

核技术利用建设项目

新疆祥顺冠达检测技术有限公司 X 射线  
野外探伤工作场所环境影响报告表

(公示版)

新疆祥顺冠达检测技术有限公司

2020 年 7 月

核技术利用建设项目

新疆祥顺冠达检测技术有限公司 X 射线  
野外探伤工作场所环境影响报告表

建设单位名称：新疆祥顺冠达检测技术有限公司

建设单位法人代表：赵峰

通讯地址：新疆巴州库尔勒市喀拉苏路 65 号亿盛大厦 1 栋 25 层

邮政编码：841000

联系人：赵峰

电子邮箱：474581004@qq.com

联系电话：18199225663

打印编号: 1594015635000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	ann0c6		
建设项目名称	新疆祥顺冠达检测技术有限公司X射线野外探伤工作场所		
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	新疆祥顺冠达检测技术有限公司		
统一社会信用代码	91652801MA78F7462X		
法定代表人（签章）	赵峰		
主要负责人（签字）	赵峰		
直接负责的主管人员（签字）	赵峰		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	新疆德能辐射环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91650100595941378E		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
刘建防	07356540356500121	BH028247	刘建防
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵静	表1-表7	BH031725	赵静
马悦	表8-表13	BH031701	马悦

# 目 录

表 1 项目基本情况.....	- 1 -
表 2 放射源.....	- 5 -
表 3 非密封放射性物质.....	- 5 -
表 4 射线装置.....	- 6 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	- 7 -
表 6 评价依据.....	- 8 -
表 7 保护目标与评价标准.....	- 10 -
表 8 环境质量和辐射现状.....	- 14 -
表 9 项目工程分析与源项.....	- 18 -
表 10 辐射安全与防护.....	- 22 -
表 11 环境影响分析.....	- 26 -
表 12 辐射安全管理.....	- 37 -
表 13 结论与建议.....	- 46 -
表 14 审批.....	- 49 -

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		新疆祥顺冠达检测技术有限公司 X 射线野外探伤工作场所			
建设单位		新疆祥顺冠达检测技术有限公司			
法人代表	赵峰	联系人	赵峰	联系电话	18199225663
注册地址		新疆巴州库尔勒市喀拉苏路 65 号亿盛大厦 1 栋 25 层			
项目建设地点		新疆巴州轮台县红桥工业园区青年路 9 号（设备存放地）			
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)	10	投资比例（环保 投资/总投资）	10%
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 <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	/			

## 1.1 项目概述

### 1.1.1 建设单位简介

新疆祥顺冠达检测技术有限公司，社会信用代码 91652801MA78F7462X，成立于 2019 年，注册资本 1000 万元，位于新疆巴州库尔勒市喀拉苏路 65 号亿盛大厦 1 栋 25 层。本项目建设地点位于新疆巴州轮台县红桥工业园区青年路 9 号，地理位置图详见附图一。

公司主要从事检测服务、计量服务、其他质检技术服务、管道输送工程设计服务，公司准备采购 5 台 X 射线探伤机，目前已取得辐射安全与防护培训合格证书的有 6 人。

### 1.1.2 项目建设规模

新疆祥顺冠达检测技术有限公司拟购置 5 台工业用 X 射线探伤机，开展输油管道、天然气管道焊缝检测等无损探伤工作。项目建设的探伤机存放场所位于新疆巴州轮台县红桥工业园区青年路 9 号。

本项目计划购置的 5 台 X 射线探伤设备均用于野外探伤，涉及的探伤机贮存室、洗片室、评片室、暗室等室内建设场所均租用库尔勒施得石油技术有限公司轮台分公司油田钻工具检测和维修生产基地内库房后改造而成，均为 1 层建筑。探伤机不使用时储存于探伤机贮存室中。设备相关参数见表 4。具体项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 本项目建设规模及主要环境问题

建设内容及规模			可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
主体工程	野外探伤	购置 2 台周向 X 射线探伤机型号分别为 XXGHZ-2505、XXGHZ-3005，3 台定向 X 射线探伤机型号分别为 RD-2005、XXG-2505、XXG-3005，属 II 类射线装置。	/	X 射线、臭氧
辅助工程	探伤机贮存室、洗片室、评片室、暗室		利用已有房间	废定显影液、废胶片
公用工程	依托本公司其他公用设施		/	/
办公及生活设施	依托本公司现有办公及生活设施（详见附件二）		/	/

### 1.1.3 评价目的、任务的由来

新疆祥顺冠达检测技术有限公司为满足客户要求，准备开展 X 射线野外（室外）探伤业务，业务范围为新疆，暂时不考虑延伸业务范围。

本项目建设内容为：使用 5 台 X 射线探伤机，属于 II 类射线装置。

为了加强射线装置在应用中的辐射环境管理，防止放射性污染物和意外事故的发生，

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》和《建设项目环境保护管理条例》等相关法律法规要求，建设方必须对该项目进行环境影响评价。

对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》，本项目属于五十、核与辐射：191、核技术利用建设项目，本项目涉及使用II类射线装置，应编制环境影响报告表，同时建设单位需申请《辐射安全许可证》。为此，新疆祥顺冠达检测技术有限公司委托新疆德能辐射环境科技有限公司对项目开展环境影响评价工作（委托书见附件一）。我公司接受委托后组织有关技术人员进行了实地勘查、监测和相关资料的收集、核实与分析工作，在此基础上结合本项目特点，依照《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》的要求，编制完成《新疆祥顺冠达检测技术有限公司 X 射线野外探伤工作场所环境影响报告表》，供建设单位呈报新疆生态环境厅审批。

## **1.2 项目周边保护目标及选址情况**

### **1.2.1 周边环境保护目标**

工业 X 射线探伤机存放及评片场所位于新疆巴州轮台县红桥工业园区青年路 9 号。项目探伤机贮存室、洗片室、评片室、暗室北侧为设备操作人员临时办公区，南侧、西侧为空地，东侧为绿化用地（详见附图二）。在本项目中，操作人员工作场所主要为野外探伤作业现场，根据作业地点不同而不同。

由此可见，本项目电离辐射环境保护目标主要为设备的操作人员（工作人员）及作业场所周边活动人员（公众）。

### **1.2.2 项目选址合理性分析**

#### **（1）作业现场的选择**

本项目野外探伤作业现场大部分位于野外空旷处，人流量很少，项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护措施后不会对周围环境与公众造成危害。

#### **（2）设备存放及评片场所**

本项目探伤机贮存室、洗片室、评片室、暗室等皆租用库尔勒施得石油技术服务有限公司轮台分公司油田钻工具检测和维修生产基地的厂房及场地。依托项目取得了新疆巴音郭楞蒙古自治州生态环境局《关于库尔勒施得石油技术服务有限公司轮台分公司油田钻工

具检测和维修生产基地建设项目环境影响报告表的批复》（巴州评价函（2020）207号）详见附件二，计划于2020年8月15日完成依托项目竣工环境保护验收工作。

废显、定影液和废胶片均保存于公司危废暂存间内，洗片室进行了防渗处理。未开展探伤工作期间，X射线探伤机存放于贮存室内。暗室、洗片室、评片室及库房北侧8米处为本项目工作人员临时办公区，南、西侧均紧邻空地，东侧6米处为绿化用地，并且周围50米范围内，无居民区、学校等敏感建筑。因此选址从环境的角度是合理的。

### **1.3 产业政策符合性分析**

本项目属于国家发展和改革委员会2019年第29号《产业结构调整指导目录(2019年本)》中鼓励类项目（第三十一项“科技服务业”中第1条“质量认证和检验检测服务”项目），本工程作业场所的主要区域是输油管线的建设线路周边，不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区等生态敏感区域，项目建设符合国家产业政策、环保政策和相关规划，因此认为该项目选址合理，符合相关产业政策。

### **1.4 原核技术利用许可和落实情况**

本项目为新建项目，公司于2019年成立，未开展过与辐射相关的工作，尚未取得《辐射安全许可证》，因此不存在原有核技术利用项目许可情况。



**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
/	本项目不涉	/	/	/	/	/	/	/
/	及放射源	/	/	/	/	/	/	/

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
/	本项目不涉	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	及非密封放射性物质	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	本项目不涉及加速器	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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类	1	RD-2005	200	5mA	无损检测	野外	拟购/定向
2	X 射线探伤机	II类	1	XXG-2505	250	5mA	无损检测	野外	拟购/定向
3	X 射线探伤机	II类	1	XXG-3005	300	5mA	无损检测	野外	拟购/定向
4	X 射线探伤机	II类	1	XXGHZ-2505	250	5mA	无损检测	野外	拟购/周向
5	X 射线探伤机	II类	1	XXGHZ-3005	300	5mA	无损检测	野外	拟购/周向

(三)中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	本项目不涉及中子发生器	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/



**表 6 评价依据**

<p style="text-align: center;"><b>法规 文件</b></p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018 年 12 月 28 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》国家环境保护总局令第 31 号，2019 年 8 月 22 日生态环境部令第 7 号修订；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 11 日施行；</p> <p>(6) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》，政府令第 192 号，2015 年 7 月 1 日施行；</p> <p>(7) 《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，2019 年 3 月 2 日修订；</p> <p>(8) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委、2017 年 12 月 6 日施行；</p> <p>(10) 《国家危险废物名录》2016 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》生态环境部令 第 1 号，2018 年 4 月 28 日施行。</p> <p>(13) 《放射工作人员职业健康管理辦法》卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；</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，2019 年 12 月 23 日，2020 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(15) 《职业病防治法》2018 年 12 月 29 日修订并施行。</p>
<p style="text-align: center;"><b>技术 标准</b></p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p>

	<p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(6) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）。</p>
<b>其他</b>	<p>(1) 项目委托书；</p> <p>(2) 新疆祥顺冠达检测技术有限公司提供的其他资料；</p> <p>(3) 《辐射防护导论》。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围：

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T 10.1—2016）的规定和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）对辐射监测技术的要求，结合本项目环境影响因素的特征和项目周围环境的特点，确定本项目的辐射评价范围是：X 射线探伤作业监督区外 100m 范围内的区域，探伤机贮存室边界 50m 范围。

### 7.2 保护目标：

结合本项目的评价范围，确定本评价项目的环境保护目标为现场探伤时操作人员和警戒线外的公众。具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标

保护目标	相对设备方向	距离（m）	人数（人/次）	照射类型	年剂量约束值（mSv）
职业人员	非主射方向	控制区外、监督区内	2	职业照射	5.0
公众人员	不定	监督区外	不定	公众照射	0.25

注：表中所述方位均以现场探伤区域为中心

### 7.3 评价标准：

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

本项目引用条款节选如下：

“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。

根据附录 B 中规定：

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何辐射工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：  
由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv”

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) 公众成员取年有效剂量限值的 1/10，即 0.1mSv 作为有效年剂量约束值。

### 7.3.2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

本项目引用条款节选如下：

“本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置（以下简称 X 射线装置或探伤机）进行探伤的工作。

#### 5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

##### 5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式（1）计算：

$$K = \frac{100}{t} \dots\dots\dots (7-1)$$

式中：

K——控制区边界周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（μSv/h）；

T——每周实际开机时间，单位为小时（h）；

100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即 100μSv/周。

5.1.3 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

5.1.4 现场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，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

5.1.5 控制区的边界尽可能设定实体屏蔽，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。

5.1.6 应将控制区边界外、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，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。

5.1.7 现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

5.1.8 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

## 5.2 X 射线现场探伤作业的准备

5.2.1 在实施现场探伤工作之前,运营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。

5.2.2 运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

5.2.3 应考虑现场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)。

5.2.4 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划,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。委托方应给予探伤工人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。

## 5.3 X 射线现场探伤作业安全警告信息

5.3.1 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。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

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

5.3.4 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

## 5.4 X 射线现场探伤作业安全操作要求

5.4.1 周向式探伤机用于现场探伤时，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）。

5.4.2 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。

### 5.5 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测

5.5.1 开始现场探伤之前，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。

5.5.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，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。

5.5.3 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。

5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

5.5.5 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪，个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。”

### 7.3.3 相关标准限值要求

根据以上标准并结合环境保护行政主管部门对项目的管理要求，本项目采用的相关标准限值及要求如下表 7-2。

表 7-2 项目采用的标准限值要求一览表

分类		标准名称	标准限值及要求
年有效剂量	限值	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)	辐射工作人员职业照射年有效剂量限值取 20mSv。 公众照射年有效剂量限值取 1mSv。
	约束值	/	辐射工作人员职业照射年有效剂量约束值取 5mSv。 公众照射年有效剂量约束值取 0.1mSv。
现场探伤作业场所分区		《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)	将作业场所中周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区。 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。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 地理位置和场所位置

公司位于新疆巴州轮台县红桥工业园区青年路 9 号，地理位置见附图一。具体坐标为东经：84°18'39.88"，北纬：41°47'35.63"。场址内设探伤机贮存室、洗片室、评片室、暗室等。本公司 X 射线探伤机存放于公司探伤机贮存室内。暗室、洗片室、评片室及库房北侧 8 米处为本项目工作人员临时办公区，南、西侧均紧邻空地，东侧 6 米处为绿化用地。

### 8.2.环境现状评价的对象、监测因子

#### 8.2.1 环境现状评价对象

项目地环境本底辐射水平。

#### 8.2.2 监测因子

X- $\gamma$ 辐射剂量率。

本项目为使用 X 射线探伤机进行现场探伤，由于其涉及的待测项目具体位置不固定，所以选取新疆环境天然贯穿辐射水平评价本次辐射环境质量监测结果，通过查阅《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告》可知，新疆环境天然贯穿辐射水平的测值范围  $5.03 \times 10^{-8} \text{ Gy/h} \sim 40.35^{-8} \text{ Gy/h}$ ，本项目选取了该公司计划探伤的某一区域进行了辐射环境质量监测。

### 8.3.描述监测方案、质量保证措施、监测点位和结果等内容

#### 8.3.1 监测方案

- 1、监测单位：新疆德能辐射环境科技有限公司
- 2、监测日期：2020 年 5 月 22 日
- 3、监测方式：现场监测
- 4、监测依据：HJ/T 61-2001 《辐射环境监测技术规范》
- 5、天气环境条件：天气：晴；温度：20.3~30.5℃；相对湿度：21~37%。
- 6、监测报告编号：（2020）德能辐检字 DL 第 011 号
- 7、监测仪器的参数与规范见表 8-1。

**表 8-1 X-γ剂量率仪参数和监测规范**

仪器名称	X-γ剂量率仪
型号/编号	AT1121/44409
生产厂家	白俄罗斯
能量相应	15keV~3MeV
量程	10nSv~10Sv
校准证书	北京市计量检测科学研究院 证书编号：JD19S-BA101989 有效期：2019年10月19日~2020年10月18日
监测规范	《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001） 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》GB/T 14583-93

**8.3.2 质量保证措施**

- 1、委托监测单位通过了新疆维吾尔自治区实验室计量认证，详见附件七。
- 2、合布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- 3、监测方法采用国家有关部门颁布的标准，委托监测单位监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- 4、委托监测单位监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- 5、委托监测单位每次测量前、后均对监测仪器的工作状态是否正常进行检查，并用检验源对仪器进行校验。
- 6、由委托监测的专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- 7、委托监测单位监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。
- 8、委托监测报告无监测单位监测专用章、骑缝章及 CMA 章无效。

**8.3.3 监测点位和结果**

按《辐射环境监测技术规范》（HJ/61-2001）和《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）中的有关布点原则和方法，结合本次检测的实际情况选定检测点位，监测点位图见图 8-1，详细检测结果见表 8-2，检测报告见附件六。

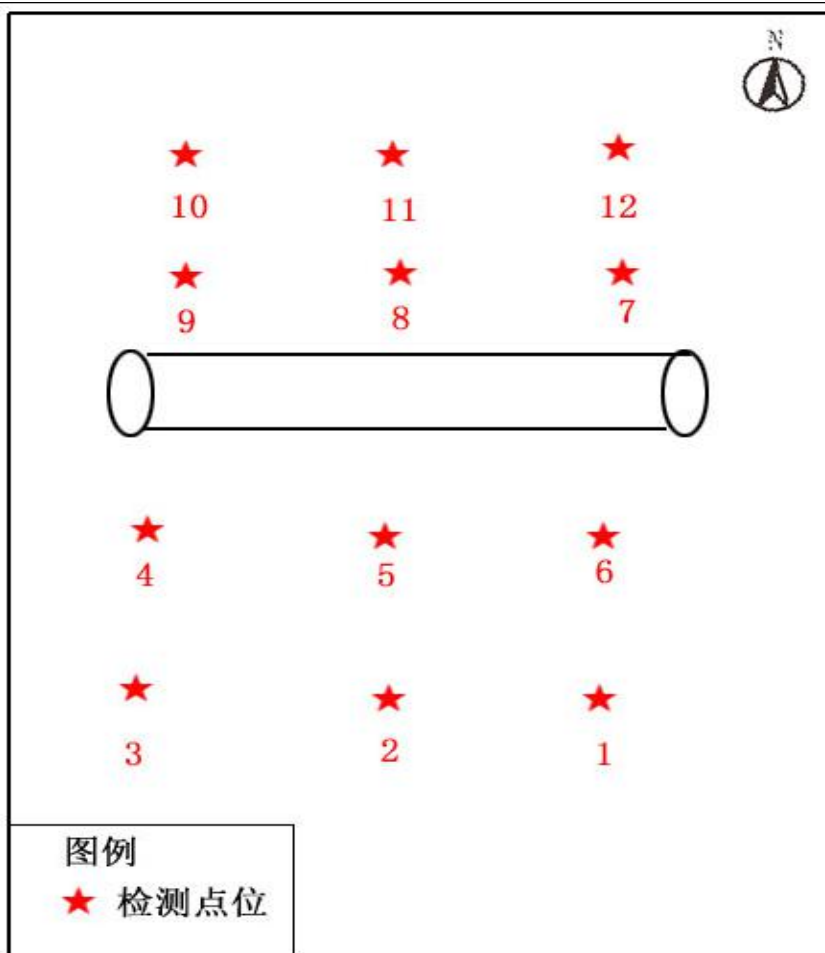


图 8-1 某室外探伤场所检测点位示意图

表 8-2 某室外探伤工作场所 X-γ辐射致空气吸收剂量率本底检测结果

序号	测点位置	检测结果(nSv/h)	备注
1	输油管道东南方向 1	110	/
2	输油管道南面 1	105	
3	输油管道西南方向 1	107	
4	输油管道西南方向 2	108	
5	输油管道南面 2	109	
6	输油管道东南方向 2	111	
7	输油管道东北方向 1	109	
8	输油管道北面 1	107	
9	输油管道西北方向 1	109	
10	输油管道西北方向 2	110	

11	输油管道北面 2	107	
12	输油管道东北方向 2	106	

注：对于 X- $\gamma$  射线 1nGy/h=1nSv/h

新疆祥顺冠达检测技术有限公司计划探伤的某室外工作场所环境天然贯穿辐射监测结果范围为  $1.05 \times 10^{-7} \sim 1.11 \times 10^{-7}$  Gy/h，在新疆环境天然贯穿辐射水平的测值范围  $5.03 \times 10^{-8}$  Gy/h  $\sim 40.35 \times 10^{-8}$  Gy/h 范围内，属于正常本底水平。

## 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 射线机工作原理

工业射线探伤是利用 X 射线探伤机产生 X 射线照射于探测物件的一侧，将胶片或接收装置固定在探测部位的一侧，曝光后取下胶片盒，经显影和定影，即可根据胶片上的阴影情况鉴定物件质量与缺陷部位。

X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。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，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 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。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高速电子轰击靶体产生 X 射线。探伤机内部结构见图 9-1。

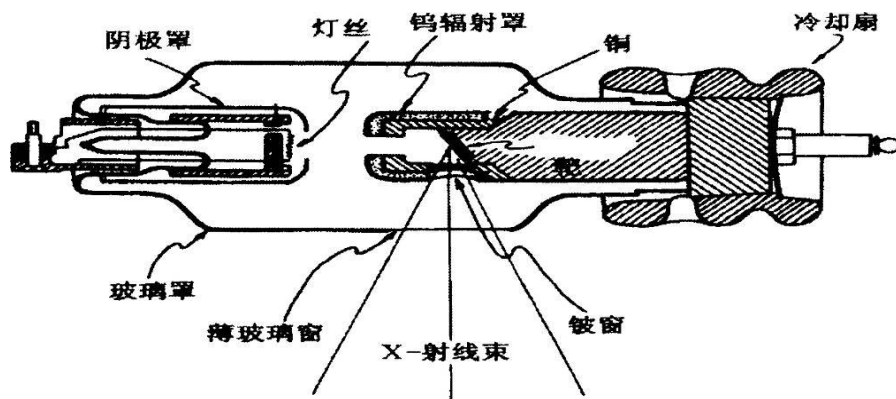


图 9-1 X 射线机内部结构示意图

#### 9.1.2 设备工艺和流程分析

(1) 操作流程：本项目进行野外探伤时没有设置固定的探伤室，野外 X 射线探伤机探伤的工艺流程主要有任务承接、前期准备，制定野外探伤工作计划、粘贴公告，穿戴防护用品，设置和固定探伤机、贴置胶片、划出控制区与监督区，设置警示线和警示标志、安全员清场、巡视，操作人员设置电压和曝光时间、调整焦距、启动延时曝光按钮、人员撤离至警戒线外、曝光、曝光结束后，关闭 X 射线探伤机，取下胶片、送入暗室进行冲洗、冲洗后的胶片用清水清洗，然后进行评片、审片，完毕后合格就转入下道工序，不合格则将工件返回焊接，再重新接受委托。其探伤工序及产污如图 9-1 所示。

(2) 本项目野外探伤使用定向、周向 X 射线探伤机，探伤地点主要为新疆，具体以实际工作地点为主。探伤对象主要为输油管道、天然气管道焊缝，野外探伤地点主要

位于沙漠、戈壁滩、旷野地区或人口稀少的农村地区。

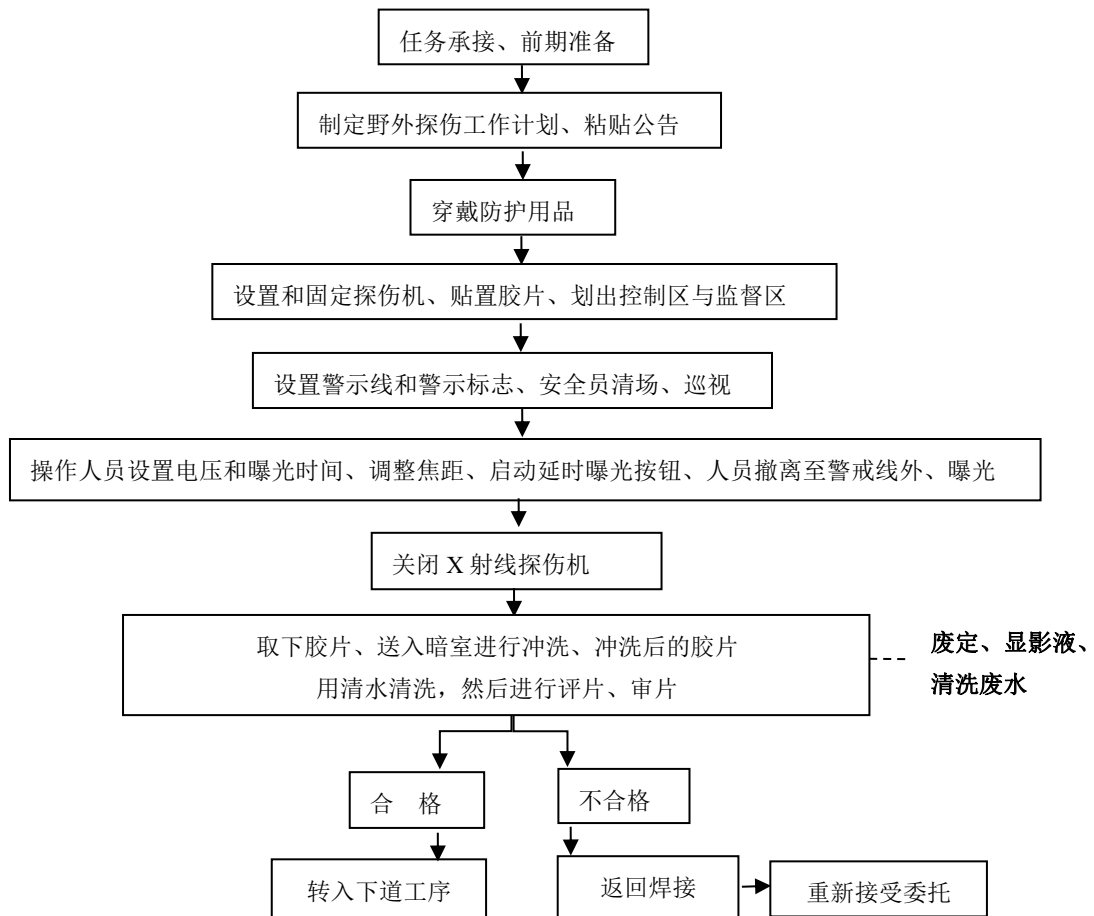


图 9-2 探伤工序及产污情况

### 9.1.3 运行工况与人员配置计划

本项目投入运行后，5 台探伤机分 2 组进行探伤，每组最多每年预测会检测 5000 次，每次拍片平均曝光时间 1min，据此估算出本项目每组出束时间为  $5000 \times 1\text{min} / 60 = 83.3\text{h/a}$ ，根据该公司提供的资料：探伤工件厚度约为 4~15mm 时，使用 200kV 的探伤机；探伤工件厚度为 16~30mm 时，使用 250kV 的探伤机；探伤工件厚度约为 31~60mm 时，使用 300kV 的探伤机，不同厚度的待检工件选用不同电压的探伤机。5 台探伤机分为两组，有探伤业务时选择其中一组，在该组内选取与待检工件相对应电压的探伤机进行工作。因此，5 台探伤机不会同时作业。探伤机具体分组情况见表 9-1。

**表 9-1 X 射线探伤机分组情况**

工作组	名称	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	备注
第一组	RD-2005 X 射线探伤机	II类	1	200	5	定向
	XXG-3005 X 射线探伤机	II类	1	300	5	定向
	XXGHZ-2505 X 射线探伤机	II类	1	250	5	周向
第二组	XXG-2505 X 射线探伤机	II类	1	250	5	定向
	XXGHZ-3005 X 射线探伤机	II类	1	300	5	周向

本项目 X 射线探伤装置在不工作时，存放于专用设备贮存间，双人双锁，由专人管理。

公司已配备 6 名辐射工作人员，其中 2 名为辐射工作管理人员，其余 4 人分为 2 组作为现场探伤工作人员，每组 2 名，具体分工情况见下表。

**表 9-2 辐射工作人员分工情况**

序号	工作组	姓名	性别	工作岗位	参加培训情况
1	第一组	才仁道尔吉	男	探伤岗	已培训合格
2		高宝元	男	探伤岗	已培训合格
3	第二组	马京权	男	探伤岗	已培训合格
4		王康	男	探伤岗	已培训合格

**9.2 污染源项描述**

**9.2.1 X 射线**

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线经漏射、散射对作业场所及周围环境产生影响。

**9.2.2 臭氧和氮氧化物**

0.6kV 以上的 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，因此本项目 X 射线探伤机在运行时除产生少量的臭氧和氮氧化物外，无其它放射性废气产生。



### **9.2.3 废定、显影液及胶片**

探伤拍片产生的洗片废定、显影液（含重金属）及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，并无放射性，均须集中收贮定期交由有资质单位回收，详见附件五。

### **9.2.4 废水和固体废物**

探伤作业期间，工作人员会产生少量生活垃圾，要求工作人员探伤作业结束后，将生活垃圾带至附近的垃圾箱。

### **9.2.5 正常工况的污染途径**

正常工况下，当 X 射线管发射的电子轰击靶物质时，产生韧致辐射，即 X 射线，X 射线经透射、漏射和散射，对作业场所及其周围环境产生辐射影响；其污染途径为外照射。

### **9.2.6 事故工况下污染途径**

1、仪器故障：可能发生的事为 X 射线探伤机漏射线指标达不到《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)规定的要求，或探伤机故障以及控制系统失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

2、未分区管理：X 射线探伤机在照射状态，作业现场未标划安全防护区、未设置警戒线或曝光前未清查现场，使人员误入或误留辐射区，受到不必要的照射。或探伤作业人员未按规定撤离到安全区域，导致工作人员受照剂量偏高，超出剂量约束值，或者超出剂量限值。

3、人员误照：在探伤现场没有搞好警戒工作，工作人员和公众误留在警戒区内，使工作人员或公众造成不必要照射，或者在放置胶片的工作人员未撤出控制区的情况下，操作控制台的工作人员开机照射，导致工作人员受照较大剂量照射。

4、在不适合探伤的场地实施现场探伤，造成公众或者工作人员受到不必要的照射。

5、X 射线探伤机被盗，使不了解探伤机性能的人员开机造成周围人员的非必要照射。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射工作场所分区管理

(1) 根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 的要求, 结合现场监测数据要求如下: 公司工作人员在进行移动式 X 探伤作业时, 由专人用 X- $\gamma$  辐射仪通过监测划定控制区和监督区, 使控制区边界的剂量率低于  $15\mu\text{Gy/h}$ , 未经许可人员不得进入控制区; 使监督区边界的剂量率低于  $2.5\mu\text{Gy/h}$ , 边界处应设电离辐射警告标志牌, 有关工作人员可进入, 但公众不得进入。夜间进行曝光作业时, 应有专人值守, 严防探伤机丢失。野外作业, 探伤机用毕, 不能及时返回库房保管的, 应现场保存, 并有专人 24 小时值守。两区划分示意图见下图 10-1。

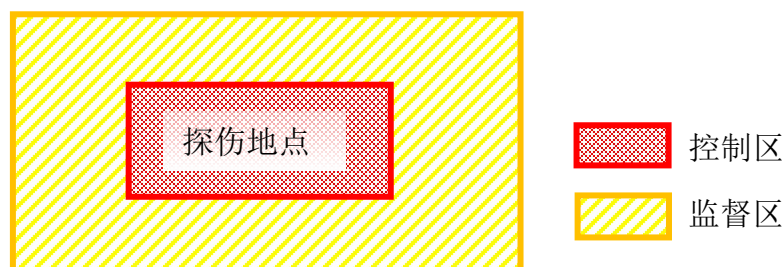


图 10-1 本项目辐射工作场所两区划分示意图

(2) 公司在进行移动式 X 射线探伤作业时, 应严格控制好时间。

(3) 每次进行探伤现场作业前, 公司的操作人员在监督区周围拉警戒线、放置警示标识, 专人警戒, 防止公众进入辐射剂量率高的区域。

(4) 对该公司探伤作业时的控制区、监督区划分应按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》中标准限值的要求。在进行现场探伤时需按照此标准使用 X- $\gamma$  剂量率仪或巡测仪器监测边界剂量率, 根据实测值调整控制区和监督区边界并设置警示标志, 禁止公众进入。

#### 10.1.2 辐射工作场所屏蔽设计

本项目为野外探伤, 无固定工作场所。探伤机不使用时储存于公司探伤机贮存室内。且贮存室拟采取安装摄像头、安装防盗门及设置双人双锁、专人看管等安全措施。X 射线探伤机不通电时无射线产生, 不会对办公室人员及周边环境产生影响, 故本项目 X 射线探伤机存放场所不需要进行屏蔽设计。

## 10.2 辐射安全防护措施

### 10.2.1 X 射线探伤机贮存间的防护措施

1、为了避免无关人员在不知情的情况下将整套设备连接通电而误操作，项目单位要将 X 射线发生器、控制器和链接电缆分开放置并由不同管理员保管设备存放柜钥匙；

2、项目单位管理制度中应要求工作人员每个月对探伤装置的配件、机电设备和监测仪器，进行检查和维护，及时更换部件；

3、排障过程应按制定的应急预案进行，并由辐射防护人员全程监控，以防超剂量事故发生；

4、贮存间内暂存的废旧的 X 射线管需定期交由有资质的单位回收处理；

5、贮存场所应做到双人双锁，由专人管理等防盗措施；

6、项目单位应严格规定贮存间内探伤机禁止试机，试机应在探伤工作场所进行；

7、工作人员应及时做好 X 射线探伤机运行、维修和交接班记录；

8、探伤机贮存场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施。探伤机的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

### 10.2.2 X 射线探伤机运输期间的防护措施

1、公司应制定探伤机进出库房登记制度，并严格按照要求落实；

2、X 射线探伤机运输时应做好交接使用记录，以便后期出现问题追查责任；

3、负责 X 射线探伤机的运输人员应做好防盗、防丢工作；

4、X 射线探伤机外出作业不能当天返回探伤机存放间的，应当封存于保险箱中，24 小时专人看管；

5、探伤机以后若考虑跨区域作业，应使用具备防盗功能的专用车辆运输探伤机，并在当地生态环境部门进行备案。

### 10.2.3 X 射线探伤机探伤过程中的防护措施

1、分区设置要求：探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。一般应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，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。

2、作业准备：在实施现场探伤工作之前，应对每次不同的工作环境进行全面评估，确定最优化作业方案，以保证实现安全操作。

现场探伤工作在工作区域应做好探伤作业方案，包括：探伤时间、出束方向、现场的通告、警告标识和报警信号等。公司应给予探伤工人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、安全警告信息：在控制区的所有边界都应能清楚地听到声音提示或看见警示灯、警告牌。在监督区边界和主要建筑物的进出口的醒目位置能清楚的听到声音提示或看见警示灯、电离辐射警示标识、警示牌等提示信息。

控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。在监督区边界和主要建筑物的进出口悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌。

4、安全操作要求：在进行现场探伤定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。充分考虑控制器与 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，选择最佳的作业方案，并采取适当的防护措施。

5、巡查与监测：开始现场探伤之前，先对探伤机进行检查，确保探伤机能正常工作；探伤作业后，确定探伤机正常、无故障再归还至探伤机贮存室。

辐射工作人员应确保在控制区、监督区内没有任何其他人员。公司应安排辐射工作人员进行巡查和警戒，防止无关人员进入。

公司应配备便携式 X-γ 辐射监测仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。每次探伤时应使用便携式剂量检测仪测量控制区边界和监督区边界，并做好记录。

在不同的环境条件下进行探伤，第一次曝光时，应使用便携式 X-γ 辐射监测仪测量控制区边界和监督区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时调整控制区边界和监督区边界的范围和边界。现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪（本项目个人剂量报警仪不能替代便携式剂量检测仪，两者均应使用）。

#### **10.2.4 危险废物的防护措施**

1、公司应与有资质的单位签订危险废物处置协议，定期将产生的废旧 X 射线管、废旧胶片、废显定影液交由该单位处置；

2、危险废物必须存放在 X 射线探伤机贮存间或洗片室内，并做清晰的标识避免无关人员接触产生伤害。

3、危险废物暂存间地面必须做硬化处理，危废的容器和包装物必须粘贴危废识别标志，危废的贮存期限不得超过一年。

### 10.3 环保投资估算

项目环保投资估算见下表。

**表10-1 辐射安全防护和环保设施投资一览表**

本项目总投资100万元，环保投资10万元，占总投资的10%。

序号	类别	环保设施	投资金额（万元）
1	防护设备	辐射防护铅服、安全警戒绳等	4
2	监测仪器	个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式辐射监测仪等	2.5
3	安全装置	声光报警装置、控制区和监督区警示标志、现场告示等	1.2
4	设备维护	每月对探伤装置的配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件	1.8
5	人员培训	辐射工作人员的组织培训	0.5
合计			10

### 10.4 三废的治理

#### 10.4.1 臭氧和氮氧化物

X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，因此本项目 X 射线探伤机在运行时除产生少量的臭氧和氮氧化物外，无其它放射性废气产生。因探伤作业为室外，产生的少量的臭氧和氮氧化物可稀释至大气中，不会对周围环境产生影响。

#### 10.4.2 废显（定）影液及胶片

探伤拍片产生的洗片废显（定）影液（含重金属）及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，其中 5 台探伤机定、显影液年产生量各为 25L，临时存放在公司废液桶内，定期交由有资质单位收贮；废胶片年产生量约为 300 张，纸袋保存，并临时存放至档案柜内，定期交由有资质单位收贮。

#### 10.4.3 废水和固体废物

探伤作业期间，工作人员会产生少量生活垃圾，要求工作人员探伤作业结束后，将生活垃圾带至附近的垃圾箱，禁止随手丢弃。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目探伤机贮存室、暗室、洗片室、评片室等均租用总公司已建成库房，不存在建设期的环境影响。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

本项目拟配置XXG-2505、XXG-3005、RD-2005、XXGHZ-2505、XXGHZ-3005五台探伤机。

#### 11.2.1 辐射工作场所控制区和监督区的划分

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）要求：一般应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，控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施；应将控制区边界外、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，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。

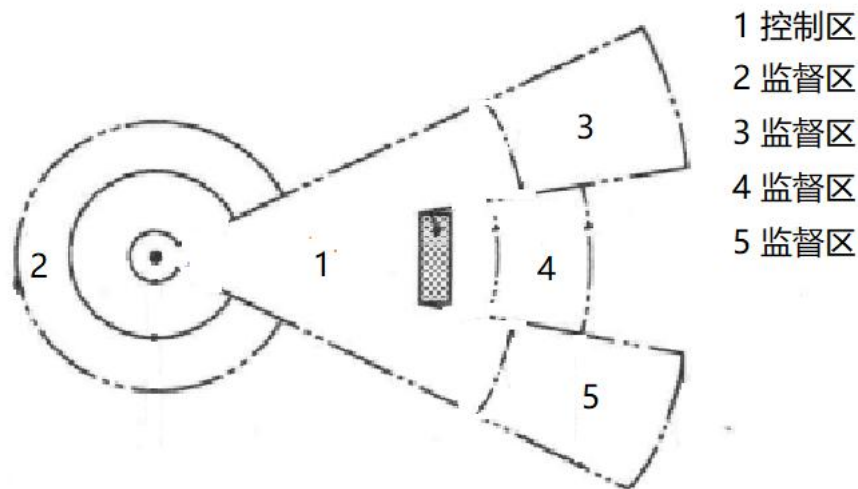


图 11-1 控制区、监督区设置示意图

(1) 有用线束

X射线探伤机产生的初级射线束造成的空气比释动能率  $K_a$  可用下式计算：

$$K_a = I \delta_x / r_0^2 \dots\dots\dots \text{式 (11-1)}$$

在空气中，X 射线造成的空气吸收剂量率等于空气比释动能率。

$$D_0 = 60 \times K_a \dots\dots\dots \text{式 (11-2)}$$

式中：K<sub>a</sub>—距 X 射线管焦斑 r 处的空气比释动能率，mGy·min<sup>-1</sup>；

I—管电流，mA；

δ<sub>x</sub>—发射率常数，mGy·m<sup>2</sup>·mA<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>；

r<sub>0</sub>—X 射线管钨靶离计算点距离，m，本项目取 1m；

D<sub>0</sub>—屏蔽体内侧的空气吸收剂量率，mGy·h<sup>-1</sup>。

参数的选取：

峰值管电压为 300kV，管电流为 5mA，过滤片铜片为 3mm 厚，经查询《辐射防护导论》343 页附图 4 发射率常数曲线图得出 δ<sub>x</sub> 为 8.9mGy·m<sup>2</sup>·mA<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>；

参考《辐射防护手册》（第三分册）（李德平、潘自强主编，表 3.4），300kV 管电压下，31mm 钢相当于 3.58mm 铅，铅的半值层厚度为 1.7mm，则 31mm 的钢板相当于 2.11 个半值层（3.58/1.7），通过 X 射线的减弱倍数公式  $K = 2^n$ ，计算出减弱倍数为  $2^{2.11} = 4.31$  倍，根据前面计算得出的 XXGHZ-3005 型探伤机射线管 1m 处空气吸收剂量率 D<sub>0</sub> 为 2670mGy·h<sup>-1</sup> 和减弱倍数 4.31 倍，可计算出主射线方向经 31mm 的钢板后空气吸收剂量率为  $2670 \div 4.63 = 619.5 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

峰值管电压为 250kV，管电流为 5mA，过滤片铜片为 3mm 厚，经查询《辐射防护导论》343 页附图 4 发射率常数曲线图得出 δ<sub>x</sub> 为 5.2mGy·m<sup>2</sup>·mA<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>；

参考《辐射防护手册》（第三分册）（李德平、潘自强主编，表 3.4），250kV 管电压下，16mm 钢相当于 1.35mm 铅，铅的半值层厚度为 0.86mm，则 16mm 的钢板相当于 1.57 个半值层（1.35/0.86），通过 X 射线的减弱倍数公式  $K = 2^n$ ，计算出减弱倍数为  $2^{1.57} = 2.96$  倍，根据前面计算得出的 XXG-2505 型探伤机射线管 1m 处空气吸收剂量率 D<sub>0</sub> 为 1560mGy·h<sup>-1</sup> 和减弱倍数 2.96 倍，可计算出主射线方向经 16mm 的钢板后的空

气吸收剂量率为  $1560 \div 2.96 = 527.0 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

峰值管电压为 200kV，管电流为 5mA，过滤片铜片为 3mm 厚，经查询《辐射防护导论》343 页附图 4 发射率常数曲线图得出  $\delta x$  为  $3.3 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

参考《辐射防护手册》（第三分册）（李德平、潘自强主编，表 3.4），200kV 管电压下，4mm 钢相当于 0.42mm 铅，铅的半值层厚度为 0.42mm，则 4mm 的钢板相当于 1 个半值层（ $0.42/0.42$ ），通过 X 射线的减弱倍数公式  $K=2^n$ ，计算出减弱倍数为  $2^1=2$  倍，根据前面计算得出的 RD-2005 型探伤机射线管 1m 处空气吸收剂量率  $D_0$  为  $990 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$  和减弱倍数 2 倍，可计算出主射线方向经 4mm 的钢板后空气吸收剂量率为  $990 \div 2 = 495 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

距离防护是外部辐射防护的一种有效方法，采用距离防护的射线基本原理是首先将辐射源是作为点源的情况下，辐射场中某点的照射量、吸收剂量均与该点和源的距离的平方成反比，这就是平方反比定律。即：

$$I_1/I_2=R_2^2/R_1^2 \dots \dots \dots (11-3)$$

- 式中：  $I_1$ —距离 A 处的射线强度；
- $I_2$ —距离 B 处的射线强度；
- $R_1$ —射线源到 A 处的距离；
- $R_2$ —射线源到 B 处的距离。

根据前面计算出来本项目在开展现场探伤时，300kV 探伤机透射钢板后空气吸收剂量率为  $619.5 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 、250kV 探伤机透射钢板后的空气吸收剂量率为  $527.0 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 、200kV 探伤机透射钢板后的空气吸收剂量率为  $495 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$  和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）要求：控制区边界应不大于  $15 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ，监督区边界剂量率应不大于  $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ，可计算出透射线安全距离，计算结果见表 11-1。



表 11-1 主射方向安全距离计算结果一览表

机型	区域	计算安全防护距离
300kV	控制区	210m
	监督区	514m
250kV	控制区	191m
	监督区	467m
200kV	控制区	183m
	监督区	447m

(2) 漏、散射线

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）要求：控制区边界应不大于  $15\mu\text{Gyh}^{-1}$ ，监督区边界剂量率应不大于  $2.5\mu\text{Gyh}^{-1}$ ，可计算出满足边界条件的漏射线和散射线距离。

①漏射线

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）规定：“3.1.1.5 X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合表 1 的要求。”

表 1 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

管电压 kV	漏射线空气比释动能率 mGy/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

$$K_1 = \frac{K_0 R_0^2}{R_1^2} \quad (11-4)$$

式中：K<sub>1</sub>—距探伤机表面 R 处的空气比释动能率，mGy/h；

K<sub>0</sub>—距离探伤机表面 1m 处的空气比释动能率，mGy/h；

R<sub>0</sub>—探伤机表面外 1m；

$R_1$ —参考点距探伤机表面的距离，m。

根据上表标准限值的要求及公式可以估算出不同管电压下漏射线安全防护距离，详见表 11-2。

表 11-2 不同管电压下漏射线安全防护距离的计算结果

管电压 kV	漏射线空气比释动能率 mGy/h	安全防护距离	
		控制区边界 m	监督区边界 m
150~200	<2.5	13	32
>200	<5	19	45

②散射线

X 射线一般经 1 次散射对周围环境影响较大。根据《辐射防护导论》（方杰主编）推导公式计算：

$$\eta r R \leq K \frac{\dot{H}_{L_i} h \cdot r_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} a_r a q} \quad (11-5)$$

由上式导出：

$$\dot{H}_{L_i h} = \frac{F_{j0} \cdot a_r \cdot a}{r_i^2 \cdot r_R^2} \cdot q \cdot \frac{1}{k} \cdot \eta r R \quad (11-6)$$

式中： $\dot{H}_{L_i h}$ —参考点处 X 辐射剂量率，Sv/h；

$$\dot{H}_{L_i h} (\text{控制区}) = 15 \times 10^{-6} \text{Sv/h}, \quad \dot{H}_{L_i h} (\text{监督区}) = 2.5 \times 10^{-6} \text{Sv/h};$$

$F_{j0}$ —辐射源处辐射水平  $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

$$\text{则 } 200\text{kV 探伤机: } F_{j0} = I \delta x = 3.3 \times 5 = 16.5$$

$$\text{则 } 250\text{kV 探伤机: } F_{j0} = I \delta x = 5.2 \times 5 = 26$$

$$\text{则 } 300\text{kV 探伤机: } F_{j0} = I \delta x = 8.9 \times 5 = 44.5$$

$\alpha_r$ —反射物的反射系数，根据《辐射防护导论》（方杰主编，P186，图 6.4），

对 220kV 探伤机，在钢上近 90° 散射角方向反射系数约 0.0075；对 250kV 探伤机，在钢上近 90° 散射角方向反射系数约 0.0065；对 300kV 探伤机，在钢上近 90° 散射角方向反射系数约 0.0055；

$\alpha$ —X 射线束在反射物上的投照面积  $m^2$ ， $\alpha = \pi (r_i \times \tan(\theta/2))^2$ ， $\theta$  辐射角，本项目取 40°，即  $\alpha = 0.1$ ；

$r_i$ —辐射源同反射点之间的距离，取 0.5m；

$r_R$ —反射点到参考点的距离，m；

K—单位换算系数，对于 X 射线源为  $1.67 \times 10^{-2}$ ；

q—参考点所在位置相应的居留因子，取 1；

$\eta_{\gamma R}$ —透射因子，取 1。

**表 11-3 不同管电压下散射线安全防护距离的计算结果**

管电压 kV	参考点处 X 辐射剂量率 Sv/h	安全防护距离	
		控制区边界 m	监督区边界 m
200	控制区= $15 \times 10^{-6}$ 监督区= $2.5 \times 10^{-6}$	15	35
250		17	41
300		20	49

根据表 11-2 不同管电压下漏射线安全防护距离的计算结果和表 11-3 不同管电压下散射线安全防护距离的计算结果取二者中较大值作为本项目野外探伤漏、散射线安全防护距离，详见表 11-4。

**表 11-4 本项目野外探伤漏、散射线安全防护距离一览表**

机型 kV	区域	安全防护距离 m
300	控制区	20
	监督区	49
250	控制区	19
	监督区	45
200	控制区	15
	监督区	35

综上所述，经理论计算，本项目所用探伤机现场作业时，控制区最大边界为距探伤机 210m，监督区最大边界为距探伤机 514m 的区域。由于检测对象的种类、形状以及厚度和作业现场设施设备的布局均会影响到控制区与监督区的划分。因此，在现场进行探伤作业时还应根据实际情况，充分利用各种设施设备进行防护，控制区与监督区的范围应严格根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求进行现场实测划定。

在日常探伤工作中还需落实一下需求：

公司在进行 X 射线探伤过程中应注意对控制区和监督区的管理和控制，若探伤现场环境不能满足监督区的防护距离时，辐射工作人员应对 X 射线探伤机附加一定的防护装置或采取其他防护措施。

操作人员尽可能利用各种屏蔽方式保护自己。为防止公众误留、误入控制区或监督区，除探伤现场事先清场外、并在关键位置布设警戒灯和警示牌提示公众外，还必须安排专人巡查控制区和监督区边界。因此，每个探伤现场操作人员外，还至少有 2 名安全巡查人员，并落实在操作规程内。

探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则必须采取专门的防护措施；对每次工作现场情况进行记录。

### **11.2.2 现场探伤人员受照剂量估算**

#### **(1) 设备出束时间**

根据建设单位提供的资料，本项目投入运行后，5 台探伤机分 2 组进行探伤，每组最多每年预测会检测 5000 次，每次拍片平均曝光时间 1min，据此估算出本项目每组出束时间为  $5000 \times 1\text{min}/\text{次}/60=83.3\text{h/a}$ 。本项目辐射工作人员工作时间及装置出束情况见下表所示。

表 11-5 辐射工作人员工作及装置出束情况一览表

场 所	年拍片数（次）	单张拍片出束时间(min)	年出束时间(h/a)
现场探伤（每组）	5000	1	83.3

(2) 辐射工作人员和公众年有效剂量估算

由于现场探伤周边环境的不确定性，采用最不利情况，控制区边界剂量率为 15 $\mu$ Sv/h，监督区边界为 2.5 $\mu$ Sv/h。

估算方法： $P=D \times U \times T \times W \times 10^{-3}$  .....（公式 11-2）

式中：P——年受照剂量，mSv/a；

D——辐射剂量率， $\mu$ Sv/h；

U——方向因子，本项目取 1；

T——居留因子，按照最不利情况，辐射工作人员全居留取 1；其他关注点均取 1/4；

W——年受照时间，h/a。

表 11-6 现场探伤 X 射线探伤机运行时周边人员受照剂量计算结果一览表

序号	保护对象	辐射剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	方向 因子	居留 因子	年受照时间 (h/a)	附加年受照剂量 (mSv/a)
1	辐射工作人员	15	1	1	83.3	1.25
2	公众人员	2.5	1	1/4	83.3	0.05

根据表 11-6 中的结果，X 射线装置进行现场探伤作业时，辐射工作人员、公众人员附加年受照剂量最大值分别为 1.25mSv/a 和 0.05mSv/a，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员年有效剂量限值分别为 20mSv/a、1mSv/a 的要求，同时也满足本项目对辐射工作人员、公众成员所取年有效剂量约束值 5mSv/a、0.1mSv/a 的要求。

11.2.3 废水的环境影响分析

本项目运行时不产生放射性废水。但在曝光结束后冲洗胶片时，会产生一定量的废

显（定）影液。废显（定）影液属于《国家危险废物名录》（2016年8月1日实施）中明确规定的危险废弃物，其废物代码为900—019—16。废显（定）影中含有大量有毒有害物质，包括有机、无机还原剂，单环、多环芳烃，胺类、表面活性剂和重金属等，其中大部分具有“致畸、致癌、致突变”的“三致”性，如未妥善处理，会对环境和人体健康造成危害。

本项目投入运行后，预计每年产生废显、定影液各25L。该公司须将废定影液和废显影液集中收集、独立安全储存于危废暂存间，暂存时间不得超过一年，并设置明显危废标志，定期送有回收处理资质的单位处置，建立回收记录。危废暂存间应设置托盘等防渗漏、防扩散的设施，派专人管理。在采取以上措施后，则项目产生的废液不会对区域水体环境产生影响。

#### **11.2.4 固废的环境影响分析**

本项目运行时不产生放射性固体废弃物。但对拍摄的底片进行显（定）影过程中产生的一定数量的胶片。胶片属于《国家危险废物名录》（2016年8月1日实施）中明确规定的危险废弃物，其废物代码为900—019—16。由于显（定）影过程会使得胶片上沾有显（定）影剂中的有毒有害成分，经皮肤、消化道进入人体后会对人体的身体健康造成伤害。

本项目投入运行后，预计每年废胶片的产生量为300张。该公司须将胶片集中收集后，独立安全储存于危废暂存间，并设置明显危废标志，定期送有回收处理资质的单位处置，并建立回收记录。危废暂存间应派专人管理。在采取以上措施后，则项目产生的废胶片不会对周围环境造成影响。

探伤作业期间产生的少量生活垃圾，要求工作人员探伤作业结束后带至附近的垃圾箱，禁止随手丢弃。

#### **11.2.5 其他环境影响分析**

本项目运行时不产生放射性气体。但在探伤机出束曝光时空气在X射线电离作用下

会产生少量 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub> 气体，X 射线管输出的直接致电离粒子束流越强，O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的产生浓度越大。O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub> 具有强氧化能力，被吸入后会对人体的身体健康造成伤害，还能使橡胶等材料加速老化。

本项目工业 X 射线探伤机工作时电离粒子束流不大，且工作场所空气流通较好，工作人员和公众成员也离探伤中心区域较远，因此 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub> 气体不会对人体造成影响。

### **11.3 事故影响分析**

#### **11.3.1 事故分析**

1、人员误照：在探伤现场没有搞好警戒工作，工作人员和公众误留在警戒区内，使工作人员或公众造成不必要照射，或者在放置胶片的工作人员未撤出控制区的情况下，操作控制台的工作人员开机照射，导致工作人员受照较大剂量照射。

2、X 射线探伤机被盗，使不了解探伤机性能的人员开机造成周围人员的不必要照射。

#### **11.3.2 风险防范措施**

1、人员误照：

主要风险防范措施为：每次探伤作业时，2名辐射工作人员应同时在场，严格遵守公司制定的相关制度文件，划定控制区、监督区，并在控制区边界、监督区边界设置明显的警告牌、警示灯和警戒线。在确认控制区与监督区内无与检测作业无关人员后，才能开机操作。

2、被盗：

贮存室双人双锁，严格按照制度文件填写探伤机使用记录等。

#### **11.3.3 事故后果评价**

一旦发现人员因误留操作间受到意外放射性照射后，操作人员应立即切断探伤机电源，并进行事故报告。一般报告程序为：操作人员→环保主管人员→经理→法人→政府主管部门(生态环境主管部门、卫生主管部门)。如人员意外照射时间较长，情况严重，则现场负责人员直接向辐射安全管理小组报告。

辐射安全管理小组在接到报告后立即启动应急预案，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告。小组成员迅速到达事故现场，采取措施对受照人员进行紧急护理，配合卫生部门将其送往专业医院进行检查和救治。

辐射事故处理结束后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。将讨论意见和整改措施上报辐射安全管理小组。



## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 放射防护管理领导小组

按照《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）等相关规定，公司应成立辐射防护管理的管理领导小组，名单与职责如下：

#### 一、辐射安全管理领导小组成员名单

组 长：赵峰

副组长：朱振龙

组 员：才仁道尔吉、高宝元、马京权、王康

#### 二、辐射安全管理领导小组岗位职责

##### 1、组长职责

(1) 新疆祥顺冠达检测技术有限公司法人为本公司辐射防护管理的第一责任人，公司法人授权辐射防护领导小组组长代表法人全面负责新疆祥顺冠达检测技术有限公司 X 射线野外探伤工作场所辐射防护管理工作；

(2) 负责对 X 射线野外探伤工作场所安全防护工作和环境保护工作实施统一管理；

(3) 负责 X 射线野外探伤工作场所辐射防护队伍的建设；

(4) 负责指导副组长及小组成员实施辐射防护的日常监督管理工作；

(5) 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。

##### 2、副组长职责

(1) 负责探伤机操作人员培训、体检、个人剂量监测、场所监测、X 射线探伤机台账、剂量仪表台账等档案管理；

(2) 组织从事射线工作人员学习国家颁发的相关法律法规，加强安全和辐射防护知识的培训学习，并进行考核，不合格者不得上岗；

(3) 负责监督检查各项辐射安全与环境保护工作管理制度的执行情况；

(4) 负责本公司全国核技术利用辐射安全申报系统的网上维护和日常管理；

①按照《放射性同位素与 X 射线探伤机安全许可证管理办法》要求，在规定时间内完成辐射安全许可证的申领、变更、延续、注销、重新申领等网上申报提交工作；

②及时对全国核技术利用辐射申报系统进行公司信息维护，包含设备变更、人员变

更、信息录入等；

(5) 每年 1 月 31 日前通过全国核技术利用辐射申报系统上报公司《X 射线探伤机的安全和防护状况年度评估》报告；

(6) 负责辐射工作的其他事务。

### 3、组员职责

(1) 严格遵守公司辐射安全管理制度及操作规程，有效进行防护，防止发生辐射事故；

(2) 积极配合 X 射线探伤机安全防护工作和环境保护工作监督管理；

(3) 执行辐射事故应急方案，参加辐射事故应急培训和应急演练；

(4) 负责辐射场所的防护工作及个人、场所、环境监测，按有关规定上报防护监测数据或资料，并接受环保部门的监督和指导；

(5) 参加相关法律法规、安全和辐射防护知识培训，考核不合格者不得上岗。

#### 12.1.2 辐射工作人员管理

实际工作中，不同电压探伤机的选取是由待检工件的厚度来决定的。祥顺冠达公司将拟购置的 5 台探伤机分为两组，有探伤业务时安排两名辐射工作人员选择其中一组，在该组内选取 1 台与待检工件相对应电压的探伤机进行工作。因此，5 台探伤机不会同时作业。探伤机具体分组情况见表 12-1。

表 12-1 X 射线探伤机分组情况

工作组	名称	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	备注
第一组	RD-2005 X 射线探伤机	II类	1	200	5	定向
	XXG-3005 X 射线探伤机	II类	1	300	5	定向
	XXGHZ-2505 X 射线探伤机	II类	1	250	5	周向
第二组	XXG-2505 X 射线探伤机	II类	1	250	5	定向
	XXGHZ-3005 X 射线探伤机	II类	1	300	5	周向

公司已有 6 人取得辐射安全与防护培训合格证书，其中 2 人为辐射安全管理人员，剩余 4 人为现场探伤工作人员。2 名工作人员操作一组探伤机，每班工作 7 小时，年工作 200 天。

## **12.2 辐射安全管理规章制度**

该公司已制定《安全操作规程》、《放射人员安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《岗位职责》、《监测计划》、《设备检修维护制度》、《职业健康管理规定》、《辐射工作人员培训制度及计划》、《射线装置使用登记制度》、《自行检查与年度评估制度》、《辐射事故应急预案》等一系列辐射安全管理制度，并要求严格执行。

### **12.2.1 操作规程**

该公司已制定《现场探伤安全操作规程》，对现场探伤的各项步骤进行了详细阐述，确保探伤工作全过程在受控状态下进行。

### **12.2.2 岗位职责**

该公司已制定《岗位职责》，规定相关人员的安全岗位职能，确保公司的安全责任落实到具体的人并能顺利实施。

### **12.2.3 辐射防护和安全保卫制度**

该公司已制定《辐射防护和安全保卫制度》，明确该公司辐射安全防护的日常管理工作，要求辐射工作人员在岗时必须佩带个人剂量计及个人剂量报警仪等，定期接受个人剂量检测和职业健康体检，定期维护设备及防护设施，并建立探伤设备使用台账等各项记录文件。

### **12.2.4 设备检修维护制度**

该公司已制定《辐射设备维护检修制度》，明确规定须定期对辐射装置、防护设备进行检查维护，做好检修记录。该公司应严格落实检修维护制度，建立检修维护记录。

### **12.2.5 人员培训制度**

该公司已制定《辐射工作人员培训制度及计划》，要求从事辐射工作的管理人员和操作人员须参加辐射防护培训与考核，持证上岗，并规定取证后四年复训一次。

### **12.2.6 个人剂量及健康管理制**

该公司已制定《个人剂量检测计划、职业健康体检及管理规定》，要求所有从事或涉及辐射工作的探伤人员，必须每季度接受个人剂量检测，并建立个人剂量档案，每两年进行一次职业健康体检。检测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

### **12.2.7 自行检查和评估制度**

该公司已制定《辐射安全防护自行检查和评估制度》，要求本公司辐射安全领导小组定期对本公司辐射工作人员执行国家法律法规和条例的情况进行监督检查，定期进行安全和防护知识教育培训和考核、个人剂量检测和职业健康检查，每年由辐射安全管理小组对本年度辐射安全防护工作进行年度评估，评估结果存档，发现安全隐患时及时上报，并限期整改，落实到人。

该公司必须于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

综上所述，该公司辐射管理机构与制度文件满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，避免辐射事故的发生，确保探伤作业处于受控状态。

## **12.3 辐射监测**

### **12.3.1 现场探伤场所辐射水平监测**

公司应委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对现场探伤周围环境进行辐射环境监测，监测数据每年随年度评估报告一并上报自治区生态环境厅备案。

- 1、监测频度：每年至少常规监测一次；
- 2、监测范围：控制区、监督区和工作人员操作位及周边环境保护目标处；
- 3、监测目的：通过巡测，对控制区、监督区划分的合理性进行评判，估算受照剂量；
- 4、监测项目：X- $\gamma$  辐射剂量率（配备 X- $\gamma$ 便携式辐射检测仪器或委托有资质的单位检测）；
- 5、监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

### **12.3.2 个人剂量监测**

该公司应定期将个人剂量计送有关部门进行检测。

检测频度：每个季度一次。检测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存，应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

## **12.4 辐射事故应急预案**

本项目使用射线装置属 II 射线装置，公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，制定了《辐射事故应急预案》，对应急措施、事故后续处理等作出要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐

射事故分类与应急响应的措施，祥顺冠达检测技术有限公司制定了《辐射事故应急预案》包括如下内容：

## 一、总则

- (一) 编制目的
- (二) 编制依据
- (三) 适用范围
- (四) 基本原则
- (五) 事故分级

## 二、辐射事件应急处理机构与职责

### (一) 辐射安全领导小组，：

组长：赵峰

组员：朱振龙、才仁道尔吉、高宝元、马京权、王康

### (二) 应急处理领导小组职责：

1、发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

2、事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；

3、负责向卫生行政部门及时报告事故情况；

4、负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

5、负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

### 三、辐射性事故应急救援应遵循的原则：

(1) 迅速报告原则；

(2) 主动抢救原则；

(3) 生命第一的原则；

(4) 科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

(5) 保护现场，收集证据的原则。

## 四、可能发生的辐射事故

## 五、辐射性事故应急处理程序：

(一) 宣传和培训，内容包括：

- 1、应急响应程序；
- 2、仪器设备的原理和使用方法；
- 3、辐射事故的现场控制方法，辐射污染应急处置技术；
- 4、公众和应急人员的安全防护措施，环境保护的应急措施；

(二) 预案演练

结合本公司实际情况，有计划、有重点地组织辐射事故应急预案演练。演习完毕，总结评估应急预案的可操作性，必要时，对应急预案做出修改和完善。

六、辐射安全领导小组成员通讯录

### 12.5 与相关法规文件的符合情况

本报告对祥顺冠达检测技术有限公司就《放射性同位素与射线装置安全许可办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况进行了对比，对照结果如下表 12-2 和 12-3。

本次为该公司首次申报核技术利用建设项目，在取得本项目环评批复文件后，公司应按照相关法规要求办理辐射安全许可证，在取得辐射安全许可证后方可购买探伤机。

表 12-2 本项目与《放射性同位素与射线装置安全许可办法》的对照结果

《放射性同位素与射线装置安全许可办法》	本项目情况	备注
使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	公司成立的辐射安全领导小组主要负责射线装置的安全和防护工作，以确保射线装置的安全运行。	建设单位应在申请辐射安全许可证前落实各项辐射安全防护措施和管理制度
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	公司已安排 6 名辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，并取得合格证书。	
射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	公司拟在现场探伤工作现场设置明显的警告牌、警示灯及警戒线，辐射工作人员应配备个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式辐射监测仪等防护用品，并确保各项辐射安全防护措施能正常运行。	

配备与辐射类型与辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	该公司拟配备便携式 X-γ辐射监测仪,为现场探伤的每位人员配备个人剂量报警仪,拟为每位辐射工作人员配备 1 枚个人剂量计,并每季度送有资质单位检测。	
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训方案、监测方案等。	该公司已制定《安全操作规程》、《放射人员安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《岗位职责》、《监测计划》、《设备检修维护制度》、《职业健康管理规定》、《辐射工作人员培训制度及计划》、《射线装置使用登记制度》、《自行检查与年度评估制度》、《辐射事故应急预案》等一系列辐射安全管理制度,并要求严格执行。	
辐射工作单位应当编写射线装置安全和防护状况年度评估报告,于每年 1 月 31 日前报原发证机关。	公司拟编写射线装置安全和防护状况年度评估报告,并于每年 1 月 31 日前报原发证机关。	
有辐射事故应急措施	公司已制定《辐射事故应急预案》	

**表 12-3 本项目与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的对照结果**

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》	本项目情况	备注
第九条:生产、销售、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。	公司拟配备便携式 X-γ辐射监测仪,拟用于日常自行监测,并每年委托有资质单位对辐射工作场所周边环境进行一次监测。	建设单位应在竣工环境保护验收前落实各项辐射安全防护措施和管理制度
第十二条:生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	公司拟在每年年底编制年度评估报告,并在 1 月 31 日前提交。	
第十七条: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	公司已安排 6 名辐射工作人员参加辐射安全与防护培训,并取得合格证书。	

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。		
第二十三条：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，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	公司拟为每位辐射工作人员配备 1 枚个人剂量计，并每季度送有资质单位检测，拟每两年安排全部辐射工作人员进行 1 次职业健康体检。	

## 12.6 竣工环境保护验收要求

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位应当按照办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。建设项目验收内容和要求见表 12-4。

表 12-4 建设项目竣工验收一览表

验收项目	验收内容及要求
警告牌	控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌；监督区边界和主要建筑物的进出口上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。
警告标志	在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。
警示灯	在控制区的所有边界、监督区边界和主要建筑物的进出口的醒目位置处设置警示灯。
便携式辐射检测仪	配备便携式辐射检测仪 2 台。
个人剂量计	为 6 名辐射工作人员配备个人剂量计，共 6 台。
个人剂量报警仪	应配备 2 台个人剂量报警仪。
辐射安全管理机构	应成立辐射安全领导小组。
辐射事故应急预案	制定了辐射事故应急预案。
监测制度	制定了辐射环境监测计划。
年度评估报告制度	制定了辐射安全防护自行检查和评估制度。
操作规程、岗位职责、检修维护制度	制定了现场探伤安全操作规程、无损检测人员岗位职责、辐射设备维护检修制度。



危废暂存间、危  
废回收协议

按要求设置危废暂存间、与有资质单位签订危废回收协议。

该项目申请竣工环保验收时，该公司应委托有资质单位对探伤场所屏蔽防护能力进行检测，并出具检测报告。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 可行性分析结论

##### (1) 产业政策的符合性

本项目属于国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号《产业结构调整指导目录(2019 年本)》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），本工程作业场所的主要区域是输油管线的建设线路周边，不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区等生态敏感区域，项目建设符合国家产业政策、环保政策和相关规划，因此认为该项目选址合理，符合相关产业政策。

##### (2) 实践的正当性

祥顺冠达检测技术有限公司使用 X 射线探伤的目的是为了提高产品的质量与生产安全，符合辐射防护“正当实践”原则；同时根据表 8 的监测分析，本项目运营后，在正常工况下对周边环境和人员产生额外的电离辐射影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

##### (3) 选址合理性

###### ①作业现场的选择

本项目野外探伤作业现场大部分位于野外空旷处，人流量很少，项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护措施后不会对周围环境与公众造成危害。

###### ②设备存放及评片场所

本项目租用的库房及场地位于新疆巴州轮台县红桥工业园区青年路 9 号，该建设地点的使用权为新疆祥顺冠达检测技术有限公司与库尔勒施得石油技术服务有限公司轮台分公司签订租赁协议所得，依托项目已取得《关于库尔勒施得石油技术服务有限公司轮台分公司油田钻工具检测和维修生产基地建设项目环境影响报告表的批复》（巴州评价函[2020]207 号），环评批复（详见附件二）。公司计划于 2020 年 8 月 15 日开展

依托项目竣工环境保护验收工作。

废显、定影液和废胶片均保存于公司暗室内，洗片室进行了防渗处理。未开展探伤工作期间，X 射线探伤机存放于公司库房内。暗室、洗片室、评片室及库房北侧为本项目工作人员临时办公区，南、西侧均为空地，东侧为绿化用地，并且周围 50 米范围内，无居民区、学校等敏感建筑。因此选址从环境的角度是合理的。

### **13.1.2 辐射环境影响分析结论**

根据监测结果，本次选择的现场探伤区域环境辐射水平的辐射检测平均值范围为  $1.05 \times 10^{-7} \sim 1.11 \times 10^{-7} \text{Gy/h}$ ，在新疆环境天然贯穿辐射水平的测值范围  $5.03 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 40.35 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$  范围内，属于正常本底水平。

通过剂量估算可知，辐射工作人员和公众成员年有效剂量为 1.25mSv、0.05mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对辐射工作人员和公众成员的辐射剂量限值 20mSv、1mSv 要求，同时满足本报告中对辐射工作人员、公众成员所取年有效剂量约束值分别为 5mSv、0.1mSv 的要求。

本项目投入运行后，会产生一定量废显（定）影液和废胶片，在落实本环评报告提出的措施后，不会对周围环境造成影响。

### **13.1.3 辐射安全与防护分析结论**

该公司按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部第 3 号令）、《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）和《突发事件应急预案管理办法》（国办发[2013]101 号）的规定，成立辐射防护安全管理机构，明确各成员的职责；制定一系列辐射安全管理规章制度、安全操作管理程序及应急预案。

建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项辐射防护措施后，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的运行是可行的。

## 13.2 建议

1、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。

2、建设单位使用探伤机工作时应严格按照操作规程操作，存放时应做到双人双锁，由专人管理等防盗措施。

3、认真学习国家环保法规政策，提高安全文化素养，增强辐射防护意识；要求工作人员严格执行各项安全管理规章制度和安全技术操作规程。

4、建设单位须严格执行辐射污染防治与辐射环境管理的法律法规，认真落实本报告中提出的各项辐射防护措施和本报告批复文件中的各项措施。加强对辐射设备的管理，在工作期间必须有专人管理。

5、建设单位要定期检查辐射设备的辐射防护设施，发现问题及时解决，杜绝辐射事故的发生。

6、本项目在取得环评批复后须尽进行项目竣工环境保护验收，通过验收后方可正式运行。

## 表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人：

公 章  
年 月 日

审批意见

经办人：

公 章  
年 月 日