

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	9
表 4 射线装置.....	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	14
表 8 环境质量和辐射现状.....	24
表 9 项目工程分析与源项.....	25
表 10 辐射安全与防护.....	32
表 11 环境影响分析.....	37
表 12 辐射安全管理.....	49
表 13 结论与建议.....	58
表 14 审批.....	60

附件 1 委托书

附件 2 报告公示截图及公开说明

附件 3 环境现状监测报告说明

附件 4 市场主体环境信用承诺书

附件 5 危险废物处置协议（原有）

表 1 项目基本情况

建设项目名称		陕西西公院工程试验检测有限公司 X 射线现场探伤核技术利用建设项目			
建设单位		陕西西公院工程试验检测有限公司			
法人代表	雷晓锋	联系人	张丹	联系电话	██████████
注册地址		陕西省西安市高新区高新六路 60 号 西安公路研究院大楼 14 层 1412 室			
项目建设地点		陕西省西安市开展无损检测（无固定场所）			
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）	10	投资比例（环保投资/总投资）	33.3%
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 ）	45
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>项目概述</p> <p>1.1 单位简介</p> <p>陕西西公院工程试验检测有限公司（原西安公路研究院公路工程试验检测中心）始建于 1994 年，2018 年 7 月，为适应市场需求，提高服务水平，由原公路工程试验检测中心组建成立独立法人公司“陕西西公院工程试验检测有限公司”（以下简称公司），注册资本 5000 万，拥有员工 100 余人，现有办公面积 633m² 及试验检测功能室面积 2620m²。公司经营范围包括：公路工程、机电工程检测；公路机电产品检测；道路、桥梁、隧道、交通安全设施的试验、检测、技术评定；公路工程安全性、耐久性检查及方案建议；公路工程设计；工程技术研究；工程咨询服务；竣工资料的整理归档；仪器设备租赁、研发及检定；工程质量信息管理及维护等。</p>					

1.2 项目由来

根据建设单位提供的资料，项目主要是西安市境内修建高速时，对道路、桥梁、隧道等的钢结构工程进行无损检测。由于只有在工件焊接完成后才能对其焊缝进行无损探伤，此时，钢结构工程已固定且移动不便，无法放入探伤室进行检测，同时项目场地具有不固定性等特点，因此陕西西公院工程试验检测有限公司决定建设移动 X 射线现场探伤项目。

本项目建设内容为：陕西西公院工程试验检测有限公司拟购置 1 台 X 射线探伤机（定向）用于现场无损检测，在无检测工作时 X 射线探伤机放置在铅箱（10mmPb），存放于暗室，需开展现场探伤时将探伤机运送至指定地点。

根据《射线装置分类》（公告 2017 第 66 号），本项目使用的移动式 X 射线探伤装置属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境保护法》、《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》以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）相关规定，本项目作为“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”的项目，需编制环境影响报告表。为此，陕西西公院工程试验检测有限公司于 2024 年 3 月委托核工业二〇三研究所对该项目进行环境影响评价。接受委托后，核工业二〇三研究所组织专业技术人员对项目所在地及周边环境进行实地调查，收集相关基础资料，根据国家、省市的有关环保法规和《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），编制了该项目环境影响报告表。

1.3 编制目的

- （1）对拟建项目的辐射防护设施进行评价、预测并论证其可行性。
- （2）为建设单位改进和完善辐射防护设计、安全防护措施和辐射管理提供建议，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。
- （3）满足国家和地方生态环境主管部门对建设项目环境管理规定要求，为生态环境主管部门和公司的辐射环境管理提供科学依据。

1.4 核技术利用项目回顾

本项目为建设单位首次开展的核技术利用项目。

1.5 项目建设情况

(1) 项目概况

项目名称：陕西西公院工程试验检测有限公司 X 射线现场探伤核技术利用建设项目

建设地点：陕西省西安市境内

建设内容：拟购置 1 台 X 射线探伤机（定向）用于现场无损检测

(2) 交通地理位置

陕西西公院工程试验检测有限公司位于陕西省西安市高新区高新六路 60 号，北侧距地铁 3 号线约 2.3km，南侧距地铁 6 号线约 2.5km，东侧距地铁 8 号线（在建中）约 1km，其地理位置优越，交通便利，路网发达。

陕西西公院工程试验检测有限公司交通地理位置图见图 1-1。

(3) 四邻关系图

陕西西公院工程试验检测有限公司北厂界紧邻西安高新第二学校；西厂界紧邻保利双水磨小区；南厂界紧邻双水磨路，厂界外 25m 处为陕西省交通规划设计研究院；东厂界紧邻高新六路，厂界外 20m 处为西安市公安局高新分局巡警大队、和发智能大厦。四邻关系图见图 1-2。

(4) 平面布局

陕西西公院工程试验检测有限公司现有办公楼、裙楼及实验楼，办公楼共 23 层，裙楼共 3 层，试验楼共 2 层，公司总平面布局图见图 1-3。本次拟对试验楼二楼危废间进行防渗处理，微观机理研究室进行改造，改造成暗室、评片室及标准物质室。试验楼二楼平面布局图见图 1-4。暗室、评片室平面布局图见图 1-5。

1.6 项目建设内容与规模

(1) 射线装置

本项目具体组成情况见表 1-1，射线装置技术参数见表 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 1 台 X 射线探伤机在陕西省西安市境内对道路、桥梁、隧道等的钢结构焊缝进行无损检测	
辅助工程	暗室	砖混结构，建筑面积 10.5m ² 采用自动洗片机进行洗片

	评片室	砖混结构，建筑面积 8.2m ² ，主要用于评片
	危废间	砖混结构，建筑面积 24.8m ² ，用于危废暂存
公用工程	给水	依托公司现有给水系统
	排水	本项目依托公司现有化粪池处理后，最终排入市政污水管网
	供暖	依托现有供暖工程（空调制暖或天然气供暖）
	制冷	空调制冷
环保工程	生活污水	公司现有化粪池处理后，最终排入市政污水管网
	生活垃圾	生活垃圾进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统
	危险废物	废显（定）影液、洗片废水和废胶片使用专用容器分类收集，暂存于危废间内，最终交由陕西宏恩等离子技术有限责任公司处置

表 1-2 本次新增工业 X 射线探伤机技术参数

名称	型号	技术指标		类别	数量 (台)	曝光 类型
		最大管电 压	最大管 电流			
便携式 X 射线探伤机	XXG-2505	250	5	II 类	1	定向

表 1-3 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	300	L	桶装
2	定影液	300	L	桶装
3	胶片	2500	张	硬纸盒包装

(2) 项目工作场所

本项目作业场所为西安市行政区内道路、桥梁、隧道等需要开展钢结构焊缝无损检测的场所。

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”。因此，建设单位若需要在西安市行政区以外进行无损检测作业时，需根据《陕西省放射性污染防治条例》及国家的相关规定进行异地无损检测作业备案。

(3) 危险废物处置情况

每次探伤后，由辐射工作人员将影片资料送至暗室进行洗片，废液桶直接与洗片机相连，洗片产生的废显影液、废定影液、洗片废水在洗片过程中立即收集至废液桶内。公司已与陕西宏恩等离子技术有限责任公司签订危险废物处置合同，由于原合同中不含本项目新增的废显影液、废定影液、洗片

废水及废胶片处置项目，因此环评要求建设单位后续在原合同中增加废显影液、废定影液、洗片废水及废胶片项目的处置。辐射工作人员每天对探伤产生的废显影液、废定影液、洗片废水及废胶片进行收集，统一转运至危废间，该公司定期外运处置。

(4) 人员编制及工作制度

工业 X 射线探伤工作实行双人共同操作，不允许单独作业。陕西西公院工程试验检测有限公司拟配置 2 名辐射工作人员，作为本项目 X 射线探伤机的工作人员。

根据建设单位提供资料，本项目探伤机每次曝光时间为 3min，单次曝光贴片 1 张，每天曝光次数最多 10 次，周工作 5 天，年工作 50 周。则每周曝光时间 2.5h，年曝光时间 125h。

1.7 产业政策符合性分析

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（2024 年本）》，属于“鼓励类”中“十四、机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”项目，符合国家产业政策。

1.8 项目实践正当性分析

本项目主要采用 X 射线探伤机对西安境内道路、桥梁、隧道等的钢结构焊缝进行无损检测，确保管道安全。在进行工业 X 射线探伤过程中会对工作人员及周围环境产生一定的辐射影响，建设单位将严格按照国家相关辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立相应规章制度。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，其对受照个人或社会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）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。



图 1-1 陕西西公院工程试验检测有限公司交通地理位置图

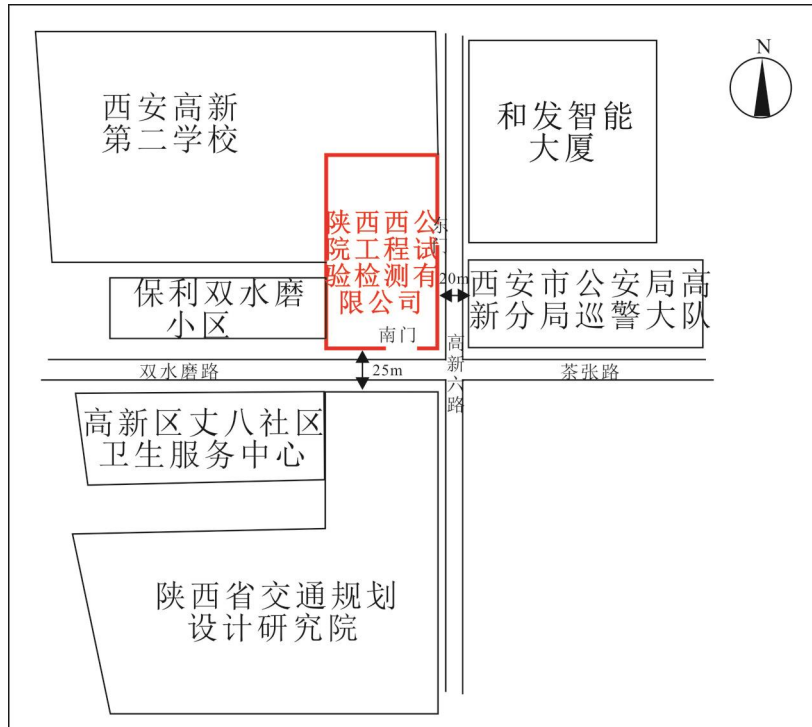


图 1-2 四邻关系图

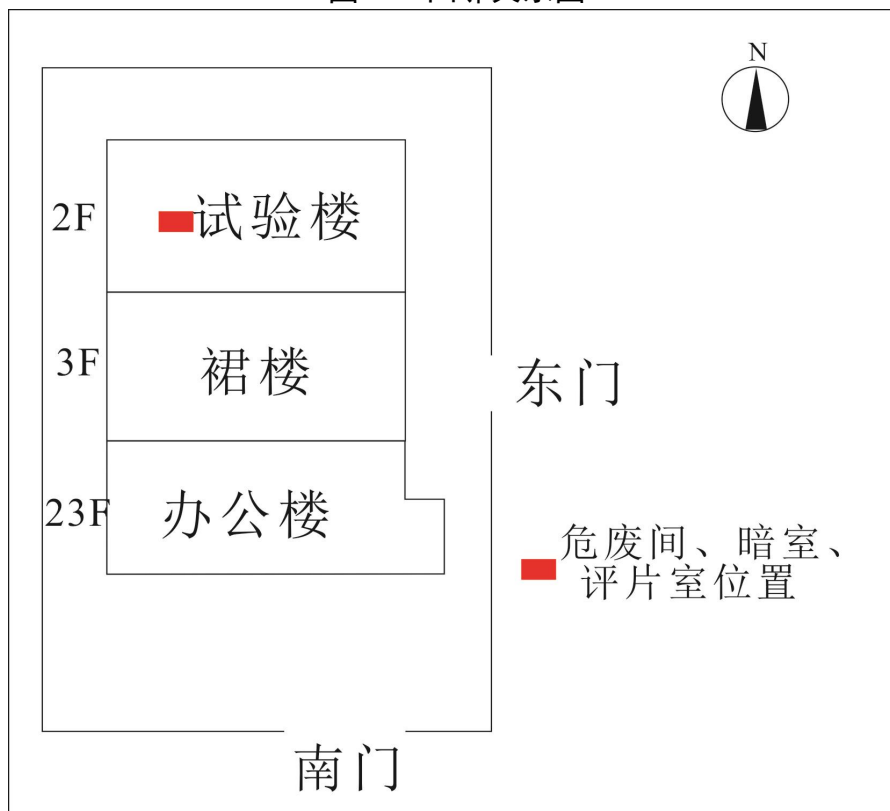


图 1-3 陕西西公院工程检测有限公司总平面图

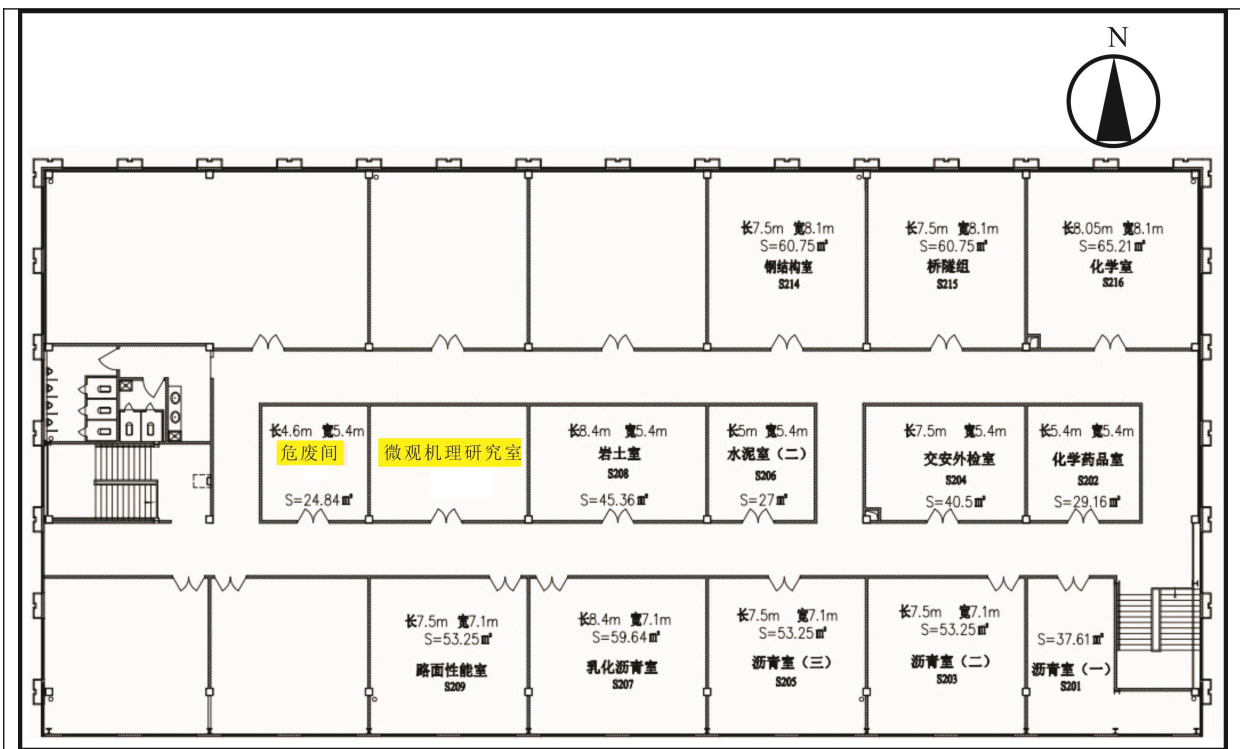


图 1-4 实验室二楼平面布局

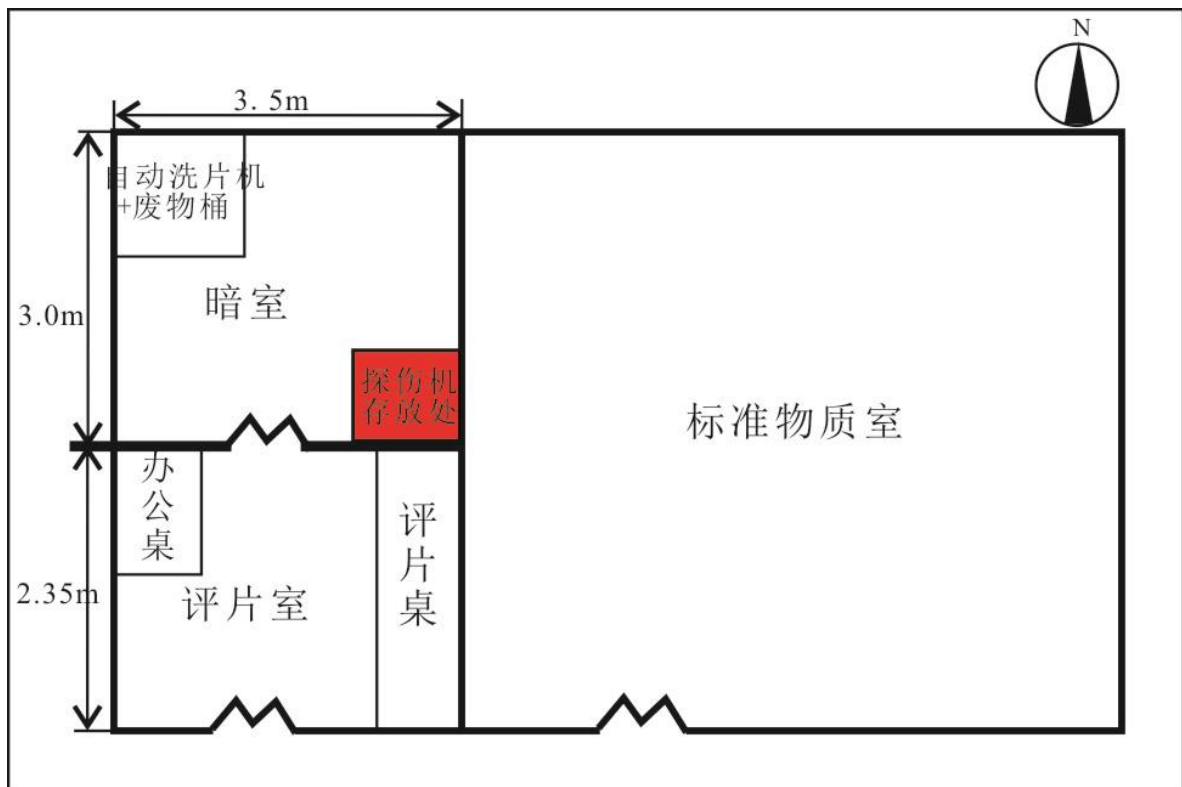


图 1-5 改造后暗室、评片室总平面图

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)	额定电流 (mA) /剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	便携式 X 射线探伤机	II 类	1	XXG-2505	250	5	无损检测	西安行政区域内现场探伤	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放总量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
少量 O ₃ 、NO _x	气态	/	/	/	/	/	/	大气环境
废显影液	液态	/	/	/	300L	/	专用容器收集后，每天统一转运至危废间	由陕西宏恩等离子技术有限公司定期外运处置
废定影液	液态	/	/	/	300L	/		
洗片废水	液态	/	/	/	600L	/		
废胶片	固态	/	/	/	5kg	/		
			以下空白					

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，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) 《建设项目环境保护管理条例》（修订），国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日施行；国务院令第 709 号《关于修改<放射性同位素与射线装置安全和防护条例>的决定》修正，2019 年 3 月 2 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局第 31 号令，2006 年 3 月 1 日施行；环境保护部第 3 号令《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》第一次修正，2008 年 12 月 6 日施行；根据环境保护部第五次部务会议关于修改部分规章的决定第二次修正，2017 年 12 月 20 日；环境保护部第 7 号令第三次修正，2019 年 8 月 22 日；生态环境部令第 20 号第四次修改，2021 年 1 月 4 日。</p> <p>(8) 关于发布《射线装置分类》的公告，国家环保部、国家卫生和计划生育委员会总局 2017 年第 66 号公告，2017 年 12 月 5 日；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(11) 《陕西省放射性污染防治条例》，陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第十二次会议《关于修改〈陕西省产品质量监督管理条例〉等二十七部地方性法规的决定》第二次修正，2019 年 7 月 31 日；</p> <p>(12) 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</p>
------	---

	建设项目表》的通知，原陕西省环境保护厅陕环办发[2018]29号文，2018年6月6日；
--	--

续表 6 评价依据

法规文件	<p>(13) 《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 2019 年第 57 号公告，2019 年 12 月 23 日；</p> <p>(14) 《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>(15) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部第 23 号令，2022 年 1 月 1 日起施行。</p>
技术标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及修改单；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(8) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)。</p>

其他	环评委托书及建设单位提供的其他资料。
----	--------------------

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目涉及使用 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中的规定“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）”。

本项目为使用移动式 X 射线机开展现场探伤作业，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

设备	射线方向	屏蔽方式	监督区距离 (m)
XXG-2505 型 X 射线探伤机	有用线束	工件屏蔽	482
	非有用线束	无屏蔽	205

由上述计算结果可知，本项目拟配备 X 射线探伤机（250kV）监督区最大范围为 482m，因此，本项目评价范围取 482m。

7.2 环境保护目标

本项目环境保护目标主要为陕西西公院工程试验检测有限公司从事现场探伤的操作人员、现场探伤周围活动的其他公众人员，本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标

序号	类别	保护对象	规模 (人)	距射线装置最近距离(m)	年有效剂量控制水平
1	职业	X 射线探伤机操作人员	2	25	≤5mSv

	人员				
2	公众	评价范围内其他人员	流动人员	监督区边界~482	≤0.1mSv

备注：本项目拟为操作人员配备一根 25m 长的电缆，以便降低操作人员的受照剂量。

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 相关内容根据标准附录 B1.1 职业照射和 B1.2 公众照射，对人员受照剂量限值规定如下：

“B1.1.1.1 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 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

B1.2.1 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。”

环评要求年剂量约束值及控制水平：

根据辐射防护最优化原则，考虑到建设单位未来发展，并为其它辐射设施和实践活动留有余地，本次评价对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值规定如下：

①职业人员的年受照剂量约束值：5mSv/a；

②公众的年受照剂量约束值：0.1mSv/a。

(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 相关内容

“本标准规定了 X 射线和γ射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和γ射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的探伤检测参考使用。

7 移动式探伤的放射防护要求

7.1 作业前准备

7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用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。应考虑移动式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）。

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。

7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员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。

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 7h，控制区边界周围剂量当量率应按下式计算：

$$H = \frac{100}{t}$$

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 $100\mu\text{Sv/周}$ ；

t—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- γ 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 μ 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 γ 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 γ 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- γ 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- γ 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- γ 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； γ 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T14058 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。 γ 射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.2.1.1 条的要求。

8.4 移动式探伤放射防护检测

8.4.1 检测要求

8.4.1.1 进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

8.4.1.2 当 X 射线探伤机或 γ 放射源、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。

8.4.1.3 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

8.4.1.4 探伤机停止工作时，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。

8.4.2 检测方法

在探伤机处于照射状态，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，参照本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值确定控制区边界，以 2.5 μ Sv/h 为监督区边界。 γ 射线探伤机收回放射源至屏蔽位置或 X 射线探伤机停止照射后，确定控制区边界和监督区边界。

8.4.3 检测周期

每次移动式探伤作业时，运营单位均要开展此项监测。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：

- a) 新开展现场射线探伤的单位；
- b) 每年抽检一次；
- c) 在居民区进行的移动式探伤；

d) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv。

8.4.4 结果评价

控制区边界不应超过本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值，监督区边界不应超过 2.5 μ Sv/h。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。”

(3) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 相关规定

“本标准适用于产生、收集、贮存、利用、处置危险废物的单位新建、改建、扩建的危险废物贮存设施选址、建设和运行的污染控制和环境管理，也适用于现有危险废物贮存设施运行过程的污染控制和环境管理。

4 总体要求

4.1 产生、收集、贮存、利用、处置危险废物的单位应建造危险废物贮存设施或设置贮存场所，并根据需要选择贮存设施类型。

4.2 贮存危险废物应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和环境风险等因素，确定贮存设施或场所类型和规模。

4.3 贮存危险废物应根据危险废物的类别、形态、物理化学性质和污染防治要求进行分类贮存，且应避免危险废物与不相容的物质或材料接触。

4.4 贮存危险废物应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取措施减少渗滤液及其衍生废物、渗漏的液态废物（简称渗滤液）、粉尘、VOCs、酸雾、有毒有害大气污染物和刺激性气味气体等污染物的产生，防止其污染环境。

4.5 危险废物贮存过程产生的液态废物和固体废物应分类收集，按其环境管理要求妥善处理。

4.6 贮存设施或场所、容器和包装物应按 HJ 1276 要求设置危险废物贮存设施或场所标志、危险废物贮存分区标志和危险废物标签等危险废物识别标志。

4.7 HJ 1259 规定的危险废物环境重点监管单位，应采用电子地磅、电子标

签、电子管理台账等技术手段对危险废物贮存过程进行信息化管理，确保数据完整、真实、准确；采用视频监控的应确保监控画面清晰，视频记录保存时间至少为3个月。

4.8 贮存设施退役时，所有者或运营者应依法履行环境保护责任，退役前应妥善处理处置贮存设施内剩余的危险废物，并对贮存设施进行清理，消除污染；还应依据土壤污染防治相关法律法规履行场地环境风险防控责任。

4.9 在常温常压下易爆、易燃及排出有毒气体的危险废物应进行预处理，使之稳定后贮存，否则应按易爆、易燃危险品贮存。

4.10 危险废物贮存除应满足环境保护相关要求外，还应执行国家安全生产、职业健康、交通运输、消防等法律法规和标准的相关要求。

6 贮存设施污染控制要求

6.1 一般规定

6.1.1 贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防

风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。

6.1.2 贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合。

6.1.3 贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

6.1.4 贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少1m厚黏土层（渗透系数不大于 10^{-7}cm/s ），或至少2mm厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10}cm/s ），或其他防渗性能等效的材料。

6.1.5 同一贮存设施宜采用相同的防渗、防腐工艺（包括防渗、防腐结构或材料），防渗、防腐材料应覆盖所有可能与废物及其渗滤液、渗漏液等接触的构筑物表面；采用不同防渗、防腐工艺应分别建设贮存分区。

6.1.6 贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入。

6.2 贮存库

6.2.1 贮存库内不同贮存分区之间应采取隔离措施。隔离措施可根据危险废物特性采用过道、隔板或隔墙等方式。

6.2.2 在贮存库内或通过贮存分区方式贮存液态危险废物的，应具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不应低于对应贮存区域最大液态废物容器容积或液态废物总储量 1/10（二者取较大者）；用于贮存可能产生渗滤液的危险废物的贮存库或贮存分区应设计渗滤液收集设施，收集设施容积应满足渗滤液的收集要求。

6.2.3 贮存易产生粉尘、VOCs、酸雾、有毒有害大气污染物和刺激性气味气体的危险废物贮存库，应设置气体收集装置和气体净化设施；气体净化设施的排气筒高度应符合 GB 16297 要求。

7 容器和包装物污染控制要求

7.1 容器和包装物材质、内衬应与盛装的危险废物相容。

7.2 针对不同类别、形态、物理化学性质的危险废物，其容器和包装物应满足相应的防渗、防漏、防腐和强度等要求。

7.3 硬质容器和包装物及其支护结构堆叠码放时不应有明显变形，无破损泄漏。

7.4 柔性容器和包装物堆叠码放时应封口严密，无破损泄漏。

7.5 使用容器盛装液态、半固态危险废物时，容器内部应留有适当的空间，以适应因温度变化等可能引发的收缩和膨胀，防止其导致容器渗漏或永久变形。

7.6 容器和包装物外表面应保持清洁。

8 贮存过程污染控制要求

8.1 一般规定

8.1.1 在常温常压下不易水解、不易挥发的固态危险废物可分类堆放贮存，其他固态危险废物应装入容器或包装物内贮存。

8.1.2 液态危险废物应装入容器内贮存，或直接采用贮存池、贮存罐区贮存。

8.1.3 半固态危险废物应装入容器或包装袋内贮存，或直接采用贮存池贮存。

8.1.4 具有热塑性的危险废物应装入容器或包装袋内进行贮存。

8.1.5 易产生粉尘、VOCs、酸雾、有毒有害大气污染物和刺激性气味气体的危险废物应装入闭口容器或包装物内贮存。

8.1.6 危险废物贮存过程中易产生粉尘等无组织排放的，应采取抑尘等有效措施。”

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

(1) 项目地理位置

陕西西公院工程试验检测有限公司位于陕西省西安市高新区高新六路 60 号，公司地理位置见图 1-1。

(2) 项目场所位置

本项目暗室、评片室、危废间等工作场所均位于陕西西公院工程试验检测有限公司试验楼二楼。其平面布局图见图 1-4、图 1-5。

陕西西公院工程试验检测有限公司拟在陕西省西安市境内开展工业 X 射线现场探伤作业，项目主要对道路、桥梁、隧道等的钢结构焊缝进行无损检测，属流动式作业，不在某一场所长期作业。

8.2 环境质量现状

本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。

根据陕西省生态环境厅 2024 年 1 月 16 日发布的《2023 年全省环境质量状况》，陕西省环保大厦等 12 个辐射环境空气自动监测站点位监测结果表明，12 个辐射环境空气自动监测站空气吸收剂量率处于天然本底涨落范围内。与同期累积剂量测得空气吸收剂量率进行比对，无明显差异，西安市 γ 辐射空气吸收剂量率月均值范围为 74.5~83.8nGy/h，平均值为 79.48nGy/h，累积剂量测得的空气吸收剂量率为 92.43nGy/h。

对照《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社），西安市原野 γ 辐射剂量率为 50~117nGy/h，道路 γ 辐射剂量率为 52~121nGy/h，室内 γ 辐射剂量率为 79~130nGy/h。可见，西安市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 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工业 X 射线探伤机工作原理

工业X射线探伤机是利用X射线进行透射拍片的检测装置。X射线管产生的X射线对不同厚度材料或工件进行照射可获得不同材料、厚度对X射线吸收程度的差异，由此进行X射线透视拍片，将照射后胶片进行冲洗即可直接显示材料、零部件及焊缝的内部缺陷。依据胶片上影像资料缺陷的形状、大小和部位来评定材料或工件的质量。

工业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，由不同材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钽等）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，直接向嵌在金属阳极中的靶体进行射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。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达到很高的速度，这些高速电子到达靶面，被靶所阻挡从而产生X射线。

典型 X 射线管结构见图 9-1。

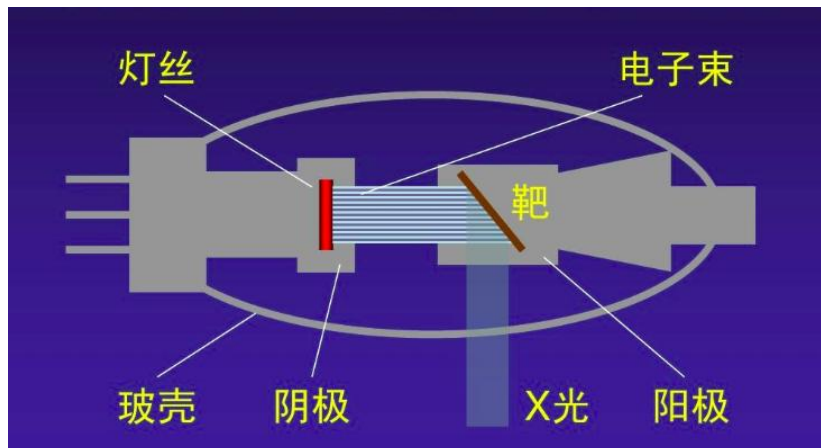


图 9-1 典型 X 射线管结构图

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）。根据建设单位提供资料，探伤机射线照射方向为水平方向。

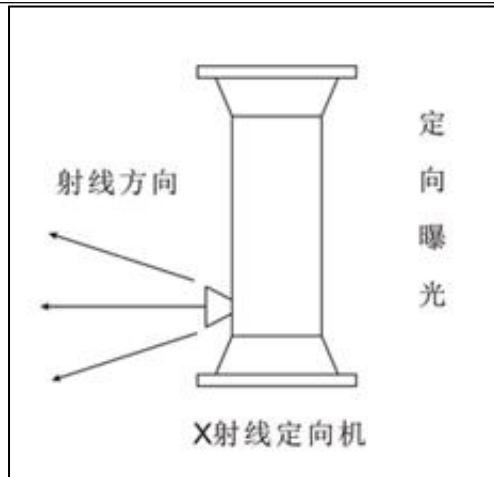


图 9-2 定向探伤机曝光示意图

9.1.2 工业 X 射线探伤机工作流程及产污环节

(1) 辐射工作人员接受无损检测任务后，对工作环境进行全面评估（工作地点的选择、附近公众、天气条件、作业空间等），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) 陕西西公院工程试验检测有限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，由辐射工作人员负责看管。

(4) 在X射线探伤机入场前，探伤工作人员对区域内的无关人员进行清场，做好准备工作。

(5) 摆放X射线探伤机位置，探伤机与探伤对象间距离约1m~1.5m；检查电源电压是否正常，电源插头是否安全可靠，控制箱与电缆连接是否良好。检查安全警戒范围是否有人停留，声光报警装置是否开启，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：根据现场探伤对象位置，初步划定控制区和监督区；连接控制器及电缆，进行试曝光，通过巡测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 $<15\mu\text{Sv/h}$ （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：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，并放置“当心电离辐射”警示标志，警示无关人员不可误入作业现场，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，安排1名辐射工作人员在监督区进行警戒，严禁未经许可人员进入。

(8) 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。

(9) 探伤阶段：贴胶片，合上电源开关进入操作模式，设定kV、mA和Time等参数，探伤工作人员按启动按钮，曝光。

(10) 现场探伤应至少配备一台便携式X-γ剂量率监测仪。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。

(11) 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式X-γ剂量率监测仪，两者均应使用。

(12) 达到预定的照射时间后，操作人员关闭电源，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个人剂量报警仪处于工作状态。探伤机停止工作时，应检测操作者所在位置的辐射水平，确保探伤机停止工作后再进入控制区。

(13) 作业结束后，建设单位将X射线探伤机装回10mmPb的铅箱，运回暗室，并做好入库记录。

(14) 将带回的胶片在暗室内进行冲洗，本项目采用自动洗片机进行洗片，工艺流程如下：

①使用前准备：用软布擦掉进片装置上的灰尘。使清洗胶片通过洗片机，去掉滚轴上堆积的所有灰尘。检查补充容器中的液位，如果需要重新注满。冲片机中没有胶片时，打开防光盖，这样可以避免进片托盘上的凝结。

②启动：关闭排水断流开关；打开供水的水龙头；打开洗片机。检查补充和排水收集容器中的液位。等待达到显影剂的温度。如果温度没有达到，池温

度灯就会闪烁。使清洗胶片通过冲片机。

③处理胶片：打开防光盖，首先将胶片放在进片托盘的左侧，然后进片。在处理胶片过程中，请注意(正在进片)的显示，如果显示这个信息，则插入下一张胶片前，再次等待灯灭，并且听到一个声音信号。

④使用后处理：关闭洗片机；关闭水龙头。打开排水断流开关，将水排出设备。

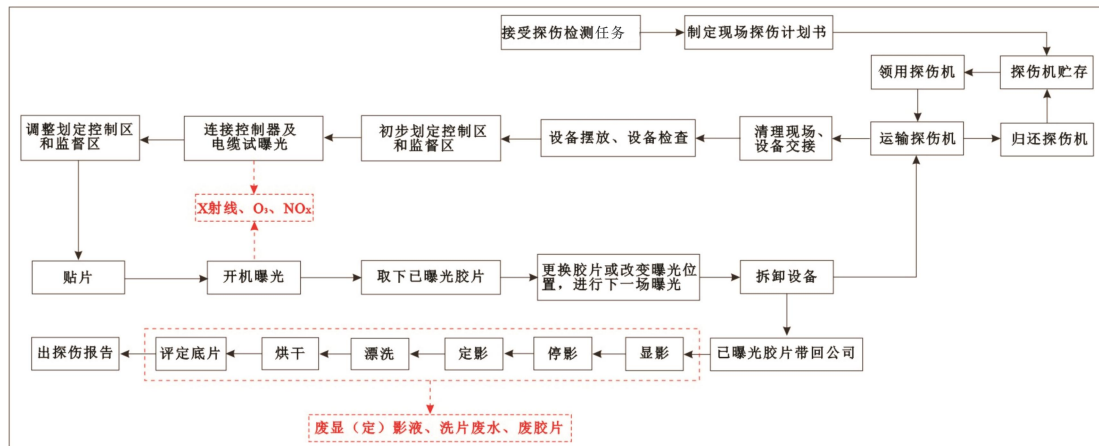


图 9-3 X 射线探伤机工作流程及产污环节图

9.2 现场探伤情景

陕西西公院工程试验检测有限公司主要对西安市境内道路、桥梁、隧道等的钢结构焊缝进行无损检测，探伤现场均分布在野外，不会在居民区开展移动式探伤作业，且由于野外夜间操作环境较差，因此探伤作业主要在白天进行；如在夜晚作业时控制区边界应设置警示灯，且工作期间应有良好的照明，确保控制区的范围清晰可见，无人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

本项目在对焊缝进行探伤时钢结构工程已焊接完成，已固定且移动不便，受操作环境限制，因此采用现场探伤，探伤机与探伤工件间距离约1m~1.5m，不存在向下或向上探伤的情况。

单次曝光贴片1张，现场操作时根据实际钢结构工程厚度调节曝光时间。根据建设单位提供的资料，本项目每次拍片曝光时间约为3min。

根据设备使用说明书，XXG-2505型探伤机对钢板（A3）最大穿透厚度为40mm，根据建设单位提供资料，探伤过程钢结构工程厚度一般为20~40mm之间。实际操作时探伤机位于钢结构侧向，胶片位于对侧钢结构后方，对焊缝进

行无损检测。

9.3 源项分析

根据工艺流程可知，项目运行期产生的污染物主要有 X 射线探伤机曝光时的电离辐射影响、废气（臭氧、氮氧化物）、废显影液、废定影液、洗片废水及废胶片。

（1）电离辐射

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状态，并且其 X 射线探伤机组件处于出束状态时（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片有关。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。其射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数越大，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、墙壁等）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、工业 X 射线探伤机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。

（2）臭氧和氮氧化物

本项目使用的 X 射线探伤机工作时的最大管电压为 250kV，当电压为 0.6kV 以上时，X 射线能使空气电离，因此其运行时产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

（3）危险废物

本项目现场探伤所拍胶片运回陕西西公院工程试验检测有限公司暗室进行

洗片操作，洗片过程中会产生废显影液、废定影液、洗片废水，评片过程中将产生废胶片。废显影液含有 N-甲基-对氨基苯酚硫酸盐、菲尼酮、对苯二酚、无水硫酸钠、碳酸钠等强氧化剂；废定影液主要含 AgBr、硫代硫酸钠、醋酸、对苯二酚、无水碳酸钠、溴化钾等化学物质；洗片废水主要为硫酸甲基对氨基苯酚、对苯二酚、硫代硫酸钠等物质，并含重金属银。废胶片主要成分为 AgBr 和涤纶。项目采用自动洗片机进行洗片，根据建设单位提供资料，废显（定）影液产生量分别为 300/a；在显影、定影后须对胶片进行冲洗，洗片废水产生量约 600L/a；评片过程中废胶片产生量约 5kg/a。

废显（定）影液、废胶片属于《国家危险废物名录（2021年）》中 HW16 感光材料废物（废物代码 900-019-16，其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸）。本项目洗片过程中产生的洗片废水不在《国家危险废物名录（2021年）》中，但考虑到其含有少量显影液、定影液（含有银离子），根据《国家危险废物名录（2021年）》第二条“（二）不排除具有危险特性，可能对生态环境或者人体健康造成有害影响，需要按照危险废物管理”，因此，本次评价将洗片废水纳入建设单位危险废物管理体系。

废液桶直接与自动洗片机相连，洗片产生的废显（定）影液、洗片废水在洗片过程中即可收集至废液桶中，统一暂存于危废间内，评片完成后，废胶片统一暂存于危废间内，最终交由陕西宏恩等离子技术有限公司处置。

陕西西公院工程试验检测有限公司本项目探伤危险废物产生情况见表 9-1。

表 9-1 危险废物汇总表

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	年生产量	形态	主要成分	年处置量	污染防治措施
1	废显影液	感光材料危险废物	HW16 (900-019-16)	300L	液态	硫酸甲基对氨基苯酚、对苯二酚	300L	分类收集后暂存于公司危废间，定期外运处置
2	废定影液	感光材料危险废物		300L	液态	硫代硫酸钠、钾矾、铬矾	300L	
3	洗片废水	感光材料危险废物		600L	液态	硫酸甲基对氨基苯酚、对苯二酚、硫代硫酸钠等	600L	
4	废胶片	感光材料危险废物		5kg	固态	溴化银等	5kg	

(4) 生活垃圾

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，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 1.1kg/d (t/a)。生活垃圾进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统。

(5) 生活污水

本项目拟配备 2 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 25m³/(人·a)，工作人员生活用水量为 50m³/a，污水产生系数按 0.8 计，则运行期生活污水产生量为 40m³/a，生活污水依托公司现有化粪池处理后，最终排入市政污水管网。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射工作场所分区

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、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

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)，X射线现场探伤作业时，“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。对于 X 射线探伤，如果每周实际开机时间高于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按下式计算：

$$H = \frac{100}{t}$$

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 $100\mu\text{Sv/周}$ ；

t—每周实际开机时间，单位为小时 (h)。

本项目为小型 X 射线探伤机，每周拍片量最多 50 张，每次贴片 1 张，每次最长曝光 3min 分钟，则每周实际开机时间约 2.5h，则本项目控制区边界周围剂量率当量为 $15\mu\text{Sv/h}$ 。为达到分区管控的目的，便于控制正常工作条件下的辐射防护管理和职业照射控制，本次评价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。

根据建设单位提供的资料，野外探伤时，本项目拟为辐射工作人员配备一个 2mmPb 铅屏风，根据“表 11 环境影响分析”计算可知，X 射线探伤机控制区和监督区见图 10-1，具体计算过程见表 11-1、表 11-2。

有用线束方向，工件屏蔽的情况下，控制区范围为 197m，监督区范围为 482m；非有用线束方向，漏射线和散射线累加计算，无工件屏蔽，控制区范围为 85m，监督区范围为 205m。分区示意图见图 10-1 所示。

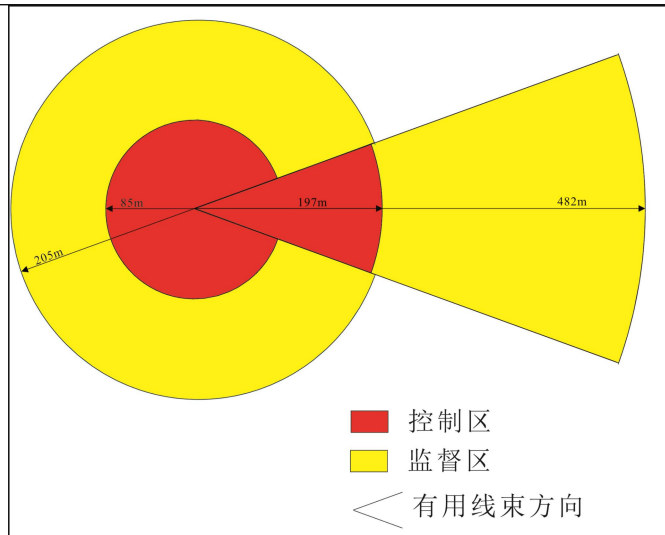


图 10-1 X 射线探伤机分区示意图

10.2 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) 然后保持两名操作人员联系畅通，在一名操作人员试曝光的情况下，另外一名操作人员使用便携式 X- γ 剂量率监测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，使用便携式 X- γ 剂量率监测仪进行监督监测。

(4) 当 X 射线探伤机场所、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。

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。对控制区、监督区边界进行巡逻，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监测，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。

10.3 采取的安全防护措施

(1) 开展 X 射线现场探伤工作的探伤机至少配备 2 名工作人员；

(2) 配备 1 台便携式 X- γ 剂量率监测仪、工作状态指示灯、声光报警装置；

(3) 拟设置警戒线、警戒标识：在控制区、监督区的边界设置警戒线，并悬挂清晰可见的“探伤作业禁止入内”、“当心电离辐射”等警告牌及电离辐射警示标识；

(4) 拟配备 1 个 2mmPb 的铅屏风减少辐射工作人员受照剂量。

10.4 需采取的安全管理措施

(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。在试曝光条件下，以探伤机射线管为中心由远到近用便携式 X- γ 剂量率监测仪进行工作区域划分，并保存巡测记录。

①本项目将作业时被检物体周围的剂量当量率大于 15 μ 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，探伤作业人员在控制区边界外操作。

②控制区的边界外、作业时周围剂量大于 2.5 μ 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，设专人警戒。

③控制区的方位清晰可见，确保没有无关人员进入控制区。

(2) 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。

(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，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。

(4) 本项目拟为操作人员配备一根 25m 长的电缆，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。

10.5 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) 公司拟配备的 2 名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，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) 公司拟配备的 2 名辐射工作人员上岗前均需进行职业健康检查，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) X 射线探伤机无探伤作业时，放置在 10mmPb 铅箱内，存放于暗室，暗室安装防盗门，铅箱上锁。

(6) 项目建成投运后对公司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辐射安全年度评估报告。

(7) 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 10-1 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）—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	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

	所		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。
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、个人剂量报警仪、铅防护用品等

10.6 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 O₃ 和 NO_x、洗片产生的废显（定）影液、洗片废水和废胶片。主要治理措施如下：

（1）废气

本项目 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有害气体，主要为 O₃ 和 NO_x。由于现场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。

（2）废显（定）影液、洗片废水、废胶片

废显（定）影液、废胶片属于《国家危险废物名录（2021 年）》中 HW16 感光材料废物（废物代码 900-019-16，其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸）。本次评价将洗片废水纳入建设单位危险废物管理体系。

废液桶直接与自动洗片机相连，洗片产生的废显（定）影液、洗片废水在洗片过程中即可收集至废液桶中，评片产生的废胶片统一暂存于危废间内，最终交由陕西宏恩等离子技术有限责任公司处置。

（3）生活垃圾

辐射工作人员产生的生活垃圾（1.1kg/d）分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统。

（4）生活污水

辐射工作人员产生少量的生活污水（40m³/a）依托公司现有化粪池处理后，最终排向市政污水管网。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响简要分析

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，项目施工期主要为暗室、评片室以及危废间的改造，建设时将产生施工废气、废水、噪声和少量生活垃圾，主要影响对象为周围公众，施工时对环境会产生如下影响：

(1) 废气

本项目在施工期将产生扬尘，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。

(2) 废水

施工人员产生的生活污水依托公司现有化粪池处理后，排入市政污水管网，对周围水环境影响很小。

(3) 噪声

项目施工期主要为暗室、评片室以及危废间的改造，施工过程位于室内，仅使用小型机械，工程量小、施工周期短，施工期对声环境影响小。该项目改造过程中，施工单位应优化施工方案，选用低噪声施工设备，尽量减小施工作业对周围环境噪声影响；合理安排施工作业时间，夜间（22:00~6:00）以及白天（12:00~14:00）休息时段禁止施工，以减小噪声影响。

(4) 固体废物

施工期生活垃圾经分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统，通过上述措施后，项目施工期产生的固废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采取上述污染防治措施后，可将施工期的影响控制在局部区域，对周围环境影响较小。

本项目施工过程中，由于未使用射线装置，故不会对周围环境产生辐射污染。

11.2 运行阶段环境影响简要分析

本次评价采用理论预测的方式进行影响预测，计算模式参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中相关计算公式。根据“表 10 辐射安全与防护”中工作场所区域理论划分结果，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。

（1）理论估算

依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束屏蔽估算公式如下：

①有用线束

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} 按下式计算：

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

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，单位为毫安（mA）；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1。

B —屏蔽透射因子；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

②屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 相应的关系

a) 对于给定的屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算：

$$B = 10^{-\frac{X}{TVL}} \quad (\text{公式 11-2})$$

式中：

X —屏蔽物质的厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—屏蔽物质的什值层厚度，见附录 B 表 B.2。

b) 对于估算出的屏蔽透射因子 B ，所需的屏蔽物质厚度 X 按下式计算：

$$X = TVL \times \lg B^{-1} \quad (\text{公式 11-3})$$

式中：

TVL—屏蔽物质的什值层厚度，见附录 B 表 B.2；

B—达到剂量率参考控制水平时所需的屏蔽透射因子。

③ 泄漏辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式 (11-2) 计算，关注点的泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 按下式计算：

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

式中：

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

④ 散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式 (11-2) 计算。关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} 按下式计算：

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

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，单位为毫安（mA）；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1；

B—屏蔽透射因子；

F— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）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。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3。

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

(2) 辐射剂量率及控制区、监督区边界距离估算

根据相关设备使用说明书，XXG-2505 型探伤机（管电压：250kV,管电流：5mA）对钢板最大穿透厚度为 40mm。根据建设单位提供资料，探伤过程钢结构厚度一般为 20~40mm 之间。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。根据公司拟探伤钢结构情况，本次屏蔽计算中拟检测的钢结构厚度以 30mm 计。

根据建设单位提供资料，无法判定项目滤过条件，因此以最不利情况考虑，对于有用线束，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 X 射线输出量，XXG-2505 型探伤机管电压为 250kV，滤过条件选取 0.5mm 铜，X 射线距辐射源点（靶点）1m 处输出量 H_0 取 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，此管电压下产生的 X 射线对应的铅什值层 $\text{TVL}=2.9\text{mm}$ ；对于泄漏辐射，管电压 $>200\text{kV}$ 的 X 射线探伤机，距靶 1m 处最大泄露辐射剂量率为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；对于散射辐射，散射过程中 X 射线能量会降低，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 中数据，250kV 的 X 射线经过探伤工件散射后最大能量为 200kV 管电压的能量，此能量状态下的 X 射线对应的铅什值层 $\text{TVL}=1.4\text{mm}$ 。根据公式 11-1~公式 11-5 进行计算，有用线束、非有用线束方向控制区和监督区边界范围计算结果分别见表 11-1、表 11-2。

表 11-1 有用线束方向控制区和监督区边界范围计算结果

距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量 H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	铅的什值层厚度 (mm)	工件铅当量 (mmPb)	屏蔽所需透射因子 B	控制区边界 (m)	监督区边界 (m)
$16.5\times 6\times 10^4$	2.9	2.70	1.71×10^{-1}	197	482

注：参照《γ射线屏蔽参数手册》P235 页表 7-1，可知管电压为 250kV 的 X 射线 30mm 钢板中的铅当量为 2.7mm。

表 11-2 非有用线束方向辐射剂量率

辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) 距离 (m)	X 射线探伤机 (250kV)		
	泄漏辐射	散射辐射	总辐射
10	9.90E+02	5.00E+01	1.04E+03
20	2.48E+02	1.25E+01	2.60E+02
25	1.58E+02	8.00E+00	1.66E+02
25 (使用 2mmPb 的铅屏风屏蔽)	5.90E+00	1.63E+00	7.54E+00
30	1.10E+02	5.56E+00	1.16E+02
40	6.19E+01	3.13E+00	6.50E+01
50	3.96E+01	2.00E+00	4.16E+01

60	2.75E+01	1.39E+00	2.89E+01
70	2.02E+01	1.02E+00	2.12E+01
80	1.55E+01	7.81E-01	1.63E+01
85	1.37E+01	6.92E-01	1.44E+01
90	1.22E+01	6.17E-01	1.28E+01
100	9.90E+00	5.00E-01	1.04E+01
110	8.18E+00	4.13E-01	8.60E+00
120	6.88E+00	3.47E-01	7.22E+00
130	5.86E+00	2.96E-01	6.15E+00
140	5.05E+00	2.55E-01	5.31E+00
150	4.40E+00	2.22E-01	4.62E+00
160	3.87E+00	1.95E-01	4.06E+00
170	3.43E+00	1.73E-01	3.60E+00
180	3.06E+00	1.54E-01	3.21E+00
190	2.74E+00	1.39E-01	2.88E+00
200	2.48E+00	1.25E-01	2.60E+00
205	2.36E+00	1.25E-01	2.48E+00
210	2.24E+00	1.13E-01	2.36E+00

根据计算结果可知，X射线探伤机工作时非有用线束控制区范围为85m，监督区范围为205m。

11.3 X射线现场探伤环境影响分析

根据以上计算，X射线探伤机有用线束方向（工件自身屏蔽条件）控制区范围为197m，监督区范围为482m；非有用线束方向（无屏蔽条件）的控制区范围为85m，监督区范围为205m。

探伤作业期间，操作人员使用一根25m长的电缆在2mmPb的铅屏风后操作X射线探伤机，另一名辐射工作人员在控制区和监督区边界之间进行巡检；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。

11.4 个人年附加有效剂量估算

(1) 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现场划分控制区和监督区，控制区边界剂量率应不大于15μSv/h，监督区边界剂量率应不大于2.5μSv/h。根据

《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)相关要求,现场探伤至少配备 2 名辐射工作人员,一名辐射工作人员在一根 25m 长的电缆在 2mmPb 的铅屏风后操作,另一名辐射工作人员主要负责现场探伤过程中的 X 射线探伤机的看管、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,另一名辐射工作人员一直在控制区~监督区边界进行巡逻。

本项目 X 现场探伤拟配备 2 名职业人员。根据建设单位提供的资料,本项目 X 射线探伤机总拍片量为 2500 张/a,每次贴片 1 张,每次拍片最长曝光时间为 3min,则出束时长为 125h/a。

现场探伤过程中,探伤小组由 2 人组成,共同完成 X 射线探伤机的操作,其中 1 人负责现场探伤过程中的安全巡查。探伤操作人员使用 2mmPb 铅屏风在 25m 长的电缆后进行操作,另一名工作人员在控制区、监督区边界进行巡查。从表 11-1 可知,控制区边界剂量率为 $15\mu\text{Sv/h}$;从表 11-2 可知,操作人员位置处剂量率为 $7.54\mu\text{Sv/h}$ 。本次选取剂量率较大的巡查人员所在位置剂量率进行年附加有效剂量估算,X 射线探伤机出束时间为 125h/a,则每个职业人员年附加有效剂量最大值为 $15\mu\text{Sv/h}\times 125\text{h/a}\div 1000=1.88\text{mSv/a}$,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(5mSv)。

(2) 公众年附加有效剂量估算

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安市境内对钢结构焊缝进行无损检测。根据建设单位提供资料,项目一次最大拍片量为 10 张,每次拍片最长曝光时间为 3min,由于公众一般为监督区以外流动人员,则公众年附加有效剂量最大值为 $2.5\mu\text{Sv/h}\times 10\times 3/60\div 1000=1.25\times 10^{-3}\text{mSv}$,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次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。

建设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。

11.5 废气对环境的影响分析

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。由于现场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。

11.6 危险废物对环境的影响分析

洗片、评片过程中本项目将产生废定影液、废显影液、洗片废水、废胶片。本项目废液桶直接与洗片机相连，洗片时产生的废定影液、废显影液、洗片废水单独收集至废液桶。陕西西公院工程试验检测有限公司已与陕西宏恩等离子技术有限责任公司签订协议（协议中补充增加本项目产生的危险废物），该公司将本项目产生的废显影液、废定影液、洗片废水及废胶片定期外运处置。

本项目危废间应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，危废间内配备照明设施、消防设施，门外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》；危废间应做到防风、防雨、防晒、防渗等，建立危废台账，记录危废产生量、处置量及去向，并按照管理要求进行管理，其管理要求如下：

①危废间由专人负责管理，钥匙由专人进行保管，并由其协助建立转运联单台账。

②作为危险废物情况的记录，记录上须标明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、出库日期及接收单位名称；建立台账并悬挂于危废间内，转入及转出需要填写危废种类、数量、时间及负责人员姓名。

③针对本项目产生的危废，环评要求严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求对其进行贮存及转移。根据《危险废物转移管理办法》的要求危险废物电子转移联单数据应当在信息系统中至少保存十年。

④定期为贮存废（显）定影液、洗片废水的包装容器进行检查，发现破

损应及时采取措施清理并更换；破损的包装容器按危险废物进行管理和处置。

⑤建设单位设置危险废物贮存库用于存储本项目产生的危险废物并张贴相应的标识；废胶片与本项目产生的废（显）定影液分区贮存，禁止混装。

⑥评价要求建设单位应建立危险废物管理体系。

危险废物的贮存设施应满足以下要求：

①应建有堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚要用坚固防渗的材料建造。应有隔离设施、报警装置和防风、防晒、防雨设施。

②基础防渗层为粘土层的，其厚度应在1米以上，渗透系数应小于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ；基础防渗层也可用厚度在2毫米以上的高密度聚乙烯膜等人工防渗材料组成，渗透系数应小于 $1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 。

③用于存放液体、半固体危险废物的地方，需有耐腐蚀的硬化地面，地面无裂隙；

④不相容的危险废物堆放区必须有隔离间隔断。

⑤使用容器盛装液态、半固态危险废物时，容器内部应留有适当的空间，以适应因温度变化等可能引发的收缩和膨胀，防止其导致容器渗漏或永久变形；其容器和包装物应具有相应的防渗、防漏、防腐和强度等性能。

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。

11.7 生活污水、生活垃圾对环境的影响分析

本项目拟配备2名工作人员，辐射工作人员产生的生活污水依托公司化粪池处理后排入市政污水管网，辐射工作人员产生的生活垃圾依托公司垃圾桶进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统。

11.8 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11-3。

表 11-3 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超过年剂量限值的照射。本项目在运行过程中可能发生的事故有：

①仪器故障：X 射线探伤机漏射线指标达不到《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的要求，或探伤机故障以及控制系统失灵，出现异常曝光导致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

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，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，超出剂量限值。

③人员误照：在探伤现场没有做好警戒工作或曝光前未清查现场，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（如增加局部屏蔽等措施），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，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、维护设备，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，职业人员或公众在不同方向达到剂量限值所需时间。预测结果见表11-4。

表 11-4 事故情况下预测结果一览表（单位：mSv）

设备	人员方位	距 X 射线机距离	停留时间 (s)					
			0.07	3.635	5	10	30	60
XXG-2505 型探伤机 (管电压 250kV, 管电流 5mA)	有用线束方向	1m	0.10	5.00	6.88	13.75	41.25	82.50
		2m	0.02	1.25	1.72	3.44	10.31	20.63
		3m	1.07E-02	0.56	0.76	1.53	4.58	9.17
		4m	6.02E-03	0.31	0.43	0.86	2.58	5.16
		5m	3.85E-03	0.20	0.28	0.55	1.65	3.30
		10m	9.63E-04	5.00E-02	6.88E-02	0.14	0.41	0.83
		20m	2.41E-04	1.25E-02	1.72E-02	3.44E-02	1.03E-01	0.21
		50m	3.85E-05	2.00E-03	2.75E-03	5.50E-03	1.65E-02	3.30E-02
	人员方位	距 X 射线机距离	3.46	5	10	30	60	173.1
	非有用线束方向	1m	0.10	0.14	0.29	0.87	1.73	5.00
		2m	0.02	0.04	0.07	0.21	0.43	1.25
		3m	1.11E-02	0.02	0.03	0.10	0.19	0.56
		4m	6.25E-03	9.03E-03	0.02	0.05	0.11	0.31
		5m	4.00E-03	5.78E-03	1.16E-02	3.47E-02	6.93E-02	0.20
		10m	1.00E-03	1.44E-03	2.89E-03	8.67E-03	1.73E-02	5.00E-02
		20m	2.50E-04	3.61E-04	7.22E-04	2.17E-03	4.33E-03	1.25E-02
	50m	4.00E-05	5.78E-05	1.16E-04	3.47E-04	6.93E-04	2.00E-03	

根据表11-4可知，本项目XXG-2505型探伤机X射线探伤机发生较大辐射安全事故时，有用线束方向公众误照射0.07s可达到剂量约束值（0.1mSv），职业人员误照射3.635s可达到剂量约束值（5mSv）；非用线束方向公众误照射3.46s可达到剂量约束值（0.1mSv），职业人员误照射173.1s可达到剂量约束值（5mSv）。

②X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。根据计算，在距离射线装置1m、有用线束方向时，公众通电开机后误照射0.73s可达到剂量约束值（1mSv）。因此，应加强对X射线探伤机在贮存、使用现场的管理，防止发生射线机的被盗、丢失情况。

(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《陕西省放射性污染防治条例（2019年修正）》，当发生或发现辐射事故时，建设单位应当立即启动事故应急预案，采取必要应急处置措施：

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，应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，并及时送到专业医院就诊检查治疗。

（5）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探伤作业前应提前发布探伤作业信息，通知到所有相关人员，防止误照射发生。

②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- γ 剂量率仪，两者均应使用。

③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，设置专人警戒巡逻。

④控制区的边界尽可能采用实体屏障，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。

⑤加强对X射线探伤机在领用、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。

⑥操作人员应使用一根25m长的电缆并在2mmPb的铅屏风后进行曝光，以便降低其受照剂量。

⑦开始移动式探伤工作之前，应对便携式X- γ 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- γ 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。

⑧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。

⑨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。

⑩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。

表 12 辐射安全管理

12.1 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。

陕西西公院工程试验检测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。拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，本次评价要求在验收前相关辐射工作人员应：

①取得探伤工作证；

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）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取得成绩合格单；

③进行岗前体检，确认没有职业禁忌症。

本项目在验收前辐射工作人员应完成上述条件后方可上岗。

(4) 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 12-1。

表 12-1 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全管理）

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
		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，发生异常情况时，能有效处理
		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
机构		

建设	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

根据上述要求，陕西西公院工程试验检测有限公司应制定《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。

除此之外陕西西公院工程试验检测有限公司还应根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》完善已制定的《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，同时安装 24h 监控设施，暗室内张贴《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，公司应定期对设备进行检查、维护。

陕西西公院工程试验检测有限公司需在取得《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。

12.2 人员培训及档案管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“营运管理”要求、《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）相关规定要求，单位必须培植和保持良好的安全文化素养，彻底杜绝辐射事故的发生。放射性工作人员在上岗之前，需参加公司组织的辐射安全与防护培训学习及相关辐射防护基础知识及操作技能的培训学习，并通过核技术利用辐射安全与防护考核并取得合格单，具备从事放射性工作能力。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011年5月1日实行）第二十三条规定：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。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。

环评要求：应按照相关法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。应建立放射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并且组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔应不超过2年。

12.3 辐射监测

（1）监测要求

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”。

公司应配备如下监测仪器：

1) 本项目配置一个探伤作业班组（2人），配备1台便携式 X-γ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2名辐射工作人员每人配备个人剂量计、个人剂量报警仪，个人剂量报警仪不能替代便携式 X-γ剂量率仪，两者均应使用。

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 12-2 辐射防护设施数量

类别	环保设施/措施	数量
防护设施	大功率喊话器	1 个
	个人剂量报警仪	2 个
	警示信号指示装置	1 套
	工作状态指示灯、声光报警装置	1 套
	安全警戒线	1 盘
	对讲机	1 个
	警示标志	若干
	2mmPb 铅屏风	1 个
监测	铅衣、护目镜、手套、围脖等个人防护用品	2 套
	便携式 X-γ剂量率仪	1 台
	个人剂量计	2 个

辐射工作人员应配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，每次现场探伤时，工作人员应使用个人剂量报警仪。

(2) 监测计划

根据 X 射线现场探伤作业特点，制定本次项目的辐射环境监测计划。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 12-3。公司应严格执行此监测计划，并保存监测记录。

表 12-3 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，对控制区边界进行检测	确认探伤机已停止工作
2	工作人员个人剂量	个人剂量	/	每3个月送有资质单位检测1次，纳入建设单位个人剂量监测计划	建立个人剂量档案

12.4 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》（国务院令 第 449 号）、《放射性核素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规规定，公司应制定《放射性同位素事故应急预案》，本项目运行后，将本项目可能发生的辐射事故及时纳入应急预案，制定后的辐射事故应急预案应符合《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）的应急管理要求。

《陕西省放射性污染防治条例》第三十二条要求“核技术利用单位应当编制本单位辐射事故应急预案，报所在地县级环境保护行政主管部门备案”。

（1）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。

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

建设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。

（2）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。

(3) 应急演练及应急预案修订

辐射事故应急预案编制后，公司应当不定期组织相关部门开展应急演练，总结演练中存在的问题，及时修订完善事故应急预案，确保应急预案能及时、有效得到应用。

12.5 环保投资和环保验收

12.5.1 环保投资

本项目总投资 30 万元，环保投资 10 万元，占总投资的 33.3%。本项目环保投资一览表见表 12-4。

表 12-4 项目环保投资估算表（单位：万元）

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	公司现有化粪池处理后，最终排入市政污水管网	—
	固体废物	生活垃圾	生活垃圾进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统	0.2
运行期	X 射线	防护用品	0.5mmPb 辐射防护服（含铅衣、护目镜、手套、围脖）（2 套）	2.0
运行期	X 射线	防护设施	大功率喊话器（1 套）	0.2
			个人剂量报警仪（2 台）	0.6
			警示信号指示装置（1 套）	0.3
			安全警戒线（1 套）	0.2
			工作状态指示灯、声光报警装置（1 套）	0.7
			对讲机（1 套）	0.2
			警示标志（2 套）	0.5
			便携式 X-γ 剂量率仪（1 台）	1.0
个人剂量计（2 个）	0.4			
运行期	X 射线	防护设施	1 个 2mmPb 铅屏风	1.0
	废气	O ₃ 和 NO _x	自然扩散	—
运行期	固废	危险废物	危废间，危险废物定期交由有资质单位处置	1
环境管理与监测	详见环境管理与监测计划小节			1.5
总投资				10

12.5.2 环保验收

为规范建设项目竣工环境保护验收的程序和标准，强化建设单位环境保护主体责任，根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令 第 682 号）以及建设项目竣工环境保护验收有关管理规定和技术规范，参照生态环境部关于规范建设单位自主开展建设项目竣工环境保护验收的相关要求，建设单位进行项目竣工自主环保验收程序见方框图 12-1。

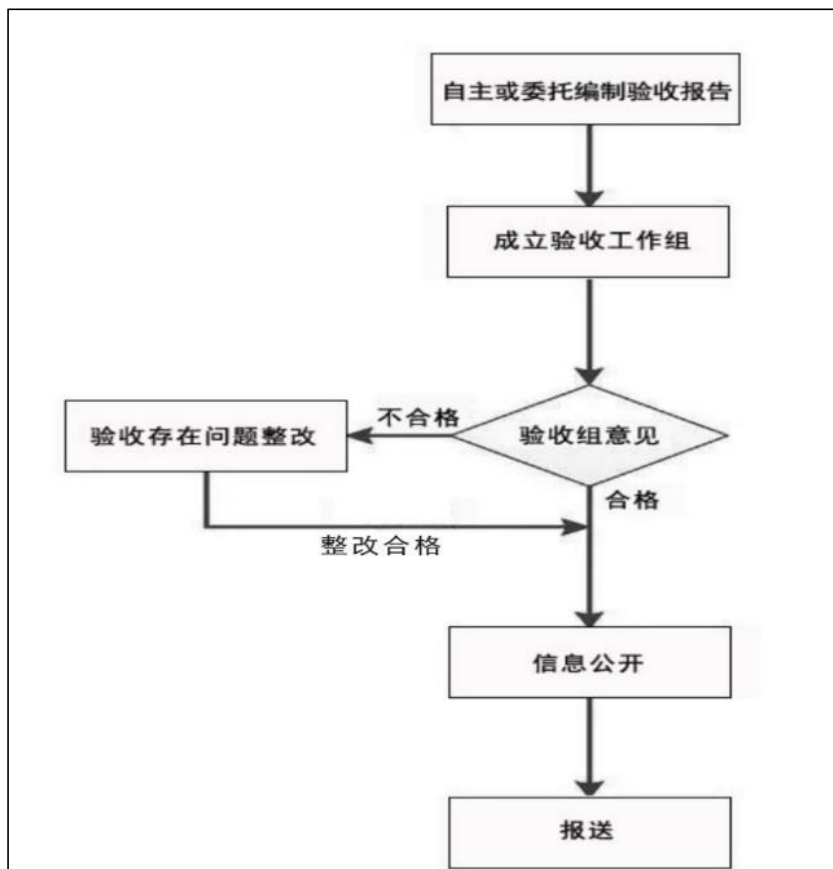


图 12-1 自主竣工验收程序方框图

本项目环保验收清单建议见表 12-5。

表 12-5 环保验收清单（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 (大于 15 μ Sv/h)、监督区 (大于 2.5 μ 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	便携式 X- γ 剂量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪	便携式 X- γ 剂量率仪 (1 台) 个人剂量计 (2 个) 个人剂量报警仪 (2 个)
5	防护设施	大功率喊话器、工作状态指示灯、声光报警装置、2mmPb 铅屏风、警示标志	大功率喊话器 (1 个) 工作状态指示灯、声光报警装置 (1 套) 2mmPb 铅屏风 (1 个) 警示标志 (2 套)
6	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 5mSv, 公众年附加有效剂量低于 0.1mSv
7	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 0.5mmPb 辐射防护服 (含铅衣、护目镜、手套、围脖) (2 套)
8	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
9	危险废物贮存设施	危险废物贮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》(GB18597-2023) 和《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022) 要求, 并与陕西宏恩等离子技术有限公司签订危废处置协议
10	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的标准化

表 13 结论与建议

13.1 结论

(1) 陕西西公院工程试验检测有限公司拟使用 1 台 X 射线探伤机（定向）用于道路、桥梁、隧道等的钢结构焊缝进行无损检测。

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（2024 年本）》中的“鼓励类”，符合国家产业政策规定。拟使用 1 台 X 射线探伤机用于无损检测，其对受照个人或社会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。

(2) 根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），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，避免无关人员进入。

(3) 据剂量估算结果，辐射工作人员接受的最大年附加有效剂量为 1.88mSv ，公众接受的最大年有效剂量为 $1.25\times 10^{-3}\text{mSv}$ ，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值和本次评价提出的剂量约束值要求。

(4) 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_3 和 NO_x 。由于现场探伤作业不会在同一个位置长期进行，且探伤时间较短，探伤地点基本为开阔的场所，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。

(5) 废显（定）影液、废胶片及洗片废水

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，项目洗片、评片过程中产生废显（定）影液、废胶片及洗片废水分类收集后，暂存于危废间内，交由陕西宏恩等离子技术有限责任公司定期外运处置。

综上所述，陕西西公院工程试验检测有限公司拟使用 1 台 X 射线探伤机用于道路、桥梁、隧道等的钢结构焊缝进行无损检测，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，建设单位对该项目拟采取辐射防护措施，使辐射影响达到合理尽可能低的水平，满足辐射防护最优化原则；项目运行所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则；该项目在严格落实各项辐射防护措施情况下，从辐射环境保护角度分析，该项目对环境的影响是可以接受的。

13.2 建议

(1) 公司应按照国家生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，并编制验收报告，验收合格后才能正式投入使用。

(2) 对从事辐射工作的人员，必须通过核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单后方能上岗。对已取得合格单的工作人员应定期再进行辐射安全防护再教育的学习。

(3) 加强对射线装置的辐射防护设施的维护及检修工作，确保其运行正常。

(4) 严格按操作规程进行操作，防止发生辐射事故。

(5) 完善本项目的各项管理及操作制度，对制定的放射事故应急预案进行演练，做到有备无患。

(6) 对所有涉及放射性工作人员定期进行健康检查，并将检查记录归档。

(7) 按照监测计划对周围辐射环境进行监测，对公司的辐射安全和防护状况编制评估报告，于每年 1 月 31 日前向发证机关及当地生态环境部门提交该评估报告。

