

核技术利用建设项目

新建移动式 X 射线探伤项目

环境影响报告表

(公示本)

南京卓实电气有限责任公司

2020 年 7 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

新建移动式 X 射线探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：南京卓实电气有限责任公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：南京市秦淮区永智路 5 号秦淮科创集团大厦 A 座

邮政编码：210014

联系人：徐\*\*

电子邮箱：/

联系电话：1345190\*\*\*\*

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		新建移动式 X 射线探伤项目			
建设单位		南京卓实电气有限责任公司			
法人代表姓名	刘桂梅	联系人	徐**	联系电话	1345190****
注册地址		南京市秦淮区永丰大道 8 号南京白下高新技术产业园区三号楼 502B			
项目建设地点		移动探伤现场：电网系统变电站、降压站以及高压输电线路；储存库房：南京市秦淮区永智路 5 号秦淮科创集团大厦 A 座 406-1 专用仓库			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	100	项目环保总投资（万元）	8	投资比例（环保投资/总投资）	8%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m <sup>2</sup> ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	<p><b>1、建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来</b></p> <p>南京卓实电气有限责任公司成立于 1999 年，总部坐落于我国最大的经济核心区之一长三角洲江苏省南京市白下高新技术产业园区，在东郊建有 6600 平方米的研发生产基地，国家高新技术企业。公司主要从事工业自动化系统、电力设备检测、监控、分析等方面的设备、仪器及电力应用软件的研发、生产和销售；电力设备试验、检测及技术咨询服务、电力设备检测技术研究；仪器仪表维修及租赁、无人机、机器人巡检服务；自营和代理各类商品及技术的进出口业务。</p> <p>南京卓实电气有限责任公司现拟开展移动式 X 射线探伤项目，主要业务为输电线</p>				

路“三跨”区段线塔上耐张线夹、电缆和 GIS（气体绝缘全封闭组合电器）进行无损检测。耐张线夹是指用于固定导线，以承受导线张力，并将导线挂至耐张串组或杆塔上的金具，常用材质为铸铁、铝合金等，铁质材料厚度 20-30mm，铝制材料厚度 30-100mm。GIS 由断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、母线、连接件和出线终端等组成。本项目拟配备使用 2 台移动式 X 射线探伤机：ZSXJ-120 探伤机最大管电压为 120kV、最大管电流为 1mA；ZSXJ-300 探伤机最大管电压为 300kV、最大管电流为 1mA。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《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许可管理办法》等法律法规的规定，使用 II 类射线装置的单位应当在申请许可证前编制环境影响评价文件。为保护环境和公众利益，防止辐射污染，受南京卓实电气有限责任公司的委托，江苏智圆行方环保工程有限公司（国环评证乙字第 1967 号）承担了该公司新建移动式 X 射线探伤项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。

南京卓实电气有限责任公司计划将南京市秦淮区永智路 5 号秦淮科创集团大厦 A 座 406-1 专用仓库作为本项目 X 射线探伤机存储场所，用于单独存放 X 射线探伤机及警戒线（绳）、警告牌、防护铅板等项目相关辐射安全防护设施，库房拟设置声光报警装置、双人双锁，平时 X 射线探伤机放置在库房中，仓库门口粘贴辐射安全警示标志，钥匙由专人保管；本项目采用模拟、数字成像技术，不产生显影、定影废液。

公司本项目拟配备 4 名辐射工作人员。公司年移动探伤总时间约为 300h。南京卓实电气有限责任公司核技术应用项目详见下表：

表 1-1 南京卓实电气有限责任公司核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称 型号	数量	管电 压 kV	管电 流 mA	射线装 置类别	工用场所 名称	使用情 况	环评情况及 审批时间	许可情况	备注
1	移动式 X 射线 探伤机①	1 台	120	1	II	移动探伤 现场（电网 系统高压 输电线路 以及变电 站、降压 站）	拟购	本次环评	未许可	定向机， 属于全防 护 X 射线 机
2	移动式 X 射线 探伤机②	1 台	300	1	II					

## 2、项目周边保护目标及项目选址情况

南京卓实电气有限责任公司位于江苏省南京市秦淮区永智路5号秦淮科创集团大厦A座4层和5层（项目地理位置见附图1），公司东侧为空地，南侧为紫丹路，路对面是中设设计集团，西侧为永智路，北侧为秦淮科创集团大厦B座（厂区周边环境现状见附图2）。

公司仅在电网系统变电站、降压站以及高压输电线路进行移动探伤检测工作，公司场所均为办公场所，储存库房仅作为探伤机存储使用，公司严禁在储存库房内使用、调试X射线探伤机。公司在客户单位实施现场探伤之前，必须开具探伤作业票，应对工作环境进行全面的评估，评估内容应至少包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间、现场负责人等，应保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

公司拟开展移动X射线探伤，公司承接的移动探伤现场一般位于委托公司的电网系统高压输电线路以及变电站、降压站，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异，若探伤场所涉及居民区、科教文卫区等敏感区，可能对公众造成重大影响的，探伤作业前公司必须对周围公众进行告知，同时报生态环境主管部门批准，获得批准后方可进行探伤作业，否则不得在该场所进行探伤作业。如遇探伤现场周围敏感点（包括学校、居民点等）较多，或探伤现场不满足移动探伤的相关要求时，不得使用X射线探伤机进行移动探伤。本项目周围环境保护目标主要为探伤辐射工作人员以及探伤现场周围公众。

**表 2 放射性**

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

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	移动式 X 射线探伤机①	II	1 台	ZSXJ-120	120	1	移动探伤现场	电网系统高压输电线路以及变电站、降压站	定向机,属于全防护 X 射线机
2	移动式 X 射线探伤机②	II	1 台	ZSXJ-300	300	1	移动探伤现场	电网系统高压输电线路以及变电站、降压站	定向机,属于全防护 X 射线机

(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 (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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/



表 6 评价依据

法规 文件	<p>(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；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修订本），2018 年 12 月 29 日起实施；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日公布施行）；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（修订本），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（修正本），生态环境部令 第 7 号公布，2019 年 8 月 22 日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（修订本），生态环境部令 第 1 号，2018 年 4 月 28 日起施行；</p> <p>(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 日起施行；</p> <p>(9) 《射线装置分类》，环境保护部及国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起实施；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145 号；</p> <p>(11) 关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告（生态环境部公告第 38 号，2019 年 10 月 25 日印发）；</p> <p>(12) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告第 39 号，2019 年 10 月 25 日印发）；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部部令 第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行）；</p> <p>(14) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行。</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》 (HJ 2.1-2016) ；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》 (HJ10.1-2016) ；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ/T61-2001) ；</p> <p>(4) 《核辐射环境质量评价的一般规定》 (GB11215-89) ；</p> <p>(5) 《环境地表 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测定规范》 (GB/T14583-93) ；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ 117-2015) ；</p> <p>(7) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002) ；</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T 250-2014) 。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 委托书，附件 1；</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书，附件 2；</p> <p>(3) 探伤机存储场所证明，附件 3；</p> <p>(4) 专家意见，附件 4；</p> <p>(5) 修改清单，附件 5；</p> <p>(6) 关于移动探伤现场的相关承诺，附件 6；</p> <p>(7) 辐射污染防治“三同时”措施一览表，附件 7；</p> <p>(8) 公示证明材料，附件 8；</p> <p>(9) 环评技术服务合同，附件 9；</p> <p>(10) 公开全本信息删除书面材料，附件 10。</p>

表 7 保护目标与评价标准

<p><b>评价范围</b></p> <p>本项目拟使用射线装置为 2 台移动式工业用 X 射线探伤机（编号：①ZSXJ-120 移动式 X 射线探伤机；②ZSXJ-300 移动式 X 射线探伤机），属 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围”相关规定，结合该公司配备的 X 射线探伤机的参数及对应探伤工件的厚度进行理论预测，本项目的评价范围应不低于 100m。</p>						
<p><b>保护目标</b></p> <p>公司拟开展移动 X 射线探伤，公司承接的项目现场一般位于委托公司的电网系统高压输电线路以及变电站、降压站，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异。</p> <p>本项目环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、本项目移动探伤辐射工作人员；</li> <li>2、本项目移动探伤现场周围公众。</li> </ol>						
<p><b>评价标准</b></p> <p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p style="text-align: center;">表 7-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值</p> <table border="1" data-bbox="236 1391 1414 1821"> <thead> <tr> <th data-bbox="236 1391 464 1442">对象</th> <th data-bbox="464 1391 1414 1442">要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="236 1442 464 1554">职业照射剂量限值</td> <td data-bbox="464 1442 1414 1554">                     ①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任何一年中的有效剂量，50mSv。                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="236 1554 464 1765">公众照射剂量限值</td> <td data-bbox="464 1554 1414 1765">                     实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：                      ①年有效剂量，1mSv；                      ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。                 </td> </tr> </tbody> </table> <p>剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3 mSv/a）的范围之内。</p> <p>2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）</p> <p>3.13 对于移动式 X 射线装置，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不</p>	对象	要求	职业照射剂量限值	①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任何一年中的有效剂量，50mSv。	公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。
对象	要求					
职业照射剂量限值	①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任何一年中的有效剂量，50mSv。					
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。					

应短于 20m。

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  $15\mu\text{Sv/h}$  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式(1)计算:

$$\dot{K} = \frac{100}{t} \quad (1)$$

式中:

$\dot{K}$  ——控制区边界周围剂量当量率,单位为微希沃特每小时 ( $\mu\text{Sv/h}$ );

$t$  ——每周实际开机时间,单位为小时 (h);

100 —— $5\text{mSv}$  平均分配到每年 50 工作周的数值,即  $100\mu\text{Sv/周}$ 。

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

5.1.4 现场探伤作业工作过程中,控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小,X 射线探伤机应用准直器,视情况采用局部屏蔽措施(如铅板)。

5.1.5 控制区的边界尽可能设定实体屏障,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  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区,并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,必要时设专人警戒。

5.3.1 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“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。

5.5.1 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。

6.3.1 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与监督区。

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。

### 3、《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）

3.1 X 射线机漏射线空气比释动能率限制（以下简称漏射线比释动能率）

3.1.4 全防护 X 射线机

全防护 X 射线机在距其防护外壳外表面 0.1m 处用防护级剂量仪测量得到的漏射线比释动能率应不大于  $7.5 \mu\text{Gy/h}$ 。一个防护装置或两个互相独立的机械装置应确保射线管在防护壳罩完好的条件下才可操作，在工作时防护外壳在窗口罩好时才能被打开，此时在防护壳内漏射线比释动能率应不大于  $7.5 \mu\text{Gy/h}$ 。当符合时此防护壳被视为合格。

#### 项目管理目标：

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）评价标准，确定本项目的管理目标

● **辐射剂量率控制水平：**控制区边界周围剂量当量率： $\leq 15 \mu\text{Sv/h}$ ；

监督区边界周围剂量当量率： $\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

● **辐射剂量控制水平：**职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ ；

公众年有效剂量不超过  $0.25\text{mSv}$ 。

#### 4、参考资料

(1) 辐射防护手册（第一分册）~（第五分册），李德平、潘自强。

(2) 辐射防护导论，方杰。

(3) 辐射防护技术与管理（电离辐射防护技术与管理），张丹枫、赵兰才。

(4) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月，江苏省环境监测站。

表 7-2 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	室外剂量率	室内剂量率
范围	62.6~101.9	77.2~152.4
均值	79.5	115.1
标准差 (s)	7.0	16.3
(均值±3s) *	79.5±21.0 (58.5~100.5)	115.1±48.9 (66.2~164)

\*：评价时参考数值

表 8 环境质量和辐射现状

## 环境质量和辐射现状

### 1、项目地理和场所位置

南京卓实电气有限责任公司位于江苏省南京市秦淮区永智路 5 号秦淮科创集团大厦 A 座（项目地理位置见附图 1），公司周围环境示意图见附图 2。公司拟安排公司办公楼 406-1 专用仓库作为探伤机存储场所，探伤机存储场所周围环境示意图见附图 3。

X 射线探伤机存储库房内严禁使用、调试 X 射线探伤机，库房用于单独存放 X 射线探伤机及警戒线（绳）、警告牌、防护铅板等项目相关辐射安全防护设施，库房拟设置声光报警装置、双人双锁，平时不用的 X 射线探伤机放置在库房中，仓库门口粘贴辐射安全警示标志，钥匙由专人保管，能够满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏的要求。建立射线装置使用台账，每次使用记录领用时间、领用人、探伤地点、归还人、负责人等。

公司拟开展移动 X 射线探伤，公司承接的项目现场一般位于委托公司的电网系统高压输电线路以及变电站、降压站，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异，探伤时公司根据探伤现场情况划定控制区和监督区范围，尽可能避开居民区等环境敏感目标。

本项目周围环境保护目标主要为探伤辐射工作人员以及探伤现场周围公众。公司所在周围环境见图 8-1。



图 8-1 公司所在楼



图 8-2 公司所在楼层 4 楼



图 8-3 探伤机存储场所周围环境示意图

## 2、环境现状检测

南京卓实电气有限责任公司仅在电网系统变电站、降压站以及高压输电线路进行移动探伤检测工作，公司仓库内严禁使用、调试探伤机，项目运营过程中对公司办公场所及仓库周围环境无辐射影响，故本项目未进行环境辐射水平现状检测。

表 9 项目工程分析与源项

### 工程设备与工艺分析

#### 一、设备组成

根据建设单位提供的资料可知，南京卓实电气有限责任公司为了开展移动 X 射线探伤，拟新购 2 台移动式 ZSXJ 系列 X 射线探伤机。移动式 X 射线探伤机外观及组成见图 9-1，设备组成及使用现场整体框架见图 9-2。

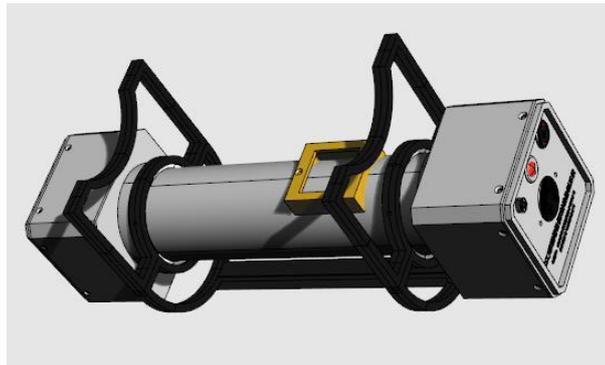


图 9-1 ZSXJ 系列移动式 X 射线探伤机外观图

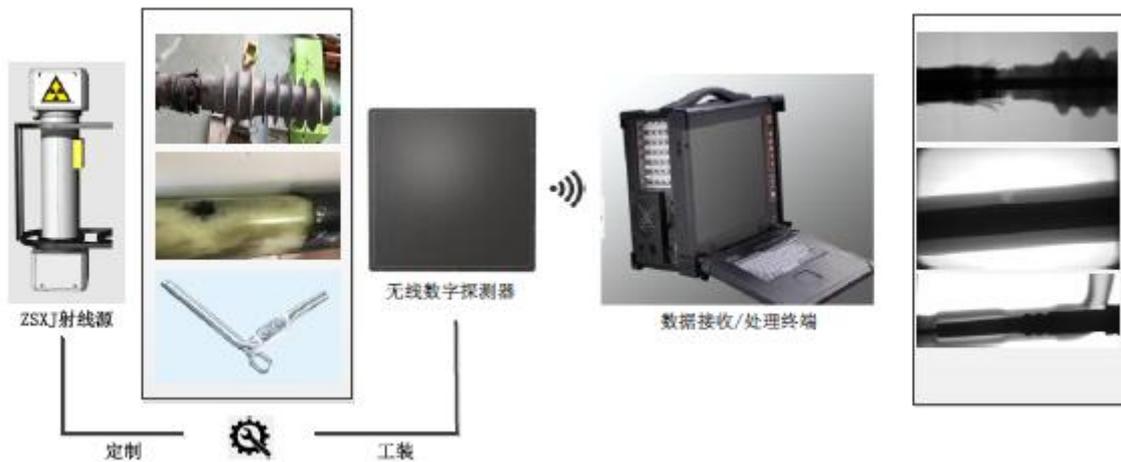


图 9-2 设备组成及使用现场整体框架

本次拟购置 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	移动式 X 射线探伤机
型号	ZSXJ 系列
管电压	120kV/300kV
管电流	MAX 1mA
X 射线管/焦点尺寸	高压恒频/0.5mm
曝光时间	1-10s 可调
类别	II 类
探测器尺寸	430mm×430mm 或定制
X 射线源尺寸	400mm×100mm×100mm
控制器尺寸	360mm×340mm×205mm
输入电源	MAX 5000mAH 内置锂电池
出束类型	定向
射线源/探测器/控制器 重量	单件<5kg

## 二、工作原理

ZSXJ 系列移动式 X 射线探伤机是基于 X 射线检测、光电技术、数字图形技术、图像处理技术等研发的一款低辐射、轻便、分辨率高的 X 射线数字检测系统。ZSXJ 系列移动式 X 射线探伤机主要由 X 光球管和 X 光机电源以及控制电路、X 射线探测器以及数据处理工作站等组成，X 光球管在 X 光机电源提供一个高压电场使灯丝上活跃的电子加速流向阳极靶，形成一个高速的电子流轰击阳极靶面，其中 99% 转化为热量，1% 由于康普顿效应产生 X 射线，X 射线对被测物进行照射并且透射被测物，到达 X 射线探测器，经过模拟、数字成像，将所获得检测信息经过数据处理工作站处理输出，最终完成 X 射线无损检测。ZSXJ 系列移动式 X 射线探伤机组成：

- 1、X 射线源：在数据处理控制器控制下发射无损检测所需 X 射线；
- 2、探测器：X 射线探测接收由 X 射线源照射到的设备，并且穿透被检物的 X 光射线，并采用数字成像；
- 3、数据处理控制器：控制 X 射线源发射所需 X 射线，接收 X 射线探测器记录的检测信息，并且进行图像分析处理比对等。

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等断裂、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等是否存在缺陷或损坏。装置在非曝光时不产生 X 射线。

### 三、工作流程及产污环节分析

1) 接受任务单；

2) 现场探伤工作之前，工作人员对工作环境进行评估，与委托单位协商适当的地点和探伤时间（尽量选择在无人时进行探伤作业），应采取各种措施确保辐射剂量率达到监督区边界辐射剂量率水平，若探伤现场周围敏感点较多，或采取措施后仍不能满足移动探伤的相关要求，则禁止开展 X 射线移动探伤，改为其它方式探伤；

3) 发布 X 射线探伤通知，委托单位开具探伤作业票，工作人员将探伤设备放到指定的拍片位置；

4) 尽量降低探伤作业现场周围的辐射水平，缩小主射线方向控制区和监督区的范围。X 射线探伤机应用准直器，探伤时探伤机主照射方向应尽量朝天空，禁止朝向工作人员和周围公众。主照射方向不朝天空时，待检测工件后垂直放置一块长、宽、厚为 60cm×60cm×3mm 的铅板。

5) 根据经验及理论估算初步划定控制区和监督区边界，严禁用试机方式划定探伤控制区和监督区；

6) 对探伤现场进行清场，确保场内无其他人员后，设置安全警戒线（绳）、警戒灯和警戒人员等警戒措施，连接好 X 射线探伤机控制部件；

7) 探伤工作人员携带个人剂量计、带报警功能的直读剂量计和巡测仪，远距离操作探伤机进行延时试曝光，探伤工作人员利用辐射巡测仪对控制区、监督区边界进行修定，并记录巡测结果，重新确定控制区、监督区边界并开始延时曝光检测，探伤人员退至控制区外；

8) 达到预定照射时间和曝光量后, 关闭探伤机, 探伤人员携带个人剂量计、带报警功能的直读剂量计和巡测仪进入控制区, 收回 X 射线探伤机, 曝光结束, 探伤工作人员解除警戒并离场;

9) 工作人员对检测系统储存的数字图像和有效信息进行分析, 判断工件内部质量、缺陷等。

本项目移动式 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。

公司移动探伤作业流程具体见图 9-3。

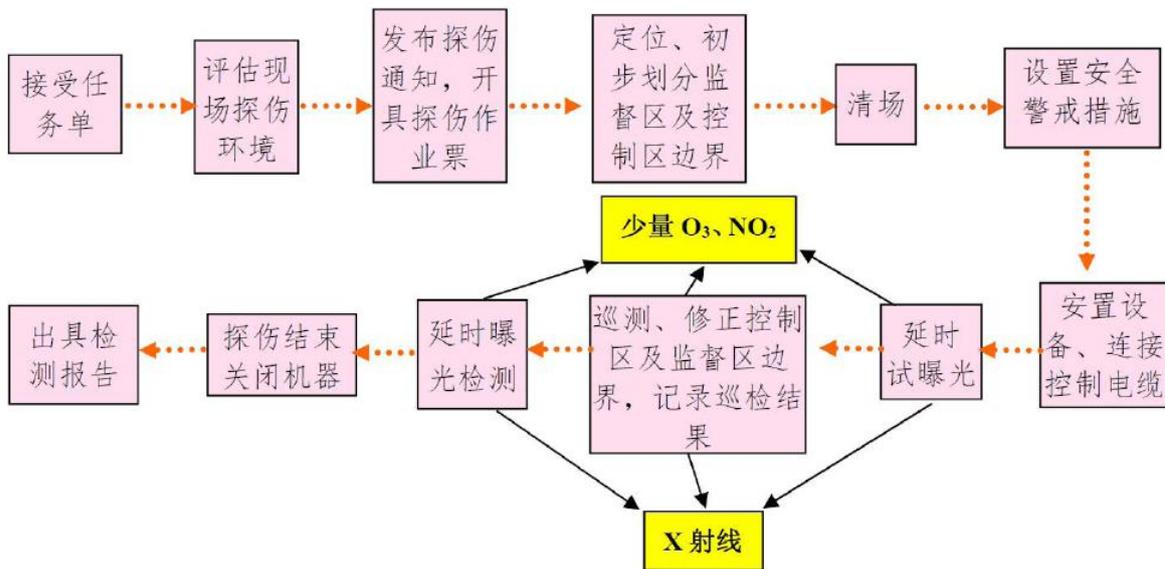


图 9-3 移动式 X 射线探伤工作流程和产污环节示意图

### 污染源项描述

本项目拟使用的射线装置为 2 台移动式 X 射线探伤机: ①ZSXJ-120 探伤机管电压为 120kV、最大管电流为 1mA; ②ZSXJ-300 探伤机管电压为 300kV、最大管电流为 1mA。

#### 1) 放射性污染

由 X 射线探伤机工作原理可知, 探伤机只有在开机并处于出束状态时 (曝光状态) 才会发出 X 射线, 会对移动探伤现场的辐射工作人员和周围公众产生一定外照射, 因此探伤机在开机曝光期间, X 射线为主要污染因子。X 射线来源有:

- (1) X 射线探伤机工作过程中发射出的有用 X 射线。
- (2) X 射线探伤机射线管头的泄漏 X 射线。
- (3) 有用 X 射线束照射到被检测产品或其它物体上产生的散射 X 射线。

ZSXJ 系列 X 射线源设计拥有自主知识产权和特有的系统及电路结构，在低辐射剂量的条件下实现同类产品高辐射剂量检测,其射线管电流仅为其它品牌同类型 X 射线源的几十分之一，防护距离小，降低了检测作业安全防护难度，有效降低了人员照射剂量，提高了潜在防护能力。

## 2) 其他污染

X 射线装置在工作状态时，会使空气电离产生少量的臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)，少量臭氧和氮氧化物可通过防护门及被检测产品的进出口排出装置，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。X 射线实时成像检测装置在运行时无其它废气、废水和固体废物产生。

表 10 辐射安全与防护

## 项目安全措施

### 一、项目工作场所布局及分区

南京卓实电气有限责任公司根据移动 X 射线探伤现场具体情况,探伤作业人员利用辐射剂量巡测仪巡测,将作业场所中周围剂量当量率大于  $15 \mu\text{Sv/h}$  的工作区域划为控制区,控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌;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。探伤人员佩戴个人剂量计,探伤机操作人员延时开机后退至控制区外操作。该布局基本满足《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。

### 二、辐射安全措施设计

为确保辐射安全,保障本项目安全运行,公司根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)设计有相应的辐射安全和保护措施。主要有:

(1) 现场探伤工作之前,工作人员对工作环境进行评估,与委托单位协商适当的地点和探伤时间(尽量选择在无人时进行探伤作业),应采取各种措施确保辐射剂量率达到监督区边界辐射剂量率水平,若探伤现场周围敏感点较多,或采取措施后仍不能满足移动探伤的相关要求,则禁止开展 X 射线移动探伤,改为其它方式探伤;

(2) 尽量降低探伤作业现场周围的辐射水平,缩小主射线方向控制区和监督区的范围。X 射线探伤机应用准直器,探伤时探伤机主照射方向应尽量朝天空,禁止朝向工作人员和周围公众,主照射方向不朝天空时,待检测工件后垂直放置一块长、宽、厚为  $60\text{cm} \times 60\text{cm} \times 3\text{mm}$  的铅板。

(3) 移动探伤过程中严格执行移动 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。

(4) 移动探伤过程中严格按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)要求划定控制区和监督区,并在控制区边界设置“禁止进入 X 射线区”警告牌、提示“预备”、“照射”状态的指示灯和声音提示装置;在监督区边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标识,必要时设专人警戒。在清理完现场确保场内无其他人员后,开机探伤。

(5) 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区，如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。

(6) 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，同时记录巡检结果。

(7) 警示信号指示装置与 X 射线探伤机联锁。

(8) 探伤作业时，确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少有 2 名操作人员，指定 1 人为探伤负责人，每名操作人员均拟佩戴个人剂量计、具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪（该仪器同时具备直读剂量计和个人剂量报警仪的功能），并保证具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪一直处于开机状态；

(9) 探伤作业人员应在控制区边界外操作，每次应对工作现场情况进行记录。

(10) 当 X 射线探伤装置、场所、被检测体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，并记录巡测结果，确定新的划区界线。

(11) 建立射线装置使用台账，使用 X 射线探伤机进行台帐登记。

(12) 本项目在探伤现场仅同时开启一台 X 射线探伤机进行探伤。

(13) 公司拟把办公楼 406-1 专用仓库作为探伤机存储场所，库房用于单独存放 X 射线探伤机及警戒线（绳）、警告牌、防护铅板等项目相关辐射安全防护设施，平时不用的 X 射线探伤机放置在库房中，库房内严禁使用、调试 X 射线探伤机，库房拟设置声光报警装置、双人双锁，仓库门口粘贴辐射安全警示标志。

公司辐射安全防护和环保设施见表 10-1。

表 10-1 辐射安全防护和环保设施一览表

类别	环保设施
防护类别	安全警示线 1 套
监测仪器	辐射剂量巡测仪 2 台和具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪 4 台（编号、专人专戴）
安全装置	库房设置声光报警装置、双人双锁，控制区和监督区警示标牌、现场告示若干，防护铅板

本项目服务于输变线路塔上耐张线夹、电缆和 GIS（气体绝缘全封闭组合电器）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，项目单位应临时增加巡护人员，确保现场防护安全，否则不宜在此开展移动 X 射线探伤。

### 三、三废治理

#### 一、废水

本项目 X 射线探伤机运行时无废水产生。

#### 二、废气

X 射线探伤机在工作状态时,会使空气电离产生少量的臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>),少量臭氧和氮氧化物可通过防护门及被检测产品的进出口排出装置,臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气,这部分废气对周围环境影响较小。

#### 三、固废

本项目 X 射线探伤机运行时没有固废产生。

## 表 11 环境影响分析

### 建设阶段对环境的影响

本项目为现场移动 X 射线探伤项目，没有土木工程，不存在建设期环境影响。

### 运行阶段对环境的影响

#### 一、辐射环境影响分析

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 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。

按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求，将周围剂量当量率大于  $15 \mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区，将周围剂量当量率大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区，现根据配备的 X 射线探伤机的参数及对应探伤工件的厚度，给出控制区及监督区的参考划分范围。

南京卓实电气有限责任公司移动式 X 射线探伤主要针对输电线路塔上耐张线夹、电缆和 GIS（气体绝缘全封闭组合电器）进行检测。耐张线夹常用材质为铸铁、铝合金等，铁质材料厚度 20-30mm，铝制材料厚度 30-100mm。GIS 罐体材质为铝合金，厚度约 30-40mm，里面是电气组件，材质有瓷、铁、铜、钢等，形状各异。



耐张线夹



GIS

图 11-1 探测对象照片

假设本项目探伤机满功率运行，探伤钢板厚度为 30mm。本项目探伤作业为空中作业，探伤作业示意图见图 11-1。公司每次在 1 个移动探伤现场只开启 1 台 X 射线探伤机进行作业。年探伤时间约 300h。

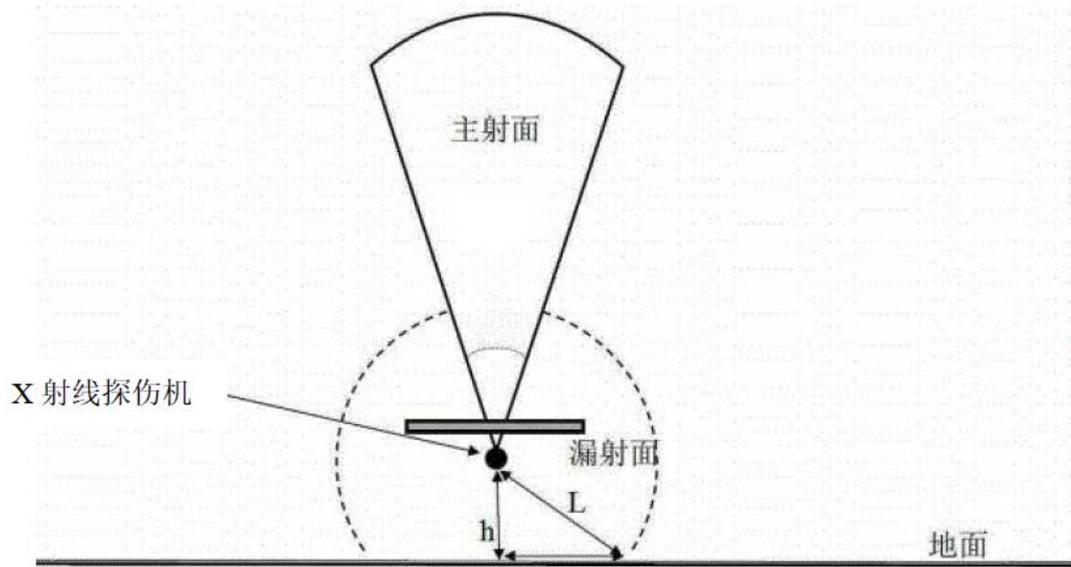


图 11-2 耐张线夹探伤作业射线照射方向示意图

### (1) X 射线辐射影响估算公式

根据《辐射防护导论》（方杰主编，P69，式 3.1），在距靶  $r$  (m) 处由 X 射线探伤机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率  $\dot{K}_a$  可以近似按下式计算：

$$\dot{K}_a = I \cdot \delta_x \cdot (r_0/r)^2 \cdot \eta \dots\dots\dots (1)$$

式中： $\dot{K}_a$ —空气比释动能率，mGy/min，控制区取  $15 \mu\text{Sv/h}$ ，监督区取  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

$I$ —X 射线机管电流，mA，本项目  $I = 1\text{mA}$ ；

$\delta_x$ —X 射线机的发射率常数， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，300kV 可依据《辐射防护导论》附图 4 查得为 15；

$r_0$ —取 1m；

$r$ —参考点距离 X 射线机靶的距离，m；

$\eta$ —透射比，通过查阅《辐射防护手册 第三分册》P63 表 3.4 可知，在 300kV 探伤条件下，30mm 钢的铅当量约为 3.29mmPb，再通过查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的图 B.1 可知，主射线方向使用 3mm 铅板进行遮挡后透射比约为 0.005。

### (2) X 射线探伤机主射束方向辐射影响

南京卓实电气有限责任公司拟购 2 台移动式 X 射线探伤机：①ZSXJ-120 探伤机管电压为 120kV、最大管电流为 1mA；②ZSXJ-300 探伤机管电压为 300kV、最大管电流为 1mA。

根据公司预计在最大管电压 300kV 下探伤铁板厚度一般为 20-30mm。假设探伤机满功率运转，探伤钢构件厚度为 30mm，主射线方向使用 3mm 铅板进行遮挡，将相关参数代入公式（1），可以估算出射线经探伤工件后，控制区和监督区的边界范围（表 11-1）。

表 11-1 主射束方向控制区与监督区边界范围核算结果

探伤机型号	探伤工件	控制区 (m)	监督区 (m)
ZSXJ-300 移动式 X 射线探伤机②	30mm 钢构件	18	43

**(3) 非有用射束方向辐射影响**

**漏射线：**根据《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008），全防护 X 射线机在距其防护外壳外表面 0.1m 处用防护级剂量仪测量得到的漏射线比释动能率应不大于 7.5 μGy/h。将相关参数代入公式（2），可以估算出射线经探伤工件后，控制区和监督区的边界范围（表 11-2）

$$K=K_0 \cdot R_0^2/R_1^2 \dots\dots\dots (2)$$

式中 K：距探伤机表面 R 处的空气比释动能率，μGy/h；

K<sub>0</sub>—距离探伤机表面 1m 处的空气比释动能率，μGy/h，本项目 2 台定向探伤机最大额定管电压为 300kV，最大管电流均为 1mA。根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），X 射线装置在额定工作条件下，当 X 射线机管电压>200kV 时，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率<5mGy/h；

R<sub>0</sub>—探伤机表面外 1m；

R<sub>1</sub>—参考点距探伤机表面的距离，m。

表 11-2 漏射辐射控制区与监督区边界范围核算结果

探伤机型号	控制区 (m)	监督区 (m)
ZSXJ-300 移动式 X 射线探伤机②	19	45

**散射线：**本项目探伤机工作时，X 射线一般只有经 1 次散射后即到达外面时才

对周围环境影响较大。

假设主射线束 X 射线经一次散射后到达外部，散射线可根据《辐射防护导论》（方杰主编，P185，式 6.6）及推导公式计算：

$$\eta_{rR} \leq k \frac{H_{L,h} \cdot r_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} \alpha_\gamma a q} \dots\dots\dots (3)$$

从上式可以导出：

$$H_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot \alpha_\gamma \cdot a}{r_i^2 \cdot r_R^2 \cdot k} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$H_{L,h}$  为参考点处 X 辐射剂量率 (Sv/h)，控制区边界处  $H_{L,h} = 15 \times 10^{-6}$  Sv/h；  
 监督区边界处  $2.5 \times 10^{-6}$  Sv/h；

$F_{j0}$  为辐射源处辐射水平 ( $Gy \cdot m^2 \cdot min^{-1}$ )，

300kV 时  $F_{j0} = I \cdot \delta_x = 15mGy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1} \times 1mA = 0.015Gy \cdot m^2 \cdot min^{-1}$ ；

$\alpha_\gamma$  为反射物的反射系数，0.03；

$a$  为 X 射线束在反射物上的投照面积 ( $m^2$ )，本项目取 0.42；

$r_i$  为辐射源同反射点之间的距离 (m)，本项目取 1m；

$r_R$  为反射点到参考点的距离 (m)；

$k$  为单位换算系数，对于 X 射线源为  $1.67 \times 10^{-2}$ 。

根据公式 (4)，可以估算出一次散射的 X 射线影响范围 (表 11-3)。

表 11-3 散射辐射监督区边界范围核算结果

探伤机型号	控制区 (m)	监督区 (m)
ZSXJ-300 移动式 X 射线探伤机②	28	68

从理论计算结果可以看出，本项目移动式 X 射线探伤机满功率开机条件下现场探伤，探伤钢板厚度为 30mm，控制区范围最大约为 28m，监督区最大约为 68m。

上述理论计算结果仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。

实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平改变。公司在进行移动 X 射线探伤过程中应注意加强对控制区和监督区的管理和控制，对 X 射线探伤机附加一定的防护装置如集光筒、活动防护罩、防护挡板、限束板等或采取其他防护措施，限制射线束中的无用射线，减小散射面积，减少散射量，屏蔽漏射线，降低探伤作业现场周围的辐射水平，从而缩小控制区和监督区的范围。

因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求，在第一次探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区边界；在试运行或第一次探伤期间，借助环境辐射巡测仪进行检测或修正，将空气比释动能率在 15  $\mu$  Sv/h 以上的范围内划为控制区，控制区边界外空气比释动能率在 2.5  $\mu$  Sv/h 以上的范围内划为监督区。

当探伤场地不能满足要求时，应在主射线、漏射线、散射线方向增加一定的防护装置如铅防护挡板、限束板等或采取其他防护措施以缩小控制区和监督区的范围。

## 二、保护目标剂量评价

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式来估算，估算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots (5)$$

上式中：H—年剂量， $\mu$  Sv/年；

$\dot{H}$ —参考点处剂量率， $\mu$  Sv/h；

U—使用因子；

T—居留因子；

t—年照射时间，（h/年）。

南京卓实电气有限责任公司本项目配备 4 名辐射工作人员，公司移动探伤预计每年每名移动探伤工作人员开展 X 射线探伤时间最大为 300 h，探伤人员在控制区边界外进行作业，剂量当量率不超过 15  $\mu$  Sv/h，居留因子取 1，则其年有效剂量最大为 4.50mSv。公众按照 X 射线移动探伤监督区边界 2.5  $\mu$  Sv/h 剂量当量率估算，时间取 300 小时，居留因子取 1/16，则公众年有效剂量最大为 0.05mSv。

由上述理论估算结果可知，公司在做好安全防护措施的情况下，本项目运行后工

作人员和公众年累积受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标中对工作人员和公众剂量约束值要求（职业人员年剂量限值为 5mSv，公众成员年剂量为 0.25mSv）。

南京卓实电气有限责任公司拟对辐射工作人员开展个人剂量监测，公司应根据每季度个人剂量监测报告，合理安排辐射工作人员岗位，确保辐射工作人员剂量满足剂量约束值要求。如有剂量超标，应及时查找原因，及时调整辐射工作人员岗位，并上报环保主管部门备案。

## 事故影响分析

### 1、辐射事故分析

X 射线装置只有在开机检测时才产生 X 射线，因此，X 射线检测事故多为开机误照射事故，主要有：

（1）现场探伤时，X 射线探伤前清场不完全或在探伤过程中，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，使其受到超剂量的外照射；

（2）现场探伤时，探伤现场选择及现场控制区、监督区划分不合理，检测过程中未对两区边界辐射水平进行检测，对工作人员和现场周围公众造成外照射；

（3）现场探伤时，探伤人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和现场周围公众造成外照射。

（4）机器调试、检修时误照。装置在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

### 2、辐射事故处置方法及预防措施

本项目拟使用的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，根据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》之规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

（1）发现异常立即切断电源，确保 X 射线机停止出束，并检查排除异常，并做好记录；

（2）立即向单位领导汇报，同时控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂

量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

南京卓实电气有限责任公司应加强对射线装置及相关工作人员的管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，在装置开机前确认探伤现场无误留人员，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地环境保护（12369）和公安部门（110）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行政部门（12320）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

本项目拟增设的 2 台 ZSXJ 系列移动式 X 射线探伤机，均属 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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员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。

南京卓实电气有限责任公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟为项目配备 4 名辐射工作人员，辐射工作人员在正式上岗前须参加辐射安全与防护培训，考核合格方能上岗。辐射培训证书到期人员还应及时参加四年一次的复训。

### 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）的有关要求，使用射线装置的单位要“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”。目前南京卓实电气有限责任公司尚未制定有关制度，建议根据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：**明确探伤工作人员的资质条件要求、探伤的操作流程、射线机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。

**（2）岗位职责：**明确管理人员、探伤工作人员、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：**根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责实时 X 射线探伤项目防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

**（4）设备维修制度：**完善设备检修维护制度，明确本项目探伤机、监测仪器、警示灯在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有

效地运转。重点是剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

**(5) 台账管理制度：**对射线装置使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，对射线装置进出进行严格管理。

**(6) 人员培训计划和健康管理制**度：企业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，培训有效期 4 年。人员在体检合格、培训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。对于辐射工作人员接受的剂量值超过 5mSv/a 个人剂量约束值的，需立即查明原因，采取改进措施，并根据要求上报发证的环境保护主管部门。

**(8) 辐射事故应急措施：**针对 X 射线探伤作业可能产生的辐射污染情况完善事故应急措施，依据《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 号文）的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在 1 小时内向当地生态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。

公司应尽快制定相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

## 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）等要求，使用 II 类射线装置的单位应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。本项目配备 4 名辐射工作人员，南京卓实电气有限责任公司拟根据辐射管理要求，配备辐射巡测仪 2 台、具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪 4 台（编号、专人专戴）用于辐射防护监测，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

(1) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并拟委托有资质的单位定期（周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月）进行检测。

(2) 辐射工作人员开展个人剂量检测，并定期组织职业健康体检，建立辐射工

作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

(3) 对每次工作现场控制区和监督区边界辐射水平进行巡测或连续性监测，并记录存档。

(4) 确保探伤现场每名辐射工作人员均配备 1 台具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪（编号、专人专戴）。

南京卓实电气有限责任公司须根据上述监测计划，明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报环境保护行政主管部门。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号），使用射线装置的单位，应当对本单位的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。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

## 辐射事故应急

依据《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 号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）及《江苏省辐射污染防治条例》等相关规定，南京卓实电气有限责任公司拟设置以法人代表为组长的辐射事故应急小组，并制定《辐射事故应急方案》，根据本项目可能产生的辐射事故情况完善辐射事故应急预案，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- (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。

南京卓实电气有限责任公司在今后工作中应定期组织应急人员进行应急演练。

在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并根据要求在 1 小时内向当地环境保护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》。事故发生后公司应积极配合生态环境保护部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

**表 13 结论与建议**

**结论**

**1) 实践正当性**

南京卓实电气有限责任公司根据公司发展，因输电线路塔上耐张线夹、电缆和 GIS（气体绝缘全封闭组合电器）无损检测需要，拟新增加 2 台移动式 X 射线探伤机开展探伤项目，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

**2) 选址合理性**

南京卓实电气有限责任公司位于江苏省南京市秦淮区永智路 5 号 A 座，公司东侧为空地，南侧为紫丹路，路对面是中设设计集团，西侧为永智路，北侧为秦淮科创集团大厦 B 座。

公司拟把南京市秦淮区永智路 5 号 A 座 406-1 专用仓库作为本项目 X 射线探伤机存储场所，用于单独存放 X 射线探伤机及警戒线（绳）、警告牌、防护铅板等项目相关辐射安全防护设施。公司拟开展移动 X 射线探伤，公司承接的项目一般位于委托公司的电网系统高压输电线路以及变电站、降压站。公司在实施现场探伤之前，拟对工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间等进行全面的评估，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。现场探伤时，工作人员利用辐射剂量巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于  $15 \mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为控制区，控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌；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。探伤人员穿戴好工作服、工作鞋及安全帽，佩戴个人剂量报警仪（编号、专人专戴），探伤机操作人员延时开机后退至控制区外操作。该布局基本满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中现场探伤分区设置要求。

**3) 辐射环境现状评价**

南京卓实电气有限责任公司仅在电网系统变电站、降压站以及高压输电线路进行移动探伤检测工作，公司仓库内严禁使用、调试探伤机，项目运营过程中对公司办公场所及仓库周围环境无辐射影响，故本项目未进行环境辐射水平现状检测。

#### 4) 保护目标剂量

根据理论计算结果，本项目运行后辐射工作人员和周围公众成员年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

#### 5) 辐射安全措施评价

本项目在进行移动 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）要求根据现场特点设置控制区和监督区。X 射线移动探伤在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，在监督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、必要时派专人警戒，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。移动探伤拟配置有明显的区别提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁；在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。探伤期间通过辐射剂量巡测对边界进行检测或修正，确信场内无其他人员后开始探伤。

公司辐射工作人员拟参加辐射安全与防护培训，考核合格后方可正式上岗。

公司在项目运行前拟为本项目配置 2 台辐射剂量巡测仪和 4 台具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪（编号、专人专戴），符合移动探伤监测设备的配备要求。现场探伤工作人员均拟佩戴个人剂量报警仪，其移动探伤现场防护措施能够满足要求。公司定期对工作人员进行个人剂量监测和职业健康体检，并建立工作人员剂量档案和职业健康监护档案。

建立射线装置使用台账，每次使用探伤机进行记录。

#### 6) 辐射管理措施和管理制度评价

公司须尽快设立辐射安全管理小组，制定、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、辐射事故应急措施等辐射安全管理制度。

综上所述，南京卓实电气有限责任公司新建移动式 X 射线探伤项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

## 建议和承诺

1) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 应定期或不定期针对射线装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保设备的正常，及时排除事故隐患。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章

年 月 日

审批意见

经办人

公章

年 月 日