

编号: XHKJ2214

核技术利用建设项目
广东冠能电力科技发展有限公司
开展现场工业 X 射线探伤项目
环境 影 响 报 告 表

送审版

广东冠能电力科技发展有限公司 (盖章)

2022 年 05 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
广东冠能电力科技发展有限公司
开展现场工业 X 射线探伤项目
环境影响报告表

建设单位名称： 广东冠能电力科技发展有限公司（盖章）

建设单位法人代表（签名或签章）： 孔文利

通讯地址： 佛山市南海区桂城街道深海路 17 号瀚天科技城 A 区 3 号楼 2 楼

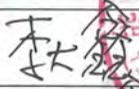
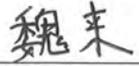
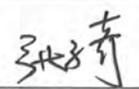
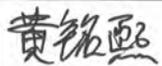
邮政编码：

联系人： 李大鑫

电子邮箱：

联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	zczxsd		
建设项目名称	广东冠能电力科技发展有限公司开展现场工业X射线探伤项目		
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）	广东冠能电力科技发展有限公司		
统一社会信用代码	914406057848685951		
法定代表人（签章）	张万青		
主要负责人（签字）	李大鑫 		
直接负责的主管人员（签字）	李大鑫 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	广州星环科技有限公司		
统一社会信用代码	91440106MA59DAA73A		
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
魏来	201905035430000004	BH024228	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张子奇	项目基本情况、评价依据及评价标准、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、结论	BH009486	
黄铭熙	辐射安全管理	BH047171	

编制主持人环境影响评价工程师资格证书

	<h2>环境影响评价工程师</h2> <p>Environmental Impact Assessment Engineer</p>	
<p>本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。</p>		<p>姓名： <u>魏来</u> 证件号码： <u>430104198811124339</u> 性别： <u>男</u> 出生年月： <u>1988年11月</u> 批准日期： <u>2019年05月19日</u> 管理号： <u>201905035430000004</u></p>
 <p>中华人民共和国人力资源和社会保障部</p>	 <p>中华人民共和国生态环境部</p>	

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.....	-6-
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	-7-
表 6	评价依据.....	-8-
表 7	评价标准与保护目标	-10-
表 8	环境质量和辐射现状	-12-
表 9	项目工程分析与源项	-13-
表 10	辐射安全与防护	-19-
表 11	环境影响分析.....	-27-
表 12	辐射安全管理	-33-
表 13	结论与建议	-41-
表 14	审 批.....	-42-
附件 1	委托书.....	-43-
附件 2	射线装置技术参数证明文件	-44-
附件 3	辐射安全管理规章制度.....	-45-

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广东冠能电力科技发展有限公司开展现场工业 X 射线现场项目			
建设单位		广东冠能电力科技发展有限公司			
法人代表		张万青	联系人	李大鑫	联系电话
注册地址		佛山市南海区桂城街道深海路 17 号瀚天科技城 A 区 3 号楼 2 楼 202 单元之一			
项目地点		主要对输电线路开展现场探伤，无固定项目地点			
建设项目总投资 (万元)		60	项目环保投资 (万元)	15	投资比例（环保 投资、总投资）
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）
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		
	其它	/			

1.1 项目概况

1.1.1 建设单位情况

广东冠能电力科技发展有限公司（下称：冠能公司）成立于 2006 年，是一家专业从事智能带电作业机器人与电力绝缘新材料的研发、制造、市场、工程及技术服务的国家高新技术企业。

冠能公司技术研发团队由电子、电气、嵌入式、机械、工业设计及高分子材料类等专业技术人员组成，拥有丰富的项目研发管理经验，技术精锐，具备自主开发产品和进行科技攻关的能力。同时公司注重“产、学、研”合作，与南网电科院、国网电科院、清华大学、长沙理工大学等科研院校在人才培养及科研项目方面有深度合作。目前，公司已获得 44 项国家发明专利，35 项国家实用新型专利，4 项软件著作权，涵盖电力特种作业机器人、电力新材料、无人机等领域。公司研发的主要智能机器人有：带电绝缘涂覆机器人、树障带电清除机器人等系列智能带电作业机器人。电力新材料产品和技术服务有：干式空心电抗器全包封防护工艺、PT/CT 复合套管补强修复技术、架空裸导线用高分子轻质绝缘材料等。

1.1.2 项目来由和目的

电网中输电线路的耐张线夹、接续管的压接质量，关乎线路安全，全国范围内出现过多起因压接质量不良形成断线的故障。对于压接质量的控制，当前规程主要通过严格压接工艺，压接完成后检测外观质量、测量对边距来实现。一旦工艺失控，尤其是压接位置偏差等问题难以检测，从而危及线路安全。

输电线路 X 射线无损检测技术是通过 X 射线对输电线路压接质量进行非接触式的无损检测，从而发现耐张线夹、接续管内部缺陷。这种方法可以降低输电线路检修成本，提高检测效率和结果准确性，对保障电网安全运行具有重要意义。

为了进一步增强在电力行业的实力，冠能公司拟开展输电线路 X 射线无损检测业务，主要探伤对象为输电线路的耐张线夹、接续管的压接质量，无固定探伤场所。根据探伤对象和探伤场所，本项目属于现场工业 X 射线探伤。

根据《关于发布射线装置分类的公告》（国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，第 66 号）对射线装置的分类，本项目属于使用Ⅱ类射线装置（其他工业用 X 射线探伤装置）。受广东冠能电力科技发展有限公司委托（委托书见附件 1），我对广东冠能电力科技发展有限公司开展现场工业 X 射线探伤项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日实施），本项目应编制环境影响报告表。

1.1.3 项目建设规模

广东冠能电力科技发展有限公司拟开展现场工业 X 射线探伤项目，配套使用 1 台脉冲式 X 射线探伤装置，主要探伤对象为输电线路的耐张线夹、接续管的压接质量，无固定探伤场所，拟用射线装置的基本参数信息见表 1-1。

表 1-1 拟使用装置信息一览表

序号	名称	型号	最大管电压	最大管电流	类别	类型
1	脉冲式 X 射线探伤装置	美国高登 XRS-3	270kVp	脉冲式	Ⅱ类	定向机

1.2 项目选址和周边关系

本项目的工作场所主要根据公司承接的业务地点，在全国范围内的不同输电线路开展现场 X 射线探伤，无固定工作场所，因此不对本项目的选址和布局进行分析。探伤装置及配套设施平时存放于佛山市南海区桂城街道深海路 17 号瀚天科技城 A 区 3 号楼 2 楼探伤设备间，任何情况下均不会在该场所使用射线装置，存放场所布置图见图 1-1，公司所在区域图见图 1-2。

1.3 辐射实践的正当性

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。

广东冠能电力科技发展有限公司拟开展输电线路的现场工业 X 射线探伤项目，对输电线路故障进行精确、无损的检测定位，可以降低检修成本、提高检修效率，为消除缺陷隐患奠定基础，对保障电网安全运行具有重要意义。

本项目如能充分利用现场环境条件，合理划分监督区和控制区，采取可靠的现场管理和辐射防护措施，辐射影响可控制在可合理达到的尽可能低的水平。从而，以较小的环境影响获得较大的社会效益，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)关于辐射“实践的正当性”的要求。

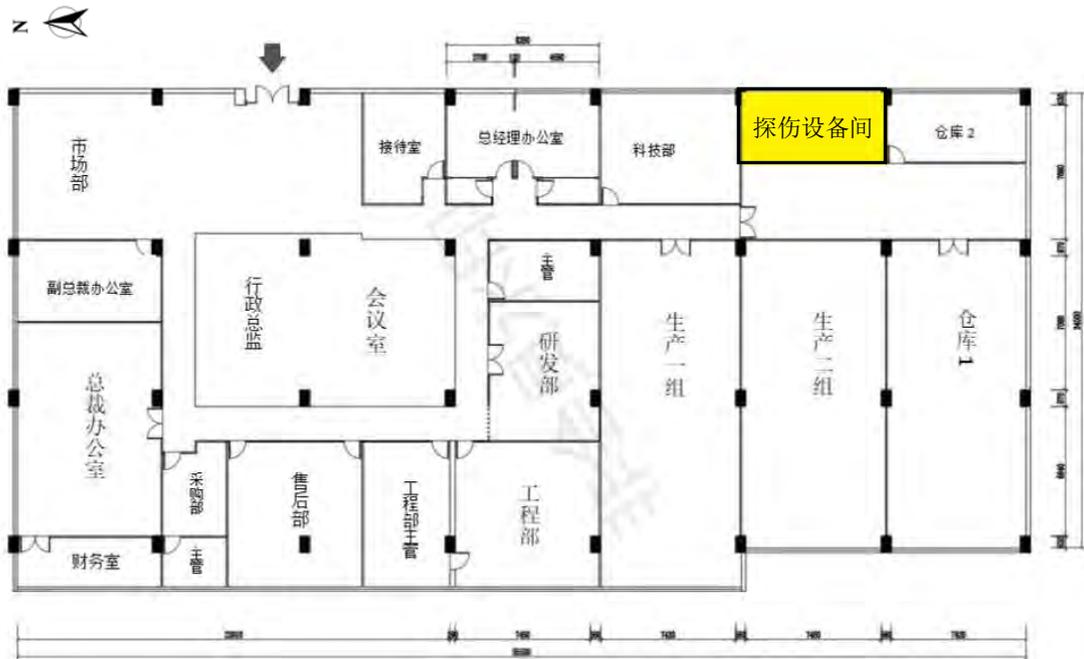


图 1-1 设备存放场所布置图



图 1-2 公司所在区域图

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
-	-	-	-	-	-	-	-	-

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式 与地点
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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)	额度电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	脉冲式 X 射线 探伤装置	II类	1	美国高登 XRS-3	270kVp	脉冲式	输电线路的耐张线夹、接 续管的压接质量无损检测	输电铁塔等 现场	定向机

(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	最大靶电	中子强度	用途	工作场所	氚靶情况	备注

					(kV)	流 (μ A)	(n/s)			活度	贮存方式	数量	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
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.含有放射性的废弃物要注明,其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg,或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(主席令第九号, 2015 年 1 月 1 日实施)</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(主席令第二十四号, 2018 年 12 月 29 日修订)</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日实施)</p> <p>(4) 《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 1 日施行, 2019 年 3 月 2 日修订)</p> <p>(5) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国务院令 682 号, 2017 年 10 月 1 日实施)</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部第 20 号令, 2021 年 1 月 4 日修改)</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部 18 号令, 2011 年 5 月 1 日实施)</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》(国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告第 66 号, 2017 年 12 月 6 日发布)</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日实施)</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令 9 号, 2019 年 11 月 1 日实施)</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016, 2015 年 4 月 1 日实施)</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p>

	<p>(4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)</p> <p>(6)《<工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范>(GBZ/T250-2014)第 1 号修改单》</p>
其他	《辐射防护导论》(原子能出版社, 1991 年出版)

表 7 评价标准与保护目标

7.1 评价范围

本项目属于在现场开展 X 射线探伤工作，无固定使用场所，参考《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) 的相关规定：无实体边界的项目评价范围应不低于 100m。结合本项目监督区的边界距离，本项目以 X 射线探伤装置为中心的 100m 范围确定为本项目的评价范围。

7.2 保护目标

结合本项目的评价范围，该项目将评价范围内的辐射工作人员和公众列为保护目标，具体保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标分布一览表

分布位置	保护目标	人员类型	人数	剂量约束值
探伤现场	辐射工作人员	现场工作人员	3 人	5mSv/a
100m 范围内	公众	探伤现场周围生产、生活的人群	人数不定	0.25mSv/a

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射及公众照射剂量控制要求

(1) 剂量限值

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

①工作人员的照射水平不应超过下述限值：

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；

②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：年有效剂量，1mSv。

(2) 剂量约束值

①工作人员：

本项目取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的职业照射剂量

约束值，即本项目的辐射工作人员的年有效受照剂量应不超过 5mSv/a。

②公众：

取公众中有关关键人群年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的公众照射剂量约束值，即本项目的公众的年有效受照剂量不超过 0.25mSv/a。

7.3.2 工作场所剂量率控制和分区要求

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求：

5.1.2 现场探伤作业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。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按下列式计算：

$$\dot{K} = \frac{100}{t}$$

式中：

\dot{K} ——控制区边界周围剂量当量率，单位为 μ Sv/h；

T——每周实际开机时间，单位为小时；

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

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。

根据辐射防护最优化的原则，本项目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，将周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区。

表 8 环境质量和辐射现状

本项目在现场使用 X 射线探伤装置，无固定工作场所，因此本项目不进行环境辐射现状调查和检测，探伤装置平时存放于佛山市南海区桂城街道深海路 17 号瀚天科技城 A 区 3 号楼 2 楼探伤设备间，任何情况下均不会在该场所使用射线装置。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 设备组成和工作方式

本项目拟使用的脉冲式 X 射线探伤装置由便携式脉冲 X 射线机、成像板、控制笔记本组成，设备组成图见图 9-1。X 射线机、成像板采用电池供电，与控制笔记本之间采用无线蓝牙通讯。

本项目采用冠能公司自主研发的自牵引高空作业机器人携带和固定脉冲 X 射线机和成像板，由机器人携带探伤装置攀爬铁塔至探伤部位，无需工作人员攀爬铁塔。固定好脉冲 X 射线机和成像板，工作人员在地面持控制笔记本，寻找合适的操作位置，通过无线蓝牙通讯控制 X 射线机产生脉冲射线，成像板接收到数字信号后传回控制笔记本，经软件处理，得到探伤图像。工作方式示意图见图 9-2。

本项目拟使用的脉冲式探伤装置，管电压和管电流均不可调节，不可设置曝光时间，每次探伤只需根据工作需要设置脉冲个数，通常拍摄一张数字照片所需脉冲个数约 10 个，每个脉冲宽度仅 25ns，每秒 15 个脉冲。



图 9-1 设备组成图



图 9-2 工作方式示意图

9.2 工作原理

X 射线探伤的工作原理是根据被检工件与其内部缺陷介质对射线能量衰减程度的不同，使得射线透过工件后的强度不同，经闪烁体探测器转换成电信号，得到能够反映工件内部缺陷的数字图像。

从 X 射线机发射出来的 X 射线透过工件时，由于缺陷内部介质对射线的吸收能力和周围完好部位不一样，因而透过缺陷部位的射线强度不同于周围完好部位。把闪烁体成像板放置在工件另一侧合适位置，入射射线在闪烁体内损耗并沉积能量，引起闪烁体中粒子的电离激发，之后受激粒子退激发出波长接近于可见光的闪烁光子。闪烁光子通过光导射入光电倍增管的光阴极并打出光电子，光电子受打拿级之间强电场

的作用加速运动并轰击下一打拿级，打出更多光电子，由此实现光电子的倍增，直到最终到达阳极并在输出回路中产生电信号。电信号经笔记本电脑图像软件的处理，形成能够反映工件内部缺陷的数字图像，评片人员据此可以判断工件内部缺陷情况。

脉冲式 X 射线机的工作原理为：电源电压经升压后经整流成直流高压向储能电容充电，档电容上电压上升到 10kV 左右时，开关自行击穿，储能电容通过开关向脉冲变压器初级放电；脉冲变压器次级电压上升到上百 kV 时，锐化器自行击穿；一个个上升时间很快的脉冲电压加到 X 射线管上，由此产生一个个脉冲 X 射线，脉冲频率通常在几十至几百赫兹之间。

9.3 工艺流程和产污环节

本项目针对输电线路进行现场探伤的操作流程和产污环节如图 9-3 所示，使用的脉冲式 X 射线探伤装置无训机环节。

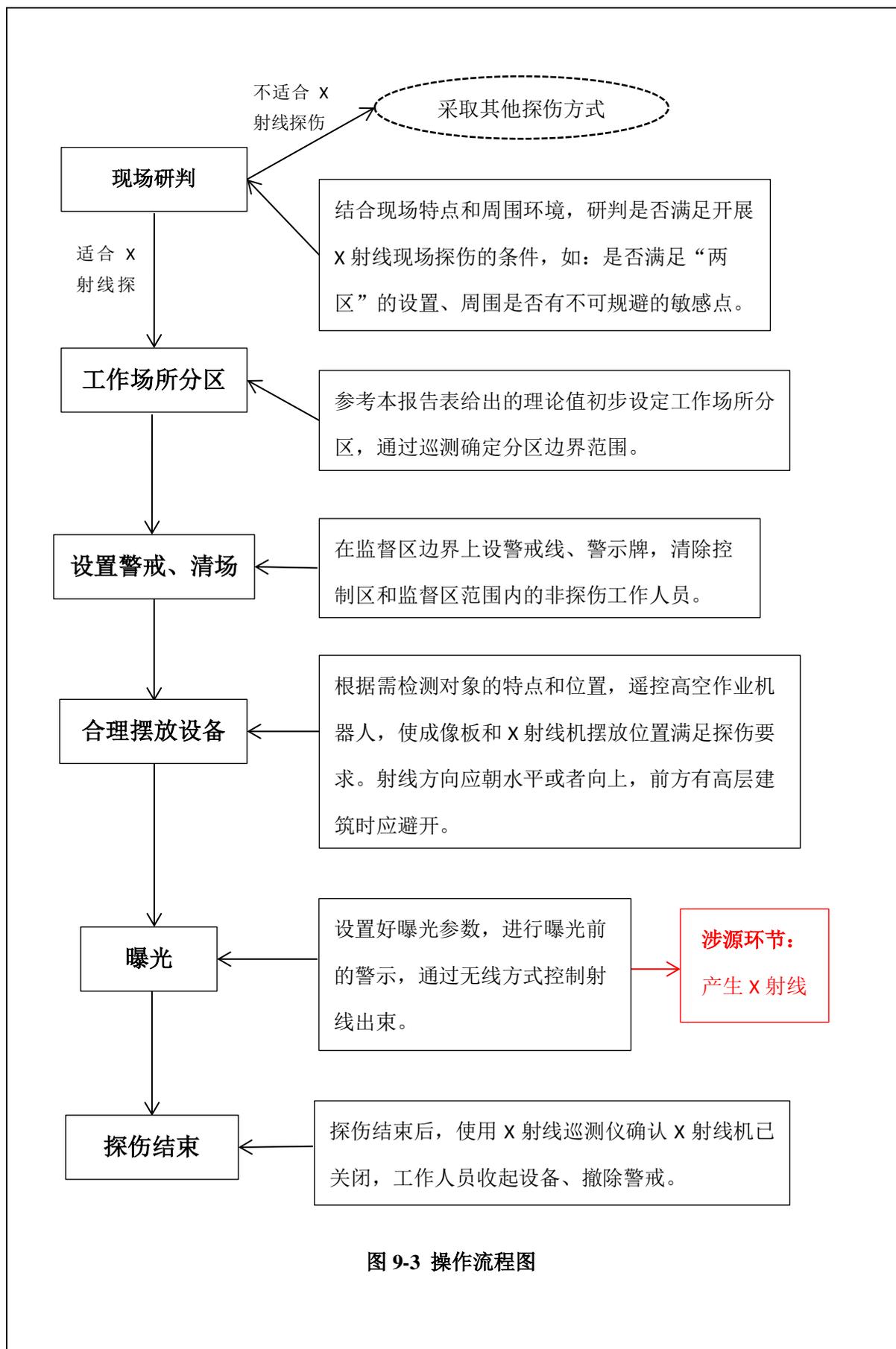


图 9-3 操作流程圖

9.4 工作负荷和人员配置

本项目正式开展后，预计每年检测输电铁塔 100 个，每个输电铁塔不超过 10 个检测点位，通常拍摄每个点位所需脉冲个数不超过 15 个，每个脉冲宽度仅 25ns，每秒 15 个脉冲。全年累积曝光时长，按照脉冲宽度计算仅 $3.75 \times 10^{-4} \text{s}$ ，按照工作时间计算仅 1000s（约 0.28h）。

建设单位拟配置 3 名工作人员经辐射安全与防护培训和考核后成为辐射工作人员，负责本项目的操作和管理，其中操作人员 2 名，现场管理员 1 名。每个现场探伤任务由 3 人组成现场探伤工作组，同一时间段只安排 1 个工作组外出现场作业。

9.5 污染源项描述

9.5.1 正常工况

本项目的污染因子是 X 射线，X 射线探伤装置只有在开机处于曝光状态下才会发出 X 射线。正常工况下通常分为三种射线，即（i）从 X 射线出束口发射出的有用射线；（ii）从 X 射线管防护套发射的漏射线；（iii）以上这些射线经过散射体（受检工件等）后产生的散射线。有用线束是产生辐射剂量的主要部分，泄漏辐射和散射线的占比相对很小，不足有用线束剂量的 0.1%。

在正常工况下，距离、受检物体或探伤现场的其他物体会减弱 X 射线强度，但由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对现场的辐射工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

9.5.2 事故工况

本项目在事故工况下，可能产生辐射影响的情形有以下几点：

（1）探伤现场控制区和监督区划分不合理，探伤过程中未对两区边界辐射水平进行监测，导致工作人员和周围公众受到不必要的照射；

（2）对划定的控制区、监督区管理不到位，无关人员误闯入探伤现场，导致公众受到不必要的照射；

（3）现场工作人员不遵守操作规程，探伤装置摆放不合理，导致自身或公众受到

不必要的照射。

9.6 源强分析和参数

本项目的射线装置的源强有关数据见表 9-1，证明文件见附件 2。

表 9-1 射线装置源项参数

技术参数	数值
最大管电压	270kV
距辐射源 0.305m 处的输出剂量	≤ 4.0 mR/pulse
距离辐射源 0.0508m 处的泄露剂量	≤ 3 mR/100pulses
有用线束角	30°
距辐射源 1m 处的输出剂量率	≤ 134 mGy/h
距离辐射源 1m 处的泄露剂量率	≤ 27.9 μ Gy/h

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射安全与防护措施

10.1.1 作业前准备

每次探伤工作前，现场探伤工作组将根据现场的工作环境特点进行全面的操作方式、安全措施评估，确保安全操作。每个任务安排 3 名工作人员组成现场探伤工作组，同一时间段只安排 1 个工作组外出现场探伤。

到达现场后，将由现场管理员负责组织无关人员撤离现场，无关人员一律不得在监督区范围内。工作人员进入现场前需检查防护用品、警袖、警绳是否准备齐全。根据工件情况和曝光条件用 X 射线巡测仪确定监督区域，拉好安全围栏、警绳，并同时派专人负责警戒，清理现场，防止在警戒区域内作业人员被误照。

10.1.2 安全信息和警示标志

在监督区边界上悬挂清晰见的“当心电离辐射，无关人员禁止入内”警告牌和电离辐射警示标志，必要时设专人警戒。探伤装置自带声光警示装置，具有“预备”和“照射”两种提示功能。

10.1.3 安全操作

建设单位将结合现场环境特征，合理摆放探伤装置，任何情况下不向下或者斜向下照射；前方有高层建筑时，应调整照射方向，有用线束避开前方高层建筑；尽量将 X 射线朝向有实体障碍物、山地一侧。

10.1.4 作业的边界巡查与监测

开始现场探伤前，现场管理员将对监督区进行巡查，确认监督区内没有人员后，才向操作人员发出操作指令。探伤过程中，现场管理员将巡查监督区的边界，防止无关人员进入监督区。

监督区和控制区的边界设置初步参照环评报告表提出的范围，配备 1 台辐射巡测仪，利用巡测仪确认分区的合理性，并根据巡测结果调整分区方案。

建设单位拟为本项目配备 2 台便携式剂量仪，剂量仪悬挂在监督区，实时监测现场的辐射水平；为每个现场辐射工作人员各配备 1 个人剂量计和 1 个人剂量报警仪，个人剂量报警仪具有实时剂量率显示功能，现场探伤期间按要求佩戴。辐射监测仪器配置一览表见表 10-1。

表 10-1 辐射监测仪器配置清单

名称	数量	用途
便携式剂量仪	2 台	悬挂在监督区，实施监测现场的辐射水平
辐射巡测仪	1 台	对分区边界的辐射水平进行巡测，确保合理分区。
个人剂量计	3 个	监测个人受照剂量，定期送检
个人剂量报警仪	3 个	现场工作人员随身携带，实时提醒周围剂量率。

10.1.5 探伤工作台账登记措施

建立现场探伤工作台账，记录每次外出探伤工作组的成员、携带设备，探伤时间、地点，监督区和控制区的设置和边界剂量率等信息，以便对辐射工作进行全过程记录管理。

10.2 辐射工作场所布局和分区

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求：现场探伤作业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。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。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求，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。

本项目的辐射工作场所无固定布局。由于本项目的特殊性，探伤装置摆放在空中作业，因此本项目拟采用立体的分区方式。根据表 11-1 的理论计算结果，周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 时，与 X 射线机的垂直距离最大为 7m、水平距离最大为 21m；周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时，与 X 射线机的垂直距离最大为 17m、水平距离最

大为 52m。由于 X 射线机离地距离不小于 25m，因此本项目理论上的监督区和控制区均在空中区域，如图 10-1 所示。

由于人员均在地面，为了实现辐射防护最优化，以及更好的对现场进行管控，本项目拟将输电铁塔周围 10m 的范围划为监督区。辐射工作人员在监督区内操作射线装置，监督区边界上悬挂清晰见的“当心电离辐射，无关人员禁止入内”警告牌和电离辐射警示标志，无关人员在工作期间不得进入监督区，必要时设专人警戒。

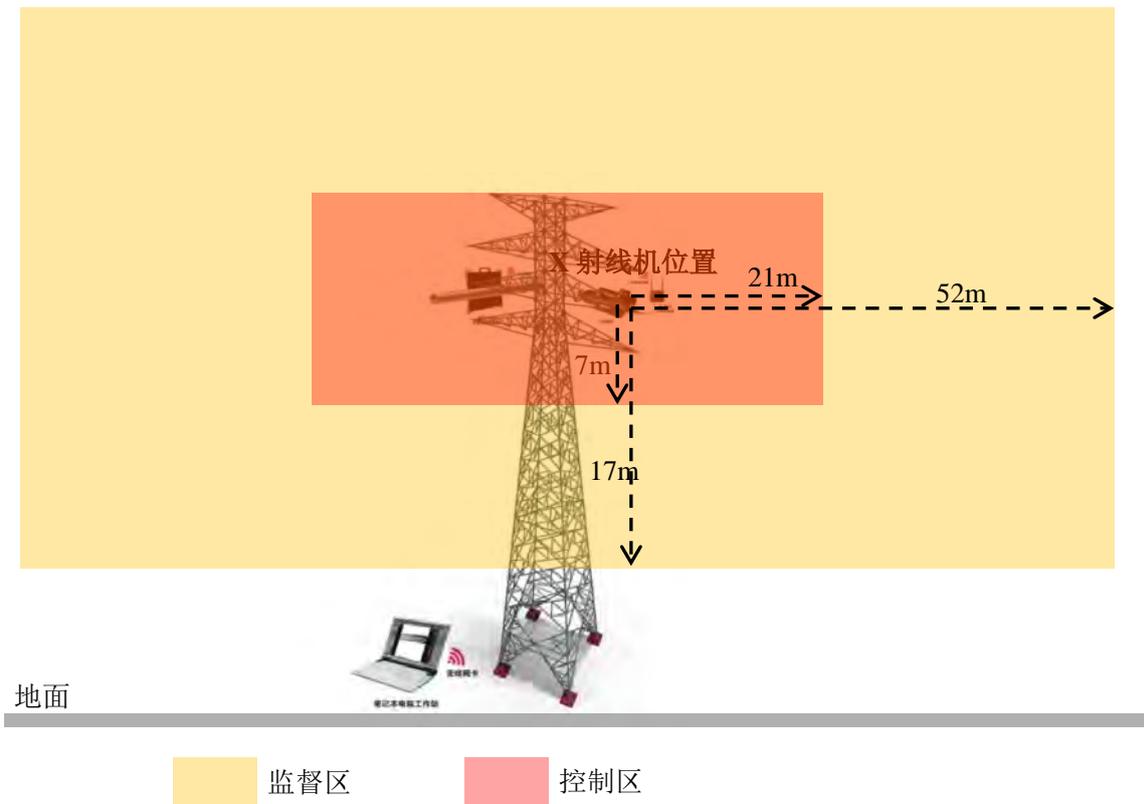


图 10-1 理论分区示意图（立体）

10.3 辐射安全性分析

结合本项目的探伤场景、探伤对象、拟使用的探伤装置的工作方式和性能，本项目开展现场工业 X 射线探伤具有如下五个方面的辐射安全性。

10.3.1 高空作业机器人

本项目采用冠能公司自主研发的自牵引高空作业机器人携带和固定脉冲 X 射线机和成像板，由机器人携带探伤装置攀爬铁塔至探伤部位，无需工作人员攀爬铁塔，一方面可避免工作人员摔伤、电伤的风险，另一方面有利于工作人员远离控制区。

10.3.2 无线遥控

本项目通过无线蓝牙通讯控制 X 射线机产生脉冲射线，首先遥控高空作业机器人固定好脉冲 X 射线机和成像板，工作人员在地面持控制笔记本，寻找合适的操作位置操作 X 射线机曝光，有利用于操作人员寻找最近的操作位置，尽可能降低操作人员的受照剂量。

10.3.3 脉冲照射

本项目拟使用的脉冲式探伤装置，管电压和管电流均不可调节，不可设置曝光时间，每次照相只需根据工作需要设置脉冲个数，通常拍摄一张数字照片所需脉冲个数不超过 15 个，每个脉冲宽度仅 25ns，每秒约 15 个脉冲。因此拍摄一张照片的射线累计曝光时间，按照脉冲宽度计算仅 $3.75 \times 10^{-7} \text{s}$ ，保守按照工作时间计算，仅 1s，均可忽略不计。

考虑全年的检测点位数量（100*10 个），全年累积曝光时长，按照脉冲宽度计算仅 $3.75 \times 10^{-4} \text{s}$ ，按照工作时间计算仅 1000s（约 0.28h）。考虑到剂量的累积效应，如此短的受照时长基本不会对周围保护目标造成明显的辐射影响。

10.3.4 水平或向上照射

通过调节高空作业机器人可随意调整 X 射线机和成像板的摆放方式，严格遵守水平照射或者向上照射的操作规程，可进一步提高本项目的辐射安全性。

10.3.5 距地高度

本项目在输电铁塔上进行探伤，探伤部位距离地面高度通常不小于 25m，加上 X 射线水平照射或者向上照射，根据计算结果，本项目理论上的控制区和监督区的范围均在空中区域，而人员均在地面，有利于现场管控、提高现场探伤的辐射安全性。

10.4 与标准的对照分析

按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)对工业 X 射线现场探伤的放射防护要求,对本项目的各项辐射安全与防护实施方案进行对照分析,对照分析表见表 10-2。

表 10-2 辐射安全与防护措施对照分析表

国家标准 (GBZ117-2015) 的相关要求	建设单位的实施计划	分析
5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求		
5.1.1 探伤作业时,应对工作场所实行分区管理,并在相应的边界设置警示标识。	建设单位将参考国家标准和本报告表的要求将工作场所合理划分为控制区和监督区,并按要求设置警示标识。	符合要求
5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区。	将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。	符合要求
5.1.3 控制区边界上应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌,探伤作业人员应在控制区边界外操作,否则应采取专门的防护措施。	将按要求悬挂警告牌,辐射工作人员在控制区边界外操作。	符合要求
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。	将尽可能利用现场的设施、空间作为控制区的边界。	符合要求
5.1.6 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区,并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,必要时设专人警戒。	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,在监督区边界上应悬挂清晰见的“当心电离辐射,无关人员禁止入内”警告牌,必要时设专人警戒。	符合要求

5.1.7 现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时,应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。	将结合现场环境对通往控制区的入口进行管控。	符合要求
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。	本项目的探伤装置具有无线操控功能,操作人员可在找到合适的操作位置后,再操控 X 射线出束,可最大程度降低操作人员的受照剂量。	符合要求
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,以保证实现安全操作。	每次探伤工作前,现场探伤工作组将根据工作环境特点进行全面的操作方式、安全措施评估,确保安全操作。	符合要求
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。	本项目每个任务配备 3 名工作人员。	符合要求
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。	现场探伤前将与委托单位协商时间和场所管控。	符合要求
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。	本项目拟使用的探伤装置具有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。	符合要求
5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联	声光警示装置将与探伤装置联锁。	符合要求

锁。		
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。	将确保“预备”信号和“照射”信号足够清晰，以便现场人员可以听到。	符合要求
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。	将在监督区边界的醒目位置张贴电离辐射警示标志和警告标语。	符合要求
5.4 X 射线现场探伤作业安全操作要求		
5.4.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检测物体的距离、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。	建设单位将结合现场环境特征,选取最佳的设备布置,尽量将 X 射线朝向有实体障碍物、山地一侧。	符合要求
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。	本项目的控制区在空中区域,探伤期间可杜绝人员进入。	符合要求
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。	本项目不安排夜间作业。	符合要求
5.5.3 在试运行(或第一次曝光)期间,应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确,必要时调整控制区的范围和边界。	监督区和控制区的边界设置初步参照环评报告表提出的范围,配备 1 台辐射巡测仪,利用巡测仪确认分区的合理性,并根据巡测结果调整分区方案。	符合要求

<p>5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备 1 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。</p>	<p>建设单位拟为本项目配备 2 台便携式剂量仪,剂量仪悬挂在监督区,实时监测现场的辐射水平。</p>	<p>符合要求</p>
<p>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。</p>	<p>将为每个现场辐射工作人员各配备 1 个人剂量计和 1 个人剂量报警仪,个人剂量报警仪具有实时剂量率显示功能,现场探伤期间按要求佩戴。</p>	<p>符合要求</p>
<p>小结: 综上所述,建设单位拟为本项目采取的各项辐射安全与防护措施满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 的要求。</p> <p>10.5 安全操作规范</p> <p>(1) 选取最佳的设备布置方式,任何情况下不向下或者斜向下照射;</p> <p>(2) 前方有高层建筑时,应调整有用线束照射方向,避开前方高层建筑;</p> <p>(3) 探伤过程中,地面操作人员应实时打开辐射监测报警仪器,加强辐射水平的巡测,当发现辐射水平异常时,应立即停止探伤工作,寻找原因。</p>		
<p>10.6 三废的治理</p> <p>本项目采用数字成像式得到探伤结果,不会产生感光材料废物。</p> <p>在现场空旷场地开展 X 射线探伤,由空气电离产生的少量氮氧化物和臭氧将在环境中迅速稀释、分解,基本不会对环境造成污染。</p>		

表 11 环境影响分析

<p>建设阶段环境影响分析</p> <p>本项目不涉及建设期间的环境影响。</p>
<p>运行阶段对环境的影响</p> <p>11.1 分区边界理论估算</p> <p>通常情况下，现场探伤无专设的辐射屏蔽设施，只能靠距离防护以及借助探伤现场的物体减少工作人员的受照剂量。进行现场探伤作业前，需划出控制区和监督区，并在相应的边界设置警示标志，控制人员进入。根据现场探伤工作方式，探伤现场将在有用线束、散射线束和泄漏射线三个不同方向产生距离不同的控制区、监督区边界。</p> <p>《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）对现场探伤的辐射防护分区的规定：一般将作业时被检物体周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围内划为监督区。</p> <p>参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束在关注点的剂量率的计算公式为：</p> $\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times B}{R^2}; \quad (11-1)$ <p>可推算出有用线束衰减至剂量率限值所需的距离：</p> $L = \sqrt{\frac{\dot{H}_0 \times B}{\dot{H}}}; \quad (11-2)$ <p>泄漏线束在关注点的剂量率计算公式为：</p> $\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \times B}{R^2}; \quad (11-3)$ <p>可推算出泄漏射线衰减至剂量率限值所需的距离：</p> $L = \sqrt{\frac{\dot{H}_L \times B}{\dot{H}}}; \quad (11-4)$ <p>90 度散射辐射在关注点的剂量率可按下式计算：</p>

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}; \quad (11-5)$$

可推算出散射射线衰减至剂量率限值所需的距离：

$$L = \sqrt{\frac{\dot{H}_0 \times B \times \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}}{\dot{H}}}; \quad (11-6)$$

式中：

- \dot{H}_0 距辐射源点 1m 处的输出剂量率，单位为 mSv/h；
- B 屏蔽透射因子；
- L 辐射源点至分区边界的距离，单位为 m；
- \dot{H}_L 距辐射源点 1m 处的泄露剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ；
- F R_0 处的辐射野面积，取 0.03m^2 ；
- α 散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体到其 1m 处的散射辐射剂量率的比，根据（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.3 保守取值 $1.90\text{E-}03 \times 10000 / 400 = 0.0475$ ；
- R_0 辐射源点至工件的距离，取 0.5m。

对于有用线束方向，前面有受检工件（耐张线夹、接续管）对射线起到一定的衰减作用，保守取 5mm 钢。参考《辐射防护导论》（原子能出版社，1991 年出版）P99：对于宽束 X 射线的屏蔽，若减弱倍数相同，铁的重量约比铅重 30%。根据铁和铅的密度换算可得，若减弱倍数相同，铁的厚度约等于铅的 1.86 倍。参考《辐射防护导论》（原子能出版社，1991 年出版）附图 12：300kV 的 X 射线在铅中透射因子为 0.05 时，厚度约 2.5mm。因此，对于本项目 270kV 的 X 射线，透射因子为 0.05 时，铁的厚度约 4.65mm。

因此，本项目对于有用线束的屏蔽计算，屏蔽透射因子保守取 0.05，散射线束和泄露线束不考虑工件的屏蔽作用，屏蔽透射因子取 0.1。

本项目的 X 射线主要朝水平照射和向上照射，最不利的照射方式是水平照射。本项目的源项参数列于表 9-1，根据以上计算方法，可计算得到水平照射时不同射线方向的监督区和控制区边界距离，计算结果列于表 11-1，分区边界示意图见图 11-1。

表 11-1 不同射线方向分区边界距离估算结果

射线类型	区域	剂量率限值 \dot{H}_0	边界距离 L
有用线束	监督区	2.5 μ Sv/h	52m
	控制区	15 μ Sv/h	21m
泄漏线束	监督区	2.5 μ Sv/h	3.3m
	控制区	15 μ Sv/h	1.2m
散射线束	监督区	2.5 μ Sv/h	17m
	控制区	15 μ Sv/h	7m

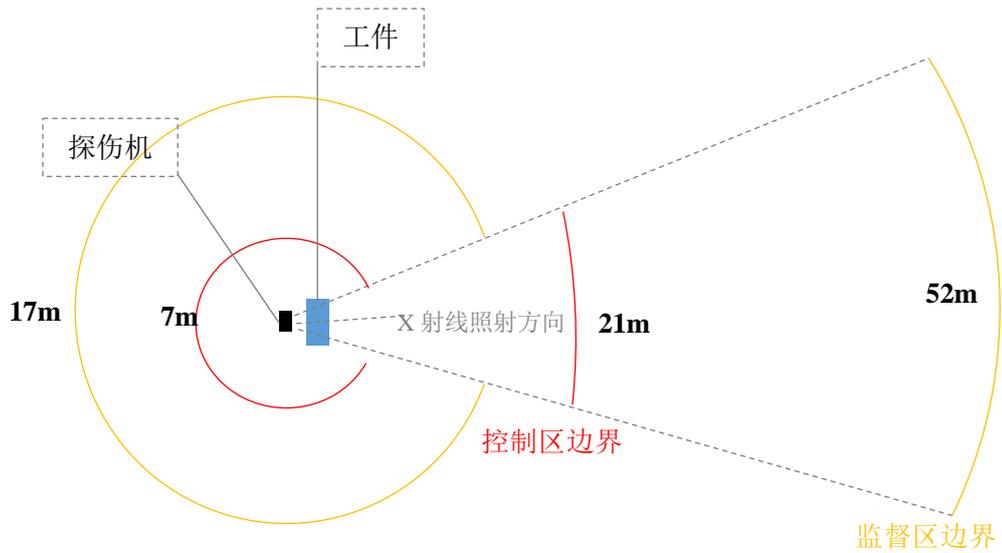


图 11-1 水平照射分区边界示意图

有用线束向上照射时，监督区和控制区边界距离的估算主要考虑散射和泄露射线的辐射影响，监督区和控制区的划分示意图见图 11-2，分区的边界范围参考表 11-1。

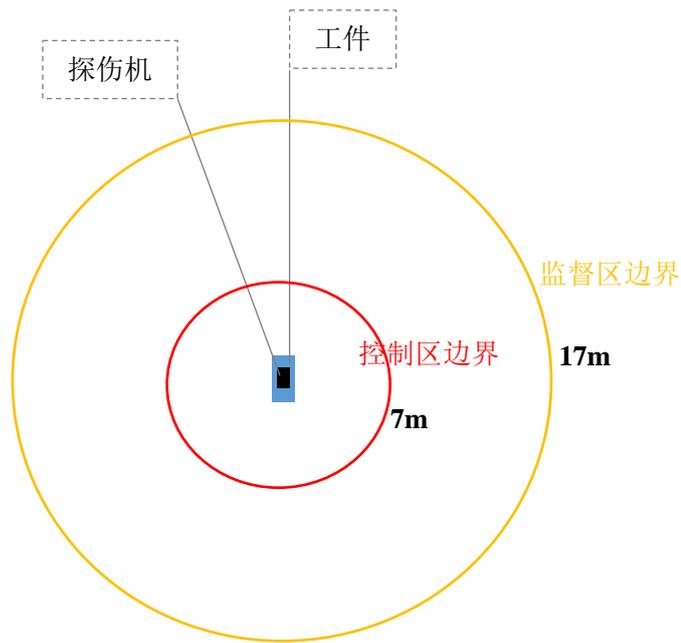


图 11-2 向上照射分区边界示意图

11.2 辐射剂量率估算

本项目最不利的照射方式是水平照射。结合本项目的特点，探伤位置在输电铁塔上，距地高度不小于 25m，X 射线朝水平照射或者向上照射，任何情况下不会向下或者斜向下照射，人员均在地面活动，有用线束角度为 30 度。根据三角函数关系，有用线束到地距离为 96.6m，射线分布示意图见图 11-3。根据上面的计算方法可得不同类型的射线到地面的辐射剂量率，计算结果见表 11-2。

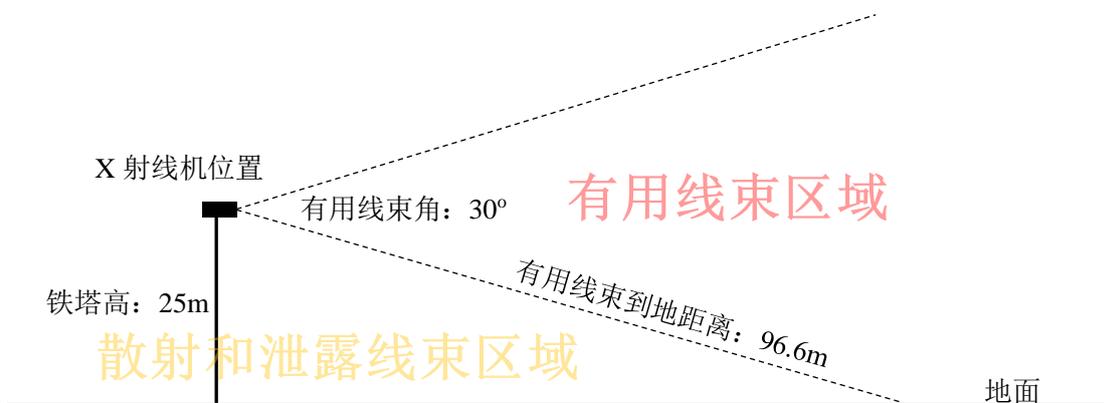


图 11-1 射线分布示意图

表 11-2 地面辐射剂量率水平估算结果

射线类型	到地最小距离	剂量率	复合值
有用线束	96.6m	0.7 μ Sv/h	-
泄露线束	25m	0.045 μ Sv/h	1.265 μ Sv/h
散射线束	25m	1.22 μ Sv/h	

表 11-2 显示，本项目正常工作时，地面的辐射剂量率均小于 2.5 μ Sv/h。本项目拟将输电铁塔周围 10m 范围划为监督区，以上计算结果表明，本项目监督区内的辐射剂量率水平小于 2.5 μ Sv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

11.3 人员受照剂量分析

本项目正式开展后，预计每年检测输电铁塔 100 个，每个输电铁塔不超过 10 个检测点位，通常拍摄每个点位所需脉冲个数不超过 15 个，每个脉冲宽度仅 25ns，每秒 15 个脉冲。全年累积曝光时长，按照脉冲宽度计算仅 3.75×10^{-4} s，按照工作时间计算仅 1000s（约 0.28h）。

为保守估算，以地面最大的辐射剂量率值对保护目标的受照剂量进行估算，受照时间按照每秒的脉冲个数计算，估算结果见表 11-3。

表 11-3 保护目标受照剂量估算结果

保护目标	照射剂量率	受照时间	居留因子	有效受照剂量
辐射工作人员	1.265 μ Sv/h	0.28h	1	0.00035mSv/a
公众	1.265 μ Sv/h	0.28h	1/40	0.000009mSv/a

表 11-3 显示，本项目所致评价范围内工作人员年有效最大受照剂量为 0.00035mSv/a，公众年有效最大受照剂量为 0.000009mSv/a，以上估算结果满足“工作人员不超过 5mSv/a，公众不超过 0.25mSv/a”的剂量约束要求，说明本项目对评价范围内的保护目标的辐射影响满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.4 事故影响分析

11.4.1 辐射事故类型及影响

(1) 探伤现场控制区和监督区划分不合理，探伤过程中未对两区边界辐射水平进行监测，导致工作人员和周围公众受到不必要的照射；

(2) 对划定的控制区、监督区管理不到位，无关人员误闯入探伤现场，导致公众受到不必要的照射；

(3) 现场工作人员不遵守操作规程，探伤装置摆放不合理，导致自身或公众受到不必要的照射。

11.4.2 事故预防措施

本项目发生辐射事故的风险主要于现场是否能规范作业，应做好如下的事故预防措施：

(1) 应严格遵守操作规程，合理摆放探伤装置，任何情况下不向下或者斜向下照射。

(2) 前方有高层建筑时，应调整有用线束照射方向，避开前方高层建筑。

(3) 探伤过程中，地面操作人员应实施打开辐射监测报警仪器，加强辐射水平的巡测，当发现辐射水平异常时，应立即停止探伤工作，寻找原因。

(4) 工作人员在工作中应确保控制区、监督区划分合理，做好现场管控。

(5) 为防止事故的发生，必须严格执行各项管理制度，严格遵守制定的现场探伤操作流程和作业指导书，探伤过程中工作人员绝不能随便离岗，要密切观察探伤作业的现场情况。设置现场管理员岗位，专门负责边界巡查、作业规范监督。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的工作单位，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。

建设单位成立了辐射安全管理机构，落实了机构的成员及其职责。其组成名单见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理机构成员一览表

机构	姓名	分工	电话
组长	黄志建	现场管理	██████████
成员	曾活仪	操作	██████████
成员	莫剑波	操作	██████████

管理小组职责：

- (1) 结合本单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- (2) 组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- (3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

12.2 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。

为规范管理本单位的辐射工作，有效预防和控制可能发生的辐射事故，强化辐射事故危害意识和责任意识，建设单位制定了《辐射安全管理规章制度》（详情见附件3），包括以下章节：

辐射安全管理机构

辐射防护和安全保卫制度

岗位职责

安全操作规程

工作人员培训制度

辐射监测方案

辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

射线装置台账和维修维护制度

辐射事故应急预案

建设单位制定的《辐射安全管理规章制度》较全面，易实行，可操作性强，一旦发生辐射事故时，可有效应对，满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求。

12.3 辐射工作人员

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。对于从事使用Ⅱ类射线装置活动的辐射工作人员，应当接受初级辐射安全培训。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《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》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应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（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核，考核成绩单有效期 5 年。

建设单位拟安排 3 名辐射工作人员负责本项目的管理和操作，建设单位将在项目筹备阶段安排本项目的辐射工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，考核通过后方可从事辐射工作。

12.4 辐射监测

12.4.1 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案；个人剂量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。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

建设单位将按照有关要求，安排辐射工作人员上岗前进行职业健康检查，经检查合格后方可从事辐射工作，委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

12.4.2 现场辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责。

委托检测机构对在用的核技术利用项目进行辐射防护年度检测，每年一次，年度检测数据应作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年1月31日前上报环境行政主管部门。

建设单位拟为本项目配备2台便携式剂量仪，剂量仪悬挂在监督区，实时监测现场的辐射水平；为每个现场辐射工作人员各配备1个人剂量计和1个人剂量报警仪，个人剂量报警仪具有实时剂量率显示功能，现场探伤期间按要求佩戴。

配备1台辐射巡测仪，每次进行现场探伤作业前，先利用巡测仪确认分区的合理性，并根据巡测结果调整分区方案。

12.4.3 辐射安全年度评估计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向相关机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

- (1) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- (2) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (3) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- (4) 射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (9) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

12.4.4 辐射检测方案

(1) 剂量率控制要求

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 的要求, 本项目现场划分的监督区边界的周围剂量当量率应不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 控制区边界的周围剂量当量率应不超过 $15\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 检测仪器

用于 X 射线装置放射防护检测的仪器, 应按规定进行定期检定, 并取得相应证书。使用前应对辐射检测仪器进行检查, 包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

(3) 检测要求

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;

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;

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;

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;

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。

(4) 检测周期

建设单位制定的辐射工作场所监测周期一览表见表 12-2。

表 12-2 现场监测周期一览表

类型	内容	频率	方式
年度检测	监督区和控制区边界周围剂量当量率	1 次/年	委托检测
日常检测	监督区和控制区边界周围剂量当量率	每次探伤现场分区时, 或者调整照射条件后	自行检测

验收检测	监督区和控制区边界周围剂量当量率	竣工后（一次）	委托检测
------	------------------	---------	------

小结：分析表明，建设单位制定的个人剂量监测、现场环境辐射监测计划满足相关法律法规的要求。

12.5 辐射事故应急

为使本单位一旦发生紧急辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，建设单位制定了《辐射事故应急预案》，该《预案》包括：辐射事故应急处理机构与职责、预警机制、事故应急处理程序、事故调查和后期处理等，具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

12.5.1 辐射事故应急机构

建设单位成立了辐射事故应急小组，人员组成见表 12-3。

表 12-3 辐射事故应急小组成员一览表

应急机构	姓名	职务	部门	应急联系电话
组长	李大鑫	行政总监	企业管理部	██████████
成员	黄嘉裕	行政主管	行政部	██████████
	潘雪峰	工程总监	工程技术部	██████████
	侯志博	安全主管	工程技术部	██████████
	赵燕飞	工程主管	工程技术部	██████████

12.5.2 人员培训和演习计划

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应付突发事件的能力，应进行培训和演练。

(1) 人员培训

培训对象包括应急预案成员、辐射工作人员；

培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行

步骤等。

(2) 演练计划

辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

12.6 竣工环境保护验收要求

12.6.1 责任主体

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令 第 682 号）：编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政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。建设单位应承担本项目竣工环境保护验收的主体责任。

验收项目明细表见表 12-4。

表 12-4 验收项目明细表

序号	验收项目	验收要求
1	现场分区边界剂量当量率	按照本报告和环评 批复文件的要求
2	职业照射及公众照射约束值	
3	辐射安全与防护各项措施	
4	辐射安全管理机构、制度	
5	辐射事故应急预案	
6	个人剂量监测和现场环境辐射检测情况	
7	工作人员辐射安全与防护培训和职业健康检查情况	

12.6.2 时间节点

本项目竣工后，建设单位应按照相关程序和要求，在项目竣工后 3 个月内组织自主竣工环保验收，验收相关材料按要求公示和备案。

12.6.3 主要验收依据

(1) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日发布）；

(2)《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）；

(3) 其他：本报告表6所列评价依据。

表 13 结论与建议

13.1 结论

广东冠能电力科技发展有限公司拟开展现场工业 X 射线探伤项目，配套使用 1 台脉冲式 X 射线探伤装置，主要探伤对象为输电线路的耐张线夹、接续管的压接质量，无固定探伤场所。本项目属于核技术利用新建项目，从代价和利益的角度考虑，符合辐射实践的正当性。

辐射安全与防护措施进行分析表明，本项目的各项辐射安全与防护措施、工作场所布局和分区、辐射安全性等满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）等国家相关标准的要求。建设单位制定了完善的辐射安全管理制度，人员培训和辐射监测计划等均符合相关法规的要求。

理论分析表明，现场控制区和监督区的划分能够满足边界周围剂量当量率分别不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 和 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的辐射剂量率控制要求，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。项目正常运行时辐射工作人员及公众的有效受照剂量分别低于职业照射和公众照射剂量约束值，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

建设单位应对该项目进行严格管理，按照辐射安全与防护要求工作。在落实了本报告提出的各项措施后，本项目对环境的辐射影响能够满足国家有关法规和标准的要求，从环境保护的角度考虑，建设单位本次核技术利用建设项目是可行的。

13.2 建议

1、尽快组织本项目的辐射工作人员参加辐射安全与防护培训和考核，通过考核后方可从事辐射工作；

2、结合后期运行和管理情况，不断完善辐射安全管理规章制度和辐射事故应急预案，使之更具有实操性和针对性。

表 14 审 批

下一级环保部门预审意见			
经办人		年	月 日
		公章	
审批意见			
经办人		年	月 日
		公章	

附件 1：委托书

委托书

广州星环科技有限公司：

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》有关规定，现委托贵司承接《广东冠能电力科技发展有限公司开展现场工业 X 射线探伤项目》环境影响评价工作，并按照相关规定编制《广东冠能电力科技发展有限公司开展现场工业 X 射线探伤项目环境影响报告表》，完成后提交我单位，便于我单位报送环境主管部门办理环评审批手续。

特此委托。

广东冠能电力科技发展有限公司

2022年4月22日



附件 2: 射线装置技术参数证明文件

XRS-3 脉冲式便携射线机

产品特点

XRS-3 是一种轻型的, 几乎不需要任何维护的便携式 X 射线机。模块化设计使部件更换方便, 节约成本。

XRS-3 的铅屏蔽使辐射泄漏减小从而保护操作人员, 同时我们提供一个时间延迟按钮和远程电缆保证操作员在设备工作时可以有充足的时间移动到安全距离。当 XRS-3 启动时, 会通过可视听指示器给操作人员以提醒。同时 XRS-3 还具有如下的特点:

- 不含放射性物质, 只有脉冲时才产生射线辐射
- 新型电子封装, 增加设备环境适应能力
- 用户可选的默认脉冲设置, 应变能力加强
- 带背景照明的 LCD 显示屏, 在黑暗条件下也能轻松操作
- 全电池供电, 灵活机动, 便于携带
- 可穿透 1 英寸钢板 (约 26mm)

技术参数

尺寸 (含电池): 35.6*11.5*19.0cm

重量 (含电池): 5.4kg

输出剂量: 在距离射线源 12 英寸 (30.50CM) 处: 2.6mR/pulse-4.0mR/pulse

脉冲率: 15 次脉冲/秒

X 射线源角度: 30 度

光电子能量: 270kVp

X 射线脉宽: 25 纳秒

电流: 20A@13.4V

单个电池充电的次数: 4000

电源: DeWalt 18V, 可拆卸, 可充电镍镉蓄电池

充电时间: 1 小时, 使用标准 DeWalt (得伟) 充电器

负载率: 每 4 分钟 200 次脉冲 (每小时 3000 脉冲)

工作温度范围: -23 到 50 摄氏度

预热: 无要求

X 射线泄漏: 在射线源后面 2 英寸处为 3mR/100pulses

附件 3：辐射安全管理规章制度

广东冠能电力科技发展有限公司 辐射安全管理制度

为贯彻环境主管部门对使用射线装置安全管理的有关要求，根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、生态环境部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规文件，为保护辐射工作人员及场所周围公众的健康权益，制定本制度。

1、管理安全管理机构

机构	姓名	分工	电话
组长	黄志建	现场管理	████████
成员	曾活仪	操作	████████
成员	莫剑波	操作	████████

管理小组职责：

- (1) 结合单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- (2) 组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- (3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

2、辐射防护和安全保卫制度

(1) 辐射设备工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识和自救技能，并取得《辐射安全考核合格成绩单》。

(2) 严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，委托相关单位对直接操作射线装置的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，监测周期为 3 个月，建立了个人剂量档案和职业健康档案。

(3) 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。

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

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

(7) 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。

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

(9) 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。

(10) 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，以保证实现安全操作。

(11) 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。

(12) 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。

(13) 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。

(14) 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。

(15) 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。

(16) 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。

(17) 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。

(18) 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。

(19) 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。

(20) 现场探伤的每台探伤机应至少配备 1 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。

(21) 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。

(22) 建立现场探伤台账,记录每次外出探伤工作组的成员、携带设备,探伤时间、地点,监督区和控制区的设置和边界剂量率等信息,以便对辐射工作进行全过程记录管理。

3、岗位职责

(一) 现场管理员

(1) 组织安全检查,督促辐射工作人员对隐患进行整改,并协助制订防范措施,检查监督隐患整改工作的完成情况;

(2) 随同到现场监督检查,督促并协助解决有关安全问题,纠正违规作业,遇有违规的紧急情况,有权令其停止探伤作业,并立即报告有关负责人;

(3) 开始现场探伤前,现场管理员将对控制区进行巡查,确认控制区没有人员后,才向操作人员发出操作指令。探伤过程中,管理员将巡查控制区的边界,防止有人进入控制区。

(二) 现场探伤人员

(1) 根据委托要求和工作现场的实际情况,确定探伤工艺、现场分区方案,实施现场探伤;

(2) 认真做好探伤原始记录,对自己的探伤结果负责,为客户负责;

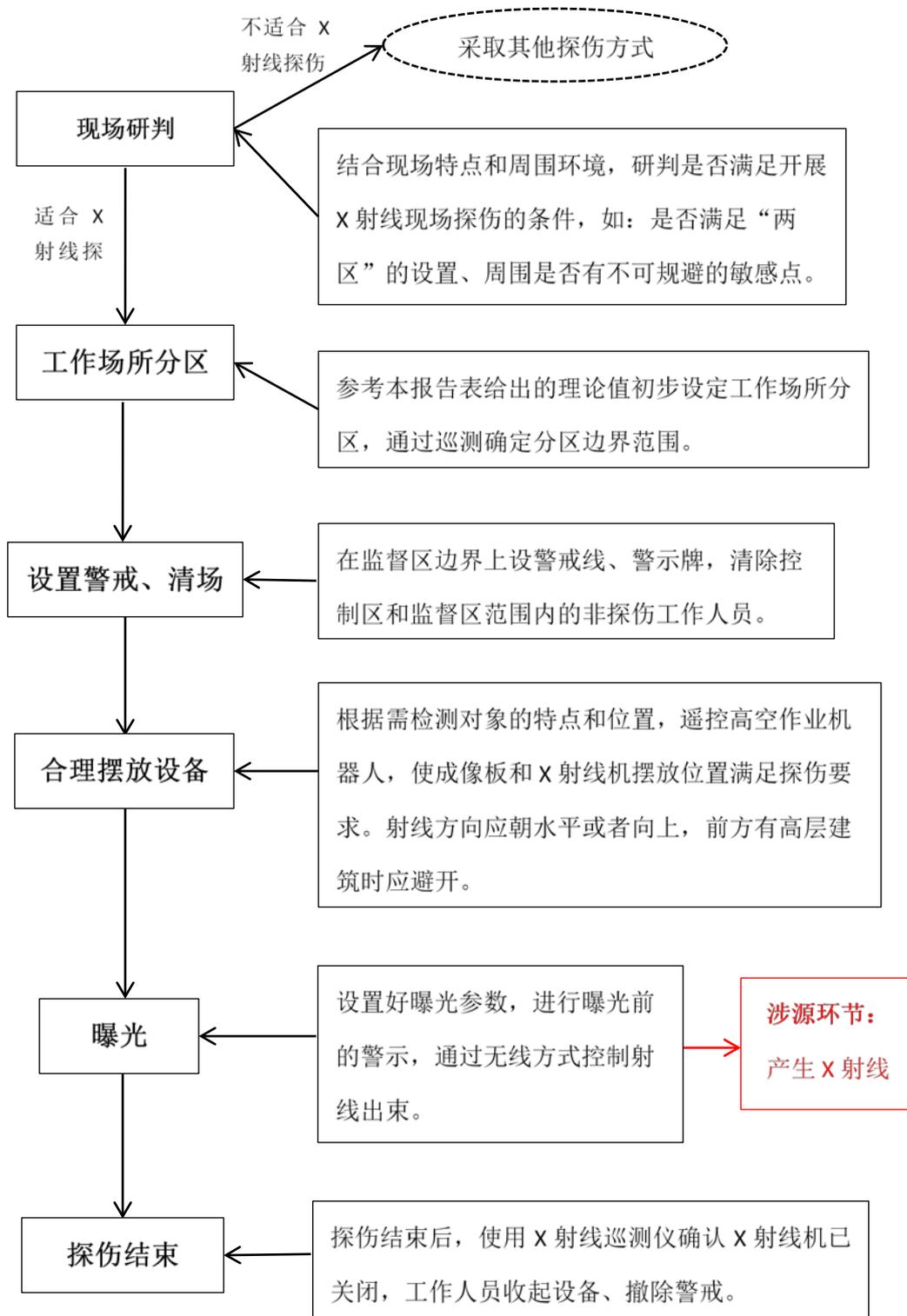
(3) 探伤人员(特别有证人员)要认真学习 and 掌握各种探伤方法的基本原理,熟练掌握各种探伤方法的实际操作技能,对自己的检测结果负责,并要不断地提高自己的理论和实际业务水平;

(4) 要学习和了解各种 X 射线探伤装置的基本性能和使用方法,要严格按设备使用说明书和安全操作规程,调试或使用仪器设备;

(5) 现场探伤的每台探伤机应至少配备 1 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。

(6) 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。

4、安全操作流程



5、辐射工作人员培训制度

(1) 辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解辐射的基本知识、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规文件，以及辐射安全知识和辐射事故应急知识。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《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》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址 <http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核。

(2) 辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识。考核通过后方可从事辐射工作。

(3) 对于新增辐射工作人员，应进行岗前职业健康体检，体检合格后方可参加辐射安全与防护培训。

(4) 建立辐射安全与防护培训档案，妥善保存档案，培训档案应包括每次培训的内容、培训时间、考核成绩等资料。

6、监测方案

(1) 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案；个人剂量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。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

(2) 工作场所辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责，并当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

委托检测机构对运行的核技术利用项目进行辐射防护年度检测，每年一次，年度检测数据应作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门。

为辐射工作场所配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

7、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求，制定该要求。

(1) 职业健康检查要求

凡辐射工作人员上岗前，必须进行上岗前的职业健康检查，建立职业健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。定期组织上岗后的辐射工作人员进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 5 年，必要时可增加临时性检查。

辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，应当对其进行离岗前的职业健康检查；发生应急照射或事故照射情况应及时组织健康检查和必要的医学处理。

(2) 个人剂量管理要求

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，监测周期最长不超过 3 个月，按要求建立个人剂量档案。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

(3) 档案管理要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，职业照射

的记录必须为每一位工作人员都保存职业照射记录，职业照射记录应包括：

①涉及职业照射的工作的一般资料；达到或超过有关记录水平的剂量和摄入量等资料，以及剂量评价所依据的数据资料；对于调换过工作单位的工作人员，其在各单位工作的时间和所接受的剂量和摄入量等资料；

②因应急干预或事故所受到的剂量和摄入量等记录，这种记录应附有有关的调查报告，并应与正常工作期间所受到的剂量和摄入量区分开；

③应按国家审管部门的有关规定报送职业照射的监测记录和评价报告，准许工作人员和健康监护主管人员查阅照射记录及有关资料；当工作人员调换工作单位时，向新用人单位提供工作人员的照射记录的复制件；

④当工作人员停止工作时，应按审管部门或审管部门指定部门的要求，为保存工作人员的职业照射记录做出安排；停止涉及职业照射的活动时，应按审管部门的规定，为保存工作人员记录做出安排；

⑤在工作人员年满 75 岁之前，应为他们保存职业照射记录，在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存 30 年。

8、射线装置台账登记和维修维护制度

(1) 设备管理员负责射线装置使用台账的建立和管理，做到台账清晰，账物对应。射线装置台账实行动态管理，及时更新，准确记录设备变更情况。

(2) 操作人员在使用射线装置填写《射线装置使用台帐》。操作过程中如遇到故障或异常情况，必须详细记录在《射线装置使用台帐》的使用情况记录栏中。《射线装置使用台帐》所有内容务必如实填写，不得模糊不清。

(3) 完善定期射线装置射线装置台账登记和维修维护制度，加强管理。

(4) 建立设备检修及维护保养记录，填写《射线装置维修台帐》。定期对射线装置进行维护，使其保持最佳性能。

(5) 辐射安全管理机构负责对台帐登记进行监督。

(6) 射线装置的检修和维护由厂家专业人员负责，由管理员做好检修和维护记录。

(7) 维修维护工作必须两人以上参与，佩戴好个人剂量报警仪，在防护安全的情况下进行维修维护工作。

(8) 射线装置检修和维护时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

广东冠能电力科技发展有限公司

辐射事故应急处理预案

一、总则

为有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，根据《放射性同位素与射线装置辐射防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，制定本预案。

二、应急救援机构

成立辐射事故应急处置小组，组织、开展生产过程发生的辐射事故应急救援工作：

应急机构	姓名	职务	部门	应急联系电话
组长	李大鑫	行政总监	企业管理部	██████████
成员	黄嘉裕	行政主管	行政部	██████████
	潘雪峰	工程总监	工程技术部	██████████
	侯志博	安全主管	工程技术部	██████████
	赵燕飞	工程主管	工程技术部	██████████

环保应急联系电话：12369、12345

二、应急处理要求

(一) 发生下列情况之一，应立即启动本预案：

1、探伤现场控制区和监督区划分不合理，探伤过程中未对两区边界辐射水平进行监测，导致工作人员和周围公众受到不必要的照射；

2、对划定的控制区、监督区管理不到位，无关人员误闯入探伤现场，导致公众受到不必要的照射；

3、现场工作人员不遵守操作规程，探伤装置摆放不合理，导致自身或公众受到不必要的照射。

(二) 事故发生后，当事人应立即切断射线装置的电源，立即报告辐射事故应急小组，由应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

(三) 向环境行政部门及时报告事故情况。

(四) 辐射事故中人员受照时, 要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

(五) 负责迅速安置受照人员就医, 及时控制事故影响, 防止事故的扩大蔓延, 防止演变成公共事件。

四、辐射事故分类与应急原则

使用射线装置可能发生的辐射事故, 根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、严重辐射事故和重大辐射事故:

事故等级	事故情形
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下 (含 9 人) 急性重度辐射病、局部器官残疾。
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 (含 10 人) 以上急性重度辐射病、局部器官残疾。
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人 (含 3 人) 以上急性死亡。

辐射事故应急救援应遵循的原则:

- 1、迅速报告原则;
- 2、主动抢救原则;
- 3、生命第一的原则;
- 4、科学施救, 防止事故扩大的原则;
- 5、保护现场, 收集证据的原则。

五、辐射事故应急处理程序及报告制度

(一) 一旦发生辐射事故, 必须马上停止使用射线装置, 切断总电源, 当事人应立即通知工作场所的所有人员离开, 并立即上报辐射事故应急小组;

(二) 对相关受照人员进行身体检查, 确定对人身是否有损害, 以便采取相应的救护措施, 其次对设备、设施进行检查, 确定其功能和安全性能。

(三) 应急小组组长应立即召集成员, 根据具体情况迅速制定事故处理和善后方案。事故处理必须在单位负责人的领导下, 在经过培训过的辐射事故应急人员的参与下进行。

除上述工作外, 辐射事故应急人员还应进行以下几项工作:

1、根据现场辐射强度，估算工作人员在现场工作的时间，估算事故人员的受照剂量。

2、对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况，对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

3、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

（四）发生辐射事故后，当事人员应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

六、人员培训和演习计划

1、辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

七、辐射事故的调查

（一）本单位发生重大辐射事故后，应立即成立由安全第一责任人或主要负责人为组长的，有工会负责人、安全部负责人参加的事故调查组、善后处理组。

（二）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（三）配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市应急救援预案的条款为准。