

核技术利用建设项目

吉林省思极科技有限公司
便携式 X 射线探伤机核技术利用项目

环境影响报告表

(公示版)

吉林省思极科技有限公司

2026 年 2 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

吉林省思极科技有限公司
便携式 X 射线探伤机核技术利用项目
环境影响报告表

建设单位名称： 吉林省思极科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址： 长春市净月开发区生态大街 3777 号长春净月明宇广场

A2-29-29293

邮政编码： 130000

联系人： 夏梓峰

电子邮箱： 305144038@qq.com

联系电话： 18946688779

打印编号: 1768455637000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	4lyb11		
建设项目名称	吉林省思极科技有限公司便携式X射线探伤机核技术利用项目		
建设项目类别	55-172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	吉林省思极科技有限公司		
统一社会信用代码	91220107422782669L		
法定代表人 (签章)			
主要负责人 (签字)			
直接负责的主管人员 (签字)			
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	吉林省洋盛科技有限公司		
统一社会信用代码	91220104092304707K		
三、编制人员情况			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李琳			李琳
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李琳	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物、项目工程分析与源项、环境影响分析	BH071409	李琳
金成	其他内容	BH067187	金成

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.....	5
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	5
表 6 评价依据.....	6
表 7 保护目标与评价标准.....	8
表 8 环境质量和辐射现状.....	11
表 9 项目工程分析与源项.....	14
表 10 辐射安全与防护.....	26
表 11 环境影响分析.....	42
表 12 辐射安全管理.....	66
表 13 结论与建议.....	73
表 14 审批.....	75
附图 1 本项目地理位置图	
附图 2 本项目平面布局图	
附图 3 项目现场图	
附图 4 项目监测点位图	
附件 1 营业执照	
附件 2 监测报告	
附件 3 设备参数	
附件 4 安全联锁装置说明	
附件 5 委托书	
附件 6 保证书	
附件 7 《长春市生态环境局关于开展 2023 年度核与辐射安全隐患专项排查整治行动的通知》	

表 1 项目基本情况

建设项目名称	吉林省思极科技有限公司便携式 X 射线探伤机核技术利用项目				
建设单位	吉林省思极科技有限公司				
法人代表	王华	联系人	夏梓峰	联系电话	
注册地址	长春市净月开发区生态大街 3777 号长春净月明宇广场 A2-29-29293				
项目建设地点	吉林省长春市朝阳区南湖街道南环城路 28 号 吉林省思极科技有限公司 112 号房				
地理坐标	东经：125° 18'22.731"，北纬：43° 49'22.779"				
立项审批部门	——		批准文号	——	
建设项目总投资 (万元)		项目环保投资 (万元)	24	投资比例(环保 投资/总投资)	8.8%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	30
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>项目概述：</p> <p>1.项目单位情况、项目由来及建设规模</p> <p>1.1 项目单位情况</p> <p>吉林省思极科技有限公司成立于 2020 年，公司总部位于长春市净月开发区生态大街 3777 号长春净月明宇广场 A2-29-29293，注册资金 5000 万元人民币。主营业务涵盖软件开发、集中式快速充电站运营、云计算设备制造、互联网信息服务及电气安装等领域。经营范围一般项目包括软件开发；集中式快速充电站；云计算设备制造；数字技术服务；物联网技术服务；物联网应用服务；物联网技术研发；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；信息系统集成服</p>					

务；特种作业人员安全技术培训；智能无人飞行器销售等。许可项目包括互联网信息服务；电气安装服务；建设工程施工；发电业务、输电业务、供（配）电业务；供电业务；通用航空服务等。公司营业执照详见附件 1。

1.2 项目由来

由于耐张夹等金具长时间工作会产生内部老化、裂痕等风险因素，为保证输电线路安全运行，满足电网系统电网架空线路野外探伤检测业务的需要，建立更加专业的无人机服务团队，提供无人机维保及检测等服务，提升野外作业效率，吉林省思极科技有限公司拟应用 3 台（两用一备）XRS-3 脉冲式 X 射线探伤装置对架空输电线路进行无损检测，无人机 X 射线探伤装置数字成像技术拥有检测效率高、灵敏度高、检测成本低、效果直观等优点，具有很强的灵活性和便携性，对保障电网安全运行具有重要意义。

根据《射线装置分类》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日修订）中相关规定，本项目拟使用的 3 台（两用一备）脉冲式 X 射线探伤机均属于 II 类射线装置，本次采购 60° XRS-3 脉冲式 X 射线探伤机 2 台，40° XRS-3 脉冲式 X 射线探伤机 1 台。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》本项目须依法履行环评手续，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中有关规定，可知本项目应进行环境影响报告表的编制。受吉林省思极科技有限公司的委托，吉林省泽盛科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。

1.3 项目性质

新建。

1.4 建设规模

本项目拟应用 3 台（两用一备）脉冲式 X 射线探伤机，在野外进行现场探伤作业。

脉冲式 X 射线探伤机用于野外无损现场探伤检测，检测对象为高压线耐张夹等金具，其厚度为 6-25mm，材质为钢。项目规模情况详见表 1-1。

表 1-1 脉冲式 X 射线探伤机规模一览表

序号	设备名称	型号	类型（定向式/周向式）	数量	最大管电压（kV）	管电流（mA）	受检材料厚度（mm）	年最大工作负荷
1	脉冲式 X 射线探伤机	XRS-3	定向	3	270	677000 （最大） 0.25 （平均）	6-25 （钢）	单台 3750 次/a

公司在开展 X 射线现场探伤时，工作人员根据待检测的工件厚度和材质，选择合适的曝光条件，正常工况下运行时，主射线方向为耐张夹等金具。

表 1-2 探伤工件尺寸及材质一览表

受检材料	材质	厚度
耐张夹等金具	钢材	6-25mm

1.5 劳动定员和工作时间

本项目劳动定员 8 人，其中管理人员 2 人，探伤小组操作人员 6 人，其中操作人员分为两个探伤小组，每组设置 3 人，一名观察手，两名无人机操作员（为最小作业单元，不再分组），在野外进行探伤作业，每次仅控制一台脉冲式 X 射线探伤机进行出束。

野外现场探伤每年工作 50 周，每周工作 5d，每天最多曝光 15 个工件，单个脉冲出束时间为 25ns，单个工件 45-75 个脉冲，单个工件最大曝光时间为 1.875×10^{-5} s，本项目野外探伤日最大曝光时间为 2.813×10^{-4} s，周曝光时间为 1.41×10^{-3} s，年曝光时间按键时间为 7.03×10^{-2} s。

现场实际工作 15 次脉冲/秒，曝光工作时间一般为 3~5s，考虑实际照射过程存在试曝光及曝光次数调整的情况，工作时长以每个工件 20s 计，则每周工作时间为 5d，每台设备每周最大开机时间为 25min，每年约 50 个工作周，每组人员工作时间约为 20.8h/a。

1.6 脉冲式 X 射线探伤机存储室及周边情况

本项目为脉冲式 X 射线探伤机野外无损检测项目，不建设专用探伤室，项目是在野外开展无损探伤检测。本项目 X 射线探伤机在停用期间均存放于吉林省长春市朝阳区南湖街道南环城路 28 号思极科技有限公司 112 房间，其东侧为公司仓库，西侧为卫生间，储存室楼上房间及南侧走廊正对房间为办公室，房间正北侧为

吉林省送变电工程公司变电分公司及为国家电网充电站,项目所在建筑距离北侧卫星路社区 142m,距长春市第一实验东光学校 319m,距离东侧绿地中央广场 130m,距离东侧公园 159m,距离南侧新里中央公馆 102m,距离西侧吉春泉温泉度假酒店 176m,距离东北侧公园 160m。项目拟建储存室地理位置如附图 1 所示,平面布局如附图 2 所示。

1.7 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布),本项目 X 射线探伤装置属于国家鼓励类第十四项“机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”,符合国家的产业政策。

1.5 技术可行性及可靠性分析

本项目为使用无人机携带 X 射线探伤机对工作状态下输电线路线夹进行无损检测,该类型无损检测在新疆、湖北等地均已有运行实例,运行效果较好。无人机操作员均在取得民用无人驾驶航空器操控员执照后方可对无人机进行操作,无人机设置有故障悬停功能,且当通讯失灵或者发生故障时,脉冲式 X 射线探伤机停止照射并自动关机。此项技术已较为成熟,具有可行性及可靠性。

1.6 原有核技术利用许可情况

本项目为吉林省思极科技有限公司首个核技术应用项目,无其他核技术应用项目。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度(Bq)/活度(Bq)×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点
无							

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	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
无									

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
无										

(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	脉冲式X射线探伤机	II类	3 (两用一备)	XRS-3	270	667000 (最大) 0.25 (平均)	无损检测	野外探伤	定向

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
无								

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行，2014 年修订）； 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订施行）； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）； 4. 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日修改后施行）； 5. 《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，2005 年 12 月起施行，2019 年 3 月修订）； 6. 《吉林省生态环境保护条例》（2021 年 1 月 1 日实施）； 7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第 31 号令，2021 年 1 月 4 日修订）； 8. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 4 月 18 日环境保护部令第 18 号公布 自 2011 年 5 月 1 日起施行）； 9. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年 1 月 1 日起施行） 10. 《射线装置分类》（原环境保护总局、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日修订）； 11. 《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）。
<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； 2. 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； 3. 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 4. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 5. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； 6. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；

	<p>7 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014), 第 1 号修改单, 2017 年 10 月 27 日修改施行。</p> <p>8. 《中国环境天然放射性水平》(原国家环境保护局, 1995 年 10 月)。</p>
其他	<p>1. 吉林省泽盛科技有限公司与吉林省思极科技有限公司签订的技术咨询合同;</p> <p>2. 吉林省思极科技有限公司提供的与本项目有关的技术资料。</p> <p>3. 《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》(生态环境部第 57 号公告, 2019 年 12 月 24 日);</p> <p>4. 《吉林省生态环境厅关于核技术利用辐射安全与防护培训考核有关事项的通告》(吉林省生态环境厅, 2020 年 5 月 13 日);</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目的污染为 X 射线污染, 根据 X 射线的传播与距离相关的特性, 结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016) 的规定: 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(无实体边界项目视具体情况而定, 应不低于 100m 的范围), 根据第 11 章节环境影响分析确定的现场工作监督区的范围, 确定本项目的的评价范围为: 射线装置距离监督区边界的最大距离为 271m, 本项目取射线装置所在位置为中心外 300m 作为评价范围。

保护目标

本项目为在委托单位指定地点进行移动探伤监测工作, 作业现场为野外等空旷场地。本项目在实施现场探伤时, 可能受到辐射影响的人群有现场辐射工作人员及探伤现场周围公众等。因此本项目环境保护目标主要是现场辐射工作人员及探伤现场周围公众等。

表 7-1 本项目保护目标一览表

序号	保护目标名称	方位及最近距离	性质	规模	剂量约束值 (mSv/a)
1	辐射工作人员	探伤现场控制区边界外	辐射工作人员	3 人(一组)	5
2	周围公众	探伤现场监督区边界外	公众	流动人员	0.1

评价标准

1. 剂量限值

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

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

a)由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

第 B1.2.1 款，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；

2.剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）11.4.3.2 中规定：剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

本项目选取公众、工作人员评价标准如下：

公众：采用公众照射剂量限值的 10%为约束剂量，即 0.1mSv/a。

工作人员：采用年有效剂量限值的 25%为约束剂量，即 5mSv/a。

3.《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

(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。

(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。

a) 对于 X 射线探伤，如果每周实际开机时间高于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{100}{t} \dots\dots\dots (1)$$

式中： \dot{H} ——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——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 100Sv/μ周。

b) 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。

每个小组每周最多曝光 75 个工件，单个脉冲出束时间为 25ns，单个工件 45-75

个脉冲，单个工件最大曝光时间为 1.875×10^{-5} s，本项目野外探伤日最大曝光时间为 2.813×10^{-4} s，周曝光时间为 1.41×10^{-3} s，则辐射工作人员每周开机曝光时间不超过 5h，每年工作 50 周，则年开机曝光时间不超过 250h，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15.0 \mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，

(3) 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。

4.空气 γ 辐射剂量率

本项目脉冲式 X 射线探伤机存放场所位于长春市， γ 辐射剂量率本底水平参考原国家环境保护局《中国环境天然放射性水平》（1995 年 10 月）中吉林省、长春地区陆地及室内 γ 辐射剂量率，摘录列于表 7-2。

表 7-2 天然 γ 辐射剂量率范围 单位：nGy/h

地 市	陆地 γ 辐射剂量率范围	室内 γ 辐射剂量率范围
吉林省	18.9~128.6	30.8~208.6
长春地区	39.3~115.9	55.6~144.4

表 8 环境质量和辐射现状

1、环境质量现状调查

1.1 项目地理位置及场所

吉林省思极科技有限公司位于长春市净月开发区生态大街 3777 号长春净月明宇广场 A2-29-29293, 本项目 X 射线探伤机在停用期间均存放于吉林省长春市朝阳区南湖街道南环城路 28 号思极科技有限公司 112 房间, 其东侧为公司仓库, 西侧为卫生间, 储存室楼上房间及南侧走廊正对房间为办公室, 房间正北侧为吉林省送变电工程公司变电分公司及为国家电网充电站, 项目所在建筑距离北侧卫星路社区 142m, 距长春市第一实验东光学校 319m, 距离东侧离绿地中央广场 130m, 距离东侧公园 159m, 距离南侧新里中央公馆 102m, 距离西侧吉春泉温泉度假酒店 176m, 距离东北侧公园 160m。项目拟建储存室地理位置如附图 1 所示, 平面布局及周围环境如附图 2 所示。

1.2 辐射环境质量现状调查及评价

本项目于 2026 年 1 月 9 日对脉冲式 X 射线探伤机存放场所及周围环境进行了辐射环境现状监测。

1.3 监测内容

监测内容如下表所示。

表 8-1 γ 辐射环境剂量水平现状监测内容

评价对象	项目所在区域 γ 辐射剂量水平
监测因子	γ 辐射空气吸收剂量率。
监测点位	在项目所在区域及周围区域共布设 8 个监测点位
仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
仪器型号	BH3103B
检定证书	中国计量科学研究院 (检定证书编号: GY25U-QW714022) 有效期: 2025 年 9 月 1 日~2026 年 8 月 31 日
监测规范	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)

1.4 质量保证措施

(1) 合理布设监测点位, 保证各监测点位布设的科学性和可比性。

(2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

(3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

(4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。

(5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

(6) 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。

1.5 监测时间

2026年1月9日，天气情况满足测量仪器使用要求。

1.6 测量方法

测量时仪器探头放在支架上，探头灵敏体距地面1m高，每个测点连续测10个数值，每个数值的时间间隔为10秒。

1.7. γ 辐射剂量水平现状调查结果

本项目所在区域 γ 辐射剂量率统计结果详见表8-2（统计数值均已扣除宇宙射线响应值）。

表 8-2 γ 辐射剂量率（已扣除仪器宇宙射线响应值）

序号	点位描述	监测数值 (nGy/h)
1	拟建储存室位置	107.6
2	拟建储存室室内东侧	105.3
3	拟建储存室室内西侧	114.9
4	拟建储存室室内南侧	106.0
5	拟建储存室位置上方	100.8
6	拟建储存室室外北侧	99.0
7	陆地环境	87.7
8	陆地环境	85.8

1.8 环境现状评价

由表8-2中监测数值可以看出，本项目所在区域陆地 γ 辐射剂量率为

85.7nGy/h~99.0nGy/h, 室内 γ 辐射剂量率范围为 100.8nGy/h~114.9nGy/h, 与长春地区陆地及室内 γ 辐射剂量率变化范围相对比, 属于正常本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析：

本项目拟应用的 3 台脉冲式 X 射线探伤机，属于 II 类射线装置。

1.探伤设备组成

本项目探伤装置包含 1 台脉冲式 X 射线探伤机和 1 个平板探测器，利用 2 台无人机分别将脉冲式 X 射线探伤机和平板探测器运送至高压架空输电线路两侧对线夹进行无损探伤检测，通过传输系统将影像传输至地面控制终端及图像数据处理工作站。本项目探伤装置主要由脉冲式 X 射线探伤机（含 X 射线管）、电池、X 光成像板、监视相机、远程控制模块、传输系统、地面控制终端及图像数据处理工作站等组成，脉冲式 X 射线探伤机和专用无人机外观见图 9-1，主要技术参数见表 9-1。



图 9-1 脉冲式 X 射线探伤机

图 9-2 无人机

表 9-1 本项目使用的脉冲式 X 射线探伤机技术参数

设备型号	数量	出束角度	照射方向	最大管电压 (kV)	管电流 (mA)	每次最大曝光时间	每周工作天数 (d)	探测厚度 (mm)	应用场所
XRS-3	1 台	40°	水平	270	667000 (最大) 0.25 (平均)	25ns	5	6-25 钢	野外探伤
XRS-3	2 台	60°	水平	270	667000 (最大) 0.25 (平均)	25ns	5	6-25 钢	野外探伤

XRS-3 脉冲式 X 射线探伤机分为射线角 40° 和射线角 60° 两种型号，两种探伤机仅射线角度有区别，其余参数一致，60° 出束角的 XRS-3 脉冲式 X 射线探伤机主要应用于现场环境狭小，操作空间较小的情况，更大的出束角度可以获得更大的射

野面积，用以应对狭小空间照射不能完全覆盖工件的情况，本次采购 60° XRS-3 脉冲式 X 射线探伤机 2 台，40° XRS-3 脉冲式 X 射线探伤机 1 台。

表 9-2 设备组成一览表

序号	设备	数量	型号	规格
1	脉冲式 X 射线探伤机	3 台（两用一备）	美国 Golden XRS-3 型	31.8mm×11.5mm×10mm
2	X 光成像板	3 台	美国 Golden	300mm×200mm
3	监视相机	3 台	大疆	/
4	无人机	6 台	大疆 Matrice400	980mm×760mm×480mm
5	远程控制模块	3 套	/	/
6	传输系统	3 套	/	/
7	地面控制终端	3 台	/	/
	图像数据处理工作站	3 台	电脑	/

2.探伤原理

脉冲式 X 射线探伤机仅采用水平照射方式，工作时产生的 X 射线经准直后照射至待检工件，穿过物体后的射线强度因内部缺陷或结构差异发生衰减，由平板探测器接收并转换为数字信号，通过无线传输系统将图像数据实时传送至地面控制终端。操作人员在安全区域利用图像数据处理工作站对成像结果进行分析判断，实现对高压输电线路夹焊接质量的快速评估与定位。整个检测过程无需人员登高作业，显著降低了辐射受照风险与高空作业安全隐患。



图 9-3 XRS3 型脉冲式 X 射线机外形示意图

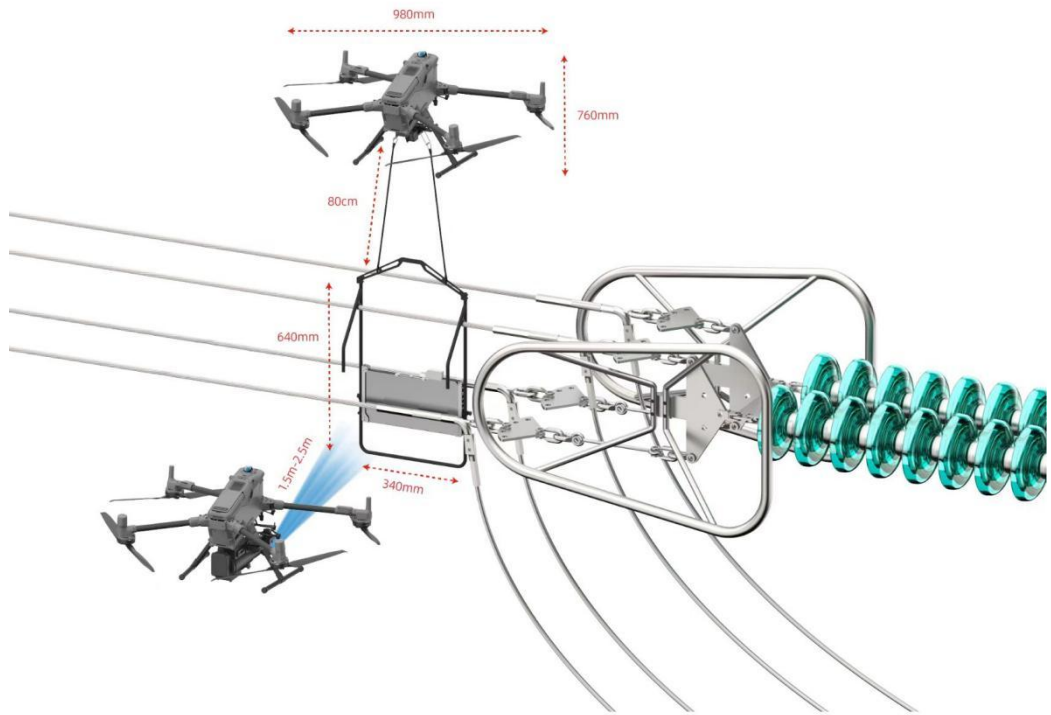


图 9-4 无人机探伤原理

本项目 X 射线探伤机属于脉冲式 X 射线机。脉冲 X 射线机是利用高压纳秒脉冲，加到冷阴极 X 射线管上产生 X 射线。本项目脉冲式 X 射线探伤机的核心部件就是冷阴极 X 射线管，是一个内真空的玻璃管，它由阴极、阳极和绝缘体三部分组成。只要在阴、阳极间加上脉冲高压，就能引起阴极等离子体场发射，产生大量电子，在电场作用下打到阳极上产生 X 射线，在纳秒脉冲高压下，绝缘体和真空的电场强度有很大提高，从而使 X 射线管可以做的很小。

脉冲式 X 射线探伤机的核心部件是 X 射线管，X 射线管是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生大量 X 射线。X 射线管结构图见图 9-5。

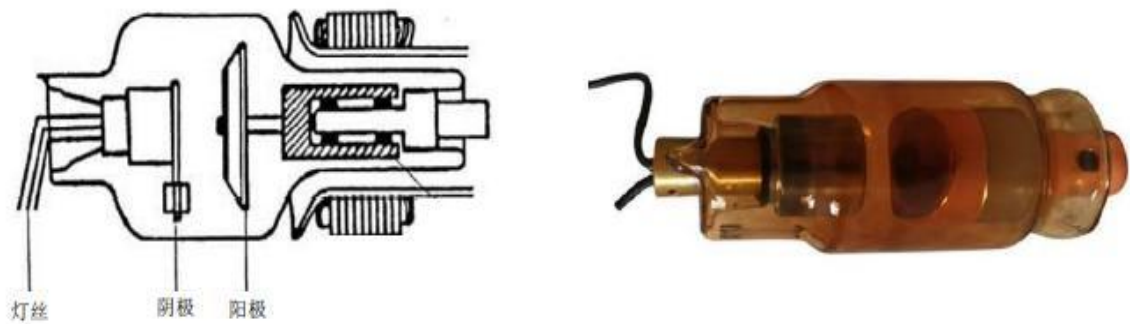


图 9-5 典型 X 射线管结构

本项目拟采用实时成像技术，采用图像数据处理工作站进行远距离读取影像，不进行洗片操作。

在 X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，透射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至监视器，在监视器上实时显示，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构等进行判别。

3.工艺流程

现场探伤的作业流程如图 9-6 所示。

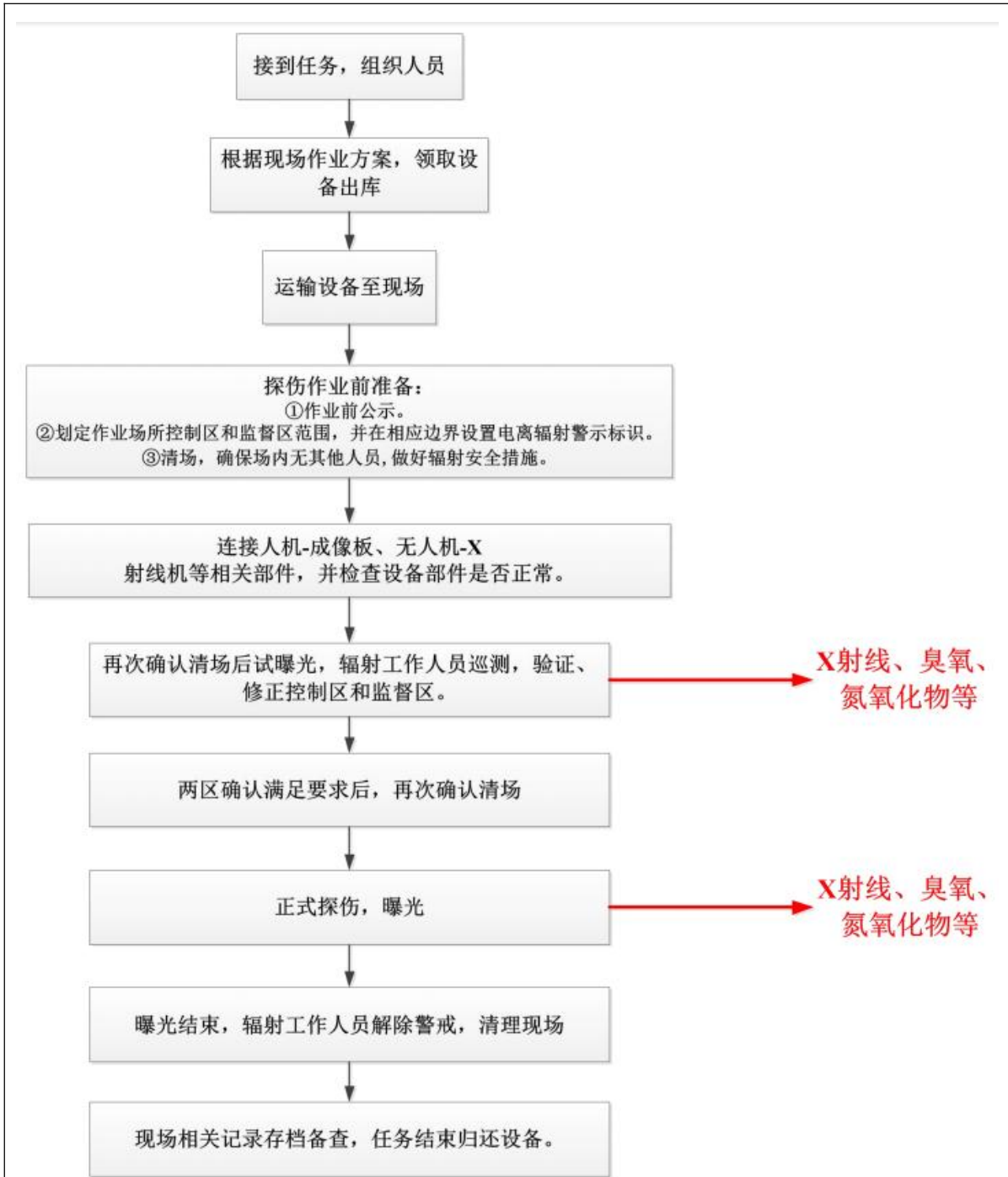


图 9-6 脉冲式 X 射线探伤机野外陆地探伤作业流程图

4.操作流程

4.1 设备出库

接受委托，根据检测对象，确定探伤工艺，根据检测对象厚度，确定脉冲式 X 射线探伤机工作参数和曝光时间。

根据设备出入管理制度，工作人员持任务单，打开库房，在出入库台账上登记，经过库房管理员检测确认后，领取设备。

运输：本项目主要在吉林省范围内开展野外探伤，不在城市建成区内开展探伤作业，作业区域远离居民区，一般当天进行往返，若出现无法返回的情况，脉冲式 X 射线探伤机存放于专用的保险箱内，保险箱设置安全警示标识，由辐射工作人员随身携带，电池与设备必须分开存放，保证设备完全断电，并由 2 名辐射工作人员进行监管。设备运输过程中，采用专用车辆运输设备至探伤地点，两名辐射工作人员随车押运。

4.2 现场探伤

(1) 现场探伤工作之前，辐射工作人员应事先开具探伤作业票；对被检单位的检测现场工作环境进行评估，评估内容包含天气、风速等，现场环境不满足探伤条件时取消探伤计划；建设单位拟严格按照作业指导书的要求对现场进行评估；

(2) 划定工作区域，

①设备检查；

②脉冲式 X 射线探伤机需要标记；

③所有人员撤离至控制区外。

(3) 向建设单位及附近 300m 范围内居民发布 X 射线探伤通知，告知探伤时间、范围。

(4) 在预定时间清场、设立警戒区及警示标志，根据理论估算结果和经验初步划定控制区和监督区边界，悬挂警示标志。把作业场所中周围剂量当量率大于 15.0 μ 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 μ 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，必须设专人警戒。

(5) 对探伤现场进行清场，确保场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，将脉冲式 X 射线探伤机安装固定在一台无人机上，无人机与脉冲式 X 射线探伤机以传输线连接；将实时成像板悬挂于另一台上，实时成像板与地面控制终端具有远程通信功能，遥控器为无人机遥控器，通过厂家开发的软件对无人机及脉冲式 X 射线探伤进行连接，连接方式见图 9-7。

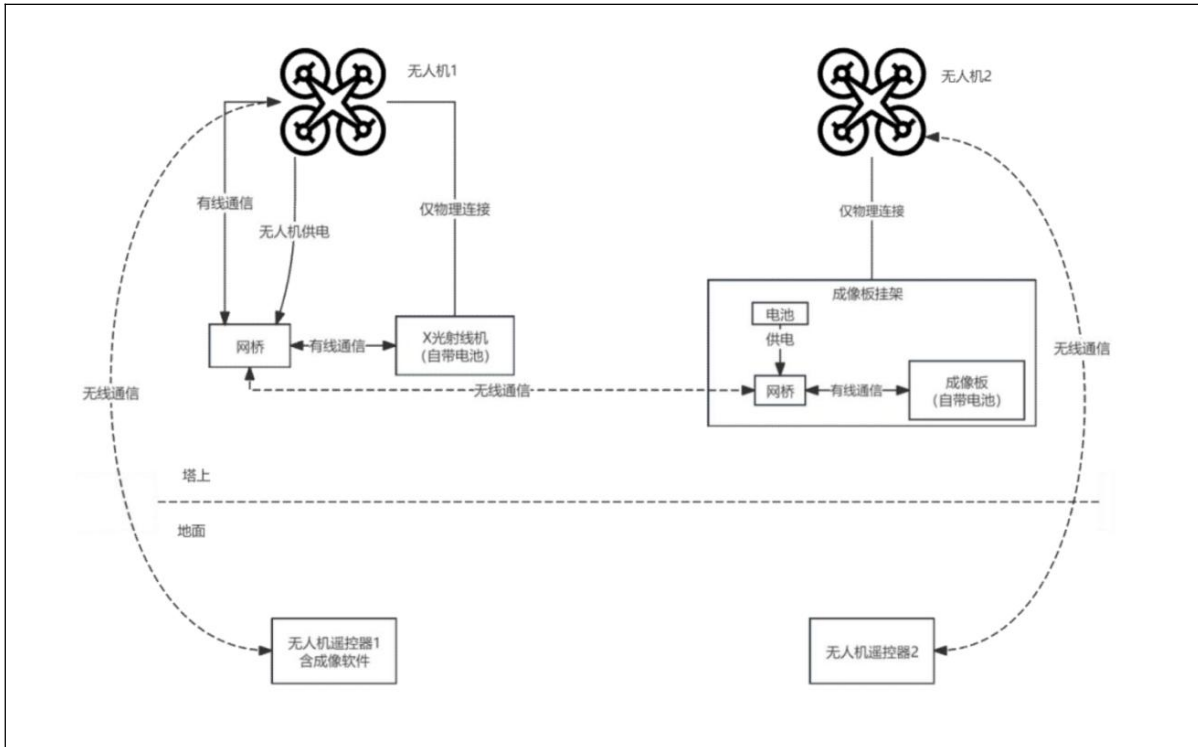


图 9-7 设备连接示意图

建设单位的无人机 X 光探伤装置遥控器面板中成像软件能明显看到现场情况、X 射线机连接状态、X 射线机电量、X 射线机距离工件间距离，以及脉冲数、俯仰角度参数选择。如图 9-4 所示。

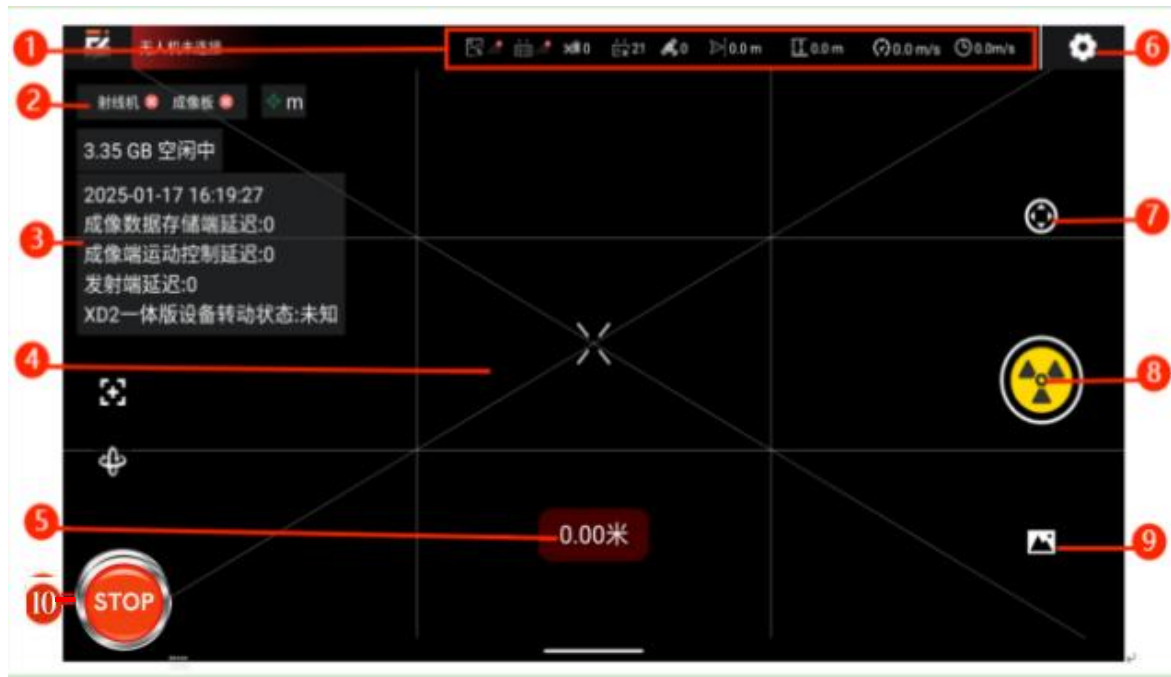


图 9-8 探伤操作界面

表 9-3 操作页面明细表

序号	名称	作用
1	无人机状态信息	观察无人机图传、电量、速度、风速等
2	射线机、成像板状信息	观察成像板与射线机连接是否正常
3	本地存储状态信息	检测本地存储板状态
4	无人机画面视角	无人机云台画面与 FPV 画面
5	激光测距视图	判断射线机与成像板的距离
6	设置	包括调整射线机的脉冲次数、无人机设置等
7	功能按键	可以控制设备行走以及成像板上下移动功能
8	射线机发射按钮	对预设好的探伤机发出发射脉冲指令
9	相册	存储缺陷照片
10	紧急停止出束	可立即停止 X 射线出束

(6) 本项目曝光采用延时曝光的方式，即辐射工作人员利用无人机将脉冲式 X 射线探伤机和实时成像板运送至待测线夹两侧并处于同一水平位置，无人机保持悬停，而后设定好脉冲次数及延时曝光时间，探伤机工作人员发送曝光指令，探伤机接收曝光指令后开始延时倒计时，倒计时归零时探伤机开始曝光，达到预设曝光次数，曝光结束。试曝光工作过程中，1 名工作人员通过无线遥控装置向无人机发送曝光指令，无人机将曝光指令传输至脉冲式 X 射线探伤机，脉冲式 X 射线探伤机开始试曝光，另 1 名辐射工作人员携带辐射巡检仪进行检测并重新确定控制区、监督区边界。布置好相关辐射安全设施后开始进行无损检测。试曝光及曝光过程中 X 射线管会产生 X 射线污染，同时 X 射线将使周围空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

(7) 达到预定照射时间和曝光量后，脉冲式 X 射线探伤机将自动停止曝光，实时成像板将图像传输至地面控制终端及图像数据处理工作站。工作人员携带个人剂量报警仪和巡测仪进行监测，确定探伤机停止曝光后，在检测记录上签字。回收无人机，将脉冲式 X 射线探伤机和实时成像板从无人机分离并进行检查，确认设备处于关闭状态后，工作人员解除警戒并离场。

(8) 观看成像并分析，判断线夹是否有损伤，出具检测报告。

4.3 设备入库

探伤结束后，使用便携式 X-γ 剂量率仪确认 X 射线发生器已关闭，工作人员收起设备、撤除警戒，设备运回并入库，并在出入库台账上登记。

污染源项描述

1.污染源分析

1.1 X 射线

脉冲式 X 射线探伤机电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时产生轫致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。这种 X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的脉冲式 X 射线探伤机在关机状态下不产生 X 射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线为本项目的主要污染因子。

1.2 废气

脉冲式 X 射线探伤机产生的 X 射线使空气电离，会产生少量 O_3 和 NO_x ，因此本项目脉冲式 X 射线探伤机在正常运行时会产生一定量的 O_3 和 NO_x 。但是由于本项目的特殊性，均为野外现场探伤，产生的 O_3 在常温下很快转化成 O_2 ， NO_x 产量较少，对环境影响极小。

1.3 固体废物/废液

本项目所使用的脉冲式 X 射线探伤机现场采用直接数字化 X 射线摄影系统（DR），不涉及洗片过程，因此不涉及固体废物/废液。

2 污染途径分析

2.1. 正常工况

由脉冲式 X 射线探伤机工作原理可知，X 射线管只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对装置周围的工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线管在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物，其辐射类型包括：

（1）有用线束

X 射线装置发出的用于工件检测的辐射束，又称主射线，根据建设单位提供的资料，本项目 XRS-3 探伤机 X 射线机最大工作循环为每 4 分钟 200 个脉冲，每脉冲 X 射线剂量（装置前方 12 英寸）最大为 4.3mR（12 英寸约为 30cm）。

由 $1R=2.58 \times 10^{-4} C \cdot kg^{-1}$ ， $1Gy=1J/kg$ ， $W/e=33.97J/C$ （原照射量计量单位，定义为 $0^\circ C$ ，760mmHg 条件下 $1cm^3$ 空气造成 $3.3364E-10$ 库伦（C）的正负离子辐射强度计量单位，可根据国际单位制换算为法定单位），推导 $1R=2.58 \times 10^{-4} C \cdot kg^{-1} \times$

$33.97\text{J/C}=8.76\times 10^{-3}\text{J/kg}=8.76\times 10^{-3}\text{Gy}=8.76\text{mGy}$ ，则得出 4.3mR 约为 $37.668\ \mu\text{Gy}$ ，由于本项目为脉冲式 X 射线探伤机，每秒 15 次脉冲，故在探伤机射线源 1m 处平均剂量当量率为 $37.668\times 15\times 3600\times 0.3^2/1^2\approx 1.83\times 10^5\ \mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 漏射线

根据厂家提供的资料，XRS-3 探伤机 X 射线机每秒 15 次脉冲，50 次脉冲侧向泄漏辐射（装置外壳 12 英寸处最大值）为 5mR（12 英寸约为 30cm），得到本项目 X 射线球管距辐射源点（靶点）1m 处的平均泄漏辐射剂量当量率为 $5\times 8.76\times 3600\times 15/50\times (0.3^2/1^2)=4.26\times 10^3\ \mu\text{Sv/h}$ ，保守考虑选取侧向漏射剂量作为本项目泄漏辐射剂量。

(3) 散射线

当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面的散射辐射。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，可得本项目 XRS-3 探伤机 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 200kV。

2.2 事故工况

指本项目射线装置的运行、操作人员的操作等方面出现差错从而导致不可预见事故的发生，发生事故工况主要有以下几种：

(1) 无关人员意外闯入现场探伤作业区域或操作人员尚未离开探伤作业区域造成意外辐射。

(2) 未分区管理，脉冲式 X 射线探伤机在照射状态，作业现场未划分控制区、监督区或划分不准确，现场未设置警戒线，人员误入控制区，从而受到意外辐射照射。

(3) 人为故意引起的照射。

3.照射角度选取

本项目 X 射线探伤机照射方向调整为水平向上，向上可以调整 0-30 度，降低对地面环境的影响。

4.源强分析和参数

本项目 XRS-3 脉冲式探伤装置的最大管电压、最大管电流、有用线束角度、滤过条件、脉冲率、最大脉冲剂量、单次最大发射脉冲数、距辐射源 1m 处剂量率、距离辐射源 1m 处的泄漏剂量率等由设备厂家提供，该设备源强有关数据见表 9-4，参

数证明文件见附件 2。

表 9-4 探伤装置源项参数

项目	技术参数
型号	XRS-3
最大管电压	270kV
平均电流	0.25mA
最大管电流	667A ¹
最大脉冲率	3000 脉冲/h
距辐射源 0.305m 处的输出剂量	2.0~4.3mR/脉冲
有用线束角	60° /40°
滤过条件	1.5mmCu
距辐射源 1m 处的平均输出剂量率	$1.83 \times 10^5 \mu\text{Sv/h}$
距辐射源 1m 处的平均泄漏剂量率	$4.26 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

注：

1.根据设备厂界提供数据。

表 10 辐射安全与防护

辐射防护原则

辐射防护的目的是为了防止发生对健康有害的确定性效应，并将随机效应的发生率降至可以接受的水平。为了达到这一目的，必须遵从以下辐射防护原则。

1.实践的正当性

对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施后，无论对工作效率的提升，还是对安全隐患的降低，其所形成的正面效益远大于其危害，因此本项目的实施符合辐射防护“实践的正当性”要求。

2.防护的最优化

在辐射实践中所使用的辐射源（包括射线装置）所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束的前提下，在充分考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平。

本项目采取合理的分区管理、警示标志和指示灯等安全防护措施，可以使个人受照剂量的大小、受照的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平，因此，本项目符合防护与安全最优化的原则。

3.剂量限值和潜在照射危害限值

由于利益和代价在人类群体中分配的 inconsistency，虽然辐射实践满足了正当性要求，防护与安全亦达到了最优化，但还不一定能够对每个人提供足够的防护。因此，必须对个人受到的正常照射加以限制，以保证来自各项得到批准辐射实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过国家标准中规定的相应剂量限值。

为控制辐射工作人员及公众所受照射剂量在尽可能低的水平，本项目在环境影响评价过程中采用较为严格的标准，对职业人员的职业照射，取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值的四分之一即 5mSv 作为本项目管理限值，对公众中有关关键人群组的成员，取 10%即 0.1mSv 作为管理限值，符合剂量限值和潜在照射危害限值的原则。

项目安全设施

1.设备存放安全措施

本项目 X 射线探伤设备停用期间均存放于吉林省长春市朝阳区南湖街道南环城路 28 号 112 号房间。室内不设置插座插排等接电方式，所有线路应为暗线或不留线，脉冲式 X 射线探伤机与电源分开存放；门应使用防盗门且双锁，钥匙由专人（双人）保管；室外应安装监控设备，监控范围应覆盖进储存室出口；储存室入口应有明显的警示标志；严禁在储存室内对探伤设备进行调试及维修；建立台账，探伤设备出入需登记。

本项目主要在吉林省范围内开展野外探伤，不在城市建成区内开展探伤作业，作业区域远离居民区，一般当天进行往返，若出现无法返回的情况，探伤设备存放于专用的保险箱内，保险箱设置安全警示标识，由辐射工作人员随身携带，电池与设备必须分开存放，保证设备完全断电，并由 2 名辐射工作人员进行监管。设备运输过程中，两名辐射工作人员随车押运，所有辐射工作人员均须进行核技术利用辐射安全与防护考核，并取得合格的成绩报告单。

设备存放期间均不允许开机调试，在存放位置张贴醒目的警示语句。

2.探伤现场防护措施

2.1 分区管理

公司在开展 X 射线现场探伤作业时，根据现场条件、工件参数、出束方向等，初步确定控制区和监督区范围，再进行现场试曝光，检测控制区和监督区边界剂量率水平，确认边界设置是否正确，必要时根据监测情况进行调整；同时测量控制台位置辐射剂量率水平，确保控制台设置合理。

控制区：本项目 X 射线探伤机每组人员每周实际开机时间为 5h，不高于 7h，依据《工业探伤放射防护标准》GBZ 117—2022 第 7 条移动式探伤的放射防护要求，采用 15 μ Sv/h 作为控制区管理要求。

本项目 X 射线探伤设备在现场探伤之前，探伤工作人员使用便携式剂量仪把作业场所中周围剂量当量率大于 15.0 μ Sv/h 的区域划为控制区，控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌；

监督区：将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的区域划为

监督区，并在监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，并设专人警戒。

1) 控制区管理措施：

作业场所中剂量率大于 $15 \mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，现场工作前分区需根据理论计算（见第 11 章节环境影响分析内容），进行初步划分，试运行测量阶段需要使用便携式辐射剂量仪对现场进行测量，并根据测量情况进行准确划分。

①控制区要求用红色警戒线围住，周围张贴“禁止进入射线工作区”的警告牌及电离辐射标志；

②在控制区边界设立相应的警告牌，若控制区范围较大或者有实体物体遮挡导致控制区内部分区域不在工作人员视野范围内，应安排人员进行巡查。探伤时必须在控制区边界设立灯光警示和相应的警告牌，控制区范围内应有良好的照明。

③工作人员操作位应位于控制区外，射线装置工作期间在控制区内不可同时进行其他工作，不能有人员居留。

④应采取适当的屏蔽措施，如利用场地墙体屏蔽等方式，使控制区尽可能小且范围适度。

⑤工作期间还应对控制区外代表点的周围剂量当量率进行监测，主射束的方向发生改变时如有必要应调整控制区的边界。

2) 监督区管理措施：

作业场所中控制区边界外剂量率大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为监督区，现场工作前分区需根据理论计算值（见第 11 章节环境影响分析内容）进行初步划分，试运行测量阶段需要使用便携式辐射剂量率仪对现场进行测量，并根据测量情况进行准确划分。

①监督区边缘设置黄色警戒线，悬挂“无关人员禁止入内”的警告牌及电离辐射标志；现场工作期间安排人员在监督区外巡视。

②必须在监督区边界设立相应的警告牌。

③现场作业时，每名辐射工作人员均应配备个人剂量计及个人剂量报警仪。每次进行探伤前，操作人员应检查探伤装置和无人机的连接状态、设备电量等性能。

④探伤作业班组应至少配备 1 台便携式 X- γ 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。

⑤探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，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。

建设单位应尽量避免在人群密集区和居民区等敏感点进行探伤工作，应使探伤装置的有用线束方向避开最近的敏感点，同时使其他敏感点也处于监督区范围之外。划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外，在监督区边缘设置警戒线，出束期间安排人员在监督区外巡视，防止无关人员进入监督区，禁止人员进入控制区，引起不必要的意外照射。当探伤装置的位置及射束方向发生变化时需要重新划定控制区与监督区，重新测量控制区和监督区实际的剂量当量率，并记录。达到预定脉冲数和曝光量后设备自动停止出束。现场工作期间应对现场辐射安全进行管理，不定时巡查监督区边界情况，防止无关人员逗留。现场工作结束后，必须用剂量率监测仪（便携式）进行监测，巡测人员应佩戴个人剂量报警仪，确定探伤装置关机并收回后携带探伤装置离开现场。

3.辐射安全和防护、环保相关设施及其功能

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中要求，对本项目提出以下辐射安全防护措施：

（1）工作前检查项目应包括：

- ①脉冲式 X 射线探伤机外观是否完好；
- ②安全连锁是否正常工作；
- ③报警设备和警示灯是否正常运行；

（2）X 射线作业前准备

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和调查，以保证实现安全操作。评估、调查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、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）。

②根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台脉冲式 X 射线探伤机至少应配备两名专职工作人员。本项目辐射工作人员 6 人，分两组，每组一名观察手，两名无人机操作员。现场探伤作业

每次只控制 1 台脉冲式 X 射线探伤机出束工作，可确保探伤现场有充足的人员进行控制探伤机和进行“两区”边界巡查，有专人负责现场警戒。

③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。

④脉冲式探伤机野外探伤作业前，针对探伤地点、与居民区相对位置关系及距离等内容提前向作业场所所在地环保局报备。

(3) 个人剂量及防护用品

为保证探伤工作人员不受电离辐射损伤，工作人员应严守射线装置操作规程，佩戴个人剂量计，每三个月进行检测。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）中要求，在操作射线装置时正确佩戴个人剂量计，并将个人剂量显示结果存入工作人员健康档案，并终生保存。

(4) 警示信号装置与电离辐射标志

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求，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。

警示信号指示装置由现场人员巡检人员控制，曝光前警示灯亮起同时开启声音提示装置。

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。

应在监督区边界醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。电离辐射警告标志如图 10-1 所示：



图 10-1 电离辐射标志

(5) 现场作业的边界巡查与监测

①开始现场探伤之前，探伤工作人员必须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。

②根据本报告环境影响预测章节，控制区最大范围为 111m，范围较小，若无遮挡物，均可以观察到；项目劳动定员 6 人，每次只控制 1 台脉冲式 X 射线探伤机出束工作，可安排足够的人员巡查存在遮挡物不能观察到某些地方。

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。

④开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X- γ 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- 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。每次只控制 1 台脉冲式 X 射线探伤机出束工作，因此建设单位拟购置 2 台便携式剂量仪。

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- γ 剂量率仪，两者均应使用。建设单位拟配备 6 个人剂量报警仪。现场探伤期间，工作人员都必须佩戴个人剂量计、直读剂量报警仪。

⑥进行现场探伤时,通过巡测确定控制区和监督区。

⑦当脉冲式 X 射线探伤机、探伤场所、被检物体(材料、规格、形状)、照射方向、屏蔽等条件发生变化时,均需要重新进行巡测,确定新的划区界线。

⑧在工作状态下检测操作位置,确保操作位置的辐射水平低于 15 μ Sv/h。

⑨在工作状态下检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率,确保控制区边界周围剂量当量率低于 15 μ Sv/h, 监督区边界周围剂量当量率 2.5 μ Sv/h。

⑩脉冲式 X 射线探伤机停止工作时,必须检测操作者所在位置的辐射水平,以确认脉冲式 X 射线探伤机确已停止工作, 操作人员方可做其他活动, 以保证操作人员安全。

(6) X 射线现场探伤作业安全操作要求

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, 做定向照射时应保持照射方向水平, 选择最佳的设备布置, 并采取适当的防护措施, 具体措施如下:

①充分评估现场环境, 选取最佳的设备布置方式, 减小控制区和监督区的范围, 从而对现场进行更好的管控。

②操作人员位于控制区外操作射线装置;

③本项目每次照射前, 均需要确认射线发生器与成像板是否固定在安装支架对应的卡槽中, 如果位置不正确则不得进行安装支架的吊装。

④辐射工作人员监督区通过控制台控制出束时, 现场管理员应通过对讲机等多次确认现场人员已全部撤离, 方可向操作人员下达出束指令。

⑤脉冲式 X 射线探伤机设备出束过程中如果出现异常, 操作人员应在控制台确定脉冲式 X 射线探伤机停止出束后, 并携带便携式剂量率仪向划定的控制区缓慢行进, 如果行进过程中便携式剂量仪出现剂量异常报警, 应立即停止行进并向管理员报告。

⑦无人机设置电子围栏, 防止无人机飞出探伤区域。

(7) 时间防护

①熟练操作: 本项目辐射工作人员上岗前均需通过生态环境部培训平台报名并参加考核, 成绩合格后方可上岗。必须熟悉现场探伤操作规程, 探伤人员熟练操作可尽可能地缩短照射时间, 减少重复照射的几率。每次探伤作业前, 辐射工作人员均提前制定探伤计划, 做好充分准备, 操作时力求熟练、迅速。如果工作量大, 工作人员应采取轮流、替换的办法, 严格限制每个人的操作时间, 将每个人所受照的剂量控制在规定的限值以内。

②优化曝光时间：在保证探伤质量的前提下，根据实际要求制定最优的探伤方案，选择合理的方案尽量缩短出束时间，减少工作人员和公众的照射时间。

(8) 照射方向选取

①充分评估现场环境，尽量利用现场的实体屏障作为分区边界，从而对现场进行更好的管控。通过无人机巡视、卫星地图等方式勘查周围环境，确保监督区内不会有公园、学校、住宅、办公区等人员密集场所。

②射线发生器固定在安装支架上，确保探伤过程采取水平照射的方式。

(9) 设备安全措施

本项目的脉冲式 X 射线探伤机设有安全联锁功能，所有安全设施均设置了联锁回路。主电源开关打开、急停按钮复位、探伤机警示灯正常、电源指示灯正常位于脉冲式 X 射线探伤机上，要求主电源开关打开、急停按钮复位、警示灯正常、电源指示灯正常等全部安全联锁设施全部生效的情况下射线装置才能启动，才能正常出束，一旦其中有一道设施未到位射线装置不能启动。X 射线出束期间，任何一道安全设施触发或者发生故障，X 射线立即切断出束。

在作业过程中，探伤机通过控制作业区、探伤距离限制、设备急停等措施保证作业过程辐射安全。

1) 脉冲 X 射线探伤机开机后在控制台设置作业区域，设置电子围栏，作业区域以检测工件为中心，指定工件所在位置坐标、指定高差范围后方可进行出束。无人机只能在作业区域内进行作业，未划定作业区域无人机无法出束。

2) 探伤机设有激光测距设备，通过激光测量探伤机与成像板之间的距离，当距离在 0~3m 范围内时，高差不超过 0.2m，遥控界面左上角探伤机与成像板后状态有红色变为绿色，无人机方能正常出束，测量距离超出三米时，无人机无法出束。

4) 成像软件设置有安全联锁，只有 PSDK、MOP、成像板、X 射线机显示已连接设备才具备出束条件，且设备出束前有二次确认提示。以上任一状态未成功连接则设备无法出束。

5) 脉冲 X 光探伤机设有安全指示灯和声音提示装置，当设备出束时指示灯亮起同时发出声音提示（爆鸣且伴随有规律的、急促的“滴滴”声），当探伤装置

停止出束时，指示灯熄灭，停止报警。

6) 经厂家试验，自出束起至休息状态结束持续时间为 4 分钟，脉冲 X 射线探伤机 4 分钟最多出束次数为 200 个脉冲，200 个脉冲可集中在 14 秒内一次性发射完，也可以等时间间隔均匀发射，而后探伤机由于后台限制进入休息状态，休息状态无法出束，休息状态结束后方可进入下一个四分钟循环正常出束，本项目计算考虑等时间间隔均匀,发射每分钟 50 个脉冲，进行计算。

7) 探伤机出束可以调整仰俯角角度，X 射线探伤机照射方向调整为水平向上，向上可以调整 0-30 度，进而避开人员密集区域，降低对地面环境的影响，。

8) 若出现探伤机持续出束情况，通过遥控界面急停按钮发出急停信号，探伤机随即停止出束。

9) 本项目配套的辅助设施有安装支架、监控无人机、载重无人机。其中安装支架设置了自锁限位卡扣和射线发生器安装盒等安全设施:当载重无人机将安装支架吊装至指定位置后，卡扣会自动锁止，防止安装支架的偏移和走位，射线发生器安装盒设置了安全锁，射线发生器安装在里面后进行上锁，可以防止射线发生器在吊装、出束过程发生倾倒；监控无人机设置了监控摄像头，可以对安装支架位置、出束过程以及现场地面等进行实时监控；载重无人机设置了精准导航与避障系统，可以快速定位至需要进行电网需要进行探伤的位置，并且可以有效避开飞行过程中的障碍物，防止带有射线发生器的安装支架发生碰撞导致倾倒，一旦出现无人机信号消失，无人机将自动悬停，安全联锁装置示意图详见图 10-2。

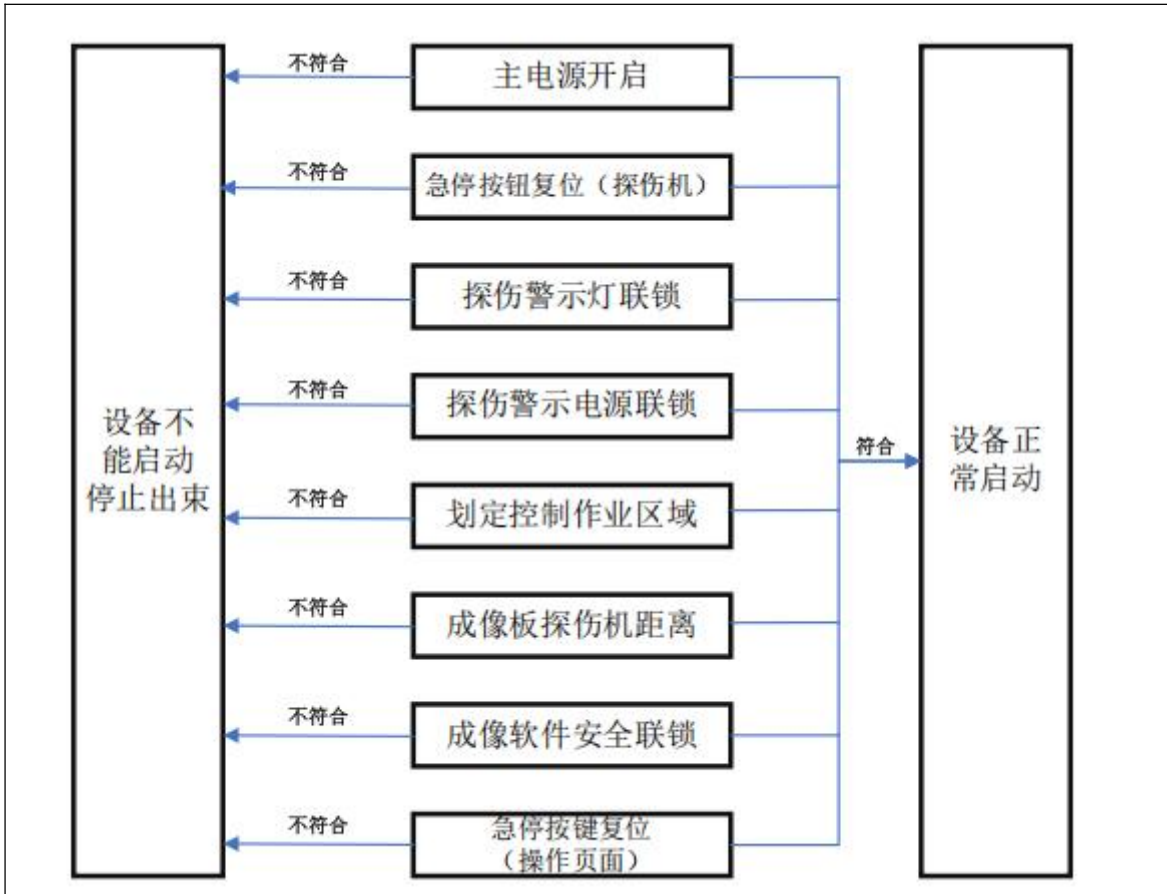


图 10-2 安全联锁装置示意图

(10) 检测仪器和安防用品

建设单位拟为现场探伤的辐射工作人员每人配备 1 个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人剂量报警仪工作期间保持开机状态，个人剂量计定期送检。个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，辐射剂量响应时间不应大于 25ns，个人剂量报警仪将设置剂量率阈值(15 μ Sv/h)与剂量值（100 μ Sv），可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即停止工作，同时阻止其他人进入探伤工作区域，并立即向辐射工作负责人报告。当累积剂量超过剂量阈值时，辐射工作人员本周内不得继续从事探伤工作。

建设单位拟配备 1 台便携式剂量率仪用于现场辐射监测，使用便携式剂量率仪对现场探伤监督区和控制区边界周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。便携式剂量率仪在现场探伤工作期间保持开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

建设单位拟为现场探伤配备警戒绳、警示灯、警示喇叭、控制区警示牌及监督区警示牌等用于现场分区管理，在移动式探伤的控制区设置警戒绳、警示灯、警示喇叭和控制区警示牌，防止人员误入；并在监督区设置警戒绳和警示牌，提醒公众勿接近辐射工作区。

(11) 设备的检维修管理

项目采用的脉冲式 X 射线探伤机为精密设备，其检维修工作涉及安全防护、仪器校准、零件更换等内容，所有设备检修维护需返厂后由厂家进行。

1) 建设单位应对本项目的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由设备厂家制造商进行；

2) 设备维护包括 X 射线探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

3) 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都来自设备厂家制造商；

4) 做好维护记录；

(12) 省内异地作业管理

根据建设单位介绍，项目将会根据业务需求，会对吉林省各地进行电网架空线路进行无损检测作业，单位对每次探伤作业建立单独档案。根据《长春市生态环境局关于开展 2023 年度核与辐射安全隐患专项排查整治行动的通知》（长环管【2023】17 号）管理要求，本项目在探伤作业开展前将作业计划、作业方案等材料上报属地生态环境部门，探伤作业结束后上报作业总结，每月上报一次。同时应保存探伤作业现场情况的视频、图像材料、现场监测记录等内容。在异地开展现场检测作业前，建设单位应当按照地区放射异地使用的辐射安全管理相关要求执行，报当地生态环境主管部门，按管理部门要求做好相关备案及现场安全管理，确保检测现场环境的辐射安全和公众健康。

本项目拟配备的检测仪器与安防用品见表 10-1.

表 10-1 检测仪器与安全防护用品配备一览表

名称	数量	用途
便携式剂量率仪	2 台	对分区边界的辐射水平进行巡测，确保合理分区，防止 X 射线出束异常或不能定时出束。
个人剂量报警仪	6 个	现场工作人员随身携带，具有直读式剂量率显示和报警功能
个人剂量计	6 个	现场工作人员随身携带，记录辐射工作人员的累积受照射量
警戒绳	800 米	用于现场分区管理，在移动式探伤的控制区边界设置警戒绳、警示灯、警示喇叭和控制区警示牌，防止人员误入；并在监督区设置警戒绳和警示牌，提醒公众勿接近辐射工作区。
警示灯	8 个	
警示喇叭	8 个	
控制区警示牌	16 个	
监督区警示牌	16 个	

项目拟采取的辐射防护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）标准中相关要求对照如下：

表 10-2 本项目拟采取的辐射安全措施及其与标准对照表

GBZ117-2022 标准中要求	本项目拟采取的辐射安全措施	是否满足
5.1.2 工作前检查项目应包括： a)探伤机外观是否完好； 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； 5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求： a)使用单位应对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； b)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； c)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； d)应做好设备维护记录。	公司拟在工作前检查脉冲式 X 射线探伤机外观、安全联锁是否正常工作、报警设备和警示灯是否正常运行、螺栓等连接件是否连接良好，并在日常中每年对设备进行维护，更换合格的零部件，并做好设备维护记录。	满足
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	本项目为在委托单位现场进行移动探伤检测工作，作业现场类型为野外空旷场地。公司拟提前与被检单位协商沟通适当的探伤地点和探伤时间，提前对探伤现场进行全面评估，同时提醒被检单位发布现场检测通告、警告标识和报警信号等。同	满足

<p>内其他的辐射探测系统带来的影响(如烟雾报警器等)。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>时将与被检单位沟通,要求给予探伤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。</p>	
<p>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。</p>	<p>拟配备 2 个探伤小组,共 6 名操作人员,每组 3 名操作人员。</p>	<p>满足</p>
<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>7.3.3 X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。</p> <p>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。</p> <p>7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。</p>	<p>作业前及时发布信息,通知现场人员尽快疏散,在控制区边界拟根据现场情况进行划区,拟在边界处设置明显的警戒绳;东、南、西、北边界处均拟悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌及电离辐射警告标志;东、南、西、北边界拟设由现场巡检人员控制的提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。探伤作业人员拟在控制区边界外操作,每次探伤均拟对工作现场情况进行记录。如若控制区太大或某些地方不能看到的情况,将安排人员进行巡查,在醒目的位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。</p>	<p>满足</p>
<p>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。</p>	<p>现场作业按照 GBZ117-2022 要求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。现场射线探伤工作在指定为控制区的区域内进行。</p>	
<p>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</p>	<p>本项目作业过程中不开展其他作业,现场提前告知非探伤作业人员远离。</p>	

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-γ 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。	每个探伤作业班组配备一台 X-γ 剂量率仪，定期开展校准，同时配备个人剂量报警仪和个人剂量率仪。	
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。	探伤作业前进行试曝工作，确定监督区与控制区边界。	
7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/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。 7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。	在监督区边界拟设置显眼的警戒绳，在东、南、西、北界处均拟悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌及电离辐射警示标志；如若监督区太大或某些地方不能看到的情况，将安排人员进行警戒。	满足
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。	每次探伤前均对控制区及监督区内范围进行清场，确保控制区内无任何人员，监督区内无非辐射工作人员。	满足
7.2.10 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。	无人机可通过内部软件对脉冲式 X 射线探伤机实现控制，辐射工作人员可以在地面合适位置遥控无人机对探伤机进行控制操作。脉冲式 X 射线探伤机机身设有急停按钮及钥匙开关，现场通过控软件预设脉冲次数，在控制界面对设备发出出束指令，达到预设次数后，探伤机自动停止；本项目遥控机制为无人机控制平板搭载的内部程序遥控无人机飞行和脉冲式 X 射线探伤机出束控制，不使用脉冲式 X 射线探伤机遥控功能；为防止探伤机出现持续曝光的情况，通过软件急停按键可实现探伤机的强制停止。。	满足
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。	拟在每次探伤前进行试曝光，期间拟使用辐射巡测仪测量控制区及监督区边界的剂量率，根据测量的周围剂量当量率调整控制区及监督区的范围和边界。在移动探伤过程中拟严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。当探伤场所、被检测体（材料、规格、形状）、照射方向等条件发生变化时，辐射工作人员拟重新进行巡测，确定新的划区界线。	满足
7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X-γ 剂量率仪进行检查，确认能正	拟配备 1 台巡测仪，探伤期间每名操作人员拟配备 1 台个人剂量报警仪和个人剂	满足

<p>常工作。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。</p> <p>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-γ 剂量率仪，两者均应使用。</p>	<p>量计，负责巡测的人员手持辐射巡测仪进行剂量率检测，曝光结束后操作人员手持辐射巡测仪进入控制区，辐射工作人员在每次开始探伤工作之前，均拟对辐射监测仪器进行检查，确认监测仪器能正常工作，且确保所有监测仪器在探伤期间处于开机状态。</p>	
<p>7.5.1.2 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。</p>	<p>本项目采用设置监督区与控制区的方法，同时设置警示标识，作业前进行现场勘查，确保照射方向无公园、学校、住宅、办公区等有人员密集场所。</p>	
<p>8.4.1.3 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。</p> <p>8.4.1.4 探伤机停止工作时，应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。</p>	<p>探伤工作进行时，在辐射工作人员操作位置使用巡测仪持续进行剂量率水平检测，确保剂量率在可接受的辐射水平以内；在探伤工作停止时，使用巡测仪进行检测，确认探伤工作已经停止。</p>	满足
<p>8.4.3 检测周期</p> <p>每次移动式探伤作业时，运营单位均要开展此项监测。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：</p> <p>a) 新开展现场射线探伤的单位；</p> <p>b) 每年抽检一次；</p> <p>c) 在居民区进行的移动式探伤；</p> <p>d) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv</p>	<p>每次移动式探伤作业时运营单位通过巡测确定监督区和控制区</p> <p>a) 公司为新开展现场射线探伤的单位，拟委托具有相应资质的技术服务机构在第一次开中现场探伤作业前进行周围剂量当量率的监测。</p> <p>b) 公司签订检测合同，每年进行抽检一次。</p> <p>c) 本项目不在居民区进行移动探伤。</p> <p>d) 在发现个人季度剂量率超过 0.1mSv，拟委托具有相应资质的技术服务机构进行周围剂量当量率的监测。</p>	满足
<p>8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ128 的相关要求进行外照射个人监测。</p> <p>8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。</p>	<p>职业工作人员在工作时佩戴个人剂量计，并定期送检（1 次/季），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。</p>	满足

三废的治理

1.废气

本项目脉冲式 X 射线探伤机产生的 X 射线能量较低，探伤过程中可产生少量 O₃ 和 NO_x，本项目均为现场探伤，O₃ 和 NO_x 将很快弥散在大气环境中，O₃ 在常温下很快转化成 O₂，NO_x 产生量较少，对现场探伤工作人员和周围环境空气质量影响很小。

2.固体废物/废液

本项目所使用的脉冲式 X 射线探伤机采用直接数字化 X 射线摄影系统（DR），

不涉及洗片过程，因此不涉及固体废物/废液。

环保投资

吉林省思极科技有限公司脉冲式 X 射线探伤机辐射项目总投资为 273 万元，其中环保投资 24 万元，占总投资的 8.8%，环保投资明细见表 10-2。

表 10-3 环保投资明细表

序号	费用名称	投资额（万元）
1	警戒线、辐射标志、声光报警装置	3
2	个人剂量计、个人剂量报警仪、巡测设备脉冲式 X 射线探伤机储存室双人双锁防盗设施、监控设施等	16
3	辐射防护培训、辐射防护规章制度	2
4	环保管理及环境监测（包括环评、验收）	3
总计		24

表 11 环境影响分析

<p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目为脉冲式 X 射线探伤机移动式无损检测项目，不建设专用探伤室，脉冲式 X 射线探伤机存储于吉林省长春市朝阳区南湖街道南环城路 28 号 112 号房间，本项目施工期仅对现有储存室的西侧窗体进行封堵，将现有门更换为防盗门并加锁，不存在设备安装过程，施工期较短，对周围环境影响较小。故本次评价仅对其现场探伤过程产生的辐射环境影响进行分析。</p>
<p>运行阶段对环境的影响</p> <p>1.流动探伤作业过程环境影响分析</p> <p>根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是脉冲式 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。</p> <p>2.控制区和监督区的理论划分</p> <p>公司按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，本项目脉冲式 X 射线探伤机每周开机（出束）时间小于 7h，故将周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区，将周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，现根据项目配备的脉冲式 X 射线探伤机的参数及对应探伤工件的厚度，估算出控制区及监督区的参考划分范围。</p> <p>2.1 预测情景及预测条件</p> <p>本项目拟配备 3 台 XRS-3 脉冲式 X 射线机，共有 2 个探伤小组，6 名辐射工作人员，每组人员外出仅使用一台脉冲式 X 射线探伤机。预测情景采用一个探伤小组现场作业的工况，理论估算采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的公式保守按照脉冲式 X 射线探伤机最大管电压（270kV）进行计算。由于线夹较小，不能完全遮挡照射，理论预测保守不考虑线夹的屏蔽。</p> <p>根据企业提供的信息，在开展 X 射线现场探伤时，无人机保持水平。</p> <p>2.2 估算公式及参数</p> <p>在探伤过程中，X 射线经工件屏蔽后的辐射剂量可近似按下面公式计算（公式来源于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014））：</p> <p>（1）有用线束方向关注点的剂量率</p>

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

式中，

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最高管电流，单位为 mA；

H₀—距辐射源（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \text{h}^{-1}$ ，由本报告表 9 可知，本项目 XRS-3 距射线源 1m 处的输出剂量率（H₀ · I）为 $1.017 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ 。

B—屏蔽投射因子，本项目不考虑工件屏蔽，取 1。

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m。

(2) 泄露辐射屏蔽

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

式中，

B—屏蔽透射因子，野外现场探伤，B 取 1；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

H_L—距辐射源点（靶点）1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位 $\mu\text{Sv/h}$

(3) 散射辐射屏蔽

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

式中，

I—X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位 mA；

H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \text{h}^{-1}$ （以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 为单位的值乘以 6×10^4 ），本项目 XRS-3 距射线源 1m 处的输出剂量率（H₀ · I）为 $1.017 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ 。

B—屏蔽透射因子，野外现场探伤，B 取 1；

F—R₀ 处的辐射野面积，单位为 m²

R₀—辐射源点（靶点）至工件的距离，单位为 m；

R_s—散射体至关注点的距离，单位为 m；

α — 散射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录 B 表 B.4，计算公式中 $R_0^2 / F \cdot \alpha$ 因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B 进行取值，详见下表 11-2。

表 11-1 $R_0^2 / F \cdot \alpha$ 因子取值计算表

探伤机型号	有用线束角度	$R_0^2 / F \cdot \alpha$	备注
XRS-3	40°	50	根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B 中给出的值（200~400kV 取 50）。
XRS-3	60°	20.11	根据计算公式 $R_0^2 / F \cdot \alpha$ ，其中 $R_0=0.6m$ ， $F=\pi \cdot (0.6\tan30^\circ)^2$ ； $\alpha=1.9E-3 \cdot 10000/400$ 。

表 11-2 X 射线装置预测参数汇总表

参数		XRS-3	XRS-3
有用线束角度		40°	60°
最大管电压 (kV)		270	270
平均电流 (mA)		0.25	0.25
最大输出电流 (mA)		677000	677000
有用线束	$H_0 \cdot I$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}$)	1.83×10^5	1.83×10^5
	B 值	1	1
漏射辐射	$H_0 \cdot I$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}$)	4.26×10^3	4.26×10^3
	B 值	1	1
散射辐射	$H_0 \cdot I$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}$)	1.83×10^5	1.83×10^5
	B 值	1	1
	$R^2 / F \cdot \alpha$	50	20.11

通过以上公式，分别反推控制区和监督区的距离范围。估算时，当脉冲式 X 射线探伤机位于地面时，主射线方向按有用线束计算公式估算控制区和监督区控制距离，非主射线方向估算时，取漏射线和散射线估算出的控制距离较大者，计算的结果见表 11-3。

表 11-3 脉冲式 X 射线探伤机有用线束照射方向控制区与监督区距离估算表

探伤机型号	有用线束角度	H($\mu\text{Sv/h}$)		控制区距离 (m)	监督区距离 (m)
		控制区	监督区		
XRS-3	40°	14.87	2.49	111	271
XRS-3	60°	14.87	2.49	111	271

表 11-4 主束方向-不同距离周围剂量当量率计算表 ($\mu\text{Sv/h}$)

距离 m	40° XRS-3 无人机	60° XRS-3 无人机
1.0	183163.68	183163.68
10.0	1831.64	1831.64
20.0	457.91	457.91
30.0	203.52	203.52
40.0	114.48	114.48
50.0	73.27	73.27
60.0	50.88	50.88
70.0	37.38	37.38
80.0	28.62	28.62
85.0	25.35	25.35
90.0	22.61	22.61
95.0	20.30	20.30
100.0	18.32	18.32
105.0	16.61	16.61
110.0	15.14	15.14
111.0	14.87	14.87
112.0	14.60	14.60
150.0	8.14	8.14
200.0	4.58	4.58
250.0	2.93	2.93
270.0	2.51	2.51
271.0	2.49	2.49
272.0	2.48	2.48
280.0	2.34	2.34

表 11-5 脉冲式 X 射线探伤机非有用线束照射方向控制区与监督区距离估算表

探伤机型号	有用线束角度	H($\mu\text{Sv/h}$)		控制区距离 (m)	监督区距离 (m)
		控制区	监督区		
XRS-3	40°	14.97	2.49	23.0	56.4
XRS-3	60°	14.94	2.49	29.9	73.2

表 11-6 非主束方向-不同距离周围剂量当量率计算表 ($\mu\text{Sv/h}$)

距离	40° XRS-3 无人机			60° XRS-3 无人机		
	漏射	散射	合计	漏射	散射	合计
1.0	4257.36	3663.27	7920.63	4257.36	9103.23	13360.59
8.0	66.52	57.24	123.76	66.52	142.24	208.76
10.0	42.57	36.63	79.21	42.57	91.03	133.61
20.0	10.64	9.16	19.80	10.64	22.76	33.40
22.0	8.80	7.57	16.36	8.80	18.81	27.60
22.5	8.41	7.24	15.65	8.41	17.98	26.39
22.6	8.34	7.17	15.51	8.34	17.82	26.16
22.7	8.26	7.11	15.37	8.26	17.67	25.93
22.8	8.19	7.05	15.24	8.19	17.51	25.70
22.9	8.12	6.99	15.10	8.12	17.36	25.48
23.0	8.05	6.92	14.97	8.05	17.21	25.26
25.0	6.81	5.86	12.67	6.81	14.57	21.38
27.0	5.84	5.03	10.87	5.84	12.49	18.33
29.0	5.06	4.36	9.42	5.06	10.82	15.89
29.5	4.89	4.21	9.10	4.89	10.46	15.35
29.6	4.86	4.18	9.04	4.86	10.39	15.25
29.7	4.83	4.15	8.98	4.83	10.32	15.15
29.8	4.79	4.13	8.92	4.79	10.25	15.05
29.9	4.76	4.10	8.86	4.76	10.18	14.94
31.0	4.43	3.81	8.24	4.73	10.11	14.85
33.0	3.91	3.36	7.27	3.91	8.36	12.27
56.0	1.36	1.17	2.53	1.36	2.90	4.26
56.1	1.35	1.16	2.52	1.35	2.89	4.25

56.2	1.35	1.16	2.51	1.35	2.88	4.23
56.3	1.34	1.16	2.50	1.34	2.87	4.22
56.4	1.34	1.15	2.49	1.34	2.86	4.20
56.5	1.33	1.15	2.48	1.33	2.85	4.19
60.0	1.18	1.02	2.20	1.18	2.53	3.71
70.0	0.87	0.75	1.62	0.87	1.86	2.73
71.0	0.84	0.73	1.57	0.84	1.81	2.65
72.0	0.82	0.71	1.53	0.82	1.76	2.58
73.0	0.80	0.69	1.49	0.80	1.71	2.51
73.1	0.80	0.69	1.48	0.80	1.70	2.50
73.2	0.79	0.68	1.48	0.79	1.70	2.49
73.3	0.79	0.68	1.47	0.79	1.69	2.49
73.4	0.79	0.68	1.47	0.79	1.69	2.48

(4) 理论计算结果

根据建设单位提供的资料,脉冲式 X 射线探伤机离地高度范围为 7.5m-200m, 由于高压线塔电压等级划分的典型高度范围为 110kV: 35~40 米; 220kV: 45~55 米; 500kV: 60~80 米; 1000kV (特高压): 80~100 米, 部分特殊工程可达 104 米以上, 故本次评价选择 10m、20m、35m、45m、60m、80m、100m 分别进行分析。

本项目 XRS-3 脉冲探伤机射线机射线角为 40° 和 60°, 探伤机出束可以调整仰俯角角度, X 射线探伤机照射方向调整为水平向上, 向上可以调整 0-30°, 本项目探伤机使用有 2 种工况: (1) 当主束方向有保护目标 (敏感点) 时, 仰俯角调节为 30° 水平向上照射 (2) 当主束方向没有保护目标 (敏感点), 仰俯角调节为 0°, 水平照射; 实际使用过程中探伤位置一般位于野外, 有保护目标 (敏感点) 的情况较少, 且水平照射对地面人员辐射影响较大, 本次评价时偏安全考虑以探伤机水平状态考虑 (0°), 计算时, 按第 (2) 种最不利的工况考虑, XRS-3 脉冲探伤机在不同典型探伤高度其监督区在地面实际范围不同, 其中两区边界示意图见图 11-1 图~11-24 所示。

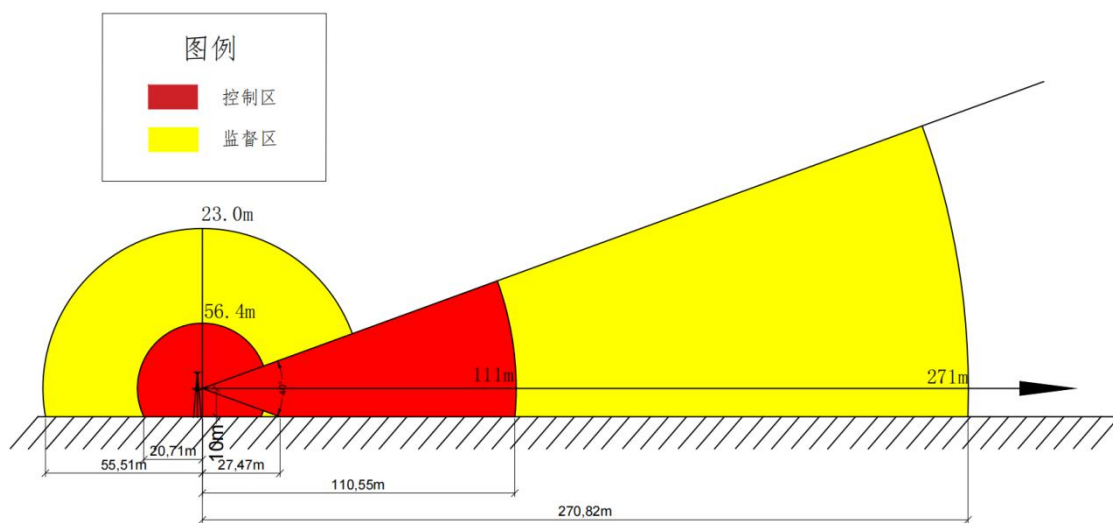


图 11-1 40° 射线角 XRS-3 型探伤机 10m 控制区与监督区剖面示意图

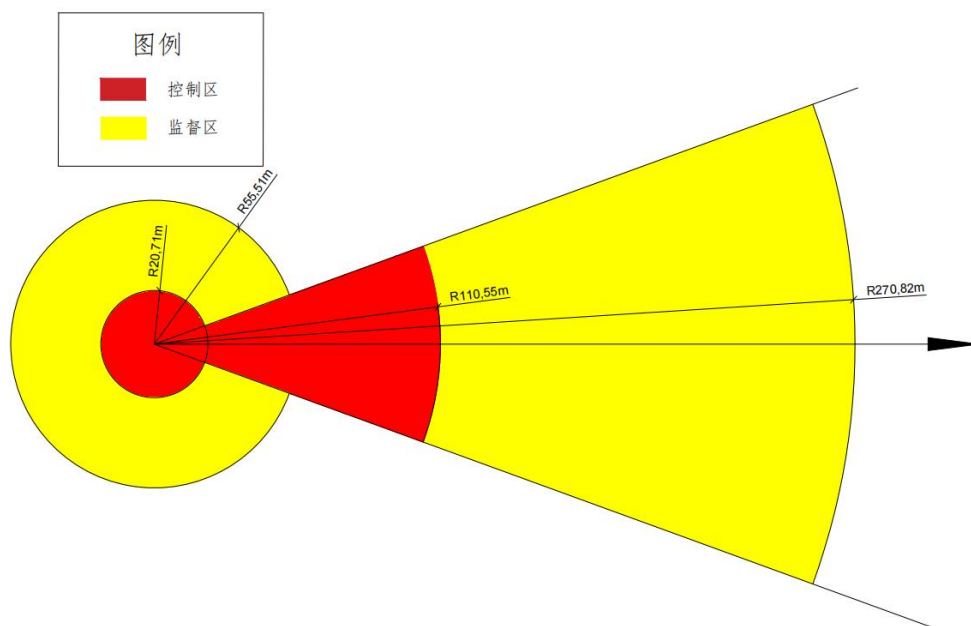


图 11-2 40° 射线角探伤机 10m 高度地面控制区与监督区平面示意图

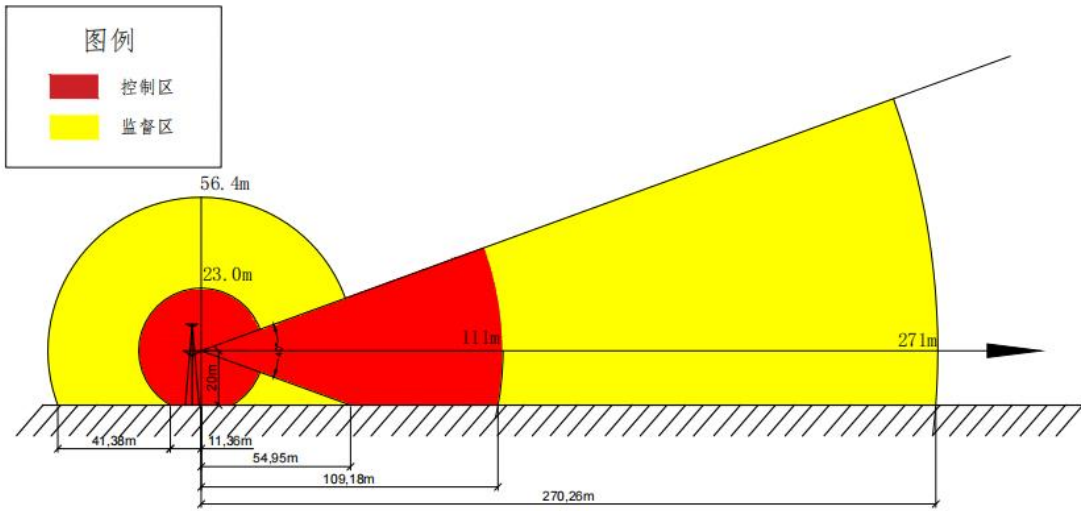


图 11-3 40° 射线角 XRS-3 型探伤机 20m 控制区与监督区剖面示意图

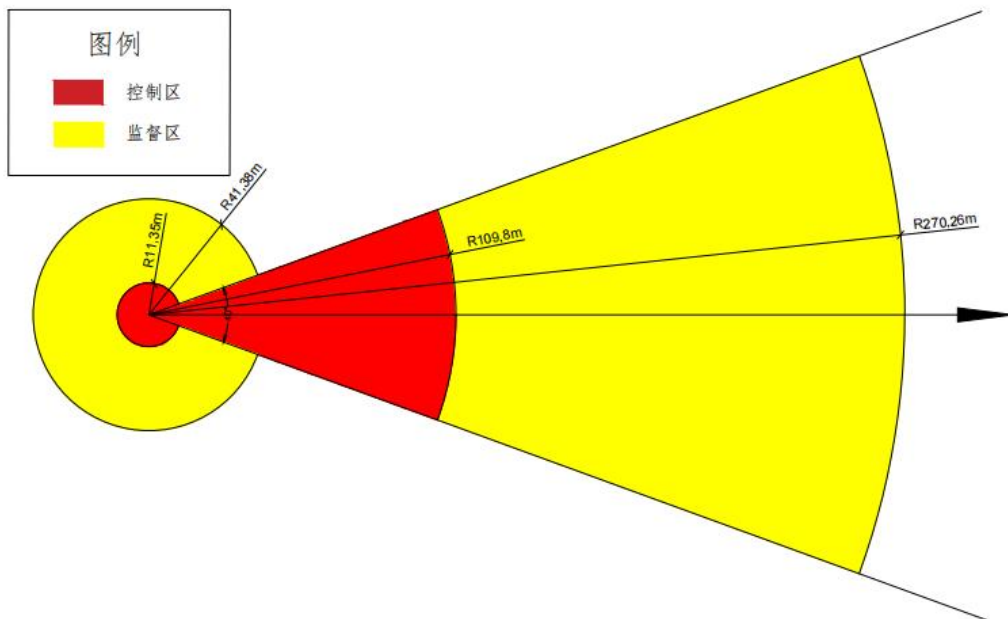


图 11-4 40° 射线角探伤机 20m 高度地面控制区与监督区平面示意图

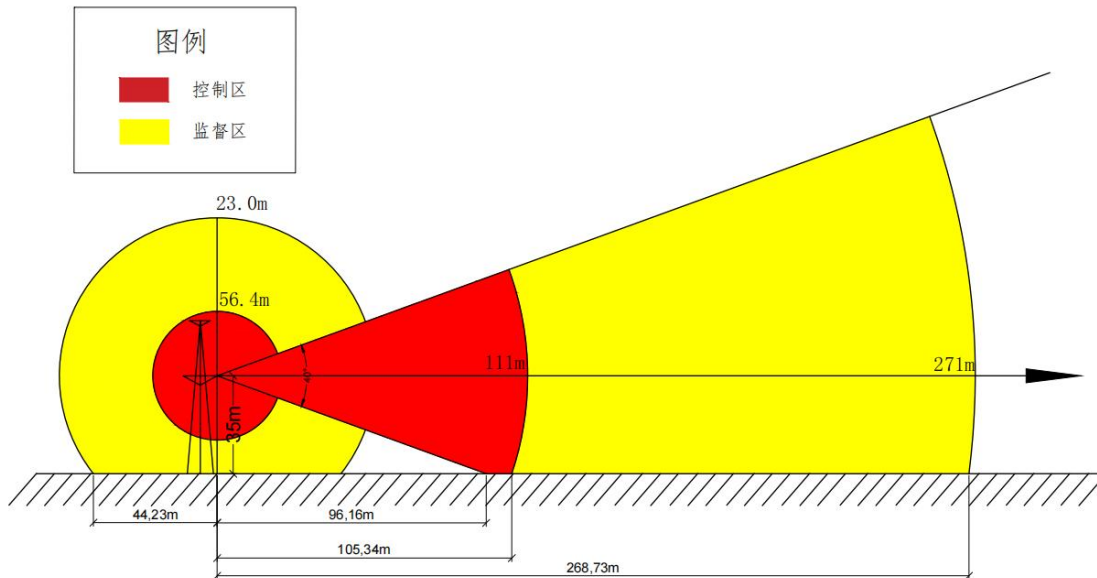


图 11-5 40° 射线角 XRS-3 型探伤机 35m 控制区与监督区剖面示意图

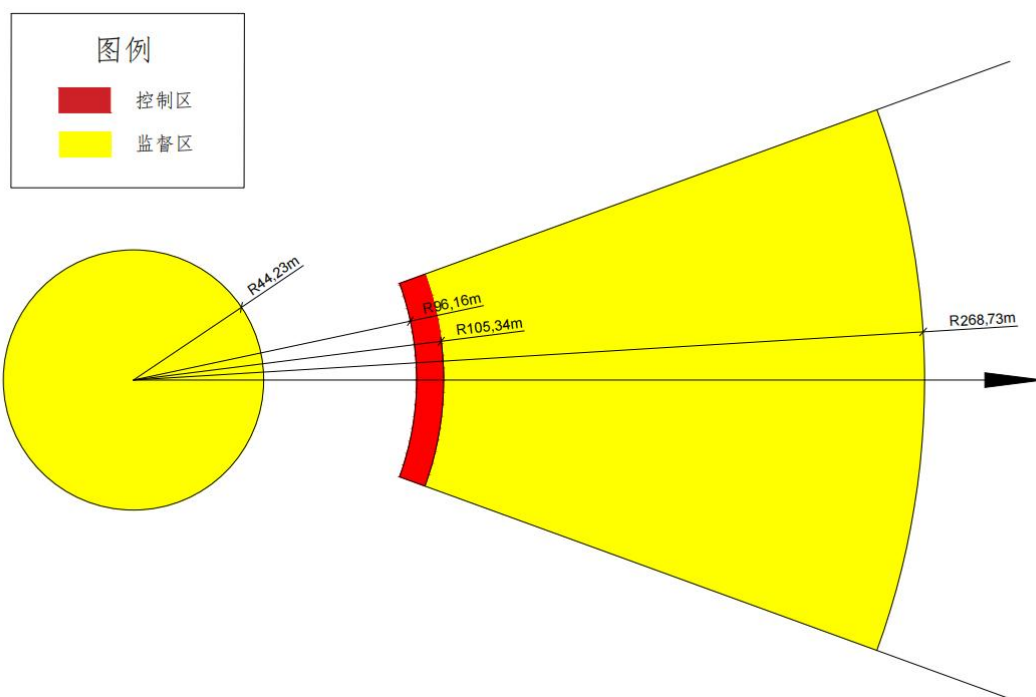


图 11-6 40° 射线角探伤机 35m 高度地面控制区与监督区平面示意图

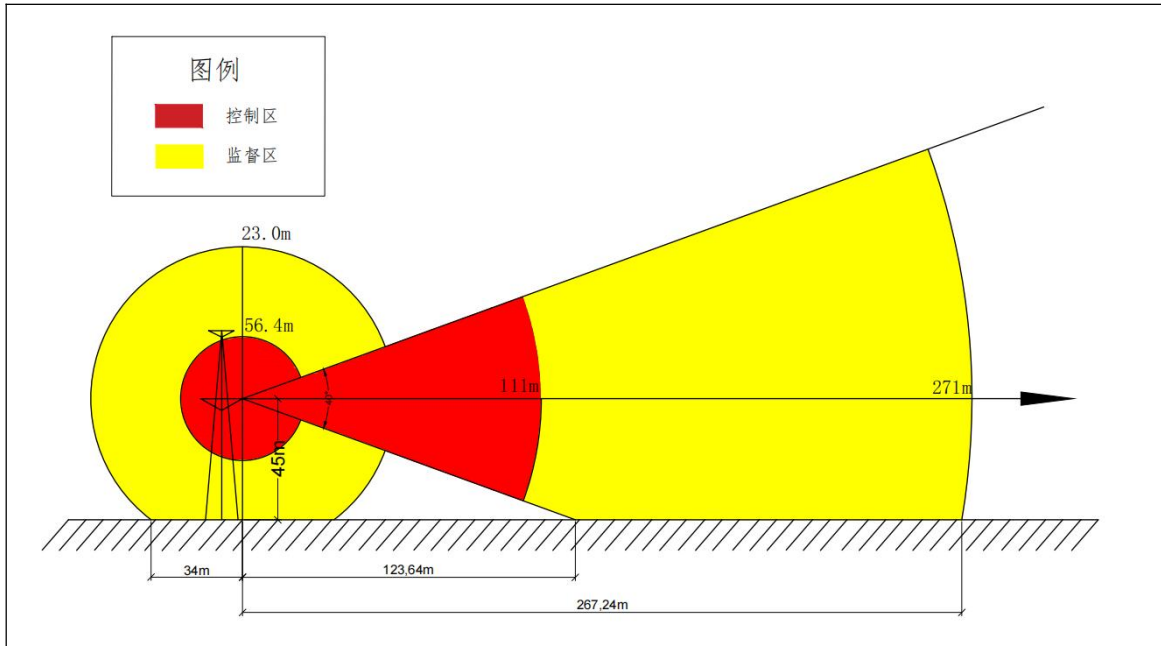


图 11-7 40° 射线角 XRS-3 型探伤机 45m 控制区与监督区剖面示意图

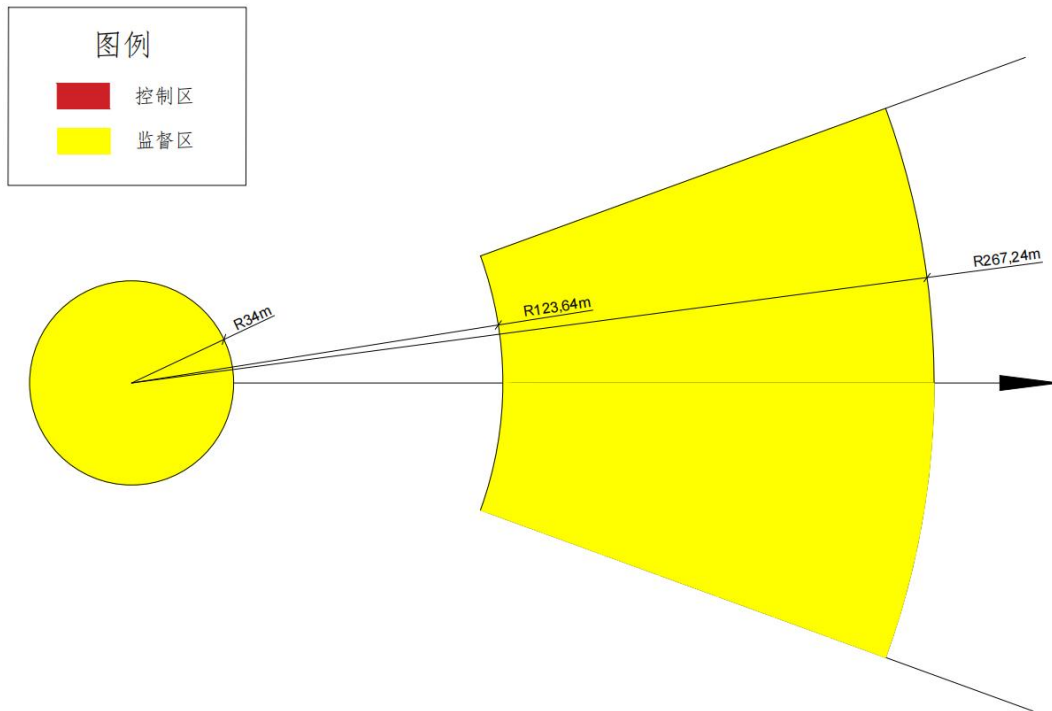


图 11-8 40° 射线角探伤机 45m 高度地面控制区与监督区平面示意图

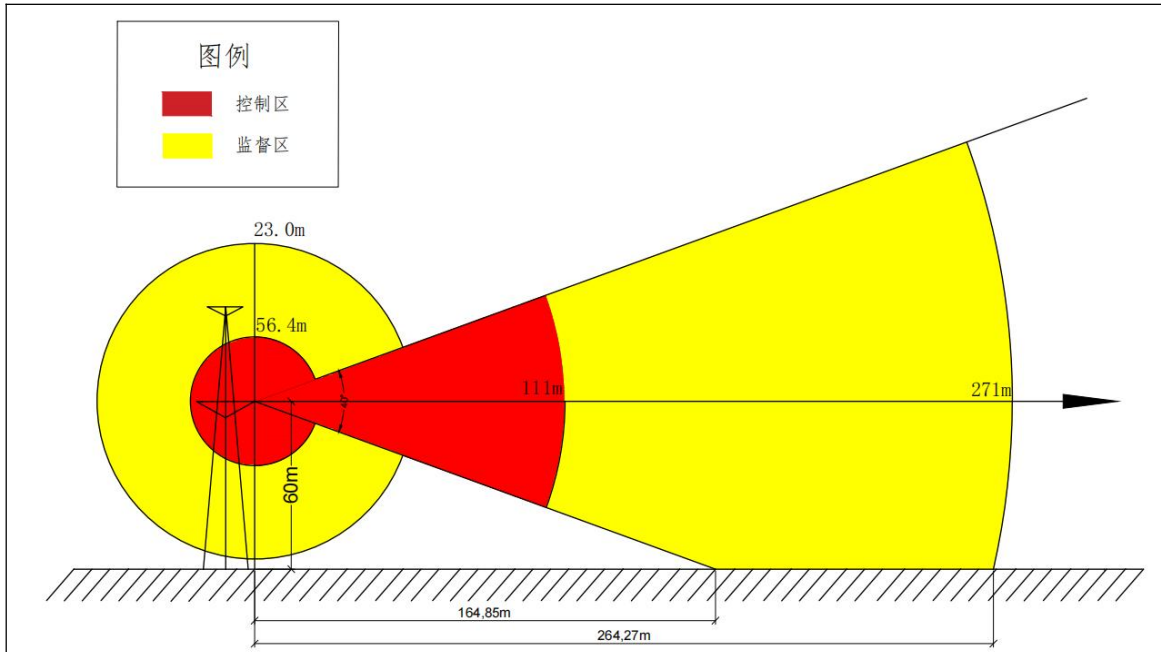


图 11-9 40° 射线角 XRS-3 型探伤机 60m 控制区与监督区剖面示意图

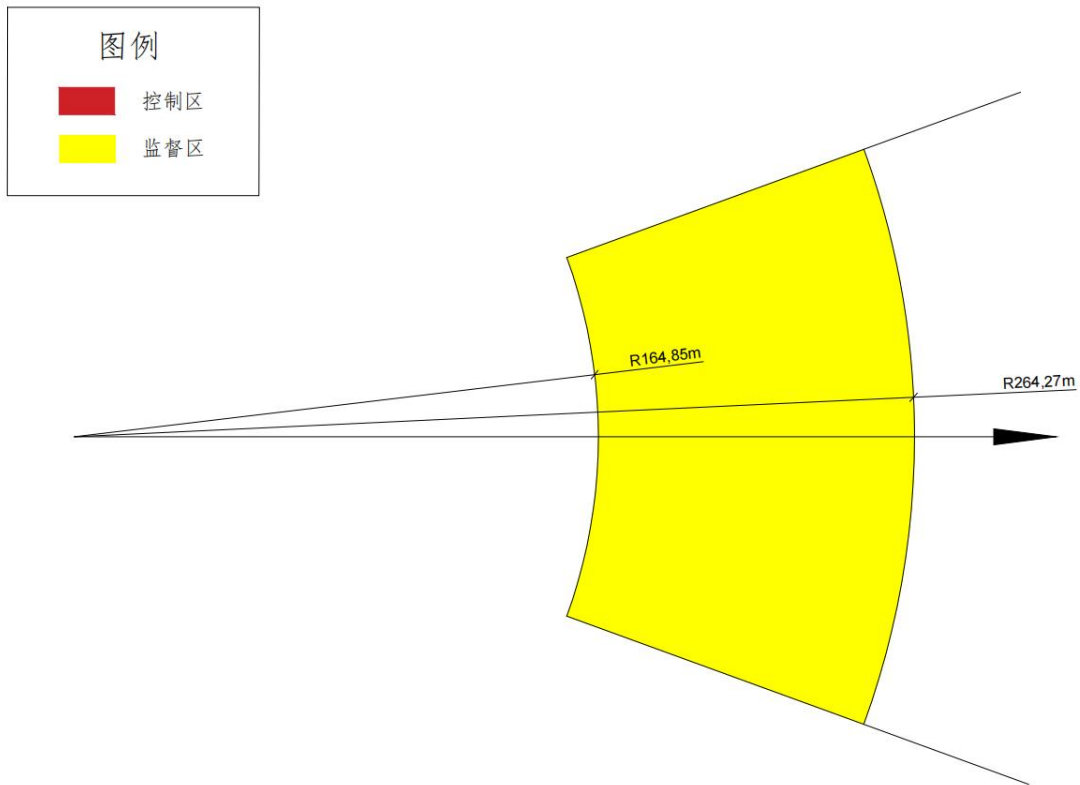


图 11-10 40° 射线角探伤机 60m 高度地面控制区与监督区平面示意图

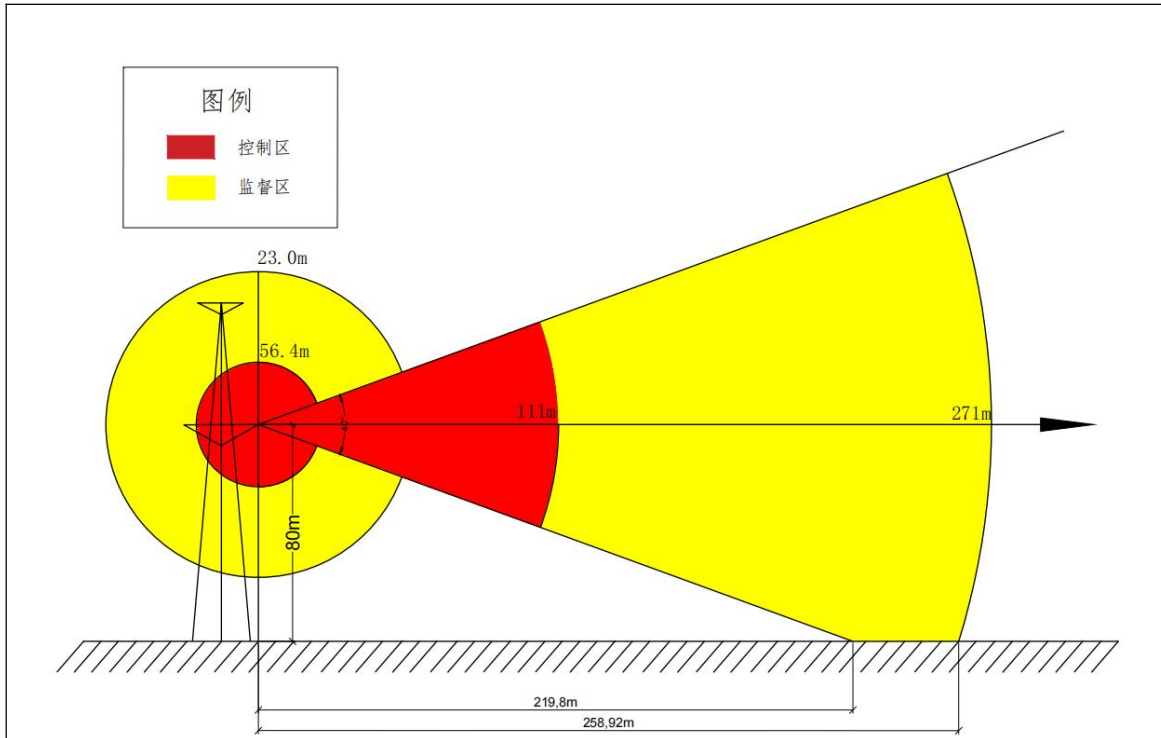


图 11-11 40° 射线角 XRS-3 型探伤机 80m 控制区与监督区剖面示意图

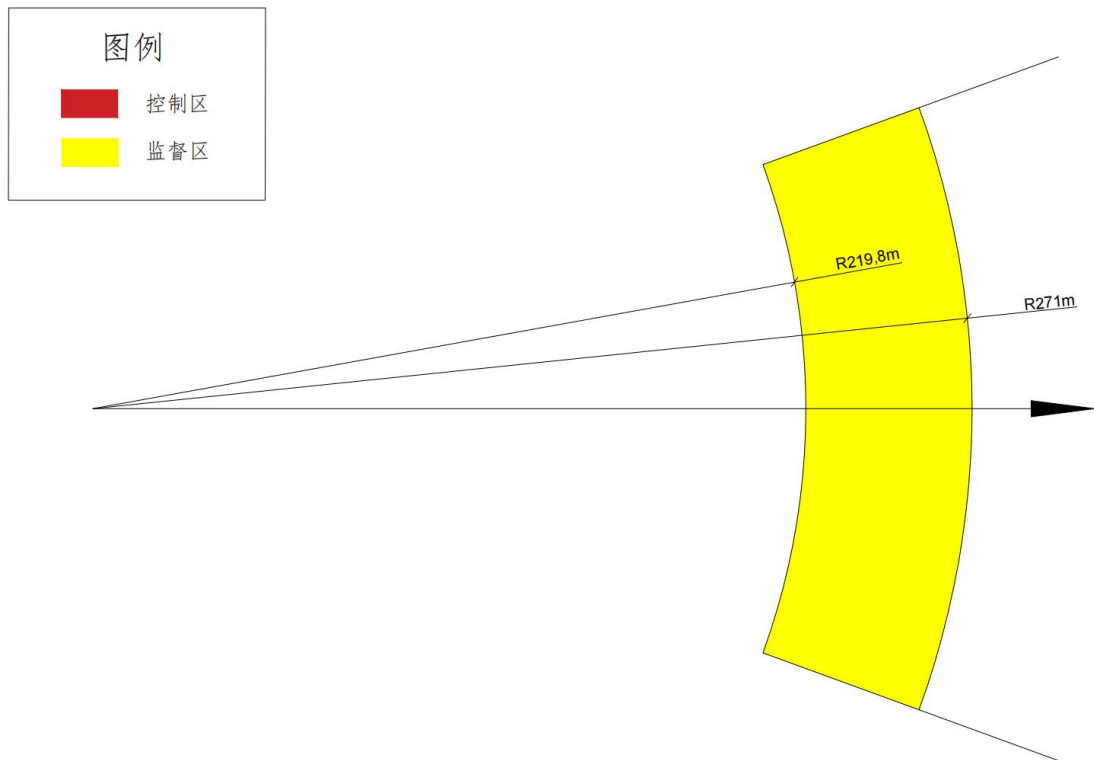


图 11-12 40° 射线角探伤机 80m 高度地面控制区与监督区平面示意图

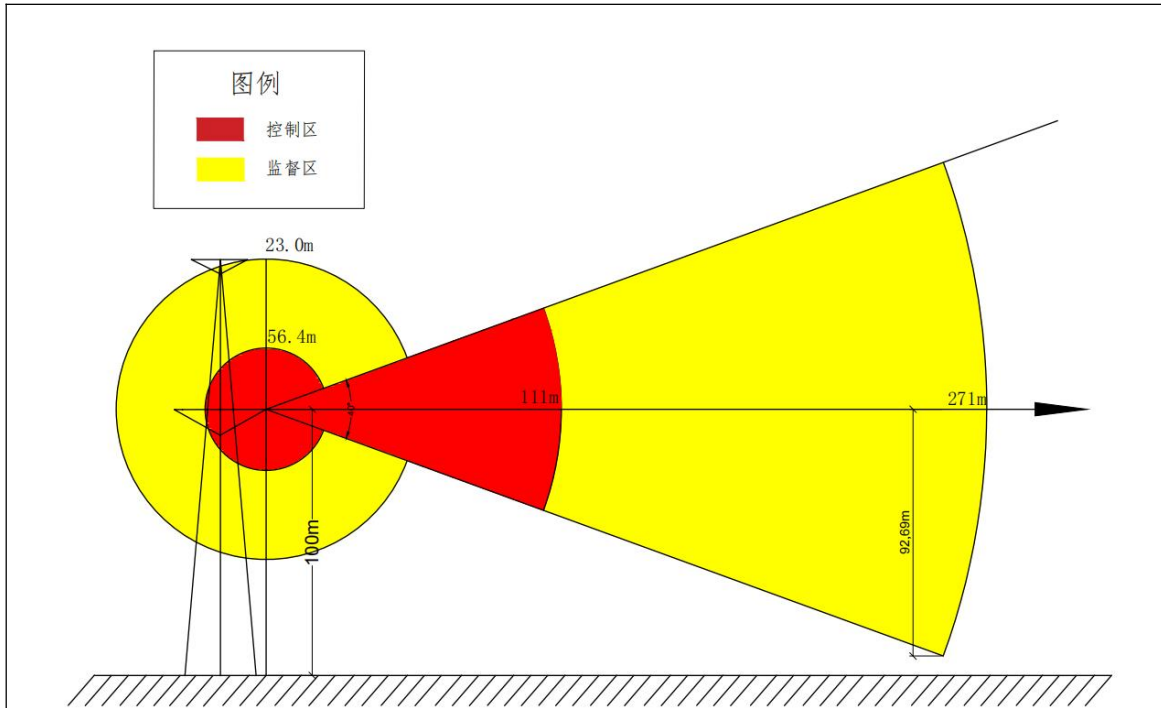


图 11-13 40° 射线角 XRS-3 型探伤机 100m 控制区与监督区剖面示意图

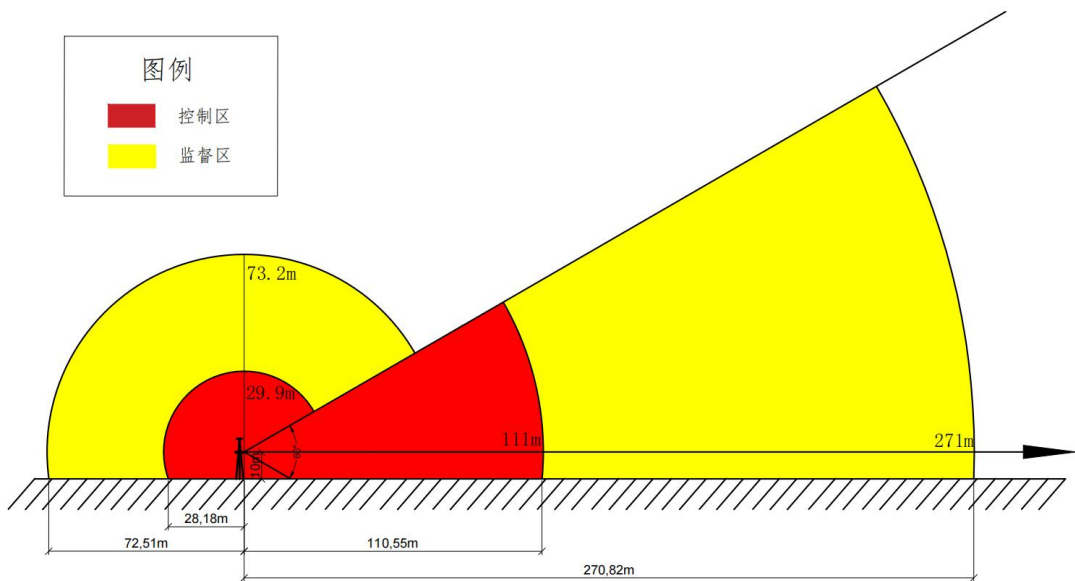


图 11-14 60° 射线角 XRS-3 型探伤机 10m 控制区与监督区剖面示意图

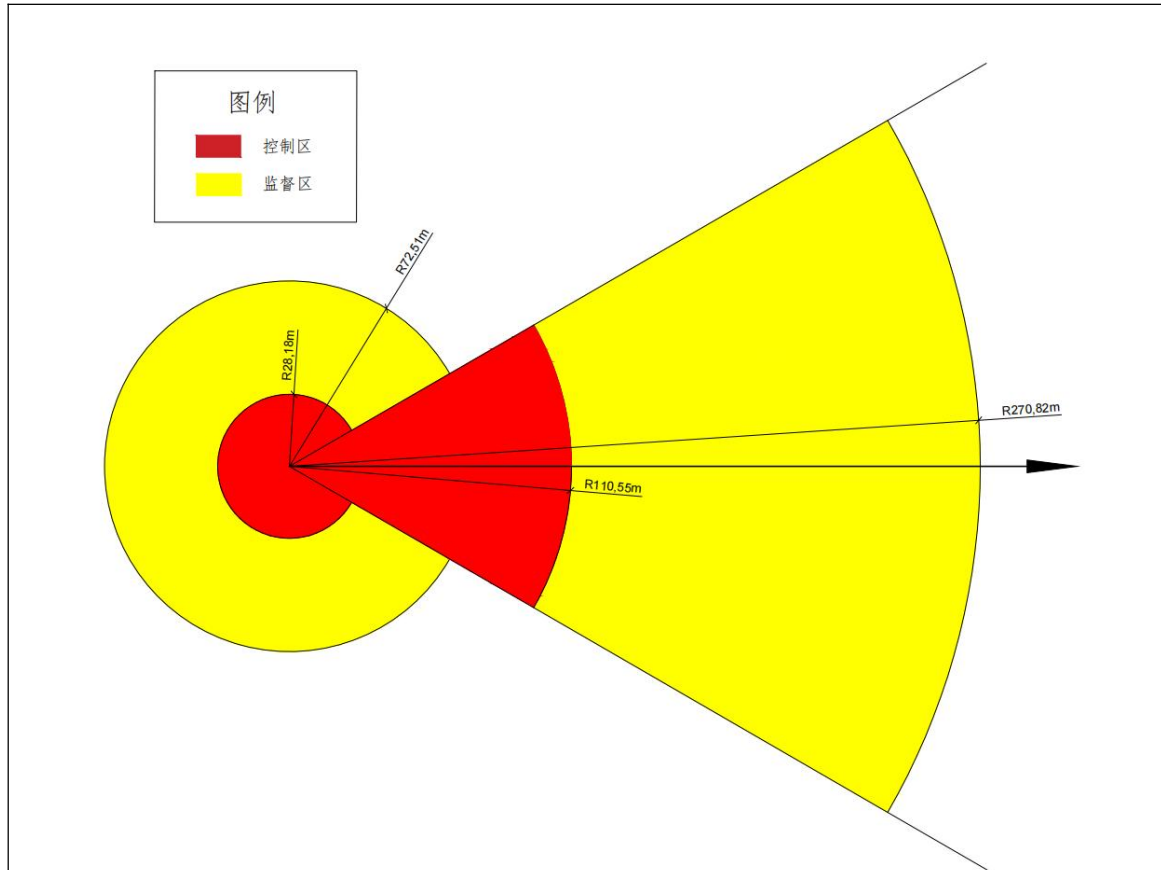


图 11-15 60° 射线角探伤机 10m 高度地面控制区与监督区平面示意图

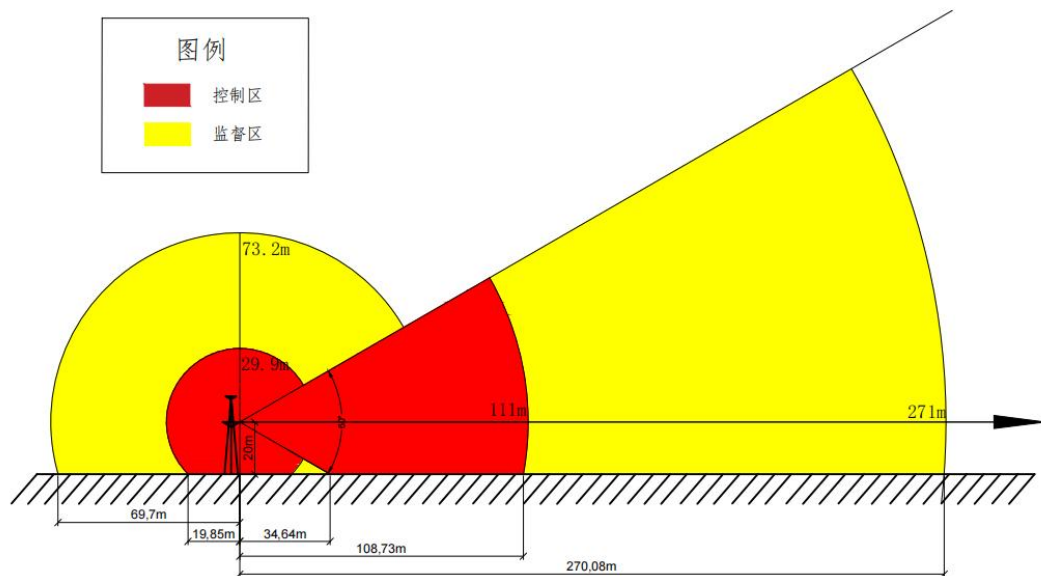


图 11-16 60° 射线角 XRS-3 型探伤机 20m 控制区与监督区剖面示意图

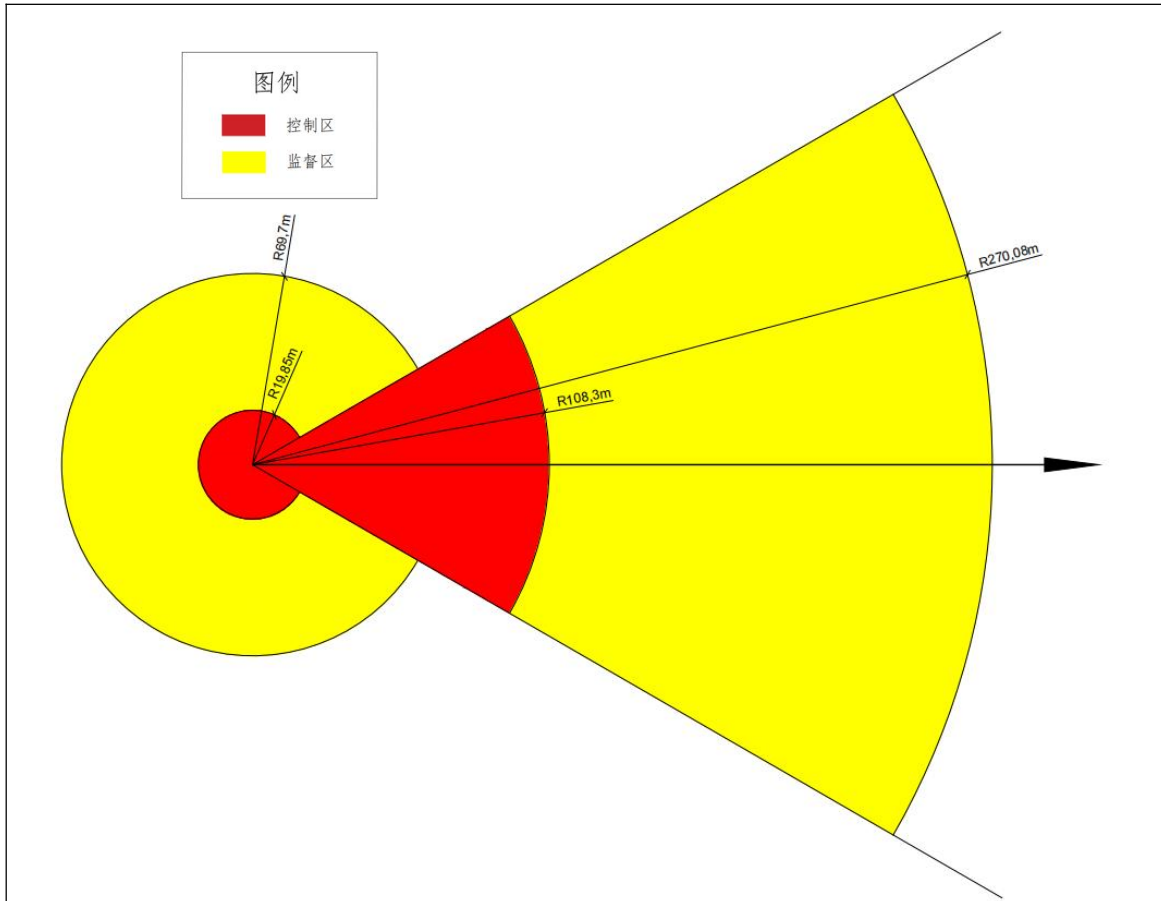


图 11-17 60° 射线角探伤机 20m 高度地面控制区与监督区平面示意图

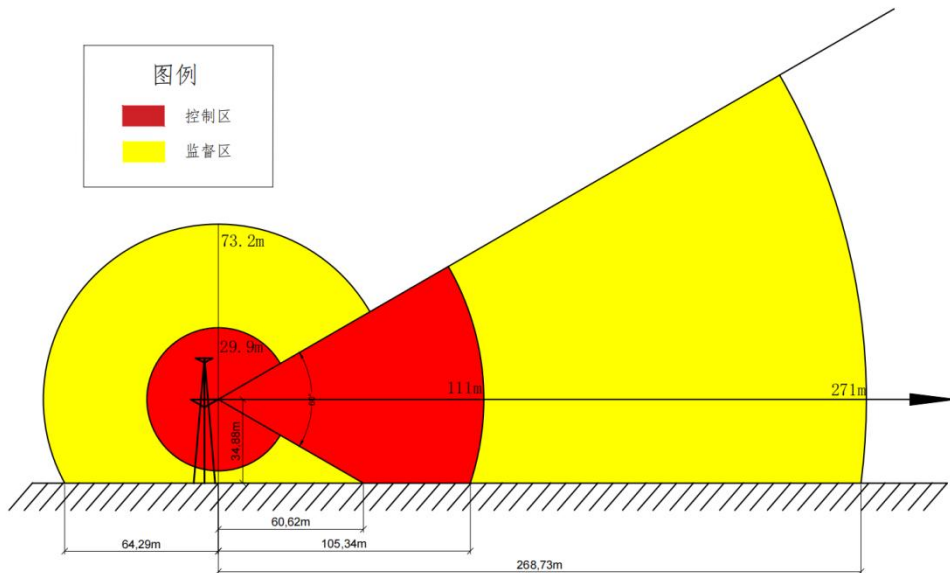


图 11-18 60° 射线角 XRS-3 型探伤机 35m 控制区与监督区剖面示意图

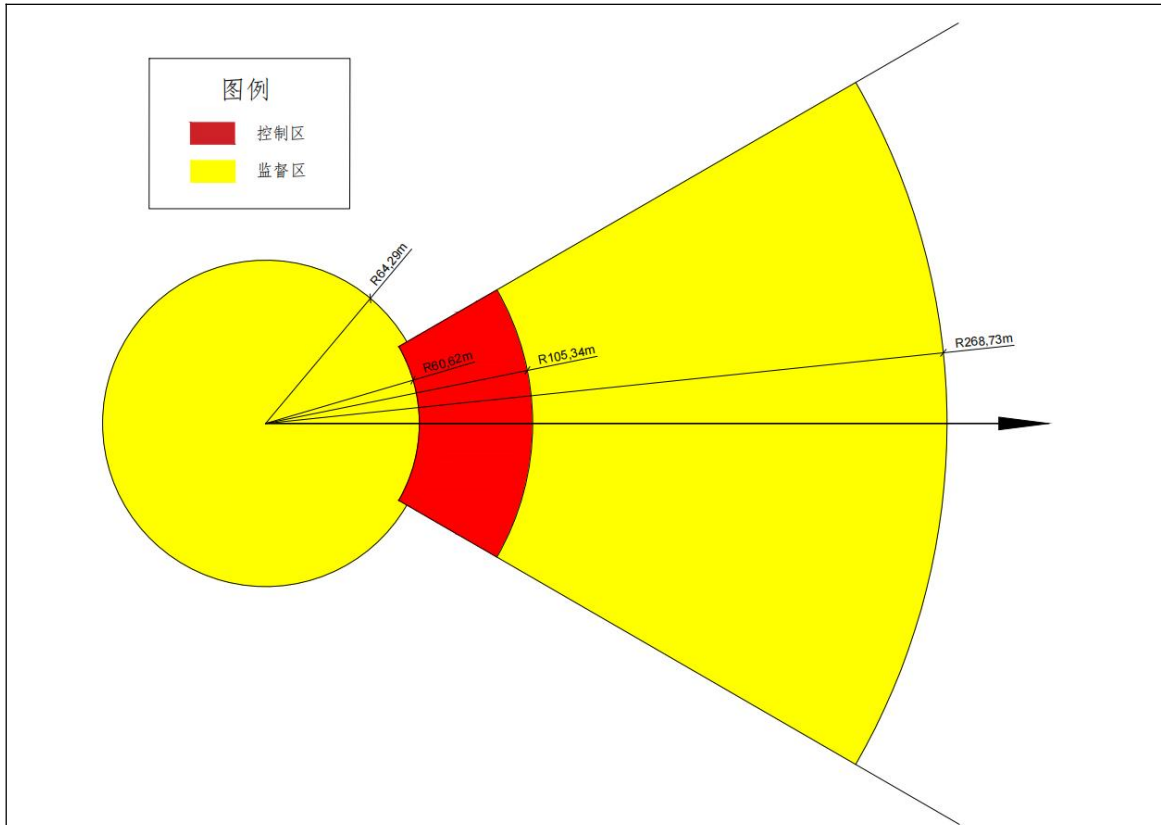


图 11-19 60° 射线角探伤机 35m 高度地面控制区与监督区平面示意图

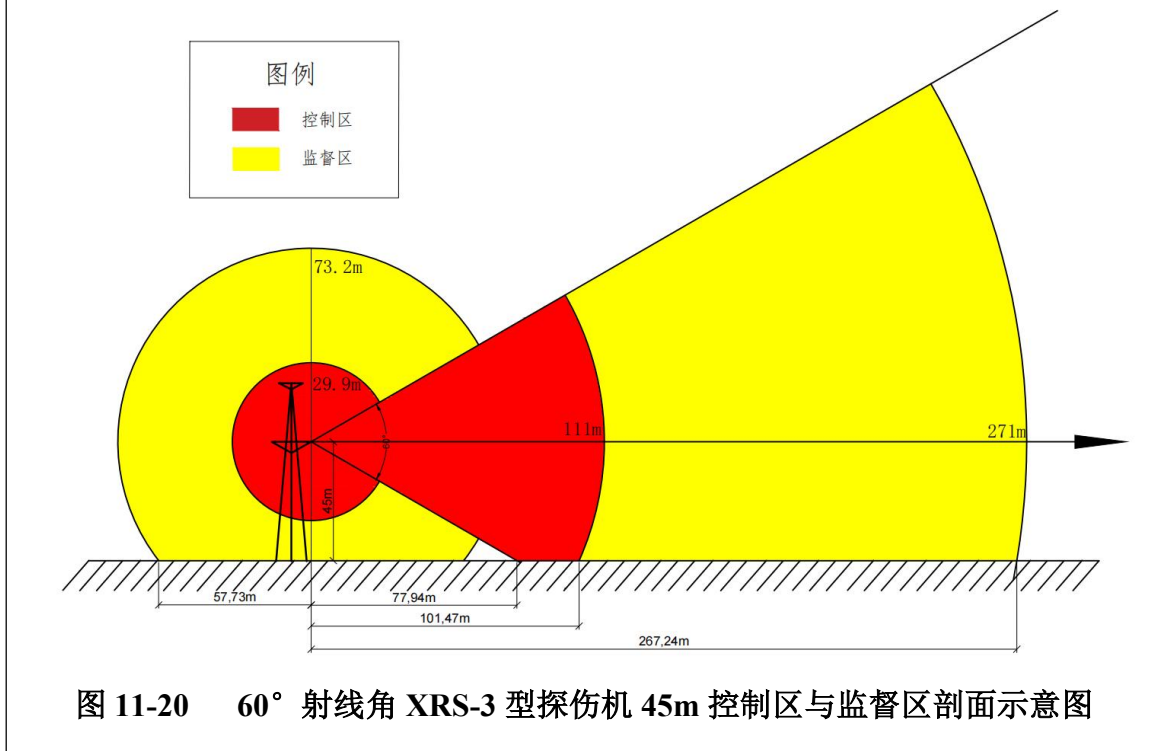


图 11-20 60° 射线角 XRS-3 型探伤机 45m 控制区与监督区剖面示意图

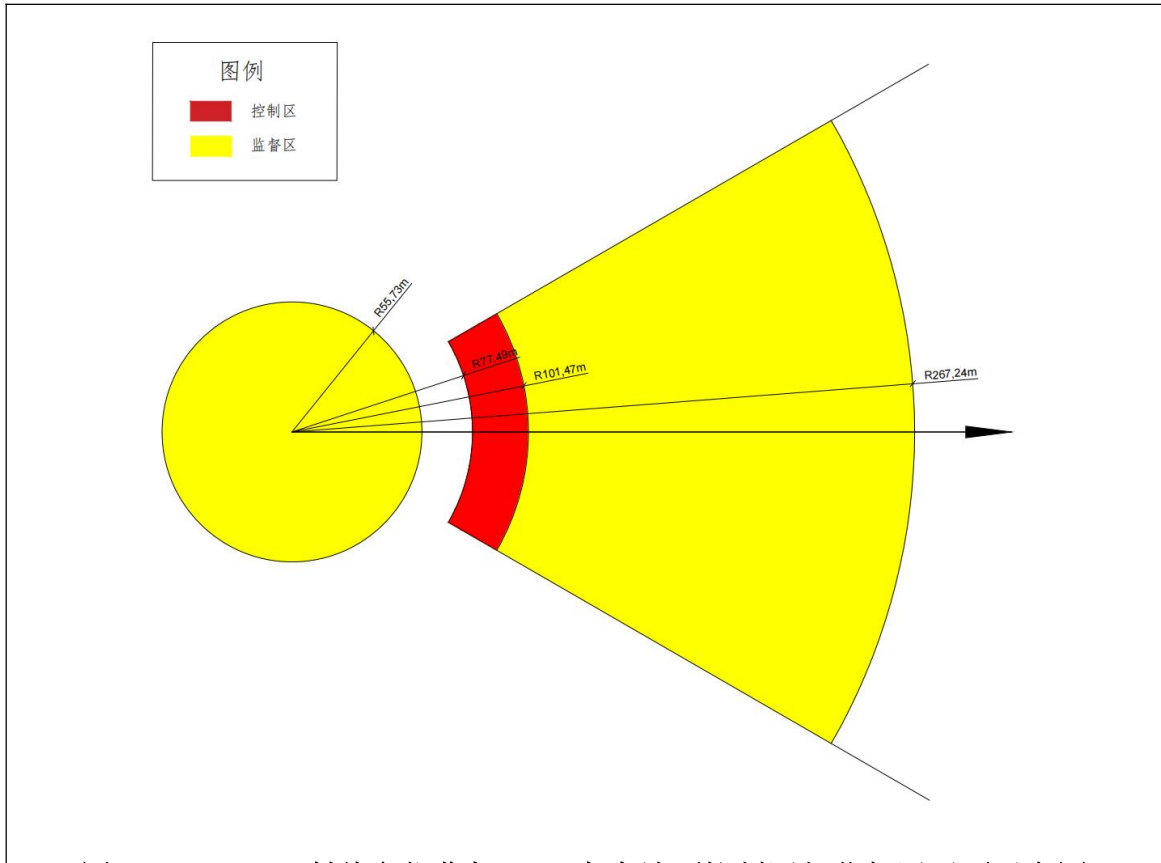


图 11-21 60° 射线角探伤机 45m 高度地面控制区与监督区平面示意图

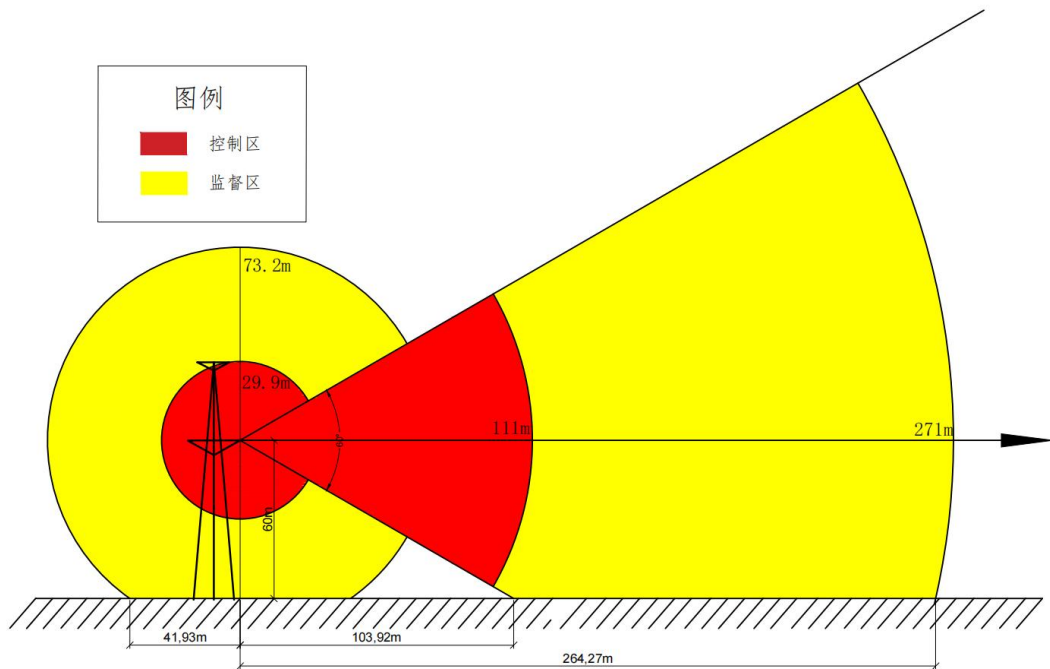


图 11-22 60° 射线角 XRS-3 型探伤机 60m 控制区与监督区剖面示意图

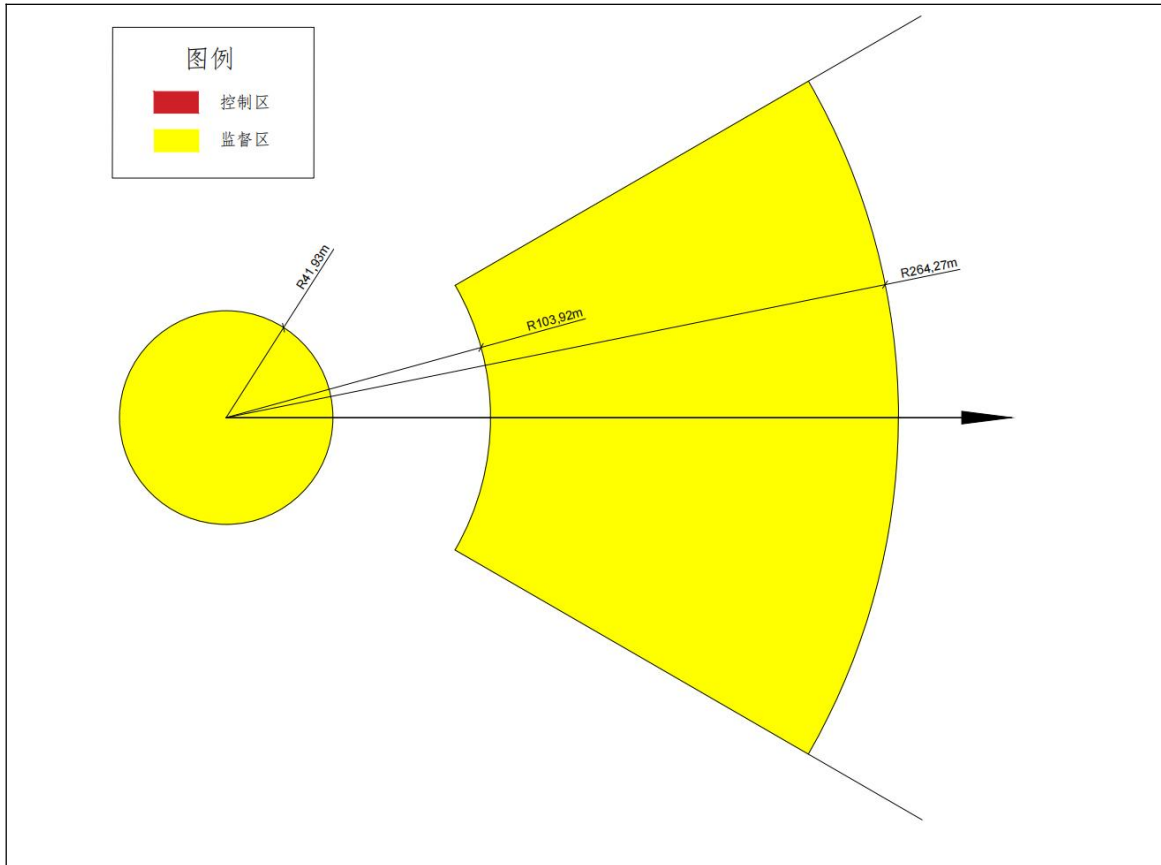


图 11-23 60° 射线角探伤机 60m 高度地面控制区与监督区平面示意图

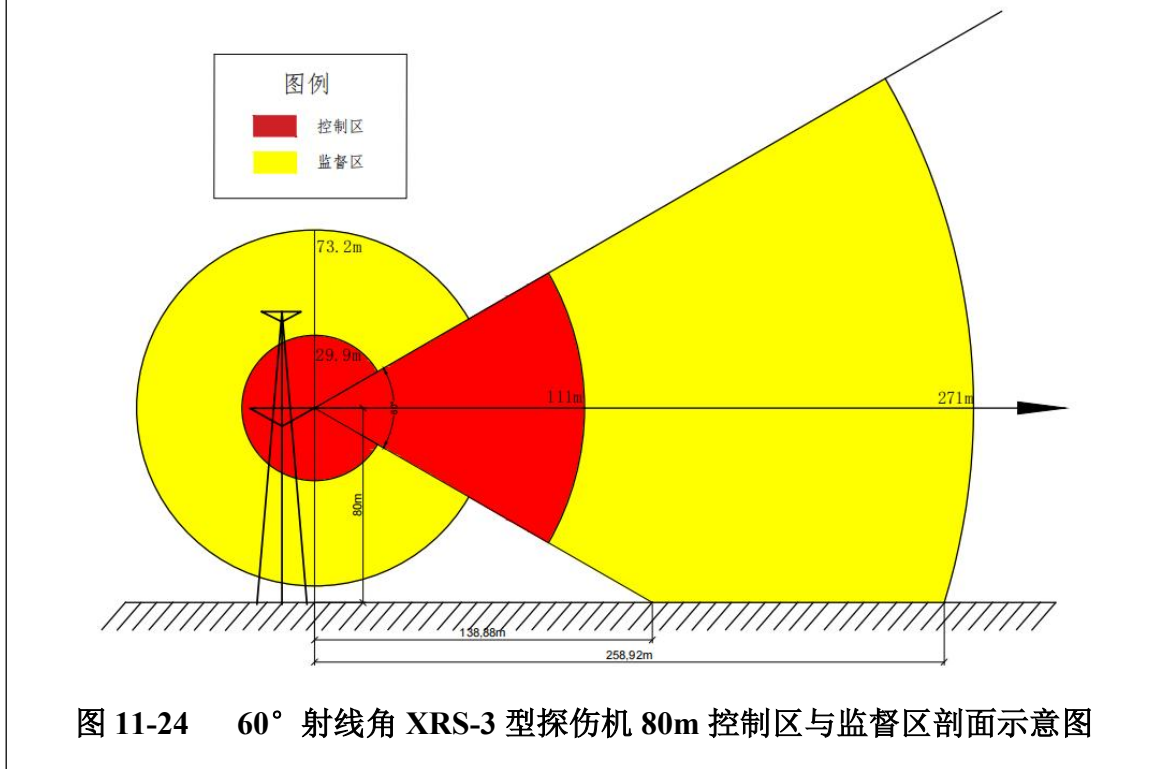


图 11-24 60° 射线角 XRS-3 型探伤机 80m 控制区与监督区剖面示意图

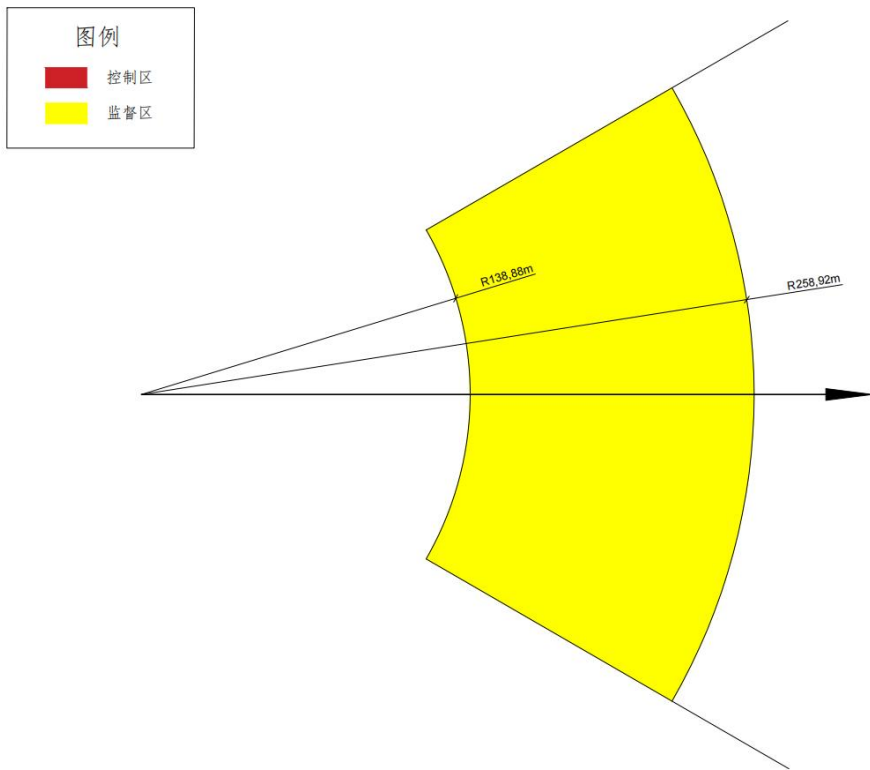


图 11-25 60° 射线角探伤机 80m 高度地面控制区与监督区平面示意图

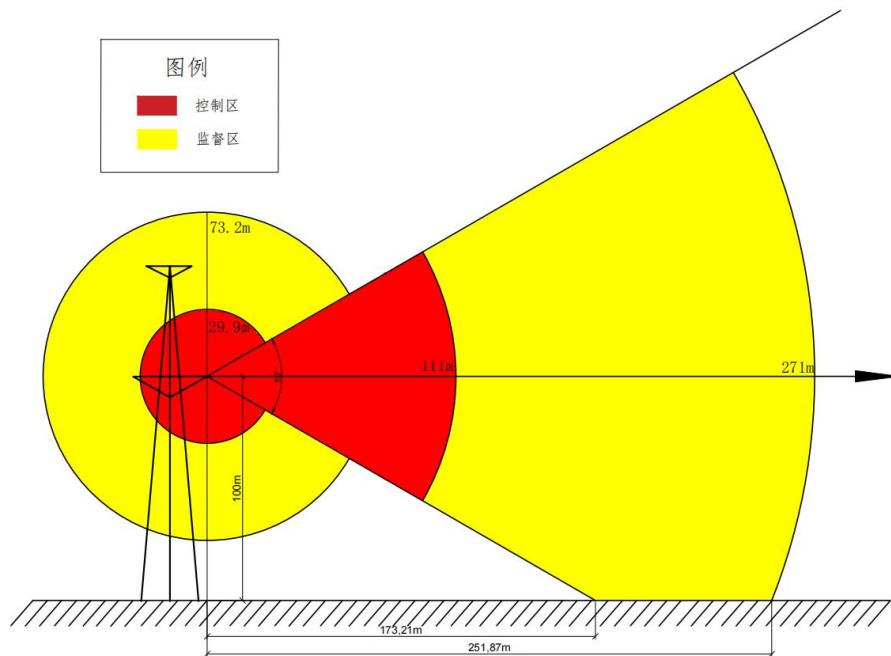


图 11-26 60° 射线角 XRS-3 型探伤机 100m 控制区与监督区剖面示意图

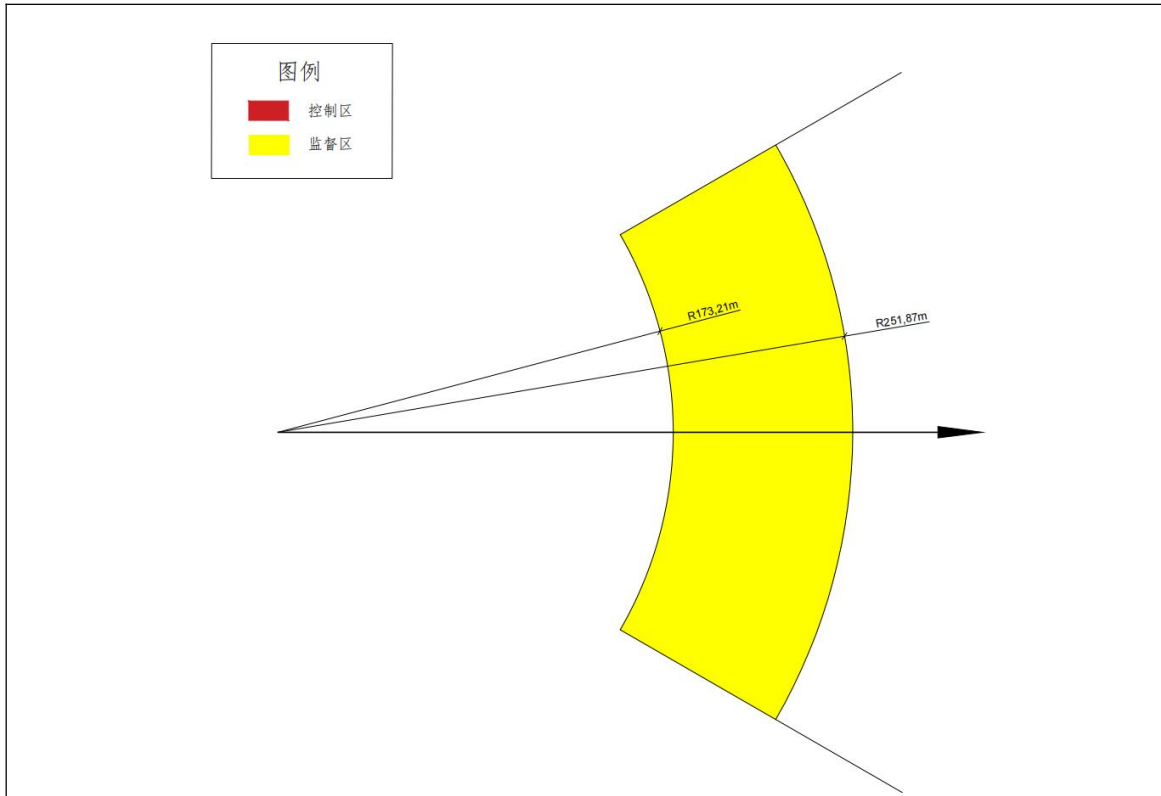


图 11-27 60° 射线角探伤机 100m 高度地面控制区与监督区平面示意图

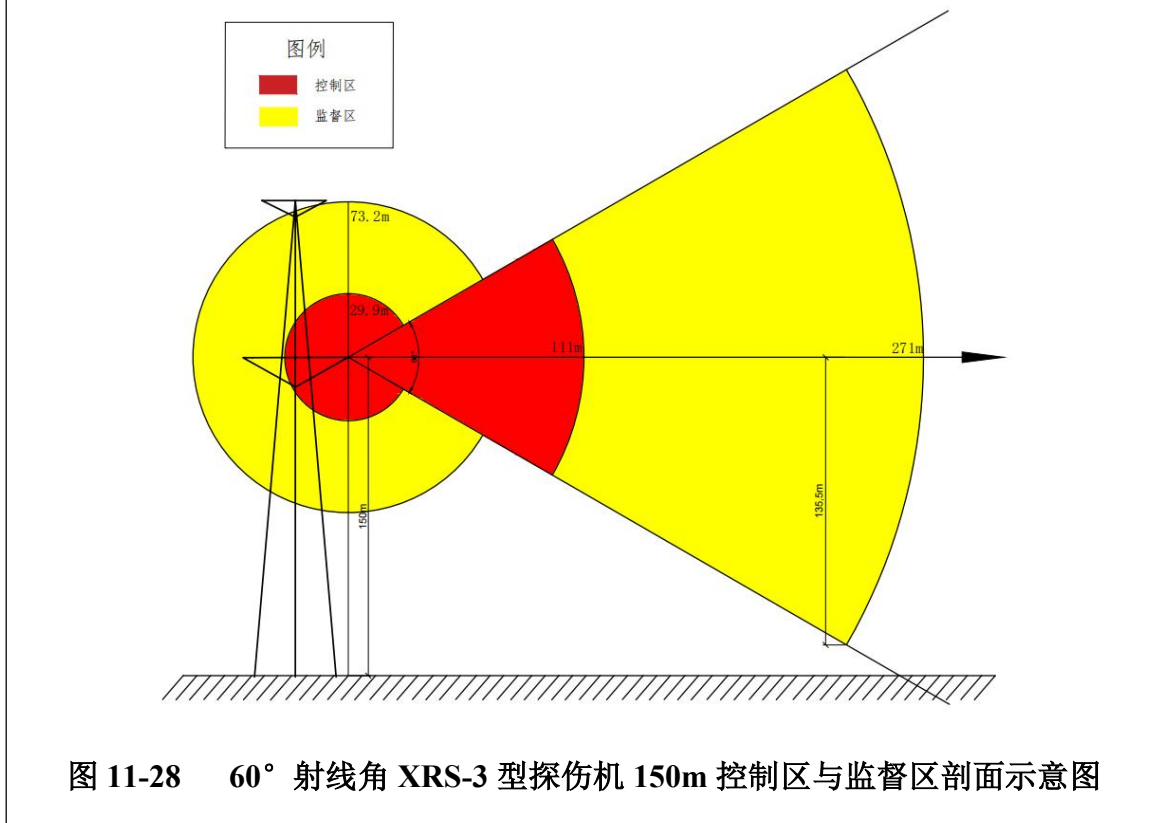


图 11-28 60° 射线角 XRS-3 型探伤机 150m 控制区与监督区剖面示意图

图 11-1~图 11-24 中控制区及监督区距离仅供建设单位在流动探伤工作过程中确定具体控制区及监督区距离时进行参考，在实际工作过程中，建设单位应进行现场巡测，依据控制区边界为周围剂量当量率限值 $15.0\mu\text{Sv/h}$ 、监督区边界为周围剂量当量率限值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行控制区、监督区的划分。同时，建议建设单位野外探伤作业采用延时曝光，工作人员迅速退居到安全位置的方式进行辐射防护，即“延时距离防护”。

3.剂量估算

3.1 工作人员的照射剂量

根据建设单位提供资料，公司计划配备 6 名现场操作人员，分为 2 组，每次探伤时为 1 组工作，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），实施探伤时，操作人员要求在控制区以外，以避免有用线束。由于 X 射线机为定时曝光自动关机，设备操作人员受到照射主要是在开机初期，开机后可以离开操作位置到更远的区域等候，设备自动关机后再回到操作位置，继续下一步工作。本项目每台设备每天进行 15 次曝光，每次最大曝光时间不超过 20 秒，每周工作时间为 5 天，每台设备每周最大开机时间为 25min，每年约 50 个工作周，每组人员工作时间约为 20.8h/a ，工作人员居留因子取 1，其 X 剂量率取控制区边界周围剂量当量率最大值 $14.87\mu\text{Sv/h}$ ，则每组工作人员的年照射剂量约为 $14.87\mu\text{Sv/h}\times 20.8\text{h}\times 1\times 10^{-3}=0.309\text{mSv/a}$ ，低于工作人员管理限值 5mSv/a 。

3.2 公众成员的照射剂量

本项目工作场所均位于野外，且处于临时管制状态，其他人员不能进入监督区和控制区，公众居留因子取 $1/16$ ，则公众成员的年照射剂量约为 $2.49\mu\text{Sv/h}\times 20.8\text{h}\times 1/16\times 10^{-3}=0.0032\text{mSv}$ ，实际现场探伤时，在设置监督区并做好警戒的状态下，一般情况下，公众在监督区边缘停留时间不可能达到 250h，可以确保公众的年照射剂量低于公众管理限值 0.1mSv/a 。

4.废气影响分析

本项目为现场探伤，产生少量臭氧和氮氧化物将很快弥散在大气环境中，臭氧在常温可自行分解为氧气，对现场的工作人员和周围环境空气质量影响很小。

5.危险废物

本项目 X 射线探伤设备采用直接数字化 X 射线摄影系统（DR），不涉及洗片过程，因此无危险废物产生。

事故影响分析

1.事件/事故分析

本次新建移动式 X 射线探伤项目使用的为 II 类射线装置。公司在现场移动探伤的过程中，可能存在以下事故风险：

（1）现场探伤时，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，使其受到超剂量的照射；

（2）现场探伤时，控制区和监督区划分不合理，探伤过程中未对两区边界的辐射水平进行检测，对辐射工作人员和公众造成照射；

（3）现场探伤时，辐射工作人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和公众造成照射。

（4）现场探伤时在未照射完毕的情况下，现场辐射工作人员误入控制区给辐射工作人员造成误照射。

（5）X 射线机被盗，造成公众的不必要照射。

（6）检修工作时意外出束，造成维修人员和公众的不必要照射。

（7）脉冲式 X 射线探伤机停止工作时，未按 GBZ117—2022 中 8.4.1.4 的要求检测操作者所在位置的辐射水平就认为探伤机已停止工作而实际未停止，造成对人员的误照射。

（8）由于天气因素或无人机发生故障，造成主束方向朝向其他方向或无人机坠落。

2.事件/事故防范

（1）从事 X 射线探伤的工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守脉冲式 X 射线探伤机使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；做好脉冲式 X 射线探伤机的日常维护保养，定期检查，保证脉冲式 X 射线探伤机始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

（2）为防止开展移动探伤时，公众误留、误入控制区或监督区，除探伤现场事先清场，布置足够的警戒绳等围挡防止公众入内、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，每个移动探伤现场除操作人员外，除两名无人机操作人员外，还设置 1 个观察手岗位兼任现场巡视工作。

(3) 现场探伤时工作人员应严格按照本报告给出的控制区距离进行操作，当周围环境不满足距离要求时，扩大控制区范围，直至便携式剂量率仪监测数据符合要求。

(4) 射线装置在调试和使用时，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。

(5) 加强运输过程中的防盗意识，运输时应安排专人押送，贮存射线装置的场所，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，应安装防盗门、防盗窗、监控及报警器装置等。

(6) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。必要时可远程控制停止出束。

(7) 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。

(8) 探伤前对探伤现场环境进行评估，评估内容包含天气、风力等，不满足探伤作业指导书要求的环境时，取消探伤计划；无人机设置有障碍悬停功能，当无人机因遇到障碍等原因失去平衡，无人机将悬停在半空；探伤前公司拟对脉冲式 X 射线探伤机及无人机设备进行全面检查，确认设备完好，各项功能完整有效、测试连接无误后方可进行探伤作业。

3.应急措施

本项目可能发生的事故后果一般为对辐射工作人员和公众造成超剂量照射，通常情况下属于一般辐射事故（四级）。在发生事故后：

(1) 立即切断电源，确保探伤机停止出束，并组织人员保护现场，迅速报告辐射防护负责人进行事故处理；

(2) 当发生人员受照事故时，迅速安排受照人员接受医学检查和救治；

(3) 事故发生后，积极配合生态环境等管理部门做好事故调查和善后处理工作。

(4) 对发生事故的射线装置, 请有关供货单位或相关检测部门进行检测或维修, 分析事故发生的原因, 并提出改进意见。

(5) 工作过程中无人机坠落或失控, 探伤机掉落, 或探伤机遥控失灵情况下, 用 X- γ 剂量率仪确定现场控制区范围, 并组织人员撤离监督区, 通知辐射防护负责人进行事故处理, 安排事故处理小组穿戴好防护设备回收脉冲式 X 射线探伤机。

当发生辐射事故时, 公司拟立即启动本单位的辐射事故应急措施, 采取必要防范措施, 在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告, 并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》, 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部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目脉冲式 X 射线探伤机属于 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》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。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，应对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗。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》（生态环境部第 57 号公告）的要求，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过我部培训平台报名并参加考核。

根据上述要求，公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作。公司拟制定相关文件，根据本次新建移动式 X 射线探伤项目明确相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入公司的安全管理工作中，保证国家、地方辐射安全和环境保护相关法律法规及标准在本单位内得到执行。

吉林省思极科技有限公司辐射安全管理机构具体职责包括：

- （1）负责对本单位辐射安全管理制度编制、修订、完善并组织实施；
- （2）负责定期对辐射工作人员进行辐射安全相关法规及内部辐射安全规程的宣传、培训和考核；
- （3）负责组织进行辐射应急预案的演练；当出现辐射事故或事件时，组织人员，启动应急响应，配合政府相关部门进行事故发生后的抢救工作；
- （4）负责制订监测计划，定期监测仪器的性能指标，以尽早发现仪器故障等意外事故；
- （5）负责对辐射工作人员进行个人剂量监测，并进行人员健康、保健管理。

辐射安全管理规章制度

1.规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用放射源和射线装置的单位“要有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。建议公司拟根据本项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

(1) 操作规程：针对本项目移动式 X 射线探伤制定操作规程，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，重点是移动式 X 射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

(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；严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、控制缆等存在故障的探伤装置。确保射线检测装置、安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯）、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、探伤机编号等；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账》。

(6) 人员培训计划和健康管理制：辐射工作人员应在上岗前进行健康检查，开展辐射安全知识培训。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），新从事辐射活动的人员须在

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。人员在体检合格、辐射安全与防护相关知识考试合格后方可上岗工作。

(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定期监测制度。

对辐射工作人员进行个人剂量监测并建立个人剂量档案，在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门调查处理。

(8) X射线机设备库管理制度：明确设备库钥匙管理、进出台账等责任制度。

2.人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《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》规定，本项目辐射工作人员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相关知识，并参加考试，目前，本公司已具备五名辐射工作人员，均取得考核合格成绩单。

辐射监测

1.监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定：使用放射性同位素、射线装置的单位应配备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。

针对吉林省思极科技有限公司应用 X 射线探伤装置的具体情况，提出以下监测计划，包括个人剂量监测、工作场所监测。

2.个人剂量监测

对放射工作人员进行个人剂量监测，要求放射工作人员按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）中要求，在操作仪器时正确佩戴个人剂量计，并将个人剂量检测结果存入工作人员健康档案，并终生保存，辐射工作人员开展个人剂量监测（1 次/季），建立个人剂量档案。

3.工作场所监测

每次开展移动探伤，均需对 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测。使用辐

射巡测仪对移动探伤工作场所辐射环境进行巡检，另外每年应委托有资质的单位对 X 射线现场探伤的周围环境进行监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地生态环境局上报备案。

监测周期：每次现场探伤作业时，巡测划出控制区和监督区，当 X 射线探伤装置、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，划定新的区划界线。

监测范围：使用 X 射线探伤装置进行现场探伤时，通过巡测划出控制区和监督区，将工作时周围剂量当量率限值大于 $15.0\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，周围剂量当量率限值大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。

定期检查脉冲式 X 射线探伤机的安全性能，防止射线泄漏，周期：每年 1~2 次。

监测内容：X— γ 辐射剂量率

监测记录应清晰、准确、并完整纳入档案进行保存。

4.监测仪器配置

吉林省思极科技有限公司应配备如下监测仪器：

- (1) 便携式剂量率巡测仪，用于辐射环境剂量率监测；
- (2) 为每个探伤作业人员佩戴个人剂量计，用于监测个人剂量。
- (3) 为探伤作业时的工作人员佩戴个人剂量报警仪，用于监测探伤作业过程中剂量率超标报警。

公司设有 8 名辐射工作人员，2 名管理人员、6 名操作人员；现场探伤作业时，应配备 6 个人剂量报警仪和 2 台便携式 X- γ 剂量率仪，各仪器均需定期送至有资质单位进行检验、校对，确保可以正常使用。

辐射事故应急

本项目使用的射线装置属于 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条规定，结合建设单位实际情况和对事故工况的分析，建设单位须建立的辐射事故应急预案，应包括下列内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急；

- (3) 可能发生辐射事故类别与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序及人员和联系方式。

1. 应急计划

由于采取相应放射防护屏蔽和安全措施，在正常运行状况下相关人员以及周围公众的安全和健康是有保障的。但在施工状况下亦有可能对相关人员造成辐射损伤，据此企业拟根据国家有关法规的要求制定在事故情况下的应急响应计划，以便能够快速有效的处理放射事故，将辐射危害的影响降低到最低水平。拟制定的事故应急计划包括：

应急预案启动、事故报告、应急物资、现场控制、病人救治、现场保护、解除隔离、评估和总结、整改。

安全许可管理要求

根据原国家环境保护部第 3 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求及原环境保护部、原国家卫计委 2017 年第 66 号公告《射线装置分类》中对于射线装置的相关分类管理办法，应严格按照以下管理要求对本单位进行管理：

表 12-1 辐射安全许可一览表

序号	应当具备的条件
1	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 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。
2	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。
3	放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。
5	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、人员培训计划和监测方案。
6	有辐射事故应急措施。
7	应当对本单位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 日前向发放辐射安全许可证的生态环境主管部门提交上一年度的评估报告。

本项目环评审批后，建设单位需向省级生态环境部门及时申请办理辐射安全许可证。企业需要申请辐射安全许可证。应按照上述安全许可管理要求配备相应

的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测仪；完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案；制定完善的辐射事故应急措施；接受所在区域生态环境主管部门的监督管理。

项目竣工环保验收内容

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》中华人民共和国国务院第 682 号相关规定，本项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。除按照国家规定需要保密的情形外，应当依法向社会公开验收报告。配套建设的环境保护设施经验收合格，方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。对配套建设的环境保护设施进行验收，具体验收内容如下表所示：

表 12-2 建设项目环保验收一览表

要素	验收项目	验收内容	效果
现场要素	分区防护	将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的区域划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区。验收过程中采用便携 X- γ 剂量率仪进行监测，确定实际范围划分结果。应签订个人剂量检测合同，定期对个人剂量进行检测。	工作人员年有效剂量当量应不超过 5mSv，公众人员年有效剂量当量应不超过 0.1mSv。
	现场探伤防护用品	电离辐射标志。	警告公众远离辐射工作场所。
		警戒绳、声光报警装置。	防止无关人员闯入工作区域。
		个人剂量报警仪。	避免事故情况下人员超剂量照射。
		便携 X- γ 剂量率仪（便携 X- γ 剂量率仪应当能够有效检测脉冲式 X 射线探伤机的累计剂量，辐射剂量响应时间不应大于 25ns）。	不同工况下对控制区、监督区距离掌控。
管理	现场探伤管理	现场分区监测记录。	符合相关环境管理要求。

要素	管理机构	设立以单位法人作为组长、相关科室负责人参加的辐射安全与环境管理领导小组。落实组织机构成立文件。	负责整体项目辐射安全与环境管理工作。
	人员培训	组织所有从事探伤工作的技术人员参加有资质单位组织的辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格；对从事现场探伤检测的工作人员，必须经培训并参加核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格后方可上岗。	提高辐射工作人员业务技能，规范操作。做到持证上岗，防止人为因素造成事故。
	规章制度	①辐射工作设备操作规程； ②辐射设备维护、维修制度； ③辐射安全防护和保卫管理制度； ④辐射人员安全培训教育管理制度； ⑤辐射人员安全环保岗位责任制度； ⑥辐射工作场所现场检测安全管理规定； ⑦安全隐患排查整治制度；	建立健全完善的制度，确保开展工作前、中、后的制度保障。
	应急预案	制定应急预案，成立应急小组	提高应对事故发生的能力

表 13 结论与建议

<p>1、结 论</p> <p>1.1 建设项目基本概况</p> <p>本项目拟应用 3 台脉冲式 X 射线探伤机在野外进行现场探伤，不设置固定式探伤室。本项目总投资为 273 万元，其中环保投资 24 万元。</p> <p>1.2 辐射环境质量现状</p> <p>吉林省思极科技有限公司 X 射线探伤设备存放区域陆地γ辐射剂量率为 95.7nGy/h~99.0nGy/h，室内γ辐射剂量率范围为 100.8nGy/h~114.9nGy/h，与长春地区陆地及室内γ辐射剂量率变化范围相对比，属于正常本底水平。</p> <p>1.3 辐射安全与防护分析</p> <p>按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的相关规定，建设单位设立辐射防护与安全管理机构，制订相关辐射环境管理规章制度，配备监测仪器、个人防护用品，落实各项辐射防护措施，履行各项环保手续并通过项目竣工环境保护验收合格后方可正式投入使用。</p> <p>1.4 环境影响分析</p> <p>工作人员在控制区外进行操作的情况下，其年照射剂量约为 3.73mSv/a，低于职业人员的年有效剂量管理限值 5mSv/a；按照监督区边界外剂量当量率低于 2.5μSv/h，本项目现场探伤过程中的公众照射小于 0.039mSv/a，低于公众成员年有效剂量管理限值 0.1mSv/a。</p> <p>1.5 可行性分析结论</p> <p>综上所述，吉林省思极科技有限公司只要切实落实本报告表中提出的污染防治措施和建议，严格按照国家有关辐射防护规定执行，不断完善并严格执行相关规章制度、应急预案，则本项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内。从辐射环境保护角度讲，本项目的建设可行。</p>
<p>2、建议和承诺</p> <p>通过对本项目进行工程及污染分析，针对本报告提出的防护措施及管理制度，吉林思极科技有限公司以承诺的形式提出并立即执行。</p>

(1) 探伤作业前，应划定作业场所工作区域，并在相应边界设置警示标识。工作区域划分应以在即将探伤的工作条件下，开机状态以脉冲式 X 射线探伤机射线管为圆心从 150m 外由远到近用剂量率仪巡测划定，建立并保持巡测记录。

(2) 尽量避免在人群密集区和居民区进行现场探伤，无法避免时，应划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外，设专人警戒，防止无关人员进入监督区和控制区，引起不必要的意外照射。在无法疏散时，必须采取防护措施，保证无关人员所处位置的周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关条款要求，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，建设单位应根据现场探伤工作情况配备足够的工作人员，且新增工作人员应按《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相关要求，进行岗前培训并取得上岗证。

(4) 现场探伤的每台脉冲式 X 射线探伤机应至少配备 1 台便携式剂量巡测仪。开始探伤工作之前，应对剂量巡测仪进行检查，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。现场探伤期间，工作人员还应佩戴个人剂量计、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式剂量巡测仪，两者均应使用。

(5) 加强对员工的核与辐射安全知识培训，增强员工的安全意识和自我保护意识。每年开展一次辐射事故应急演练，增强事故应急能力，常备不懈。

(6) 认真做好项目竣工环境保护验收工作；

(7) 在探伤作业过程中，接受所在区域的生态环境主管部门监督管理。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公 章

经办人：

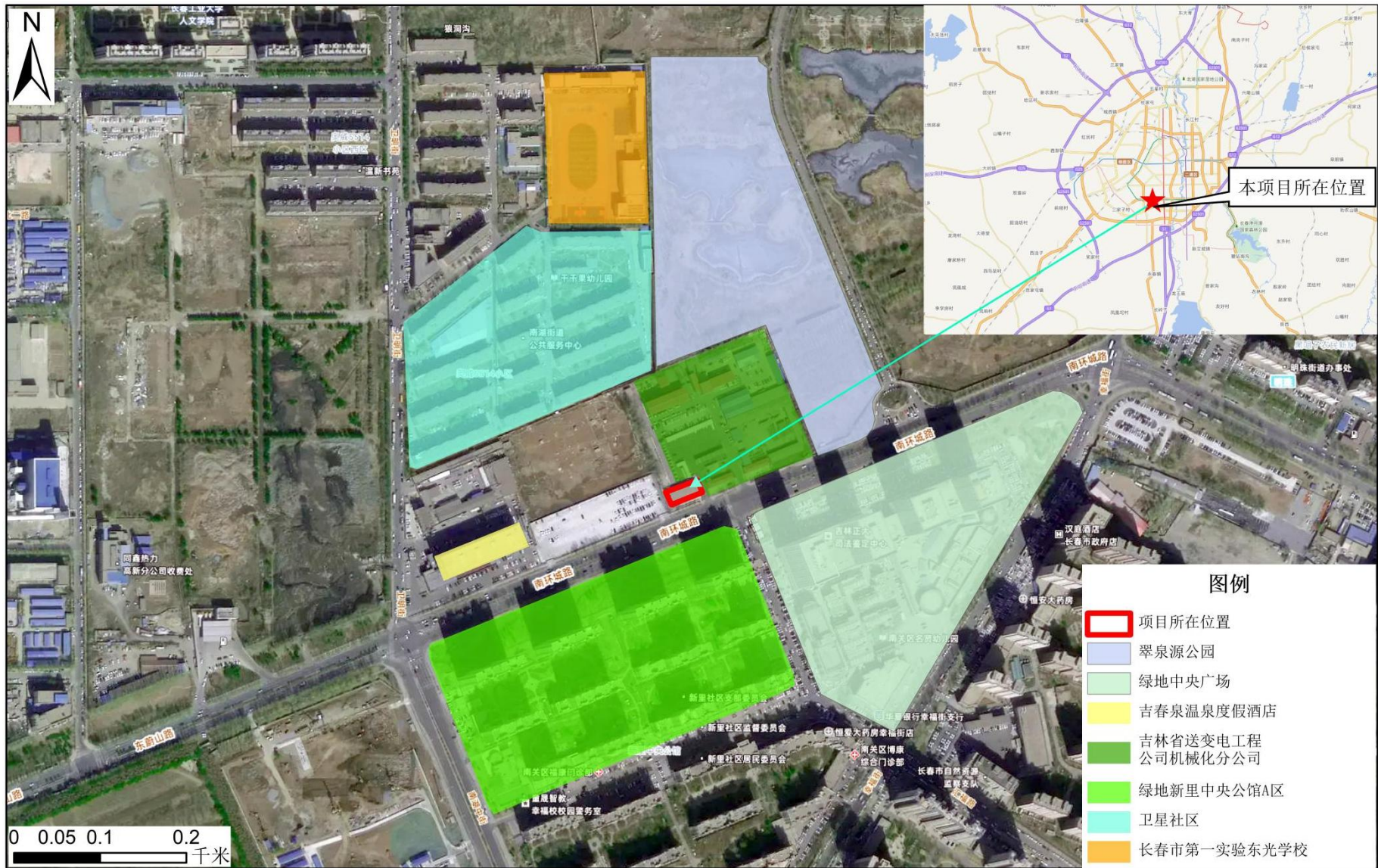
年 月 日

审批意见：

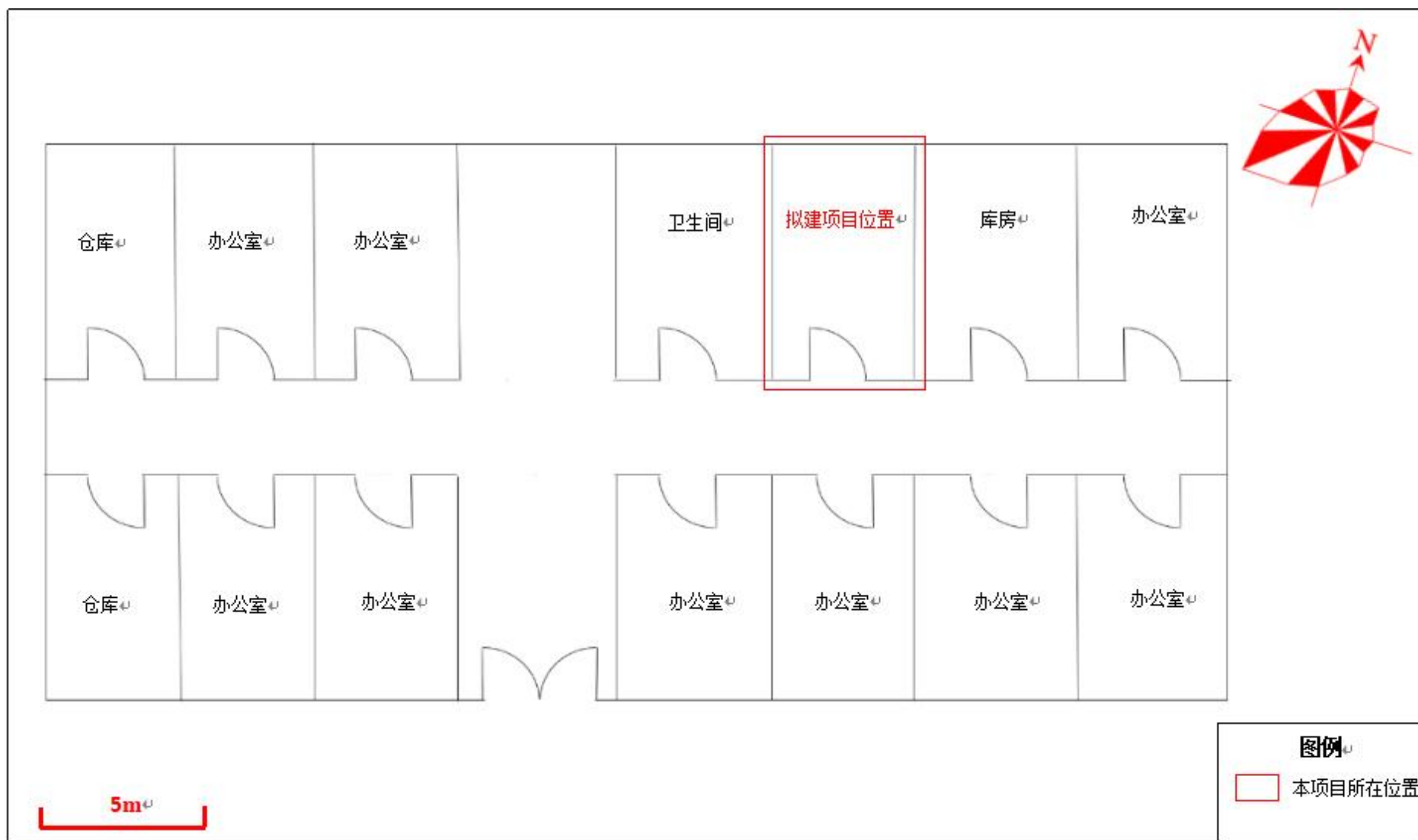
公 章

经办人：

年 月 日

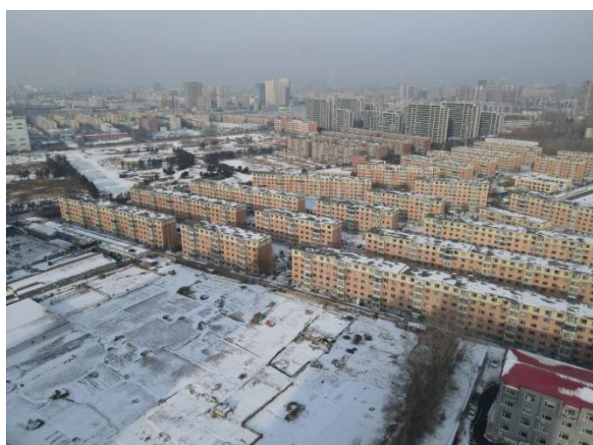


附图1 本项目地理位置图



附图2 本项目平面布局图

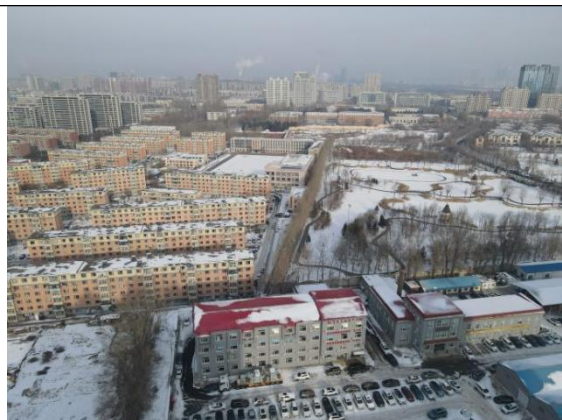
附图 3 项目现场图



卫星社区（北）



绿地新里中央公管 A 区（南）



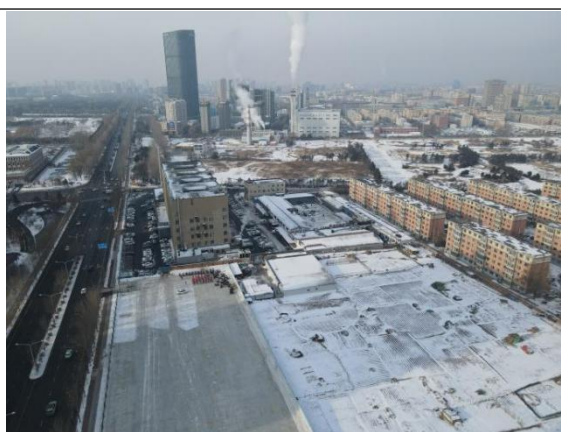
长春市第一实验中学第一学校（北）



绿地中央广场（南）



吉林省送变电工程有限公司及国家电网充电桩
（北）



吉林温泉度假酒店（西）



拟建库房



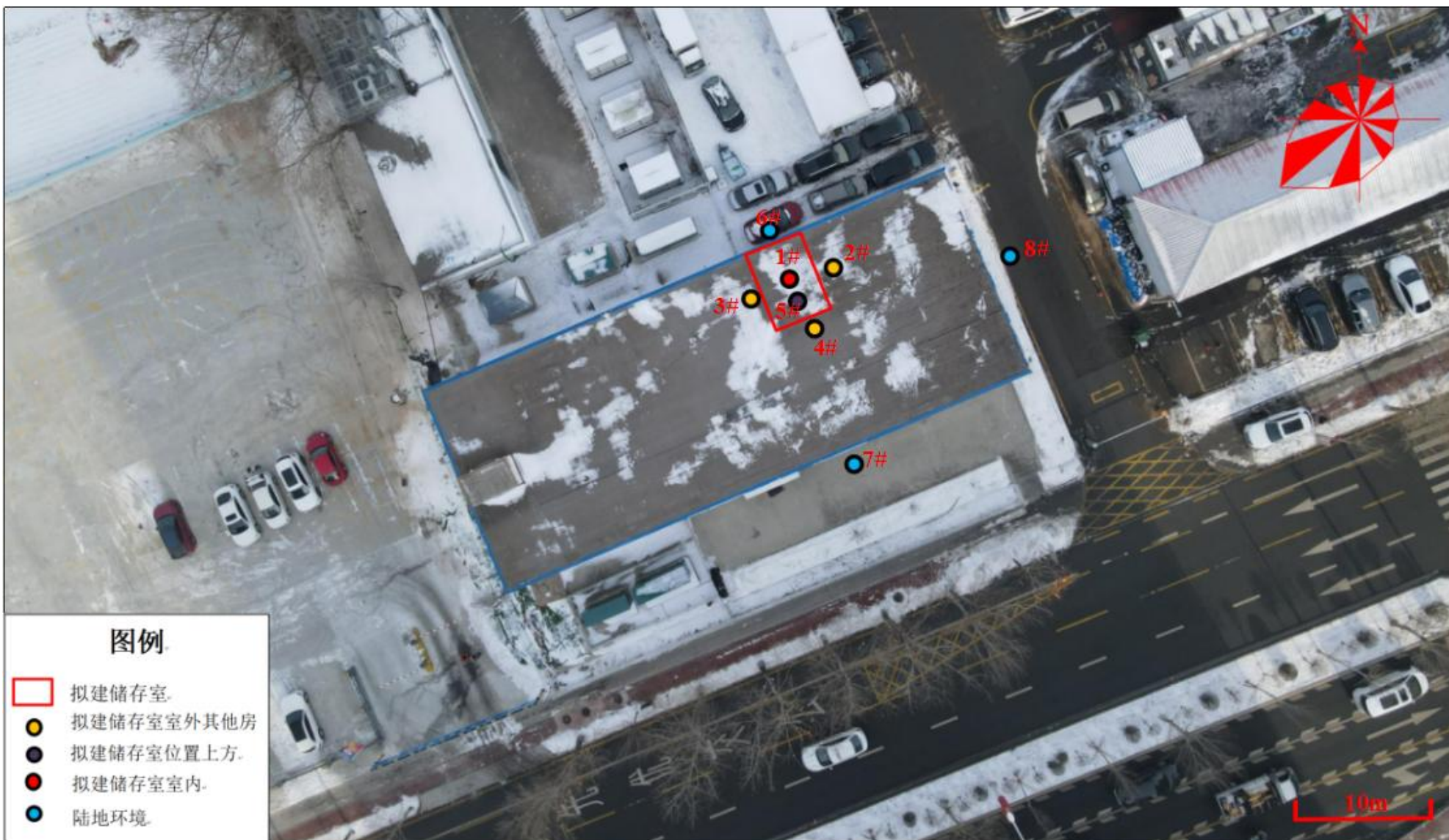
库房外走廊



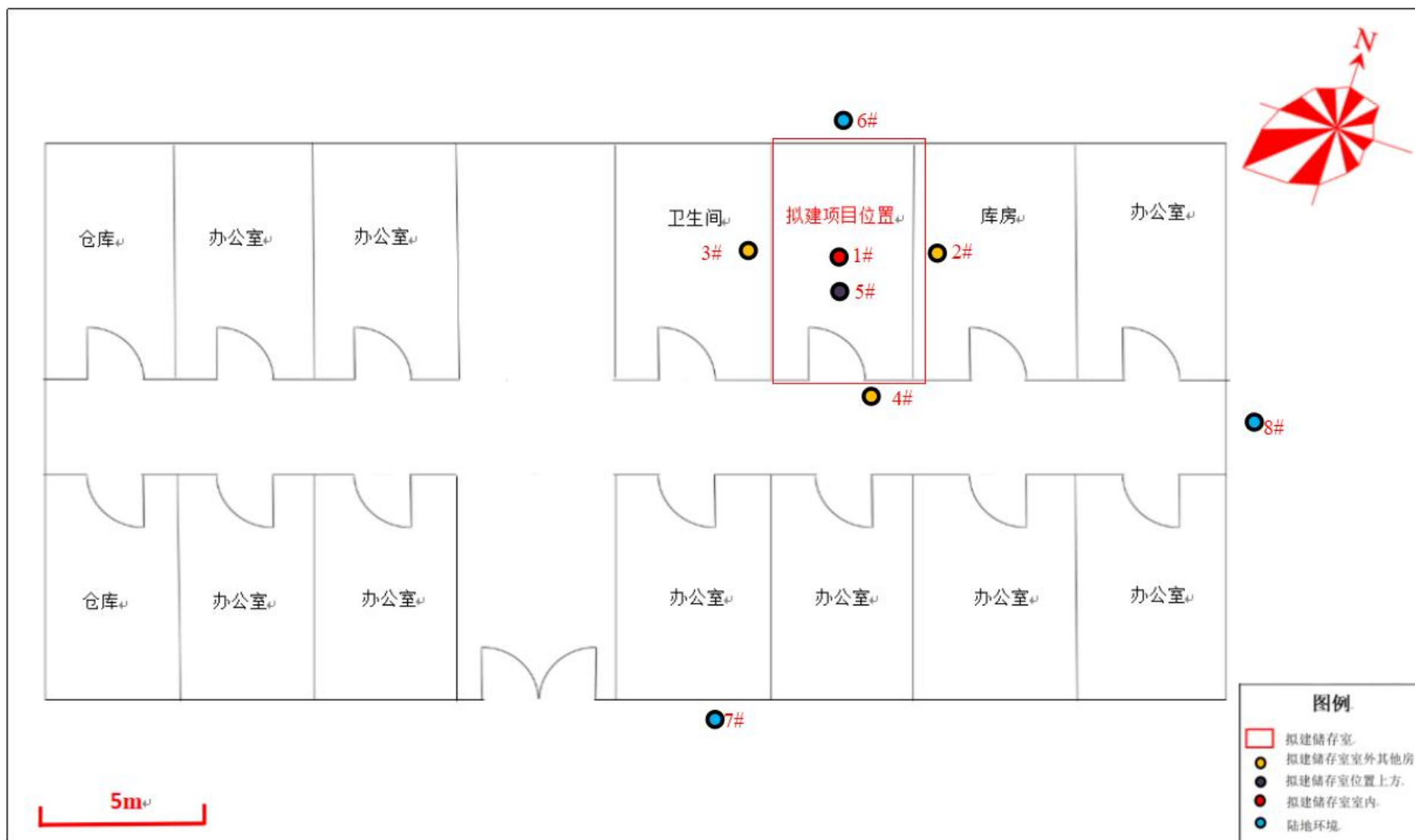
室内



库房室内



附图 4a 项目监测点位图



附图 4b 项目监测点位图

附件 1 营业执照

仅用于办理... 吉林思锐科技有限公司



营业执照

(副本)

统一社会信用代码
91220107MA17J6U65L



扫描二维码
获取企业信息
了解更多登
记、备案、许
可、监管信息。

名称 吉林省思锐科技有限公司
类型 其他有限责任公司
法定代表人 王华

注册资本 伍仟万元整
成立日期 2020年 06月 01日
住所 长春市净月开发区生态大街3777号长晋净月明
宇广场A2-29-29293

经营范围

一般项目：软件开发；集中式快速充电站；云计算设备销售；数字技术设备；物联网技术服务；物联网应用服务；物联网技术研发；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；信息系统集成服务；信息系统运行维护服务；计算机及通讯设备租赁；机动车充电设备销售；电气仪器设备安装；电气设备安装；软件销售；建筑工程机械与设备租赁；电工仪器仪表制造；电气仪器装备制造；计算机软硬件及辅助设备零售；网络设备销售；劳务服务（不含劳务派遣）；广告发布；广告设计、代理；卫星通信服务；节能环保设备销售；非居住类地产租赁；区块链技术与应用；供应链管理；电力行业能效节能技术研究；在能源领域技术研发；供热服务；特种作业人员安全技术培训；智能无人飞行器销售；信息咨询服务（不含许可类信息咨询服务）；数据处理服务；数据治理和存储支持服务；大数据服务；相贯线服务；信息咨询服务（不含许可类信息咨询服务）；物联网设备制造；物联网设备销售；互联网安全服务；电气安全服务；日用化学产品销售；化工产品销售（不含许可类化工产品）；劳动防护用品销售；安全防护用品销售；特种劳动防护用品销售；电工器材销售；电力设备材料销售；配电网控制设备销售；工业互联网数据服务。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）



登记机关
2025年 12月 09日

国家企业信用信息公示系统网址：<http://jlgsc.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

附件 2 监测报告



吉林省泽盛科技有限公司

监测报告

编号：辐 25K012

项目名称： 吉林省思极科技有限公司便携式 X 射线探
伤机核技术利用项目

委托单位： 吉林省思极科技有限公司

报告编制人：

林大宏

审核人：




授权签字人：

刘庚

签发日期：

2024 年 1 月 10 日

说明

1. 本监测报告未加盖吉林省泽盛科技有限公司公章、骑缝章和  章无效。
2. 报告涂改无效。
3. 委托监测仅对当时工况及环境状况有效，自送样品仅对该样品监测结果负责。
4. 如对本报告有异议，请于收到本报告之日起五日内以书面形式向本监测单位提出，逾期不予受理。
5. 本监测报告仅对本委托项目负责。
6. 未经监测单位同意，不得将此报告用于广告宣传、法庭举证、仲裁及其他相关活动。
7. 对样品中包含的任何已知的或潜在危害，如放射性、有毒或爆炸性的样品，委托单位应事先声明，否则后果由委托单位承担。
8. 若有分包项，监测报告中用*号标注。
9. 未经监测单位同意，不得将此报告标识复制（全文复制除外）。

注册地址：吉林省长春市朝阳区南湖大路 28 号富苑华城尊邸 1803 号室

实验室地址：长春市经开区长沙路 2566 号易励光电 2 号楼 7 楼

邮政编码：130021 电话：0431-81705091 邮箱：jlszskj@163.com

215
>
·
215
/

一、监测基本情况

委托单位：吉林省恩极科技有限公司
项目名称：吉林省恩极科技有限公司便携式 X 射线探伤机应用项目
项目地理位置：吉林省长春市朝阳区南湖街道南环城路 28 号 112 号房
监测日期：2026 年 1 月 9 日
监测类别：委托监测

二、监测依据及使用仪器

项目	X-γ辐射剂量率		
监测依据	《辐射环境监测技术规范》HJ/T61-2021		
	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021		
使用仪器	仪器名称	便携式 X-γ 辐射率仪	
	仪器型号	BH3103B	
	有效日期	2025 年 09 月 01 日	2026 年 08 月 31 日
	证书编号	GY25U-QW714022	
	检定单位	北京市计量检测科学研究院	

三、监测结果

序号	监测点位	监测结果 (nGy/h) (扣除宇宙射线响应值)
1	拟建储存室位置	107.6
2	拟建储存室室内东侧	105.3
3	拟建储存室室内西侧	114.9
4	拟建储存室室内南侧	106.0
5	拟建储存室位置上方	100.8
6	拟建储存室室外北侧	99.0
7	陆地环境 (南)	87.7
8	陆地环境 (东)	85.8

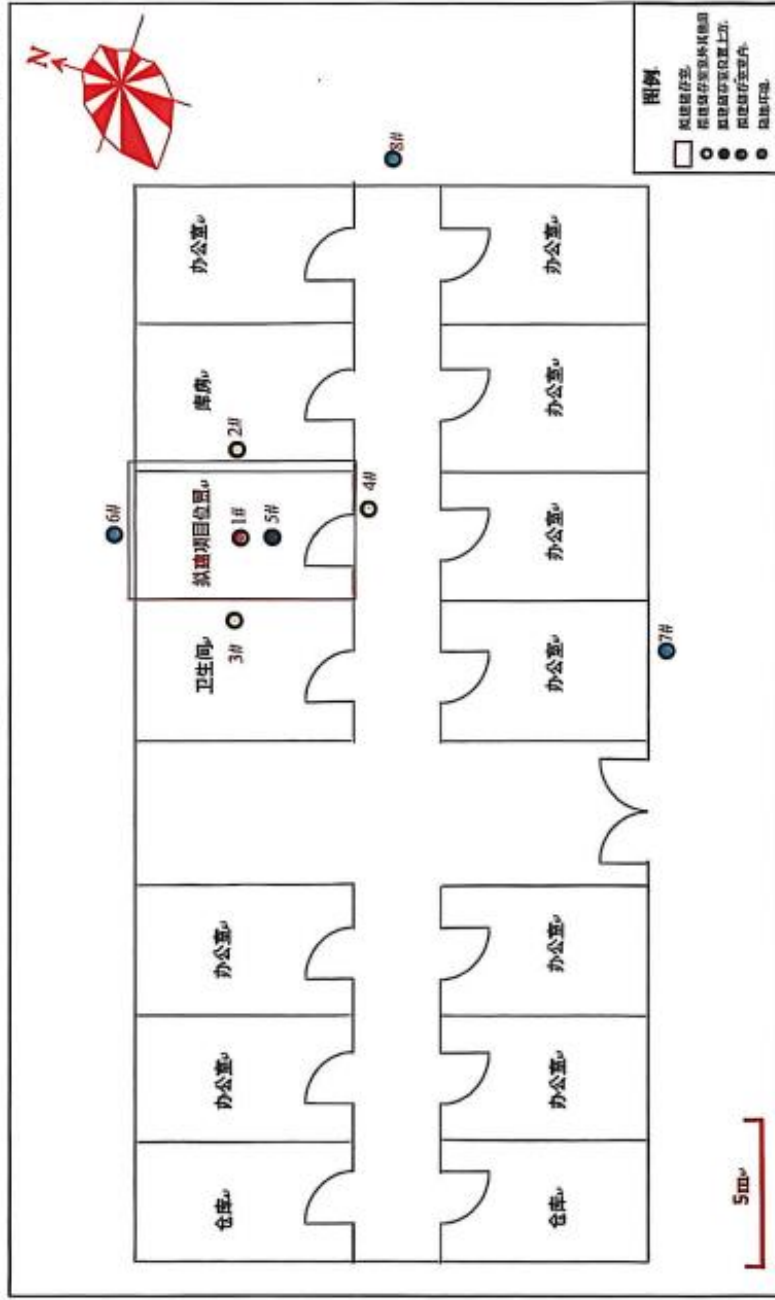
(以下空白)



附图 1 本项目地理位置示意图



附图 2 库房监测点位情况示意图



附图 3 库房（一层）监测点位、平面及分区情况示意图

北京市计量检测科学研究院

Beijing Institute of Metrology



20250722492800 -12-D 2098

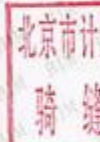
检定证书

Verification Certificate

证书编号: GY25U-QW714022

Certificate No:

客户名称	吉林省泽盛科技有限公司
Client	
计量器具名称	便携式X-γ剂量率仪
Name of Item	
型号/规格	BH3103B + BH3103B
Mode/specification	
出厂编号	014 + 探头
Serial No.	
制造单位	中核控制系统工程有限公司
Manufacturer	
检定依据	[见本证书第二页检定依据]
Verification Regulation	
检定结论	合格
Conclusion	



批准人

Approved by

核验员

Checked by

检定员

Calibrated by

检定日期: 2025 年 09 月 01 日

Date of Verification Year Mon Day

有效期至: 2026 年 08 月 31 日

Date of Exiry Year Mon Day

计量检定机构授权证书号为:

Authorization Certificate No. (国) 法计 (2022) 01007

地址: 北京市朝阳区安苑东里一区12号

Address: No. 12.1 block, Anyuandongli, Chaoyang distric, Beijing 电子邮件 (E-mail): jly@bjjl.cn

电话 (Tel): 400-090-0222

传真 (Fax): 010-57521500

邮编 (Post Code): 100029

第 1 页, 共 3 页

Page 1 of 3

北京市计量检测科学研究院检定证书

Verification Certificate of BIM

证书编号: GY25U-QW714022

第 2 页共 3 页
Page 2 of 3

北京市计量检测科学研究院是国家法定计量检定机构。

Beijing Institute of Metrology (BIM) is a National Legal Metrology Verification Organization.

检定依据 Verification Regulation	JJG521-2006 环境监测用x、γ辐射空气吸收剂量率仪检定规程				
检定地点 Verification Location	综合实验室				
环境条件 Environmental conditions	温度(°C) Temperatural (°C)	21	相对湿度(%) Relative humidity (%)	58	其他 Other /

检定使用的主要计量标准装置信息

Measurement Standards for Verification

名称 Name	测量范围 Measuring Range	不确定/准确度等级 /最大允许误差 Uncertainty/Accuracy/MPE	证书编号/溯源 单位 Certificate No./Traceto	有效期至 Date of Expiry

本次检定使用的主要计量标准器具

Measurement Standards for Verification

名称 Name	测量范围 Measuring Range	不确定/准确度等级 /最大允许误差 Uncertainty/Accuracy/MPE	证书编号/溯源 单位 Certificate No./Traceto	有效期至 Date of Expiry
Cs-137参考辐射源	/	/	HCM 2024156342 北京计量院	2026-07-09
剂量计	/	$U_{95}=4\%$ ($k=2$)	HCM 2024179453 北京计量院	2026-08-22

本文证书以中英文两种语言表达, 准确含义以中英文表达。

The certificate is reported in both English and Chinese, with the Chinese version as standard.

本证书未加盖检定专用章无效。

The certificate is invalid without the calibration seal of BIM.

被检计量器具修理后, 应立即重新检定。

Recalibrate the item as soon as it is repaired.

在使用过程中, 如对被校准物品的技术指标产生怀疑, 请重新检定。

Recalibrate the item if there are any doubts about its performance.

未经本院书面批准, 不得部分复制本证书。

This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of BIM.

检测科学
专用

北京市计量检测科学研究院检定证书

Verification Certificate of BIM

证书编号：
Certificate No. GY25U-QW714022

第 3 页 共 3 页
Page 3 of 3

检定结果

Results of Verification

1. 外观各部分相互作用： 符合

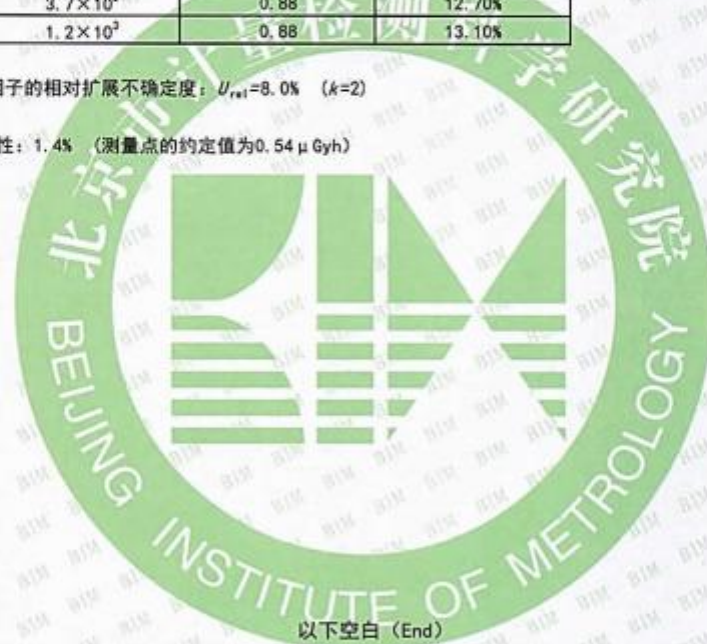
2. 示值误差：

2.1 校准点：

校准点 (10^{-8}Gy/h)	校准因子	相对固有误差
5.3×10^1	0.89	10.20%
3.7×10^2	0.88	12.70%
1.2×10^3	0.88	13.10%

2.2 校准因子的相对扩展不确定度： $U_{rel}=8.0\%$ ($k=2$)

2.3 重复性：1.4% (测量点的约定值为 $0.54 \mu\text{Gyh}$)



以下空白 (End)

未经本院书面批准，不得部分复制本证书。

This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of BIM



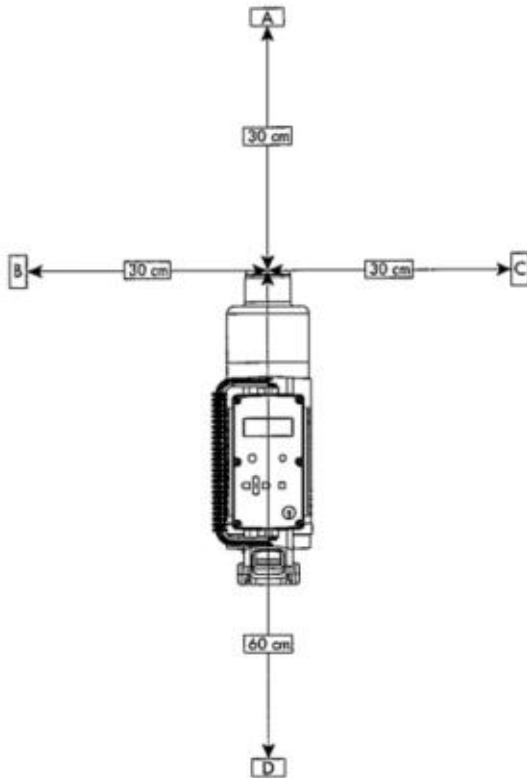
附件 3 设备参数

SPECIFICATIONS

PHYSICAL DIMENSIONS INCLUDING BATTERY PACK				
MODEL	XR150 20V	XR200	XRS3	XRS4
LENGTH	10.49 in (26.65 cm)	11.95 in (30.35 cm)	14.20 in (36.07 cm)	19.26 in (48.92 cm)
WIDTH	3.54 in (8.99 cm)	4.26 in (10.82 cm)	4.26 in (10.82 cm)	4.80 in (12.19 cm)
HEIGHT	4.71 in (11.96 cm)	5.83 in (14.81 cm)	7.44 in (18.90 cm)	7.05 in (17.91 cm)
WEIGHT	5.7 lb (2.58 kg)	11.00 lb (5.00 kg)	11.80 lb (5.40 kg)	18.30 lb (8.30 kg)
X-RAY OUTPUT				
X-ray dose per pulse (12 inches in front of unit)	2.0 to 2.8 mR	2 mR to 3.4 mR	2 mR to 4.3 mR	4 mR to 8.5 mR
Pulses per battery charge	9000 +	6000	4000	3000
Pulses per second	10 (Nominal)	10 (Nominal)	15 (Nominal)	9 (Nominal)
Expected tube life (glass tube)	30,000 pulses	100,000 pulses	100,000 pulses	50,000 pulses
X-ray source size	1/8 in. (3mm)	1/8 in. (3mm)	1/8 in. (3mm)	1/8 in. (3mm)
Maximum Photon Energy	150 kVp	150 kVp	270 kVp	370 kVp
X-ray pulse width	50 nanoseconds	50 nanoseconds	25 nanoseconds	10 nanoseconds
ELECTRICAL AND THERMAL CHARACTERISTICS				
Battery voltage	18-20 V	18-20 V	18-20 V	18-20 V
Battery type	Li Ion	Li Ion	Li Ion	Li Ion
Battery recharge time	1 Hour	1 Hour	1 Hour	1 Hour
Current draw	13A @ 18-20 V	9A @ 18-20 V	20A @ 18-20 V	13A @ 18V
Average X-ray Tube Current	0.5 mA	0.5 mA	0.25 mA	0.25 mA
Storage Temperature	0° to 120° F (-18 to 50° C)	0° to 120° F (-18 to 50° C)	0° to 120° F (-18 to 50° C)	0° to 120° F (-18 to 50° C)
Operating Temperature	0° to 120° F (-18 to 50° C)	0° to 120° F (-18 to 50° C)	0° to 120° F (-18 to 50° C)	0° to 120° F (-18 to 50° C)
Maximum duty cycle	200 pulses every 4 min (3000 pulses per hour)	200 pulses every 4 min (3000 pulses per hour)	200 pulses every 4 min (3000 pulses per hour)	200 pulses every 4 min (3000 pulses per hour)
High Temperature or High Use Duty Cycle	Rest 30 sec every 50 pulses and 4 min every 200 pulses	Rest 30 sec every 50 pulses and 4 min every 200 pulses	Rest 30 sec every 50 pulses and 4 min every 200 pulses	Rest 30 sec every 50 pulses and 4 min every 200 pulses
IP Rating	IP 54	IP 54	IP 54	IP 54
Minimum Standby Time	10 hours	10 hours	10 hours	10 hours
Warm-up	None required	None required	None required	None required

XRS3

X-Ray Leakage Test



Test Pulses 50

Probe	Radiation Measured	Radiation Allowed	
		Min	Max
A	153 mR	100	200
B	2.09 mR		5.00
C	2.09 mR		5.00
D	BDL mR		0.70

Radiation Probe: Radcal 10X6-6

* Radiation measured in milliroentgens (mR)

BDL = Below Detectable Limits
which is 0.03 mR for this probe.

Tested By Jeff Weesner

Test Date 11 Sep 2024

Serial Num 12260

Head Num 352407009

Tube Code 240219316

Golden Engineering, Inc.
www.goldenengineering.com

6364 Means Road, Box 185
Centerville, IN 47330
(765) 855-3493
FAX: (765) 855-3492

附件 4 安全联锁装置说明

关于思极科技有限公司便携式 X 射线机核技术利用项目 探伤机安全联锁装置说明

我公司脉冲式 X 射线探伤机 (XRS-3) 均设有安全联锁装置, 通过控制作业区域、探伤机与成像板距离限制、设置急停按钮等安全措施, 防止探伤机意外出束。

若出现以下情况, 则探伤机无法出束:

- 1) 未划定作业区域, 则探伤机无法出束;
- 2) 探伤机与成像板连接信号距离为 3m, 超出连接距离, 则探伤机无法出束。

若出现探伤机持续出束情况, 则可通过急停按钮遥控停止出束。

广州优飞智能设备有限公司

2016 年 1 月 21 日



附件 5 委托书

关于吉林省思极科技有限公司便携式 X 射线探伤机 核技术利用项目环境影响评价工作的委托函

吉林省泽盛科技有限公司：

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，经研究，我单位决定委托贵公司开展《吉林省思极科技有限公司便携式 X 射线探伤机核技术利用项目》环境影响评价工作，望贵公司遵照国家和地方有关环境保护法律法规的要求，结合工程的实际情况，开展环境影响评价工作。

特此委托

吉林省思极科技有限公司（公章）



2025年12月25日

附件 6 保证书

保证声明

根据《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的有关规定,本单位对《吉林省思极科技有限公司便携式 X 射线探伤机核技术利用项目》做出如下声明:

本单位申请上报的《吉林省思极科技有限公司便携式 X 射线探伤机核技术利用项目》不含涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定的内容。

特此声明。

吉林省思极科技有限公司(公章)



年 月 日

附件 7 《长春市生态环境局关于开展 2023 年度核与辐射安全隐患
专项排查整治行动的通知》

长春市生态环境局文件

长环管〔2023〕17号

长春市生态环境局关于开展 2023 年度核与辐射安全隐患 专项排查整治行动的通知

市综合行政执法支队、市核与辐射监督管理站，各县（市）区、
开发区分局：

为进一步加强我市核与辐射安全监管工作，消除核与辐射安全隐患，按照省生态环境厅《关于开展 2023 年度全省核与辐射安全专项检查行动的通知》（吉环辐射字〔2023〕6 号）要求，结合安全生产百日攻坚工作，我局决定开展全市核与辐射安全隐患专项排查整治行动。具体事宜通知如下：

一、总体要求

坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想和中国核安全观为指引，强化核安全政治责任意识，从严开展核与辐射安全隐患排查，彻

查各类安全隐患及薄弱环节。严格履行属地监管责任，提高辐射安全管理水平，压实核技术利用单位核与辐射安全主体责任，督促核技术利用单位强化风险防范意识、法治意识，规范内部安全管理，提升安全文化，坚决遏制辐射事故、事件发生。

二、排查对象

全市辖区内放射源、非密封放射性物质、射线装置生产、销售、使用单位（其中重点检查生产、销售、使用放射性药品的核技术利用单位；使用Ⅱ、Ⅲ类放射源的核技术利用单位；使用Ⅱ类射线装置从事医学治疗的核技术利用单位；使用电子辐照加速器的核技术利用单位）；220KV及以上输变电工程建设单位；广播电视转播台站、各类干扰台（站）等企事业单位；废旧金属回收熔炼单位。

三、排查内容

（一）法律法规执行情况

新建、改建、扩建、退役辐射工作场所的环境影响评价及辐射防护设施“三同时”制度落实情况；辐射安全许可证申请、变更、延续等手续办理情况；放射性同位素转让及备案、收贮以及异地使用等手续办理情况；废旧放射源和放射性“三废”治理情况；辐射安全与防护年度评估制度落实情况。

（二）辐射安全和防护设施运行与维护情况

放射源工作场所、贮存场所、非密封放射性物质工作场所、

射线装置使用场所以及放射性废物处理设施安全运行及维护情况。重点关注场所出入口处安全和防护设施、电离辐射警示标志、安全连锁装置、剂量报警装置、视频监控设备、工作状态信号、个人防护用品、监测设备配置、防止误操作装置、非密封场所的实时监测与清污、辐射工作人员和公众受到意外照射等安全设施（措施）运行与维护情况。

（三）辐射安全和防护制度与措施的建立和落实情况

辐射安全与环境保护管理机构职责的落实；辐射安全防护相关管理规章制度执行情况，包括台账管理、操作规程、岗位职责、安全保卫、应急预案、设备检修维护及校准、人员培训考核、个人剂量和健康档案管理、工作场所和贮存库辐射安全管理以及相关制度的建立、修改、完善、落实情况等；辐射事故应急预案的合理性和可操作性，通讯方式的可用性，应急物资准备及演练情况。

（四）输变电、广播电台站、干扰台站等电磁类项目事中、事后环保要求执行情况

重点检查输变电项目环评文件及批复要求落实情况，在项目施工、验收、投入使用中落实环境保护“三同时”制度情况，环境保护验收情况、验收信息自主公开情况；重点核查广播电台站、干扰台站等设施的发射功率、数量、建设地点、环保手续履行等情况。

（五）国家核技术利用辐射安全管理系统数据准确性

对国家核技术利用辐射安全管理系统(仅适用核技术利用单位)中的许可证信息、放射源台账、工作人员信息、个人剂量信息、监督检查记录等各类监管信息逐个核查,进一步提高“国家核技术利用辐射安全管理系统”数据的准确性、完整性和及时性,实现数据完整率、准确率“两个100%”目标。对于已不再从事辐射活动的企事业单位进行核实,沟通相关负责人依法注销系统账号和辐射安全许可证。

（六）摸清核与辐射重大风险源情况

除对持证单位开展安全隐患排查外,还应对各自辖区内的涉及工业探伤的单位(锅炉、管道、机械零部件等制造单位)、动物医疗机构、高校、科研院所等可能使用放射源及射线装置的企事业单位进行全面排查,摸清底数,实现辐射安全许可证全覆盖。摸清我市废旧金属回收熔炼单位底数,依据生态环境部《关于加强废旧金属回收熔炼单位辐射安全监管的通知》(环办函〔2011〕920号)和相关法规要求进行监管。

（七）落实移动式探伤机工作备案“月报”制度

核实我市使用移动式探伤机的核技术利用单位数量及移动式探伤机数量,实施“一事一档”,即使用便携式探伤机的核技术利用单位对每次探伤作业建立单独档案。在探伤作业开展前将作业计划、作业方案等材料上报属地生态环境部门,探伤作业结

束后上报作业总结，每月上报一次。同时应保存探伤作业现场情况的视频、图像材料、现场监测记录等内容。

三、工作分工

(一) 各分局

组织辖区内核技术利用单位开展自查并实施现场检查。针对检查发现问题，督促核技术利用单位制定有效整改措施并严格落实，定期组织“回头看”，确保整改措施落实到位。

(二) 固体废物与核安全处

负责此次检查专项行动的综合协调工作，做好与省级督导抽查对接工作，指导、参与检查工作。

(三) 市生态环境保护综合行政执法支队

督导各县（市）区、开发区分局高质量完成本次辐射安全隐患排查行动，严格依法对本次专项行动中发现的违法问题进行督办。成立专项督导检查组，对全市重点核技术利用单位进行抽查，参与省级督导抽查。

(四) 市核与辐射监督管理站

为本次专项行动提供技术支持，组织全系统核与辐射监管人员培训会、全国核技术利用申报系统填报培训会、辐射安全许可证业务办理培训会。同时，根据需要派技术人员参与核技术利用单位的现场核查，对重大安全隐患进行评估。

四、工作实施

此次专项排查行动总体时间为6月1日至9月15日。

(一) 企业自查(6月1日~25日)

各分局组织辖区内的核技术利用单位开展全面自查,彻查各类安全隐患及应急准备和响应薄弱环节,认真总结和分析发现的问题,制定整改措施,形成自查报告。各分局负责接收辖区内核技术利用单位上报的核技术利用单位辐射安全隐患自查表(附件一),汇总留存。

(二) 现场检查(6月1日~25日)

各分局结合安全生产百日攻坚工作,全面开展现场检查。检查工作按照《核与辐射安全隐患专项排查整治检查表》(附件二)开展,所有检查均应形成检查记录,由核查人员和受检单位负责人签字确认,并建立检查档案。同时,必须使用国家核技术利用辐射安全管理系统或手机APP端的监督检查模块功能,将监督检查情况上传至管理系统。对检查中发现的问题和安全隐患,要建立问题清单台账,明确提出整改意见和整改时限要求,实行销号管理。对存在严重安全隐患的,要依法责令其立即停止使用并依法严肃查处。请各分局统计被检查单位的整改落实进展情况(附件三),于6月25日前将相关材料电子版以及加盖单位公章的纸质版扫描件反馈固体废物与核安全处。

(三) 系统数据核查(6月1日~25日)

各分局辐射系统监管人员根据《国家核技术利用辐射安全管

理系统填写标准》（附件四），完成本辖区系统内核技术利用单位信息核查工作，发现问题及时督促相关企事业单位整改，确保我市在上半年国家核技术利用监管系统数据核查工作中取得好名次。

（四）督导抽查（6月26日~8月20日）

支队根据各分局反馈情况开展市级督导抽查，同时对我市重点核技术利用单位、电力部门、广播电台站、干扰台站等，进行抽查核实。固体废物与核安全处、支队、市核与辐射监督管理站密切配合，做好省级督导抽查的陪检工作。

（五）摸底排查（6月1日~8月20日）

各分局摸清辖区内未办理辐射安全许可证的核技术利用单位数量、使用射线装置的动物诊疗机构数量（可依照长春市动物诊疗机构名单（附件五）开展摸排）以及废旧金属回收熔炼单位数量，并依法开展监督检查。请各分局将摸排的未办理辐射安全许可证的核技术利用单位摸底清单（附件六）和废旧金属回收熔炼单位摸底清单（附件七），于8月20日前将相关材料电子版反馈固体废物与核安全处。

（六）总结验收（8月20日~9月15日）

支队、各分局根据工作开展情况，总结在核与辐射监管过程中存在的问题和困难，提出应对措施，将此次专项检查工作形成总结报告（格式可参考附件八），电子版和加盖单位公章的纸质

版扫描件于 8 月 20 日前，报送固体废物与核安全处（邮箱：807037606@qq.com）。同时，对发现问题的企事业单位开展“回头看”，对整改完成情况进行检查验收，要坚决做到问题不解决不放手，整改不达标不销号不放手。

五、工作要求

（一）各单位要高度重视，进一步提高站位，统一思想，强化认识，切实加强组织领导，明确责任分工，细化工作措施，认真开展排查工作，及时报送排查重要信息，按时报送相关材料和总结。

（二）各单位要严守工作纪律，自觉遵守中央八项规定及其实施细则等有关精神，做到实事求是，不弄虚作假，不走过场，切实推动专项检查工作取得实效。

（三）各单位将法治宣传、核安全文化宣传融入排查全过程，执法与普法相结合。提升企事业单位内部管理能力，落实辐射安全主体责任意识，确保安全隐患排查达到防风险、补短板、强管理、提能力、保安全的效果。

联系人：付君 电话：85378211 17504318686

附件：1.核技术利用单位 2023 年度辐射安全隐患自查表
2.核与辐射安全隐患专项排查整治检查表

3. 2023 年度核与辐射安全安全隐患专项排查整治行动工作整改落实情况统计表
4. 国家核技术利用辐射安全管理系统填写标准
5. 长春市动物诊疗机构名单
6. 未办理辐射安全许可证的核技术利用单位摸底清单（注：使用射线装置但未办证的动物诊疗机构也填在此清单里面）
7. 废旧金属回收熔炼单位摸底清单
8. 2023 年核与辐射安全隐患排查总结（样版）



长春市生态环境局办公室

2023 年 5 月 31 日印发

