合包装以外, 需按独家使用方式运输。		

根据建设单位提供的资料,建设单位销售的放射性药品 ³²P 货包包装分级为 II 级(黄)水平,因此本项目放射性药品暂存库拟贮存的放射性药品 ³²P 货包也为 II 级(黄)水平。

7.3.6 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月,最长不得超过 3 个月。

7.3.7 通风要求

参考《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中的相关规定:

6.3.1 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。

7.3.8 放射性固废处理

参考《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中相关规定,固体放射性废物暂存和处理应满足以下要求:

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， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

海盐核医通医药科技有限公司磷-32 核药仓库建设项目位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金源东路 388 号同创一期标准厂房内。同创一期东侧为浙江景融核科技有限公司；南侧为海盐加美五金科技有限公司；西侧为金州路，隔金州路为嘉兴星晨汽车零部件有限公司、海盐县星辰标准件有限公司和嘉兴凯鑫五金科技股份有限公司；北侧为金城三路（规划道路），隔金城三路为秦山同创产业园标准厂房一期。项目地理位置见附图 1。

本项目磷-32 核药仓库位于同创一期标准厂房内一层东南角 2 号区域，东侧、西侧、北侧和楼上均为闲置厂房，南侧为本项目主要出入口。本项目磷-32 核药仓库设置有放射性药品暂存库、废弃药品暂存库、检测区、更衣室和值班室。本项目辐射工作场所位置见附图 3、附图 4。现状照片见附图 8。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案

8.2.1 环境现状评价的对象

拟建磷-32 核药仓库及周边环境辐射现状水平

8.2.2 监测因子

X- γ 辐射剂量率、 β 表面污染。

8.2.3 监测方案

在现场调查期间，评价人员首先根据建设单位工作人员介绍，对照设计图纸，确立了本项目监测方案。本次监测为环境现状监测。

（1）监测单位：浙江亿达检测技术有限公司

（2）监测日期：2026 年 4 月 8 日

（3）监测方式：现场监测

（4）监测依据：

①《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

②《表面污染测定 第 1 部分： β 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）。

（5）监测频次：现场监测一次

（6）监测工况：辐射环境本底

（7）天气环境条件：室内温度：18℃，室外温度：20℃，相对湿度：53%，阴天

(8) 监测报告编号：浙亿检（环）字 HJ 2026 第 0121 号

(9) 监测设备

表 8-1 辐射剂量测量仪相关参数

仪器名称	辐射剂量测量仪
仪器型号	AT1121
仪器编号	45538
生产厂家	ATOMTEX
量 程	9nSv/h-10Sv/h
能量范围	15keV~10MeV
检定证书编号	2025H21-10-5961631001
检定证书有效期	2025 年 06 月 26 日~2026 年 06 月 25 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

表 8-2 α 、 β 表面污染仪主要技术参数

仪器型号	CoMo-170
仪器编号	9950
生产厂家	NUVIA
量程	α : 0-2500cps; β/γ : 0-20000cps
检定证书编号	2025H21-20-6032754001
检定证书有效期	2025 年 07 月 25 日-2026 年 07 月 24 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
仪器型号	CoMo-170
仪器编号	9950

8.2.4 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

8.3 监测点位及结果

本次监测在拟建辐射工作场所区域及周边环境布设点位，共布置监测点位 13 个；以上点位能够反映项目所在地的辐射环境现状水平，因此监测点位布设合理。具体监测

点位示意图 8-1~图 8-2。本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-3。

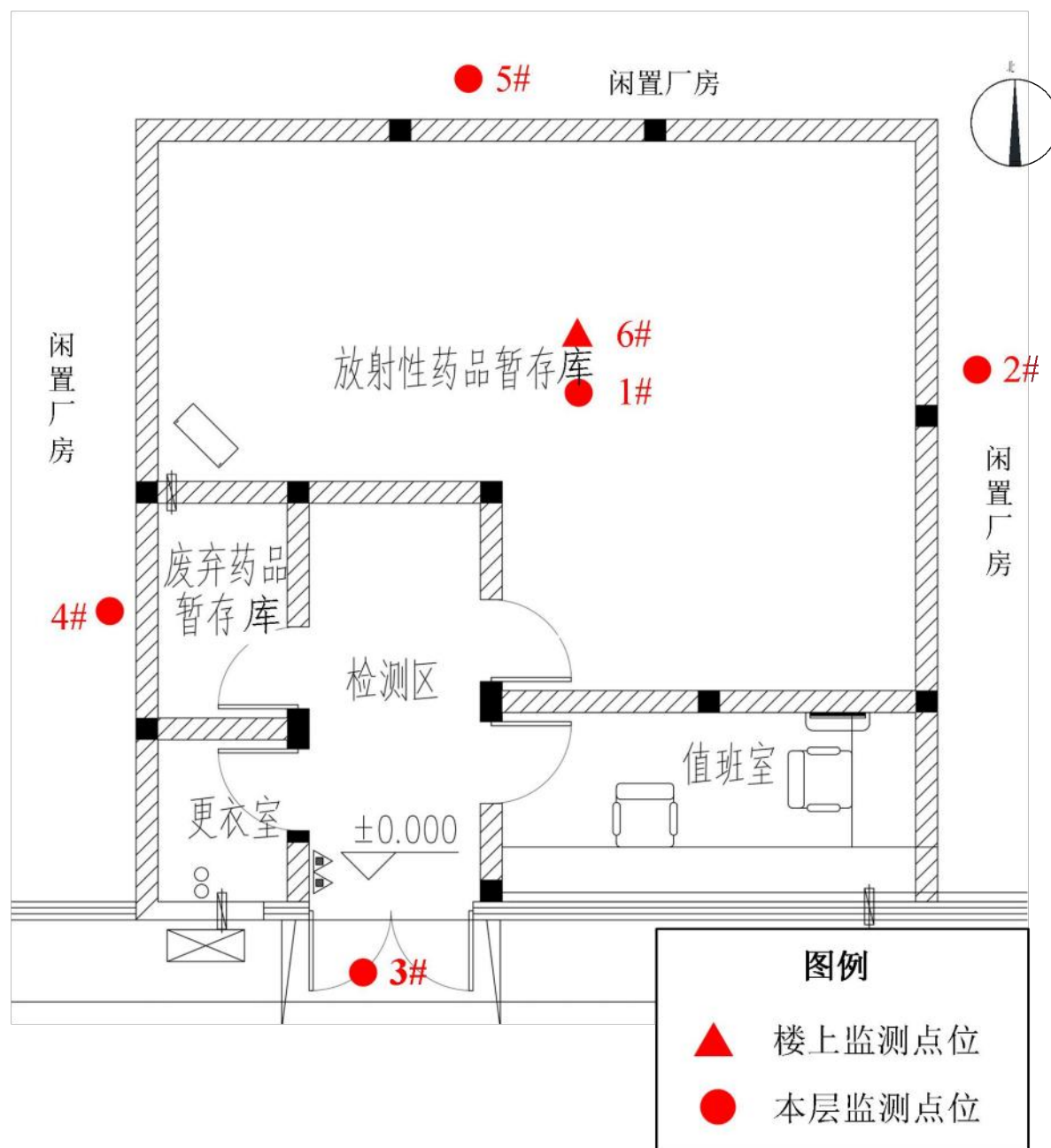


图 8-1 监测点位示意图 1

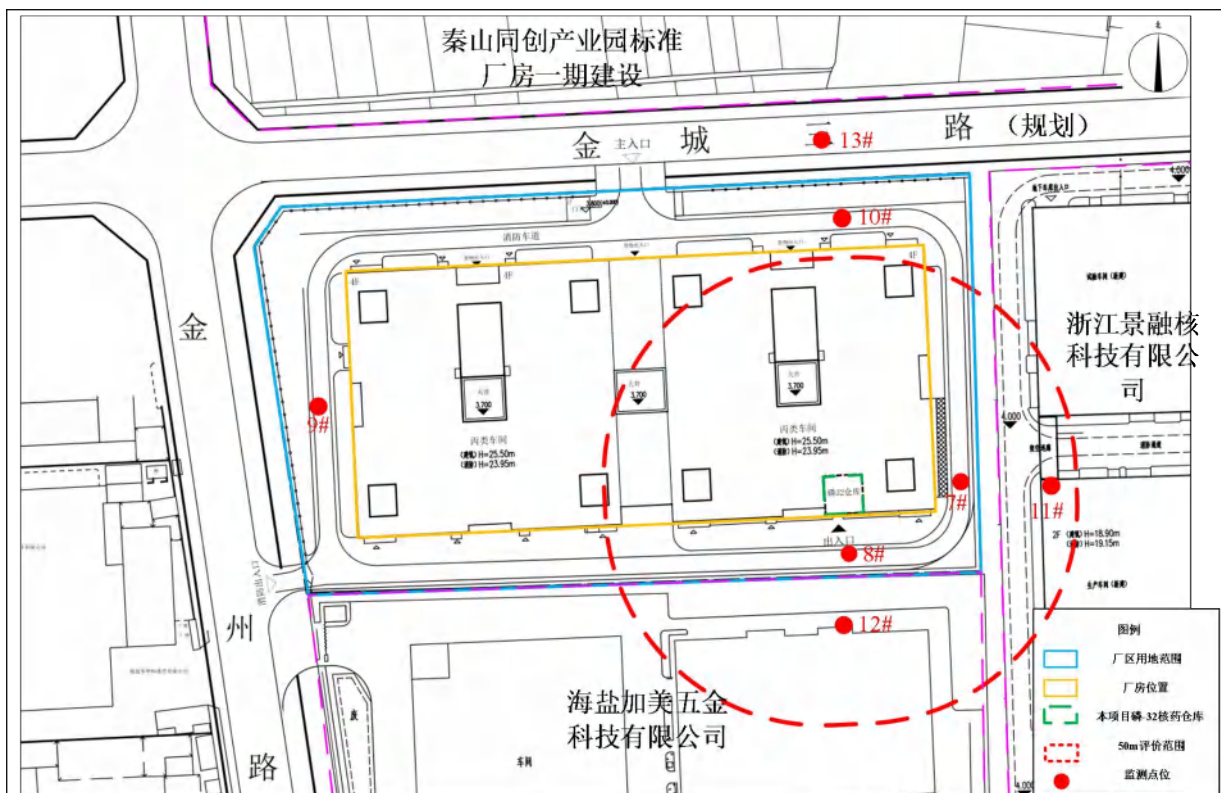


图 8-2 监测点位示意图 2

表 8-3 辐射环境现状监测布点及结果一览表

监测点 编号	监测点位置	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		β 表面污染 (Bq/cm ²)	备注
		平均值	标准差		
1#	拟建磷-32 核药仓库	102	2	<N _D	室内
2#	拟建磷-32 核药仓库东侧闲置厂房	108	4	<N _D	室内
3#	拟建磷-32 核药仓库南侧厂房出入口	108	5	<N _D	室内
4#	拟建磷-32 核药仓库西侧闲置厂房	110	3	<N _D	室内
5#	拟建磷-32 核药仓库北侧闲置厂房	120	4	<N _D	室内
6#	拟建磷-32 核药仓库上方闲置厂房	107	5	<N _D	室内
7#	拟建磷-32 核药仓库所在建筑东侧道路	102	5	<N _D	室外
8#	拟建磷-32 核药仓库所在建筑南侧道路	103	4	<N _D	室外
9#	拟建磷-32 核药仓库所在建筑西侧道路	103	5	<N _D	室外
10#	拟建磷-32 核药仓库所在建筑北侧道路	102	4	<N _D	室外
11#	东侧浙江景融核科技有限公司	107	3	<N _D	室内
12#	南侧海盐加美五金科技有限公司	109	5	<N _D	室内
13#	北侧金城三路（规划道路）	101	4	<N _D	室外

注：1、根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中第 5.4 条款，本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；

2、根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中第 5.5 条款，本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

3、γ辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 31.0nGy/h；拟建磷-32 核药仓库位于建筑一层，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子：7-10#、13#点位取 1；6#点位取 0.9；1#-5#、11-12#点位取 0.8。

4、测量α、β表面污染时使用直接测量方法，表内结果均已扣除本底值；经计算当地β表面污染本底计数率平均值为 1.8cps，该表污检测仪的β表面污染测量下限为 0.03Bq/cm²，记为 N_D 。

5、本项目拟使用核素为 ^{32}P 。

8.4 对环境现状调查结果的评价

根据表 8-3 可知，本项目拟建磷 32 核药仓库位置及周边环境室内γ辐射剂量率在 102nGy/h~120nGy/h 之间，即 $10.2 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 12.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间；室外道路γ辐射剂量率在 101nGy/h~103nGy/h 之间，即 $10.1 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 10.3 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间。

根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知嘉兴地区室内γ辐射剂量率在 $7.6 \times 10^{-8} \sim 27.1 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间；道路γ辐射剂量率在 $2.8 \times 10^{-8} \sim 11.7 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间。可见本项目拟建辐射工作场所及周围环境的γ辐射水平处于当地天然辐射水平范围之内，未见异常。

本项目拟建磷 32 核药仓库位置及周边环境的β表面污染未检出，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工艺分析及产污环节

建设单位拟租用同创一期标准厂房一层东南角 2 号区域，建设磷-32 核药仓库，磷-32 核药仓库内建设 1 间放射性药品暂存库、1 间废弃药品暂存库、1 间检测区、1 间更衣室和 1 间值班室，放射性药品暂存库用于临时暂存销售的放射性药品 ^{32}P ，废弃药品暂存库用于贮存意外情况下产生的放射性废药 ^{32}P 。

本项目磷-32 核药仓库整体采用混凝土实心砖进行隔断，并砌到顶棚；磷-32 核药仓库内部新砌 100mm 铝扣板吊顶，吊顶高度 3.2m。本项目无新增建筑物，项目施工期内容主要为主要包括新砌砖墙、辐射安全防护设施（防护门、视频、监控等安全装置安装）以及配套用房装修等，整个工期为 1 个月。本项目磷-32 核药仓库的辐射屏蔽防护方案见表 10-8，施工期工艺流程及产污环节见图 9-1。

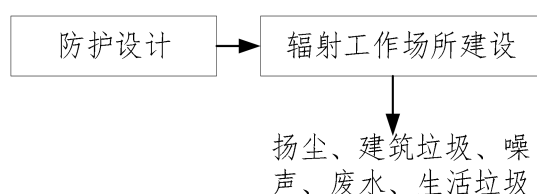


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

本项目施工期污染物主要包括：

（1）废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水仅为建筑物料拌合过程可能产生的废水，通过进入物料而自然蒸发耗散，生活污水产量较小，可依托厂区内现有化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网，不得随意排放。

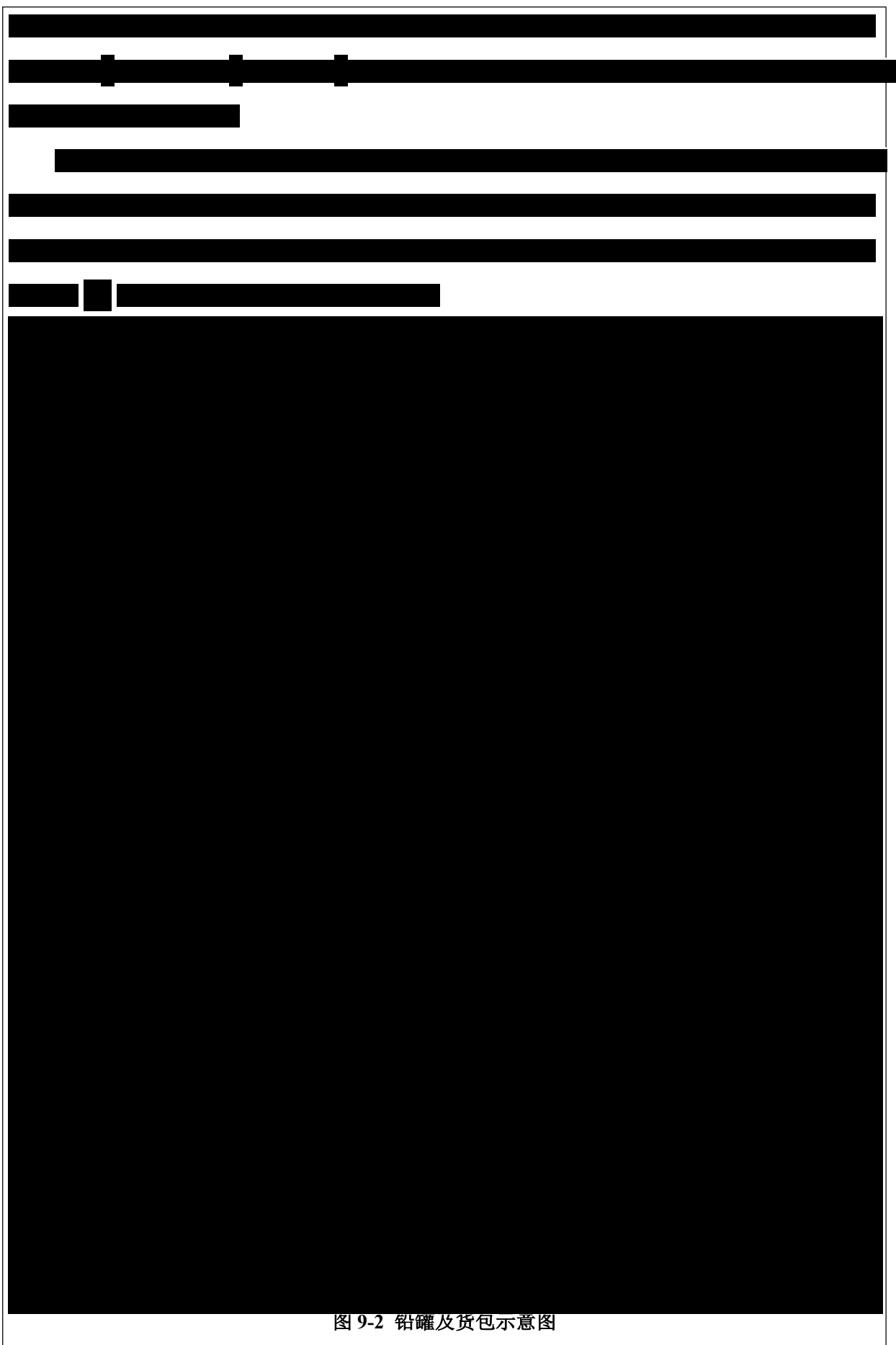
（2）废气

施工过程中会产生扬尘。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑原料或建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

装修过程会产生装修废气，在加强通风或室内空气净化措施后，可将装修废气的影响降至最低，装修废气不会对周围环境产生大的影响。

（3）噪声

施工期噪声包括各类机械、运输车辆的噪声以及土建施工产生的噪声，由于施工范围小，施工噪声对周围环境的影响较小。应合理制定施工计划，避开午休时间，禁止在



根据《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）要求，在常规运输条件下，运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h，在距离运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 0.1mSv/h。根据建设单位提供的资料，建设单位销售的放射性药品 ^{32}P 货包包装分级为 II 级（黄）水平，因此本项目放射性药品暂存库拟贮存的放射性药品 ^{32}P 货包也为 II 级（黄）水平。对于放射性药品暂存库内暂存的放射性药品 ^{32}P 货包外表面辐射剂量率（包含放射性核素产生的 β 射线及其韧致辐射），应不超过 0.5mSv/h（500 μ Sv/h）。

9.2.1.3 本项目磷-32 核药仓库预期使用情况

根据建设单位的预估，未来几年预计每年销售的放射性药品 ^{32}P 共计约 20000 支，每货包含 1 瓶放射性药品。因放射性药品的时间敏感特征，放射性药品 ^{32}P 原则上由供货厂家直接发往使用方，但由于特殊的因素，如配送过程中医疗机构无法及时签收等原因，则需要临时暂存在本项目磷-32 核药仓库的放射性药品暂存库中，最长暂存 8~48 小时后取出发往目的地。根据建设单位的估算，并依据保守的原则，按每年 50 批次，每次最多 10 个货包的量，单个货包的核素最大活度为 $3.7\text{E}+09\text{Bq}$ 计算，全年累计临时暂存 500 个货包，则放射性药品在放射性药品暂存库中的临时暂存实际日最大操作量为 $3.7\text{E}+10\text{Bq}$ ，年最大用量为 $1.85\text{E}+12\text{Bq}$ 。

销售的 ^{32}P 放射性药品在运送途中，放射性药品因患者过世或其他特殊状况无法用药，错过放药有效使用期，而导致放射性药品报废成为放射性废药，此部分放射性废药的包装和放射性药品的包装一样，只是入库前已经衰变了 3~5 天，只能作为放射性废药在本项目磷-32 核药仓库的废弃药品暂存库内贮存，经衰变、解控后，最终作为危险废物处理。根据建设单位的估算，预计本项目磷-32 核药仓库的废弃药品暂存库平均每月入库 10 个货包，放射性废药经过 5 个月（150 天）的衰变后满足解控条件，在放射性废药入库后第 6 个月进行解控处理，建设单位计划每个月集中处理一批次放射性废药。

放射性药品的单个货包核素活度为 $3.7\text{E}+09\text{Bq}$ ，经 3~5 天衰变后，保守按照 $3.7\text{E}+09\text{Bq}$ 作为单个放射性废药货包入库时的初始核素活度。

本项目磷-32 核药仓库的废弃药品暂存库平均每月入库贮存货包 10 个，全年累计入库贮存 120 个货包，单日可能贮存在废弃药品暂存库内的放射性废药货包数保守按 60 个（6 个月贮存量）考虑，其中最近一批次入库的放射性废药单个货包核素活度为 $3.7\text{E}+09\text{Bq}$ ，库内贮存最久的一批次放射性废药单个货包核素活度为 $2.52\text{E}+06\text{Bq}$ （已至少衰变 5 个月，按 150 天计），则本项目废弃药品暂存库实际日最大操作量为 $4.82\text{E}+10\text{Bq}$ ，

年最大用量为 $4.44\text{E}+11\text{Bq}$ 。

9.2.1.4 放射性药品出入库流程

(1) 放射性药品临时暂存入库流程

放射性药品临时暂存入库流程详见图 9-3，具体如下：

①库房工作人员在本项目磷-32 核药库房的值班室内值班，接到入库药品车辆马上到达的通知；

②工作人员通过检测区，在更衣室更衣，佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪；

③进入南侧出入口区域等待车辆到达；

④运输车辆进入厂区，在南侧出入口门外停车，并卸货至检测区；

⑤工作人员通过便携式辐射检测设备，检测货包剂量率水平和表面污染并记录台账；

⑥工作人员同步核实运输方式是否符合要求，并对照随货同行单（票）和采购记录核对药品，做到票、账、货相符。双人打开放射性药品暂存库的双锁，通过小车送至库房内，药品放置妥当后关门并加锁；

⑦车辆驶离；工作人员关闭并双人加锁放射性药品暂存库门后，在检测区进行表面污染监测（若监测不达标则对可能沾染表面污染的部位进行擦拭去污直至监测达标），然后进入更衣室并更衣，摘除个人剂量计、归还个人剂量报警仪后，进入本项目值班室值班；

⑧放射性药品接收完成。

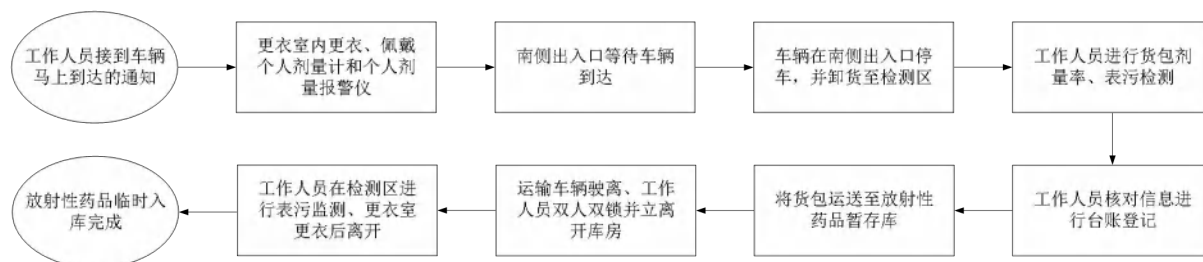


图 9-3 放射性药品的入库流程

(2) 放射性废药报废贮存入库流程

放射性废药入库流程详见图 9-4，具体如下：

①库房工作人员在本项目磷-32 核药库房的值班室内值班，接到运送废药车辆马上到达的通知；

②工作人员通过检测区，在更衣室更衣，佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪；

③进入南侧出入口区域等待车辆到达；

④运输车辆进入厂区，在南侧出入口门外停车，并卸货至检测区；

⑤工作人员通过便携式辐射检测设备，检测货包剂量率水平和表面污染并记录台账；

⑥工作人员双人打开废弃药品暂存区的双锁，连同小车将报废放射性废药、解控卡送至废弃药品暂存区内，放射性废药放置妥当后关门并加锁离开；

⑦车辆驶离；工作人员关闭并双人加锁废弃药品暂存区门后，在检测区进行表面污染监测（若监测不达标则对可能沾染表面污染的部位进行擦拭去污直至监测达标），然后进入更衣室并更衣，摘除个人剂量计、归还个人剂量报警仪后，进入本项目值班室值班；

⑧报废放射性废药接收完成。

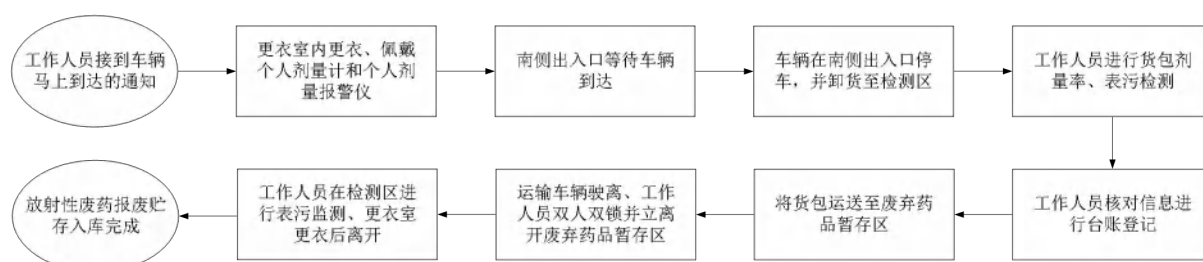


图 9-4 放射性废药的入库流程

(3) 放射性药品临时暂存后出库流程

放射性药品出库流程详见图 9-5，具体如下：

①库房工作人员在本项目磷-32 核药库房的值班室内值班，接到出库药品车辆马上到达的通知；

②工作人员通过检测区，在更衣室更衣，佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪；

③进入南侧出入口区域等待车辆到达；

④运输车辆进入厂区，在南侧出入口门外停车，工作人员复核随货同行单据，包括加盖企业药品出库专用章的随货同行单（票）和检验报告书等随货文件，确认无误后，打开放射性药品暂存库，通过小车将出货药品送至检测区；

⑤工作人员通过便携式辐射检测设备，检测货包剂量率水平和表面污染，填写记录台账；

⑥将产品装车；

⑦车辆驶离；工作人员关闭并双人加锁放射性药品暂存库门后，在检测区进行表面污染监测（若监测不达标则对可能沾染表面污染的部位进行擦拭去污直至监测达标），然后进入更衣室并更衣，摘除个人剂量计、归还个人剂量报警仪后，进入本项目值班室值班；

⑧放射性药品出库完成。

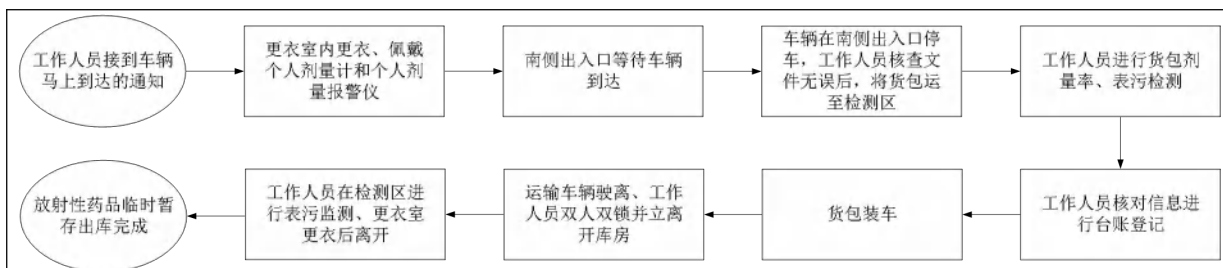


图 9-5 放射性药品的出库流程

(4) 放射性废药解控后出库流程

报废放射性废药在废弃药品暂存区满足解控要求后，作为危险废物处理，出库流程详见图 9-6，具体如下：

①库房工作人员在本项目磷-32 核药库房的值班室内值班，接到运送废药车辆马上到达的通知；

②工作人员通过检测区，在更衣室更衣，佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪，双人打开双锁，进入废弃药品暂存区；

③通过小车将报废放射性废药送至检测区；

④工作人员通过便携式辐射检测设备，检测货包剂量率水平和表面污染后，填写记录台账，填写解控卡（包括该报废放射性药品的出库信息）；

⑤工作人员通过小车将报废放射性废药、解控卡运送至南侧出入口处，交由危废处理公司进一步处理；

⑥车辆驶离；工作人员关闭并双人加锁废弃药品暂存区后，在检测区进行表面污染监测（若监测不达标则对可能沾染表面污染的部位进行擦拭去污直至监测达标），然后进入更衣室并更衣，摘除个人剂量计、归还个人剂量报警仪后，进入本项目值班室值班；

⑥解控废弃物出库完成。

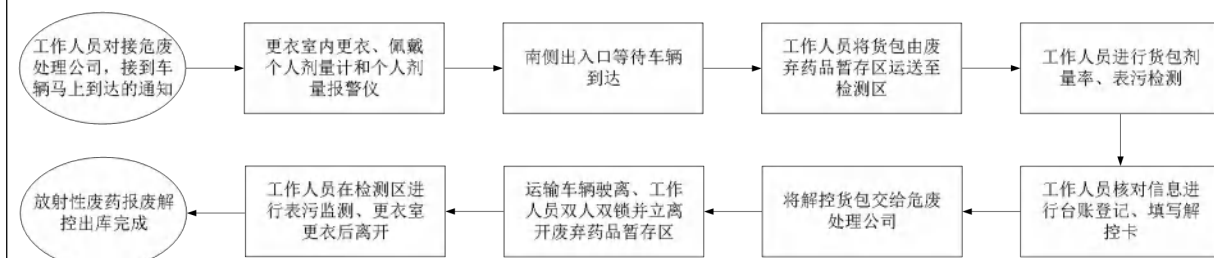


图 9-6 废药的报废解控出库流程

9.2.1.5 产品及废物的进出库辐射计量标准

(1) 放射性药品（废药）的进库标准

①货包外表面附加的剂量率水平满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）

中规定的货包等级：Ⅱ级（黄）水平；

②货包外表面的放射性表面污染水平上限值 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

（2）放射性药品（废药）的出库标准

①放射性药品的出库标准与进库标准相同；

②放射性废药的出库标准：无屏蔽情况下，经监测辐射剂量率满足环境本底水平， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

9.2.1.6 人员及物流路径规划

本项目人员及物流路径规划的路线详见图 9-7。

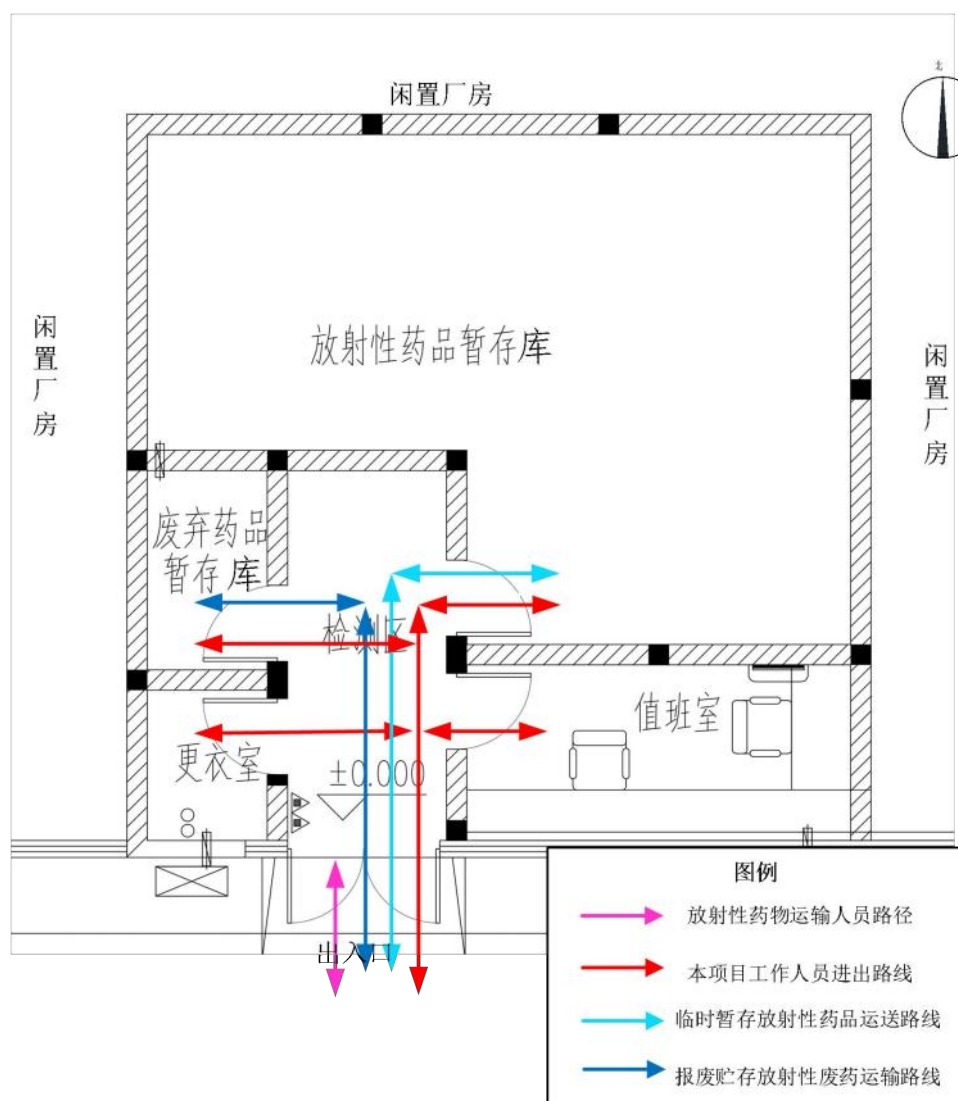


图 9-7 本项目人员及货包运送路线

9.2.1.7 劳动定员及工作时间

本项目共配备 2 名辐射工作人员，负责放射性药品及放射性废药进出库工作以及磷-32 核药仓库的值班工作。本项目的相关辐射工作均由 2 名辐射工作人员协同完成。放

放射性药品 ^{32}P 货包在本项目磷-32 核药仓库暂存期间，本项目辐射工作人员不会打开货包的外包装，本项目辐射工作人员仅对货包外表面进行剂量检测及核对。

(1) 放射性药品临时暂存

本项目放射性药品临时暂存数预计全年累计 500 个货包，每次临时暂存时间一般不超过 48 小时，故保守起见不考虑暂存期间放射性药品的衰变。按保守情况估算，每支药物的货包检测工作时间最多为 1min，搬运码放 1min（装上平板车及从平板车上取下并码放时间均为 30s），平板车推送 1min（按平均每个货包计算），每个货包进出库时均进行一次检测，则全年累计放射性药品临时暂存的出入库检测时间为 16.67h，搬运及码放时间为 16.67h，平板车推送时间 16.67h。

(2) 放射性废药报废贮存

本项目放射性废药报废贮存数预计全年累计 120 个货包，每批次放射性废药在库内贮存时间超过 5 个月（150 天），出库时已达到解控水平，故出库搬运、检测不计入辐射接触时间考虑。按保守情况估算，每支药物的货包检测工作时间最多为 1min，搬运码放时间为 1min（装上平板车及从平板车上取下并码放时间均为 30s），平板车推送 1min（按平均每个货包计算），则全年累计放射性废药报废贮存的检测时间为 2h，搬运及码放时间为 2h，平板车推送时间为 2h。

(3) 磷-32 核药仓库巡查

本项目辐射工作人员则不定期进行磷-32 核药仓库内巡查工作，按保守情况估算，平均巡查 3min/次*库，每周一次，则年累积巡查时间约 5h（放射性药品暂存库 2.5h，废弃药品暂存库 2.5h）。

(4) 值班

本项目辐射工作人员需要进行值班工作，每天工作 8 小时，每年工作 250 天，辐射工作人员年值班时间 2000h。

9.2.2 放射性药品的销售

海盐核医通医药科技有限公司在全国范围内销售放射性药品 ^{32}P ，其销售工艺如下：

(1) 销售流程

①建设单位销售部收到客户单位（主要为医院等）放射性药品购买申请，并与使用方进行接洽工作，协商相关事宜；

②客户单位向建设单位提供《辐射安全许可证》及其它相关资料，建设单位对其相关资质进行认定合格后与客户单位签订销售协议和分责协议；

- ③建设单位根据使用方提供的购买需求情况向供药厂家或者上级公司订购药品；
- ④订购的放射性药品由具有资质的物流企业直接运输至客户单位，并进行放射性核素销售台账和产品交接单记录。

详细的销售过程见图 9-8。

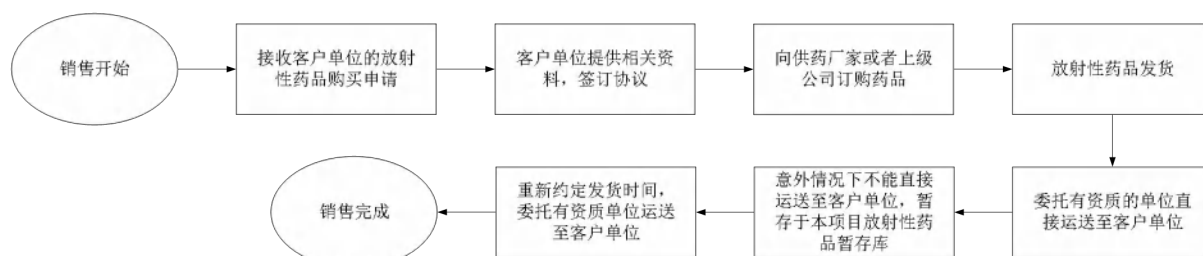


图 9-8 放射性药品的销售流程

(2) 安全管控要求

①成立以分管放射性药品销售的领导为组长的辐射安全防护管理机构，指导、监督、检查非密封放射性物质的销售工作。

②制定严格的销售管理规程，要求客户单位必须持有使用非密封放射性物质 ^{32}P 的辐射安全许可证，并确保在有效期内；

③建立放射性药品的销售台账、贮存台账；

④对销售人员进行上岗前培训，使其具备辐射安全和防护的专业知识，并定期再培训；

⑤委托有资质的单位运输放射性药品。

9.3 污染源项描述

9.3.1 正常工况下的污染源项描述

(1) 本项目磷-32 核药仓库内放射性核素 ^{32}P 衰变过程中产生 β 射线以及 β 射线与屏蔽物质作用产生的韧致辐射，对辐射工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 β 射线外照射。 β 射线穿透能力很弱，货包的外包装可以完全屏蔽，使 β 射线不能释放到环境中。本项目涉及的放射性核素的相关属性见下表。

表 9-1 本项目放射性核素的相关属性

序号	核素名称	状态	毒性类别	半衰期	衰变方式	α 最大能量 (MeV)	β 最大能量 (MeV)	γ 射线能量 (MeV)
1	^{32}P	液态	中毒	14.26d	β^-	/	1.71	/

(2) 放射性“三废”：本项目货包均为密闭铅罐，货包内放射性核素均密封于西林瓶内。整个货包在本项目磷-32 核药仓库内暂存，建设单位不打开放射性核素货包，

磷-32 核药仓库内不涉及核素操作，无开放液面，故不产生放射性废气和放射性废液。

销售的放射性药品 ^{32}P 在运送途中，放射性药品因患者过世或其他特殊状况无法用药，错过放药有效使用期，而导致放射性药品报废成为放射性废药需运回贮存，放射性废药作为放射性固废暂存处理。放射性废药经衰变、解控后作为危险废物（HW03 900-002-03）委托有资质单位进行处理。

9.3.2 其他污染源项描述

本项目磷-32核药仓库内放射性核素衰变过程中产生的 β 射线与空气中的氧气发生作用，产生少量的臭氧和氮氧化物（氮氧化物的产额约为臭氧的1/3）。

9.3.3 事故状态下的污染源项分析

本项目主要可能发生的辐射事故有以下两种：

（1）对工作场所管理不到位，无关人员进入本项目磷-32 核药仓库而受到不必要的外照射；

（2）建设单位保管不善，放射性药物（废药）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。

（3）放射性药品（废药）货包在出入库过程中发生跌落、碰撞，可能导致装有放射性药品的西林瓶破碎，放射性药品会泄漏在货包内。在整个放射性药物（废药）的存储过程中，建设单位不会打开放射性药品货包，且因为本项目放射性药品货包为非特殊形式的 A 型货包，根据《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）对“设计用来装液体的 A 型货包”的要求：“b）满足下述两项要求之一：1）配备足以吸收两倍液体内容物体积的吸收剂。这种吸收剂应放置于适当的部位上，以便在发生泄漏事件时能与液态内容物相接触；2）配备一个由初级的内容包容件和次级的外部包容件组成的包容系统，用以保证即使在初级的内容包容件发生泄漏时仍将液态内容物截留在次级的外部包容件内。”因此，一般事故情况下，泄漏的放射性药品不会外泄出货包，不会对货架、地面等造成污染；极端事故情况下，可能存在少量放射性药品渗漏情况，此时污染因子除正常工况下的 β 射线、 γ 射线外、韧致辐射外，还有 β 表面污染及擦拭去污产生的放射性固废。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局及合理性分析

本项目磷-32 核药仓库位于厂房一层东南侧，东侧、西侧、北侧和楼上均为闲置厂房，南侧为本项目主要出入口。本项目所在厂房一层平面布置图见附图 4，本项目平面布置、剖面示意图见附图 5，本项目磷-32 核药仓库周围相邻区域布局情况见表 10-1。

表 10-1 本项目磷-32 核药仓库周围相邻区域布局情况一览表

辐射场所	方位	周边房间及场所
本项目磷-32 核药仓库	东侧	闲置厂房
	南侧	厂区内部道路
	西侧	闲置厂房
	北侧	闲置厂房
	上方	闲置厂房

本项目磷-32 核药仓库的功能用房集中布置，所在位置相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，周围无明显环境制约因素，各组成部分功能区明确，既有机联系，又互不干扰，且避开了人流量较大的活动区域；放射性药品（废药）运输人员路径和厂区内其他工作人员路径相互独立，不产生交叉，进出流线便捷；相关场所均采取了辐射防护措施；磷-32 核药仓库出入口设有门禁系统，非本项目辐射工作人员的引导不能进入，且出口避开了人流密集区域，因此，参照核医学辐射防护与安全要求的相关要求，本项目磷-32 核药仓库的布局合理。

10.1.2 非密封放射性物质工作场所分级、分类和分区管理

（1）辐射工作场所分级

放射性核素的日等效最大操作量计算修正因子见表 10-2、10-3，计算见表 10-4。

表 10-2 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 10-3 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

表 10-4 辐射工作场所分级计算表

工作场所	核素名称	存储状况	入库时间（天）	计划最大日操作量（Bq）	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	计划日等效最大操作量（Bq）	分级
磷-32核药仓库	³² P	临时暂存	1	1000000	1	1	1000000	乙级
		报废贮存	1	1000000	1	1	1000000	
			2	1000000	1	1	1000000	
			3	1000000	1	1	1000000	
			4	1000000	1	1	1000000	
			5	1000000	1	1	1000000	
			6	1000000	1	1	1000000	
			7	1000000	1	1	10000004	
合计							8.52E+07	

注：放射性核素的日等效最大操作量=放射性核素的实际操作量×毒性组别修正因子/操作方式修正因子。

经计算本项目磷-32 核药仓库非密封放射性物质日等效最大操作量为 8.52E+07Bq，日等效最大操作量属于 $2 \times 10^7 \text{Bq} \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ 的范围，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

(2) 辐射工作场所分类

参考《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)对核医学科工作场所具体分类办法，本评价项目使用的放射性核素加权活度见表 10-5。

表 10-5 非密封放射性物质(核素)加权活度计算

工作场所	核素名称	日操作最大活度 (Bq)	毒性权重因子	操作性质修正因子	场所加权活度 (Bq)	场所分类
磷-32 核药仓库	³² P	8.52E+10	100	贮存：100	8.52E+10	I 类

注：加权活度=日操作最大活度×核素毒性权重因子÷操作性质修正因子；操作放射性核素的最大加权活度 $> 5 \times 10^{10} \text{Bq}$ 的为 I 类核医学工作场所，操作放射性核素的最大加权活度 $5 \times 10^7 \sim 5 \times 10^{10} \text{Bq}$ 的为 II 类核医学工作场所，操作放射性核素的最大加权活度 $< 5 \times 10^7 \text{Bq}$ 的为 III 类核医学工作场所。

本项目磷-32 核药仓库属于 I 类工作场所。参考《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中关于“不同类别核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放

射防护要求”，各类工作场所要求见下表。

表 10-6 不同类别核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求

种类	分类		
	I	II	III
结构屏蔽	需要	需要	不需要
地面	与墙壁接缝无缝隙	与墙壁接缝无缝隙	易清洗
表面	易清洗	易清洗	易清洗
分装柜	需要	需要	不必须
通风	特殊的强制通风	良好通风	一般自然通风
管道	特殊的管道 ^a	普通管道	普通管道
盥洗与去污	洗手盆 ^b 和去污设备	洗手盆 ^b 和去污设备	洗手盆 ^b 和去污设备
a 下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测。			
b 洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。			

建设单位拟按表 10-6 的要求进行场所设置，本项目磷-32 核药仓库地面为易清洁、不易渗透的环氧地坪，墙面采用易清洗的乳胶漆刷涂，地面与墙面连接处拟采用无接缝处理；磷-32 核药仓库内各区域均设有排风装置；本项目磷-32 核药仓库内不涉及核素操作，因此不设置分装柜、洗手盆，配置一套应急去污用品。

（3）分区管理

① “两区”划分原则与依据

为了便于加强管理，切实做好辐射安全工作，建设单位应按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施，其划分原则如下：

控制区划分原则：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。

监督区划分原则：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌。

② 本项目“两区”划分

为加强工作场所管理，防止无关人员受到不必要的照射，建设单位拟对本项目进行分区管理。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对控制区

和监督区的定义和参考《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求，结合项目辐射防护情况，将本项目磷-32 核药仓库放射性药品暂存库、废弃药品暂存库划为控制区，将本项目磷-32 核药仓库的检测区、更衣室、值班室以及东侧、西侧和北侧墙体外 1m 以内的区域划为监督区，分区情况示意图 10-1。

表10-7 本项目辐射工作场所两区划分

辐射工作场所	控制区	监督区
磷-32核药仓库	放射性药品暂存库、废弃药品暂存库	检测区、更衣室、值班室以及东侧、西侧和北侧墙体外1m以内的区域

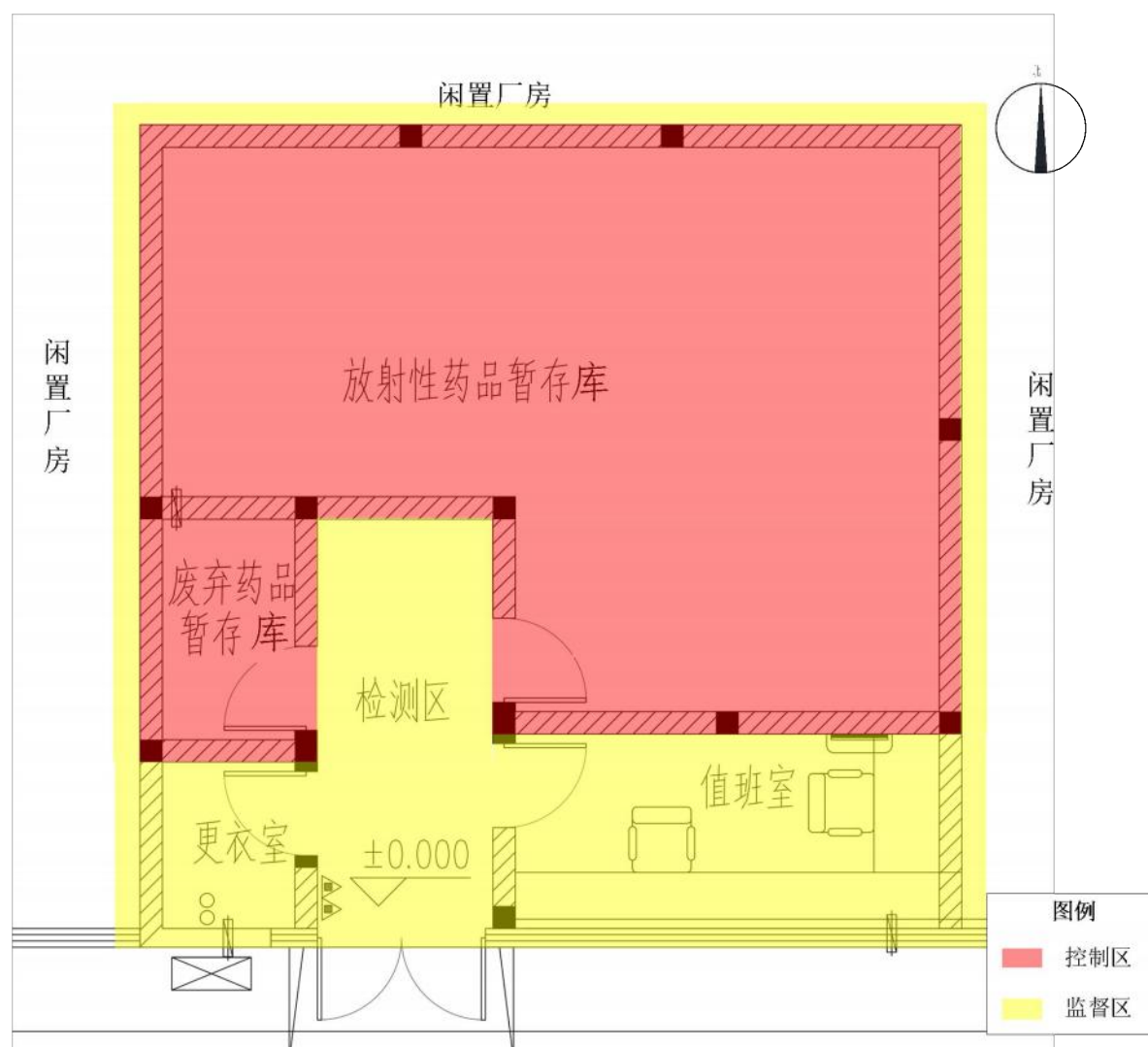


图 10-1 本项目辐射工作场所两区划分图

10.1.3 辐射工作场所辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的资料，本项目不开包进行非密物质操作，放射性药品（废药）的辐射屏蔽主要依靠货包内铅罐，铅罐的厚度为 15mm，本项目磷-32 核药仓库整体拟

依托厂房现状南侧玻璃幕墙（外墙）和顶棚 120mm 混凝土楼板，并在厂房内新砌 240mm 混凝土实心砖墙体和 100mm 铝扣板吊顶。磷-32 核药仓库外侧墙体砌筑至顶棚，墙体与顶棚连接处采用硫酸钡涂料封堵，铝扣板吊顶约 3.2m 高。各场所的辐射屏蔽设计见表 10-8。

表 10-8 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施一览表

场所名称		屏蔽体	屏蔽材料及厚度
磷-32 核药仓库	放射性药品暂存库、废弃药品暂存库	四侧墙体	240mm 混凝土实心砖
		顶棚	100mm 铝扣板+120mm 混凝土
		防护门	钢制门
	检测区、更衣室、值班室	东墙、西墙、北墙	240mm 混凝土实心砖
		南墙	玻璃幕墙（外墙）
		顶棚	100mm 铝扣板+120mm 混凝土

注：混凝土密度为 2.35g/cm³，混凝土实心砖密度不低于 1.65/cm³；铝扣板和玻璃幕墙的密度较低，在屏蔽防护计算时，不考虑其屏蔽防护厚度。

为便于远期工作场所功能及布局优化调整或场所退役，采用上表中辐射屏蔽防护设计方案，既做到选材最优，也能够保证满足屏蔽防护要求和空间利用需求。

10.1.4 辐射安全装置和防护措施

（一）销售业务相关的辐射安全措施

建设单位从事非密封放射性物质的销售工作，委托有资质的单位进行放射性核素货包的运输工作，由承运单位承担相应运输安全责任。对于不涉及贮存过程的销售，主要是报价、商务谈判、审核对方资质、签订合同、办理发货手续等商务工作。

作为非密封放射性物质销售单位，建设单位应具备从事放射性物质销售的安全条件：

（1）应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，并有本科以上学历的人员专职负责辐射安全防护管理工作。

（2）从事辐射工作的人员应通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

（3）应针对销售放射性物质制定相关岗位职责、安全管理制度、台账管理制度、人员培训和辐射事故应急措施等方面的规章制度。

（4）应严格遵守相关法律、法规和条例，规范销售工作，确保放射性物质转让合法性。

（二）磷-32 核药仓库的辐射安全和防护设施

（1）辐射安全装置和防护措施

根据建设单位提供的资料及设计方案，本项目磷-32 核药仓库拟设计的辐射安全装

置和保护措施如下：

①双人双锁设置

本项目磷-32 核药仓库的放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口均设置双人双锁，仅当 2 名辐射工作人员均在场时，方可打开大门，进入相应库房。

②视频监控系统、门禁系统

建设单位拟在磷-32 核药仓库的南侧出入口设置门禁系统；拟在放射性药品暂存库、废弃药品暂存库、检测区和值班室内设置多个视频监控设备，做到无死角监控，并接入值班室的监控系统，监控显示屏设置在值班室内。述设备用于报警复核及监控，视频图像实时记录，记录保存时间不少于 30 天。

③入侵报警系统

本项目磷-32 核药仓库的放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口拟设置入侵报警系统，选用红外微波双鉴探测器，实现非法入侵即时感应。报警主机通过专线与当地公安机关“110”报警中心联网，确保警情信号实时传输。

④电离辐射警告标志

建设单位拟在磷-32 核药仓库、放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口处设置电离辐射警告标志和中文警示说明。

⑤固定式场所辐射探测报警装置

建设单位拟在本项目磷-32 核药仓库内配置 2 套固定式场所辐射探测报警装置，拟分别安装于放射性药品暂存库和废弃药品暂存库内（详见图 10-2），显示屏及报警装置拟设置于检测区与对应库房相邻墙体上，由值班人员负责监视。

⑥货包的辐射屏蔽防护措施

生产商拟将放射性核素装于货包内运输，能够有效屏蔽辐射。货包内放置盛有药物的西林瓶，货包采用铅罐密封，铅罐的厚度为 15mm，能够有效屏蔽辐射，同时可防止西林瓶破裂后，放射性药物泄漏。

⑦防火、防水系统

建设单位拟在磷-32 核药仓库内设置烟雾报警系统和喷淋装置，用于火灾等突发情况的报警。本项目所在建筑物耐火等级为二级；本项目新砌墙体、地面表面无易燃材料。磷-32 核药仓库的设置需满足防水要求。

⑧容器固定措施

本项目放射性药品暂存库内设置有货架，货包入库存放于货架上，货架摆放区域周

本项目磷-32 核药仓库的辐射安全防护措施和设施示意图见图 10-2。



(2) 通风设施

46

经排风管道收集后，在值班室南侧墙体处向南穿过厂房外墙，最终在厂房南墙体距地约 5.8m 处排放，排风管道内保持负压并安装防回流装置。风机拟设置在检测区吊顶上方，设置消声装置。本项目磷-32 核药仓库能够保持良好通风。排风管道布置图详见附图 5-3。

(3) 辐射安全管理

① 库房存放管理

本项目磷-32 核药仓库仅用于本项目放射性药品（废药）货包的存放，禁止易燃、易爆、腐蚀性物品存放。

② 放射性核药品（废药）包出入库台账

根据表 9 工作流程分析，建设单位拟针对本项目制定放射性核素货包出入库管理制度，计划建立放射性药品货包出入库台账和放射性废药货包出入库台账，及时登记，确保账物相符，明确放射性核素货包的流向，并由暂存库管理员负责。台账的登记内容须完整记录：日期、来源/去向、核素种类、活度（或活度浓度）、数量、包装形式、辐射剂量监测结果、经办人（双人签名）等信息。每月按照放射性药品货包出入库台账和放射性废药货包出入库台账对放射性药品暂存库、废弃药品暂存库进行核对，确保账物相符。

③ 辐射剂量检测

配备 1 台 X- γ 辐射剂量率仪和表面污染监测仪。根据建设单位工作流程，入库货包应在检测区内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放射性药品暂存库内贮存；出库货包同样进行监测，监测结果填入监测报告，货包附上监测报告一并装车外运。拟将每次监测记录登记在台账上，并由本项目磷-32 核药仓库管理员进行签名确认。日常暂存期间，工作人员携带 X- γ 辐射剂量率仪对工作场所周边进行日常巡检。

④ 货包入库条件

放射性药品（废药）货包入库时，辐射工作人员须检查货包外包装的完整性，外包装须贴有放射性标志、标签及说明书等；同时与运输人员同步核实运输方式是否符合要求，并对照随货同行单（票）和采购记录核对药品，做到票、账、货相符。

⑤ 产品交接单

建设单位填写产品交接单，并委托专业运输机构将放射性核素货包运送至使用方，使用方收到货包且确认货包内放射性核素无误后，送货司机和使用方接收人员填写产品交接单，填写完成后，三方共同留存。

（4）辐射防护管理

本项目拟新增 2 名辐射工作人员开展本项目工作，本项目辐射防护用品清单详见表 10-9。

①辐射工作人员均配备铅防护衣、个人剂量计和个人剂量报警仪；

②配备 X- γ 辐射剂量率仪和表面污染监测仪用于放射性核素货包出入库时，货包的检测、及本项目周围场所的自行监测及工作人员的监测。

③配备 1 个 15mmPb 的铅废物桶置于废弃药品暂存库内，用于放射性药物泄漏货包、沾染放射性表面污染擦拭废物及一次性穿戴用品的暂存。

④工作人员的防护措施：本项目要求严格规范辐射工作人员工作和生活习惯，禁止在本项目工作场所饮食、饮水、化妆等；辐射工作人员定期进行培训，严格按照操作规程操作。严格遵守个人卫生制度和安全操作规程，穿戴个人防护用品，本项目辐射工作人员开始辐射工作前经卫生通过间更换服装，并穿戴工作服、帽、鞋、防护口罩、胶质手套及相应个人防护用品。工作人员结束辐射工作后，方可更衣离开。

表 10-9 个人防护用品和辅助防护设施配置

序号	用品	数量	主要参数	备注
1	铅衣	2 件	0.5mmPb	新增
2	α 、 β 表面污染监测仪	1 台	/	新增
3	X- γ 辐射剂量率仪	1 台	/	新增
4	个人剂量报警仪	2 台	/	新增
5	个人剂量计	2 个	/	新增
6	平板推车	1 辆	/	新增
7	铅废物桶	1 个	15mmPb	新增
8	应急及去污用品（密封塑料袋、吸水材料、刷子/抹布等）	1 套	/	新增
9	放射性污染防护服、工作帽、工作鞋、手套、口罩等	按需购买	/	新增

本项目个人防护用品种类和数量满足日常开展工作需求，个人防护用品配置满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求。

10.2 三废的治理

本项目货包均为密闭铅罐，货包内放射性核素均密封于西林瓶内。本项目磷-32 核药仓库存放放射性核素货包过程中建设单位不打开放射性核素货包，不涉及放射性核素操作，不会产生放射性废气和放射性废液。

销售的放射性药品 ^{32}P 在运送途中，放射性药品因患者过世或其他特殊状况无法用

药，错过放药有效使用期，而导致放射性药品报废成为放射性废药需运回贮存，放射性废药作为放射性固废暂存处理。放射性废药经衰变、解控后作为危险废物（HW03 900-002-03）委托有资质单位进行处理。

本项目磷-32 核药仓库内放射性核素衰变过程中产生的 β 射线与空气中的氧气发生作用，产生少量的臭氧和氮氧化物。根据“10.1.4 辐射安全装置和防护措施（2）通风设施”分析，本项目磷-32 核药仓库工作场所能够保持良好通风。

放射性药品货包在出入库过程中发生跌落、碰撞，可能导致装有放射性药品的西林瓶破碎，放射性药品会泄漏在货包内。一般事故情况下，泄漏的放射性药品不会外泄出货包，将其按照放射性废药报废存储流程入库存储，整个货包暂存于废弃药品暂存库，其解控出库流程按相应的放射性废药解控出库流程处理。

极端事故情况下，可能存在少许放射性药品外泄出货包情况。跌落、碰撞事故发生后，如外包装破损或可视的放射性药品渗漏，工作人员立即使用密封袋将其打包密封，将其按照放射性废药报废存储流程入库存储，整个货包暂存于废弃药品暂存库专用的铅废物桶内贮存，其解控出库流程按相应流程处理；如未见破损及渗漏，则先对该放射性药品货包进行表面污染及辐射剂量监测，确认内部是否存在放射性药品泄漏，确认存在泄漏的则按上述流程处理；处理完成后，工作人员对可能存在表面沾污的场所及身体接触部位进行擦拭去污并监测，擦拭废物及一次性穿戴用品均按照放射性固体废弃物进行打包并暂存于废弃药品暂存库的铅废物桶内，暂存时间超过 10 个半衰期后，清洁解控，作为生活垃圾交由环卫部门处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

建设单位拟租用同创一期标准厂房一层东南角 2 号区域，建设磷-32 核药仓库，磷-32 核药仓库内建设 1 间放射性药品暂存库、1 间废弃药品暂存库、1 间检测区、1 间更衣室和 1 间值班室，放射性药品暂存库用于临时暂存销售的放射性药品 ^{32}P ，废弃药品暂存库用于贮存意外情况下产生的放射性废药。

本项目不新增建筑物，项目施工期内容主要为主要包括新砌砖墙、辐射安全防护设施（防护门、视频、监控等安全装置安装）以及配套用房装修等，工程量较少，主要环境影响因素包括废水、施工扬尘、噪声及固体废物等。

①施工废水循环使用，不再进行分析。项目施工期施工人员产生的生活污水依托化粪池处理后达《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准后排入市政污水管网。

②施工扬尘通过湿法作业和外围设置围挡等措施，能尽量降低其对周围环境的影响，对项目周围大气环境影响较小。

③噪声主要是运输车辆和施工机械运行时的噪声，均为间歇性运行，运行时间短，并且均在本项目场地内施工。

④施工期间固体废物主要为建筑垃圾和生活垃圾。建筑垃圾定点堆放，将可回收利用部分进行回收后，剩余部分可依托市政垃圾收运系统收集处理。生活垃圾依托厂区现有暂存收集设施和周边环卫部门清运处置。

施工质量要求：本项目磷-32 核药仓库在施工期需做到，四侧墙体采用混凝土实心砖施工时，转角处必须同时砌筑或留设符合长度要求的斜槎，以保证墙体的辐射屏蔽整体性；使用满足要求的混凝土实心砖，混凝土实心砖密度不低于 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

施工单位应遵守生态环境部门对工程施工的有关规定和管理要求。建设单位应对施工单位进行有效监督。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目磷-32 核药仓库涉及存储的放射性核素为 ^{32}P ， ^{32}P 核素为纯 β 衰变，在衰变过程中仅产生 β 射线。

放射性药品销售原则上由供药厂家直接发往使用方，在销售 ^{32}P 放射性药品过程中，因特殊情况放射性药品无法直接运输至客户，则运输至磷-32 核药仓库临时暂存，根据客户的送达时间、地点要求调整发货时间以及运输车辆的情况，一般临时暂存最多贮存

8~48 小时后送出。销售的放射性药品 ^{32}P 在运送途中，放射性药品因患者过世或其他特殊状况无法用药，错过放药有效使用期，而导致放射性药品报废成为放射性废药需运回贮存。放射性废药存放超过 5 个月（150 天）后解控处理。放射性核素货包的运输由建设单位委托专业运输机构负责。放射性核素货包在本项目磷-32 核药仓库存储期间，建设单位不打开放射性核素货包，暂存库内不涉及核素操作。

11.2.1β射线辐射环境影响分析

本项目仅涉及 ^{32}P 核素的贮存，不涉及该核素的开放型使用，平时均贮存在屏蔽铅罐中，本项目 ^{32}P 核素的β粒子能量最大为 1.71MeV。根据《辐射安全手册》（潘自强主编）和《辐射防护导论》（方杰主编），β射线在介质中的射程按式 11-1 计算，β射线的屏蔽厚度按式 11-2 计算，计算结果见下表。

$$R=0.412E_{\max}^{(1.265-0.0954\ln E_{\max})} \quad (\text{式11-1})$$

$$d=R/\rho \quad (\text{式11-2})$$

式中：

R ——β射线在介质中射程，cm；

ρ ——介质的密度，g/cm³；空气密度取 $1.29 \times 10^{-3} \text{g/cm}^3$ ，混凝土密度取 2.35g/cm^3 ，混凝土实心砖的密度取 1.65g/cm^3 ，铅密度取 11.34g/cm^3 ，玻璃密度取 2.5g/cm^3 ；

$E_{\max}$ ——β射线的最大能量，MeV。

d ——β射线的屏蔽厚度，cm。

表 11-1 核素衰变产生的β射线在各介质中的所需屏蔽厚度

核素	^{32}P
β射线最大能量（MeV）	1.71
空气中的射程（cm）	612.52
铅中的射程（cm）	0.07
混凝土中的射程（cm）	0.34
混凝土实心砖中的射程（cm）	0.48
玻璃中的射程（cm）	0.32

由上表可知， ^{32}P 衰变产生的β射线在铅、玻璃等材质中射程有限。本项目货包内 ^{32}P 药物密封于玻璃西林瓶中，并装于密封铅罐中，铅罐的厚度为 15mm，通过铅罐屏蔽、货包外包装屏蔽、辐射工作场所屏蔽，本项目磷-32 核药仓库贮存放射性核素衰变产生的β射线对辐射环境影响可忽略。

11.2.2 韧致辐射环境影响分析

(1) 公式选取

β 粒子穿过物质尤其是高Z物质时会产生韧致辐射，相对于 β 粒子的影响韧致辐射对环境和人员的影响更大。根据《辐射防护导论》，韧致辐射采用下式进行计算，屏蔽计算时，Gy可视为Sv。

$$H_r = 4.58 \times 10^{-14} A \cdot Z_e \cdot \left(\frac{E_b}{r}\right)^2 \cdot \left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right) \cdot q \cdot \eta \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

H_r ——距离屏蔽层源 r 米处的辐射剂量率，Gy/h；

r ——参考点与屏蔽层的距离，m；

A ——放射源活度，Bq，本项目按照单个 ^{32}P 放射性核素货包最大活度考虑，即 $3.7\text{E}+09\text{Bq}$ ；

Z_e ——屏蔽材料的有效原子序数，取自《辐射防护导论》表 4.4，有机玻璃取 5.85，空气取 7.36，普通玻璃取 10.6；

E_b ——韧致辐射的平均能量 E_b 是入射 β 粒子的最大能量的 1/3，即 $E_b=E_{\max}/3$ ， ^{32}P 取 0.57MeV ；

μ_{en}/ρ ——平均能量为 E_b 的韧致辐射在空气中的质量能量吸收系数， m^2/kg ，取自《辐射防护导论》附表 1， ^{32}P 取 2.95×10^{-3} ；

q ——参考点所在区域相应的居留因子；

η ——透射比。

$$\eta = 10^{-(X/TVL)} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

X ——屏蔽厚度，mm；

TVL ——什值层，mm，取自《辐射防护导论》表 3.5， ^{32}P 在铅中由内插法得：1.24cm， ^{32}P 在混凝土中由内插法得：12.33cm。

(2) 关注点选取

本报告将以磷-32 核药仓库满负荷工况下，考虑本项目工作场所各侧墙体外 30cm 处、防护门外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 30cm 处为预测点位，预测点位见图 11-1 和表 11-2。货包均按照点源计算，堆叠码放后的货包点源按距离地面 1m 计算。

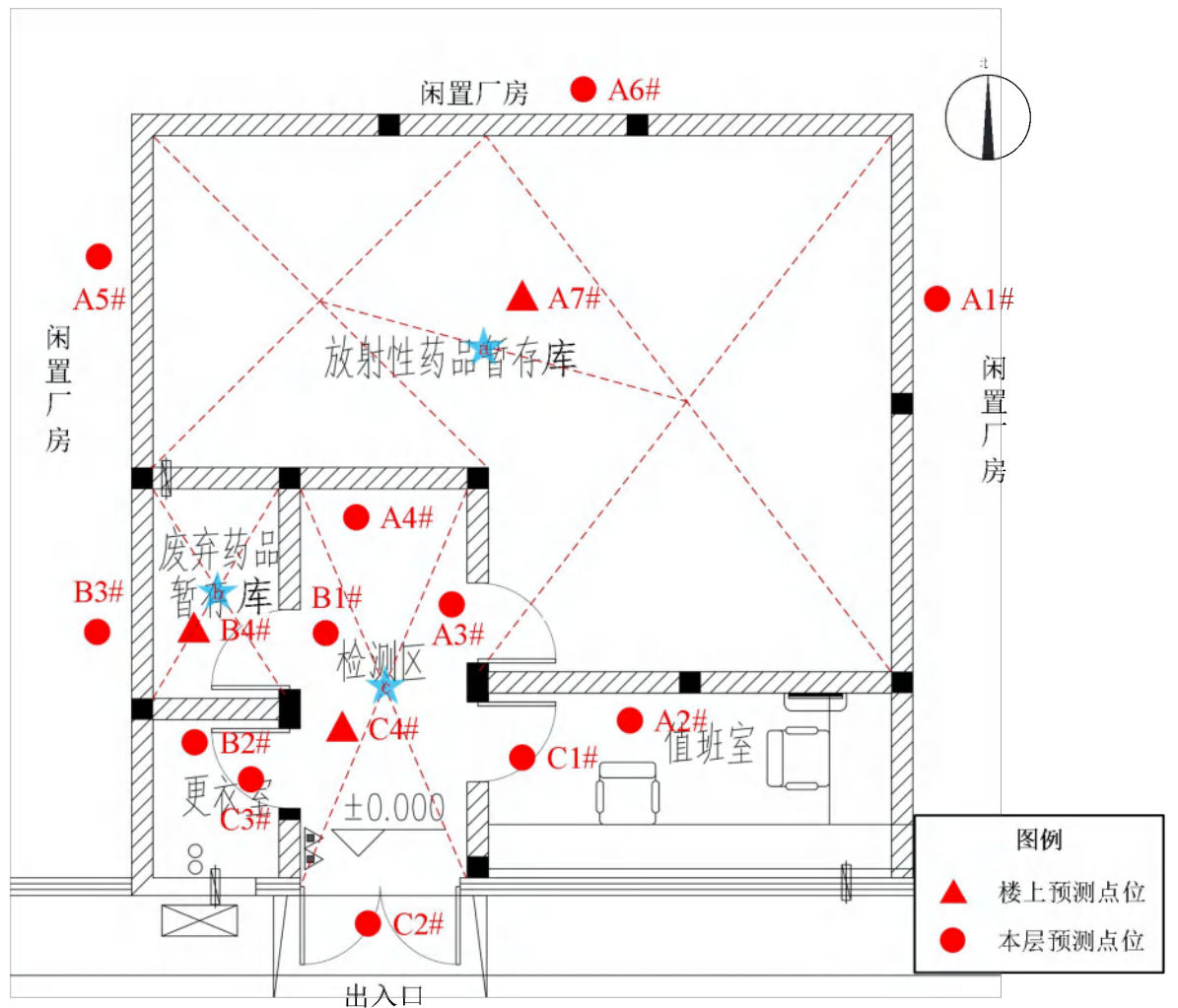


图11-1 本项目关注点分布示意图

表 11-2 本项目关注点位

预测点位		位置描述	方位	设定条件	距辐射源点最近距离 (m)
放射性药品暂存库	A1	闲置厂房	东侧	10个 ³² P放射性药品货包置于a点	5.1
	A2	值班室	南侧		3.9
	A3	检测区	南侧		3.4
	A4	检测区	南侧		2.3
	A5	闲置厂房	西侧		4.3
	A6	闲置厂房	北侧		2.9
	A7	闲置厂房	上方		6.8
废弃药品暂存库	B1	检测区	东侧	衰变0~5个月的 ³² P放射性废药货包各10个, 共计60个放射性废药货包置于b点	1.2
	B2	更衣室	南侧		1.8
	B3	闲置厂房	西侧		1.3
	B4	闲置厂房	上方		6.8
检测区	C1	值班室	东侧	4个 ³² P放射性药品货包置于c点	1.9
	C2	出入口	南侧		2.7

工作人员操作	C3	更衣室	西侧		1.8
	C4	闲置厂房	上方		6.8
	D1	放射性药品货包外表面	/	单个放射性药品货包	0.1
	D2	放射性药品货包剂量检测	/		0.3
	D3	搬运、码放放射性药品货包	/	4 个放射性药品货包	0.3
	D4	平板车推送放射性药品货包	/		1.0
	D5	放射性废药货包外表面	/	单个放射性废药货包	0.1
	D6	放射性废药货包剂量检测	/		0.3
	D7	搬运、码放放射性废药货包	/	4 个放射性废药货包	0.3
	D8	平板车推送放射性废药货包	/		1.0
	D9	放射性药品暂存库内巡查	/	10 个放射性药品货包	1.5
	D10	废弃药品暂存库内巡查	/	衰变 0~5 个月的 ^{32}P 放射性废药货包各 10 个，共 60 个放射性废药货包	1.0

注：检测区、辐射工作人员搬运、码放、平板车推送放射性药品/废药货包时，均按每次 4 个货包置于小推车搬运考虑，货包保守按放射性药品考虑。

(3) 辐射剂量估算

本项目预测点位的剂量率水平预测值，详见表 11-3。

表 11-3 本项目预测点位的辐射剂量率水平预测值

预测点位	位置描述	活度 (Bq)	R (m)	屏蔽防护	H ($\mu\text{Sv/h}$)
放射性药品暂存库	A1	闲置厂房	5.1	240mm 混凝土实心砖	2.07E-02
	A2	值班室	3.9	240mm 混凝土实心砖	3.54E-02
	A3	检测区	3.4	/	6.38E-02
	A4	检测区	2.3	240mm 混凝土实心砖	1.02E-01
	A5	闲置厂房	4.3	240mm 混凝土实心砖	2.91E-02
	A6	闲置厂房	2.9	240mm 混凝土实心砖	6.40E-02
	A7	闲置厂房	6.8	120mm 混凝土	1.27E-02
废弃药品暂存库	B1	检测区	1.2	/	6.67E-01
	B2	更衣室	1.8	240mm 混凝土实心砖	2.16E-01
	B3	闲置厂房	1.3	240mm 混凝土实心砖	4.15E-01
	B4	闲置厂房	6.8	120mm 混凝土	1.66E-02
检测区	C1	值班室	1.9	240mm 混凝土实心砖	5.96E-02
	C2	出入口	2.7	/	4.05E-02
	C3	更衣室	1.8	240mm 混凝土实心砖	6.64E-02
	C4	闲置厂房	6.8	120mm 混凝土	5.10E-03
工作人员操作	D1	放射性药品货包外表面	0.1	/	7.38
	D2	放射性药品货包剂量检测	0.3	0.5mmPb 铅衣	7.47E-01
	D3	搬运、码放放	0.3	0.5mmPb 铅衣	2.99

		射性药品货包				
D4	平板车推送放	射性药品货包	■	1	0.5mmPb 铅衣	2.69E-01
D5	放射性废药货	包外表面	■	0.1	/	7.38
D6	放射性废药货	包剂量检测	■	0.3	0.5mmPb 铅衣	7.47E-01
D7	搬运、码放放	射性废药货包	■	0.3	0.5mmPb 铅衣	2.99
D8	平板车推送放	射性废药货包	■	1	0.5mmPb 铅衣	2.69E-01
D9	放射性药品暂	存库内巡查	■	1.5	0.5mmPb 铅衣	2.99E-01
D10	废弃药品暂存	库内巡查	■	1.0	0.5mmPb 铅衣	8.76E-01

注：①所有药物均装于 15mmPb 密封铅罐内；
 ②保守不考虑铝扣板和玻璃幕墙的屏蔽防护厚度；
 ③当辐射工作人员在检测区进行货包监测时，值班室和更衣室内无人员居留。

（4）辐射剂量率叠加影响分析

结合本项目的平面布局考虑，本项目磷-32 核药仓库南侧厂区内部道路、西侧和上方闲置厂房可能同时受到检测区、放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的辐射影响。综上各预测点可能受到辐射剂量叠加影响的最终可能的辐射剂量率详见表 11-4。

表 11-4 受辐射叠加影响各点剂量率一览表

序号	点位	所在位置	关注点	关注点剂量率预测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加后剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	E	磷-32 核药仓库内检测区	A4	1.02E-01	7.69E-01
			B1	6.67E-01	
2	F	磷-32 核药仓库南侧厂区内部道路	A2	3.54E-02	9.65E-02
			B2	2.16E-01	
			C2	4.05E-02	
3	G	磷-32 核药仓库西侧闲置厂房	A5	2.91E-02	4.44E-01
			B3	4.15E-01	
4	H	磷-32 核药仓库上方闲置厂房	A7	1.27E-02	3.45E-02
			B4	1.66E-02	
			C4	5.10E-03	

注：A2、B2 点考虑到厂区内部道路的距离衰减。

综上所述，本项目辐射工作场所周边辐射剂量率最大为 4.44E-01 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足周围剂量当量率控制水平应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

11.2.3 人员辐射年有效剂量估算

（1）公式选取

各点位处公众及职业人员的年有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$D_{\text{Eff}} = Dr \times t \times T \quad \text{式 (11-5)}$$

式中：

D_{Eff} ——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

Dr ——辐射剂量率，Sv/h；

t ——年工作时间，h；

T ——居留因子。

本项目居留因子取值参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）表 A.1，具体见下表。

表 11-5 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子（T）		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8：各治疗室门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

（2）本项目辐射工作人员年有效剂量估算

建设单位拟配置 2 名辐射工作人员负责本项目磷-32 核药仓库的工作，各岗位年接触时间详见 9.2.1.7。辐射工作人员个人剂量估算详见表 11-6。

表 11-6 本项目辐射工作人员年有效剂量估算结果

操作	关注点 位	对应关注点辐射 剂量率（μSv/h）	岗位年工作 时间（h）	年有效剂量 （mSv）	年有效剂量合计 （mSv）
放射性药品货包剂量 检测	D2	7.47E-01	16.67	1.24E-02	0.16
	E	7.69E-01	16.67	1.28E-02	
搬运、码放放射性药 品货包	D3	2.99	16.67	4.98E-02	
平板车推送放射性药 品货包	D4	2.69E-01	16.67	4.48E-03	
放射性废药货包剂量	D6	7.47E-01	2	1.49E-03	

检测	E	7.69E-01	2	1.54E-03	
搬运、码放放射性废药货包	D7	2.99	2	5.98E-03	
平板车推送放射性废药货包	D8	2.69E-01	2	5.38E-04	
放射性药品暂存库内巡查	D9	2.99E-01	2.5	7.47E-04	
废弃药品暂存库内巡查	D10	8.76E-01	2.5	2.19E-03	
值班室值班	A2	3.54E-02	2000	7.07E-02	
	C1	5.96E-02	18.67	1.11E-03	

(3) 公众年有效剂量估算

根据表 11-3 和表 11-4 预测的各关注点处辐射剂量率，结合本项目周围公众情况、关注点处人员居留因子等参数，由式 11-5 计算即可得到本项目周围公众的年有效剂量，见表 11-7。

表 11-7 本项目周围公众年有效剂量估算结果

保护目标		对应关注点	关注点辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	居留因子	年受照时间 $\text{h}^{\text{②}}$	公众到关注点距离(m)	年剂量估算值 mSv
厂区内	东侧闲置厂房公众	A1	2.07E-02	1/16	2000	/	2.59E-03
	西侧闲置厂房公众	G	4.44E-01	1/16	2000	/	5.55E-02
	北侧闲置厂房公众	A6	6.40E-02	1/16	2000	/	8.00E-03
	上方闲置厂房公众	H	3.45E-02	1/16	2000	/	4.31E-03
	东侧内部道路公众	A1	2.07E-02	1/16	2000	16.3	1.47E-04
	南侧内部道路公众	F	9.65E-02	1/16	2000	/	1.21E-02
厂外	东侧浙江景融核科技有限公司公众	A1	2.07E-02	1	2000	26.7	1.06E-03
	南侧海盐加美五金科技有限公司公众	A2	3.54E-02	1	2000	18.3	8.96E-03
		B2	2.16E-01	1	2000	15.7	
		C2	4.05E-02	1	2000	13.7	

注：①保守不考虑墙体的屏蔽衰减。

②公众的年剂量估算值考虑距离的衰减；以东侧内部道路公众为例：东侧内部道路公众距放射性药品暂存库东侧外表面 30cm 处的距离为 16.3（16.6-0.3）m，则东侧内部道路公众的年剂量估算值为 $(5.1)^2 \times 2.07\text{E-}02 \div (5.1+16.3)^2 \times 2000 \times 1/16 \div 1000 = 1.47\text{E-}04\text{mSv}$ ；其余公众的年剂量估算值计算方式同上。

由表 11-6 可知，辐射工作人员年有效剂量最大为 0.16mSv，公众年有效剂量最大为 5.55E-02mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求，同时满足本项目年有效剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）的要求。

11.2.4 运营期“三废”影响分析

本项目货包均为密闭铅罐，货包内放射性核素均密封于西林瓶内。本项目磷-32 核药仓库存放放射性核素货包过程中建设单位不打开放射性核素货包，不涉及放射性核素操作，不会产生放射性废气和放射性废液。

销售的放射性药品 ^{32}P 在运送途中，放射性药品因患者过世或其他特殊状况无法用药，错过放药有效使用期，而导致放射性药品报废成为放射性废药需运回贮存，放射性废药作为放射性固废暂存处理。放射性废药经衰变、解控后作为危险废物（HW03 900-002-03）委托有资质单位进行处理。

本项目磷-32 核药仓库内放射性核素衰变过程中产生的 β 射线与空气中的氧气发生作用，产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目磷-32 核药仓库拟设置 1 套独立的动力通风装置，能够保持良好通风。

放射性药品货包在出入库过程中发生跌落、碰撞，可能导致装有放射性药品的西林瓶破碎，放射性药品会泄漏在货包内。一般事故情况下，泄漏的放射性药品不会外泄出货包，将其按照放射性废药报废存储流程入库存储，整个货包暂存于废弃药品暂存库，其解控出库流程按相应的放射性废药解控出库流程处理。

极端事故情况下，可能存在少许放射性药品外泄出货包情况。跌落、碰撞事故发生后，如外包装破损或可视的放射性药品渗漏，工作人员立即使用密封袋将其打包密封，将其按照放射性废药报废存储流程入库存储，整个货包暂存于废弃药品暂存库专用的铅废物桶内贮存，其解控出库流程按相应流程处理；如未见破损及渗漏，则先对该放射性药品货包进行表面污染及辐射剂量监测，确认内部是否存在放射性药品泄漏，确认存在泄漏的则按上述流程处理；处理完成后，工作人员对可能存在表面沾污的场所及身体接触部位进行擦拭去污并监测，擦拭废物及一次性穿戴用品均按照放射性固体废弃物进行打包并暂存于废弃药品暂存库的铅废物桶内，暂存时间超过 10 个半衰期后，清洁解控，作为生活垃圾交由环卫部门处理。

11.3 辐射事故影响分析

11.3.1 风险事故识别

本项目主要可能发生的辐射事故有以下两种：

（1）对工作场所管理不到位，无关人员进入本项目磷-32 核药仓库而受到不必要的外照射；

(2) 建设单位保管不善,放射性药物(废药)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。

(3) 放射性药品货包在出入库过程中发生跌落、碰撞,可能导致装有放射性药品的西林瓶破碎,放射性药品会泄漏在货包内。一般事故情况下,泄漏的放射性药品不会外泄出货包,不会对货架、地面等造成污染,不会产生放射性废水及放射性废气。极端事故情况下,可能存在少许放射性药品外泄出货包情况。

11.3.2 风险防范措施

本项目发生辐射事故的主要原因是管理上出问题,所以辐射工作人员平时必须严格执行各项管理制度,严格遵守操作规程,进行辐射工作前检查是否已按要求做好各种相应的辐射防护措施,并定期检查工作场所的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能及有关的安全警示标志是否正常工作,避免人员误入磷-32 核药仓库和发生其它安全事故。

针对在运行过程中可能出现的事故,应采取一系列预防措施,尽可能减小或控制事故的危害和影响:

(1) 辐射安全综合管理

成立辐射安全领导小组,负责对其辐射安全与防护工作进行监督管理。

(2) 规章制度

建设单位在本项目运行期应制定相关辐射防护规程制度,应包括:放射性药品(废药)货包采购、接收、登记、贮存管理规定、放射性废药管理规定、放射性药品(废药)台账管理制度、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员健康管理制度、辐射安全监测制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射防护安全管理制度等制度,日常工作中严格按照工作制度执行,防止辐射事故的发生。

(3) 本项目应进行严格的分区管理,设置控制区和监督区,控制区限制无关人员进入,设置门禁和双人双锁,悬挂电离辐射警告标志,设置视频监控。

(4) 进入控制区工作人员佩戴个人剂量报警仪,并穿戴铅衣等必要的个人防护用品。

(5) 建立放射性药品(废药)货包的安全管理制度,加强放射性核素货包安全管理,落实放射性核素安保措施,以防止放射性核素货包丢失。

(6) 对工作人员进行岗前培训,工作人员须熟练掌握放射性核素货包操作技能和熟悉辐射防护基本知识,能正确处置意外情况。

(7) 每年委托检测机构对工作场所周围辐射水平进行检测,发现异常,及时找到

原因，进行补正。

(8) 制定辐射事故应急预案，并定期进行演练，并进行演练总结，不断修订和完善应急预案内容。

(9) 磷-32 核药仓库设置视频监控系统，定时核查监控记录，定时对库房周边进行巡逻，以防止货包丢失或被盗。建立放射性核素货包出入库登记台账。

(10) 建设单位在接收放射性核素货包时，辐射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。在放射性核素货包搬运过程中轻拿轻放，确保放射性核素货包的安全。

综上所述，本项目采取以上事故防范措施后，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员和公众的健康与安全。

发生事故时，采取的应急处理措施如下：

(1) 如发生无关人员误入，应第一时间将误入人员带离本项目辐射工作场所，并对误入人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，同时对人员误入情况进行调查，分析人员误入事故的原因，建设单位及时分析情况、采取应对措施，防止此类事故的再次发生。

(2) 若发生放射性核素货包丢失、被盗，应立即报告建设单位领导小组，保护现场。领导小组立即启动本单位辐射事故应急预案，疏散现场无关人员；向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》；协助公安、生态环境和卫生主管部门对丢失放射性药物进行侦查和追缴，力争在最短时间内将放射性物品找回。

(3) 出入库搬运过程中跌落、碰撞事故发生后，泄漏的放射性药品不会外泄出货包，将其按照放射性废药报废存储流程入库存储，整个货包暂存于废弃药品暂存库，其解控出库流程按相应的放射性废药解控出库流程处理。如发生外包装破损或可视的放射性药品渗漏情况，工作人员立即使用密封袋将其打包密封，将其按照放射性废药报废存储流程入库存储，整个货包暂存于废弃药品暂存库专用的铅废物桶内贮存，其解控出库流程按相应流程处理；如未见破损及渗漏，则先对该放射性药品货包进行表面污染及辐射剂量监测，确认内部是否存在放射性药品泄漏，确认存在泄漏的则按上述流程处理；处理完成后，工作人员对可能存在表面沾污的场所及身体接触部位进行擦拭去污并监测，擦拭废物及一次性穿戴用品均按照放射性固体废弃物进行打包并暂存于废弃药品暂存库的铅废物桶内，暂存处理。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构的设置

根据《放射源分类办法》，乙级非密封源工作场所的安全管理参照Ⅱ类放射源；根据《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》，使用Ⅱ类射线装置和Ⅱ类放射源的应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

此次为建设单位首次开展核技术利用项目，建设单位拟按照《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》等有关法律法规，成立辐射安全与防护管理领导小组，领导小组职责如下：

组长职责：

- （1）落实政策法规、标准规范及各级管理部门的各项要求；
- （2）组织起草、修订并落实各项辐射安全防护管理制度；

组员职责：

（1）配合各级监督管理部门开展相关检查，及时落实检查整改；每月至少组织开展 1 次辐射安全自查工作，对自查中出现的问题提出整改要求，并监督有关部门落实整改；每次检查中对上次检查整改落实情况进行复核；

（2）定期检查公司辐射防护设备、设施和辐射监测设备运行状况，发现异常及时维修或更换；定期对监测设备性能进行检定或比对，对辐射监测设备报警情况及时调查处理，每周至少检查 1 次固定式辐射检测设备历史数据；

（3）定期检查放射性同位素登记台账，确保各项生产经营活动符合辐射安全许可证与转让审批要求；

（4）组织公司辐射工作人员接受辐射安全培训，强化全体辐射工作人员安全意识；督促相关人员按照法规要求及时通过国家核技术利用和辐射安全与防护考核；

（5）为所有辐射工作人员建立个人剂量档案，并按法规要求时限保存；定期发放、收回个人剂量计，对接个人剂量检测单位，按时取得个人剂量检测报告；当检测结果出现异常时，根据要求开展相关调查，将调查结果以书面形式存入个人剂量档案；协助相关人员完成职业健康体检，建立职业健康监测档案；

(6) 根据要求每年委托资质单位对工作场所及周边环境开展辐射水平检测，检测结果存档备查，检测结果发现异常时及时调查处理；按照公司辐射监测方案，定期开展辐射自主监测工作，并做好记录；

(7) 负责辐射安全许可证申请、变更、延续等工作，对接环境影响评价报告编制工作，负责环评批复办理工作，组织开展竣工环境保护验收工作；负责辐射安全年度评估报告、检查整改报告等文件的编制、上报工作；

(8) 申请采购必要的应急物资，定期检查应急物资配备情况；每年至少组织 1 次辐射事故应急演练；发生辐射事故时，配合应急领导小组按照辐射安全事故预案开展各项应急工作。

在日常管理过程中，若辐射安全与防护管理领导小组成员发生变动，建设单位及时更新、调整管理机构的人员组成。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 个人剂量检测

建设单位拟为本项目新增辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量计每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。

在后续的个人剂量管理中，建设单位强化管理、加强辐射工作人员的培训学习，个人剂量计严格按照规定正确佩戴。当辐射工作人员季度个人剂量超过 1.25mSv 或年剂量超过 5mSv，建设单位进行调查，委托有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断工作场所屏蔽体是否处于有效屏蔽状态，并出具调查报告，在查明原因之前限制或暂停该工作人员工作时间。

(2) 辐射安全与防护培训考核

根据《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 年第 57 号），建设单位拟组织本项目新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加相应类别的考核，在取得考核成绩合格报告单后方可从事辐射工作。考核成绩单有效期为 5 年，届时应及时参加再培训。

(3) 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标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次

检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，辐射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

本项目新增辐射工作人员拟进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

本项目辐射工作人员的考核合格证书、职业健康监护档案、个人剂量检测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人监测档案应终生保存。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、考核合格证书、体检报告、个人剂量检测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门监督检查的要求。

12.1.3 年度评估报告

严格执行放射性药品的备案制度，转出放射性药品的单位，其单次转出备案应在转让活动完成之日起 20 日内完成，所有转出备案必须在次年 1 月 15 日前完成。

本项目正式开展后，建设单位应对开展的辐射活动辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《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》等法规要求，销售和使用非密封放射性物质的单位应当具备健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

本项目为建设单位新开展销售、使用（贮存）非密封放射性物质的项目，项目运行后，建设单位根据规章制度内容认真组织实施，辐射工作人员熟知规章制度内容，并根据国家发布的新的相关法规内容，结合本单位实际情况，及时对各规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目属于乙级非密封放射性物质工作场所，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》及相关管理要

求，建设单位应为辐射工作人员配备个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型、辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括 α/β 表面污染监测仪、便携式 X- γ 剂量率仪和个人剂量报警仪等。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。建设单位应根据辐射工作场所监测制度，定期或不定期对本项目工作场所四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境主管部门开展的辐射环境监督（监测）检查。项目运行过程中，每年应请有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断工作场所屏蔽体和铅桶是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。监测数据应编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，并于每年 1 月 31 日前上报发证机关。

12.3.2 个人剂量监测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，所有辐射工作人员个人剂量计需正确佩戴并及时送检，送检周期一般为一个月，最长不得超过 3 个月（将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。建设单位拟委托具有相关资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测。

12.3.3 辐射工作场所及环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的第三方环境监测机构进行监测。

建设单位将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对建设单位的辐射工作场所进行年度监测。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前提交给发证机关。

12.3.4 监测计划

（1）监测内容：周围剂量当量率、 α/β 表面污染水平

（2）监测设备：拟新增配1台X- γ 辐射剂量率仪和1台 α/β 表面污染监测仪（需按国家规定进行计量检定）。

（3）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表12-2）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据及时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表12-1 工作场所监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测依据	监测类型
年度监测	磷-32核药仓库	周围剂量当量率	1次/年	X-γ辐射剂量率仪	距墙体、防护门外表面30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面30cm；门缝及周围需要关注的监督区	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	委托监测
日常监测			1次/季度				自行监测
验收监测			竣工验收时监测1次				委托监测
年度监测	磷-32核药仓库	α/β表面污染	1次/年	α/β表面污染监测仪	控制区地面和墙壁、货包表面、工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《表面污染测定 第1部分：β发射体（Eβmax>0.15MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）	委托监测
日常监测			每次工作结束后				自行监测
验收监测			竣工验收时监测1次				委托监测
个人剂量检测		个人剂量当量	至少每3个月1次	个人剂量计	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）	委托监测

12.3.5 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）、《关于印发<核技术利用建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办辐射函〔2025〕313号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.4 辐射事故应急

12.4.1 应急预案的要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故的调查、报告和处理程序。

12.4.2 应急人员的培训演习计划

在项目投产运营后，建设单位应根据项目实际运营情况，按照国家有关法规和管理规定不断完善《辐射事故应急预案》。

为了能有效应对突发辐射事故，建设单位应每年进行应急人员的演习培训，模拟事故发生时应进行的流程和应采取的措施，当辐射事故发生时才能熟练、沉着、有效应对，将事故的危害降到最低。

此外建设单位拟制定计划定期安排应急物资储备、辐射应急培训和辐射应急演练。应急物资定期检查、维护和更新，确保应急物资处于良好备用状态。应急物资应存放于指定位置（值班室），便于紧急情况下快速取用。发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，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》，向当地生态环境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。

12.5 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十四条和第十六条规定，辐射工作单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评价详见表 12-2。

表 12-2 从事辐射活动能力评价

第十四条	
应具备条件	落实情况
（一）设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	拟设置辐射安全与环境保护管理领导小组，并设置符合要求的专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作。
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	建设单位拟组织本项目新增放射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加相应类别的考核，考核合格后方可上岗，并按时接受再培训和考核。
（三）需要暂存放射性同位素的，有满足辐射安全和防护、实体保卫要求的暂存库或设备。	本项目磷-32 核药仓库内建设 1 间放射性药品暂存库、1 间废弃药品暂存库、1 间检测区、1 间更衣室和 1 间值班室。暂存库和废弃药品暂存库四侧墙体均为 240mm 混凝土实心砖，顶棚为 100mm 铝扣板+120mm 混凝土；检测区、更衣室和值班室东侧、西侧和北侧墙体均为 240mm 混凝土实心砖，南侧墙体为玻璃幕墙，顶棚为 100mm 铝扣板+120mm 混凝土。 各房间均拟设置视频监控设备；放射性药品暂

	存库和废弃药品暂存库的出入口均设置双人双锁；拟在磷-32 核药仓库的南侧出入口设置门禁系统；拟在磷-32 核药仓库、放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口处设置电离辐射警告标志和中文警示说明；配置 2 套固定式场所辐射探测报警装置，拟分别安装于放射性药品暂存库和废弃药品暂存库内，显示屏及报警装置拟设置于检测区与对应库房相邻墙体上。
（四）需要安装调试放射性同位素的，有满足防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安装调试场所。	各房间均拟设置视频监控设备；放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口均设置双人双锁；拟在磷-32 核药仓库的南侧出入口设置门禁系统；拟在磷-32 核药仓库、放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口处设置电离辐射警告标志和中文警示说明。
（五）具有符合国家相关规定要求的贮存、运输放射性同位素的包装容器。	本项目放射性药品密封于西林瓶内，西林瓶外包装防震及吸附性材料，具有缓冲作用，不容易产生晃动；铅罐能够有效屏蔽辐射，可通过旋钮和密封圈将顶盖和罐体进行密封，可防止西林瓶破裂后，放射性药品泄漏；塑料罐表面贴有标签，标签注明药品名、放射性比活度、装量等。货包外表面贴有商标、标签、说明书和放射性药物标志等。不锈钢桶和泡沫板，能够有效包裹铅屏蔽容器，货包设有锁扣装置，防止货包被意外打开，货包具有很好的安全性和封闭性。
（六）运输放射性同位素能使用符合国家放射性同位素运输要求的运输工具。	放射性核素货包的运输由建设单位委托专业运输机构负责。
（七）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、便携式辐射监测、表面污染监测等仪器。	本项目拟根据要求为 2 名新增辐射工作人员配备个人剂量计，新增 2 台个人剂量报警仪、1 台 X-γ 辐射剂量率仪、1 台 α/β 表面污染监测仪等仪器。
（八）有健全的操作规程、岗位职责、安全保卫制度、辐射防护措施、台账管理制度、人员培训计划和监测方案。	拟制订相应制度并及时修订和完善。
（九）有完善的辐射事故应急措施。	拟制定《辐射事故应急预案》。
第十六条	
应具备条件	落实情况
（一）使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作；依据辐射安全关键岗位名录，应当设立辐射安全关键岗位的，该岗位应当由注册核安全工程师担任。	拟设置辐射安全与环境保护管理领导小组，并设置符合要求的专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作。
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	建设单位拟组织本项目新增放射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加相应类别的考核，考核合格后方可上岗，并按时接受

	再培训和考核。
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目磷-32 核药仓库内建设 1 间放射性药品暂存库、1 间废弃药品暂存库、1 间检测区、1 间更衣室和 1 间值班室。暂存库和废弃药品暂存库四侧墙体均为 240mm 混凝土实心砖，顶棚为 100mm 铝扣板+120mm 混凝土；检测区、更衣室和值班室东侧、西侧和北侧墙体均为 240mm 混凝土实心砖，南侧墙体为玻璃幕墙，顶棚为 100mm 铝扣板+120mm 混凝土。 各房间均拟设置视频监控设备；放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口均设置双人双锁；拟在磷-32 核药仓库的南侧出入口设置门禁系统；拟在磷-32 核药仓库、放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口处设置电离辐射警告标志和中文警示说明；配置 2 套固定式场所辐射探测报警装置，拟分别安装于放射性药品暂存库和废弃药品暂存库内，显示屏及报警装置拟设置于检测区与对应库房相邻墙体上。
（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	各房间均拟设置视频监控设备；放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口均设置双人双锁；拟在磷-32 核药仓库的南侧出入口设置门禁系统；拟在磷-32 核药仓库、放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口处设置电离辐射警告标志和中文警示说明。
（五）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	本项目拟根据要求为 2 名新增辐射工作人员配备个人剂量计，新增 2 台个人剂量报警仪、1 台 X-γ辐射剂量率仪、1 台 α/β表面污染监测仪等仪器。
（六）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟制订相应制度并及时修订和完善。
（七）有完善的辐射事故应急措施。	拟制定《辐射事故应急预案》。
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不产生放射性废气、放射性废液；放射性废药报废后在本项目磷-32 核药仓库的废弃药品暂存库内贮存五个月（150 天）后，按照相关标准可对其清洁解控并作为危险废物处理。
综上所述，海盐核医通医药科技有限公司在严格执行相关法律法规、标准规范等文件的要求，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

海盐核医通医药科技有限公司磷-32 核药仓库建设项目拟建地点位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金源东路 388 号同创一期标准厂房内。建设单位拟租用厂房一层东南角 2 号区域，并改造为磷-32 核药仓库，建设 1 间放射性药品暂存库、1 间废弃药品暂存库、1 间检测区、1 间更衣室和 1 间值班室，用于购入的放射性药品 ^{32}P 的临时暂存及放射性废药的报废贮存。

本项目磷-32 核药仓库涉及的 ^{32}P 临时暂存日操作量为 $3.7\text{E}+10\text{Bq}$ ，报废贮存日最大贮存量为 $3.7\text{E}+10\text{Bq}$ ，工作场所日等效最大操作量为 $8.52\text{E}+07\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护措施结论

本项目放射性药品（废药）均密封于西林瓶内并装有密封铅罐中，磷-32 核药仓库采取了适当的屏蔽墙体等，辐射工作人员工作时穿戴铅衣等防护用品，通过以上各项防护措施的综合使用，可有效减小辐射影响。

另外，本项目磷-32 核药仓库各房间均拟设置视频监控设备；放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口均设置双人双锁；拟在磷-32 核药仓库的南侧出入口设置门禁系统；拟在磷-32 核药仓库、放射性药品暂存库和废弃药品暂存库的出入口处设置电离辐射警告标志和中文警示说明；配置 2 套固定式场所辐射探测报警装置，拟分别安装于放射性药品暂存库和废弃药品暂存库内，显示屏及报警装置拟设置于检测区与对应库房相邻墙体上。落实以上辐射安全措施后能够满足有关辐射防护安全要求。

（2）辐射安全管理结论

建设单位拟成立辐射安全与环境保护管理领导小组、明确相关职责，并将加强监督管理。建设单位拟制定包括《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度，并适时进行修订、完善。建设单位应根据本单位核技术应用项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行。建设单位拟组织本项目新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加相应类别的考核，考核合格后方可上岗，并按时接受再培训和考核。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 辐射影响分析结论

经理论预测分析，本项目运营期主要为电离辐射的环境影响，项目建设均已采取了针对电离辐射有效的防护措施。本项目放射性药物（废药）在磷-32 核药仓库内临时暂存或报废贮存时，本项目辐射工作场所周边辐射剂量率能够满足屏蔽体外的周围剂量当量率控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

经估算，项目运行期辐射工作人员及公众的年有效剂量均满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

(2) “三废”影响分析结论

本项目货包均为密闭铅罐，货包内放射性核素均密封于西林瓶内。本项目磷-32 核药仓库存放放射性核素货包过程中建设单位不打开放射性核素货包，不涉及放射性核素操作，不会产生放射性废气和放射性废液。

销售的放射性药品 ^{32}P 在运送途中，放射性药品因患者过世或其他特殊状况无法用药，错过放药有效使用期，而导致放射性药品报废成为放射性废药需运回贮存，放射性废药作为放射性固废暂存处理。放射性废药经衰变、解控后作为危险废物（HW03 900-002-03）委托有资质单位进行处理。

本项目磷-32 核药仓库内放射性核素衰变过程中产生的 β 射线与空气中的氧气发生作用，产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目磷-32 核药仓库拟设置 1 套独立的动力通风装置，能够保持良好通风。

放射性药品货包在出入库过程中发生跌落、碰撞，可能导致装有放射性药品的西林瓶破碎，放射性药品会泄漏在货包内。一般事故情况下，泄漏的放射性药品不会外泄出货包，将其按照放射性废药报废存储流程入库存储，整个货包暂存于废弃药品暂存库，其解控出库流程按相应的放射性废药解控出库流程处理。极端事故情况下，可能存在少许放射性药品外泄出货包情况。存在泄漏的放射性药品货包、擦拭废物及一次性穿戴用品均按照放射性固体废弃物进行打包并暂存于废弃药品暂存库专用的铅废物桶内暂存处理。

13.1.4 项目可行性分析结论

(1) 产业政策分析结论

本项目为海盐核医通医药科技有限公司内部新建的医用放射性药物贮存和销售项目，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类项目，属于国家允许类产业，符合国家产业政策。

（2）实践正当性分析结论

本项目在采取了相应的辐射防护措施后，所产生的辐射危害可得到有效控制，本项目实施的利益大于代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践正当性”的要求。

（3）规划符合性结论

本项目位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道金源东路 388 号同创一期标准厂房内，不新增用地，用地性质属于工业用地。本项目为建设单位内部新建的医用放射性药物贮存和销售项目，项目建设符合《海盐县核电关联及核技术应用产业发展“十四五”规划》。

（4）选址合理性分析

根据《海盐县人民政府办公室关于印发<海盐县生态环境分区管控动态更新方案>的通知》（盐政办发[2024]22 号），本项目位于“浙江省嘉兴市海盐县秦山街道产业集聚重点管控单元（环境管控单位编码：ZH33042420002）”，本项目的建设符合《海盐县生态环境分区管控动态更新方案》中的要求。本项目实体边界外 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民住宅、学校、行政办公区等环境敏感目标。项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定防护措施后不会对周围环境和公众造成危害。周围无环境制约因素，影响可接受，因此本项目的选址是合理的。

13.1.5 可行性分析结论

综上所述，海盐核医通医药科技有限公司磷-32 核药仓库建设项目符合国家产业政策要求，具有实践正当性，选址合理，在落实本报告提出的各项污染防治和辐射安全防护措施后，该企业将具备其所从事的辐射活动的的能力，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

（1）本项目投入使用前应落实辐射安全与环境保护领导小组的组建及各项辐射防护管理制度的制订；

(2) 应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，建设单位承诺：

(1) 按照相关法律法规要求严格履行环评制度、环保验收制度、辐射安全许可制度，加强环保档案管理。

(2) 严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置等辐射环保内容进行建设。

(3) 加强辐射工作人员的管理，监督辐射工作人员防护用品的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、职业健康检查，并按要求建立和保管辐射工作人员档案。

(4) 制定完善各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。按照辐射事故应急预案处理和上报辐射事故，并及时将应急预案向生态环境主管部门备案。

(5) 严格执行辐射工作场所监测计划，发现问题及时整改。

(6) 按照放射性药品辐射安全管理的相关要求开展工作，合法合规运行和管理。

(7) 在本项目取得批复后，及时向生态环境主管部门申领辐射安全许可证，接受生态环境主管部门的监督检查。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人：

公章

年 月 日

审批意见：

经办人：

公章

年 月 日