

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  
竣工环境保护验收监测报告

建设单位：陕西能源电力运营有限公司

编制单位：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

二〇二三年五月

## 目录

1 工程概况 .....	1
1.1 项目概述 .....	2
1.2 单位原有项目情况 .....	2
2 验收依据 .....	3
2.1 相关法律、法规和环评文件 .....	3
3 项目建设情况 .....	4
3.1 项目名称、地点 .....	4
3.2 建设内容及规模 .....	6
3.2.1 项目环评、审批及建设情况 .....	6
3.2.2 项目基本情况 .....	6
3.3 生产工艺 .....	6
3.3.1 X 射线探伤机工作原理 .....	6
3.3.2 操作流程及产污环节 .....	7
3.4 污染因素分析 .....	9
3.5 项目变动情况 .....	10
4 辐射安全防护措施运行 .....	12
4.1 辐射安全防护措施 .....	12
4.2 现场照片 .....	13
4.3 安全防护装置及安全防护措施 .....	14
5 环评、批复意见及其落实情况 .....	15
6 辐射安全管理与职业人员健康监护 .....	18
6.1 辐射安全与环境保护管理机构 .....	18
6.2 辐射事故应急 .....	18
6.3 辐射安全管理措施 .....	19
6.4 项目人员组成 .....	21
6.5 职业健康监护及档案管理 .....	21
7 验收标准 .....	22
7.1 人员年有效剂量 .....	22
7.2 辐射剂量率 .....	22
7.3 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求 .....	22
8 验收监测内容与结果评价 .....	29
8.1 质量保证措施 .....	29
8.2 验收监测内容和日期 .....	29
8.2.1 监测内容 .....	29
8.2.2 监测日期 .....	29
8.3 验收监测方法和仪器 .....	29
8.4 验收监测期间工况 .....	29
8.5 验收监测结果与评价 .....	30
8.5.1 监测点位 .....	30
8.5.2 监测结果与评价 .....	31
8.5.3 职业人员与公众剂量估算 .....	32
9 结论与建议 .....	32
9.1 结论 .....	33
9.2 建议 .....	33

---

附件 .....	34
附件 1: 委托书 .....	35
附件 2: 环评批复 .....	36
附件 3: X 射线探伤年工作时间证明 .....	37
附件 4: 成立辐射安全管理领导小组的红头文件 .....	37
附件 5: 辐射安全管理制度 .....	37
附件 6: 辐射事故应急预案 .....	37
附件 7: 监测设备及防护用品清单 .....	37
附件 8: 监测设备校准证书 .....	37
附件 9: 辐射工作人员信息一览表 .....	37
附件 10: 辐射工作人员岗位辐射安全承诺书 .....	37
附件 11: 辐射工作人员职业健康检查结果 .....	37
附件 12: 辐射工作人员辐射安全考核合格证书 .....	37
附件 13: 个人剂量委托检测申请表 .....	37
附件 14: 危险废物委托处置合同书 .....	38
附件 15: 现场探伤监测报告 .....	38

## 1 工程概况

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				
法人代表	毛冬红	负责人	赵重庆	电话	181 9232 2730
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				
项目地址	陕西省西安市行政区域内				
工程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它				
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	/			
	环境影响 报告表名称	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			
环境影响 评价单位	西安海蓝环保科技有限公司				
环境影响 评价审批部门	陕西省西咸新 区行政审批服 务局	文号	陕西咸审服准 (2022) 91 号	时间	2022 年 8 月 25 日
竣工时间	2022 年 11 月		现场监测时间	2022 年 11 月 12 日	
环保设施施 工单位	/				
实际总投资 (万元)	30	环保投资 (万元)	11.8	环保投资占总 投资比例	39.33%

## 1.1 项目概述

陕西能源电力运营有限公司成立于 2018 年 1 月，是陕西投资集团有限公司按照“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。公司下辖子公司陕西君创智盈能源科技有限公司，渭河、商洛、麟北、赵石畔、清水川、吉木萨尔六个项目部，现有职工 750 余人，拥有一支技术过硬、作风顽强、操作规范、装备精良的专业化技术工人队伍，主要承担火力、水力和新能源等发电机组的日常运维、等级检修及电力科技服务等工作，覆盖集团内 9180MW 的煤电机组检修维护，涵盖 300MW、350MW、660MW、1000MW 等机组类型。

为了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，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。陕西能源电力运营有限公司购买了两台 X 射线探伤机（均为定向）用于日常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（渭河发电公司办公室东南侧的设备室）内，需开展现场探伤时将射线机运送至指定地点。公司配备 4 名辐射工作人员从事探伤工作。公司在项目运营前对从事工业 X 射线检测技术辐射工作人员进行培训。

2022 年 3 月 16 日陕西能源电力运营有限公司委托西安海蓝环保科技有限公司对其移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目进行环境影响评价，编制了本项目的环境影响报告表，并于 2022 年 8 月 25 日取得了由陕西省西咸新区行政审批服务局出具的《陕西省西咸新区行政审批服务局关于移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目环境影响报告表的批复》（陕西咸审服准〔2022〕91 号）（见附件 2）。

陕西能源电力运营有限公司已根据环评报告表中的要求和陕西省西咸新区行政审批服务局环评批复意见对该项目进行了建设，目前各项环境保护措施和安全措施运行正常，已具备了环保设施“三同时”验收条件。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）等的要求，陕西能源电力运营有限公司委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对该项目进行验收监测。接受委托后，陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司组织技术人员于 2022 年 11 月 12 日对该项目进行了现场监测和资料收集工作。在现场监测、调查和查阅相关资料的基础上，编制完成了《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竣工环境保护验收监测报告表》。

## 1.2 单位原有项目情况

建设单位陕西能源电力运营有限公司之前未开展过相关核技术利用项目，未申领过辐射安全许可证。

## 2 验收依据

### 2.1 相关法律、法规和环评文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日起实施；
- (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日施行；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 第 682 号，2017年10月1日修订；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2019年3月2日修订；
- (6) 《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，2011年5月1日施行；
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局第 31 号令，2019年8月22日修订；
- (8) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评[2017]4号；
- (9) 《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》，国家环保总局，环发〔2006〕145号；
- (10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017年第66号；
- (11) 《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单（试行）>的通知》，环办环评函〔2020〕688号，2020年12月16日；
- (12) 《国家危险废物名录（2021年版）》，部令 第 15 号，2020年11月27日；
- (13) 《关于印发<陕西省危险废物转移电子联单管理办法（试行）>的通知（有效）》，陕西省环境保护厅，2012年9月1日；
- (14) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》，生态环境部公告 2018年第9号；
- (15) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019年7月31日第二次修正）；
- (16) 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），2018年6月6日；
- (17) 《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》，西安海蓝环保科技有限公司，2022年7月；
- (18) 《陕西省西咸新区行政审批服务局关于移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目环境影响报告表的批复》，陕西咸审服准〔2022〕91号；
- (19) 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竣工环境保护验收委托书（见附件1）。

### 3 项目建设情况

#### 3.1 项目名称、地点

项目名称：移动式X射线现场探伤核技术利用项目。

项目地点：陕西能源电力运营有限公司渭河试验基地（项目地理位置图见图3-1，设备存放及配套工作场所示意图见图3-2，项目暗室、危废暂存间设置示意图见图3-3）。



图3-1 本项目地理位置图

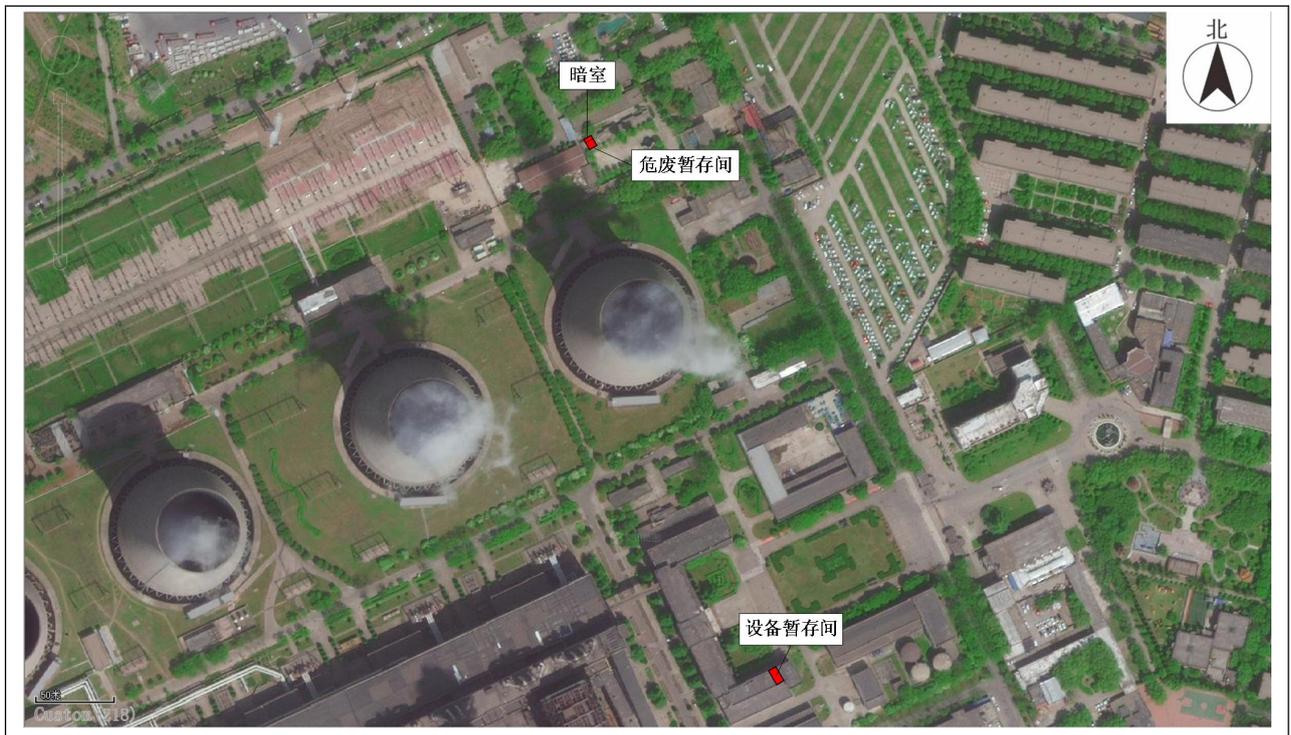


图3-2 设备存放及配套工作场所示意图

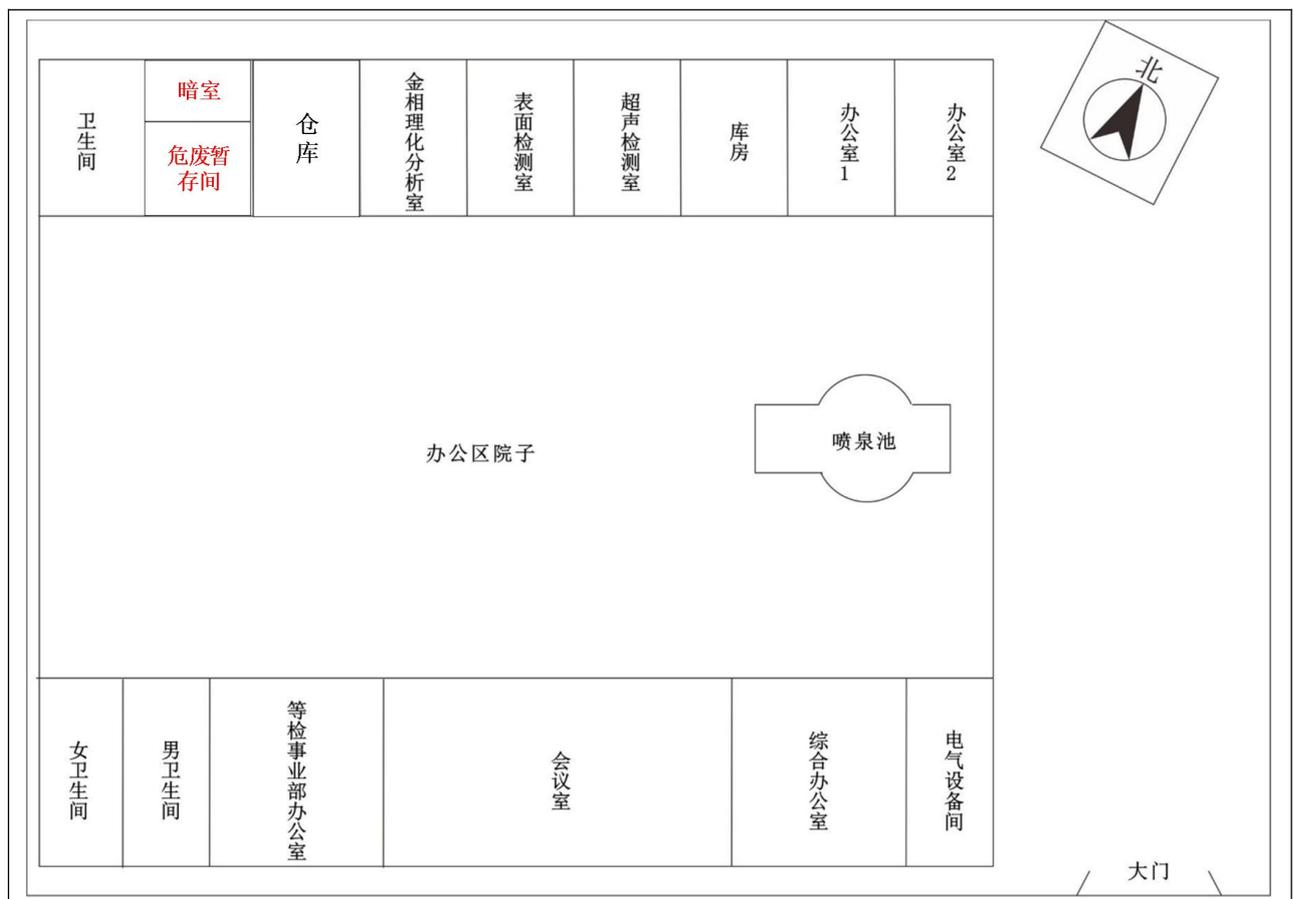


图3-3 项目暗室、危废暂存间设置示意图

## 3.2 建设内容及规模

### 3.2.1 项目环评、审批及建设情况

核技术利用项目环评审批及建设情况见表3-1。

表3-1 核技术利用项目环评审批及建设情况一览表

应用类型	项目环评内容	环评审批情况	实际建设情况
无损检测	购置2台X射线探伤机在陕西省西安市行政区域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的无损检测	租赁陕西渭河发电公司厂房，购置2台工业X射线探伤机（均为定向）用于管道、压力容器等部件的无损检测，X射线探伤机存放、暗室、危废暂存间均位于租赁厂房内，不设探伤室，需开展现场探伤时将X射线探伤机运送至指定地点	租赁陕西渭河发电公司厂房，购置2台超小型X射线探伤机（均为定向）用于管道、压力容器等部件的无损检测，X射线探伤机存放、暗室、危废暂存间均位于租赁厂房内，不设探伤室，需开展现场探伤时将X射线探伤机运送至指定地点

### 3.2.2 项目基本情况

本项目工业X射线探伤机设备参数见表3-2。

表3-2 射线装置参数表

序号	装置名称	型号	来源	类型	设备参数	类别	使用场所
1	超小型 X 射线探伤机	ZCX-CXG250A	深圳市中昌探伤器材有限公司	定向	250kV, 5mA	II类	现场探伤
2	超小型 X 射线探伤机	ZCX-CXG300A	深圳市中昌探伤器材有限公司	定向	300kV, 5mA	II类	现场探伤

## 3.3 生产工艺

### 3.3.1 X射线探伤机工作原理

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、钽等）制成。典型的X射线管结构图见图3-6。

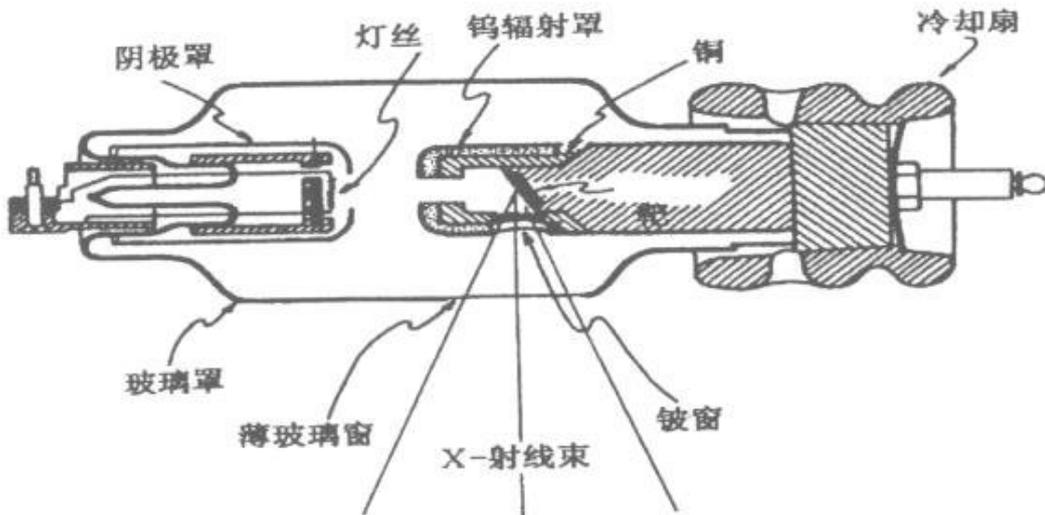


图 3-6 X 射线管的原理示意图

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 射线照射胶片时，与普通光线一样，能使胶片感光，接收射线越多的部位颜色越深。根据胶片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，曝光示意图见图 3-7。

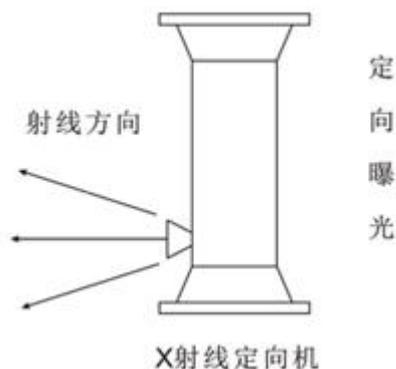


图 3-7 定向探伤机曝光示意图

### 3.3.2 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事故应急预等内容。

(2)公司工作人员持计划书，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)设备交接：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，并与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，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，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 $<15\mu\text{Sv/h}$ ，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：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醒目位置张贴电离辐射警示标识告语等提示信息。作业期间，安排 1 名工作人员（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：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；探伤工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安全区域。

(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辐射巡测仪、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，公司将 X 射线探伤机运回单位设备间贮存，并做好入库记录。

(11)将带回的胶片在 洗片室 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液中，该过程持续时间约 5~8min；

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: 将漂洗后的胶片从漂洗槽中取出, 而后放入烘箱烘干, 该工序持续 40~60min。

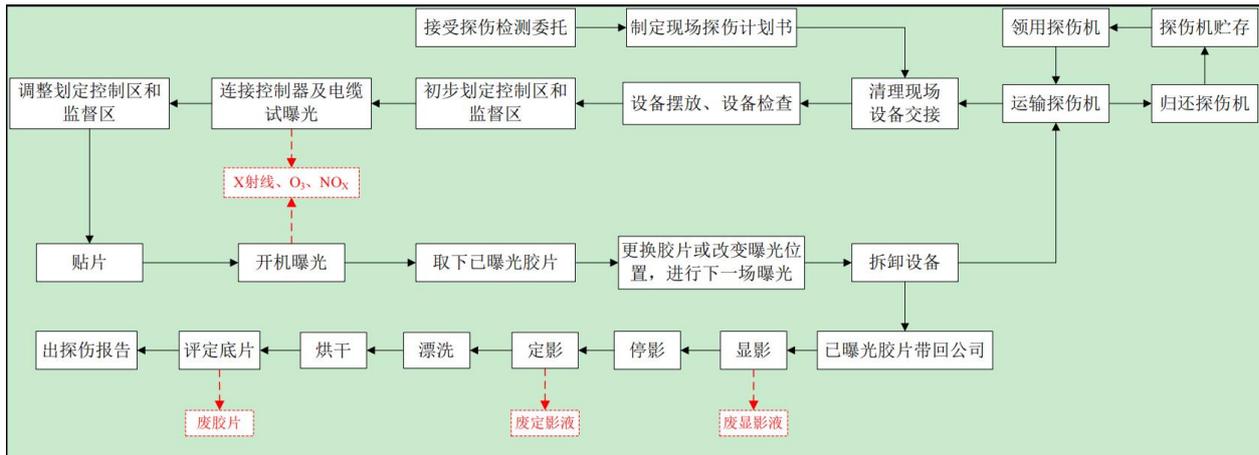


图 3-8 X 射线探伤机工作流程及产污环节图

### 3.4 污染因素分析

根据工艺流程可知, 本项目运营期产生的污染为探伤工作中产生X射线时的电离辐射影响、废气(臭氧、氮氧化物)及洗片废水、废显(定)影液及废旧胶片。本项目主要关注X射线探伤机曝光时产生的电离辐射影响, 其他环境影响进行简要分析。

#### (1) X射线

由 X 射线探伤机工作原理可知, 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 射线探伤工作流程, X 射线探伤机与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 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) O<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>

本项目使用的X射线探伤机所能达到的最大工作电压为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>和NO<sub>x</sub>。

### (3) 废显（定）影液及废胶片

本项目现场探伤所拍胶片运回公司洗片室进行洗片操作，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 25 张，每张片子平均约10g，共计0.25kg/a；定影液使用量 100L，显影液使用量 100L，废显（定）影液产生量为100kg/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。本项目危废产生量及处理措施见下表。

表3-3 本项目危废产生量及处理处置措施

危废名称	危废类别	危废代码	产生量 (kg/a)	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险性	处置措施
废显（定）影液	HW 16	900-01-16	360	液态	苯二酚、亚硫酸钠、银	银	3 个月	T	分类收集暂存于危废暂存间，定期交由有危废处置资质单位处置。
冲洗废水	HW 16	900-01-16	180	液态	对苯二甲酸、银	银	3 个月	T	
废胶片	HW 16	900-01-16	1	固态	明胶、卤化银	银	每年	T	

## 3.5 项目变动情况

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知，环办环评函〔2020〕688号中的相关规定。

表3-4 环评与实际配备射线装置参数表

类别	《环评报告表》设计信息		实际配备情况	
设备名称	移动式 X 射线机		超小型X射线探伤机	
设备型号	ZCX-CXG250A	ZCX-CXG300A	ZCX-CXG250A	ZCX-CXG300A
生产厂家	/		深圳市中昌探伤器材有限公司	深圳市中昌探伤器材有限公司
使用场所	现场探伤		现场探伤	

类别	《环评报告表》设计信息		实际配备情况	
数量	2 台		2台	
最大管电压 (kV)	250	300	250	300
最大管电流 (mA)	5	5	5	5
用途	无损检测		无损检测	
类别	II类		II类	

由表3-5可知，本项目上述信息中仅设备名称由“移动式X射线机”变为“超小型X射线探伤机”，探伤机采购数量、设备型号、X射线探伤机参数（管电压、管电流）、作业场所与辐射安全环保设施等均与《环评报告表》一致。项目性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施无重大变动及显著不利的环境影响，故不属于重大变动。

## 4 辐射安全防护措施运行

### 4.1 辐射安全防护措施

根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发[2018]29号）的相关要求，对该项目辐射安全防护措施运行情况核实情况如表 4-1 所示：

表 4-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（五）

项目		具体要求	核实
工业 X 射线探伤	*控制台安全性能	X 射线管头应具有制造厂商、型号及出厂编号、额定管电压电流等标志。	有
		控制台设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示装置。	有
		控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	有
		控制台设有紧急停机开关。	有
	分区	按标准要求划分控制区、监督区。	有
	*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。	有
		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。	有
		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。	有
	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。	取得辐射安全许可证后，作业时进行
		探伤作业期间，便携式辐射检测仪应一直处于开机状态。	取得辐射安全许可证后，作业时进行
作业前、结束后现场辐射水平的检测情况及结果记录。		取得辐射安全许可证后，作业时进行	

注：表中标注有“\*”内容为关键项，为强制性规范要求。

## 4.2 现场照片



图 4-1 超小型 X 射线探伤机铭牌 (ZCX-CXG250A)



图 4-2 超小型 X 射线探伤机铭牌 (ZCX-CXG300A)



图 4-3 控制台



图 4-4 X 射线探伤机存放间



图 4-5 声光报警灯



图 4-6 辐射巡测仪



图 4-7 个人剂量报警仪



图 4-8 危险废物暂存桶



图 4-9 制度上墙



图 4-10 防护用品



图 4-11 危废暂存间



图 4-12 电离辐射警告标志

### 4.3 安全防护装置及安全防护措施

(1) X 射线现场探伤作业时，将工作场所分为控制区和监督区，控制区边界和监督区边界设置“电离辐射请勿靠近”警告牌；

(2) 购买了一个声光报警灯，本项目超小型 X 射线探伤机自带声光报警灯，一般探伤作业在夜间进行，可以清晰看到闪烁的红光；

(3) 购买了一台 JB4000 型环境 X、 $\gamma$  辐射比释动能率仪，现场探伤工作期间，环境 X、 $\gamma$  辐射比释动能率仪一直处于开机状态；

(4) 为 4 辐射工作人员配备了 4 个人剂量计及 2 台个人剂量报警仪，建立了个人剂量检测档案和职业人员健康监护档案；

(5) 为辐射工作人员配备了两套个人防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅手套。

(6) 两台超小型 X 射线探伤机控制台均设置有紧急停机按钮。

表 4-2 辐射监测仪器及防护用品台帐清单

序号	名称	数量	存放场所
1	环境 X、 $\gamma$ 辐射比释动能率仪	1 台	设备暂存间
2	X、 $\gamma$ 辐射个人剂量当量监测报警仪	2 台	设备暂存间
3	防护铅服（铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅手套）	2 套	设备暂存间
4	剂量片	4 枚	辐射工作人员随身佩戴

## 5 环评、批复意见及其落实情况

本次验收根据陕西省西咸新区行政审批服务局对《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》批复意见以及《环评报告表》提出的环境管理要求，对该企业具体落实情况进行了现场核实，核实结果见表5-1和5-2所示。

表5-1 本项目环评报告表批复意见与验收落实情况汇总表

环评报告表批复意见	验收时落实情况	评价
<p>一、该项目位于秦汉新城正阳街办，建设内容主要包括租赁陕西渭河发电公司厂房，购置2台工业X射线探伤机(均为定向)用于管道、压力容器等部件的无损检测，X射线探伤机存放、暗室、危废暂存间均位于租赁厂房内，不设探伤室，需开展现场探伤时将X射线探伤机运送至指定地点。</p>	<p>项目位于秦汉新城正阳街办，单位购置2台工业X射线探伤机(均为定向)用于管道、压力容器等部件的无损检测，X射线探伤机存放、暗室、危废暂存间均位于租赁厂房的陕西渭河发电公司厂房内，不设探伤室，需开展现场探伤时将X射线探伤机运送至指定地点。</p>	符合
<p>二、项目应全面落实《报告表》提出的各项环境保护要求，加强核安全文化建设，提高辐射安全管理能力。在建设和运营管理中重点做好以下工作：            (一)落实控制区和监督区的安全管理措施，定期对安全与防护设施进行检查和维护，确保其可靠性和安全性。            (二)建立辐射安全与防护监测制度并确保实施，及时申领辐射安全许可证，按相关要求编制辐射安全与防护年度评估报告报西安市生态环境局西咸新区分局以及所在地生态环境主管部门。            (三)辐射安全管理人员以及辐射工作人员，须经过专业培训并持证上岗。辐射工作人员应配备个人剂量计和个人剂量报警仪，定期进行个人剂量检测和职业健康体检，建立个人剂量档案、职业健康监护档案确保辐射安全。            (四)编制辐射事故应急预案，定期组织演练，严防辐射事故发生。            (五)若进行异地探伤作业时，需提前办理异地探伤作业备案。</p>	<p>单位落实《报告表》提出的各项环境保护要求，承诺在建设和运营管理中重点做好以下工作：            (一)落实控制区和监督区的安全管理措施，定期对防护用品、警示装置和监测设备进行检查和维护，确保其可靠性和安全性。            (二)建立辐射安全与防护监测制度并确保实施，及时申领辐射安全许可证，按相关要求编制辐射安全与防护年度评估报告报西安市生态环境局西咸新区分局以及西安市生态环境主管部门。            (三)辐射安全管理人员以及辐射工作人员，经过了专业培训并持证上岗。辐射工作人员配备了个人剂量计和个人剂量报警仪，后续工作过程中定期进行个人剂量检测和职业健康体检，建立个人剂量档案、职业健康监护档案确保辐射安全。            (四)编制了辐射事故应急预案，在后续工作中定期组织演练，严防辐射事故发生。            (五)后续工作中进行异地探伤作业时，办理异地探伤作业备案。</p>	符合
<p>三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目建成后，依法按规定的标准和程序开展竣工环保验收工作。</p>	<p>公司严格执行环境保护“三同时”制度，按国家相关规定组织环保竣工验收，验收合格并取得辐射安全许可证后，正式投入运营。</p>	符合
<p>四、建设单位是建设项目选址、建设、运营全过程落实环境保护措施、公开环境信息的主体，应按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》等要求依法依规公开建设项目环评信息，畅通公众参与和社会监督渠道，保障可能受建设项目环境影响公众的环境权益。</p>	<p>公司按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》等要求依法依规公开了建设项目环评信息</p>	符合

环评报告表批复意见	验收时落实情况	评价
五、《报告表》经批准后，项目的性质、规模、工艺、地点或者防治污染措施发生重大变动的，须重新报批项目的环境影响评价文件。自《报告表》批复文件批准之日起，如超过5年方决定开工建设的，环境影响评价文件应当报西安市生态环境局西咸新区分局重新审核。	项目的性质、规模、工艺、地点或者防治污染措施未发生重大变动，无需进行重新报批环评报告	符合
六、西咸新区生态环境局(秦汉)工作部负责该项目的事中事后监督管理，西咸新区生态环境保护综合执法支队对事中事后监督管理工作进行指导和监督。你单位应在收到本批复后10个工作日内，将批准后的《报告表》送西咸新区生态环境局(秦汉)工作部备案，并按规定接受各级生态环境行政主管部门的监督检查。	单位将批准后的《报告表》送西咸新区生态环境局(秦汉)工作部备案，并按规定接受各级生态环境行政主管部门的监督检查。	符合

表 5-2 项目竣工环境保护验收清单

验收项目	验收内容	落实情况	评价
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。	单位以文件形式成立辐射安全与环境保护管理小组，负责整个公司辐射安全与环境管理工作。	符合
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。	进行现场探伤时，单位对探伤现场及其周围环境进行监测，保存监测记录。	符合
工作场所区域划分，设立电离辐射警示标志	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。	单位取得辐射安全许可证后，探伤作业时，把现场划分控制区(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。	符合
监测仪器	移动探伤工作小组均应配备相应的监测仪器，包括X- $\gamma$ 剂量率监测仪、个人剂量计、直读剂量计、个人剂量报警仪。	单位给探伤作业小组配备了1台X- $\gamma$ 剂量率监测仪、4枚个人剂量计、2台个人剂量报警仪。	符合
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。	单位委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司每季度对4名辐射工作人员进行个人剂量检测；4名辐射工作人员在核工业四一七医院进行了职业健康体检；并建立个人剂量档案和健康档案	符合
个人防护用品	为现场探伤操作人员配备个人防护用品。	单位配备有两套个人防护用品包括铅衣、铅手套、铅眼镜、铅围脖和铅帽。	符合
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。	4名辐射工作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。	符合

验收项目	验收内容	落实情况	评价
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	<p>危险废物暂存间进行防渗处理，危险废物使用专用容器暂存，容器外张贴危险废物标签，建立了危险废物台账。危废分类收集暂存于危废暂存间。</p> <p>单位与陕西安信显像管循环处理应用有限公司签订了危险废物处置合同。</p>	符合
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	<p>制定了《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《辐射环境自主监测制度》、《辐射事故应急预案》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《射线探伤人员岗位职责》、《射线装置管理制度》等一系列管理和使用制度。</p>	符合

## 6 辐射安全管理与职业人员健康监护

### 6.1 辐射安全与环境保护管理机构

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第七条及主管部门的要求：“建设单位应当有专门的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全防护和管理人员”，负责对射线装置的常规检查和探伤室的辐射防护与安全工作，开展业务培训，组织应急演练，接受上级主管部门的检查。

单位已成立有辐射安全管理领导小组（见附件4），人员组成如下：

组 长：张小锋

副组长：武红幸、雷喜鸣、孟辉、王安义、吴立功

组 员：陈振峰、王超博、张建宏、尉亚军、王声岐

辐射安全管理领导小组下设办公室，办公室设在安全监察部，负责辐射安全管理的日常工作。

辐射安全管理领导小组主要职责：

1、认真贯彻执行国家关于射线装置的法律、法规、接受国家和地方生态环境部门的监督与检查。

2、对本公司的射线装置工作负总责，保证无辐射事故发生。

3、制定本公司的射线装置管理规定，展开安全防护政策、安全知识和安全技术教育。

4、研究审查新建、扩建、改建射线装置工作场所的防护工作。

5、组织召开环保专题工作会议，研究部署解决工业探伤中存在的重大问题。

6、定期安排辐射专项检查，督促消除各种辐射安全隐患。

7、发生辐射事故，按职能进行指挥、协调、处理，防止事故蔓延扩大，将辐射伤害和损失降低到最低限度。

8、对发生的辐射事故组织调查处理，落实防范措施。

建设单位采用正式文件形式成立了辐射安全管理领导小组，其中明确了人员组成和工作职责，并指定有管理办公室和专职管理人员，符合要求。

### 6.2 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》第四十一条及主管部门的要求：“建设单位应当根据可能发生的辐射事故风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备”。

建设单位制定有《辐射事故应急预案》，其中明确了编制目的、适用范围、应急救援领导小组人员组成、职责分工、应急联系方式、事故等级划分、应急响应程序、应急处置措施、后勤保障组织等相关内容，具有较好的可操作性，符合要求。

辐射事故应急领导小组人员组成如下：

组 长：武红幸

副组长：陈振峰、王声岐

组 员：赵重庆、张胜利、解伟豪

应急领导小组职责分工：

- 1、负责组织应急准备工作、调度人员、设备、物资等。
- 2、负责对放射事故的现场进行组织协调、安排救助，指挥放射事故应急救援工作。
- 3、负责向上级行政主管部门报告放射污染事件应急救援情况。
- 4、负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。
- 5、负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共卫生事件。
- 6、其余内容详见附件 6。

### 6.3 辐射安全管理措施

为了加强公司辐射安全管理，规范和强化应对辐射事故的处理能力，按照陕西省生态环境厅下发的《关于开展核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作的通知》要求，陕西能源电力运营有限公司制定了《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《辐射环境自主监测制度》、《辐射事故应急预案》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《射线探伤人员岗位职责》、《射线装置管理制度》等一系列管理和使用制度（见附件 5）。建设单位制定的辐射防护管理制度较完善，符合要求。

单位按照陕西省生态环境厅下发的《关于开展核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作的通知》要求进行了辐射安全管理的建设，单位标准化建设核实情况如表 6-1 所示：

表6-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表

管理内容		管理要求	核实情况
* 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。	有
		年初工作安排和年终工作总结，应包含辐射环境安全管理工作内容。	单位承诺进行
		明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责。	有
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。	有

管理内容		管理要求	核实情况
* 人员管理	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。	有
		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。	单位承诺进行
		建立健全辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责。	有
		建立辐射安全管理档案。	有
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录。	有
	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。	有（附件11）
		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。	有（附件12）
		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。	有（附件10）
		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。	有
	*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安全与环境保护管理机构和负责人。	有（附件4）
*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。	有（附件5）	
	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。	有（附件5）	
	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。	有（附件5）	
	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。	有（附件5）	
	建立辐射工作人员个人剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门，保证个人剂量监测档案的连续有效性。	有（附件5）	
	建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性。	有（附件5）	
	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），并建立维护与维修工作记录档案（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）。	有（附件5）	
	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。	有（附件5）	

管理内容	管理要求	核实情况
*制度建立与执行	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。	有（附件5）
*应急管理	结合本单位实际，制定具有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。	有（附件6）
	辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。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。	有（附件6）

## 6.4 项目人员组成

该工业X射线探伤项目共配备有5名辐射人员（附件），人员名单如表6-2所示：

表6-2 陕西能源电力运营有限公司辐射工作人员信息表

姓名	性别	身份证号码	职务或岗位	电话
赵重庆	男	██████████	专业主管工程师	1██████████
张胜利	男	██████████	专业工程师	1██████████
张莉	女	██████████	辐射工作人员	1██████████
解伟豪	男	██████████	辐射工作人员	1██████████

本项目配备有4名辐射工作人员，实际配备人员与《环评报告表》中拟配备工作人员（4人）相一致。本项目的4名辐射工作人员通过了辐射安全与防护知识培训考核，取得了培训合格证书（见附件12）。

## 6.5 职业健康监护及档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十九条的要求：“使用射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案”。

建设单位于2023年03月31日委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对该项目涉及的4名辐射工作人员进行个人剂量监测工作，监测周期为2023.4.1至2024.3.31（委托协议见附件13），辐射人员按相关规定正确佩戴个人剂量计。

建设单位4人于2023年03月在核工业四一七医院进行了职业健康检查，体检结果（见附件11）显示未发现放射工作的职业禁忌证，可从事放射工作，符合要求。

## 7 验收标准

本次验收执行陕西省西咸新区行政审批服务局已经批复的环境影响评价报告中使用的标准及 2023 年 3 月 1 日实施的新标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）。

### 7.1 人员年有效剂量

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），并按照标准的评价原则，探伤室工作人员和周围公众的年有效剂量须满足表 7-1 中的限值。

表 7-1 职业照射和公众照射的剂量限值

照射类别	剂量限值	环评管理目标 年剂量约束限值
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20 mSv	5 mSv/a
公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1 mSv	0.1 mSv/a

### 7.2 辐射剂量率

(1) 根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求：

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区。

5.1.6 控制区的边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围化为监督区，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) 根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求：

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的区域划为控制区。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ 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。

### 7.3 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

(1) 《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ 117-2015）

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（ $\mu$ 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 $\mu$ Sv/h；

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 控制区的边界外、作业时周围剂量大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围化为监督区，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、作业空前等。

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. 放射防护检测要求如下：

### 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时可以接受的。

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行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，已确认探伤机确已停止工作。

## (2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

### 4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

### 5 探伤机的放射防护要求

#### 5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 1 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全连锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；

f) 螺栓等连接件是否连接良好；

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

d) 应做好设备维护记录。

## 7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边

界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的区域划为控制区。

a) 对于 X 射线探伤，如果每周实际开机时间高于 7 h，控制区边界周围剂量当量率应按公式（1）

计算：

$$H = \frac{100}{\tau} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

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

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

$\tau$  ——每周实际开机时间，单位为小时（h）。

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

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

7.2.5 移动式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，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X- $\gamma$  剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

7.2.7 探伤作业期间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射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

7.2.8 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。

7.2.9 移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

7.2.10 探伤机控制台（X 射线发生器控制面板或 $\gamma$ 射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

### 7.3 安全警示

7.3.1 委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。

7.3.2 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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

7.3.3 X 和 $\gamma$ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

7.3.4 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。

7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

### 7.4 边界巡查与检测

7.4.1 开始移动式探伤之前，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。

7.4.2 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。

7.4.3 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。

7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X $\gamma$ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪，两者均应使用。

### 7.5 移动式探伤操作要求

### 7.5.1 X 射线移动式探伤

7.5.1.1 周向式探伤机用于移动式探伤时,应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器(仅开定向照射口)。

7.5.1.2 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。

## 8 放射防护检测

### 8.1 检测的一般要求

#### 8.1.1 检测计划

使用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。

#### 8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器,并按规定进行定期检定校准,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。

### 8.2 探伤机检测

#### 8.2.1 防护性能检测

##### 8.2.1.1 检测方法

X 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 26837 的要求进行;

##### 8.2.1.2 检测周期

使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后,应进行安全装置的性能检测。

##### 8.2.1.3 结果评价

X 射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.1.1 条的要求。

## 7.4 《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(1994 年 7 月)陕西省咸阳市 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平。

表 7-2 咸阳市环境天然放射性  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率调查结果 (nGy/h)

项目场所	原 野	道 路	室 内
范 围	48~68	32~68	87~123
均 值	60	51	104
标准差	5	11	8

## 8 验收监测内容与结果评价

### 8.1 质量保证措施

本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司编制的质量体系文件的相关要求，实施全过程质量控制。

(1) 专人负责查清该项目污染源项及污染物排放途径，保证验收过程符合核技术利用项目竣工环境保护验收要求；

(2) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；

(3) 监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；

(4) 所用监测仪器全部经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器由专业技术人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

(5) 监测数据严格实行三级审核制度。

### 8.2 验收监测内容和日期

#### 8.2.1 监测内容

(1) 作业场所控制区边界周围剂量当量率；

(2) 作业场所监督区边界周围剂量当量率。

#### 8.2.2 监测日期

2022年11月12日上午。

### 8.3 验收监测方法和仪器

表 10-1 监测方法、仪器及测量范围

项目	监测方法	监测仪器名称、型号及编号	测量范围	溯源单位/证书编号	有效期至
周围剂量当量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)	剂量率仪, FH40G-X+FHZ672E-10, QNJC-YQ-010 环境监测用 X、γ辐射空气比释动能率仪, NK42-3602, QNJC-YQ-048	0.01~600.00μSv/h	中国辐射防护研究院放射性计量站/校字第 [2022]-L081	2023.03.10
距离	/	激光测距望远镜, 851E, QNJC-YQ-064	3~600m	中国测试技术研究院/校准字第 202112011059 号	2022.12.16

### 8.4 验收监测期间工况

本次验收项目为移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目。现场验收监测分别对这两

台超小型 X 射线探伤机所能达到的最大工况下进行监测，符合验收监测工况要求。

表 10-2 本次项目验收的设备信息及监测条件

序号	装置名称	型号	设备参数	类别	使用场所	监测条件
1	超小型 X 射线探伤机	ZCX-CXG250A	250kV, 5mA	II类	现场探伤	250kV, 5mA, 主束向北, 主束方向上有 10mm 的钢板遮挡
2	超小型 X 射线探伤机	ZCX-CXG300A	300kV, 5mA	II类	现场探伤	300kV, 5mA, 主束向北, 主束方向上有 20mm 的钢板遮挡

## 8.5 验收监测结果与评价

### 8.5.1 监测点位

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），在超小型 X 射线探伤机开机所能达到的最大工况下对控制区边界、监督区边界进行监测。监测点位示意图如图 8-1 和 8-2 所示：

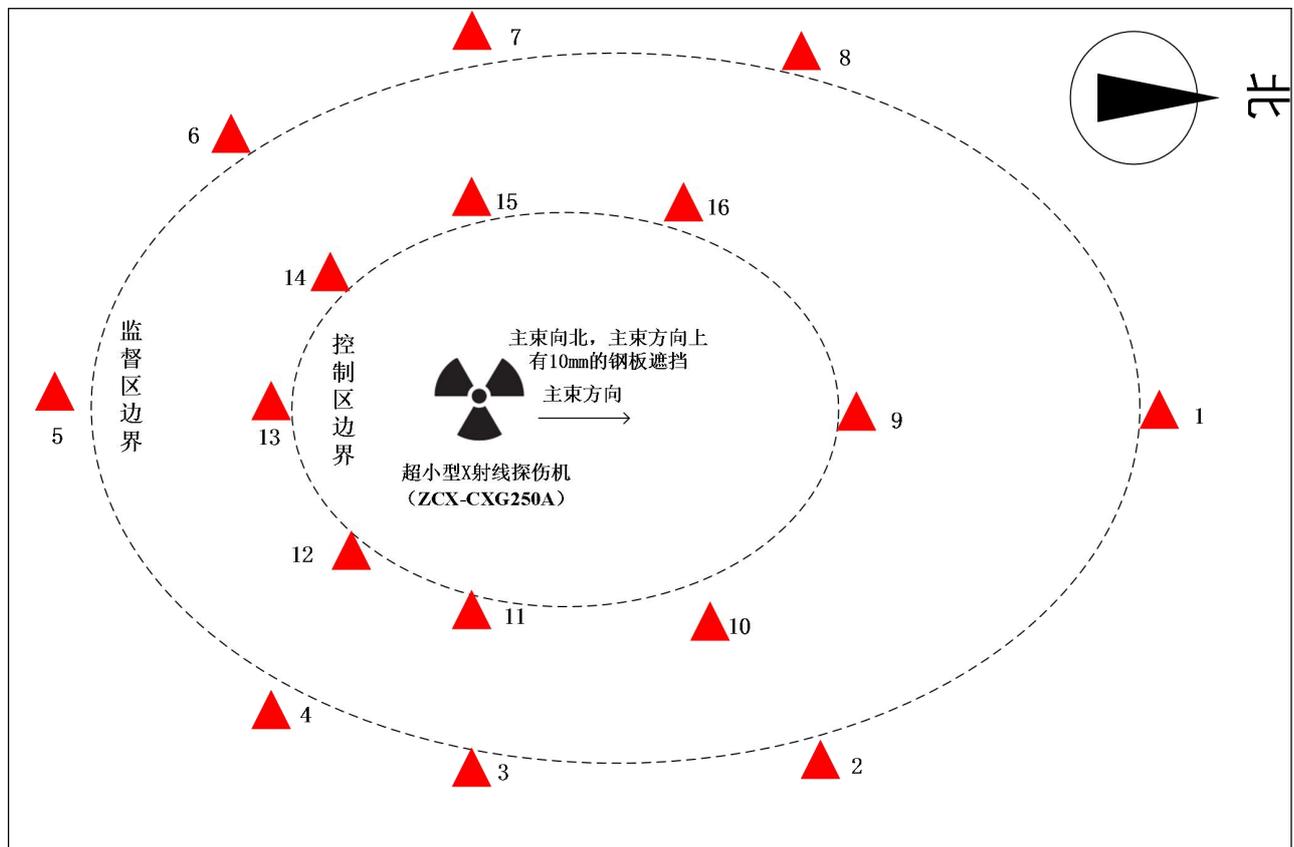


图 8-1 超小型 X 射线探伤机（型号：ZCX-CXG250A）现场探伤监测点位示意图

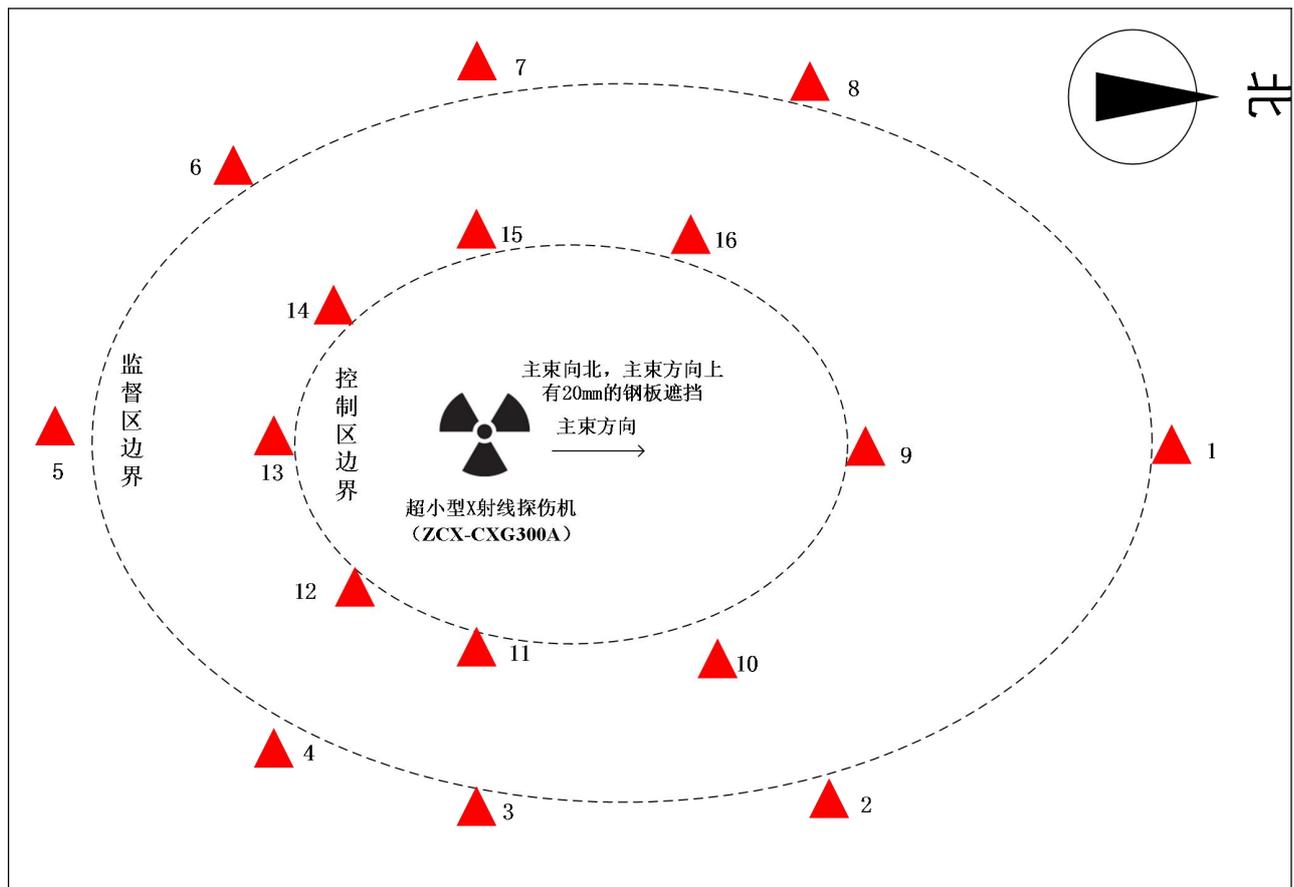


图 8-1 超小型 X 射线探伤机（型号：ZCX-CXG300A）现场探伤监测点位示意图

### 8.5.2 监测结果与评价

根据陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司提供的陕西能源电力运营有限公司探伤室周围辐射水平监测报告（QNJC-202211-E025）（见附件 15）。

本项目场址室外本底辐射水平在（0.115~0.118） $\mu\text{Sv/h}$  范围内，与《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（1994 年 7 月）中西安市 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平相近。

本项目超小型 X 射线探伤机（型号：ZCX-CXG250A）工作状态下（工况：250kV，5mA），控制区边界各测点范围值为：（14.6~14.7） $\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界各测点范围值为：（2.45~2.48） $\mu\text{Sv/h}$ ；

本项目超小型 X 射线探伤机（型号：ZCX-CXG300A）工作状态下（工况：300kV，5mA），控制区边界各测点范围值为：（14.6~14.7） $\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界各测点范围值为：（2.46~2.48） $\mu\text{Sv/h}$ 。

以上各监测点位满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中：“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；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”的标准限值要求。也满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“7.2.2 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；7.2.8 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”的标准限值要求。

### 8.5.3 职业人员与公众剂量估算

根据单位提供的相关资料及现场核实，该现场探伤项目配备有 4 名辐射工作人员，本项目 X 射线探伤机每周拍片 50 张，每年工作 50 周，每年总得拍片数量为 2500 张，每次拍片曝光时间为 1.5min，则年总计曝光时间为 62.5h。

根据上述信息，按现场探伤时，工作人员设置曝光延时，退至控制区边界外，等待曝光结束，使用辐射检测仪确认探伤机停机后进行下一次操作，公众一般位于监督区边界外，现场探伤辐射工作人员及公众活动区域监测结果中最大值分别进行估算，则该项目涉及的职业人员及公众剂量估算结果见表 8-2。

表 8-3 超小型 X 射线探伤机职业人员及公众剂量核算结果

序号	受照位置	受照人员	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	剂量限值 (mSv/a)
			受照时间 (h/a)	受照剂量 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	环境本底 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子		
1	监督区边界	职业人员	62.5	14.7	0.115	1	0.912	5
2	监督区边界	公众	62.5	2.48		1/4	0.037	0.1

注：根据陕西能源电力运营有限公司提供的工作时间资料，年最大工作时间约为 62.5h（见附件 3）。

根据表 8-2 估算结果，该项目辐射工作人员个人年有效剂量最高为  $0.912\text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中附录 B1.1.1 规定，即“应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：a)由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量  $20\text{mSv}$ ”及《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》中职业人员的剂量管理目标限值  $5\text{mSv/a}$ 。

该工业 X 射线探伤项目所涉及公众个人年有效剂量最高为  $0.037\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.2.1 规定，即“实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：a)年有效剂量  $1\text{mSv}$ 。”及《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》中公众的剂量管理目标限值  $0.1\text{mSv/a}$ 。

## 9 结论与建议

## 9.1 结论

1、陕西能源电力运营有限公司已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，对其移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目进行了环境影响评价工作并取得了环评批复。

2、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在正常工况下运行时，控制区边界及监督区边界的周围剂量当量率均符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求；该项目所涉及的职业人员及公众产生的个人年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的限值要求及《环评报告表》中提出的剂量约束值。

3、现场调查表明，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的辐射防护措施满足相关标准的要求；进行现场探伤作业前，清理无关人员，封闭出入口，将工作场所划分为控制区和监督区，控制区与监督区外设置警戒线及“当心电离辐射”的警告标志，警示无关人员禁止靠近探伤场所；项目运行过程中所产生的洗片废液、废显（定）影液和废胶片集中收集，交由有资质的单位回收处理；目前该公司内部辐射安全管理体系已建立，并制定了一系列辐射安全管理规章制度，配备了辐射监测设备，并制定了监测计划；4 名辐射工作人员均进行了职业健康体检，并配备了个人剂量报警仪和个人剂量计，建立了个人剂量检测档案和职业人员健康监护档案；4 名辐射工作人员通过了辐射安全与防护知识培训考核，取得了培训合格证书。

综上所述，陕西能源电力运营有限公司落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护等措施，该项目对辐射工作人员、周围公众及周围环境产生的影响很小，是安全的。故从辐射环境保护角度分析，该项目具备竣工环境保护验收条件，建议该项目通过竣工环境保护验收。

## 9.2 建议

1、认真学习《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目》及有关法律法规，进行标准化管理，不断提高企业安全文化素养和安全意识，积极配合生态环境主管部门的日常监督检查，确保射线装置的使用安全。

2、每年委托有资质的监测单位进行一次工作场所周围及邻近区域的辐射水平测量，根据测量结果进行评估，提出评价或改进意见；每年编制辐射安全年度评估报告，于次年 1 月 31 日前报发证机关及区县生态环境主管部门。