

# 核技术利用建设项目

陕西能源电力运营有限公司

移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目

## 环境影响报告表

陕西能源电力运营有限公司

2022 年 5 月

环境保护部监制



# 核技术利用建设项目

陕西能源电力运营有限公司

移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目

## 环境影响报告表

建设单位名称：陕西能源电力运营有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：西安经济技术开发区未央路 136 号东方豪璟商务大厦第 21、22 层

邮政编码：710016

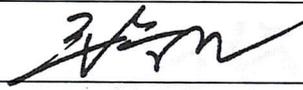
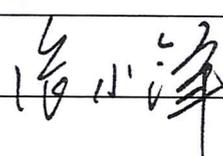
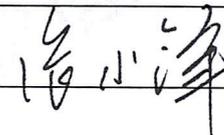
联系人：赵重庆

电子邮箱：zhaocq3123@163.com

联系电话：18192322730



## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	ln76g9		
建设项目名称	移动式X射线现场探伤核技术利用项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	陕西能源电力运营有限公司		
统一社会信用代码	91610132MA6UQ1KA9H		
法定代表人 (签章)	毛冬红		
主要负责人 (签字)	张小锋		
直接负责的主管人员 (签字)	张小锋		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	西安海蓝环保科技有限公司		
统一社会信用代码	916101035660274053		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
胡怡	201805035610000023	BH014541	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
马宁	项目工程分析和源项~结论与建议	BH013674	
胡怡	项目基本情况~环境质量和辐射现状	BH014541	



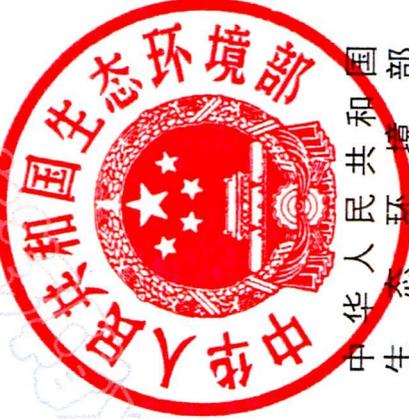
# 环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

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。



姓名：胡怡  
证件号码：62280119850513202X  
性别：女



出生年月：1985年05月  
批准日期：2018年05月20日  
管理号：201805035610000023



**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目				
建设单位	陕西能源电力运营有限公司				
法人代表	毛冬红	联系人	赵重庆	联系电话	18192322730
注册地址	西安经济技术开发区未央路 136 号东方濠璟商务大厦第 21、22 层				
项目建设地点	陕西省西咸新区行政区域内				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	30	项目环保投资 (万元)	11.8	投资比例 (环保投资/总投资)	39.33%
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 <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		
其它	/				
<p><b>项目概述</b></p> <p><b>一、建设单位概况</b></p> <p><b>1、建设单位简介</b></p> <p>陕西能源电力运营有限公司位于西安经济技术开发区未央路 136 号东方濠璟商务大厦第 21、22 层 (地理位置见图 1-1)，是陕西投资集团有限公司 (以下简称“集团”) 按照“改革发展、转型升级、提质增效”发展战略成立的专业化电力运维企业。</p> <p><b>2、项目由来</b></p> <p>根据陕西能源电力运营有限公司提供资料，项目主要对煤发电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件进行无损检测。由于该类部件体积较大，移动不便，无法放入探伤室进行检测，且项目场地具有不固定性等特点，因此陕西能源电力运</p>					

营有限公司拟建移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目。



图 1-1 项目地理位置图

根据《射线装置分类》，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；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中“五十五、核与辐射”、“172、核技术利用建设项目”中“...使用 II 类射线装置的...”应编制环境影响报告表。

陕西能源电力运营有限公司于 2022 年 3 月 16 日委托我公司对本项目开展环境影响评价工作。接受委托后，我公司随即组织技术人员开展资料收集、现场踏勘、数据核算等工作，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》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了《移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目环境影响报告表》。

## 二、项目概况

### 1、建设规模

本项目购置 2 台 X 射线探伤机（均为定向）用于集团煤电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件的无损检测，X 射线探伤机存放于陕西能源电力运营有限公司渭河试验基地内，需开展现场探伤时将 X 射线探伤机运送至指定地点。项目组成情况见表 1-1，项目设备情况见表 1-2，项目原辅材料情况见表 1-3。

**表 1-1 项目组成一览表**

名称	项目建设内容及规模		
主体工程	购置 2 台 X 射线探伤机在陕西省西咸新区境内对集团煤电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件进行无损检测		
辅助工程	设备室	砖混结构, 建筑面积 8m <sup>2</sup>	
	洗片室	砖混结构, 建筑面积 10m <sup>2</sup>	
	危废暂存间	砖混结构, 建筑面积 10m <sup>2</sup>	
公用工程	给水	生活用水依托渭河发电公司办公区现有给水设施	
	排水	生活污水依托渭河发电公司办公区现有废水处理设施	
	供暖	依托渭河发电公司统一供暖	
	制冷	空调制冷	
环保工程	生活污水	生活污水依托渭河发电公司办公区现有废水处理设施	
	固体废物	生活垃圾	生活垃圾依托渭河试验基地现有收集设施进行分类收集后, 统一纳入当地垃圾清运系统
		危险废物	废显(定)影液和废胶片使用专用容器分类收集, 暂存于危废暂存间内, 最终交由有资质单位处置

**表 1-2 项目 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	移动式 X 射线机	II类	1 台	ZCX-CXG-2505A 型	250	5	定向
2	移动式 X 射线机	II类	1 台	ZCX-CXG-300A 型	300	5	定向

**表 1-3 项目原辅材料消耗一览表**

序号	名称	年最大使用量	单位	储存方式
1	显影液	100	L	桶装
2	定影液	100	L	桶装
3	胶片	2500	张	硬纸盒包装

## 2、劳动定员及工作方式

根据建设单位提供资料, 工业 X 射线探伤工作实行双人共同操作, 不允许单独作业。本项目拟配置 4 名辐射工作人员, 均为新增人员。

本项目 X 射线探伤机每周拍片 50 张, 年工作 50 周, 总拍片量为 2500 张/a, 每次拍片曝光时间为 1.5min, 则出束时长为 62.5h/a。

## 三、项目产业政策符合性

本项目利用 X 射线探伤机开展现场探伤, 系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2021 年修改), 属于鼓励类中“十四、机械—6、科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器, 自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器, 工业 CT、三维超声波探伤

仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”中的“X 射线无损检测设备”，符合国家产业政策。

#### **四、实践正当性分析**

本项目在进行工业 X 射线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 射线探伤过程中，将严格按照国家相关辐射防护要求采取相应的防护措施，并对射线装置安全管理建立相应规章制度。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满足相关标准要求。陕西能源电力运营有限公司拟使用 2 台 X 射线探伤机用于集团煤电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件的无损检测，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、项目选址及周边环境分析**

##### **1、项目作业场所**

项目作业场所为陕西省西咸新区境内集团煤电机组检修维护的无损检测现场，若需要在陕西省西咸新区以外进行探伤作业时，需实施异地探伤作业备案制度。

##### **2、探伤机存放地点**

本项目 X 射线探伤机存放场所、暗室和危废暂存间均位于陕西能源电力运营有限公司渭河试验基地内，该设备用于现场探伤，不设探伤室。本项目设备存放场所、暗室及危废暂存间见图 1-2。

#### **六、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，得到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造成的不利影响和存在的问题提出防治措施，辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

(3) 满足国家和地方生态环境主管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。



图 1-2 设备工作场所示意图

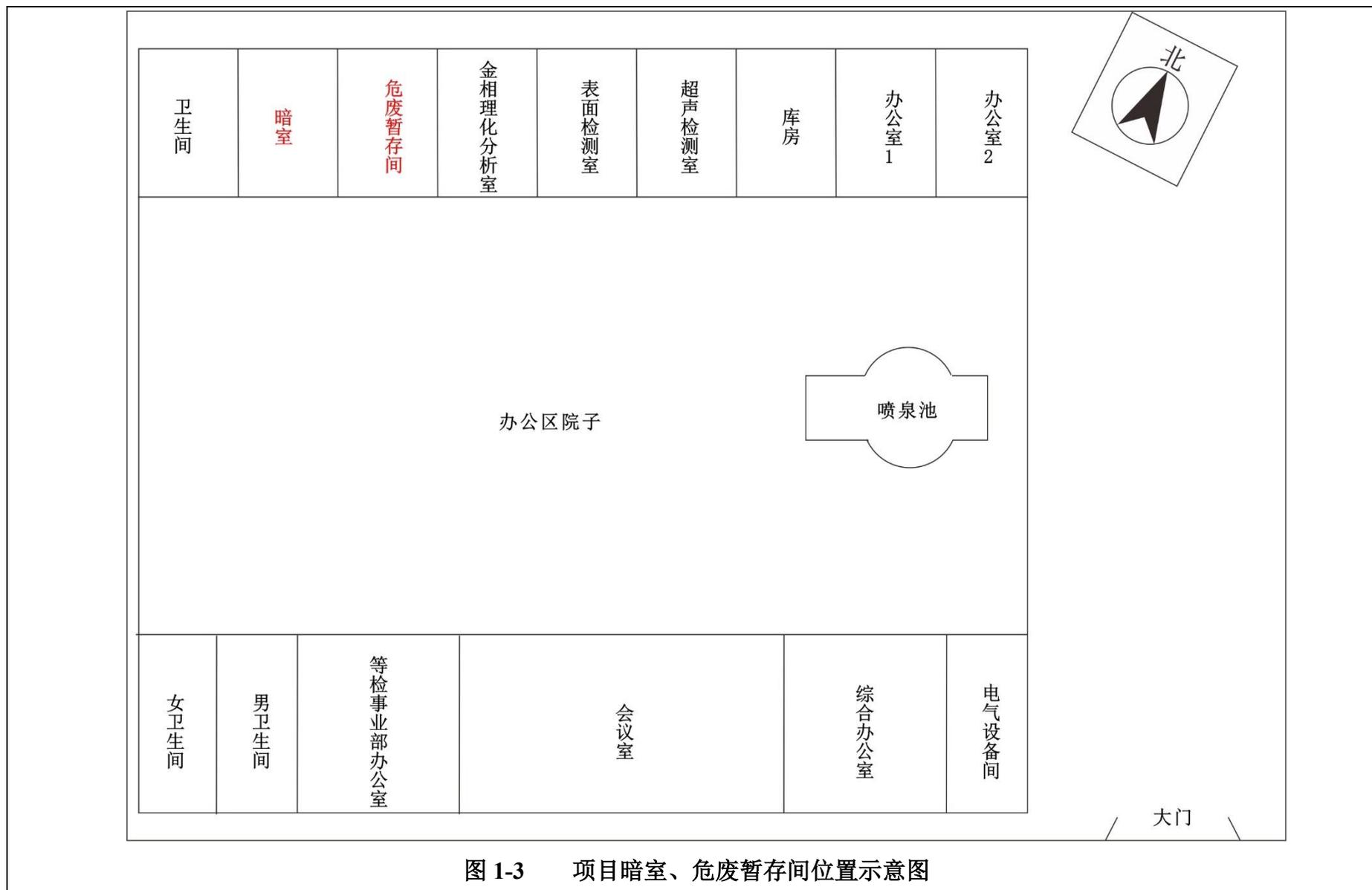


图 1-3 项目暗室、危废暂存间位置示意图

**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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(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加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定剂量率 (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 射线机	II类	1 台	ZCX-CXG-2505A	250	5	无损检测	西咸新区境内的集团煤电机组检修维护现场	拟配备
2	移动式 X 射线机	II类	1 台	ZCX-CXG-300A	300	5	无损检测	西咸新区境内的集团煤电机组检修维护现场	拟配备
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	最大管电流 (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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废显(定)影液	液体	/	/	/	180kg/a	/	专用容器分类收集,暂存在公司危废暂存间内	委托有资质单位处置
废胶片	固体	/	/	/	1kg/a	/		
O <sub>3</sub> NO <sub>x</sub>	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，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg，或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

**表 6 评价依据**

<p><b>法规 文件</b></p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，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) 《建设项目环境保护管理条例》（修订），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日；</p> <p>(5) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改），中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 49 号，2021 年 12 月 30 日；</p> <p>(6) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 23 日；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021 年版），生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日；</p> <p>(8) 《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 日起实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 修改），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日；</p> <p>(10) 《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；</p> <p>(11) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》，环境保护部环发〔2008〕13 号，2008 年 4 月 14 日；</p> <p>(12) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日；</p> <p>(13) 《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修正）》，2019 年 11 月 6 日；</p> <p>(14) 《关于印发新修订的&lt;陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表&gt;的通知》，陕环办发〔2018〕29 号；</p> <p>(15) 《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><b>技术标准</b></p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015);</p> <p>(3) 《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> <p>(4) 《辐射环境检测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(5) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。</p>
<p><b>其他</b></p>	<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 保护目标及评价标准**

**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》（HJ10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”。

本项目为移动式 X 射线探伤，探伤地点主要为煤电机组维护检修现场，一般无实体边界；根据“环境影响分析”章节计算结果，有用线束和非有用线束方向的监督区范围见表 7-1。

**表 7-1 有用线束和非有用线束方向的监督区范围**

管电压 (kV)	射线方向	屏蔽方式	监督区距离 (m)
250	有用线束	工件+局部铅屏蔽	88
		仅工件屏蔽	436
	非有用线束	无局部屏蔽	154
300	有用线束	工件+局部铅屏蔽	194
		仅工件屏蔽	428
	非有用线束	无局部屏蔽	154

由上述计算结果可知，工件+局部铅屏蔽情况下，监督区范围最大为 194m，仅工件屏蔽情况下，监督区范围最大为 436m。本次评价建议在现场探伤过程中，应根据现场实际情况进行调整，若现场探伤无其他屏蔽体遮挡，导致控制区和监督区范围过大，则需采取 4mm 厚的铅皮进行局部屏蔽，评价范围取 194m。

**保护目标**

本项目环境保护目标主要为陕西能源电力运营有限公司从事现场探伤的操作人员，现场探伤周围的其他公众人员。

陕西能源电力运营有限公司拟为本项目配置 4 名辐射工作人员，项目环境保护目标见表 7-2。

**表 7-2 项目环境保护目标一览表**

序号	保护对象	人数	距射线装置距离	保护内容	剂量约束值
1	X 射线探伤机操作人员	2	控制区边界	人体健康	2mSv/a
2	安全员	2	控制区边界~监督区边界		
3	探伤现场工作人	临时路过，	> 监督区边界		0.1mSv/a

	员及公众	流动人员		
备注：X射线探伤机操作人员和安全员在实际工作中可根据调班情况互换。				

## 评价标准

### 1、职业照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 B 剂量限值：应对任何工作人员的职业水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)第 4.3.3.1 条“对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）”。

综合考虑射线装置使用情况，并着眼于长期发展，为其它辐射设施和实践活动留有余地，本项目职业人员年受照剂量约束值按标准限值的 10%执行，即 2mSv/a。

### 2、公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)：附录 B 剂量限值：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

综合考虑射线装置使用并为公司的远期发展预留空间，本次公众照射年有效剂量管理约束值设定为 0.1mSv/a。

## 二、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)相关内容

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤和工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置（以下简称 X 射线装置或探伤机）进行探伤的工作。

### 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 15 $\mu$ 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：

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

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（如铅皮）。

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（如烟雾报警器等）。

5.2.4 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号灯，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。

### 三、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单相关内容

本标准适用于所有危险废物（尾矿除外）贮存的污染控制及监督管理，适用于危险废物的产生者、经营者和管理者；

#### 4 一般要求

4.1 所有危险废物产生者和危险废物经营者应建造专用的危险废物贮存设施，也可利用原有构筑物改建成危险废物贮存设施；

4.3 在常温常压下不水解的、不挥发的固体危险废物可在贮存设施内分别堆放；

4.4 除 4.3 规定外，必须将危险废物装入容器内；

4.5 禁止将不相容（相互反应）的危险废物在同一容器内混装；

4.6 无法装入常用容器的危险废物可用防漏胶袋等盛装；

4.7 装载液体、半固体危险废物的容器内须留足够空间，容器顶部与液体表面之间保留 100mm 以上的空间；

4.9 盛装危险废物的容器上必须粘贴符合本标准附录 A 所示的标签（见图 2）；

## **5 危险废物贮存容器**

5.1 应当使用符合标准的容器盛装危险废物；

5.2 装载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求；

5.3 装载危险废物的容器必须完好无损；

5.4 盛装危险废物的容器材质和衬里要与危险废物相容（不相互反应）；

## **6 危险废物贮存设施的选址与设计原则**

6.2 危险废物贮存设施（仓库式）的设计原则

6.2.1 地面及裙角要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容。

6.2.2 必须有泄露液体收集装置、气体导出口及气体净化装置。

6.2.3 设施内要有安全照明设施和观察窗口。

6.2.4 用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙。

6.2.5 应设计堵截泄露的裙角，地面与裙角所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储存量或总储量的 1/5。

6.2.6 不相容的危险废物必须分开存放，并设有隔离间隔断。

危险废物标签应符合《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的相关要求。

**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

陕西能源电力运营有限公司位于西安经济技术开发区未央路 136 号东方濠璟商务大厦第 21、22 层，地理位置见图 1-1。

本项目 X 射线探伤机存放场所、暗室和危废暂存间均位于陕西能源电力运营有限公司渭河试验基地内，本项目设备存放场所、暗室及危废暂存间见图 1-2。

(2) 项目场所位置

陕西能源电力运营有限公司拟在陕西省西咸新区境内开展工业 X 射线移动探伤业务，项目主要用于煤发电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件的无损检测，不在同一场所长期作业。

**二、辐射环境质量现状**

本项目为移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目，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《2021 年三季度陕西省辐射环境质量》中的监测结果，陕西省环保大厦基本型自动站 1~9 月份  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率测值范围为 76.4~104.5nGy/h，西安市标准型自动站 1~9 月份  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率测值范围为 71.0~114.9nGy/h。

可见，项目区的辐射环境本底值处于正常水平，辐射环境质量现状良好。

表 9 项目工程分析和源项

### 工程设备和工艺分析

#### 一、放射性污染源

本项目拟使用 2 台 X 射线探伤机“ZCX-CXG-2505A 型和 ZCX-CXG-300A 型”用于煤电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件的无损检测。根据《射线装置分类》，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，陕西能源电力运营有限公司使用的 X 射线探伤机属于 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，甚至大剂量照射可能导致死亡。

#### 二、X 射线机工作原理

X 射线探伤机主要由 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。典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

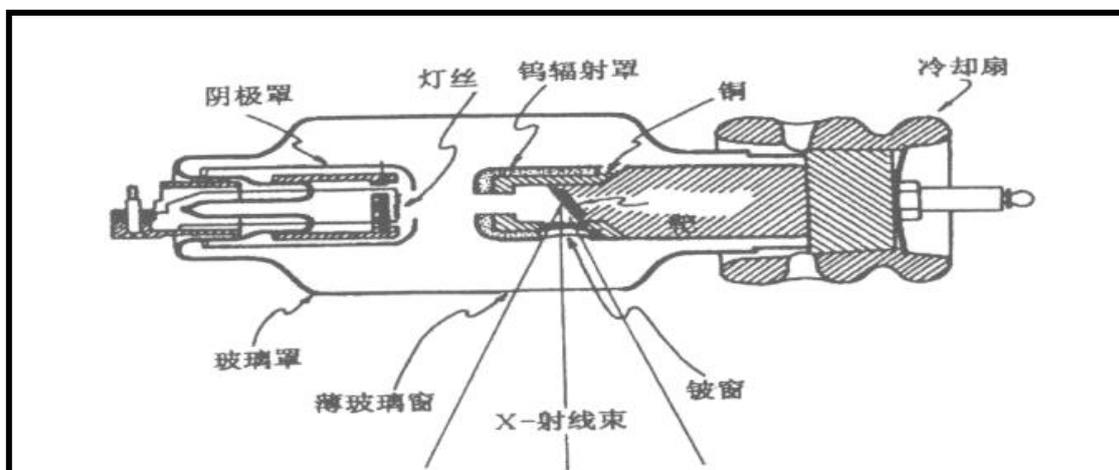


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

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。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。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。

探伤机根据曝光类型可分为定向探伤机和周向探伤机，本项目 X 射线探伤机为定向探伤机（图 9-2）。

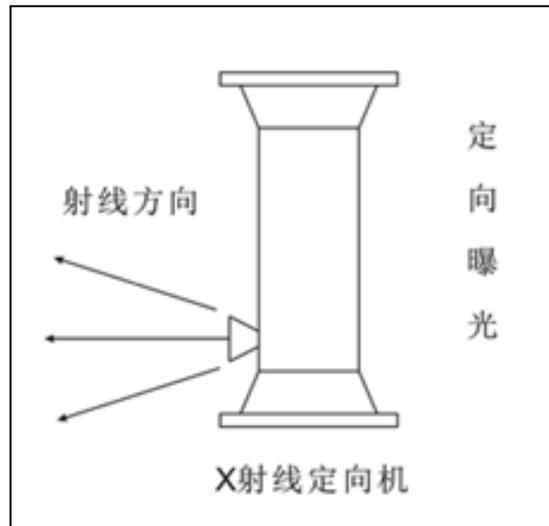


图 9-2 定向探伤机曝光示意图

### 三、操作流程及产污环节

(1) 公司接受无损检测委托任务后，根据工作场所及检测对象情况制定探伤计划书。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) 公司辐射工作人员持计划书，根据设备出入库管理制度，向仪器设备管理员办理设备出入库台账登记，领取设备。

(3) 设备运输：辐射工作人员将 X 射线探伤机运输至拟开展现场探伤的场地。

(4) 在 X 射线探伤机入场探伤前，由需开展探伤的公司工作人员对区域内的无关人员进行清场，辐射工作人员穿戴铅防护服，做好准备工作。

(5) 操作人员摆放 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，如在木箱上搁置，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，检查完毕后方可开机。

(6) 划定控制区和监督区：安全员根据工件现场探伤的位置，初步划定控制区和监督区；操作人员连接控制器及电缆，进行试曝光，现场安全员使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量，调整控制区和监督区边界，确保控制区边界周围剂量当量率 $<15\mu\text{Sv/h}$ （依据见“表 10 辐射安全与防护”的“1、控制区、监督区的

理论划分”)，监督区边界周围剂量当量率 $<2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(7) 放置安全围栏和警戒标识：安全员在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入X射线区”的警告牌，在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌、监督区边界放置“当心电离辐射”警示标志，警示无关人员不可误入作业现场。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。作业期间，安全员在监督区进行警戒，严禁未经许可人员进入。

(8) 探伤阶段：操作人员合上电源开关进入操作模式，设定 kV、mA 和 Time 等参数，开始检测产品；操作人员在设定合理试验电压和延时升压时间后，按升压按钮并迅速离开至控制区外。

(9) 达到预定的照射时间后，回到操作位关闭电源，随后从探伤工件上取下已经曝光的胶片，完成一次探伤任务。换下底片和改变曝光位置后，开始下一次无损检测作业。整个探伤过程工作人员应确保直读剂量计、个人剂量计和个人剂量报警仪处于工作状态。

(10) 作业结束后，辐射工作人员将 X 射线探伤机运回单位设备间贮存，并做好入库记录。

(11) 辐射工作人员将带回的胶片在暗室内进行冲洗，工艺流程如下：

① 显影：将曝光后的胶片完全浸入显影液中，该过程持续时间约 5~30min；

② 停影：将显影后的胶片从显影槽中取出，用自来水在停影槽中冲洗 1~2min；

③ 定影：将停影后的胶片从停影槽取出后浸入定影液中，该过程持续 10~15min；

④ 冲洗：将定影后的胶片从定影槽中取出，用自来水在漂洗槽中漂洗 30~40min；

⑤ 烘干：将漂洗后的胶片放入烘箱烘干，该工序持续 40~60min。

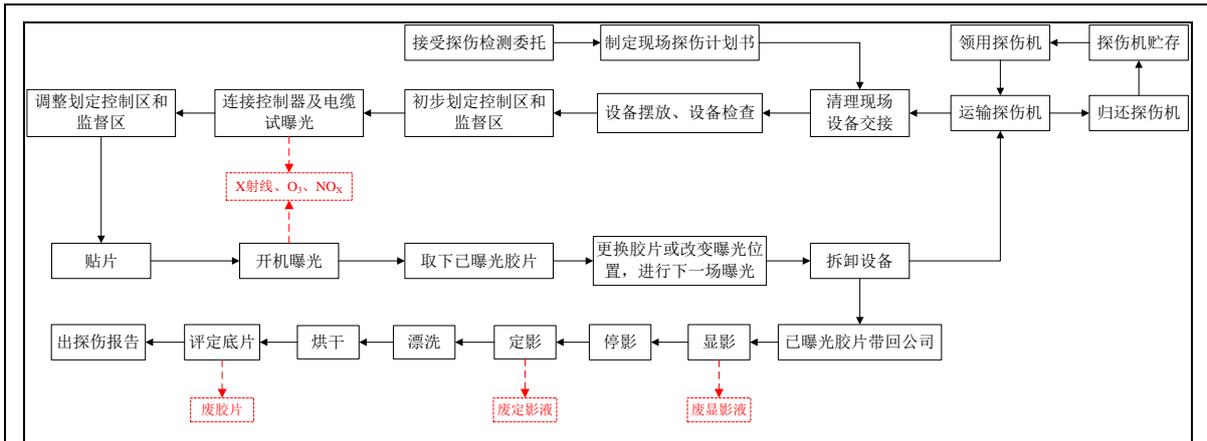


图 9-3 X 射线探伤机工作流程及产污环节图

### 污染源项描述

本项目运行阶段主要包括工作人员办公过程产生的生活污水和生活垃圾；射线装置探伤过程产生 X 射线对周围环境产生的外照射；X 射线会使空气电离产生少量 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub> 和冲洗胶片产生的废显（定）影液和废胶片。

#### 1、生活污水

本项目新增 4 名辐射工作人员，废水主要为生活污水，生活用水量参考《行业用水定额》（DB61/T943-2020）中“行政办公及科研院所”用水定额 25m<sup>3</sup>/（人·a），工作人员生活用水量为 100m<sup>3</sup>/a，污水产生系数按 0.8 计，则运行期生活污水产生量为 80m<sup>3</sup>/a，生活污水依托渭河发电公司办公区内现有生活污水处理设施进行处理。

#### 2、生活垃圾

本项目生活垃圾主要包括废纸屑、瓜果皮等办公生活垃圾。参考《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，西安市类别属五区 1 类城市，生活垃圾产生量按 0.55kg/人·d 计，因此本项目生活垃圾产生量为 2.2kg/d（0.55t/a）。生活垃圾依托渭河试验基地现有收集设施进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统。

#### 3、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。

#### **4、O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>**

本项目使用的 X 射线探伤机最大工作电压为 300kV，当电压为 0.6kV 以上时，X 射线能使空气电离，因此本项目 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 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>。

#### **5、废显（定）影液及废胶片**

本项目现场探伤所拍胶片运回公司暗室进行洗片操作，洗片过程中产生废显（定）影液和废胶片。根据建设单位提供资料，陕西能源电力运营有限公司每年最多使用胶片 2500 张，在移动式探伤过程中废胶片产生量约 100 张，每张片子平均约 10g，共计 1kg/a；定影液使用量 100L，显影液使用量 100L，废显（定）影液产生量为 180kg/a。

废显（定）影液和废胶片属于《国家危险废物名录》（2021 年版）中 HW16 感光材料废物（废物代码 900-019-16）。废显（定）影液和废胶片使用专用容器收集，暂存于危废暂存间内，最终交由有资质单位处置。

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), 辐射工作场所应分为控制区及监督区, 将需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区, 需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。

1、控制区、监督区的理论划分

参照《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, “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公式 10-1 计算:

$$\dot{K} = \frac{100}{t} \dots\dots\dots (\text{公式 10-1})$$

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  $100\mu\text{Sv/周}$ 。”

本项目为 X 射线探伤机, 每周拍片量 50 张, 每次拍片曝光时间为 1.5min, 则每周实际开机时间约 1.25h, 开机时间明显低于 7h, 因此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  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的区域划为监督区。

根据“表 11 环境影响分析”计算可知, 只有工件屏蔽的情况下, 控制区和监督区的范围过大, 不利于现场探伤工作的进行, 本次评价建议在现场探伤过程中, 应根据现场实际情况进行调整, 若现场探伤过程中无其他屏蔽体遮挡, 导致控制区和监督区范围过大, 则需采取 4mm 厚的铅皮进行局部屏蔽, 具体计算结果如下 (计算过程见表 11-2、表 11-4、表 11-7 和表 11-8):

(1) 无局部屏蔽情况下控制区和监督区范围

① ZCX-CXG-2505A 型

ZCX-CXG-2505A 型 X 射线机有用线束方向, 在工件屏蔽情况下, 控制区距离为 175m, 监督区距离为 428m; 非有用线束方向, 漏射线和散射线在无工件屏蔽下, 控制区距离为 64m, 监督区距离为 154m。管电压为 250kV 监督区、控制区分区示意图

图 10-1 所示。

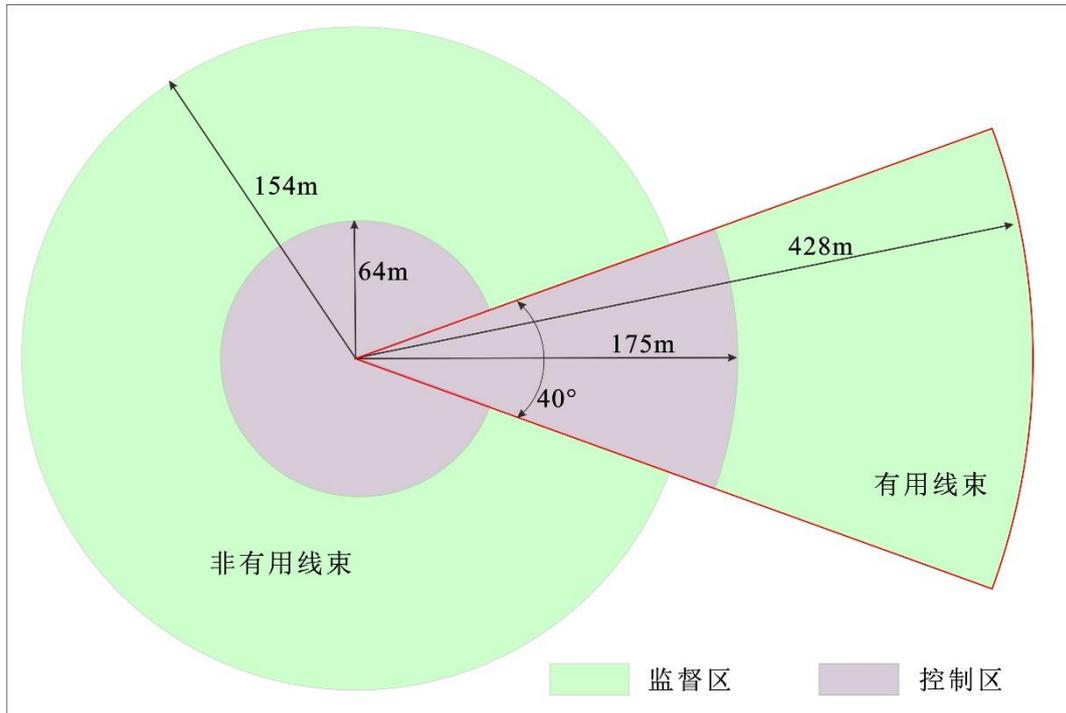


图 10-1 ZCX-CXG-2505A 型 X 射线机分区示意图

② ZCX-CXG-300A 型

ZCX-CXG-300A 型 X 射线机有用线束方向，在工件屏蔽情况下，控制区距离为 178m，监督区距离为 436m；非有用线束方向，漏射线和散射线在无工件屏蔽下，控制区距离为 64m，监督区距离为 154m。管电压为 300kV 监督区、控制区分区示意图 10-2 所示。

(2) 局部屏蔽情况下控制区和监督区范围

① ZCX-CXG-2505A 型

ZCX-CXG-2505A 型 X 射线机有用线束方向，在工件屏蔽和局部屏蔽（铅厚度为：4mmPb）的情况下，控制区距离为 36m，监督区距离为 88m；非有用线束方向，控制区距离为 64m，监督区距离为 154m。分区示意图见图 10-3 所示。

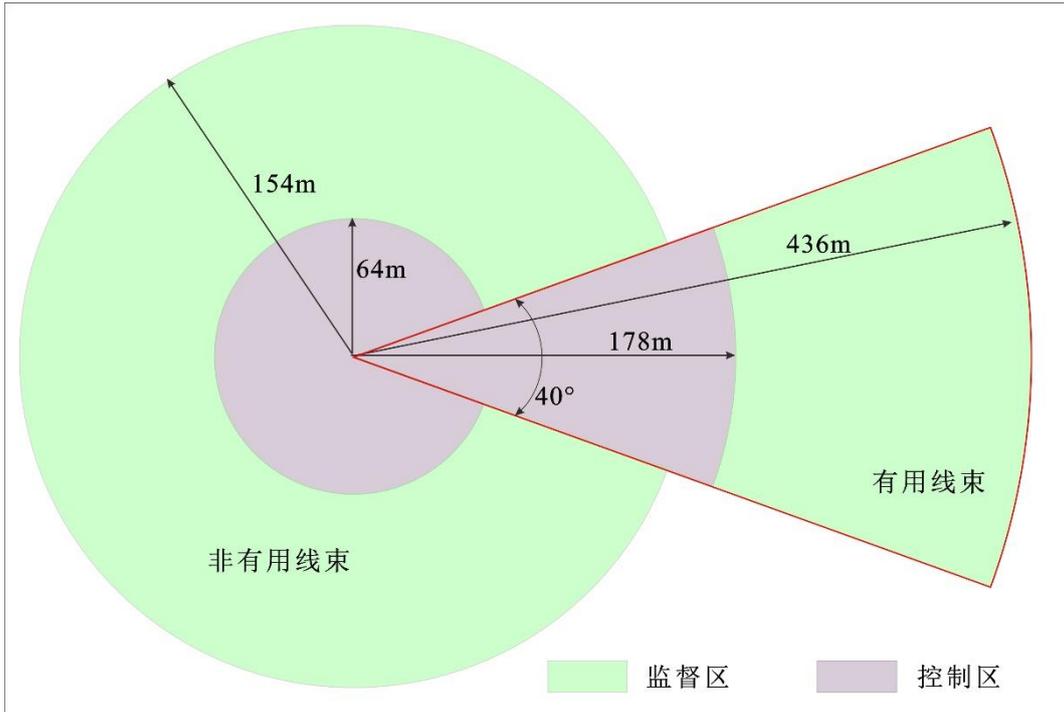


图 10-2 ZCX-CXG-300A 型 X 射线机分区示意图

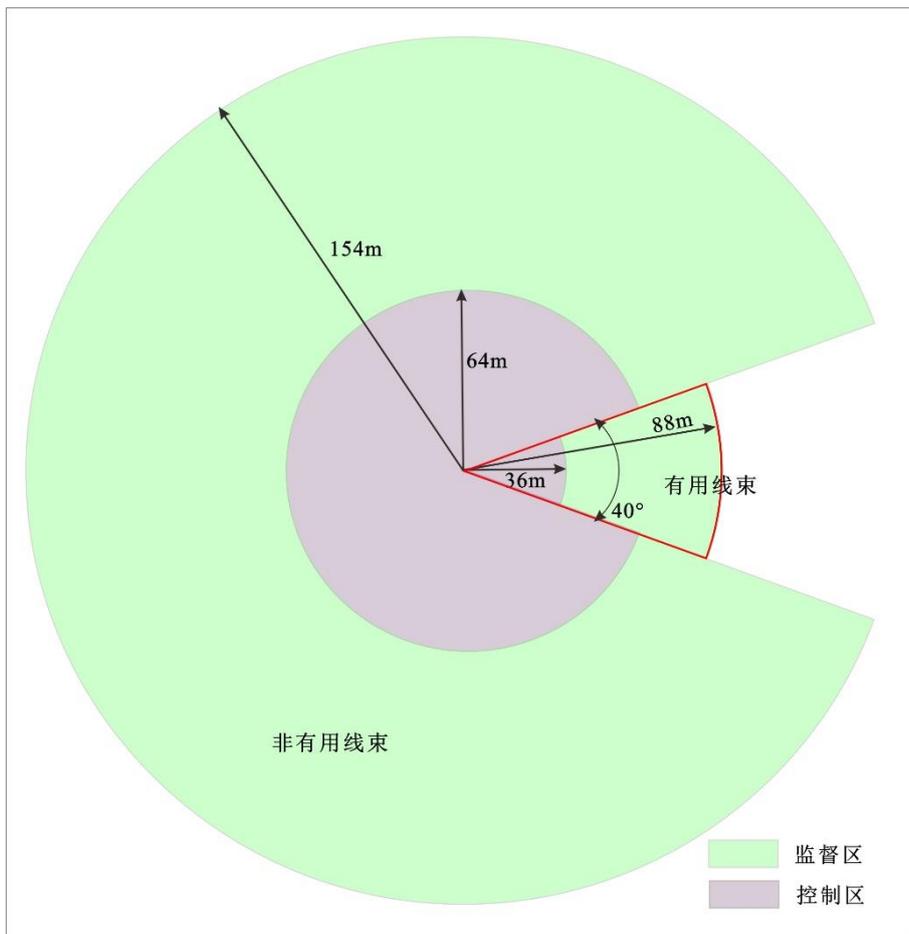


图 10-3 ZCX-CXG-2505A 型 X 射线机局部屏蔽分区示意图

② ZCX-CXG-300A 型

ZCX-CXG-300A 型 X 射线机有用线束方向，在工件屏蔽和局部屏蔽（铅厚度为：4mmPb）的情况下，控制区距离为 80m，监督区距离为 194m；非有用线束方向，控制区距离为 64m，监督区距离为 154m。分区示意图见图 10-4 所示。

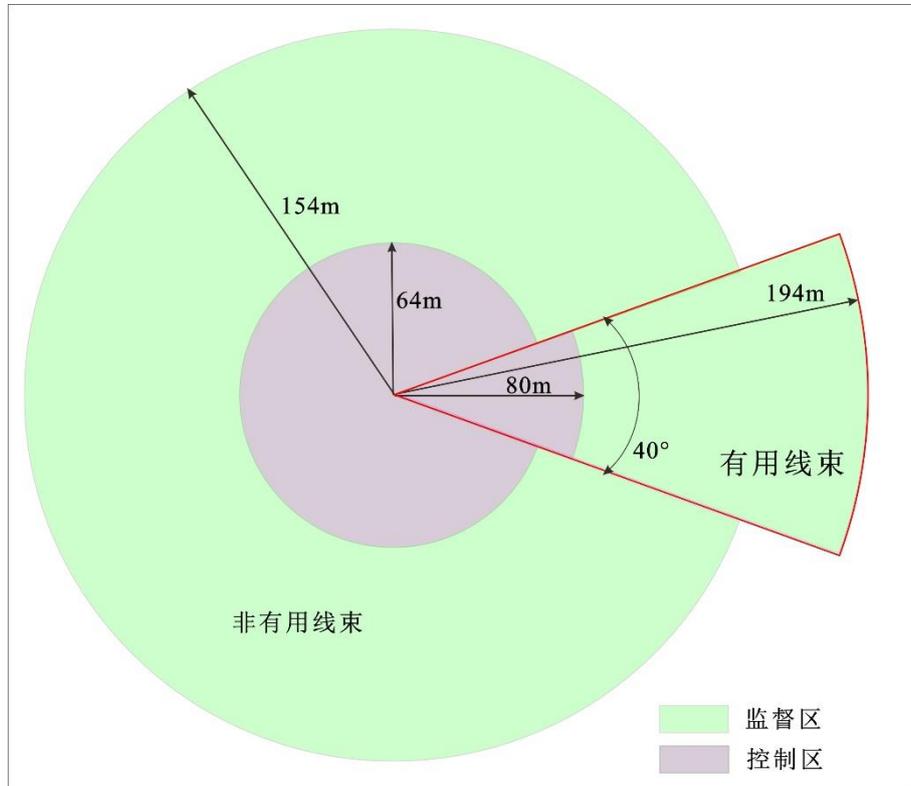


图 10-4 ZCX-CXG-300A 型 X 射线机局部屏蔽分区示意图

## 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) 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- $\gamma$  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- $\gamma$  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、现场探伤场所拟采取的辐射安全防护措施

(1) 开展 X 现场探伤工作的每台探伤机配备 2 名辐射工作人员。

(2) 使用 2 台 X- $\gamma$  剂量率仪。

(3) 配备 4 套铅防护服（含护目镜、手套、围脖）。

(4) 设置警戒线、警戒标识：在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”的警告牌；在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌、监督区边界放置“当心电离辐射”警示标志，警示无关人员不可误入作业现场。

### 2、现场探伤过程中应采取的辐射安全管理措施

(1) 探伤作业前，划定作业场所工作区域，并在相应边界设置警示标识。工作区域划分在即将探伤工作的条件下，开机状态以探伤机射线管为中心由远到近用 X- $\gamma$  剂量率仪进行划定，并保存巡测记录。

① 本项目每周实际开机时间明显小于 7h，将作业时被检物体周围的剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围划为控制区。控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，操作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，设安全员警戒。

(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) 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，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连锁；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) 控制区的方位清晰可见，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无法直接可视，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现场探伤工作。在进行现场探伤作业时，利用探伤具体地点、地形特征及周围设施防护，如大石、墙体、拐角、坑体等有利地形，因地制宜。根据具体照射情况选择射线装置的出束方向，尽可能降低射线对人体的照射剂量。

### 3、其他辐射安全管理措施

(1) 为落实辐射安全防护措施、确保射线装置安全操作，保证操作人员个人剂量低于限值要求，应按照国家标准和法律法规要求，制定相关管理制度。

(2) 公司新增的 4 名辐射工作人员根据《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，在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上报名学习并通过考核后方可上岗。

(3) 公司新增的 4 名辐射工作人员上岗前均需进行健康检查，体检合格后方可上岗，上岗后根据国家相关标准规定定期体检，并建立健康检查档案。

(4) 公司为辐射工作人员配备个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪，专人专戴，保证每名辐射工作人员个人剂量计每个季度送有资质单位检测 1 次，并建立个人剂量档案。

(5) 项目建成投运后对本单位的射线装置进行年度评估，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。

### 4、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，见表 10-1、表 10-2。

**表 10-1 陕西能源电力运营有限公司辐射安全管理标准化建设要求**

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	
	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	
应急管理	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	分区	按标准要求划分控制区、监督区。
		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可见的“无关人员禁止入内”警告牌。

续表 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	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 X-γ 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 X-γ 辐射检测仪、个人剂量计、直读剂量计、个人剂量报警仪、铅防护服等

陕西能源电力运营有限公司应对照表 10-1 要求，成立辐射安全管理领导小组并制定其他辐射安全管理规章制度、应急预案，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“三废”，非放射性废物主要为空气被电离产生的 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>、洗片产生的废显（定）影液和废胶片以及工作人员办公产生的生活污水和生活垃圾。主要治理措施如下：

#### 一、废气

本项目 X 射线探伤机曝光时产生 X 射线，X 射线使空气电离产生少量的有害气体，主要为 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>，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。

#### 二、生活污水

辐射工作人员产生少量的生活污水（80m<sup>3</sup>/a），依托渭河发电公司办公区现有废水处理设施。

#### 三、固体废物

##### (1) 生活垃圾

辐射工作人员产生少量的生活垃圾（2.2kg/d），依托渭河试验基地现有收集设施进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统。

##### (2) 危险废物

本项目将现场探伤胶片带回暗室进行冲洗，洗片过程中产生废显（定）影液和废胶片，属于《国家危险废物名录》（2021 年版）中 HW16 感光材料废物（废物代码 900-019-16）。废显（定）影液和废胶片使用专用容器收集，暂存于危废暂存间内，定

期交由有资质单位处置。

针对本项目，危险废物暂存间建设应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单相关内容要求。

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

本项目为移动式无损检测项目，无需建设专用探伤室，故不存在设备的安装过程，项目施工期主要为设备室、暗室以及危废暂存间的改造建设，建设时将产生施工噪声、粉尘、废水和少量生活垃圾，主要影响对象为周围公众，施工时对环境会产生如下影响：

**一、施工废气**

本项目在建设施工期将产生粉尘，本项目施工均在室内进行，因此废气影响仅局限在施工现场。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，并保持施工场地一定湿度。采取上述措施后扬尘会得到有效控制，对周围环境影响很小。

**二、废水**

施工人员产生的生活污水依托渭河发电公司办公区现有废水处理设施，对周围水环境影响很小。

**三、噪声**

项目施工期主要为设备存放间、洗片室以及危废暂存区的改造建设，施工过程位于室内，仅使用小型机械，工程量小、施工周期短，且距离周边声环境敏感目标较远，施工期对声环境影响小。

**四、固体废物**

施工期生活垃圾经集中收集后，由环卫部门处理，通过上述措施后，项目施工期产生的固废均得到合理妥善的处置，处置率 100%，对环境影响较小。

建设单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在仓库内局部区域，对周围环境影响较小。

## 运行阶段对环境的影响

### 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。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)，X 射线探伤现场探伤作业时，每周实际开机时间远小于 7h，将周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的区域划为控制区，周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的区域划分为监督区。

#### 1、有用线束辐射剂量率估算

根据建设单位提供资料，本项目配备的 2 台定向 X 射线探伤机未配备准直器。

##### (1) 有用线束屏蔽估算模式

① 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 11-1 计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{(公式 11-1)}$$

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；具体取值见表 11-1。

② 在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽透射因子 B 由公式 11-1 进行计算。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， $\mu$ Sv $\cdot$ m<sup>2</sup>/(mA $\cdot$ h)，以 mSv $\cdot$ m<sup>2</sup>/(mA $\cdot$ min) 为单位的值乘以 6 $\times$ 10<sup>4</sup>，本项目  $H_0$  参考 GBZ/T250-2014 中表 B.1 内容取值，见表 11-1；

B—屏蔽所需透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

##### (2) 有用线束方向辐射剂量率及控制区、监督区边界距离估算

根据建设单位提供资料，本项目探伤过程检测部件厚度一般为 20~50mm 之间，根据设备使用说明书，ZCX-CXG-2505A 型探伤机对钢板最大穿透厚度为 40mm，ZCX-CXG-300A 型探伤机对钢板最大穿透厚度为 50mm。一般情况下，在工件厚度达到所用设备最大穿透厚度时，选用最大管电压进行工作。

##### ① 工件自身屏蔽

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，在工件自身屏蔽情

况下，关注点辐射剂量率计算参数见表 11-1；根据公式 11-1 和公式 11-2，控制区和监督区边界计算结果见表 11-2。

**表 11-1 工件自身屏蔽状态下关注点辐射剂量率计算参数**

设备型号	在最高管电压下的常用最大管电流 I (mA)	管电压 (kV)	TVL (mm)	距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量 H <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> / (mA·h))	工件最大厚度 (mm)
ZCX-CXG-2505A 型	5	250	2.9	16.5×6×10 <sup>4</sup>	40
ZCX-CXG-300A 型	5	300	5.7	20.9×6×10 <sup>4</sup>	50

**表 11-2 有用线束控制区和监督区边界计算结果**

管电压 (kV)	在最高管电压下的常用最大管电流 I (mA)	工件铅当量 (mmPb)	屏蔽所需透射因子 B	控制区 (m)	监督区 (m)
250	5	3.0	0.092	175	428
300	5	6.4	0.075	178	436

备注：参照《X 射线和 γ 射线防护手册》P75 页，管电压为 250kV 时，40mm 钢板的铅当量为 3mm，管电压为 300kV 时，50mm 钢板的铅当量为 6.4mm。

根据计算结果可知，工件自身屏蔽情况下控制区和监督区的范围过大，不利于实际探伤工作的进行。为尽可能缩小控制区和监督区的距离，本次评价建议采取 4mm 厚的铅皮进行局部屏蔽。

② 工件自身+局部铅屏蔽

本项目现场探伤配备 4mmPb 的铅皮，因此项目在工件自身+局部铅屏蔽条件下关注点辐射剂量率计算参数见表 11-1，根据公式 11-1 和公式 11-2，有用线束方向辐射剂量率计算结果见表 11-3，控制区和监督区边界计算结果见表 11-4。

**表 11-3 工件自身+局部铅屏蔽有用线束方向辐射剂量率**

辐射源点（靶点）至关注点的距离 (m)	X 射线探伤机辐射剂量率 (μSv/h)	
	250kV	300kV
5	763.61	3756.35
10	190.90	939.09
20	47.73	234.77
30	21.21	104.34
36	14.73	72.46
50	7.64	37.56
80	2.98	14.67
88	2.47	12.13
130	1.13	5.56
160	0.75	3.67
170	0.66	3.25
194	0.51	2.50
200	0.48	2.35

表 11-4 控制区和监督区边界计算结果

管电压 (kV)	局部屏蔽配备的 铅厚度 (mm)	工件铅当量 (mmPb)	工件自身+局 部铅屏蔽厚 度 (mm)	屏蔽所需 透射因子 B	控制区 (m)	监督区 (m)
250	4.0	3.0	7.0	3.86E-03	36	88
300	4.0	6.4	10.4	1.50E-02	80	194

备注：参照《X 射线和 γ 射线防护手册》P75 页，管电压为 250kV 时，40mm 钢板的铅当量为 3mm，管电压为 300kV 时，50mm 钢板的铅当量为 6.4mm。

2、非有用线束控制区与监督区边界估算

有工件自身屏蔽条件下，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

泄漏辐射在关注点的剂量率 $\dot{H}$ ，按公式（11-3）计算，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ：

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{（公式 11-3）}$$

式中：

B—屏蔽透射因子，本项目非有用线束方向不考虑屏蔽，因此 B 取 1；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

$H_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ，其典型值参考 GBZ/T250-2014 中表 1 内容，本项目取值见表 11-1。

(2) 散射辐射屏蔽估算

关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ ，按公式（11-4）计算，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{（公式 11-4）}$$

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为 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  $6 \times 10^4$ ；本项目  $H_0$  参考 GBZ/T 250-2014 中表 1 内容，本项目取值见表 11-5。

B—屏蔽透射因子，本项目非有用线束方向不考虑屏蔽，因此 B 取 1；

F— $R_0$  处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ，本项目 2 台射线机辐射角均为  $40^\circ$ ，经计算，距工件 1m 处辐射野面积为  $0.41\text{m}^2$ ；

$R_0^2 / F \cdot \alpha$ —本项目取自 GBZ/T 250-2014 中附录 B.4.2，取值为 50；

$R_0$ —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为 m，本项目取 1m；

$R_s$ —散射体至关注点的距离，单位为m。

(3) 非有用线束的控制区与监督区的边界距离估算

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 非有用线束方向控制区和监督区边界距离估算

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和公式 11-3 和公式 11-4，无屏蔽情况下，非有用线束方向控制区和监督区边界距离估算结果见表 11-7 和表 11-8。

**表 11-5 非有用线束泄漏辐射关注点辐射剂量率计算参数**

序号	管电压 (kV)	在最高管电压下的常用最大管电流 I (mA)	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 $H_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	250	5	5000
2	300	5	5000

**表 11-6 非有用线束散射辐射关注点辐射剂量率计算参数**

序号	管电压 (kV)	在最高管电压下的常用最大管电流 I (mA)	输出量 $H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )	$F\cdot\alpha/R_0^2$
1	250	5	$8.9\times 6\times 10^4$	0.02
2	300	5	$8.9\times 6\times 10^4$	0.02

**表 11-7 非有用线束方向辐射剂量率**

辐射源点（靶点）至关注点的距离 (m)	X 射线探伤机 (250kV/300kV) 辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		
	泄漏辐射	散射辐射	泄漏+散射辐射
10	50.00	534.00	584.00
20	12.50	133.50	146.00
50	2.00	21.36	23.36
60	1.39	14.83	16.22
62	1.30	13.89	15.19
64	1.22	13.04	14.26
100	0.50	5.34	5.84
150	0.22	2.37	2.60
152	0.22	2.31	2.53
154	0.21	2.25	2.46
160	0.20	2.09	2.28
170	0.17	1.85	2.02
180	0.15	1.65	1.80
190	0.14	1.48	1.62
200	0.13	1.34	1.46

**表 11-8 非有用线束方向控制区与监督区边界**

序号	管电压 (kV)	控制区 (m)	监督区 (m)
1	250/300	64	154

### 3、X 射线现场探伤环境影响分析

ZCX-CXG-2505A型X射线探伤机有用线束方向（工件自身+局部铅屏蔽条件）控制区为36m，监督区范围为88m，ZCX-CXG-300A型X射线探伤机有用线束方向（工件自身+局部铅屏蔽条件）控制区为80m，监督区范围为194m；非有用线束方向（无屏蔽条件）ZCX-CXG-2505A型和ZCX-CXG-300A型X射线探伤机的控制区为64m，监督区范围为154m。

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，对职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、辐射工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》（GBZ117-2015）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。

本项目拟新增 4 名辐射工作人员，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）。根据建设单位提供资料，本项目 X 射线探伤机拍片数量总计为 2500 张/a，每次拍片曝光时间为 1.5min，则出束时长为 62.5h/a。假设现场探伤过程中，由探伤小组中的 2 人共同完成 X 射线探伤机的操作，其中 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  $15\mu\text{Sv/h}$ 。则每个职业人员年附加有效剂量最大值为  $15 \times 62.5 \div 2 \div 1000 = 0.47\text{mSv/a}$ ，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次环评提出的年剂量约束值（2mSv）。

##### 2、公众的辐射影响分析

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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

由于本项目在陕西省西咸新区境内对煤发电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机部件进行无损检测。根据建设单位提供资料，项目在一个地方年最大拍片量为 500 张，每次拍片曝光时间为 1.5min，则公众年附加有效剂量最大值为  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}\times 500\times 1.5\text{min}/60/1000=0.03\text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射限值和本环评提出的年剂量约束值（0.1mSv）。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”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；且现场探伤多为移动式作业，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 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>，经稀释后，对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

#### 五、水环境影响分析

辐射工作人员产生少量的生活污水（80m<sup>3</sup>/a），生活污水依托渭河发电公司办公区现有废水处理设施。

#### 六、固体废物

##### (1) 生活垃圾

辐射工作人员产生少量的生活垃圾（2.2kg/d），生活垃圾依托渭河试验基地现有收集设施进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统。

##### (2) 危险废物

本项目将现场探伤胶片带回暗室内进行冲洗，洗片过程中产生废显（定）影液和废胶片。废显（定）影液和废胶片使用专用容器分类收集，暂存于危废暂存间内，最终交由有资质单位处置。

本项目危废暂存间由专人负责管理，钥匙由专人进行保管。危废暂存间内应配备照明设施、消防设施。门外应张贴符合标准的危险废物警示标志及危险废物标签，屋内张贴《危险废物管理制度》。

危废暂存间建设和管理符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其

修改单相关要求。

采取以上措施后，项目产生的固体废物可得到合理处置，不会对环境产生不利影响。

## 七、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、放射性固体废物。

## 事故影响分析

### 一、辐射事故影响分析

#### 1、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 11-8。

表 11-8 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。

#### 2、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额外照射。本项目在运行过程中可能发生的事故有：

(1) 仪器故障：X 射线机漏射线指标达不到《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的要求，或探伤机故障以及控制系统失灵，出现异常曝光可致人员受到额外照射。

(2) 未分区管理：X 射线探伤机在照射状态，作业现场未标划控制区和监督区、未

设置警戒线或曝光前未清查现场，使人员误入或误留辐射区，受到不必要的照射。或探伤作业人员未按规定撤离到安全区域，导致工作人员受照剂量偏高。

(3) 人员误照：在探伤现场未做好警戒工作，工作人员和公众误留在监督区内，使工作人员或公众造成不必要照射。

(4) 在不适合探伤的场地实施现场探伤，且未做好相应的防护措施（如增加铅板、铅皮遮挡等），造成公众或者工作人员受到不必要的照射。

(5) 由于公众对于射线装置认识不足，X射线探伤机丢失被拾取或偷盗后接通电源，造成公众受到不必要的超剂量照射。

### 3、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；或无关人员误闯入控制区，对该人员造成误照射。为避免此类情况发生，建设单位应定期检查、维修设备，强化探伤机运输和探伤过程规章制度。

本次事故分析假设为 ZCX-CXG-300A 型 X 射线探伤机在不同情况下发生误照射。根据辐射事故识别，本次针对人员未及时撤离控制区情况，职业人员或公众在有用线束方向达到剂量限值所需时间。预测结果见表 11-9。

表 11-9 事故情况下人员达到剂量限值所需时间

事故情况	人员未及时撤离
距 X 射线机距离 (m)	1
达到 2mSv (职业人员) 所需时间/s	1.15
达到 0.1mSv (公众) 所需时间/s	0.05

根据表 11-9 可知，本项目 X 射线探伤机发生较大辐射安全事故时，公众误照射 0.05s 可达到剂量限值 (0.1mSv)，职业人员误照射 1.15s 可达到剂量限值 (2mSv)。

#### (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 射线探伤机被拾取造成公众超剂量辐射事故。根据计算，公众通电开机后误照射 0.05s 可达到剂量限值 (0.1mSv)。因此应加强对 X 射线机在贮存、使用现场的管理，防止射线机的被盗、丢失情况的发生。

### 4、辐射事故应急措施

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《陕西省辐射污染防治条例》，当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故

应急方案，采取必要防范措施：

① 发现异常立即切断电源，确保 X 射线探伤机停止出束，并检查排除异常，做好记录；

② 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

③ 对可能受到大剂量照射的人员，及时送到专业医院就诊检查治疗；及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标人员应及时调岗。

### **5、风险防范措施**

由于本项目存在辐射事故风险，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，设置安全员警戒巡逻。

(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连锁；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无法直视，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 射线机在领用、贮存、运输、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) 制定辐射事故应急预案，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。

**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。

陕西能源电力运营有限公司拟以单位主要领导为组长，探伤工作主要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) 对单位使用的射线装置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) 记录单位发生的放射事故并及时报告卫生行政部门、生态环境主管行政部门。

#### **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。

陕西能源电力运营有限公司拟为本项目配备 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，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，陕西能源电力运营有限公司应制定《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》、《辐射事故应急处理预案》等规章制度。

除此之外陕西能源电力运营有限公司还应根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》制定《危险废物管理制度》。

本项目 X 射线探伤机存放场所入口应有门禁装置，公司内部人员持有效证件才可进入，同时仪器设备室内安装 24h 监控设施，仪器设备室内张贴《放射作业管理制度》、《X 射线探伤作业管理办法》《X 射线探伤应急预案》等相关制度。要求使用设备时，应填写仪器设备借用登记表。本项目设备存放后，陕西能源电力运营有限公司应定期对设备进行检查、维护。

陕西能源电力运营有限公司需在取得《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，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》（HJ61-2021）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”。

陕西能源电力运营有限公司应配备如下监测仪器：

(1) 本项目每台设备配备 1 台便携式 X- $\gamma$  剂量率仪，用于环境辐射剂量率的监测以及控制区和监督区范围划定；

(2) 为 4 名辐射工作人员每人配备个人剂量计、直读剂量计、配备个人剂量报警仪。

环评要求：现场探伤前，需保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计、直读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，建立辐射工作人员个人健康档案；每名辐射工作人员的个人剂量计专人专戴，每个季度送有资质部门检测一次，建立辐射工作人员个人剂量档案。

表 12-1 辐射防护设施数量

类别	环保设施/措施	数量
防护设施	辐射防护服	4 套
	大功率喊话器	2 个
	个人剂量报警仪	4 个
	警示信号指示装置	2 套
	安全警戒线	2 盘
	对讲机	2 个
	警示标志	若干
监测	X- $\gamma$ 剂量率仪	2 台
	个人剂量计	4 个
	直读剂量计	4 个

### 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内容、点位布设及监测频次见表 12-2。陕西能源电力运营有限公司应严格执行

此监测计划，并保存监测记录。

**表 12-2 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要求》中的相关规定，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 12-3。

本项目总投资 30 万元，环保投资 11.8 万元，占总投资的 39.33%。

**表 12-3 项目环保投资估算表**

实施时段	类别	污染源或污染物	污染防治措施或设施	建设费用
施工期	废气	施工扬尘等	及时清扫施工场地	0.2
	废水	少量生活污水	依托渭河发电公司现有生活污水处理设施进行处理	—
	固体废物	建筑垃圾	运至指定的建筑垃圾填埋场	0.5
运行期	X 射线	防护设施	辐射防护服	2.0
			大功率喊话器	0.4
			个人剂量报警仪	0.6
			警示信号指示装置	0.3
			安全警戒线	0.4
			对讲机	0.4
			警示标志	0.5
			X-γ 剂量率仪	1.0
			个人剂量计	0.3
	直读剂量计	0.3		
	废气	O <sub>3</sub> 和 NO <sub>x</sub>	自然扩散	—
废水	生活污水	依托渭河发电公司现有生活污水处理设施进行处理	—	
固废	生活垃圾	依托渭河试验基地现有收集设施进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统	—	
	危险废物	危废暂存间 1 座，危险废物定期交由有资质单位处置	1.5	
环境监测	详见环境管理与监测计划小节			2.0

岗前培训	0.4
员工健康体检	1.0
总投资（万元）	11.8

### 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，陕西能源电力运营有限公司应按照国务院生态环境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 12-4。

**表 12-4 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
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（大于 15 $\mu$ Sv/h）、监督区（大于 2.5 $\mu$ Sv/h）；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- $\gamma$ 剂量率仪
			个人剂量计
			直读剂量计
			个人剂量报警仪
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	建立个人剂量档案和健康档案；工作人员年附加有效剂量低于 2mSv，公众年附加有效剂量低于 0.1mSv
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	危险废物暂存设施	危险废物暂存区域进行防渗处理，危险废物使用专用容器暂存，容器外张贴危险废物标签，建立危险废物台账等	符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单和《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）要求
9	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	对公司的辐射安全管理进行标准化建设

		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	确保探伤现场操作与管理的标准化
--	--	---	-----------------

### 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”。陕西能源电力运营有限公司应结合单位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 辐射事故应急预案主要内容符合性分析

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工作项目表>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，建议陕西能源电力运营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

陕西能源电力运营有限公司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。

## **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》，向当地生态环境主管部门报告；还应当同时向当地人民政府、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，陕西能源电力运营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：移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目

建设单位：陕西能源电力运营有限公司

建设性质：新建

建设内容：陕西能源电力运营有限公司拟使用 2 台移动式 X 射线探伤机 ZCX-CXG-2505A 型和 ZCX-CXG-300A 型，对煤发电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件的无损检测。本次使用的 X 射线探伤机为 II 类射线装置。

本项目总投资 30 万元，其中环保投资 11.8 万元，占总投资的 39.33%。

### 2、产业政策符合性及实践正当性结论

本项目利用 X 射线探伤机开展现场探伤，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）中的“鼓励类”，符合国家产业政策规定。

陕西能源电力运营有限公司拟使用 2 台移动式 X 射线机用于煤发电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件的无损检测，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。作业现场设安全员警戒，并负责巡视，避免无关人员误入。

### 4、环境影响分析结论

#### (1) 辐射工作人员年附加有效剂量

本项目拟配备 4 名辐射工作人员，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）。经过计算，每个职业人员年附加有效剂量最大值为  $0.47\text{mSv/a}$ ，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

次环评提出的年剂量约束值（2mSv）。

#### (2) 公众年附加有效剂量

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 $\mu$ Sv/h。由于本项目在陕西省西咸新区境内对煤电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件进行无损检测。经计算，本项目公众年附加有效剂量最大值为 0.03mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射限值和本环评提出的年剂量约束值（0.1mSv）。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。且现场探伤为移动式作业，不会在同一位置长期作业，故一般情况下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 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>，经稀释后，对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

#### (4) 废显（定）影液及废胶片

本项目将现场探伤胶片带回公司暗室内进行冲洗。根据建设单位提供资料，项目在移动探伤过程中产生废显影液和废胶片使用专用容器分类收集，暂存于危废暂存间内，最终交由有资质单位处置。

#### (5) 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、放射性固体废物。

#### (6) 其他环境影响分析

生活污水依托渭河发电公司现有生活污水处理设施进行处理，生活垃圾依托公司试验基地现有垃圾箱进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统。

### 5、环境影响可行性结论

陕西能源电力运营有限公司拟使用 2 台移动式 X 射线探伤机用于煤电机组检修维护过程中承压管道焊缝、锅炉炉膛和汽轮机等部件无损检测，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，公司对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。

陕西能源电力运营有限公司在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，项目对工作人员和公众

产生的辐射影响可以控制在国家标准允许的范围之内。本项目的建设，从辐射环境保护角度分析可行。

## 二、要求和承诺

(1) 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学习并通过考核，考核合格后方可上岗。

(2) 评价要求危废暂存间内专用容器外张贴危险废物标签、暂存区域进行防渗处理、建立危险废物台账等措施，满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改单和《环境保护图形标志-固体废物贮存(处置)场》(GB15562.2-1995)中要求。

(3) 现场探伤过程中，根据实际工作环境划定控制区和监督区。

(4) 加强员工核与辐射安全知识培训，增强员工安全意识和自我保护意识。定期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

下一级环保部门预审意见:

公章

经办人

年 月 日

审批意见：

经办人

公章  
年 月 日