

湖南省电网建设有限公司
便携式 X 射线探伤机利用项目

环境影响报告表
(送审稿)

湖南省电网建设有限公司
2021 年 11 月

打印编号: 1638170413000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	k26nno		
建设项目名称	湖南省电网建设有限公司便携式X射线探伤机利用项目		
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)	湖南省电网建设有限公司		
统一社会信用代码	91430400760707316L		
法定代表人 (签章)	李承农		
主要负责人 (签字)	陈凯		
直接负责的主管人员 (签字)	陈凯		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	湖南贝可辐射环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91430100576598885X		
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
吴珊	07354323507430214	BH035267	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
吴珊	项目基本情况, 放射源, 非密封性放射性物质, 射线装置, 废气物 (重点是放射性废弃物), 评价依据, 保护目标与评价标准, 环境质量和辐射现状, 项目工程分析与源项, 辐射安全与防护, 环境影响分析, 辐射安全管理, 结论和建议	BH035267	

湖南省电网建设有限公司
便携式 X 射线探伤机利用项目

环境影响报告表
(送审稿)

建设单位名称：湖南省电网建设有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：李承农

通讯地址：湖南省衡阳市珠晖区东风南路 18 号

邮政编码：421000

联系人：陈凯

电子邮箱：

联系电话：

目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	6
表 3	非密封放射性物质.....	6
表 4	射线装置.....	7
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6	评价依据.....	9
表 7	保护目标与评价标准.....	11
表 8	环境质量现状.....	15
表 9	项目工程分析与源项.....	17
表 10	辐射安全与防护.....	24
表 11	环境影响分析.....	31
表 12	辐射安全管理.....	38
表 13	结论与建议.....	42
表 14	审批.....	45

附图：

附图 1 公司注册地址地理位置图

附图 2 项目设备存储所在基地平面布局图

附件：

附件 1 委托书

附件 2 辐射安全许可证

附件 3 营业执照

附件 4 放射防护领导小组

附件 5 辐射安全与防护管理及相关工作制度

附件 6 辐射安全防护与培训证书

附件 7 湖南省电网建设有限公司拟配备辐射安全防护措施清单

附件 8 操作手册

表 1 项目基本情况

建设项目名称		湖南省电网建设有限公司便携式 X 射线探伤机利用项目			
建设单位		湖南省电网建设有限公司			
法人代表	李承农	联系人	陈凯	联系电话	████████
注册地址		湖南省衡阳市珠晖区东风南路 18 号			
项目建设地点		湖南省衡阳市珠晖区 107 国道旁建设有周家坳基地（存储）			
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）	█	投资比例（环保投资/总投资）	████
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） /
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			
	1.1 建设单位概述 湖南省电网建设有限公司成立于 2004 年 3 月 31 日，注册于湖南省衡阳市珠晖区东风南路 18 号，在湖南省衡阳市珠晖区 107 国道旁建设有周家坳基地，周家坳基地于上世纪 80 年代建成并投入使用，主要为公司运维人员办公与设备存放，该单位是一家以送变电施工，主电网运行维护检修为主业，集建筑，输电线路铁塔制作，工机具租赁等一体的多元化公司。 2019 年 8 月公司开始逐步取得特种设备无损检测人员资格证证书。公司成				

立以来，始终坚持以规范化、标准化、科学化、现代化为发展原则，逐步建立了系统科学的管理质量管理体系，符合 TSG Z7003-2004 《特种设备检验检测机构质量管理体系要求》、《检验检测机构资质认定评审准则》及 ISO9001 标准要求，取得了 GB/T19001-2016、GB/T24001-2016、GB/T28001-2011 质量、环境、职业健康安全三个管理体系认证证书。

1.2 项目来由

为提高企业的整体竞争实力，企业购置 2 台 XRS3 型便携式 X 射线探伤机用于线塔上耐张线夹的无损检测，按照 III 类装置进行了备案并在衡阳市生态环境局办理了《辐射安全许可证》（湘环辐证【D0267】），后经环保部门核查，这两台射线装置属于 II 类射线装置，因此建设单位及时这两台封存射线装置不再使用，并向发证机构申请注销《辐射安全许可证》。

根据《射线装置分类》，本项目使用的 2 便携式 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，按照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》等相关法律法规的规定，本次评价应编制环境影响报告表。为此，湖南省电网建设有限公司委托湖南贝可辐射环境科技有限公司对本项目开展环境影响评价工作（见附件 1）。我公司接受委托后，相关人员通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成了《湖南省电网建设有限公司便携式 X 射线探伤机利用项目环境影响报告表》。

1.3 项目建设内容及规模

公司拟使用 2 台 XRS3 型便携式 X 射线探伤机，根据委托单位需要，将 X 射线探伤机运至作业现场进行线塔上耐张线夹的无损检测，具体现场探伤地点不固定，探伤机不使用后存放于衡阳市珠晖区 107 国道旁周家坳基地的设备室内。公司只提供线塔上耐张线夹的无损检测技术服务，不进行室内探伤使用。本次环评的射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 本次评价射线装置一览表

装置名称	数量	型号	最大管电压	最大管电流	类别	应用目的	主射线方向	探伤类型
便携式 X 射线探伤机	2 台	XRS3 型	270kV	0.25mA	II	输电线路耐张线夹探伤	定向	现场探伤

1.4 地理环境及周围环境概况

（1）企业地理位置

建设单位注册地址位于湖南省衡阳市珠晖区东风南路 18 号，探伤机不使用时，存放于周家坳基地（湖南省衡阳市珠晖区 107 国道旁）设备室，该基地周边主要为林地，东侧、南侧、西侧零散的分布着几户居民，周边居民较少，地理位置图见附图 1，探伤机存放地总平面布置图详见附图 2。

（2）现场探伤时作业场地位置

公司现场探伤无确定的作业地点，根据承接项目需要，在项目现场进行探伤，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。每个工作组必须要有临时存放 X 射线探伤设备的场所，临时存放场所须满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求，并须有专人管理。

1.5 评价目的

（1）通过环境影响评价，估算建设项目运行时对其周围环境影响的程度和范围，提出辐射安全防护措施，为建设项目的环境管理提供科学依据。

（2）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

（3）提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和生态环境主管部门对建设项目环境管理规定的要求，为核技术利用建设环评审批提供决策依据。

1.6 评价因子及评价重点

本项目的污染因子为 X 射线探伤机使用时产生的电离辐射。本次评价采用 X- γ 辐射剂量率、工作人员及周边公众人员的有效剂量作为评价因子，重点评价其产生的电离辐射对职业人员及公众的影响。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

（1）原有核技术利用情况

湖南省电网建设有限公司原有 8 台 II 类射线装置，于 2021 年 09 月 09 日取得了湖南省生态环境厅核发的辐射安全许可证，湘环辐证【01059】（详见附件 3），有效期至 2026 年 09 月 08 日。截至目前为止，上述射线装置运行情况良好，无辐射安全事故发生。现有射线装置情况见下表 1-2。

表 1-2 原有射线装置许可情况一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	使用位置	许可情况
1	便携式 X 射线探伤机	████████	II 类	2	探伤室	已许可

2	便携式 X 射线探伤机	████████	II 类	2	探伤室	已许可
3	便携式 X 射线探伤机	████████	II 类	4	探伤室	已许可

(2) 放射工作人员管理情况

公司现有放射工作人员 10 名，均取得了辐射安全与防护培训证书，7 人进行了职业健康体检，结果均为可以继续从事原放射工作。

(3) 辐射防护安全管理领导小组

公司按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）的要求，于 2020 年 4 月 29 日调整了“辐射安全防护管理领导小组”，该领导小组由 12 名人员组成，负责全公司的放射防护工作的领导与协调工作。详见附件 3。

(4) 现有探伤室采取的辐射防护安全措施与警示标识设置情况如下：

①工作状态警示灯：防护门顶部安装照射信号指示灯，并联机。

②警示标识：探伤室入口处粘贴电离辐射警告标志。

③在探伤室内安装视频监控装置，便于操作室内人员了解掌握探伤室内的情况，保障人员安全。

④急停装置：操作室与探伤室内设置急停装置，出现紧急情况时能快速关闭射线装置，使停留在探伤室内的人员避免过量的照射（探伤室内人员应从探伤室出口尽快离开探伤室）。

⑤应安装门机联锁装置，确保防护门未关闭状态，设备无法运行，门打开，高压即断电，探伤机停止出束。

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
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线探伤机，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	便携式 X 射线探伤机	II	2	XRS3 型	270	0.25	无损检测	现场探伤	新增使用,定向探伤
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	/	以下空白	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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说明,其排放浓度/年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

法律 文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日修订, 2015 年 1 月 1 日起实施); (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订并实施); (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号, 2003 年 10 月实施); (4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令 第 682 号, 2017 年 7 月 16 日修订, 2017 年 10 月 1 日起实施); (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 第 449 号, 2014 年 7 月 29 日修订, 2019 年 3 月 2 日修订); (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 版)》(部令 第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行); (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2020 年修改)》(生态环境部令 第 20 号, 2021 年 1 月 4 日修订并实施); (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部令 第 18 号, 2011 年 5 月 1 日); (9) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(国家发展改革委第 29 号令, 2019 年 10 月 30 日); (10) 《关于发布射线装置分类的公告》(环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告, 2017 年第 66 号); (11) 《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); (12) 《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》(2019 年, 第 57 号); (13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(2021 年, 第 9 号); (14) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发[2006]145 号)。
----------	---

技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)； (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》(HJ10.1-2016)； (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (6) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020)； (7) 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2016) (8) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)； (9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；
其他	(1) 委托书(见附件 1)； (2) 《辐射防护》(第 11 卷, 第二期, 湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究, 湖南省环境监测中心站, 1991 年 3 月)。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目拟使用的便携式 X 射线探伤机用于工业现场探伤，运行过程中主要为电离辐射对周围环境的影响。本项目 X 射线探伤机探伤工作地点不固定，保守考虑，参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）对核技术利用建设项目环境影响报告书评价范围和保护目标的相关规定：放射源和射线装置应用项目评价范围，无实体边界的项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围。初步确定本项目的评价范围为根据表 11 确定的探伤项目控制区和监督区的范围（监督区边界距离探伤机少于 100m 的，应取以探伤机所在位置为中心外 100m 的范围作为评价范围）。

7.2 环境保护目标

本项目为工业 X 射线现场探伤项目，探伤地点不固定。现场探伤时，划定控制区与监督区，并在地面设置警戒区，采取警戒线隔离、设置声光报警装置、专人巡护等安全防护措施以防止无关人员靠近。因此，本项目评价范围内的环境保护目标主要为本项目辐射工作人员（职业人员）及在现场探伤时监督区外的其他人员（公众成员）。本项目的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标

环境保护对象		人数	距源最近位置
职业人员	探伤机操作和数据采集人员	1 人	控制区边界处
	现场巡护人员	1 人	控制区边界处
	登塔人员	1 人	控制区边界处
公众成员	现场探伤监督区外本单位和电力单位的非辐射工作人员	2~4 人	监督区边界处
	现场探伤监督区外可能偶尔经过的其他人员	流动人群	

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

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

组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值 B1.1 职业照射 B1.1.1 剂量限值

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

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

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，1 mSv；

结合上述标准，根据本项目使用射线装置的实际情况，公司确定本项目的剂量约束值：取标准中剂量限值的 1/10 作为人员剂量约束值，即职业人员年剂量约束值为不超过 2mSv，公众人员年剂量约束值为不超过 0.1mSv。

7.3.2 《工业 X 射线探伤辐射安全与防护要求》（GBZ117-2015）

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置

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 15 μ Sv/h 的范围内划为控制区。

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。

5.1.5 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。

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 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，必要时设专人警戒。

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。

5.3.3 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。

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。必要时应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。

6.3 现场探伤的分区及检测要求

6.3.1 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时,应通过巡测确定控制区和监督区。

6.3.2 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,确定新的划区界线。

6.3.3 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。

6.3.4 在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率,确保其低于国家法规和运营单位 制定的指导水平。

6.3.5 探伤机停止工作时,还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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置及场所位置

湖南省电网建设有限公司注册地址位于湖南省衡阳市珠晖区东风南路 18 号，本项目 X 射线探伤机储存地点位于周家坳基地，项目地理位置图见附图 1。

本项目为工业 X 射线现场探伤项目，探伤现场不固定，因此，无法对射线装置工作场所进行环境辐射水平现状进行监测，为掌握探伤机工作区域辐射环境现状情况，本次评价利用《2020 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部 二〇二一年六月）中的相关数据进行简要分析评价。

8.2 监测结果及评价

31 个省份辐射环境自动监测站空气吸收剂量率在线监测结果的统计数据见表 8-1。

表 8-1 31 个省份自动站空气吸收剂量率监测结果

序号	省份	自动站数	空气吸收剂量率年均值范围（nGy/h）
1	北 京	7	63.7~89.8
2	天 津	10（1）	60.4~74.5
3	河 北	13	63.4~90.3
4	山 西	4	79.0~92.4
5	内 蒙 古	7（1）	82.1~118.1
6	辽 宁	18	67.9~113.5
7	吉 林	16	70.3~106.9
8	黑 龙 江	15（4）	66.8~108.4
9	上 海	4	73.1~94.8
10	江 苏	13	49.8~101.8
11	浙 江	12（1）	71.1~101.1
12	安 徽	7	66.7~83.0
13	福 建	4	84.9~113.2
14	江 西	6	73.9~100.5
15	山 东	14	60.1~103.3
16	河 南	3	67.2~76.2
17	湖 北	4	59.4~77.8
18	湖 南	4	68.0~93.0

19	广 东	19	61.8~147.7
20	广 西	15	61.2~89.9
21	海 南	11	61.7~99.7
22	重 庆	4	70.1~88.8
23	四 川	14	67.5~121.3
24	贵 州	4	78.0~92.6
25	云 南	6	70.9~121.0
26	西 藏	5 (3)	154.9~194.4
27	陕 西	5	76.4~96.3
28	甘 肃	4 (2)	92.6~98.2
29	青 海	5	91.6~183.9
30	宁 夏	4	87.1~92.1
31	新 疆	6 (1)	74.8~117.8

监测结果表明，自动站空气吸收剂量率处于当地天然本底涨落范围内。除 13 个自动站因监测设备或供电故障，数据获取率不满足数据统计的有效性规定，其余 250 个自动站空气吸收剂量率年均值范围为（49.8~194.4）nGy/h。

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 设备组成

根据建设单位提供的资料可知，本项目拟使用的设备为 2 台 X 射线探伤机。XRS3 型便携式 X 射线探伤机外观及组成见图 9-1，控制模块见图 9-2。



图 9-1 XRS3 型便携式 X 射线探伤机外观图



图 9-2 XRS3 控制模块示意图

本次拟使用 X 射线探伤机的主要参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

装置名称	便携式 X 射线探伤机
型号	XRS3 型

规格尺寸（含电池）	36.07cm（长）×10.82cm（宽）×18.90cm（高）
重量（含电池）	5.4kg
类别	II类
每个 X 射线脉冲剂量	2 mR/pulse min(在射线探伤机前 30.5cm 处)
每个电池出脉冲数	4000
脉冲率	15 脉冲/秒
最大管电压	270kV
最大管电流	0.25mA
脉宽	25 纳秒
随机电池	DeWalt" 18V-20V 锂电池
最大占空比	200 脉冲/4 分钟（3000 脉冲每小时）

9.1.2 工作原理

脉冲 X 射线探伤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 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，它只有阴极、阳极和绝缘体三部分组成，顾名思义，它不需要加热，是 X 射线管简化。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，绝缘体和真空的电强度有很大提高，从而使 X 射线管可以做的核销。通常对几百 kV 的小型 X 射线管来说，阳极均用钨针，阴极是一片带孔的钢片，空口为锐利的刀刃形，有利发射电子。冷阴极 X 射线管的简单结构如图 9-3 所示，工作原理框图见图 9-4。

X 射线探伤机主要是利用 X 射线管产生的 X 射线透照被检测时，在被检物的缺陷部位和其他部位射线减弱的程度会不同。探伤机根据这一原理，记录被检物信息，根据其影像黑度获得被检物的有关信息，将被检物中的缺陷显现出来，以确定缺陷的位置、大小、形状和种类。检测过程中，X 射线检测装置放在探伤工件的一侧，数字探测器处于探伤工件及 X 射线探伤装置的正前方，处于同一直线上，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，物质的密度越大，射线强度减弱越大，当射线出束时就可以得到与厚度分布相应的强度分布，反映到非晶硅面阵列平板数字探测器上，再传输至笔记本电脑工作站。当耐张线夹压接线缆断裂、有缝隙时，可透过的射线强度越大、探测器感光量越

大，从而可以从探测器曝光强度的差异，从数字图像清晰地判断被检耐张线夹是否存在缺陷或损坏。装置在非曝光时不产生 X 射线。

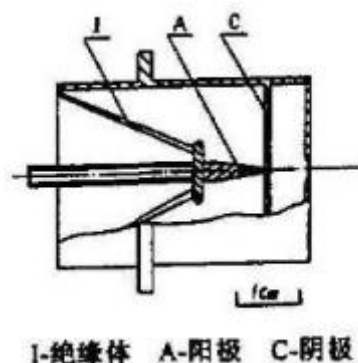


图 9-3 典型冷阴极 X 射线管示意图

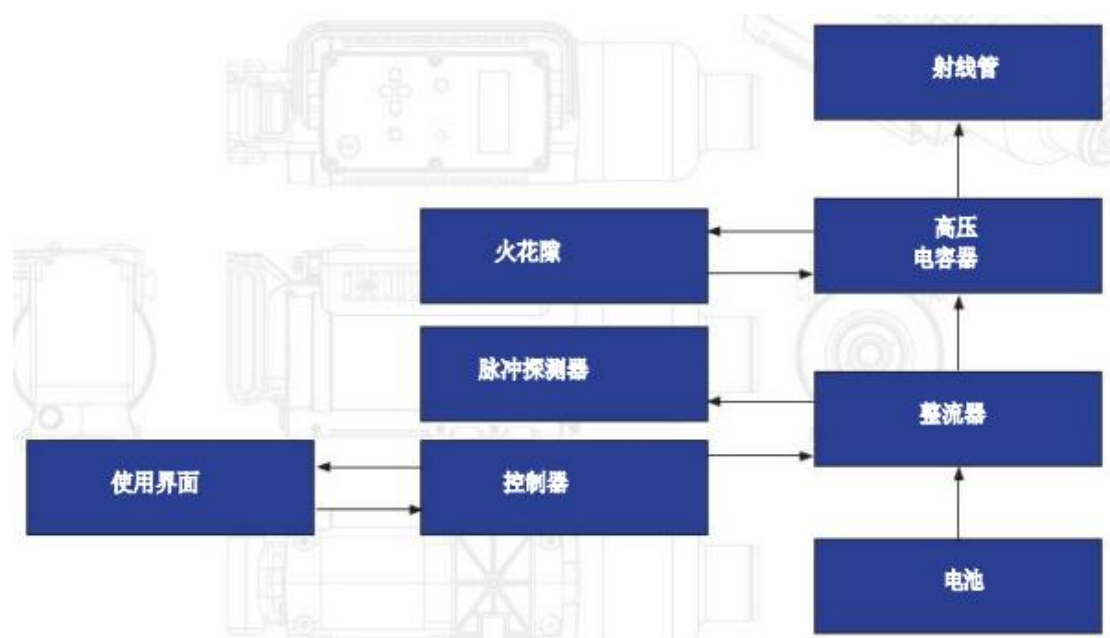


图 9-4 XRS3 型便携式 X 射线探伤机的工作原理框图

根据设备操作说明书，每次脉冲 X 射线探伤机发射 X 射线时都会经过下列进程：

- （1）用户遥控点击开关准备发出 X 射线。
- （2）控制部分发送一个信号到转换器部分开始振荡。
- （3）起振后，转换器部分将 20V 的直流电转换为 22kHz 交流电。
- （4）变压器将高压电容器充电到 9kV 左右。
- （5）当高电压电容器达到适当的电压后，放电管开始放电。
- （6）脉冲检测器向控制块发送信号，指示该单元已发出脉冲。

(7) 当高压开关闭合后, 大约 270kV 的瞬时高压持续 25 纳秒施加在 X 射线管上, 产生瞬时高速电子射击阳极靶体, 高速电子为靶体所突然阻挡从而产生 X 射线。关闭高压开关会产生可听见的脉冲声。XRS3 无法产生没有脉冲声音的 X 射线, 因此它可以作为 XRS3 正在运行的附加警告。

该单元通过钨靶的高压轰击产生 X 射线。XRS3 不含放射性物质。所有的高电压都包含在铝罐内, 只要不刺穿电池, 操作员就不会受到危险的电压的影响。

9.1.3 现场探伤工作流程

公司现场探伤作业流程具体见图 9-5。

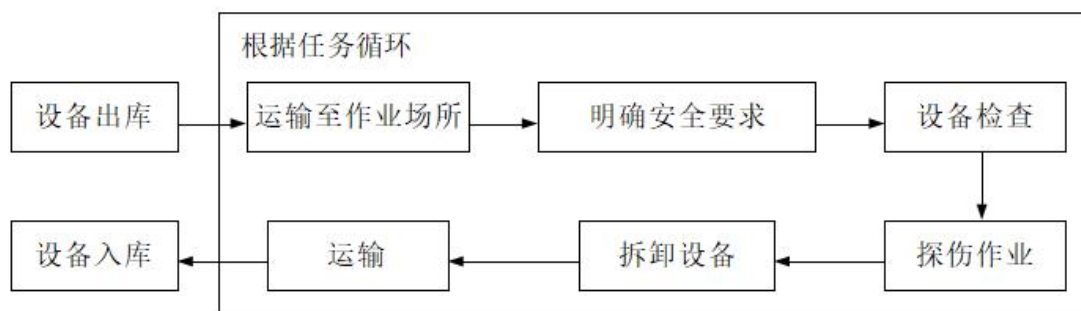


图9-5 现场探伤作业流程图

(1) 设备出库。根据设备出入库管理制度, 设备管理人员依据工作人员提供的任务单进行设备使用台帐登记, 打开设备室并领取设备。

(2) 运输。采用车辆将设备运送至探伤作业场所, 至少 2 名辐射工作人员随车押运, 确保运输过程中设备的安全, 作业前应进行前期勘察。

(3) 明确安全要求。以探伤对象(或探伤机)为中心, 预测、估算控制区和监督区范围, 对现场环境进行控制区和监督区划分, 并在监督区边界上设警戒线、报警灯、警示牌, 并设专人警戒。

(4) 设备检查。设备操作人员应检查电池盒有无破损、绝缘老化情况, 线缆插口是否牢固, 检查电池盒漏电保护器动作情况, 如有故障, 立即取消探伤工作计划。在塔下或其它区域不得进行设备高压、出束的检查。

(5) 探伤作业。本项目检测的探伤工件为输电线路塔上的耐张线夹, 项目主要作业场所均为户外, 设备的运行采用遥控操作根据《电力设施保护条例》, 电力线路保护区为“110kV 导线边线向外侧水平延伸并垂直于地面所形成的两平行面内的区域, 110kV 导线边线延伸距离为 10m”。根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》: “110kV 经过居民区时, 导线距地面的最小距离不小于

7m”。

①试曝光：本项目现场作业前，电力部门将根据计划停电，公司安排 1 名登塔作业人员，登塔人员将探伤设备直接安装在耐张线夹的正下方，下塔撤离至探伤机侧方或侧后方 5m 之外（监督区外），操作人员通过地面笔记本工作站远程操作设备，设备运行过程中主射线方向垂直朝上，朝向天空方向照射。

根据表 11 影响预测结果，设备后方和侧方 5m 外剂量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，进行线塔上耐张线夹探伤时需登塔基一般至少高 6m，主束方向朝向天空，因此地面区域均在监督区范围之外，建设单位将严格要求登塔人员撤离至距探伤机 5m 之外的区域后再操作探伤机出束。为进一步防止人员靠近，公司将作业现场塔基外 5m 的区域设置为警戒区，采用警戒线隔离，边界处设置警示牌和声光报警装置，并设专人巡护。

现场作业人员均佩戴个人剂量计和剂量报警仪，巡护人员确认作业现场周围无其他人员且各种辐射安全措施到位后，通知设备操作和数据采集人员开机进行试曝光。第一次使用时，现场巡护人员使用便携式辐射监测仪进行巡测，一旦发现辐射水平异常、分区不合理，应立即停止出束，调整分区。对控制区和监督区进行修正，保证工作人员操作现场的周围剂量当量率小于 $15 \mu\text{Sv/h}$ ，公众位于周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的区域之外。

②曝光检测：开机进行曝光，达到预定曝光时间后，探伤检测结束，阵列平板数字探测器通过无线 wifi 与笔记本电脑连接，探伤结果直接反映到平板数字探测器，连接存入电脑，数据采集人员启动图片处理程序，填写检测报告以及设备运行记录。

（6）拆卸设备。探伤结束，关闭机器。拆卸计算机、探伤机并装箱，清理完现场后解除警戒，工作人员离场。

（7）运输。当天可完成探伤作业的，采用公司车辆将设备运送回周家坳基地设备室；需在一个地方连续工作多日的，设备贮存在临时项目部，由专人负责看管。

（8）设备入库。在设备室进行台帐登记后，设备入库、落锁。

本项目便携式 X 射线探伤机曝光后成像结果以数字照片形式实时呈现和储存在电脑中，不进行洗片，探伤实时成像照片示例见图 9-6。公司承诺本项目便

便携式 X 射线探伤机只用于输电线路耐张线夹的无损检测，无地面作业。



图 9-6 探伤实时成像照片（示例）

9.2 污染源项分析

9.2.1 X 射线

本项目探伤机为II类 X 射线装置，由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失，只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

（1）正常工况

X 射线探伤机在停机时无射线产生，只有在工作过程中可能对其附近的工作人员和周围的公众产生电离辐射影响，途径为 X 射线外照射。

（2）事故工况

X 射线探伤机的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。本项目控制区和监督区位于高空区域，主要可能出现的辐射事故情况如下：

- ①工作人员尚未撤离至控制区外，探伤机运行造成误照射。
- ②X 射线探伤机被盗，并且开机出束，造成周围人员受到不必要的照射。

9.2.2 其它影响因素

X 射线探伤机在开机出束状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，本项目在野外作业，上述有害气体通过大气的对流、扩散，不易集聚，对周围环境影响甚微。

本项目检测结果以数字照片形式实时呈现和储存在电脑中，不需要进行感光

片的显（定）影，因此不产生废显（定）影液等危险废物和废胶片。

X 射线探伤机作业时不产生放射性废气、废液和固体废物。

表 10 辐射安全与防护

10.1 工作场所布局及分区

公司进行 X 射线现场探伤时，采用便携式 X- γ 剂量率辐射监测仪器，对现场进行监测，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，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。

现场探伤时，工作人员在控制区边界外作业。无关人员不得进入监督区以内的区域。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，将重新进行巡测，确定新的控制区与监督区界线。

本项目 XRS3 型便携式 X 射线探伤机主要为空中作业，操作过程要求设备的主束方向朝上，朝向天空，不朝向地面可能存在的公众和建筑物。登塔安装人员安装后撤离至监督区外的区域，操作人员位于塔下远程操作设备。现场巡护人员需使用便携式辐射监测仪进行巡测，并做好记录，根据实测剂量率进行分区，保障工作人员操作现场的周围剂量当量率小于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，公众位于周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域之外。分区划定后，在控制区临时拉起警戒线（绳），在监督区边界上设警戒线、“无关人员禁止入内”的警示牌，巡护人员在监督区边界进行警戒和巡视，清除控制区和监督区范围内的非探伤工作人员，确保探伤作业时公众不进入监督区范围内。

本项目分区满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中现场探伤的分区设置要求。

10.2 射线装置的辐射防护与安全措施

10.2.1 X 射线探伤机存放安全措施

XRS3 型便携式 X 射线探伤机是一款小巧、轻便的 X 射线发生器，该仪器使用充电电池供电，便于携带。项目拟使用的 2 台便携式 X 射线探伤机存放地点位于湖南省衡阳市珠晖区 107 国道旁建设有周家坳基地设备室内（只储存不使用），确保设备存放安全。

便携式 X 射线探伤机存放在专用便携箱内，便携箱上设有电离辐射警示标识。

10.2.2 X 射线探伤机取用过程安全措施

公司高度重视便携式 X 射线探伤机取用过程管控，在使用前将建立 X 射线

探伤机出/入库管理制度，建立健全设备台账。制度应明确以下内容：

（1）设置专人管理射线装置的出/入库工作，禁止非辐射工作人员领取射线装置，工作人员必须将探伤装置的情况如实填写；

（2）设备取用、归还要面对面交接，交接班前必须做好日常检查（保证设备完整、紧固易松螺丝、仪器表面清洁、润滑，随机文件完备），取用时携带充电完成的电池，归还时应取下电池，按需安排充电；

（3）取用设备必须提前预约并填写探伤装置使用登记表、提供委托任务凭证，经负责人批准，认真仔细核对探伤装置名称、编号、设备状态等信息，确认无误后，由设备管理员和使用人员共同签字确认，方可领取出库；

（4）使用本公司车辆运输，运输过程至少有 2 名辐射工作人员随车押运；

（5）归还时应再次填写探伤装置使用登记表，核对探伤装置名称、编号等信息后，填写设备状况、归还时间等信息，并经归还人员和管理员共同签字确认；

（6）定期对设备的安全性，如用电安全、设备储存间周围环境的安全等进行检查，以确保设备的存放和使用安全；

（7）设备发生故障时，应立即通知负责人，除指定维修人员外，任何人不得私自修理。

10.2.3 X 射线探伤机现场探伤时的安全管理和防护措施

（1）配备电离辐射警告标志，在控制区的边界应悬挂“禁止进入 X 射线区”警告牌，监督区边界悬挂“无关人员禁止入内”等字样警示牌及警示标语等警示标识。

（2）由于现场探伤的特殊性，不易人为做到实体防护，只能通过控制距离作为现场探伤的主要防护手段，包括划分控制区和监督区、设置警戒区、设置警示标识等方式，扩大辐射源与受照射人员的距离，以有效降低照射剂量。

（3）XRS3 型便携式 X 射线探伤机设有发射警示灯和延时开机装置；设置好发射脉冲数后，采用计算机遥控的方式控制延迟发射按钮的开启，红色发射警示灯即开始闪烁，设置闪烁持续的时间能够确保工作人员撤出控制区，延迟完成后便携式 X 射线探伤机开始发射脉冲。发射脉冲时警示灯持续发光，并可听到发射的噼啪声，发射完毕警示灯灭。

（4）每次外出工作时，公司配备 3 名现场辐射工作人员，辐射工作人员已

参加辐射安全与防护培训，辐射防护培训证书见附件 3。现场工作期间，检测设备操作和数据采集人员、巡护人员和登塔人员均需随身携带好个人剂量报警仪及直读式个人剂量仪，配备对讲机等通信联络设备。

（5）将配备便携式辐射监测仪器和个人剂量报警仪，并定期检定（每年一次）。现场探伤时，配备备用电池。

设备自带“照射”工作状态指示灯及声音提示装置，现场配备“预备”工作状态指示灯及声音提示装置，在控制区边界能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

（7）公司给每位现场辐射工作人员配备个人剂量计，个人剂量计定期送检（每三个月一次），并建立个人剂量监测档案。新增或员持证上岗。公司定期安排辐射工作人员参加个人职业健康体检，并建立个人职业健康档案。

（8）公司根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求，制定现场探伤管理的总制度，包括设备管理、探伤现场管理等。

（9）公司每次实施现场探伤之前，对探伤现场及周边的人员聚集区等进行踏勘，并与委托单位等进行沟通协商，制定合理安全符合标准要求的工作方案。

（10）公司将现场探伤工作区划分情况、探伤时间、曝光条件、现场监测数据等进行记录并存档。

（11）XRS3 型便携式 X 射线探伤机在探伤前，设备操作人员应检查电池盒有无破损、绝缘老化情况，线缆插口是否牢固，检查电池盒漏电保护器动作情况，如有故障，立即取消探伤工作计划。

（12）安装 XRS3 型便携式 X 射线探伤机于探伤构件的下方，主束方向应朝空中照射。

本项目服务于输变线路“三跨”区段线塔上耐张线夹的无损检测，一般情况下，工作现场没有居民区等敏感目标，不会有其它无关人员在现场周围活动，但鉴于工作场所情况多样性，如有人员可能接近探伤机工作场所、有多个路口可通向工作场所等复杂情况时，建议项目单位应临时增加巡护人员，确保现场防护安全。

10.3 工业 X 射线现场探伤放射防护要求符合性分析

湖南省电网建设有限公司工业用 XRS3 型便携式 X 射线探伤机现场探伤的

放射防护要求合理性分析采用《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)进行分析, 分析结果见表 10-1。

表 10-1 工业 X 射线现场探伤放射防护要求符合性分析表

标准防护要求	本项目方案	符合性
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。	本项目将探伤现场划分为控制区与监督区, 并在相应边界线设置电离辐射警示标志、工作状态指示灯及声音提示装置等。	符合
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。	公司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。	符合
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。	公司将在作业现场控制区边界处悬挂清晰可见的电离辐射警示标志、“禁止进入 X 射线区”警告牌, 设置警戒线, 工作状态指示灯及声音提示装置等。探伤作业人员在控制区边界外操作。	符合
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。	现场探伤时, 对工作区域进行人员清场, 确保探伤作业时控制区内无人员停留; 设备采用准直器。	符合
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。	公司将在作业现场警戒区悬挂清晰可见的电离辐射警示标志、“禁止进入 X 射线区”警告牌, 设置警戒线, 工作状态指示灯及声音提示装置等。	符合
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。	公司将控制区边界外、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, 设专人警戒。	符合
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。	本项目 X 射线探伤机设有延时开机装置。	符合
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。	公司将根据探伤现场的条件, 确定探伤时间、探伤参数等, 以保证实现安全操作。	符合
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。	公司配备 3 名现场探伤辐射工作人员, 现场探伤时只使用 1 台设备。	符合

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）。	公司进行现场探伤前，对作业场所的辐射探测系统进行调查，优化作业方案以避免或减少对辐射探测系统的影响。	符合
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。	公司进行现场探伤前，与委托单位进行沟通协商，制定现场探伤工作方案，确定适当的探伤地点和探伤时间。	符合
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，并应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。	公司将设置“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。	符合
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。	在控制区与监督区边界线处能够看见或听见“预备”和“照射”状态的指示或语音信号。	符合
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。	公司将在警戒区边界放置电离辐射警示标识和警告标语等警示信息。	符合
做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。	本项目探伤机为定向照射，设备使用准直器（仅定向照射）。	符合
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。	公司探伤构件单一，将根据现场情况制定符合标准要求的工作方案，采取适当的防护措施。	符合
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。	开始现场探伤前，公司辐射工作人员对现场进行清场，以确保在控制区内没有任何其他人员。在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，设置警戒线、工作状态指示灯及声音提示装置等，防止有人进入控制区。	符合
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。	根据本项目控制区在空中无法清晰划定范围的特殊性，公司将在工作现场设置警戒区，用警戒线进行隔离，防止人员进入控制区，并安排人员进行巡查。	符合
在试运行(或第一次曝光)期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时应调整控制区的范围和边界。	试运行(或第一次曝光)期间，公司辐射工作人员将使用便携式辐射监测仪器对控制区、监督区边界的剂量率进行监测，以证实边界设置是否	符合

	正确。必要时应调整控制区的范围和边界。	
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。	公司拟配备便携式辐射剂量监测仪，并定期检定（一年一次）；且开始探伤工作之前，工作人员对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。	符合
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。	公司给辐射工作人员配备直读式个人剂量计和个人剂量报警仪，并严格要求工作期间进行佩戴，同时配备便携式辐射剂量监测仪。	符合

由表 10-1 可知，公司工业 X 射线现场探伤采取的相关辐射安全与防护措施符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中的相关要求。

10.4 建设单位从事核技术利用项目能力评价

通过与公司的沟通和现场调查，结合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证所要求的申请条件，公司在各方面的执行情况见表 10-2。

表 10-2 与放射性同位素与射线装置安全许可管理办法对照检查结果

放射性同位素与射线装置安全许可管理办法要求	本单位情况	符合情况
使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并明确人员组成和职责。	符合
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。	10 名辐射工作人员均已参加培训，并取得培训合格证书。	符合
放射性同位素与射线装置使用场所防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	工作人员配备个人剂量报警仪，X 射线探伤机现场探伤时在各区边界设置电离辐射警告标志、工作指示灯、警戒线等安全措施，并安排人员进行巡护。	符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品监测仪器，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。	公司已给所有放射性工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪，配备辐射监测仪。	符合

有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	公司承诺将制定相应的辐射安全工作管理的规章制度。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	公司已制定辐射事故应急预案,提出辐射事故应急措施。	符合
产生放射性废气、废液、固体废物的,还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	公司 X 射线探伤机使用过程中无放射性废气、废液及固体废物产生。便携式 X 射线探伤机 X 射线管达到使用寿命后,将由设备供应商负责更换。设备达到使用寿命后,按要求对设备进行报废处理。	符合

通过以上分析可知,湖南省电网建设有限公司只要认真执行上述相关承诺和计划,其从事辐射活动的技术能力将符合相应法律法规的要求。

10.5 环保投资估算

根据建设单位拟配备辐射安全措施清单,本项目环保投资估算约 7 万元,占项目总投资的 9.3%,详见附件 7。

10.6 三废治理

公司 X 射线探伤机使用过程中无放射性废气、废液及固体废物产生。探伤机的 X 射线管达到使用寿命后,公司将返回原厂家更换,设备达到使用寿命后,将按要求对设备进行报废处理。

X 射线探伤机在开机状态下,空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体,本项目在野外作业,利于上述有害气体的扩散,对周围环境和人员影响甚微。

本项目检测结果以数字照片形式实时呈现和储存在电脑中,不进行洗片,因此不产生废显(定)影液和废胶片等废物。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目为工业 X 射线现场探伤项目，建设期不涉及土建工程及 X 射线探伤机的使用，机器的存放利用现有周家坳基地的设备间且公司拟使用的 X 射线探伤机只有在通电状态下才会产生 X 射线，对环境产生影响，故建设过程中不会对环境产生影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目每周实际开机出束时间不超过 7h，根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），X 射线现场探伤的控制区边界周围剂量当量率为 15μSv/h，监督区边界周围剂量当量率为 2.5μSv/h。

由于待测耐张线夹面积较小，探伤时主要考虑主线束和漏射线束的影响。为初步了解该评价项目的 X 射线探伤机在无屏蔽设施的室外现场进行探伤时需划定的控制区、监督区的距离，反映移动探伤时 X 射线探伤机对周围环境的辐射影响，对运行过程中主射线方向辐射剂量率和非主射线方向剂量率进行保守理论预测估算。

11.2.1 有用线束辐射环境影响

本项目 XRS3 型 X 射线探伤机仅对对输电线路塔上耐张线夹进行检测，根据设备操作手册，在距探伤机主束 0.3m 处，单个脉冲输出有效剂量为（0.026~0.036）mSv，探伤机最大工作负荷为 3000 脉冲次/h。根据建设单位提供资料，耐张线夹单次探伤最多 30 个脉冲，单个作业点最多进行 5 次探伤，则单次探伤输出有效剂量为 1.08mSv。

根据辐射剂量与距离平方成反比的规律，不考虑其它影响因素，依据式 11-1 估算探伤机工作时主射线方向不同距离处的辐射剂量，保守考虑，以探伤机连续工作 1 小时（3000 脉冲）折算出相应剂量率，预测计算结果见表 11-1。

$$H=H_0\times (R_0^2/R^2) \quad (11-1)$$

式中：

H——距离源点 R 处的辐射剂量，μSv；

H₀——距离源点 R₀ 处的辐射剂量，μSv；

R₀、R——关注点距源点的距离，m。

表 11-1 主射线方向辐射剂量率估算结果

距 X 射线探伤机距离 (m)	剂量估算 (μSv) (单次探伤, 30 脉冲)	剂量估算 (μSv) (5 次探伤, 150 脉冲)	剂量率估算 ($\mu\text{Sv/h}$) (3000 脉冲次/h)
0.3	1080	5400	108000
1	97.20	486.00	9720.00
2	24.30	121.50	2430.00
3	10.80	54.00	1080.00
4	6.08	30.38	607.50
5	3.89	19.44	388.80
6	2.70	13.50	270.00
7	1.98	9.92	198.37
8	1.52	7.59	151.88
9	1.20	6.00	120.00
10	0.97	4.86	97.20
15	0.43	2.16	43.20
20	0.24	1.22	24.30
25	0.16	0.78	15.55
30	0.11	0.54	10.80
40	0.08	0.40	7.93
50	0.06	0.30	6.08
60	0.05	0.24	4.80
70	0.04	0.19	3.89
80	0.03	0.14	2.70
90	0.02	0.10	1.98
100	0.02	0.08	1.52

由于 XRS3 型便携式 X 射线探伤机发出的是脉冲式 X 射线, 电子式辐射监测仪不能探测到其脉冲辐射。辐射监测仪必须是由离子放电原理制成的, 并且需要将仪器调整到累计剂量模式, 可知厂家提供的监测值为累计剂量。

根据表 11-1 可知, 保守估算, 探伤机 X 射线主射线方向 30m 处剂量为 $10.8\mu\text{Sv/h}$, 小于 $15\mu\text{Sv/h}$, 此处为单点作业控制区边界; 70m 处为监督区边界, 剂量率为 $2.0\mu\text{Sv/h}$ 小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

11.2.2 项目泄漏辐射环境影响

X 射线探伤机工作时产生的泄漏辐射也会对工作人员产生影响, 由建设单位提供数据可知: 在距 X 光射线探伤机侧方 0.3m 处, 100 脉冲泄漏剂量为 $17.8\mu\text{Sv}$, 距 X 光射线探伤机后方 0.3m 处, 100 脉冲泄漏剂量为 $0.56\mu\text{Sv}$ 。此处预测按侧方漏射剂量较大的数据进行保守估算, 单次探伤 (30 个脉冲) 泄漏剂

量为 5.34 μ Sv，同样按式 11-1 估算剂量率，则 XRS3 脉冲型 X 射线探伤机非主射线方向剂量及剂量率估算结果见表 11-2。

表 11-1 主射线方向辐射剂量率估算结果

距 X 射线探伤机距离 (m)	剂量估算 (μ Sv) (单次探伤, 30 脉冲)	剂量估算 (μ Sv) (5 次探伤, 150 脉冲)	剂量率估算 (μ Sv/h) (3000 脉冲次/h)
0.3	5.34	26.7	534
0.4	3	15	300
0.5	1.92	9.60	192
0.6	1.34	6.70	134
0.7	0.98	4.90	98
0.8	0.75	3.75	75
0.9	0.59	2.95	59
1	0.48	2.40	48
2	0.12	0.60	12
3	0.05	0.25	5
5	0.02	0.08	2
50	1.9×10^{-4}	9.5×10^{-4}	1.9×10^{-2}
100	4.8×10^{-5}	2.4×10^{-4}	4.8×10^{-3}

由表 11-2 可知，保守估算，探伤机 X 射线非主射线方向（侧方和后方）2m 处泄漏剂量率为 12 μ Sv/h，小于 15 μ Sv/h，此处为单点作业控制区边界；5m 处为监督区边界，剂量率为 2.0 μ Sv/h 小于 2.5 μ Sv/h。

综合以上预测计算结果，考虑本项目运行的实际情况，射线装置主射线方向垂直向上朝向天空，该区域内无人员达到，因此不对该区域进行控制区和监督区的划分，仅对探伤机侧方和后方区域进行控制区和监督区的划分（两区划分）提出建议，划分结果示意图如图 11-1 所示。

控制区：探伤机两侧和后方分别 2m 以内的区域。

监督区：探伤机两侧和后方分别 2m 以外、5m 以内的区域。

因现场情况可能复杂多样，现场两区划分应根据场地实际情况和实际测量的结果进行验证，必要时进行适当调整，同时将塔基外 5m 内的区域设置为警戒区，禁止无关人员进入，确保人员安全。

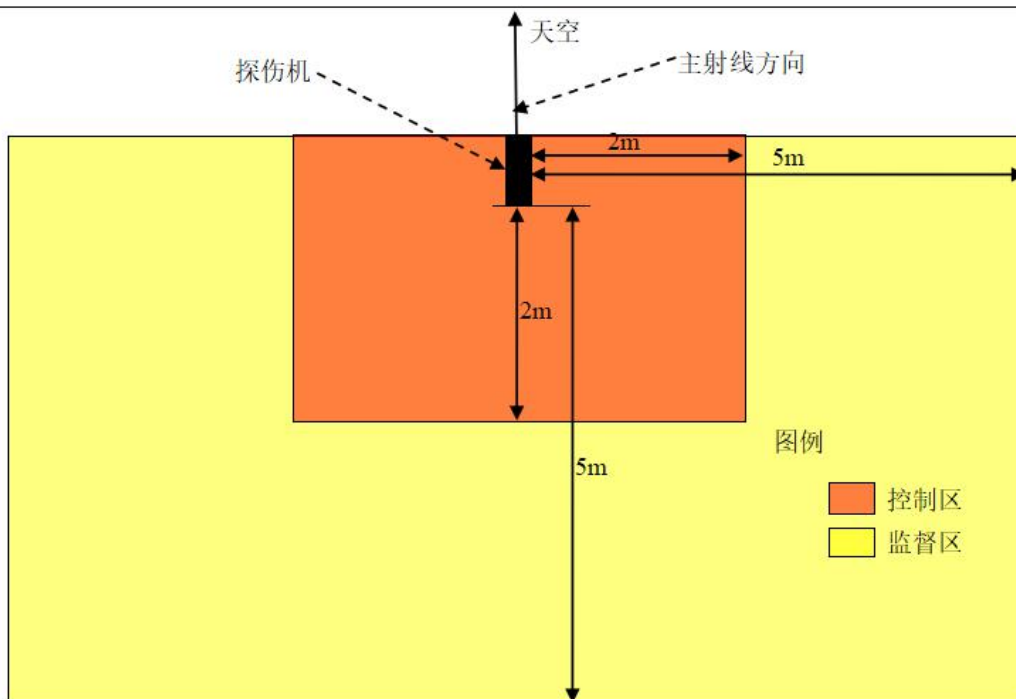


图11-1 控制区和监督区划分示意图

11.2.3 现场工作方案及防护区的划定

本项目在作业前，电力部门将根据计划进行线路停电，登塔作业人员将探伤设备直接安装在输电线路塔上耐张线夹正下方，对线夹进行检测，探伤机安装在耐张线夹的正下方，主束方向垂直朝上，即朝向天空方向。登塔人员将设备安装固定好之后撤离至监督区外的区域，操作人员则位于地面监督区外远程操作设备。

由上述预测结果及控制区和监督区划分建议可见，该设备控制区范围主要在主射线方向范围较大。本项目便携式 X 射线探伤机用于输电线路塔上耐张线夹的无损检测，检测时主射线垂直于输变电线路，向上朝向天空发射，正常情况下，主射线方向人员无法到达，可不考虑主线束对作业人员和公众的影响。由于“三跨”区段作业现场的特殊性，周围一般情况下没有居民区、办公区等敏感区域，并且较少有人员经过，进行探伤时需登塔基至少高 6m，因此，地面区域均在监督区范围之外；公司要求登塔人员撤离至射线探伤机侧向（或侧后向）5m 之外，射线探伤机方可出束。考虑到现场情况的特殊性，项目运行时，公司将塔基外 5m 的区域设置为警戒区，以警戒带进行隔离，并放置警示牌和声光报警装置，设置专人进行巡护，防止无关人员进入。

现场作业人员均佩戴个人剂量计和剂量报警仪，巡护人员确认作业现场警

戒区内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，通知设备操作和数据采集人员开机进行试曝光，第一次探伤时，现场巡护人员使用便携式辐射监测仪进行巡测，一旦发现辐射水平异常、分区不合理，应立即停止射线出束，对控制区和监督区进行修正；当线夹类型发生变化和周围环境情况明显变化时，也应进行上述巡测和两区划分的修正，保证工作人员操作位的周围剂量当量率小于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，公众位于周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域之外。

11.2.4 辐射工作人员和公众人员受照剂量估算

为确定公司 X 射线探伤机运行过程中对辐射工作人员和公众人员产生的辐射影响，对人员受照剂量进行估算评价。个人年有效剂量当量计算公式如下：

$$H=Dr\times T\times K\times 10^{-3} \quad (11-2)$$

式中：H— γ 辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

D_{γ} — γ 辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T—年工作时间，h；

K—人员居留因子：居留因子 T 按三种情况取值：全居留因子 $T=1$ ，部分居留 $T=1/4$ ，偶然居留 $T=1/16$ 。

根据建设单位提供资料，单点作业最多 5 次探伤，单点作业曝光时间不超过 10s，每天出束最大不超过 1h，每组人员每年工作 100 天，则人员年受照时间最大为 100h。

(1) 职业人员

本项目探伤工作人员主要分为设备操作和数据采集人员、现场巡护人员。设备出束时，探伤工作人员最多在核定边界时出现先控制区边界，所在区域的剂量率水平小于 $15\mu\text{Sv/h}$ 。按预计，设备年总曝光时间 100h，保守按单人承担工作量估算，则工作人员年受照剂量最大 $15\mu\text{Sv/h}\times 100\text{h}\times 1\times 10^{-3}=1.5\text{mSv}$ （居留因子取 1），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也小于职业人员年剂量约束值 2mSv。

(2) 公众人员

因 X 射线现场探伤地点不固定，不会在同一地方长期作业，且作业期间有专人看管，防止无关人员靠近，故保守考虑，同一地方作业时间按出束时间 1h 计。公众人员剂量率取监督区边界的剂量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，则工作人员年受照剂量为 $2.5\mu\text{Sv/h}\times 1\text{h}\times 1/16\times 10^{-3}=1.6\times 10^{-4}\text{mSv}$ （居留因子取 1/16），符合《电离辐射防护

与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也远小于公众年剂量约束值 0.1mSv。

表 11-5 职业人员及公众成员的年有效剂量估算结果

位置		剂量率(μ Sv/h)	年工作时间(h)	居留因子	年有效剂量(mSv/a)
职业人员	核定控制区边界	15	100	1	1.5
公众人员	监督区边界	2.5	1	1/16	1.6×10^{-4}

公司在进行工业 X 射线现场探伤时，还应做好以下工作：

①公司辐射监测仪器应每年委托有资质单位检定 1 次，探伤作业前应检查辐射监测仪器是否工作正常。

②作业现场设警戒区、设专人巡护，防止无关人员靠近或误入。

③公司应做好辐射安全及防护用品的日常维护工作，确保警示牌及标语等清晰可见，声光报警装置等辐射安全与防护设施能正常使用。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故等级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

表 11-6 国务院令 第 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害后果
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

11.3.2 事故情景

X 射线探伤机的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。在意外情况下，主要可能出现的辐射事故如下：

①工作人员尚未撤离至控制区外，探伤机运行造成误照射。

②X 射线探伤机被盗，并且开机出束，造成周围人员受到不必要的照射。

11.3.3 事故防范措施

由上述分析可知，本项目辐射事故的发生主要是管理方面出现问题，因此，

在探伤工作开始之前，在地面设置警戒区，在警戒区范围内严禁无关人员进入，避免受到意外照射。因此，建设方在运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设方应严格执行以下风险预防措施：

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

（2）在野外探伤作业前，按项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、运输人员的职责和分工，工作期间做好相关记录。

（3）凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须制定明确的操作规程，探伤作业时，操作人员必须按照操作规程进行操作，佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪。

（4）登塔作业人员、设备操作人员和现场巡护人员需佩戴对讲设备，位于塔下的巡护人员负责检查现场，若发现射线探伤机安装位置错误，及时通知登塔作业人员修正。现场人员均须佩戴个人剂量计，登塔人员确认撤离至设备侧方或侧后方 5m 之外，巡护人员确认警戒区内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，再通知设备操作人员开机。

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

（6）建设单位所有辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训，并需取得合格证书，所有辐射工作人员均需持证上岗。

（7）在任何情况下，建设单位不得在探伤作业区以外的区域启动探伤机。

鉴于本项目探伤机的便携性，应加强对 X 射线探伤机的安全管理，防止丢失事件的发生，造成不必要的照射。公司计划在办公区设备储存间内配置保险柜，用于存放设备；建议在设备上悬挂塑封标签，印制内容包括：设备名称、放射性危害、联系电话以及开机的后果和危害等，以便在设备不慎丢失时，便于拾拾者联系和归还。

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

该单位按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）的要求，成立了“辐射安全防护管理领导小组”，该领导小组由 12 名人员组成，其主要职责如下：

- （1）组织制定公司辐射事故应急处理预案；
- （2）负责组织协调辐射事故应急处理工作；
- （3）按照辐射事故应急处理预案的要求，落实应急处理的个人日常工作；
- （4）组织辐射事故应急人员的培训；
- （5）负责与生态环境、公安等相关部门的联络、报告应急处理工作；
- （6）负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作。

12.2 辐射工作人员培训

本单位共有 10 名放射工作人员，均参加了辐射与防护培训，并取得了培训证书，原有的放射工作人员已于 2020 年 5 月进行职业健康体检。

本项目辐射工作人员拟计划从有放射工作人员抽调，现场辐射工作人员分为两组，每组 3 人，若有人员变更或增加，公司应及时组织相关人员参加培训，确保所有辐射工作人员持证上岗。

12.3 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、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、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。湖南省电网建设有限公司在不断总结完善近年来核技术利用方面的经验，针对辐射设备情况已制定辐射安全与防护管理制度（详见附件4）。

12.4 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》（国务院令，第 449 号）的相关要求，必须对放射性同位素和射线装置使用的单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外环境监测工作。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照个人监测规范》（GBZ128-2002）等相关要求，公司必须配备相应的监测

仪器（如 X- γ 剂量率测量仪），并且自主制定日常防护监测计划并实施。对于放射工作场所潜在的危险辐射源，公司必须加强管理，认真做好工作场所的辐射安全防护工作，并定期委托有资质的单位实施监测。所有监测记录，存档备案，并编制年度辐射安全防护评估报告上报当地生态环境部门。根据公司的实际情况，主要监测内容为电离辐射监测。

（1）辐射工作场所监测

公司工作场所位于户外，不固定。在便携式 X 射线探伤机投入使用前，公司拟配置 1 台便携式 X- γ 辐射监测仪，现场探伤时对控制区、监督区及操作位的辐射剂量率进行监测；同时为每位现场辐射工作人员配备个人剂量报警仪。

由于 XRS3 型探伤机发出的是脉冲式 X 射线，电子式辐射监测仪不能探测到该设备的脉冲辐射；辐射监测仪必须是由离子放电原理制成的，并且需要将仪器调整到累计剂量模式。

放射防护监测应满足以下要求：

①进行现场探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区边界。

②当 X 射线探伤装置、场所、被检物体（材料、规格、形状）等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

③在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的周围剂量当量率低于 $15\mu\text{Sv/h}$ 。

④在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其分别低于 $15\mu\text{Sv/h}$ 和 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）放射工作人员的健康监护及个人剂量监测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，建设单位须为每位辐射工作人员配备 1 枚个人剂量计，工作期间佩戴于胸前，定期将个人剂量计进行回收，委托有资质的监测机构进行监测，并出具监测报告，监测周期不得超过 3 个月，项目单位对监测结果进行记录存档。环评要求：

①如果出现个人年剂量超过 2mSv 的剂量约束值时，暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，并进行剂量异常原因调查，根据调查结果针对相关人员提出调离岗位或暂停辐射职业工作等措施，最终形成正式调查报告，并经本人签字，上报当地生态环境主管部门。

②定期组织单位内部辐射安全与防护方面的培训，加强辐射工作人员的辐射安全防护意识，保证所有辐射工作人员均能够严格执行个人剂量监测的相关规定和方法，正确使用个人剂量计。定期（最长不得超过3个月）送检，建立个人剂量监测档案。档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，个人剂量监测档案应终身保存。

12.5 辐射事故应急预案

（1）部令第18号规定预案内容

中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第六章第四十三条规定：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位应急方案，做好应急准备”。应急方案的内容应包括：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ③辐射事故分级与应急响应措施；
- ④辐射事故调查、报告和处理程序；
- ⑤辐射事故信息公开、公众宣传方案。

（2）现有辐射事故应急预案内容

公司已制定辐射事故应急预案，辐射事故应急预案包括下列内容：

- ①预案适用范围；
- ②辐射事故的预防；
- ③组织机构及职能；
- ④辐射事故的处理；
- ⑤辐射事故的报告；
- ⑥相关部门电话。

（3）预案的可行性分析

环评认为，项目单位结合项目实际情况，按照保护部令第18号规定的预案内容，满足本项目在运行期间可能发生辐射事故的应急需要，且具有针对性和可操作性，在此基础上，本项目的辐射事故应急预案是可行的。

（4）事故应急处理措施

辐射事故一旦发生，应立即采取以下措施进行处理，并根据事故情况启动应急预案。

①从事探伤检测工作场所必须设辐射警示标志，以确保公众的安全。

②辐射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误。加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度。

③严格执行建设项目三同时制度，消除潜在的事故隐患，保证各项辐射防护设施具备后，项目方可投入使用。

④加强辐射安全防护知识的宣传工作，开展法规教育。

⑤根据事故演习及自查等措施，结合项目实际运行情况，适时对辐射事故应急预案进行修改和完善。

12.6 环保竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目竣工后，建设单位自主或委托技术机构开展环保竣工验收工作，环保竣工验收项目见表 12-2。

表 12-2 竣工环境保护设施验收一览表

序号	验收内容	验收要求	依据
1	环保文件	建设项目的环境影响评价文件及环评批复。	中华人民共和国环境影响评价法
2	环境管理制度及应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度和事故应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程及制度上墙。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2020 年修订）
3	放射工作人员管理	持证上岗，4 年进行 1 次再培训；岗前体检，排除职业禁忌症；佩戴个人剂量计，并进行剂量检测，检测报告存档。	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2019 年修订）
4	辐射防护措施	设备电源开关、紧急停机装置正常工作；设置现场的警示标志、警戒线及语音警告设备；配备便携式辐射剂量率监测仪器，按规定进行定期检定，并取得相应证书，确保正常工作；为每位现场辐射工作人员配备个人剂量计、剂量报警仪等，并严格按照要求佩戴。	《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
5	电离辐射	辐射剂量约束值：辐射工作人员有效剂量不大于 2mSv/a；公众成员有效剂量 0.1mSv/a。 工作场所辐射剂量率工作状态下，控制区边界处周围剂量当量率不大于 15μSv/h；监督区边界处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。	
6	设备要求	管电压>200kV：X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率：<5mGy/h。	《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

(1) 项目名称：便携式 X 射线探伤机利用项目

(2) 建设地点：湖南省衡阳市珠晖区东风南路 18 号

(3) 建设性质：扩建

(4) 建设单位：湖南省电网建设有限公司

(5) 投资：总投资 ■ 万元，其中环保投资 ■ 万元，占比 ■ %。

(6) 建设内容：使用 2 台 XRS3 型便携式 X 射线探伤机，用于输电线路“三跨”区段线塔上耐张线夹的现场无损检测，属于使用 II 类射线装置；射线装置不使用时，存放于湖南省衡阳市珠晖区 107 国道旁建设有周家坳基地设备室内。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

建设单位在进行 X 射线现场探伤时严格按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求划定控制区和监督区，在地面警戒区边界设置场界警戒绳，悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，派专人巡护，悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤机红色发射警示灯与主机联锁，发射脉冲时警示灯持续发光，并可听到发射的噼啪声，符合安全警告要求；在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见“预备”和“照射”信号；探伤期间通过辐射剂量巡测仪对边界进行检测或修正，确保监督区内无其他人员后方可开始探伤；项目运行过程中定期对设备性能和工作场所辐射剂量水平进行检查和检测。建设单位定期对工作人员进行个人剂量监测和职业健康体检，并建立有关工作人员剂量档案和职业健康监护档案。

在严格落实以上辐射安全措施，并在实际工作中规范操作后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护的要求。

13.1.3 辐射环境影响分析结论

根据理论计算可知，本项目便携式 X 射线探伤机现场探伤时，对工作人员职业外照射的最大有效剂量值为 1.5mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也小于剂量约束值 2mSv/a。对公众人员照射的最大附加年有效剂量值为 1.6×10^{-4} mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也远小于剂量约束值 0.1mSv/a。

射线装置运行时可能产生微量的臭氧及氮氧化物，因现场探伤场所不密闭，臭氧及氮氧化物会很快进入大气环境中扩散，不会形成浓度累积，对周围环境和现场探伤工作人员影响甚微。

13.1.4 辐射安全管理分析结论

公司已按照要求组织本项目辐射工作人员参加辐射防护培训，并全部取得合格证书；设立了辐射安全与防护领导小组，负责辐射安全与环保的管理监督工作；公司承诺项目投运前将制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度相、射线装置出/入库管理制度、辐射事故应急预案和其它相关辐射安全管理方面的规章制度。

公司认真执行上述相关承诺和计划后，其从事辐射活动的技术能力将符合相应法律法规的要求。

13.1.5 可行性分析结论

（1）实践的正当性

湖南省电网建设有限公司拟使用使用 2 台便携式 X 射线探伤机进行野外探伤，该项目应用目的为输变线路铁塔上耐张线夹的检测，使用后可大大提高检测效率，为电力设施的安全运行提供有力的保障，设备在使用过程中产生电离辐射，对周围环境产生一定影响，但在使用过程中采取了必要的辐射安全防护和管理措施减少本项目的辐射影响，使本项目的辐射影响在相应的标准范围内，该项目给社会带来的利益远大于其可能引起的辐射影响。因此，本项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

（2）产业政策符合性

本项目使用的 X 射线探伤机不属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》第二类（限制类）与第三类（淘汰类），为允许类，与产业政策不冲突。

（3）选址可行性

本项目便携式 X 射线探伤机主要用于输变线路铁塔上耐张线夹的探伤，不工作时设备存放于公司办公地址设备室内，设专人进行设备出/入库的管理，确保 X 射线探伤机的存放安全。X 射线探伤机在不工作时无 X 射线产生。项目存放地选址相对合理。

本项目 X 射线探伤机为移动式探伤机，野外工作场所不固定，在进行现场探伤时，主射线方向朝向天空上方，不照向地面，并按要求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，控制区外周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为监督区，要求登塔人员撤离至监督区之外，将作业现场塔基外 5m 的区域设置为警戒区，拉警戒线隔离、放置清晰可见的警告牌和声光报警装置、人员巡护等多种措施，确保在设备运行时控制和监督区内无任何人员停留。采取以上措施后，项目分区满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中现场探伤作业分区的设置要求。

综上所述，本项目是湖南省电网建设有限公司紧跟国家电网发展需要，为电力输电线路“三跨”区段线塔上的耐张线夹提供检测服务，具有较大的社会效益和经济效益。经分析，在全面落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射环境管理制度后，湖南省电网建设有限公司便携式 X 射线探伤机利用项目运行阶段对周围环境产生的电离辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 要求

（1）认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，加强核与辐射安全知识宣传，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

（2）根据探伤现场情况，增加现场巡护工作人员数量。

（3）加强便携式 X 射线探伤机工作场所的管理，按要求进行人员辐射防护培训，严格遵守辐射防护和环境保护的各项规定。

（4）公司将为配备 1 台满足本项目监测要求的便携式 X、 γ 辐射剂量率仪，为每位作业现场辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，加强辐射工作场所工作人员的个人剂量监测。

（5）若公司地址或设备存放地址发生变化，将及时进行向发证机关申请辐射安全许可证的变更；

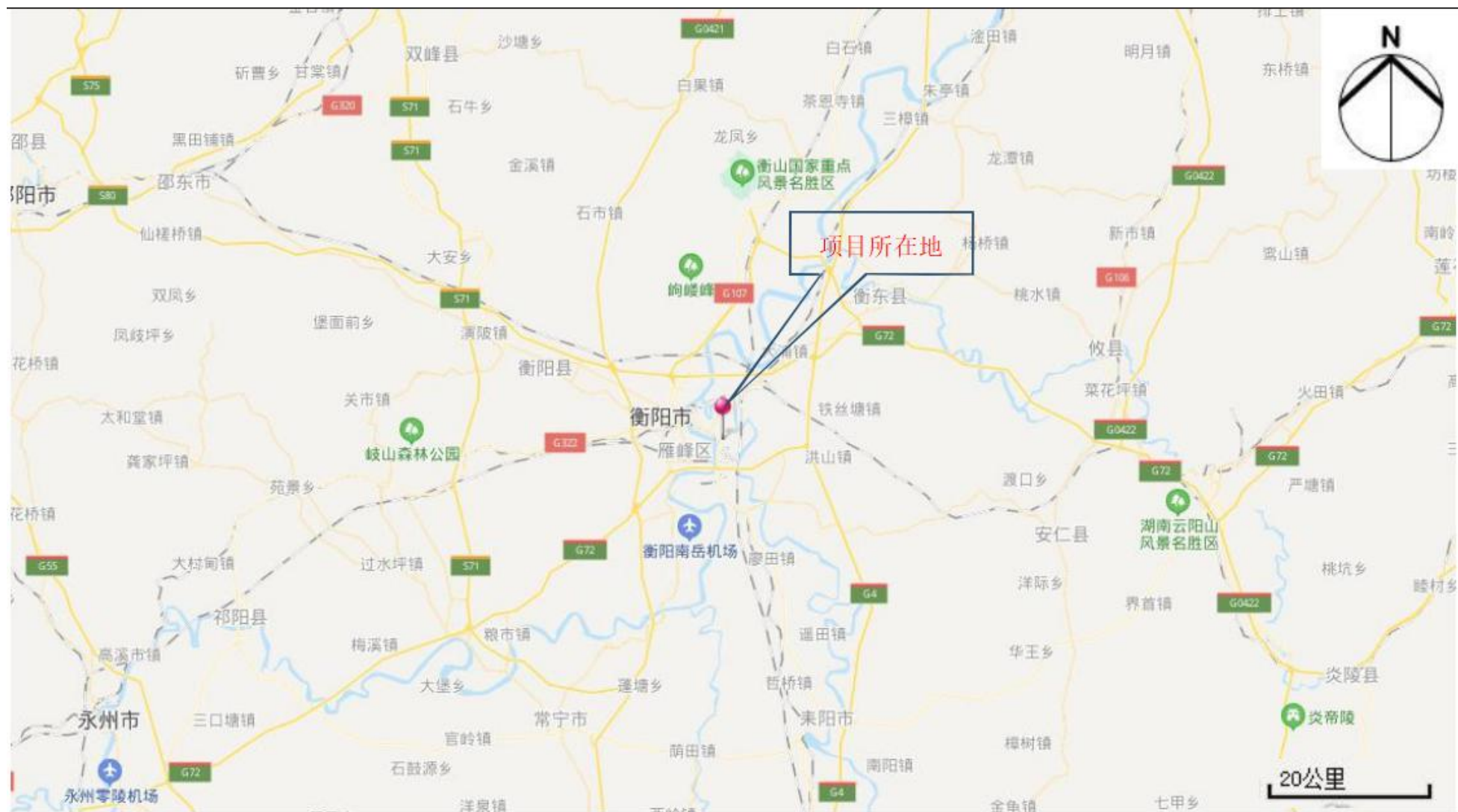
（6）项目运行过程中，加强内部监督管理，不违规操作、不弄虚作假。

（7）项目建成按要求办理竣工环保验收手续，验收合格后方投入使用。

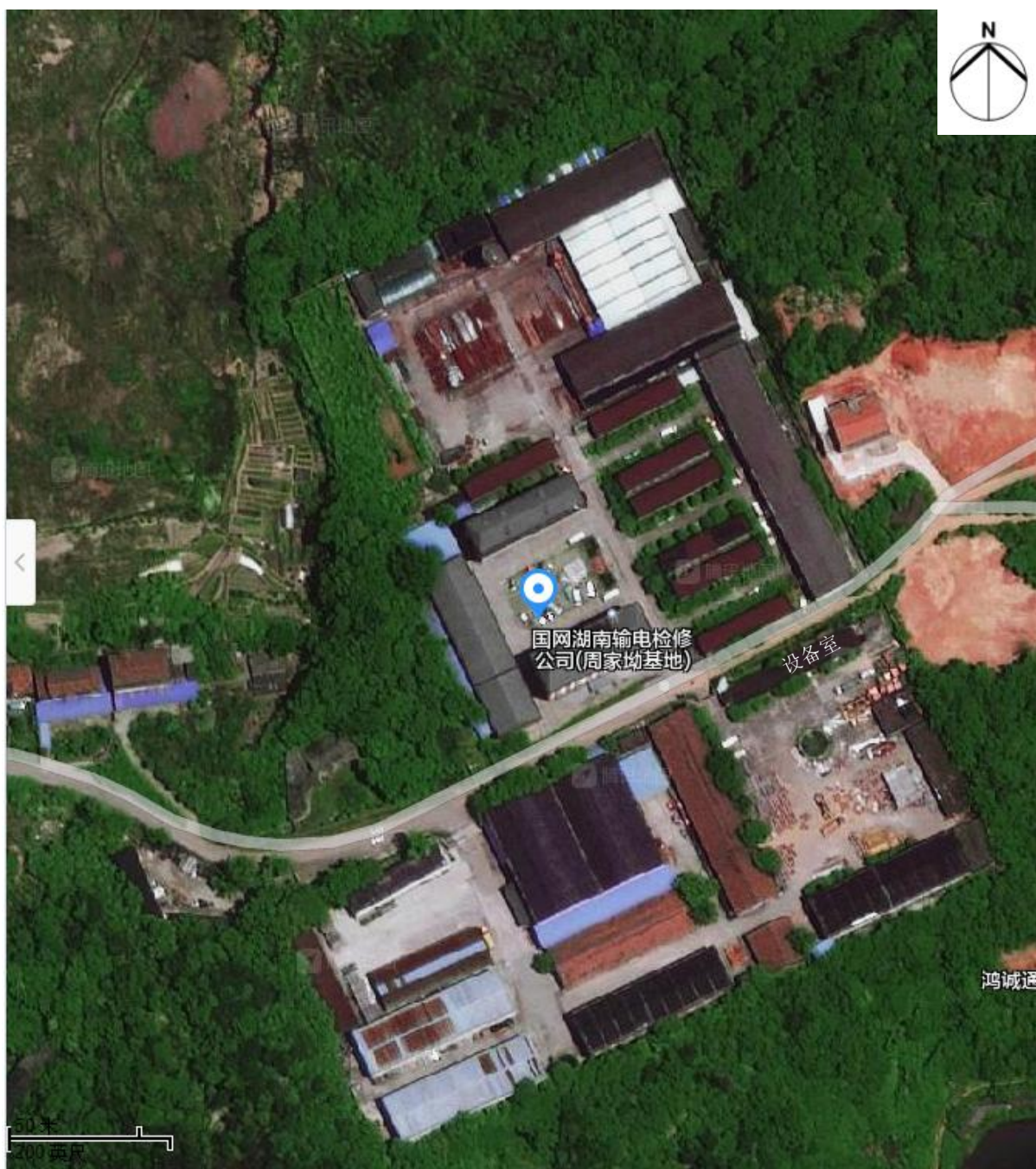
表 14 审批

生态环境部门预审意见：	
经办人	公章
年月日	

审批意见：	
经办人	公章
年月日	



附图 1 公司注册地址地理位置图



附图 2 项目设备存储所在基地平面布局图

附件 1 委托书

委托书

湖南贝可辐射环境科技有限公司:

根据《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》和相关法律法规的要求,现委托贵环评单位承担湖南省电网建设有限公司便携式 X 射线探伤机利用项目环境影响评价工作,按照有关规定及合同要求编制环境影响报告书!

请尽快组织相关工作人员,进行相关工作。

特此委托!

湖南省电网建设有限公司

2021 年 11 月 20 日





辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：湖南省电网建设有限公司

地址：湖南省衡阳市珠晖区东风南路 18 号

法定代表人：李承农

种类和范围：使用 II 类射线装置。

证书编号：湘环辐证[02796]

有效期至：2025 年 09 月 03 日



发证机关：湖南省生态环境厅

发证日期：2021 年 09 月 28 日

中华人民共和国生态环境部制

单位名称	湖南省电网建设有限公司			
地址	湖南省衡阳市珠晖区东风南路18号			
法定代表人	李承农	电话	18073407667	
证件类型	身份证	号码	430421197607046132	
涉源部门	名称	地址	负责人	
	检测部	周家垌基地（107国道旁）	向华伟	
种类和范围	使用Ⅱ类射线装置。			
许可证条件				
证书编号	湘环辐证[02796]			
有效期至	2025年09月03日			
发证日期	2021年09月28日（发证机关章）			

(一) 放射源

证书编号: 湘环辐证[02796]

[illegible]

(三) 射线装置

证书编号：湘环辐证[02796]

序号	装置名称	规格型号	类别	用 途	场 所	来源 / 去向	审核人	审核日期
1	便携式 X 射线探伤机	XXG-3005	II 类	工业用 X 射线探伤装置	探伤室	来源 去向		
2	便携式 X 射线探伤机	XXG-3005	II 类	工业用 X 射线探伤装置	探伤室	来源 去向		
3	便携式 X 射线探伤机	XXGH-2505	II 类	工业用 X 射线探伤装置	探伤室	来源 去向		
4	便携式 X 射线探伤机	XXG-2505	II 类	工业用 X 射线探伤装置	探伤室	来源 去向		
5	便携式 X 射线探伤机	XXG-2005	II 类	工业用 X 射线探伤装置	探伤室	来源 去向		
6	便携式 X 射线探伤机	XXG-2005	II 类	工业用 X 射线探伤装置	探伤室	来源 去向		
7	便携式 X 射线探伤机	XXG-2005	II 类	工业用 X 射线探伤装置	探伤室	来源 去向		
8	便携式 X 射线探伤机	XXG-2005	II 类	工业用 X 射线探伤装置	探伤室	来源 去向		

[illegible]

证书编号：湘环辐证[02796]

台帐明细登记 (一) 放射源



照
执
业
扣

统一社会信用代码
9143040076070316L



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息。

名称 湖南省电网建设有限公司

类型 有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）

法定代表人 李承农

国
提
出
经

注册资本 伍仟万元整

成立日期 2004年03月31日

营 业 期 限 长 期

住所 衡阳市珠晖区东风南路18号



登记机关

2021年8月12日

输变电工程施工；铸铝加工及机械制造、维修；计算机及设备、软件系统集成及相关产品开发；办公设备、文具用品、文化设备、政策宣传的金属材料、装饰材料的销售；技术咨询、装备；自有房屋、门面出租。物业管理；建筑劳务派遣、施工劳务分包服务；劳务派遣服务；电力工程设备租赁；餐饮服务；电工机械检测服务；无损检测；承接电力设施、房屋建筑工程、环保工程总承包；地基与基础工程服务；安全生产检测服务；公共安全技术防范系统建设；建设工程监理；工程机械检测技术服务；安全评价检测服务；共设特种设备安全检测站；电气设备检验检测、研发；计量定校校准、工程技术、智能控制、机电一体化、电子技术、通信技术、信息技术、物联网的设计、机电产品、五金工具、数控技术、检测设备研发、电子技术管理、电子信息系统的维护、维护、维护新技术、新品种、开展技术培训、技术交流和咨询服务；工程咨询；信息系统工程咨询服务；企业管理咨询；企业管理咨询服务（不含金融、证券及融资中介服务）；机器人技术服务；安全评估；电力项目的检测；企业资产管理；新技术资源、专利技术资源、知识产权资源；电机、电动机项目检测；电力物资供应；应用工业工程开展摄影成像摄影；无人飞行器、无人机、发动机装置研制与试验、打包、装卸、运输全套代理服务；汽车租赁；废旧物资回收（含金属）（以上不含危废物）；计量服务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

湖南省电网建设有限公司文件

网建安质〔2020〕1 号

关于调整辐射安全防护管理领导小组的通知

公司所属各部门、中心、班组：

根据《中华人民共和国职业病防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（国务院 449 号）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国务院环境保护总局令 31 号）规定，为了做好公司的辐射安全防护管理，经研究决定，调整辐射安全防护管理领导小组，其成员名单如下：

组 长：周志文

副组长：刘思佚

成 员：向华为 向 波 王一蛟 张建刚 薛凤武

王 浪 李雨明 段辉智 杨晟东 马渊远



辐射安全与防护管理制度

根据《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）和《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）的规定，结合我单位辐射工作实际，制定本制度。

第一章 操作规程

- 1、每天上岗前做好探伤机保洁工作，保持机器良好的工作环境。
- 2、开机后应注意电源电压是否正常，并检查其他功能键是否选择正确。
- 3、操作机器时应该小心仔细，尤其注意电源电压，不得超过标识的标准电压。
- 4、对于随时出现的液体应立即清理，防止流入仪器设备内部。
- 5、严格按照使用说明书进行操作，杜绝一切非法操作。
- 6、根据工件大小，合理选择参数。
- 7、工作结束后应关闭探伤机并将电源关闭。

第二章 岗位职责

- 1、使用射线装置工作人员必须经过岗前体检，并经过辐射安全防护培训，持证上岗。
- 2、要正确使用射线装置，做到专人专管专用。
- 3、工作时，每一名工作人员必须佩带个人剂量与个人剂量报警仪。
- 4、从事射线装置岗位人员，要严格按照操作规程和规章制度，杜绝非法操作。
- 5、发生放射事故，立即报告上级领导和有关部门，采取有效措

施，不得拖延或者隐瞒不报。

第三章 辐射防护制度

1、使用射线装置工作人员必须经过岗前体检，并经过辐射安全防护培训，持证上岗。

2、从事辐射工作人员应该配备个人剂量仪，建立个人剂量档案，并定期进行身体检查。

3、便携式 X 射线探伤机只能在探伤机房内使用，安排专人管理，非相关人员不得入内。

4、移动 DR 机进行现场监测时设立辐射标志、警戒线、声光报警等，防止无关人员意外照射。

第四章 台帐管理制度

1、建立射线装置台帐管理制度，设有仪器名称、型号、管电压、输出电流、用途等。

2、严格射线装置进出管理，坚决杜绝外借现象发生。

3、对退役的射线装置应该选择有资质单位或厂家回收，杜绝私自销毁或处于无人管理状态。

第五章 设备检修维护制度

1、辐射安全领导小组坚持每月召开一次安全会议，具体工作人员坚持每天检查一次射线装置，加强卫生清洁和管理，使射线装置处于良好的运行状态。

2、严格检修注意事项，对设备出现故障要及时上报并立即防止使用。

3、设备出现事故应请专业人员或设备生产厂家进行维修，建立设备检修及维修记录，并专人专管。

设备检修及维修记录，并专人专管。

第六章 人员培训制度

1、单位领导要高度重视操作人员的日常管理，要在思想上、认识上高度重视，要把一些思想过硬、能力突出、认真负责的职工安排在放射性工作岗位上。

2、坚持组织学习，并针对实际操作过程中发生的问题及时整改，切实提高操作人员使用、检查仪器设备的水平，杜绝事故的发生。

3、对操作水平高的职工进行通报表彰并给予适当奖励，对达不到岗位要求的，坚决不得从事此岗位，确保安全。

4、定期参加辐射安全防护培训学习。

第七章 监测方案

在今后的日常工作中单位必须加强放射工作人员的个人剂量监测，并委托有资质的监测单位定期或不定期进行辐射防护监测。

湖南省电网建设有限公司

2020年4月20日



便携式 X 射线探伤机操作规程

1. X 射线机由经过考试合格的人员操作。
2. 射线机第一次使用或间隔多日未用,再度使用前,X 射线管必须按规定进行一次训机,才能正常使用。
3. 每天第一次使用 180KV 以上的管电压前,应对 X 射线机进行短时间训机。
4. 开机前必须开启警铃红灯,曝光室内不得有人停留,室外用红灯告示。
5. 操作时开电源,待机预热 5 分钟,方可开高压。开高压时应先缓慢上升管电流,再缓慢上升管电压;当蜂鸣器发生预报信号,先缓慢降管电压,后缓慢降管电流直至切断高压开关。
6. X 射线机正常使用,管电流不能超过机器最大允许值。
7. 注意保护 X 射线机,不使受到剧烈振动。
8. 经常保持 X 光机整洁,每天下班前将 X 光机擦干净。

湖南省电网建设有限公司

2020 年 4 月 20 日



检验检测现场环境管理规定

1 目的

为保证本公司所开展的现场检验检测工作的顺利进行和现场检验检测人员的健康,使现场检验检测工作环境符合有关要求,特编制本规定。

2 范围

适用于本公司检验检测现场环境的控制。

3 职责

3.1 综合管理部全面负责本公司检验检测人员劳动保护用品的供应和管理工作。

3.2 总经理是公司安全责任第一人,对全公司检验检测工作安全管理负责,负责为现场检验检测环境等提供充足的资金保障。

3.3 各部门负责人负责本部门现场检验检测环境管理和控制工作,并对其进行检查。

3.4 各部门根据需要配备足够现场检验检测必须物品。

3.4 各部门负责人应对本部门现场检验检测的废物、射线、噪声等有可能构成环境污染和对员工健康安全的影响实施作业环境和排放控制。对有可能危害员工安全的作业应建立员工安全防护措施。

3.5 各部门负责人、各项目组负责人应督促员工佩带和实施防护设施,达不到安全要求的应停止作业。

4 程序

4.1 检验检测现场环境的基本规定

4.1.1 检验工作的安全应贯彻“预防为主、安全第一”的方针,必须加强检验工作中的安全管理。检验检测现场必须符合安全技术规范和国家有关安全法规的规定。各部门在制订检验细则、检验方案或实施检验准备的过程中要认真考虑安全方面的要求、进行风险预测、风险评估,并采取预防措施。

4.1.2 检验检测现场应保持整齐、清洁,良好的整齐、清洁有助于预防事故的发生。

4.1.3 注意安全,人人有责,养成良好的安全工作习惯。所有进入检验检测现场的人员都必须经过安全教育和培训,尤其是外来人员、新职工必须在接受安全教育后才能进入检验工作岗位。

4.2 检验检测现场的安全要求

4.2.1 各部门在进行现场检验检测作业时,必要时应指定专人负责安全工作。

4.2.2 检验检测现场必须备有防止损伤检验检测人员的劳保用品，如防护服、防护帽、安全带、警示标志、防暑降温用品、射线防护用品、消防用具、电工用具、起吊仪器设备用的绳索、低压照明电源、气体检漏装置、应急救援物品，高空作业必须有安全可靠的检验检测平台（脚手架），须进入内部检验的应保证与其他设备连接的管路、电器可靠隔断并充分换气（有毒、易燃、窒息性介质进行置换清洗）通风，使内部空气环境气体达到国家规定要求，高低温设备必须使设备温度达到检验检测的环境温度（0~40℃），设备内外部污物清理干净，必须拆除的部分必须拆除，必须打磨的部分必须打磨至规定要求等。

4.2.3 进入检验检测现场时，所有人员都必须按《检验检测安全控制程序》规定做好安全准备工作后方可进入检验检测现场进行相关检验检测工作。

4.2.4 必须有监护人在被检设备外进行监护，且监护人员必须坚守岗位。

4.2.5 要考虑抢救后备措施，必须在发生意外情况时能及时进行妥善处理，避免事态扩大。

4.2.6 检验检测完毕清理检验检测现场至符合设备安全和环境保护要求。

4.3 综合管理部根据需要配备足够现场检验检测必须物品。

4.4 各部门负责人应对本部门现场检验检测的废物、射线、噪声等有可能构成环境污染和对员工健康安全的影响实施作业环境和排放控制。对有可能危害员工安全的作业应建立员工安全防护措施。

4.5 各部门负责人、各项目组负责人应督促员工佩带和实施防护设施，达不到安全要求的应停止作业。

4.6 各级安全监督员应对安全防护要求的实施进行监督。

4.7 在遇到各种危害后，应采取积极的救助措施，善后工作应执行《不符合检测工作控制程序》、《纠正措施控制程序》、《预防措施控制程序》。



射线作业现场防护规定

1. 目的和适用范围

本规定明确了射线作业现场的防护内容、防护要求及对防护工作的检查。

本规定适用于湖南省电网建设有限公司在各工程项目进行射线现场作业时的防护。

2. 射线作业防护基本要求

2.1 射线作业应严格执行《中华人民共和国放射性同位素与射线装置安全和防护条例》国务院令 第 449 号（2005）、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003）、《500KV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》GB22448-2008、《放射工作人员职业健康管理暂行办法》卫生部令 55 号及《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（2006）中的有关规定。

2.2 X 射线装置完好无故障，附件齐全。

2.3 射线作业前应按公司《射线检测作业安全防护规程》、《射线检测安全管理制度》要求执行，并按业主要求办理相关手续，并签字确认。

2.4 射线作业应随时接受放射卫生监督管理机构的监督检查。

3. 防护内容及管理

3.1 检测组根据《检验试验委托单》和《检测工程任务通知单》，在指定的时间和规定的作业区域范围内进行射线作业。

3.2 射线作业人员或安全防护人员，根据使用的 X 射线探伤机的能量，并结合现场实际情况，划出基本安全防护警戒区域。

3.3 射线作业人员或安全防护人员应通知防护范围内的其他人员撤离，并进行检查确认后方可进行射线作业。

3.4 射线作业人员或安全防护人员必须在安全防护区界线周围设置警戒标志（“三警”装置），并设专人监护，防止其它人员进入安全防护区内。

1) 白天设置用红、黄小旗组成的警绳，其中黄红色小旗上标识“射线作业 注意安全”字样，警绳距地面高度 80—100cm。

2) 夜间工作，除警绳外还需设置警灯若干只，分布在安全防护区的关键部位。

3) 必要时在射线作业场所附近加设警示牌。

3.5 射线作业人员必须穿戴防护用品，并佩戴个人剂量卡和 X 射线报警器，在射线作业时，X 射线报警器处于完好的工作状态，确保人员安全。

3.6 在射线作业时，如果其它人员有特殊原因需进入安全防护区内时，应经射线作业人员同意，并停止射线作业后方可进入。在人员离开安全防护区后方可进行射线作业。

3.7 检测工作完成后或审批作业终止时间已到，必须立即停止射线作业，并撤离检验设备、拆除警戒设施。并将情况通知相关单位。



附件 6 辐射安全防护与培训证书

辐射安全与防护培训	
合格证书	
 (印章)	段辉智 同志于 2019 年 5 月 17 日至 2019 年 5 月 19 日在 衡阳 参加辐射安全与防护培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。 2019 年 5 月 19 日 证书编号： F1903032
姓名： 段辉智 性别： 男	
身份证号： 431081198606010496	
工作单位： 湖南省电网建设有限公司	
从事辐射工作类别： X射线探伤	

辐射安全与防护培训	
合格证书	
 (印章)	李雨明 同志于 2019 年 5 月 17 日至 2019 年 5 月 19 日在 衡阳 参加辐射安全与防护培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。 2019 年 5 月 19 日 证书编号： F1903033
姓名： 李雨明 性别： 男	
身份证号： 430402197707093017	
工作单位： 湖南省电网建设有限公司	
从事辐射工作类别： X射线探伤	

辐射安全与防护培训

合格证书



(印章)

姓名: 马渊远 性别: 男

身份证号: 430503198908190039

工作单位: 湖南省电网建设有限公司

从事辐射
工作类别: X射线探伤

马渊远 同志于 2019 年 5 月

17 日至 2019 年 5 月 19 日在
衡阳 参加辐射安全与防护培训班
学习, 通过规定的课程考试, 成
绩合格, 特发此证。

2019 年 5 月 19 日

F1903035

证书编号:

辐射安全与防护培训

合格证书



(印章)

姓名: 王浪 性别: 男

身份证号: 432522198801090012

工作单位: 湖南省电网建设有限公司

从事辐射
工作类别: X射线探伤

王浪 同志于 2019 年 5 月

17 日至 2019 年 5 月 19 日在
衡阳 参加辐射安全与防护培训班
学习, 通过规定的课程考试, 成
绩合格, 特发此证。

2019 年 5 月 19 日

F1903031

证书编号:

辐射安全与防护培训

合格证书

 (印章)

姓名: 王一蛟 性别: 男

身份证号: 430405198904183111

工作单位: 湖南省电网建设有限公司

从事辐射工作类别: X射线探伤

王一蛟 同志于 2019 年 5 月 17 日至 2019 年 5 月 19 日在 衡阳 参加辐射安全与防护培训班学习, 通过规定的课程考试, 成绩合格, 特发此证。

湖南省生态环境厅监制
2019 年 5 月 19 日
培训专用章

证书编号: F1903034

辐射安全与防护培训

合格证书

 (印章)

姓名: 向波 性别: 男

身份证号: 431222198610175278

工作单位: 湖南省电网建设有限公司

从事辐射工作类别: X射线探伤

向波 同志于 2019 年 5 月 17 日至 2019 年 5 月 19 日在 衡阳 参加辐射安全与防护培训班学习, 通过规定的课程考试, 成绩合格, 特发此证。

湖南省生态环境厅监制
2019 年 5 月 19 日
培训专用章

证书编号: F1903029

辐射安全与防护培训	
合格证书	
 (印章)	向华为 同志于 2019 年 5 月 17 日至 2019 年 5 月 19 日在 衡阳 参加辐射安全与防护培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。
姓名：向华为 性别：男	 2019 年 5 月 19 日
身份证号：430103198301251032	
工作单位：湖南省电网建设有限公司	
从事辐射工作类别：X射线探伤	
证书编号：F1903026	

辐射安全与防护培训	
合格证书	
 (印章)	薛凤武 同志于 2019 年 5 月 17 日至 2019 年 5 月 19 日在 衡阳 参加辐射安全与防护培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。
姓名：薛凤武 性别：男	 2019 年 5 月 19 日
身份证号：43012419870723375X	
工作单位：湖南省电网建设有限公司	
从事辐射工作类别：X射线探伤	
证书编号：F1903028	

辐射安全与防护培训	
合格证书	
 (印章)	杨晟东 同志于 2019 年 5 月 17 日至 2019 年 5 月 19 日在 衡阳 参加辐射安全与防护培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。
姓名：杨晟东 性别：男	
身份证号：430405199106291032	
工作单位：湖南省电网建设有限公司	
从事辐射工作类别：X射线探伤	证书编号：F1903027

辐射安全与防护培训	
合格证书	
 (印章)	张建刚 同志于 2019 年 5 月 17 日至 2019 年 5 月 19 日在 衡阳 参加辐射安全与防护培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。
姓名：张建刚 性别：男	
身份证号：42028119840807725X	
工作单位：湖南省电网建设有限公司	
从事辐射工作类别：X射线探伤	证书编号：F1903030

附件 7 湖南省电网建设有限公司拟配备辐射安全防护措施清单

湖南省电网建设有限公司拟配备辐射安全防护措施清单

类别		辐射安全防护措施	投资金额估算 (万元)	备注
野外 探伤	防护设备	对讲机、安全警戒绳等	0.5	拟配置
	监测仪器	个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式辐射监测仪	1.0	拟配置
	安全装置	声光报警装置、摄影机、控制区和监督区警示标志、警示牌等	1.0	拟配置
其他	设备储存	保险柜及相关安全措施	0.5	拟配置
	设备维护	探伤装置的配件、机电设备进行检查、维护及更换配件	1.0	将预留
	人员培训	辐射工作人员辐射防护培训、职业健康体检、个人剂量检测	1.5	将预留
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备、应急演练	1.5	已配置
合计			7.0	/

XRS3

20V X-RAY GENERATOR



	页
1.0 简介	2
2.0 警告	2
占空比	2
存储	2
3.0 物理描述	3
高压脉冲激光器/ 管头	3
基础	3
电池组	3
电池充电器	3
控制模块	4
电缆连接器图	5
4.0 操作说明	6
框图	6
5.0 操作说明书	7
操作注意事项	8
排除区域	8
脉冲设定	8
导航菜单	9
7.0 维护	11
剂量测量	11
管更换	11
8.0 故障检修	11
9.0 修理说明	12
拆卸板	12
董事会安装	12
头部替换	12
电池处理	13
10.0 保修	13
退货维修说明	13
11.0 规格	14
物理尺寸	14
X 射线输出	14
电气和热特性	14
12.0 备件	14

1.0 简介

XRS3 产生高水平的辐射，并且必须由在操作设备之前阅读本手册“警告和操作说明”部分的合格人员操作。

XRS3 是一种小巧轻便的 X 射线发生器，可以在自己的可拆卸电池组上运行。XRS3 是产生非常短持续时间（25 纳秒）的 X 射线脉冲的脉冲 X 射线装置。它产生与 0.25mA 恒定电位机相当的相对较低的剂量率。XRS3 产生的能量高达 270kVp，这样就可以将高达一（1）英寸（2.54 厘米）的钢片放射。

XRS3 标准配件有两个键，两个电池组和一个电池充电器。远程电缆和便携箱也是常见的附件。

2.0 警告

XRS3 是一种脉冲 X 射线发生器，可在脉冲时发射有害电离辐射。XRS3 只能由经过适当培训的授权人员操作，以安全操作发电机。XRS3 在使用前必须经过适当的权限注册，不得用于故意暴露人类。

开发并密切关注使用 XRS3 的安全操作系统。安全操作系统必须确保没有人能够将辐射暴露于公众成员每小时 2 mR (0.02 mSv) 的许可限度以上。安全的操作系统必须确保 XRS3 在联邦和州的指导原则下使用。

XRS3 X 光机的所有操作人员 and 用户必须佩戴个人辐射监测装置，如符合联邦，地区或省级标准的 TLD（热发光剂量计），电影徽章和/或口袋剂量计（注：电子剂量计不会检测 XRS3 辐射脉冲）。

由于 XRS3 的脉冲宽度短，Geiger-Mueller 和闪烁体类型的测量仪不能精确地检测从 X 射线源发射的辐射。

测量仪应为电离型，应在积分模式下使用。测量仪表不能在速率模式下使用，因为 XRS3 不会产生恒定的辐射。XRS3 在非常短的时间内产生非常高的辐射率，导致在速率模式下测量仪表读数不切实际或没有读数。

XRS3 无防爆等级，不得在爆炸性环境中使用。火花隙被排放到空气中，可能是点火源。

占空比警告。XRS3 是不连续脉冲的轻型机器。XRS3 的最大占空比是每四分钟 200 个脉冲（每小时 3000 个脉冲）。超过工作周期将缩短管和头的寿命。

存储和使用：存放并使用 XRS3 直立位置。颠倒储存或使用可能导致过早失效，包括无输出剂量。

3.0 物理描述



图 1: XRS-3 X 射线单元

高电压脉冲/管。XRS3 的主体是管头，其中包含管腔，冷阴极型 X 射线管，火花隙，高压电容器和变压器。位于头部前部的标准准直器将 X 射线束限制在 40 度。提供高达 85 度的特殊订购准直器。

基础。XRS3 的底座包含与标准相机三脚架兼容的识别标签和 1/4-20 黄铜插件。底座还配有快速释放的外部三脚架。位于发电机底部的识别标签列出制造商的名称和地址，型号，序列号，重量，伏特，安培和生产日期。



电池组。标准电池组是 DeWalt® 20V 2 安培小时锂离子电池 (DCB203)。

电池充电器：标准电池充电器是 DeWalt® DCB107 110V 充电器或 DCB105 220V 充电器。（注意 DeWalt 部件号可能会更改）。电池充电时间少于 1 小时。有关其他说明和警告，请参阅电池充电器手册。

皮卡汀尼导轨：该 XRS3 具有位于所述壳体的每一侧上的 21 毫米皮卡汀尼导轨。



图 2: 基础



图 3: 控制模块

电源指示灯：当电池电压施加到控制模块时亮起。

红色 X 射线脉冲灯：按时间延迟按钮或远程电缆按钮后闪烁以警告 XRS3 正在进行脉冲。当 XRS3 发出脉冲时，指示灯持续亮起。这是一个故障安全警告灯。如果光线不起作用，X 射线单元将不会脉冲。请参阅紧急情况下故障安全覆盖的设置菜单。

液晶显示 (LCD)：80 位 LCD。家庭显示选择的脉冲数和第一个脉冲之前的延迟时间。主页还将指示是否输入了多个脉冲序列。箭头允许操作员滚动浏览各种菜单选项。

方向按钮：用于操纵菜单。

延迟按钮：同时按下左右箭头按钮启动延迟模式。

紧急停止/确认开关：在开始脉冲发生之前停止本机，或者在脉冲列中间停止本机。也可以用作输入按钮来选择所需的选项。

电缆连接器: 位于电池下方控制模块背面的 Lemo “K” 系列五针连接器接收远程电缆或成像系统电缆。

PIN #	描述
1	+5 V 100 mA 最大值
2	远程开关
3	远程开关-无延时
4	X-RAY ON 信号
5	普通 0V

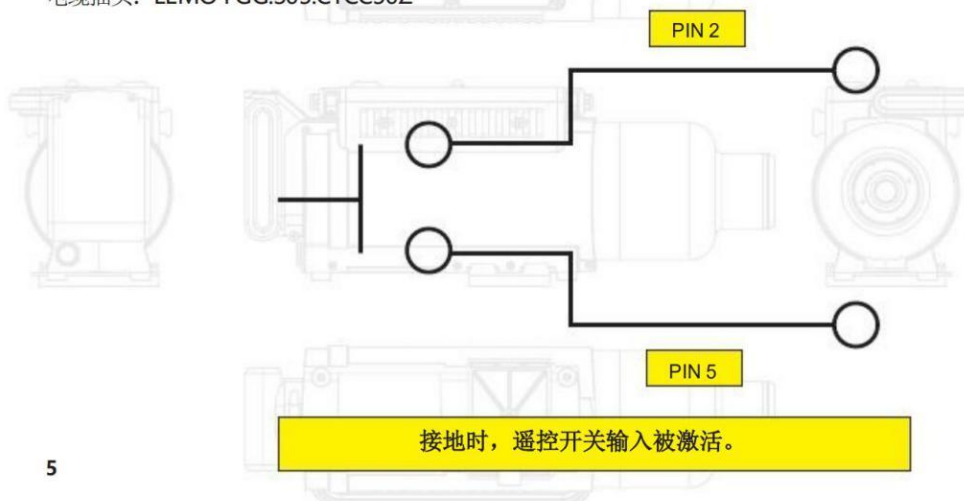


远程电缆连接器



远程连接器: LEMO EEG.0K.305.CLN

电缆插头: LEMO FGG.305.CYCC50Z



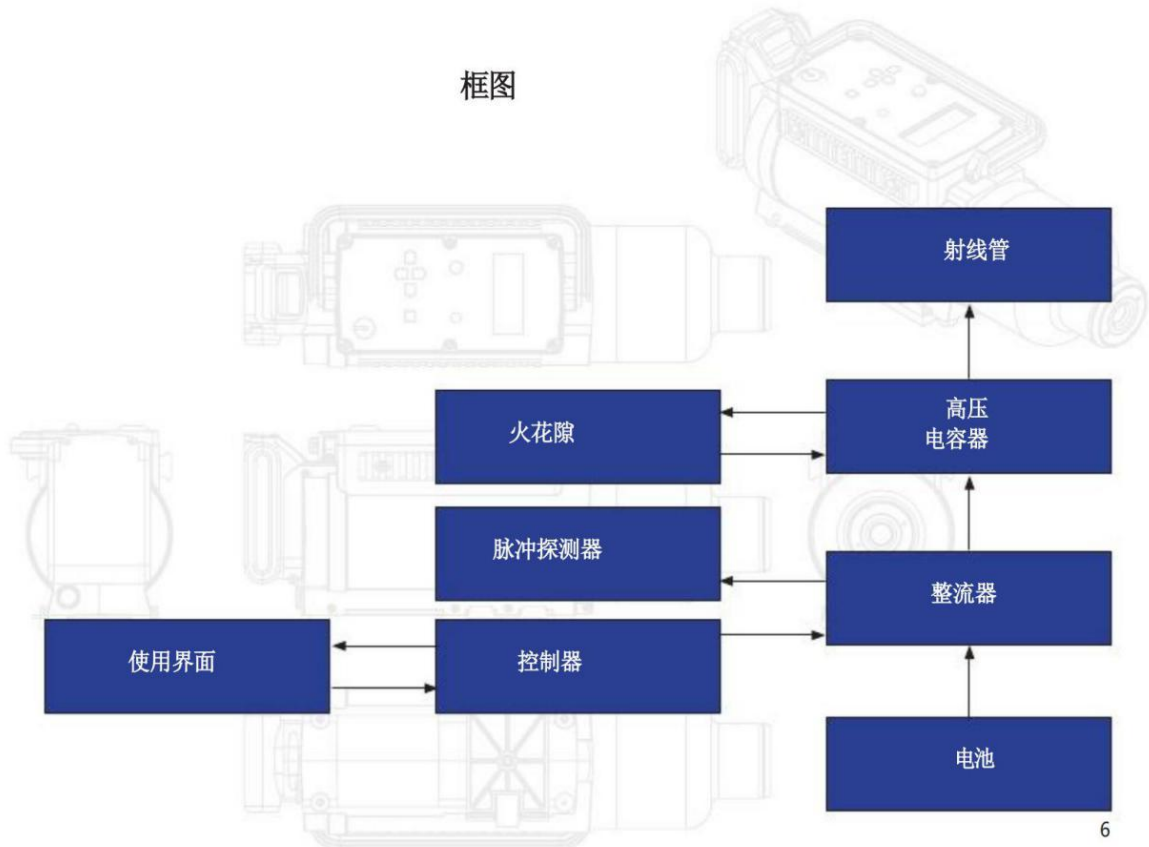
下面的框图说明了 XRS3 的功能。每次触发 XRS3 时，都会发生以下事件序列：

1. 用户启动机器的操作。
2. 控制部分发送一个信号到转换器部分开始振荡。
3. 一旦振荡，转换器部分将 20 伏直流电变化为 22Khz AC。
4. 变压器将高压电容器充电至约 9000 伏特。
5. 高电压电容器达到适当的电压后，火花间隙会弧。
6. 脉冲检测器向控制块发出信号，指示该单元已经脉冲。
7. 当高压开关闭合时，持续时间约为 270,000 伏特和 25 纳秒的高电压瞬变被施加在产生 x 射线的 x 射线管上。

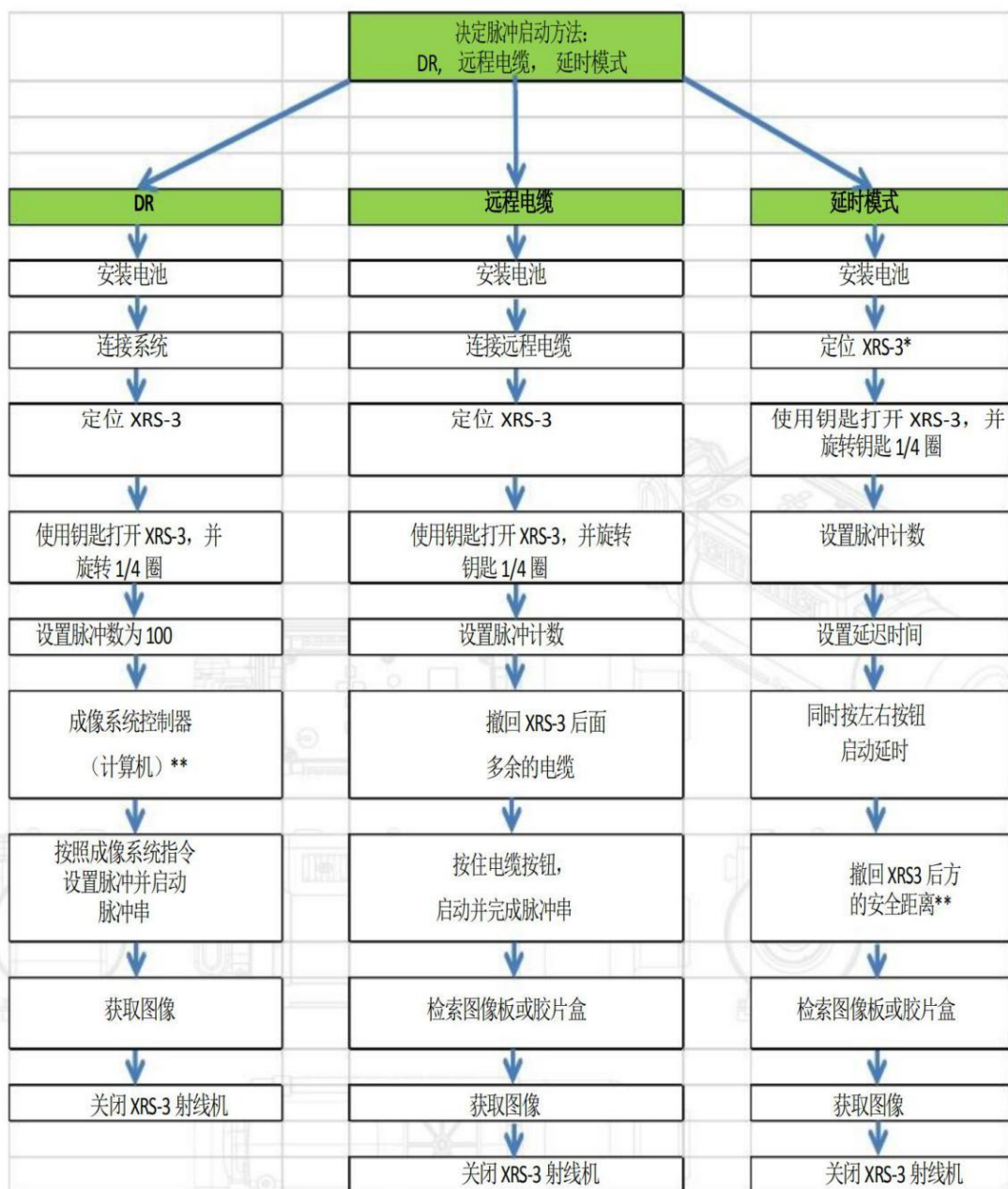
关闭高压开关会产生可听见的脉冲声。XRS3 无法产生没有脉冲声音的 x 射线，因此它可以作为 XRS3 正在运行的附加警告。

该单元通过钨靶的高压轰击产生 X 射线。XRS3 不含放射性物质。所有的高电压都包含在铝罐内，只要不刺穿电池，操作员就不会受到危险的电压的影响。

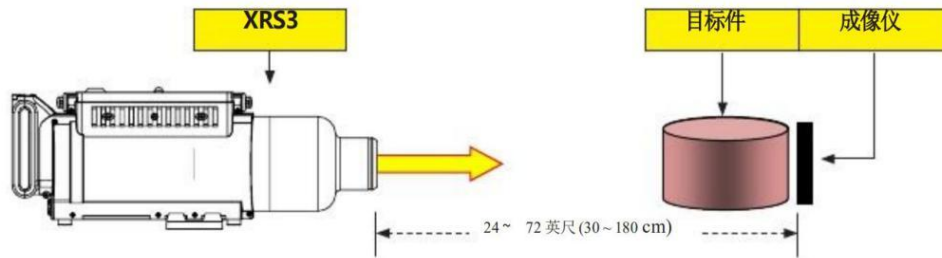
框图



以下是使用 XRS3 拍摄 X 射线图像的基本操作说明。某些应用程序可能需要修改这些基本过程。



*XRS3 应直接放置在物体前方进行 X 射线照射，并将成像器直接放置在物体后方进行 X 射线照射。成像仪应尽可能靠近物体。XRS3 和成像器之间的距离通常为 24 至 72 英寸（30 至 180 厘米）。在操作期间，XR200 应稳定在平坦的表面，三脚架或适合夹持 11 磅（5 公斤）XRS3 的定制夹具。



操作注意事项：操作人员应始终在 X 射线设备后面至少站立 10 英尺（3 米），并清除设备背后至少 10 英尺（3 米）的所有人员，或从设备前面至少 100 英尺（30 米）脉冲。排除区域（以下）应为 X 射线脉冲时无人员控制区域。



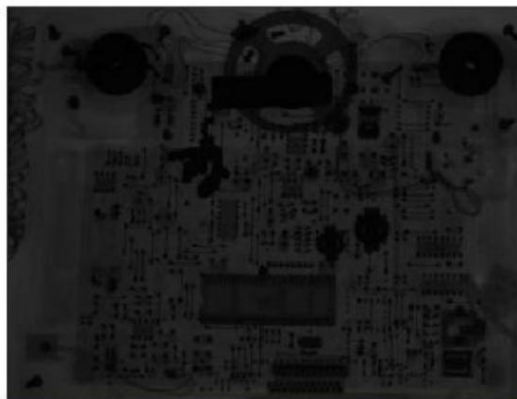
图 4: 排除区

建议脉冲设定

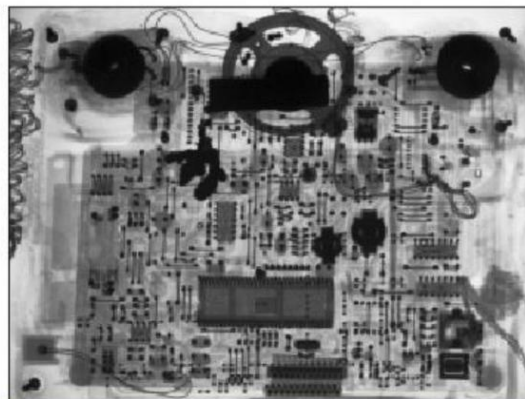
下图列出了穿透各种材料所需的近似脉冲。根据所使用的成像系统，设置差异很大。有关更多信息，请参阅成像系统说明书。

材料	脉冲设置（24 “之间的 X 射线和图像）
纸板/轻木/塑料	2-5
轻金属	10
钢 1/4"	25
钢 1/2"	50
钢 1"	99

当使用产生正像的影片或数字系统时，以下是正确的。如果放射照片太暗，则胶片曝光不足。如果放射照片太亮，则胶片曝光过度。可以通过增加脉冲数和/或降低成像介质与 XRS3 之间的距离来校正曝光不足。可以通过减少脉冲数和/或增加成像介质与 XRS3 之间的距离来校正过度曝光。



曝光不足



正确曝光（脉冲设定）



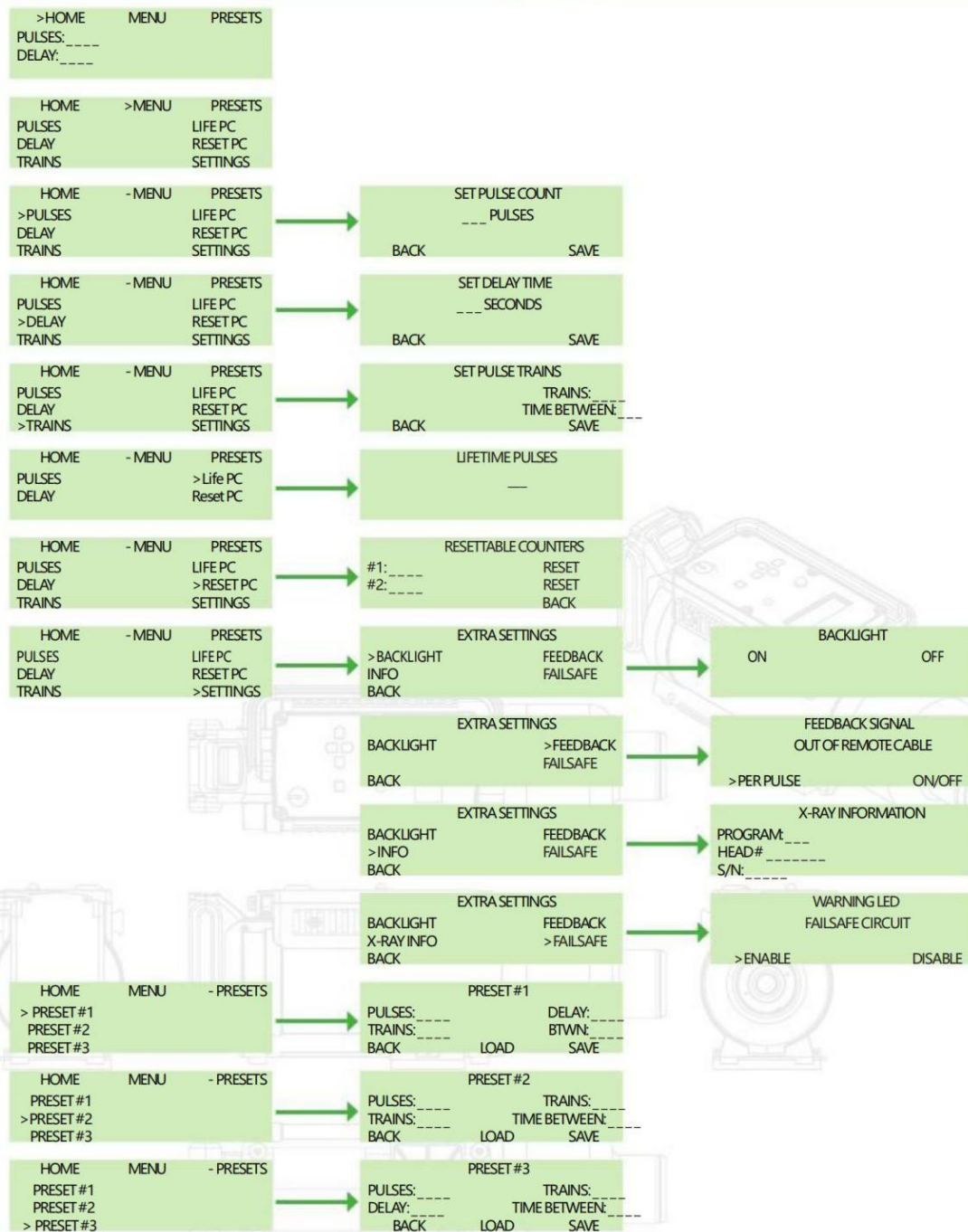
曝光过度



正确曝光（脉冲设定）

6.0 导航菜单

LCD 错误信息	
电量低	电池电量太低，XRS-3 无法发射脉冲，给电池充电
PWM 不运行	可能发生在脉冲列车开始时或在脉冲列车期间。电源单元关闭并重新打开。如果错误信息仍然存在，电子设备就会出现问題。
慢脉冲	在脉冲列中的脉冲之间超过一秒。电池电量低，变压器问題或电磁炉。给电池充电或更换振荡板。
没有反馈	电流未检测到。没有电流流向头部，在脉冲列车开始时发生。检查振荡器板上的 20 安培保险丝。如果保险丝是好的，那么问題可能在头或电子板。更换板或发回修理。
循环到达	如果达到占空比显示（4 分钟内 200 脉冲）



7.0 保养

X 射线剂量测量使用剂量计可以建立新管的平均 X 射线剂量。

剂量计位于案件前方 1 英尺处，与束角标签的中心一致，10 脉冲的读数应至少为 20 mR 至 36 mR。

漏电图显示每个 X 射线单元的 X 射线剂量和最大允许辐射泄漏水平。每张 X 光片都附有此表格的完整副本。

管替换：如果您有一个管更换套件，请参阅套件附带的说明盘。如果您没有套件，则必须将该单元送回 **Golden Engineering** 或授权经销商进行换管。

管寿命约为 **100,000** 次脉冲。在正常条件下，使用时管的输出会缓慢下降。

如果管子破裂或玻璃裂缝，管子输出将立即停止。

8.0 故障排除

症状	检测	行动
“电源灯”不亮	检查电池电压 检查电池连接	- 更换电池或给电池充电 - 确保电池连接牢固 电池夹没有弯曲 也没有破损
上电灯、X 脉冲灯不亮，不产生脉冲		- 转到设置菜单 故障安全 禁用 - 修理灯，替代处理器板
X 射线有脉冲，但无图像或黑色图像	测试 X 射线输出	更换管
单位在中间停止脉动，LCD 显示 “00”	-检查电池电压 -检查 15AMP 保险丝 -检查反馈线连接	-必要时给电池充电 -如果熔断，请更换保险丝 -确保螺丝固定在震荡版上
单位在产生脉冲时发出强烈噪音		-立即停止，并返回维修
射线机漏油		返回维修

9.0 修理说明

删除板和头的说明。

1.使用 T10 Torx 驱动器将 6 个螺钉孔控制模块拆下。

2.卸下控制模块。

3.拆下连接电路板的电缆。

4.控制模块已移除



1



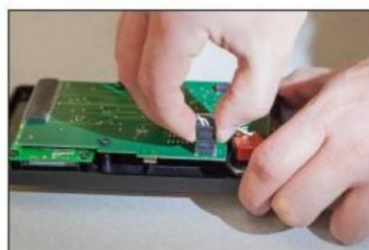
2



3



4



拆下钥匙开关连接器



卸下 3 个将处理器板固定到顶部的螺钉



卸下处理器板。



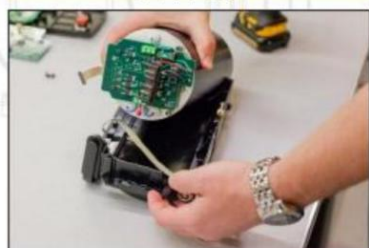
断开带状电缆。



拆下将外壳固定在一起的 8 个螺钉



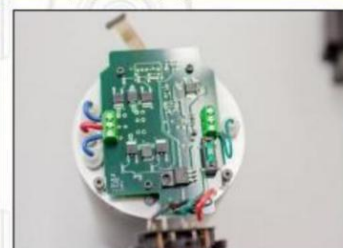
拆下一半的外壳

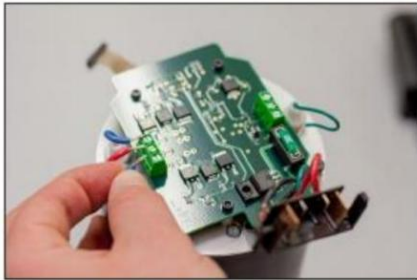


取下头

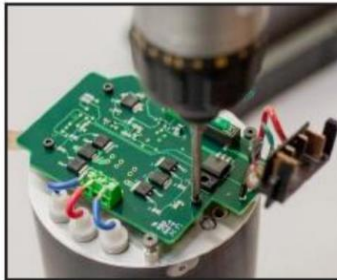


松开将反馈线固定到位的四颗螺丝。





去掉反馈线。



拆下将振荡器板连接到头部的螺丝。



拆下振荡板。

电池处理说明：遵循联邦，州和当地法律处理锂离子电池。

10.0 保修

GOLDEN 有限公司保证由其或其授权代表制造和销售的 XRS3 X 射线单元在从装运日期到最终用户的十二(12)个月内没有材料和工艺缺陷。保修不包括因使用寿命所需维护。要根据本有限保修提出索赔，客户必须将整个单位（或被认为有缺陷的部件）运送到金工工程，后付款。黄金工程公司对黄金工程有限公司实际保管的单位或部件不承担任何责任。黄金工程自行决定是否认为不是过度使用，滥用，误用，意外的结果。，修改或不正确的拆卸或修理，金工将提供修理所需的零件和人工。Golden Engineering 保留使用符合原始规格的修复和再制造元件的权利。单位或组件将由客户承担费用。本明确的有限担保取代所有其他明示或暗示或由法律运作产生的担保和担保。

返修单位维修

填写维修表格，网址为 www.goldenengineering.com/technical.html，并附上修订的打印表单副本。如果您在发送维修之前没有互联网访问，请包括一封包含问题简介，姓名，电话号码和返回地址的信件。

运送本机之前，请取出电池。

配件不需要

如果发生漏油，请确保设备已经安全包装，并装入塑料袋中。

发货地址：

The XRS3 X-Ray Source is
manufactured by:
GOLDEN ENGINEERING, INC.
PO BOX 185
CENTERVILLE, IN 47330 USA

Phone: 1-765-855-3493
Fax: 1-765-855-3492
Web: www.goldenengineering.com
Email: service@goldenengineering.com

Golden Engineering
6364 Means Road,
Centerville, IN 47330 USA

序列号: _____

邮寄日期: _____

11.0 规格

物理尺寸包括电池组	
长	14.20 inches (36.07 cm)
宽	4.26 inches (10.82 cm)
高	7.44 inches (18.90 cm)
重	11.8 pounds (5.4 Kg) with battery
X-RAY 输出	
每个 X 射线脉冲剂量	2 mR/pulse min,(在射线机前 12 英寸 30.5cm 处)
每个电池出脉冲数	4000
脉冲率	15 脉冲/秒
预期管寿命 (玻璃管)	100,000 脉冲
焦点尺寸	1/8 in. (3mm)
最大光子能量	270 kVp
脉宽	25 纳秒
电器和热特性	
电池电压	18 v- 20 v
电池类型	锂离子电池
电池充电时间	1 小时
电流消耗	20 amps @ 18/20 volt battery
电流	0.25 mA
工作温度范围	-10 to 120 degrees F (-23 to 50 degrees C)
储存温度范围	-10 to 120 degrees F (-23 to 50 degrees C)
最大占空比	200 脉冲/4 分钟 (3000 脉冲每小时)
预热	不需要

12.0 XRS-3的备件和附件

ITEM	PART NUMBER
Thumbwheel 钥匙	2002000
Flat 钥匙	5951020
DeWalt® 电池 20V (2 Amp Hour) DCB203	1800106
DeWalt® 充电器 (110V) DCB107	1800152
DeWalt® 充电器 (220V) DCB105 or DCB115	1800164
远程电缆	1809022
三脚架	4000352
手提箱 (持有 X 射线, 2 节电池, 充电器, 电缆)	1701655