

表 1 项目基本情况

| | | | | | |
|--|--|--|---|-----------------------|-------------|
| 建设项目名称 | 西安特飞检测技术研究院有限公司移动式 X 射线现场探伤项目 | | | | |
| 建设单位 | 西安特飞检测技术研究院有限公司 | | | | |
| 法人代表 | 康军 | 联系人 | 高卫青 | 联系电话 | 15229245233 |
| 注册地址 | 陕西省西安市高新区丈八街办锦业路 69 号创业园 A 区 12 号 现代企业中心东区 2-10403 | | | | |
| 项目建设地点 | 陕西省西安市行政区域内 | | | | |
| 立项审批部门 | / | | 批准文号 | / | |
| 建设项目总投资（万元） | 100 | 项目环保投资（万元） | 9.9 | 投资比例（环保投资/总投资） | 9.9% |
| 项目性质 | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 | | | 占地面积（m ² ） | / |
| 应用类型 | 放射源 | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 | | |
| | 非密封放射性物质 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | / | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙 | | |
| | 射线装置 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> 使用 | <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| 其它 | / | | | | |
| <p>项目概述</p> <p>一、建设单位概况</p> <p>1、建设单位简介</p> <p>西安特飞检测技术研究院有限公司于 2016 年在西安注册成立，注册资本金 2000 万元，从事新型关键材料及其制品的技术研发、技术服务、测试分析于一体的综合型技术服务机构。西安特飞检测技术研究院有限公司 X 射线探伤装置主要针对以下对象进行探伤：油气长输管道、城镇天然气集输管道、建筑和桥梁钢结构、核电换热管路、飞机发动机叶片、航天火箭筒体、兵器弹药装置等产品。</p> <p>西安特飞检测技术研究院有限公司位于西安市高新区丈八街办锦业路 69 号创业园，该公司地理位置及交通图见图 1-1。</p> | | | | | |



图 1-1 西安特飞检测技术研究院有限公司地理位置图

2、项目由来

根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供资料，项目现场检测的管道、钢结构以及其他装置等产品（航空关键材料、复合材料等）一般情况下具有体积较大，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，因此为现场检测该类产品是否存在缺陷，西安特飞检测技术研究院有限公司拟建设“西安特飞检测技术研究院有限公司移动式 X 射线现场探伤项目”。该项目新增使用 2 台移动式 X 射线机（160kV/5mA、250kV/5mA）用于现场各类管道、钢结构以及其他装置产品的无损检测。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 682 号），西安特飞检测技术研究院有限公司移动式 X 射线现场探伤项目应进行环境影响评价；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中“五十五、核与辐射”、“172、核技术利用建设项目”中“制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的；以上项目的改、扩建（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置的）”应编制环境影响报告表。本项目拟使用 2 台移动式 X 射线机用于现场各类管道、钢结构以及其他装置产品

的无损检测,根据《射线装置分类》(环境保护部 国家卫生和计划生育委员会,公告 2017 第 66 号),本项目使用的 X 射线探伤机属于“工业用 X 射线探伤装置”,为II类射线装置,因此,应编制环境影响报告表。

西安特飞检测技术研究院有限公司于 2021 年 8 月 12 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、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》(HJ 10.1-2016)的要求,编制完成了《西安特飞检测技术研究院有限公司移动式 X 射线现场探伤项目环境影响报告表》。

二、项目概况

1、项目名称及位置

(1) 项目名称: 西安特飞检测技术研究院有限公司移动式 X 射线现场探伤项目

(2) 公司位置: 西安市高新区丈八街办锦业路 69 号创业园 A 区 12 号现代企业中心东区 2-10403

(3) 项目场所位置: 陕西省西安市行政区域内需要做 X 射线无损检测的场地。

(4) 项目设备存放场所: 本项目移动式 X 射线机存放于陕西省西安市友谊西路 127 号西北工业大学友谊校区西苑厂房 1 号仓库,洗片室和危废暂存间均位于仓库内。具体位置见图 1-2。



图 1-2 项目设备存放场所地理位置图

2、项目建设规模

西安特飞检测技术研究院有限公司拟使用 2 台移动式 X 射线机“XXG-1605（定向）型和 XXG-2505（定向）型”用于现场各类管道、钢结构以及其他装置产品的无损检测。

根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 第 66 号），本项目使用的 X 射线探伤机属于“工业用 X 射线探伤装置”，本次拟使用 X 射线探伤机为 II 类射线装置，其设备、电流、电压等技术参数见表 1-1。项目组成情况见表 1-2 所示。

表 1-1 本项目拟使用 X 射线探伤机技术参数一览表

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 类型 |
|----|---------|----|-----|------------|---------------|---------------|----|
| 1 | X 射线探伤机 | II | 1 台 | XXG-1605 型 | 160 | 5 | 定向 |
| 2 | X 射线探伤机 | II | 1 台 | XXG-2505 型 | 250 | 5 | 定向 |

表 1-2 项目组成一览表

| 名称 | 建设项目及规模 |
|---------|--|
| 主体工程 | 本项目拟使用 2 台 X 射线探伤机在陕西省西安市行政区域内开展现场无损检测业务 |
| 辅助工程 | 洗片室、危废暂存间、探伤机存放间 |
| 公用工程 | 利用探伤地周围公共设施 |
| 办公及生活设施 | 利用公司其他办公室及生活设施 |

3、劳动定员

根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供的资料，该公司工业 X 射线探伤工作实行双人共同操作，不允许单独作业。因此，本项目拟新增 6 名职业人员，分 3 组轮换作业，每组 2 人（1 名操作人员和 1 名安全员）。

4、工作制度

根据设备说明书，本次 X 射线探伤机按 1:1 方式强制工作与休息，本项目每天工作 8h，年工作约 250d，根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供资料，本次拟配备 2 台 X 射线探伤机不同时使用，项目每天拟检测零件最多 50 个，平均每个零件拍片时间约 2min，因此本次评价 2 台设备开机时间总共约为 8.3h/周，每年开机时间为 417h/a。根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供资料，2 台设备合计拍片数量约 25000 张/a。

三、产业政策符合性

本项目利用射线装置进行无损检测，系核技术利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）》，属于鼓励类中“三十一、科技服务业—1、

工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务、科技普及”项目，符合国家产业政策。

四、实践正当性

本项目在进行工业 X 射线移动探伤过程中对工作人员及周围环境造成一定的辐射影响。西安特飞检测技术研究院有限公司在开展 X 射线移动探伤过程中对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，该项目对周围环境和人员产生辐射影响可以控制在相关标准允许范围之内。

西安特飞检测技术研究院有限公司拟使用 2 台移动式 X 射线机用于检测陕西省西安市行政区域现场内各类管道、钢结构以及其他装置产品的无损检测。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、评价目的

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

(2) 针对该项目运行中对周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

(3) 满足国家和地方环境保护部门对该项目环境管理规定的要求，为该公司的辐射环境管理提供科学依据。

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 | XXG-1605 (定向) 型 | 160 | 5 | 无损检测 | 探伤现场 | 新增 |
| 2 | 移动式 X 射线机 | II类 | 1 | XXG-2505 (定向) 型 | 250 | 5 | 无损检测 | 探伤现场 | 新增 |
| 3 | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

(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 | / | / | / | 840L/a | / | 专用容器分类收集，暂存在公司危废暂存间内 | 委托有资质的单位处置 |
| 废胶片 | 固体 | / | / | / | 25kg/a | / | | |
| O ₃ NO _x | 气态 | / | / | 少量 | 少量 | / | / | 大气环境 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 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

| | |
|--------------------|---|
| <p>法规文件</p> | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修订），2018 年 12 月 29 日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》国务院 449 号令，2005 年 12 月 1 日起实施，国务院令 709 号修订，2019 年 3 月 2 日起实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及修改单，环保部令第 47 号，2017 年 12 月 20 日修改；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 18 日；</p> <p>(9) 《射线装置分类》，环境保护部 国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 第 66 号，2017 年 12 月 6 日；</p> <p>(10) 《关于进一步加强流动放射性同位素和射线装置应用监督管理工作的通知》，陕环函〔2012〕681 号；</p> <p>(11) 《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》，生态环境部办公厅 2019 年 12 月 24 日印发</p> <p>(12) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019 年 7 月 31 日修正）；</p> <p>(13) 《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》，陕环办发〔2018〕29 号。</p> |
| <p>技术标准</p> | <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(4) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）。</p> |
| <p>其他</p> | <p>(1) 环境影响评价委托书（附件 1）；</p> <p>(2) 西安特飞检测技术研究院有限公司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》（HJ 10.1-2016）的中规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”。

本项目射线装置的移动式探伤，探伤地点主要为工程探伤现场，一般无实体边界；根据“环境影响分析”章节计算结果，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 | 屏蔽方式及其铅当量 | 监督区距离 (m) |
|----------|-------|-----------------|-----------|
| 250 | 有用线束 | 工件+局部屏蔽 (3mmPb) | 120 |
| | 非有用线束 | 无局部屏蔽 | 190 |
| 160 | 有用线束 | 工件+局部屏蔽 (3mmPb) | 22 |
| | 非有用线束 | 无局部屏蔽 | 150 |

由上述计算结果可知，监督区范围最大为 190m，本次评价范围取为 190m。

保护目标

本项目环境保护目标主要为西安特飞检测技术研究院有限公司从事现场探伤的操作人员，现场探伤周围活动其他公众人员，其所接受的年附加有效剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求和本次评价提出的剂量约束值。

西安特飞检测技术研究院有限公司拟为本项目新增 6 名辐射工作人员，本项目环境保护目标见表 7-2。

表 7-2 本项目主要环境保护目标

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

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

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

1、标准相关内容

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

附录 B 剂量限值和表面污染控制水平：

B1.1.1.1 条规定：应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

B1.2.1 条规定：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

2、环评要求年受照剂量约束值

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

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

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

二、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 相关内容

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

5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

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

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

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

式中： \dot{K} ——控制区边界周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（μSv/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 μ 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 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。

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》（GB 18597-2001）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

6.3 危险废物的堆放

6.3.1 基础必须防渗，防渗层为至少 1m 厚粘土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2mm 厚的其他人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s。

6.3.3 衬里放在一个基础或底座上。

6.3.4 衬里要能够覆盖危险废物或其溶出物可能涉及到的范围。

6.3.5 衬里材料与堆放危险废物相容。

6.3.9 危险废物堆放要防风、防雨、防晒。

6.3.11 不相容的危险废物不能堆放在一起。

6.3.12 总贮存量不超过 300kg（L）的危险废物要放入符合标准的容器内，加上标签，容器放入坚固的柜或箱中，柜或箱应设有多个直径不少于 30mm 的排气孔。不相容危险废物要分别存放或者存放在不渗透间隔分开的区域内，每个部分都应有防漏裙脚或储漏盘，防漏裙脚或储漏盘的材料要与危险废物相容。

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

西安特飞检测技术研究院有限公司位于陕西省西安市高新区丈八街办锦业路 69 号创业园 A 区 12 号现代企业中心东区 2-10403，单位地理位置见图 1-1。

本项目移动式 X 射线机存放、洗片室和危废暂存间等工作场所位于陕西省西安市友谊西路 127 号西北工业大学友谊校区西苑厂房 1 号仓库，具体地理位置见图 1-2。

(2) 项目场所位置

西安特飞检测技术研究院有限公司拟在陕西省西安市行政区域内开展工业 X 射线移动探伤业务，项目主要对现场各类管道、钢结构以及其他装置产品的无损检测，属流动式作业，不在某一场所长期作业。

二、辐射环境质量现状

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

根据《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护，第 14 卷第 4 期，1994 年 7 月），陕西省西安市室内 X- γ 辐射剂量率为 79.0~130.0nGy/h，平均值为 111.0nGy/h；原野 X- γ 辐射剂量率为 50.0~117.0nGy/h，平均值为 71.0nGy/h；道路 X- γ 辐射剂量率为 52.0~121.0nGy/h，平均值为 76.0nGy/h。

根据《西安市 2020 年度环境质量状况》，2020 年全市 2 个辐射环境自动监测站点运行状况稳定，监测结果在正常水平范围内波动，陆地 γ 剂量率日平均值为 0.0900~0.1210 μ Gy/h，年平均值为 0.1040 μ Gy/h。

可见，西安市的辐射环境本底值处于正常水平，辐射环境现状良好。

表 9 项目工程分析和源项

工程设备和工艺分析

一、放射性污染源

本项目拟新增使用 2 台移动式 X 射线机“XXG-1605（定向）型和 XXG-2505（定向）型”用于现场各类管道、钢结构以及其他装置产品的无损检测。根据《射线装置分类》（公告 2017 第 66 号），工业用 X 射线探伤装置（工业用 X 射线探伤装置分为自屏蔽式 X 射线探伤装置和其他工业用 X 射线探伤装置，后者包括固定式 X 射线探伤系统、便携式 X 射线探伤机、**移动式 X 射线探伤装置**和 X 射线照相机等利用 X 射线进行无损探伤检测的装置）属于 II 类射线装置。因此，西安特飞检测技术研究院有限公司使用的工业 X 射线探伤机均属于 II 类射线装置，II 类射线装置为中危险射线装置，事故时可以使受照人员产生较严重放射损伤，大剂量照射甚至导致死亡。

二、工艺原理及

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。

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

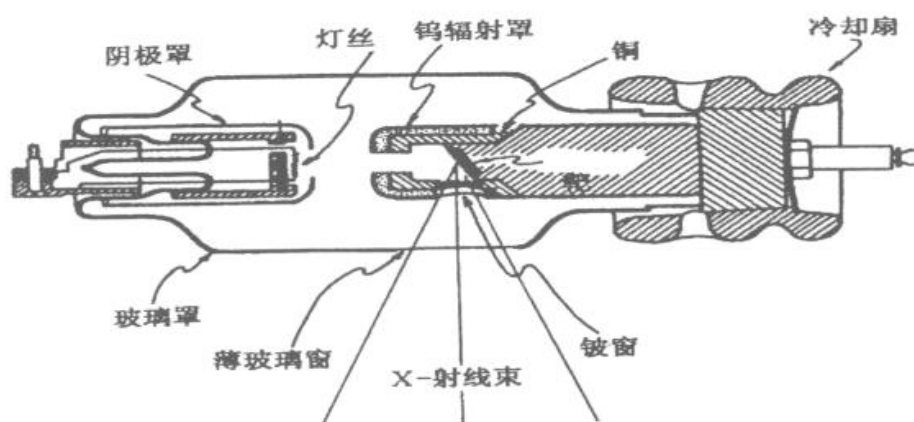


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的无损检测装置，它利用射线

透过物体时，会发生吸收和散射这一特性，通过测量材料中因缺陷存在影响射线的吸收来探测缺陷的。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）。

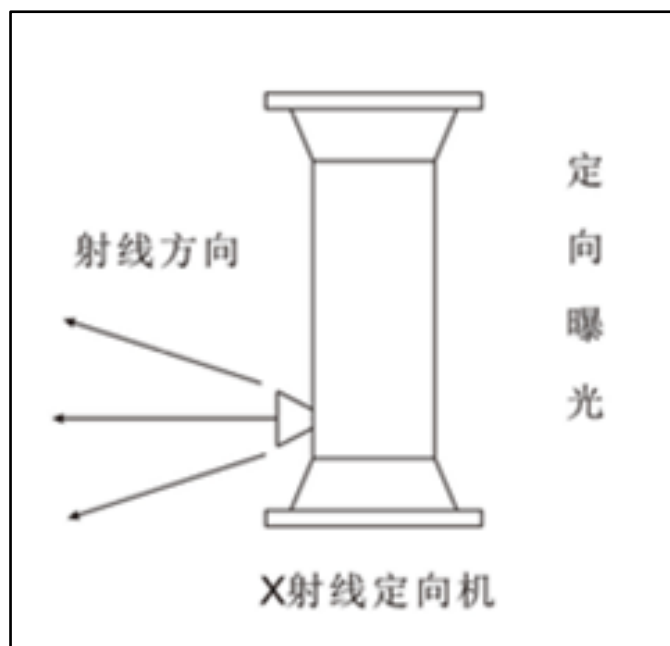


图 9-2 定向探伤机曝光示意图

三、X 射线移动式探伤工艺流程

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

(2) 西安特飞检测技术研究院有限公司工作人员持计划书，根据设备出入库管理制度，与仪器设备管理员办理设备出入库台账登记，领取设备。

(3) 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，并于现场探伤人员办理设备交接手续，由探伤小组的安全员负责看管。

(4) 在 X 射线探伤机入场前，西安特飞检测技术研究院有限公司探伤工作人员对区域内的无关人员进行清场，穿戴铅防护服，做好准备工作。

(5) 摆放 X 射线探伤机位置，检查电源电压是否正常（220V），电源插头是否安

全可靠，控制箱与电缆连接是否良好。控制箱可以直接放置地面上，如在上木箱搁置，应连接接地。检查安全警示范围是否有人停留，警报灯是否开启，防护措施是否安全，检查完毕后方能开机。

(6) 划定控制区和监督区：根据工件现场探伤的位置，初步划定控制区和监督区；连接控制器及电缆，进行试曝光，再次确定控制区和监督区边界并进行调整，确保控制区边界周围剂量当量率 $<12\mu\text{Sv/h}$ （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：在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”警示标志；在控制区边界还应放置“禁止进入 X 射线区”标牌，在监督区边界放置“无关人员禁止入内”标牌，警示无关人员不可误入作业现场。作业期间，安排 1 名工作人员（安全员）对控制区边界进行巡查，严禁未经许可人员进入。

(8) 探伤阶段：合上电源开关，进入训机模式，训机完成后进入操作模式，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个人剂量报警仪处于工作状态。

(10) 作业结束后，西安特飞检测技术研究院有限公司将 X 射线探伤机运回单位仓库贮存，并做好入库记录。

(11) 将带回的胶片在单位洗片室内进行冲洗，工艺流程如下：

①显影：将曝光后的胶片完全浸入显影液中，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。

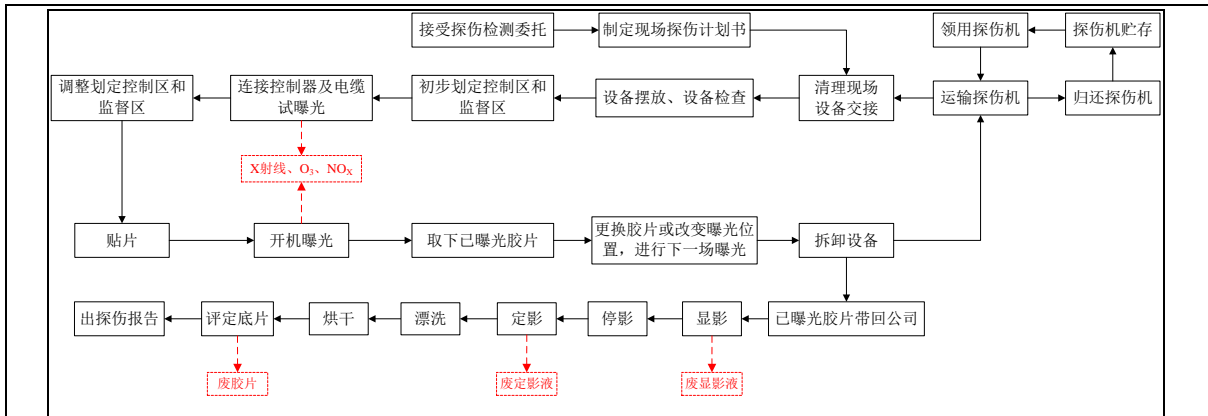


图 9-3 X 射线探伤机工作流程及产污环节图

污染源项描述

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

1、X 射线

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

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

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

(2) 漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。

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

2、O₃ 和 NO_x

本次评价项目使用的工业 X 射线探伤机工作时的最大电压为 250kV，当电压为

0.6kV以上时，X射线能使空气电离，因此本次评价的X射线探伤机运行时产生的X射线会使空气电离产生少量O₃、NO_x。

3、废显（定）影液及废胶片

本项目现场探伤所拍的胶片运回西安特飞检测技术研究院有限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。废显（定）影液和废胶片属于《国家危险废物名录》中HW16（废物代码900-019-16）感光材料废物，为危险废物。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。

根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供资料，西安特飞检测技术研究院有限公司每年最多使用胶片25000张，在移动式探伤过程中废胶片产生量约2500张，每张片子平均约10g，共计25kg/a；定影液使用量420L，显影液使用量420L，则废显（定）影液产生量840L。

本项目危险废物产生和处置措施情况见表9-1。

表 9-1 本项目危险废物产生极处置措施一览表

| 危险废物名称 | 危险废物类别 | 危险废物代码 | 产生量 | 形态 | 主要成分 | 处置量 | 处置措施 |
|--------|--------|------------|------|----|-------------------------|------|----------------------------------|
| 废显影液 | HW16 | 900-019-16 | 420L | 液态 | 硫酸、硝酸、苯、甲醇、卤化银、硼酸、对苯二酚等 | 420L | 专用容器分类收集，暂存在单位危废暂存间内；定期交由有资质单位处置 |
| 废定影液 | HW16 | 900-019-16 | 420L | 液态 | 硫代硫酸钠、乙酸、硼酸等 | 420L | |
| 废胶片 | HW16 | 900-019-16 | 25kg | 固态 | 明胶、卤化银 | 25kg | |

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所及区域划分

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

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

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

1、控制区、监督区的理论划分

根据《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ117-2015), X 射线探伤现场探伤作业时, “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 $100\mu\text{Sv/周}$;”

由工作制度可知, 本项目每周开机时间约 8.3h, 每周开机时间不同于 7h, 应根据公式(1)进行计算。保守计算后, 应将周围剂量当量率大于 $12.0\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区, 周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划分为监督区。

由于实际现场探伤过程中, 有用线束方向均有工件屏蔽, 且根据“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。

由于实际现场探伤过程中, 有用线束方向均有工件屏蔽, 西安特飞检测技术研究

院有限公司拟配备 1 块 3mmPb 的铅皮进行有用线束方向局部屏蔽。计算结果如下（计算过程见表 11-2、表 11-3、表 11-6 和表 11-7）：

(1) 无局部屏蔽下监督区和控制区范围

① 管电压为 250kV

有用线束方向，在工件屏蔽的情况下，控制区距离为 179m，监督区距离为 393m。非有用线束方向，漏射线和散射线累加计算，在无工件屏蔽下，控制区距离为 86m，监督区距离为 190m。分区示意图见图 10-1 所示。

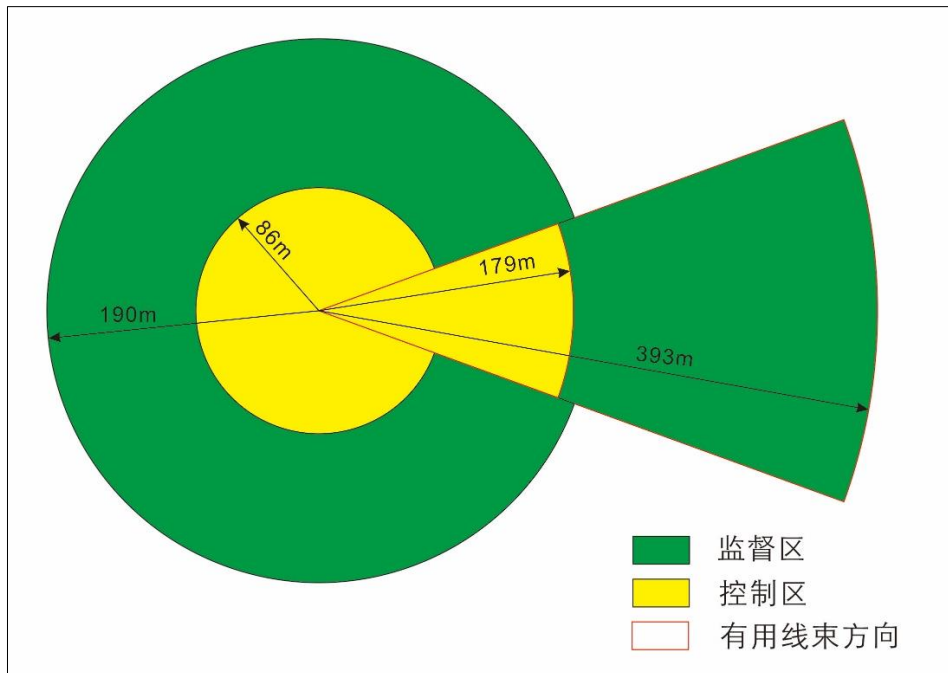


图 10-1 XXG2505 型 X 射线机无局部屏蔽下分区示意图 (250kV)

② 管电压为 160kV

有用线束方向，在工件屏蔽的情况下，控制区距离为 117m，监督区距离为 255m。非有用线束方向，漏射线和散射线累加计算，在无工件屏蔽下，控制区距离为 70m，监督区距离为 150m。分区示意图见图 10-2 所示。

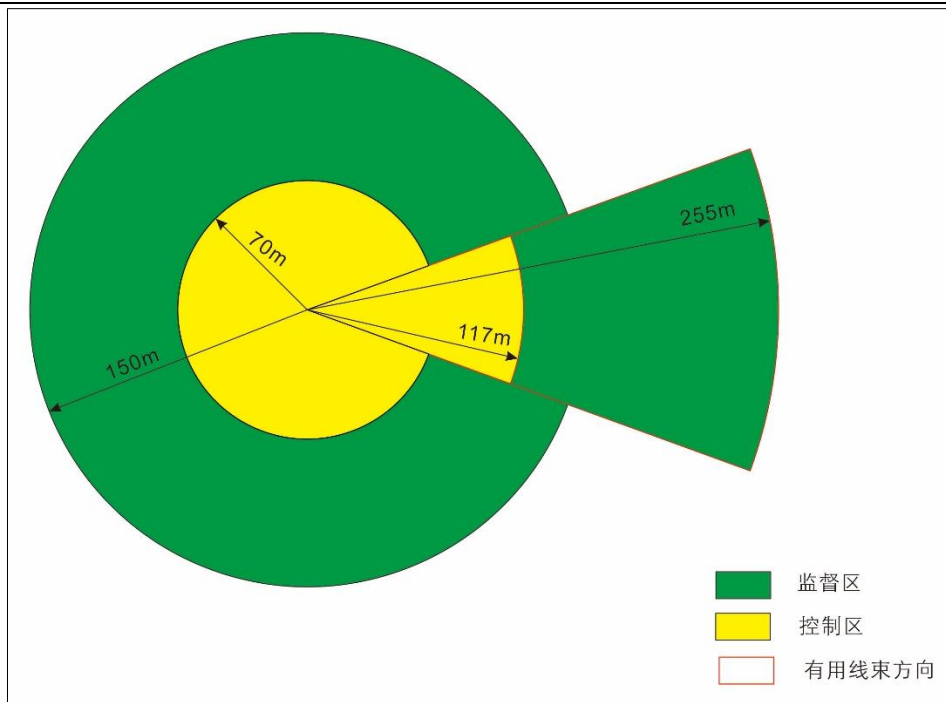


图 10-2 XXG1605 型 X 射线机无局部屏蔽下分区示意图 (160kV)

(2) 局部屏蔽下监督区和控制区范围

① 管电压为 250kV

有用线束方向，在工件屏蔽和局部屏蔽（铅厚度为：3mmPb）的情况下，控制区距离为 55m，监督区距离为 120m。非有用线束方向，漏射线和散射线累加计算，在无工件屏蔽下，控制区距离为 86m，监督区距离为 190m。分区示意图见图 10-3 所示。

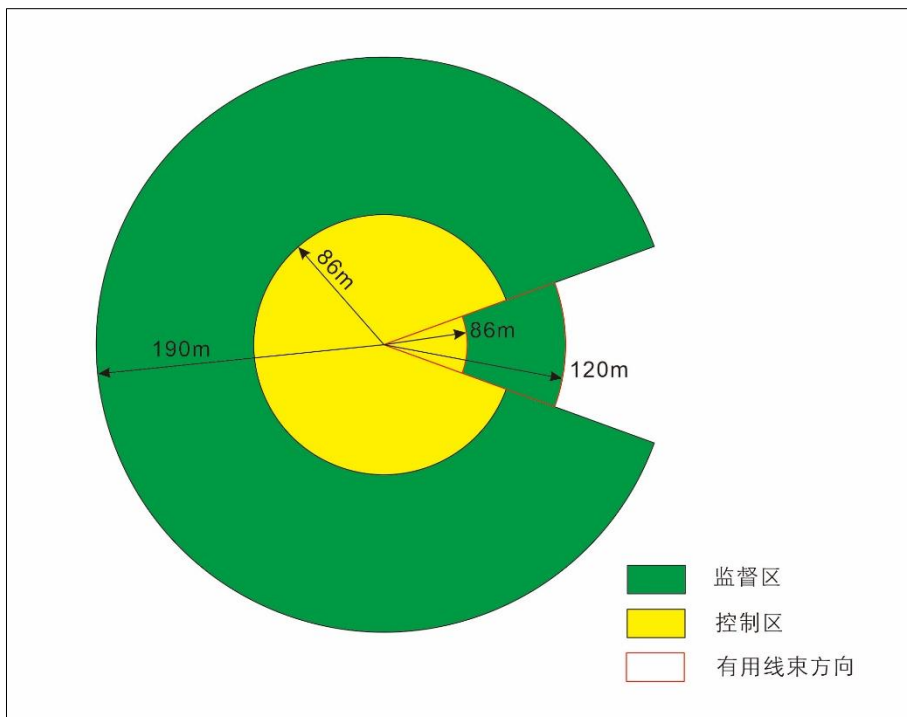


图 10-3 XXG2505 型移动式 X 射线机局部屏蔽分区示意图 (250kV)

② 管电压为 160kV

有用线束方向，在工件屏蔽和局部屏蔽（铅厚度为：3mmPb）的情况下，控制区距离为 10m，监督区距离为 22m。非有用线束方向，漏射线和散射线累加计算，在无工件屏蔽下，控制区距离为 70m，监督区距离为 150m。由于该设备屏蔽状态下有用线束方向控制区和监督区距离较小，该设备保守按非有用线束方向控制区、监督区距离进行划分。分区示意图见图 10-4 所示。

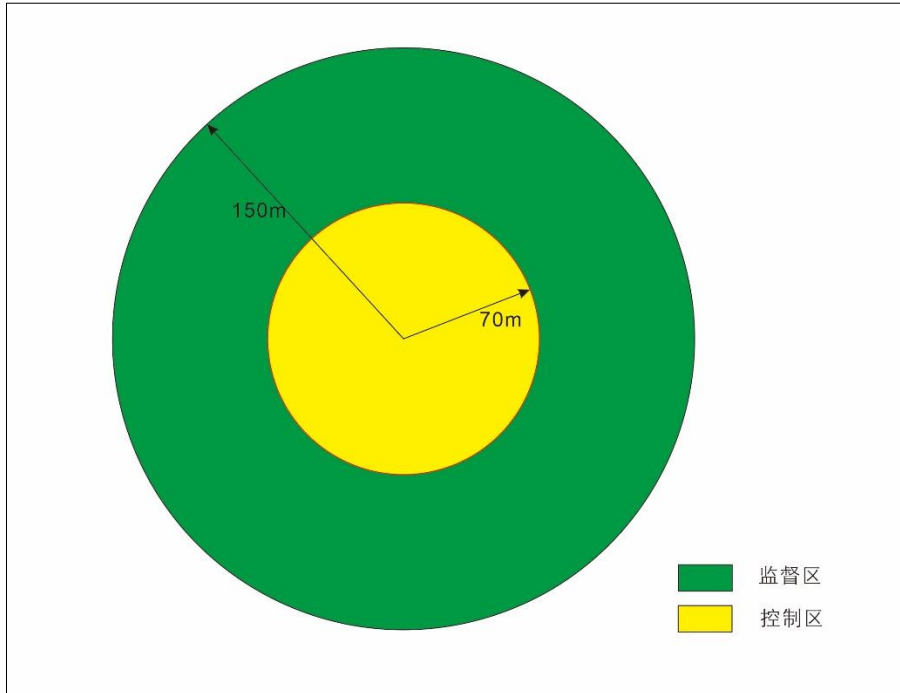


图 10-4 XXG1605 型移动式 X 射线机局部屏蔽分区示意图（160kV）

2、实际探伤过程中控制区和监督区的划分

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

(1) 首先根据理论计算保守的设定控制区和监督区边界。

(2) 然后保持操作人员与现场安全员联系畅通，在操作人员试曝光的情况下，现场安全员使用便携式 X-γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，到 2.5μSv/h 划定监督区边界，到 12μSv/h 划定控制区边界；

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

探伤作业期间，在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”警示标志；在控制区边界还应放置“禁止进入 X 射线区”标牌，在监督区边界放置“无关人员禁止入

内”标牌，警示无关人员不可误入作业现场。设安全员对控制区边界进行巡逻，未经许可人员不得进入边界内，还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或者辐射束的方向发生改变时，如有必要需要调整控制区的边界。

二、拟采取的辐射安全防护措施

(1) 开展 X 现场探伤工作的每台探伤机至少配备 2 名工作人员；本项目 2 台 X 射线探伤机拟配备 6 名工作人员开展公司现场探伤工作。

(2) 拟使用 2 台 X-γ 辐射巡测仪。

(3) 拟配备 2 套铅防护服（含护目镜、手套、围脖）（2 台设备不同时使用）。

(4) 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。

(5) 拟配备 1 个 3mmPb 的铅皮用于局部屏蔽，根据“表 11 环境影响分析”章节计算：探伤设备距工件 1m 处辐射野面积为 0.416m^2 （半径为 0.364m），因此环评要求配备铅皮至少为 $0.8\times 0.8\text{m}^2$ 。

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，应划定作业场所工作区域，并在相应边界设置警示标识。工作区域划分应以在即将探伤的工作条件下，开机状态以探伤机射线管为中心由远到近用便携式 X-γ 剂量率仪进行划定，建立并保持巡测记录。

① 每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式《工业 X 射线探伤卫生防护标准》（GBZ117-2015）的相关条款计算，本项目将作业时被检物体周围的剂量当量率大于 $12\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划分为控制区。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，否则应采取专门的防护措施。

② 控制区的边界外、作业时周围剂量大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

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

(3) 应尽量避免在人群密集区和居民区进行现场探伤，无法避免时，应划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外；控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体），临时屏障或临时拉起警戒线等。

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

(5) 探伤现场应有“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内其他报警信号有明显区别；警示信号指示装置应与探伤机联锁；在控制区所有边界都应能听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

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

(7) 现场探伤操作人员必须经过操作业务培训，熟练掌握操作方法后方可开展现场探伤工作。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，选择有利地形。根据具体照射情况选择射线装置的投照方向，并在受照射量最大的方向安置铅皮、钢板等进行屏蔽，达到多层纵深防护，有效地降低射线对人体的照射剂量。

3、其他辐射安全管理措施

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

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

(2) 西安特飞检测技术研究院有限公司拟为本项目配备6名辐射工作人员。辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告2019年第57号）要求，本项目在建成运行前，需参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核后方可上岗。

(3) 西安特飞检测技术研究院有限公司的放射性工作人员上岗前均先进行身体检查，体检合格后方可上岗，上岗后根据国家标准的相关规定定期体检，并建立健康档案；公司应为放射性工作人员配备个人剂量计，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质单位检测 1 次，做到定期送检，专人专戴，并建立个人剂量档案。

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

5、异地作业登记

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

6、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 西安特飞检测技术研究院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 |
| | | 年初工作安排的和年终工作总结时，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 |
| | 直接从事放射工作的作业人员 | 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 |

续表 10-1 西安特飞检测技术研究院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 |
|---------|--|
| 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。 |
| 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，便携式辐射检测仪应一直处于开机状态。 |
| | | | 作业前、结束后现场辐射水平的检测情况及结果记录。 |
| 监测设备及个人防护用品 | | | 便携式辐射检测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅衣、铅手套等 |

西安特飞检测技术研究院有限公司应对照表 10-1 要求，应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废气和废水；主要为 X 射线探伤机曝光时产生的 X 射线，使空气电离产生少量的 O₃ 和 NO_x、探伤底片洗片产生的废显（定）影液和废胶片。

一、废气

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

二、废显（定）影液及废胶片

本项目将现场探伤胶片带回西安特飞检测技术研究院有限公司位于西安的洗片室进行冲洗，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》中 HW16（废物代码 900-019-16）感光材料废物。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，危废暂存间和洗片室均位于西安市友谊西路 127 号西北工业大学友谊校区西苑厂房 1 号仓库，具体位置见图 1-2，定期送交有资质单位处置。

本次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，应满足《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）中的要求，也应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及其修改单。

表 11 环境影响分析

| |
|--|
| <p>建设阶段对环境的影响</p> |
| <p>本项目为探伤机流动式无损检测项目，现场探伤不建设专用探伤室，项目洗片室和危废暂存间划分已有房间开展项目工作，故不存在设备的安装过程，不存在建设阶段对外环境产生影响的环境因素。</p> |
| <p>运行阶段对环境的影响</p> |
| <p>一、X 射线探伤机运行过程环境影响预测</p> |
| <p>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。</p> |
| <p>1、有用线束辐射剂量率估算</p> |
| <p>根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供的资料，本项目仅配备了 2 台定向式 X 射线探伤机，本项目未配备准直器。</p> |
| <p>(1) 有用线束屏蔽估算模式</p> |
| <p>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：</p> |
| $B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{（公式 11-1）}$ |
| <p>式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；</p> |
| <p>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。</p> |
| <p>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：</p> |
| $\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{（公式 11-2）}$ |
| <p>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；</p> |
| <p>H_0—距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量，$\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4。</p> |
| <p>B—屏蔽所需透射因子；</p> |
| <p>R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。</p> |
| <p>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，每周实际开机时间不同于 7h，经公式 10-1 计算，应将周围剂量当量率大于 $12\mu\text{Sv/h}$ 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。</p> |
| <p>(2) 屏蔽状态下有用线束方向辐射剂量率及控制区监督区边界距离估算</p> |

根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供的资料，本项目探伤过程检测工件厚度一般为 10~40mm 之间，本项目共配备 2 台不同型号的 X 射线探伤机开展现场探伤工作，根据设备使用说明书，XXG2505 型探伤机对钢板（A3）最大穿透厚度为 40mm，XXG1605 型探伤机对钢板（A3）最大穿透厚度为 19mm。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 工件屏蔽

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

表 11-1 仅工件屏蔽状态下关注点辐射剂量率计算参数

| 参数名称 | 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 ₀ (μSv·m ² / (mA·h)) | 最大工件厚度 (mm) |
|------------------|------------------------|----------|----------|---|-------------|
| X 射线机 (XXG-2505) | 5 | 250 | 2.9 | 13.9×6×10 ⁴ | 40 |
| X 射线机 (XXG-1605) | 5 | 160 | 1.4 | 8.9×6×10 ⁴ | 19 |

表 11-2 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 | 9.24E-02 | 179 | 393 |
| 160 | 5 | 1.7 | 6.11E-02 | 117 | 255 |

根据计算结果可知，工件屏蔽状态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。为尽可能的缩短控制区和监督区的距离，西安特飞检测技术研究院有限公司应采取 3mm 厚度的铅皮进行局部屏蔽。。

② 工件+局部屏蔽

本项目现场探伤拟配备 3mmPb 的铅皮 1 个，因此项目在工件+局部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，控制区和监督区边界计算结果见表 11-3，有用线束方向辐射剂量率计算结果见表 11-4。

表 11-3 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+局部屏蔽铅的厚度 (mm) | 屏蔽所需透射因子 B | 控制区 (m) | 监督区 (m) |
|----------|-----------------|--------------|------------------|------------|---------|---------|
| 250 | 3.0 | 3.0 | 6.0 | 8.53E-03 | 55 | 120 |
| 160 | 3.0 | 1.7 | 4.7 | 4.39E-04 | 10 | 22 |

表 11-4 工件+局部屏蔽状态下有用线束方向辐射剂量率

单位: $\mu\text{Sv/h}$

| 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) 距离 (m) | 移动式 X 射线机 | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | 250kV | 160kV |
| | 6.0mmPb | 4.7mmPb |
| 5 | 1423.08 | 46.93 |
| 10 | 355.77 | 11.73 |
| 20 | 88.94 | 2.93 |
| 22 | 73.51 | 2.42 |
| 30 | 39.53 | 1.30 |
| 40 | 22.24 | 0.73 |
| 50 | 14.23 | 0.47 |
| 55 | 11.76 | 0.33 |
| 60 | 9.88 | 0.33 |
| 70 | 7.26 | 0.24 |
| 80 | 5.56 | 0.18 |
| 90 | 4.39 | 0.14 |
| 100 | 3.56 | 0.12 |
| 110 | 2.94 | 0.10 |
| 120 | 2.47 | 0.08 |
| 130 | 2.11 | 0.07 |
| 140 | 1.82 | 0.06 |
| 150 | 1.58 | 0.05 |

2、非有用线束控制区与监督区边界估算

有工件条件下，非主射束方向主要考虑漏射线和散射线。

(1) 泄漏辐射屏蔽估算模式

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

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

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($\mu\text{Sv/h}$)，其典型值取自 GBZ/T 250-2014 中表 1 内容，本项目取值见表 11-4。

(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，单位为微希每小时($\mu\text{Sv/h}$):

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

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

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

B—屏蔽透射因子，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， m^2 ，本项目 2 台射线机辐射角均为 40° ，经计算，距工件 1m 处辐射野面积为 0.416m^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，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 中 B.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界夹角为 20° 时， $R_0^2/F\cdot\alpha$ 取 50；

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

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

(3) 非有用线束的控制区与监督区的边界距离估算

根据《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）相关规定和公式 10-1 计算结果，X 射线探伤现场探伤作业时，应将周围剂量当量率大于 $12\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划分为监督区。

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

① 非有用线束方向控制区和监督区边界距离估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）和公式 11-3 和公式 11-4，无屏蔽状态下，非有用线束方向控制区和监督区边界距离估算结果见表 11-6 和表 11-7。

表 11-4 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 | 160 | 5 | 2500 |

表 11-5 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 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$) | $F\cdot\alpha/R_0^2$ | 距离辐射源点（靶点）1m 处 X 射线散射辐射剂量率 H_L ($\mu\text{Sv/h}$) |
|----|----------|------------------------|--|----------------------|---|
| 1 | 250 | 5 | $13.9\times 6\times 10^4$ | 0.02 | 83400 |
| 2 | 160 | 5 | $8.9\times 6\times 10^4$ | 0.02 | 53400 |

表 11-6 非有用线束方向辐射剂量率 单位: $\mu\text{Sv/h}$

| 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) 距离 (m) | 移动式 X 射线机 | | | | | |
|---|-----------|--------|--------------|-------|--------|--------------|
| | 250kV | | | 160kV | | |
| | 泄漏辐射 | 散射辐射 | 总辐射 | 泄漏辐射 | 散射辐射 | 总辐射 |
| 10 | 50.00 | 834.00 | 884.00 | 25.00 | 534.00 | 559.00 |
| 20 | 12.50 | 208.50 | 221.00 | 6.25 | 133.50 | 139.75 |
| 30 | 5.56 | 92.67 | 98.22 | 2.78 | 59.33 | 62.11 |
| 40 | 3.13 | 52.13 | 55.25 | 1.56 | 33.38 | 34.94 |
| 50 | 2.00 | 33.36 | 35.36 | 1.00 | 21.36 | 22.36 |
| 60 | 1.39 | 23.17 | 24.56 | 0.69 | 14.83 | 15.53 |
| 70 | 1.02 | 17.02 | 18.04 | 0.51 | 10.90 | 11.41 |
| 80 | 0.78 | 13.03 | 13.81 | 0.39 | 8.34 | 8.73 |
| 86 | 0.68 | 11.28 | 11.95 | 0.34 | 7.22 | 7.56 |
| 90 | 0.62 | 10.30 | 10.91 | 0.31 | 6.59 | 6.90 |
| 100 | 0.50 | 8.34 | 8.84 | 0.25 | 5.34 | 5.59 |
| 110 | 0.41 | 6.89 | 7.31 | 0.21 | 4.41 | 4.62 |
| 120 | 0.35 | 5.79 | 6.14 | 0.17 | 3.71 | 3.88 |
| 130 | 0.30 | 4.93 | 5.23 | 0.15 | 3.16 | 3.31 |
| 140 | 0.26 | 4.26 | 4.51 | 0.13 | 2.72 | 2.85 |
| 150 | 0.22 | 3.71 | 3.93 | 0.11 | 2.37 | 2.48 |
| 160 | 0.20 | 3.26 | 3.45 | 0.10 | 2.09 | 2.18 |
| 170 | 0.17 | 2.89 | 3.06 | 0.09 | 1.85 | 1.93 |
| 180 | 0.15 | 2.57 | 2.73 | 0.08 | 1.65 | 1.73 |
| 190 | 0.14 | 2.31 | 2.45 | 0.07 | 1.48 | 1.55 |
| 200 | 0.13 | 2.09 | 2.21 | 0.06 | 1.34 | 1.40 |

表 11-7 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 | 86 | 190 |
| 2 | 160 | 70 | 150 |

3、X 射线现场探伤环境影响分析

根据《工业X射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ117-2015), X射线探伤现场探伤作业时, 根据“表10 辐射安全与防护”的“1、控制区、监督区的理论划分”的计算结果, 应将周围剂量当量率大于 $12\mu\text{Sv/h}$ 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。

XXG2505型X射线机有用线束方向(工件+局部屏蔽条件)控制区为55m, 监督区范围为120m, 非有用线束方向(无屏蔽条件)的控制区为86m, 监督区范围为190m; XXG1605型X射线机有用线束方向(工件+局部屏蔽条件)控制区为10m, 监督区范围

为22m，非有用线束方向（无屏蔽条件）的控制区为70m，监督区范围为150m。

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

三、个人年附加有效剂量估算

1、X射线探伤过程中操作人员年附加有效剂量估算

X射线现场探伤需根据现场情况对探伤检测现场划分控制区和监督区，控制区边界剂量率应不大于 $12\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）5.1.3要求，探伤作业人员在控制区边界外操作。安全员主要负责现场探伤过程中的X射线机的看管、控制区和监督区的划分和警戒、对作业区边界上的实时剂量率进行巡测和安全巡视。探伤作业期间，安全员一直在控制区~监督区边界进行巡逻。

本项目X现场探伤拟配备6名职业人员，分3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）。根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供的资料，X射线探伤机累计全年照射时间最大为417h。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 $12\mu\text{Sv/h}$ 。则每个职业人员年附加有效剂量最大值为 $12\mu\text{Sv/h}\times 417\text{h/a}\div 3=1.67\text{mSv/a}$ ，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环评提出的年剂量约束值（5mSv）。

2、X射线探伤过程公众的影响分析

一般情况下，每个探伤工作任务使用1台X探伤机，由于探伤作业的地区不同，所影响公众不定，现场探伤作业基本2天可完成，每天拍摄的透照时间为100min，则每个任务的拍摄的透照时间为3.3h。本项目公众活动区域主要位于监督区外，监督区边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。则公众年附加有效剂量最大值为 $2.5\mu\text{Sv/h}\times 3.3\text{h}=0.008\text{mSv}$ ，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环评提出的年剂量约束值（0.25mSv）。可见，在现场探

伤过程中，探伤机产生的 X 射线对公众的影响很小。

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

四、大气环境影响分析

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

五、废显（定）影液及废胶片

本项目将现场探伤胶片带回西安特飞检测技术研究院有限公司洗片室内进行冲洗，洗片过程中产生废显（定）影液和废胶片。根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供资料，西安特飞检测技术研究院有限公司在移动式探伤过程中废胶片产生量约 25kg/a、废显（定）影液产生量 840L。本项目探伤拍片后洗片产生的废显（定）影液和废胶片为危险废物，属于《国家危险废物名录》中 HW16（废物代码 900-019-16）感光材料废物。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。

六、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、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 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。

二、辐射事故识别

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

(3) 人员误照：在探伤现场没有搞好警戒工作，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，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。

三、辐射事故影响分析

1、误照射事故影响分析

当 X 射线探伤工作过程中，探伤机定时开机功能故障，工作人员还未撤离即曝

光，对工作人员造成误照射；或有无关人员误闯入控制区，此时会对该人员造成误照射。应当定期检查、维修设备，并加强探伤机运输和探伤过程中的巡查，尽量避免误照射的发生。

本次事故分析假设为 XGG2505 型移动式探伤机在运行期间在不同情况下发生误照射事故。根据辐射事故识别，本次主要预测人员未及时撤离控制区以及未按要求采取局部屏蔽时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 事故情况下职业人员或公众达到剂量限值所需时间

| 序号 | 事故情况 | 距 X 射线机距离 (m) | 辐射剂量率 (mSv/h) | 达到 0.25mSv (公众) 所需时间 | 达到 5mSv (职业人员) 所需时间 |
|----|-----------------------|---------------|---------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 人员未及时撤离控制区 | 1 | 35.58 | 25.3s | 8.43min |
| 2 | 人员未及时撤离控制区且未按要求采取局部屏蔽 | 1 | 4170 | 0.216s | 4.32s |
| 3 | 未按要求采取局部屏蔽 | 54 | 1.43 | 10.49min | 3.50h |

根据表 11-9 可知，本项目移动式探伤机发生较大辐射安全事故时，公众误照射 0.216s 可达到剂量限值 (0.25mSv)，职业人员误照射 4.32s 可达到剂量限值 (5mSv)。

因此在发生该事故后：

- (1) 第一时间切断电源，确保 X 射线探伤机停止出束；
- (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，及时送医院检查和治疗。

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，在事故发生后 1h 后向所在地环境保护和公安部门报告，并在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生部门报告。

2、X 射线探伤机丢失事故影响分析

由于公众对于射线装置认识不足，可能存在 X 射线探伤机被拾取或偷盗后接通电源，造成公众超剂量辐射事故。根据计算，公众通电开机后误照射 0.216s 可达到剂量限值 (0.25mSv)。因此应加强对 X 射线机在贮存、使用现场的管理，防止发生射线机的被盗、丢失情况的发生。

四、风险防范措施

由于本项目存在发生事故的风险，所以必须制定相应的风险防范措施：

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

(2) 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体），临时屏障或临时拉起警戒线等，防止无关人员误闯入控制区或监督区而造成误照射。

(3) 现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区，防止对公众造成误照射。

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

(5) 探伤现场应有“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内其他报警信号有明显区别；警示信号指示装置应与探伤机连锁；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不能看到，应安排人员进行巡查，防止无关人员误闯入控制区而造成误照射。

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

(8) 定期对探伤机进行检查，对发现有问题的部件应及时更换或维修。

(9) 加强对 X 射线机在领用、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) 制定辐射事故风险的应急预案，一旦发生事故能及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全管理机构设置

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条“使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作”等有关法律法规及国家标准的要求，为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，以正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产。

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

3、人员配备与职能

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考

核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

西安特飞检测技术研究院有限公司拟为本项目配备 6 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，需参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核后方可上岗。

辐射安全管理规章制度

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

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

本项目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有 24h 监控设施，仪器设备室内张贴有《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。要求需使用设备时，应填写仪器设备借用登记表。本项目设备存放后，西安特飞检测技术研究院有限公司应定期对设备进行检查、维护。

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

辐射监测

一、辐射监测

为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《辐射环境监测技术规范》（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”。

西安特飞检测技术研究院有限公司应配备如下监测仪器：

(1) 本项目每台设备配备 1 台便携式辐射检测仪，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 6 名辐射工作人员每人配备 1 台个人剂量计；

(3) 为辐射工作人员共配备 2 台个人剂量报警仪。

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

2、监测计划

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

表 12-1 辐射环境监测计划表

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

二、环保投资估算

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序的相关要求》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 12-2。

本项目总投资 100 万元，环保投资 9.9 万元，占总投资的 9.9%。

表 12-2 项目环保投资估算表

| 类别 | 环保设施/措施 | 数量 | 投资金额（万元） | 备注 |
|------|------------|-----|----------|----|
| 环境咨询 | / | / | 4.0 | / |
| 防护设施 | 辐射防护服 | 2 套 | 1.0 | / |
| | 大功率喊话器 | 2 个 | 0.1 | / |
| | 个人剂量报警仪 | 2 个 | 0.2 | / |
| | 铅皮 | 1 套 | 0.5 | |
| | 警示信号指示装置 | 2 套 | 0.1 | |
| | 安全警戒线 | 2 盘 | 0.4 | / |
| | 对讲机 | 2 个 | 0.2 | |
| 监测 | 警示标志 | 若干 | 0.2 | / |
| | X-γ 剂量率检测仪 | 2 台 | 2.0 | / |
| | 个人剂量计 | 6 个 | 1.2 | / |
| 合计 | | | 9.9 | / |

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，西安特飞检测技术研究院有限公司应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-3。

表 12-3 项目竣工环境保护验收清单（建议）

| 序号 | 验收内容 | 防护措施 | 验收效果和环境预期目标 |
|----|--------------------------|---|---|
| 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 12 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；局部屏蔽所需的铅皮 |

续表 12-3 项目竣工环境保护验收清单（建议）

| 序号 | 验收内容 | 防护措施 | 验收效果和环境预期目标 |
|----|-------------|--|--|
| 4 | 监测仪器 | 移动探伤工作小组均应配备相应的监测仪器 | X-γ 剂量率检测仪 |
| | | | 个人剂量计 |
| | | | 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 5mSv，公众年附加有效剂量低于 0.25mSv |
| 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 |

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条之规定：“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备。”，西安特飞检测技术研究院有限公司应结合单位实际运行情况和本项目事故工况分析，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，建议西安特飞检测技术研究院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

西安特飞检测技术研究院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》，向当地人民政府环境保护主管部门报告；还应当同时向当地人名政府、公安部门和卫生主管部门报告。

三、应急演练及应急预案修订

应急预案编制后，西安特飞检测技术研究院有限公司应当定期组织开展应急演练，并根据演练中发现的问题，完善修订应急预案，维持应急能力。

表 13 结论与建议

一、结论

1、项目概况

项目名称：西安特飞检测技术研究院有限公司移动式 X 射线现场探伤项目

建设单位：西安特飞检测技术研究院有限公司

建设性质：新建

建设内容：西安特飞检测技术研究院有限公司拟使用 2 台移动式 X 射线机“XXG-1605（定向）型和 XXG-2505（定向）型”用于现场各类管道、钢结构以及其他装置产品的无损检测。本次使用的 X 射线探伤机为 II 类射线装置。

本项目总投资 100 万元，其中环保投资 9.9 万元，占总投资的 9.9%。

2、产业政策符合性及实践正当性结论

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

西安特飞检测技术研究院有限公司拟使用 2 台移动式 X 射线机用于检测西安市行政区域内现场各类管道、钢结构以及其他装置产品的无损检测。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 射线探伤现场探伤作业时，将周围剂量当量率大于 $12\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划分为监督区。作业控制区、监督区边界设置警戒线，在控制区边界还应放置“禁止进入 X 射线区”标牌，在监督区边界放置“无关人员禁止入内”标牌，警示无关人员不可误入作业现场。作业现场设专人警戒，并由探伤小组的安全员负责巡视，避免无关人员进入。

4、环境影响分析结论

(1) 职业人员年附加有效剂量

本项目 X 现场探伤拟配备 6 名职业人员，分 3 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 1.67mSv/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

一般情况下，探伤作业仅使用 1 台 X 探伤机，现场探伤作业基本 2 天可完成。经过计算本项目公众年附加有效剂量最大值为 0.008mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中照射限值 and 本次环评提出的年剂量约束值（0.25mSv）。可见，在现场探伤过程中，探伤机产生的 X 射线对公众的影响很小。且现场探伤多为流动式作业，不会在同一位置长期作业，故一般情况探伤过程对公众的影响甚微。

(3) 大气环境影响分析

本项目探伤机工作时，X 射线探伤机产生的 X 射线使空气电离产生少量的有害气体，主要为 O₃ 和 NO_x。由于移动探伤地点基本为开阔的场所，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。

(4) 废显（定）影液及废胶片

本项目将现场探伤胶片带回西安特飞检测技术研究院有限公司洗片室内进行冲洗。根据西安特飞检测技术研究院有限公司提供资料，项目在移动式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。

5、环境影响可行性结论

西安特飞检测技术研究院有限公司拟使用 2 台移动式 X 射线机“XXG-1605（定向）型和 XXG-2505（定向）型”用于现场各类管道、钢结构以及其他装置产品的无损检测，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，项目建设的目的是可行的。西安特飞检测技术研究院有限公司对该项目采取了辐射防护措施，使辐射影响达到了尽可能低的水平。

西安特飞检测技术研究院有限公司只要严格执行国家相关法律法规和标准要求，根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）要求建立健全各项规章制度，加强运行管理；切实落实本报告表中提出污染防治措施和建议，探伤现场采取局部屏蔽措施进行防护，本项目对工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标

准允许的范围之内。因此从辐射环境保护角度分析，该项目环境影响可行。

二、建议和承诺

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

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

表 14 审批

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