

核技术利用建设项目

克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部
新增集装箱式非密封放射性同位素实验室建设项目
环境影响报告表



生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况	1
1.1 项目概况	2
1.2 项目地理位置与周边关系	5
1.3 原有核技术利用情况	13
1.4 原有核技术利用项目和本项目的依托关系	14
1.5 原有核技术利用项目辐射管理现状分析	14
表 2 放射源	16
表 3 非密封放射性物质	16
表 4 射线装置	16
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	17
表 6 评价依据	18
表 7 保护目标与评价标准	21
7.1 评价范围	21
7.2 保护目标	22
7.3 评价标准	23
表 8 环境质量和辐射现状	36
8.1 环境质量和辐射现状	36
8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案	36
8.3 监测点位及结果	37
8.4 环境现状调查结果的评价	39
表 9 项目工程分析与源项	40
9.1 工程分析	40
9.2 污染源项描述	50
表 10 辐射安全与防护	52
10.1 项目安全设施	52
10.2 三废治理措施	58

10.3 项目环保投资	60
表 11 环境影响分析	62
11.1 施工期对环境的影响	62
11.2 运行阶段对环境的影响	63
11.3 “三废”影响分析	72
11.4 事故影响分析	74
表 12 辐射安全管理	81
12.1 辐射安全与环境管理机构的设置	81
12.2 辐射安全管理规章制度	85
12.3 辐射监测	86
12.4 辐射事故应急	87
12.5 竣工环境保护验收	92
12.6 从事辐射活动能力评价	94
表 13 结论与建议	96
13.1 结论	96
13.2 建议	98
附件一：环评委托书	100
附件二：辐射安全许可证正、副本	101
附件三：原有核技术利用许可情况	109
附件四：个人剂量检测报告	121
附件五：辐射安全与防护培训合格证书	141
附件六：职业健康体检报告	143
附件七：辐射安全与环境保护管理领导小组	151
附件八：辐射事故应急预案	152
附件九：辐射安全与环境保护管理制度	157
附件十：环境本底检测报告	165

表1 项目基本情况

建设项目名称	克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部 新增集装箱式非密封放射性同位素实验室建设项目				
建设单位	克拉玛依四维石油科技有限公司				
法人代表	佟国章	联系人	马敬超	联系电话	13999343673
注册地址	新疆克拉玛依市克拉玛依区新兴路 218-1-1102 号（石油大厦 A 座）				
建设地址	新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路 411-300 号 (克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部)				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	40	项目环保投资 (万元)	30	投资比例(环保投资/总投资)	75%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	50
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"/>) <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 checked="" type="checkbox"/> 乙 <input 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	/				

1.1 项目概况

1.1.1 建设单位简介

克拉玛依四维石油科技有限公司成立于 2014 年 3 月，是一家油气田开发技术服务的高新技术企业；一家由准东采油厂、克拉玛依油田部分改制和有偿解除劳动合同的员工组成的油田技术服务公司。公司主营业务为油气藏监测、精细化采油技术、连续油管作业、氮气增产、油田采出水处理以及油田化学提高采收率技术服务。公司自成立以来，主要从事油气田开发技术服务工作，包括油田试井、生产测井、增产措施、连续油管、氮气特种设备服务等业务，致力于油藏监测新技术、采油新工艺的研发、推广工作；和国际油服公司斯伦贝谢合作，拥有国际一流先进油藏监测技术。由于公司员工以前都在油田工作过，不仅具有一定的专业技能，同时又熟悉油田情况，在油田开发过程中能够给用户提供优质技术服务。自 2014 年至今，申请了多项专利。专利涉及油藏光纤监测、微地震监测、示踪剂监测、水平井测试工艺及方法、油田污水处理新技术、火驱油田监测方法、精细采油管柱及测试工艺、油井解堵等方面。在传统业务的基础上，公司致力于打造油气田开发新技术整体解决方案技术平台，从油藏地质研究着手，利用动态监测录取的资料，结合油井地质静态资料，诊断油水井存在问题并提出解决方案，进而为整个区块提供解决问题的技术方案。四维石油科技公司的发展战略目标是：坚持创新理念，将公司打造成一个具有油气田“诊断”能力与“病症”解决的“一站式”技术服务平台。

公司的质量方针是：质量是企业的生命，技术是企业生命力旺盛的根本，优质的产品，优良的服务是我们永无止境的追求。公司已通过 ISO9001、ISO14001 以及职业健康体系认证，已取得新疆油田公司颁发的《健康安全与环境 (HSE) 准入证》和油田相关项目《市场准入证》。

公司将依托油田，不断升级技术、开发新产品，打造优质的油田技术服务平，为油田的发展保驾护航。

1.1.2 项目建设规模

因业务发展需要，公司计划在新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路411-300号（克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部）新建一座集装箱式非密封放射性同位素实验室，并在实验室外配套建设一组衰变池，用于贮存、分装非密封放射性同位素和暂

存放放射性固体废物和液体废物。本项目建设规模见表1.1-1。

表1.1-1 本项目建设规模一览表

序号	设施名称	位置	规模大小	数量	使用类型	备注
1	集装箱式非密封放射性同位素实验室	新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路411-300号	长8.0m、宽3.0m、高2.9m	1座	贮存、分装、清洗、回收暂存	无
2	衰变池	实验室旁	设置两个衰变池，每个衰变池的尺寸为：长2m、宽1m、深1m	1组	暂存放射性废液	无

本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内涉及非密封放射性同位素包括¹³¹I（固态）、¹³¹Ba（固态）、锡铟发生器（液态），其中¹³¹I和¹³¹Ba涉及贮存和分装，锡铟发生器仅涉及贮存。实验室内各同位素用量按照单日最大测井数6口，年最大测井数500口进行计算，经计算，该实验室为乙级非密封放射性物质工作场所，计算结果详见下表。

表 1.1-2 集装箱式非密封放射性同位素实验室放射性同位素用量表

核素名称	I-131	I-131	Ba-131	Ba-131	Sn-113 (In-113m) ¹⁾
物理性状	固态（微球）		固态（微球）		液态
单口井操作量 Bq	/	3.70E+7	/	3.70E+7	/
日最大测井数	/	6	/	6	/
日最大操作量 Bq	3.33E+9 ²⁾	3.33E+9 ²⁾	3.33E+9 ²⁾	3.33E+9 ²⁾	4.44E+9 ²⁾
年最大测井数	/	500	/	500	/
年用量Bq	1.85E+10	1.85E+10	1.85E+10	1.85E+10	1.11E+12 ³⁾
毒性组别及修正因子	中毒，0.1				
操作方式及操作方式修正因子	源的贮存，1000（表面污染水平较低的固体）	简单操作，10（表面污染水平较低的固体）	源的贮存，1000（表面污染水平较低的固体）	简单操作，10（表面污染水平较低的固体）	源的贮存，100
单个日等效最大操作量 ⁴⁾ Bq	3.33E+5	3.33E+7	3.33E+5	3.33E+7	4.44E+6
场所日等效最大操作量	3.36E+7 ⁵⁾				
工作场所分级	乙级（集装箱式非密封放射性同位素实验室）				

注：1) 本项目锡铟发生器仅在集装箱式非密封放射性同位素实验室中暂存，分装操作在测井现场进行；

2) 根据建设单位提供的资料，I-131和Ba-131一次购买90mCi，锡铟发生器出厂活度为

120mCi×37MBq/mCi=4.44E+9Bq;

- 3) 锡钢发生器年最大用量按照核素日最大操作量×250天计算;
- 4) 放射性核素的日等效操作量=放射性核素的实际日操作量(Bq)×该核素毒性组别修正因子的积÷与操作方式有关的修正因子;
- 5) 放射性同位素不同时使用,每次仅购买使用和贮存一种放射性同位素或发生器,待用完后再购买放射性同位素或发生器,不会有两种核素同时存在的情况;本项目最终按照 I-131 的贮存和分装来计算场所日等效最大操作量,且企业每日测井最大工作量为 6 口。

表 1.1-3 测井现场放射性同位素用量表

核素名称	I-131	Ba-131	In-113m
物理性状	固态(微球)	固态(微球)	液态
单口井日最大操作量 Bq	3.70E+7	3.70E+7	3.11E+9 ¹⁾
毒性组别及修正因子	中毒, 0.1		低毒 0.01
操作方式及操作方式修正因子	简单操作, 10	简单操作, 10	简单操作, 1
单个日等效最大操作量 Bq ²⁾	3.70E+5	3.70E+5	3.11E+7
场所日等效最大操作量	3.11E+7Bq ³⁾		
工作场所分级	乙级(测井现场)		

- 注: 1) 本项目测井现场 ^{113m}In 单日最大操作量按照锡钢发生器淋洗效率 70% 进行计算;
- 2) 放射性核素的日等效操作量=放射性核素的实际日操作量(Bq)×该核素毒性组别修正因子的积÷与操作方式有关的修正因子;
 - 3) 测井现场每口井仅使用一种核素,场所日等效最大操作量按照其中单个核素日等效最大操作量进行评定。

1.1.3 项目目的和任务的由来

因业务发展需要,同时为保证测井工作的持续开展,公司计划在新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路 411-300 号(克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部)新建一座集装箱式非密封放射性同位素实验室,并在实验室外配套建设一组衰变池,用于贮存、分装非密封放射性同位素和暂存放射性固体废物和液体废物。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》,本项目属于“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;环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。

为此,克拉玛依四维石油科技有限公司委托我公司承担该项目的环境影响评价工作。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)中环境影响报告表的内容和格式,编制了本项目的环境影响报告表。

1.2 项目地理位置与周边关系

1.2.1 项目地理位置

克拉玛依四维石油科技有限公司注册地址位于新疆克拉玛依市克拉玛依区新兴路218-1-1102号（石油大厦A座），地理位置坐标：北纬45°34'17.472"，东经84°54'10.893"，地理位置示意图见图1.2-1。

本项目拟新建集装箱式非密封放射性同位素实验室位于新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路411-300号（克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部），中心位置坐标：北纬45°30'55.720"，东经84°54'45.853"，克拉玛依第二项目部地理位置见图1.2-2。



图1.2-1 公司地理位置图



图1.2-2 克拉玛依第二项目部地理位置图

1.2.2 项目周边关系及建设现状

本项目拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室位于新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路 411-300 号（克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部），拟建项目区域东侧距玉绣花苑约 74m，西北侧距克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部办公区域约 62m，拟建项目周边关系图见图 1.2-3。拟建实验室周边空旷，50m 范围内均为空地。本项目拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室 50m 评价范围见图 1.2-4，拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室内部结构示意图见图 1.2-5。

（本页以下空白）



图1.2-3 拟建项目周边关系图



图 1.2-4 拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室 50m 评价范围



图 1.2-5 拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室内部结构示意图

1.2.3 项目周边环境概况及选址合理性分析

1.2.3.1 选址合理性分析

本项目属于使用非密封放射性物质进行放射性同位素示踪试验和乙级非密封放射性物质工作场所的核技术利用建设项目，结合《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“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，乙、丙级取半径 50m 的范围和实施放射性物质野外示踪的项目应视周边情况以及可能潜在影响的范围确定评价范围。对于固定的示踪剂配置场所，按照非密封工作场所级别确定评价范围。”的规定，确定集装箱式非密封放射性同位素实验室周边 50m 范围为评价范围，评价范围内均无自然保护区、风景名胜区、饮

用水水源保护区、居民区及学校等区域，本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室位于公司的克拉玛依第二项目部内，不占用其他区域，符合用地规划。本项目在采取辐射防护措施后对周围辐射环境影响满足相关标准要求，拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室布局严格按照《放射性测井辐射安全与防护》（HJ1325-2023）和《油田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）进行了低活性区、清洁区、和高活性区的分区布设，从辐射安全和防护角度分析，本项目选址和布局是合理的。

1.2.3.2 “三线一单”符合性分析

1、项目与《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

根据《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》（新政发〔2021〕18号）以及《关于印发<新疆维吾尔自治区生态环境分区管控动态更新成果>的通知》（新环环发〔2024〕157号），自治区共划定1777个环境管控单元，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分类管控。本项目与自治区“三线一单”以及《关于印发<新疆维吾尔自治区生态环境分区管控动态更新成果>的通知》符合性分析见表1.2-1。

表 1.2-1 本项目与自治区“三线一单”符合性分析

新政发〔2021〕18号文件要求	本项目情况	符合性
生态保护红线—按照“生态功能不降低、面积不减少、性质不改变”的基本要求，对划定的生态保护红线实施严格管控，保障和维护国家生态安全的底线和生命线	本项目建设未占用重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域，项目周围无风景名胜区、自然保护区等，不涉及生态保护红线，不会影响所在区域内生态功能	符合
环境质量底线—全区水环境质量持续改善，受污染地表水体得到有效治理，饮用水安全保障水平持续提升，地下水超采得到严格控制，地下水水质保持稳定；全区环境空气质量有所提升，重污染天数持续减少，已达标城市环境空气质量保持稳定，未达标城市环境空气质量持续改善，沙尘影响严重地区做好防风固沙、生态环境保护修复等工作；全区土壤环境质量保持稳定，污染地块安全利用水平稳中有升，土壤环境风险得到进一步管控	本项目为核技术利用项目，项目建成后，产生的废水主要为放射性废水，建设单位建设有衰变池对放射性废水进行衰变，待符合排放标准后排放至市政管网，采取措施后不会对地表水、地下水产生影响，项目运行时会产生的放射性废气通过活性炭过滤装置过滤后向外界排放，极少量的臭氧及氮氧化物通过设置的排风系统向外环境排放，随着项目停止工作废气将消失，对环境的影响可忽略不计；本项目的建设不会污染土壤，不存在污染地块安全的情况	符合

资源利用上线—强化节约集约利用，持续提升资源能源利用效率，水资源、土地资源、能源消耗等达到国家、自治区下达的总量和强度控制目标。加快区域低碳发展，积极推动乌鲁木齐市、昌吉市、伊宁市、和田市等4个国家级低碳试点城市发挥低碳试点示范和引领作用	本项目为核技术利用项目，项目营运期主要为生产生活用水资源，不会达到水资源利用上限。本项目用地符合区域土地利用总体规划要求，不会达到土地资源利用上限	符合
---	---	----

新疆维吾尔自治区环境管控单元图

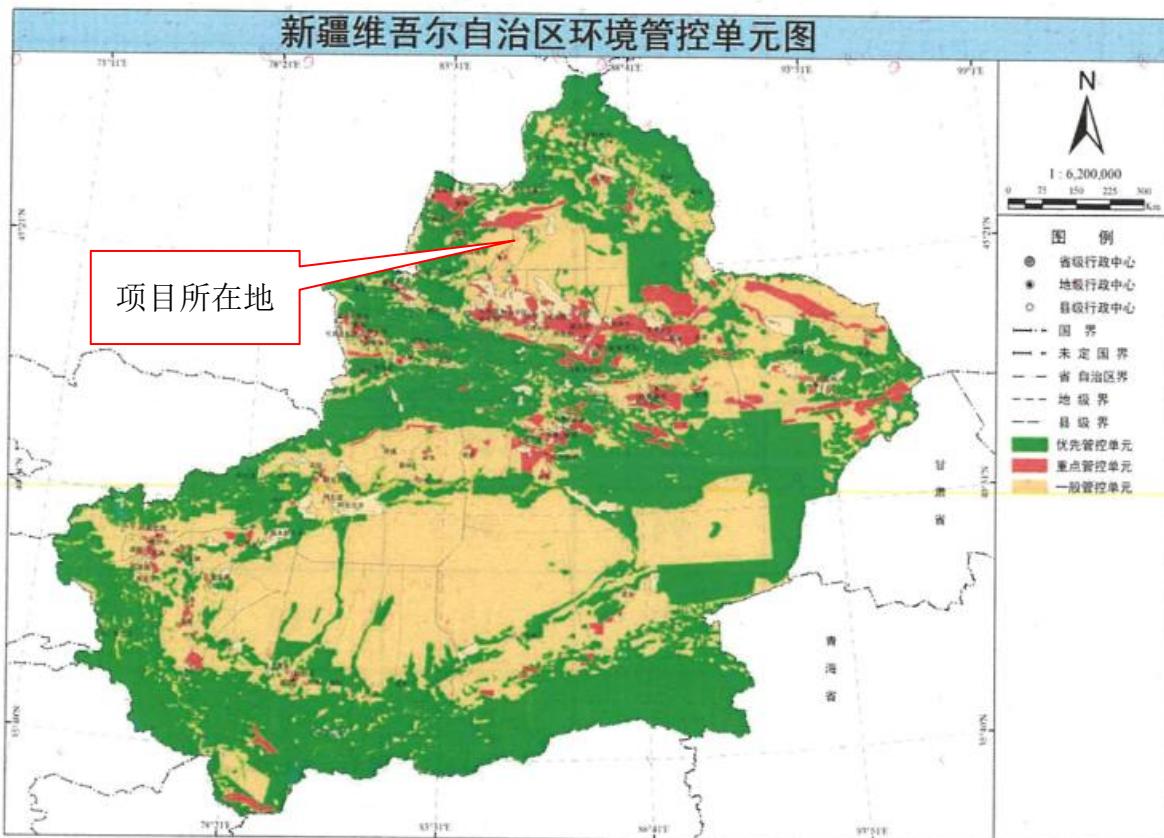


图 1.2-6 新疆维吾尔自治区环境管控单元图

2、项目与《克拉玛依市生态环境准入清单（2023 版）》符合性分析

根据《克拉玛依市生态环境准入清单（2023 版）》，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分类管控。

（本页以下空白）

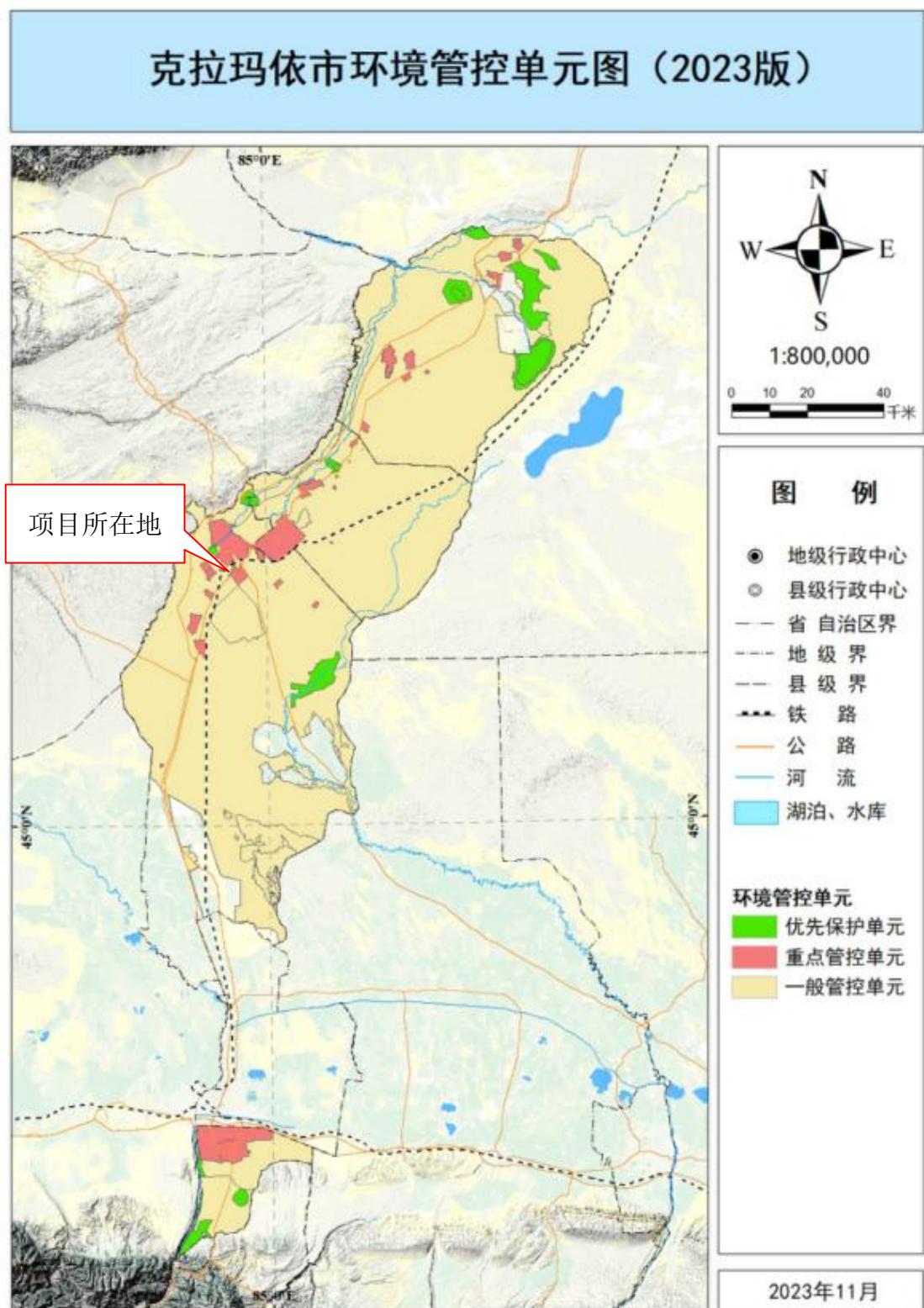


图1.2-7 克拉玛依市环境管控单元图

本项目新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路411-300号，结合《克拉玛依市生态环境准入清单（2023版）》相关要求，项目符合克拉玛依市环境管控单元生态环境准入清单相关要求，环境管控单元编码为ZH65020330004，环境管控单元名称为克拉玛依区环境一

般管控单元04，环境管控单元类别为一般管控单元，本项目与《克拉玛依市生态环境准入清单（2023版）》的符合性分析见表1.2-2。

表 1.2-2 项目与《克拉玛依市生态环境准入清单（2023 版）》符合性分析

管控要求	管控类别 克拉玛依区环境一般管控单元 04 (ZH65020330004)	本项目情况	符合性
空间布局 约束	【C1-1】建立集镇居住商业区、耕地保护区与工业功能区等集聚区块之间的防护带。严格执行畜禽养殖禁养区规定，根据区域用地和消纳水平，合理确定养殖规模。加强基本农田保护，严格限制非农项目占用耕地。	本项目为核技术利用项目，不占用集镇居住商业区、耕地保护区与工业功能区，不属于畜禽养殖禁养区，未占用基本农田，未占用耕地。	符合
污染物排 放管控	【C2-1】加强农业面源污染治理，严格控制化肥农药施加量，逐步削减农业面源污染物排放量。	本项目属于核技术利用项目，不涉及化肥农药施用。	符合
环境风险 防控	【C.3-1】加强生态公益林保护与建设，防止水土流失。禁止向农用地排放重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥，以及可能造成土壤污染的尾矿、矿渣等。加强农田土壤、灌溉水的监测及评价，对周边或区域环境风险源进行评估。	本项目为核技术利用项目，不占用农用地，不排放重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥，项目产生的污水经设置的衰变池衰变达到解控标准后排放，环境风险等级较低，风险可控。	符合
资源利用 效率	【C.4-1】实行水资源消耗总量和强度双控，推进农业节水，提高农业用水效率。优化能源结构，加强能源清洁利用。 【C.4-2】实施节水行动，强化农业节水增效、工业节水减排、城镇节水降损。推进污水资源化利用。 【C.4-3】壮大清洁能源产业，加快非化石能源发展，实施绿电替代，优化用能结构， 【C.4-4】严格保护优先保护类农用地，确保其面积不减少、土壤环境质量不下降。加强耕地污染源源头控制，推进耕地周边涉镉等重金属行业企业排查整治。鼓励采取种植结构调整等措施，确保受污染耕地全部实现安全利用。动态调整耕地土壤环境质量类别。	本项目运行期用水量主要为生活用水和非密封放射性同位素生产用水，用水量未达到资源利用上限，产生的放射性废水经衰变池衰变达到解控标准后排放，放射性固体废物经收集、贮存至少 10 个半衰期后按照一般废物进行处理，不会对周边土壤质量造成影响。	符合

1.2.4 产业政策合理性分析

1、产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中鼓励类项目第六项 核能 第 4 条 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。

2、实践正当性分析

本项目的建设目的旨在准噶尔盆地克拉玛依油田勘探区块开展放射性同位素示踪测井工作提供基础性保障工程，其所带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，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”原则。

1.3 原有核技术利用情况

公司于 2026 年 1 月 9 日取得了新疆维吾尔自治区生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》（新环辐证[01377]），活动种类和范围包括：使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至：2030 年 5 月 6 日。

表1.3-1 已许可非密封放射性物质一览表

序号	名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	备注
1	测井现场	乙级	I-131	固态	使用	3.70E+5	1.85E+10	-
2			In-113m	液态	使用	3.11E+7	4.44E+9	-
3			Ba-131	固态	使用	3.70E+5	1.85E+10	-
4	集装箱式非密封放射性同位素实验室	乙级	Ba-131	固态	使用	3.33E+5	1.85E+10	贮存
5			Sn-113(In-113m)	液态	使用	4.44E+6	1.11E+12	贮存
6			I-131	固态	使用	3.33E+5	1.85E+10	贮存
7			I-131	固态	使用	3.33E+7	1.85E+10	分装
8			Ba-131	固态	使用	3.33E+7	1.85E+10	分装
9	准东采油厂沙南作业区北三台项目部暂存库	乙级	Ba-131	固态	使用	3.9E+7	1.2E+10	分装
10			Sn-113(In-113m)	液态	使用	1.6E+8	9.3E+11	贮存
11			Ba-131	固态	使用	3.9E+5	1.2E+10	贮存
12			I-131	固态	使用	3.9E+5	1.2E+10	贮存
13			I-131	固态	使用	3.9E+7	1.2E+10	分装

公司已许可使用非密封放射性物质及其工作场所于 2019 年 6 月编制了《克拉玛依四维石油科技有限公司油（气）田测井核技术利用项目环境影响报告表》，并于 2020 年 3 月取得了新疆维吾尔自治区生态环境厅颁发的《关于克拉玛依四维石油科技有限公司油（气）田测井核技术利用项目环境影响报告表的批复》（新环审〔2020〕42 号），并于 2021 年 10 月完成了上述项目的自主验收工作；于 2025 年 4 月编制了《克拉玛依四维石油科技有限公司新增集装箱式非密封放射性同位素实验室建设项目环境影响报告表》，并于 2025 年 6 月 18 日取得了新疆维吾尔自治区生态环境厅颁发的《关于克拉玛依四维石油

科技有限公司新增集装箱式非密封放射性同位素实验室建设项目环境影响报告表的批复》
(新环审〔2025〕150号)，相关环评批复及验收意见见附件三。

1.4 原有核技术利用项目和本项目的依托关系

公司拟在克拉玛依第二项目部东南侧空地新建一座集装箱式非密封放射性同位素实验室，并在实验室外配套建设一组衰变池，用于贮存、分装非密封放射性同位素和暂存放射性固体废物和液体废物。

本项目依托公司原有4名同位素示踪测井人员，并拟新增2名库管人员。同位素示踪测井人员一览表见表1.4-1。

表1.4-1 同位素示踪测井人员一览表

序号	姓名	身份证号	合格证编号	有效期
1	马敬超	652302197512263810	FS23XJ2200237	2028年10月14日
2	李燕斌	654224199708200014	FS23XJ1300062	2028年4月17日
3	柴彦贵	622103199705063515	FS23XJ1300242	2028年6月19日
4	王凯	622103198610083519	FS23XJ1300243	2028年6月19日

本项目投入使用后沿用公司原有规章制度进行辐射管理。

1.5 原有核技术利用项目辐射管理现状分析

1、辐射防护管理机构

为满足辐射安全管理的要求，公司已成立辐射安全与环境保护管理领导小组并配备专职辐射防护管理人员，明确职责，并且制定了辐射事故应急处理措施。

2、辐射安全管理制度建立和执行情况

公司已制定《管理机构与职责》、《非密封放射性物质使用登记规定》、《分装操作规程及注意事项》、《分装装置表面污染监测管理规定》、《非密封放射性物质押运实施规定》、《吸水剖面测试操作规程》、《非密封放射性物质安全及防护操作规程》、《监测方案》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《个人剂量管理制度》、《职业健康管理方案》、《辐射防护与安全保卫制度》、《放射性“三废”处置方案》等一系列规章制度，同时制定了《辐射事故应急预案》，管理制度执行情况良好，未发生辐射安全事故。

3、辐射工作人员持证上岗情况

本项目 4 名同位素示踪测井人员均取得了辐射安全与防护培训合格证书,辐射安全与防护培训合格证书详见附件六。公司拟为本项目新增的 2 名库管人员均需在取得辐射安全与防护培训合格证书后,方可持证上岗。

4、个人剂量监测情况

公司辐射工作人员均配备有个人剂量计, 2024-2025 年的个人剂量检测报告详见附件五。辐射工作期间, 要求辐射工作人员佩戴个人剂量计, 建立剂量健康档案并存档, 个人剂量计每三个月送检一次, 严格执行辐射监测计划, 以保护工作人员和控制对周围环境的影响。

5、根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求, 公司每年对核技术利用辐射工作场所进行辐射水平监测, 监测报告存档。

6、对于原有核技术利用项目和本项目投入使用后, 公司应每年对本单位使用的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估, 并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

(本页以下空白)

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	I-131	固态(微球)	使用	3.33E+9	3.33E+5	1.85E+10	示踪测井	源的贮存	实验室	暂存/集装箱式 非密封放射性同位素实验室
2	I-131	固态(微球)	使用	3.33E+9	3.33E+7	1.85E+10	示踪测井	简单操作	实验室	
3	I-131	固态(微球)	使用	3.70E+7	3.70E+5	1.85E+10	示踪测井	简单操作	测井现场	
4	Ba-131	固态(微球)	使用	3.33E+9	3.33E+5	1.85E+10	示踪测井	源的贮存	实验室	
5	Ba-131	固态(微球)	使用	3.33E+9	3.33E+7	1.85E+10	示踪测井	简单操作	实验室	
6	Ba-131	固态(微球)	使用	3.70E+7	3.70E+5	1.85E+10	示踪测井	简单操作	测井现场	
7	Sn-113 (In-113m)	液体	使用	4.44E+9	4.44E+6	1.11E+12	生产 In-113m	源的贮存	实验室	
8	In-113m	液体	使用	3.11E+9	3.11E+7	7.77E+11	示踪测井	简单操作	测井现场	

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 (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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 (Bq)	年排放总量 (Bq)	排放口浓度	暂存情况	最终去向
同位素分装瓶	固体	I-131、Ba-131	/	2瓶 (0Bq)	48瓶 (0Bq)	/	暂存在集装箱式非密封放射性同位素实验室内	同位素供应厂家回收
废旧发生器	固体	锡铟发生器	/	1个 (0Bq)	2个 (0Bq)	/		发生器供应厂家回收或移交自治区放射性废物库回收处置
一次性手套、口罩	固体	Ba-131、I-131、In-113m	/	2套 (0.1kg)	1000套 (50kg)	/		存放10个半衰期后当作一般固体废物进行处置
清洗废液	液体		/	6.5L	1620L	/	衰变池	存放180天后, 作为一般废液排放处置

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》（中华人民共和国主席令第九号，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日修订）； (5) 《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日国务院令第 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日国务院令第 682 号修订，2017 年 10 月 1 日施行）； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日经国务院令第 449 号公布，2014 年 7 月 29 日经国务院令第 653 号修改，2019 年 3 月 2 日经国务院令第 709 号修改）； (7) 《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 1 月 1 日施行）； (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日原国家 环境保护总局令第 31 号公布；2008 年 12 月 6 日经原环境保护部令第 3 号修改；2017 年 12 月 20 日经原环境保护部令第 47 号修改；2019 年 8 月 22 日经生态环境 部令第 7 号修改；2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修改并实施）； (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日实施）； (10) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》（新疆维吾尔自治区人民政府令第 192 号，2015 年 7 月 1 日施行）； (11) 《关于放射性同位素示踪测井有关问题的复函》（环办法规函[2018]1253 号，2018 年 11 月 5 日印发）； (12) 《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》（原

	<p>国家环保总局, 环发〔2006〕145号, 2006年9月26日施行);</p> <p>(13) 《新疆维吾尔自治区辐射事故应急预案》(新政办发〔2016〕175号);</p> <p>(14) 《核技术利用单位辐射事故应急预案的格式和内容》(T/BSRS 052-2021, 2021年1月18日实施);</p> <p>(15) 《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日施行);</p> <p>(16) 《放射工作人员职业健康管理规定》(卫生部令第55号, 2007年11月1日施行);</p> <p>(17) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令第9号, 2019年11月1日施行);</p> <p>(18) 《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, 2020年1月1日起施行);</p> <p>(19) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》(生态环境部, 公告2019年第39号, 2019年10月25日印发, 2019年11月1日启用)。</p>
技术标准	<p>(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》HJ/T10.1-2016;</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002;</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021;</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021;</p> <p>(5) 《放射性测井辐射安全与防护》(HJ1325-2023) ;</p> <p>(6) 《油气田测井放射防护要求》(GBZ118-2020) ;</p> <p>(7) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010) ;</p> <p>(8) 《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术规范》(HJ1258-2022) ;</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019;</p> <p>(7) 《危险废物贮存污染控制标准》GB18597-2023;</p> <p>(8) 《室内空气质量标准》GB/T18883-2022;</p> <p>(9) 《医疗机构水污染物排放标准》GB18466-2005。</p>

- (1) 环评委托书；
(2) 《辐射防护导论》（方杰主编）；
(3) 《辐射防护手册》（李德平、潘自强主编）；
(4) 《StructuralShieldingDesignForMedicalX-RayImagingFacilities》（NCRP147号出版物）；
(5) 《新疆智检汇安环保科技有限公司检测报告》（ZJHA2026008）；
(6) 《中国环境天然放射性水平》（1989年）；
(7) 克拉玛依四维石油科技有限公司提供的其他资料。

(本页以下空白)

其
他

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目属于使用非密封放射性物质和乙级非密封放射性物质工作场所的核技术利用建设项目，结合《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“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，乙、丙级取半径 50m 的范围和实施放射性物质野外示踪的项目应视周边情况以及可能潜在影响的范围确定评价范围。对于固定的示踪剂配置场所，按照非密封工作场所级别确定评价范围；对示踪现场，按照核素在环境中的迁移情况确定评价范围。”的规定，确定本项目的评价范围为集装箱式非密封放射性同位素实验室周边 50m。

本项目拟新建集装箱式非密封放射性同位素实验室（含衰变池）位于新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路 411-300 号（克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部）东南侧，拟建实验室周边 50m 范围内均为空地。拟新建集装箱式非密封放射性同位素实验室东侧 74m 为玉绣花苑，西北侧 62m 为克拉玛依第二项目部办公区域。评价范围内（50m）无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等区域。评价范围详见图 7.1-1。

（本页以下空白）



图 7.1-1 拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室 50m 评价范围

7.2 保护目标

由图 7.1-1 并结合本项目的评价范围, 确定本评价项目中实验室的保护目标是评价项目周围 (50m 范围内) 环境中活动的辐射工作人员和公众。

选取评价项目 50m 范围内有人员居留位置环境保护目标进行重点分析, 以此来预测实验室满载运行后对其他距离相对较远的环境保护目标造成影响。选取实验室附近的环境保护目标见表 7.2-1 所示。

表 7.2-1 评价项目评价范围内保护目标关系表

序号	关注点	与评价项目关系	影响人群及数量	年有效剂量约束值
1	同位素管理	实验室内	2名库管人员	5mSv/a
2	同位素操作	实验室内	4名同位素测井人员	5mSv/a
3	克拉玛依第二项目部人员办公区域	实验室西北侧62m	4名同位素测井人员, 2名库管人员	5mSv/a
4	空地	实验室四周50m评价范围内	不定(公众)	0.1mSv/a

7.3 评价标准

7.3.1 《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。

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

4.3.3.2 防护与安全最优化的过程，可以从直观的定性分析一直到使用辅助决策技术的定量分析，但均应以某种适当的方法将一切有关因素加以考虑，以实现下列目标：

- a) 相对于主导情况确定出最优化的防护与安全措施，确定这些措施时应考虑可供利用的防护与安全选择以及照射的性质、大小和可能性；
- b) 根据最优化的结果制定相应的准则，据以采取预防事故和减轻事故后果的措施，从而限制照射的大小及受照的可能性。

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。

6.4.1.2 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。

6.4.2 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。

6.4.3 非密封源工作场所的分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C (标准的附录) 的规定进行。

标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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;
- c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;
- d) 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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算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;
- c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;
- d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

B2 表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如 B11 所列 (见表 7.3-1)。应用这些控制水平时应注意:

(本页以下空白)

表 7.3-1 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型		α 放射性物质 (Bq/cm^2)		β 放射性物质 (Bq/cm^2)
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4	4×10	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
	监督区			
手皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}

- a) 表 B11 中所列数值系指表面上固定污染和松散污染的总数。
- b) 手、皮肤、内衣、工作袜污染时，应及时清洗，尽可能清洗到本底水平。其他表面污染水平超过表 B11 中所列数值时，应采取去污措施。
- c) 设备、墙壁、地面经采取适当的去污措施后，仍超过表 B11 中所列数值时，可视为固定污染，经审管部门或审管部门授权的部门检查同意，可适当放宽控制水平，但不得超过表 B11 中所列数值的 5 倍。
- d) β 粒子最大能量小于 0.3MeV 的 β 放射性物质的表面污染控制水平，可为表 B11 中所列数值的 5 倍。
- g) 表面污染水平可按一定面积上的平均值计算：皮肤和工作服取 100cm^2 地面取 1000cm^2 。

B2.2 工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 B11 中所列设备的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。

标准附录 C 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 (见表 7.3-2) 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 7.3-2 非密封源工作场所的分级

级别	具体内容
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上~ 2×10^7

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 7.3-3 和表 7.3-4。

表 7.3-3 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 7.3-4 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

7.3.2 环评要求年管理剂量约束值及表面污染控制水平

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用年剂量管理约束值如下：

- a) 辐射工作人员采用年剂量限值的 1/4，即 5mSv/a 作为年剂量管理约束值。
- b) 公众人员采用 0.1mSv/a 作为年剂量管理约束值。

2、《放射性测井辐射安全与防护》（HJ1325-2023）

4.3 辐射工作人员和公众的辐射照射应符合GB18871关于剂量限值的规定。一般情况下，职业照射的剂量约束值为5mSv/a；公众照射的剂量约束值为0.1mSv/a。

3、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

因本项目使用核素毒性均不属于极毒性核素，故本次评价采用的表面污染控制水平如下（见表7.3-5）：

表 7.3-5 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型		α 放射性物质 (Bq/cm ²)	β 放射性物质 (Bq/cm ²)
工作台、设备、墙壁、 地面	控制区	4×10	4×10
	监督区	4	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}

7.3.3 《放射性测井辐射安全与防护》（HJ1325-2023）标准相关内容摘要

5.2 非密封放射性物质测井

5.2.1 测井现场配置（分装）非密封放射性物质时，应采取防风、防撒漏、防渗漏措施，防止非密封放射性物质洒落造成现场污染。测井现场的配置（分装）区域应使用警戒带、栅栏等进行圈闭，并设置明显的电离辐射警告标志。

5.2.2 非密封放射性物质应盛放于严密盖封的贮存容器内，容器外表面应有放射性物质生产批号和放射性核素名称、化学形式、物理状态、活度与标定日期的标签及电离辐射警告标志。距容器外表面 5cm 处的周围剂量当量率不超过 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，1m 处的周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，容器外表面的 α 污染水平不应超过 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 污染水平不应超过 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

5.2.3 测井操作时，至少 2 名操作人员在场。操作人员应避免放射性沾污，穿戴符合要求的工作服，包括帽子、口罩和手套等。

5.2.4 释放放射性示踪剂应采用井下释放方式，确保释放器连接可靠、密封完好；采用井口释放方式时，应先将示踪剂封装于易在井内破碎或裂解的容器或包装内，实行一次性投入井口的方法。

5.2.5 剩余非密封放射性物质及放射性废物按不同核素、不同的固液形态分别收集在专用容器内，送回源库妥善保管。

6.3 实验室

6.3.1 非密封放射性物质的实验室不得设置在民宅建筑物内，应设置在单独建筑物内或在建筑物相对独立的整层或一端，并有单独的出入口。

6.3.2 实验室应按照操作放射性水平、放射性污染的危险程度，分为控制区和监督区。气流方向应自监督区流向控制区，并通过过滤装置后从专用排风道排出，排风管道出口应高出本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

6.3.3 实验室地面、墙壁、门窗及内部设备的结构力求简单，表面光滑、无缝隙；地面铺设可更换、易去污的材料。

6.3.4 实验室应设置手套箱、通风橱（柜）等密闭箱体，箱内应保持合适的负压；

通风系统应设相应层级的过滤装置。

6.3.5 手套箱或通风橱（柜）应设有屏蔽结构，以保证柜体外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率小于2.5 μ Sv/h。

6.3.6 实验室设置专用的放射性废液和固体废物的收集容器或贮存设施，其外表面30cm处的周围剂量当量率小于2.5 μ Sv/h。

6.3.7 实验室应设置更衣区、淋浴或洗手区等场所。其供水系统采用感应、脚踏或臂肘式等防污染的开关。

6.3.8 实验室应配备表面污染监测设备，按第8章的要求做好辐射监测工作。

6.3.9 移动式同位素实验室在开展非密封放射性物质操作时应尽量远离人员聚集或长期居住的位置。移动式同位素实验室的辐射安全与防护要求与固定式实验室的要求相同。

7.3.4 《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）标准相关内容摘要

本标准6.6、7.1.3为推荐性条款，其余为强制性条款。

本标准适用于油气田中使用放射源、非密封放射性物质及中子发生器进行油气田测井实践的放射防护与检测。

4通用要求

4.2测井用非密封放射性物质的操作应符合GB 11930中有关的辐射防护原则与要求，尤其注意以下几点：

- a) 在满足测井技术要求的条件下，选用毒性低、 γ 辐射能量较低、半衰期较短的放射性核素，并尽量减少使用及贮存的活度；
- b) 采用远距离操作，尽量选用机械、自动和密闭的方式操作；
- c) 熟练操作技术，努力缩短操作时间；
- d) 及时处理放射性污染，防止污染的扩散；
- e) 尽量减少液体、固体等放射性废物的产生；
- f) 加强安全防护管理，防止放射性污染事故的发生；
- g) 按照GB 18871的要求，根据油气田测井中使用放射性核素的日等效最大操作量，对非密封放射性物质测井工作场所进行分级管理。

4.3采用新技术新方法时，应通过“模拟试验”确认切实可行，并经使用单位组织的相关专家确认操作规程后，方能正式操作。

4.4开展油气田放射性测井的单位应根据使用的放射源、非密封放射性物质及测井中子发生器的类别配备外照射放射防护检测仪器、放射性污染检测仪器等自检设备，同时为放射工作人员佩戴相应种类的个人剂量报警仪等个人防护用品。

5贮存、运输及测井现场的放射防护要求

5.1贮存、放射性实验室的放射防护要求

5.1.1贮存及载运放射源及非密封放射性物质的罐（桶）（以下简称源罐）应便于搬运和放射源的取出、放入，应单源单罐且能锁定；源罐的外表面应有放射源编码、核素种类、出厂活度和出厂时间的标签，并按照GB2894的规定印有醒目的电离辐射标志和使用单位的名称。

5.1.4所有示踪剂都应盛放于严密盖封的容器（指直接盛放非密封放射性物质的容器，下称内容器）内，然后根据其辐射特性再放入具有一定屏蔽能力的贮存运输容器中。内容器及由厂家直接提供的含非密封放射源井下释放器应附有生产批号和放射性核素名称、化学形式、物理状态、活度与标定日期的标签及醒目的电离辐射标志的标签，并附有含上述内容的说明书。盛装放射性示踪剂的内容器应选用质地坚韧不易损坏、破裂，并具有良好密封性能的容器。释放器表面应设置醒目的电离辐射标志。

5.1.6非密封放射性物质实验室应设置在单独建筑物或一般建筑物的最底层或一端，应有单独的出入口。应设置专用的放射性废液和固体废物的收集容器或贮存设施。

5.1.7非密封放射性物质实验室应按照操作放射性水平、放射性污染的危险程度，依次分为清洁区（包括办公室、休息室等）、低活性区（包括仪器维修室、放射性测量室和更衣、淋浴及辐射剂量检测间等）和高活性区（包括开瓶分装室、贮源库与废物贮存设施等）三个区域，低活性区和高活性区均为控制区，清洁区为监督区，控制区与监督区应按照GB18871的要求分区管理。气流方向应从低活性区至高活性区，并通过过滤装置后从专用排风道排出，排风管道出口应高出本建筑物顶层。

5.1.8非密封放射性物质实验室地面、墙壁、门窗及内部设备的结构力求简单，表面应光滑、无缝隙，地面与相邻墙宜采用圆滑式而非直角式连接；地面应铺设可更换、

易去污的材料，并设地漏接放射性废水处理系统；墙面应耐酸、碱，易清洗。乙级实验室应设卫生通过间（包括更衣、淋浴和辐射剂量检测设施等），丙级实验室应设置供更衣、洗手和辐射剂量检测的设施等。供水应采用脚踏、臂肘或非接触感应式开关。

5.1.10 操作非密封放射性物质前，应做好充分准备工作，熟悉操作程序，核对放射性物质名称、出厂日期、总活度、分装活度，检查仪器设备是否正常，通风是否良好，检查实际活度是否与标示活度一致。吸取放射性溶液时，应使用吸球或虹吸装置，严禁用口吸取。工作场所要经常湿式清扫，清洁工具不应与非放射性区清洁用具混用。

5.1.11 开瓶、分装、配制、蒸发、烘干溶液或有气体、气溶胶产生的操作应在通风橱内进行，易于造成污染的放射性操作应在铺有易去污材料的工作台上或搪瓷盘内进行。通风橱内应保持负压，通风橱操作口半开时，操作口处风速应大于1m/s，其排气系统应设过滤装置；通风橱底部应设置低放射性废液贮存设施。

5.1.15 距非密封放射性物质防护容器外表面5cm处的周围剂量当量率不应超过 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，100cm处的周围剂量当量率不应超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。非密封放射性物质贮存运输容器外表面及非密封放射性物质源库内地面及台面的放射性污染， α 放射性物质不应超过 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 放射性物质不应超过 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

5.1.16 源库内放射源及非密封放射性物质贮源坑（池）防护盖表面（或贮源箱表面）30cm处周围剂量当量率不应超过 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。污物桶和放射性废物贮存设施表面30cm处周围剂量当量率不应超过 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

5.2 运输及测井现场的放射防护要求

5.2.1 放射性核素外部运输时，其放射性包装和运输工具应符合GB11806的规定。运源车应配备随车放射检测仪器及随车记录，随车记录应有所运放射源编码、核素种类、出厂活度、出厂时间、装车及卸车时间、装车及卸车检测记录、运输及驻留记录等信息。

5.2.2 运源车内外由中子、 γ 射线及轫致辐射导致的周围剂量当量率之和不应大于表7.3-6的控制值。

7.3-6 运源车内外的周围剂量当量率控制值

测量位置	运源车内外的周围剂量当量率控制值	
	专用运源车	兼用运源车
驾驶员座椅	$\leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$	$\leq 20\mu\text{Sv}/\text{h}$

车厢外表面 30cm 处	$\leq 100\mu\text{Sv/h}$	$\leq 200\mu\text{Sv/h}$
车厢外表面 200cm 处	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	$\leq 20\mu\text{Sv/h}$
兼用运源车年运送放射源时间不应超过 50h。		
当兼用运源车驾驶员的年个人剂量得到严格控制时，周围剂量当量率可以适当放宽，但不应超过其 2 倍。		
<p>5.2.7 放射性示踪测井中释放放射性示踪剂应采用井下释放方式，将装有示踪剂的井下释放器随同测井仪一起送入井下一定深度处，由井上控制、在井下释放放射性示踪剂。采用井口释放方式时，应先将示踪剂封装于易在井内破碎或裂解的容器或包装内，施行一次性投入井口的方法；禁止使用直接向井口内倾倒示踪剂的方法。</p>		
<p>5.2.8 释放放射性示踪剂前，应经过认真检查井口各闸门、井管压力与水流量正常，井管与套管通畅，井口丝堵与防喷盒结构严密后，按照操作规程释放示踪剂，防止含放射性示踪剂的井水由井口回喷，污染井场与环境。</p>		
<p>5.2.10 放射源及非密封放射性物质放射性测井现场应设置控制区，控制区边界应设置电离辐射警告标志及警戒线。</p>		
<h2>6 放射性废物的处置要求</h2> <p>6.1 退役放射源、放射性液体和固体废物应按GB14500的规定执行。</p> <p>6.2 低放射性废液的排放按照GB18871的规定执行。</p> <p>6.3 非密封放射性物质实验室及中子管贮存库内应设放射性污物桶，所有固体放射性废物应丢入污物桶内收集或放入贮存设施内暂存。</p> <p>6.4 实验剩余放射性溶液和高浓度的容器涮洗液等不能排放的废液，按半衰期长短分别收集在专用收集容器内，可作为放射性废物在贮存设施中封存。</p> <p>6.5 未用或剩余放射性示踪剂（或连同释放器）以及放射性废物应带回实验室处理。</p> <p>6.6 放射性污染事故的处理原则与应急措施参照附录A进行。</p>		
<h2>7 油气田测井的放射防护检测要求</h2> <h3>7.2 测井用非密封放射性物质的放射防护检测要求</h3> <p>7.2.1 新建非密封放射性物质工作场所投入使用前应进行下列项目检测：</p> <p>a) 所有放射性核素的容器及其外包装，贮存和运输设备，外照射周围剂量当量率和表面放射性污染；</p>		

- b) 实验室操作前、后，工作场所外照射周围剂量当量率水平和表面污染；
- c) 实验与测井操作人员工作结束离开实验室或现场时，其裸露皮肤、工作服和个人防护用品的放射性污染；
- d) 源库内贮原坑（池）与贮源箱屏蔽效果，源库屏蔽墙外周围剂量当量率；
- e) 运源车内、外周围剂量当量率。

7.2.2投入使用后的检测：

对7.2.1中a)、d)、e)项应每年进行一次检测；7.2.1中b)项每月进行一次检测；7.2.1中c)项每次工作完成后均应进行，发现污染应及时去污。

7.4个人剂量监测

7.4.1个人剂量监测应按照GBZ128的要求进行，单纯使用 γ 放射源的油气田测井放射工作人员可仅进行光子个人剂量计监测，对于可能使用中子源或中子发生器的油气田测井放射工作人员个人剂量计应能同时满足对 γ 射线和中子剂量监测。

7.4.2新型放射源、新型测井设备或测井新工艺投入测井使用前，应对测井全过程操作人员的累积剂量进行评估。

7.3.5《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）标准相关内容摘要

本标准的5.1.1、7.1.1、9为强制性的，其余为推荐性的。

5安全操作

5.1一般要求

5.1.1为开展辐射防护管理工作并对职业照射进行控制，非密封源工作场所应实行严格的分区、分级、管理，分区、分级管理的措施，应遵循GB 18871-2002的要求。

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程序。

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（或专、兼职安全与防护人员），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

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。

5.1.7 应定期检查工作场所各项防护与安全措施的有效性，针对不安全因素制定相应的补救措施，并认真落实，确保工作场所处在良好的运行状态。

5.2 操作条件

5.2.1 非密封源的操作应根据所操作的放射性物质的量和特性，选择符合安全与防护要求的条件，尽可能在通风柜、工作箱或手套箱内进行。

5.2.2 操作过程中所用的设备、仪器、仪表、器械和传输管道等应符合安全与防护要求。吸取液体的操作应使用合适的负压吸液器械，防止放射性液体溅出、溢出，造成污染。储存放射性溶液的容器应由不易破裂的材料制成。

5.2.3 有可能造成污染的操作步骤，应在铺有塑料或不锈钢等易去除污染的工作台面上或搪瓷盘内。

5.3 个人防护

5.3.1 辐射工作人员应熟练掌握安全与防护技能，取得相应资质。

5.3.2 辐射工作人员应根据实际需要配备适用、足够和符合标准的个人防护用具（器械、衣具），并掌握其性能和使用方法。个人防护用具应有备份，均应妥善保管，并应对其性能进行定期检验。

5.3.3 辐射工作场所应具备适当的防护手段与安全措施，做好个人防护工作。

5.3.4 在伴有外照射的工作场所，应做好个人外照射防护，包括β外照射防护。

5.3.5 在任何情况下均不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件的操作。

5.3.6 辐射工作场所应根据所操作非密封源的特点配备适当的医学防护用品和急救药品箱，供处理事故时使用。严重污染事件的医学处理应在医学防护人员的指导下进行。

6 辐射防护监测

6.1 一般要求

6.1.1 操作非密封源的单位应具备相应的辐射防护监测能力，配备合格的辐射防护人员及相关的设备，制定相应的辐射监测计划。

6.1.2 应记录和保存辐射监测数据，建立档案。记录监测结果时应同时记录测量条件、测量方法和测量仪器、测量时间和测量人姓名等。

6.1.3 应定期对辐射监测结果进行评价，提出改进辐射防护工作的建议，并应将监测与评价的结果向审管部门报告；如发现有异常情况应及时报告。

6.2 个人监测

6.2.1 操作非密封源的辐射工作人员的个人监测应遵循GB 18871-2002的要求，除了必要的个人外照射监测外，应特别注意采用合适的方法做好个人内照射监测。

6.2.2 在个人监测中要按照监测计划开展皮肤污染监测、手部剂量监测。

6.2.3 对于参加大检修或特殊操作而有可能造成体内污染的工作人员，操作前后均应接受内照射监测。必要时应依据分析结果进行待积有效剂量的估算。

6.2.4 个人剂量档案应妥善保存，保存时间应不少于个人停止放射工作后30年。

6.3 工作场所监测

6.3.1 应依据非密封源的特点和操作方式，做好工作场所监测，包括剂量率水平、空气中放射性同位素浓度和表面污染水平等内容。

6.3.2 工作场所监测的内容和频度根据工作场所内辐射水平及其变化和潜在照射的可能性与大小进行确定。附录A给出了一种可供参考的工作场所常规监测的内容与周期（见表7.3-7）。

表 7.3-7 工作场所常规监测的内容与周期

工作场所级别	表面放射性污染	气载放射性核素的浓度	工作场所辐射水平
甲	2周	1周	2周
乙	4周	2周	2周
丙	8周	4周	4周

7 放射性废物管理

7.1 一般要求

7.1.1 放射性废物的管理应遵循GB18871-2002、GB14500的相关规定，进行优化管理。

7.1.2 应从源头控制、减少放射性废物的产生，防止污染扩散。

7.1.3 应分类收储废物，采取有效方法尽可能进行减容或再利用，努力实现废物最小化。

7.1.4应做好废物产生、处理、处置（包括排放）的记录，建档保存。

7.3放射性固体废物

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取。

7.3.2操作非密封源的单位产生的废物（包括废弃的放射源），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。

9非密封放射源的管理

9.1操作非密封源的单位应配备专（兼）职人员负责放射性物质的管理，应建立非密封放射源的账目（如交收账、库存账、消耗账），并建立登记保管、领用、注销和定期检查制度。

9.2非密封放射源应存放在具备防火、防盗等安全防范措施的专用贮存场所妥善保管，不得将其与易燃、易爆及其他危险物品放在一起。

9.3辐射工作场所贮存的非密封放射源数量应符合防护与安全的要求，对于不使用的非密封放射源应及时贮存在专用贮存场所。

9.4贮存非密封放射源的保险橱和容器在使用前应经过检漏。容器外应贴有明显的标签（注明元素名称、理化状态、射线类型、活度水平、存放起始时间和存放负责人等）。

9.5存放非密封放射源的库房应采取安保措施，严防被盗、丢失。

9.6应定期清点非密封放射源的种类、数量，做到账物相符。工作人员如发现异常情况应按相关规定及时报告。

（本页以下空白）

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

本项目拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室（含衰变池）位于新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路 411-300 号（克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部）内西南侧，东侧距玉绣花苑约 74m，西北侧距克拉玛依第二项目部办公区域约 62m。实验室周边 50m 范围内均为空地。

为掌握项目所在地辐射水平，本次评价委托新疆智检汇安环保科技有限公司对拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室及周边环境进行了辐射环境本底水平检测。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案

8.2.1 环境现状评价对象

本项目拟新建集装箱式非密封放射性同位素实验室区域及周边环境。

8.2.2 监测因子

环境 γ 辐射剂量率、 α 、 β 表面污染。

8.2.3 监测方案

1、监测单位：新疆智检汇安环保科技有限公司

2、现状监测时间：2026 年 1 月 16 日 16:30~17:00

3、天气环境条件：天气：晴；温度：-13.1°C；相对湿度：47%RH

4、监测报告编号：ZJHA2026008

5、监测设备：

仪器名称	仪器型号	仪器编号	检定/校准证书	检定/校准有效期
环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪	RJ32-3602	RJ3200188	校准字第 202502107205 号	2025.2.14-2026.2.13
α 、 β 表面污染仪	COMO170	8243	检定字第 202502100789 号	2025.2.13-2026.2.12

8.2.4 质量保证措施

1、合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

2、监测方法参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《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/T14056.1-2008）中的方法布设监测点，结合本评价项目的评价范围确

定本次环境本底监测布点，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗；

- 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，经校对、审核，最后审定。

8.3 监测点位及结果

8.3.1 辐射环境现状监测布点

根据本项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布设监测点。监测点位图详见图 8.3-1 和图 8.3-2。



图 8.3-1 环境 γ 辐射剂量率检测布点图



注:▲ 检测点位

图8.3-2 α、β表面污染检测布点图

8.3.2 辐射环境监测结果

本项目拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室及周边环境本底辐射水平监测结果见 8.3-1 和表 8.3-2。

表 8.3-1 辐射环境现状环境 γ 辐射剂量率监测布点及结果一览表

序号	测点位置描述	环境 γ 辐射剂量率	备注
		测量值 \pm 标准差 ($D_{\gamma} \pm \sigma$) (nGy/h)	
1	拟建项目区域	83 \pm 2	室外
2	拟建项目区域东南侧 50m 处	83 \pm 3	室外
3	拟建项目区域西南侧 50m 处	83 \pm 3	室外
4	拟建项目区域西北侧 50m 处	82 \pm 2	室外
5	拟建项目区域东北侧 50m 处	83 \pm 3	室外

备注: 1.表内检测结果已扣除宇宙射线响应值;

2.每个监测点测量 10 个数据取平均值;

3.环境 γ 辐射剂量率=读数平均值 \times 校准因子 k1 \times 仪器校验源效率因子 k2 \times 屏蔽修正因子 k3 \times 测量点宇宙射线响应值 Dc; 本项目监测设备校准因子 k1=0.96, 设备无检验源, 效率因子 k2=1, k3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1。

表 8.3-2 辐射环境现状 α 、 β 表面污染监测布点及结果一览表

序号	测点位置描述	检测结果(Bq/cm^2)		备注
		α	β	
1	拟建项目区域	< LLD	< LLD	室外
2	拟建项目区域东南侧	< LLD	< LLD	室外
3	拟建项目区域西南侧	< LLD	< LLD	室外
4	拟建项目区域西北侧	< LLD	< LLD	室外
5	拟建项目区域东北侧	< LLD	< LLD	室外

注: α 、 β 表面污染本次检测结果: α 探测下限为 $0.01\text{Bq}/\text{cm}^2$, β 探测下限为 $0.05\text{Bq}/\text{cm}^2$, 当检测结果小于探测下限时记录为<LLD。

8.4 环境现状调查结果的评价

依据《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021 和《表面污染测定第 1 部分: β 发射体 ($E_{\beta\text{max}}>0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》GB/T14056.1-2008, 对克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依项目部拟建集装箱式非密封放射性同位素实验室区域及周边环境进行环境本底辐射水平检测, 由检测结果可知, 本次所检各检测点位中室外环境 γ 辐射剂量率在 $82\pm2\text{nGy}/\text{h}\sim83\pm3\text{nGy}/\text{h}$ 之间。根据《中国环境天然放射性水平》中新疆维吾尔自治区环境天然贯穿辐射水平调查研究的表 2 可知, 克拉玛依市室外天然贯穿辐射在 $72.6\sim113.0\text{nGy}/\text{h}$ 之间, 室内天然贯穿辐射在 $89.0\sim137.5\text{nGy}/\text{h}$ 之间, 由检测结果可知, 项目所在地的环境 γ 辐射剂量率处于当地环境本底水平; 放射性同位素工作场所 α 、 β 表面污染水平符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 标准要求。

(本页以下空白)

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程分析

9.1.1 集装箱式非密封放射性同位素实验室

本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室由克拉玛依区众联民信运输服务部，实验室尺寸为 8000*3000*2900mm，内部严格按照《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）分为清洁区、低活性区和高活性区等三个区域，配套的衰变池拟建于实验室外，实验室平面布局详见图 9.1-1。



图 9.1-1 集装箱式非密封放射性同位素实验室平面布局图

9.1.1.1 集装箱式非密封放射性同位素实验室结构、布局及功能

本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室集装箱整体颜色为白色，整体内框架为钢结构，材质为 Q235A，墙体、屋顶、地面用 8#槽钢焊接成一整体骨架，底座加厚，

地面再加一层 5mm 的钢板，使用之前除锈，内部再加一层岩棉保温层，在内侧贴一层装饰面板。营房有良好防沙、防风、防漏雨、保温性能，满足现场高温、风沙等恶劣环境的使用要求，使用环境温度：-25~+55°C。地面、墙壁及内部设备的结构简单，表面光滑、无缝隙；地面铺设可更换、易去污的材料并设地漏连接到放射性废水衰变池。地面材料采用其主要优点：耐压、耐磨、耐冲击，耐酸碱盐腐蚀，光滑无缝隙；实验室采用钢制门，开门方式为外开，门为两扇，分别位于集装箱一侧和中后部位置。门开关方便灵活且密封良好，门的外侧配备风钩和防止磕碰缓冲装置，两个门均采用双锁结构。非密封放射性同位素分装室具备放射性同位素暂存、同位素释放器清洗、同位素释放器分装、同位素释放器存储、放射性废物暂存等功能。

本项目非密封同位素实验室按照乙级实验室分类要求，设卫生通过间（包括更衣、淋浴和辐射剂量检测设施等）。洗手等供水方式采用脚踏开关。

根据非密封同位素实验室的功能需求和分区要求，将非密封同位素实验室的相关功能和配套设施设计成一个集装箱密封结构场所。布局分为：办公登记、监控、洗手、淋浴、更衣、放射性测量区、分装区、放射性废物暂存、释放器清洗区、衰变池，在非密封同位素实验室的正面右侧设人员进出通道，左侧设非密封同位素进出通道。

9.1.1.2 设备详细介绍及操作说明

1、同位素分装装置

（1）产品介绍

同位素分装装置位于集装箱内，有伽马屏蔽材料，采用的是不锈钢板+铅板+不锈钢板的组合方式，设计屏蔽厚度 10mmpb，以保证箱体外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。同位素分装装置其作用为在内部对放射性同位素进行分装，采用的是立体式结构，上有通透型 F3 铅玻璃，正面有可供操作手套孔，内部空气为负压状态，同位素分装装置操作口半开时，操作口处风速大于 1m/s，顶部设置有负压通风装置，通过核级过滤器进行排出。

（2）操作步骤

设备使用前，首先对其进行检查，检验风机，照明等是否有异常，随后打开风机和照明开关；其次分装操作员打开释放器装料口，将释放器通过分装箱侧门，斜放至分装

箱内支架上，将装料口置于开口向上的位置；操作员再将铅桶放入分装箱内，关闭分装箱侧门；然后分装操作员通过分装箱上的分装手套孔，将放射性同位素试剂瓶从铅罐内取出并打开瓶盖，根据设计用量，使用量具将同位素分装至释放器中，落在钢盘的放射性同位素要回收至试剂瓶中，拧紧放射性同位素试剂瓶瓶盖后，将放射性同位素试剂瓶放回铅罐内，分装完成后，把同位素瓶、释放器及发生器取出，关好防护门，关闭电源。

2、释放器自动清洗装置

（1）产品简介

释放器自动清洗装置是由控制柜和清洗主机组成，采用的是超声波震动和高压喷淋的清洗方式，同时带有水温加热功能，对释放器内的残留颗粒及油污，通过超声等方式清洗出来，解决了以前操作者用手直接清洗同位素对身体带来的危害及污水收集排放问题。

（2）操作步骤

- ①开机确认机器工作状态正常；
- ②打开上方箱体盖板，放入释放器，并把弯管喷淋头对准释放器放料口；
- ③放进清洗介质，盖好箱体盖板，启动自动程序；
- ④超声波自动清洗装置进入自动清洗工作流程。

3、释放器手动清洗装置

（1）产品简介

释放器手动清洗装置是采用高压水枪手动对释放器进行清洗，采用立式放置结构，每次可清洗多支释放器，下设四个带脚刹万向轮，内设排水口。

（2）操作步骤

- ①打开清洗箱门体，把需要清洗的释放器放置在固定位置；
- ②底部的插口和顶部的凹槽契合，在释放器放置过程中，注意把释放器的装载口打开（装载口对准箱门，方便冲洗）；
- ③放置完成后把门关上；打开高压水枪开关，并且对准需要清洗的位置，对释放器进行冲洗；
- ④冲洗完成后，高压水枪归位，取出释放器，关闭箱门。

4、放射性废物贮存桶

本项目实验室内拟设置有三个放射性废物贮存桶，主要用途为对含有放射性的固体废弃物进行收集和屏蔽保护。放射性废物贮存桶采用铅钢密闭结构，采用上开口方式，表面为不锈钢材质，铅当量为 1mmpb。

5、同位素暂存箱

本项目实验室内拟设置一个同位素暂存箱，主要用途为暂存放射性核素。同位素暂存箱采用铅钢密闭结构，表面为不锈钢材质，铅当量为 1mmpb。

6、衰变池

本项目实验室外设计有一组衰变池，分为两个独立的衰变池，该衰变池设计方案按照《放射性测井辐射安全与防护》(HJ1325-2023)设计。每个衰变池尺寸均为长 2000mm*宽 1000mm*深 1000mm，衰变池面积 2m²，容积为 2m³，两个衰变池的总容积为 4m³。衰变池内壁为混凝土结构，并涂刷防渗材料。该衰变池设计为地埋式、即在实验室外地基以下深挖 1100mm，地基上设置有 500mm 的防护墙（避免雨水倒灌），顶部加有专门的透明盖板（防止杂物进入且可以看到水位），内壁涂刷防渗材料。放射性废水通过落差（实验室在地基上垫高 500mm）自然流进衰变池内，两个衰变池并联使用，放射性废水经专门管道进入一号衰变池，一号衰变池满后，关闭管道阀门；放射性废水经专门管道开始进入二号池，与此同时，待一号池放置 180 天后排出，依次循环。放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，水流管道内避免放射性废液集聚，便于检测和维修的设计要求。

9.1.2 放射性同位素特性

1、¹³¹I 特性

¹³¹I 物理半衰期为 8.04d，十个半衰期为 80.4d，衰变方式为β衰变，能衰变出多条β射线，其中分支比最大的为 89.2%，能量为 606.3keV，还能释放出多条γ射线，其中分支比最大的为 81.1%，能量为 364.5keV。衰变纲图见图 9.1-2。

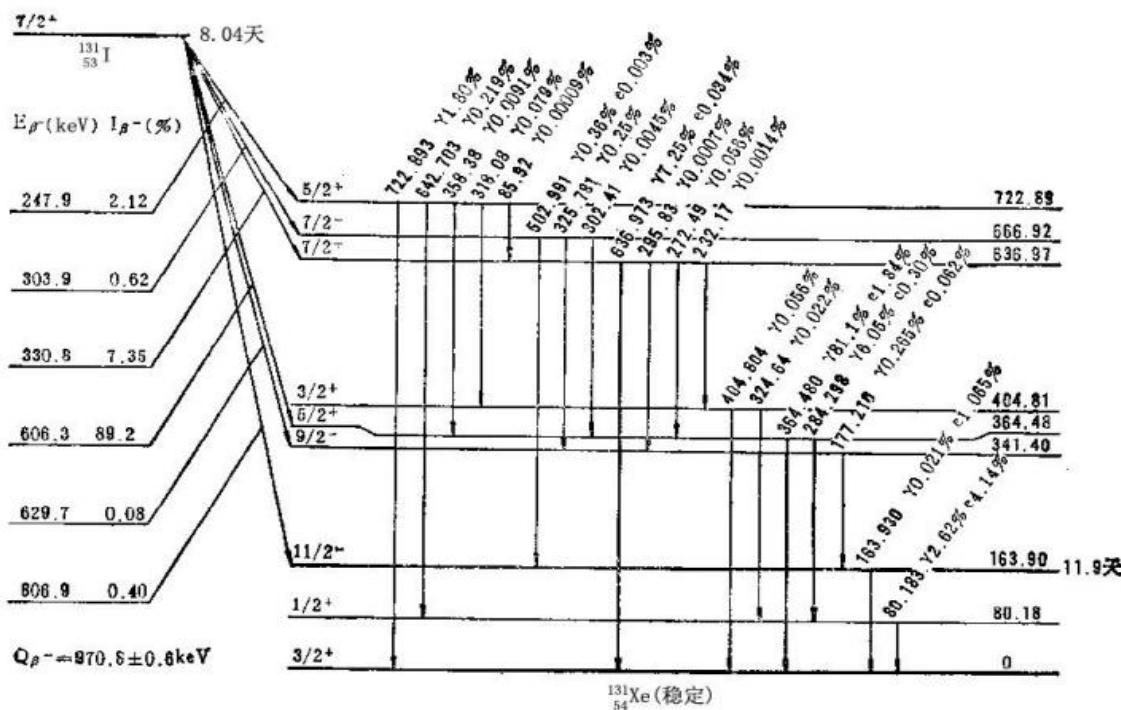


图 9.1-2 ^{131}I 衰变纲图

2、¹³¹Ba 特性

^{131}Ba 物理半衰期为 11.7d，十个半衰期为 117d，衰变方式：EC=100%，释放出多种能量的 γ 射线， γ 射线的能量主要有：496.3keV(46.8%)、123.8keV(28.97%)、216.1keV(19.66%)。衰变纲图见图 9.1-3。

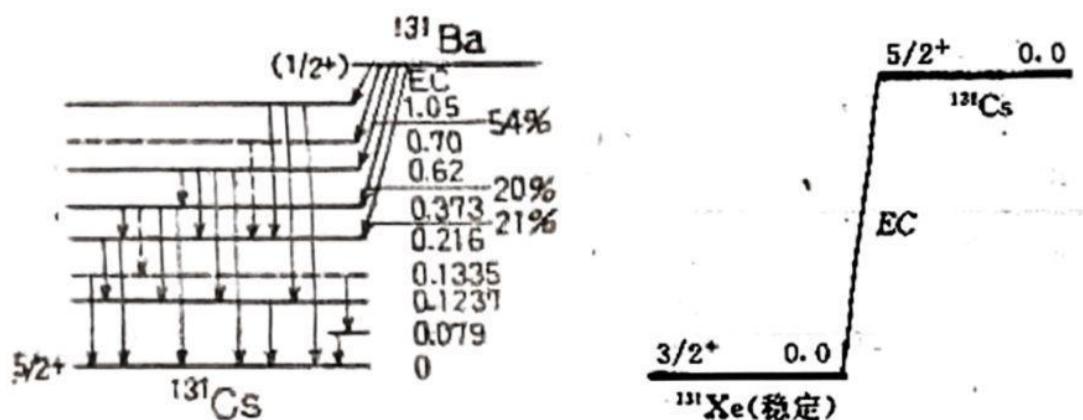


图9.1-3 ^{131}Ba 衰变纲图

3、锡铟发生器结构和特性

锡铟发生器的整套装置由五部分组成：吸附了 ^{113}Sn 的色谱柱（即 ^{113}Sn - $^{113\text{m}}\text{In}$ ）、内、外屏蔽铅罐、支承架、淋洗装置及收集瓶、外壳及其他附件。发生器的结构如图9.1-4所示。

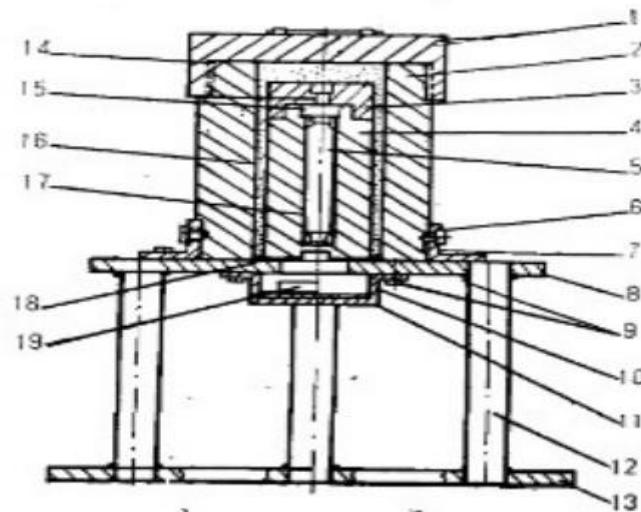


图9.1-4 锡铟发生器装置图

其中：1.外铅罐上盖；2.外层铅罐；3.内铅罐上盖；4.内铅罐；5.内放吸附 ^{113m}Sn 的玻璃柱；6.固定螺钉；7.固定角铁；8.上法兰盘；9.螺钉；10.托盘；11.铅衬底；12.支柱；13.下法兰盘；14.橡皮O圈；15.橡皮垫圈；16.多孔泡沫塑料；17.聚乙烯套；18.橡皮垫圈；19.储存洗脱液导出管的托盘小门。

锡铟发生器的母体的 ^{113}Sn 物理半衰期为115d，而洗脱液 $^{113m}\text{InCl}_3$ 的物理半衰期为1.658h（半衰期为99.8min），十个半衰期为16.6h（0.69d），衰变方式：I.T=100%，释放出 γ 射线，其中能量为392.7keV占64%。衰变纲图见图9.1-5。

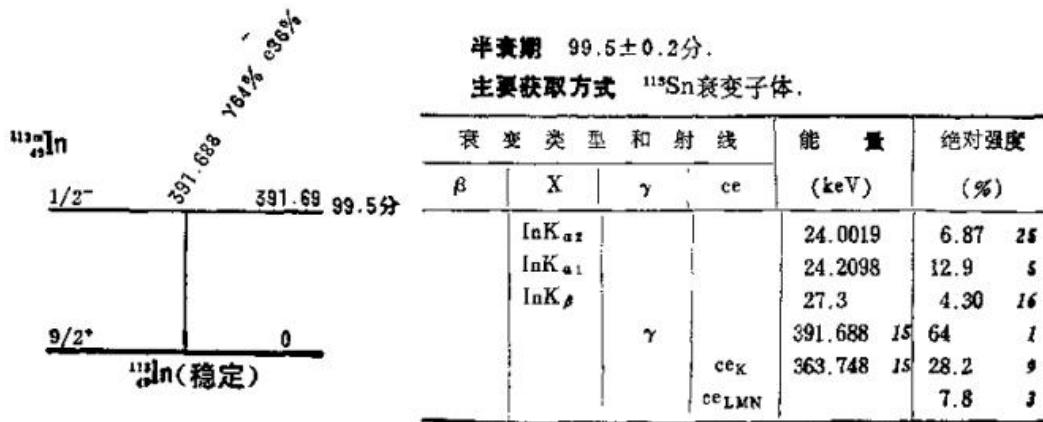


图 9.1-5 锡铟发生器衰变纲图

9.1.3 放射性同位素测井原理

石油开采是依靠地下油层的压力将石油采出，随着石油被逐渐采出，油层压力下降，石油不易采出。为此，目前我国绝大部分油田采用分层段注水的方法来保持地下油层压力不下降。注水时，需要及时了解注水油井中每个层位绝对注水量和相对注水量，这些

量需要通过测定注水剖面曲线来获取。利用同位素释放器携带放射性示踪剂，测井时在油层上部释放，井内注水形成活化悬浮液，载体颗粒直径大于地层孔隙直径，吸水层吸水时，微球载体滤积在井壁上，地层的吸水量与滤积在该段地层对应的井壁上的同位素载体量和载体的放射性强度三者之间成正比关系，通过对比同位素载体在地层滤积前后所测得的伽玛曲线，计算对应射孔层位上曲线叠合异常面积的大小，采用面积法解释各层的相对吸水量，从而可以确定注入井的分层相对吸水量（吸水剖面）。

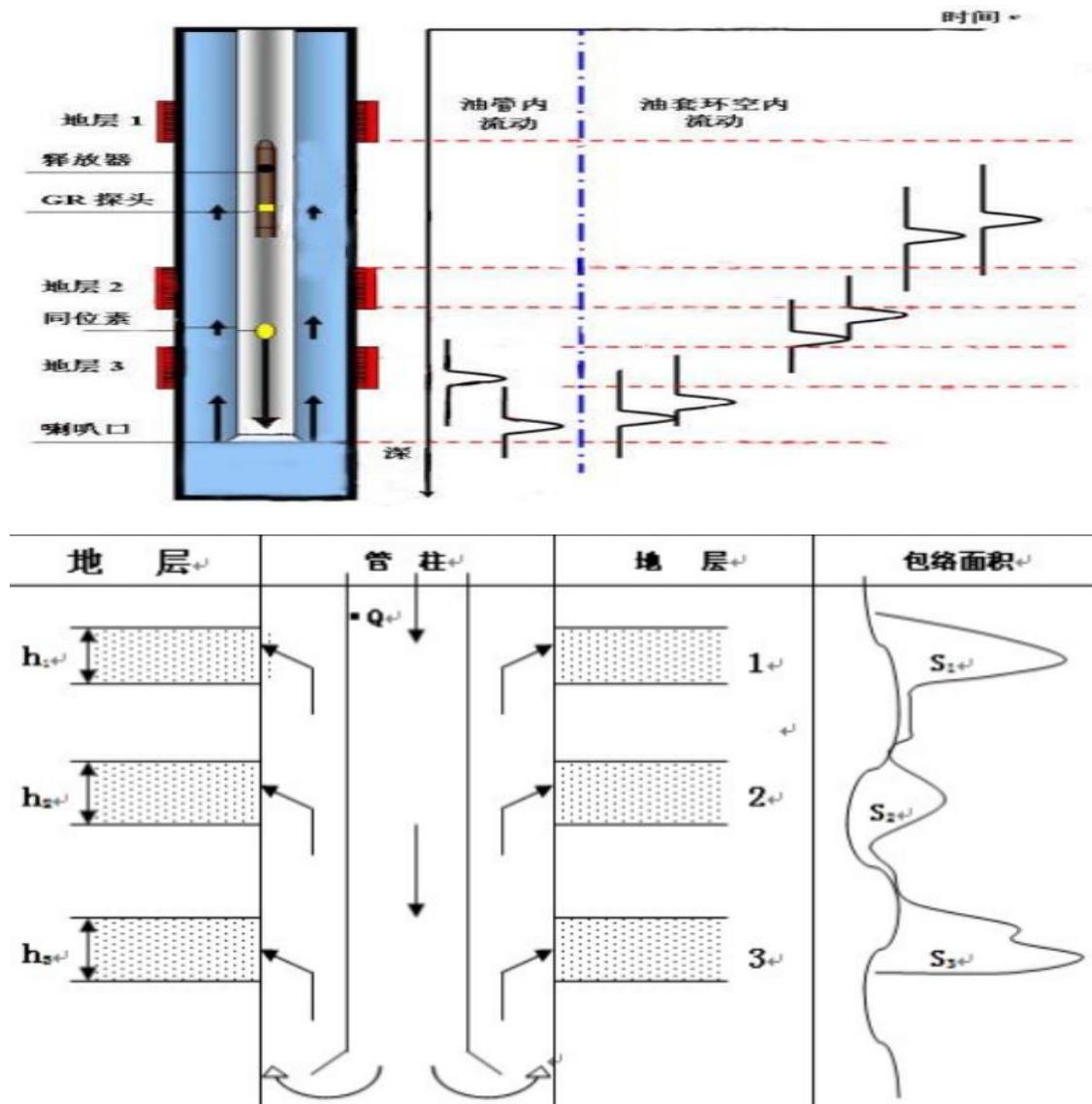


图9.1-6 放射性同位素测井原理示意图

在注入水没有外流情况下，油层越均质，注水利用率越高，则见示踪剂时间越晚。反之，短时间内见到示踪剂，说明注入水沿高渗层窜流，储层非均质性强，开发效果差。如图 9.1-6，图中 1、2、3 三个层均为注水层，深度校齐后，将测量自然伽玛曲线

与同位素曲线叠合，并使其在非目的层段重合，在三个注水层位分别求出这两条曲线的包络面积，采用面积法解释各层的相对吸水量，从而可以确定注入井的分层相对吸水量（吸水剖面）。

9.1.4 放射性同位素测井工艺流程

工艺流程简述如下：

（1）公司接收测井委托任务后，先要根据测井井场具体情况制定测井方案，并向供货方提出测井物料（非密封放射性物质）购买需求，由供货方按照国家相关法律法规的要求将拟购买的非密封放射性物质运送至公司克拉玛依第二项目部集装箱式非密封放射性同位素实验室中暂存，暂存前由专人进行铅罐表面剂量监测，并进行入库台账登记，并对源箱进行双人双锁管理。（此流程主要由供货方完成，不属于本项目评价环节）

（2）公司接收测井委托任务（测井施工通知）后，根据测井井场具体布置情况及钻井数据制定测井计划书。测井计划书含本次测井任务的人员安排、测井时间安排、测井队人员职责及测井现场辐射防护方案和辐射事故应急预案等内容。

（3）测井作业队接收到测井任务后，进行测前准备（包括：地面仪器检查、井下仪器检查、单井资料的准备、各种专用工具及车辆状况的准备和安全讲话。

（4）测井作业队达到实验室，领取锡钢发生器或领取¹³¹Ba 或¹³¹I 示踪剂，示踪剂在实验室内分装完成后置于释放器内。放射性核素封装于释放器后，放置在释放器防护套筒内，再将释放器防护套筒放置在运输车辆的铅运输箱内，运输至测井现场。

（5）在放射性同位素入场前，测井作业队根据测井方案划定控制区范围，并设置工作区域警戒线，线高约1m；在控制区边界放置“当心电离辐射”警告牌，对控制区内无关人员进行清场。（此流程不属于本项目评价环节）

（6）开展测井工作前，放射性同位素操作人员需佩戴防护用品，做好准备工作。
(此流程不属于本项目评价环节)

（7）放射性同位素操作人员在现场对同位素发生器进行淋洗工作，用以获得^{113m}In，并装入释放器内。（此流程不属于本项目评价环节）

（8）测井队放射性同位素操作人员将装有放射性同位素¹³¹I、¹³¹Ba 或^{113m}In 的释放器安装于测井仪器底部。（此流程不属于本项目评价环节）

(9) 释放器安装完毕后, 被污染的手套、口罩等放入污物回收箱。 (此流程不属于本项目评价环节)

(10) 将测井仪器与井口对接, 打开注水井口阀门, 使注水井压力与仪器压力处于平衡状态。 (此流程不属于本项目评价环节)

(11) 将装有放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 的释放器同测井仪一起送入井下指定位置。 (此流程不属于本项目评价环节)

(12) 释放器及测井仪达到指定位置, 经地面系统向释放器发送指令, 推开释放器活塞, 将放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 释放。 (此流程不属于本项目评价环节)

(13) 同位素释放完毕, 释放器随测井仪在井内上下不断往复多次采集相关信息。
(此流程不属于本项目评价环节)

测量完成后将释放器与探测仪器一起提出井口, 卸下释放器, 即完成一个测井过程。

(14) 测井结束将释放器提升至井口卸下, 由放射性工作人员进行擦拭清理并装入专用密封袋中, 擦拭棉纱放入污物回收箱。 (此流程不属于本项目评价环节)

(15) 测井过程中产生的空释放器、放射性废物 (被污染的手套、口罩等), 一并带回项目部实验室内进行暂存处置。

(16) 测井结束后职业人员离开测井现场前, 需对井场及相关区域、职业人员裸露皮肤、工作服和个人防护用品的辐射剂量当量率和表面沾污情况进行监测, 确保测井结束后井场、职业人员及其个人防护用品的辐射水平为辐射环境本底值。 (此流程不属于本项目评价环节)

(17) 将释放器运回项目部实验室进行清洗, 清洗后放置在同位素库内待下次测井使用。

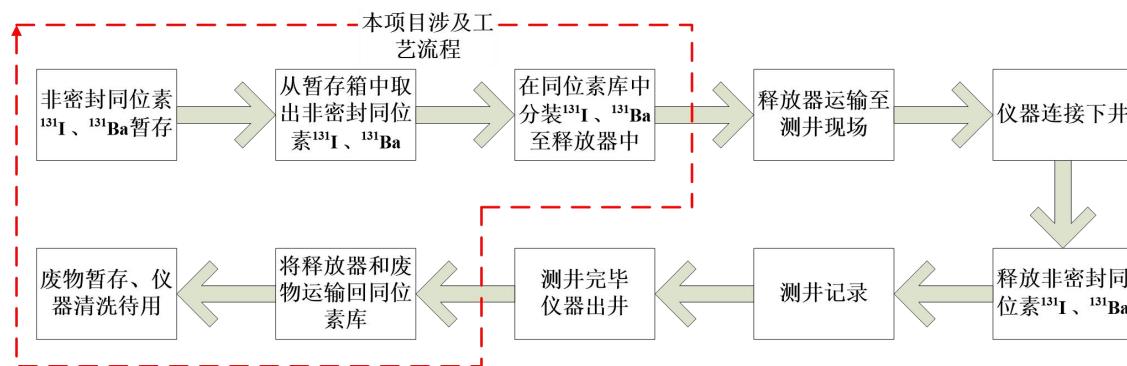


图9.1-7 ^{131}I 、 ^{131}Ba 同位素测井工艺流程

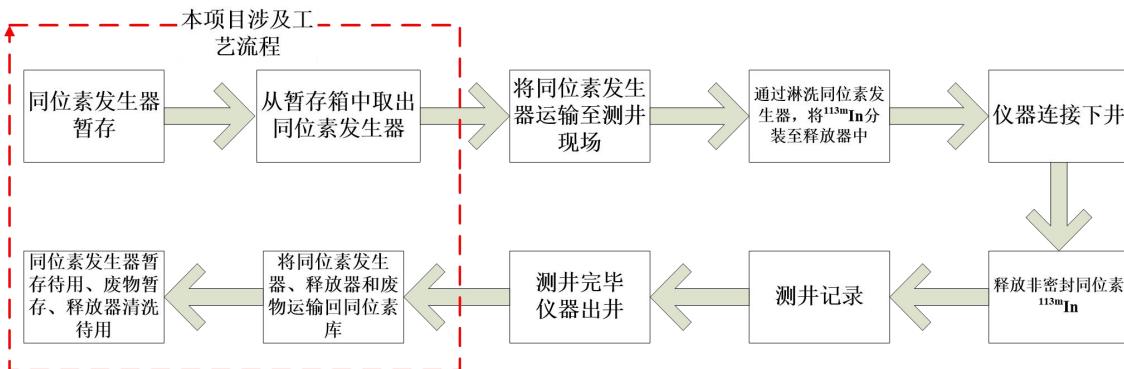


图9.1-8 同位素发生器测井工艺流程图

9.1.5 放射性同位素测井工艺流程产污环节及污染因子

根据放射性同位素示踪测井工艺流程，测井各个环节产生的污染因子见表 9.1-1。

表9.1-1 放射性同位素示踪测井产污环节及污染因子

序号	生产环节	污染源	污染因子	影响对象	影响程度
1	同位素管理	^{131}I 、 ^{131}Ba 、 ^{113}Sn ^{131}I 、 ^{131}Ba 、 $^{113\text{m}}\text{In}$	γ 射线	库管人员	轻微
2	实验室分装		β 、 γ 射线	操作人员、分装场所	较大
3	搬运(本项目不涉及)		γ 射线	搬运工人	较大
4	运输(本项目不涉及)		γ 射线	驾驶员、随车人员	轻微
5	井场安装 (本项目不涉及)		β 、 γ 射线	安装人员、井场周围	较大
6	测井(本项目不涉及)		γ 射线	测井人员	轻微

9.1.6 路径分析

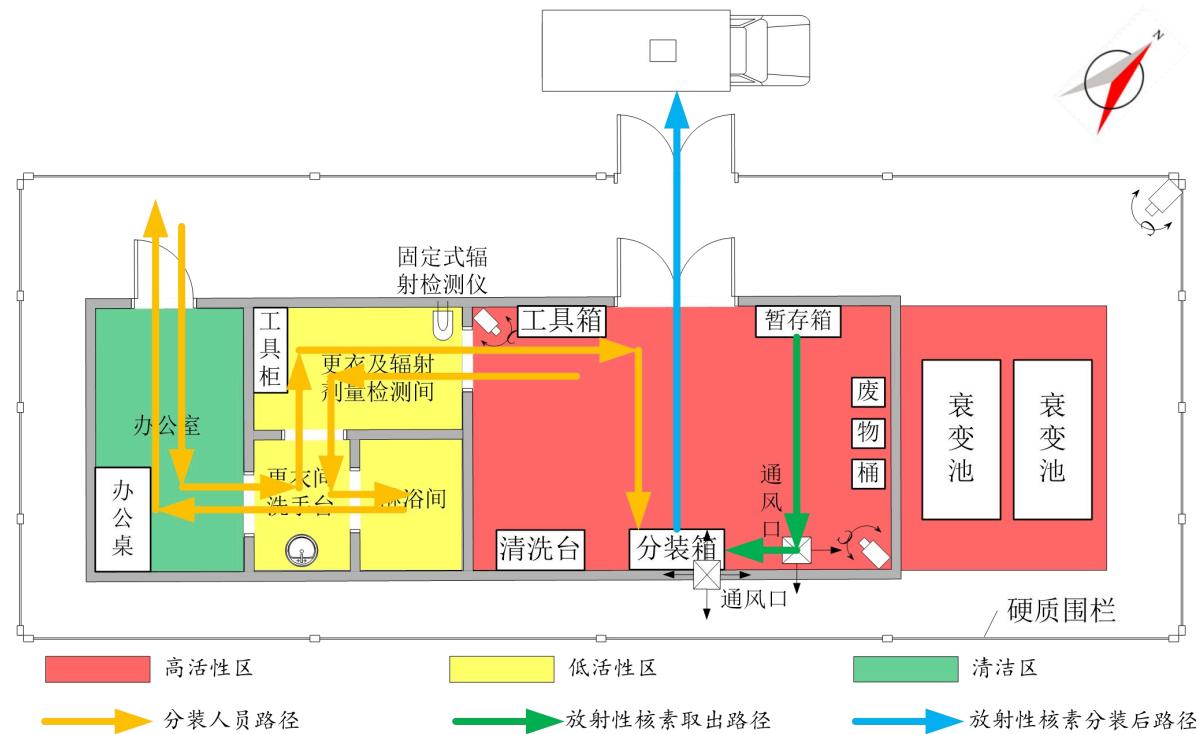
1、非密封放射性同位素、发生器路径

非密封放射性同位素 ^{131}I (固体)、 ^{131}Ba (固体) 和锡铟发生器 (液体) 由供货方通过实验室高活区防护门运送至实验室内暂存箱进行暂存； ^{131}I 和 ^{131}Ba 分装时将其从暂存箱中提取出来，放至分装箱内进行分装，分装后装入铅罐中，待测井辐射工作人员提取存放至运源车内，通过运源车将核素运输至测井现场；锡铟发生器不存在实验室内分装的操作，由辐射工作人员直接将锡铟发生器提取至运源车内，通过运源车将核素运输至测井现场开展测井工作。

2、辐射工作人员路径

辐射工作人员通过清洁区办公室入口进入实验室，经低活性区更衣间更衣后，穿戴好个人防护用品进入高活区实验室进行分装，清洗释放器等工作，工作完毕后，经低活性区更衣间更衣后，由清洁区办公室离开实验室。

人流、物流路径示意图见图 9.1-9。



9.1-9 非密封放射性同位素实验室人流、物流路径示意图

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常运行状态下辐射源项

1、 γ 射线

本项目非密封放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 、 ^{113}Sn - $^{113\text{m}}\text{In}$ 发生器在实验室中暂存时，尤其是在实验室中分装 ^{131}I 和 ^{131}Ba 时由于衰变会释放出 γ 射线， γ 射线具有较强的穿透性，在整个操作过程中将对工作人员产生辐射影响。

2、 β 表面污染

由于操作（分装）非密封放射性物质 ^{131}I （固态）和 ^{131}Ba （固态），会对工作场所（分装箱）造成 β 表面污染，正常情况下在暂存、领取和归还等操作过程中，不会对工作场所造成 β 表面污染。

3、放射性固体废物

主要来自操作非密封放射性同位素进行分装和测井时产生的废手套、口罩，以及使用过的同位素分装瓶和废旧同位素发生器等。

其中废手套、口罩等放射性活度较低但也应受控，统一收集后运至实验室留存 10

个半衰期后当做一般固体废物进行处置。

同位素分装瓶和废旧同位素发生器统一暂存在实验室内，后续均有供货厂商回收处置。

4、放射性废液

主要来自于对实验室和释放器的冲洗，冲洗废液排放至衰变池，待贮存 180 天后可作为一般废物处理。

5、废气

实验室在存放非密封放射性物质时，¹³¹I 和 ¹³¹Ba 衰变释放的γ射线电离空气，产生少量 O₃ 和 NO_x；在操作分装非密封放射性物质时，会产生含放射性物质的气溶胶。

6、废旧放射性同位素

由于放射性核素衰变而使其活度不能达到测井作业需求，在一次购买周期的末期会产生失效的同位素，该失效的同位素暂存在实验室内的暂存箱中，后续统一由供货厂家回收处置。

9.2.2 事故工况下的污染途径

结合本项目运行的实际情况分析，该项目在运行过程中发生机率较大和产生影响较严重的事故主要有以下几种：

- (1) 放射性同位素、同位素发生器丢失事故；
- (2) 放射性同位素在使用过程中的撒漏事故；
- (3) 由于操作失误使作业人员受到超剂量照射事故；
- (4) 发生器异常淋洗造成超剂量照射事故。

公司严格落实安全管理制度，按照相关操作规程进行作业，可有效避免事故工况的发生。

(本页以下空白)

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局及合理性分析

本项目拟新建集装箱式非密封放射性同位素实验室位于新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路 411-300 号（克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部）东侧围墙处，建设位置空旷，四周 50m 范围内均为空地。本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室辐射安全与防护标准对照表见表 10.1-1。

表10.1-1本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室辐射安全与防护标准对照表

序号	法规和标准要求	建设单位拟采取的防护措施		评价
		防护措施		
1	非密封放射性物质实验室应设置在单独建筑物或一般建筑物的最底层或一端，应有单独的出入口。应设置专用的放射性废液和固体废物的收集容器或贮存设施。	《油气田测井放射防护要求》GBZ118-2020 第 5.1.6	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室为单独的一个集装箱，并为放射性同位素和人员分别设有单独的出入口；集装箱外围设置有硬质围栏，并设有单独的出入口。实验室内设置有废物桶专门用于放射性固体废物的贮存，实验室外设置有衰变池专门用于放射性废液的贮存。	符合
2	非密封放射性物质实验室应按照操作放射性水平、放射性污染的危险程度，依次分为清洁区（包括办公室、休息室等）、低活性区（包括仪器维修室、放射性测量室和更衣、淋浴及辐射剂量检测间等）和高活性区（包括开瓶分装室、贮源库与废物贮存设施等）三个区域，低活性区和高活性区均为控制区，清洁区为监督区，控制区与监督区应按照 GB 18871 的要求分区管理。气流方向应从低活性区至高活性区，并通过过滤装置后从专用排风道排出，排风管道出口应高出本建筑物顶层。	《油气田测井放射防护要求》GBZ118-2020 第 5.1.7	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内部分为清洁区（办公室）、低活性区（更衣及辐射剂量检测间、淋浴间、洗手台等）和高活性区（分装室、废物贮存设施等）等三个区域，其中低活性区和高活性区均为控制区，清洁区为监督区。实验室内设有专门的通风装置，气流方向从低活性区至高活性区，并通过过滤装置后从专门的排风道排出，排风管道出口高于本建筑物顶层。	符合
3	非密封放射性物质实验室地面、墙壁、门窗及内部设备的结构力求简单，表面应光滑、无缝隙，地面与相邻墙宜采用圆滑式而非	《油气田测井放射防护要求》GBZ118-2020 第 5.1.8	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内地面、墙壁、门窗及内部设备的结构力求简单，表面光滑、无缝隙，	符合

	直角式连接；地面应铺设可更换、易去污的材料，并设地漏接放射性废水处理系统；墙面应耐酸、碱，易清洗。乙级实验室应设卫生通过间（包括更衣、淋浴和辐射剂量检测设施等），丙级实验室应设置供更衣、洗手和辐射剂量检测的设施等。供水应采用脚踏、臂肘或非接触感应式开关。		地面与相邻墙采用圆滑式而非直角式连接；地面铺设可更换、易去污的材料，并设地漏连接到放射性废水衰变池；墙面应耐酸、碱，易清洗。实验室内部设有卫生通过间（更衣及辐射剂量检测间、淋浴间、洗手台）。供水采用非接触感应式开关。	
4	非密封放射性物质贮源库应与开瓶分装室相连接（或相邻）并有单独的出入口。墙壁、门窗的材料与结构要具有防盗与防火的作用。	《油气田测井放射防护要求》GBZ118-2020 第5.1.9	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内分装室设置有单独的出入口，墙壁、门窗的材料与结构具有防盗与防火的作用。	符合
5	开瓶、分装、配制、蒸发、烘干溶液或有气体、气溶胶产生的操作应在通风橱内进行，易于造成污染的放射性操作应在铺有易去污材料的工作台上或搪瓷盘内进行。通风橱内应保持负压，通风橱操作口半开时，操作口处风速应大于1m/s，其排气系统应设过滤装置；通风橱底部应设置低放射性废液贮存设施。	《油气田测井放射防护要求》GBZ118-2020 第5.1.11	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内设置有分装柜，分装柜内保持负压，操作口半开时，操作口处风速应大于1m/s，其排气系统设有过滤装置。	符合
6	非密封放射性物质的实验室不得设置在民宅建筑物内，应设置在单独建筑物内或在建筑物相对独立的整层或一端，并有单独的出入口。	《放射性测井辐射安全与防护》HJ1325-2023 第6.3.1	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室为单独的一个集装箱，并为放射性同位素和人员分别设有单独的出入口；集装箱外围设置有硬质围栏，并设有单独的出入口。	符合
7	实验室应按照操作放射性水平、放射性污染的危险程度，分为控制区和监督区。气流方向应自监督区流向控制区，并通过过滤装置后从专用排风道排出，排风管道出口应高出本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。	《放射性测井辐射安全与防护》HJ1325-2023 第6.3.2	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内部分为清洁区（办公室）、低活性区（更衣及辐射剂量检测间、淋浴间、洗手台等）和高活性区（分装室、废物贮存设施等）等三个区域，其中低活性区和高活性区均为控制区，清洁区为监督区。实验室内设有专门的通风装置，气流方向从监督区流向控制区，并通过过滤装置后从专门的排风道排出，排风管道出口高于本建筑物顶层，且远离项目部其它建筑。	符合

8	实验室地面、墙壁、门窗及内部设备的结构力求简单,表面光滑、无缝隙;地面铺设可更换、易去污的材料。	《放射性测井辐射安全与防护》HJ1325-2023 第 6.3.3	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内地面、墙壁、门窗及内部设备的结构力求简单,表面光滑、无缝隙,地面与相邻墙采用圆滑式而非直角式连接;地面铺设可更换、易去污的材料	符合
9	实验室应设置手套箱、通风橱(柜)等密闭箱体,箱内应保持合适的负压;通风系统应设相应层级的过滤装置。	《放射性测井辐射安全与防护》HJ1325-2023 第 6.3.4	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内设置有分装柜,分装柜内保持负压,操作口半开时,操作口处风速应大于 1m/s,其排气系统设有过滤装置。	符合
10	实验室应设置更衣区、淋浴或洗手区等场所。其供水系统采用感应、脚踏或臂肘式等防污染的开关。	《放射性测井辐射安全与防护》HJ1325-2023 第 6.3.7	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内设置有更衣及辐射剂量检测间、淋浴间、洗手台等场所。供水系统采用非接触感应式开关。	符合
11	实验室应配备表面污染监测设备	《放射性测井辐射安全与防护》HJ1325-2023 第 6.3.8	公司拟为本项目配备表面沾污仪、X-γ剂量率检测仪、个人剂量报警仪等检测设备。	符合

经对照分析可知,本项目拟新建集装箱式非密封放射性同位素实验室的设置满足《油气田测井放射防护要求》(GBZ118-2020)和《放射性测井辐射安全与防护》(HJ1325-2023)平面布局的要求,本项目工作场所布局合理。

10.1.2 分区原则及划分

根据 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》,应把辐射工作场所进行分区管理,划分为控制区和监督区,以便于辐射安全管理和职业照射控制。控制区和监督区的划分要求如下:

控制区: 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。

监督区: 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,但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记;并定期检查工作状况,确认是否需要防护措施和安全条件,或是否需要更改监督区的边界。

根据本项目的布局，结合GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于监督区和控制区的要求，将本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室和衰变池所在区域划分为控制区，控制区外周边墙体或实体边界范围内的其余区域按监督区进行管理。本项目控制区和监督区划分见图10.1-1。

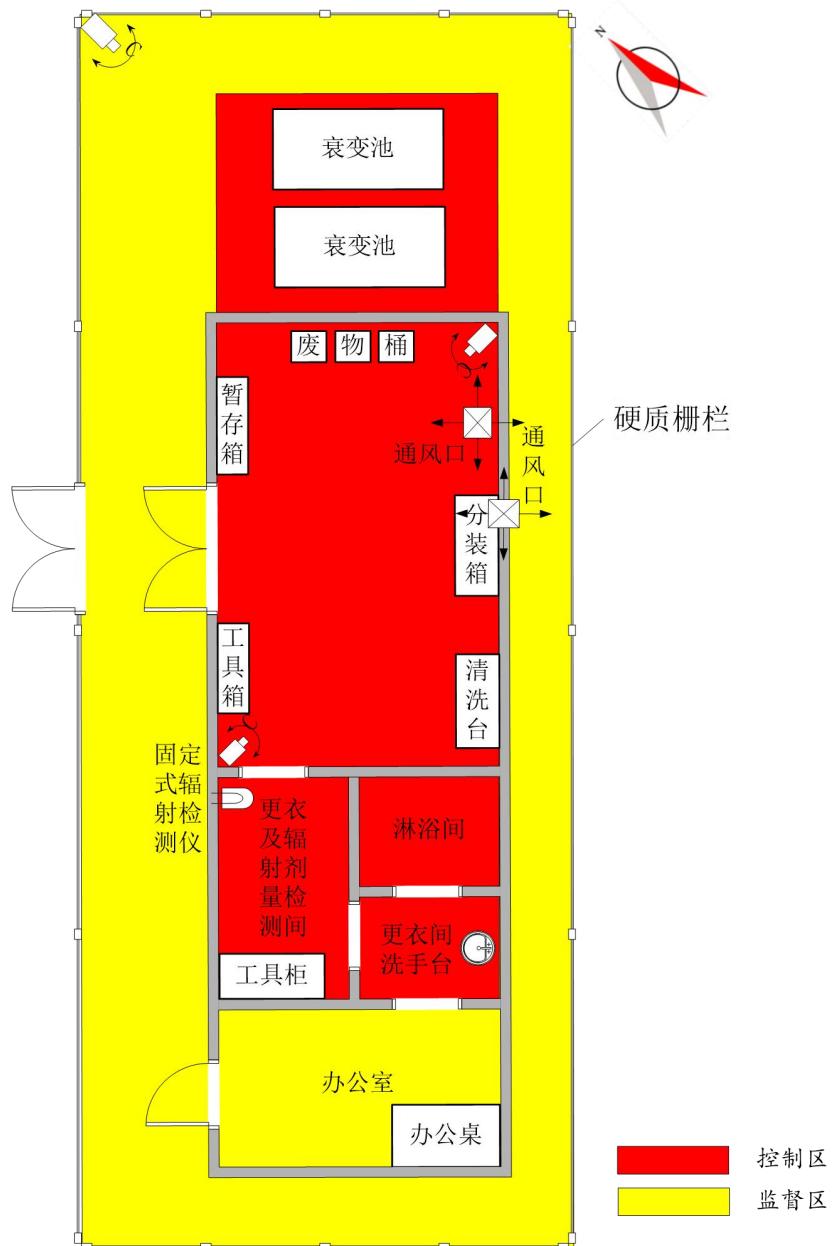


图 10.1-1 集装箱式非密封放射性同位素实验室分区示意图

10.1.3 辐射安全和防护措施

10.1.2.1 实验室辐射安全与防护措施

1、基础措施

实验室内地面、墙壁、门窗及内部设备的结构力求简单，表面应光滑、无缝隙，

地面与相邻墙宜采用圆滑式而非直角式连接；地面应铺设可更换、易去污的材料，确保地面易去污、易冲洗，并设地漏接放射性废水处理系统；墙面应耐酸、碱，易清洗。乙级实验室应设卫生通过间（包括更衣、淋浴和辐射剂量检测设施等）。供水应采用脚踏、臂肘或非接触感应式开关。实验室周围拟设置硬质栅栏围挡，防止无关人员进入实验室区域。

2、双人双锁

实验室屏蔽门拟设置双锁，满足乙级防盗安全级别，钥匙拟由两人分别保管。其中至少有 2 名以上专职人员负责辐射安全管理工作。只有两名人员在场时，才可以打开屏蔽门上的双锁，进入实验室。

3、排风设施

实验室中部设置有分装箱，用于开瓶、分装等操作，分装箱内可保持负压，分装箱操作口半开时，操作口处风速大于 1m/s，其排气口处设有过滤装置（活性炭）。

除此之外，实验室内东南侧设置有排风设备，确保气流方向从低活性区至高活性区，排风管道出口高出实验室屋顶，并在排气口处设有过滤装置（活性炭）。

4、固定式辐射监测系统和辐射监测设施

实验室内设置有固定式辐射监测仪，以及时发现辐射超标等现象。

公司在辐射剂量检测间的工具箱内为辐射工作人员配备了 γ 辐射检测仪、表面沾污仪、个人剂量报警仪和铅防护衣，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。

5、放射性固体废物和废液收集措施

实验室拟配备有 3 个放射性废物贮存桶，用于存放操作非密封放射性物质而产生的口罩、手套等固体废物。废物桶含有 1mmPb 的防护屏蔽材料。

实验室外设置有一组衰变池，用于存放清洗释放器产生的废液。衰变池分为 1、2 号两个池子，内壁进行了防渗处理。

6、监控设施

实验室外布设 1 台摄像机，实验室内布设 2 台摄像机，确保实验室内、外全部在监控范围内，保证监控无死角。视频摄像机采用高清摄像机，能够实现值班室和监控

中心对实验室的 24 小时实时监控；监控系统应具备录像、存储和回放功能，视频资料应至少要保留 90 天。

7、警示标志

防护门张贴电离辐射警示标志，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm。

8、其他防护措施

在实验室正式投入使用后，将建立同位素出入库台账。根据公司的台账及出入库制度，同位素在每次出入库时都要进行活度领用登记和源容器表面剂量率的检测。

10.1.2.2 辐射安全管理措施

根据《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（中华人民共和国环境保护部令第 3 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号）的要求：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核”、“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案”等。

1、公司为保证放射性测井辐射防护措施的落实和放射性同位素操作的安全，保证操作人员的辐射剂量满足个人剂量限值的要求，已按照国家标准和法律法规的要求，建立健全相关辐射安全管理制度，并制定了《辐射事故应急预案》。

2、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），公司拟组织新从事辐射活动的人员，参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核后方可上岗。

3、放射性同位素操作人员必须经过操作业务培训，熟练掌握操作方法后方可进行放射性同位素测井操作。

4、放射性工作人员上岗前应先进行身体检查，体检合格后方能上岗，上岗后要根据国家标准的相关规定定期体检，建立健康档案。

5、公司应为放射性工作人员配备个人剂量计，保证每名辐射工作人员的个人剂量

计每个季度送有资质部门检测 1 次，做到定期送检，专人专戴，建立个人剂量档案。

6、每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关报送辐射安全年度评估报告。

公司在采取以上措施后，可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《放射性测井辐射安全与防护》(HJ1325-2023)、《油气田测井放射防护要求》(GBZ118-2020)和《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)的相关要求。

10.2 三废治理措施

10.2.1 废气

本项目¹³¹I、¹³¹Ba 的开瓶、分装操作均在项目部非密封放射性同位素实验室的分装箱内进行，分装箱内可保持负压，分装箱操作口半开时，操作口处风速大于 1m/s，其排气口处设置有过滤装置（活性炭），对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

同位素发生器的淋洗操作在测井现场进行，不属于本项目评价范围。

实验室内东南侧拟设置排风设备，确保气流方向从低活性区至高活性区，排风管道出口高出实验室，并在排气口处设有过滤装置（活性炭），确保排出的废气对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

¹³¹Ba、¹³¹I 衰变主要产生 γ 射线电离空气产生少量 O₃ 和 NO_x。由于实验室内设置有排风设备且测井地点均为开阔的场所，扩散条件较好，经自然分解和稀释后，对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

10.2.2 放射性固体废物

本项目放射性固体废物主要来自操作非密封放射性同位素¹³¹Ba、¹³¹I、¹¹³Sn-^{113m}In 发生器时产生的废手套、口罩和使用过的同位素分装瓶和废旧同位素发生器。

放射性同位素测井过程中，释放器操作人员必须佩戴手套和口罩；测井结束后擦拭废释放器的棉纱，这些用品可能会受到污染成为放射性固体废物。每口井约产生 0.1kg 的放射性固体废物，本项目累计年最大测井工作量为 500 口，全年最多产生固体放射性废物约 50kg。本项目拟将含放射性的废物（手套、口罩、棉纱）集中收集，测井过程中使用的废手套、口罩、棉纱等带回项目部实验室进行处置，可以实现放射性固体废物的有效处理。实验室内拟设置有 3 个废物桶，含有 1mmPb 屏蔽防护，完全

满足放射性固体废物的贮存，待存放 10 个半衰期后按一般固体废物进行处置。

同位素分装瓶（空）和废旧同位素发生器统一暂存在实验室内，后续由供货厂商回收处置或移交自治区城市放射性废物库处置。

实验室分装箱放射性废气拟使用活性炭过滤装置过滤，更换下来的废旧活性炭过滤装置统一贮存至实验室内设置的废物桶内进行衰变，待存放 10 个半衰期后按一般固体废物进行处置。

10.2.3 放射性废水

本项目测井完成后释放器带回项目部实验室内进行清洗处理，每次清洗约产生 3L 废水，本项目累计年最大测井工作量为 500 口，则年产生放射性废液约 1500L。测井现场不进行释放器的清洗作业，因此不产生放射性废水。考虑到分装箱的清洗（1 年 4 次，每次 10L）和实验室的清洗（1 年 4 次，每次 20L），全年共产生放射性废液约 1620L（即 1.62m^3 ）。考虑到其他因素对衰变池容量的影响取安全系数 1.5，则全年最多产生放射性废液约 2430L（即 2.43m^3 ）。

本项目产生的清洗废水属于《原环境保护部 工业和信息化部 国家国防科技工业局 关于发布<放射性废物分类>的公告》（公告 2017 年第 65 号）中“极短寿命放射性废物”，可通过贮存衰变的方式达到解控水平，实施解控。

本项目共设置有一组衰变池，分为一号和二号两个池子，每个衰变池的尺寸均为 2000mm*1000mm*1000mm，衰变池的面积为 2m^2 ，容积为 2m^3 ，两个池子的总容积为 4m^3 ，完全满足一年的放射性废液排放量 1.62m^3 的要求。衰变池四周使用砖混结构进行加固，内壁涂抹涂刷防渗材料，如有必要再铺设防渗膜。该衰变池设计为地埋式、即在同位素库外地基以下深挖 1100mm，地基上设置有 500mm 的防护墙（避免雨水倒灌），顶部加有专门的透明盖板（防止杂物进入且可以看到水位），内壁涂刷防渗材料。放射性废水通过落差（实验室在地基上垫高 500mm）自然流进衰变池内，两个衰变池并联使用，放射性废水经专门管道进入一号衰变池，一号衰变池满后，关闭管道阀门；放射性废水经专门管道开始进入二号池，与此同时，待一号池放置 180 天后排出，依次循环。

本项目涉及 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 三种放射性同位素，参考《核医学放射防护要求》

(HJ1188-2021) 中要求: 含 ^{131}I 放射性废水需贮存超过 180 天后方可直接排放, 则衰变池放射性废液需暂存 180 天后方可排放。

本项目释放器带回实验室清洗, 每次清洗释放器用水量约 3L, 本项目累计年最大测井工作量为 500 口, 一年按 250 天计算, 则平均每天产生的废水量为 6L; 清洗一次分装箱和实验室用水量约 30L, 一年清洗 4 次, 一年按 250 天计算, 则平均每天产生的废水量为 0.48L, 考虑到其他因素对衰变池容量的影响取安全系数 1.5, 则保守估算, 每天产生的废水量约为 9.72L, 根据建设单位提供的衰变池总有效容积为 4m^3 , 单个衰变池有效容积约 2m^3 , 则注满 1 个衰变池需要约 206 天, 当第 2 个衰变池注满时, 第一个衰变池内废水已至少暂存 206 天, 则本项目拟设置的衰变池组的设计容量满足含 ^{131}I 放射性废水需贮存超过 180 天后方可直接排放的要求, 放射性废水达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中 8.6.2 的要求后, 废液经抽水车抽出后通过项目部的生活污水管网排放至克拉玛依市污水处理厂处理, 且生活污水管网的排放流量为抽水车排入流量的 10 倍, 在排放后用 3 倍排放量的水对生活污水管网进行冲洗。

因此本项目衰变池设计合理。

10.3 项目环保投资

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序的相关要求》中的相关规定, 并根据项目实际情况, 本项目环保设施(措施)要求及投资估算见表 10.3-1。

本项目总投资 40 万元, 环保设施(措施)投资 30 万元, 占总投资的 75%。

表10.3-1项目环保投资估算表

类别	环保设施/措施	数量/规格	投资金额(万元)	备注
基础设施	实验室	1 座	10	—
	衰变池	1 组(2 个)	2	—
防护安全设施	运输车内铅防护箱	2 个(3mmPb)	3	—
	释放器防护套管	2 个(3mmPb)		—
	铅衣	2 套(0.5mmPb)		—
	铅帽	2 套(0.5mmPb)		—
	铅围脖	2 套(0.5mmPb)		—
	铅眼镜	2 套(0.5mmPb)		—
	铅手套	2 套(0.5mmPb)		—
	个人剂量报警仪	2 个		—

	安全警戒线	2 盘		—
	警示标志	若干		—
监测	X- γ 剂量率检测仪	1 台	3	—
	表面沾污仪	1 台		—
	个人剂量计	与人员配套	/	已有
培训	辐射工作人员	辐射安全与防护知识培训/考核	/	已有
辐射安全管理	辐射安全管理机构: 成立辐射安全管理领导小组 辐射安全管理制度: 制定辐射安全管理制度, 岗位职责, 操作规程, 设备检修维护制度, 人员培训计划, 监测方案, 辐射事故应急预案等			每年更新 已有
	委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量检测, 并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。辐射工作人员均要求佩戴个人剂量计。(常规监测周期一般为 1 个月, 最长不应超过 3 个月。个人剂量档案终生保存)			每年投入 —
	职业健康体检: 定期组织职业健康体检, 并按相关要求建立职业健康监护档案。			每年投入 —
其他	环评	非密封放射性实验室	5	—
	验收		5	—
	日常监测		2	—
合计			30	—

(本页以下空白)

表 11 环境影响分析

11.1 施工期对环境的影响

11.1.1 建设阶段对环境的影响

本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室由厂家制作完成后整体运输至新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路 411-300 号（克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部）内，现场施工的部分仅为固定实验室、建设衰变池和围栏以及水电暖的安装。

项目建设期主要的污染因子有：噪声、废水、固体废弃物。本项目设置施工人员拟为 3 人，未在现场设置施工营地，施工周期为 5 天。

1、声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自场地实验室以及相关设施的安装施工，由于该项目的建设工期短暂，且未使用大型施工设备，因此，对周围环境影响小。

2、环境空气影响分析

在整个施工期，扬尘主要来自于建设衰变池和安装围栏，随着建设工程结束后即可恢复。

3、水环境影响分析

本项目施工人员施工期间产生的生活废水依托项目部已建成的卫生设施进行收集处理。

4、固体废物影响分析

本项目施工期间不产生建筑垃圾。施工过程中施工人员在现场产生的生活垃圾依托项目部垃圾桶进行收集，集中处理。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

（本页以下空白）

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 放射性同位素的贮存和分装环境影响分析

1、预测计算公式

将贮存在铅罐内的放射性同位素视为“点状辐射源”，参考《放射防护实用手册》（赵兰才、张丹枫）中 γ 射线屏蔽计算公式（公式 11-1）计算经屏蔽材料屏蔽后关注点 r 米处的 γ 辐射剂量率：

$$H = \frac{A \times \Gamma}{r^2} \times \left(\frac{1}{10}\right)^{X/TVL} \dots \dots \dots \quad (\text{式 11-1})$$

式中：H—距离放射源 r 米处的剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

A—源活度，MBq；

Γ —周围剂量当率常数；参考《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 H 查得 ^{131}I 的周围剂量当率常数为 $0.0595\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$ ，参考《辐射防护手册第三分册·辐射安全》表 2.11 ^{113m}In 照射量率常数为 $0.148\text{R} \cdot \text{m}^2/\text{Ci} \cdot \text{h}$ ，进行转换得 ^{113m}In 的近似周围剂量当率常数为 $0.04\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$ ，参考《外照射慢性放射病剂量估算规范》（GBT16149-2012）附录 A， ^{131}Ba 的周围剂量当率常数为 $0.0708\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$ （按照 Sv/Gy 为 1 的关系）；

r—放射源到计算点距离，m；

X—铅屏蔽体厚度，mm；

TVL—什值层厚度，mm； $\text{TVT}=3.32\text{HVT}$ ，查《辐射防护手册》， ^{131}I 的半值层约为 3.5mmPb ， ^{131}Ba 的半值层约为 5mmPb 。

2、非密封放射性物质防护容器外表面辐射剂量率

本项目拟使用非密封放射性物质暂存桶用于对即将进行分装的同位素，在实验室内外暂时存放。同位素暂存桶采用铅钢密闭结构，采用上开口方式，表面为不锈钢材质，同位素的出厂包装带有铅罐，铅罐铅当量拟不低于 50mmpb 。

根据建设单位提供的资料， ^{131}I 和 ^{131}Ba 单次购买的最大用量为最大贮存量均为 3330.0MBq （ 90mCi ），根据式 11-1 计算，防护容器（铅罐）外表面 5cm 处、 100cm 处剂量率估算见表 11.2-1。

表11.2-1放射性同位素剂量率计算结果

存储状态	核素名称	活度 (Bq)	距 5cm 处计算结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	距 100cm 处计算结 果 ($\mu\text{Sv/h}$)
置于防护容器 (铅罐) 内	^{131}I	3.33E+09	0.99	0.009
	^{131}Ba	3.33E+09	22.93	0.21

由表 11.2-1 可见, 放射性同位素出厂时, 防护容器(铅罐)外表面 5cm 处、100cm 处满足《放射性测井辐射安全与防护》(HJ1325-2023)、《油气田测井放射防护要求》(GBZ118-2020) 中“距非密封放射性物质防护容器外表面 5cm 处的周围剂量当量率不应超过 $25\mu\text{Sv/h}$, 100cm 处的周围剂量当量率不应超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

3、同位素暂存箱外表面辐射剂量率

本项目同位素暂存箱的防护当量为 1mmPb, 估算时非密封放射性同位素置于铅罐中, 铅罐置于暂存箱内, 本次评价关注点取同位素暂存箱表面 30cm 处, 距源 0.5m 处。

4、实验室外表面辐射当量率

本次评价关注点取实验室外表面 30cm 处, 实验室西北侧外表面 30cm 处距放射源 1.5m 处, 东北侧外表面 30cm 处距放射源 2.3m 处, 东南侧外表面 30cm 处距放射源 2.7m 处, 西南侧外表面 30cm 处距放射源 6.9m 处, 本次评价同位素暂存箱外表面和实验室外表面关注点及距离示意图见图 11.2-1, 根据式 11-1 计算, 实验室外表面剂量率估算见表 11.2-2。

(本页以下空白)

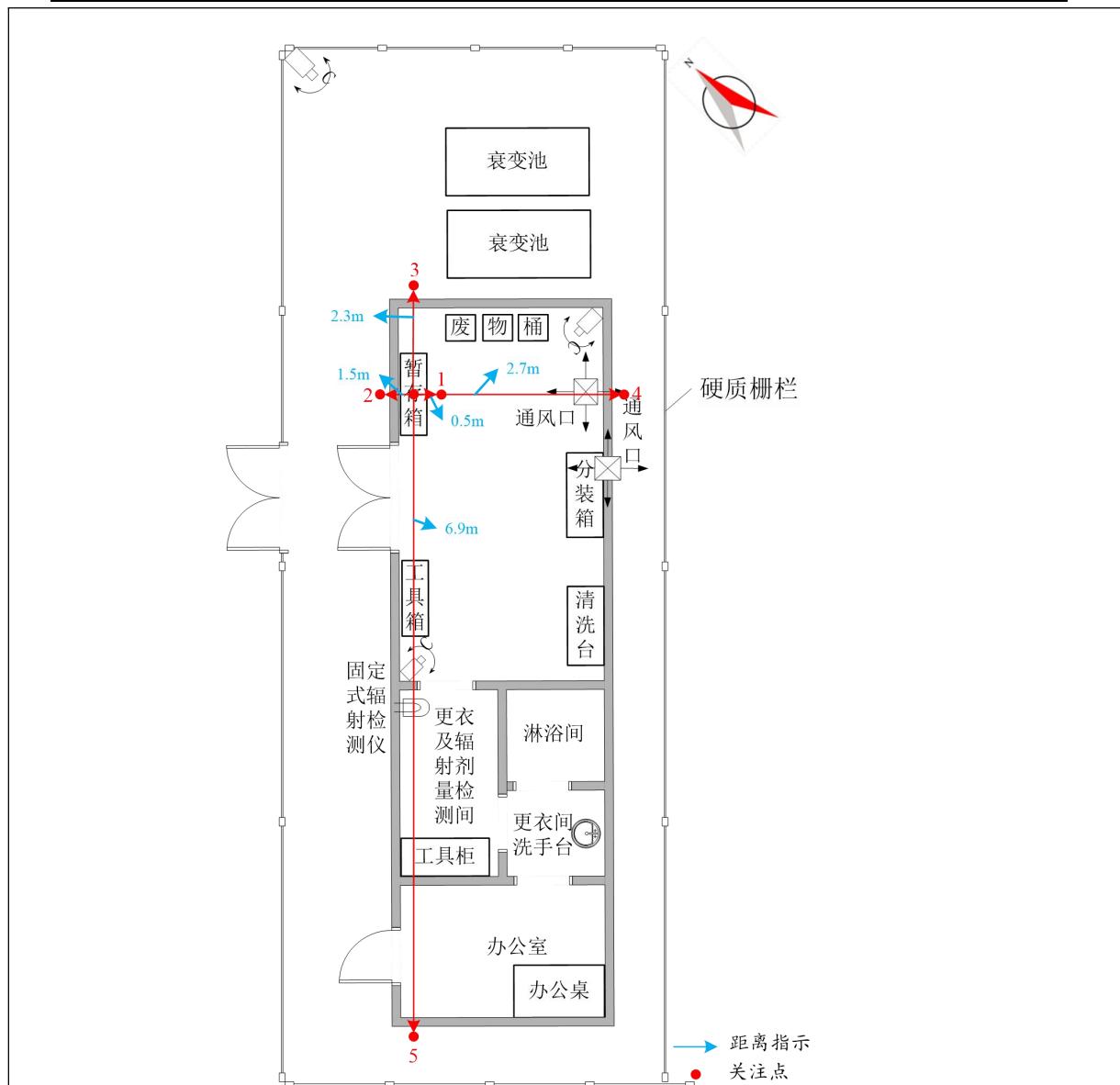


图11.2-1放射性同位素暂存箱外表面和实验室外表面关注点及距离示意图

表11.2-2放射性同位素实验室外表面剂量率计算结果

序号	存储状态	核素名称	活度 (Bq)	计算结果 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	备注
1	置于同位素暂存箱内 (0.5m)	^{131}I	3.33E+09	0.032	无
		^{131}Ba	3.33E+09	0.798	无
2	置于实验室内 (西北侧 1.5m)	^{131}I	3.33E+09	0.004	无
		^{131}Ba	3.33E+09	0.089	无
3	置于实验室内 (东北侧 2.3m)	^{131}I	3.33E+09	0.002	无
		^{131}Ba	3.33E+09	0.038	无
4	置于实验室内 (东南侧 2.7m)	^{131}I	3.33E+09	0.001	无
		^{131}Ba	3.33E+09	0.027	无
5	置于实验室内 (西南侧 6.9m)	^{131}I	3.33E+09	0.0002	无
		^{131}Ba	3.33E+09	0.004	无

由表 11.2-2 可见，同位素暂存箱外表面 30cm 处的剂量率满足《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）中“源库内放射源及非密封放射性物质贮源坑（池）防护盖表面（或贮源箱表面）30cm 处周围剂量当量率不应超过 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。

5、分装状态下的剂量率估算

本项目实验室内分装箱仅对测井用 ^{131}I 或 ^{131}Ba 进行分装，根据建设单位提供的资料，用于分装时最大分装量为 $3.70 \times 10^7\text{Bq}$ (1mCi)， $3.70 \times 10^7\text{Bq}$ (1mCi) 放射性同位素置于分装箱内，分装箱铅当量为 10mmPb ，根据式 11-1 计算出分装箱外表面 30cm 处（平均距源 0.6m）的剂量率。计算结果见表 11.2-3。

表11.2-3 1mCi放射性同位素置于分装箱内时的剂量率计算结果

存储状态	核素名称	计算结果 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	备注
置于分装箱内	^{131}I	0.84	无
	^{131}Ba	1.82	无

本项目分装箱距离实验室西南侧淋浴间、西北墙、东北墙、东南墙外 30cm 处的最近距离分别为：2.0m、3.0m、2.0m、0.8m，根据式 11-1 计算出放射性同位素分装时，对本项目非密封放射性物质工作场所四周墙壁外 30cm 处的剂量率影响结果见表 11.2-4。

表11.2-4 1mCi放射性同位素分装状态下对实验室四周剂量率计算结果

存储状态	核素名称	计算结果 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	备注
置于分装箱内（西南侧 2.0m）	^{131}I	0.08	无
	^{131}Ba	0.16	无
置于分装箱内（西北侧 3.0m）	^{131}I	0.03	无
	^{131}Ba	0.07	无
置于分装箱内（东北侧 2.0m）	^{131}I	0.08	无
	^{131}Ba	0.16	无
置于分装箱内（东南侧 0.8m）	^{131}I	0.47	无
	^{131}Ba	1.02	无

根据表 11.2-4， $3.70 \times 10^7\text{Bq}$ (1mCi) 放射性同位素在分装状态下，对本项目非密封放射性物质工作场所四周墙壁外 30cm 处的剂量率最大影响值为 $1.02\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）中“源库墙体、门窗、室顶等屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不应超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。

11.2.2 放射性同位素测井过程环境影响分析

油田新投注、转注的注水井，或者增加、改变注水层位的情况下，正常注水3个月后开展放射性同位素示踪测井。同一口井可进行单次测量或定期测量（一般间隔1~2年）。公司开展放射性同位素示踪测井，测井位置位于井下4000m~6000m深度。

整个非密封放射性同位素测井过程的产污工艺流程包括：同位素的分装、释放器搬运、释放器安装、释放器下井以及释放器拆卸。

1、同位素的分装、释放器搬运、安装、下井和拆卸过程辐射环境影响分析

同位素的分装、释放器搬运、安装和下井由专业人员进行，操作人员穿戴防护用品，同时在测井现场设置控制区和监督区，防止其他人员进入测井现场，可有效防止放射性同位素所产生的射线对其他人员的影响。

测井过程剂量当量率水平预测根据《辐射防护导论》（原子能出版社，方杰著）， γ 放射源裸源状态的剂量当量指数率按下式进行计算：

γ 射线：距点源其他距离处的 γ 有效剂量率可按照以下公式计算：

$$\dot{X}_r = \dot{X}_1 / r^2 \dots \dots \dots \text{ (式 11-2)}$$

$$\dot{D} = 8.73 \times 10^{-3} \times \dot{X}_r \dots \dots \dots \text{ (式 11-3)}$$

$$H = \sum W_R \dot{D} \dots \dots \dots \text{ (式 11-4)}$$

式中： \dot{X}_r ——距放射源 r m 处的照射量率，R/h；

\dot{X}_1 ——距放射源 1m 处的照射量率，R/h；

对于 ^{131}I 、 ^{131}Ba 和 $^{113\text{m}}\text{In}$ 均为放射 γ 源， $\dot{X}_1 = A\tau$ ，其中 A 为放射源的放射性活度(Ci)， τ 为放射性核素的照射量率常数。由《辐射防护手册》（第一分册辐射源与屏蔽）中表 1.11 查得：

^{131}Ba 照射量率常数取 $0.229 \text{ R} \cdot \text{m}^2/\text{h} \cdot \text{Ci}$ ， ^{131}I 照射量率常数取 $0.22 \text{ R} \cdot \text{m}^2/\text{h} \cdot \text{Ci}$ ， $^{113\text{m}}\text{In}$ 照射量率常数取 $0.14 \text{ R} \cdot \text{m}^2/\text{h} \cdot \text{Ci}$ 。

r ——计算点与源的距离，m；

\dot{D} —— γ 辐射空气吸收剂量率，Gy/h；

$\sum W_R$ ——辐射权重因子， γ 射线取为 1；

H —— γ 辐射剂量当量率，Sv/h。

由此计算的放射源裸露状态下，放射源周围的辐射剂量水平见表 11.2-5。

表 11.2-5 裸源情况下不同距离处的 γ 辐射剂量率当量率估算

距离 (m)	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		
	^{131}I (1mCi)	^{131}Ba (1mCi)	$^{113\text{m}}\text{In}$ (1mCi)
0.1	192.0600	199.9170	122.2200
0.5	7.6824	7.9967	4.8888
0.7	3.9196	4.0799	2.4943
0.859	2.6029	2.7093	1.6564
0.877	2.4971	2.5993	1.5891
0.895	2.3977	2.4958	1.5258
1	1.9206	1.9992	1.2222
1.036	1.7894	1.8626	1.1387
1.37	1.0233	1.0651	0.6512
2	0.4802	0.4998	0.3056
3	0.2134	0.2221	0.1358
5	0.0768	0.0800	0.0489
10	0.0192	0.0200	0.0122
15	0.0085	0.0089	0.0054
20	0.0048	0.0050	0.0031
25	0.0031	0.0032	0.0020
30	0.0021	0.0022	0.0014
35	0.0016	0.0016	0.0010
40	0.0012	0.0012	0.0008
45	0.0009	0.0010	0.0006
50	0.0008	0.0008	0.0005

在整个测井过程中，非密封放射性同位素除分装过程之外均在释放器的同位素仓内暂存；根据厂家提供资料，本项目拟使用的释放器操作工具长度约 73cm。在释放器搬运和安装过程中，职业人员与非密封放射性同位素的最近距离按 0.7m。根据表 11.2-5 可见，测井过程中距离 1mCi ^{131}I 放射源 0.7m 处的辐射剂量当量率为 $3.9196\mu\text{Sv/h}$ ；测井过程中距离 1mCi ^{131}Ba 放射源 0.7m 处的辐射剂量当量率为 $4.0799\mu\text{Sv/h}$ ；测井过程中距离 1mCi $^{113\text{m}}\text{In}$ 放射源 0.7m 处的辐射剂量当量率为 $2.4943\mu\text{Sv/h}$ 。

根据表 11.2-5 的计算结果，当距 1mCi ^{131}I 放射源处的辐射剂量当量率达到 $2.50\mu\text{Sv/h}$ 时的距离为 0.877m；距 1mCi ^{131}Ba 放射源处的辐射剂量当量率达到 $2.50\mu\text{Sv/h}$ 时的距离为 0.895m；距 1mCi $^{113\text{m}}\text{In}$ 放射源处的辐射剂量当量率达到 $2.50\mu\text{Sv/h}$ 时的距离为 0.7m。

为方便管理并考虑测井操作实际，将井口操作区中心周围 5m 范围内划定为控制区；以井场围墙（若无围墙可取以井口为中心周围 50m 范围）为边界，控制边界外井场围墙内划定为监督区；若井场场地受限，测井队可根据井场平面布置情况调整控制区和监督区边界；原则上要求控制区边界周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，以满足《放射性测井辐射安全与防护》（HJ1325-2023）中相关要求。

11.2.3 表面污染环境影响分析

本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室运行期间可能产生 α 、 β 表面污染，实验室内分装箱等操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处无接缝，易于清洗、去污，公司拟定期对实验室内地面、台面、洗手池及可能污染的位置进行表面污染监测。公司拟为辐射工作人员配备表面污染监测仪器，实验室工作操作前、后与测井操作人员工作结束离开实验室或现场时，拟对其裸露皮肤、工作服和个人防护用品的放射性污染进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，工作人员拟采取相应的去污措施。固体放射性废物拟按照要求将集中收集暂存至放射性废物桶内，待存放至 10 个半衰期后，经表面污染监测后，符合相关标准要求后进行处理。

综上所述，根据建设单位拟采取的表面污染处理工作，本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内的放射性表面污染辐射影响水平符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关要求。

11.2.4 个人年附加有效剂量估算

1、职业人员年附加有效剂量分析

本项目仅涉及非密封放射性物质的贮存、分装过程，对辐射工作人员的影响是从暂存箱提取非密封放射性物质、分装时近距离接触放射性同位素收到的影响。辐射工作人员从暂存箱提取非密封放射性物质并放至分装箱每次约需要 1 分钟，每次分装约需要 5 分钟，分装完成后，需将非密封放射性物质放至同位素暂存箱内，该过程约需要 1 分钟。全年按照操作 500 口井进行相应的计算。

根据建设单位提供的资料，建设单位主要使用 ^{131}I 和 ^{131}Ba 进行放射性测井，由于释放器拆卸过程中，放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 已在井下完成释放，对外环境影响很小，因此整个测井过程产生辐射影响的主要环节是：同位素的分装（淋洗）、释

放器在搬运、安装和下井过程中放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 衰变主要产生的 γ 射线穿透释放器防护体对外环境产生影响。根据实际项目经验及建设单位提供资料，同位素分装 (^{113}Sn - $^{113\text{m}}\text{In}$ 发生器淋洗) 至释放器内，用时约 3min；操作人员搬运释放器到井口，用时约 3min；将释放器安装到测井仪器及测井完毕拆卸释放器用时均需约 3min，仪器下井（包括下放与上提）过程中，非密封放射源距离测井工作人员距离随时间推移增大，主要考虑释放器距井口深度 10m 范围内对井口产生辐射影响，本次评价下井时间按 2min 计。操作时工作人员穿戴专用工作服、外套铅衣并佩戴口罩等防护用品。

在整个测井过程中，分装（淋洗）、安装、拆卸释放器时，操作人员均穿着铅衣进行操作，铅衣的厚度为 0.5mm。由《辐射防护手册》（第三分册 辐射安全）中表 2.12 可知， ^{131}Ba 发出的 γ 射线的主要能量最大值为 496.3keV，本次评价 γ 射线的能量取 500keV，对 ^{131}Ba γ 射线铅的半值层厚度约为 5.0mm； ^{131}I 发出的 γ 射线的主要射线能量值为 364.5keV，本次评价 γ 射线的能量按 200keV 与 500keV 对应铅的半值层厚度进行计算，则对 ^{131}I γ 射线铅的半值层厚度约为 3.5mm； $^{113\text{m}}\text{In}$ 发出的 γ 射线的主要能量最大值为 391keV，本次评价 γ 射线的能量取 400keV，对 $^{113\text{m}}\text{In}$ γ 射线铅的半值层厚度约为 4.2mm。

年附加有效剂量估算公式

操作人员个人年有效剂量参考 UNSCEAR-2002 年报告中提出的模式进行。其个人年有效剂量计算模式如下：

$$H_\gamma = D_\gamma \times T \times 1 \times 10^{-6} (\text{mSv}) \cdots \text{ (式 11-5)}$$

式中：

H_γ — γ 辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

D_γ — γ 辐射剂量率，nGy/h；

T—年工作时间，h；

1—剂量转换因子，Sv/Gy；根据《实用辐射安全手册》（第二版，从慧玲主编），权重因数取 1。

根据公式 11-2 计算，本项目提取、分装和存放放射性同位素 ^{131}Ba 、 ^{131}I 进行过程

中职业人员受照射剂量见表 11.2-6。

表11.2-6职业人员受照射剂量估算表

放射性核素	操作工序	单次操作时间 (s)	年累计最大测井数量 (口)	年受照射时间 (h)	职业人员居留位置当量剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	职业人员年受照射剂量 (mSv/a)	
I-131	提取	60	500	8.3	0.99	0.008	0.41
	分装	300	500	41.7	0.84	0.035	
	存放	60	500	8.3	0.99	0.008	
	释放器搬运	180	500	25	3.9196	0.098	
	释放器装卸	360	500	50	3.9196	0.196	
	释放器下井	120	500	16.7	3.9196	0.065	
Ba-131	提取	60	500	8.3	22.93	0.190	0.83
	分装	300	500	41.7	1.82	0.076	
	存放	60	500	8.3	22.93	0.190	
	释放器搬运	180	500	25	4.0799	0.102	
	释放器装卸	360	500	50	4.0799	0.204	
	释放器下井	120	500	16.7	4.0799	0.068	
In-113m	分装	300	500	41.7	17.05	0.711	0.94
	释放器搬运	180	500	25	2.4943	0.062	
	释放器装卸	360	500	50	2.4943	0.125	
	释放器下井	120	500	16.7	2.4943	0.042	

本项目配备的辐射工作人员 4 人，一般单次测井辐射操作人员 2 人。偏保守考虑，假设本项目放射性同位素提取、分装和存放均由同一个人完成。测井时，放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 不同时使用，同位素示踪测井累计最大工作量为 500 口/年，根据辐射剂量估算结果，本项目辐射工作人员所接受的年附加有效剂量最大值为 0.94mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射限值和本次环评提出的年剂量约束值（5mSv）的要求。

2、公众年附加有效剂量分析

本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室外拟使用硬栅栏进行隔离防护，一般人员无法接近，为保守估算，本项目以无栅栏阻挡情况下，对集装箱式非密封放射性同位素实验室周围偶然经过的公众成员年有效剂量进行估算，选取贮存状态下实验室外周围剂量当量率估算最大值 $0.089\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，分装状态下 $1.02\mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为周围公众所能接触到的剂量率最大值。本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室四周均为空地，周围偶尔有人员经过，居留因子取 1/32，则实验室周围公众的年受照剂量理论计算值为：

$$H = (0.089\mu\text{Sv}/\text{h} \times 24 \times 365 + 1.02\mu\text{Sv}/\text{h} \times 5/60 \times 500) \times 1/32 \approx 0.026\text{mSv/a}.$$

综上所述，本项目非密封放射性物质工作场所周围公众成员的年有效剂量为0.026mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的0.1mSv/a的剂量限值。

11.3 “三废”影响分析

11.3.1 废气环境影响分析

本项目¹³¹I和¹³¹Ba的开瓶、分装操作在实验室的分装箱内进行，分装箱内可保持负压，分装箱操作口半开时，操作口处风速大于1m/s，其排气口处设置有过滤装置（活性炭），对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

同位素发生器的淋洗工作均在测井现场开展，实验室不进行同位素发生器的淋洗作业。

实验室内东南侧设置有排风设备，确保气流方向从低活性区至高活性区，排风管道出口高出实验室，并在排气口处设有过滤装置（活性炭），确保排出的废气对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

¹³¹Ba、¹³¹I或同位素发生器衰变主要产生 γ 射线电离空气产生少量O₃和NO_x。由于测井地点均为开阔的场所，扩散条件较好，经自然分解和稀释后，对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

11.3.2 固废影响分析

放射性固体废物主要为操作放射性同位素过程中的废手套、口罩、棉纱等放射性废物以及使用后的空分装瓶、报废的同位素发生器。

操作放射性同位素过程中，操作人员必须佩戴手套和口罩；测井结束后擦拭废释放器的棉纱，这些用品可能会受到污染成为放射性固体废物。每口井约产生0.1kg的放射性固体废物，本项目累计年最大测井工作量为500口，全年最多产生固体放射性废物约50kg。本项目拟将含放射性的废物（手套、口罩、棉纱）集中收集，测井过程中使用的废手套、口罩、棉纱等带回项目部实验室进行处置，可以实现放射性固体废物的有效处理。实验室内设置有3个废物桶，含有1mmPb屏蔽防护，完全满足放射性固体废物的贮存，待存放10个半衰期后当作一般固体废物进行处置，经过衰变后排放的放射性固体废物不会对周围环境产生影响。

同位素分装瓶（空）和废旧同位素发生器统一暂存在实验室内，由供货厂商回收处置。

11.3.3 废水影响分析

本项目测井完成后释放器带回项目部实验室内进行清洗处理，每次清洗约产生 3L 废水，则年产生放射性废液约 1500L。测井现场不进行释放器的清洗作业，因此不产生放射性废水。考虑到分装箱的清洗（1 年 4 次，每次 10L）和实验室的清洗（1 年 4 次，每次 20L），全年共产生放射性废液约 1620L（即 1.62m³）。考虑到其他因素对衰变池容量的影响取安全系数 1.5，则全年最多产生放射性废液约 2430L（即 2.43m³）。

本项目产生的清洗废水属于《原环境保护部 工业和信息化部 国家国防科技工业局 关于发布<放射性废物分类>的公告》（公告 2017 年第 65 号）中“极短寿命放射性废物”，可通过贮存衰变的方式达到解控水平，实施解控。

本项目共设置有一组衰变池，设有一号和二号两个池子，每个衰变池的尺寸均为 2000mm*1000mm*1000mm，衰变池的面积为 2m²，容积为 2m³，两个池子的总容积为 4m³，完全满足一年的放射性废液排放量 3.93m³ 的要求。衰变池四周使用砖混结构进行加固，内壁涂抹涂刷防渗材料，如有必要再铺设防渗膜。该衰变池设计为地埋式、即在同位素库外地基以下深挖 1100mm，地基上设置有 500mm 的防护墙（避免雨水倒灌），顶部加有专门的透明盖板（防止杂物进入且可以看到水位），内壁涂刷防渗材料。放射性废水通过落差（实验室在地基上垫高 500mm）自然流进衰变池内，两个衰变池并联使用，放射性废水经专门管道进入一号衰变池，一号衰变池满后，关闭管道阀门；放射性废水经专门管道开始进入二号池，与此同时，待一号池放置 180 天后排出，依次循环。

本项目涉及 ¹³¹I、¹³¹Ba 或 ^{113m}In 三种放射性同位素，参考《核医学放射防护要求》（HJ1188-2021）中要求：含 ¹³¹I 放射性废水需贮存超过 180 天后方可直接排放，则衰变池放射性废液需暂存 180 天后方可排放。

本项目释放器带回实验室清洗，每次清洗释放器用水量约 3L，本项目累计年最大测井工作量为 500 口，一年按 250 天计算，则平均每天产生的废水量为 6L；清洗一次分装箱和实验室用水量约 30L，一年清洗 4 次，一年按 250 天计算，则平均每天产生的废水

量为0.48L，考虑到其他因素对衰变池容量的影响取安全系数1.5，则保守估算，每天产生的废水量约为9.72L，根据建设单位提供的衰变池总有效容积为4m³，单个衰变池有效容积约2m³，则注满1个衰变池需要约206天，当第2个衰变池注满时，第一个衰变池内废水已至少暂存206天，则本项目拟设置的衰变池组的设计容量满足含¹³¹I放射性废水需贮存超过180天后方可直接排放的要求，放射性废水达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中8.6.2的要求后，废液经抽水车抽出后通过项目部的生活污水管网排放至克拉玛依市污水处理厂处理，且生活污水管网的排放流量为抽水车排入流量的10倍，在排放后用3倍排放量的水对生活污水管网进行冲洗。因此，经衰变池贮存衰变后排放的达到解控水平的放射性废液不会对环境产生不利影响。

11.4 事故影响分析

11.4.1 源项分析及事故等级分析

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449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11.4-1。

表11.4-1辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	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，或者放射源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人以上（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

11.4.2 辐射事故识别

本项目的主要环境风险因子为 γ 射线，危害因素为射线超剂量照射。根据分析，该项目使用的放射性同位素¹³¹I、¹³¹Ba或同位素发生器发生事故的主要类型为：

- 1、实验室内的¹³¹I、¹³¹Ba铅罐、¹¹³Sn-^{113m}In发生器发生丢失被盗事故；
- 2、在分装箱分装放射性同位素¹³¹I或¹³¹Ba过程中的撒漏事故；

- 3、在现场使用 ^{113}Sn - $^{113\text{m}}\text{In}$ 发生器进行淋洗过程中的撒漏事故；
- 4、在运输过程中发生车辆侧翻导致放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 、 ^{113}Sn - $^{113\text{m}}\text{In}$ 发生器撒漏；
- 5、装有同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 的释放器丢失事故，导致公众超剂量照射；
- 6、装有放射性同位 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 的释放器在操作过程中的撒漏事故；
- 7、含有放射性同位 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 的井水由井口回喷，污染井场环境事故；
- 8、测井作业人员在整个测井过程中，吸入 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 造成内照射事故；
- 9、装有放射性同位素的释放器未能在井下正常释放，或者释放器淋洗误操作导致超剂量照射。

11.4.3 辐射事故影响分析

1、实验室内的含 ^{131}I 、 ^{131}Ba 源罐或同位素发生器丢失事故影响分析

由于公众对于放射源认识不足，可能存在临时贮存含 ^{131}I 、 ^{131}Ba 源罐或同位素发生器被拾取或偷盗后，源罐遭到破坏或同位素被取出，造成公众超剂量辐射事故。

γ 射线：距点源其他距离处的 γ 有效剂量率可按照公式 11-2~11-4 计算。由此计算的放射源裸露状态下，放射源周围的剂量水平见表 11.4-2。

表11.4-2裸源情况下不同距离处的 γ 辐射剂量率估算（单位:mSv/h）

距离 源强	0.05m	0.1m	0.5m	1m	1.5m	2m	3m	4m	5m
^{131}I (90mCi)	69.1	17.3	0.691	0.173	0.077	0.043	0.019	0.011	0.0069
^{131}Ba (90mCi)	72.0	18.0	0.720	0.180	0.080	0.045	0.020	0.011	0.0072

距放射源 5cm 处， ^{131}I 和 ^{131}Ba 最大辐射剂量率为 69.1mSv/h 和 72.0mSv/h，经计算如果 ^{131}Ba 和 ^{131}I 裸露事故持续发生 0.001h (约 5s) 和 0.001h (约 5s)，将造成公众受到超过《放射性测井辐射安全与防护》（HJ1325-2023）中“公众照射的剂量约束值为 0.1mSv/a”规定的剂量限值。

2、同位素发生器丢失或误操作淋洗事故影响分析

由于同位素发生器为固体形式存在，本身表面剂量很低，在不被破坏箱体的情况下，对公众和环境不会造成辐射危害，若强行破坏同位素发生器箱体，则会造成公众超剂量辐射事故。发生器可能存在现场淋洗出最大量的放射性核素造成辐射事故。其在不同距离处产生的 γ 辐射剂量率影响结果见表 11.4-3。

**表11.4-3发生器淋洗出最大核素用量情况下不同距离处的 γ 辐射剂量率估算
(单位:mSv/h)**

距离 源强 /mCi	0.05m	0.1m	0.5m	1m	1.5m	2m	3m	4m	5m
113m In (120mCi)	58.7	14.7	0.587	0.147	0.065	0.037	0.016	0.0092	0.0059

113m In 由于人员误操作按照发生器最大淋洗量进行估算, 距放射源 5cm 处 (裸源状态下), 最大辐射剂量率为 58.7mSv/h, 经计算若 113m In 淋洗误操作导致淋洗出最大核素用量事故持续发生 0.085h, 将造成工作人员受到超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 和《放射性测井辐射安全与防护》(HJ1325-2023) 中“职业照射的剂量约束值为 5mSv/a”规定的剂量限值。

3、放射性同位素丢失或运输过程事故导致泄漏后裸源事故影响分析

由于公众对于放射源认识不足, 可能存在放射性同位素被拾取或偷盗后, 释放器遭到破坏或放射源被取出, 造成公众超剂量辐射事故。

γ 射线: 距点源其他距离处的 γ 有效剂量率可按照公式 11-2~11-4 计算。由此计算的放射源裸露状态下, 放射源周围的剂量水平见表 11.4-4。

表11.4-4裸源情况下不同距离处的 γ 辐射剂量率估算 单位: μ Sv/h

距离 源强 /mCi	0.05m	0.1m	0.5m	1m	1.5m	2m	3m	4m	5m
131 I (1mCi)	768.24	192.06	7.6814	1.9206	0.8536	0.4802	0.2134	0.1200	0.0768
131 Ba (1mCi)	799.67	199.92	7.9967	1.9992	0.8885	0.4998	0.2221	0.1249	0.0800
113m In(1mCi)	488.88	122.22	4.8888	1.2222	0.5432	0.3056	0.1358	0.0764	0.0489

距放射源 5cm 处, 131 I、 131 Ba 和 113m In 最大辐射剂量率为 768.24μ Sv/h、 799.67μ Sv/h 和 488.88μ Sv/h, 经计算如果 131 I、 131 Ba、和 113m In 裸露事故持续发生 0.13h、0.13h 和 0.20h, 将造成公众受到超过《放射性测井辐射安全与防护》(HJ1325-2023) 中“公众照射的剂量约束值为 0.1mSv/a”规定的剂量限值。

4、测井操作过程撒漏或井口回喷事故影响分析

测井过程中, 由于释放器操作人员未按操作规程开展工作, 导致放射性同位素撒漏造成工作场所地面、仪器设备等受同位素粉末污染; 由于井口封堵不严或井管压力过大导致含放射性同位素的井水回喷事故, 造成工作场所大面积受污染。根据表 11.4-4 计算结果, 距放射源 5cm 处 (裸源状态下), 131 I、 131 Ba 和 113m In 最大辐射剂量率为 768.24μ Sv/h、 799.67μ Sv/h 和 488.88μ Sv/h, 经计算如果 131 I、 131 Ba 和 113m In 撒漏等事故

持续发生 6.51h、6.25h 和 10.23h，将造成工作人员受到超过《放射性测井辐射安全与防护》（HJ1325-2023）中“职业照射的剂量约束值为 5mSv/a”规定剂量限值。

11.4.4 风险防范措施

1、对于放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 和同位素发生器贮存和分装过程可能发生事故的风险，公司必须制定相应的风险防范措施：

（1）公司应制定实验室管理制度，安排专人看管，定时巡查，确保实验室内的放射性同位素安全可控；

（2）公司应制定严格的放射性同位素和同位素发生器的出入库管理制度，加强同位素的管理，应及时进行出入库登记，防止同位素发生器处于无人监控的状态；

（3）制定并严格执行放射性同位素分装操作规程，防止事故发生；

（4）制定放射性同位素事故风险的应急预案，一旦发生事故能及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处置。

2、对于锡钢发生器可能由于人员误操作造成单次淋洗量达到发生器额定淋洗放射性核素最大值的辐射事故情况，公司需制定相应的风险防范措施：

（1）明确淋洗频率、单次最大体积、溶液配比等关键参数，标注在设备显眼位置。

（2）规定操作前必须检查的内容（如设备密封性、辐射剂量仪状态）。

（3）关键步骤（如参数设定、启动淋洗）需由两名操作员独立核对并签字确认。

（4）每次淋洗后记录时间、体积、活度等数据，存档备查。

（5）操作人员定期进行培训；

（6）严格按照拟制定的操作规程操作发生器，防止事故发生。

（7）制定应急预案，明确过量淋洗事故的处置流程，指定应急联系人并定期演练并配备铅屏蔽容器、防污染工具包（手套、吸水材料、去污剂）、便携式辐射检测仪等。

3、对于放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 分装过程和同位素发生器淋洗过程中可能发生的表面污染辐射事故的风险，公司必须制定相应的风险防范措施：

（1）液态放射性物质的洒、漏，可用吸液球或吸水纸吸干，粉末状放射性物质的撒落，可用胶布粘贴或湿抹布清除，然后用温水仔细清洗。为防止污染的扩散，去污

过程中要从污染轻的区域渐向污染重的部位。

(2) 如经反复清洗效果不明显时, 可根据放射性核素的化学性质和污染表面的性质, 选用有效的去污剂进一步去污。

(3) 若发生严重污染事故, 需立即通知在场的其他人员, 同时迅速标出污染范围, 防止其他人员进入污染区。

(4) 当皮肤或伤口受到污染时, 应立即进行清洗; 当眼睛受到污染时, 应立即用水冲洗; 如果放射性物质有可能进入体内时, 应立即通知医务人员, 必要时及时采取急救促排措施。

(5) 污染区的人员经采取减少危害和防止污染扩散的必要措施后, 要脱去污染的衣服并将其留在污染区, 立即离开此区。

(6) 事故发生后, 应尽快通知防护负责人和主管人员, 并立即向有关监督管理部门报告。防护人员应迅速提出全面处理事故的方案, 并协助主管人员组织实施。污染区经去污、检测后, 经防护人员批准方可重新工作。

11.4.5 风险应急措施

公司对放射性同位素贮存和分装过程中可能发生的事故风险均采取了相应的防范措施, 避免了事故的发生。一旦防范措施失控, 立即启动事故风险应急预案。事故风险应急预案主要对事故风险进行迅速有效的处置, 分析指出主要辐射危险, 并将减少这些辐射危险的方法结合到实际中, 以应对突发事件的发生。

1、处理原则

- (1) 尽早采取去污措施;
- (2) 选择合理的去污方法, 防止交叉污染和扩大污染;
- (3) 穿戴有效的个人防护用品;
- (4) 详细记录事故过程和处理情况, 档案妥善保管。

2、应急处理措施

(1) 放射性同位素洒漏应急处理措施

- 1) 当发现同位素示踪剂洒漏事故时, 立即通知现场作业人员立即撤出, 同时标出一定的污染范围, 防止非作业人员进入, 由专业人员进行清污处理;

- 2) 对事故现场周围进行 γ 辐射剂量率监测,划出污染范围。采取人工铲除地表污染土壤的办法清除,将清除的污染物装袋达到清洁解控水平后作为一般工业固体废物处置;
- 3) 当皮肤或伤口受到污染时,应立即进行清洗;当眼睛受到污染时,应立即用水冲洗;如果放射性物质有可能吸入体内时,应立即通知医务人员,及时采取促排措施;
- 4) 清污人员对放射性同位素撒漏现场进行必要的清污处置后,脱去表面污染的衣物置于衰变罐内,方可离开;
- 5) 污染区经去污后,经监测达到清洁解控水平后,方可开放;
- 6) 对放射性同位素洒漏事故经过及处理过程详细记录并归档,同时查找事故原因,制定相关制度防止类似事故发生。

(2) 含放射性同位素的井水由井口回喷事故应急处理措施

- 1) 发生此类事故,应立即封堵井口,并对井场周围进行 γ 辐射剂量率监测,划出污染范围。
- 2) 对于小范围污染,可采取人工铲除地表污染土壤的办法清除。
- 3) 对于污染范围较大、铲除地表土壤不能彻底清除污染时,应对污染区设置围栏和放射性污染警示牌,禁止人员进入;对污染区进行监测,达到清洁解控水平后开放。

(本页以下空白)

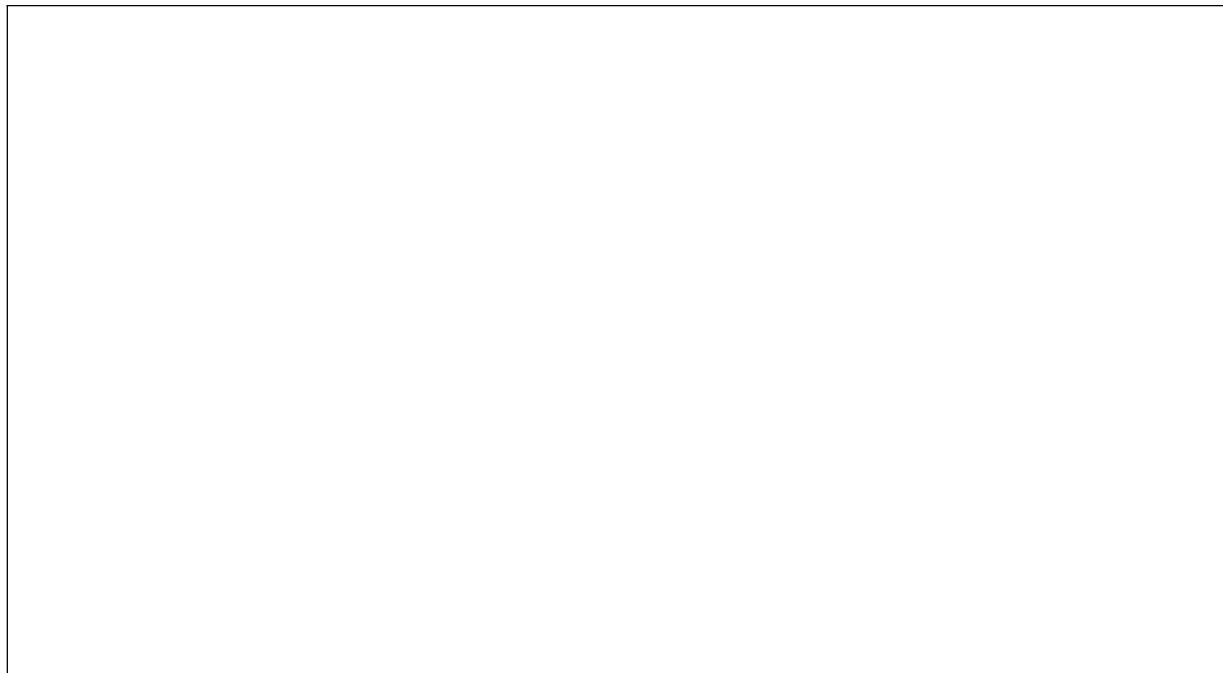


表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令）的相关规定，使用 I、II、III 类放射源，I、II 类射线装置的工作场所，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。

为做好辐射防护管理工作，克拉玛依四维石油科技有限公司已经成立了辐射安全与环境保护管理领导小组（见附件七），明确了辐射安全与环境保护管理领导小组职责及各相关责任人职责，辐射安全与环境保护管理领导小组的主要任务是确保放射性同位素的使用安全，避免或减少辐射事故的发生。

12.1.1 辐射安全与环境保护管理领导小组

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律、法规及生产管理工作的需要，经克拉玛依四维石油科技有限公司会议研究决定，特成立辐射安全与环境保护管理领导小组，明确了职责分工。

一、辐射安全与环境保护管理领导小组成员

组长：佟国章

副组长：秦川

辐射防护负责人：马敬超

全国核技术利用辐射安全申报系统运维人员：马敬超

成员：王建忠、吴峰山、郑志坚、王培、王凯、张放、李梦良

二、辐射安全与环境保护管理领导小组职责分工

1、领导小组职责

a、组织贯彻落实国家和地方政府、公司有关辐射安全与环境保护工作的方针、政策；

b、定期举行辐射安全与环境保护工作情况汇报，讨论决定辐射安全与环境保护工作的重大问题和采取的措施；

c、组织开展放射源同位素与射线装置安全检查，消除事故隐患，组织处理、通

报事故；

d、组织制定和完善放射源管理制度和操作规程，监督检查各规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患；

2、组长职责

a、辐射安全管理第一责任人，负责公司有关辐射防护与安全管理、安全教育和监督管理工作；

b、监督本单位贯彻执行国家及上级部门辐射安全与环境保护的方针、政策、法律、法规、标准、规定；

c、组织进行辐射安全隐患排查，落实隐患整改，组织内部辐射事故的调查，向相关部门提出对责任者的处理意见。

3、副组长职责

a、协助组长落实单位的有关辐射防护与安全管理，安全教育和监督管理工作；全面落实各项规章制度；

b、指导、协调相关部门对辐射安全与环境保护工作进行监督检查；

c、配合有关部门对单位辐射事故进行调查处理，及对重大辐射事故隐患进行治理消除工作；

d、组织制定放射性培训计划和辐射事故应急预案及演练计划；

4、辐射防护负责人

a、是公司辐射安全与环境保护管理工作分管负责人；

b、负责组织监督、检查辐射安全与环境保护责任制及各项管理制度的落实，协助第一责任人有效监管本单位的放射性同位素与射线装置；

c、负责新购置放射性同位素与射线装置的验收、网上申报、审批备案；

5、全国核技术利用辐射安全申报系统运维人员职责

a、按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求在规定时间内完成辐射安全许可证的变更、延续、注销、重新申领等网上申报提交工作；

b、及时对全国核技术利用辐射申报系统进行单位信息维护，包含设备变更、人员变更、信息录入（培训记录及个人剂量检测年度数据上报）等工作；每年1月31

目前在全国核技术利用辐射申报系统内内提交《辐射安全和防护状况年度评估》；

6、成员职责

- a、对公司辐射安全与环境保护工作负责；
- b、遵守放射源使用，避免违章指挥、违章操作等行为；
- c、检查、督促小队人员正确使用放射性安全防护用品，做好辐射安全防护设备设施的管理及日常维护保养工作；
- d、检查工作区设备及各岗位辐射安全生产情况，落实预防辐射事故安全措施。发现隐患及时组织整改，暂时不能整改的应采取防范措施，并及时向上级报告；
- e、发生辐射安全事故后立即向上级报告，要及时采取措施采取相应的辐射防护措施组织抢救并保护好现场。

12.1.2 辐射工作人员管理

克拉玛依四维石油科技有限公司为本项目配备了 6 名辐射工作人员，其中 4 名同位素示踪测井人员依托公司原有辐射工作人员，2 名库管人员拟新增。

1、辐射安全和防护专业知识培训

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求，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。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

本项目依托公司原有的 4 名同位素示踪测井人员均已通过辐射防护培训考核。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》（公告 2019 年第 57 号）要求，新从事辐射活动的人员，应当经国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核后方可上岗。故本项目拟新增的 2 名库管人员，均应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核后方能上岗。

在项目运行过程中，公司应加强库管人员和同位素测井等辐射工作人员的辐射安全教育，按要求定期组织辐射工作人员进行再培训和考核。运行过程中如果增加新的辐射工作人员，需要组织工作人员参加辐射安全与防护培训并持证上岗，确保所有辐

射工作人员培训合格后上岗。

2、个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射工作人员职业健康管理规范》（卫生部令第 55 号）要求，生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

本项目依托公司原有的 4 名同位素示踪测井人员均已委托有资质的单位定期对辐射工作人员个人剂量计进行监测，项目建成后，克拉玛依四维石油科技有限公司将为拟新增的 2 名库管人员配备符合标准的个人剂量计，个人剂量计拟每季度送检，并安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，并对职业照射个人监测档案终生保存。

3、职业健康检查

根据《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）的要求，放射工作人员上岗前，应进行上岗前职业健康检查，符合放射工作人员健康要求的，方可参加相应的放射工作；放射工作单位不得安排未经上岗前职业健康检查或者不符合放射工作人员健康要求的人员从事放射工作；放射工作人员在岗期间职业健康检查周期按照卫生行政部门的有关规定执行，一般为 1a~2a，不得超过 2a，必要时，可适当增加检查次数；放射工作人员无论何种原因脱离放射工作时，放射工作单位应及时安排其进行离岗时的职业健康检查，以评价其离岗时的健康状况。

本项目依托公司原有的 4 名同位素示踪测井人员均已进行在岗期间职业健康体检，项目建成后，克拉玛依四维石油科技有限公司将安排拟新增的 2 名库管人员进行上岗前职业健康检查，并安排专人负责职业健康管理，建立职业健康监护档案，并对职业健康监护档案终生保存。

4、年度安全状况评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中第十六条的要求，生产、

销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

公司应在每年1月31日前填报上一年度评估报告。年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

12.2 辐射安全管理规章制度

为保障核技术利用项目正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求，公司制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，公司必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理。

1、根据公司提供的资料，目前公司制定的辐射安全管理规章制度有：《管理机构与职责》、《非密封放射性物质使用登记规定》、《分装操作规程及注意事项》、《分装装置表面污染监测管理规定》、《非密封放射性物质押运实施规定》、《吸水剖面测试操作规程》、《非密封放射性物质安全及防护操作规程》、《监测方案》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《个人剂量管理制度》、《职业健康管理方案》、《辐射防护与安全保卫制度》、《放射性“三废”处置方案》等一系列规章制度。详见附件七。

2、在本项目正式运行前，各项规章制度必须齐全；辐射工作场所和源库均有电离辐射警告标志。

3、明确操作人员的资质条件要求，操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪（带剂量显示功能），避免事故发生。

4、加强安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

5、为确保辐射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行辐射防护职责，避免事故发生，公司应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，公司应对本项目的辐射安全和防护进行年度评估。

公司已经制定了相对健全的制度，明确了开展核技术利用项目的管理组织及相关职责，规定了同位素的管理制度，按要求配置了辐射防护用品，并制订有辐射安全培训和个人剂量监测制度等。

公司应在今后工作中，确保各项制度落实的基础上，不断总结经验，根据单位实际情况，对各项制度加以完善补充。

12.3 辐射监测

为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）中的相关规定，本项目监测内容包括：个人剂量监测、工作场所监测。

1、监测仪器

按照相关要求公司拟为实验室配备1台X- γ 剂量率检测仪和1台表面污染仪；为每位辐射工作人员配备有个人剂量报警仪、个人剂量计、铅衣等个人防护用品。

2、日常监测计划

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）中的相关规定，根据公司测井作业特点，制定日常辐射环境监测计划。监测内容、监测点位布设及监测频次见表12.3-1。

（本页以下空白）

表12.3-1日常辐射环境监测计划表

序号	工作场所	监测项目	监测频次
1	集装箱式非密封放射性同位素实验室	周围剂量当量率 α、β表面沾污	实验室操作前、后的工作场所
			实验与测井操作人员工作结束离开实验室或现场时，其裸露皮肤、工作服和个人防护用品的放射性污染

3、年度监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）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，可以委托有资质的监测机构进行监测。

公司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辐射工作场所进行监测。其中对于本评价项目辐射工作场所的年度监测内容、监测点位布设及监测频次见表 12.3-2。

表12.3-2年度辐射环境监测计划表

序号	工作场所	监测项目	监测频次
1	集装箱式非密封放射性同位素实验室	周围剂量当量率 α、β表面沾污	所有放射性核素的容器及其外包装，贮存和运输设备及实验室屏蔽墙外的屏蔽效果
			实验室工作操作前、后的工作场所内外，运输车辆内外
			分装与测井操作人员工作结束离开实验室或现场时，其裸露皮肤、工作服和个人防护用品的放射性污染

公司将每年的监测情况汇总至公司放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报工作中，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。

4、辐射工作人员的个人剂量监测

本项目依托公司原有的 4 名同位素示踪测井人员均已委托有资质的单位定期对辐射工作人员个人剂量计进行监测，项目建成后，克拉玛依四维石油科技有限公司将为拟新增的 2 名库管人员配备符合标准的个人剂量计，个人剂量计拟每季度送检，并安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，并对职业照射个人监测档案终生保存。

12.4 辐射事故应急

为规范和强化应对突发辐射事故的应急处置能力，提高工作人员对辐射事故应急防范的意识，将辐射事故造成的损失和污染后果降低到最小程度，最大限度地保障辐

射工作人员与公众的安全，做到对辐射事故早发现、速报告、快处理，建立快速反应机制。

根据上级主管部门的要求，依据《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许可管理办法》和《核技术利用单位辐射事故应急预案的格式和内容》（T/BSRS 052-2021）等相关法律法规中对于辐射事故应急预案应包含的内容提出要求，详见表 12.4-1。

表12.4-1辐射事故应急预案应包含的主要内容

序号	文件名称	具体条文	条文规定内容
1	《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院 449 号令)	第四十一条	(一) 应急机构和职责分工；(二) 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；(三) 辐射事故分级与应急响应措施；(四) 辐射事故调查、报告和处理程序
2	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部第 18 号令)	第四十三条	(一) 应急机构和职责分工；(二) 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；(三) 辐射事故分级与应急响应措施；(四) 辐射事故的调查、报告和处理程序；(五) 辐射事故信息公开、公众宣传方案
3	《核技术利用单位辐射事故应急预案的格式和内容》(T/BSRS052-2021)	4 辐射事故应急预案的格式和内容	应急预案应是核技术利用单位独立、完整、正式的文件，要求文字精练、重点突出，合理采用图表来表达所要说明的问题。应急预案主要包含以下部分：总则、可能发生的辐射事故及分级、应急组织机构及职责、概况及报警信息、应急响应、应急状态终止和恢复措施、应急能力维持、附件。应急预案封面页和批准页应主要包括单位名称、应急预案名称、版本号、颁布和施行日期、审批签名和日期等内容。其中批准人应是核技术利用单位主要负责人。

对照上述要求，为了有效处理项目运行过程中可能产生的辐射安全事故，最大限度地控制事故危害，公司已制定了《辐射事故应急预案》（见附件七），并建立了应急处理机构，组织、开展辐射事件的应急处理救援工作。

一、应急组织机构及职责

1、应急领导小组及职责

组 长：佟国章（总经理）

副组长：秦川（副总经理兼安全总监）

成 员：王建忠、吴峰山、马敬超、肖代辉、郑志坚、王培、王凯、张放、李梦

良、魏华梅

职责：

负责全面指挥辐射事故应急处置工作，制定应急处置决策，协调各方面资源，与外部应急救援力量进行沟通等。

2、应急救援小组及职责

根据事故应急处置需要，设立抢险救援组、辐射监测组、后勤保障组。

（1）抢险救援组：

组长：王培、王凯

成员：李博仁、李建祥、柴彦贵、张军、高伟

职责：

1) 发生非密封放射性物质泄露事故后，执行现场总指挥的指令，负责将现场受辐射的作业人员带到制定的具有职业病资质的医疗机构进行检查和救治。

2) 发生非密封放射性物质丢失事件后，执行现场总指挥的指令，负责收集非密封放射性物质丢失的线索，并配合公安机关相关侦破工作。

3) 发生非密封放射性物质运输车辆交通事故后，如果现场发生非密封放射性物质泄露，立即将非密封放射性物质转移至安全地带，将接触非密封放射性物质人员带到指定的具有职业病资质的医疗机构进行检查和救治。

（2）辐射监测组：

组长：李梦良；

成员：李燕斌、周吉银、高家国、秦文元、马索南才让。

职责：

1) 当发生非密封放射性物质泄露事故后，执行现场总指挥的指令，负责监测井场及周围环境的非密封放射性物质辐射量。

2) 找到泄漏点后，将泄露的非密封放射性物质回收至铅罐，并继续监测直到泄露非密封放射性物质完全处理干净。

（3）后勤保障组：

组长：张放；

成员：苏卜栋、潘磊、佟志刚、石永杰、马纲胜、李树伟。

职责：

提供应急抢险所需的物资、车辆。按照现场总指挥的指令，做好与外部机构（医疗、交通、公安）的联系、沟通协调等工作。

二、应急响应

1、启动

当发生辐射事故或可能引发辐射事故的运行故障时，现场人员或值班人员应向本单位项目经理报告，项目经理立即向公司应急领导小组汇报，应急领导小组组长依据应急预案相关内容对事故或故障进行分析判断，并启动相应的应急响应小组和响应行动。同时组织事故现场人员尽快撤离至安全地带。事故现场周围要设置好警示标志，防止人员误入，造成人员伤害。

2、报告

发生或可能发生辐射事故时，向相关政府部门报告的流程和内容：

(1) 发生或可能发生辐射事故时所在现场人员应立即保护现场，拨打本单位项目经理电话，同时详细报告具体情况，项目经理立即向公司应急领导小组汇报（联系人郑志坚，电话：18152908348），应急领导小组分别向公司应急领导小组组长、副组长及各成员通知，并向当地公安部门、生态环境局和上级安全主管部门报案，相关部门联系电话见附件1。

(2) 辐射事故报告的形式分为初报、续报和终止报告三类。

1) 初报，即在发现辐射事故后立即电话上报，随后报送书面报告。发生辐射事故时，应急领导小组在2小时内填写《辐射事故初始报告表》（详见附件2），向当地生态环境部门和公安部门报告。情况特别紧急时，可用电话口头初报，随后再书面报告。主要内容包括事故的类型，事故发生时间、地点、辐射污染源、污染面积等初步情况。

2) 续报，即在查清有关基本情况后采用书面报告形式及时上报。主要内容包括：事故发生具体原因、过程、进展情况、有关确切数据及采取的应急措施等情况。

3) 终止报告，即在事故处理完毕后采用书面报告形式及时上报。主要内容包括：

处理事故的措施、过程、结果和遗留问题；事故潜在或间接危害、社会影响，有关危害与损失的证明文件等详细情况（详见附件3）。

（3）造成或可能造成人员超剂量限值照射的，同时向当地卫生健康部门报告。、

3、响应行动

对每种可能发生的辐射事故或故障，本单位计划采取的应急行动或措施必须在当地人民政府和辐射安全许可证发证机关的监督、指导下实施具体处置工作；须配合当地或上级生态环境主管部门可能采取的临时控制措施。本单位针对不同类型的非密封放射性物质使用事故，制定具体的应急处置措施如下：

（1）非密封放射性物质泄漏事故：立即停止相关作业，疏散现场人员；辐射监测组及时对泄漏现场及周边环境进行辐射监测，确定污染范围和程度；根据监测结果，采取相应的去污措施。抢险救援组佩戴好防护装备，采取措施将泄漏的非密封放射性物质回收到铅罐。辐射监测组持续监测，直到泄露非密封放射性物质彻底清理干净。后勤保障组迅速将受辐射人员转移至安全区域，及时送往具有放射性疾病诊治资质的医院进行进一步检查和治疗；同时，对受辐射人员的工作情况、接触非密封放射性物质的剂量等信息进行详细调查和记录。

（2）非密封放射性物质丢失事故：应急领导小组组长第一时间报告属地生态环境部门、公安部门、职业卫生行政主管部门报告。收集非密封放射性物质丢失相关线索，配合行业主管部门侦破工作。

三、应急能力维持

1、应急培训

定期组织应急指挥部成员及相关工作人员熟悉并了解本辐射事故应急预案；

定期组织应急领导小组成员及相关工作人员进行国家相关应急法律法规的培训；

定期组织应急指挥部成员及相关工作人员观看并学习其它单位的事故应急演练视频；

使应急组织工作人员熟悉和掌握应急预案基本内容，具有采取辐射事故处置措施的基本知识、专业技能和响应能力。

2、应急演练

应急演练分为综合演练和专项演练。

综合演练是为了检验、巩固和提高应急组织体系内各应急组织之间的相互协调与配合，同时检查应急预案和程序的有效性而举行的演练。

专项演练是为了检验、巩固和提高应急组织或应急响应人员执行辐射事故应急响应技能而进行的演练。

克拉玛依四维石油科技有限公司定期组织开展辐射事故应急演练，演练形式包括桌面演练、单项演练和综合演练等。演练按照预定的方案进行，模拟不同类型事故场景，检验应急救援队伍的响应速度、协同作战能力和应急处置技能，以及应急处置方案的可行性和有效性。演练结束后，应及时对演练进行总结和评估，针对发现的问题和不足，提出改进措施，及时对应急处置方案和相关保障措施进行修订和完善。

3、应急物资装备保障

克拉玛依四维石油科技有限公司辐射事故应急各成员根据工作需要，配置相应技术装备、安全防护用品和有关物资，保证应急设备和物资始终处于良好状态，定期保养、检验和清点应急设备和物资。

综上，可以得出公司在《辐射事故应急预案》中给出了公司可能涉及的事故类型和应急事故处理程序，在事故工况下可以有效处理事故，防止事故的进一步扩散，将事故处理在可控的范围内。克拉玛依四维石油科技有限公司建立的应急处理措施从通信、物资、队伍和经费四个方面保证辐射事故应急措施的良好运行。该制度可满足要求。

12.5 竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对《克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部新增集装箱式非密封放射性同位素实验室建设项目环境影响报告表》涉及的内容及配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编

制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（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组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过3个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过12个月。本项目竣工环境保护验收一览表见表12.5-1。

表12.5-1 本项目竣工环境保护验收一览表

验收内容	防护措施	验收效果和环境预期目标
辐射安全与环境管理领导机构和辐射事故应急领导组织	设立以公司主管领导为组长，相关部门负责人参加的辐射安全与环境保护管理领导小组，负责整个公司辐射安全与环境保护管理工作	以建设单位正式文件形式成立辐射安全与环境保护管理领导小组
辐射环境监测	监测工作场所放射性污染以及放射源所处状态，避免相关人员受到不必要的辐射	根据《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）要求进行放射性工作场所及其周围环境监测，保存监测记录
工作场所设立电离辐射警告标志	防止无关人员进入边界以内的操作区域	在实验室和测井现场的控制区边界上设置警戒线和警告标志（或采取警告措施）
监测仪器	测井队均配备相应的监测仪器	含表面沾污仪、X-γ剂量率检测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪等
个人剂量档案和健康档案	进行放射性同位素操作时按要求佩戴个人剂量计，每个季度送有资质监测机构监测1次；并建立个人剂量档案和健康档案	确保相关人员安全：工作人员年有效剂量低于5mSv
辐射防护用品	测井队放射性同位素操作人员配备个人防护用品	配备铅衣、手套等个人防护用品
放射性工作人员资质	放射性工作人员均按要求参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核	参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核
制度建设	按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求进行制订相应的制度	制定《管理机构与职责》、《非密封放射性物质使用登记规定》、《分装操作规程及注意事项》、《分装装置

		《表面污染监测管理规定》、《非密封放射性物质押运实施规定》、《吸水剖面测试操作规程》、《非密封放射性物质安全及防护操作规程》、《监测方案》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《个人剂量管理制度》、《职业健康管理方案》、《辐射防护与安全保卫制度》、《放射性“三废”处置方案》、《辐射事故应急预案》等规章制度
建设项目依托可行性	包括购买同位素及同位素的存储、分装、运输、放射性废物回收等全过程管理	与有资质单位签订购买同位素及放射性废物回收及运输协议

12.6 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》第十六条规定,使用放射性同位素、辐射装置单位应具备相应的条件,本项目从事辐射活动能力评价一览表详见表 12.6-1。

表 12.6-1 本项目从事辐射活动能力评价一览表

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	已成立辐射安全与环境保护管理领导小组,并安排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
(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	拟为本项目配备的4名同位素示踪测井人员均已生态环境部辐射安全与防护培训平台上参加培训,并考核合格,拟新增2名库管人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核后方能上岗
(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	本项目拟新建集装箱式非密封放射性同位素实验室满足辐射防护和实体保卫要求
(四) 放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施	本项目集装箱式非密封放射性同位素实验室内拟在合适位置设有暂存箱、分装箱,固定式辐射检测仪,拟设有电离辐射警告标志
(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	已配备X-γ剂量率检测仪、表面污染仪及个人剂量报警仪,并拟根据相关要求及工作实际需要配备足够数量的铅衣等个人防护用品和辅助防护用品。拟为本项目辐射工作人员根据要求配备个人剂量计等
(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	已制订

(七) 有完善的辐射事故应急措施	已制订
(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	已制订

综上所述，克拉玛依四维石油科技有限公司在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，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基本符合相应法律法规的要求。

(本页以下空白)

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

项目名称：克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部新增集装箱式非密封放射性同位素实验室建设项目。

建设单位：克拉玛依四维石油科技有限公司。

建设性质：新建。

建设内容：因业务发展需要，公司计划在位于新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路 411-300 号（克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部）新建一座集装箱式非密封放射性同位素实验室，并在实验室外配套建设一组衰变池，用于贮存、分装非密封放射性同位素和暂存放射性固体废物和液体废物。该场所属乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目总投资 40 万元，其中环保投资 30 万元，占总投资 75%。

13.1.2 可行性分析结论

1、实践正当性

克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部新增集装箱式非密封放射性同位素实验室建设项目，旨在准噶尔盆地克拉玛依油田勘探区块开展放射性同位素示踪测井工作提供基础性保障工程，其所带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，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”原则。

2、产业政策符合性

克拉玛依四维石油科技有限公司新建集装箱式非密封放射性同位素实验室项目，旨在准噶尔盆地克拉玛依油田勘探区块开展放射性同位素示踪测井工作提供基础性保障工程，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的内容，本项目属于“鼓励类”中“六 核能 4、同位素、加速器及辐照应用技术开发”的范围。

3、项目可行性

克拉玛依四维石油科技有限公司计划在新疆维吾尔自治区克拉玛依市阿独公路

411-300号（克拉玛依四维石油科技有限公司克拉玛依第二项目部）内新建一座集装箱式非密封放射性同位素实验室，并在实验室外配套建设一组衰变池，用于贮存、分装非密封放射性同位素和暂存放射性固体废物和液体废物，该场所属乙级非密封放射性物质工作场所。本项目旨在准噶尔盆地克拉玛依油田勘探区块开展放射性同位素示踪测井工作提供基础性保障工程，其带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，符合辐射防护实践的正当性要求，项目建设的目的是可行的。公司对该项目采取了辐射防护措施，使辐射影响达到了尽可能低的水平。

克拉玛依四维石油科技有限公司只要严格执行国家相关法律法规和标准要求，建立健全各项规章制度，加强运行管理；切实落实本报告表中提出污染防治措施和建议，本项目对工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内。因此从辐射环境保护角度分析，该项目可行。

13.1.3 辐射安全与防护分析结论

通过对本项目评价的相关资料分析可知，克拉玛依四维石油科技有限公司根据《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》（HJ/T10.1-2016）对集装箱式非密封放射性同位素实验室进行了选址分析，通过对集装箱式非密封放射性同位素实验室的布局、辐射安全设施和措施进行分析，证明新建集装箱式非密封放射性同位素实验室项目满足《放射性测井辐射安全与防护》（HJ1325-2023）、《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）等相关标准的要求。

13.1.4 环境影响分析结论

1、职业人员年附加有效剂量

本项目共配备 6 名辐射工作人员，一般单次测井辐射操作人员 2 人。偏保守考虑，假设本项目放射性同位素提取、分装和存放均由同一个人完成。测井时，放射性同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 不同时使用，同位素 ^{131}I 、 ^{131}Ba 或 $^{113\text{m}}\text{In}$ 示踪测井累计最大工作量为 500 口/年，根据辐射剂量估算结果，本项目辐射工作人员所接受的年附加有效剂量最大值为 0.94mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射限值和本次环评提出的年剂量约束值（5mSv）的要求。

2、公众剂量分析

根据辐射剂量估算结果,可估算出本项目在使用过程中,公众人员所接受的年附加有效剂量最大值为0.026mSv,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的限值要求和本次环评提出的年剂量约束值0.1mSv/a的要求。

3、固体废物影响分析

测井作业过程中每年产生的空分装瓶和报废的发生器均带回项目统一暂存在衰变箱内,后续由供货厂商回收或交由放射性废物库处置,产生的50kg放射性固体废物(手套、口罩、棉纱等)带回项目部实验室,集中暂存在实验室内设置的废物桶内,待存放10个半衰期后当作一般固体废物进行处置,经过衰变后排放的放射性固体废物不会对周围环境产生影响。

4、废气环境影响分析

本项目¹³¹I和¹³¹Ba的开瓶、分装操作均在项目部实验室的分装箱内进行,分装箱内可保持负压,并在排气口处设置有过滤装置(活性炭),且实验室内西北侧设置有排风设备,确保气流方向从低活性区至高活性区,排风管道出口高出实验室,并在排气口处设有过滤装置(活性炭),确保排出的废气对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

5、废液环境影响分析

本项目清洗释放器等产生的放射性废水集中存在项目部实验室旁的衰变池内,通过本项目评价的相关资料分析可知,本项目配套的衰变池完全满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《油气田测井放射防护要求》(GBZ 118-2020)和《原环境保护部 工业和信息化部 国家国防科技工业局 关于发布<放射性废物分类>的公告》(公告2017年第65号)中规定的排放要求。经衰变池贮存衰变后排放的达到解控水平的放射性废液不会对环境产生不利影响。

13.2 建议

- 1、落实本报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求。
- 2、建立健全工作过程中放射性同位素的购买、运输以及使用日常的台账管理制度。

度，尤其是加强放射性同位素使用和出、入库的登记记录。

3、释放器操作人员应在测井前适当进行演练，以减少操作时间，从而减少受照时间。

4、落实对辐射工作人员的培训，对于已取得辐射安全与防护培训合格证的人员，按照要求每五年需参加生态环境部组织的国家核技术利用辐射安全与防护培训考核。对新增的辐射工作人员应在辐射安全与防护培训考核合格并取得合格证后，方可持证上岗。

5、为辐射工作人员配备个人剂量计，辐射工作人员均佩戴个人剂量计上岗，并定期送检。

（本页以下空白）