

核技术利用建设项目
新疆正安检测科技有限公司
核技术利用建设项目
环境影响报告表

新疆正安检测科技有限公司

二〇二二年六月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
新疆正安检测科技有限公司
核技术利用建设项目
环境影响报告表



建设单位名称：新疆正安检测科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：冯占国 冯占国

通讯地址：新疆克拉玛依市独山子区延安路 709 号

邮政编码：834000 联系人：谭世清

电子邮箱：1437426919@qq.com

联系电话：15022893620

打印编号: 1654772415000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	309854		
建设项目名称	新疆正安检测科技有限公司核技术利用建设项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	新疆正安检测科技有限公司		
统一社会信用代码	916502026978029692		
法定代表人 (签章)	冯占国		
主要负责人 (签字)	冯占国		
直接负责的主管人员 (签字)	冯占国		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	乌鲁木齐众智安环工程咨询有限公司		
统一社会信用代码	91650100MA77WG2A94		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
曹义军	07356543506650309	BH011030	曹义军
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
曹义军	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH011030	曹义军

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 项目地理位置与周边关系.....	3
1.3 原核技术利用许可情况.....	4
1.4 原有核技术利用项目和本项目的依托关系.....	5
1.5 原有核技术利用项目辐射管理现状分析.....	5
表 2 放射源.....	7
表 3 非密封放射性物质.....	7
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6 评价依据.....	9
表 7 保护目标与评价标准.....	11
7.1 评价范围.....	11
7.2 保护目标.....	11
7.3 评价标准.....	12
表 8 环境质量和辐射现状.....	24
8.1 项目地理位置和场所位置.....	24
8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案.....	24
8.3 监测点位及结果.....	25
8.4 环境现状调查结果的评价.....	25
表 9 项目工程分析与源项.....	27
9.1 工程设备和工艺分析.....	27
9.2 污染源项分析.....	32
表 10 辐射安全与防护.....	35
10.1 项目安全设施.....	42
10.2 三废的治理.....	50
表 11 环境影响分析.....	53
11.1 建设阶段对环境的影响.....	53
11.2 运行阶段对环境的影响.....	53
11.3“三废”影响分析.....	69
11.4 事故影响分析.....	70
表 12 辐射安全管理.....	73
12.1 辐射安全与环境管理机构的设置.....	73
12.2 辐射安全管理规章制度.....	74
12.3 辐射监测.....	75
12.4 辐射事故应急.....	77
表 13 结论与建议.....	80
13.1 结论.....	80
13.2 建议与承诺.....	81
附件一 环评委托书.....	错误！未定义书签。
附件二 辐射安全许可证.....	错误！未定义书签。
附件三 原有核技术利用项目环评及验收批复.....	错误！未定义书签。
附件四 检测报告.....	错误！未定义书签。
附件五 个人剂量检测报告.....	错误！未定义书签。
附件六 辐射安全与防护培训合格证书.....	错误！未定义书签。
附件七 辐射安全管理机构、应急预案、辐射安全管理规章制度.....	错误！未定义书签。
附件八 基础信息表.....	错误！未定义书签。

表 1 项目基本情况

建设项目名称	新疆正安检测科技有限公司核技术利用建设项目				
建设单位	新疆正安检测科技有限公司				
法人代表	冯占国	联系人	谭世清	联系电话	15022893620
注册地址	新疆克拉玛依市独山子区延安路709号				
项目建设地点	新疆克拉玛依市独山子区湛江路以南，米泉路以西				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	100	项目环保投资(万元)	30	投资比例(环投资/总投资)	30%
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)	66
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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input checked="" 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 type="checkbox"/> 使用	<input 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 checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其他					

1.1 项目概况

1.1.1 建设单位概况

新疆正安检测科技有限公司成立于 2009 年 11 月份，拥有各类无损检测设备 157 台（套）。公司占地面积 2800 平米，办公实验场地 340 平米。公司下设综合管理部、质量技术部、工程业务部、检测项目部 4 个部门，已建立完整的生产、经营、质量保证、安全技术等组织机构和管理体系。公司最早于 2010 年取得辐射安全许可证，2021 年换证审核通过中国特种设备检验协会的现场审查，获得国家质检总局颁发的特种设备检验检测机构核准证（B 级），获准从事射线检测（RT）、超声波检测（UT）、磁粉检测（MT）、渗

透检测（PT）、涡流检测（ECT）、衍射时差法超声检测（TOFD）。2017年换证审核通过自治区质量技术监督局审核评价中心现场评审，取得资质认定计量认证证书（CMA）。公司现有员工35人，工程技术管理人员12人，其中高级职称1人，中级职称5人，无损检测专业技术人员30人，其中Ⅲ资格6人，Ⅱ资格29人，技术工人30人，是一个专业素质高，检测经验丰富，检测质量值得信赖的无损检测专业化公司。

1.1.2 项目建设规模

新疆正安检测科技有限公司位于克拉玛依市独山子区延安路709号，公司新建院址位于克拉玛依市独山子区湛江路以南，米泉路以西，院址中心点坐标经度：84° 51' 16"，纬度：44° 20' 10"，在院址西南角新建一间X射线探伤室，该探伤室长约8.8m，宽约7.5m，占地面积约66m²，使用X射线探伤机（Ⅱ类射线装置）开展室内探伤检测工作，并在该探伤室内的西南侧新建一座放射源暂存库，用于贮存伽马探伤机（192Ir和75Se放射源），该放射源暂存库设置有12个直径为0.5m、深度为0.6m的源坑，每个源坑贮存1台伽马探伤机（含放射源），与此同时，公司拟新增3台伽马探伤机（2枚192Ir和1枚75Se放射源）用于开展现场探伤检测工作。本项目建设规模见表1-1。

表 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
1	X射线探伤室	新建院址西南角	长约8.8m，宽约7.5m	1间	探伤室探伤
2	放射源暂存库	新建X射线探伤室内西南侧	长约5.3m，宽约2.3m	1间	存放伽马探伤机（192Ir和75Se放射源）
序号	放射源	活度	类别	数量	备注
1	Ir-192	3.7E+12Bq（100Ci）	Ⅱ	3枚	已许可
2	Se-75	3.7E+12Bq（100Ci）	Ⅱ	2枚	已许可
3	Ir-192	3.7E+12Bq（100Ci）	Ⅱ	2枚	本次新增
4	Se-75	3.7E+12Bq（100Ci）	Ⅱ	1枚	本次新增
序号	射线装置	类型	类别	数量	备注
1	X射线探伤机	XXG-3005	Ⅱ	3	已许可
2	X射线探伤机	XXG-2505	Ⅱ	1	已许可
3	X射线探伤机	XXG-2505L	Ⅱ	7	已许可
4	X射线探伤机	XXG-2505T	Ⅱ	2	已许可

1.1.3 目的和任务的由来

新疆正安检测科技有限公司拟新建一间 X 射线探伤室，使用 X 射线探伤机（II 类射线装置）开展室内探伤检测工作，并在该探伤室内的西南侧新建一座放射源暂存库，用于贮存伽马探伤机（ ^{192}Ir 和 ^{75}Se 放射源），与此同时，公司拟新增 3 台伽马探伤机（2 枚 ^{192}Ir 和 1 枚 ^{75}Se 放射源）用于开展现场探伤检测工作。

根据《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，第 66 号）对射线装置的分类，本项目探伤室内使用的属于 II 类射线装置。对照《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号），本项目放射源暂存库贮存及现场使用的放射源为 II 类放射源。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—使用 II 类射线装置和使用 II 类放射源”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。

为此，新疆正安检测科技有限公司委托我公司承担该核技术利用项目的环境影响评价工作（委托书见附件一）。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

新疆正安检测科技有限公司注册地址位于新疆克拉玛依市独山子区延安路 709 号，新院址位于克拉玛依市独山子区湛江路以南，米泉路以西，地理位置图见图 1-1。

1.2.2 项目周边关系及建设现状

本次核技术利用建设项目位于新疆正安检测科技有限公司新址院内，项目北侧紧邻公司实验楼、46m 处为公司办公楼、东北侧 67m 处为公司宿舍楼，东北偏北 125m 处为克拉玛依市独山子区慧丰粮油贸易有限责任公司，东北偏东 115m 处为廉租房换热站，西侧 70m 处为克拉玛依市独山子区盛美健食品有限公司，西北偏北 115m 处为惠园小区住宅楼，南侧 44m 为克拉玛依市美尔佳商贸有限公司仓库，

1.2.3 选址合理性分析

本项目属于使用 II 类射线装置和使用 II 类放射源的核技术利用建设项目，参照《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》（HJ 10.1-2016）中对于报告表项目的评价范围的相关规定，确定本项目的评价范围为 50m。新建的 X 射线探伤室和放射源暂存库拟建设于公司新院址内的西南角，其实体边界外 50m 评价范围内为北侧紧邻公司实验楼、北侧为公司办公楼（46m），南侧为克拉玛依市美尔佳商贸有限公司仓库（44m），50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等区域。

根据表 11 中的理论计算，在采取辐射防护措施后，X 射线探伤室和放射源暂存库四周关注区域剂量率预测值小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，公众受照剂量小于 0.10mSv/a ，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，从辐射安全和防护角度分析，本项目选址是合理的。

1.3 原核技术利用许可情况

新疆正安检测科技有限公司于 2018 年 12 月 10 日取得了原自治区环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》，证书编号：新环辐证【00349】，许可种类范围：使用 II 类放射源；使用 II 类射线装置。有效期至：2023 年 12 月 09 日，（见附件二）。

公司现有 13 台 X 射线探伤装置于 2009 年完成了《新疆正安检测科技有限公司探伤机工作场所辐射环境影响评价报告表》，取得了《关于新疆正安检测科技有限公司探伤机工作场所辐射环境影响报告表的批复》（新环控建审【2009】43 号）；于 2014 年完成了《新疆正安检测科技有限公司探伤机工作场竣工辐射环境保护验收监测表》，取得了《关于新疆正安检测科技有限公司探伤机工作场竣工环保验收意见的函》（新环函[2014]1124 号）。

公司于 2016 年 8 月在位于克拉玛依市独山子区延安路 709 号的现办公场所院内建设一间放射源暂存库，用于存放伽马探伤机（3 枚 ^{192}Ir 和 2 枚 ^{75}Se 放射源），编制了《新疆正安检测科技有限公司新建放射源暂存库辐射环境影响报告表》，取得了《关于新疆正安检测科技有限公司新建放射源暂存库辐射环境影响报告表的批复》（新环函[2016]1076 号）；于 2016 年 9 月编制了《新疆正安检测科技有限公司 γ 探伤机应用及贮存项目竣工辐射环境保护验收监测表》，取得了《新疆正安检测科技有限公司 γ 探伤机应用及贮存项目竣工辐射环境保护验收意见的函》（新环函[2016]1381 号），（见附件三）。

表 1-2 本项目建设规模一览表

序号	放射源	活度	类别	数量	环评	验收
1	Ir-192	3.7E+12Bq (100Ci)	II	3枚	新环函 [2016]1076号	新环函 [2016]1381号
2	Se-75	3.7E+12Bq (100Ci)	II	2枚		
序号	射线装置	类型	类别	数量	环评	验收
1	X射线探伤机	XXG-3005	II	3	新环控建审 【2009】43号	新环函 [2014]1124号
2	X射线探伤机	XXG-2505	II	1		
3	X射线探伤机	XXG-2505L	II	7		
4	X射线探伤机	XXG-2505T	II	2		

1.4 原有核技术利用项目和本项目的依托关系

本项目 X 射线探伤室内的放射源暂存库是由原建设在克拉玛依市独山子区延安路 709 号的放射源暂存库搬迁至克拉玛依市独山子区湛江路以南，米泉路以西公司新院址内，原源库贮存 ¹⁹²Ir 放射源 3 枚、⁷⁵Se 放射源 2 枚，搬迁至新址后，为了公司发展的需求，拟新建的放射源暂存库设置 12 个源坑，源库搬迁后在原有项目的基础上增加 2 枚 ¹⁹²Ir 和 1 枚 ⁷⁵Se 放射源，并沿用原有项目的规章制度。同时对原放射源暂存库实施退役。

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

为加强辐射环境保护安全管理，新疆正安检测科技有限公司已成立辐射防护管理小组并配备专职辐射防护管理人员，明确职责，制定辐射事件应急处理措施。

(2) 辐射安全管理制度建立和执行情况

新疆正安检测科技有限公司已制定有一套管理制度和操作规程，包括《射线辐射安全防护管理制度》、《 γ 射线设备管理制度》、《射线现场探伤安全操作规程》、《射线探伤事故应急预案》、《辐射岗位职责》、《 γ 射线机设备检修和维护》、《辐射工作人员辐射安全培训制度》、《个人剂量和辐射环境监测方案》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《监测器表使用与校验管理制度》、《防止误操作防止工作人员和公众受意外照射的措施》等一系列规章制度，并严格按照规章制度执行，未发生过辐射安全事故。公司原有制度不够完善，经新疆正安检测科技有限公司同意由环评单位来对现有的规章制度进行补充和完善。

(3) 辐射工作人员持证上岗情况

新疆正安检测科技有限公司原有辐射工作人员 21 人，均取得了辐射安全与防护培训

合格证书（见附件六）。

（4）个人剂量监测情况

新疆正安检测科技有限公司 21 名辐射工作人员均配备有个人剂量计，2021 年度的个人剂量检测报告（见附件五）。公司辐射工作人员 2021 年度个人年累积受照剂量均未超过职业照射年剂量约束值 5mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值。

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，公司每季度对核技术利用建设项目辐射工作场所进行控制区和监督区的划分，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。

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
1	Ir-192	1.11E+13Bq/3.7E+12Bq×2 枚	II	使用	无损检测	现场探伤	放射源暂存库	本次新增
2	Se-75	7.4E+12Bq/3.7E+12Bq×1 枚	II	使用	无损检测	现场探伤	放射源暂存库	本次新增

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（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
1	X射线探伤装置	II类	3	XXG-3005	300	5	无损检测	探伤室	已许可
2	X射线探伤装置	II类	1	XXG-2505	250	5	无损检测	探伤室	已许可
3	X射线探伤装置	II类	7	XXG-2505L	250	5	无损检测	探伤室	已许可
4	X射线探伤装置	II类	2	XXG-2505T	250	5	无损检测	探伤室	已许可

(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	一次排放量(Bq)	年排放总量(Bq)	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废旧放射源	固体	Ir-192	/	/	/	/	暂存至放射源暂存库	由放射源厂家回收
废旧放射源	固体	Se-75	/	/	/	/	暂存至放射源暂存库	由放射源厂家回收
感光材料废物(废液)	液态	/	/	36kg	432kg	/	暂存于特定容器	由有资质的单位收集处理
感光材料废物(废胶片)	固体	/	/	14.4张	172.8张	/	暂存于特定容器	由有资质的单位收集处理

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

<p>法 规 文 件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 16 号）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置放射防护条例》（国务院令第 449 号，2019 年修改）；</p> <p>(6) 《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）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部第 20 号令，2021 年 1 月 4 日修正）；</p> <p>(8) 《放射源分类办法》，（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号）；</p> <p>(9) 《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告第 66 号，2017 年 12 月 6 日发布）；</p> <p>(10) 《关于进一步加强γ射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环境保护部办公函，环办函[2014]1293 号）；</p> <p>(11) 《关于γ射线探伤装置的辐射安全要求》（环保局文件环发[2007]8 号）；</p> <p>(12) 《关于全区实施高风险移动放射源在线监控管理工作的通知》（新环办发 363 号，2018 年）；</p> <p>(13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发[2006]145 号）；</p> <p>(14) 《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 日实施）。</p>
<p>技 术 标</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(4) 《密封源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）；</p> <p>(5) 《γ射线探伤机》（GBT14058-2008）；</p>

准	<p>(6) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）；</p> <p>(9) 《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）；</p> <p>(10) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(11) 《<工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范>(GBZ/T250-2014)第 1 号修改单》；</p> <p>(12) 《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》（试行）；</p> <p>(13) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013 年修订）。</p>
其他	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查报告》（1989 年）。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目属于使用 II 类射线装置和使用 II 类放射源的核技术利用建设项目，参照《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）中对于报告书项目的评价范围的相关规定，确定本项目的评价范围为 50m，评价范围详见图 7-1。

X 射线探伤室和放射源暂存库拟建设于公司新院址内的西南角，其实体边界外 50m 评价范围内为北侧紧邻公司实验楼、北侧为公司办公楼（46m），南侧为克拉玛依市美尔佳商贸有限公司仓库（44m），50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等区域。

7.2 保护目标

7.2.1 X 射线探伤室和放射源暂存库

结合本项目的评价范围，确定本评价项目中 X 射线探伤室和放射源暂存库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（包括非辐射工作人员）。

结合图 1-2、图 1-3 和图 7-1 可见，本项目 X 射线探伤室和放射源暂存库外 50m 范围内主要为新疆正安检测科技有限公司的辐射工作人员，实验楼、办公楼及周边公众。

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 X 射线探伤室和放射源暂存库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 X 射线探伤室和放射源暂存库附近的环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 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	影响人口	年有效剂量约束值
1	公司实验楼（2F）	北侧紧邻	15人（公众，偶然居留）	0.1mSv/a
2	公司办公楼（3F）	北侧46m	10人（公众，偶然居留）	0.1mSv/a
3	美尔佳商贸有限公司仓库	南侧44m	5人（公众，偶然居留）	0.1mSv/a
4	停车场	东北侧20m	25人（公众，偶然居留）	0.1mSv/a
5	操作室	探伤室内	2人（辐射工作人员，全居留）	5mSv/a

6	放射源暂存库	放射源暂存库内	2人(辐射工作人员,全居留)	5mSv/a
---	--------	---------	----------------	--------

7.2.2 γ 射线现场探伤

γ 射线现场探伤是在无实体边界的探伤现场使用 γ 射线探伤装置进行探伤,工作场所因不同委托单位而不同。结合本项目的评价范围以及项目对于控制区、监督区的要求;禁止任何人进入控制区,无关人员禁止进入监督区,本评价项目中评价范围内的保护目标主要是进行现场探伤工作的辐射工作人员以及监督区边界的公众(非辐射工作人员)。

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

(1) 防护与安全的最优化

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。

(2) 职业照射和公众照射的年剂量限值

①职业照射剂量限值

a) 连续 5 年的年平均有效剂量, 20mSv;

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv。

②公众照射剂量限值

a) 年有效剂量, 1mSv;

b) 特殊情况下,若 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。

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、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），探伤房墙和入口门外周围辐射剂量率和每周周围剂量当量应满足：

(1) 周剂量参考控制水平（H_c）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{c,d}$ ）：

A、对于职业工作人员，H_c ≤ 100μSv/周；对于公众 H_c ≤ 5μSv/周。

B、相应的导出剂量率参考控制水平（参数的意义和计算方法详见表10）：

$$\dot{H}_{c,d} = \frac{H_c}{t \times U \times T}$$

(2) 关注点最高剂量率参考控制水平：

$$\dot{H}_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv/h}$$

(3) X 射线探伤房墙和入口门的辐射屏蔽关注点周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 选取 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $\dot{H}_{c,max}$ 中的较小值。

(4) 探伤房上方已建、拟建建筑物或探伤房旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤房房顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤房顶外表面30cm处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平亦选取 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $\dot{H}_{c,max}$ 中的较小值。

3、《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）

4 γ射线探伤机的放射防护性能要求

4.1 源容器应符合 GB/T 14058-1993 中 5.3 的要求，照射容器周围空气比释动能率不超过表 7-2 中的数值。

表 7-2 照射容器周围空气比释动能率

探伤机类别与代号	距容器外表面不同距离处空气比释动能率控制值/mGy.h ⁻¹
----------	-------------------------------------------

		0cm	5cm	100cm
手提式	P	2	0.5	0.02
移动式	M	2	1	0.05
固定式	F	2	1	0.1

4.2 使用贫化铀做源容器屏蔽材料时,对来自屏蔽材料本身的 β 射线的防护应符合 GB/T14058-1993 的要求。

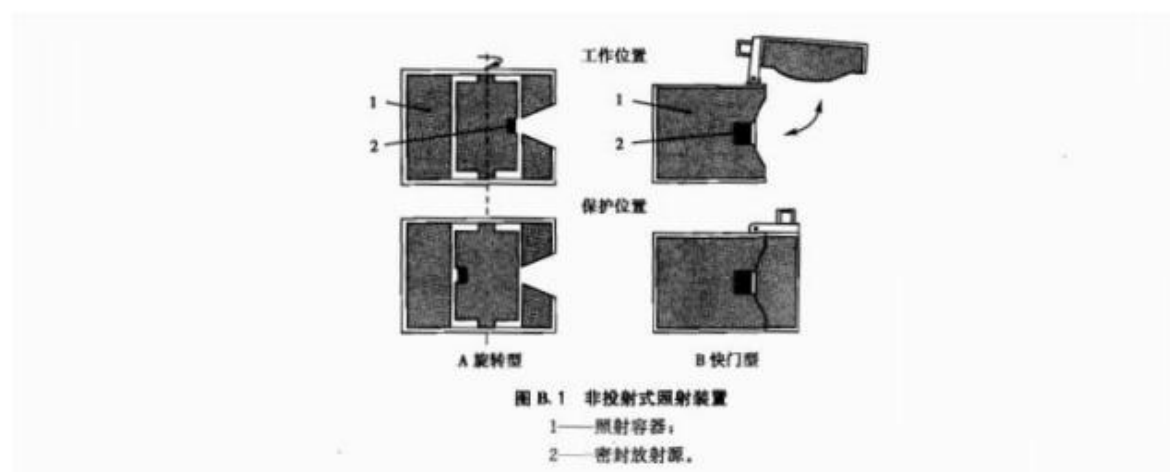
4.3 γ 射线探伤机的源容器及其中的密封源应有符合 GB/T14058-1993 中 8.1.1、8.1.2 要求的标志。

4.4 γ 射线探伤机的安全锁、联锁装置、源的位置指示等安全装置的性能按 GB/T14058-1993 中 5.4 的要求。

4.5 用电动控制放射源传输的 γ 射线探伤机应具有与探伤机房门的开关状态联锁的接口。

4.6 源托的安全性应符合 GB/T 14058-1993 中 5.5 的要求。

4.7 在满足探伤工作的情况下,放射源传输控制缆和导向缆的长度应该尽可能使操作者与放射源之间的距离最大,每次照相后,放射源应能迅速返回源屏蔽的位置。装置快门形见图 7-2。



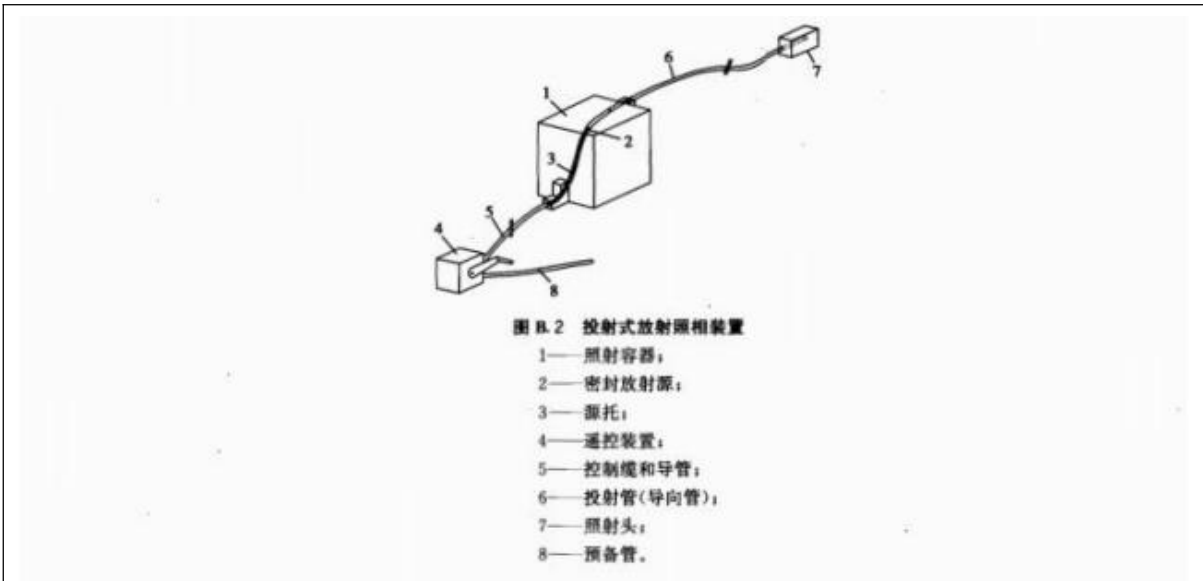


图 7-2 探伤机快门形式示意图

5 γ 射线探伤的通用防护要求

5.1 应使用为 γ 探伤设计的专门设备，探伤人员应全面熟悉所用设备，以及操作方法和潜在的问题。

5.2 所用放射源的核素和活度应优化选择，在保证工作人员的剂量符合“合理达到尽可能低的水平”原则（ALARA）的同时，获得足够的诊断信息，应采用先进的成像技术如影像增强屏或快速片屏组合。

5.3 探伤作业人员应佩戴符合审管部门要求的个人剂量计（包括热释光或 TLD 剂量计和直读式剂量计），每一个工作小组应至少配备一台具有检验源的便携式剂量仪，并配备能在现场环境条件下被听见、看见或产生震动信号的个人报警剂量仪。

5.4 探伤作业之前，应对探伤机做如下的检查：a) 检查源容器和源传输管的照射末端是否损伤、磨损或者有污物；b) 检查螺母和螺丝的紧密程度、螺纹和弹簧是否有损伤；c) 确认放射源锁紧装置工作正常；d) 检查控制软轴末端是否有磨损、损坏（磨损标准由厂家提供），与控制导管是否有效连接；e) 检查输源导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结；f) 检查源容器和源导管是否连接牢固；g) 检查警告标签和源的标注内容是否清晰；h) 测量紧靠源容器表面的空气比释动能率是否符合标准要求，并确认放射源处于屏蔽状态。如发现以上情况与正常状态不一致，应在更换或维修设备后投入使用。

5.5 工作完毕离开现场前，探伤人员应对探伤装置进行目测检查，确认设备没有被损坏。应用可靠的放射检测仪器对探伤机进行检测确认放射源回到源容器的屏蔽位

置。

7 移动式探伤的附加要求

7.1 现场探伤作业应使用合适的准直器并充分考虑 γ 射线探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。

7.2 探伤作业开始前应备齐下列防护相关物品，并使其处于正常状态：a)便携式放射检测仪和个人剂量计、剂量报警仪；b)导向管、控制缆和遥控；c)准直器和局部屏蔽；d)现场探伤屏蔽物；e)紧急提示和信号；f)应急箱，包括放射源的远距离处理工具；g)其他辅助设备，例如：夹钳和定位辅助设施。

7.3 进行探伤作业前应先在工作场所划为控制区和监督区。

7.3.1 控制区边界外空气比释动能率应低于 $15\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

7.3.2 在控制区边界上用现存的结构如墙、暂时的屏障或绳索、带子制作的警戒线等围住控制区。

7.3.3 在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入放射工作场所”标牌。

7.3.4 探伤作业期间安排人员对控制区边界进行巡逻，未经许可人员不得进入边界内。

7.3.5 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行监测，尤其是探伤的位置在此方向或者辐射束的方向发生改变时，如有必要可调整控制区的边界。

7.3.6 监督区位于控制区外，允许与探伤相关的人员在此区活动，培训人员或探访者也可进入该区域。其外边界空气比释动能率应不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ，边界外应有电离辐射警告标志标牌，公众不得进入该区域。

7.4 控制放射源传输的地点应尽可能设置于控制区外，同时应保证操作人员之间有效的交流。

8 放射源的安全

8.1 放射源的选用和退役

8.1.1 按照 GB 4075 选定密封源的级别。对于工业 γ 探伤，无保护的密封源为 43515 级、装置中源为 43313 级。

8.1.2 退役或不用的放射源按照事先达成的协议退还给设备制造商或者其他经授权的废物管理单位进行处置，并有详细的记录归档保存。核对一下标准内容。

8.2 放射源的储存和领用

8.2.1 探伤使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤装置）的储存库。储存库应为单独的建筑，不能和爆炸物品、腐蚀性物品一起存放。储存库的相应位置设立电离辐射警告标志。源容器出入源库时应进行监测并有详细记录。

8.2.2 工作间歇临时储存含源源容器或放射源、控制源，应在专用的储存设施内贮存。放射源储存设施应能做到：

a) 严格限制对周围人员的照射、防止放射源被盗或者损坏，并能防止非授权人员采取任何损伤自己或者公众的行动，储存设施外应有警告提示；

b) 应能在常规环境下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；

c) 如期外表面能接近公众，其屏蔽设施应能使设施外表面的空气比释动能率小于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 或者审管部门批准的水平；

d) 门应保持在锁紧的状态，钥匙仅由授权人员掌管；

e) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。

8.2.3 储存要求按国家有关规定执行。

8.2.4 探伤使用单位应设立放射源管理组织，制定领用及交还制度，建立放射源领用台账，明确放射源的流向，并有专人负责。

8.2.5 领用含放射源的源容器或照射容器或连同源与容器的探伤装置时，进行放射性水平测量，确认放射源在源容器或照射容器内，工作完毕交还时，在进行放射水平的测量，确认放射源在其中，并将放射源及其容器放回储存坑存放。装置的领用和交还都应有详细的登记。

8.3 放射源和照射装置的运输和移动

8.3.1 放射源的货运运输按照 GB11806 有关规定执行，应满足 A 类与 B 类运输包要求。

8.3.2 在公路上运送照射装置时，司机和车辆应符合国家和国际对其有关的要求。

8.3.3 照射装置应置于储存设施内运输，只有在合适的容器内正确锁紧并去除钥匙后方能移动。

9 γ 射线装置的维修保养和换源

9.1 定期对 γ 探伤装置中涉及的部件进行检查维护，发现问题及时维修。

9.2 维修 γ 探伤装置时，应将放射源倒入换源器后进行。

9.3 应经常对 γ 探伤装置的控制组件包括遥柄、输源导管进行润滑擦洗，齿轮应经常添加润滑剂，经常对输源管接头进行擦洗，避免灰尘和砂粒。

9.4 放射源的更换应该在控制区内，由授权人员进行。

10 事故应急要求

10.1 γ 探伤应用单位应成立应急组织，并明确参与应急准备与相应的每个人、小组或组织的角色和责任。

10.2 γ 探伤应用单位应制定出合适的应急预案及其中必要的应急程序，应急预案和应急程序应简单、容易理解且尽可能减少源对附近人员的照射。应指明需要采取的应急行动及其主要特征和必须物品。

10.3 应急程序中应确定参与应急相应的人员，如辐射防护负责人、监管机构、临床医生、制造商、应急服务组织、合格专家和其他人员，并包括其姓名、电话号码等必要信息。

10.4 应制定应急计划培训、演习计划，定期对人员进行培训和演习，提高执行应急程序的能力。

10.5 γ 探伤应用单位应保证对外联络畅通，以确保与公安、消防和医学救治部门的联络。

11 放射防护监测要求

11.3 探伤机防护性能常规检验

11.3.1 检验方法及结果评定 γ 射线探伤机防护性能的常规检验方法按 GB/T14058-1993 的要求进行，结果评定按照本标准 4.1 的要求。

11.3.2 检验周期使用单位应经常对安全装置的性能进行检测，并委托有资质的机构每年对 γ 探伤机进行一次常规检验。

4、《关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求》（环保总局文件环发（2007）8号）

三、使用探伤装置单位的要求：

- （一）至少有 1 名以上专职人员负责辐射安全管理工作。
- （二）从事移动探伤事业的，应拥有 5 台以上的探伤装置。
- （三）每台探伤装置须配备 2 名以上操作人员，操作人员应参加辐射安全与防护培训，并考核合格。
- （四）必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。

(五) 探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的探伤装置。

(六) 明确 2 名以上工作人员专职负责放射源库的保管工作。放射源库设置红外和监视器等保安设施，源库门应为双人双锁。

(七) 制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度。定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时应有 2 人在场，核实记录应妥善保存，并建立管理档案。

(八) 每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。并做好记录。严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。

(九) 探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备一台个人剂量报警仪（带剂量显示功能）和个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。

(十) 每次探伤工作前，操作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能。

(十一) 探伤装置必须专车运输，专人押运。押运人员须全程监护探伤装置。

(十二) 室外作业时，应设定控制区，并设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守，监测控制区的辐射剂量水平。

(十三) 作业结束后，必须用辐射剂量监测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由检测人员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。

(十五) 更换放射源时，探伤装置使用单位应向所在地省级环境保护主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。探伤装置使用单位、放射源生产单位应当在转让活动完成之日起 20 日内，分别将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级环境保护主管部门备案。

(十六) 发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，立即向使用地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

5、《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生标准》（GBZ 114-2016）

9.6 密封源运输的放射防护要求：密封源运输的放射防护要求：距其外表面任意一点的空气比释动能率不超过 2mGy/h，外表面 2m 处任一点的空气比释动能率不能

超过 0.1mGy/h。

6、《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环境保护部办公厅，环办函[2014]1293 号）

一、各 γ 射线移动探伤装置使用单位应加强从业人员管理，按照法规要求做好人员培训工作，严禁无证人员操作探伤装置。

二、 γ 射线移动探伤作业时应配备现场安全员，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。现场安全员应接受与操作人员等同的辐射安全培训。

三、 γ 射线移动探伤室外作业时（应急探伤作业除外），应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于 2 平方米，公示信息应采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要（具备防水、防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。

四、各 γ 射线移动探伤装置使用单位应明确并牢记辐射安全主体责任，及时履行环保手续，加强企业自身的辐射安全管理，强化辐射工作人员的法律法规学习，培植单位的核安全文化，防止事故发生。

五、各 γ 射线移动探伤装置生产单位应对探伤装置的设计进行持续改进，提升装置的固有安全性，避免人为违规操作导致安全事故发生。

六、各地应强化对 γ 射线移动探伤装置生产、销售、使用单位的监督管理，加大监督检查力度，及时处理公众举报，对违规操作零容忍，对弄虚作假零容忍，对违法行为从严查处。

七、各地应强化对 γ 射线移动探伤异地使用备案的管理，在 γ 射线移动探伤异地首次作业时，作业现场所在地承担监管职责的环保部门应进行现场检查，核实相关信息，督促企业做好辐射安全工作，消除安全隐患。

7、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013 年修订）

危险废物贮存要求：

4.4 除 4.3 规定外，必须将危险废物装入容器内。

4.7 装载液体、半固体危险废物的容器内须留足够空间，容器顶部与液体表面之间保留 100 毫米以上的空间。

4.9 盛装危险废物的容器上必须粘贴符合本标准附录 A 所示的标签。

5.1 应当使用符合标准的容器盛装危险废物。

5.2 装载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求。

5.3 装载危险废物的容器必须完好无损。

8、《放射物品安全运输规程》（GB11806-2019）

4 一般要求

4.1 辐射防护

4.1.1 人员所受剂量应低于 GB18871 规定的剂量限值。防护应是最优化的，即在考虑了经济和社会因素之后，在个人所受剂量低于剂量约束值的条件下，个人剂量的大小、受照射人数以及引起照射的可能性保持在可合理达到的尽量低的水平。应从组织结构和系统上采取措施，并考虑运输与其他活动之间的关系。

4.1.2 托运人应制定辐射防护大纲。该大纲拟采取的措施应与辐射照射的大小和受照可能性相适应。该大纲应体现应急响应要求，还应体现 4.1.1、4.1.3、4.7.1 和 8.4.1.1 的要求。该大纲的文本应随时可供有关政府部门检查。

4.1.3 对运输活动产生的职业照射：a)一年中有效剂量始终不可能超过 1mSv 时，不必采用特殊的工作方式，也不必细致监测、制定剂量评定计划和保存个人记录；b)当一年中有效剂量预计可能处于 1mSv~6mSv 之间时，应尽可能进行个人剂量监测。28 应对这类人员的职业受照情况进行评价，这种评价应以个人监测或工作场所监测的结果为基础；c)当一年中有效剂量预计可能超过 6mSv 时，应进行个人剂量监测和评价。在进行个人监测或工作场所监测时，应保存相关的记录。

5.3 辐射水平限值 5.3.1 货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 2mSv/h，满足下列任何一项情况除外：a)按独家使用方式通过铁路或公路运输的货包或集合包装，在满足下述条件下时可超过 2mSv/h，但不可超过 10mSv/h：1) 车辆采取实体防护措施防止未经授权的人员在常规运输条件下接近托运货物；2)对货包或集合包装采取了固定措施，在常规运输条件下它们在车辆内的位置能够保持不变；3)运输期间，无任何装载或卸载作业。

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

8.4 运输和途中贮存的要求

8.4.1 运输期间和途中贮存期间的隔离

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

经常处于作业区内的工作人员隔离，确保工作人员所受剂量不超过 5mSv/a。计算隔离距离时应使用保守模型和参数：

b)与公众经常出入的区域内的公众隔离，确保公众所受剂量小于 1mSv/a。计算隔离距离时应使用保守模型和参数；

c)与未显影的照相胶片隔离，确定隔离距离的依据是：每批托运未显影照相胶片在与放射性物品运输期间受到的总辐射照射小于 0.1mSv；

d)按照有关规定，与其他危险货物隔离。8.4.2 运输期间和途中贮存期间的堆放

8.4.2.1 应妥善堆放托运货物。

8.4.2.3 应按下述要求控制货物集装箱的装载及货包、集合包装和货物集装箱的存放：

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，在距运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 0.1mSv/h，车辆周围的辐射水平应低于 8.4.8.3b)和 c)的限值，按独家使用方式运输的托运货物除外；

8.4.8.3 对按独家使用方式运输的托运货物，应满足下列要求：

货包或集合包装外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h，仅在满足下述条件下才可超过 2mSv/h，但不可超过 10mSv/h：

1) 车辆应采取实体防护措施防止未经批准的人员在常规运输条件下接近托运货物；

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

3)运输期间，无任何装载或卸载作业。c)在距由车辆外侧面延伸的铅直平面 2m 处的任一点的辐射水平，或者就敞式车辆而言，在距由车辆外缘延伸的铅直平面 2m 处的任一点的辐射水平，均不得超过 0.1mSv/h。

9、《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》（试行）

3.11 通风

3.11.1 通风设计原则

放射性废物库的通风设计原则如下：

- (1)通风设计应确保气流组织由放射性水平低的区域流向放射性水平高的区域；
- (2)从事开放性操作的区域（如密封箱室内）和在正常条件下有可能受放射性污染的区域（如贮存镭源的贮存坑和废物处理操作间）应单独设立通风系统，以免交叉污染；
- (3)应根据场址气候条件决定是否设置机械进风。对沙尘较多的地区应设置有效的进风过滤系统，防止室外的沙尘进入，抑制放射性污染扩散；
- (4)应采取措施保持特定区域（如密封箱室）内在运行和停运工况下的适当负压，以防放射性气载物泄漏和扩散；
- (5)向环境排放放射性物质应满足相关法规、标准和审管部门规定的要求；
- (6)除上述要求外，采暖通风与空调系统的设计应符合 EJ/T1108、GBJ19 和相关规范的规定。

3.11.2 通风换气次数

通风换气次数如表 1。

表 1 通风换气次数表

工作区	换气次数	负压Pa
非放工作区	约2次/时，或自然通风	常压
废物贮存车间	约2次/时	约20
排风机房	约4次/时	约30
废物处理车间	约5次/时	约50
工作箱	不小于5次/时	200~300

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

新疆正安检测科技有限公司新建院址位于克拉玛依市独山子区湛江路以南，米泉路以西，院址中心点坐标经度：84° 51' 16"，纬度：44° 20' 10"，在院址西南角新建一间 X 射线探伤室，同时在新建 X 射线探伤室的西南侧新建一座用于贮存伽马探伤机（¹⁹²Ir 和 ⁷⁵Se 放射源）的放射源暂存库。新建 X 射线探伤室北侧紧邻公司实验楼、北侧距公司办公楼约 46m，东北侧距停车场约 20m，南侧距克拉玛依市美尔佳商贸有限公司仓库约 44m。

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本项目 X 射线探伤室周围环境的辐射水平进行了环境本底检测，检测报告（见附件四）。

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

拟建 X 射线探伤室、放射源暂存库及周围环境辐射水平本底监测。

8.2.2 监测因子

γ周围剂量当量率。

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、监测日期：2022 年 5 月 24 日
- 3、监测方式：现场监测
- 4、监测依据：《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）
《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021
- 5、天气环境条件：天气：晴；温度：29℃；相对湿度：25%。
- 6、监测报告编号：ZJHA2022033 号
- 7、监测设备：仪器名称：AT1121 型 ATOMTEX 辐射仪
仪器编号：44362
检定证书编号：校准字第 202105005133 号
检定有效期：2021.05.25-2022.05.24

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、监测方法采用国家有关部门颁发的标准，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、后检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验；
- 5、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- 6、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

拟建项目周围辐射环境现状监测结果见表 8-1。

表 8-1 辐射环境现状监测布点及结果一览表

序号	测点位置描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	拟建项目处	0.09	室外
2	拟建项目东侧67m(拟建宿舍楼)处	0.10	室外
3	拟建项目北侧(拟建实验楼)处	0.10	室外
4	拟建项目北侧46m(拟建办公楼)处	0.09	室外
5	距拟建项目东北偏东115m(廉租房换热站)处	0.09	室外
6	距拟建项目东北偏北125m(克拉玛依市独山子区慧丰粮油贸易有限责任公司)处	0.10	室外
7	距拟建项目西北偏北115m(惠园小区)处	0.10	室外
8	距拟建项目西侧70m(克拉玛依市独山子区盛美健食品有限公司)处	0.10	室外
9	距拟建项目南侧44m(克拉玛依市美尔佳商贸有限公司仓库)处	0.10	室外

注：测量结果未扣除仪器宇宙射线响应值

8.3.2 辐射环境现状监测布点

拟建项目周围辐射环境现状监测布点见图 8-1。

8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，拟建项目四周及周围敏感点 γ 周围剂量当量率水平为 0.09~0.10 $\mu\text{Sv/h}$ ，由《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查报告》可知，克拉玛依市室外天然贯穿辐射剂量率为 0.07~0.11 $\mu\text{Sv/h}$ 。

综上所述，拟建项目及其四周的 γ 辐射周围剂量当量率属于当地本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 X 射线探伤机的工作原理

9.1.1.1 X 射线产生原理

X 射线探伤装置是利用 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，来发现其中缺陷的一种无损探伤方法。X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷，例如焊缝中的气孔、夹渣、未焊透等体积性缺陷。X 射线由 X 射线管产生，X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 9-1 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为韧致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方，X 射线的剂量则正比于管电流和时间。

9.1.1.2 设备组成和工作方式

本项目使用的丹东中意电子有限公司的 X 射线探伤装置属于便携式 X 射线机，便携式 X 射线探伤装置主要由 X 射线发生器、控制箱、低压连接电源三部分组成。本项目拟使用的 X 射线探伤装置属于定向式探伤装置，该探伤装置采用阳极靶平面与电子束呈 45° 角，产生的 X 射线束为固定单方向照射，射线张角约 35° ，呈圆锥形，定向机构造图如图 9-2 所示。

X 射线探伤装置的工作原理是根据被检工件与其内部缺陷介质对射线能量衰减程度的不同，使得射线透过工件后的强度不同，使缺陷能在底片上显示出来的方法。如图 9-3 所示，从 X 射线机发射出来的 X 射线透过工件时，由于缺陷内部介质对射线的控制面吸收能力和周围完好部位不一样，因而透过缺陷部位的射线强度不同于周围完好部位。把胶片放在工件适当位置，在感光胶片上，有缺陷部位和无缺陷部位将接受不同的射线曝光。再经过暗室处理后，得到底片。然后把底片放

在观片灯上就可以明显观察到缺陷处和无缺陷处具有不同的黑度,评片人员据此可以判断工件内部缺陷等情况。

9.1.1.3 工艺流程和产污环节

工艺流程本项目是在射线探伤室内进行 X 射线无损探伤, 工艺流程和产污环节见图 9-4。

训机流程: 本项目的 X 射线探伤装置除在工作状态会发出 X 射线外, 在训机时也会发出 X 射线, 训机流程如下: 若探伤装置初次使用或长时间不用时需要先进行训机, 训机在射线探伤室内进行, 人员在操作室内控制探伤装置。探伤装置控制系统根据记忆的管头停用时间判断是否需要自动训机, 停用不到 24 小时不进行自动训机, 系统自动进入参数设定装态, 停用 24 小时以上、120 小时以下进行短训机, 超过 120 小时进行长训机。本项目拟使用探伤装置设有自动训机程序, 在对 X 射线探伤装置进行自检后进行训机。系统判断管头停用超过 24 小时, 则系统将自动进行强制性训机状态, 语音提示训机开始”, 训机 kV 值从最低到最高值。整个训机过程均在射线探伤室内进行, 训练指示灯常亮, 防护门关闭, 声光警示灯闪动。待训机指示灯熄灭, 设备发出特定蜂提示声音后, 训机结束, 设备进入工作待命状态。

产污环节分析结合本项目的工作方式和操作流程, 可分析得出本项目的产污环节、污染源、污染途径、受本项目污染源影响的主要人群, 见表 9-1。

表 9-1 产污环节分析一览表

产污环节	训机	开机曝光	冲洗胶片
污染源	X射线、氮氧化物和臭氧		感光材料废物
污染途径	外照射、污染空气		污染水体、土壤
受本项目污染源影响的主要人群	探伤操作人员(辐射工作人员)及周围作业的工人(公众)		项目周边厂区人员

9.1.2 γ 射线探伤机的工作原理

γ 射线探伤机是利用 γ 射线穿透不同密度的物质时, 射线因被吸收而减弱, 焊接金属密度较大, 吸收射线的能力较强, 透过的射线相对较少, 而焊接金属中夹杂的缺陷如: 气孔、夹渣、未焊透部位等密度较小, 吸收射线的能力较弱, 透过的射线相对较多, 因此通过探测射线透过物质后, 其强度的变化来检测物质内部有无缺陷。

γ 射线穿透工件焊缝后，直接在感光胶片上感光，感光胶片上直接记录射线穿透工件后射线强度的变化。胶片经处理即可得到不同黑度的底片，底片上射线照射墙的部位感光多，黑度较大，反之黑度较小，通过观察底片上影像的形状及黑度的变化，即可达到工件内部缺陷进行评定的目的。

9.1.2.1 设备及其结构

γ 射线探伤机按容器的可移动性分为三类，即 P 类（手提式）、M 类（移动式）和 F 类（固定式）。本项目单位使用的 γ 射线探伤机属于 P 类（手提式），使用 ^{192}Ir 和 ^{75}Se 两种放射源，设备技术参数见表 9-2，其构造见图 9-5。

表 9-2 工业 γ 射线探伤机技术参数一览表

放射源	放射源活度 (Bq)	输源管长度 (m)	控制机构导管长度	距离5cm处的辐射最大照射率 (mGy)	距离1m处的辐射最大照射率 (mGy)
^{192}Ir	3.7×10^{12}	6.3	10	0.5R, 换算为4.38mGy	0.002R, 换算0.01752
^{75}Se	3.7×10^{12}	6.3	10	0.5R, 换算为4.38mGy	0.002R, 换算0.01752

注：表中R为伦琴,伦琴与毫格瑞的换算系数为8.76。

γ 射线探伤机由工作容器、挠性源导管、遥控器和其他附件组成。工作容器由贫铀屏蔽体、快门、源辫子及锁定装置、放射源、连接器、保护盖等组成。不工作时，工作容器关闭，放射源被定位在源通道内被充分屏蔽。工作时，转动快门环操作偏心轮，使偏心轮中的曝光通道和源通道对直。用快速接头把源导管和工作容器连接起来。源导管的另一端部构成照射头，定位移出工作容器的放射源。操作遥控器使放射源移出工作容器，通过源导管进入工作位置进行曝光探伤检测。工作结束后，操作遥控器将放射源返回工作容器内。

γ 射线探伤机中的放射源是产生 γ 射线的源项，公司使用放射源为 ^{192}Ir 和 ^{75}Se ，放射源的相关技术参数及其放射源的核素特性见表 9-3。

表 9-3 放射性核素特性一览表

放射源名称	半衰期	射线能量	空气比释动能率常数 ($\text{m}^2 \cdot \text{Gy} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)	放射源活度 (Bq)	一般探伤厚度 (mm)
^{192}Ir	74d	400KeV	3.08×10^{-17}	3.7×10^{12}	10-100(钢)
^{75}Se	120d	217KeV	1.32×10^{-17}	3.7×10^{12}	10-40(钢)

9.1.2.2 工作流程

γ 射线探伤机主要是利用放射源 ($^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$) 发射的 γ 射线对金属设备部件进行曝光拍片，通过读片判断设备的质量。工业 γ 射线探伤机在工作过程中，通过放射源产生的 γ 射线对受检工件进行照射，当射线穿过裂缝时衰减明显减少，胶片接受

的辐射增大，根据曝光强度的差异判断工件焊接的质量。

在进行探伤作业时探伤机和放射源应贮存在源库相应的位置，发射的 γ 射线通过探伤机自身的贫铀结构屏蔽和防护。放射源退役和换源由 γ 探伤设备生产单位负责。探伤作业的工作流程如下：

（1）制定检测方案和检测计划

公司接受委托后，由技术人员确认探伤部件材料、种类和厚度等信息，之后派专人对现场进行勘察，并和委托方商定检测时间。现场勘察人员考察内容包括评估工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间是否高空作业、作业空间等。现场人员根据现场情况，作出检测计划和检测方案。检测计划中包含检测时间，工作时长，工作质量和负责现场探伤人员。

检测方案中会根据现场情况及公司工作安排选定检测探伤设备型号和数量，并给出如曝光时长，射线装置摆放位置，胶片类型，焦距等信息，并制定现场任务单，将任务单交给现场探伤人员。

（2）出库

根据公司提供的信息，现场探伤时间为晚上 22：00~早上 8：00，为了便于管理，公司拟根据实际情况，每天自行安排时间进行放射源出库。出库流程如下：

①探伤物料准备：将当天所需所有的探伤物料准备齐全，并进行装车；

②将含源探伤机专用运输车停至源库门前，取探伤机人员随同源库管理人员进行台账登记，源库管理人员告知探伤人员 γ 射线探伤机所在位置和编码；

③两名源库管理人员随同取源人员一起至源库，源库管理人员至源库内部取探伤机；

④探伤机取出后，源库管理人员使用源库专用辐射检测仪对源容器表面剂量率进行检测，确认源在容器中，即可装车。

⑤同时源库管理人员在台账上记录检测结果，取源人员装车完毕后需要签字确认。在取探伤机过程中，应尽量减少在源库内的时间，增加取探伤机人员与探伤机距离，从而有效保证人员受照剂量控制在合理范围内。

（3）运输

运输过程中，公司拟派安全员跟车。将探伤机稳定、安全地放置在车内专用的箱内固定好。运输全程辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量警报仪。运输到现

场探伤的场所后，拟在卸车后对源容器表面辐射剂量率和车内辐射剂量率进行监测，避免在运输过程中，源从容器脱落。

(4) 现场探伤

到达现场探伤工作场所后，现场探伤时以探伤机为中心划分控制区和监督区，并在监督区边界上设立警戒线、警示牌、安全信息公示牌等安全措施，必要时设专人警戒。具体操作步骤如下：

①探伤作业前，提前对探伤现场进行人员清场，确保周边无人员，辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并将辐射检测仪开机；

②将放射源使用输源管输入 γ 射线探伤机内，然后按照理论估算结果进行控制区和监督区的划分，并在监督区边界上设立警戒线、警示牌、安全信息公示牌等安全措施，必要时应设专人警戒。辐射工作人员配备个人剂量计，个人剂量报警仪、并打开辐射检测仪；

③在探伤之前，根据要求，算出照射距离及照射时间，确定照射源的位置。摆放探伤设备，在工件上放好胶片；

④除开机人员外，其他工作人员撤离控制区；

⑤开机人员确认场内无人之后，连接输源管端部三角架固定安放到确定的照射处，确认控制部件、行程记录仪、输源管及各个连接口无异常，摇动手摇曲柄，监视行程记录仪，将放射源从工作容器遥控送到照射位置，离开操作位退出至监督区，同时记录照射时间；

⑥另外一名工作人员在源摇出后，使用辐射检测仪由监督区外边界进行巡测，巡测过程中，设备操作人员应配合进行巡测找到 $15\mu\text{Sv/h}$ 和 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的位置，再次设定控制区和监督区，并进行记录，如果现场探伤位置不改变时，则无需重新划定监督区和控制区，但每次检测时，均需进行定点测定剂量率，确认定点位置满足要求；

⑦探伤结束后，工作人员携带辐射检测仪回到操作位，将源摇回源容器内。使用探测器检测源容器表面剂量率，确认源已摇回探伤装置工作容器；

⑧使用辐射检测仪对现场进行监测，再次确认放射源已经摇回源容器中，工作人员进入控制区收完设备后，撤销警戒，并由检测人员在记录上签字；

⑨工作结束后，辐射工作人员在 γ 射线装置装入运输车辆后使用探测器检测 γ

射线装置表面剂量率，确认源在容器中后运输回源库；

如需在同一个位置进行探伤，则重复 5-7 步，直到所有部件检测完毕。每次检测结束均需要确认源已收回源容器，才可进行下一次检测流程。如需更换现场探伤位置，则执行 1-7 步，重新划定控制区和监督区。

(5) 入库

放射源运输回公司后，需要将含源探伤机入库。在库房门口，探伤人员将设备交还给源库管理人员，入库前需源库管理人员使用源库专用辐射检测仪监测源表面剂量率，确认源在源容器后，才可进行入库。入库后需要入库人和源库管理人员签名确认。

9.2 污染源项分析

9.2.1 X 射线污染源项分析

1、污染源项描述

(1) 辐射源

①正常工况

该项目的主要污染因子是 X 射线。在正常工况下，探伤过程中产生的射线可以得到 X 射线探伤室的有效屏蔽，但由于 X 射线的直射、漏射及散射，可能有衰减后的射线对室外的辐射工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

X 射线照射会使射线探伤室内空气电离而产生少量臭氧，如果不做处理会使射线探伤室内空气中的臭氧含量增加，吸入过量的臭氧会对人体健康产生一定危害。

②事故工况

本项目在事故工况下可能造成的辐射影响包括以下几点：

A.防护门安全联锁装置发生故障，训机或探伤期间有不知情的人员误入 X 射线探伤室引起误照射；

B.防护门安全联锁发生故障，训机或探伤工作结束后，X 射线没有关闭，工作人员误入 X 射线探伤室而受照射；

C.工作人员配合失误，有工作人员还在 X 射线探伤室的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在 X 射线探伤室内的工作人员被误照射；

2、源强分析和参数

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，本项目拟使用的探伤装置未获得厂家给出的输出量，因此选取相应 kV 值下较大的输出量作为本项目的源强参数见表 9-4。

表 9-4 源强参数

型号	XXG-3005	XXG-2505	XXG2505L	XXG2505T
最大管电压	300kV	250kV	250kV	250kV
最大管电流	5mA	5mA	5mA	5mA
距辐射源点（靶点）1m处 输出量	16.5mGy·m ² / (mA·min)	11.3mGy·m ² / (mA·min)	11.3mGy·m ² / (mA·min)	11.3mGy·m ² / (mA·min)
散射线最高能量相应的 kV值	200kV	200kV	200kV	200kV
散射线在距辐射源点1m 处输出量	28.7mGy·m ² / (mA·min)	28.7mGy·m ² / (mA·min)	28.7mGy·m ² / (mA·min)	28.7mGy·m ² / (mA·min)
距靶点1m处X射线管组 装体的泄漏辐射剂量率	2.5×10 ³	2.5×10 ³	2.5×10 ³	2.5×10 ³

9.2.2γ射线污染源项分析

1、正常工况

①γ射线

本项目源库贮存的两种放射源 ¹⁹²Ir 和 ⁷⁵Se 探伤机均为手提式，根据《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008），手提式探伤机的表面辐射水平控制值如表 9-5 所示。

表 9-5 γ 射线探伤机周围空气比释动能率控制值

探伤机类型	距容器外表面不同距离处空气比释动能率控制值（mGy/h）		
	0cm	5cm	100cm
手提式探伤机（P）	2	0.5	0.02

γ射线探伤在储存过程中，会产生γ射线对外部的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为γ射线外照射。两种核素特性见表 9-6。

表 9-6 放射性核素特性一览

核素名称	半衰期	衰变类型	主要污染因子
¹⁹² Ir	74d	β衰变	γ射线0.07MeV-0.612MeV（平均能量约0.35MeV）
⁷⁵ Se	120d	EC	γ射线0.20MeV-0.405MeV（平均能量约0.30MeV）

②臭氧和氮氧化物

放射源在放射源暂存库存贮时，使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物。

③废弃放射源

由于放射源自身衰变，当放射源的放射性活度衰变至无法继续满足工业探伤的使用要求时，会产生废弃放射源。该源虽然不能满足 γ 探伤的使用要求，但还是具有一定的放射性，会产生 γ 射线对周围环境造成影响。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）使用 I 类、II 类、III 类放射源的单位应当在放射源闲置或废弃后的三个月内，按照废旧放射源放回协议规定，将废旧放射源交回生产单位或者原出口方。确实无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交具备相应资质的放射性废物集中贮存单位贮存。

2、事故工况

①对放射源暂存库的管理不到位，无关人员误入储存放射源的源库而受到不必要的外照射；

②放射源丢失或被盗，造成放射源丢失事故，屏蔽罐可能被打开，对公众产生外照射，如果源物质被破碎，则会造成局部环境的放射性污染；

③ γ 射线探伤装置搬运过程中，由于撞击（如跌落等）导致屏蔽罐破裂和源活性物质裸露，使工作人员或公众受到辐射照射，进一步可能造成放射性污染；

④收源工作未按照相关程序进行，未使用辐射剂量率仪对放射源罐进行检测，导致未及时发现源从探伤机内脱落，造成工作人员收到辐射照射；

新疆正安检测科技有限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。

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

本项目 X 射线探伤室和放射源暂存库位于拟建院区的西南侧，X 射线探伤室长 8.8m，宽 7.5m，高度为 3.1m，控制室入口处设置有迷道，操作间位于探伤室北侧；放射源暂存库位于 X 射线探伤室内，长 5.3m，宽 2.3m，高度为 3.1m，设有源坑 12 个，用于贮存放射源，每个源坑直径 0.5m，深度 0.6m。X 射线探伤室和放射源暂存库的平面图及剖面图见图 10-1 所示。

10.1.2 辐射工作场所的分区管理

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。

10.1.2.1 X 射线探伤室和放射源暂存库的分区管理

参考《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）和《工业 γ 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ132-2008）的规定：一般将 X 射线探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区；将放射源暂存库墙壁围成的区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。新疆正安检测科技有限责任公司拟将 X 射线探伤室和放射源暂存库内部全部划分为控制区，将 X 射线探伤室北侧的操作间、东侧、南侧和门外 2m 处以及放射源暂存库西侧、南侧墙体外划分为监督区。放射源暂存库的控制区和监督区的划分示意图如图 10-2 所示。

10.1.2.2 现场探伤的分区管理

1、现场“两区”的划分

本项目 γ 探伤为现场探伤，没有固定的探伤场所，因此根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中的规定，在进行探伤活动时，要在探伤现场因地制宜地划分控制区和监督区，控制区和监督区的理论划分方式见表 11 中的计算方法。控制区边界的剂量率应低于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区的边界剂量率应低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。探伤作业前，按照理论估算结果划分现场探伤控制区和监督区，提前向现场的相关单位申请对探伤现场的控制区和监督区区域进行人员的清场，并且在控制区和边界附近控制无关人员的进入。在划分控制区和监督区后应在边界设置警戒标识并拉起警戒线，以防止无关人员进入现场。探伤工作期间，辐射工作人员要撤离至监督区。

控制区和监督区划分的具体要求如下：

（1）控制区划分

作业场所中剂量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划分为控制区，探伤前分区划分需要根据理论计算值按照现场记录单进行初步划分，试片阶段需要使用便携式辐射剂量仪对现场进行测量，并根据现场测量情况进行准确划分。

①控制区内不应同时进行其他工作。应采取适当的屏蔽措施，如利用铅屏风或利用场地墙体屏蔽等方式，使控制区限制在尽可能小且适度的范围内。

②控制区内的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

③进行第一次工作之前应根据检测任务单对控制区设置范围的要求进行设置，在试片阶段使用便携式辐射剂量仪对现场进行测量，根据监测数据调整划分范围，使之设置更合理、准确。所有入口应用警戒牌标明，现场的监视人员应配备有射线监测仪器。

（2）监督区的划分

作业场所中剂量率高于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划分为监督区，探伤前分区划分根据理论计算值按照现场记录单进行初步划分，试片阶段需要使用便携式辐射剂量仪对现场进行测量，并根据现场测量情况进行准确划分。应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置悬挂清晰可见的“禁止进入辐射工作场所”、“当心电离辐射”警告牌，

必要时设专人警戒。进行第一次工作前应根据检测任务单对监督区设置范围的要求进行设置，在试片阶段使用便携式辐射剂量仪对现场进行测量，根据监测数据调整划分范围，使之设置更合理、准确。在实际操作中，射线装置和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置：利用现场地形、地物屏蔽，出口束适当位置加屏蔽罩（或屏蔽材料），采用准直器进行探伤。当探伤装置的照射方向、屏蔽、被检物体等条件发生改变时，均应在原有的基础上重新进行巡测，确定新的划分界线。

另外，新疆正安检测科技有限公司需依据《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环境保护部办公厅函，环办函[2014]1293号）中要求，在从事 γ 现场探伤时（应急探伤作业除外）应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于2平方米，公示信息应采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要（具备防水、防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。新疆正安检测科技有限公司拟为每组 γ 射线探伤人员配备公示牌。

2、巡测

新疆正安检测科技有限公司应为每组工作人员配备辐射检测仪，仪器能量响应范围需大于射线装置的能量范围，配备仪器响应时间应尽可能短。新疆正安检测科技有限公司每次探伤前应在划分控制区和监督区后，在试片阶段再进行精准的划分，探伤结束后，需要用辐射检测仪确认关机，确认关机后，才可进入控制区，使用 γ 射线探伤装置还应该用辐射检测仪检测源容器的表面辐射剂量率，确认源已回收至放射源。根据新疆正安检测科技有限公司的相关规定，探伤工作尽量选择在没有其他人员活动时进行，一般是在晚上 22:00-8:00 进行探伤作业。新疆正安检测科技有限公司应严格按照其制定的规章制度，加强现场管理，严禁公众进入监督区或在监督区边界进行停留，避免不必要的照射。

3、现场条件不满足探伤要求

现场探伤工作时，现场勘探人员要在现场进行初步了解和判定，如现场勘察人员

判定不能进行现场探伤作业，应在现场监测任务单上明确现场情况不符合现场探伤的要求，并要求委托单位人员签名确认。现场探伤人员到达探伤现场后，如出现人员无法清场，监督区和控制区距离划分不足等意外情况，会停止作业，并向公司领导进行汇报，如现场无法解决问题，会停止现场探伤工作，并与委托方另行约定现场探伤时间和地点。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽设计

(1) 屏蔽设计

本项目的主要屏蔽材料主要有铅、混凝土、红砖等材料，各类型材料的密度如表 10-1 所示：

表10-1 各类型防护材料的密度

材料	铅	混凝土	红砖
密度 (g/cm ³)	11.3	2.2	1.9

根据《辐射防护手册第三分册》中 P-62 各种材料的近似铅当量厚度可知，300kV 管电压的条件下，6mm 铅防护等级等效于 210mm 混凝土或 280mm 红砖，10mm 铅防护等级等效于 300mm 混凝土或 400mm 红砖。

该项目涉及的 X 射线探伤室和放射源暂存库的结构和屏蔽参数见表 10-2，X 射线探伤室和放射源暂存库平面设计图、立面设计图见图 10-1。

表10-2 X射线探伤室和放射源暂存库结构和屏蔽参数一览表

场所名称	项目	设计情况
X射线探伤室	探伤室尺寸	长×宽×高=8.8m×7.5m×3.1m
	西侧墙体（靠源库）	360mm红砖+30mm水泥（约300mm混凝土）
	东侧墙体	600mm红砖+50mm水泥（约500mm混凝土）
	南侧墙体	600mm红砖+50mm水泥（约500mm混凝土）
	北侧墙体	600mm红砖+50mm水泥（约500mm混凝土）
	顶棚	300mm混凝土
	操作室防护门	门体尺寸：宽×高=0.8m×2.0m 屏蔽厚度：12mmPb
放射源暂存库	物件入口防护门	门体尺寸：宽×高=0.8m×2.0m 屏蔽厚度：12mmPb
	源库尺寸	长×宽×高=5.3m×2.3m×3.1m
	坑盖	6mm铅板+20mm钢板
	顶棚	300mm混凝土
	迷道	360mm红砖+30mm水泥（约300mm混凝土）

	东侧墙体（靠探伤室）	360mm红砖+30mm水泥（约300mm混凝土）
	南侧墙体	600mm红砖+50mm水泥（约500mm混凝土）
	西侧墙体	600mm红砖+50mm水泥（约500mm混凝土）
	源库防护门	门体尺寸：宽×高=0.8m×2.0m 屏蔽厚度：2mmPb

（2）防护门的设计和安装

X 射线探伤室两扇防护门采用两侧钢结构内夹 12mm 铅板，等效屏蔽厚度为 12mmPb 当量。物件入口防护门高 2.0m、宽 0.8m，操作室防护门高 2.0m、宽 0.8m；大、小防护门采用平开的设计方式。关闭到位后，门的两边各搭接 100mm、顶部搭接 50mm、底部搭接 50mm 作为防射线泄露措施，门缝宽度控制在搭接宽度的 1/20 以内，可见防护门设计较合理。

放射源暂存库防护门采用两侧钢结构内夹 2mm 铅板，等效屏蔽厚度为 2mmPb 当量。防护门高 2.0m、宽 0.8m，采用推拉的设计方式。

（3）管线穿墙屏蔽措施

X 射线探伤室和放射源暂存库的排风管设南墙，排风口加装 2mmPb 铅百叶作为辐射屏蔽措施。电缆线穿墙位置设在 X 射线探伤室北墙，如图 10-3 所示，预留尺寸半径为 125mm 的 U 型管道作为电缆线穿墙的通道。探伤装置的有用线束避开了管线穿墙口的位置，射线经铅板衰减、经管道多次散射后，室外管线口处的辐射泄露可忽略不计。

10.1.4 辐射安全与防护措施

10.1.4.1 X 射线探伤室辐射安全与防护措施

①警示标志

防护门各张贴一张电离辐射警示标志，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm。监督区边界将竖立“辐射工作场所，无关人员禁止进入”的工作指示牌。射线探伤室防护门外设 2 个声光警示灯，警示灯与射线装置联锁，X 射线出束时将进行声光警示。

②监控设施

公司拟在 X 射线探伤室内布设 2 台摄像机，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探伤室的 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 28 天。

③门机联锁装置

该项目的 X 射线探伤室的大小防护门将设置安全联锁功能：只有当两扇防护门关闭到位后，高压电源才能接通，X 射线装置才能开启。一旦任何一扇防护门有打开的趋势，X 射线机高压电源将被切断，重新关上防护门后 X 射线机不会自动开启。门机连锁装置与急停按钮联动，按下急停按钮时，防护门将打开。门机连锁逻辑图见图 10-4。

④紧急停机

探伤装置控制台设有 1 个急停按钮，X 射线探伤室西墙和东墙内各设 1 个急停按钮，急停按钮的位置见图 10-5。急停按钮与射线装置高压电源连锁，发生紧急事故时可以迅速切断探伤装置的高压电源，终止出束。

⑤排风设施

X 射线探伤室内的有害气体主要为臭氧和氮氧化物，公司拟在 X 射线探伤室采用机械排风，排风设备直径为 0.4m，排风量为 200m³/h。X 射线探伤室的空间为 36m³，则 X 射线探伤室内的通排风换气次数得： $200\text{m}^3/\text{h} \div 36\text{m}^3 \approx 5.6$ 次/h，排风设备配置防盗栅+铅皮，工作期间排风机保持开启，可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）第 4.1.11 的规定：探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。

⑥辐射监测设施

建设单位为辐射工作人员配备了个人剂量计和人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人剂量报警仪具有实时辐射剂量率监测显示功能，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。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即离开 X 射线探伤室，同时阻止其他人进入 X 射线探伤室，并立即向辐射工作负责人报告。

10.1.4.2 放射源暂存库辐射安全与防护措施

①双人双锁

放射源暂存库屏蔽门拟设置双锁，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，进入放射源暂存库。

②监控设施

公司拟在放射源暂存库内布设 3 台摄像机,在放射源暂存库内和放射源暂存库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暂存库的 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 28 天。

③红外设施

公司拟在放射源暂存库内设置被动红外设施,并与放射源暂存库出入口的控制系统联锁,警示装置与监控室报警器连在一起,当有无关人员进入时能够实现实时报警,从而使放射源暂存库管理人员作出相对应的措施。

④放射源暂存库排风设施

放射源暂存库内的有害气体主要为臭氧和氮氧化物,公司拟在放射源暂存库拟采用机械排风,排风设备直径为 0.4m,排风量为 100m³/h。放射源暂存库的空间为 12m³,则放射源暂存库内的通风换气次数得: $100\text{m}^3/\text{h} \div 12\text{m}^3 \approx 8.3$ 次/h,保守估计为 8 次/h。可满足《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》(试行)中 3.11.2 通风换气次数废物贮存车间 2 次/时的要求。排风设备配置防盗栅+铅皮,在满足臭氧和氮氧化物排放的同时也能满足放射源暂存库辐射防护和防盗的要求。

⑤固定式辐射监测系统

公司拟在放射源暂存库内设置固定式辐射监测仪,以及时发现辐射超标等现象。

⑥电子打卡系统

公司拟在放射源存放期间拟指定专人负责、专人值守,值守人员的配备为 2 人。并拟设打卡系统,在值守人员进行值守和巡查时进行打卡,打卡记录会上传至值班室电脑进行保存,保存时间应不少于 30 天。

⑦在线监控系统

按照自治区生态环境厅《关于在全区实施高风险移动放射源在线监控管理工作的通知》(新环办发[2018]363 号)要求,建立放射源实时在线监控系统,并与生态环境保护主管部门的监控平台联网,保证监控设备正常运行和信息传输。

⑧台账及出入库

在放射源暂存库正式投入使用后,将建立放射源出入库台账。根据公司的台账及出入库制度,放射源在每次出入库时都要进行活度和源容器表面剂量率的检测,并在运输放射源时登记运输路线,每次检测的数据要登记在台账上,并由负责人签名确认。

⑨运输小推车

放射源暂存库内拟配备一台专用小推车，用于含源探伤机的取、还运输，小推车可以增加取、放探伤机人员与探伤机的距离，减小人员受到的辐射剂量。

⑩其他防护措施

放射源暂存库北侧设有登记台和监控设备，拟配备防盗门，室内配备有紧急报警装置。放射源暂存库内拟设一套灭火器材，可以实现放射源暂存库发生火灾且消防人员未到达现场时可以自行处理灾情或阻止灾情蔓延。除此之外，公司拟配备 1 套应急用电设备，用于停电后保证对放射源暂存库安保系统的供电，实现拟建放射源暂存库的安保系统能够 24 小时不间断地保证放射源暂存库的安全。

10.1.4.3 现场探伤的辐射安全与防护措施

1、现场探伤前检查在进行探伤作业之前，要先进行作业前的准备，根据新疆正安检测科技有限公司提供的探伤作业操作规程，准备工作如下：

①检测源罐和源传输管的照射末端是否损伤、磨损或有污物；

②检测螺母和螺丝的紧密程度、螺纹和弹簧是否有损伤；

③检测放射源锁紧装置是否正常；

④检测控制软轴末端是否有摩擦、损坏（磨损标准由厂家提供），与控制导管是否有效连接；

⑤检查源罐与源导管是否连接牢固；

⑥检查输源导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结等；

⑦检查警告标签和源的标志内容是否清晰；

⑧测量紧靠源罐表面的空气比释动能率是否符合标准的要求，并确认放射源处于屏蔽状态；

⑨如发现以上情况与正常状态不一致，应在更换或维修设备后投入使用。

2、现场探伤执行

γ 射线移动探伤在进行室外作业时（应急探伤作业除外），首先根据表 11 中提供的计算方法划分控制区和监督区，并使用监测设备检测；之后在作业边界（监督区边界）外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门的监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。

新疆正安检测科技有限公司配备安全信息公示牌面积不小于 2 平方米,拟采用防水材料,并设置防风支架。

3、人员配备及职责划分

本项目新疆正安检测科技有限公司配备有 21 名辐射工作人员,辐射工作人员均已通过辐射防护培训考核,并取得证书。在进行现场探伤时,根据人员的情况为每台 γ 射线装置拟配备不少于 2 人进行操作,并设有 1 名安全员对探伤现场进行安全管理。具体职责分工如表 10-3 所示。

表10-3 γ 射线现场探伤人员职责划分表

人员分工	数量	职责
设备操作人员	2	1) 射线装置检查, 摆放; 2) 贴胶片, 取胶片; 3) 设备操作
安全员	1	1) 跟车押运; 2) 放射源装卸; 3) 现场辐射探测; 4) 监督区和控制区划分; 5) 限制区管理

4、 γ 射线探伤机辐射安全防护措施

拟购买的 γ 射线探伤机均具有良好的安全性能,其辐射安全防护措施具体如下:

①泄漏辐射: 泄露辐射剂量符合国际 ISO3999 标准。

②安全联锁装置: 安全联锁装置的选择环用于确定机体是处于锁紧状态、连接状态还是工作状态;安全联锁装置的滑动杆的作用在于送源前必须先按下滑动杆才能打开放射源,回源时能自动将放射源锁定在储存位置;安全联锁装置的保险盖的作用在于保护源辫的阴接头,防止尘埃进入探伤机内腔,另外探伤机前端有一个专用源顶辫,用于本机在运输、搬运及储存时防止源辫因意外事故震动而造成剂量泄漏。

③闭锁自动关闭功能: 射源回位后,各道闭锁自动关闭,减少射线人员近距离辐射剂量百分之五十。

④源辫指示系统: 源辫位置指示系统与控制部件齿轮相连接,可以用不同的灯光颜色显示源辫位置,绿色灯光显示源在容器内,红色闪烁灯光显示源在容器外;用液晶数字显示源辫离开容器距离;用语言提示源辫已离开源容器,当射源输出容器外时,每 10 秒钟语言报警和红灯闪烁报警。

5、放射源运输

新疆正安检测科技有限公司进行放射源运输时,确保安全员已参加辐射工作人员培训,并取得合格证。

6、临时贮存

如果探伤现场较远或者出现特殊情况无法在当天返回源库，新疆正安检测科技有限公司应将探伤装置暂存于保险柜中，并在保险柜的表面张贴醒目的电离辐射警告标志，并安排人员 24 小时现场值班，保险柜应处于锁紧状态，钥匙由授权人掌管。

7、物料配备

进行现场探伤，除了个人剂量计、个人剂量报警仪（带剂量显示功能）和辐射检测仪外，还应配备辐射防护物件、警示牌等探伤物料。由于探伤机配备准直器后出束角度在 40°左右，曝光头距探伤物件 0.6m，可计算出长 1m×宽 1m 的铅板即可满足屏蔽要求，配备情况详见表 10-4 所示。

表10-4 γ射线探伤物料配备

编号	名称	拟配备情况	评价
1	个人剂量计	已配备21个	符合 GBZ132- 2008要求
2	辐射检测仪	已配备4台	
3	个人剂量报警仪	已配备16台	
4	个人防护用品 (0.5mmPb)	铅防护服等6套	
5	警示标示标语，警戒 线，警示牌	损耗物料，警示标示标语、警戒线、警示牌每组配 备一个	
6	安全信息公示牌	每组配备1个	
7	手动遥控设备	每个探伤机拟配备一套，其控制线缆长度为10m	
8	输源管	每个探伤机拟配备一条，长度为6m	
9	应急处理工具	屏蔽罩、应急源罐、机械手、铅毯、长柄拾源夹等	
10	对讲机	拟配备8台，每次现场探伤小组拟配备	

8、定期安全检查

项目投入运行后，新疆正安检测科技有限公司将每 3 个月对探伤装置进行一次检查、维护并做好记录，发现设备异常时，立即停止使用并通知有资质的单位进行修理，经验收合格后方可继续投入使用，并将修理记录存档在案。定期检查的内容包括：①安全锁：源辫返回到源容器后，安全锁方能锁死；安全锁锁死时，源辫应不能移动，安全锁打开后，源辫方能移离源容器；钥匙不在锁上时，安全锁仍能锁死。②联锁装置：安装或拆卸驱动装置时，源辫应不能移离源容器；非工作状态时，源辫应锁闭在源容器内；工作状态时，驱动装置应保持与源容器连接，随时可将源辫摇回源容器内。如果探伤设备运行不正常，及时请有资质的单位进行维修，绝对不可自行拆开仪器维修，以免造成事故的发生。

9、放射源更换

新疆正安检测科技有限公司使用的 γ 放射源不能满足现场探伤需求时，会更换放射源。更换放射源时，在生态环境部门备案后，会将 γ 射线装置返厂，厂家会对旧放射源进行拆除、回收和更换。更换完成并完善好放射源转移手续后，厂家将放射源重新移交回新疆正安检测科技有限公司，并入库。

10.1.5 与标准的对照分析

10.1.5.1 X 射线探伤室对照表

按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），对本项目的控制台、X 射线探伤室的辐射安全与防护措施，安全操作要求进行对照分析。对照分析表见表 10-5，安全操作要求及实施计划对照表见表 10-6 和 10-7。

表10-5 控制台辐射安全与防护措施对照分析表

《工业X射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015)的要求	实施计划	评价
3.1.2.1应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示,以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。	该项目配备的探伤装置的控制台设有高压电源连通或断开的指示灯，具有管电压、管电流和照射时间选取旋钮和数值指示装置。	满足要求
3.1.2.2应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	控制箱设有高压连通指示灯。	满足要求
3.1.2.3控制台或X射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口,当探伤室的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压;已接通的X射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。	只有当人员门和货物门关闭到位后，高压电源才能接通，X射线装置才能开启。一旦防护门有打开的趋势，X射线机高压电源将被切断，重新关上防护门后X射线机不会自动开启。门机连锁装置与急停按钮联动，按下急停按钮时，人员门和货物门将打开。	满足要求
3.1.2.4应设有钥匙开关,只有在打开控制台钥匙开关后,X射线管才能出束;钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	控制台设有钥匙开关,只有先打开钥匙开关,才能连接高压电源和启动射线装置,钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	满足要求
3.1.2.5应设置紧急停机开关。	控制台设有紧急停机按钮,按下可一键切断高压电源。	满足要求
3.1.2.6应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。	控制台上方拟张贴辐射警告和禁止非授权使用的说明,控制台设有出束指示灯。	满足要求

表10-6 X射线探伤室辐射安全与防护措施对照分析表

《工业X射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015)的要求	实施计划	评价
4.1.1探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全,操作室应与探伤室分开并尽量避	该项目控制台设在X射线探伤室的北侧,有用线束将避开控制台。	满足要求

开有用线束照射的方向。		
4.1.2应对探伤工作场所实行分区管理。建设单位拟对辐射工作场所实施满足要求,一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区。	分区管理,建设单位拟将X射线探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区,采用黄色标识将操作室以及X射线探伤室南侧东侧防护门外2m的范围划分为监督区。	满足要求
4.1.5探伤室应设置门-机联锁装置,并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后X射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止X射线照射,关上门不能自动开始X射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。	该项目的X射线探伤室的人员门和货物门将设置门机联锁功能:只有当两扇防护门关闭到位后,高压电源才能接通,X射线装置才能开启。一旦其中任意一扇防护门有打开的趋势,X射线机高压电源将被切断,重新关上防护门后X射线机不会自动开启。	满足要求
4.1.6探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。4.1.7照射状态指示装置应与X射线探伤装置联锁。4.1.8探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	X射线探伤室防护门上各设有1个声光警示装置,警示灯与X射线装置联锁,X射线出束时将进行声光警示。	满足要求
4.1.9探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。	大小防护门各张贴1张电离辐射警示标志,按照GB18871-2002的规范制作。监督区边界将竖立“辐射工作场所,无关人员禁止进入”的工作指示牌。	满足要求
4.1.10探伤室内应安装紧急停机按钮,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。按钮应带有标签,标明使用方法。	在X射线探伤室内设2个急停按钮。	满足要求

表10-7 安全操作要求及实施计划对照表

《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)的要求	实施计划	评价
4.2.1探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外,还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时,剂量仪报警,探伤工作人员应立即离开探伤室,同时阻止其他人进入探伤室,并立即向辐射防护负责人报告。	建设单位为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪,要并在工作期间佩戴好。当个人剂量报警仪报警时,工作人员应立即离开射线探伤室,同时阻止其他人进入X射线探伤室,并立即向辐射工作负责人报告。	满足要求
4.2.2应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率,包	建设单位计划每年一次委托第三方检测机构对X射线探伤室周围的环境辐射水平进行年	满足要求

括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时,应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	度检测。日常使用X、 γ 辐射巡测仪,定期(每个季度1次)对X射线探伤室外周围剂量当量率进行巡测,做好巡测记录,一旦发现辐射值超过参考控制水平需暂停辐射工作,查找原因。	
4.2.3交接班或当班使用剂量仪前,应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作,则不应开始探伤工作。	工作人员进入X射线探伤室作业前需检查个人剂量报警仪是否正常工作,如发现剂量仪不能正常工作,则不能开始辐射工作	满足要求
4.2.5在每一次照射前,操作人员都应该确认探伤室内没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下,才能开始探伤工作。	在每一次照射前,操作人员将进行以下确认: X射线探伤室内没有人员驻留;防护门已关闭;所有防护与安全装置系统都启动并正常运行。	满足要求

小结: 综上所述, 建设单位拟采取的各项辐射安全与防护措施、辐射安全操作要求等满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)的要求。

10.1.5.2 γ 射线探伤对照表

γ 射线现场探伤根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)、《关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求》(环保局文件环发[2007]8号)和《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》(环境保护部办公函,环办函[2014]1293号)中提出的要求进行对照,具体对照如表10-8所示。

表10-8 γ 射线现场探伤对照分析

标准要求	方案落实情况	判定
《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)		
5.1应使用为 γ 探伤设计的专门设备,探伤人员应全面熟悉所用设备,以及操作方法和潜在的问题。	伽马探伤机厂家对辐射工作人员组织操作培训,并按照国家要求定期参加辐射安全与防护考试。	符合标准要求
5.2所用放射源的核素和活度应优化选择,在保证工作人员的剂量符合“合理达到尽可能低的水平”原则(ALARA)的同时,获得足够的诊断信息,应采用先进的成像技术如影像增强屏或快速片屏组合。	根据不同检测设备的情况作出相应检测方案,选择合理的放射源照射,保证工作人员的剂量达到“合理达到尽可能低的水平”。	符合标准要求
5.3探伤作业人员应佩戴符合审管部门要求的个人剂量计(包括热释光或LD剂量计和直读式剂量计),每一个工作小组应至少配备一台具有检验源的便携式剂量仪,并配备能在现场环境条件下被听见、看见或产生震动信号的个人报警剂量仪。	为工作人员配备21台个人剂量计、个人剂量报警仪(带剂量显示功能)和辐射检测仪。	符合标准要求

5.4探伤作业之前，应对探伤机进行检查。	已规定探伤作业的规程，明确规定了探伤作业前对探伤机检查。并应该严格遵守相关规程。	符合标准要求
5.5工作完毕离开现场前，探伤人员应对探伤装置进行目测检查，确认设备没有被损坏。应用可靠地放射检测仪器对探伤机进行检测确认放射源回到源容器的屏蔽位置。	辐射工作人员应严格遵守流程进行作业，作业结束后对设备进行检查，用辐射检测仪确认放射源是否放回容器。并应定期对辐射检测仪进行校准。	符合标准要求
7.1现场探伤作业应使用合适的准直器并充分考虑 γ 射线探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。	检测之前制定检测方案，充分考虑现场环境进行屏蔽。配备准直器，192Ir准直器厚度为20mm钨合金，75Se准直器为10mm钨合金，现场探伤时进行合理运用。	符合标准要求
7.2探伤作业开始前应备齐防护相关物品，并使其处于正常状态。	配备0.5mm铅当量防护服、防护眼镜、防护手套、防护帽等。	符合标准要求
7.3进行探伤作业前应先在工作场所划为控制区和监督区	按照要求划定控制区和监督区拉起警戒线，以防止无关人员入内。	符合标准要求
7.4控制放射源传输的地点应尽可能设置于控制区外，同时应保证操作人员之间有效的交流。	配备对讲机，以保证现场探伤远距离交流。	符合标准要求
《关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求》（环保局文件环发[2007]8号）		
（一）至少有1名以上专职人员负责辐射安全管理工作。	配备2名辐射防护负责人负责公司辐射安全管理工作。	符合标准要求
（二）从事移动探伤事业的，应拥有5台以上的探伤装置。	已购用5台探伤装置，本次计划增加3台设备。	符合标准要求
（三）每台探伤装置须配备2名以上操作人员和1名安全员，操作人员应参加辐射安全与防护培训，并考核合格。	每组将配备2名以上的操作人员和1名安全员，共21名工作人员，均已经参加培训，并且均已获得证书。	符合标准要求
（四）必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。	评价项目通过审批后，将向生态环境主管部门申领辐射安全许可证。	符合标准要求
（五）探伤装置的安全使用期限为10年，禁止使用超过10年的探伤装置。	根据使用期限，对 γ 射线装置进行报废，并按照要求进行处置。	符合标准要求
（六）明确2名以上工作人员专职负责放射源库的保管工作。放射源库设置红外和监视器等保安设施，源库门应为双人双锁。	配备2名负责源库的工作人员，并设置红外警报装置、高清监控设备等相关的安保措施。	符合标准要求
（七）制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度。定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时应有2人在场，核实记录应妥善保存，并建立管理档案。	公司已建立的台账制度	符合标准要求
（八）每个月对探伤装置的配件进行检查、维	公司已制定检查维修制度将定期对	符合标

护，每3个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。并做好记录。严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。	探伤装置进行检查和维修	准要求
（九）探伤作业时，至少有2操作人员同时在场，每名操作人员应配备一台个人剂量报警仪（带剂量显示功能）和个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	每组成员配备2人，并给每名工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪（带剂量显示功能）。	符合标准要求
（十）每次探伤工作前，操作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能。	已制定射线装置操作规定、严格遵守制度规定的要求。	符合标准要求
（十一）探伤装置必须专车运输，专人押运。押运人员须全程监护探伤装置。	进行放射源运输，安全员负责押运。	符合标准要求
（十二）室外作业时，应设定控制区，并设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守，监测控制区的辐射剂量水平。	在进行现场探伤时将按照规定落实。	符合标准要求
（十三）作业结束后，必须用辐射剂量监测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由检测人员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。	已制定相关规定，并严格遵守	符合标准要求
（十五）更换放射源时，探伤装置使用单位应向所在地省级环境保护主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。探伤装置使用单位、放射源生产单位应当在转让活动完成之日起20日内，分别将1份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级环境保护主管部门备案。	将按照要求落实办理放射源转入手续。	符合标准要求
（十六）发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，立即向使用地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。	已制定应急预案，成立了辐射安全管理小组	符合标准要求
《关于进一步加强γ射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环境保护部办公函，环办函[2014]1293号）		
一、各γ射线移动探伤装置使用单位应加强从业人员管理，按照法规要求做好人员培训工作，严禁无证人员操作探伤装置。	配备的所有辐射工作人员均已参加培训，并通过培训考核获得证书	
二、γ射线移动探伤作业时应配备现场安全员，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区	每个探伤小组均设置安全员，均已接受安全培训并取得合格证书。	符合标准要求

域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。现场安全员应接受与操作人员等同的辐射安全培训。		
三、 γ 射线移动探伤室外作业时（应急探伤作业除外），应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。	已配备符合要求的安全信息公示牌，并设置相关信息。	符合标准要求
四、各 γ 射线移动探伤装置使用单位应明确并牢记辐射安全主体责任，及时履行环保手续，加强企业自身的辐射安全管理，强化辐射工作人员的法律法规学习，培植单位的核安全文化，防符合标准要求止事故发生。	公司将定期开展辐射安全培训，完善相关的管理制度。	符合标准要求

根据表 10-8 对照分析可知，新疆正安检测科技有限公司现场探伤符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）《关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求》（环保局文件环发[2007]8号）《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环境保护部办公函，环办函[2014]1293号）中提出的要求。

10.2 三废的治理

10.2.1 X射线探伤室三废情况

1、废气

X射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐射工作场所空气中的臭氧和氮氧化物含量增加，吸入过量的臭氧和氮氧化物会对人体健康产生一定危害。根据国家标准《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）第4.1.11的规定：探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，每小时有效通风换气次数应不小于3次。该项目将在X射线探伤室南墙设置了排风口，拟安装1个动力排风装置，安装位置见图10-5，排风口朝南侧墙外的空地，避开了人员活动场所。拟购买排风机的排风量约为200m³/h，X射线探伤室的容积为36m³，工作期间排风机保持开启，可计算得每小时有效换气次数为5.6次，即每小时有效换气次数不少于3次。X射线探伤室内空气电离产生的有限臭氧和氮氧化物将通过动力换气装置排至厂房外，在常温常压下，臭氧和氮氧化物的稳定性较差，可自行分解为无害物质。该项目射线探伤室的排风装置的排风量可满足X射线探伤室内

每个小时有效换气次数不少于 3 次，可确保射线探伤室内产生的少量有害气体及时、排出射线探伤室，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求。综上所述说明该 X 射线探伤室的排风设计合理。

10.2.2 放射源暂存库三废情况

1、废气

本项目运行过程中放射源暂存库内不会产生放射性废气，但 γ 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，该项目将在放射源暂存库南墙设置了排风口，拟安装 1 个动力排风装置，安装位置见图 10-5，排风口朝南侧墙外的空地，避开了人员活动场所。拟购买排风机的排风量约为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，放射源暂存库的容积为 13m^3 ，工作期间排风机保持开启，可计算得每小时有效换气次数为 8 次，可满足《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》（试行）中 3.11.2 通风换气次数废物贮存车间 2 次/时的要求。每次进入前需进行充分通风，使臭氧和氮氧化物迅速排放至源库外环境空气中扩散，对放射源暂存库内环境影响很小。

2、废旧源

γ 射线探伤机使用过程中会产生废弃的放射源（ ^{192}Ir 、 ^{75}Se ），公司拟在购买源时与放射源供应商签订协议，废弃源将由放射源生产单位回收。

10.2.3 感光材料废物处置措施

由于使用到胶片感光成像，工业探伤项目还会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物，感光材料废物（HW16）被列入《国家危险废物名录》。感光材料废物中主要含有硫酸对甲氨基苯酚（米吐尔）、溴化物、亚铁氰化钾、醋酸铅、重铬酸钾等有害成份。当感光材料废物中的危险废液进入下水道时，很快使其中的氧和阳光发生互相作用，使污水变黑，甚至发生化学反应，产生二次污染物，加重对环境的污染。建设单位应和具备 HW16 危险废物处置资质的单位签订危险废物转移处置协议，由其定期上门回收处理探伤工作产生的感光材料废物。

建设单位每日拍摄胶片约 30 张，每月拍摄胶片约 720 张，全年拍摄胶片约 8640 张，平均每张胶片需产生废显影、定影液约 0.05kg，每月产生废液 36kg，全年产生废液约 432kg。胶片作废率约 2%，每月产生的废胶片数约为 14.4 张，全年产生的废胶片数量约 172.8 张。

公司拟在实验楼一楼设置洗片室和暗室，并设置危险废物贮存间，用于存放废胶片和废液。

建设单位拟采取的感光材料废物暂存措施如下：

按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013年修订）的一般要求”：

感光材料废物暂存期间，建设单位计划将冲洗胶片产生的废液存放在专用的带盖塑料桶中，废胶片暂存在专用的带盖塑料盒中，塑料桶和塑料盒箱存放于暗室。建设单位拟准备3个约30L容量的塑料桶，塑料桶顶部与液体表面之间至少保留100毫米的空间。每当装满2个塑料桶时，将与回收单位预约上门回收处理，并由回收单位返回3个空桶用于下一轮的废液收集。

按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013年修订）对“危险废物堆放”的有关规定：

在地面采用混凝土硬化的基础上，建设单位拟对存放危险废物容器的暗室地板进行防水处理，避免不慎洒漏的危险废液渗入地下。

按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013年修订）对“危险废物贮存设施的运行与管理”的有关规定：

建设单位将制定感光材料废物产生和转移处置台账，记录好危险废物的名称、数量、转移日期及回收单位名称等信息。

综上所述，建设单位制定的感光材料废物处置措施较合理，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013年修订）的有关要求，能有效避免感光材料废物随意排放、污染环境。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设阶段主要包括各个场所须进行施工，会有一些的固废、噪声、施工废水等非电离辐射因素的环境影响。

11.1.1 水环境影响分析

施工期间的污水主要来自施工人员的生活污水。施工人员 5 人，施工周期 8 周，每天生活污水排放量为 0.1m^3 ，生活污水依托克拉玛依市独山子区政管网进行排放。本项目施工人员产生的生活污水基本不对周围水环境造成影响。

11.1.2 固体废物影响

施工期固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾、施工弃土和建筑垃圾。现场作业做到集中堆放统一清运，生活垃圾依托市政垃圾桶统一处理，故本项目施工期产生的固体废物对周围环境影响较小。

11.1.3 声环境影响分析

施工期的噪声主要来自场地的施工，产生噪声的设备主要包括打孔机、电锯等设备，所产生的噪声较小，且该评价项目位于人流十分稀少的院址，进行建设作业时一般选在白天进行作业，禁止晚上施工；项目施工时间短暂，因此影响期短暂，影响范围小，随施工结束而消除。

综上所述，本项目在施工期间的环境影响时短暂的、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到最低。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 X 射线探伤室环境影响分析

1、辐射剂量率控制值分析

该本项目使用的 13 台探伤装置管电流均为 5mA ，管电压可调。该项目建成后预计日均拍摄照片数量约 30 张，每张照片射线曝光时间为 3 分钟，假设每周工作 6 天，公司使用的 13 台探伤装置周工作负荷 W 均为 $5850\text{mA} \cdot \text{min}$ 。

为评价 X 射线探伤室的辐射屏蔽设计方案，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中关于探伤房辐射屏蔽的估算方法。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），探伤房墙和入口门外周围辐射剂量率和每周周围剂量当量应满足：

对于职业工作人员， $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对于公众 $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。相应的导出剂量率参考控制水平：

$$\dot{H}_{c,d} = \frac{H_c}{t \times U \times T} = \frac{H_c \times 60 \times I}{W \times U \times T} \quad (11-1)$$

式中：

t—相应探伤装置的周照射时间，h/周；

W—相应探伤装置的周工作负荷，mA·min/周；

I—探伤装置在最高管电压下常用的最大管电流，mA；

U—探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T—人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目由于使用的均是定向机，有用线束方向的使用因子取 1，其余各个方位的使用因子均取 1/4，居留因子的选取参照国家标准（GBZ/T250-2014）附录 A。关注点选取 X 射线探伤室墙壁、防护门外距离屏蔽体 0.3m 处作为关注点的位置，关注点的布置示意图见图 11-1。

由以上计算所得的 $H_{c,d}$ ，凡不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 的，以其值作为关注点的剂量率控制值，否则选取 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为该关注点的剂量率控制值，相关计算参数和剂量率参考控制值的选取结果见表 11-1。

表11-1 关注点剂量率控制水平

关注点	关注场所	保护目标	U	T	$\dot{H}_{c,d}$	$\dot{H}_c (\mu\text{Sv}/\text{h})$
①	操作位	工作人员	1/4	1	20.5	2.5
②	操作间入口	工作人员	1/4	1	20.5	2.5
③	探伤室西侧墙外	工作人员	1/4	1	20.5	2.5
④	探伤室南侧墙外	公众	1/4	1/20	20.5	2.5
⑤	探伤室东侧墙外	公众	1	1/20	5.1	2.5
⑥	探伤室物件入口	公众	1/4	1/20	20.5	2.5
⑦	顶棚外	公众	1/4	1/20	20.5	2.5

注：该项目周围均为空地和厂房，在自辐射源点到射线探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，

除拟建的公司实验楼外，不存在已建或射线探伤室旁邻近建筑物，人员均在地面作业，因此对不需要人员到达的射线探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平不大于2.5μSv/h即可。

2、辐射剂量率水平分析

本项目每次探伤作业仅使用一台探伤装置开展探伤工作。拟使用的探伤装置的工作方式一致，均是定向机，参数最高的是 XXG-3005 型探伤装置，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，因此选用该装置来进行辐射剂量率的估算。为了分析该射线装置运行时对周围环境的影响，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关公式，估算 X 射线出束时，射线装置屏蔽体外周围剂量当量率水平。该装置为定向机，射线朝南墙照射，探伤装置摆放于射线探伤室中心点位置，选取射线探伤室墙壁、防护门、顶棚外表面 0.3m 处作为关注点，出束口至关注点的距离列于表 11-2，关注点的布置见图 11-1。

按照 300kV 的参数进行辐射剂量率估算。参考《辐射防护手册第一分册》（原子能出版社，1987 年出版）图 10.5b，当管电压为 300kV 的宽束 X 射线透过混凝土层的透射因子为 1E-06 时，混凝土厚度约 600mm，本项目的最大管电压 300kV、有用线束方向的混凝土厚度 500mm，因此本项目有用线束的透射因子 B 可保守取值 1E-05。

有用线束在关注点的剂量率按公式（11-2）计算：

$$\dot{H}_1 = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \quad (11-2)$$

对于漏射线束和散射线束，给定屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式（11-3）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-3)$$

漏射线在关注点的剂量率按公式（11-4）计算：

$$\dot{H}_2 = \frac{\dot{H} \times B}{R^2} \quad (11-4)$$

90° 散射线在关注点的辐射剂量率按公式（11-5）计算：

$$\dot{H}_3 = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-5)$$

式中：

I—射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为 mA；

H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量/剂量率；

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

R_s—散射体至关注点的距离，单位为 m；

X—屏蔽物质厚度，单位为 mm；

TVL—屏蔽物质的什值层，单位为 mm；

H_L—距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 μSv/h；

F—R₀ 处的辐射野面积，单位为 m²；

a—散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）散射体到其 1m 处的散射辐射剂量率的比。根据（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.3 保守取值 1.90E-03×10000/400。

R₀—辐射源点（靶点）至工件的距离，单位为 m。

计算有关参数的选取列于表 11-2，透射因子计算参数列于表 11-3，源项参数列于表 11-4，探伤室外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-5。

表11-2 计算参数一览表

关注点	R	R _s	F	a	R ₀	I
①	2.75	3.75	0.1m ²	0.0475	1m	5mA
②	3.50	5.56	0.1m ²	0.0475	1m	5mA
③	2.90	2.90	0.1m ²	0.0475	1m	5mA
④	4.75	-	-	-	-	5mA
⑤	2.90	2.90	0.1m ²	0.0475	1m	5mA
⑥	3.25	3.79	0.1m ²	0.0475	1m	5mA
⑦	3.40	3.40	0.1m ²	0.0475	1m	5mA

表11-3 透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL	透射因子B
①	600mm红砖+50mm水泥 (约500mm混凝土)	泄漏线束	100	1.00E-05
		散射线束	86	1.00E-06
②	12mmPb (不含迷道)	泄漏线束	5.7	6.16E-05
		散射线束	1.4	2.00E-06
③	360mm红砖+30mm水泥 (约300mm混凝土)	泄漏线束	100	1.00E-03
		散射线束	86	2.00E-04
④	600mm红砖+50mm水泥 (约500mm混凝土)	有用线束	-	1.00E-05
⑤	600mm红砖+50mm水泥 (约500mm混凝土)	泄漏线束	100	1.00E-05
		散射线束	86	1.00E-06
⑥	12mmPb	泄漏线束	5.7	6.16E-05

		散射线束	1.4	2.00E-06
⑦	360mm红砖+30mm水泥 (约300mm混凝土)	泄漏线束	100	1.00E-03
		散射线束	86	2.00E-04

注：按照（GBZ/T250-2014），泄漏线束的TVL值保守取300kV对应值；散射线束TVL值取200kV对应值。

表11-4 源项参数一览表

射线类型	距靶1m输出量/剂量率
有用线束	20.9mGy·m ² /(mA·min)
泄露线束	5×10 ³ μSv/h
散射线束	8.9mGy·m ² /(mA·min)

表11-5 关注点辐射剂量率水平估算结果（单位：μSv/h）

关注点	控制值	H ₁	H ₂	H ₃	H
①操作位	2.5	-	6.61E-03	1.67E-03	8.28E-03
②操作间入口	2.5	-	2.51E-02	1.52E-03	2.66E-02
③探伤室西侧墙外	2.5	-	5.95E-01	5.59E-01	1.15
④探伤室西侧墙外	2.5	1.00E-05	-	-	1.00E-05
⑤探伤室西侧墙外	2.5	-	5.95E-03	2.80E-03	8.75E-03
⑥探伤室物件入口	2.5	-	2.92E-02	4.45E-03	3.37E-02
⑦探伤室顶棚外	2.5	-	4.33E-01	4.07E-01	8.40E-01

注：关注的剂量率 H 由 H₁、H₂ 和 H₃ 叠加得到。

因关注点③探伤室西墙外 30cm 处为放射源暂存库内，也属于本项目中的控制区范畴，所以不考虑。从表 11-5 可以看到，除关注点③之外，本项目 X 射线探伤室外四周其余各关注点处的辐射剂量率估算值最高约 8.40E-01μSv/h，均小于 2.5μSv/h 满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的辐射剂量率控制要求。

3、人员受照剂量分析

按照上面的计算方法，可估算出评价范围内各场所的辐射剂量率，结合表 9 的工作负荷介绍（全年 X 射线出束时间约 432 小时），按照公式（11-6）可进一步估算出各保护目标的年有效受照剂量，估算结果见表 11-6。

$$E = \dot{H} / 1000 \times t \times T \quad (11-6)$$

式中：

E—保护目标的受照剂量，mSv/a；

H—保护目标的受照剂量率，μSv/h；

t—本项目全年出束时间，h；

T—保护目标的居留因子。

表11-6 人员有效受照剂量估算结果 (mSv/a)

方位	场所	保护目标	居留因子	受照剂量率 (μSv/h)	受照剂量
北侧	操作间	辐射工作人员	1	8.28E-03	3.58E-03
西侧	登记间	辐射工作人员	1	3.86E-02	1.67E-02
	放射源暂存库东侧	辐射工作人员	1	1.15	4.97E-01
南侧	院墙	公众	1/8	1.00E-05	5.40E-07
东侧	道路	公众	1/8	3.37E-02	1.82E-03
顶	北向实验楼2F	公众	1/8	8.40E-01	4.54E-02

表 11-6 估算结果显示，本项目所致评价范围内辐射工作人员年有效最大受照剂量为 4.97E-01mSv/a，公众年有效最大受照剂量为 4.54E-02mSv/a，以上估算结果满足“工作人员不超过 5mSv/a，公众不超过 0.1mSv/a”的剂量约束要求，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.2.2 源库辐射环境影响分析

为了确保计算的合理性，现以极限情况，即放射源库满载时，对源库外表面 30cm 处的γ辐射剂量率进行计算。因为 ¹⁹²Ir 对周边环境的影响大于 ⁷⁵Se，所以保守均以源坑内放置 ¹⁹²Ir 进行核算。计算公式可以按照《辐射防护手册》中提供的公式变换后计算。

计算公式如下：

$$K = \frac{K_0 \times d_0^2}{d^2 \times 2^S / HVL} \quad (\text{公式 11-7})$$

K——屏蔽体外目标点的空气比释动能率，（μGy/h）；

K₀——辐射源体外 d₀ 处的空气比释动能率，（μGy/h）；

d₀——辐射源外空气比释动能率为 K₀ 处与辐射源之间的距离（m）；

d——屏蔽体外目标点到辐射源体中心点的直线距离，（m）；

S——某种屏蔽体的屏蔽厚度，（mm）；

HVL——屏蔽体的对于某一能量的 γ 射线的半值层厚度，（mm）。

K₀ 可根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中对 γ 射线探伤机的放射防护要求，手提式 γ 射线探伤机距容器外表面 100cm 处空气比释动能率控制值为 0.02mGy/h，即实际使用中 γ 射线探伤机外表面 100cm 处空气比释动能率不超过 0.02mGy/h，以该可能最大值进行源库防护墙的屏蔽核算。

《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）的表 C.1（不同材料半值层厚

度的近似值)中查出不同屏蔽材料对于放射源 ^{192}Ir 的近似半值层值如表 11-7 所示。

表11-7 不同屏蔽材料对于放射源 ^{192}Ir 的近似半值层值

序号	屏蔽材料	^{192}Ir 的半值层厚度/mm
1	混凝土	50
2	铅	3
3	钢	14

1、关注点的选取

根据《工业 γ 射线探伤防护标准》(GBZ132-2008)中的要求,关注点取屏蔽体外 30cm 处,且屏蔽体外 30cm 处的剂量率率不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$,因此关注点选取四周的墙体、防护门和顶棚的 30cm 外。关注点位描述见表 11-8,关注点位示意图见图 11-2。

表11-8 关注点位描述

序号	关注点位描述	屏蔽设计
A	源坑盖板上表面	6mm铅板+20mm钢板
B	放射源暂存库东侧墙体外表面	300mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板
C	放射源暂存库南侧墙体外表面	500mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板
D	放射源暂存库西侧墙体外表面	500mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板
E	放射源暂存库大门	300mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板
F	源库内登记操作位	300mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板
G	放射源暂存库顶	300mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板

2、辐射剂量率理论计算

本项目的源库建有 12 个源坑,在计算屏蔽体外辐射剂量率时,要考虑到每个源坑对关注点的剂量率的影响,因此将每个源坑进行编号为 1#、2#.....12#,详见图 10-1,距离取每个源坑到关注点的距离,所有源坑在关注点的剂量率相叠加就是关注点的总剂量率,每个源坑都有 6mm 铅板+20mm 钢板盖住。辐射剂量率按公示 11-7 计算,计算结果如表 11-8 所示。

表11-8 关注点辐射剂量率

关注点	d_0 处的空气比释动能率 $K_0(\mu\text{Gy/h})$	K_0 处与放射源之间的距离 $d_0(\text{m})$	目标点到放射源体中心点的距离 $d(\text{m})$		屏蔽体的屏蔽厚度 $S(\text{mm})$	半值层 HVL(mm)	屏蔽体外的空气比释动能率 $K(\mu\text{Gy/h})$	空气比释动能率之和 $K_{\text{总}}(\mu\text{Gy/h})$
A	20	1	0.60		6mm铅板+20mm钢板	铅3mm 钢板14mm	5.16	5.16
B	20	1	1#	3.12	300mm混凝土+6mm铅板	混凝土50mm 铅3mm	0.0030	0.053
			2#	2.68			0.0040	

			3#	2.38	+20mm钢板	钢板14mm	0.0051				
			4#	2.96			0.0033				
			5#	2.49			0.0047				
			6#	2.16			0.0062				
			7#	2.96			0.0033				
			8#	2.49			0.0047				
			9#	2.16			0.0062				
			10#	3.12			0.0030				
			11#	2.68			0.0040				
			12#	2.38			0.0051				
C	20	1	1#	3.40			500mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板		混凝土50mm 铅3mm 钢板14mm	0.0004	0.003
			2#	3.61						0.0004	
			3#	3.94	0.0004						
			4#	4.35	0.0003						
			5#	4.66	0.0003						
			6#	4.27	0.0003						
			7#	3.97	0.0002						
			8#	3.79	0.0002						
			9#	3.79	0.0002						
			10#	3.97	0.0001						
			11#	4.27	0.0001						
			12#	4.35	0.0001						
D	20	1	1#	5.55	500mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板	混凝土50mm 铅3mm 钢板14mm	0.0003	0.003			
			2#	5.59			0.0001				
			3#	5.72			0.0002				
			4#	5.93			0.0004				
			5#	7.37			0.0003				
			6#	7.16			0.0002				
			7#	7.03			0.0004				
			8#	6.96			0.0003				
			9#	6.96			0.0002				
			10#	7.03			0.0003				
			11#	7.16			0.0003				
			12#	7.06			0.0002				
E	20	1	1#	3.51	300mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板	混凝土50mm 铅3mm 钢板14mm	0.0016	0.035			
			2#	3.61			0.0018				
			3#	3.85			0.0020				

			4#	4.19			0.0020	
			5#	4.61			0.0024	
			6#	4.66			0.0028	
			7#	4.82			0.0025	
			8#	5.07			0.0032	
			9#	5.39			0.0039	
			10#	5.79			0.0030	
			11#	6.24			0.0041	
			12#	6.52			0.0052	
F	20	1	1#	6.11	300mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板	混凝土50mm 铅3mm 钢板14mm	0.0057	0.048
			2#	6.17			0.0064	
			3#	6.31			0.0057	
			4#	6.52			0.0044	
			5#	6.80			0.0048	
			6#	6.24			0.0044	
			7#	5.79			0.0032	
			8#	5.39			0.0034	
			9#	5.07			0.0032	
			10#	4.82			0.0023	
			11#	4.66			0.0024	
			12#	4.19			0.0023	
G	20	1	1#	5.13	300mm混凝土+6mm铅板+20mm钢板	混凝土50mm 铅3mm 钢板14mm	0.0001	0.002
			2#	4.79			0.0001	
			3#	4.52			0.0001	
			4#	4.36			0.0001	
			5#	4.30			0.0001	
			6#	3.94			0.0001	
			7#	3.67			0.0001	
			8#	3.52			0.0001	
			9#	3.52			0.0001	
			10#	3.67			0.0001	
			11#	3.94			0.0001	
			12#	4.36			0.0001	

根据表 11-8 计算的结果，源坑防护盖外表面辐射水平最高为 5.16 μ Gy/h，满足《油(气)田测井用放射源贮存库安全规范》（SY6322-2013）中“贮源坑防护盖、贮源柜和贮源箱表面空气比释动能率应小于 25 μ Gy/h”的要求；源库满载时，源库四周 30cm 处

辐射水平最高为 $0.05\mu\text{Gy/h}$ ，能满足《工业 γ 射线探伤防护标准》(GBZ132-2008)中“屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ”的要求。

3、人员受照剂量分析

源库取源、还源过程中源库管理人员年有效剂量

源库取源和还源时，使用电动葫芦和专用小推车进行取、还源的操作，根据人员职责划分，由源库管理人员取、还源。根据公司人员分组，源库管理人员每天最多进行 4 次取、还源操作。取源、还源的时间保守估计为 4min，其中源库管理人员运输探伤机时会有约 5s 的时间内用手触碰探伤机，其他时间内源库管理人员与探伤机的距离超过 1m。根据新疆正安检测科技有限公司提供的人员工作计划，工作人员 1 年工作 240 天，因此可以得出源库管理人员在进行取、还源操作时手触碰探伤机的时间最多为 1.4h，距离探伤机 1m 的时间最多为 63h。根据表 9-2 中厂家提供的探伤机信息，探伤机源容器表面 1m 处的空气比释能率为 0.01752mGy/h ($17.52\mu\text{Gy/h}$)，距离 0cm 处空气比释能率不超过 2mGy/h ($2000\mu\text{Gy/h}$) 的因此根据公式 11-2 计算可以得出取、还源时源库管理人员的最大年有效剂量为：

$$E_{\text{源库管理人员}} = (17.52 \times 63 \times 1 \times 10^{-3}) + (2000 \times 1.4 \times 1 \times 10^{-3}) = 3.9\text{mSv/a}$$

综上所述，源库管理人员年有效剂量为 3.9mSv/a ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)提出的辐射工作人员剂量率低于 5mSv/a 的要求。在项目实际运行过程中，由于受公司辐射工作人员分组、实际取还源数量、现场辐射防护手段等影响，实际人员受到的总剂量会比以上的估算结果小得多。

11.2.3 现场探伤环境影响分析

1、现场探伤控制区和监督区的划分

现场探伤时工作人员根据实地情况划分控制区和监督区的边界。根据公司制定的探伤业务，探伤物件拟定在 10~100mm 之间，其中 ^{192}Ir 探伤机探伤厚度为 10~100mm， ^{75}Se 探伤机的探伤厚度为 10~40mm，探伤时 ^{192}Ir 探伤机使用 20mm 钨合金准直器， ^{75}Se 探伤机使用 10mm 钨合金准直器。由此可根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)中提供的方法来进行理论划分控制区和监督区。

对于移动探伤，控制区边界的当量剂量率为 $15\mu\text{Gy/h}$ ，可由如下评定各类控制区距离的大小，计算方法如公式 11-8 所示：

$$L_1 = a_1 \times 1.63 \quad (\text{式 11-8})$$

式中：

L_1 —根据 a_1 修正后得到的控制区距离值；

a_1 —从《工业 γ 射线探伤放射防护标准》附录 C 图 C2 取得的数值，对于活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 ^{192}Ir 的 a_1 约为 130m，对于活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 ^{75}Se 的 a_1 约为 80m；

1.63—边界剂量率从 $40 \mu\text{Gy/h}$ 调整为 $15 \mu\text{Gy/h}$ 的修正；

L_2 和 L_3 的值分别由 L_1 (m) 乘以表 11-10 中不同半值层数相对应的因子而获得（可根据屏蔽物的厚度，除以表 11-9 中相应的核素和屏蔽材料的半值层厚度，求出其半值层层数，进而从表 11-10 中查出相对应的因子）。

表11-9 不同材料半值层厚度的近似值

屏蔽材料	不同放射源的半值层厚度/mm	
	^{192}Ir	^{75}Se
钢	14	9
铅	3	1
钨	2.5	0.8

表11-10 用于控制区确定时在有衰减时计算 L_2 和 L_3 的因子

半值层层数	因子
0.5	0.9
1	0.7
1.5	0.6
2	0.5
3	0.4
4	0.3
5	0.2
8	0.1
10	0.05
12	0.01

(1) 无屏蔽时控制区和监督区的划分

①使用 ^{192}Ir 时无屏蔽情况下控制区和监督区的划分

a、控制区划分

根据公式 11-8 计算可得

$$L_1 = a_1 \times 1.63 = 130\text{m} \times 1.63 \approx 211.9\text{m}$$

b、监督区划分

根据比释动能率的衰减与距离的平方成反比，即 $\left(\frac{L_{1\text{控制区}}}{L_{1\text{监督区}}}\right)^2 = \frac{H_{\text{监督区}}}{H_{\text{控制区}}}$ ，由此可以计算出

监督区的距离得：

$$L_1 = \sqrt{\frac{15}{2.5}} \times 211.9 = 519\text{m}$$

②使用 ⁷⁵Se 时无屏蔽情况下的控制区和监督区划分

a、控制区划分

根据公式 11-3 计算可得

$$L_1 = a_1 \times 1.63 = 80\text{m} \times 1.63 \approx 130.4\text{m}$$

b、监督区划分

根据比释动能率的衰减与距离的平方成反比，即 $\left(\frac{L_{1\text{控制区}}}{L_{1\text{监督区}}}\right)^2 = \frac{H_{\text{监督区}}}{H_{\text{控制区}}}$ ，由此可以计算出

监督区的距离得：

$$L_1 = \sqrt{\frac{15}{2.5}} \times 130.4 = 319.5\text{m}$$

③总结

综上所述，根据计算结果可以得出无任何屏蔽情况下控制区和监督区的划分如表 11-11 所示：

表11-11 无任何屏蔽下的控制区和监督区距离

使用放射源	控制区 (m)	监督区 (m)
¹⁹² Ir	211.9	519
⁷⁵ Se	130.4	319.5

由上表可知无屏蔽情况下，使用 ¹⁹²Ir 时现场探伤的控制区距离为 211.9m，监督区距离为 519m；使用 ⁷⁵Se 时现场探伤控制区的距离为 130.4m，监督区距离为 319.5m。

(2) 使用屏蔽工件时的情况下控制区和监督区的划分

①有用线束方向在有屏蔽情况下的控制区和监督区划分

有用线束方向在实际探伤时会被探伤工件和 6mmPb 的铅板屏蔽，根据公司制定的探伤业务，探伤物件拟定在 10~100mm 之间，其中 ¹⁹²Ir 探伤机探伤厚度为 10~100mm，⁷⁵Se 探伤机的探伤厚度为 10~40mm。根据表 11-9，对于 ¹⁹²Ir，厚度为 10mm 的钢件其半值层 HVL 为 0.5，厚度为 100mm 的钢件其半值层 HVL 为 7 个 HVL，厚度为 6mm 的铅板其半值层为 2 个 HVL；对于 ⁷⁵Se，度为 10mm 的钢件其半值层 HVL 为 1，厚度

为 40mm 的钢件其半值层 HVL 为 4 个 HVL, 厚度为 6mm 的铅板其半值层为 6 个 HVL。由表 11-7 可以得出不同半值层 HVL 下不同的屏蔽因子, 有用线束的屏蔽后控制区和监督区的距离等于=无屏蔽下的控制区/监督区距离×屏蔽因子。计算结果如表 11-12 所示。

表11-12 在屏蔽情况下有用线束方向上控制区和监督区的距离

使用放射源	屏蔽情况		屏蔽因子	控制区 (m)	监督区 (m)
有用线束方向不加屏蔽物只加钢件					
¹⁹² Ir	最小	10mm钢件 (0.5个HVL)	0.9	190.8	467.2
	最大	100mm钢件 (7个HVL)	0.13	28	68
⁷⁵ Se	最小	10mm钢件 (1个HVL)	0.7	92	223
	最大	40mm钢件 (4.5个HVL)	0.25	33	80
有用线束方向加屏蔽物					
¹⁹² Ir	最小	10mm钢件+6mm铅板 (2.5个HVL)	0.45	96	234
	最大	100mm钢件+6mm铅板 (7.5个HVL)	0.12	25.5	63
⁷⁵ Se	最小	10mm钢件+6mm铅板 (7个HVL)	0.13	16.9	41.5
	最大	40mm钢件+6mm铅板 (10个HVL)	0.05	11	16

由上表可知, 在有着探伤物件和 6mmPb 防护铅板的情况下, 使用 ¹⁹²Ir 放射源时, 现场探伤有用线束方向的控制区在 41m~96m 的范围内, 监督区在 98~234 的范围内; 使用 ⁷⁵Se 放射源时, 现场探伤有用线束的控制区在 11m~21m 的范围内, 监督区在 16m~52m 的范围内, 具体有用线束的控制区和监督区范围根据探伤件的厚度来划分。

②非有用线束方向在有屏蔽情况下控制区和监督区划分

在现场探伤时, 探伤机曝光头会配备准直器来屏蔽非有用线束方向的线束, 对于 ¹⁹²Ir 配备 20mm 的钨合金准直器, 相当于 8 个 HVL 的半值层厚度; 对于 ⁷⁵Se 使用 10mm 的钨合金准直器, 相当于 12 个 HVL 的半值层厚度。由表 11-7 可以得出不同半值层 HVL 下不同的屏蔽因子, 非有用线束的屏蔽后控制区和监督区的距离等于=无屏蔽下的控制区/监督区距离×屏蔽因子。计算结果如表 11-13 所示。

表11-13 在有屏蔽情况下非有用线束方向上的控制区和监督区距离

使用放射源	屏蔽情况	屏蔽因子	控制区 (m)	监督区 (m)
¹⁹² Ir	20mm钨合金准直器 (8个HVL)	0.1	21.19	51.9
⁷⁵ Se	10mm钨合金准直器 (12个HVL)	0.01	1.304	3.195

由上表可知, 在有着钨合金屏蔽的情况下, 使用使用 ¹⁹²Ir 放射源时, 现场探伤非有用线束的控制区距离为 21.19m, 监督区的距离为 51.9m; 使用 ⁷⁵Se 放射源时, 现场

探伤费有用线束的控制区距离为 1.304m，监督区距离为 3.195m。

③总结

综上，在使用屏蔽的情况下，将有用线束方向和非有用线束方向上的控制区和监督区范围相结合，就可以得出现场探伤时，控制区和监督区的范围，其划分结果如表 11-14 所示，划分示意图如图 11-4 所示。

表11-14 完全屏蔽情况下有用线束和分有用线束方向上的控制区和监督区划分

使用放射源	区域	有用线束方向	非有用线束方向
¹⁹² Ir	控制区	25.5m~96m	21.19m
	监督区	63m~234m	51.9m
⁷⁵ Se	控制区	11m~16.9m	1.304m
	监督区	16m~41.5m	3.195m

2、现场探伤场所人员剂量分析

本项目参与现场探伤过程的工作人员包括专职探伤人员和安全员，受到辐射剂量的方式包括探伤机开机曝光、输出源、回收源、运输源以及搬运探伤机，计算工作人员外照射剂量可按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，X-γ 射线产生的外照射年有效剂量公式估算，如公式 11-9：

$$H=0.7 \times Dr \times T \times 10^{-3} \quad (11-9)$$

式中：H—一年有效剂量，mSv/a；

0.7—吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy；

Dr—空气吸收剂量率，μGy/h；

T—一年受照时间，h/a。

①探伤机开机作业时工作人员年有效剂量分析

本项目 γ 射线探伤为现场探伤，无固定探伤场所，因此在进行现场探伤的时候要根据实地情况划分控制区和监督区，在进行现场探伤时，探伤工作人员处于控制区，安全员处于监督区内，由于工作场所控制区的比释动能率各不相同，因此保守取控制区边界比释动能率的最大值来计算，即 15μGy/h，监督区取最大值 2.5μGy/h 来计算，1 年内 1 组工作人员的最大操作量不超过 3000 张，拍片时间约 2min，所以年拍片时长约为 100h，，因此每名工作人员的 1 年内所受的最大剂量率根据公式 11-9 可得：

$$H_{\text{控制区}}=0.7 \times 15 \times 100 \times 10^{-3} \approx 1.05\text{mSv/a}$$

$$H_{\text{监督区}}=0.7 \times 2.5 \times 100 \times 10^{-3} \approx 0.175\text{mSv/a}$$

②输出源和回收源时时工作人员（专职探伤人员）年有效剂量分析

现场向探伤机输出源和回收源时会使用到输源管，输源管长度为 6.3m，材料为 1.2mm 的钢，根据探伤机厂家提供的信息此过程中工作人员会使用手动遥控设备将放射源输送到探伤机，手动遥控设备控制线缆的长度为 12m。根据厂家提供的实际测试，操作人员摇出源后和回收源时在输源管中暴露的时间约在 5s 左右，两个过程共计 10s，按公司辐射工作人员的年工作时长 240 天计算，1 名探伤工作人员 1 年摇出源和回收源的次数最多为 240 次，因此可以得一年内出输出源和回收源的时间为 0.67h。在源送出时，距离工作人员的距离会越来越远，最近到最远的距离为 10~16.3m。工作人员在出源过程中受到的剂量可按照《辐射防护导论》第 77 页中推荐的公式来进行计算，如公式 11-10 所示：

$$H_{\gamma} = 3600 \times \frac{A\Gamma_k}{r^2} \times K^{-1} \times 10^6 \quad (\text{式 11-10})$$

式中：

H—关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

3600—时间转换因子， s^{-1} 转换为 h^{-1} ；

A—源活度，Bq；

k—空气比释动能率常数， $\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Bq}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ， ^{192}Ir ： $3.15 \times 10^{-17}\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Bq}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ； ^{75}Se ： $1.32 \times 10^{-17}\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Bq}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ；

K—衰减倍数，取 1。

计算结果如表 11-15 所示：

表11-15 距离放射源12-18.3m处的辐射剂量率单位： $\mu\text{Gy/h}$

工作人员距离源的距离 (m)	12	13	14	15	16	17	18.3	平均辐射剂量率 $\mu\text{Gy/h}$
^{192}Ir	2915	2484.4	2142.1	1866	1641	1452.8	1254	1965
^{75}Se	1221	1041	897.2	782	687	609	526	824

由于在各种距离下的辐射剂量率都各不相同，因此取各种距离下的平均辐射剂量率进行计算，由于 ^{192}Ir 比 ^{75}Se 的辐射剂量率大，保守使用 ^{192}Ir 的辐射剂量至来进行计算，通过计算可得 ^{192}Ir 的平均辐射剂量率为 $1965\mu\text{Gy/h}$ 。根据公式 11-10 可以估算出输出源、回收源时工作人员受到的辐射剂量率得：

H 输出源、回收源= $0.7 \times 1965 \times 0.67 \times 10^{-3} \approx 0.92\text{mSv/a}$

③运输过程中的工作人员（安全员）年有效剂量分析。

放射源运输至探伤现场时，安全员跟随运输单位车辆，往返一次，往返时间按保守 4h 计算，按照公司辐射工作人员一年 240 天工作日计算，一年累计运输时间为 960h。因放射源运输过程中采用专用运输车辆，由安全员负责跟车，其防护材料不会小于一个 TVL 的厚度，根据表 9-2 可知，公司使用的探伤机其辐射表面 1m 处的剂量率最大为 17.52 μ Gy/h。司机和陪同运输人员距离放射源距离大于 2m，经衰减后根据《辐射防护导论》P100 中提供的公式计算可得剂量率 $17.52\mu\text{Gy/h} \times 10^{-1}/2^2=0.438\mu\text{Gy/h}$ ，所以根据公式 11-4 运输过程中工作人员的年有效剂量为：

$$H_{\text{运输}}=0.7 \times 0.438 \times 960 \times 10^{-3}=0.295\text{mSv/a}$$

⑤搬运过程中的人员（安全员）剂量分析

探伤设备和放射源运输到探伤现场后，由每个小组的安全员负责搬运设备，搬运时使用小推车搬运，安全员距离源容器表面 1m 处左右，根据表 9-2 可知公司使用的探伤机辐射表面 1m 处的剂量率最大为 17.52 μ Gy/h。保守估计每次探伤时的搬运时长 2min 左右，按照公司辐射工作人员一年工作 240 天计算，可以得出每个探伤小组的安全员的搬运时间为 8h。根据公式 11-10 可以计算出安全员一年搬运设备时所收到的剂量为：

$$H_{\text{搬运}}=0.7 \times 17.52 \times 8 \times 10^{-3}=0.1\text{mSv/a}$$

⑥每组工作在取、还源过程中受到的年有效剂量分析

每个探伤小组在取、还源时，先在源库旁的值班室内进行台账登记，登记时间约 5min。随后跟随源库管理人员将取出的探伤机运输到专用的运输车辆内，与源库管理人员不同，探伤小组的工作人员不进入源库取、还源，并且源库管理人员将探伤机取出后，探伤工作人员只是协助源库管理人员将设备运送至专用车辆，此过程约 30s，且工作人员距离探伤机约 1m。按照公司辐射工作人员一年工作 240 天计算，可以得出每个小组的工作人员进行台账登记的时间为 20h，取、还源时间一年为 2h。根据表 9-2 可知公司使用的探伤机辐射表面 1m 处的剂量率最大为 17.52 μ Gy/h。因此根据公式 11-10 可以计算出每组工作在取、还源过程中受到的年有效剂量为：

$$H_{\text{取、还源}}=(0.7 \times 0.17 \times 20 \times 10^{-3}) + (0.7 \times 17.52 \times 2 \times 10^{-3})=0.027\text{mSv/a}$$

11.2.3 本项目涉及所有辐射工作人员年有效剂量

本项目所涉及到的辐射工作人员包括专职探伤工作人员、安全员和源库管理人员。综合上述的计算结果可以得出本项目的所有工作人员的年有效剂量。由于部分工作人

员会进行 X 射线探伤工作，为了保守估算年有效剂量的数值，将 X 射线探伤的年有效剂量与 γ 射线探伤的年有效剂量叠加，但如果同一天内工作人员已经进行过 γ 射线探伤工作，工作人员不会再进行 X 射线探伤工作，且不同时进行 γ 射线探伤工作和 X 射线探伤工作，源库管理人员仅进行放射源出入库的操作。计算结果如表 11-16 所示。

表11-16 各类工作人员年有效剂量 (mSv/a)

人员类型	现场探伤	输出源、回收源	取源、还源	运输	搬运	X射线探伤	总剂量
一个探伤小组探伤工作人员	1.05	0.92	0.027	/	/	0.497	2.49
一个探伤小组安全员	0.12	/	0.027	0.295	0.1	/	0.54
源库管理	/	/	3.90	/	/	/	3.90

由表 11-16 的计算结果可知，公司从事工业 γ 射线探伤的工作人员中，探伤工作人员的年有效剂量为 2.49mSv/a，安全员年有效剂量为 0.54mSv/a，源库管理年有效剂量为 3.90mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）提出的辐射工作人员剂量率低于 5mSv/a 的要求。以上结果为 1 组探伤工作人员在年拍片数量最大为 3000 张时的情况下计算出的估算值，在项目实际运行过程中，由于受公司辐射工作人员分组、实际拍片数量、现场探伤辐射防护手段等影响，实际人员受到的总剂量会比以上的估算结果小得多。

11.3“三废”影响分析

11.3.1 探伤室“三废”影响分析

X 射线照射会使探伤室内的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，本项目 X 射线探伤室的排风装置的排风量达到每小时有效换气次数为 5 次，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中第 4.1.11 每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求，确保 X 射线探伤室内产生的少量有害气体及时排出。

11.3.2 放射源暂存库及现场探伤“三废”影响分析

本项目运行过程中源库和现场探伤均不会产生放射性废气。但 γ 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，由于现场探伤地点不固定，场所多为空旷场地，因此臭氧和氮氧化物会迅速在环境空气中扩散，对环境影响很小。放射源暂存库的排风装置达到每小时有效换气次数为 8 次，可满足《核技术利用放射性废物库选址、设计

与建造技术要求》（试行）中 3.11.2 通风换气次数废物贮存车间 2 次/时的要求。每次进入前需进行充分通风，使臭氧和氮氧化物迅速排放至源库外环境空气中扩散，对放射源暂存库内环境影响很小。

γ 射线探伤机使用过程中会产生废弃的放射源（ ^{192}Ir 、 ^{75}Se ），公司拟在购买源时与放射源供应商签订协议，废弃源将由放射源生产单位回收。

11.3.3 其他三废影响分析

由于使用到胶片感光成像，工业探伤项目还会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物，建设单位按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，2013 年修订）的一般要求“在实验楼一楼设置临时贮存的废物贮存间，并由有资质的单位收集处理，能有效避免感光材料废物随意排放、污染环境。

11.4 事故影响分析

11.4.1 X 射线探伤室可能引起的事故分析

1、防护门安全联锁装置发生故障，探伤期间有不知情的人员误入射线探伤室引起误照射；

2、防护门安全联锁发生故障，射线探伤工作结束后，X 射线没有关闭，工作人员误入射线探伤室而受照射；

3、工作人员配合失误，有工作人员还在射线探伤室的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在射线探伤室内的工作人员被误照射。

本项目最严重的辐射事故是情景（3）：有工作人员还在射线探伤室的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在射线探伤室内的工作人员被误照射。假设受照人员距出束口的 1m，人员从开始受照至意识到采取断电措施的持续时长为 10s，事故工况下最大管电流为 5mA，则按照本项目射线装置距靶 1m 处的最大输出量 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 计算可得该事故情形下人员受照剂量率为 8610mGy/h ，受照剂量为 23.9mGy 。

以上分析表明，本项目单次辐射事故造成的人员受照剂量高于职业照射全年有效受照剂量约束值（ 5mSv/a ），说明本项目具有一定辐射事故风险，但事故等级一般不会超出“一般事故”。

11.4.2 放射源暂存库可能引起的事故分析

1、 γ 射线探伤装置搬运过程中，由于撞击（如跌落等）导致屏蔽罐破裂和源活性物质裸露，使工作人员或公众受到辐射照射，进一步可能造成放射性污染。

2、源从探伤机内脱出。

3、对放射源暂存库的管理不到位，无关人员误入储存放射源的源库而受到不必要的外照射；

4、放射源丢失或被盗，造成放射源丢失事故，屏蔽罐可能被打开，对公众产生外照射，如果源物质被破碎，则会造成局部环境的放射性污染；

11.4.3 管理问题引起的事故

1、本项目可能发生的辐射事故风险主要是在管理上出问题，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进入铅房前应检查是否佩戴好个人剂量报警仪；

2、定期检查防护门的性能及各项辐射安全与防护设施是否正常工作，避免无关人员误入正在出束的X射线探伤室。

3、射线装置检修维护时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。综上所述，建设单位如能严格采取以上事故预防措施，加强管理，让工作人员提高安全意识，可最大程度降低辐射事故的影响，避免辐射事故的发生。

4、公司应严格执行其操作运输规程，小心搬卸 γ 射线探伤装置，防止事故发生。一旦发生源脱落，迅速用拾源夹将源放回应急源罐内，对现场进行封锁，划定控制区和监督区，或可以采用铅板压盖的方法减少辐射区域范围，禁止无关人员进入控制区，直到防护组或专家到达现场，对现场情况进行处理。

5、源脱出事故发生后，如果在进行出入库作业，应立即停止作业，工作人员撤离脱出现场，并封锁现场，启动辐射事故应急预案，上报给应急预案中的相关部门和应急处理领导小组，同时请有关机构估算人员的受照射危害程度和损失。

注意：整个故障排除处理过程必须在辐射剂量监测仪监测情况下进行，且故障排除抢险人员必须经专业培训，如事故严重可与厂家直接联系，厂家将以国内最快速度交通途径赶到现场，协助解决排除故障。

6、在事故工况下，辐射工作人员在进行紧急处理时，首先应通知辐射应急管理小组，事故过程中所有工作人员必须佩戴个人剂量报警仪（带剂量显示功能）和个人剂量计。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

12.1.1 机构设置

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，公司已经成立了辐射防护管理机构（见附件七），明确了辐射安全管理领导小组职责及各相关责任人职责，并且给出了相关小组成员的联系方式。辐射安全管理领导小组的主要任务是确保探伤机的使用安全，避免或减少辐射事故的发生，统筹辐射安全实践安全管理。辐射安全与防护管理领导小组职责如下：

（1）法人为本单位辐射防护管理的第一责任人，本单位法人授权辐射防护管理领导小组组长代表法人全面负责辐射防护管理工作，承担分管领导责任；

（2）负责对放射源和射线装置安全防护工作和环境保护工作实施统一监督管理；

（3）负责辐射防护管理队伍的建设；

（4）负责指导各小组成员及相应管理者实施辐射防护的日常监督管理；

（5）组织制定并实施辐射事故应急预案；配合上级部门开展辐射事故的应急响应、调查处理和定级定性工作。

12.1.2 人员的配备与培训

根据环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年）第三章——人员安全和防护，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；考核不合格的，不得上岗。

公司现有 21 名辐射工作人员。辐射工作人员均已通过辐射防护培训考核。根据生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起，对于已取得辐射安全与防护培训合格证的人员，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。

在项目运行过程中，公司应加强源库管理人员（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。

12.2 辐射安全管理规章制度

为保障射线装置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，新疆正安检测科技有限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，新疆正安检测科技有限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）根据新疆正安检测科技有限公司提供的资料，目前新疆正安检测科技有限公司的制定的辐射安全管理规章制度有：《辐射安全管理办法》、《辐射防护与安全保卫制度》、《岗位职责》、《辐射防护监测方案》、《设备维护与保养》、《监测仪器与防护设施台账》、《射线装置台账》、《X 射线探伤机安全操作规程》、《 γ 射线探伤机安全操作规程》、《 γ 放射源安全操作规程》、《健康档案管理制度》、《放射性工作人员定期培训与职业健康管理》、《X 射线装置台账管理制度》、《 γ 放射源台账管理制度》、《辐射报警仪器使用与维护操作规程》、《退役 X 射线探伤机处理方案》、《废旧 γ 放射源退役处理方案》（详情见附件七）。

（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必须有辐射警告标志。

（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，新疆正安检测科技有限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,新疆正安检测科技有限公司应对本项目的辐射装置的安全和防护进行年度评估。

本项目新疆正安检测科技有限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,规定了现场探伤流程,按要求配置并合理使用辐射防护用品,辐射工作人员严格执行辐射安全培训和个人剂量监测的制度等。新疆正安检测科技有限公司应在今后工作中,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,并确保各项制度的落实。

12.3 辐射监测

(1) 环保措施竣工环境保护验收

评价项目竣工 3 个月内,新疆正安检测科技有限公司应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号)的规定,对配套建设的环境保护设施进行验收。新疆正安检测科技有限公司应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,编制验收监测报告。如验收过程中需进行整改的,验收期限可以适当延期,但最长不超过 12 个月。新疆正安检测科技有限公司不具备编制验收监测报告能力的,可以委托有能力的技术机构编制,新疆正安检测科技有限公司对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。新疆正安检测科技有限公司在验收过程中,应当如实查验、监测、记载建设项目环保设施的建设和调试情况,不得弄虚作假。

除按照国家规定需要保密的情形外,新疆正安检测科技有限公司应当依法向社会公示验收报告。项目经验收合格,方可投入生产或使用;未经验收或者验收不合格的,不得投入生产或使用。

对于 X 射线探伤室,需要检测 X 射线探伤室墙外及屏蔽门外 30cm 处的距地面 1m 处的辐射剂量率;对于放射源暂存库,需要检测源坑外表面、源库墙外表面和屏蔽门四周外 30cm 处的距地面 1m 处的辐射剂量率。

通过监测辐射剂量率水平,确定满足各相应点位的辐射剂量率控制水平。通过竣工环保验收之后方可将项目投入使用。

(2) 日常自行监测

新疆正安检测科技有限公司拟配备相应的辐射监测设备,包括辐射剂量率报警仪和辐射监测仪等,用于辐射工作场所的辐射竖屏自行检测和分区等工作,具体如下:

①领用 γ 射线探伤机时，使用辐射剂量率监测设备表面进行放射性水平测量，确认放射源在容器中。工作完毕交还时，再进行放射性水平的测量，确认放射源在其中，并将 γ 射线探伤机放回原贮存柜存放。

②定期使用辐射剂量率监测设备对 X 射线探伤室和放射源暂存库外环境及 γ 探伤机表面进行辐射水平监测，确认源库防护完好。

③运输 γ 射线探伤机时，使用辐射剂量率监测设备对运输车辆外表面进行 X- γ 辐射剂量率检测，确保其满足《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）对探伤机的运输的放射防护要求：距其外表面任意一点的辐射剂量率不超过 2mGy/h，外表面 2m 处任意一点的辐射剂量率不超过 0.1mGy/h。

（3）年度常规监测

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）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，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

新疆正安检测科技有限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监测，监测点位参照验收监测布点。

公司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。

（4）辐射工作人员的个人剂量监测

新疆正安检测科技有限公司应定期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（监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天），并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，并对职业照射个人监测档案终生保存。

公司按要求对辐射工作人员开展了个人剂量监测，2021 年度的个人剂量检测报告（见附件五）。公司现有辐射工作人员 2021 年季个人年累积受照剂量最高为 0.09mSv/a，未超过职业照射年剂量约束值 5mSv，辐射工作人员个人剂量未出现异常，满足本项目提出的 5mSv/a 的约束限值，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本

标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值。

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办法》（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。项目建成后，新疆正安检测科技有限公司将为辐射工作人员拟配备符合标准的个人剂量计和辐射剂量报警仪上岗，个人剂量计拟每季度送检，并建立个人剂量档案，终身保存，新疆正安检测科技有限公司应当一一落实。

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》等相关法律法规，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

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，新疆正安检测科技有限公司已制定了《辐射事故应急预案》（见附件七），并建立了应急处理机构，组织、开展放射事件的应急处理救援工作。

新疆正安检测科技有限公司明确了应急处理领导小组的职责：

- （1）审批公司辐射事故应急预案；
- （2）指挥和协调辐射事故应急组织体系中各部门应急准备和相应行动，指挥辐射事故应急工作小组进行应急工作；

(3) 负责发布辐射事故的信息；

(4) 负责与公安部门和生态环境主管部门等的接口工作，上报辐射事故具体情况；

(5) 负责组织评价辐射事故应急演练，提出改进和意见，并监督和跟踪改进情况。

(6) 负责辐射事故应急保障工作。

(7) 定期组织对射线场所、设备和人员进行放射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报公司领导并落实整改措施；

(8) 发生人员超剂量照射事故时，应启动预案；

(9) 负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

(10) 放射事故中人员受照射时，要通过个人剂量计或其他工具、方法迅速估算受照射人员的受照射剂量；

(11) 组织控制区内人员的撤离工作，记录受照射人员的停留位置和停留时间估算受照射人员的辐射剂量，对可能超标准剂量的，应迅速安置受照人员就医，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

应急能力的保持和保障：

(1) 培训和演习

①培训：对公司所有参与辐射应急事故应急准备的人员进行培训和定期再培训。

②演习：每年举行一次应急演练，应急演练的类型应覆盖全面，以检验、改善和强化应急准备和应急响应能力。

(2) 应急工作保障

辐射事故应急领导小组和辐射事故应急工作小组应当按照职责分工进行应急准备，强化日常工作，为处理核应急事故（时间）提供可靠的保障。

(3) 人员保障

辐射应急事故领导小组和辐射事故应急工作小组应保持一支与应急职责相适应的快速反应的应急队伍。

(4) 物资保障

辐射事故应急小组负责应急装备保障工作，配备必要的个人防护、监测、鉴定、检验等设备、器材，配备必要的交通、通信工具。

(5) 经费保障

辐射事故应急处置工作和日常工作经费由辐射事故应急小组提出经费支出, 预算报财务部审批后执行。应急处置专项资金主要用于突发辐射事故防控准备, 包括预防预警系统的建立、应急技术装备添置、应急救援行动处置、人员培训及日常开支等。

应急电话:

生态环境主管部门: 12369

公安部门: 110

卫生机构: 120

应急处理领导小组: 13809927251

综上, 可以得出新疆正安检测科技有限公司在《辐射应急应急预案》中给出了新疆正安检测科技有限公司可能涉及到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。新疆正安检测科技有限公司建立的应急处理措施从人员, 物资和经费三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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

新疆正安检测科技有限公司拟在位于克拉玛依市独山子区湛江路以南，米泉路以西的新院址西南角新建一间 X 射线探伤室，使用 X 射线探伤机（II 类射线装置）开展室内探伤检测工作，并在该探伤室内的西南侧新建一座放射源暂存库，用于贮存伽马探伤机（ ^{192}Ir 和 ^{75}Se 放射源），与此同时，公司拟新增 3 台伽马探伤机（2 枚 ^{192}Ir 和 1 枚 ^{75}Se 放射源）用于开展现场探伤检测工作。

13.1.2 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，新疆正安检测科技有限公司根据《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 X 射线探伤室和放射源暂存库进行了选址分析，通过对 X 射线探伤室和放射源暂存库的辐射安全设施进行分析，证明新建的 X 射线探伤室和放射源暂存库满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）和《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）等相关标准的要求。

13.1.3 辐射安全管理结论

新疆正安检测科技有限公司设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，拥有专业的辐射工作人员和安全管理人员，并明确了职责分工，建立了较完善辐射防护和辐射安全管理制度，制定了辐射事故应急预案等。项目开展后，如果有新增的辐射工作人员应该在生态环境部辐射安全和防护培训平台参加培训并考核合格后上岗；辐射工作人员应该按要求佩戴个人剂量计，并且每季度送检，可满足核技术利用项目对辐射安全管理的要求。

13.1.4 环境影响分析结论

通过理论计算分析，评价项目正常运行过程中，X 射线探伤室、放射源暂存库及 γ 现场探伤所致辐射工作人员及周围环境中的公众受照年剂量影响均能同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）年剂量限值和本报告提出的

剂量约束值的要求，即工作人员年有效剂量控制值不超过 5mSv/a，公众人员年受照年剂量不超过 0.10mSv/a。

13.1.5 产业政策的符合性

本项目属于国家发展和改革委员会 2013 年第 21 号《产业结构调整指导目录(2011 年本)(2013 年修正)》中鼓励类项目（第六项核能第 6 条同位素、加速器及辐照应用技术开发），项目建设符合国家产业政策。

13.1.6 总结

综上所述，本评价认为新疆正安检测科技有限公司核技术利用建设项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）和《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）等相关标准的要求，新疆正安检测科技有限公司在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后，其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求。因此，本项目的建设和运行从环境保护角度分析是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

项目单位须认真做好以下几项工作：

- （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）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。
- （3）严格执行相关管理制度，尤其是加强 X 射线探伤室使用和放射源出、入库的登记记录。
- （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。

13.2.2 承诺

- （1）严格落实辐射工作场所各项辐射防护措施，并严格执行已制定的各项辐射

安全管理制度。

(2) 定期检查 X 射线探伤室和放射源暂存库的安全装置和监控设备，定期按照标准的要求检查和维修 γ 射线探伤装置，定期进行日常自行监测和年度监测，发现问题及时解决，杜绝在没有安全防护和技术支持的情况下对 γ 射线探伤装置自行维修，以防止辐射事故发生。

(3) 项目建成后，按要求及时组织竣工环境保护验收工作，验收通过后方可正式投入使用。

(4) 定期组织辐射事故应急处理相关培训及演练，配备相应的应急用品与个人防护用品。

(5) 按要求每年向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。

(6) 辐射工作人员通过培训后上岗，并按照规定每五年参加辐射安全与防护培训考核。