

核技术利用建设项目

西安西拓电气股份有限公司

X 射线移动式探伤核技术利用项目

环境影响报告表

西安西拓电气股份有限公司

2020 年 12 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

西安西拓电气股份有限公司

X 射线移动式探伤核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：西安西拓电气股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：西安市高新区天谷八路 156 号 6 幢

邮政编码：710065

联系人：李彩琴

电子邮箱：licaiqin@si-top.com

联系电话：15667027557

表 1 项目基本情况

建设项目名称		西安西拓电气股份有限公司 X 射线移动式探伤核技术利用项目			
建设单位		西安西拓电气股份有限公司			
法人代表	赵新	联系人	李彩琴	电话	15667027557
注册地址		西安市高新区天谷八路 156 号 6 幢			
项目建设地点		陕西省西安市境内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	50	环保投资 (万元)	6.2	投资比例	12.4%
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		
	其他	/			
<p>一、项目概述</p> <p>1、建设单位简介</p> <p>西安西拓电气股份有限公司成立于 2006 年，专注于智慧用电服务领域相关技术的研究和应用。该公司主要提供电力咨询设计、检测试验、在线监测、智能运维管理等深度菜单式服务，并逐步开展综合能源服务领域的探索，满足用户多元化、个性化的能源服务需求。西拓电气公司产品及服务已广泛应用于国家电网、南方电网、五大发电集团以及各类大中型工业用户及配网终端用户。</p> <p>西安西拓电气股份有限公司始终坚持“以人为本、服务为先”的理念，2014 年认定为国家级高新技术企业，2016 年被评为西安市科技小巨人领军企业，2017 年挂</p>					

牌国网电科院武汉南瑞运检西北分中心，2019 获批设立西安市用户侧电力智能运维工程技术研究中心、陕西省博士后创新基地。

西安西拓电气股份有限公司位于西安市高新区天谷八路 156 号 6 幢，该公司地理位置与交通图见图 1-1。

西安市地图

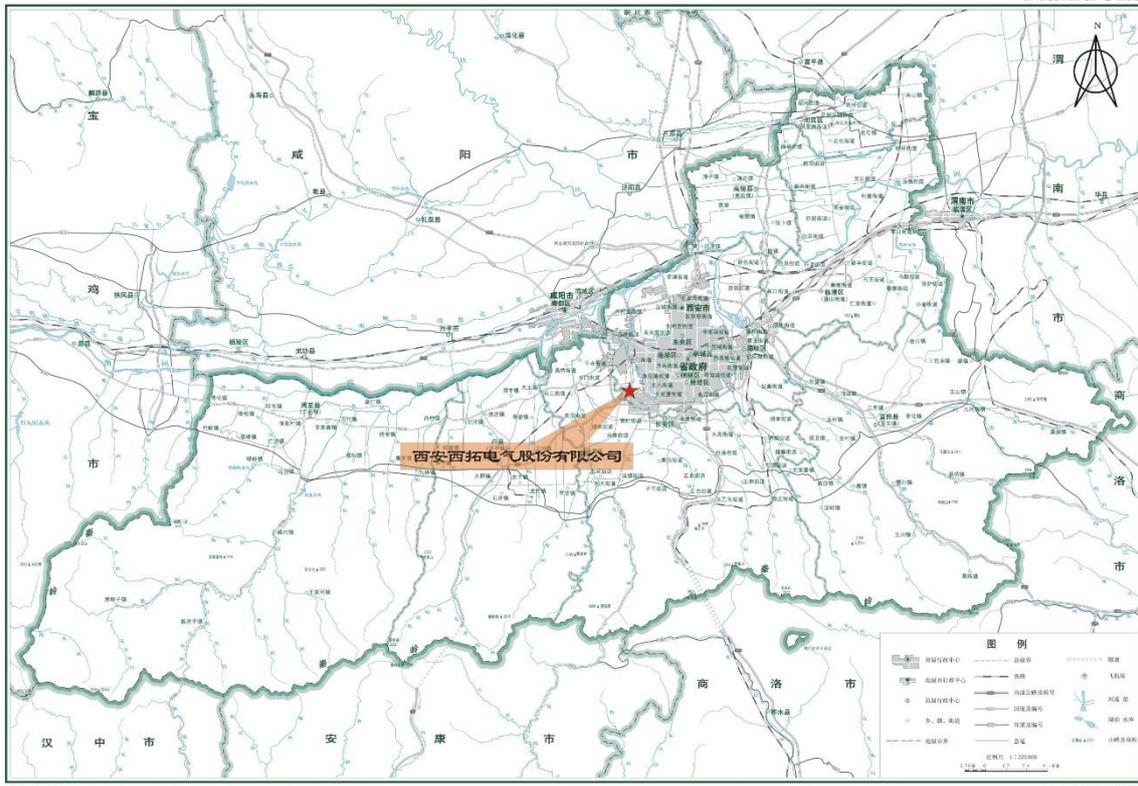


图 1-1 西安西拓电气股份有限公司地理位置图

2、项目由来

西安西拓电气股份有限公司因业务需要，满足高压输电线路、变电系统 GIS 设备、工业领域管道无损探伤的市场需求，新购置现场探伤设备，为其他有需求的企业提供移动式无损检测服务。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 682 号），西安西拓电气股份有限公司 X 射线移动式探伤核技术利用项目应进行环境影响评价；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令 第 44 号）及其修改单中“五十、核与辐射”、“191、核技术利用建设项目”中“制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素

示踪试验的”，应编制环境影响报告表。本项目拟使用 2 台 X 射线探伤机开展移动式探伤业务，根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 第 66 号），本项目使用的 X 射线探伤机属于“工业用 X 射线探伤装置”，为 II 类射线装置，应编制环境影响报告表。

西安西拓电气股份有限公司于 2020 年 11 月委托我公司对其 X 射线移动式探伤核技术利用项目进行环境影响评价（委托书见附件）。接受委托后，我公司组织有关技术人员对该单位进行了实地踏勘、资料收集等工作，按照《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》（HJ 10.1-2016）的基本要求，编制了《西安西拓电气股份有限公司 X 射线移动式探伤核技术利用项目环境影响报告表》。

二、建设项目概况

1、项目名称及位置

- (1) 项目名称：西安西拓电气股份有限公司 X 射线移动式探伤核技术利用项目
- (2) 公司位置：西安市高新区天谷八路 156 号 6 幢，单位地理位置见图 1-1。
- (3) 项目场所位置：陕西省内各需要做 X 射线无损检测的场地。

2、项目建设规模

西安西拓电气股份有限公司拟使用 2 台 CP160B 型 X 射线探伤机用于变电系统 GIS 设备、输电线路、工业领域管道的无损检测。CP160B 型 X 射线探伤机采用实时成像系统。

根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 第 66 号），本项目使用的 X 射线探伤机属于“工业用 X 射线探伤装置”，本次拟使用 X 射线探伤机为 II 类射线装置，其设备、电流、电压等技术参数见表 1-1。

表 1-1 本项目拟使用 X 射线探伤机技术参数一览表

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	类型
1	X 射线探伤机	II	2 台	CP160B	160	0.3	定向

3、工业制度及劳动定员

根据西安西拓电气股份有限公司提供的资料，该公司工业 X 射线探伤分 2 个探伤小组进行；每个探伤小组拟年拍摄数量约为 1000 次，每天最多拍摄 20 次，每次拍摄的透照时间为 3min，则每个探伤小组年工作时间为 50h。

西安西拓电气股份有限公司拟使用 2 台 X 射线探伤机，共配备 4 名职业人员，分 2 个作业小组进行（每个小组 2 人），各作业小组互不影响。鉴于 2 台 X 射线探伤机使用情况的不确定性，但考虑 X 射线照射对职业人员身体健康产生影响，西安西拓电气股份有限公司将根据工作总量情况平均分配给 2 个探伤小组开展无损检测业务。

三、产业政策符合性

本项目利用 X 射线对物体/工件进行无损探伤，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的“鼓励类”、“三十一、科技服务业”中“1、工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务、科技普及”项目，符合国家产业政策。

四、实践正当性

本项目在进行工业 X 射线移动探伤过程中对工作人员及周围环境造成一定的辐射影响。建设单位在开展 X 射线移动探伤过程中对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，该项目对周围环境和人员产生辐射影响可以控制在相关标准允许范围之内。西安西拓电气股份有限公司使用 2 台 X 射线探伤机是为有需求对变电系统 GIS 设备、输电线路、工业领域管道等进行无损检测的单位提供无损检测服务，该项目的开展所带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的“实践的正当性”原则。

五、评价目的

(1) 对该项目工业 X 射线移动探伤过程中的辐射环境影响进行分析，得出采取的辐射安全防护措施能否达到防护要求，环境影响是否可接受的结论；

(2) 针对该项目运行中对周围环境可能产生的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) 满足国家和地方环境保护部门对该项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

表 2 放射源

序号	核素名称	活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式及地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：密封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	贮存方式及地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（GB18871-2002）。

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

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、分析仪等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II	2 台	CP160B	160	0.3	工业探伤	探伤现场	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (mA)	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 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
O ₃ NO _x	气态	/	/	少量	少量	/	/	大气环境
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固态为 mg/kg，气态单位为 mg/kg；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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修订），2018 年 12 月 29 日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》及其修改单；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》国务院 449 号令，2005 年 12 月 1 日起实施，国务院令 709 号修订，2019 年 3 月 2 日起实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及修改单，环保部令第 47 号，2017 年 12 月 20 日修改；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(9) 《射线装置分类》，环境保护部 国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 第 66 号，2017 年 12 月 6 日；</p> <p>(10) 《关于进一步加强流动放射性同位素和射线装置应用监督管理工作的通知》，陕环函〔2012〕681 号；</p> <p>(11) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019 年 7 月 31 日修正）；</p> <p>(12) 《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》，陕环办发〔2018〕29 号。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；</p> <p>(4) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）。</p>
其他	<p>(1) 环境影响评价委托书（附件 1）；</p> <p>(2) 建设单位提供的其他支持性文件。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目的辐射环境污染为能量流污染，根据其能量流的传播与距离相关的特性，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的中规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，本项目射线装置的移动式探伤，探伤地点主要为工程探伤现场，一般无实体边界；根据“环境影响分析”章节计算结果，无屏蔽状态下监督区边界距离 31.6~253m，工件屏蔽状态下监督区边界距离 44m，故确定评价范围为移动探伤时射线装置至监督区边界区域且评价范围不低于 100m。

保护目标

本项目环境保护目标主要为西安西拓电气股份有限公司从事现场探伤的操作人员，现场探伤周围活动其他公众人员，其所接受的年附加有效剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求和本次评价提出的剂量约束值。

西安西拓电气股份有限公司拟为本项目新配备 4 名辐射工作人员；本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

序号	保护对象	人数	相对方位	距射线装置距离 (m)	保护内容	剂量约束值
1	X 射线探伤机操作人员	1×2	/	控制区边界	年有效剂量	5mSv/a
2	安全员	1×2	/	控制区边界~监督区边界		5mSv/a
3	探伤现场其他工作人员及公众	临时路过，没有固定人群	/	>监督区边界		0.25mSv/a

注：每次开展现场探伤时，仅使用 1 台 X 射线探伤机，每台配备 2 名工作人员（1 名为操作人员，1 名为安全员）

评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

1、标准相关内容

11.4.3.2 剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30%的范围之内。

标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平：

B1.1.1.1 条规定：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：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

B1.2.1 规定：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算值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

2、环评要求年受照剂量约束值

综合考虑西安西拓电气股份有限公司核技术利用项目的现状，并着眼于长期发展，为其它辐射设施和实践活动留有余地，本次评估分别对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别进行了设定：

(1) 取职业照射年有效剂量限值的 1/4，作为放射性工作人员的年受照剂量约束值，即 5mSv/a；

(2) 取公众年有效剂量限值的 1/4，作为公众的年受照剂量约束值，即 0.25mSv/a。

二、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）相关内容

本标准规定了工业 X 射线探伤装置和探伤作业场所及有关人员的放射卫生防护要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置（以下简称 X 射线装置）的生产和使用。

5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

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

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

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

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—— 5mSv 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。

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

5.1.8 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能减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）。

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灯，避免造成混淆。委托方应给予探伤工人充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

5.3 X 射线现场探伤作业安全警告信息

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

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 在控制区的所有边界都应能清楚的听见或看见“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 射线管头组装体至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 控制区的范围内清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

5.5.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

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

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

6 放射防护检测

6.1 检测的一般要求

6.1.1 检测计划

运营单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

6.1.2 检测仪器

用于 X 射线探伤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。

6.1.3 检测条件

检测应在 X 射线探伤装置的限束装置开至最大，额定管电压、管电流照射的条件下进行。

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以接受的。

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

环境质量和辐射现状

一、单位地理位置和项目场所位置

(1) 单位地理位置

西安西拓电气股份有限公司位于西安市高新区天谷八路 156 号 6 幢，单位地理位置见图 1-1。

(2) 项目场所位置

西安西拓电气股份有限公司拟在陕西省西安市境内开展工业 X 射线移动探伤业务，项目场所位置为陕西省内各需要做 X 射线无损检测的场地，主要为变电系统 GIS 设备、输电线路、工业领域管道进行无损检测，属流动式作业，不在某一场所长期作业。

二、环境质量和辐射现状

本项目为射线装置移动探伤项目，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气的影响很小，不会对水环境、声环境产生影响。由于本项目不涉及固定探伤室的建设，且的射线装置移动探伤项目为流动式作业，不在某一场所长期作业，故本次评价未开展辐射环境现状监测。

根据《2020 年二季度陕西省辐射环境质量》，2020 年二季度，我省 5 个辐射环境自动监测站（陕西环保大厦、西安市标准型自动站、汉中市基本型自动站、延安市基本型自动站、宝鸡市基本型自动站）的空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，处于本底涨落范围内，监测结果为 70.2~97.5nGy/h；2020 年二季度，我省陆地监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率处于本底涨落范围内，累积剂量监测结果为 79.3~128.3nGy/h。

根据《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护，第 14 卷第 4 期，1994 年 7 月），陕西省室内 X- γ 辐射剂量率为 56.0~169.0nGy/h，平均值为 98.0nGy/h；原野 X- γ 辐射剂量率为 25.0~150.0nGy/h，平均值为 61.0nGy/h；道路 X- γ 辐射剂量率为 20.0~160.0nGy/h，平均值为 63.0nGy/h。

可见，陕西省的辐射环境本底值处于正常水平，辐射环境现状良好。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工程设备与源项

1、现场探伤设备

本项目涉及 2 台 X 射线探伤机，主要用于移动探伤无损检测，CP160B 型 X 射线探伤机采用实时成像系统。

设备信息、型号、参数等技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目使用 X 射线探伤机主要技术参数表

设备名称	设备型号	类型	数量	电压 (kV)	电流 (mA)	工作场所
X 射线探伤机	CP160B	定向	2 台	160	0.3	移动探伤作业现场
备注		II 类射线装置				

根据《射线装置分类》（公告 2017 第 66 号），工业用 X 射线探伤装置（工业用 X 射线探伤装置分为自屏蔽式 X 射线探伤装置和其他工业用 X 射线探伤装置，后者包括固定式 X 射线探伤系统、便携式 X 射线探伤机、移动式 X 射线探伤装置和 X 射线照相机等利用 X 射线进行无损探伤检测的装置）属于 II 类射线装置。因此西安西拓电气股份有限公司使用的工业 X 射线探伤机均属于 II 类射线装置，II 类射线装置为中危险射线装置，事故时可以使受照人员产生较严重放射损伤，大剂量照射甚至导致死亡。

2、探伤工况

根据西安西拓电气股份有限公司提供的资料，其配备 CP160B 型 X 射线探伤机主要为有需求对变电系统 GIS 设备、输电线路、工业领域管道等进行无损检测的单位提供无损检测服务。

X 射线探伤机在管电压在 160kV~250kV 的工况下主要用于检测壁厚 20mm~30mm 的罐体或管件。西安西拓电气股份有限公司拟新增使用 2 台 X 射线探伤机，分 2 个作业小组进行（每个小组 2 人），各作业小组互不影响。每个探伤小组拟年拍摄数量约为 1000 次，每天最多拍摄 20 次，每次拍摄的透照时间为 3min，则每个探伤小组年工作时间为 50h。鉴于 2 台 X 射线探伤机使用情况的不确定性，但考虑 X 射线照射对职业人员身体健康产生影响，西安西拓电气股份有限公司将根据工作总量情况平均分配给 2 个探伤小组开展无损检测业务。

二、X 射线探伤原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。

当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接射向嵌在金属阳极中的靶体，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度，这些高速电子轰击靶物质，与靶物质作用产生韧致辐射，释放出 X 射线，X 射线探伤所利用的就是其释放出的 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

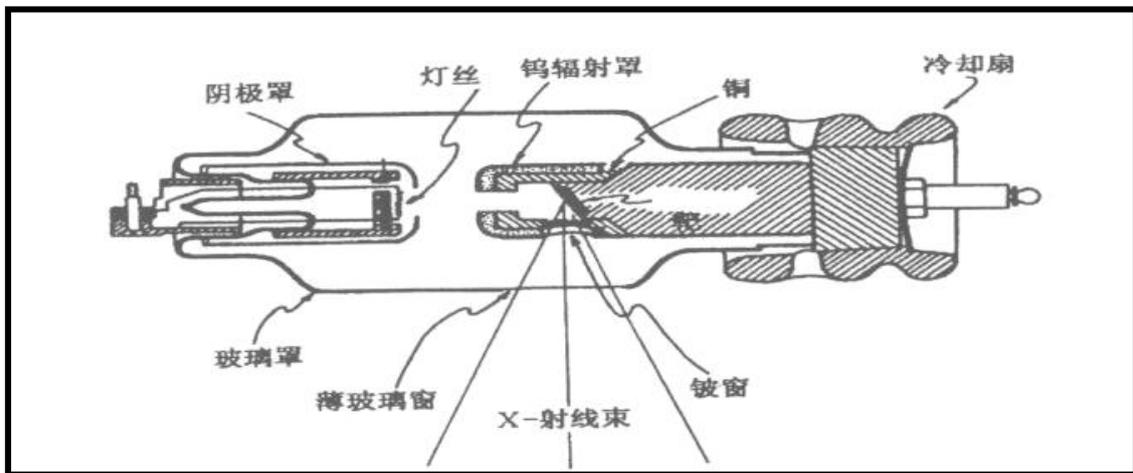


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的无损检测装置，它利用射线透过物体时，会发生吸收和散射这一特性，通过测量材料中因缺陷存在影响射线的吸收来探测缺陷的。

X 射线通过物质时，其强度逐渐减弱，X 射线还有个重要性质，就是能使感光材料感光，当 X 射线照射胶片或其他检测器时，与普通光线一样，能使胶片或其他检测器感光，接收射线越多的部位颜色越深，这个作用叫做射线的照相作用。根据底片或检测器上有缺陷部位与无缺陷部位的黑度图像不一样，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等。

根据探伤机出束方式不同探伤机分为定向和周向两种类型（图 9-2）。本项目采用的 CP160B 型 X 射线探伤机为定向式。

CP160B 型 X 射线探伤机外形见图 9-3。

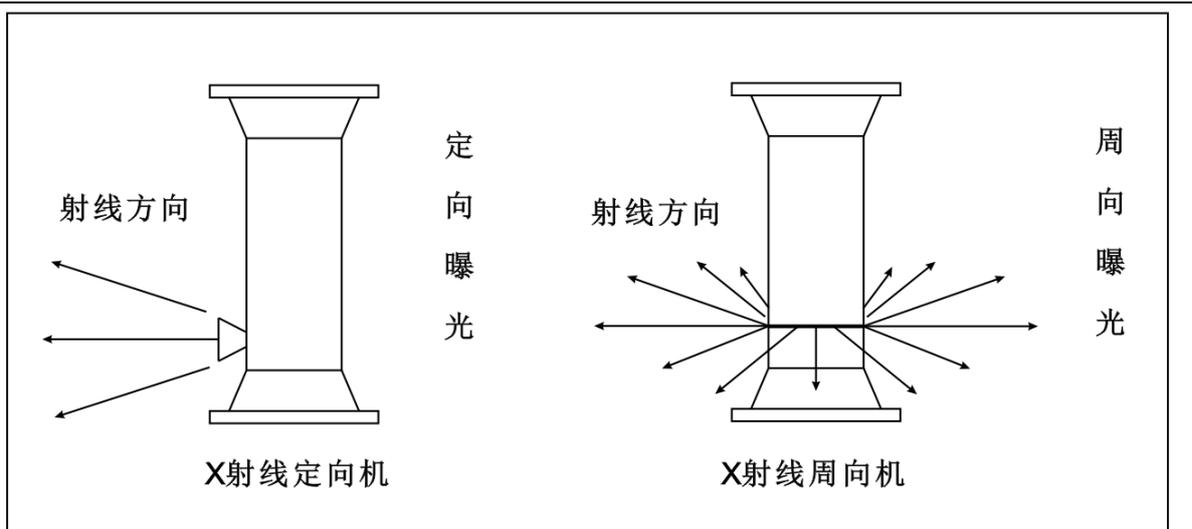


图 9-2 两种类型的探伤机



图 9-3 本项目 X 射线探伤机外形示意图

三、X 射线移动式探伤工艺流程

(1) 西安西拓电气股份有限公司接受无损检测委托任务后，根据现场探伤具体场所及检测对象情况制定现场探伤计划书。计划书含本次现场探伤任务的人员安排、检测时间安排、检测人员职责及探伤现场辐射防护方案和辐射事故应急预案等内容。

(2) 西安西拓电气股份有限公司工作人员持计划书，根据设备出入库管理制度，与仪器设备管理员办理设备出入库台账登记，领取设备。

(3) 采用专用车辆将 X 射线探伤机运输至拟开展现场探伤的场地，并于现场探伤人员办理设备交接手续，由探伤小组的安全员负责看管。

(4) 在 X 射线探伤机入场前，西安西拓电气股份有限公司探伤工作人员对区域内的无关人员进行清场，穿戴铅防护服，做好准备工作。

(5) 摆放 X 射线探伤机位置，检查电源电压是否正常（220V），电源插头是否安全可靠，控制箱与电缆连接是否良好。控制箱可以直接放置地面上，如在上木箱搁置，应连接接地。检查安全示警范围是否有人停留，警报灯是否开启，防护措施是否安全，检查完毕后方能开机。

(6) 划定控制区和监督区

根据工件现场探伤的位置，初步划定控制区和监督区；连接控制器及电缆，进行试曝光，再次确定控制区和监督区边界并进行调整，确保控制区边界周围剂量当量率 $<15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率 $<2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”警示标志；在控制区边界还应放置“禁止进入 X 射线区”标牌，在监督区边界放置“无关人员禁止入内”标牌，警示无关人员不可误入作业现场。作业期间，安排 1 名工作人员（安全员）对控制区边界进行巡查，严禁未经许可人员进入。

(7) 探伤小组的操作人员开始无损检测作业，确定照射时间后，在操作位开机曝光（设置延时），然后迅速离开，并开始计时曝光。

(8) 达到预定的照射时间后，回到操作位关闭电源，完成一次探伤任务。改变曝光位置后，开始下一次无损检测作业。整个探伤过程工作人员应确保个人剂量报警仪处于工作状态。

(9) 作业结束后，西安西拓电气股份有限公司将 X 射线探伤机运回公司仪器室，并做好入库记录。

X 射线探伤机移动探伤工作流程见图 9-4。

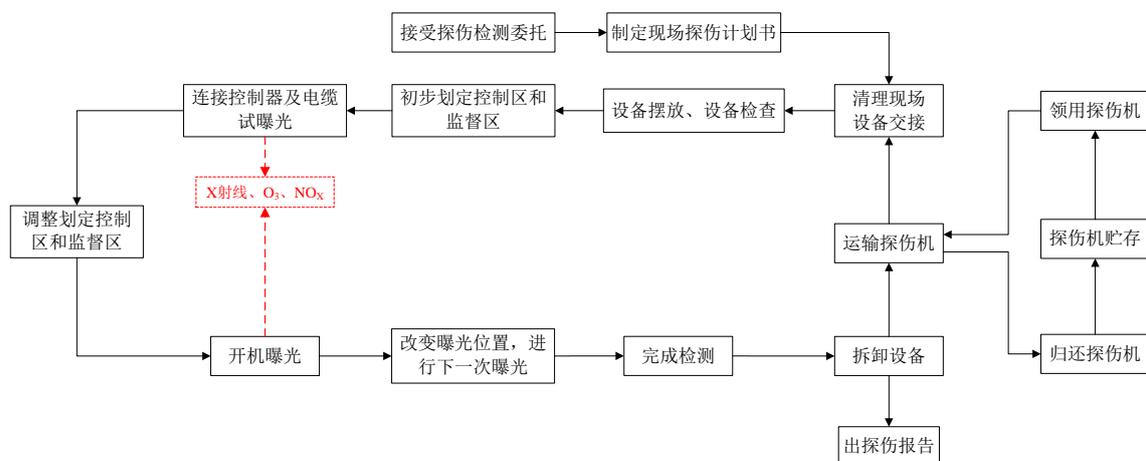


图 9-4 X 射线探伤机移动探伤工作流程示意图

污染源项描述

本次评价的工业 X 射线探伤机是利用 X 射线可以穿透物质的这一特点对工件进行无损检测，主要污染因子是 X 射线对周围环境产生的外照射；另外，X 射线能使空气电离，X 射线机运行时产生的 X 射线会使空气电离产生少量 O₃、NO_x。

1、X 射线

由 X 射线机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线机探伤机只有在开机并处于出射线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

根据本项目 X 射线移动探伤的工作流程，X 射线球管出束照射工件期间，它产生的 X 射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

(1) 有用线束：直接由 X 射线管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。探伤机射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关，靶物质原子序数、加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。

(2) 漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。

(3) 散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、射线接收装置、地面等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。

2、O₃ 和 NO_x

本次评价项目使用的工业 X 射线探伤机工作时的最大电压为 160kV，当电压为 0.6kV 以上时，X 射线能使空气电离，因此本次评价的 X 射线探伤机运行时产生的 X 射线会使空气电离产生少量 O₃、NO_x。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所及区域划分

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。本次环评中根据国际放射防护委员会第 103 号出版物对控制区和监督区的定义：

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

监督区：未被确定为控制区、通常不需采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

1、控制区、监督区的理论划分

根据《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015），X 射线探伤现场探伤作业时，应将周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划分为监督区。

由于实际现场探伤过程中，有用线束方向均有工件屏蔽，故根据“表 11 环境影响分析”计算结果，工件屏蔽条件下，有用线束方向控制区距离为 18m，监督区距离为 44m；无屏蔽条件下，非有用线束方向，泄漏辐射的控制区距离为 12.9m，监督区距离为 31.6m；无屏蔽条件下，非有用线束方向，散射辐射控制区距离为 14.6m，监督区距离为 35.8m。

2、实际探伤过程中控制区和监督区的划分

实际探伤时，由于探伤对象不同、工件厚度的变化，控制区和监督区边界随着现场情况的不同其距离也不同。一般的做法是：

- (1) 首先根据理论计算保守的设定控制区和监督区边界；
- (2) 然后保持操作人员与现场安全员联系畅通，在操作人员试曝光的情况下，现场安全员使用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，到 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 划定监督区边界，到 $15\mu\text{Sv/h}$ 划定控制区边界；

(3) 关机后，在探伤位置四周以该剂量的等剂量线为基础，确定控制区边界和监督区边界。探伤过程中，安全员使用便携式 X- γ 剂量率仪进行监督监测。

探伤作业期间，在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”警示标志；在控制区边界还应放置“禁止进入 X 射线区”标牌，在监督区边界放置“无关人员禁止入内”标牌，警示无关人员不可误入作业现场。设安全员对控制区边界进行巡逻，未经许可人员不得进入边界内，还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或者辐射束的方向发生改变时，如有必要需要调整控制区的边界。

二、拟采取的辐射安全防护措施

1、现场探伤时采取的辐射安全防护设施

(1) 开展 X 现场探伤工作的每台探伤机至少配备 2 名工作人员，公司应根据现场探伤工作情况配备足够的工作人员。

(2) 现场探伤的每台探伤机应至少配备 1 台 X- γ 便携式辐射检测仪。开始探伤工作之前，应对检测仪进行检查，确认检测仪能正常工作。

(3) X 现场探伤工作期间，X- γ 便携式辐射检测仪应一直处于开机状态。

(4) 放射性工作人员在现场探伤期间，应配备个人剂量计和个人剂量报警仪，且个人剂量报警仪不能替代 X- γ 便携式辐射检测仪。

2、移动探伤过程中应采取的辐射安全管理措施

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

① 将作业时被检物体周围的剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划分为控制区，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《工业 X 射线探伤卫生防护标准》（GBZ117-2015）的相关条款计算，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。

② 控制区的边界外、作业时周围剂量大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

(2) 现场探伤工作在多楼层的工厂或者工地实施时，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。

(3) 应尽量避免在人群密集区和居民区进行现场探伤，无法避免时，应划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外；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等。

(4) 探伤机控制台应设置在合适的位置或者设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

(5) 探伤现场应有“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其他报警信号有明显区别；警示信号指示装置应与探伤机联锁；在控制区所有边界都应能听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

(6) 控制区的方位应清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有无关人员进入控制区；如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排人员进行巡查。

(7) 现场探伤操作人员必须经过操作业务培训，熟练掌握操作方法后方可开展移动探伤工作。

3、其他辐射安全管理措施

根据《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（中华人民共和国环境保护部令第 3 号）、《突发环境事件信息报告办法》（中华人民共和国环境保护部令第 17 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号）的要求：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核”、“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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”等。

(1) 该单位为保证移动探伤辐射防护措施落实和射线装置操作的安全，保证操作人员的辐射剂量满足个人剂量限值的要求，应按照国家标准和法律法规的要求，完善相关管理制度。

(2) 根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年 第 57 号），本项目在建成运行前，西安西拓电气股份有限公司拟组织新从

事辐射活动的人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核后方可上岗。

(3) 放射性工作人员上岗前应先进行身体检查，体检合格后方可上岗，上岗后要根据国家标准的相关规定定期体检，建立健康档案；公司应为放射性工作人员配备个人剂量计，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测 1 次，做到定期送检，专人专戴，建立个人剂量档案。

(4) 每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关报送辐射环境年度评估报告。

4、异地作业登记

到省内其他设区的市行政区进行探伤作业时，建设单位应当根据《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修正）》中“第十七条 跨设区的市行政区转移使用放射性同位素和射线装置的单位，应当于活动实施前、结束后十日内，向转出地和转入地设区的市生态环境行政主管部门分别办理登记、注销手续”的规定，于活动实施前后向转出地和转入地设区的市生态环境行政主管部门分别办理登记、注销手续。

5、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号），对核技术利用单位辐射安全管理和辐射安全防护的标准化建设提出了要求，西安西拓电气股份有限公司对辐射安全管理进行标准化建设，详见表 10-1；评价要求，建设单位应按照文件要求对移动探伤场所进行标准化建设，详见表 10-2。

表 10-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容		管理要求
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作
		年初工作安排和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容
		明确涉辐部门和岗位的辐射安全职责
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责
		建立辐射环境安全管理档案
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录

直接从事放射工作的作业人员	岗前进行职业健康体检，结果无异常	
	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗	
	了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺	
	熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况后，能有效处理	
机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人	
制度建立与执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整	
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账	
	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案	
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案	
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）	
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案	
应急管理	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案	
	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练	
应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序。		

表 10-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（五）—辐射安全防护措施部分

项目			具体要求
工业 X 射线探伤	移动式探伤作业场所	标志及指示灯	控制区边界设置明显的警戒线和电离辐射警示标志，悬挂“禁止进入 X 射线区”警告牌。
			控制区边界设置提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。警示信号指示装置应与探伤机联锁。
			监督区边界和建筑物进出口的醒目位置设置电离辐射警示标志和悬挂清晰的“无关人员禁止入内”警告牌。
	辐射安全措施	探伤作业期间，应安排人员对控制区边界进行巡逻。	
		探伤作业期间，便携式辐射检测仪应一直处于开机状态。	
		作业前、结束后现场辐射水平的检测情况及结果记录。	
监测设备及个人防护用品			便携式辐射检测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅衣、铅手套等

西安西拓电气股份有限公司对照表 10-1 要求，应成立辐射安全管理领导小组和其他辐射安全管理规章制度、应急预案，即可以满足辐射安全管理相关要求。按照

表 10-2 要求，采取必要的辐射安全防护措施，并配备必要的监测设备和个人防护用品，制定监测计划并开展防护监测，按标准化建设要求规范开展移动探伤工作。

三废的治理

本项目不产生放射性废气、废水、固体废物；主要为 X 射线探伤机曝光时产生的 X 射线，使空气电离产生少量的 O₃ 和 NO_x。

本项目 X 射线探伤机曝光时产生的 X 射线，X 射线使空气电离产生少量的有害气体，主要为 O₃ 和 NO_x。由于移动探伤地点均为开阔的场所，扩散条件较好，经自然分解和稀释后，对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为探伤机流动式无损检测项目，现场探伤不建设专用探伤室，故不存在建构筑物建设和设备的安装过程，不存在建设阶段对外环境产生影响的环境因素。

运行阶段对环境的影响

本项目拟使用的 CP160B 型 X 射线探伤机采用实时成像系统。

一、X 射线探伤机运行过程环境影响预测

本项目为新建项目，本次评价采用理论预测的方式进行影响预测。

1、有用线束辐射剂量率估算

根据西安西拓电气股份有限公司提供的资料，本项目仅配备了定向式探伤机，故本项目未配备准直器。

(1) 有用线束屏蔽估算模式

① 关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_C 时，屏蔽设计所需的屏蔽投射因子 B 按公式 11-1 计算，然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度 X。

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

式中：B—屏蔽所需透射因子；

\dot{H}_C —剂量率控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R—为辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H_0 —距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。

② 在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H} 按公式 11-2 计算：

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

式中：I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 —距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。

B—屏蔽所需透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

③ 对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式 11-3 计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{（公式 11-3）}$$

式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度，mm；见附录 B 表 B.2。

根据《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015），X 射线探伤现场探伤作业时，应将周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区，周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的区域划分为监督区。

(2) 无屏蔽状态下有用线束方向辐射剂量率及控制区监督区边界距离估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），根据公式 11-1 和公式 11-2，无屏蔽状态有用束方向，控制区和监督区边界计算结果见表 11-1，关注点辐射剂量率计算结果见表 11-2。

表 11-1 无屏蔽状态下关注点辐射剂量率计算参数及控制区监督区边界计算结果

参数名称	X 射线探伤机 (CP160B)	备注
在最高管电压下的常用最大管电流 I (mA)	0.3	/
管电压 (kV)	160	/
距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量 H ₀ (μSv·m ² /mA·h)	8.9×6×10 ⁴	CP160B 型 X 射线探伤机固有过滤为 3.5mmAl，本次保守按固有过滤 3.0mmAl 查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.1 取 200kV 管电压下的输出量
屏蔽所需透射因子 B	1	无屏蔽状态，屏蔽因子为 1
控制区 (m)	103	周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域
监督区 (m)	253	周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的区域

表 11-2 无屏蔽状态下有用线束方向辐射剂量率

辐射剂量率 (μSv/h)	X 射线探伤机 (CP160B)
距离 (m)	
50	64.08
100	16.02
200	4.01
300	1.78
400	1.00

500	0.64
600	0.45
700	0.33
800	0.25
900	0.20
1000	0.16

(3) 工件屏蔽状态下有用线束方向辐射剂量率及控制区监督区边界距离估算

X 射线现场探伤时，被探工件厚度最薄为 3~4mm 钢，最厚为 50mm 钢，较多的为 8~30mm。X 射线探伤机在管电压大于 270kV~300kV 的工况下主要用于检测壁厚大于 40mm 的罐体或管件；250kV~270kV 的工况下主要用于检测壁厚 30mm~40mm 的罐体或管件；160kV~250kV 的工况下主要用于检测壁厚 20mm~30mm 的罐体或管件。本项目使用的 X 射线探伤机（CP160B）主要为变电系统 GIS 设备、输电线路、工业领域管道进行无损检测；本次评价管件壁厚取 20mm。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），在工件屏蔽状态下，关注点辐射剂量率计算参数见表 11-5；根据公式 11-1、公式 11-2 和公式 11-3，在工件屏蔽状态下有用线束方向，控制区和监督区边界计算结果见表 11-3，关注点辐射剂量率计算结果见表 11-4。

表 11-3 工件屏蔽状态下关注点辐射剂量率计算参数及控制区监督区边界计算结果

参数名称	X 射线探伤机 (CP160B)	备注
在最高管电压下的常用最大管电流 I (mA)	0.3	/
管电压 (kV)	160	/
距离辐射源点 (靶点) 1m 处的输出量 H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$8.9\times 6\times 10^4$	CP160B 型 X 射线探伤机固有过滤为 3.5mmAl，本次保守按固有过滤 3.0mmAl 查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.1 取 200kV 管电压下的输出量
工件厚度 (mm)	20	/
钢在不同电压时的铅当量 (mmPb)	1.6	参考《X 射线和 γ 射线防护手册》表 11.A 中 150kV 的铅当量取值
屏蔽所需透射因子 B	0.0299	采用差值法，利用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.2 计算得到什值层厚度后，根据公式 11-3 计算屏蔽透射因子
控制区 (m)	18	周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域
监督区 (m)	44	周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域

表 11-4 工件屏蔽状态下有用线束方向辐射剂量率

辐射剂量率 (μSv/h)	X 射线探伤机 (CP160B)
距离 (m)	
1	4796
5	192
10	48
20	12
30	5
40	3
50	2
100	0.5
200	0.1

2、非有用线束控制区与监督区边界估算

有工件条件下，非主射束方向主要考虑漏射线和散射线。

(1) 泄漏辐射屏蔽估算模式

关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_C 时，泄露辐射屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算：

$$B = \frac{\dot{H}_C \cdot R^2}{H_L} \dots\dots\dots \text{(公式 11-4)}$$

式中： \dot{H}_C —剂量率控制水平，μSv/h；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

H_L —距离辐射源点（靶点）1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率，μSv/h，其典型值见 GBZ/T 250-2014 中表 1。

B—屏蔽透射因子。

(2) 散射辐射屏蔽估算模式

关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_C 时，散射辐射屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算：

$$B = \frac{\dot{H}_C \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \dots\dots\dots \text{(公式 11-5)}$$

式中： H_C —剂量率控制水平，μSv/h；

R_s —散射体至关注点的距离，m；

R_0 —辐射源点至探伤工件的距离，m；

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H_0 —距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

F — R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α —散射因子，入射辐射被单位面积散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

B —屏蔽透射因子。

当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，X 射线管电压为 $200\text{kV}\sim 400\text{kV}$ 时， $R_0^2/F\cdot\alpha$ 因子的值为 50。

(3) 非有用线束的控制区与监督区的边界距离估算

根据《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015），X 射线探伤现场探伤作业时，应将周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划分为监督区。

由于工件与散射线、漏射线的方向基本不在一个方向，本次评价不考虑工件的屏蔽作用。

① 非有用线束方向**泄漏辐射**控制区和监督区边界距离估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）和公式 11-3、公式 11-4，无屏蔽状态下，非有用线束方向，泄漏辐射控制区和监督区边界距离估算结果见表 11-5。

表 11-5 无屏蔽状态下非有用线束泄漏辐射的控制区与监督区边界

参数名称	X 射线探伤机 (CP160B)	备注
X 射线管电压 (kV)	160	/
距离辐射源点（靶点）1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率 H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	2500	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 中 X 射线探伤机的泄漏辐射剂量率
屏蔽所需透射因子 B	1	无屏蔽状态，屏蔽因子为 1
控制区 (m)	12.9	周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域
监督区 (m)	31.6	周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域

② 非有用线束方向**散射辐射**控制区和监督区边界距离估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）和公式 11-3、公式 11-6，无屏蔽状态下，非有用线束方向，散射辐射控制区和监督区边界距离估算结果见表 11-6。

表 11-6 无屏蔽状态下非有用线束散射辐射的控制区与监督区边界

参数名称	X 射线探伤机 (CP160B)	备注
在最高管电压下的常用 最大管电流 I (mA)	0.3	/
管电压 (kV)	160	/
距离辐射源点 (靶点) 1m 处的输出量 H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$8.9\times 6\times 10^4$	CP160B 型 X 射线探伤机固有过滤为 3.5mmAl, 本次保守按固有过滤 3.0mmAl 查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 B.1 取 200kV 管电压下的输出量
屏蔽所需透射因子 B	1	无屏蔽状态, 屏蔽因子为 1
控制区 (m)	14.6	周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域
监督区 (m)	35.8	周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域

3、X 射线现场探伤环境影响分析

根据《工业X射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ117-2015), X射线探伤现场探伤作业时, 应将周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区, 周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划分为监督区; 在控制区边界和监督区边界剂量率控制目标分别为 $15\mu\text{Sv/h}$ 和 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。无屏蔽条件下, 有用线束方向控制区距离为103m, 监督区距离为253m; 无屏蔽条件下, 非有用线束方向, 泄漏辐射的控制区距离为12.9m, 监督区距离为31.6m; 无屏蔽条件下, 非有用线束方向, 散射辐射控制区距离为14.6m, 监督区距离为35.8m。工件屏蔽条件下, 有用线束方向控制区距离为18m, 监督区距离为44m。

探伤作业期间, 操作人员在控制区边界操作X射线探伤机, 安全员在控制区和监督区边界进行巡检。探伤作业期间, 在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”警示标志; 在控制区边界还应放置“禁止进入X射线区”标牌, 在监督区边界放置“无关人员禁止入内”标牌, 警示无关人员不可误入作业现场。在采取以上措施后, X射线探伤过程中, 对执业人员和周边环境的影响较小。

三、个人年附加有效剂量估算

1、X 射线探伤过程中操作人员年附加有效剂量估算

X 射线现场探伤需根据现场情况对探伤检测现场划分控制区和监督区, 控制区边界剂量率应不大于 $15\mu\text{Sv/h}$, 监督区边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 5.1.3 要求, 探伤作业人员在控制区边界外操作。安全员主要负责现场探伤过程中的 X 射线机的看管、控制区和监督区的划

分和警戒、对作业区边界上的实时剂量率进行巡测和安全巡视。探伤作业期间，安全员一直在控制区~监督区边界进行巡逻。

本项目 X 现场探伤拟配备 4 名职业人员，分 2 个探伤小组，每个探伤小组 2 人（1 名操作人员和 1 名安全员）。根据建设单位提供的资料，2 台 X 探伤机不在同一探伤现场同时使用，不存在 1 人操作多台探伤机情况。X 射线探伤机累计全年照射时间最大为 50h，鉴于 2 台 X 射线探伤机使用情况的不确定性，但考虑 X 射线照射对职业人员身体健康产生影响，西安西拓电气股份有限公司将根据工作总量情况平均分配给 2 个探伤小组开展无损检测业务。假设现场探伤过程中，仅由探伤小组中的 1 人（操作人员）单独完成 X 射线探伤机的操作，另 1 人（安全员）负责现场探伤过程中的安全巡查。操作人员和安全员与探伤机的最近距离均位于控制区外，控制区边界剂量率应不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 。则每个探伤小组职业人员年附加有效剂量最大值为 $15\mu\text{Sv/h}\times 50\text{h/a}\div 2=0.375\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射限值和本本次环评提出的年剂量约束值（5mSv）。

2、X 射线探伤过程公众的影响分析

一般情况下，2 台 X 探伤机不在同一探伤现场同时使用，单个场所仅进行 1 次现场探伤作业，每次作业基本 1 天可完成；每个探伤小组每天最多拍摄 20 次，每次拍摄的透照时间为 3min。本项目公众活动区域主要位于监督区外，监督区边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。则公众年附加有效剂量最大值为 $2.5\mu\text{Sv/h}\times 1\text{h/d}=0.0025\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射限值和本本次环评提出的年剂量约束值（0.25mSv）。可见，在现场探伤过程中，探伤机产生的 X 射线对公众的影响很小。

由于该单位在探伤前预先划定了控制区和监督区，在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”，在控制区边界还应放置“禁止进入 X 射线区”标牌，在监督区边界放置“无关人员禁止入内”标牌，警示无关人员不可误入作业现场；且现场探伤多为流动式作业，不会在同一位置长期作业，故一般情况探伤过程对公众的影响甚微。

四、大气环境影响分析

本项目探伤机工作时，X 射线探伤机产生的 X 射线使空气电离产生少量的有害气体，主要为 O₃ 和 NO_x。由于移动探伤地点均为开阔的场所，扩散条件较好，经自然分解和稀释后，对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

五、放射性废物影响分析

X 射线探伤机在工作过程中不产生放射性废气、放射性废水、固体废物。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）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，详见表 11-7。

表 11-7 辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射源同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以上（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾
一般辐射事故	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

本项目 X 射线探伤机属 II 类射线装置，可能发生射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射或急性重度放射病、局部器官残疾，属于较大辐射事故、一般辐射事故。

二、辐射事故识别

本项目的环境风险因子为 X 射线，危害因素为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

(1) 探伤工作过程中，探伤机定时开机功能故障，工作人员还未撤离即曝光，对工作人员造成额外照射；

(2) 操作人员不遵守操作规程，违规操作，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

(3) X 射线机被盗，使 X 射线机使用不当，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

三、辐射事故影响分析

1、误照射事故影响分析

当 X 射线探伤工作过程中，探伤机定时开机功能故障，工作人员还未撤离即曝光，对工作人员造成误照射；或有无关人员误闯入监督区，此时会对该人员造成误照射。应当定期检查、维修设备，并加强探伤过程中的巡查，尽量避免误照射的发生。

2、X 射线探伤机丢失事故影响分析

由于公众对于射线装置认识不足，可能存在 X 射线探伤机被拾取或偷盗后接通电源，造成公众超剂量辐射事故。应加强对 X 射线机在贮存、使用现场的管理，防止发生射线机的被盗、丢失情况的发生。

四、风险防范措施

由于本项目存在发生事故的风险，所以必须制定相应的风险防范措施：

(1) 现场探伤作业时，先进行清场，并对工作现场进行分区管理，在相应边界设置警示标识。控制区边界悬挂“禁止进入X射线区”警告牌，监督区边界设置“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设置专人警戒巡逻。

(2) 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等，防止无关人员误闯入控制区或监督区而造成误照射。

(3) 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，防止对公众造成误照射。

(4) 探伤机控制台应设置在合适的位置或者设有延时开机装置，避免工作人员还未撤离即曝光，对工作人员造成误照射。

(5) 探伤现场应有“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其他报警信号有明显区别；警示信号指示装置应与探伤机联锁；在控制区所有边界都应能听见或看见“预备”信号和“照射”信号，防止无关人员误闯入控制区而造成误照射。

(6) 控制区的方位应清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有无关人员进入控制区；如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排人员进行巡查，防止无关

人员误闯入控制区而造成误照射。

(7) 应严格按照操作规程进行，对未经培训的探伤工作人员严禁进行探伤操作；防止操作人员不遵守操作规程或违规操作而造成周围人员的不必要照射。

(8) 定期对探伤机进行检查，对发现有问题的部件应及时更换或维修。

(9) 加强对 X 射线机在贮存、使用现场的管理，防止发生射线机的被盗、丢失情况的发生，造成公众超剂量辐射事故。

(10) 制定辐射事故风险的应急预案，一旦发生事故能及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全管理机构设置

根据《中华人民共和国环境保护法》、《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 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；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作”等有关法律法规及国家标准的要求，为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，以正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，西安西拓电气股份有限公司应成立以单位主要领导为组长，项目负责人为成员的辐射安全与环境保护管理小组，负责公司日常辐射安全监管和协调工作，并安排专业人员兼职负责该单位辐射安全工作。

2、辐射安全与环境保护管理小组主要职责

- (1) 认真贯彻落实国家法律法规的有关规定；
- (2) 对该单位使用的射线装置的安全和防护工作负责，并依法对其造成的放射性危害承担责任；
- (3) 组织制定并落实辐射防护相关管理制度；
- (4) 按照国家有关规定，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，发现安全隐患的应及时进行整改，确保设备正常使用；
- (5) 组织对放射性操作人员进行辐射与安全防护培训，进行个人剂量检查、职业健康检查，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案；
- (6) 制定辐射事故应急预案并定期组织演练；
- (7) 记录该单位发生的放射事故并及时报告卫生行政部门、环境保护主管部门。

3、人员配备与职能

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求，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。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、

销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

西安西拓电气股份有限公司拟为本项目新配备4名辐射工作人员，辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年 第57号）要求，本项目在建成运行前，西安西拓电气股份有限公司拟组织新从事辐射活动的人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核后方可上岗。

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》中第十六条第六款的要求，使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射安全和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；第七款的要求，使用射线装置的单位有完善的辐射事故应急措施。

根据相关法律法规和《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号）要求，西安西拓电气股份有限公司应制定的《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《射线装置管理制度》、《X 射线探伤机操作规程》、《射线装置负责人岗位制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员健康体检管理制度》、《辐射环境监测制度》、《辐射监测设备使用与检定管理制度》、《放射性事故应急处理预案》等规章制度

西安西拓电气股份有限公司需在取得《辐射安全许可证》且通过项目竣工环境保护验收合格后方可正式进行现场探伤工作，现场探伤过程中应严格按照规章制度执行，按照监测计划对辐射环境进行监测，编制年度辐射安全与环境管理评估报告。

辐射监测

一、辐射监测

为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的相关规定，本项目监测内容包括：个人剂量监测、工作场所监测。

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款，“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”。

西安西拓电气股份有限公司应配备如下监测仪器：

- (1) 配备 2 台便携式辐射检测仪，用于环境辐射剂量率的监测；
- (2) 为 4 名辐射工作人员每人配备 1 台个人剂量计；
- (3) 为辐射工作人员配备 4 台个人剂量报警仪。

环评要求：项目投运后，需保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计和个人剂量报警仪；加强检测管理和辐射工作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测一次，做到定期送检，专人专戴；建立了放射性工作人员个人剂量档案，定期组织放射性工作人员体检；建立有辐射工作人员个人健康档案。

2、监测计划

根据 X 射线现场探伤作业特点，制定辐射环境监测计划。个人剂量监测和工作场所监测的监测内容、点位布设及监测频次见表 12-1。公司应严格执行此监测计划，并保存监测记录。

表 12-1 辐射环境监测计划表

序号	工作场所	监测项目	监测点位	监测频次	监测目的
1	无损检测现场	周围剂量当量率	探伤作业现场--警戒线边界处	控制区、监督区边界确定时监测 1 次；现场探伤期间，对监督区进行巡测	确定控制区、监督区边界，并确保周边剂量符合要求
			探伤作业现场	探伤机停止工作时，对操作人员所在位置进行检测	确认探伤机已停止工作
2	工作人员个人剂量	个人剂量当量	/	每 3 个月送有资质检测机构检测 1 次	建立个人剂量档案

二、环保投资估算

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序的相关规定》，并根据项目实际情况，本项目环保设施（措施）要求及投资估算见表 12-2。

本项目总投资 50 万元，环保投资 6.2 万元，占总投资的 12.4%。

表 12-2 项目环保投资估算表

类别	环保设施/措施	数量	投资金额（万元）	备注
防护设施	辐射防护服	4 套	2.0	/
	大功率喊话器	2 个	0.2	/
	个人剂量报警仪	4 个	0.4	/
	临时铅屏风（选配）	1 个	0.2	
	警示信号指示装置	1 套	0.1	
	安全警戒线	2 盘	0.1	/
	警示标志	若干	0.2	/
监测	X-γ 剂量率检测仪	2 台	2.0	/
	个人剂量计	与人员配套	1.0	/
合计			6.2	/

三、竣工环境保护验收内容及要求

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-3。

表 12-3 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	验收内容	防护措施	验收效果和环境预期目标	备注
1	辐射安全与环境管理领导机构和辐射事故应急领导组织	设立以公司主管领导为组长相关部门负责人参加的辐射安全与环境管理领导小组，负责整个公司辐射安全与环境管理工作	以文件形式成立辐射安全与环境保护管理小组	/
2	辐射环境监测	监测工作场所辐射剂量率，避免相关人员受到不必要的辐射	放射性工作场所及其周围环境进行监测，保存监测记录	/
3	工作场所区域划分，设立电离辐射警示标志	防止无关人员进入边界以内的操作区域	探伤现场划分控制区、监督区；区域边界设置警戒线、电离辐射警示标志以及警示信号指示装置	/
4	监测仪器	移动探伤工作小组均应配备相应的监测仪器	X-γ 剂量率检测仪	新配备
			个人剂量报警仪	新配备
			个人剂量计	新配备
5	个人剂量档案和健康档案	进行现场探伤操作时按要求佩戴个人剂量计，每个季度送有资质监测机构监测 1 次；并建立个人剂量档案和健康档案	确保相关人员安全：工作人员年附加有效剂量低于 5mSv，公众年附加有效剂量低于 0.25mSv	/

续表 12-3 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	验收内容	防护措施	验收效果和环境预期目标	备注
6	个人防护用品	为现场探伤操作人员配备个人防护用品	配备铅衣等个人防护用品	/
7	放射性工作人员资质	新从事辐射活动的人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员均按要求参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核	参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核	/
8	标准化建设	按《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号）要求进行标准化建设	对公司的辐射安全管理进行标准化建设	/
			确保探伤现场操作与管理标准化	/

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条之规定：“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备。”西安西拓电气股份有限公司应结合公司实际运行情况和本项目的事故工况分析，应制定《辐射事故应急预案》并成立事故应急组织机构，一旦发生事故及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。

一、辐射应急预案内容

《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和防护管理办法》、《陕西省放射性污染防治条例》以及《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号）中对于辐射事故应急预案应包含的内容都提出了要求，详见表 12-4。

表 12-4 辐射事故应急预案应包含的主要内容

序号	文件名称	具体条文	条文规定内容
1	《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令）	第四十一条	辐射事故应急预案应当包括下列内容：（一）应急机构和职责分工；（二）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；（三）辐射事故分级与应急响应措施；（四）辐射事故调查、报告和处理程序
2	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）	第四十三条	辐射事故应急预案应当包括下列内容：（一）应急机构和职责分工；（二）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；（三）辐射事故分级与应急响应措施；（四）辐射事故的调查、报告和处理程序；（五）辐射事故信息公开、公众宣传方案
3	《陕西省放射性污染防治条例》（2019 年 7 月 31 日修正）	第三十二条	应急预案应当包括下列内容：（一）可能发生的辐射事故及危害程度分析；（二）应急组织指挥体系和职责分工；（三）应急人员培训和应急物资准备；（四）辐射事故应急响应措施；（五）辐射事故报告和处理程序
4	《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）	辐射安全管理部分--应急管理	应急预案应当包括下列内容：（一）可能发生的辐射事故及危害程度分析；（二）应急组织指挥体系和职责分工；（三）应急人员培训和应急物资准备；（四）辐射事故应急响应措施；（五）辐射事故报告和处理程序

本次评价结合《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和防护管理办法》、《陕西省放射性污染防治条例》和陕环办发〔2018〕29 号的要求，建议西安西拓电气股份有限公司制定的辐射事故应急预案包含以下内容：

- (1) 可能发生的辐射事故及危害程度分析
- (2) 应急组织指挥体系和职责分工
- (3) 应急人员培训和应急物资准备
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序
- (6) 辐射事故信息公开、公众宣传方案

二、辐射事故应急预案启动与报告

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）中要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取应急措施，并在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，向

当地人民政府环境保护主管部门报告；还应当同时向当地人名政府、公安部门和卫生主管部门报告。

三、应急演练及应急预案修订

应急预案编制后，西安西拓电气股份有限公司应当定期组织开展应急演练，并根据演练中发现的问题，完善修订应急预案，维持应急能力。

表 13 结论与建议

一、结论

1、项目概况

项目名称：西安西拓电气股份有限公司 X 射线移动式探伤核技术利用项目

建设单位：西安西拓电气股份有限公司

建设性质：新建

建设内容：西安西拓电气股份有限公司拟使用 2 台 X 射线探伤机在陕西省境西安市内开展移动无损检测业务，本次使用 X 射线探伤机为 II 类射线装置。

本项目总投资 50 万元，其中环保投资 6.2 万元，占总投资 12.4%。

2、产业政策符合性及实践正当性结论

本项目利用 X 射线对物体/工件进行无损探伤，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的“鼓励类”，符合国家产业政策规定。

西安西拓电气股份有限公司拟使用 2 台 X 射线探伤机是为有需求对变电系统 GIS 设备、输电线路、工业领域管道等进行无损检测的单位提供无损检测服务，该项目的开展所带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的“实践的正当性”原则。

3、辐射安全与防护分析结论

根据《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015），X 射线探伤现场探伤作业时，将周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划分为监督区。作业控制区、监督区边界设置警戒线，在控制区边界还应放置“禁止进入 X 射线区”标牌，在监督区边界放置“无关人员禁止入内”标牌，警示无关人员不可误入作业现场。作业现场设专人警戒，并由探伤小组的安全员负责巡视，避免无关人员进入。

4、环境影响分析结论

(1) 职业人员年附加有效剂量

本项目 X 现场探伤拟配备 4 名职业人员，分 2 个探伤小组，每个探伤小组 2 人（1 名操作人员和 1 名安全员）。根据建设单位提供的资料，2 台 X 探伤机不在同一探伤现场同时使用，不存在 1 人操作多台探伤机情况。X 射线探伤机累计全年照射时间最大为 50h，鉴于 2 台 X 射线探伤机使用情况的不确定性，但考虑 X 射线照射

对职业人员身体健康产生影响，西安西拓电气股份有限公司将根据工作总量情况平均分配给2个探伤小组开展无损检测业务。假设现场探伤过程中，仅由探伤小组中的1人（操作人员）单独完成X射线探伤机的操作，另1人（安全员）负责现场探伤过程中的安全巡查。每个探伤小组职业人员年附加有效剂量最大值为0.375mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射限值和本次环评提出的年剂量约束值（5mSv）。可见，X射线探伤过程中对职业人员的辐射影响较小。

(2) 公众年附加有效剂量

一般情况下，2台X探伤机不在同一探伤现场同时使用，单个场所仅进行1次现场探伤作业，每次作业基本1天可完成；每个探伤小组每天最多拍摄20次，每次拍摄的透照时间为3min。本项目公众活动区域主要位于监督区外，则公众年附加有效剂量最大值为0.0025mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射限值和本次环评提出的年剂量约束值（0.25mSv）。可见，在现场探伤过程中，探伤机产生的X射线对公众的影响很小。

由于该单位在探伤前预先划定了控制区和监督区，在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”，在控制区边界还应放置“禁止进入X射线区”标牌，在监督区边界放置“无关人员禁止入内”标牌，警示无关人员不可误入作业现场；且现场探伤多为流动式作业，不会在同一位置长期作业，故一般情况探伤过程对公众的影响甚微。

(3) 大气环境影响分析

本项目探伤机工作时，X射线探伤机产生的X射线使空气电离产生少量的有害气体，主要为O₃和NO_x。由于移动探伤地点均为开阔的场所，扩散条件较好，经自然分解和稀释后，对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

(4) 放射性废物影响分析

X射线探伤机在工作过程中不产生放射性废气、放射性废水、固体废物。

5、环境影响可行性结论

西安西拓电气股份有限公司拟使用 2 台 X 射线探伤机在陕西省西安市境内开展移动无损检测业务，其带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，符合辐射防护实践的正当性要求，项目建设的目的是可行的。建设单位对该项目采取了辐射防护措施，使辐射影响达到了尽可能低的水平。

西安西拓电气股份有限公司只要严格执行国家相关法律法规和标准要求，根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）要求建立健全各项规章制度，加强运行管理；切实落实本报告表中提出污染防治措施和建议，本项目对工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内。因此从辐射环境保护角度分析，该项目可行。

二、建议和承诺

(1) 辐射操作人员必须通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核，考核合格后才能上岗。

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

表 14 审批

预审意见：

经办人：

单位公章

年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

经办人：

单位公章

年 月 日