

编号：RDSH202513

核技术利用建设项目

四川霖鑫工程检测有限公司

新建工业 X 射线探伤项目

环境影响报告表

(送审本)

四川霖鑫工程检测有限公司

2025 年 7 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

四川霖鑫工程检测有限公司

新建工业 X 射线探伤项目

## 环境影响报告表

建设单位名称：四川霖鑫工程检测有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：南充市顺庆区潞溪街道办事处长兴社区群兴北路 51 号

邮政编码：

联系人

电子邮箱：

联系电话

# 目 录

表 1 项目基本情况.....	- 1 -
表 2 放射源.....	- 8 -
表 3 非密封放射性物质.....	- 8 -
表 4 射线装置.....	- 9 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	- 11 -
表 6 评价依据.....	- 12 -
表 7 保护目标与评价标准.....	- 15 -
表 8 环境质量和辐射现状.....	- 20 -
表 9 项目工程分析与源项.....	- 24 -
表 10 辐射安全与防护.....	- 36 -
表 11 环境影响分析.....	- 58 -
表 12 辐射安全管理.....	- 88 -
表 13 结论与建议.....	- 98 -

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		四川霖鑫工程检测有限公司新建工业 X 射线探伤项目			
建设单位		四川霖鑫工程检测有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		四川省南充市仪陇县离堆大道二段 59 号			
项目建设地点		固定式探伤：位于南充市顺庆区濛溪街道办事处长兴社区群兴北路 51 号；移动式探伤：位于客户指定的场地，不固定。			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		项目环保总投资（万元）		投资比例（环保投资/总投资）	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m <sup>2</sup> ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input 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	/				
<p><b>项目概述</b></p> <p><b>一、建设单位简介</b></p> <p>四川霖鑫工程检测有限公司（统一社会信用代码：91511302MA67UCXA29，以下简称“公司”）成立于 2019 年，是一家专业提供工程检测、桥隧检测、工程测绘、房屋安全鉴定、特种设备校验检测的高新技术服务型企业，着力打造一个公正、客观、科学、专业的技术服务机构。公司依靠科技创新，提升服务质效。</p> <p><b>二、任务由来</b></p> <p>近年来，随着各行业对 X 射线无损检测需求的增加，公司为发展业务需求，拓展业务范围，拟新增 X 射线探伤类检测委托业务，为客户提供探伤检测技术服务。</p>					

四川霖鑫工程检测有限公司拟建 1 座探伤房（含辅助用房），并新增 4 台定向 X 射线探伤机开展固定式 X 射线探伤业务，检测工件主要为板材、线材、管件、及其焊接件、铸件、锻件等。同时，新增 4 台定向 X 射线探伤机用于移动式 X 射线探伤业务，检测工件主要为客户委托的压力管道及压力容器等，8 台定向 X 射线探伤机均属于 II 类射线装置。

### 三、编制目的

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）的规定，本项目属于“第 172 条核技术利用建设项目”中“使用 II 类射线装置的”应编制环境影响报告表。

为此，四川霖鑫工程检测有限公司委托四川瑞迪森检测技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书详见附件 1）。四川瑞迪森检测技术有限公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料并结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前，已依法主动公开环境影响报告表全本信息（详见附件 4）。

**四川霖鑫工程检测有限公司新建工业 X 射线探伤项目环境影响评价报告表的评价内容与目的：**

- 1、对新建工业 X 射线探伤项目施工期和运行期的环境影响进行评价分析。
- 2、提出污染防治措施，使辐射影响降低到“可合理达到的尽可能低水平”。
- 3、满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目的环境管理提供科学依据。

### 四、项目概况

**项目名称：**四川霖鑫工程检测有限公司新建工业 X 射线探伤项目

**建设单位：**四川霖鑫工程检测有限公司

**建设性质：**新建

**建设地点：**固定式探伤：位于南充市顺庆区潞溪街道办事处长兴社区群兴北路 51 号；移动式探伤：位于客户指定的场地，不固定。

## **1、建设内容与规模**

### **(1) 固定式探伤**

公司拟于南充市顺庆区潞溪街道办事处长兴社区群兴北路 51 号厂区新建 1 座探伤房，并以最大工件尺寸（长 3.0m×宽 1.2m）在探伤室中心划分探伤机使用范围，其控制室位于探伤室东侧，同时配套建设 1 间洗片室、1 间设备间及 1 间危废暂存间。

本项目拟建探伤室净空尺寸为 5.9m×3.6m×2.8m，四周墙体均为 650mm 厚混凝土，顶部为 600mm 厚混凝土，迷道位于探伤房东侧，迷道内墙为 650mm 厚混凝土，外墙为 600mm 厚混凝土；工件门为 35mm 铅防护门（宽 2.4m×高 2.7m），人员进出门为 16mm 铅防护门（宽 1.3m×高 2.3m）。

建成后探伤室内使用 2 台 XT2005D-XK80 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 200kV，最大管电流 5mA）、1 台 XT2505D-XK80 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 250kV，最大管电流 5mA）及 1 台 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA），单台 X 射线探伤机预计年最大拍片约 1000 张，每次拍片最长曝光时间约 5min，4 台设备年总出束时间约 365.3h（含训机时间，单台训机时间每次为 5min，平均每月约 8 次）。

### **(2) 移动式探伤**

公司拟在客户委托的施工现场对客户委托的压力管道及压力容器等工件结构进行 X 射线探伤检测，并新增 2 台 XT2005D-XK80 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 200kV，最大管电流 5mA）、1 台 XT2505D-XK80 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 250kV，最大管电流 5mA）及 1 台 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA），4 台设备年总出束时间约 365.3h（含训机时间，单台训机时间每次为 5min，平均每月约 8 次）。

本项目涉及洗片操作，故拟在厂区探伤室北侧的办公区设置 1 间洗片室（12m<sup>2</sup>，含危废暂存点 2.4m<sup>2</sup>）及 1 间评片室（14m<sup>2</sup>）用于洗片及评片作业；洗片作业过程中会产生废胶片、废显/定影液等危险废物，均暂存至危险废物暂存点内的专用收集桶（或暂存箱）；拟在洗片室南侧设置 1 间设备间（面积约 12m<sup>2</sup>）用于公司无探伤检测任务

时 X 射线探伤机的储存。

在实施探伤过程中，公司承诺不在同一地点同时使用 2 台及以上探伤机进行探伤作业，固定式探伤使用的探伤机和移动式探伤使用的探伤机为不同设备。

本次拟申请辐射项目内容见表 1-1。

表 1-1 新建工业 X 射线探伤项目情况一览表

序号	射线装置名称及型号	数量(台)	技术参数	类别	工作场所	使用情况	环评情况及审批时间
1	XT2005D-XK80 型定向 X 射线探伤机	4	200kV /5mA	II	公司探伤室和客户委托探伤作业现场	新增	本次环评
1	XT2505D-XK80 型定向 X 射线探伤机	2	250kV /5mA	II			
2	XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机	2	300kV /5mA	II			

## 2、项目组成及主要环境问题

本项目组成内容及主要的环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	运营期
主体工程	射线装置	公司拟建为 1 座探伤房，并拟在探伤室内使用 4 台 X 射线探伤机（2 台 XT2005D-XK80 型、1 台 XT2505D-XK80 型及 1 台 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机），4 台设备年总出束时间约 365.3h（含训机时间，单台训机时间每次为 5min，平均每月约 8 次）。	扬尘、废水、固体废物、噪声	X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声、废显影液、废定影液、废胶片、洗片废水等
	探伤房	拟建探伤室净空尺寸为 5.9m×3.6m×2.8m，四周墙体均为 650mm 厚混凝土，顶部为 600mm 厚混凝土，迷道位于探伤房东侧，迷道内墙为 650 mm 厚混凝土，外墙为 600mm 厚混凝土；工件门为 35mm 铅防护门（宽 2.4m×高 2.7m），人员进出门为 16mm 铅防护门（宽 1.3m×高 2.3m）。		
	移动式探伤	公司拟在客户委托的施工现场对客户委托的压力管道及压力容器等工件结构进行 X 射线探伤检测，包含 2 台 XT2005D-XK80 型定向 X 射线探伤机、1 台 XT2505D-XK80 型定向 X 射线探伤机及 1 台 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机。4 台设备年总出束时间约 365.3h（含训机时间，单台训机时间每次为 5min，平均每月约 8 次）。探伤地点位于客户指定的场地，不固定。	/	
环保工程		拟设 1 处危险废物暂存点（面积约 2.4m <sup>2</sup> ），拟配备 2 个收集桶（每个容积约 40L），用于收集废显影液、废定影液及洗片		废显影液、废定影液

	废水等，拟配备1个废胶片暂存箱用于废胶片的暂存，相关危险废物均委托有危废处理资质的单位回收、转运、处置。合格的胶片将用于出具探伤工件的检测报告，统一收集并存放于专用的胶片柜作为档案保存至少7年，到期后作为废胶片委托有资质单位回收处理。生活垃圾经分类收集后，由环卫部门统一清运处理。		影液、废胶片、洗片废水等
	探伤室北侧拟设置有1处通排风系统。		
	本项目产生的洗片废水由公司收集后，交由有资质的单位处理。		
辅助工程	拟在办公楼设置1间洗片室（含危废暂存点）、1间评片室分别用于洗片及评片作业；拟在洗片室南侧设置1间设备间（面积约12m <sup>2</sup> ）用于公司无探伤检测任务时X射线探伤机的储存。		
公用工程	配电、供电和通讯系统等	/	/
办公生活设施	公司办公区为租用的已有场所建立。办公区已建成仅为内部局部改造装修故不涉及新建。	施工噪声、废渣、废水等	生活垃圾、生活污水
	移动式探伤依托工程施工区办公及生活设施	/	

### 3、项目依托设施

(1) 依托办公设施：工作人员办公依托办公区既有办公室、办公家具家电及办公用品等进行，不涉及新建。

(2) 依托环保设施：本项目工作人员在公司内产生的生活污水依托公司所在地原有污水处理设施处理。本项目工作人员在公司内产生的生活垃圾集中分类暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

本项目工作人员移动式探伤现场产生的生活污水和生活垃圾均依托移动式探伤现场工程区已有的环保设施进行处理。

### 4、工作制度及人员配置

**工作制度：**本项目辐射工作人员年工作天数为250天，实行8小时工作制；辐射工作人员最大年受照时间与X射线探伤设备实际年出束时间一致。

**工作人员：**根据公司初步规划，本项目拟新增配备辐射工作人员8人（包含1名辐射安全管理人员），其中2名为固定式探伤工作人员，6名为移动式探伤工作人员。移动式探伤工作人员分为3组，每组2人，各组辐射工作人员不交叉，每组2名辐射工作人员均为操作人员，其中1名操作人员同时兼任现场安全员。

表 1-5 本项目拟配置辐射工作人员情况一览表

岗位类别	数量	工作负荷 (h)
移动式探伤人员	6 人	365.3
安全员 (兼职)	6 人 (兼职)	365.3
固定式探伤人员	2 人	365.3

公司可根据今后开展的项目和工作量等实际情况适当增加人员编制，在持续引进技术熟练的操作人员的同时，建设单位应做好辐射工作人员管理工作。

本项目辐射工作人员的配备满足《关于印发〈四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）〉的通知》（川环办发〔2016〕149号）中“探伤作业时至少有 2 名操作人员在场，探伤作业时应配备现场安全员（可以为现场的两名操作人员之一）”要求及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员”要求。

#### 五、本项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2024 年 2 月 1 日起施行）相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量检测服务”，符合国家当前的产业政策

#### 六、实践的正当性

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各类金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用。

由于在探伤过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。建设单位在开展 X 射线探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求，并采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术利用项目符合实践正当性要求。

## 七、项目周边保护目标以及场址选址情况

### (1) 固定式探伤

本项目拟建探伤房（独立 1 层建筑）位于公司租用的南充市顺庆区濛溪街道办事处长兴社区群兴北路厂区，该厂区位于濛溪工业集中区，属于工业用地（地理位置示意图见附图 1）。公司东侧为群兴北路及家具厂；南侧为市政道路及长新实业；西侧为长新实业；北侧为废品站。从周边外环境关系可知，厂区周边主要为工业厂房、废品站及市政道路，周边无自然保护区等生态环境保护目标，无大的环境制约因素。

### (2) 移动式探伤

探伤地点位于客户指定的现场，不固定，大部分为周围人口稀少的区域，本项目保护目标主要为控制区外监督区内的辐射工作人员及监督区外评价范围内的邻近公众。X 射线探伤机在施工现场作业时，将采取有效屏蔽，且将因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征及周围设施防护。建设单位将通过清场、张贴公告、拉警戒线及调整探伤作业时间等安全管理措施，按照划定的控制区和监督区严格管理，禁止其他人员出入。本项目产生的辐射影响通过采取相应的屏蔽措施和管控措施后，对周围环境的辐射影响是可以接受的。

本项目 X 射线探伤机不会在设备间及公司办公区其他区域进行调试和使用，该设备间只用作仓储，X 射线探伤机暂存不会对周围环境产生不良影响，周围环境对该 X 射线探伤机设备间无制约因素，因此探伤机无探伤任务时存放于该设备间是合理的。本项目 X 射线探伤机设备间平面布局示意图见附图 3。

## 八、项目单位核技术应用现状

四川霖鑫工程检测有限公司目前无 X 射线装置，之前未涉及过与电离辐射有关的业务，此次系首次开展核技术利用项目。因此，四川霖鑫工程检测有限公司须完善本项目的环评及相关手续后，及时向发证机关申请辐射安全许可证。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活度种类	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
1	X 射线探伤机	II	2	XT2005D-XK80	250	5	无损检测	南充市顺庆区濛溪街 道办事处长兴社区群 兴北路 51 号探伤房	本次新增
2	X 射线探伤机	II	1	XT2505D-XK80	250	5			
3	X 射线探伤机	II	1	XT3005D-XK80	300	5			
4	X 射线探伤机	II	2	XT2005D-XK80	250	5		地点位于客户指定的 现场，不固定	
5	X 射线探伤机	II	1	XT2505D-XK80	250	5			
6	X 射线探伤机	II	1	XT3005D-XK80	300	5			

(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 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	/	微量	微量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小
显影/定影废液	液态	/	/	/	各 100kg/a	/		①若探伤区域位于南充市内及距南充市较近，则由建设单位在办公室区洗片室内自行洗片，产生的废显影液、废定影液及废胶片等危险废物均集中收集暂存至办公室区危险废物暂存间内的专用收集桶（或暂存箱）内，相关危险废物均委托有危废处理资质的单位回收、转运、处置。 ②若探伤区域距离南充市较远，则由建设单位委托当地有资质及能力的探伤检测公司进行洗片作业，洗片过程中产生的洗片废水、废显影液、定影液及废胶片均由当地有相关资质单位回收处置。
废胶片	固态	/	/	/	约 100 张	/		
洗片废水	液态	/	/	/	约 2000L	/	/	本项目产生的洗片废水经公司所在地原有污水处理设施处理后通过污水管网进入污水处理厂，处理达标后排放。

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

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

表 6 评价依据

法规 文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日发布施行；2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），2018年12月29日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022年6月5日起实施；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日起施行；2019年修正，国务院令709号，2019年3月2日施行；</p> <p>(6) 《建设项目环境保护管理条例》，（2017年修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(7) 《四川省辐射污染防治条例》，2016年6月1日起实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021年修改，生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(10) 《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会2017年第66号公告，2017年12月5日起施行；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2025年版）》，生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第36号公布，2025年1月1日起施行；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》，生态环境部第16号令，自2021年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号）2024年2月1日起施行；</p> <p>(14) 《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日起施行；</p> <p>(15) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套</p>
----------	---

	文件的公告》，生态环境部，公告2019年第38号，2019年11月1日起施行。
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(3) 《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）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；</p> <p>(10) 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）；</p> <p>(11) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ 2025-2012）；</p> <p>(12) 《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2-1995）（2023 年修改单）。</p>
其他	<p>(1) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(2) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430号），2016年3月7日起施行；</p> <p>(3) 《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 11 月 1 日起启用。</p> <p>(4) 《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>(5) 《生态环境部关于进一步优化辐射安全考核的公告》，生态环境部，公告 2021 年第 9 号，2021 年 3 月 15 日起施行。</p> <p>(6) 四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知，川环函〔2016〕1400号；</p> <p>(7) 《关于印发&lt;四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）&gt;的通知》（川环办发〔2016〕149号）；</p>

- (8) 《辐射防护导论》（原子能出版社，1988）；
- (9) 建设单位提供的相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

**评价范围**

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视情况而定，应不低于 100m 范围）”。

本项目评价范围：（1）固定式探伤：本项目探伤室屏蔽体外 50m 的范围；（2）移动式探伤：结合本项目特点和实际，以 X 射线探伤机为中心周围 100m 的区域。

**保护目标**

**1、固定式探伤：**本次改建探伤室 50m 范围内主要环境保护目标为探伤室辐射工作人员、公司内的其他工作人员及公司内外公众。详见表 7-1。

表 7-1 探伤室评价范围内主要环境保护目标

保护目标		方位		与探伤室最近距离(m)	规模	照射类型	剂量约束值(mSv/a)
探伤室	职业人员	东侧控制室		/	2 人	职业	5
	公司其他工作人员及公司内外公众	公司内	西侧评片室及洗片室	0~9	约 2 人	公众	0.1
			南侧空地	0~36	约 50 人		
			西侧卫生间及其他功能房间	2.7~20	约 20 人		
			西南侧办公楼其他区域	4~40	约 100 人		
	公司外	东侧群兴北路及家具厂	3~50	约 200 人			
		南侧市政道路及长新实业	36~50	约 200 人			
		西侧长新实业	20~50	约 200 人			
北侧废品站		2.3~50	约 20 人				

**2、移动式探伤：**《关于印发<四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)>的通知》（川环办发〔2016〕149 号）中有关标准执行，在进行移动式探伤作业时，应设定控制区和监督区：控制区边界外空气比释动能率应低于 15μGy/h，边界上设置明显的警戒线，应有清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”标牌。探伤期间专人在边界巡逻、看守，未经许可人员不得入内。监督区位于控制区外，监督区边界外空气比释动能率应低于 2.5μGy/h，边界处应有电离辐射警告标志牌和“无关人员禁止入内”标牌。公众不得进入该区域。

本项目的探伤地点主要为空旷处，大部分为周围人口稀少的区域，在本项目影响分析一章中划定的控制区和监督区内无特定建筑、流动车辆等，控制区外监督区内的探伤机操作人员、现场安全员、监督区外的邻近公众均应划定为保护目标；当探伤工作区域有敏感目标的且主射方向无法避开敏感目标时，建设单位需在保护目标和探伤机间增设辐射防护屏障，减小控制区和监督区的范围，确保两区内无公众的情况下方可进行探伤工作，监督区边界处放置“无关人员禁止入内”的警告牌。

本项目移动式探伤现场环境保护目标为现场职业人员及周围公众，详见表 7-2。

表 7-2 主要环境保护目标

保护目标	相对探伤机方位	与探伤机的距离 (m)	人数 (人)	年剂量约束值 (mSv/a)
辐射工作人员	探伤现场控制区外	根据现场情况划定	6	5
公众	探伤现场监督区外		不定	0.1

## 评价标准

### 一、执行标准

本项目执行标准如下：

#### 1、环境质量标准

- (1) 地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中相应标准；
- (2) 大气环境：执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中相应标准；
- (3) 声环境：执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中相应标准。

#### 2、污染物排放标准

- (1) 废水：执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中相应标准。
- (2) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）中的排放限值。
- (3) 噪声：营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中相应标准。

(4) 固废：一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）中相应标准；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）中相应标准。

(5) 辐射：执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB 18871-2002）中的相关规定。

#### 3、其他标准按照国家有关规定执行。

## 二、辐射环境评价标准

### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值（摘录部分）

对象	要求
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量，20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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。

### 2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：

本标准规定了X射线和γ射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用600kV及以下的X射线探伤机和γ射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业CT探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

引自“6.1 探伤室放射防护要求”如下：

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合GB 18871的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/周；

b) 屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取100μSv/h。

引自“7 移动式探伤的放射防护要求”如下：

#### 7.1 作业前准备

7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、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。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。

7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

#### 7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于15μSv/h的区域划为控制区。

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工

作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

7.2.4 控制区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。

7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑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。视情况采用局部屏蔽措施。

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X- $\gamma$  剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

### 7.3 安全警示

7.3.1 委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。

7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

7.3.3 X 和  $\gamma$  射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

### 7.4 边界巡查与检测

7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

7.4.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

7.4.4 开始移动式探伤工作之前应对便携式 X- $\gamma$  剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X- $\gamma$  剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- $\gamma$  剂量率仪，两者均应使用。

### 7.5 移动式探伤操作要求

#### 7.5.1 X 射线移动式探伤

7.5.5.1 周向式探伤机用于移动式探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。

7.5.5.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

## 3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）：

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

引自“3.2 需要屏蔽的辐射”如下：

### 3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度 ( $TVL$ ) 或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个  $TVL$  时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度 ( $HVL$ )。

### 3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

3.3.2 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作室和人员门应避免有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

## 三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

**职业照射：**根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均） $20\text{mSv}$ 。公司辐射工作人员评价标准按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的  $1/4$ （即  $5\text{mSv/a}$ ）作为职业人员的年剂量约束值。

**公众照射：**根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量  $1\text{mSv}$ 。本项目按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的  $1/10$ （即  $0.1\text{mSv/a}$ ）作为公众的年剂量约束值。

## 四、周围剂量当量率控制水平

### （1）固定式探伤

探伤室边界周围剂量率控制水平《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，探伤室外  $30\text{cm}$  处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

### （2）移动式探伤

依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，探伤作业前应将无关人员清理出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界外周围剂量当量率应低于  $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区位于控制区外，监督区边界外周围剂量当量率应低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 环境质量和辐射现状

#### 一、项目地理和场所位置

##### (一) 公司外环境关系

四川霖鑫工程检测有限公司厂区位于四川省南充市顺庆区濛溪街道办事处长兴社区群兴北路 51 号（地理位置示意图见附图 1），公司东侧为群兴北路及家具厂；南侧为市政道路及长新实业；西侧为长新实业；北侧为废品站。

##### (二) 辐射工作场所外环境关系

#### 1、固定式探伤

本项目探伤室为独立 1 层建筑，位于公司西北侧。探伤室 50m 范围内：东侧依次为群兴北路及家具厂；南侧依次为公司空地、市政道路及长新实业；西侧依次为卫生间、其他功能房间及长新实业；北侧为废品站；下方为土层，上方为无建筑。

探伤室周围环境见图 8-1~图 8-6。



图 8-3 拟建址东侧



图 8-4 拟建址南侧



图 8-5 拟建址西侧

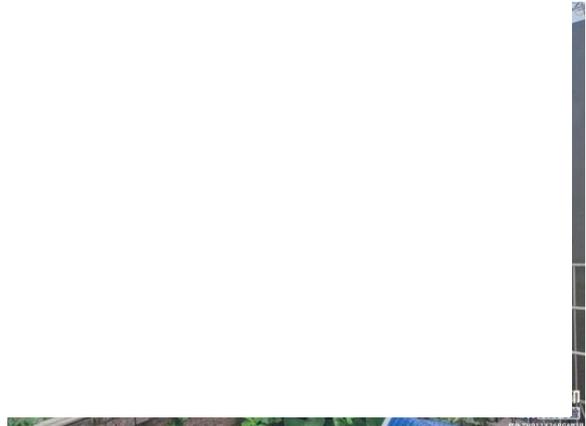


图 8-6 拟建址北侧

## (二) 移动式探伤

本项目探伤地点位于客户指定的现场，不固定，大部分为周围人口稀少的施工现场。四川霖鑫工程检测有限公司办公区平面布局示意图见附图 2。

## 二、辐射环境现状评价

本项目为固定式探伤和移动式探伤项目，使用II类射线装置，在运营期对环境空气、水环境和声环境质量影响较小，主要影响为对周围的电离辐射影响。本项目移动式 X 射线探伤工程区域不确定，不固定，因此本次环评仅对公司探伤室拟建址进行环境现状监测。

为掌握项目所在地的辐射环境现状，四川瑞迪森检测技术有限公司于 2025 年 6 月 19 日按照标准规范对本次拟建址及周边环境进行了  $\gamma$  辐射剂量率的布点监测，监测报告见附件 3。

### 1、监测因子及监测内容

本项目包括新增使用射线装置及放射源，根据工程分析项目主要污染因子为工作场所运行时产生的 X 射线。为了更好反映实际情况，本项目环境监测选取  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率作为监测因子。本次对拟建项目周围环境水平进行本底调查。

### 2、监测方案

#### (1) 监测项目、方法及方法来源表

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	备注
环境 $\gamma$ 辐射剂量率	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021)	探测限为本次测量使用方法和仪器的综合技术指标

#### (2) 监测布点

参照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中的方法布设监测点，根据本次新建项目拟建址及其周围环境现状，监测点位的选取覆盖新建项目拟建区域和周围 50m 公众人员区域。根据上述布点原则与方法，本项目监测点位布置如图 8-7 所示。

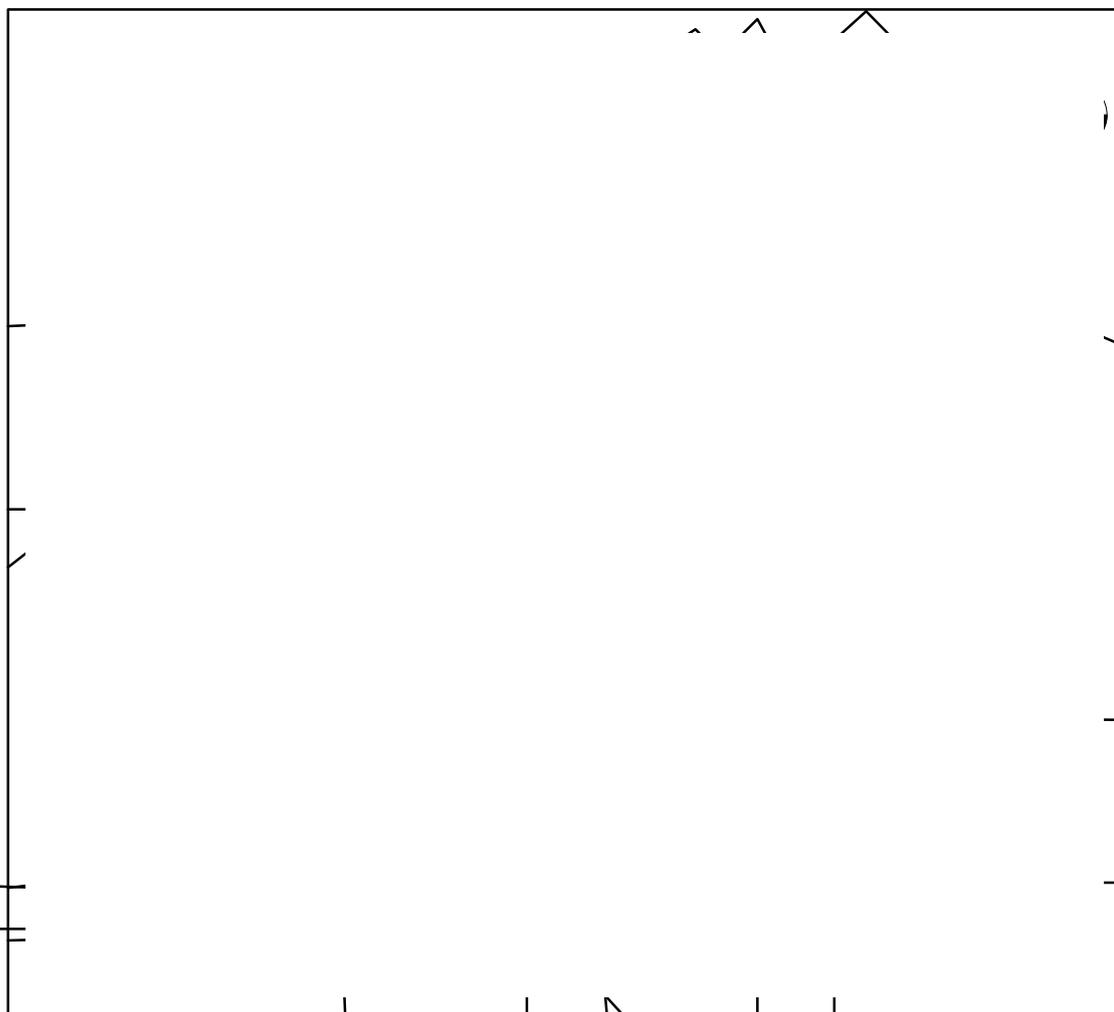


图 8-7 拟建址监测点位示意图

### (3) 监测仪器

监测使用仪器见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备		
	仪器名称	仪器编号	设备参数及检定情况
环境 $\gamma$ 辐射 剂量率	BG9511 型	SCRDS-067	能量范围：35keV~3MeV 剂量率范围：0.01~600 $\mu$ Gy/h 检定单位：上海市计量测试技术研究院 校准有效期：2025.04.10-2026.04.09

### 3、质量保证措施

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，每次监测必须在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

数据记录和处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。

数据复核：监测报告实行三级审核制度，经校对审核后由授权签字人审定签发。

#### 4、比较标准

项目所在地环境天然贯穿辐射水平参考四川省生态环境厅发布《2024 年四川省生态环境状况公报》中南充市环境  $\gamma$  辐射剂量率连续自动监测年均值范围不大于 70nGy/h。

#### 5、环境现状监测与评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家标准方法实施；测量数据处理符合统计学要求；布点合理，结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。具体监测结果如下：

表 8-3 拟建址环境  $\gamma$  辐射剂量率监测结果

测点编号	点位描述	测量结果(nGy/h)	备注
1	探伤室拟建址	63±2	室外
2	拟建址东侧拟建控制室	59±2	室外
3	拟建址南侧室外道路	60±2	室外
4	拟建址西侧室外道路	63±4	室外
5	拟建址北侧废品站外	59±1	室外
6	公司东侧家具厂外	65±3	室外
7	公司东北侧居民楼外	68±3	室外
8	公司南侧长新实业外	68±2	室外
9	公司西侧长新实业外	70±2	室外

注：测量结果未扣除宇宙射线响应值。

由检测结果可知，本项目拟建位置周围环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测值在（59~70）nGy/h 之间，与四川省生态环境厅发布《2024 年四川省生态环境状况公报》中南充市环境  $\gamma$  辐射剂量率连续自动监测年均值范围  $\leq 70$ nGy/h 相较，本项目拟建址周围辐射环境监测值与南充市天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

本项目移动式探伤项目所在地环境天然贯穿辐射水平参考四川省生态环境厅发布《2024 年四川省生态环境状况公报》中环境  $\gamma$  辐射剂量率自动监测结果，所在地辐射水平处于正常波动范围。

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备与工艺分析

### 一、施工期工艺分析

本项目施工期主要涉及探伤房的建设及其辅助用房的改建，管线敷设、防护门等辐射安全防护设施的安装、设备安装及调试，施工期主要的环境影响为扬尘、噪声、废水及固体废渣等。施工期工艺流程及产污环节如图 9-1 所示。

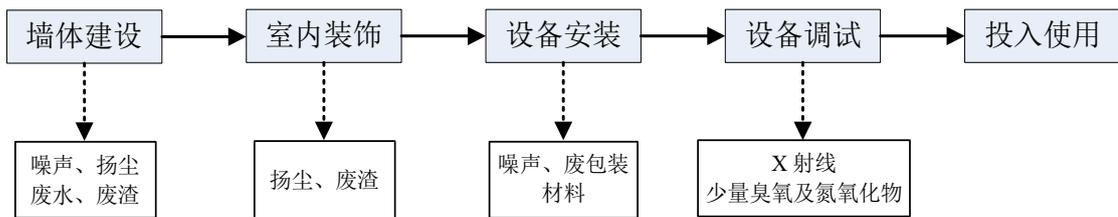


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节示意图

#### (一) 土建装修施工阶段

##### 1、扬尘

土建运输车辆装卸材料和行驶时产生的扬尘；建筑材料的现场搬运及堆放扬尘；施工垃圾的清理及堆放扬尘；人来车往造成的现场道路扬尘，主要通过施工管理和采取洒水等措施进行控制。

##### 2、噪声

施工期的噪声主要来源于施工现场的各类机械设备噪声，项目范围内公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。

##### 3、废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水循环使用，生活污水产量较小，可依托公司已有环保设施处理。

##### 4、废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时产生的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气一段时间后才能投入使用。

##### 5、固体废物

施工中固体废物主要为装修过程中产生的装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，施工垃圾送当地指定的建筑垃圾处置场进行处理，生活垃圾集中暂存，由市政环

卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

## **（二）施工期辐射安全防护措施**

为保证探伤房满足辐射防护要求，四周墙体和屋顶混凝土浇筑工序要整体连续浇注，避免墙体或两面墙体衔接处有漏缝。工件大门和防护门应考虑门因自身重量而发生形变、频繁开关门致使其连接松动、屏蔽体老化龟裂等问题。工件大门和防护门应尽可能减小缝隙泄露辐射，通常防护门宽于门的部分应大于“门-墙”间隙的 10 倍，墙体与防护门应有足够的搭接宽度，应预留防护门下沉沟槽。

探伤房的工件大门设计为钢铅结构，在门洞前的地沟内安装一条平车轨道，大门门体底部左右两侧安装主动轮箱和从动轮箱，门体上部设有导轮组，在墙体上部设有上部支撑架和上导轨，门体运行的两个终点均设置有软、硬限位及缓冲机构。门体采用摆线针轮减速机作为驱动机构，通过主动轮箱内齿轮间的啮合来实现门体的左右移动，门体上导防止门体的左右倾斜，使门体平稳移动，软、硬限位和缓冲机构保证门体精确的行程，以达到门体安全精确的开启和关闭。

## **（三）设备安装及调试阶段**

本项目射线装置在安装调试阶段会产生 X 射线（开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，关机不会产生 X 射线），造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目射线装置安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置安装及调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在探伤室防护门外设立当心电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在探伤室入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时探伤室上锁并派人看守。

本项目射线装置的安装和调试均在探伤室内进行，探伤室内设备正常安装和调试，经探伤室墙体、门屏蔽防护后，探伤室边界周围剂量率控制水平满足相关标准要求，对环境影响较小。

## **二、营运期工艺分析**

### **（一）工程设备**

四川霖鑫工程检测有限公司新增的 8 台定向型 X 射线探伤机，均属于 II 类射线装

置，本项目拟配备的 X 射线探伤机设备技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要设备技术参数

项目	技术参数		
型号	XT2005D-XK80	XT2505D-XK80	XT3005D-XK80
最大管电压	200kV	250kV	300kV
最大管电流	5mA	5mA	5mA
数量（台）	4	2	2
类别	II	II	II
投射类型	定向	定向	定向
辐射角度	(40+5)°	(40+5)°	(40+5)°
最大穿透厚度（mm）	30（钢）	40（钢）	50（钢）
主束方向	主束方向不定，主要为竖直向下、竖直向上或水平朝向四周		
发射率常数 <sup>①</sup> mGy.m <sup>2</sup> mA <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup>	28.7 <sup>②</sup>	16.5 <sup>③</sup>	20.9 <sup>④</sup>

注：①发射率常数取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中值，未获得厂家给出输出量，发射率常数取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中各千伏（kV）下输出量较大值；

②保守选取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中 200kV 下，过滤条件为 2mmAl 的输出量；

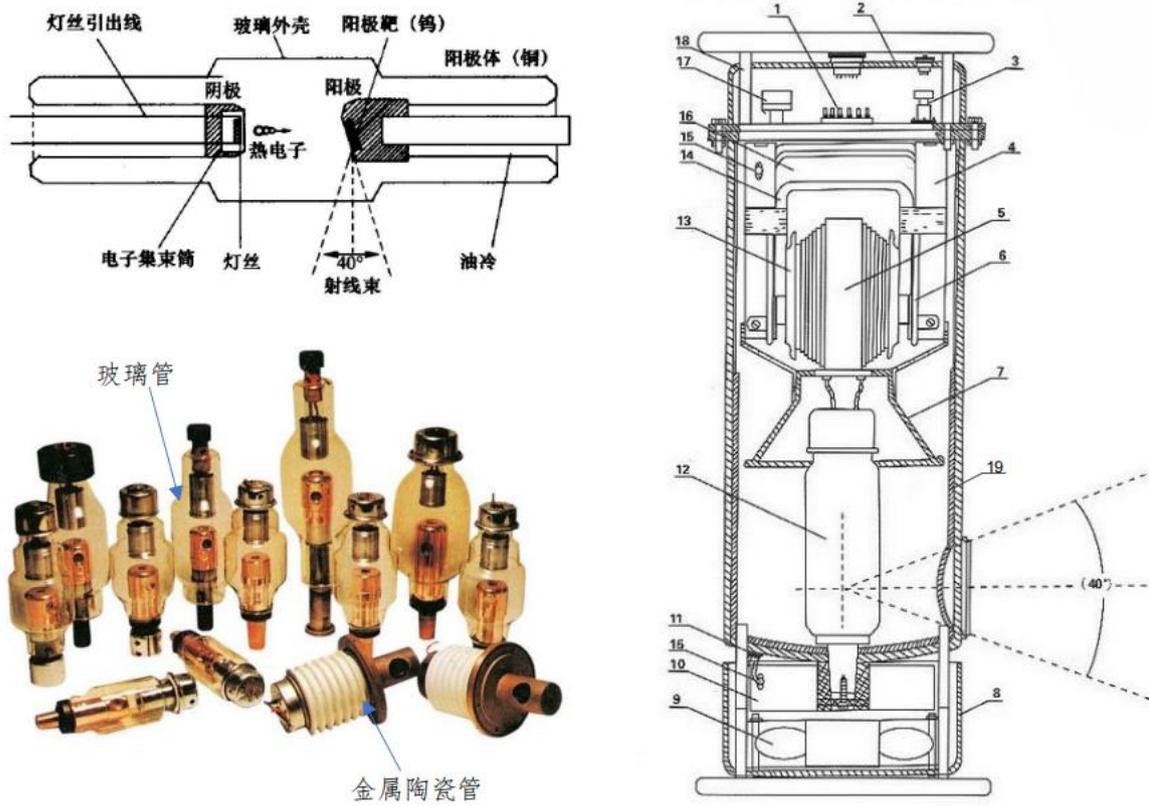
③保守选取 GBZ/T 250-2014 表 B.1 中 250kV 下，过滤条件为 0.5mmCu 的输出量；

④保守选取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中 300kV 下，过滤条件为 3mmAl 的输出量。

## （二）工作原理

X 射线探伤机主要由射线管和高压电源组成，核心部件 X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会发生韧致辐射，产生低于入射电子能量的特征 X 射线。

X 射线探伤机发生器结构示意图及 X 射线管结构示意图见图 9-2。



1.七芯接线座 2.阴极罩 3.充气阀 4.夹件 5.高压线圈 6.均场管 7.绝缘罩 8.风扇罩 9.风机 10.散热器 11.四芯接线座 12.X光管 13.绝缘环 14.护板 15.温度继电器 16.铁芯 17.压力真空表 18.减震器 19.铅屏蔽套

图 9-2 X 射线探伤机发生器结构示意图及 X 射线管结构示意图

本项目探伤作业前一般将探伤机安装于距离被检工件 0.5m~1m 位置处,再把胶片紧贴在工件背后,用 X 射线对工件照射后,透过工件的射线使胶片感光,同时工件内部真实情况就反映到胶片上,对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥,将干燥的底片放在观片的显示屏上观察,根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷以及缺陷。常见典型 X 射线探伤机照射工件示意图 9-3。

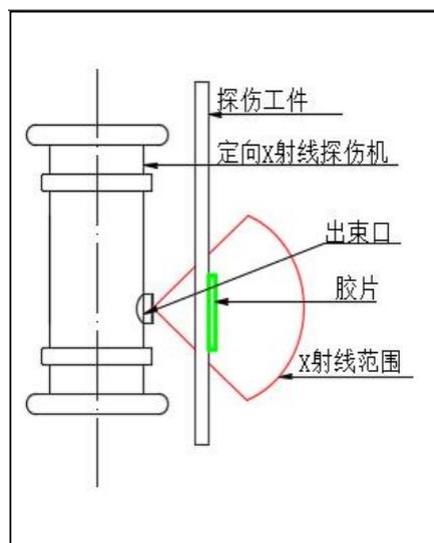


图 9-3 常见典型 X 射线探伤机照射工件示意图

### （三）设备组成

本项目拟新增使用 8 台 X 射线探伤机，型号分别为 XT2005D-XK80、XT2505D-XK80 及 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机，均属 II 类射线装置。

X 射线探伤机设备主要由以下各部分组成：X 射线发生器、控制器及与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆等。X 射线探伤机如图 9-4 所示。



图 9-4 X 射线探伤机示意图

### （四）工作流程及产污环节

#### 1、固定式探伤

公司进行固定式探伤时，辐射工作人员将需要进行射线探伤的工件使用叉车送入探伤室，放置于适当位置，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号；检查无误后由辐射工作人员负责清场并关闭防护铅门，此时门灯联锁、门机联锁启动，工作状态指示装置开启。辐射工作人员在控制室内对探伤机进行远程操作；然后按照检测标准选择透照方式，根据工件规格选择透照长度及张数，根据曝光曲线选择合适的管电压以及曝光时间，检查无误即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经曝光的胶片，待冲洗处理后给予评片，完成 1 次探伤。X 射线固定式探伤工作流程及产污环节情况见图 9-5。

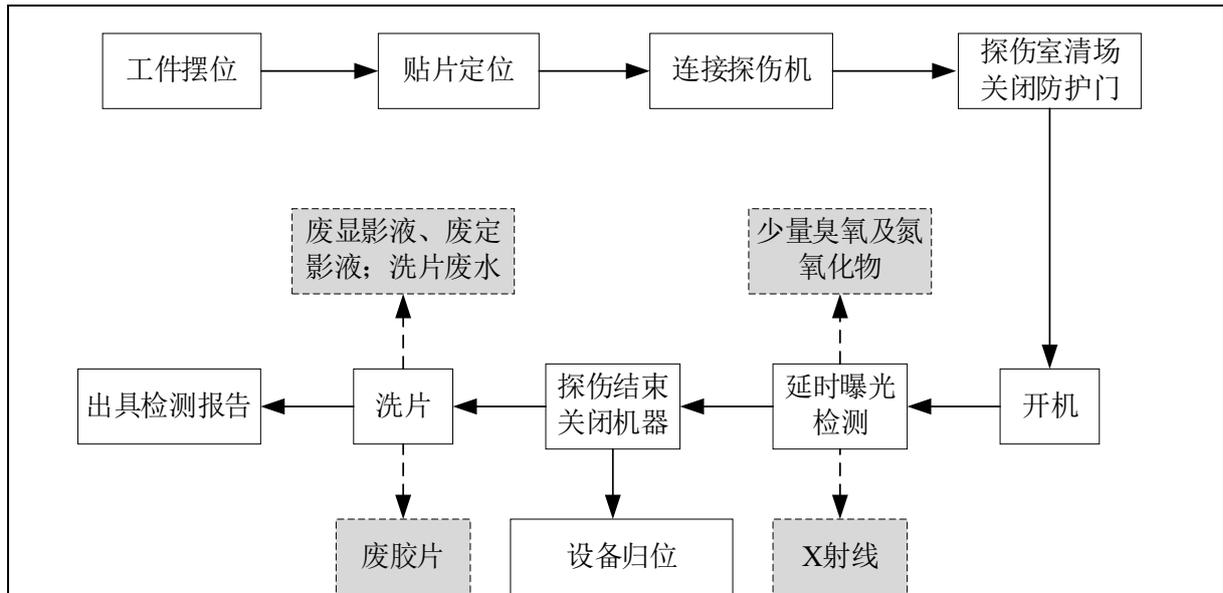


图 9-5 探伤室 X 射线探伤工作流程及产污环节示意图

## 2、移动式探伤

本项目 X 射线移动式探伤工作流程如下：

**(1) 下发探伤任务：**工作人员接受现场探伤任务后，制定现场探伤作业方案，该作业方案应包括工况、时间、地点、控制区及监督区范围、监测方案及清场方式等内容，应明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工等。

**(2) 设备出库：**根据设备出入库管理制度，工作人员持任务单，在出入库台账上登记，经过设备间管理员确认后，领取设备。

**(3) 设备运输：**采用专用车辆运输设备至探伤地点，确保运输过程中设备的安全。

**(4) 现场准备：**到达现场后，在现场探伤曝光开始前应做好探伤作业前的各项准备工作，主要包括以下几个方面：

1) 在实施移动式探伤工作之前，建设单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作，并根据工作现场实际情况优化现场探伤作业方案。

2) 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，建设单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

3) 需对探伤作业的具体情况公示，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、单位法人、辐射安全负责人及其联系方式、操作

人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书、生态环境部门监督举报电话、探伤作业的性质、时间、地点、控制监督区范围及辐射事故报警电话等信息进行公示，接受公众监督。

4) 对探伤现场进行清场，同时对工作场所进行分区管理，在控制区边界设置警戒线及“禁止进入射线探伤区（或禁止进入射线工作区）”的警示牌，在监督区边界上设警戒线、“无关人员禁止入内”及“当心电离辐射”等警示标识及警示牌。

5) 安排 1 名以上专职人员负责辐射安全管理工作。安排专人巡查，确保探伤作业期间无人员误入作业区。探伤装置进行探伤作业时需配备 2 名操作人员同时在场，每名操作人员均佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，同时拟为每个探伤小组配备 1 套辐射防护铅服，辐射工作人员应按照探伤现场实际需求穿戴相应的辐射防护铅服。

**(5) 安装探伤设备：**准备工作完成后，再次对探伤现场进行清场，由辐射工作人员负责现场巡视及监督检查，清除控制区和监督区范围内的非探伤工作人员，确保探伤作业时公众成员撤离监督区范围。在确保控制区及监督区内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，对设备进行安装，本项目使用定向型 X 射线探伤机进行移动式探伤作业，探伤对象主要为压力管道及压力容器等工件结构，探伤机使用专用的绑带或支架固定。在设备安装完毕后，根据实际需要，在探伤机周围设置铅屏蔽板进行屏蔽。确保探伤作业前的各项准备工作完成后，即可开启设备电源。

**(6) 试曝光：**辐射工作人员远距离操作探伤机进行试曝光，辐射工作人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪，并携带 X- $\gamma$  辐射巡测仪对控制区及监督区边界进行巡测，一旦发现辐射水平异常、分区不合理，应立即停止射线出束，调整控制区及监督区边界，并调整安全警戒措施设置位置。

**(7) 曝光：**在确保各种辐射安全措施到位后，辐射工作人员撤离至控制区外的区域对设备进行远程操作，开始探伤检测。探伤作业期间对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。在移动式探伤工作期间，便携式 X- $\gamma$  剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。同时，在工作状态下检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

**(8) 关机：**达到预定照射时间和曝光量后，关闭机器，检测操作者所在位置的辐射水平，确认探伤机确已停止工作后，辐射工作人员（佩戴个人剂量计、个人剂量报

警仪) 携带 X-γ 辐射巡测仪进入控制区, 收回 X 射线探伤机, 解除警戒并离场。

(9) 完成探伤作业: X 射线探伤机在移动式探伤完毕后, 需及时送回公司 X 射线探伤机设备间内进行保管, 根据设备出入库管理制度, 在出入库台账上登记, 设备入库。在移动式探伤任务期间, 未进行探伤时, X 射线探伤机由专人进行保管。

本项目移动式 X 射线探伤工作流程及产污环节示意图见图 9-5。

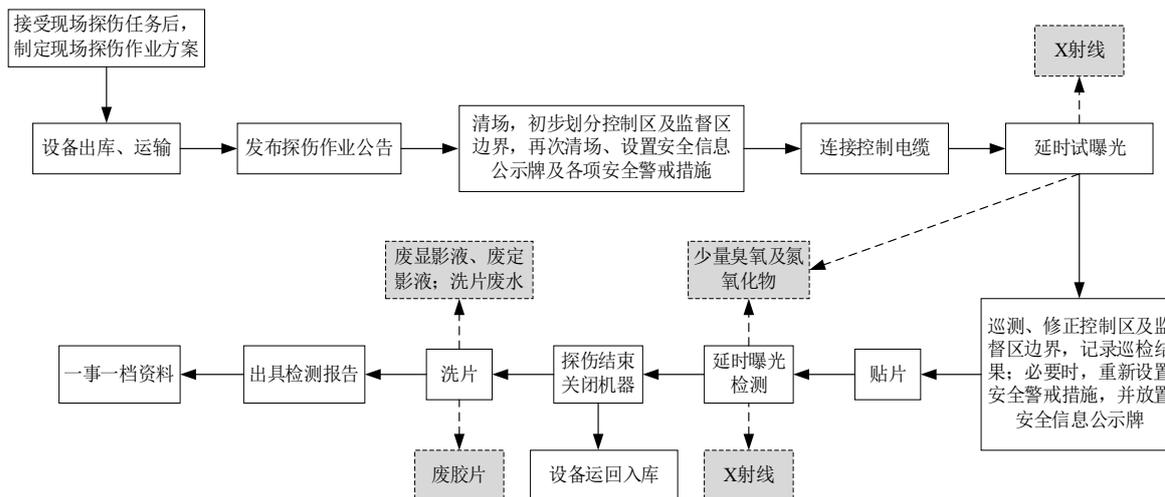


图 9-6 移动式探伤 X 射线探伤工作流程及产污环节示意图

## (五) 固定式探伤人流物流路径规划

### 1、工作人员路径

本项目工作人员从东侧探伤室经人员进出门穿过迷道进入探伤室。

### 2、工件路径

本项目工件从南侧的工件摆放区经工件门进入探伤室。

本项目人流物流路径如图 9-7 所示。

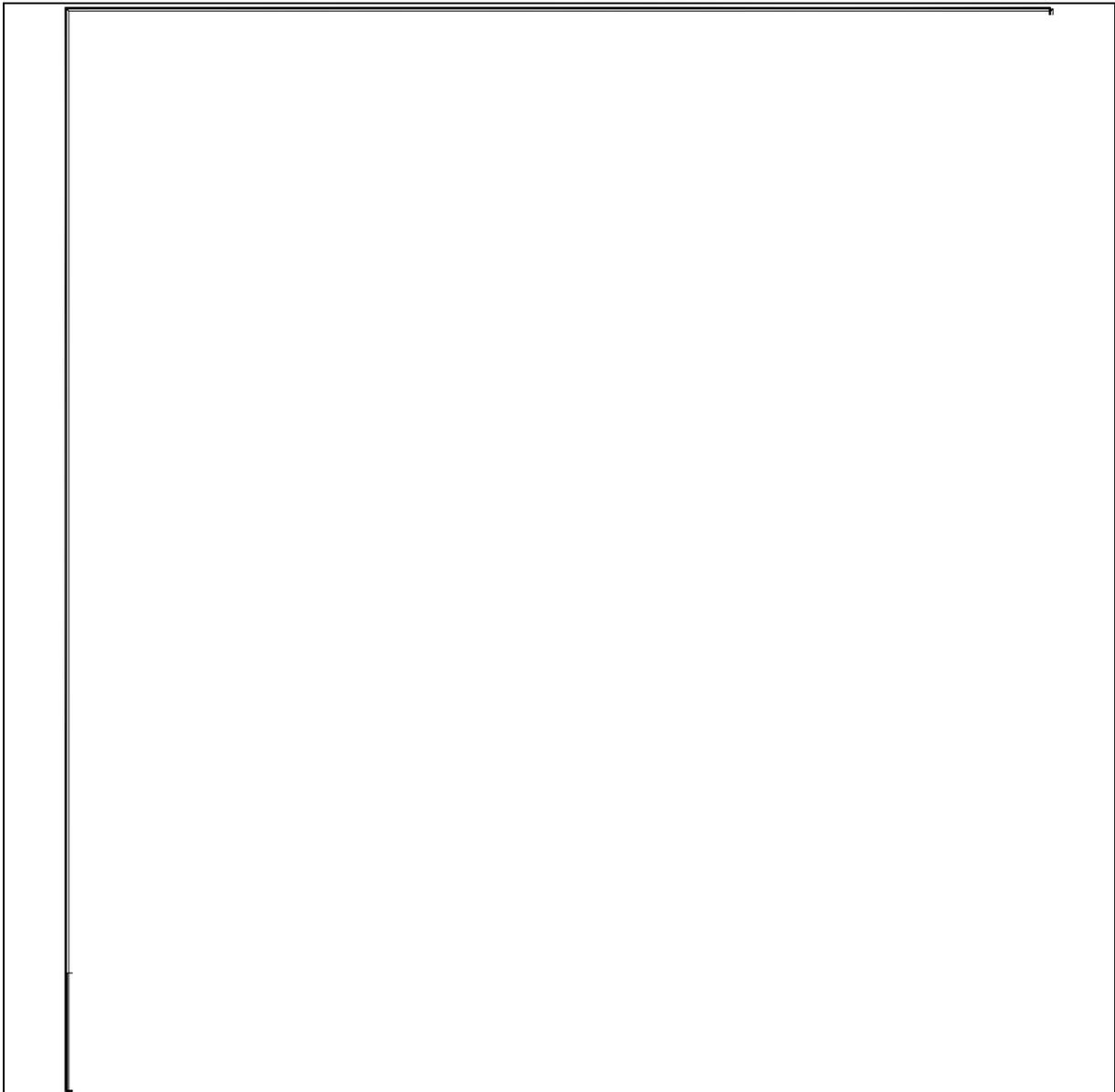


图 9-7 人流物流路径规划示意图

## （六）探伤工件及探伤工况分析

### 1、固定式探伤

#### （1）探伤工件

探伤室主要用于板材、线材、管件及其焊接件、铸件、锻件等工件的探伤检测。管件管径为  $\phi 15\text{mm} \sim \phi 1.2\text{m}$ ，最大厚度 30mm，最大长度为 3m；板材宽度为 0.1m~1.2m、长度最大为 2.0m、厚度为 3mm~50mm。

#### （2）探伤工况及工作负荷

探伤室拟配备 4 台定向型 X 射线探伤机开展探伤作业，其中包含 2 台 XT2005D-XK80 型、1 台 XT2505D-XK80 型及 1 台 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机，均属于 II 类射线装置。

正常探伤工况下，X 射线探伤机运行时的管电压和管电流一般低于最大管电压和管电流。

本项目单台 X 射线探伤机年最大拍片约 1000 张，根据探伤对象的不同，本项目 X 射线探伤机单次拍片最长曝光时间最大不超过 5min，单次训机时间为 5 分钟，每月最多 8 次，单台设备年最大出束时间约为 91.3h。

## **2、移动式探伤**

### **(1) 探伤工件**

移动式探伤主要用于压力管道及压力容器等工件结构的 X 射线探伤检测，常用工件材质为钢（铁）、铜、铝等金属或其他非金属材料，管道工件直径范围约为  $\phi 50\text{mm} \sim \phi 1600\text{mm}$ ，压力容器工件直径约为  $\phi 1.0\text{m}$ （长度约 3m），常用工件单侧管壁厚度约为 1mm~50mm，探伤作业场所均为新建施工安装现场。本项目在检测新建的压力管道或压力容器时，由于未进行油、气、水的输送或存储，因此不存在油气泄漏、残留的风险。

### **(2) 探伤工况及工作负荷**

移动式探伤拟配备 4 台定向型 X 射线探伤机开展探伤作业，其中包含 2 台 XT2005D-XK80 型、1 台 XT2505D-XK80 型及 1 台 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机，均属于 II 类射线装置。

正常探伤工况下，X 射线探伤机运行时的管电压和管电流一般低于最大管电压和管电流。单台 X 射线探伤机年最大拍片约 1000 张，根据探伤对象的不同，本项目 X 射线探伤机单次拍片最长曝光时间最大不超过 5min，单次训机时间为 5 分钟，每月最多 8 次，单台设备年最大出束时间约为 91.3h。

### **(3) 探伤机固定方式**

在探伤作业前，先将 X 射线探伤机采用绑带或支架固定在待检测工件焊缝一侧，调整探伤机摆位，在合适的位置放置及固定 X 射线探伤机。

### **(4) 作业现场布置示例**

本项目探伤对象主要为压力管道及压力容器，探伤现场大部分为人口稀少的施工场地；为减少对周围公众的辐射影响，探伤作业主要选择在人流量较少的夜间进行。按管道设置场所不同可分为地面探伤作业和管沟内探伤作业两类，压力容器均为地面探伤作业。本项目不涉及高空作业。

### ①管沟内探伤作业

本项目探伤作业现场管沟底部和两侧均为大地（土层），管沟内探伤作业时，无固定主射方向，主射方向主要为竖直向上朝向天空、水平朝向四周或竖直向下朝向土层。探伤作业时操作人员均位于地面非主射方向（管沟内无人员居留），并根据探伤场所的地理条件及使用的 X 射线探伤机型号，选用相应参数的铅屏蔽板对探伤机周围进行遮挡，优先利用大地土层进行屏蔽，并对管沟上方区域进行严格管控，严禁任何人员进入该区域（确保人员不会从管沟上方通过）。

操作人员位于非主射方向通过延长控制电缆长度（本项目探伤机电缆长度约 25m）或者探伤机延时功能（本项目探伤机设备设置有延时启动曝光的功能，系统将根据用户设定的延时时间自动延时启动曝光，延时时间设定范围为 0~9.9 分钟）进行控制出束，出束时操作人员位于控制区外。

### ②地面探伤作业

本项目探伤机在探伤过程中，无固定主射方向，地面探伤作业时主射方向主要为竖直向上朝向天空、水平朝向四周或竖直向下朝向土层，探伤作业时操作人员均位于非主射方向，并根据探伤场所的地理条件及使用的 X 射线探伤机型号，选用相应参数的铅屏蔽板对主射方向及非主射方向进行遮挡防护。

操作人员位于非主射方向通过延长控制电缆长度或者探伤机延时功能（本项目探伤机设备设置有延时启动曝光的功能，系统根据用户设定的延时时间自动延时启动曝光，延时时间设定范围为 0~9.9 分钟）进行控制出束，出束时操作人员位于控制区外。

## 污染源项描述

### 一、施工期污染源

本项目新建 1 座探伤房，1 间 X 射线探伤机专用设备间、1 间洗片室（含危险废物暂存点）及 1 间评片室均为已有空置房间改造。故施工期将会产生扬尘、噪声、固体废物以及施工人员的生活垃圾和生活污水等。

### 二、营运期污染源

#### 1、电离辐射

X 射线探伤设备开机工作时，将产生 X 射线，不开机状态不产生辐射。由 X 射线机工作原理可知，设备只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，

对探伤现场工作人员和公众产生一定外照射，因此设备在开机曝光期间，X射线是本项目主要污染物。本项目X射线探伤设备技术参数详见表9-1。

## 2、废气

X射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

## 3、废水

本项目公司内工作人员及移动式探伤现场工作人员产生的生活污水。

## 4、噪声

本项目产生的噪声主要来自X射线探伤机和通风装置，公司拟采用低噪声设备，对厂界噪声的贡献较小，对项目所在区域声环境影响较小。

本项目移动式探伤工作时，控制区及监督区将开启声光报警器进行报警，因此会产生一定的噪声。

## 5、固体废物

- (1) 本项目公司工作人员产生的生活垃圾。
- (2) 移动式探伤现场工作人员产生的生活垃圾。

## 6、危险废物

本项目在洗片过程中将产生废显影液、废定影液，洗片废水及废胶片等危险废物，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据我国《国家危险废物名录》（生态环境部，自2025年1月1日起施行）中的危险废物划分类别，废显影液、废定影液及废胶片属于危险废物，其危废编号为HW16（900-019-16）。

## 7、射线装置报废

根据《四川省辐射污染防治条例》“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目使用的射线装置在进行报废处理时，应将该射线装置的高压射线管进行拆卸并破碎处理等去功能化措施并按相应要求执行报废程序。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全措施**

**一、工作场所布局与分区**

**(一) 工作场所布局合理性**

四川霖鑫工程检测有限公司厂区位于四川省南充市顺庆区潞溪街道办事处长兴社区群兴北路 51 号，本项目探伤地点位于公司探伤室内和客户指定的现场。

**1、固定式探伤**

本项目探伤房为独立 1 层建筑，50m 范围内东侧依次为群兴北路及家具厂；南侧依次为公司空地、市政道路及长新实业；西侧依次为卫生间、其他功能房间及长新实业；北侧为废品站；下方为土层，上方为无建筑。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），对本项目探伤室平面布局进行对照分析，见表 10-1。

表 10-1 探伤室平面布局对照分析表

标准类别	具体要求	本项目情况	备注
GBZ/T250-2014	探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室,可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。	本次新建探伤室设置有单独的人员进出门及工件门，并已设置迷道	满足
	探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避免有用线束照射的方向屏蔽	本次控制室位于探伤室东侧，置于探伤室外；本次评价各墙体均以主射束进行核算，结果符合标准要求	满足
	屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。	本项目采用“U”型管设计，均埋于地下	满足
	当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时,按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽	本次评价选取最高管电压及管电流进行屏蔽体校核，结果均符合标准要求	满足
	应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等	本项目探伤室墙体均采混凝土，防护门均采用铅钢结构	满足
GBZ117-2022	探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应	本次涉及 4 台定向型 X 射线探伤机，其中定向 X 射线探伤机主束方向竖直向下、向上或水平朝向四周，故本次评价各墙体均以主射束进行核算；探伤室已设置迷道	满足

	不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250		
	应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求	拟将探伤室划为控制区，拟将工件进出门外 0.5m 处、控制室、划为监督区，符合 GB 18871 的要求	满足

本次新建探伤室为独立 1 层建筑，设置有单独的人员进出门及工件门，并已设置迷道；控制室位于探伤室东侧。本项目辐射工作场所根据工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大活动区；在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，满足国家和地方相关法律法规的要求。

综上所述，本项目探伤室平面布局满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)等相关标准要求，布局合理。

## 2、移动式探伤

本项目移动式探伤作业现场主要根据探伤现场的外环境进行布置，主要在人员较少的施工现场区域，现场进行探伤时将划定控制区和监督区，其中控制区仅放置探伤机和被探伤工件，无任何人员居留，辐射工作人员在监督区，整个监督区将进行清场，无任何非辐射工作人员居留。移动式探伤作业现场通过采取距离控制、铅屏蔽板屏蔽以及其他管控措施后对周围辐射环境影响较小，其平面布置不与施工场地布局相冲突，平面布置是合理的。

本项目 X 射线探伤机无探伤检测任务时存放于四川霖鑫工程检测有限公司办公区 X 射线探伤机专用设备室内，该设备间内拟设置视频监控系统，钥匙由专门的工作人员进行保管。

### (二) 工作区域两区管理

为加强放射源所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为“**控制区**：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和**安全措施**；**监督区**：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和**安全措施**但要不断检查其职业照

射条件的任何区域。”

### 1、固定式探伤

本项目根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分，详见表 10-2 和图 10-1。

表 10-2 本项目固定式探伤“两区”划分与管理

固定式探伤	控制区	监督区
“两区”划分范围	探伤室	控制室及工件门外 0.5m 内范围

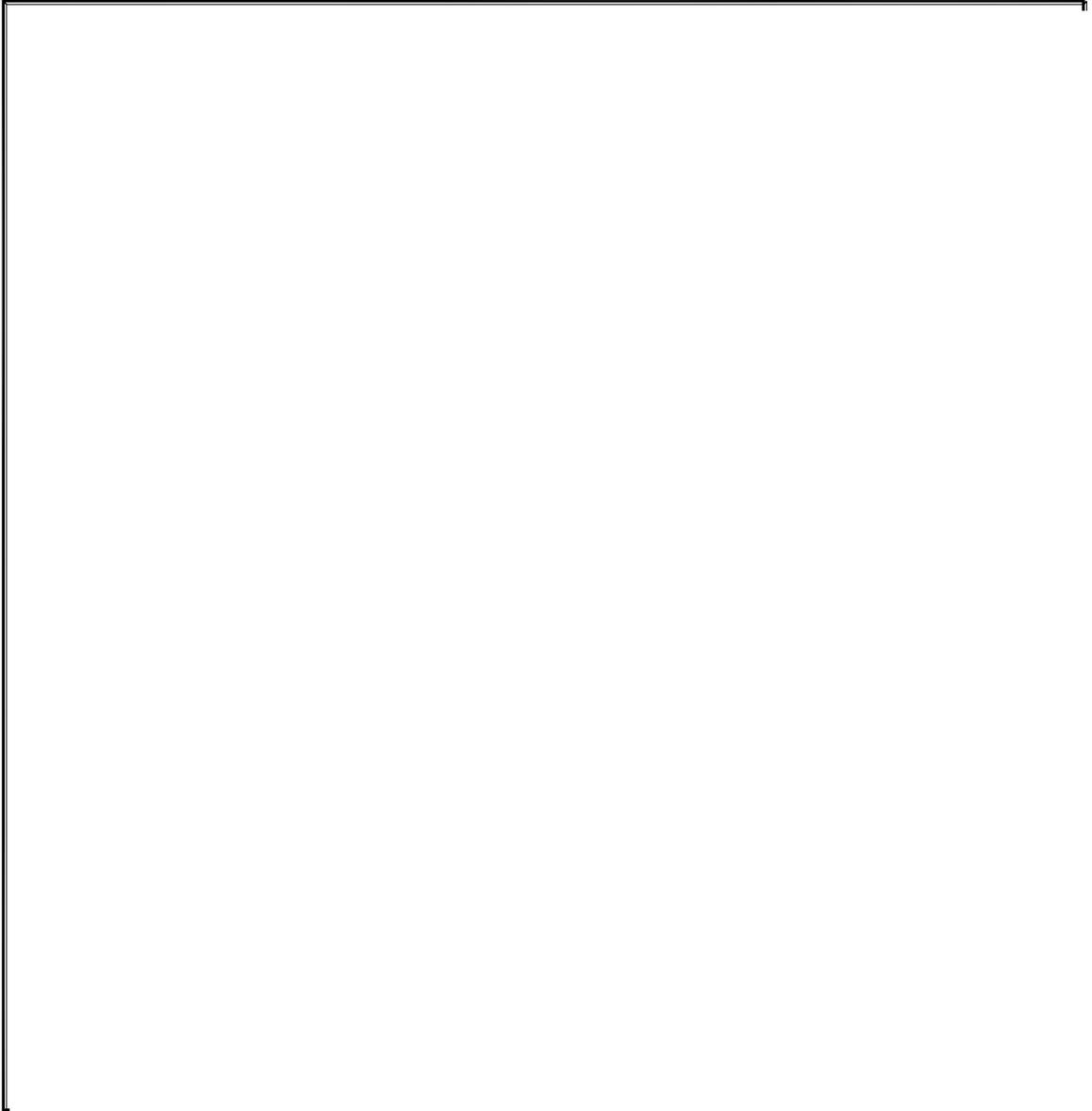


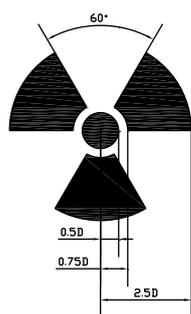
图 10-1 本项目工作场所两区划分示意图

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，建设单位应做到：

(1) 控制区的防护手段与安全措施：

①在探伤室防护门外醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 要求，

如图 10-2 所示。



a. 电离辐射标志



b. 当心电离辐射警告标志

图 10-2 当心电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制人员进、出控制区；

④定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

（2）监督区的防护手段与安全措施：

①以黄线警示监督区的边界；监督区范围内应限制无关人员进入；

②在监督区的入口处的适当地点及醒目的位置设立表明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

## 2、移动式探伤

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《关于印发〈四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）〉的通知》（川环办发〔2016〕149号）等相关规定：探伤作业前应将无关人员清离出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界外周围剂量当量率应低于  $15\mu\text{Sv/h}$ ，边界上设置明显的警戒线，应有清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”的标牌。探伤期间专人在边界巡逻、看守，探伤时严禁任何人员在此区域内活动。监督区位于控制区外，监督区边界外周围剂量当量率应低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，边界处应有电离辐射警告标志牌和“无关人员禁止入内”的标牌，公众不得进入该区域。

建设单位应在确保安全的原则下，因地制宜的对移动式探伤工作场所划定控制区和监督区，实行“两区”管理制度，并设置警戒线，切实做好清场等工作。本项目控

制区和监督区划分如下。

表 10-3 本项目移动式探伤“两区”划分与管理

移动式探伤		控制区		监督区
“两区”划分范围		周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的区域，可根据当地实际情况设置控制区		周围剂量当量率在 2.5 $\mu$ Sv/h~15 $\mu$ Sv/h 之间的区域，根据移动式探伤的地形、建筑物实际情况确定
沟内作业	XT2005D -XK80	非主射方向 0~11m 以内区域 (含管沟上方区域)		非主射方向 11m~25m 以内区域
	XT2505D -XK80	非主射方向 0m~18m 以内区域 (含管沟上方区域)		非主射方向 18m~44m 以内区域
	XT3005D -XK80	非主射方向 0m~22m 以内区域 (含管沟上方区域)		非主射方向 22m~53m 以内区域
地面作业	XT2005D -XK80	主射线水平 朝向四周	主射方向 0~13m、 非主射方向 0~14m 以内区域	主射方向 13m~31m、 非主射方向 14m~25m 以内区域
		主射线垂直 向上/向下	非主射方向 0~11m 以内区域	非主射方向 11m~25m 以内区域
	XT2505D -XK80	主射线水平 朝向四周	主射方向 0~11m、 非主射方向 0~18m 以内区域	主射方向 11m~27m、 非主射方向 18m~44m 以内区域
		主射线垂直 向上/向下	非主射方向 0~18m 以内区域	非主射方向 18m~44m 以内区域
	XT3005D -XK80	主射线水平 朝向四周	主射方向 0~32m、 非主射方向 0~22m 以内区域	主射方向 32m~77m、 非主射方向 22m~53m 以内区域
		主射线垂直 向上/向下	非主射方向 0~22m 以内区域	非主射方向 22m~53m 以内区域
辐射防护措施		控制区：人员不能在该区域停留，设置明显的警戒线，并设置明显的电离辐射标志，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线探伤区（或禁止进入射线工作区）”警示标志，探伤期间专人在边界巡逻、看守，禁止公众人员入内		监督区，设置电离辐射警示标识和警示标语，限制公众在该区域滞留，边界处悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置专人巡视，限制公众人员入内

注：本项目 X 射线探伤机无固定主射方向，保守以主射方向垂直向下、垂直向上或水平朝向四周 3 种典型工况进行估算；

本项目各型号探伤机管沟内作业时控制区和监督区划分示意图详见图 11-2 至图 11-10，上述理论计算结果仅为本项目 X 射线移动式探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物等都会使辐射场的辐射剂量水平改变，因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求：

在探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标出控制区和监督区边界，在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时调整控制区的范围和边界，将周围剂量当量率在  $15\mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在  $2.5\mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为监督区，当 X 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

## 二、辐射安全措施及防护措施

### （一）固定式探伤

#### 1、探伤室屏蔽设计参数

本项目探伤室主要采用混凝土和实心砖进行防护；具体屏蔽设计参数见表 10-4。

表 10-4 本项目探伤室防护屏蔽设计参数一览表

场所	屏蔽防护设计	屏蔽设计参数（厚度及材质）
探伤室	四周墙体	650mm 厚混凝土
	迷道内墙	650mm 厚混凝土
	迷道外墙	600mm 厚混凝土
	顶部	600mm 厚混凝土
	工件门	36mm 铅板
	人员进出口	16mm 铅板

注：探伤室底部为土层。

#### 2、探伤室防射线泄漏处理

##### （1）管道口防射线泄漏处理

探伤室通风管和线缆管采用“U”型管设计，均埋于地下，不破坏墙体的屏蔽效果，避免 X 射线直射管道口，详见图 10-3。

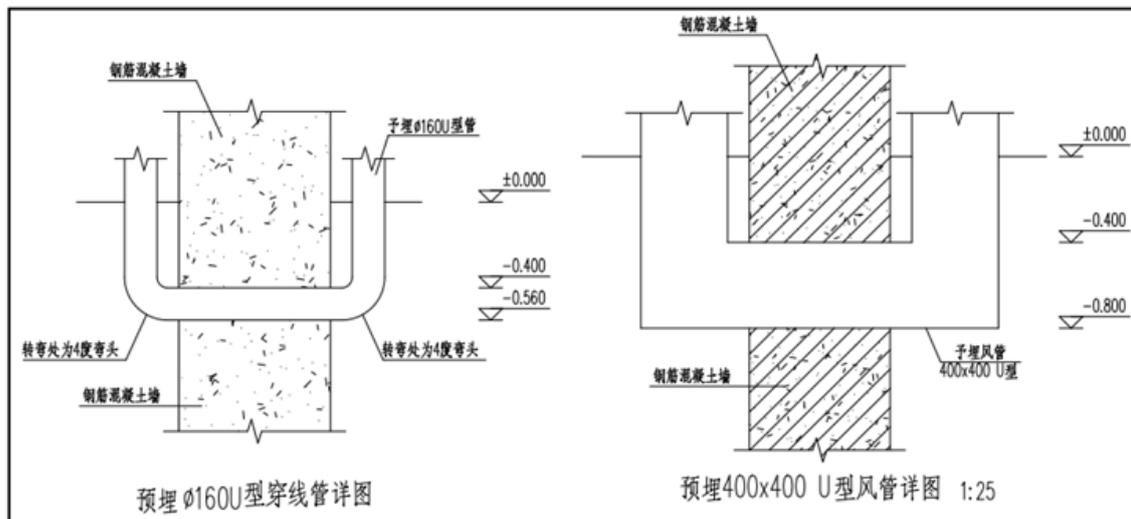


图 10-3 管道穿墙示意图

## (2) 门洞防射线泄漏处理

工件门铅门尺寸为 2400mm×2700mm，探伤室预留门洞尺寸为 2000mm×2400mm；其门体与门套（平面重叠）的左右搭接各 200mm，上搭接 200mm；下搭接 100mm。人员进出门铅门尺寸为 1300mm×2300mm，探伤室预留门洞尺寸为 900mm×2000mm；其门体与门套（平面重叠）的左右搭接各 200mm，上搭接 200mm；下搭接 100mm。

## 3、安全装置

**门机联锁：**探伤系统设置有门机联锁装置，且只有在防护门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业；防护门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

**门灯联锁：**工件门及人员进出门顶部拟设置工作状态指示灯，并与防护门联锁，防护门关闭时，工作状态警示灯亮，以警示人员注意安全，工作状态警示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，以防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故；当防护门打开时，警示灯熄灭。

**工作状态指示灯：**探伤室外拟设置显示“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。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

**急停按钮及紧急开门装置：**本项目探伤室四侧墙体、人员进出门旁及操作台各设置 1 个急停按钮并张贴中文标识，紧急情况下可迅速停机，防止误照射；同时，人员进出门旁拟设置紧急开门装置，一旦出现紧急情况按下此按钮防护门打开，与防护门联锁的门-机联锁装置随即启动，X 射线探伤机会立即停止出束。

**准备出束声光提示：**探伤机在开机出束前，探伤室外将启动声光提示装置，提醒人员撤离。

**固定式场所辐射探测报警装置：**探伤室设置固定式场所辐射探测报警装置（带剂量显示功能），主机安装于操作台上，1 个探头安装在探伤室的迷道内墙（靠近人员进出门）处，只要探伤室人员进出门处剂量超过预设的剂量阈值，就会报警提示，以防人员在附近停留。

**监视系统：**探伤室顶部四角及迷道西南角共设有 5 个摄像头，控制台设置监视系统，操作者可以在操作室内屏幕上监视检测过程。

**警告标识：**在探伤室防护门外醒目的位置均拟设置“当心电离辐射”警告标志。

公司应每月对安全联锁装置、紧急止动装置、声光报警装置、监视系统等辐射安全设施设备进行检查，发现问题应及时维护、更换。

本项目探伤室拟设置多重设备安全联锁，如门机联锁、门灯联锁、急停装置，紧急开门装置等，并在满足标准要求的基础上，增加了探伤室内实时监控系统，以确保探伤作业的运行安全，本项目的设备安全联锁关系示意图如图 10-4 所示，辐射安全装置布置示意图如图 10-5 所示。

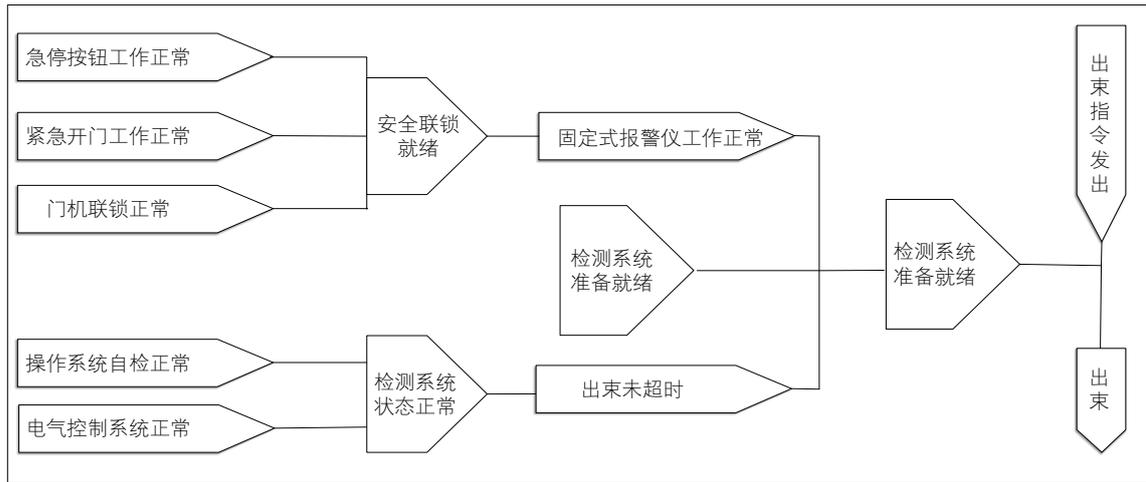


图 10-4 设备安全联锁逻辑示意图

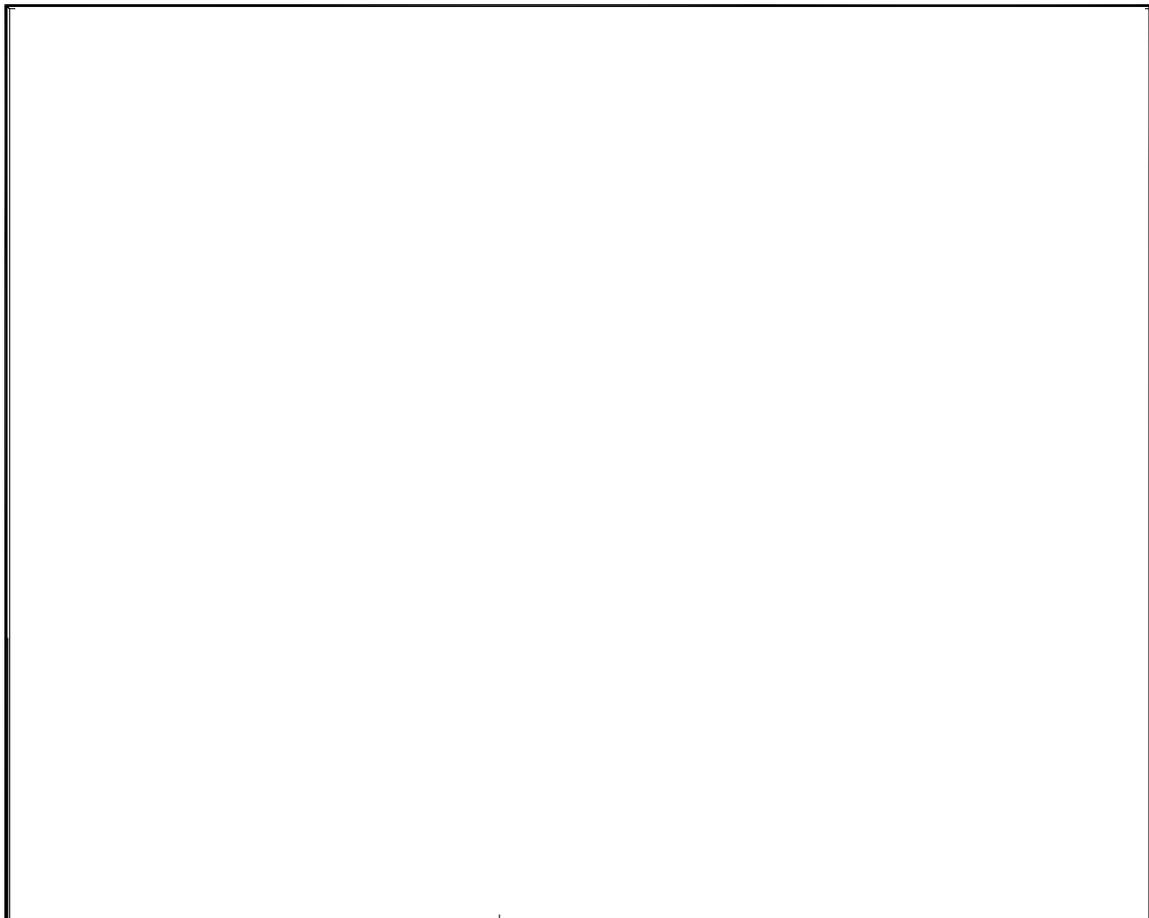


图 10-5 本项目辐射安全装置位置示意图

## **(二) 移动式探伤**

### **1、设备固有安全性**

X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线，关机状态下不会产生 X 射线，X 射线探伤机固有安全性如下：

(1) 开机时系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

(2) 训机：设备停止工作一定时数以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

(3) 延时启动：为了便于操作人员撤离现场免受射线辐射，设备设置有延时启动曝光的功能，系统将根据用户设定的延时时间自动延时启动曝光，延时时间设定范围为 0~9.9 分钟。

(4) 当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

(5) 当曝光时间已到，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

(6) 过电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值或高压对地放电时，设备会自动切断高压；当管电压低于相关限值时，自动切断高压。

(7) 过电压保护：设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

### **2、辐射安全措施**

根据《关于印发<四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）>的通知》（川环办发〔2016〕149 号）及《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400 号）等相关规定，为确保射线装置安全，避免在进行移动式 X 射线探伤期间人员误留或误入控制区或监督区而发生误照射事故，建设单位在开展移动式 X 射线探伤工作时采取相应辐射安全和防护措施。

### (1) 工作前检查

X 射线探伤机使用前应进行工作前检查，检查事项如下：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

辐射工作人员检查结束，确认探伤设备各部件及安全联锁满足运行要求后，方可进行下一步探伤作业。

### (2) 设备维护

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求，建设单位应对 X 射线探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；应做好设备维护记录。

### (3) 探伤时辐射防护工作

**探伤准备：**每次探伤作业前，操作人员应严格检查探伤装置、个人剂量计、个人剂量报警仪及 X-γ 辐射巡测仪的安全性能，并复核，严禁使用存在安全隐患或故障的装置。探伤机架设安装完毕后，再一次对探伤区和防护区进行清场，确认无人后，开启警报器；除探伤机操作人员外，其余工作人员与安全检查员一道分别在监督区边界指定位置放置警示牌，严禁无关人员进入该区域。

**探伤操作：**操作人员位于非主射方向通过延长控制电缆长度或者探伤机延时功能进行控制出束，出束时操作人员位于控制区外。

探伤作业期间应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。在移动式探伤工作期间，便携式 X-γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。同时，在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

**探伤结束后：**达到预定照射时间和曝光量后，关闭机器，检测操作者所在位置的辐射水平，确认探伤机确已停止工作后，辐射工作人员携带 X-γ 辐射巡测仪进入控制区，收回 X 射线探伤机，解除警戒并离场。X 射线探伤机在移动式探伤完毕后，需及时送回公司设备间内进行保管。在移动式探伤任务期间，未进行探伤时，由专人对探伤机进行保管。

#### 4、其他辐射防护措施

X 射线基本防护原则是远离 X 射线并加以必要的屏蔽。对外照射的防护方法有源项控制法、距离防护法和屏蔽防护法。其中移动式探伤主要采用距离防护。

##### (1) 屏蔽防护

在实际工作中，为移动式探伤作业现场方便监督管理，确保辐射工作人员及公众安全，在探伤作业时，根据探伤场所的地理条件及使用的 X 射线探伤机型号，选用相应参数的铅屏蔽板对主射方向及非主射方向进行遮挡防护，以减少 X 射线对环境的影响。

XT2005D-XK80 型、XT2505D-XK80 型及 XT3005D-XK80 探伤机工作时主束方向和非主射方向设铅帘/板进行遮挡。

本项目屏蔽铅板储存于 X 射线探伤机设备间内，公司应加强屏蔽铅屏蔽板的使用管理工作，在铅屏蔽板外表面张贴标识，明确每一副铅屏蔽板参数及使用范围，根据其使用情况进行分类储存。

本项目在移动式探伤时，根据探伤场所的地理条件及使用的 X 射线探伤机型号，配备相应的铅屏蔽板。本项目铅屏蔽板使用情况见表 10-5。

表 10-5 本项目铅屏蔽材料使用情况一览表

序号	铅屏蔽板	数量 (副)	尺寸	适用范围
1	2mmPb	3	不小于 1m×1m	XT2005D-XK80 型 (非主射方向, 1 副)、 XT2505D-XK80 (非主射方向, 1 副)、 XT30005D-XK80 (非主射方向, 1 副)
2	5mmPb	6	不小于 1m×1m	XT2005D-XK80 型 (主射方向, 1 副)、 XT2505D-XK80 (主射方向, 2 副)、 XT30005D-XK80 (主射方向, 3 副)

注：以上为公司拟计划初步配置（以最多同时开展 3 个探伤现场考虑），具体数量根据今后项目投运后实际需要进行增减。

##### (2) 其他辐射安全和防护措施

①移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。

个人剂量报警仪不能替代便携式 X- $\gamma$  剂量率仪，两者均应使用。

②为了避免探伤时对周围公众的影响，建设单位拟在人员活动较少的时间段内开展移动式探伤，探伤过程中严格执行探伤操作规程及探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。

③控制区的范围应清晰可见，工作期间应设置良好的照明，确保没有人员进入控制区，如控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

④在试运行（或第一次曝光）期间，巡测控制区及监督区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时调整控制区及监督区的范围和边界。

⑤当探伤装置、场所、被检测体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均拟重新进行巡测并记录巡测结果，确定新的控制区及监督区划区界线。

---

图 10-6 本项目移动式 X 射线探伤现场辐射安全措施布设示意图

### 三、危险废物暂存及管理

本项目洗片过程中将产生废显影液、废定影液及废胶片等，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废定影液主要

含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据我国《国家危险废物名录》（生态环境部，自 2025 年 1 月 1 日起施行）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液及废胶片属于危险废物，其危废编号为 HW16（900-019-16）。

### （1）危险废物贮存场所要求

公司应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）中要求进行建设和管理危险废物暂存场所，同时，危险废物暂存场所应做好以下几点：

1) 危险废物暂存场所应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）中规定的要求，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物；

2) 应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合；

3) 危险废物暂存场所地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝；地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料；

4) 应采取技术和管理措施防止无关人员进入；

5) 危险废物暂存场所按《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的规定设置警示标志（参照生态环境部印发《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022），并与国家市场监督管理总局联合印发《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2-1995）修改单）。



图 10-7 危险废物警告标志牌、危险废物标签

### （2）危险废物贮存要求

1) 容器和包装物材质、内衬应与盛装的危险废物相容；

2) 针对不同类别、形态、物理化学性质的危险废物，其容器和包装物应满足相应的防渗、防漏、防腐和强度等要求；

3) 使用容器盛装液态危险废物时，容器内部应留有适当的空间，以适应因温度变化等可能引发的收缩和膨胀，防止其导致容器渗漏或永久变形；

4) 容器和包装物外表面应保持清洁；

5) 液态危险废物应装入容器内贮存，或直接采用贮存池、贮存罐区贮存；

6) 危险废物存入危险废物暂存场所前应对危险废物类别和特性与危险废物标签等危险废物识别标志的一致性进行核验，不一致的或类别、特性不明的不应存入；

7) 应定期检查危险废物的贮存状况，及时清理贮存设施地面，更换破损泄漏的危险废物贮存容器和包装物，保证堆存危险废物的防雨、防风、防扬尘等设施功能完好。

### **(3) 危险废物处置要求**

1) 建设单位须将上述危险废物交由有相应处理资质的单位处理，并签订协议。

2) 建设单位应建立危险废物产生、外运、处置及最终去向的详细台账，并按照《危险废物转移联单管理办法》的要求做好危险废物转移联单填报登记工作。同时，建设单位应加强危险废物的管理，严禁随意露天堆放、随意倾倒和将危险固废混入一般固废中，以避免污染周边环境和防止发生泄漏污染地下水。

### **(4) 移动式探伤危废处理方式**

1) 若探伤区域位于南充市内及距南充市较近，则由建设单位在办公室区洗片室内自行洗片，产生的废显影液、废定影液及废胶片等危险废物均集中收集暂存至办公室区危险废物暂存间内的专用收集桶（或暂存箱）内，相关危险废物均委托有危废处理资质的单位回收、转运、处置；本项目产生的洗片废水由公司收集后，交由有资质的单位处理。

2) 若探伤区域距离南充市较远，则由建设单位委托当地有资质及能力的探伤检测公司进行洗片作业，洗片过程中产生的洗片废水、废显影液、定影液及废胶片均由当地有相关资质单位回收处置。合格的胶片将用于出具探伤工件的检测报告，统一并收集并存放于专用的胶片柜作为档案保存至少 7 年，到期后作为废胶片委托有资质单位回收处理。

在采取上述措施后，本项目的危险废物收集（由专人收集并及时暂存于危险废物暂存场所）、储存（暂存于规范设置危险废物暂存场所）、转运及处理（交由有资

质运输及处理单位) 措施合理。

#### 四、辐射工作场所安防措施

为确保本项目射线装置储存安全和危险废物暂存安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-6。

表 10-6 本项目安防措施一览表

场所名称	措施类别	对应措施
X 射线探伤机设备间	防盗和防破坏	<p>①本项目 X 射线探伤机设备间纳入日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏；</p> <p>②安排有专人进行管理和维护，专人看管 X 射线探伤机设备间，设备间钥匙交由专人进行保管，X 射线探伤机从设备间出库，探伤完毕送回设备间时均需进行登记，严格做好记录管理工作，并进行台账记录，一旦发生盗窃事件，立即向公安机关报案；</p> <p>③X 射线探伤机出库作业前辐射工作人员需报相关领导批准后方可出库开展探伤作业，X 射线探伤机在探伤完毕后，探伤机需及时送回设备间内进行保管；</p> <p>④设备间和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性等物品。</p>
	防射线泄漏	<p>①建设单位在其设备间及办公地点区域内不使用、不调试射线装置；</p> <p>②本项目所使用的 X 射线探伤机购置于正规厂家，出厂时探伤机的杂散辐射和泄漏辐射不会超过规定的限值；</p> <p>③当使用 X 射线探伤机时，根据实际需要，在主射方向及非主射方向设置铅屏蔽板。</p>
危废暂存场所	防盗和防破坏	<p>①本项目危废暂存场所纳入公司日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏；</p> <p>②安排专人进行管理和维护，需进行登记，严格做好记录管理工作，一旦发生盗窃事件，立即向公安机关报案；</p>
	防渗漏、防雨水和防倾倒	<p>①危废暂存点为可密闭房间，具有防雨措施；地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰拟采用坚固的材料建造，表面无裂缝；地面与裙脚拟采取表面防渗措施。</p> <p>②本项目拟将废显影液、废定影液等分类收集后使用塑料桶密封盛装，暂存在带有边沿的钢板槽上，防止废显影液、废定影液渗漏；并拟设置围堰。</p> <p>③本项目危险废物暂存场所应做好防潮、防渗、防雨水措施。</p>
	管理要求	<p>①废暂存场所存放容器上应有危废标识和危废类别、存放时间、责任人及处置单位等相关信息。</p> <p>②应建立危险废物产生、外运、处置及最终去向的详细台账，并按照《危险废物转移联单管理办法》的要求做好危险废物转移联单填报登记工作。</p> <p>③危废暂存场所按规定设置警示标志。</p> <p>④将本项目产生的各类危险废物交具有相应资质的危险处理单位处置，严禁将产生的危险废物与一般工业固体废物混合处置，严禁将危险废物交由不具备相关危险废物处置单位处置。</p>

## 五、辐射安全防护设施对照分析

根据《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号）及《关于印发〈四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）〉的通知》（川环办发〔2016〕149号）等相关要求，将本项目的辐射安全防护设施进行对照分析，详见表 10-7 及表 10-8。

表 10-7 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	应具备条件	本项目拟设置	备注
固定式探伤	射线屏蔽体	已设计探伤室	/
	隔室操作	已设计控制室	/
	入口处电离辐射警告标志	拟配备	探伤室防护门
	入口处工作状态指示灯	拟配备	探伤室防护门顶部
	控制台有防止非工作人员操作的锁定开关	拟配备	/
	门机连锁系统	拟配备	/
	探伤室内监控设施	拟配备	探伤室顶部
	通排风设施	已设计	探伤室北侧
	探伤室内紧急停机按钮	拟配备	/
	探伤室内紧急开门按钮	拟配备	/
操作台上紧急停机按钮	拟配备	/	
移动式探伤	控制台有钥匙控制	设备自带	/
	控制台上紧急停机按钮	设备自带	/
	作业公告：作业时间、作业地点、作业内容、拟采取辐射防护措施	在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌	/
	场所分区	拟设置控制区及监督区	/
	专人看守、巡查	拟配备	/
	声光报警	拟配备	/
	屏蔽措施	拟配备铅屏蔽板	/
	警戒线、警示标志、警示标牌及安全信息公示牌等	拟设置大功率喊话器、对讲机、声光报警装置、警戒线绳及安全信息公示牌，控制区和监督区警示标牌及现场告示若干	/
监测设备	个人防护用品	拟配备辐射防护铅服 6 套	
	个人剂量报警仪	每名辐射工作人员均拟配备 1 台	/
	个人剂量计	每名辐射工作人员均拟配备 1 套	
	便携式辐射监测仪	拟配备 3 台	/
	固定式场所辐射探测报警仪	拟配备 1 套	/

注：以上为公司拟计划初步配置的辐射安全防护设施（以最多同时开展 3 个探伤现场考虑），具体数量根据今后项目投运后实际需要进行增减。

10-8 本项目辐射安全防护设施对照分析表

序号	川环办发〔2016〕149号辐射安全与防护要求	本项目拟设置	备注
1	探伤作业时至少有 2 名操作人员在场，每名操作人员配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计及相应辐射防护用品。每个作业场所应配备一台辐射环境剂量率监测仪器。探伤作业时应配备现场安全员（可以为现场的两名操作人员之一），具备对现场辐射安全负责的权限，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，发现安全问题应立即停止探伤作业。	本项目拟配备 4 台 X 射线探伤机，拟配备 6 名辐射工作人员，分为 3 组（每组 2 人），均为新增辐射工作人员，每名探伤辐射工作人员配备 1 台个人剂量报警仪、1 台个人剂量计及相应辐射防护用品。每个作业场所配备 1 台 X-γ 辐射巡测仪器。探伤作业时均拟配备现场安全员 1 名（可以为现场的两名操作人员之一）。	/
2	每次探伤作业前，操作人员应严格检查探伤装置的安全性能，并复核。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安全隐患或故障的探伤装置。 至少每 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。 γ 射线探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的 γ 射线探伤装置。	本项目不涉及 γ 射线探伤装置。 建设单位拟制定探伤操作规程，明确规定：每次探伤工作前，辐射工作人员应检查探伤装置的安全性能。实际工作过程中，辐射工作人员严格按照探伤操作规程执行。 建设单位拟制定相应的设备维护制度，制度中应明确：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，发现问题及时维修，并做好记录。严禁使用存在故障的探伤装置。	/
3	探伤作业前应将无关人员清离出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。 控制区边界外空气比释动能率应低于 15μGy/h，边界上设置明显的警戒线，应有清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”的标牌。探伤期间专人在边界巡逻、看守，未经许可人员不得入内。 监督区位于控制区外，监督区边界外空气比释动能率应低于 2.5μGy/h，边界处应有电离辐射警告标志牌和“无关人员禁止入内”的标牌。公众不得进入该区域。	开展现场探伤时，辐射工作人员严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求设定控制区和监督区，并设置明显的警戒线和辐射警示标识，必要时设专人警戒，现场安全员监测控制区和监督区的辐射剂量水平，并记录档案。	/
4	探伤作业时（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、	建设单位拟按照规定要求制作安全信息公示牌，面积不小于 2 平方米，开展移动式 X 射线探伤作业时，拟在作业现场边界外	/

	<p>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。</p> <p>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。</p>	<p>公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、法人代表、辐射安全负责人、辐射工作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和生态环境部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。公示信息如发生变化将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。</p>	
5	<p>按照川环办发〔2016〕149号文中 2.3.1 监测要求开展自我监测，绘制监测布点图，做好相应监测数据记录并存档。发现异常情况的，应当立即采取措施，必要时向当地环境保护行政主管部门报告。</p>	<p>建设单位拟按照规定要求开展自我监测，做好相应监测数据记录并存档。发现异常情况的，应当立即采取措施，并向当地生态环境行政主管部门报告。</p>	/
6	<p>每次 <math>\gamma</math> 射线探伤作业结束后，必须开展辐射监测，在确定放射源收回源容器后，由检测人员在检查记录上签字，方能携带探伤机离开作业场所。建立放射源与射线装置台账，每天检查核实，做到账物相符。放射源与射线装置的领取、使用和归还应有 2 人在场，当事人要签字确认。</p>	<p>本项目不涉及 <math>\gamma</math> 射线探伤作业；</p> <p>建设单位拟建立射线装置台账，每天检查核实，做到账物相符。射线装置的领取、使用和归还应有 2 人在场，当事人要签字确认。</p>	/
7	<p>放射源的暂存设施或场所应满足辐射安全与防护要求（具备防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏等安全防护措施），设置醒目的电离辐射警告标志，并由专人负责管理。需要存放放射源一年以上的，应当建设放射源暂存库。</p>	<p>本项目不涉及放射源</p>	/
8	<p>野外使用国家规定的 I 类、II 类、III 类放射源，运输国家规定的一类、二类放射性物品的单位，应当建立放射源或者放射性物品运输在线监控系统。放射源必须专车运输，专人押运，押运人员须全程监护探伤装置。</p>	<p>本项目不涉及放射源</p>	/
9	<p>废显（定）影液（危险废物）暂存场所应防渗漏、防雨水和防倾倒等“三防”措施，存放容器上应有危废标识和危废类别、存放时间、责任人及处置单位等相关信息。作业中产生的危险废物应建立台账，送交有相应资质的单位处置并有危险废物转移联单。</p>	<p>本项目拟建危废暂存场所拟设置防渗漏、防雨水和防倾倒等“三防”措施，存放容器上应有危废标识和危废类别、存放时间、责任人及处置单位等相关信息。</p>	/

建设单位须将按照法律法规要求制定一系列辐射安全管理制度，在实际工作中认真执行，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；应安排辐射工作人员进行岗前学习及考核，持证上岗，并进行个人剂量监测及个人职业健康体检；应配备相应的辐射安全防护设施设备；应按照规定要求开展自我监测，做好相应监测数据记录并存档等。

综上所述，公司在落实上述各项承诺事项后，本项目移动式 X 射线探伤的辐射安全措施将满足《关于印发〈四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）〉的通知》（川环办发〔2016〕149 号）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关辐射安全要求。

## 六、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，建设单位将投入一定资金建设必要的环保设施，本项目辐射安全防护和环保设施（措施）投资见表 10-9。

表 10-9 本项目辐射安全防护与环保设施（措施）投资一览表

类别		环保设施	投资金额 (万元)
固定式探伤	屏蔽措施	探伤室	
	安全装置	电离辐射警告标志 2 套、门机联锁装置 2 套、钥匙开关 1 套、监控系统 1 套、紧急停机按钮 1 套、紧急开门按钮 1 套	
	废气处理	探伤室内设 1 套排风系统	
移动式探伤	防护设备	铅屏蔽板 9 副（2mmPb: 3 副、5mmPb: 6 副）、辐射防护铅服 3 套	
	安全装置	对讲机 3 套、大功率喊话器声光报警装置及警戒线绳各若干，安全信息公示牌 3 套，控制区和监督区警示标牌及现场告示若干	
	配套房间	洗片暗室、评片室、危险废物暂存间、X 射线探伤机设备间等场所改造	
监测仪器		个人剂量计 6 套、个人剂量报警仪 6 台、X-γ 辐射巡测仪 3 台、固定式场所辐射探测报警仪 1 套	
危险废物处理		废定影液、废显影液收集桶及回收、转运、处置费用	
		废胶片暂存箱、储存设施及回收、转运、处置费用	
		委托有资质单位进行洗片作业	
其他	设备维护	每个月对探伤装置配件、机电设备进行检查及维护	
	人员培训	辐射工作人员及应急人员的组织培训	
	应急	应急和救助的资金、物资准备	
合计			

注：以上为公司拟计划初步配置的辐射安全防护设施（措施）（以最多同时开展 3 个探伤现场考虑），具体数量根据今后项目投运后实际需要进行增减。

今后在实践中，建设单位应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

## 三废的治理

### 一、施工期

#### 1、废水处理措施

施工期废水主要为建筑施工产生的生产废水及施工人员生活污水，均依托厂区已有环保设施处理。

#### 2、废气处理措施

施工期的废气主要产生在局部改造及装修过程中，在装修时产生的废气和装修材料中释放的废气。在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气一段时间后才能投入使用。

#### 3、噪声处理措施

项目施工期拟采取降噪措施如下：①合理安排施工时间，夜间禁止施工；②选用低噪施工设备；③运输车辆必须限速、严禁鸣笛。

#### 4、固体废物处理措施

施工期产生的固体废物主要包括房屋改造装修过程产生的废建渣、废建材，施工人员产生的生活垃圾及废包装材料，施工垃圾送当地指定的建筑垃圾处置场进行处理，生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

#### 5、扬尘处理措施

本项目施工期短，拟采取扬尘治理措施包括：①安排人员在干燥天气洒水降尘；②及时清运施工场地建筑废渣，避免二次起尘；③对施工车辆进出口路面进行清扫。

### 二、营运期

#### 1、废气处理措施

##### (1) 固定式探伤

X射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧及氮氧化物，臭氧及氮氧化物在空气中短时间可自动分解，这部分废气对周围环境影响较小。

本项目探伤室容积（含迷道）约为 51.03m<sup>3</sup>，排风装置从北侧墙体引至屋顶，在屋顶上空排放，其排风量为 300m<sup>3</sup>/h，其排风换气次数约为 5.8 次/h，满足《工业探伤放

射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效排风换气次数应不小于3次”的要求。



图 10-8 探伤室排风管道走向示意图

### **(2) 移动式探伤**

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的臭氧和氮氧化物气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

### **2、废水处理措施**

固定式探伤工作人员产生的生活污水依托污水处理系统后排入市政污水管网；移动式探伤现场工作人员产生的生活污水依托探伤现场工程区已有的环保设施进行处理，对环境影响较小。

### **3、噪声**

#### **(1) 固定式探伤**

本项目噪声主要来源于探伤室内排风装置运行所产生的噪声，该装置采用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类标准。

#### **(2) 移动式探伤**

探伤工作时，控制区及监督区将开启声光报警器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于时间较短，且经距离衰减后，对周围环境影响较小。

#### **4、固体废物**

(1) 本项目公司工作人员产生的生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置，对周围环境影响较小。

(2) 移动式探伤现场工作人员产生的生活垃圾依托探伤现场工程区已有的环保设施进行处理，对周围环境影响较小。

#### **5、危险废物**

##### **(1) 固定式探伤**

本项目固定式探伤产生的废显影液、废定影液、洗片废水及废胶片等危险废物均集中收集暂存至办公室区危险废物暂存间内的专用收集桶（或暂存箱）内，相关危险废物均委托有危废处理资质的单位回收、转运、处置。

##### **(2) 移动式探伤**

由于探伤地点位于客户指定的场地，不固定，①若探伤区域位于南充市内及距南充市较近，则由建设单位在办公室区洗片室内自行洗片，产生的废显影液、废定影液及废胶片等危险废物均集中收集暂存至办公室区危险废物暂存间内的专用收集桶（或暂存箱）内，相关危险废物均委托有危废处理资质的单位回收、转运、处置；②若探伤区域距离南充市较远，则由建设单位委托当地有资质及能力的探伤检测公司进行洗片作业，洗片过程中产生的洗片废水、废显影液、定影液及废胶片均由当地有相关资质单位回收处置。合格的胶片用于出具探伤工件的检测报告，统一收集并存放于专用的胶片柜作为档案保存至少 7 年，到期后作为废胶片委托有资质单位回收处理。

#### **6、射线装置报废**

根据《四川省辐射污染防治条例》“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目使用的射线装置在进行报废处理时，应将该射线装置的高压射线管进行拆卸并破碎处理等去功能化措施并按相应要求执行报废程序。

表 11 环境影响分析

## 建设阶段对环境的影响

### 一、施工期的环境影响分析

四川霖鑫工程检测有限公司 X 射线探伤机专用设备间、洗片室（含危险废物暂存）、评片室及探伤房涉及施工。项目施工工艺相对简单、施工周期短，且施工期产生的少量废水和固体废物均可依托已有的环保设施进行处理，只要建设单位和施工单位在施工过程中严格落实对施工扬尘的管理和控制措施，施工期的环境影响能降到最低程度。同时由于施工期对环境产生的影响均为暂时的、可逆的，随着施工期的结束，影响即自行消除。

#### 1、大气污染防治措施

- ①及时清扫施工场地，施工场地非雨天时适时洒水，并保持施工场地一定的湿度；
- ②在装修工程施工中，施工人员应配备必要的防护装备和口罩，避免人体吸入粉尘；
- ③车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；
- ④加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工、减少施工期的大气污染。

#### 2、噪声防治措施

整个建筑施工阶段，如混凝土搅拌机、卷扬机及载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时需严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的要求，尽量使用噪声低的先进设备，合理安排施工时间和施工强度，避免休息时间进行高强度高噪声施工，如需连续施工，在夜间施工而产生环境噪声污染时，按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。

#### 3、固废防治措施

项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。工人产生的生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

#### 4、水污染防治措施

施工期水环境影响主要为施工人员的生活污水，其产量较小，可依托公司已有的污水处理设施处理。

## 二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目涉及 X 射线探伤机的安装调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目 X 射线探伤机的安装和调试均由设备厂家专业工作人员进行操作。在探伤机安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和机房门外设立当心电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用探伤机；人员离开时运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。

由于本项目涉及的探伤机的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

## 运行阶段对环境的影响

### 一、辐射环境影响分析

#### （一）固定式探伤

本项目探伤室尚未建设，X 射线探伤机未购置安装，故对本项目探伤室周围辐射环境影响采用理论预测的方法进行影响分析。

#### 1、探伤室周围关注点理论预测环境影响分析

为分析预测 X 射线探伤机投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中计算方法进行理论计算。

本项目探伤室内每次仅使用 1 台探伤机工作，不存在 2 台及以上同时在探伤室作业。保守按 XT3005D-XK80 型探伤机进行计算，选取 GBZ/T 250-2014 表 B.1 中 300kV 下较大值，输出量为  $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

本项目探伤室底部为土壤，探伤机主束方向朝四周、天空及地面，故对探伤室四周和顶部产生的辐射影响均以主射束进行分析。

公司以固定式探伤中最大工件的尺寸（长 3.0m×宽 1.2m×高 1.2m）划分了本项目探伤范围，故 X 射线探伤机运行时，探伤室关注点位如图 11-1 所示。



图 11-1 探伤室关注点示意图

### (1) 计算模式

#### ①主射束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），主射线所致关注点辐射剂量率由下列公式计算：

$$H = \frac{I \cdot B \cdot H_0}{R^2} \dots\dots \text{（式 11-1）}$$

式中：I—X 射线探伤装置在最大管电压下的常用最大管电流，本项目保守取各设备最大管电流；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

#### ②泄漏辐射

泄漏辐射所致参考点剂量率利用下列公式（11-2）计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots \text{(式 11-2)}$$

式中： $B$ —屏蔽透射因子；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，本项目取  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

### ③ 散射辐射

散射辐射所致装置外剂量率利用公式（11-3）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots \text{(式 11-3)}$$

式中： $I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

$B$ —屏蔽透射因子；

$R_0$ —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$F$ — $R_0$  处的辐射野面积，单位为平方米（ $\text{m}^2$ ），按 X 射线装置圆锥束中心轴与圆锥边界的夹角为  $20^\circ$  计算，式（11-3）中的因子保守取值为 50；

$\alpha$ —散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

$R_s$ —散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

### ④ 屏蔽透射因子

辐射屏蔽透射因子  $B$  按公式（11-2）计算：

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

式中： $X$ —屏蔽物质厚度，与  $TVL$  取相同的单位；

$TVL$ —屏蔽物质什值层厚度，本项目屏蔽物质什值层厚度取自 GBZ/T 250-2014 表 B.2 及国际放射防护委员会第 33 号出版物（ICRP 33）中表 3 中，本项目 300kV 时： $TVL_{\text{混凝土}}=100\text{mm}$ ， $TVL_{\text{铅}}=5.7\text{mm}$ 。

### ⑤ 年有效剂量估算

按照公式（11-3）对辐射工作人员及公众的受照辐射年剂量进行保守估算：

$$P_{\text{年}} = \dot{H} \cdot U \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \dots\dots \text{(式 11-5)}$$

式中： $P_{\text{年}}$ —年有效剂量， $\text{mSv/a}$ ；

$t$ — 年工作时间, h;

$U$ — 利用因子;

$T$ — 居留因子。

## 2、预测参数选取

本项目探伤室各关注点及相关预测参数见表 11-1~表 11-2。

表 11-1 本项目 XT3005D-XK80 型探伤机各关注点及相关参数

点位描述	距离 (m)	屏蔽材料	透射因子 B	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	需屏蔽的辐射源
a 点, 东侧墙体外 30cm 处					有用线束
e 点, 工件门外 30cm 处					有用线束
c/d 点, 南/北侧墙体外 30cm 处					有用线束
b 点, 西侧墙体外 30cm 处					有用线束
f 点, 迷道内墙外 30cm 处					有用线束
a' 点, 东侧墙体外 30cm 处					有用线束
l 点, 屋顶外 30cm 处					有用线束
g 点, 人员进出门外 30cm 处					泄漏辐射 散射辐射

注: ①600mm 砼的透射因子取自 GBZ/T 250-2014 图 B.2, 图 B.2 中五 650mm 砼和 1250mm 砼对应值, 由表 B.2 中什值层计算得出透射因子;

②GBZ/T 250-2014 图 B.1 中无 300kV3mmAl 条件下对应取值, 由表 B.2 中什值层计算得出透射因子。

表 11-2 本项目 XT3005D-XK80 型探伤机关注点辐射剂量率计算结果

关注点位	有用线束 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a 点, 东侧墙体外 30cm 处	$1.62 \times 10^{-7}$	/	/	$1.62 \times 10^{-7}$	2.5
b 点, 工件门外 30cm 处	1.05	/	/	1.05	2.5
c/d 点, 南/北侧墙体外 30cm 处	$6.86 \times 10^{-1}$	/	/	$6.86 \times 10^{-1}$	2.5
e 点, 西侧墙体外 30cm 处	$4.50 \times 10^{-1}$	/	/	$4.50 \times 10^{-1}$	2.5
f 点, 迷道内墙外 30cm 处	$4.96 \times 10^{-1}$	/	/	$4.96 \times 10^{-1}$	2.5

a'点, 东侧墙体外 30cm 处	$5.12 \times 10^{-1}$			$5.12 \times 10^{-1}$	2.5
l 点, 顶部外 30cm 处	1.00	/	/	1.00	2.5
g 点, 人员进出门 外 30cm 处	/	$2.59 \times 10^{-1}$	$1.55 \times 10^{-8}$	$2.59 \times 10^{-1}$	2.5

注: 探伤室底部为土层。

### 3、预测结果

根据前面给出的计算公式、预测参数和 4 台 X 射线机年最大探伤曝光时间为 365.3h (含训机时间)。保守计算各关注点的辐射剂量率和年有效剂量, 计算结果列入表 11-3 中。

表 11-3 本项目 XT3005D-XK80 型探伤机各关注点年有效剂量计算结果

关注点位	总辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留 因子	周有效剂量 ( $\text{mSv/周}$ )	年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )	受照 类型	管理目标 ( $\text{mSv/a}$ )
a 点, 东侧墙体外 30cm 处	$1.62 \times 10^{-7}$				公众	0.1
b 点, 工件门外 30cm 处	1.05				职业	5
c/d 点, 南/北侧墙 体外 30cm 处	$6.86 \times 10^{-1}$				职业	5
e 点, 西侧墙体外 30cm 处	$4.50 \times 10^{-1}$				公众	0.1
f 点, 迷道内墙外 30cm 处	$4.96 \times 10^{-1}$				职业	5
a'点, 东侧墙体外 30cm 处	$5.12 \times 10^{-1}$				职业	5
l 点, 屋顶外 30cm 处	1.00				公众	0.1
g 点, 人员进出门 外 30cm 处	$2.59 \times 10^{-1}$				职业	5

根据上述预测结果可知, 在防护设施正常使用的情况下, 本项目 X 射线探伤机全年正常运行, 辐射工作人员所受到的最大年有效剂量为  $0.38\text{mSv/a}$ , 周围公众所受到的最大年有效剂量为  $4.11 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ , 均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中剂量限值要求和本项目剂量约束限值要求 (职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ , 公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ )。

### 4、保护目标环境影响分析

根据本项目确定的评价范围, 本项目环境保护目标为公司辐射工作人员、公司内

的其他工作人员及公司内外公众。综上，针对表 7-1 中环境保护目标，本项目各环境保护目标处的年有效剂量见表 11-4。

表 11-4 本项目保护目标年有效剂量估算结果

保护目标预测点位	距离 (m)	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留 因子	受照时 间 (h)	年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )	受照 类型
东侧控制室					0.19	职业
西侧评片室					$1.88 \times 10^{-2}$	公众
南侧空地					$3.42 \times 10^{-2}$	公众
西侧卫生间及其他功能房间					$3.33 \times 10^{-2}$	公众
西南侧办公楼其他区域					$6.27 \times 10^{-3}$	公众
东侧群兴北路及家具厂					$2.71 \times 10^{-2}$	公众
南侧市政道路及长新实业					$5.92 \times 10^{-5}$	公众
西侧长新实业					$5.79 \times 10^{-4}$	公众
北侧废品站					$9.79 \times 10^{-3}$	公众

根据表 11-3~表 11-4 结果可知，在防护设施正常使用的前提下，本项目 X 射线探伤机全年正常运行，辐射工作人员所受到的最大年有效剂量为  $0.38\text{mSv/a}$ ，周围公众所受到的最大年有效剂量为  $4.11 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目剂量约束限值要求（职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ ，公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ ）。

本项目探伤室周围 50m 范围内环境保护目标距探伤室墙体相对较远（远大于表面  $0.3\text{m}$ ），故本项目敏感点处公众所受的辐射剂量将小于上述理论计算值。

综上所述，根据上述理论估算结果，本项目 X 射线探伤机经墙体屏蔽后，对探伤室外辐射工作人员和周围公众的环境影响较小，同时在开展探伤工作时，在采取有效的辐射防护措施和良好的管理情况下，辐射工作人员的年有效剂量可以满足标准限值要求。

## （二）移动式探伤

本项目拟在施工现场使用 4 台 X 射线探伤机进行客户委托现场 X 射线探伤，其中包含 2 台 XT2005D-XK80 型定向 X 射线探伤机（最大管电压  $200\text{kV}$ ，最大管电流  $5\text{mA}$ ）、1 台 XT2505D-XK80 定向 X 射线探伤机（最大管电压  $250\text{kV}$ ，最大管电流  $5\text{mA}$ ）及 1 台 XT3005D-XK80 定向 X 射线探伤机（最大管电压  $300\text{kV}$ ，最大管电流  $5\text{mA}$ ），均属于 II 类射线装置。本项目探伤对象主要为压力管道及压力容器等工件结构，工件材质主要为钢（铁）、铜、铝等金属或其他非金属材料，常用工件厚度约为

1mm~30mm。

### 1、控制区和监督区的划分

本项目探伤对象主要为压力管道及压力容器，按管道设置场所的不同可分为地面探伤作业和管沟内探伤作业两类，压力容器均为地面探伤作业。

#### (1) 管沟内探伤作业

本项目探伤作业现场管沟底部和两侧均为大地（土层），管沟内探伤作业时，无固定主射方向，主射方向主要为竖直向上朝向天空、水平朝向四周或竖直向下朝向土层。探伤作业时操作人员均位于非主射方向，并根据探伤场所的地理条件及使用的 X 射线探伤机型号，选用相应参数的铅屏蔽板对探伤机周围进行遮挡，优先利用大地土层进行屏蔽，并对管沟上方地面区域进行严格管控，严禁任何人员进入该区域（确保人员不会从管沟上方通过）。

#### (2) 地面探伤作业

本项目探伤机在探伤过程中，无固定主射方向，地面探伤作业时主射方向主要为竖直向上、水平朝向四周或竖直向下，探伤作业时操作人员均位于非主射方向，并根据探伤场所的地理条件及使用的 X 射线探伤机型号，选用相应参数的铅屏蔽板对主射方向及非主射方向进行遮挡防护。

综上所述，本项目主射方向主要受到主射线的影响，非主射方向主要受到漏射线、散射线和天空反散射的影响，其中主射方向主射线的影响最大，天空反散射的影响极小，因此，本次预测仅考虑主射线、散射线和漏射线的影响。

本项目探伤机射线能量可根据被检工件的厚度进行调节，有用射束被工件所屏蔽，射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上，建设单位须严格《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），利用 X- $\gamma$  辐射巡检仪将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区，严禁任何人进入该区域，由于本项目涉及管沟内作业，故管沟内作业时，还应将管沟上方划为控制区，严禁任何人员从管沟上方经过；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区，严禁公众成员进入该区域。

### 2、控制区和监督区理论计算

根据本项目配备的 X 射线探伤机的参数及对应探伤材料的厚度，给出控制区及监督区的参考划分范围。

本次预测按照各型号 X 射线探伤机最大管电压及管电流的典型工况进行保守预测，探伤机无固定主射方向，保守以主射方向竖直向下、竖直向上或水平朝向四周 3 种典型工况进行估算。本项目 X 射线探伤机参数见表 9-1。

本项目探伤工件单侧管壁厚度约 1mm~30mm，在实际探伤过程中，建设单位根据不同的工件厚度选择使用不同型号的探伤机，同时操作人员将根据工件厚度设置不同的工作管电压及管电流，工件厚度较小，选择的设备（或设置的探伤工况）管电压及管电流也随之较小。本项目保守按照各设备最大管电压，最大管电流进行理论预测，XT2005D-XK80 型、XT2505D-XK80 型定向 X 射线探伤机及 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机在满功率运行的情况下保守考虑不考虑工件的屏蔽作用进行估算。

### (1) 有用线束

根据《辐射防护导论》（方杰主编，P69，式 3.1），在距离靶  $r$  (m) 处由 X 射线探伤机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率计算公式如下：

$$D_1 = I\delta_X / r^2 \dots\dots (公式 11-6)$$

$$D_2 = B \times D_1 \dots\dots (公式 11-7)$$

公式中：

$D_1$ —未经工件屏蔽前空气吸收剂量率， $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ；由于在 X 射线辐射场中，同一点处以 Gy 为单位的比释动能与以 Sv 为单位的剂量当量数值上几乎相等，因此可用公式 11-6 计算出相应的周围剂量当量率；

$D_2$ —经工件屏蔽后空气吸收剂量率， $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

$I$ —管电流，mA；本项目取各型号探伤机最大管电流 5mA；

$\delta_X$ —发射率常数， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中值；

$r$ —参考点距焦点的距离，m；

$B$ —透射因子，本项目保守取不同厚度铅屏蔽板按照公式 11-4 计算。

本项目各型号 X 射线探伤机探伤作业时，其不同距离主射方向周围剂量当量率计算结果见表 11-5。

表 11-5 本项目 X 射线探伤机不同距离主射方向周围剂量当量率计算表 (μSv/h)

距射线靶的 距离 (m)	XT2005D-XK80 型		XT2505D-XK80		XT3005D-XK80	
	无铅板遮挡	5mmPb 铅板遮挡	无铅板遮挡	15mmPb 铅板遮挡 (5mmPb*3)	无铅板遮挡	15mmPb 铅板遮挡 (5mmPb*3)
10	86100.00	23.10	49500.00	17.63	62700.00	146.45
11	71157.02	19.09	40909.09	14.57 控制区	51818.18	121.03
13	50946.75	13.67 控制区	29289.94	10.43	37100.59	86.66
20	21525.00	5.77	12375.00	4.41	15675.00	36.61
27	11810.70	3.17	6790.12	2.42 监督区	8600.82	20.09
30	9566.67	2.57	5500.00	1.96	6966.67	16.27
31	8959.42	2.40 监督区	5150.88	1.83	6524.45	15.24
32	8408.20	2.26	4833.98	1.72	6123.05	14.30 控制区
50	3444.00	0.92	1980.00	0.71	2508.00	5.86
55	2846.28	0.76	1636.36	0.58	2072.73	4.84
58	2559.45	0.69	1471.46	0.52	1863.85	4.35
60	2391.67	0.64	1375.00	0.49	1741.67	4.07
76	1490.65	0.40	856.99	0.31	1085.53	2.54
77	1452.18	0.39	834.88	0.30	1057.51	2.47 监督区
100	861.00	0.23	495.00	0.18	627.00	1.46
140	439.29	0.12	252.55	0.09	319.90	0.75
141	433.08	0.12	248.98	0.09	315.38	0.74
400	53.81	0.01	30.94	0.01	39.19	0.09
570	26.50	0.01	15.24	0.01	19.30	0.05
575	26.04	0.01	14.97 控制区	$5.33 \times 10^{-3}$	18.96	0.04
645	20.70	0.01	11.90	$4.24 \times 10^{-3}$	15.07	0.04
647	20.57	0.01	11.82	$4.21 \times 10^{-3}$	14.98 控制区	0.03

685	18.35	$4.92 \times 10^{-3}$	10.55	$3.76 \times 10^{-3}$	13.36	0.03
686	18.30	$4.91 \times 10^{-3}$	10.52	$3.75 \times 10^{-3}$	13.32	0.03
758	14.99	$4.02 \times 10^{-3}$	8.62	$3.07 \times 10^{-3}$	10.91	0.03
759	14.95 控制区	$4.01 \times 10^{-3}$	8.59	$3.06 \times 10^{-3}$	10.88	0.03
1200	5.98	$1.60 \times 10^{-3}$	3.44	$1.22 \times 10^{-3}$	4.35	0.01
1410	4.33	$1.16 \times 10^{-3}$	2.49 监督区	$8.87 \times 10^{-4}$	3.15	0.01
1585	3.43	$9.19 \times 10^{-4}$	1.97	$7.02 \times 10^{-4}$	2.50	0.01
1586	3.42	$9.18 \times 10^{-4}$	1.97	$7.01 \times 10^{-4}$	2.49 监督区	0.01
1681	3.05	$8.17 \times 10^{-4}$	1.75	$6.24 \times 10^{-4}$	2.22	0.01
1857	2.50	$6.70 \times 10^{-4}$	1.44	$5.11 \times 10^{-4}$	1.82	$4.25 \times 10^{-3}$
1858	2.49 监督区	$6.69 \times 10^{-4}$	1.43	$5.11 \times 10^{-4}$	1.82	$4.24 \times 10^{-3}$
2000	2.15	$5.77 \times 10^{-4}$	1.24	$4.41 \times 10^{-4}$	1.57	$3.66 \times 10^{-3}$

注：保守情况下在无铅板遮挡情况下，不考虑工件屏蔽作用；有铅板遮挡情况下，同样不考虑工件屏蔽作用，仅考虑铅板的屏蔽作用。

## (2) 漏射线和散射线（非主射方向外）

漏射线和散射线所致的辐射剂量率根据公式 11-2 和公式 11-3 进行计算。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值见表 11-6。

表 11-6 X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值

原始 X 射线 (kV)	散射辐射 (kV)
150 ≤ kV ≤ 200	150
200 < kV ≤ 300	200
300 < kV ≤ 400	250

本项目散射线保守按 150kV（XT2005D-XK80 型）和 200kV（XT3005D-XK80）进行计算，查 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2 中 200kV 对应的铅当量层  $TVL_{\text{Pb}}=0.96\text{mm}$ ，200kV 对应的铅当量层  $TVL_{\text{Pb}}=1.4\text{mm}$ ，保守考虑非主射方向无工件屏蔽。

本项目各型号 X 射线探伤机探伤作业时，其不同距离非主射方向周围剂量当量率计算结果如下：

表 11-7 XT2005D-XK80 型探伤机不同距离非主射方向周围剂量当量率计算表（ $\mu\text{Sv/h}$ ）

距射线靶的距离 (m)	无铅屏蔽板遮挡			有铅屏蔽板遮挡 (2mmPb 屏蔽)		
	漏射线	散射线	合计	漏射线	散射线	合计
5	100.00	6888.00	6988.00	3.73	56.85	60.58
10	25.00	1722.00	1747.00	0.93	14.21	15.15
11	20.66	1423.14	1443.80	0.77	11.75	12.52 (控制区)
20	6.25	430.50	436.75	0.23	3.55	3.79
25	4.00	275.52	279.52	0.15	2.27	2.42 (监督区)
50	1.00	68.88	69.88	0.04	0.57	0.61
100	0.25	17.22	17.47	0.01	0.14	0.15
108	0.21	14.76	14.98 (控制区)	0.01	0.12	0.13
150	0.11	7.65	7.76	$4.14 \times 10^{-3}$	0.06	0.07
200	0.06	4.31	4.37	$2.33 \times 10^{-3}$	0.04	0.04
250	0.04	2.76	2.80	$1.49 \times 10^{-3}$	0.02	0.02
265	0.04	2.45	2.49 (监督区)	$1.33 \times 10^{-3}$	0.02	0.02

注：非主射方向周围剂量当量率估算时保守不考虑工件屏蔽。

表 11-8 XT2505D-XK80 探伤机不同距离非主射方向周围剂量当量率计算表（ $\mu\text{Sv/h}$ ）

距射线靶的距离 (m)	无铅屏蔽板遮挡			有铅屏蔽板遮挡 (2mmPb 屏蔽)		
	漏射线	散射线	合计	漏射线	散射线	合计
10	50.00	990.00	1040.00	10.22	36.90	47.12
15	22.22	440.00	462.22	4.54	16.40	20.94
18	15.43	305.56	320.99	3.15	11.39	14.54 (控制区)

20	12.50	247.50	260.00	2.55	9.23	11.78
40	3.13	61.88	65.00	0.64	2.31	2.94
44	2.58	51.14	53.72	0.53	1.91	2.43 (监督区)
50	2.00	39.60	41.60	0.41	1.48	1.88
80	0.78	15.47	16.25	0.16	0.58	0.74
84	0.71	14.03	14.74 (控制区)	0.14	0.52	0.67
100	0.50	9.90	10.40	0.10	0.37	0.47
200	0.13	2.48	2.60	0.03	0.09	0.12
205	0.12	2.36	2.47 (监督区)	0.02	0.09	0.11

注：非主射方向周围剂量当量率估算时保守不考虑工件屏蔽。

表 11-9 XT3005D-XK80 探伤机不同距离非主射方向周围剂量当量率计算表 ( $\mu\text{Sv/h}$ )

距射线靶的距离 (m)	无铅屏蔽板遮挡			有铅屏蔽板遮挡 (2mmPb 屏蔽)		
	漏射线	散射线	合计	漏射线	散射线	合计
10	50.00	1254.00	1304.00	22.29	46.74	69.03
20	12.50	313.50	326.00	5.57	11.69	17.26
22	10.33	259.09	269.42	4.61	9.66	14.26 (控制区)
30	5.56	139.33	144.89	2.48	5.19	7.67
50	2.00	50.16	52.16	0.89	1.87	2.76
53	1.78	44.64	46.42	0.79	1.66	2.46 (监督区)
80	0.78	19.59	20.38	0.35	0.73	1.08
90	0.62	15.48	16.10	0.28	0.58	0.85
94	0.57	14.19	14.76 (控制区)	0.25	0.53	0.78
100	0.50	12.54	13.04	0.22	0.47	0.69
200	0.13	3.14	3.26	0.06	0.12	0.17
230	0.09	2.37	2.47 (监督区)	0.04	0.09	0.13

注：非主射方向周围剂量当量率估算时保守不考虑工件屏蔽。

### (3) 汇总

本项目探伤对象主要为压力管道及压力容器，按管道设置场所的不同可分为地面探伤作业和管沟内探伤作业两类，压力容器均为地面探伤作业。

本项目 X 射线探伤机无固定主射方向，保守以主射方向竖直向下、竖直向上或水平朝向四周 3 种典型工况进行估算。

1) 管沟内作业时，管沟底部和两侧均为大地（土层），主射方向主要为竖直向上朝向天空、水平朝向四周或竖直向下朝向土层，主射线主要被土层屏蔽，天空反散射的影响较小，因此主要考虑漏射线和散射线的影响，探伤作业时管沟内无人员居留。

2) 地面作业时，主射方向主要为竖直向上朝向天空、竖直向下朝向土层，水平朝向地面四周。

根据表 11-5~11-9，可得出本项目控制区和监督区的边界范围，具体见表 11-10。

表 11-10 本项目移动式探伤控制区与监督区边界范围估算结果表（m）

工作场景	射线装置型号	射线类型	主射线水平朝向四周		主射线竖直向上/向下	
			控制区范围	监督区范围	控制区范围	监督区范围
管沟内作业	XT2005D-XK80	主射方向	/	/	/	/
		非主射方向	0~11m	11m~25m	0~11m	11m~25m
	XT2505D-XK80	主射方向	/	/	/	/
		非主射方向	0~18m	18m~44m	0~18m	18m~44m
	XT3005D-XK80	主射方向	/	/	/	/
		非主射方向	0~22m	22m~53m	0~22m	22m~53m
地面作业	XT2005D-XK80	主射方向	0~13m	13m~31m	/	/
		非主射方向	0~11m	11m~25m	0~11m	11m~25m
	XT2505D-XK80	主射方向	0~11m	11m~27m	/	/
		非主射方向	0~18m	18m~44m	0~18m	18m~44m
	XT3005D-XK80	主射方向	0~32m	32m~77m	/	/
		非主射方向	0~22m	22m~53m	0~22m	22m~53m

注：XT2005D-XK80 和 XT2505D-XK80 探伤机工作时，主射方向拟设 5mmPb 铅屏蔽板进行遮挡，非主射方向 2mmPb 铅屏蔽板进行遮挡；XT3005D-XK80 主射方向拟设 3 层 5mmPb 铅屏蔽板进行遮挡（主射线竖直向下时主射方向未设置铅屏蔽板），非主射方向拟设 2mmPb 设铅屏蔽板进行遮挡。

### 1) XT2005D-XK80 型 X 射线探伤机

本项目 XT2005D-XK80 型 X 射线探伤机在有屏蔽情况下进行管沟内作业时控制区和监督区划分情况如下：

**控制区**为 X 射线探伤机非主射方向 0m~11m 以内的区域；**监督区**为 X 射线探伤机非主射方向 11m~25m 以内的区域。

本项目 XT2005D-XK80 型 X 射线探伤机管沟内作业控制区及监督区划分如图 11-2 所示。

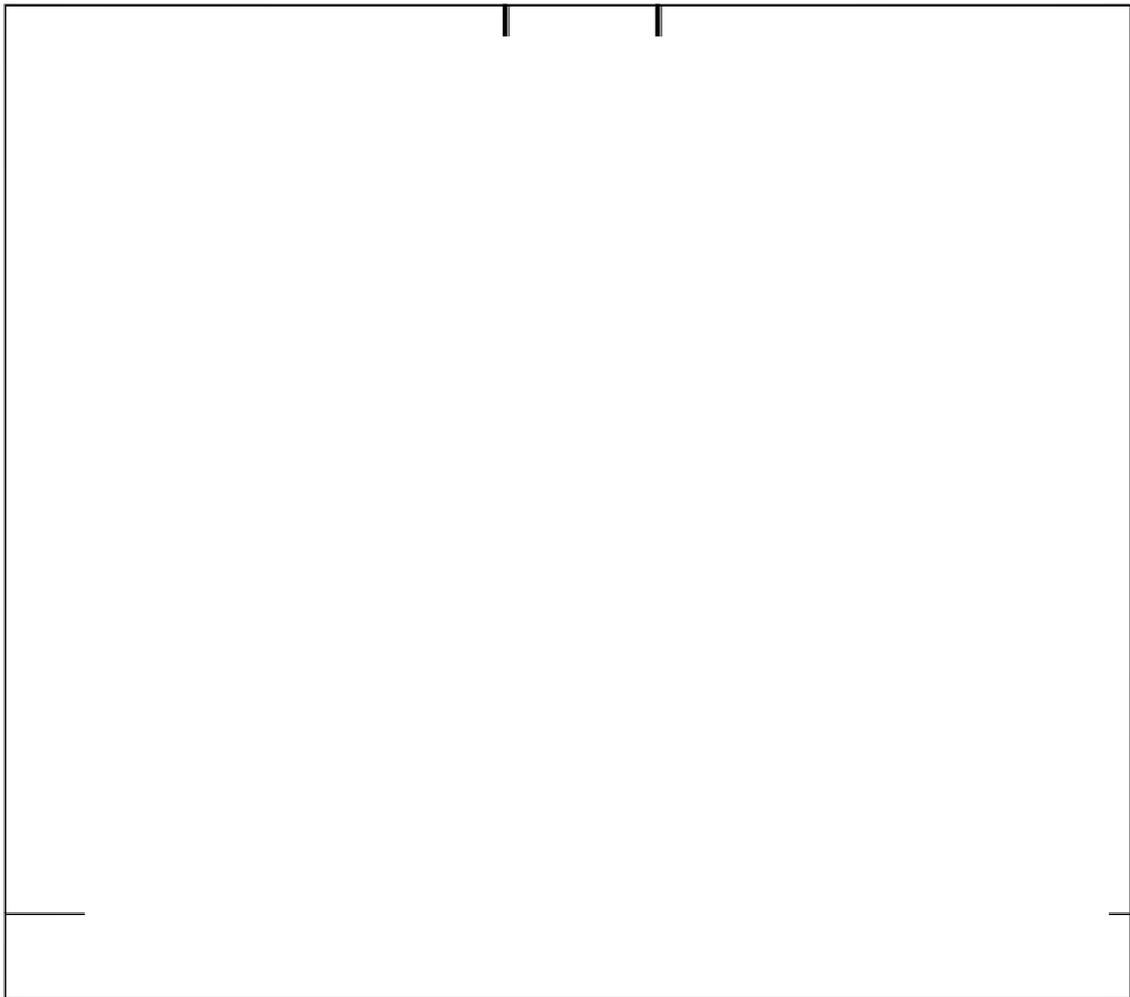


图 11-2 XT2005D-XK80 型探伤机管沟内作业时两区划分示意图

本项目 XT2005D-XK80 型 X 射线探伤机在有屏蔽情况下进行地面作业时控制区和监督区划分如下：

①主射线水平朝向四周：

**控制区**为 X 射线探伤机主射方向 0m~13m、非主射方向 0~11m 以内的区域；**监督区**为 X 射线探伤机主射方向 13m~31m、非主射方向 11m~25m 以内的区域。

②主射线竖直向上/向下：

**控制区**为 X 射线探伤机非主射方向 0m~11m 以内的区域；**监督区**为 X 射线探伤机非主射方向 11m~25m 以内的区域。

本项目 XT2005D-XK80 型 X 射线探伤机地面作业控制区及监督区划分如图 11-3 及图 11-4 所示。

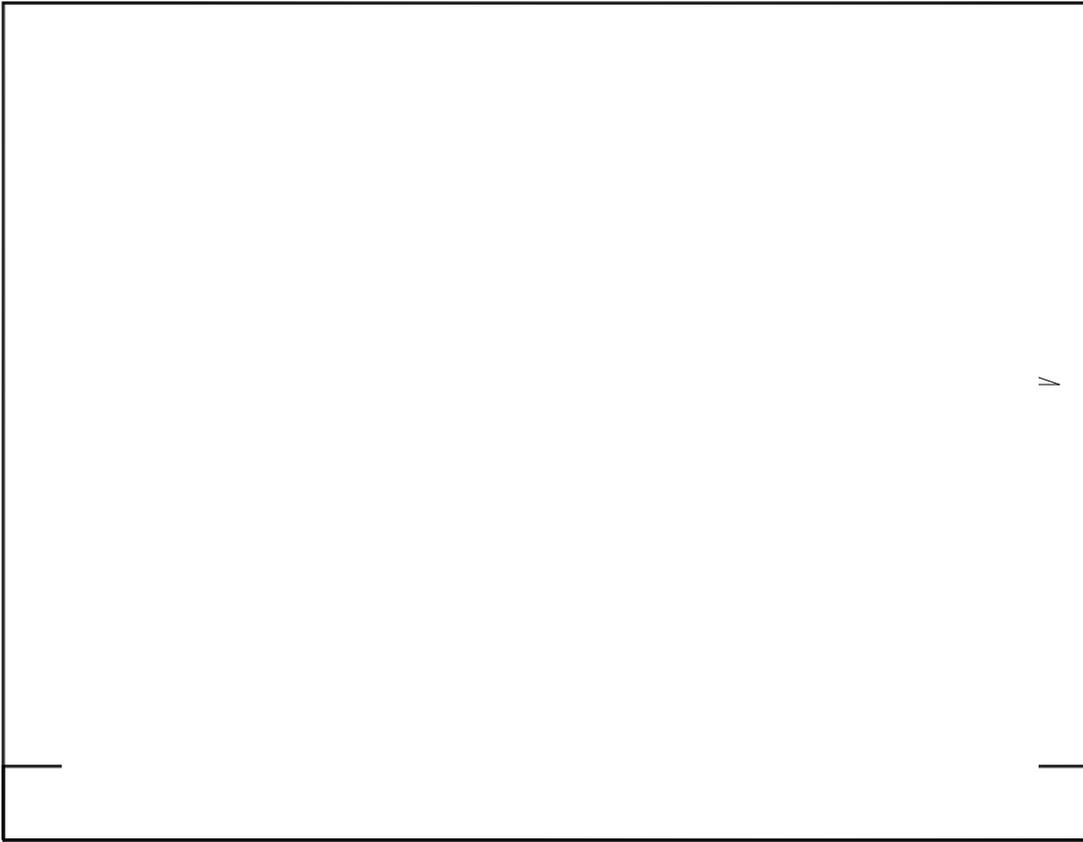


图 11-3 XT2005D-XK80 型探伤机地面作业时两区划分示意图（主射方向水平朝向四周）

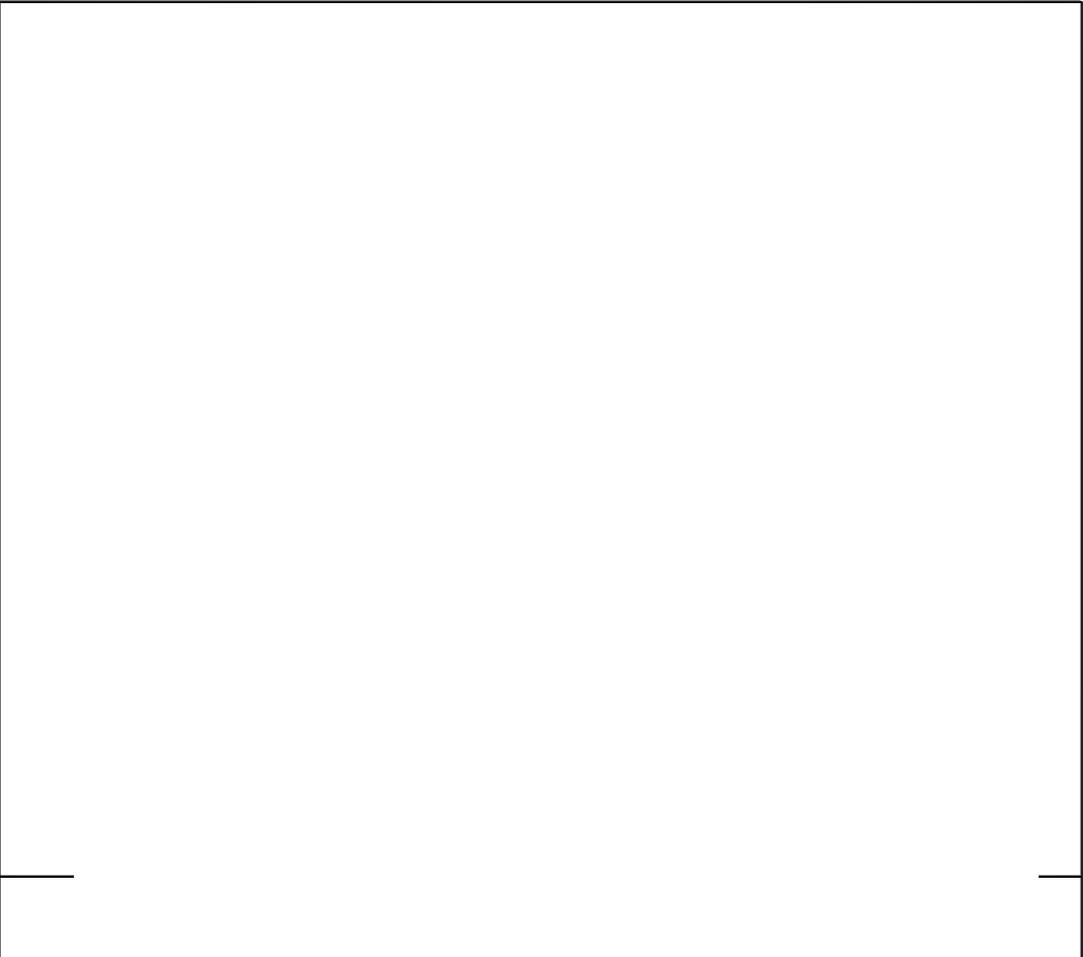


图 11-4 XT2005D-XK80 型探伤机地面作业时两区划分示意图（主射方向竖直向上/向下）

## 2) XT2505D-XK80 型 X 射线探伤机

本项目 XT2505D-XK80 型 X 射线探伤机在有屏蔽情况下进行管沟内作业时控制区和监督区划分情况如下：

**控制区**为 X 射线探伤机非主射方向 0m~18m 以内的区域；**监督区**为 X 射线探伤机非主射方向 18m~44m 以内的区域。

本项目 XT2505D-XK80 型 X 射线探伤机管沟内作业控制区及监督区划分如图 11-5 所示。

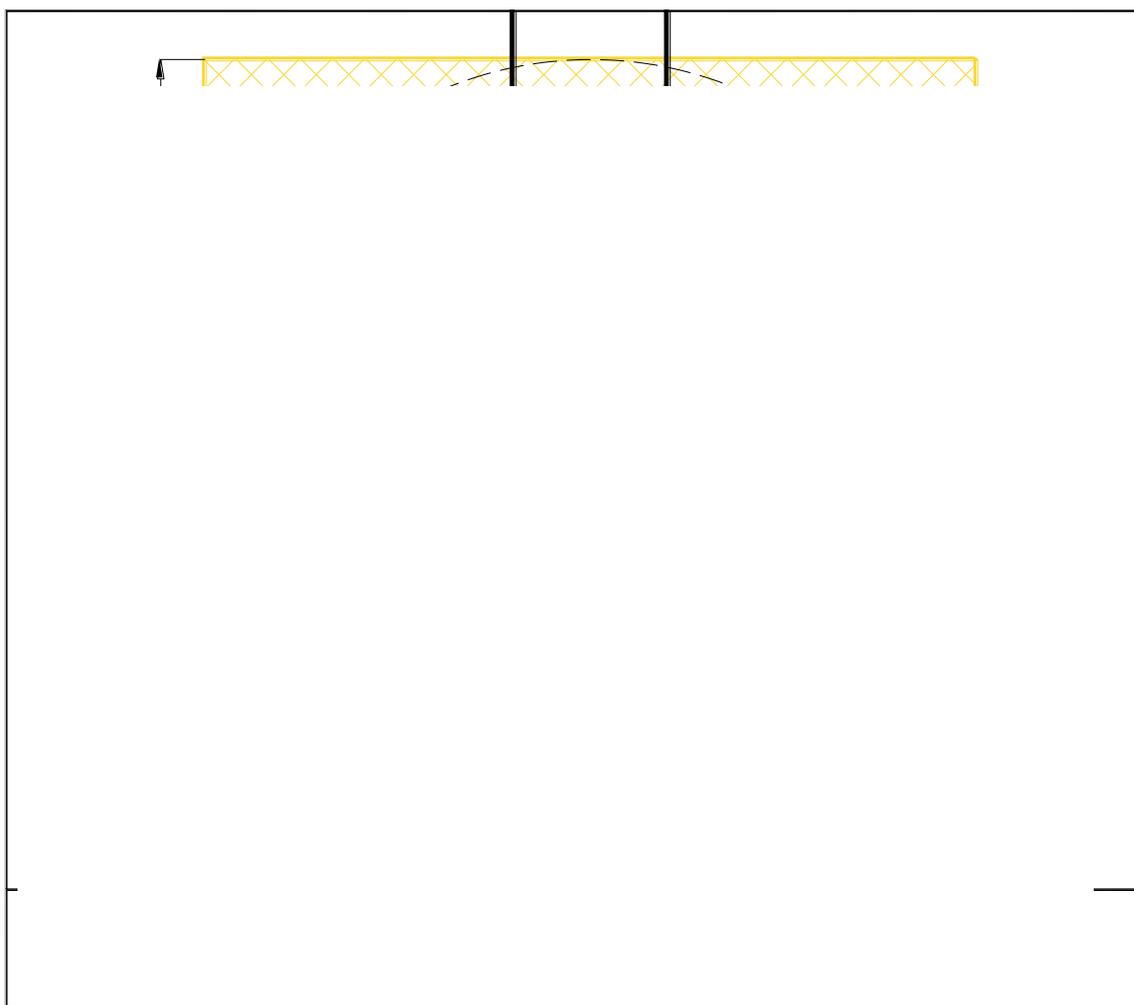


图 11-5 XT2505D-XK80 型探伤机管沟内作业时两区划分示意图

本项目 XT2505D-XK80 型 X 射线探伤机在有屏蔽情况下进行地面作业时控制区和监督区划分如下：

①**主射线水平朝向四周**：控制区为 X 射线探伤机主射方向 0m~11m、非主射方向 0~18m 以内的区域；监督区为 X 射线探伤机主射方向 11m~27、非主射方向 18m~44m 以内的区域。

②**主射线竖直向上/向下**：控制区为 X 射线探伤机非主射方向 0m~18m 以内的区

域；监督区为 X 射线探伤机非主射方向 18m~44m 以内的区域。

本项目 XT2505D-XK80 型 X 射线探伤机地面作业控制区及监督区划分如图 11-6 及图 11-7 所示。

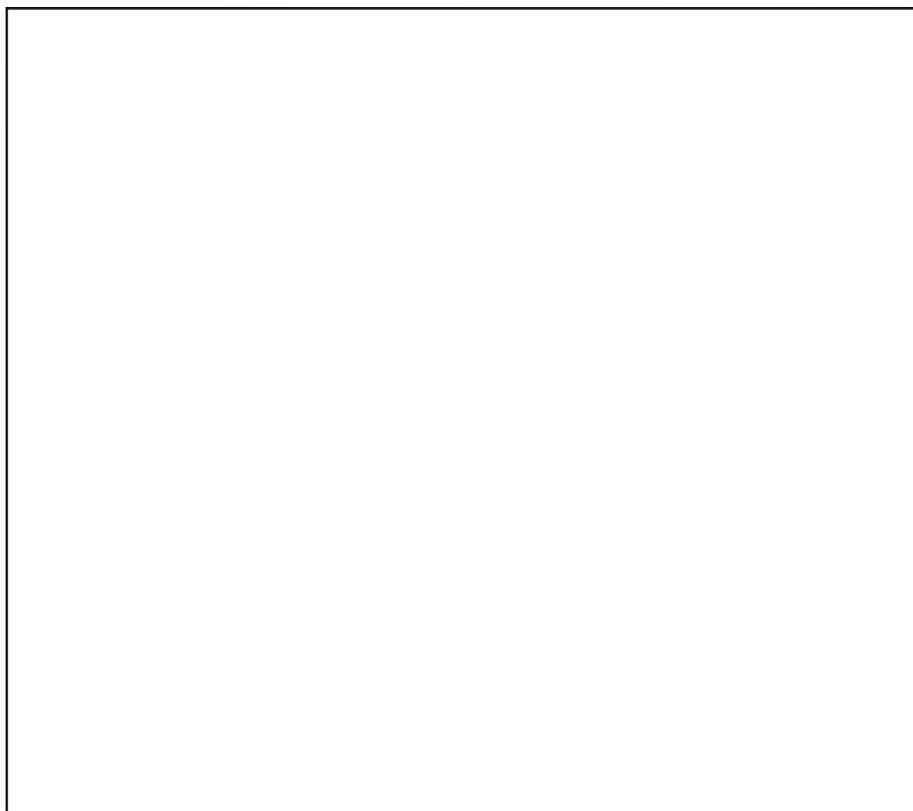


图 11-6 XT2505D-XK80 型探伤机地面作业时两区划分示意图（主射方向水平朝向四周）

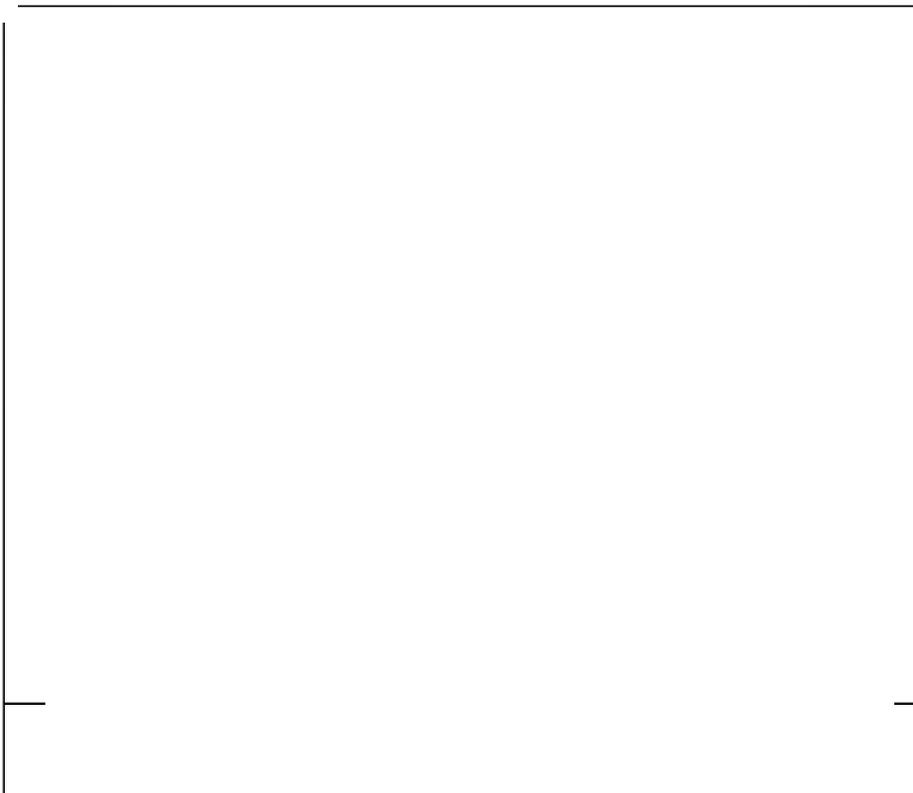


图 11-7 XT2505D-XK80 型探伤机地面作业时两区划分示意图（主射方向竖直向上/向下）

### 3) XT3005D-XK80 型 0X 射线探伤机

本项目 XT3005D-XK80 型 X 射线探伤机在有屏蔽情况下进行管沟内作业时，将非主射方向 0~22m 以内的区域划为控制区；将 X 射线探伤机非主射方向 22m~53m 以内的区域划为监督区。

本项目 XT3005D-XK80 型 X 射线探伤机管沟内作业控制区及监督区划分如图 11-8 所示。

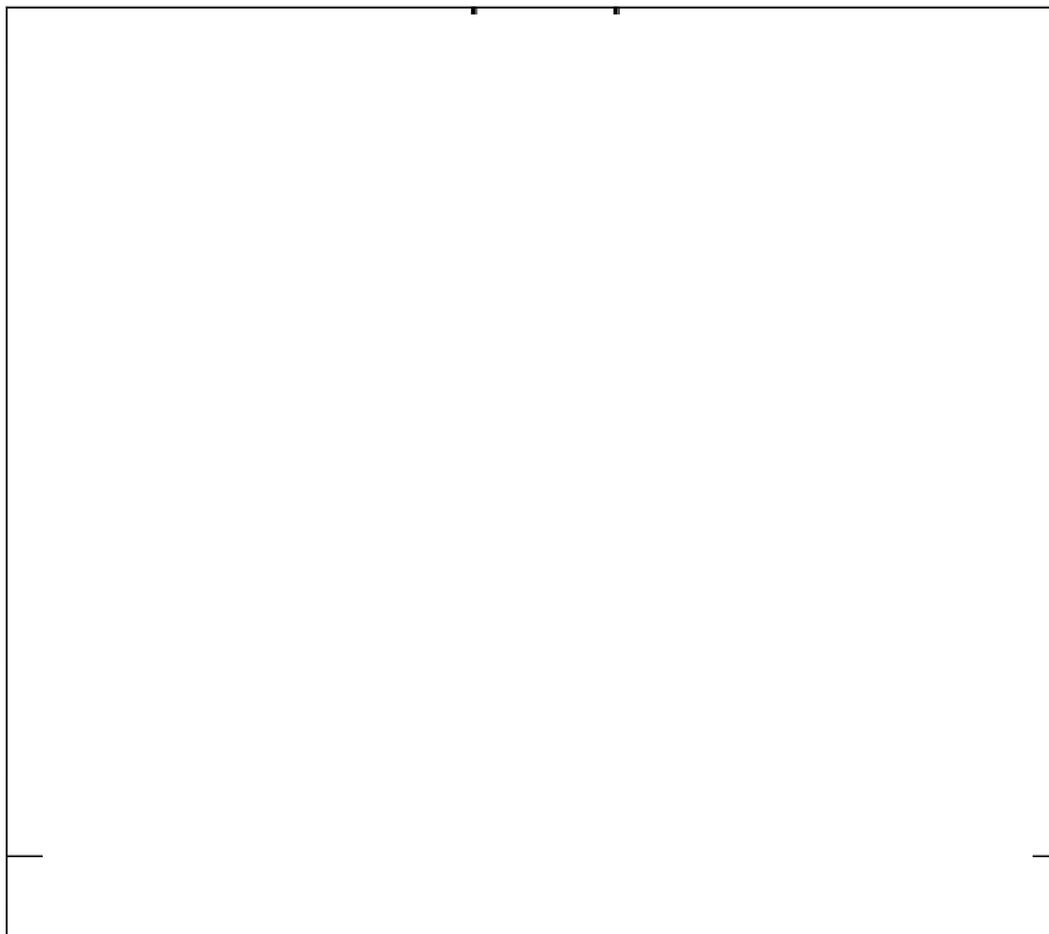


图 11-8 XT3005D-XK80 型探伤机管沟内作业时两区划分示意图

本项目 XT3005D-XK80 型 X 射线探伤机在有屏蔽情况下进行地面作业时控制区和监督区划分如下：

#### ① 主射线水平朝向四周：

控制区为 X 射线探伤机主射方向 0m~32m、非主射方向 0~22m 以内的区域；

监督区为 X 射线探伤机主射方向 32m~77m、非主射方向 22m~53m 以内的区域。

#### ② 主射线竖直向上/向下：

控制区为 X 射线探伤机非主射方向 0m~22m 以内的区域；

监督区为 X 射线探伤机非主射方向 22m~53m 以内的区域。

本项目控制区及监督区划分如图 11-9 及图 11-10 所示。

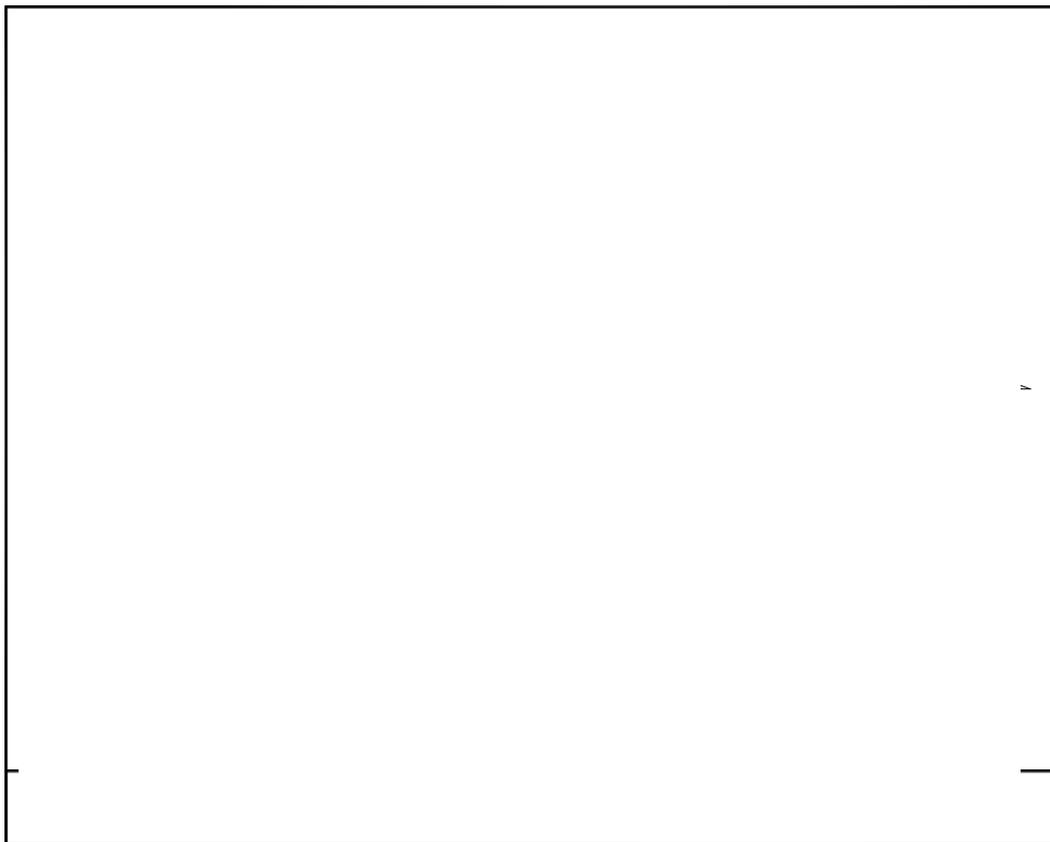


图 11-9 XT3005D-XK80 型探伤机地面作业时两区划分示意图（主射方向水平朝向四周）

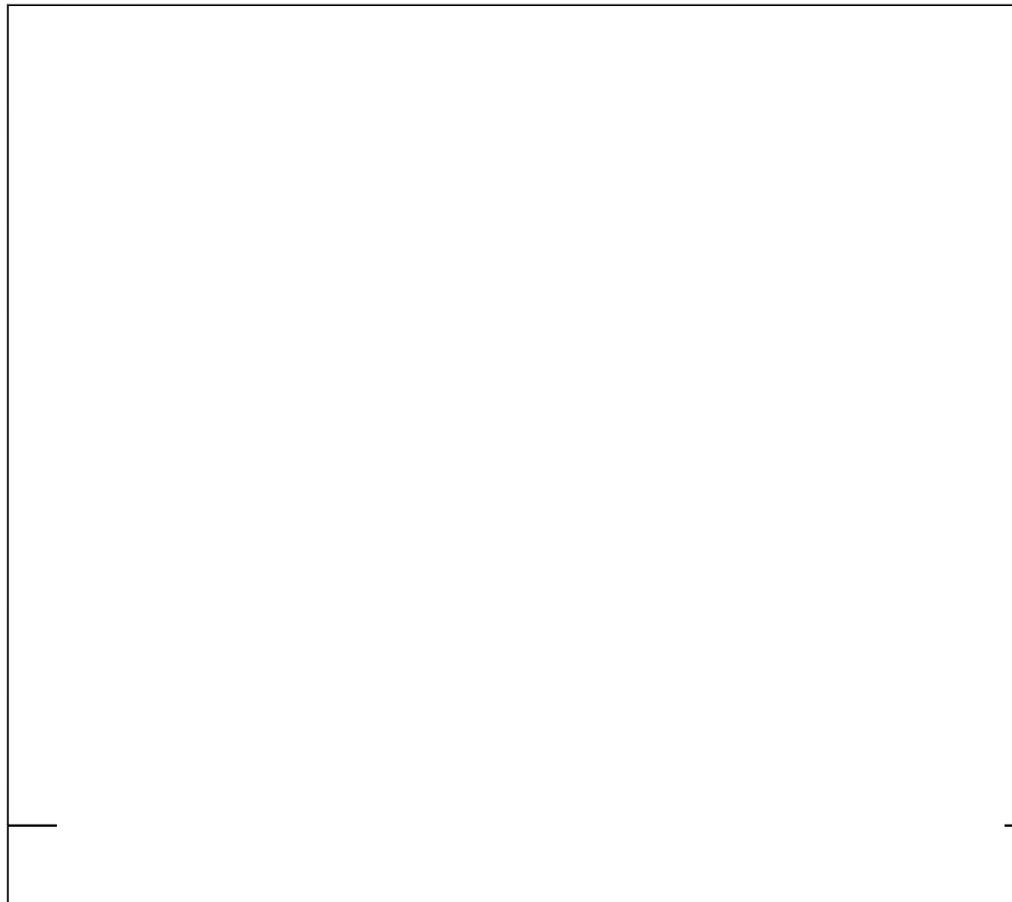


图 11-10 XT3005D-XK80 型探伤机地面作业时两区划分示意图（主射方向竖直向上/向下）

上述理论计算结果仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物等都会使辐射场的辐射剂量水平改变。

建设单位在进行移动式 X 射线探伤过程中应注意加强对控制区和监督区的管理和控制，对 X 射线探伤机附加一定的防护装置如集光筒、活动防护罩、防护挡板、限束板等或采取其他防护措施，限制射线束中的无用射线，减小散射面积，减少散射量，屏蔽漏射线，降低探伤作业现场周围的辐射水平，从而缩小控制区和监督区的范围。

因此，在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求：在探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标出控制区和监督区边界，在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时应调整控制区的范围和边界，将周围剂量当量率在  $15\mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在  $2.5\mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为监督区，当 X 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

移动式探伤时，职业人员需配置个人剂量报警仪，且需将报警限值设置为  $15\mu\text{Sv/h}$ ，以避免职业人员误入控制区。

### 3、辐射工作人员及公众年有效剂量分析

本项目辐射工作人员及公众年有效剂量计算按照公式 11-5 进行估算。

#### （1）辐射工作人员

本项目单台 X 射线探伤机年最大拍片约 1000 张，每次拍片最长曝光时间约 5min，单台设备年最大出束时间约为 91.3h（含训机时间），4 台设备年总出束时间约 365.3h。本项目辐射工作人员共分为 3 组，故单名辐射工作人员最大受照时间约为 122h/a。

探伤作业时，操作人员位于非主射方向通过延长控制电缆长度或者探伤机延时功能进行控制出束，出束时操作人员位于控制区外。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，控制区边界周围剂量当量率保守取  $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率保守取  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

①控制区边界：保守按单名操作人员探伤工作时间 122h/a，居留因子取 1 计算，得出单名控制区边界工作人员所受最大年有效剂量  $1.83\text{mSv/a}$ 。

②监督区边界：本项目保守按单名操作人员探伤工作时间取 122h/a，居留因子取 1 计算，得出单名监督区边界工作人员所受最大年有效剂量为 0.305mSv/a。

综上所述，本项目单名辐射工作人员所受最大年有效剂量为 1.83mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求（职业人员：5mSv/a）。

## 2、公众

本项目保护目标主要为控制区外监督区内的探伤机操作人员、安全员及监督区外的邻近公众。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求，本项目监督区边界周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

本项目公众受照时间按照 4 台 X 射线探伤机年出束总时间 365.3h 保守计算，本项目探伤地点位于客户指定的现场，不固定，大部分为周围人口稀少的区域，人员活动较少，且每次探伤前均需要进行彻底清场（无关人员禁止靠近），故本项目公众居留因子取 1/16，则监督区边界公众受照射的年有效剂量约为 0.057mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求。

## 二、非放射性环境影响分析

### （一）废气环境影响分析

#### 1、固定式探伤

X 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧及氮氧化物，通过室内的排风管道在探伤顶部排放，臭氧及氮氧化物在空气中短时间可自动分解，这部分废气对周围环境影响较小。

#### 2、移动式探伤

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的臭氧和氮氧化物气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

### （二）废水环境影响分析

1、生活污水：本项目公司内工作人员产生的生活污水依托污水处理系统后排入市政污水管网；移动式探伤现场工作人员产生的生活污水依托探伤现场工程区已有的环保设施进行处理，对环境影响较小。

2、洗片废水：本项目产生的洗片废水经公司所在地原有污水处理设施处理后通过

污水管网进入污水处理厂，处理达标后排放。

### **(三) 声环境影响分析**

#### **1、固定式探伤**

本项目噪声主要来源于探伤室内排风装置运行所产生的噪声，该装置采用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类标准。

#### **2、移动式探伤**

探伤工作时，控制区及监督区将开启声光报警器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于时间较短，且经距离衰减后，对周围环境影响较小。

### **(四) 固体废物环境影响分析**

1、本项目公司工作人员产生的生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置，对周围环境影响较小。

2、移动式探伤现场工作人员产生的生活垃圾依托探伤现场工程区已有的环保设施进行处理，对周围环境影响较小。

### **(五) 危险废物环境影响分析**

#### **1、固定式探伤**

本项目固定式探伤产生的废显影液、废定影液及废胶片等危险废物均集中收集暂存至办公室区危险废物暂存间内的专用收集桶（或暂存箱）内，相关危险废物均委托有危废处理资质的单位回收、转运、处置。

#### **2、移动式探伤**

由于探伤地点位于客户指定的场地，不固定，①若探伤区域位于南充市内及距南充市较近，则由建设单位在办公室区洗片室内自行洗片，产生的废显影液、废定影液及废胶片等危险废物均集中收集暂存至办公室区危险废物暂存间内的专用收集桶（或暂存箱）内，相关危险废物均委托有危废处理资质的单位回收、转运、处置；②若探伤区域距离南充市较远，则由建设单位委托当地有资质及能力的探伤检测公司进行洗片作业，洗片过程产生的洗片废水、废显影液、定影液及废胶片均由当地有相关资质单位回收处置。合格的胶片用于出具探伤工件的检测报告，统一收集并存放于专用的胶片柜作为档案保存至少7年，到期后作为废胶片委托有资质单位回收处理。

### **(六) 射线装置报废**

根据《四川省辐射污染防治条例》“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目使用的射线装置在进行报废处理时，应将该射线装置的高压射线管进行拆卸并破碎处理等去功能化措施并按相应要求执行报废程序。

## 事故影响分析

### 一、事故分级

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，详见下表。

表 11-11 辐射事故等级划分表

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

根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见下表。

表 11-12 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值 (Gy)
骨髓型急性放射病	轻度	1.0~2.0
	中度	2.0~4.0
	重度	4.0~6.0
	极重度	6.0~10.0
肠型急性放射病	轻度	10~20
	重度	20~50
脑型急性放射病	轻度	50~100
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	>100

## 二、辐射事故识别

本项目使用的 X 射线探伤机属 II 类射线装置，根据污染源分析，本项目环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射。X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。

### （一）可能发生的辐射事故

根据其工作原理分析，可能发生的事事故工况主要有以下几种情况：

#### 1、固定式探伤

（1）装置在运行时，人员误入或滞留在探伤室内而造成误照射；

（2）安全联锁装置发生故障，探伤机工作时无关人员打开防护门并误入，造成有人员被误照射；

（3）在产品检测时门机联锁失灵，人员在检测装置工作时在设备门打开情况下逗留在装置附近，造成有人员被误照射；

#### 2、移动式探伤

（1）移动式探伤时，探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区和监督区，使其受到照射；

2、在现场探伤作业时，铅屏蔽板未架设稳定而滑落或者出现偏移，辐射工作人员误入或滞留于主射方向的控制区内，周围公众意外进入主射方向的监督区内；

3、探伤机摆置不当，机头未投射于工件位置，而直接射向人员居留位置，而导致误照射；

（4）探伤机检修时，工作人员意外开机，造成检修人员被误照射。

### （二）事故工况估算

#### 1、固定式探伤

##### （1）事故假设

①装置在运行时，人员误入或滞留在探伤室内而造成误照射；

②当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过操作台上紧急止动开关或者探伤室内四周墙上的紧急止动开关中断电源，该名人员未穿戴个人防护用品，整个处理时间保守估计取 2min。

##### （2）剂量估算

当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过控制台上紧急止动开关中断电源，

整个处理时间保守估计 2min。人员受到的有效剂量与 X 射线探伤系统产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中 X 射线探伤系统产生的初级射线束造成的空气吸收剂量率可用公式 11-6 计算，人员受到的有效剂量可用公式 11-5 进行计算：

本项目保守按 XT3005D-XK80 型探伤机作业时发生事故时对受照人员的有效剂量计算结果见表 11-13。

表 11-13 本项目 XT3005D-XK80 型探伤机事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

受照时间	距射线靶距离 (m)	有效剂量 (mSv)
10s	1	17.4
	2	4.35
	3	1.94
30s	1	52.3
	2	13.1
	3	5.81
1min	1	105
	2	26.1
	3	11.6
2min	1	209
	2	52.3
	3	23.2

### (3) 事故后果

在上述事故情景假设条件下，受误照人员在探伤室内 1m 处受照 2min，其所受剂量约为 209mSv，已超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的剂量限值（职业照射：20mSv，公众照射：1mSv），为一般辐射事故。同时，随着受误照人员受照时间的增加，其所受剂量将远超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的剂量限值，也可能造成较大辐射事故。

综上所述，本项目一旦发生辐射事故，周围人员较容易受到超剂量照射，应立即停止射线装置（切断电源），严禁公众在探伤室及设备操作室内停留。在 X 射线直接照射情况下，应立即启动事故应急预案。为避免发生意外照射，在探伤工作开始之前，必须将监督区和控制区范围内的其他工作人员需进行全面的清场，严禁无关人员进入。因此，建设单位在运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

## 2、移动式探伤

### (1) 事故假设

①移动式探伤现场，X 射线探伤机探伤时用较大工况探伤较薄的工件（或无工件遮挡）、无铅屏蔽板防护；

②人员误操作致使工作人员或公众误入控制区和监督区，保守考虑受误照射人员处于主束方向；

③当发生辐射事故时候，相关人员可立即通过控制系统内紧急止动开关中断电源。

## 2、剂量估算

人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量率可用公式 11-1 计算，人员受到的有效剂量可用公式 11-5 进行计算。本项目 X 射线探伤机作业时发生事故时对受照人员的有效剂量计算结果见下表。

表 11-14 本项目 X 射线探伤机事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

射线装置	距射线靶距离 (m)	人员所受有效剂量 (mSv)				
		1min	2min	3min	4min	5min
XT2005D-XK80	5	5.74	11.48	17.22	22.96	28.70
	10	1.44	2.87	4.31	5.74	7.18
	13	0.85	1.70	2.55	3.40	4.25
	25	0.23	0.46	0.69	0.92	1.15
	31	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75
	40	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45
XT2505D-XK80	5	3.30	6.60	9.90	13.20	16.50
	10	0.83	1.65	2.48	3.30	4.13
	17	0.29	0.57	0.86	1.14	1.43
	19	0.23	0.46	0.69	0.91	1.14
	40	0.05	0.10	0.15	0.21	0.26
	45	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20
	50	0.03	0.07	0.10	0.13	0.17
XT3005D-XK80	5	4.18	8.36	12.54	16.72	20.90
	10	1.05	2.09	3.14	4.18	5.23
	14	0.53	1.07	1.60	2.13	2.67
	23	0.20	0.40	0.59	0.79	0.99
	34	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45
	50	0.04	0.08	0.13	0.17	0.21
	60	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15

注：探伤机单次最大曝光时长约 5min，保守不考虑任何屏蔽作用。

## 3、事故后果

由表 11-14 可知，在上述事故情景假设条件下，受 X 射线源误照人员所受剂量可能超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的剂量限值要求（职业照射：20mSv/a，公众照射：1mSv/a），属于一般辐射事故，随着受误照人员受照时间的增加，其所受剂量可能将远超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的剂量限值，也可能造成更严重的辐射事故。

综上所述，本项目一旦发生辐射事故，周围人员较容易受到超剂量照射，应立即停止射线装置（切断电源），严禁公众在警戒区内停留。在 X 射线直接照射情况下，应立即启动事故应急预案。为避免发生意外照射，在探伤工作开始之前，必须在所有控制区周边和监督区周边张贴告示，在监督区和控制区范围内的其他工作人员需进行全面的清场，在警戒区范围内严禁无关人员进入。因此，建设单位在运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

### （三）事故工况辐射影响分析

本次评价事故状态主要考虑 X 射线误照射：X 射线探伤机探伤时用较大工况探伤较薄的工件、探伤时无工件遮挡和探伤时无铅屏蔽板防护的情况。此时，主要考虑可能发生的辐射事故，即探伤机最大工况运行时，无工件遮挡且无防护的情况，探伤人员和公众误入或滞留于控制区，造成有关人员被误照射。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见下表。

表 11-15 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	主要环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线探伤机	X 射线	超剂量照射	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故

根据分析，本项目可能发生的事故为一般辐射事故，但是随着受误照人员受照时间的增加，其所受剂量可能将远超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值，也可能造成更严重的辐射事故。

### 三、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，要求建设方严格执行以下风险预防措施：

1、定期对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

2、在移动式探伤作业前，按项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查；

3、在作业现场应张贴公告，并将公告发给各协助部门。公告中应包括作业性质、时间、地点、控制范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容；

4、凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须严格按照操作规程执行。探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，并配备现场安全员。操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

5、必须制定探伤机操作安全防护措施，X 射线探伤机曝光前待人员全部撤离后才进行，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射；

6、每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换；

7、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），本项目辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加“X 射线探伤”辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后持证上岗。

#### **四、应急措施**

若发生辐射事故，建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

1、事故发生时，设备操作人员应立即切断 X 射线探伤机的工作电源。

2、一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后，应立即向公司领导及上级主管部门汇报，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报至探伤作业现场当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康行政部门报告。

3、事故发生后，应立即安排受辐照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员报告情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况。

4、迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

5、事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

表 12 辐射安全管理

## 辐射安全与环境保护管理机构的设置

### 一、关于辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核。

四川霖鑫工程检测有限公司系首次开展核技术利用项目，公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，建设单位应根据本次新建工业 X 射线探伤项目制定相关文件，明确相关辐射项目的管理人员及其职责，并将本项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。

### 二、辐射工作人员配置和能力分析

根据公司初步规划，本项目拟新增配备辐射工作人员6人（其中包含1名辐射安全管理人员），新增辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加“X射线探伤”辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后持证上岗。

在辐射工作人员上岗前，建设单位应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。在此基础上，环评认为，本项目辐射工作人员的配置满足相关要求。

### 三、设备管理

本项目建成投运后，辐射安全管控措施包括：定期对本项目设备安全装置的有效性进行检查，对辐射工作人员剂量进行归档管理，组织辐射工作人员辐射防护上岗培训，监督辐射工作人员执行相关操作规程等。

本项目 X 射线探伤装置在进行报废处理时，必须进行去功能化（如拆解或者拆卸球管，把球管电线插头或接头剪断），确保装置无法再次通电使用，并按相应要求执行报废程序，将设备处理去向记录备案。

## 辐射安全管理规章制度

### 一、辐射安全综合管理要求

本项目建设单位涉及使用II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号）等，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-1。

表12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	拟办理辐射安全许可证	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目拟配备辐射工作人员6人，均拟参加辐射安全与防护相关学习和考核并取得合格证书，持证上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	建设单位拟成立“辐射安全与环境保护管理领导小组”，专人负责辐射安全管理工作。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	建设单位须配置必要的辐射防护用品和监测仪器，制定《监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案，特别应做好X射线探伤机的实体保卫及防护措施，并及时予以修订。	须制定《辐射事故应急预案》	
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	须制定辐射安全和防护管理规章制度。	
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	建设单位应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求

8	应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	需在探伤室四周墙外、防护门外等醒目位置设置电离辐射警告标志；在进行移动式探伤时，必须在划定的探伤区设置明显的警戒线和辐射警示标志。	满足《工业探伤放射防护标准》等相关规定要求
9	监测	建设单位须制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告，该监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分。	满足《工业探伤放射防护标准》《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》及《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》等相关规定要求
10	年度评估	每年应根据实际工作情况编制《安全和防护状况年度评估报告》并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	
11	现场探伤工作方案	在确定要进行现场探伤作业前，按项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查。	
12	设定控制区和监督区	探伤室应按要求划分控制区和监督区；进行移动式探伤时，应设定控制区和监督区。控制区边界外 X 射线周围剂量当量率应不大于 15 $\mu$ Sv/h，并设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守。监督区位于控制区外，允许有关人员在此活动。其边界周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。边界处应有“当心电离辐射”警示标识，公众不得进入该区域。	
13	张贴探伤作业公告	在探伤作业现场应张贴公告，并将公告发给各协助部门。公告中应包括作业性质、时间、地点、控制范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容。	
14	档案记录	必须建立探伤运行、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。	
15	档案管理	野外作业的一事一档，包括生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况、作业活动期间的相关记录和日志、作业活动期间异常情况的说明，以及需要记录的其它有关情况。	

## 二、辐射安全管理规章制度及落实情况

### 1、规章制度

根据《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，见表 12-2。

表 12-2 辐射安全管理制度制定要求

序号	《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求		制定情况
	制度	具体制度要求	
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责，全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作	需制定
2	辐射工作场所安全管理规定	根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需制定
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。	需制定
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态。	需制定
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	需制定
6	射线装置台账管理制度	应记载射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度	需制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	监测方案需包含本项目新增场所的监测因子、监测内容、监测频次及布点方案，参考本章辐射监测方案；应明确移动式探伤前对控制区和监督区边界的巡测和修正	需制定
8	监测仪器使用与校验管理制度	/	需制定
9	辐射工作人员培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	需制定
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。建设单位应定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	需制定
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施。	需制定
12	移动式探伤工作方案	在确定要进行现场探伤作业前，按项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、	需制定

四川霖鑫工程检测有限公司系首次开展核技术利用项目，根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）的要求，建设单位应根据使用射线装置的情况制定相应的辐射规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置：

**(1) X 射线探伤机操作规程：**针对本项目固定式探伤和移动式探伤制定操作规程，明确辐射工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，探伤前对辐射安全措施的检查等，确保辐射安全措施的有效性，移动式探伤前对控制区和监督区边界的巡测和修正、人员的清场，确保辐射工作安全有效运转。

**(2) 岗位职责：**明确管理人员、射线装置操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**(3) 辐射防护和安全保卫制度：**根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是：X 射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理；定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换；工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护；环境辐射剂量监测仪必须保持良好工作状态。

**(4) 设备维修制度：**明确射线装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。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；确保射线检测装置、安全措施、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

**(5) 台帐管理制度：**建立辐射装置台帐管理制度，设有仪器名称、型号、管电压、输出电流、用途等；严格射线装置进出管理，坚决杜绝外借现象发生；辐射工作人员在使用射线装置前必须填写《射线装置使用登记台帐》；射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。

**(6) 人员培训计划和健康管理制：**明确辐射工作人员应在上岗前进行健康检查，并开展辐射安全知识培训；明确辐射工作人员须定期进行健康体检，并建立个人职业健康监护档案；明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

**(7) 监测方案：**制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所监测制度。对辐射工作人员进行个人剂量监测并建立个人剂量档案。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且根据国家发布的新的相关法律法规内容，结合公司实际情况及时对各项规章制度进行补充完善，使之更能符合实际需要。

## 2、制度上墙

建设单位应按照《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号）的要求，将《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》悬挂于辐射工作场所并且上墙制度的内容应字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

## 三、档案管理

四川霖鑫工程检测有限公司应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容：

- （1）生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。
- （2）设备使用期间射线装置异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，档案资料应按以下几类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“放射源和射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”“野外探伤一事一档”及“废物处置记录”。

## 四、年度辐射安全评估制度

四川霖鑫工程检测有限公司应建立年度辐射安全评估制度，应根据《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告格式》的要求，每年根据实际工作情况编制《安全和防护状况年度评估报告》并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

## 辐射监测

为了保证本项目运行过程的安全，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》（GB 18871-2002）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的相关规定，本项目监测和检查内容包括：个人剂量监测、工作场所监测和工作场所检查。

## 一、个人剂量监测

### 1、个人剂量监测管理要求

辐射工作人员均配置个人剂量计，并要求在开展工作期间必须佩戴个人剂量计。建设单位应按每季度 1 次（一年 4 次）的频率组织辐射工作人员进行个人剂量检测，并按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等要求，建立辐射工作人员个人剂量档案，将监测结果记录到个人剂量档案中。

个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

（1）当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

（3）辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。建设单位应当将个人剂量档案保存终生。

### 2、个人剂量监测现状

四川霖鑫工程检测有限公司目前无 X 射线装置，之前未涉及过与电离辐射有关的业务，尚未开展过核技术利用项目，故暂未开展辐射工作人员个人剂量监测工作。

待本项目建成后，四川霖鑫工程检测有限公司应按照相关标准要求组织辐射工作人员进行个人剂量检测并建立辐射工作人员个人剂量档案，将监测结果记录到个人剂量档案中。辐射工作人员剂量监测数据及安全评估应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

## 二、工作场所及环境监测

### 1、年度监测

四川霖鑫工程检测有限公司目前无 X 射线装置，之前未涉及过与电离辐射有关的业务，尚未开展过核技术利用项目，故暂未开展辐射工作场所的剂量监测工作。

待本项目建成后，四川霖鑫工程检测有限公司应按照相关标准要求委托有监测资质单位对工作场所至少每年监测 1 次，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评

估报告》的重要组成部分一并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

## 2、日常自我监测

定期自行监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期自行监测制度，监测数据应存档备案。每次进行移动式探伤作业时（或第一次曝光）对控制区和监督区边界自行开展辐射剂量监测，监测数据应存档备案。

## 3、监测内容和要求

（1）监测内容：X- $\gamma$  空气吸收剂量率。

（2）探伤室监测布点方案：

表 12-3 工作场所监测计划建议

场所名称	监测项目	监测周期	监测点位
探伤室	X- $\gamma$ 空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年；自行开展辐射监测，频率为 1~2 次/年	探伤室四周、上方、防护门及门缝、管道口、辐射工作人员及其他人员经常活动的位置

（3）移动式探伤监测频度：

①项目正式投入运行前应进行验收监测；

②建设单位在射线装置大修后监测一次，监测数据应存档备查；

③每年委托有资质单位进行年度监测，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统；

④每次进行移动式探伤作业时（或第一次曝光）对控制区和监督区边界自行开展辐射剂量监测，以证实边界设置正确，必要时调整控制区、监督区边界，监测数据应存档备案。

（3）监测范围：控制区边界、监督区边界以及探伤操作人员位置，若探伤作业范围内存在其他施工人员及公众等环境保护目标，应加强相应环境保护目标处的监测。

（4）监测布点及数据管理：探伤作业期间对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。在移动式探伤工作期间，便携式 X- $\gamma$  剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。同时，在工作状态下检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

（5）监测质量保证：

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。

②建设单位应安排专人负责自行监测任务；

③采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

④制定辐射环境监测管理制度。

辐射工作场所环境监测结果应记录，并存档备案，若发现异常情况，立即采取应急措施，停止辐射工作，查找原因。自查监测结果和工作场所监测结果应作为年度自评评估报告的附件。从事自我监测的人员应具有辐射安全及环境监测的相关知识。

#### 4、工作场所检查

对警示标志、警戒线、声光报警装置、紧急停机按钮等在移动式探伤工作前进行一次检查，避免发生故障。

## 辐射事故应急

### 一、事故应急预案

建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等规定，结合本项目实际情况，制定辐射事故应急预案，辐射事故应急预案应包括：

1、应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

2、应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

3、应急人员的培训；

4、环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

5、辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话；

6、发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地县级地方人民政府及其生态环境、公安及卫生健康等部门报告。

### 二、应急措施

若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

1、发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，同时向公司主管领导报告。

2、建设单位根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

3、事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康行政部门报告。

4、最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13 结论与建议

## 结论

### 一、项目概况

**项目名称：**四川霖鑫工程检测有限公司新建工业 X 射线探伤项目

**建设单位：**四川霖鑫工程检测有限公司

**建设性质：**新建

**建设地点：**固定式探伤：位于南充市顺庆区潞溪街道办事处长兴社区群兴北路 51 号；移动式探伤：位于客户指定的场地，不固定。

### 建设内容与规模：

#### (1) 固定式探伤

公司拟与南充市顺庆区潞溪街道办事处长兴社区群兴北路 51 号厂区新建为 1 座探伤室，同时配套建设 1 间洗片室、1 间控制室（兼评片室）及 1 间危废暂存间。

探伤室净空尺寸为 5.9m×3.6m×2.8m，四周墙体均为 650mm 厚混凝土，顶部为 600mm 厚混凝土，迷道位于探伤室东侧，迷道内墙为 650mm 厚混凝土，外墙为 600mm 厚混凝土；工件门为 35mm 铅防护门（宽 2.4m×高 2.7m），人员进出门为 16mm 铅防护门（宽 1.3m×高 2.3m）。

建成后在探伤室内使用 2 台 XT2005D-XK80 型定向 X 射线探伤机、1 台 XT2505D-XK80 型定向 X 射线探伤机及 1 台 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机，单台 X 射线探伤机预计年最大拍片约 1000 张，每次拍片最长曝光时间约 5min，4 台设备年总出束时间约 365.3h（含训机时间，单台训机时间每次为 5min，平均每月约 8 次）。

本项目涉及洗片操作，故拟在探伤室北侧的办公区设置 1 间洗片室（12m<sup>2</sup>，含危废暂存点 2.4 m<sup>2</sup>）及 1 间评片室（14m<sup>2</sup>）用于洗片及评片作业；洗片作业过程中会产生废胶片、废显/定影液等危险废物，均暂存至危险废物暂存点内的专用收集桶（或暂存箱）；拟在洗片室南侧设置 1 间设备间（面积约 12m<sup>2</sup>）用于公司无探伤检测任务时 X 射线探伤机的储存。

#### (2) 移动式探伤

公司拟在客户委托的施工现场对客户委托的压力管道及压力容器等工件结构进行 X 射线探伤检测，并新增 2 台 XT2005D-XK80 型定向 X 射线探伤机、1 台 XT2505D-

XK80 型定向 X 射线探伤机及 1 台 XT3005D-XK80 型定向 X 射线探伤机, 4 台设备年总出束时间约 365.3h (含训机时间, 单台训机时间每次为 5min, 平均每月约 8 次)。

在实施探伤过程中, 公司承诺不在同一地点同时使用 2 台及以上探伤机进行探伤作业, 固定式探伤使用的探伤机和移动式探伤使用的探伤机为不同设备。

## 二、项目产业政策符合性

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用, 根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2024 年 2 月 1 日起施行)相关规定, 本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量检测服务”, 符合国家当前的产业政策。

## 三、实践的正当性

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一, 可以探测各类金属内部可能产生的缺陷, 如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等, 且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状, 对保障产品质量起了十分重要的作用。本项目核技术应用项目的开展, 可达到一般非放射性探伤方法所不能及的检测效果, 是其它探伤项目无法替代的, 由于 X 射线探伤的方法效果显著, 因此, 该项目的实践是必要的。

在正确使用和管理射线装置的情况下, 可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害, 因此该核技术利用项目符合实践正当性要求。

## 四、项目周边保护目标以及场址选址情况

### (1) 固定式探伤

本项目拟建探伤室位于公司租用的南充市顺庆区濛溪街道办事处长兴社区群兴北路厂区, 该厂区用作办公、存放及检测检验场所。(地理位置示意图见附图 1), 为独立 1 层建筑。公司东侧为群兴北路及家具厂; 南侧为市政道路及长新实业; 西侧为长新实业; 北侧为废品站。从周边外环境关系可知, 厂区周边主要为工业厂房、废品站及市政道路, 周边无自然保护区等生态环境保护目标, 无大的环境制约因素。

### (2) 移动式探伤

探伤地点位于客户指定的现场, 不固定, 大部分为周围人口稀少的区域, 本项目保护目标主要为控制区外监督区内的辐射工作人员及监督区外评价范围内的邻近公众。X 射线探伤机在施工现场作业时, 将采取有效屏蔽, 且将因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征及周围设施防护。建设单位将通过清场、张贴公告、拉警戒线及

调整探伤作业时间等安全管理措施，按照划定的控制区和监督区严格管理，禁止其他人员出入。本项目产生的辐射影响通过采取相应的屏蔽措施和管控措施后，对周围环境的辐射影响是可以接受的。

本项目 X 射线探伤机不会在设备间及公司内其他区域进行调试和使用，该设备间只用作仓储，X 射线探伤机暂存不会对周围环境产生不良影响，周围环境对该 X 射线探伤机设备间无制约因素，因此探伤机无探伤任务时存放于该设备间是合理的。

## **五、环境影响评价分析结论**

### **1、辐射环境影响分析结论**

#### **(1) 两区划分**

本项目移动式探伤理论计算结果仅为控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物等都会使辐射场的辐射剂量水平改变，因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求：在探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标出控制区和监督区边界，在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时调整控制区的范围和边界，将周围剂量当量率在  $15\mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在  $2.5\mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为监督区，当 X 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

#### **(2) 人员剂量**

在严格落实国家相关法律法规的要求后，本项目所致职业人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的辐射剂量限值要求，同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求（职业照射  $5\text{mSv/a}$ 、公众照射  $0.1\text{mSv/a}$ ）。

### **2、非放环境影响分析结论**

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的臭氧气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

本项目工作人员产生的生活污水依托工程区已有的环保设施进行处理，对周围环境影响较小。本项目在洗片过程中会产生一定量的洗片废水，本项目产生的洗片废水

经公司所在地原有污水处理设施处理后通过污水管网进入污水处理厂，处理达标后排放，对周围环境影响较小。

本项目所产生的噪声较小，时间短，经距离衰减后，对周围环境影响较小。

本项目工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾均依托工程作业区的环保设施，集中分类回收并交由环卫部门统一处理，不外排，对周围环境影响较小。

公司产生的废显影液、废定影液及废胶片等危险废物均集中收集暂存至危险废物暂存间内的专用收集桶（或暂存箱）内，相关危险废物均委托有危废处理资质的单位回收、转运、处置。

合格的胶片将用于出具探伤工件的检测报告，统一收集并存放于专用的胶片柜作为档案保存至少 7 年，到期后作为废胶片委托有资质单位回收处理。

### **3、事故工况下环境影响**

经分析，本项目可能发生的辐射事故的事故等级为一般辐射事故。针对本项目可能发生的辐射事故，四川霖鑫工程检测有限公司应按相关规定制定辐射事故应急预案和安全规章制度并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事故。

### **六、辐射安全管理的综合能力**

建设单位拟成立辐射安全与环境保护管理领导小组，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，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），辐射防护负责人及辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗；公司拟制定的管理制度、应急预案和拟采用的环保设施和措施合理可行，可满足防护实际需要，经一一落实后，建设单位可具备辐射安全管理的综合能力。

### **七、项目环境可行性结论**

综上所述，四川霖鑫工程检测有限公司新建工业 X 射线探伤项目符合国家产业政策，项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目拟制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实本报告表提出的各项污染防治措施和管理措施后，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，其运行对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，其辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)规定的剂量限值和本项目提出的剂量约束值。评价认为,从辐射安全与防护以及环境影响角度分析,本项目建设是可行的。

## 八、项目竣工环境保护验收检查内容

本项目建成后,建设单位应严格按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》(HJ 1326-2023)文件要求,开展竣工环境保护验收工作。

**1、验收工作程序:**主要包括验收自查、验收监测工作和后续工作,其中验收监测工作可分为验收监测、验收监测报告编制两个阶段;后续工作包括提出验收意见、编制“其他需要说明的事项”、形成验收报告、公开相关信息并建立档案四个阶段。

**2、验收自查:**对本项目环境影响报告表及其审批部门审批决定等文件,自查项目建设性质、规模、地点,主要生产工艺、辐射源项、项目主体工程、辅助工程规模等情况;说明施工合同、监理合同中辐射安全与防护设施的建设内容和要求,辐射安全与防护设施建设进度和资金使用内容,项目实际环保投资总额占项目实际总投资额的百分比情况;自查本项目辐射安全与防护设施建成情况;自查本项目辐射安全与防护措施的落实情况;自查法规制度执行情况(包括人员培训考核、个人剂量管理、辐射监测、台账管理等)。

**3、验收监测:**建设单位根据验收自查结果,明确实际建设情况和辐射安全与防护设施/措施落实情况,在此基础上确定验收工作范围、验收评价标准,明确监测期间工况记录方法,明确验收监测点位、监测因子、监测方法、频次等。验收单位制定验收监测质量保证和质量控制工作方案。

建设单位在完成验收监测与检查后,建设单位应组织编制验收监测报告(参照 HJ 1326-2023 格式要求),对监测数据和检查结果进行分析、评价并得出结论。结论应明确辐射安全与防护设施运行效果,项目对辐射工作人员、公众和周边环境的辐射影响情况等。

**4、后续工作:**验收监测报告编制完成后,进入后续验收工作程序,提出验收意见,编制“其他需要说明的事项”,形成验收报告。验收报告包括验收监测报告、验收意见和“其他需要说明的事项”三项内容。验收意见包括工程建设基本情况、工程变动情况、辐射安全与防护设施/措施落实情况、工程建设对环境的影响、验收结论和后续要求。

“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”已于 2017 年 12 月 1 日上线试运

行，网址为：<http://114.251.10.205>，建设单位应将验收报告通过全国建设项目竣工环境保护验收信息系统平台向社会公开及备案，并形成验收档案。

### **建议和承诺**

1、本次环评内容日后如有重大变化，应另作环境影响评价。

2、根据原国家环境保护部（现国家生态环境部）“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4号）文件要求，本项目建成后，建设单位应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》要求，开展竣工环境保护验收工作。

3、验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。

## “三同时”验收一览表

### “三同时”验收一览表

项目		设施（措施）	验收要求
辐射安全管理机构		建立辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式下发	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求
辐射安全与防护措施	探伤房、探伤机设备间、洗片室（含危废暂存）及评片室	公司拟设置探伤房1座、X射线探伤机设备室1间、洗片室1间（含危废暂存）及评片室1间，设备室应设置监控摄像头进行监控，设备间和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性等物品。	配备后可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关要求
	安全措施（警示标志等）	对讲机6套、大功率喊话器声光报警装置及警戒线绳各若干，安全信息公示牌3套，控制区和监督区警示标牌及现场告示若干	
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	本项目所有辐射工作人员均应参加辐射安全与防护培训并取得合格证书。
	个人剂量监测	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	本项目所有辐射工作人员上岗前佩戴个人剂量计后可满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）的要求
	人员职业健康监护	辐射工作人员定期进行职业健康体检，并建立辐射工作人员职业健康档案。	本项目所有辐射工作人员需按时体检，两次体检的时间间隔不应超过两年
监测仪器及防护用品		配备X-γ辐射巡检仪3台、固定式场所辐射探测报警仪1套、个人剂量报警仪6台、个人剂量计6套；配备铅屏蔽板9副、辐射防护铅服3套。	配备后可满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关要求
辐射安全管理制度	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、辐射事故应急措施等制度	根据环评要求，按照项目的实际情况，制定相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	制订并完善后可满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求