

**表 1 项目基本情况**

|  |  |  |  |                       |            |
|--|--|--|--|-----------------------|------------|
| 建设项目名称   | 西安西开电力装备智慧服务有限公司移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目  |  |  |                       |            |
| 建设单位   | 西安西开电力装备智慧服务有限公司   |  |  |                       |            |
| 法人代表   | 任子禹  | 联系人                                    | 刘闯   | 电话                    | ██████████ |
| 注册地址   | 陕西省西安市高新区瞪羚二路 24 号办公楼 A 座 3 楼 301 号  |  |  |                       |            |
| 项目建设地点   | 现场探伤作业工作场所不固定；<br>设备间位于西安市莲湖区大庆路 511 号办公楼 4 层 401 室  |  |  |                       |            |
| 立项审批部门   | /  |  | 批准文号   | /                     |            |
| 建设项目总投资（万元）  | 400  | 项目环保投资（万元）                             | 10   | 投资比例（环保投资/总投资）        | 2.5%       |
| 项目性质   | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 |  |  | 占地面积（m <sup>2</sup> ） | 23.1       |
| 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   | /                                      |  |                       |            |
|  | <b>项目概述</b>  |  |  |                       |            |
| <p><b>一、建设单位概况</b></p> <p><b>1、建设单位简介</b></p> <p>西安西开电力装备智慧服务有限公司（简称“西开智慧服务公司”）是西安西电开关电气有限公司（简称“西开电气”）经过整合服务资源，于 2021 年 6 月 24 日成立的全资子公司。注册地址为：陕西省西安市高新区瞪羚二路 24 号办公楼 A 座 3 楼 301 号。公司现有专业管理团队、技术骨干、资深服务工程师 240 余人。其中技术人员 36 名，营销人员 35 名，服务工程师 127 名，现有人员研究生占比 3%，中高级职称人员占比 17%。公司拥有高压、超高压、特高压电力装备的售后安装、智能运维和升级改造整体解决方案的能力。</p> |  |  |  |                       |            |

西开智慧服务公司继承和共享了西开电气的技术优势，不断技术创新，在智能巡检（机器人巡检）、远程诊断、可视化安装、智能化改造等方面不断取得突破。公司主要从事电力装备运行维护、电力设施承装、承修、承试、项目总包、电站升级改造、数字化改造、智能运维，设备租赁、备件仓储、带电检测等业务。

## 2、项目由来

根据公司现有业务需求，为现场检测变电站 GIS 设备内部零部件是否存在缺陷，预防因 GIS 设备故障导致城市断电的情况发生，西开智慧服务公司拟新购置 1 台 MRXD-300 型移动式 X 射线机，用于现场无损检测。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（原环境保护部 原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。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》和《中华人民共和国放射性污染防治法》，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“……使用 II 类射线装置的……”项目，应编制环境影响报告表。

西开智慧服务公司于 2023 年 9 月委托西安志诚辐射环境检测有限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《西安西开电力装备智慧服务有限公司移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目环境影响报告表》。

## 二、项目概况

### 1、项目名称及位置

(1) 项目名称：西安西开电力装备智慧服务有限公司移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目。

(2) 公司位置：公司办公场所位于陕西省西安市莲湖区大庆路 511 号西开电气厂区办公楼，公司地理位置见图 1-1。

(3) 项目探伤场所位置：现场探伤作业工作场所不固定。

(4) 项目设备贮存场所（设备间）：本项目移动式 X 射线机贮存于西安市莲湖区大庆路 511 号西开智慧服务公司办公楼 4 层 401 室，4 层平面布局图见图 1-2。



图 1-1 西开智慧服务公司及设备间地理位置示意图

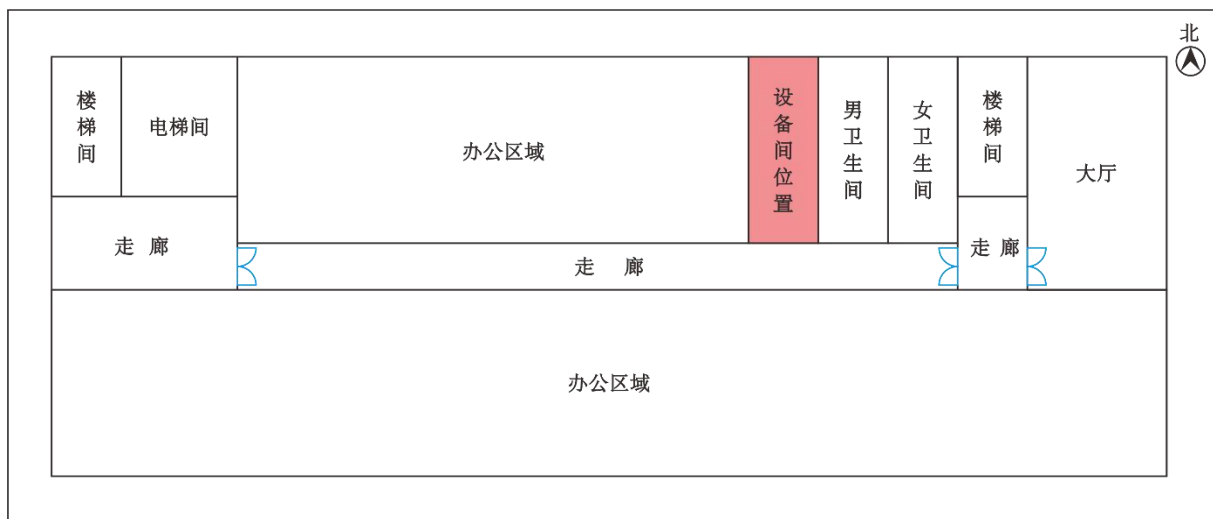


图 1-2 西开智慧服务公司办公楼 4 层平面布局示意图

## 2、建设规模

本项目拟购置 1 台 MRXD-300 型移动式 X 射线机及配套平板探测器、数字图像处理 and 存储系统，无需使用胶片进行曝光。项目设备情况见表 1-1。

表 1-1 项目 X 射线探伤机技术参数一览表

| 名称        | 类别   | 数量  | 型号         | 最大管电压(kV) | 最大管电流(mA) | 类型 |
|-----------|------|-----|------------|-----------|-----------|----|
| 移动式 X 射线机 | II 类 | 1 台 | MRXD-300 型 | 300       | 5.0       | 定向 |

### 3、劳动定员及工作制度

西开智慧服务公司工业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4名辐射工作人员，分2组轮换作业，每组2人轮换作为设备操作员和现场安全巡查员。

本次评价要求，新增辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019年 第57号）要求，参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核后方可上岗。

### 4、工作时间

根据企业提供资料，本项目仅对各变电站 GIS 设备出现问题的部分进行检测，位置不固定；拟检测设备约为 50 个/年，每周检测 1 个设备，每个拟检测曝光时间约为 2h，则年工作时长为 100h。

### 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（2024 年本）》，属于鼓励类中“三十一、科技服务业—1. 工业设计、气象、生物及医药、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

项目在进行工业 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，建设单位应在开展 X 射线移动探伤过程中严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立相应的规章制度。

本项目 X 射线机主要用于现场检测变电站 GIS 设备内部零部件是否存在缺陷，预防因 GIS 设备故障导致城市断电的情况发生，可提高城市供电的稳定性。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，其对受照个人及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。

### 五、评价目的

1、对该项目工业 X 射线机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、满足国家和地方生态环境主管部门对该项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

**表 2 放射源**

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数 | 类别 | 活动种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 备注 |
|----|------|-----------------------|----|------|----|------|---------|----|
| /  | /    | /                     | /  | /    | /  | /    | /       | /  |
| /  | /    | /                     | /  | /    | /  | /    | /       | /  |
| /  | /    | /                     | /  | /    | /  | /    | /       | /  |
| /  | /    | /                     | /  | /    | /  | /    | /       | /  |
| /  | /    | /                     | /  | /    | /  | /    | /       | /  |
| /  | /    | /                     | /  | /    | /  | /    | /       | /  |

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

**表 3 非密封放射性物质**

| 序号 | 核素名称 | 理化性质 | 活动种类 | 实际日最大操作量 (Bq) | 日等效最大操作量(Bq) | 年最大用量 (Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
|----|------|------|------|---------------|--------------|------------|----|------|------|---------|
| /  | /    | /    | /    | /             | /            | /          | /  | /    | /    | /       |
| /  | /    | /    | /    | /             | /            | /          | /  | /    | /    | /       |
| /  | /    | /    | /    | /             | /            | /          | /  | /    | /    | /       |
| /  | /    | /    | /    | /             | /            | /          | /  | /    | /    | /       |
| /  | /    | /    | /    | /             | /            | /          | /  | /    | /    | /       |

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

**表 4 射线装置**

**(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器**

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 加速粒子 | 最大能量 (MeV) | 额定剂量率 (Gy/h) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|------|------------|--------------|----|------|----|
| /  | /  | /  | /  | /  | /    | /          | /            | /  | /    | /  |
| /  | /  | /  | /  | /  | /    | /          | /            | /  | /    | /  |
| /  | /  | /  | /  | /  | /    | /          | /            | /  | /    | /  |

**(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途**

| 序号 | 名称        | 类别   | 数量  | 型号         | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 用途   | 工作场所  | 备注  |
|----|-----------|------|-----|------------|------------|------------|------|-------|-----|
| 1  | 移动式 X 射线机 | II 类 | 1 台 | MRXD-300 型 | 300        | 5.0        | 无损检测 | 场所不固定 | 拟配备 |
| /  | /         | /    | /   | /          | /          | /          | /    | /     | /   |
| /  | /         | /    | /   | /          | /          | /          | /    | /     | /   |

**(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源**

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 中子强度 (n/s) | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况    |      |    | 备注 |
|----|----|----|----|----|------------|------------|------------|----|------|---------|------|----|----|
|    |    |    |    |    |            |            |            |    |      | 活度 (Bq) | 贮存方式 | 数量 |    |
| /  | /  | /  | /  | /  | /          | /          | /          | /  | /    | /       | /    | /  | /  |
| /  | /  | /  | /  | /  | /          | /          | /          | /  | /    | /       | /    | /  | /  |
| /  | /  | /  | /  | /  | /          | /          | /          | /  | /    | /       | /    | /  | /  |

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 名称                                | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量 | 年排放量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向 |
|-----------------------------------|----|------|----|------|------|-------|------|------|
| O <sub>3</sub><br>NO <sub>x</sub> | 气态 | /    | /  | 少量   | 少量   | /     | /    | 大气环境 |
| /                                 | /  | /    | /  | /    | /    | /     | /    | /    |
| /                                 | /  | /    | /  | /    | /    | /     | /    | /    |
| /                                 | /  | /    | /  | /    | /    | /     | /    | /    |
| /                                 | /  | /    | /  | /    | /    | /     | /    | /    |
| /                                 | /  | /    | /  | /    | /    | /     | /    | /    |
| /                                 | /  | /    | /  | /    | /    | /     | /    | /    |

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

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



表 6 评价依据

|      |  |
|------|--|
| 法规文件 | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订), 2015 年 1 月 1 日;</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日;</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修正), 2018 年 12 月 29 日;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(修订), 国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日;</p> <p>(5) 《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>(6) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》, 国家发展和改革委员会令 第 7 号, 2023 年 12 月 27 日;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订), 国务院令 第 449 号令, 2019 年 3 月 2 日;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修订), 生态环境部令 第 20 号, 2021 年 1 月 4 日;</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环境保护部令 第 18 号, 2011 年 5 月 1 日;</p> <p>(10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》, 原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 6 日;</p> <p>(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》, 生态环境部公告 2019 年第 57 号, 2019 年 12 月 23 日;</p> <p>(12) 《陕西省放射性污染防治条例》(2019 年修正), 2019 年 11 月 6 日;</p> <p>(13) 《关于印发新修订的&lt;陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表&gt;的通知》, 陕环办发〔2018〕29 号;</p> <p>(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><b>技术标准</b></p> | <p>(1) 《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>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(3) <b>参考</b> 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及修改单;</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022);</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(7) 其他适用的环境标准及规范。</p> |
| <p><b>其他</b></p>   | <p>(1) 环境影响评价委托书 (附件);</p> <p>(2) 西安西开电力装备智慧服务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**

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）”。

本项目为移动式 X 射线探伤，探伤地点主要为工程现场，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) |
|----------|-------|-----------------|-----------|
| 300      | 有用线束  | 工件+局部屏蔽 (6mmPb) | 130       |
|          | 非有用线束 | 无局部屏蔽           | 230       |

由上述计算结果可知，本项目监督区最大范围为 230m，本次评价范围取以射线装置为中心，半径 230m 范围的圆形区域。

**保护目标**

本项目环境保护目标主要为西安智慧服务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，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。

西安智慧服务公司拟为本项目新增 4 名辐射工作人员，分 2 组轮换作业，每组 2 人轮换作为设备操作员和现场安全员，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          | 距射线装置距离     | 个人剂量约束值  |
|----|----------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| 1  | 职业<br>人员 | X 射线机操作人员            | 4 人         | 控制区边界       | 5mSv/a   |
| 2  |          | 安全员                  |             | 控制区边界~监督区边界 |          |
| 3  | 公众       | 有用线束方向评价范围内其他工作人员及公众 | 临时路过，没有固定人群 | 130m~230m   | 0.1mSv/a |

备注：X 射线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) 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<sup>职业照射</sup>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。”

### 二、环评要求年受照剂量约束值

综合考虑西开智慧服务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<sup>职业照射</sup>和<sup>公众照射</sup>的年受照剂量约束值分别进行了设定:

(1) 取<sup>职业照射</sup>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 1/10, 作为公众的年受照剂量约束值, 即 0.1mSv/a。

### 三、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 相关内容

“本标准规定了 X 射线和 $\gamma$ 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 $\gamma$ 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无损检测参考使用。主要规定节选如下:

#### 4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

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

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测, 按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

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

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

## 5 探伤机的放射防护要求

### 5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-3 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 7-3 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

5.1.2 工作前检查项目应包括：

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

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

## 7 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公式(1)计算：

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

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

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

$\tau$ ——每周实际开机时间，单位为小时 (h)；

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

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

7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

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

7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区，

并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

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

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

### 7.3 安全警示

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

7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

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

7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

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

### 7.4 边界巡查与检测

7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

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

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

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

### 7.5 移动式探伤操作要求

#### 7.5.1 X 射线移动式探伤

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

7.5.1.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

## 8 放射防护检测

### 8.1 检测的一般要求

#### 8.1.1 检测计划

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

#### 8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

### 8.4 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 $\gamma$ 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- $\gamma$ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，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 $\mu$ Sv/h 为监督区边界。 $\gamma$ 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 $\mu$ 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。”

**表 8 环境质量和辐射现状**

**环境质量和辐射现状**

**一、公司地理位置和项目场所位置**

**1、公司地理位置**

西开智慧服务公司办公场所位于西安市莲湖区大庆路 511 号办公楼，公司地理位置见图 1-1。

本项目 X 射线机设备间位于西开智慧服务公司办公楼 4 层 401 室。

**2、项目场所位置**

西开智慧服务公司拟在开展工业 X 射线移动探伤作业，项目主要对各变电站 GIS 设备内部零部件进行无损检测，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 X 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。

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

本项目主要利用 1 台 MRXD-300（定向）型 X 射线机在工作状态下发出的 X 射线对变电站内 GIS 设备进行无损检测。根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（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，西开智慧服务公司使用的移动式 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，II 类射线装置为中危险射线装置，发生事故时可以使受到照射的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

1、X 射线探伤机工艺原理及组成

X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管主要由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶通常根据使用需求，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。

当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使得这些电子聚集成束，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。

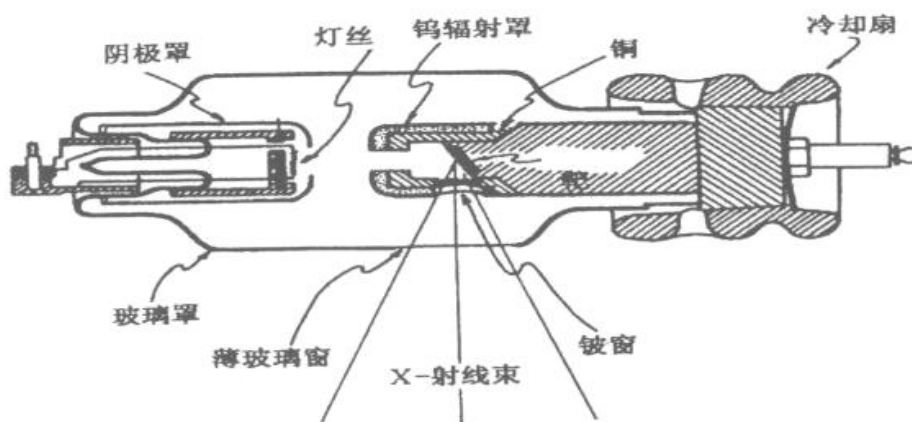


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

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物体缺陷。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图像黑度不一样，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），其型号为 MRXD-300。MRXD-300 型 X 射线探伤机外形见图 9-3。

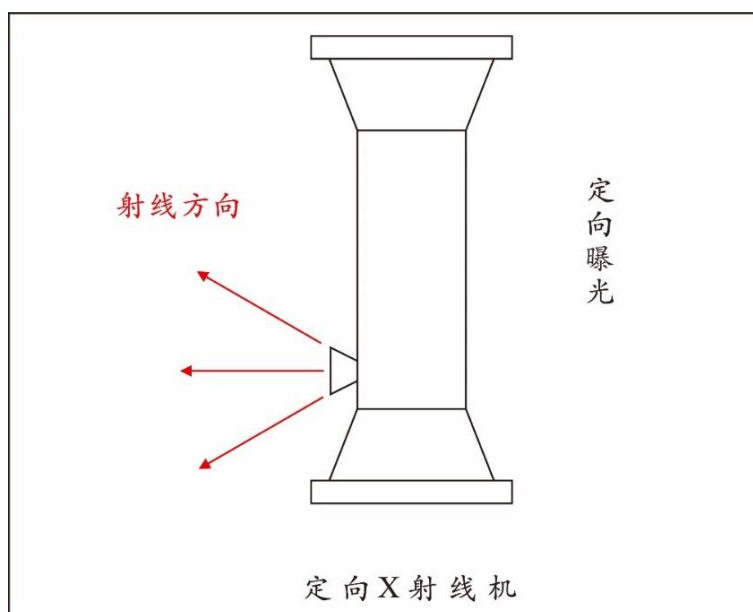


图 9-2 定向探伤机曝光示意图



图 9-3 MRXD-300 型 X 射线探伤机外形图

### 三、工作流程及产污环节

(1) 西开智慧服务公司接受无损检测委托任务后，根据工作场所及检测对象情况制定探伤计划书。计划书包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) 西开智慧服务公司工作人员凭借计划书，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登记，领取设备。

(3) 现场探伤工作人员用车辆将 X 射线探伤机运输至拟开展现场探伤的场地，由探伤小组的安全员负责看管 X 射线探伤机。

(4) 摆放检测设备：将 X 射线探伤机及平板探测器安放在变电站 GIS 设备待检测位置处，平板探测器和 X 射线机分别放置在待检位置的两侧，控制器放在 X 射线机一侧较远位置。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。

(5) 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。

(6) 训机：合上电源开关，进行训机。

(7) 划定控制区和监督区：根据现场探伤工件位置，初步划定控制区和监督区；连接控制器及电缆，进入操作模式，设定 kV、mA 和 Time 等参数进行试曝光，再次确定控制区和监督区边界并进行调整，确保控制区边界周围剂量当量率 $<15\mu\text{Sv/h}$ （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 $<2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(8) 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清晰可见的“禁止进入 X 射线区”的警告牌，在监督区边界放置清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，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 名工作人员（安全员）在监督区进行警戒，严禁未经许可人员进入。

(9) 探伤阶段：进入操作模式，设定 kV、mA 和 Time 等工作条件，开始无损检测；探伤工作人员在设定合理试验电压和延时升压时间后，开启延时曝光并迅速离开控制区至安全区域，合理利用探伤现场周围遮挡物屏蔽防护以降低自身受照剂量。

(10) 检查图像质量：达到预定的照射时间后，回到操作位置关闭电源，检查图像质量，如图像质量未达到检测要求可重复步骤(9)，重新进行照射，直至图像质量满足检测要求。

(11) 完成检测：检测完成后，关机，清理检测现场。

X 射线探伤机工作流程及产污环节见图 9-4。

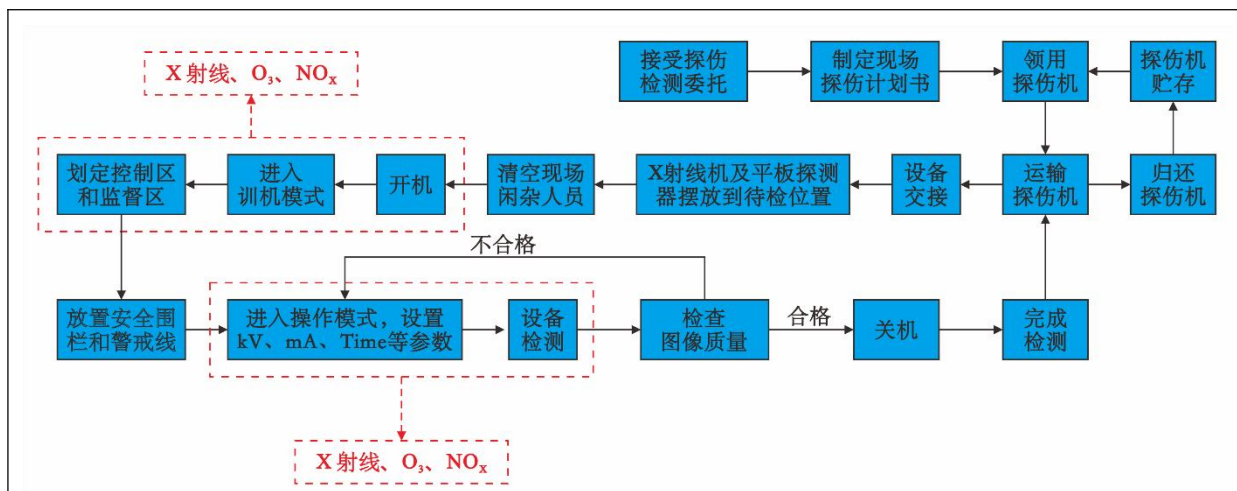


图 9-4 X 射线探伤机工作流程及产污环节图

## 污染源项描述

### 一、正常工况

本项目运行阶段主要包括工作人员工作期间产生的生活废水和生活垃圾；射线装置探伤过程产生 X 射线对周围环境产生的外照射；X 射线会使空气电离产生少量 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>。

#### 1、生活污水

本项目新增4名工作人员，工作期间会产生一定量的生活污水，生活用水量参考《第二次全国污染源普查产排污核算手册（试用版）》中附表1“生活污染源产排污系数手册”，西安市地理分区属三区，人均综合生活用水量为137升/（人·天），项目4名辐射工作人员生活用水量为548升/天，折污系数为0.80，则运行期生活污水产生量约为438.4升/天，在公司办公期间产生的生活污水经办公楼污水管道排入市政污水管网，现场探伤期间产生的生活污水依托现场旱厕收集。

#### 2、生活垃圾

本项目生活垃圾主要包括员工工作期间产生的废纸屑、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0.55 kg/人·d计，因此本项目生活垃圾产生量为2.2kg/d（0.55t/a）。在公司办公期间产生的生活垃圾经垃圾桶进行分类收集后，纳入办公楼所在地的垃圾清运系统；现场探伤期间产生的依托现场垃圾桶分类收集后，纳入当地垃圾清运系统。

#### 3、X射线

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

根据本项目使用的MRXD-300型X射线探伤机用户手册可知，该型号探伤机采用恒定电位原理，即X射线由一个直流高压产生，其穿透能力与X射线管的管电压和出口过滤有关。辐射场中的X射线包括有用线束、漏射线和散射线。

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

(2) 漏射线：由X射线管发射的透过X射线管组装体的射线。

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

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

本次评价项目使用的X射线探伤机工作时的最大管电压为300kV，当电压为0.6kV以上时，X射线能使空气电离，因此本次评价的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O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>。

## **二、事故工况**

事故状态下，X射线探伤装置发出的射线的性质不会变化，故对周围区域及公众的影响仍主要是X射线的外照射。本项目可能发生的异常和事故部分列举如下：

(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》（GBZ 117-2022）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，作业现场未划定控制区和监督区、未设置警戒线或曝光前未清查现场，使人员误入或误留控制区、监督区，受到不必要的照射。或探伤作业人员未按规定撤离到控制区外，导致工作人员受照剂量偏高，超出剂量限值。

(3) 人员误照：在探伤现场未做好警戒工作，公众误留在监督区内，使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。

以上事故对环境只是造成暂时性的辐射污染，停机后污染随之消失。



**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)第 6.4 条:“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”,第 6.4.1.1 控制区“注册者和许可证持有者应把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,以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散,并预防潜在照射或限制潜在照射的范围”,第 6.4.2.1 监督区“注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区,这种区域未被定为控制区,在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”。

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)第 7.2.1 条:“探伤作业时,应对工作场所实行分区管理”。

**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),“一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的区域划为控制区。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公式 10-1 计算:

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

- 式中:  $\dot{H}$  —控制区边界周围剂量当量率,单位为微希沃特每小时 ( $\mu$ Sv/h);
- 100—5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值,即 100 $\mu$ Sv/周;
- $\tau$  —每周实际开机时间,单位为小时 (h)。

本项目为移动式 X 射线探伤机,由工作制度可知每周开机时间约 2h,每周开机时间小于 7h,本次评价将周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的区域划为控制区,周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的区域划分为监督区。

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。

西开智慧服务公司拟配备 2 个 3mmPb 的铅皮进行有用线束方向局部屏蔽，现场探伤过程中铅皮一般摆放在被检测工件后方距探伤机 1m 处。本次评价要求在 X 射线探伤机现场探伤过程中，应根据现场实际情况进行调整，若现场探伤过程中无其他屏蔽体遮挡，导致控制区和监督区范围过大，则需采取铅皮进行局部屏蔽。

### (1) 仅工件屏蔽下监督区和控制区范围

有用线束方向，在工件屏蔽的情况下，控制区距离为 178m，监督区距离为 435m。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 94m，监督区距离为 230m。分区示意图见图 10-1 所示。

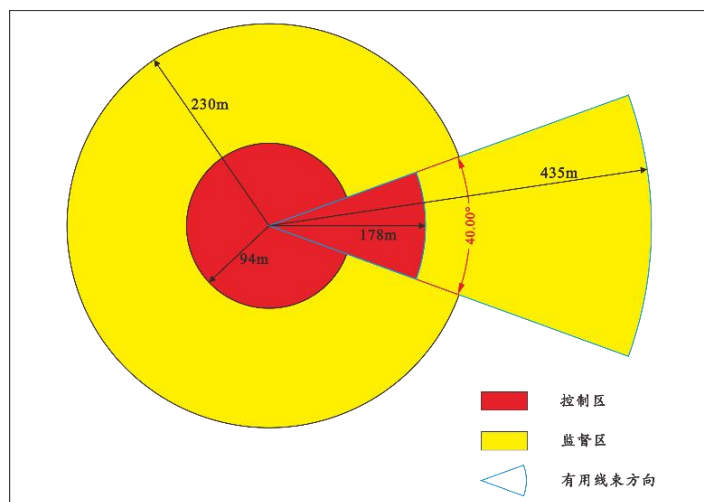


图 10-1 MRXD-300 型 X 射线探伤机无局部屏蔽下分区示意图

### (2) 工件+局部屏蔽下监督区和控制区范围

有用线束方向，在工件屏蔽和局部屏蔽（铅当量为：6mmPb）的情况下，控制区距离为 53m，监督区距离为 130m。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 94m，监督区距离为 230m。分区示意图见图 10-2 所示。

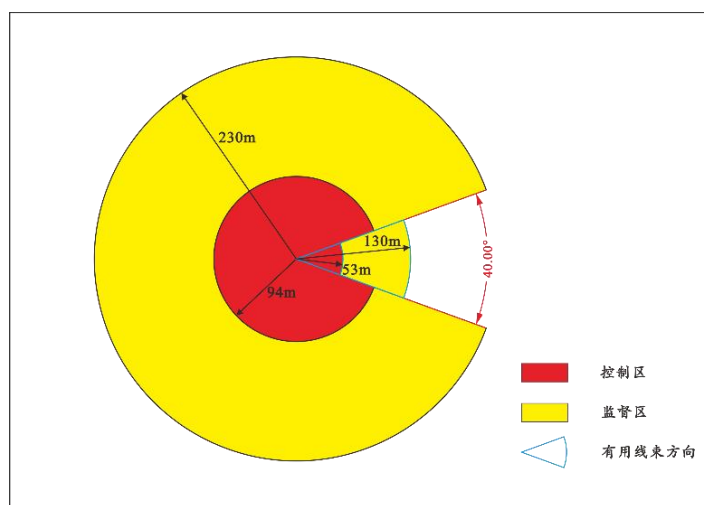


图 10-2 MRXD-300 型 X 射线探伤机采取局部屏蔽条件下分区示意图

## 2、实际探伤过程中控制区和监督区的划分

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

(1) 首先根据理论计算结果及工作经验划定控制区、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- $\gamma$ 剂量率仪在探伤现场由远及近测量现场周围剂量当量率，根据测量结果对监督区边界、控制区边界进行适当的调整；

(3) 关机后，依据现场测量数据最终确定控制区边界和监督区边界，以确保划定监督区边界剂量率 $<2.5\mu\text{Sv/h}$ ，控制区边界剂量率 $<15\mu\text{Sv/h}$ 。探伤过程中，安全员使用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪进行监督监测。

(4) 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、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、辐射安全防护及管理措施

### 1、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，本项目拟配备 4 名辐射工作人员分 2 组轮换开展现场探伤工作；现场探伤工作人员现场探伤时，佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

(2) 拟配备 1 台 X- $\gamma$ 辐射检测仪。

(3) 拟配备 2 套铅防护用品（包括铅眼镜、手套，0.5mmPb）。

(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) 拟配置工作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；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；警示信号指示装置应与探伤机联锁。

(6) 拟配备 2 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 处辐射面积为  $0.416\text{m}^2$ （半径为 0.364m），因此环评要求配备铅皮尺寸（长×宽）至少为  $0.8\times 0.8\text{m}$ 。

## 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，应划定作业场所控制区及监督区范围，并在相应边界设置警示标识。工作区域的划分应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- $\gamma$ 剂量率仪进行划定，建立并保持巡测记录。

① 根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求，本项目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；根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）7.2.3 要求，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；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，如探伤机操作人员可在曝光后与安全员一起进行巡查；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；移动式探伤工作在多楼层的场地实施时，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。

② 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量；本项目现场探伤时应采取延时曝光，以确保探伤机出束时工作人员已撤出控制区；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。

③ 应将控制区的边界外、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、电离辐射警示标识和警告标语等提示信息，必要时设专人警戒。

(2) 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。

(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。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。

(4) 移动式探伤应有提示“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；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；警示信号指示装置应与探伤机联锁。

(5) 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作，本项目仅 1 台 X 射线探伤机，可配备 1 台便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪；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；移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪，两者均应使用。

(6) 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；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。

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

(8) 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。

(9) 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，其中 1 名辐射工作人员负责 X 射线检测设备操作，1 名辐射工作人员负责现场警戒、监护以及巡视。

(10) 组织实施对从事辐射工作人员的剂量监测，做好个人剂量计定期检测工作，对数据进行汇总、登记、分析等工作。做好公司年度评估报告工作，认真总结、持续改进并上报有关部门。人员管理主要从源项控制、时间防护等方面采取防护措施。

(11) 发现或发生辐射事故后，当事人立即向单位辐射安全负责人报告并立即向使用地生态环境主管部门、卫生部门报告。

(12) 本项目 X 射线探伤机具有流动性，因此要制定切实可行的管理制度，加强对 X 射线探伤机的安全管理，工作人员持任务单，打开设备室，在出入库台账上登记，经过库房管理员确认后，领取设备。

(13) 建议在设备上悬挂塑封标签，印制内容包括：设备名称、放射性危害、联系电话以及开机的后果等，以便在设备不慎丢失时，便于捡拾者联系和归还。

(14) 设备间应采取保安措施，如安装防盗门，采用专人管理制度等，探伤作业结束后，操作人员应将设备归还到设备间，确保设备不会被盗和遗失。设备出入库应进行登记。

### 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) 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) 西开智慧服务公司拟为本项目配备4名辐射工作人员。辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告2019年第57号）要求，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) 公司为本项目配备的4名辐射工作人员上岗前均先进行体检，合格者方可从事放射工作，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。

(4) 公司应为每个辐射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。

(5) 项目建成投运后，应在每年1月31日前向辐射安全许可证发证机关报送上一年度辐射安全和防护状况年度评估报告。

#### 4、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

西开智慧服务公司应根据《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），的要求进行公司工业探伤（移动式探伤作业场所）辐射安全防护的标准化建设，应成立辐射安全管理领导小组并制定辐射安全相关管理规章制度、应急预案。公司应采取必要的辐射安全防护措施，并配备必要的监测设备和个人防护用品，制定监测计划并开展防护监测，按标准化建设要求规范开展移动探伤工作。

### 三废的治理

本项目不产生放射性“三废”，非放射性废物主要为空气被电离产生的 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>、生活污水和生活垃圾。主要污染物治理措施如下：

#### 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 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>。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、生活污水

工作人员工作期间会产生少量的生活污水（438.4 升/天），在公司办公期间产生的生活污水经办公楼污水管道排入市政污水管网，现场探伤期间产生的生活污水依托现场旱厕收集。

#### 三、固体废物

工作人员工作期间会产生少量的生活垃圾（2.2kg/d），在公司办公期间产生的生活垃圾经垃圾桶进行分类收集后，纳入办公楼所在地的垃圾清运系统；现场探伤期间产生的依托现场垃圾桶分类收集后，纳入当地垃圾清运系统。

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

本项目为流动式无损检测项目，不建设专用探伤室，项目施工期主要为设备间的改造建设，改造过程将产生施工噪声、粉尘、废水和少量固体废物污染，主要影响对象为周围公众，施工时对环境会产生如下影响：

**一、施工废气**

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

**二、废水**

本项目属于室内装修改造，施工期施工人员会产生少量的生活污水，可依托公司办公楼污水管道排入市政污水管网，对周围水环境影响很小。

**三、噪声**

在建筑施工阶段，将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响，在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011），严禁夜间进行强噪声作业，使噪声对周围人群影响降到最小程度。

**四、固体废物**

固体废物主要是一些废弃塑料管件、废弃金属材料等，分类收集后堆放于指定地点，其中可再利用部分回收出售给废品站，不可再利用的部分清运到建筑垃圾填埋场，严禁随意丢弃。施工期生活垃圾经集中收集后，由环卫部门处理，通过上述措施后，项目施工期产生的固体废物均得到合理妥善的处置，处置率 100%，对环境的影响较小。

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



## 运行阶段对环境的影响

### 一、X 射线探伤机运行过程环境影响预测

本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/T 250-2014）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 $\mu$ Sv/h 的区域划为控制区，周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的区域划分为监督区。

#### 1、有用线束辐射剂量率估算

##### (1) 有用线束屏蔽估算模式

① 对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式 11-1 计算：

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

式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度，mm；具体取值见表 11-2。

② 在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽透射因子 B 由公式 11-1 进行计算。关注点的剂量率  $\dot{H}$  按公式 11-2 计算：

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

式中：I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$H_0$ —距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu$ Sv $\cdot$ m<sup>2</sup>/(mA $\cdot$ h)，以 mSv $\cdot$ m<sup>2</sup>/(mA $\cdot$ min) 为单位的值乘以 6 $\times$ 10<sup>4</sup>，本项目  $H_0$  取自 GBZ/T 250-2014 中表 1 内容，本项目取值见表 11-2；

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

##### (2) 有用线束方向辐射剂量率及控制区、监督区边界距离估算

根据企业提供的资料，本项目探伤过程检测工件厚度一般为 3~50mm 之间，根据设备使用说明书，MRXD-300 型 X 射线探伤机对钢板（A3）最大穿透厚度为 60mm。实际工作中，主要从外侧对 GIS 设备进行探伤，需要穿透双层的钢件，因此本次屏蔽计算中工件厚度取被检测工件（钢材）的最大**双层厚度**为 50mm。

##### 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）附录 B 表 B.1，X 射线探伤机（MRXD-300）保守取 300kV 条件下输出量最大值，即距离辐射源点（靶点）

1m 处的输出量  $20.9\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；根据附录 B 表 B.2 可知，300kV 条件下 X 射线在铅中半值层厚度 TVL 为 5.7mm；根据《X 射线和 $\gamma$ 射线防护手册》50mm 钢板在 300kV 时的铅当量约为 6.4mmPb。

在仅工件屏蔽状态下，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，在仅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 11-2。

表 11-1 仅工件屏蔽状态下关注点辐射剂量率计算参数

| 设备型号               | 在最高管电压下的常用最大管电流 I (mA) | 管电压 (kV) | TVL (mm) | 距离辐射源点 (靶点) 1m 处的输出量 $H_0$ ( $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ) | 钢结构工件最大厚度 (mm) |
|--------------------|------------------------|----------|----------|---|----------------|
| X 射线探伤机 (MRXD-300) | 5                      | 300      | 5.7      | $20.9 \times 6 \times 10^4$   | 50             |

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) | 工件透射因子 B              | 控制区 (m) | 监督区 (m) |
|----------|------------------------|--------------|-----------------------|---------|---------|
| 300      | 5                      | 6.4          | $7.54 \times 10^{-2}$ | 178     | 435     |

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，西开智慧服务公司应采取 6mm 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 2 个 3mmPb 铅皮，根据公式 11-1 和公式 11-2，项目在工件+局部屏蔽条件下关注点辐射剂量率计算参数及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 (mmPb) | 屏蔽透射因子 B              | 控制区 (m) | 监督区 (m) |
|----------|-----------------|--------------|--------------------|-----------------------|---------|---------|
| 300      | 6.0             | 6.4          | 12.4               | $6.68 \times 10^{-3}$ | 53      | 130     |

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： $\mu\text{Sv/h}$

| 距离 (m) | 移动式 X 射线机 (MRXD-300)，屏蔽体铅当量 12.4mmPb |
|--------|--------------------------------------|
| 5      | 1675.34                              |
| 10     | 418.84                               |
| 20     | 104.71                               |
| 30     | 46.54                                |
| 40     | 26.18                                |
| 50     | 16.75                                |

续表 11-4 工件+局部屏蔽状态下有用线束方向辐射剂量率

单位:  $\mu\text{Sv/h}$ 

| 距离 (m) | 移动式 X 射线机 (MRXD-300), 屏蔽体铅当量 12.4mmPb |
|--------|---------------------------------------|
| 53     | 14.91                                 |
| 60     | 11.63                                 |
| 70     | 8.54                                  |
| 80     | 6.54                                  |
| 90     | 5.17                                  |
| 100    | 4.19                                  |
| 110    | 3.46                                  |
| 120    | 2.91                                  |
| 130    | 2.48                                  |
| 140    | 2.14                                  |
| 150    | 1.86                                  |
| 160    | 1.64                                  |

## 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 ( $\mu\text{Sv/h}$ ):

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

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);

$H_L$ —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 11-5。

表 11-5 非有用线束泄漏辐射关注点辐射剂量率计算参数

| 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 $H_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|----------|------------------------|--|
| 300      | 5                      | 5000   |

### (2) 散射辐射屏蔽估算

关注点的散射辐射剂量率  $H_L$ , 按公式 (11-4) 计算, 单位为微希每小时 ( $\mu\text{Sv/h}$ ):

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

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<sub>0</sub>—距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量，μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h），以 mSv·m<sup>2</sup>/（mA·min）为单位的值乘以 6×10<sup>4</sup>；本项目取值见表 11-6。

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<sub>0</sub> 处的辐射野面积，m<sup>2</sup>，本项目 X 射线机辐射角为 40°，经计算，距工件 1m 处辐射野面积为 0.416m<sup>2</sup>；

α—散射因子，入射辐射被单位面积（1m<sup>2</sup>）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<sub>0</sub><sup>2</sup>/F·α取 50；

R<sub>0</sub>—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<sub>s</sub>—散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

表 11-6 非有用线束散射辐射关注点辐射剂量率计算参数

| 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 <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)) | F·α/R <sub>0</sub> <sup>2</sup> |
|---------|------------------------|---|---------------------------------|
| 300     | 5                      | 20.9×6×10 <sup>4</sup>                          | 0.02                            |

### (3) 非有用线束的控制区与监督区的边界距离估算

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关规定，本项目 X 射线探伤现场探伤作业时，应将周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区，周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的区域划分为监督区。

非有用线束方向仅考虑散射辐射和泄露辐射。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）、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 11-7 和表 11-8。

表 11-7 非有用线束方向辐射剂量率

| 距离 (m)     | 辐射剂量率 (μSv/h) | MRXD-300 型移动式 X 射线机 |             |              |
|------------|---------------|---------------------|-------------|--------------|
|            |               | 散射辐射                | 泄露辐射        | 总辐射          |
| 10         |               | 1254.00             | 50.00       | 1304.00      |
| 20         |               | 313.50              | 12.50       | 326.00       |
| 30         |               | 139.33              | 5.56        | 144.89       |
| 40         |               | 78.38               | 3.13        | 81.51        |
| 50         |               | 50.16               | 2.00        | 52.16        |
| 60         |               | 34.83               | 1.39        | 36.22        |
| 70         |               | 25.59               | 1.02        | 26.61        |
| 80         |               | 19.59               | 0.78        | 20.37        |
| 90         |               | 15.48               | 0.62        | 16.10        |
| <b>94</b>  |               | <b>14.19</b>        | <b>0.57</b> | <b>14.76</b> |
| 100        |               | 12.54               | 0.50        | 13.04        |
| 125        |               | 8.03                | 0.32        | 8.35         |
| 150        |               | 5.57                | 0.22        | 5.79         |
| 175        |               | 4.09                | 0.16        | 4.25         |
| 200        |               | 3.14                | 0.13        | 3.27         |
| <b>230</b> |               | <b>2.37</b>         | <b>0.09</b> | <b>2.46</b>  |
| 250        |               | 2.01                | 0.08        | 2.09         |
| 300        |               | 1.39                | 0.06        | 1.45         |

表 11-8 非有用线束方向控制区与监督区边界范围一览表

| 管电压 (kV) | 控制区 (m) | 监督区 (m) |
|----------|---------|---------|
| 300      | 94      | 230     |

## 二、个人年附加有效剂量估算

### 1、X 射线探伤过程中辐射工作人员年附加有效剂量估算

X 射线现场探伤需根据现场情况对探伤检测现场划分控制区和监督区，控制区边界剂量率应不大于 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) 7.2.3 要求，探伤作业人员应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，探伤机操作人员和安全员一直在控制区～监督区边界进行巡逻，且穿戴有个人铅防护用品（0.5mmPb），可有效降低个人受照射剂量。

#### (1) 铅衣外操作人员年附加有效剂量

本项目X现场探伤拟配备4名职业人员，分2个探伤小组，每个探伤小组2人（1名操作人员和1名安全员）。根据企业提供的资料，本项目X射线探伤机年出束时长为100h。假设现场探伤过程中，由探伤小组中的2人作为X射线探伤机的操作人员和安全员。项目现场探伤时拟采取延时曝光，操作人员和安全员与探伤机的最近距离均位于控制区外，控制区边界剂量率应不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 。则每个职业人员年附加有效剂量最大值为 $15\mu\text{Sv/h}\times 100\text{h/a}\div 2=0.75\text{mSv/a}$ ，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) 铅衣内操作人员年附加有效剂量

本项目 X 现场探伤操作人员和安全员拟配备个人铅防护用品（0.5mmPb），操作人员和安全员与探伤机的最近距离均位于控制区外，控制区边界剂量率应不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，铅衣内剂量率最大为 $12.26\mu\text{Sv/h}$ ，则每个职业人员铅衣内年附加有效剂量最大值为 $12.26\mu\text{Sv/h}\times 100\text{h/a}\div 2=0.613\text{mSv/a}$ ，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、X 射线探伤过程公众的影响分析

本项目公众活动区域主要位于监督区外，监督区边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。项目现场探伤场所不固定，公众属于流动人员，为偶然居留人员，居留因子取 $1/8$ 计算，则公众年附加有效剂量最大值为 $2.5\mu\text{Sv/h}\times 100\text{h}\times 1/8=0.031\text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中公众剂量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。

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。

### 三、大气环境影响分析

本项目探伤机工作时，X射线探伤机产生的X射线使空气电离产生少量的有害气体，主要为O<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>。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。

### 四、废水影响分析

工作人员工作期间会产生少量的生活污水（438.4升/天），在公司办公期间产生的生活污水经办公楼污水管道排入市政污水管网，现场探伤期间产生的生活污水依托现场旱厕收集。

### 五、固体废物

工作人员工作期间会产生少量的生活垃圾（2.2kg/d），在公司办公期间产生的生活垃圾经垃圾桶进行分类收集后，纳入办公楼所在地的垃圾清运系统；现场探伤期间产生的依托现场垃圾桶分类收集后，纳入当地垃圾清运系统。

### 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

### 1、事故分级

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）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 11-9。

表 11-9 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，或者放射性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 人以下（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，属于一般辐射事故。

### 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。

### 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；或有无关人员误闯入监督区，此时会对该人员造成误照射。应当定期检查、维修设备，并加强探伤过程中的巡查，尽量避免误照射的发生。

本次事故分析假设为MRXD-300型移动式X射线探伤机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11-10。

表 11-10 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 0.1mSv (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             | 41.88         | 8.6s                | 7.17min             |
| 2  | 人员未及时撤离控制区且未按要求采取局部屏蔽 | 1             | 472.56        | 0.77s               | 0.64min             |

根据表 11-10 可知，本项目移动式探伤机发生一般辐射安全事故时，公众误照射 0.77s 可达到剂量限值 (0.1mSv)，职业人员误照射 0.64min 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 立即向单位辐射安全负责人汇报，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《陕西省放射性污染防治条例》，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

#### (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，探伤机通电开机后，公众在距探伤机出束口 1m 处误照射 0.058s 可达到剂量限值 (0.1mSv)。因此应加强对 X 射线机在贮存、使用

现场的管理，防止发生射线机的被盗、丢失情况的发生。

#### 4、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。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。

(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（绳）等。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。

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

(4) 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。

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

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

(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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯；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) 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。开始移动式探伤工作之前，应对便携式X- $\gamma$ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式X- $\gamma$ 剂量率仪应一直处于开机状态，

防止射线曝光异常或不能正常终止。

(10) 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。

(11) 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。

(12) 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，造成公众超剂量辐射事故。

(13) 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》和《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”的要求。

为了加强射线装置的安全和防护监督管理，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和财产安全。西开智慧服务公司拟成立以公司法人作为组长，探伤工作人员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，并安排专业人员负责单位辐射安全工作。

**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) 对本公司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) 组织对辐射工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) 记录该单位发生的辐射事故并及时报告生态环境主管部门、卫生主管部门。

**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。

西开智慧服务公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(公告 2019 年 第 57 号)要求，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，西开智慧服务公司应制定《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。

另外，本项目探伤机存放设备间入口应有门禁装置或门锁，公司内部设备管理人员或经授权人员方可进入，同时设备间内安装有 24h 监控设施，室内应张贴有设备存放、领用、看管相关规章制度。要求需使用设备时，应填写仪器设备借用登记表。本项目探伤设备存放后，西开智慧服务公司应定期对设备进行检查、维护。

本项目需通过项目竣工环境保护验收、且申领《辐射安全许可证》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**

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剂量合理尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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”。

西开智慧服务公司应配备如下监测仪器，详见表 12-1 辐射防护设施数量：

(1) 本项目配备 1 台便携式辐射检测仪，用于现场探伤场所辐射剂量率的监测以及控制区和监督区范围划定；

(2) 为 4 名辐射工作人员每人配备 1 台个人剂量计；

(3) 为项目辐射工作人员共配备 2 台直读式个人剂量报警仪。

环评要求：现场探伤前，需保证进行探伤作业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；应建立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，建立辐射工作人员个人健康档案。

表 12-1 辐射防护设施数量

| 类别   | 环保设施/措施        | 数量      |
|------|----------------|---------|
| 防护设施 | 辐射防护服（0.5mmPb） | 2 套     |
|      | 大功率喊话器         | 1 个     |
|      | 直读式个人剂量报警仪     | 2 个     |
|      | 铅皮（3mmPb）      | 不少于 2 套 |
|      | 警示信号指示装置       | 1 套     |
|      | 安全警戒线          | 若干      |
|      | 对讲机            | 2 个     |
|      | 警示标志           | 若干      |
| 监测   | 便携式辐射检测仪       | 1 台     |
|      | 个人剂量计          | 4 个     |

## 2、监测计划

根据 X 射线现场探伤作业特点，制定辐射环境监测计划。个人剂量监测和工作场所监测的监测内容、点位布设及监测频次见表 12-2。西开智慧服务公司应严格执行此监测计划，并保存监测记录。

表 12-2 辐射环境监测计划表

| 序号 | 工作场所     | 监测项目    | 监测点位          | 监测频次                               | 监测目的                           |
|----|----------|---------|---------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1  | 无损检测现场   | 周围剂量当量率 | 探伤作业现场—警戒线边界处 | 控制区、监督区边界确定时监测 1 次；现场探伤期间，对监督区进行巡测 | 确定控制区、监督区边界，并确保周围剂量当量率符合标准相关要求 |
|    |          |         | 探伤作业现场        | 探伤机停止工作时，对探伤机表面进行检测                | 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                       |

环保投资和竣工验收清单

1、环保投资

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序的相关要求》中的相关规定，并根据项目实际情况，本项目环保设施（措施）要求及投资估算见表 12-3。

本项目总投资 400 万元，环保投资 10.0 万元，占总投资的 2.5%。

表 12-3 项目环保投资估算表（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 |
|------|---------------|---------|---------------------------------------|------|
| 运行期  | X 射线          | 防护设施    | 2 套铅防护服（0.5mmPb）<br>（含铅衣、铅帽、铅围脖、防护眼镜） | 2.0  |
|      |               |         | 大功率喊话器                                | 0.2  |
|      |               |         | 直读式个人剂量报警仪 2 个                        | 0.3  |
|      |               |         | 个人剂量计 4 个                             | 0.2  |
|      |               |         | 1 台便携式辐射检测仪                           | 1.3  |
|      |               |         | 3mmPb 铅皮（不少于 2 块）                     | 2.0  |
|      |               |         | 警示信号指示装置                              | 0.3  |
|      |               |         | 安全警戒线                                 | 0.2  |
|      |               |         | 对讲机                                   | 0.6  |
|      |               |         | 警示标志                                  | 0.4  |
| 环境监测 | 详见环境管理与监测计划小节 |         |                                       | 1.0  |
|      | 岗前培训          |         |                                       | 0.5  |
|      | 员工健康体检        |         |                                       | 1.0  |
|      | 总投资（万元）       |         |                                       | 10.0 |

## 2、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，西开智慧服务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。验收合格并取得辐射安全许可证后，方可投入生产或使用。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-4。

表 12-4 项目竣工环境保护验收清单（建议）

| 序号 | 验收内容                     | 防护措施   | 验收效果和环境预期目标  |
|----|--------------------------|--|--|
| 1  | 辐射安全与环境管理领导机构和辐射事故应急领导组织 | 设立以公司主管领导为组长，相关部门负责人参加的辐射安全与环境管理领导小组，负责整个公司辐射安全与环境管理工作                       | 以文件形式成立辐射安全与环境保护管理小组   |
| 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  | 工作场所辐射水平，警示标志            | 职业人员和公众人员的安全约束剂量；防止无关人员进入边界以内的操作区域   | 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；探伤现场划分控制区（边界处剂量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$ ）、监督区（边界处剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ）、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等 |
| 4  | 监测仪器                     | 移动探伤工作小组均应具备相应的监测仪器  | 便携式辐射检测仪 1 台   |
|    |                          |  | 个人剂量计 4 个  |
|    |                          |  | 直读式个人剂量报警仪 2 个   |
| 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  |
| 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 2 套个人防护用品，如铅衣（0.5mmPb）、铅眼镜等；3mmPb 铅皮（不少于 2 块）   |
| 7  | 辐射工作人员资质                 | 新从事辐射活动的人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员均按要求参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核             | 参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核  |
| 8  | 标准化建设                    | 按《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表>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”。

西开智慧服务公司应结合单位实际运行情况和本项目事故工况分析，应制定符合公司实际情况的《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 12-5。

表 12-5 辐射事故应急预案应包含的内容

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

西开智慧服务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》，向当地人民政府生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

## **三、应急演练及应急预案修订**

应急预案编制后，西开智慧服务公司应当定期组织开展应急演练，并根据演练中发现的问题，完善修订应急预案，维持应急能力。

**表 13 结论与建议**

**一、结论**

**1、项目概况**

项目名称：西安西开电力装备智慧服务有限公司移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目

建设单位：西安西开电力装备智慧服务有限公司

建设性质：新建

建设内容：拟购置 1 台 MRXD-300 型移动式 X 射线机（定向）及配套的平板探测器、数字图像处理 and 存储系统，采用实时成像技术，用于现场检测变电站 GIS 设备内部零部件是否存在缺陷。本次拟配备的移动式 X 射线探伤机为 II 类射线装置。

本项目总投资 400 万元，其中环保投资 10 万元，占总投资的 2.5%。

**2、产业政策符合性及实践正当性结论**

本项目利用射线装置进行无损检测，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。

西开智慧服务公司拟使用 1 台移动式 X 射线探伤机用于现场检测变电站 GIS 设备内部零部件是否存在缺陷，预防因 GIS 设备故障导致城市断电的情况发生。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、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》（GB 18871-2002）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《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），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。

**4、环境影响分析结论**

(1) 辐射环境影响分析

① 职业人员年附加有效剂量

本项目 X 现场探伤拟配备 4 名职业人员，分 4 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)。经计算,每个职业人员年附加有效剂量最大值 0.75mSv/a。低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中职业照射限值和本本次环评提出的年剂量约束值(5mSv)。

## ② 公众年附加有效剂量

本项目公众活动区域主要位于监督区外,项目现场探伤场所不固定,公众属于流动人员,经过计算本项目公众年附加有效剂量最大值为 0.031mSv,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中公众剂量限值和本本次环评提出的公众年剂量约束值(0.1mSv)。可见,在现场探伤过程中,探伤机产生的 X 射线对公众的影响很小。且现场探伤多为流动式作业,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。

## (2) 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。

## (3) 大气环境影响分析

本项目探伤机工作时,X 射线探伤机产生的 X 射线使空气电离产生少量的有害气体,主要为 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>。由于移动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影响很小。

## (4) 其他环境影响分析

生活污水依托公司办公楼污水管道排入市政污水管网。生活垃圾依托现有办公楼内垃圾桶进行分类收集后,统一纳入当地垃圾清运系统。

## 5、环境影响可行性结论

西安西开电力装备智慧服务有限公司移动式 X 射线现场探伤核技术利用项目在落实环评报告中提出的防护措施后,可以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。项目运行所致辐射工作人员和公众年有效剂量满足本次环评提出的剂量约束限值要求。从辐射环境保护角度分析,本项目建设可行。

## 二、要求与建议

- (1) 项目竣工后及时开展验收工作,取得辐射安全许可证后方可投入使用;
- (2) 加强探伤机的检查维护,确保各种防护设施正常使用;
- (3) 根据现场情况适当增加局部铅屏蔽设施,以保证监督区范围内不存在公众人员;
- (4) 每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关提交本单位上一年度射线装置的安

全和防护状况年度评估报告。



表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公章  
年 月 日

审批意见:

经办人

公章  
年 月 日