核技术利用建设项目

中电华创（苏州）电力技术研究有限公司

X 射线机现场探伤项目

生态环境影响报告表

（公示稿）

中电华创（苏州）电力技术研究有限公司

2026 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

中电华创（苏州）电力技术研究有限公司

X 射线机现场探伤项目

生态环境影响报告表

建设单位名称：中电华创（苏州）电力技术研究有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：苏州工业园区新平街 388 号腾飞科技园 20 幢

邮政编码：　　联系人：

电子邮箱：　　联系电话：

目 录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 6
表 3 非密封放射性物质 6
表 4 射线装置 7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 8
表 6 评价依据 9
表 7 保护目标与评价标准 11
表 8 环境质量和辐射现状 13
表 9 项目工程分析和源项 14
表 10 辐射安全与防护 21
表 11 环境影响分析 35
表 12 辐射安全管理 44
表 13 结论和建议 50
表 14 审批 52

附图：

附图 1 公司所在地理位置图
附图 2 项目周围环境关系图
附图 3 探伤机存放位置示意图
附图 4 设备间及洗片室示意图
附图 5 移动式探伤控制区、监督区示意图

附件

附件 1 委托书、承诺书
附件 2 原有环保手续
附件 3 废物处置承诺书
附件 4 营业执照
附件 5 不动产权证书
附件 6 危废处置采购订单
附件 7 设备说明书

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">中电华创（苏州）电力技术研究有限公司 X 射线机现场探伤项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">中电华创（苏州）电力技术研究有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td></td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">苏州工业园区新平街 388 号腾飞科技园 20 幢</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">移动探伤现场：探伤地点为全国各地，不固定。
X 射线探伤机存放场所：探伤机无探伤任务时存放于苏州工业园区新平街 388 号腾飞科技园 20 幢公司 19 号楼一层新建设备间内。</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>28</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>5</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>17.9%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">■新建□改建□扩建□其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td>$7m^2$</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td colspan="2">□销售</td><td colspan="4">□I类□II类□III类□IV类□V类</td></tr>
<tr><td colspan="2">□使用</td><td colspan="4">□I类（医疗使用）□II类□III类□IV类□V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td colspan="2">□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td colspan="2">□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">□使用</td><td colspan="4">□乙□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td colspan="2">□生产</td><td colspan="4">□II类□III类</td></tr>
<tr><td colspan="2">□销售</td><td colspan="4">□II类□III类</td></tr>
<tr><td colspan="2">■使用</td><td colspan="4">■II类□III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="2"></td><td colspan="4">/</td></tr>
</table>

项目概况

1.1 建设单位概况

中电华创（苏州）电力技术研究有限公司（以下简称公司）成立于 2017 年 10 月，注册地址位于苏州工业园区新平街 388 号腾飞科技园 20 幢，核心业务为电力技术监督、服务、咨询、研发，电力大数据管理、新能源集约化智慧管理、数字化电厂智能技术应用开发、远程专家诊断等，为电力能源企业提供可靠技术监督和优质技术服务以及节能减排、智能技术、大数据挖掘解决方案以及精准技术咨询和智力支持。主要经营范围包含：研发电力设备，并提供相关技术服务、技术转让；电力技术检测服务；材料检测、环境检测、电力设

备检测、机械设备检测；许可项目：检验检测服务；一般项目：工程和技术研究和试验发展；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；新材料技术研发等。

2020 年 6 月 9 日，《中电华创（苏州）电力技术研究有限公司新建发电厂水煤油样品检测实验室项目》取得苏州工业园区国土环保局出具的审批意见，主要建设内容为建设电力用油检测实验室、电厂水汽检测实验室、环保水检测实验室、煤分析实验室、公辅工程各环保设施，形成各类样品检测服务 1300 件/年能力，项目配套建设一间危废暂存间。2022 年 9 月 7 日，公司取得了《中电华创（苏州）电力技术研究有限公司新建发电厂水煤油样品检测实验室项目竣工环境保护验收意见》，详见附件 2。

公司所在位置属于科教用地，已取得不动产权证书，证书编号为：苏（2018）苏州工业园不动产权第 0000124 号，详见附件 5。

1.2 目的和项目由来

为检测管道焊缝或结构缺陷，帮助各火电厂确定管道质量，公司拟购置 8 台 X 射线探伤机开展 X 射线移动式现场探伤项目，探伤地点为全国各地委托企业工程项目现场，探伤对象主要为各火电厂锅炉受热面管道，管道材质为钢，直径最大为 38mm，材料厚度为 6.5mm。

8 台 X 射线探伤机均属II类射线装置，探伤机无现场探伤作业时拟存放于公司 19 号楼新建设备间内。探伤地点位于全国各地，考虑到公司探伤现场有可能处于外地，现场探伤不能当天返回公司时，需配备储存箱，探伤机存放于储存箱内，上锁，采取双人双锁进行管理，同时探伤机连接线缆与探伤机分开存放、单独储存，不同人员领取。

本项目中使用的“现场探伤”，系指使用便携式或移动式射线探伤装置，在非固定探伤室的生产车间、安装现场或野外对被检物体实施的射线透照检查作业。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的术语与分类，此类不在专用探伤室内固定使用、需根据被检对象位置频繁变更作业地点的探伤活动，在辐射防护管理与技术标准中统称为“移动式探伤”。本报告后续章节中出现的“现场探伤”一词，均指代上述“移动式探伤”作业方式。报告所采用的辐射防护要求、控制区与监督区划分原则、安全设施配置及辐射环境管理措施，均依据移动式探伤的相关标准条款进行评价与设计。

按照《中华人民共和国生态环境法典》和《建设项目环境保护管理条例》中有关规定，应对本项目进行环境影响评价。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修订）、《射线装置分类办法》（公告 2026 年第 44 号）、《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）中“172 核技术利用建设项目”，该项目使用II类射线装置，为了科学、客观地评价该 X 射线探伤机应用后对作业现场周围环境及人员（工作人员和公众）的辐射影响，应当编制生态环境影响报告表，公司特委托河北蓝跃环保科技有限公司编制《中电华创（苏州）电力技术研究有限公司 X 射线机现场探伤项目》生态环境影响报告表，从生态环境保护和辐射安全角度论证本项目的可行性。

1.3 项目建设规模

（1）评价项目基本情况

公司拟新增 8 台 X 射线探伤机对火电厂锅炉受热面管道进行无损检测，均属于II类射线装置，其中 2 台管电压为 300kV，管电流为 5mA，6 台管电压为 250kV，管电流为 5mA，照射方向均为定向。配套建设洗片室、评片室和设备间，探伤机无探伤作业任务时存放于设备间内，产生的危废依托公司现有危废间暂存。探伤过程中，不存在两台及以上探伤机在同一地点同时开展探伤作业的情况。

公司为探伤工作拟设置 4 组探伤工作人员，每组 3 名辐射工作人员，其中 2 名操作人员、1 名巡逻人员，共 12 名辐射工作人员，4 组探伤工作人员不交叉作业。无探伤任务时工作人员在公司住址办公，开展探伤任务时，由专人和专车去设备间领取设备，运送至指定的探伤现场。本项目探伤设备的检修由设备厂家负责，公司只负责探伤机的使用。

本项目 X 射线探伤机主要技术参数见表 1-1。

表 1-1　X 射线探伤机参数一览表

序号	装置名称	设备型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	数量（台）	类别	使用场所	用途	备注
1	X 射线机	XXG3005L	300	5	2	II	移动探伤地点：探伤地点为全国各地。 X 射线探伤机存放场所：苏州工业园区新平街 388 号腾飞科技园20幢公司19 号楼一层新建设备间内。	无损检测	定向照射（一用一备）
2	X 射线机	XXG2505L	250	5	6	II		无损检测	定向照射（每 2 台一组，每组一用一备）

（2）劳动定员及工作时间

根据建设单位提供资料，本项目使用探伤机主要对火电厂锅炉受热面管道进行无损检测，受检材料直径最大为 38mm，厚度为 6.5mm。

本项目拟新增 8 台探伤机，不存在两台及以上探伤机在同一地点同时开展探伤作业的情况，存在同一时间不同地点进行探伤作业的情况，公司拟设置 4 组探伤工作人员，每组 3 名辐射工作人员，其中 2 名操作人员、1 名巡逻人员，共 12 名辐射工作人员，4 组探伤工

作人员不交叉作业。

移动式探伤参照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原环境保护部令第 3 号；生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日修订）、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号；2019 年 3 月 2 日修订）等文件，工作人员应负责控制区和监督区的划定、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全工作，并指定专人承担探伤机的领取、归还工作。

本项目每组探伤工作人员计划年最大出现场天数为 250 天，探伤机每次探伤检测前需进行训机，用时 5～30min 不等，不使用时间越长训机时间相应越长，年训机时间不超过 52h，根据建设单位提供的资料，每台探伤机单次探伤最大出束时间为 2min，每个探伤小组年工作约 50 周，每台探伤机周出束时间不超过 5h，年出束时间不超过 250h，则单台探伤机年开机出束时间不超过 302h。

1.4 项目选址及周边保护目标情况

1.4.1 周边关系

本项目探伤机不使用时拟存放于设备间内，设备间由苏州工业园区新平街 388 号腾飞科技园 19 号楼 1 楼东侧天井改造，北侧为楼外空地，东侧为院落，南侧为楼梯间，西侧为办公区和走廊，楼下为土壤，楼上无建筑。设备间仅用于探伤机的存储，不涉及设备的调试和使用，因此探伤机在存放的设备间内不会对周围环境产生影响，设备间所在地理位置见附图 1，周边关系见附图 2。

本项目 X 射线探伤机为胶片成像，洗片室暗室由腾飞科技园 20 号楼西侧天井空间改造，北侧为楼外空地，东侧为楼内办公区和走廊，南侧为楼梯间，西侧为院落，楼下为土壤，楼上无建筑。

项目产生的危废依托公司 20 号楼二层东侧现有危废间暂存，定期交由有危废处置资质的单位处置。

1.4.2 项目周边保护目标

公司在客户指定区域内实施现场探伤之前，对工作环境进行全面的评估，评估内容包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间等，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

在实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有现场辐射工作人员、被检单位的工作人员及探伤现场周边的公众，因此本项目周围的保护目标主要是现场辐射工作人员、被检单位的工作人员及探伤现场周边的公众等。

1.5 产业政策符合性

本项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的相关规定，本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号）中第三十一项“科技服务业”中第 1 条“工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业科技服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”中的“检验检测服务”，属于国家鼓励类产业；本项目不在《市场准入负面清单》（2025 年）之列，符合国家现行产业发展政策。

1.6 实践的正当性

按照《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”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目探伤对象主要为火电厂锅炉受热管道，为了管道在使用中能确保安全，定期进行无损检测以判断工件内部损伤情况是必要行为。由于管道搬运难度大，成本高，很难运输至检测公司进行无损探伤，同时火电厂锅炉受热面管道拆开检测后需及时恢复原状，因此使用移动探伤机进行现场探伤是能兼顾成本与使用安全的最优选择。

本项目在运行期间会产生电离辐射，可能会增加使用地点周围环境的辐射影响，在采取各项屏蔽措施和管理措施后可得到有效控制，其对周围环境的辐射影响能够满足相关标准要求。本项目的投入使用能更好地控制产品质量，在做好辐射防护的基础上，其所带来的效益远大于可能对环境造成的影响，因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”原则。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，为公司首次开展核技术利用项目，此前未购置、开展过核技术利用项目，无生态环境管理部门颁发的辐射安全许可证。

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
/	无	/	/	/	/	/	/	/

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	贮存方式及地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（GB 18871-2002）

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	X 射线最大能量（MV）	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线机	II类	1	XXG3005L	300	5	无损检测	移动探伤现场	定向
2	X 射线机	II类	1	XXG3005L	300	5	无损检测	移动探伤现场	定向
3	X 射线机	II类	1	XXG2505L	250	5	无损检测	移动探伤现场	定向
4	X 射线机	II类	1	XXG2505L	250	5	无损检测	移动探伤现场	定向
5	X 射线机	II类	1	XXG2505L	250	5	无损检测	移动探伤现场	定向
6	X 射线机	II类	1	XXG2505L	250	5	无损检测	移动探伤现场	定向
7	X 射线机	II类	1	XXG2505L	250	5	无损检测	移动探伤现场	定向
8	X 射线机	II类	1	XXG2505L	250	5	无损检测	移动探伤现场	定向

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物气体	气态	/	/	微量	微量	/	/	排入大气环境中，臭氧常温下约 50min 可自动分解为氧气，对环境影响较小。
废定影液、废显影液（含冲洗废水）	液态	/	/	约 100L	约 1200L	/	收集后暂存于危废间	定期交由有资质的单位处置
废胶片	固态	/	/	约 1kg	约 12kg	/	收集后暂存于危废间	定期交由有资质的单位处置
X 射线发生器	固态	/	/	/	/	/	/	X 射线探伤机需要退役时，X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

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，气体为 mg/m^3；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^3）和活度（Bq）。

3.本项目为使用 X 射线装置，不涉及放射性废弃物。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 8 月 15 日； （2）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日施行； （3）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日实施； （4）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布实施； （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 日起施行； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行； （7）《关于发布<射线装置分类办法>的公告》，2026 年 10 月 14 日起实施； （8）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行； （9）《江苏省辐射污染防治条例》（2026 年修正本），江苏省第十四届人民代表大会常务委员会第二十三次会议第二次修正，2026 年 8 月 15 日起施行； （10）《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，2020 年 1 月 1 日起施行； （11）《国家危险废物名录》（2025 年版），生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号，自 2025 年 1 月 1 日起施行； （12）《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》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145 号，自 2006 年 9 月 26 日起施行； （13）《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74 号，自 2018 年 6 月 9 日起施行； （14）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》（苏环办〔2021〕187 号），2021 年 5 月 31 日印发； （15）《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号，自 2022 年 1 月 1 日起施行； （16）《关于印发“十四五”江苏省危险废物规范化环境管理评估工作方案的通知》（苏环办〔2021〕304 号），2021 年 11 月 2 日印发； （17）《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》（苏环办〔2020〕401 号），2020 年 12 月 31 日印发；

	（18）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行； （19）《省政府办公厅关于印发江苏省辐射事故应急预案的通知》，江苏省人民政府办公厅（苏政办函〔2020〕26 号），2020 年 2 月 19 日发布。
技术标准	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； （3）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （5）《辐射事故应急监测技术规范》（HJ1155-2020）； （6）《无损检测仪器 500kV 以下工业 X 射线探伤机防护原则》（GB22448-2025）； （7）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）； （8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （9）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； （10）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）； （11）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。
其他	附图： 附图 1　公司所在地理位置图 附图 2　项目周围环境关系图 附图 3　探伤机存放位置示意图 附图 4　设备间及洗片室示意图 附图 5　移动式探伤控制区、监督区示意图 附件 附件 1　委托书、承诺书 附件 2　原有环保手续 附件 3　废物处置承诺书 附件 4　营业执照 附件 5　不动产权证书 附件 6　危废处置采购订单 附件 7　设备说明书

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目使用II类射线装置，主要开展无损探伤检测工作，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）的有关规定，评价范围为划定的控制区与监督区边界范围，同时要求“通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m 范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”。本项目使用探伤机开展移动式作业过程中无实体边界，结合本项目具体情况，确定本项目评价范围为本项目探伤现场周围监督区边界向外延伸 100m。

保护目标

本项目所用 X 射线探伤机为II类射线装置，污染因素为 X 射线，本项目为移动式现场探伤，探伤地点位于全国各地，工作场所主要为各火电厂，周围人口密度较小，现场探伤时将按本次评价要求划定控制区和监督区，其中控制区无任何人员停留，因此现场探伤主要环境保护目标为监督区内辐射工作人员及监督区外公众人员，环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1　评价范围内环境保护目标一览表

保护目标	相对探伤机方位	最近距离（m）	人数
辐射工作人员	非主射方向	控制区外，监督区内	3
公众人员	不定	监督区外，评价范围内	流动人员

评价标准

7.1 剂量限值

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

表 7-2　工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类别	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

（2）剂量约束值

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“4.3.4.1 除了医疗照射

之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。”职业人员按年剂量限值 1/4 取值，公众按照其年剂量限值的 1/10 取值。

本项目剂量约束值如下：

①职业照射的年剂量约束值不超过 5mSv；

②公众照射的年剂量约束值不超过 0.1mSv。

（3）场所周围剂量率

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 7.2.2：一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区。根据 7.2.8：应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/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。

本项目周围剂量当量率参考控制水平如下：

①控制区边界外周围剂量当量率应不大于 15μSv/h；

②监督区位于控制区外，监督区边界外周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理位置和场所位置

中电华创（苏州）电力技术研究有限公司注册地址位于苏州工业园区新平街 388 号腾飞科技园 20 幢，公司现将腾飞科技园 19 号楼 1 楼东侧天井改造为设备间，作为本项目探伤机储存场所，北侧为楼外空地，东侧为院落，南侧为楼梯间，西侧为办公区和走廊，楼下为土壤，楼上无建筑；将腾飞科技园 20 号楼西侧天井空间改造为评片场所、洗片场所，北侧为楼外空地，东侧为楼内办公区和走廊，南侧为楼梯间、西侧为院落，楼下为土壤，楼上无建筑。项目产生的危废依托公司现有危废间暂存后，定期交由有资质的单位处置。

公司根据客户要求将设备携带至指定区域开展探伤作业，探伤作业没有固定的工作区域，各探伤工作场所周边环境将存在较大差异，若探伤场所涉及居民区、科教文卫区等敏感区时，将采取有效方式告知涉及人群。经充分论证并采取切实有效措施（如疏散人员或调整设备参数等），确保控制区和监督区不涉及敏感区。否则，不得探伤。

在实施移动探伤之前，拟对工作环境进行全面的评估，以保证实现安全操作。评估内容应至少包括工作地点的选择、附近的公众、警戒的安全距离、探伤时间等，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行移动探伤的选址合理可行。

二、环境质量现状

本项目为移动式探伤，探伤地点位于全国各地，主要为各火电厂，工作场所为非固定场所，根据具体情况，探伤装置到指定地点开展探伤作业，因场所不固定，故本项目不开展辐射环境质量现状监测。

根据项目开展检测区域的具体情况和《2024 年辐射环境质量报告》，全国辐射环境质量详细情况如下：

1. 2024 年，全国环境电离辐射水平处于本底涨落范围内。

2.环境 γ 辐射剂量率处于当地天然本底涨落范围内。

表 9 项目工程分析和源项

工程设备和工艺分析

9.1 工程设备

本项目拟使用 8 台 X 射线探伤机对火电厂锅炉受热面管道开展无损检测工作，其中 2 台型号为 XXG3005L，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，6 台型号为 XXG2505L，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA。不存在两台及以上探伤机在同一地点同一时间进行探伤作业的情况，存在同一时间不同地点开展探伤作业的情况。

设备由 X 射线探伤机、控制箱以及连接电缆组成。X 射线探伤机通过电缆与控制箱连接，控制箱上具有延时功能，可设置延时 1～5 分钟，延时开机后辐射工作人员有足够时间退至控制区边界外，探伤机才出束。根据建设单位和生产厂家提供的资料，拟购置的 X 射线探伤机主要设备参数如表 9-1。

表 9-1　X 射线探伤机主要技术参数表

序号	装置名称	设备型号	管电压（kV）	管电流（mA）	数量（台）	辐射角度	光束类型	过滤片	使用场所	备注
1	X 射线机	XXG3005L	300	5	2	40°	定向	0.8mm 铜+1mm 铝	火电厂现场	一用一备
2	X 射线机	XXG2505L	250	5	6	40°	定向	0.8mm 铜+1mm 铝	火电厂现场	每 2 台一组，每组一用一备

公司检测对象主要为火电厂锅炉受热面管道焊缝或外部结构，受检材料直径最大为 38mm，厚度为 6.5mm，同一时间同一地点每次探伤作业只使用 1 台 X 射线探伤机，探伤机不进行探伤检测时，贮存于设备间内。

本项目拟设置 4 组探伤工作人员，每组 3 名辐射工作人员，其中 2 名操作人员、1 名巡逻人员，共 12 名辐射工作人员，4 组探伤工作人员不交叉作业。本项目每组探伤工作人员计划年出现场天数为 250 天，每次探伤检测前训机时间约 5～30min，不使用时间越长训机时间相应越长，年训机时间不超过 52h，每次检测时出束 2min，每台探伤机周出束时间不超过 5h，年出束时间不超过 250h，则单台探伤机年开机出束时间不超过 302h。

9.2 设备组成

X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于探伤机开关、管电压设置、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与 X 射线发生器。X 射线发生器是在控制器设置好参数的条件下进行曝光探伤。X 射线发生器的核心部件是 X 射线管。X 射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。X 射线管一端是作为电子

源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见 X 射线探伤装置见图 9-1。

工业 X 射线探伤机包括实时成像和胶片成像系统两种形式，本项目所用 X 射线探伤机为胶片成像。



图 9-1　常见的 X 射线探伤装置控制箱、外观图及连接电缆

9.3 X 射线探伤机工作原理

通过 X 射线对受检部位进行透照，当 X 射线穿过有缺陷部位时，由于被检工件内部结构密度不同，其对 X 射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大、X 射线强度减弱越大，底部感光量就越小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，X 射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的 X 射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生一个较强的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机据此实现探伤目的。典型的 X 射线管结构见图 9-2，探伤机照射工件示意图见图 9-3。

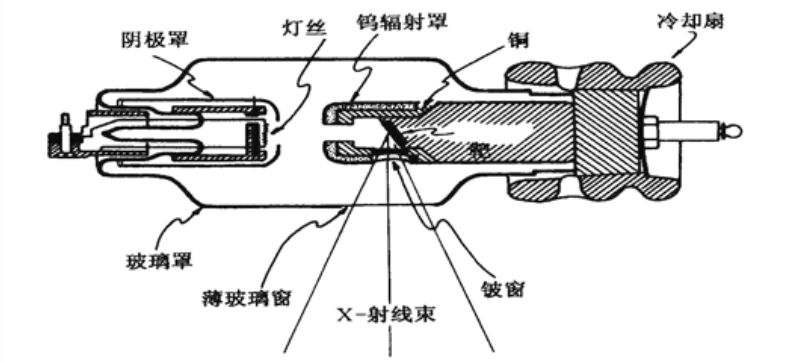

图 9-2　常见的 X 射线管结构图

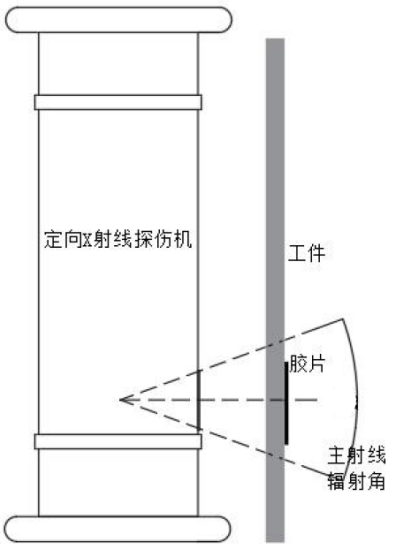

图 9-3　X 射线探伤机照射工件示意图

9.4 移动式探伤工作流程

（1）接受移动探伤任务。

（2）指定探伤现场负责人及工作职责，探伤现场负责人应由现场工作经验丰富且经过专业化探伤作业培训的员工担任，工作内容包括对控制区及监督区进行理论估算和经验划分，并负责在探伤地点周围利用便携式辐射巡测仪对控制区、监督区进行修正，按照修正的结果重新布置控制区和监督区等工作。

（3）探伤现场评估

辐射工作人员前往委托单位现场，对工作环境进行全面的评估，评估内容包括具体工作地点的选择、警戒线的安全距离、附近的公众、探伤时间等，保证探伤过程中的辐射安全，确保进行移动探伤的选址合理可行。若探伤场所涉及居民区、科教文卫区等敏感区时，采取有效方式告知涉及人群，经充分论证并采取切实有效措施（如疏散人员或调整设备参数等），确保控制区和监督区不涉及敏感区。否则，不得探伤。

（4）制订探伤作业方案，该作业方案包括：

①工况、时间、地点、控制区范围、监督区范围、监测方案、清场方式等；

②明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工；

③对探伤人员的要求，包括检测作业人员的检测防护培训要求；

④检测准备，包括技术、工艺、检测设备和材料等；

⑤检测实施，包括工作要点、安全防护、工艺参数设置、操作流程；

⑥图像评定，包括评定条件及要求；

⑦检测记录及报告要求；

⑧质量检查的要求、方法等；

⑨职业健康安全和环境管理等内容。

（5）在工程探伤现场张贴探伤通知、委托单位相关部门发布探伤通知，涉及厂区外公众散发探伤通知，收集相关部门及公众的反馈意见。

（6）设备出库及运输：根据设备出入管理制度，库房管理人员依据辐射工作人员提供任务单进行设备使用台账登记，打开库房并领取设备。采用公司专用车辆将设备运送至探伤作业场所，至少 1 名辐射工作人员随车押运。

（7）到达移动探伤现场后，初步划分控制区及监督区，划分要求如下：根据现场情况通过理论估算值和经验划定并标志出控制区及监督区边界，并在相应边界设置警示标识。

（8）对控制区及监督区内的人员进行清场，辐射工作人员至少巡查一遍，确保控制区及监督区内不存在无关人员滞留情况。

（9）清场完成后，在控制区及监督区设置安全警戒措施，包括控制区悬挂“禁止进入射线工作区”警告牌及电离辐射警告标志，监督区悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及电离辐射警告标志和警示语等提示信息，设置工作状态指示灯、声音报警装置及铅板和铅橡胶毯等安全措施。

（10）安置 X 射线探伤机：辐射工作人员连接好 X 射线探伤机控制部件，对被探伤工件贴置胶片，将贴好胶片的工件固定位置，辐射工作人员设置曝光参数，开启延时曝光功能，操作人员退至控制区外。

（11）试曝光：X 射线探伤机进行试曝光，此过程产生 X 射线以及 X 射线电离空气产生少量臭氧及氮氧化物。

（12）通过辐射环境巡测仪对控制区及监督区进行巡测及修正，并记录巡检结果。若探伤机长时间不用或初次使用需要先进行训机。训机过程会产生 X 射线，辐射工作人员设置曝光参数，开启延时曝光功能，操作人员退至控制区外，通过辐射环境巡测仪对控制区及监督区进行巡测和监督管控，防止无关人员进入。

（13）以上工作完成后，启动 X 射线探伤机进行曝光检测，产生 X 射线以及 X 射线电离空气产生少量臭氧及氮氧化物。检测过程中由探伤现场负责人进行巡视。每组每名操作人员佩戴 1 枚个人剂量计及 1 台个人剂量报警仪。

（14）曝光结束后，关闭 X 射线机，利用巡测仪确认探伤机已停止出束，收回 X 射线机，取下胶片。

（15）探伤作业结束，清理现场，撤除警戒。

（16）仪器设备运输及入库：采用公司车辆将设备运送回公司库房存放，至少 1 名辐射工作人员随车押运。库房管理人员打开库房，进行台账登记后，设备入库。同时探伤胶片

一同运送回公司。

（17）辐射工作人员回到公司在暗室进行洗片工作，在评片室评片区域进行读片工作，判断工件焊接质量、缺陷等情况。洗片时，当定影、显影液使用至无法起效时会产生废显（定）影剂，胶片清洗过程中会产生冲洗废水，可能产生废胶片。

（18）本项目 X 射线探伤机每年检修维护由生产厂家负责，本项目辐射工作人员不自行检修维护 X 射线探伤机。

公司移动探伤作业流程及产污流程见图 9-4。

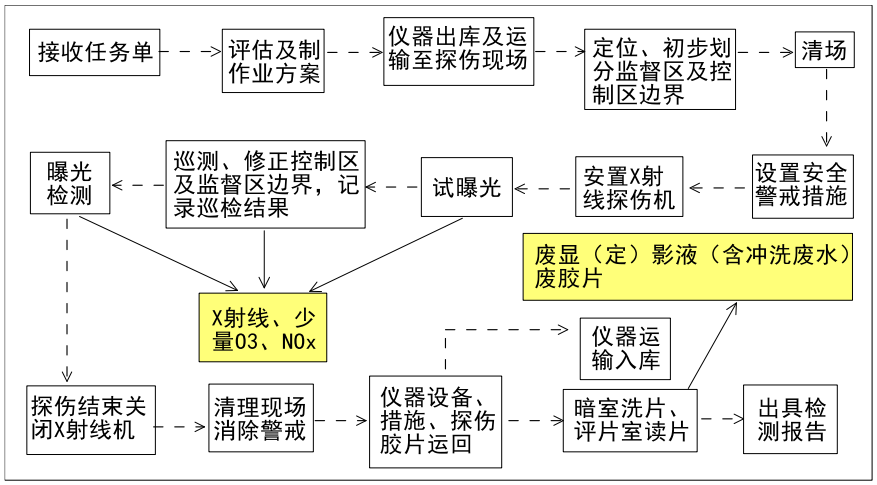

图 9-4　X 射线探伤机探伤工作流程及产物环节

由图 9-4 可知，本项目运营中产生的主要污染物如下：

（1）探伤机出束过程中产生的 X 射线；

（2）X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

（3）当显（定）影剂在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；

（4）洗片过程中产生的胶片清洗废水；

（5）探伤工作中可能产生废胶片。

此外，关于训机情况，若探伤机长时间不用或初次使用需要先进行训机。训机过程会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物，每台 X 射线探伤机使用之前应制作相应的曝光曲线，并定期对曝光曲线进行校验，新购或大修后的设备应重新制作曝光曲线，曝光曲线制作过程中，会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物，训机过程在探伤现场进行。

9.4 工艺改进情况

本项目为新建项目，故不存在对原有工艺改进情况。

9.5 运行工况

公司新增 12 名探伤工作人员从事本项目 X 射线探伤机的无损检测工作，上岗前全部参加辐射安全与防护培训，并取得合格证书后持证上岗。项目拟新增 8 台 X 射线探伤机，分为四组，每组一用一备，每组配备 2 名操作人员和 1 名巡逻人员。本项目每组每名探伤

工作人员计划年出现场天数为 250 天，探伤机每次探伤检测前需进行训机，用时 5～30min 不等，不使用时间越长训机时间相应越长，年训机时间不超过 52h；每台探伤机单次探伤最大出束时间为 2min，每台探伤机年工作约 50 周，周出束时间不超过 5h，年出束时间不超过 250h，统计得出每个探伤小组移动式探伤周出束时间约 6.04h，年出束时间约为 302h。

9.6 正常工况的污染途径

（1）当 X 射线管发射的电子轰击靶物质时，产生轫致辐射，即 X 射线，X 射线经透射、漏射和散射，对作业场所及其周围环境产生辐射影响。

（2）X 射线与空气作用产生的极少量臭氧、氮氧化物等有害气体。

（3）辐射工作人员在工作过程中产生少量生活污水和少量生活垃圾。

9.7 非正常工况的污染途径

（1）射线设备性能不好，且没按照规定维护保养从而出现照射事故；

（2）现场探伤结束后，由于机械故障或其他原因，在探伤机未能完全关闭的情况下工作人员误入控制区或者公众人员闯入监督区内从而受到照射；

（3）X 射线探伤前清场不完全或在探伤过程中，警戒工作未到位，致使工作人员误入控制区或公众人员误入监督区，使其受到超剂量的外照射；

（4）X 射线机被盗，操作者违规使用 X 射线机，造成周围人员受到不必要照射。

污染源项描述

9.8 运营期污染源项

（1）主要放射性污染

本项目的放射性污染评价因子主要为 X 射线，主要的放射性污染是 X 射线。本项目拟配备 8 台 X 射线探伤机，共计 2 种型号，探伤机最大管电压 300kV，最大管电流 5mA。根据生产厂家提供的数据，两台设备的滤过条件均为 0.8mm 铜+1mm 铝，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，项目保守选取 X 射线最大输出量作为源强开展理论辐射影响预测。

1）XXG3005L 型探伤机，参考《辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强，原子能出版社，1987）4.4 节 X 射线线质及窄束衰减曲线（P237），在 300kV 钨靶、窄束条件下按同等透射效果换算，300kV 射线机 0.5mm 铜滤过条件距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 2.7R /（mA • min），则 0.8mm 铜滤过约为 1.87 R /（mA • min），换算为 Gy，即 1.87*8.76=16.4 mGy • m^2/（mA • min），本报告表 300kV 保守选取 3mmAl 过滤条件下的 X 射线距离辐射源点 1m 处输出量 H_0。

2）XXG2505L 型探伤机，250kV 保守选取 0.5mmCu 过滤条件下的 X 射线距离辐射源

点 1m 处输出量 H_0。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 取得散射辐射最高能量。

表 9-2　X 射线探伤机泄漏辐射输出量和散射辐射能量一览表

序号	射线装置	型号	有用线束辐射输出量 mGy·m²/（mA·min）	泄漏辐射输出量 μSv/h	散射辐射能量 kV
1	X 射线探伤机	XXG3005L	20.9	5000	200
2	X 射线探伤机	XXG2505L	16.5	5000	200

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。X 射线探伤机开机工作时，通过高压发生器（或高压脉冲发生器）和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，发射出 X 射线，有用线束、漏射和散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。X 射线探伤机关机状态不产生辐射。

本项目不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

（2）非放射性污染

①废水

本项目 X 射线探伤机采用胶片成像原理检测，仅涉及辐射工作人员产生少量生活污水，根据现场情况进行处理，现场设有处理设施则依托作业现场周围已有处理设施处理。

②固废

本项目 X 射线探伤机采用胶片成像原理检测，在胶片冲洗过程中会产生一定量的废显影液、废定影液（含冲洗废水）。根据企业提供资料，预计每年产生的废显影液、废定影液 1200L，预计每年产生的废胶片约 1200 张，约 12kg。

以上废物为危险废物，需分类存放在盛装容器内，放置在危废间，项目利用公司 20 号楼二层东侧现有危废间暂存，定期交由有资质的危废处置单位处置。

一般固废主要为工作人员产生的少量生活垃圾，生活垃圾放置在垃圾箱内，定期交由环卫部门处置。X 射线探伤机不再使用时，X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

③有害气体

本项目探伤机正常曝光期间产生的 X 射线会使周围的空气发生电离，从而产生极少量不具有放射性的有害气体，主要为臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

10.1 工作场所布局、分区

（1）工作场所布局

公司位于苏州工业园区新平街 388 号腾飞科技园 20 幢，公司拟购置使用 8 台 X 射线探伤机（属于II类射线装置），开展移动式现场探伤工作，探伤机无探伤作业任务时存放于设备间内，探伤机不开展无损检测工作时亦存放于设备间内。设备间位于公司 19 号楼一层新建设备间，北侧为楼外空地，东侧为院落，南侧为楼梯间，西侧为办公区和走廊，楼下为土壤，楼上无建筑。

该设备间拟采取一系列防盗防破坏等措施以保证设备安全，包括：①在设备间门口安装监控摄像头，可与移动设备连接，实行 24h 实时监控，能随时看到设备间周围情况；②安排专人进行管理和维护，双人双锁，并做好射线装置的登记工作，一旦发生盗窃事件，立即向公安机关报案。此外，本项目 X 射线探伤机不会在设备间调试或使用，该设备间只用作储存，X 射线探伤机在此暂存不会对周围环境产生不良影响，周围环境对该设备间无制约因素，因此探伤机存放于该设备间是合理的。

综上，本项目符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关规定。

（2）工作场所分区

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 6.1.2 规定“应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求”，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射工作场所分区的原则：

控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施，以便：a）在正常工作条件下控制正常照射或防止污染扩展；b）防止潜在照射或限制其程度。

监督区：未被确定为控制区、通常不需要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区域。

区域划分情况：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的有关规定，本项目为移动式探伤，工作场所为非固定场所，根据具体情况，探伤装置到指定地点开展探伤作业。公司探伤作业时，利用便携式 X-γ 剂量仪在周边进行巡测，每组每台 X 射线探伤机周工作时间未超过 7h，因此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，将控制区边界

外、作业场所中周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围内划为监督区，并分别在控制区和监督区边界设置相应的警示标识。

控制区边界处应设置明显的警戒线和“禁止进入 X 射线区”的电离辐射警示标识，由专人看守，探伤时严禁任何人员在此区域活动。监督区位于控制区外，允许有职业人员在此活动，其边界处应设置“无关人员禁止入内”的警示标识，必要时设专人警戒，防止公众成员进入该区域。进行移动式现场探伤时将辐射工作场所划分为控制区、监督区。

在实际工作中，X 射线探伤机进行地面工作时，四周需设置铅橡胶毯和铅板进行防护，人员携带便携式 X-γ 剂量率仪撤离至控制区外。结合项目特点，各 X 射线探伤机控制区和监督区的范围见表 10-1 至 10-2。

本项目探伤工作现场分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于探伤工作场所实行分区管理的规定。

表 10-1　有用线束方向控制区和监督区边界范围核算结果（有铅屏蔽）

探伤机	屏蔽设置情况	剂量率（μSv/h）	
		控制区范围（m，剂量率 15μSv/h）	监督区范围（m，剂量率 2.5μSv/h）
300kV X 射线探伤机	10mmPb	86	210
250kV X 射线探伤机	5mmPb	79	193

表 10-2　非有用线束方向控制区和监督区边界范围核算结果（有铅屏蔽）

探伤机	屏蔽设置情况	剂量率（μSv/h）	
		控制区范围（m，剂量率 15μSv/h）	监督区范围（m，剂量率 2.5μSv/h）
300kV X 射线探伤机	2mmPb	22	53
250kV X 射线探伤机	2mmPb	18	49

在实际工作中，300kV X 射线探伤机进行地面作业时，探伤机周围非主射线方向采用 2 块 1mm 铅当量的铅橡胶毯（长 80cm、高 80cm）作为局部屏蔽，主射线方向放置 1 块 10mm 铅板（长 0.8 米、高 0.8 米）或采取疏散周围公众的防护措施，以减少 X 射线对周围环境的影响。

250kV X 射线探伤机进行地面作业时，探伤机周围非主射线方向采用 2 块 1mm 铅当量的铅橡胶毯（长 80cm、高 80cm）作为局部屏蔽，主射线方向放置 1 块 5mm 铅板（长 0.8 米、高 0.8 米）或采取疏散周围公众的防护措施，以减少 X 射线对周围环境的影响。

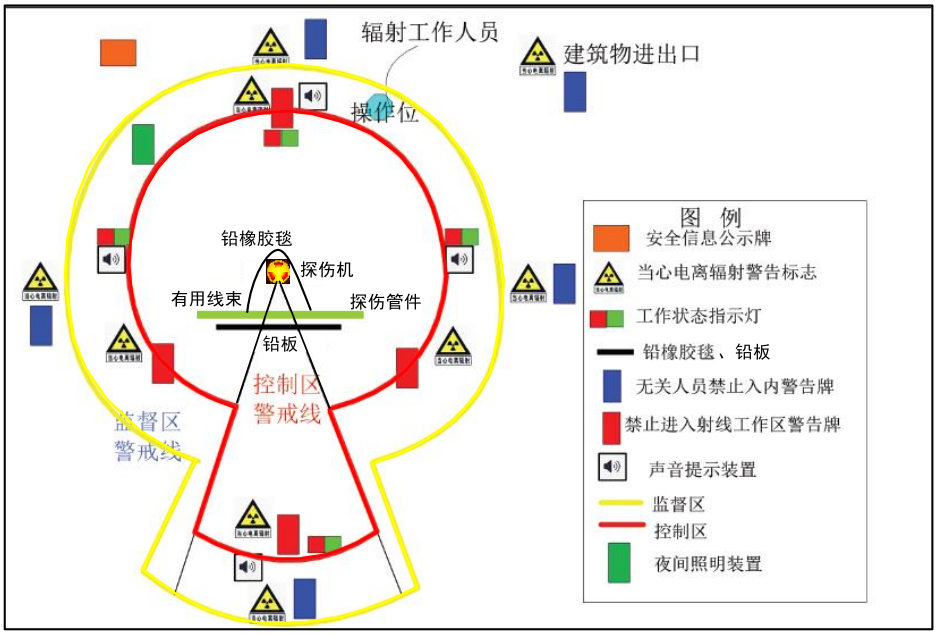

图 10-1 移动式探伤防护措施图

10.2 辐射防护安全措施

设备库门口拟粘贴电离辐射警告标志，设置有防盗门，同时采用双人双锁，钥匙由专人保管。本项目采取的辐射防护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准中相关要求对照如下。

表 10-3 本项目采取的辐射安全措施及其与标准对照表

GBZ117-2022 标准中要求	本项目采取的辐射安全措施	是否满足
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； 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。	公司拟在工作前检查探伤机外观、安全联锁是否正常工作、报警设备和警示灯是否正常运行、螺栓等连接件是否连接良好。每年对设备进行维护，需要更换零部件的，需用合格零部件，并做好设备维护及更换零部件记录。	满足
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）。 7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作	本项目为在委托单位现场进行移动探伤检测工作，作业现场类型主要为委托公司厂区。公司拟提前与被检单位协商沟通适当的探伤地点和探伤时间，提前对探伤现场进行评估，同时提醒被检单位发布现场检测通告、设置警告标识和报警信号等。 同时将与被检单位沟通，要求给予探伤	满足

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。 7.3.1 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，应通知所有相关人员，防止误照射发生。	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。	
7.1.2 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。	本项目配备4个探伤小组，共配备12名辐射工作人员（每组2台探伤机不同时使用）。	满足
7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区。 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。 7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。 7.3.3 X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。 7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。 7.4.2 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。	在控制区边界，根据现场情况优先利用现场墙体、工件等进行划区，没有墙体、工件等实体防护时，在控制区、监督区边界设置显眼的警戒绳。移动探伤工作中，控制区内仅进行移动探伤工作。 公司拟根据探伤和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，采用配备的铅板和铅橡胶毯进行局部屏蔽。 东、南、西、北边界处均悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌及电离辐射警告标志；东、南、西、北边界设置与探伤机联锁的提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。探伤作业人员在控制区边界外操作，每次探伤均对工作现场情况进行记录。 夜间探伤作业时控制区边界设置警示灯，作业区采用良好的灯光照明，确保控制区边界及警示标志等均清晰可见。 当控制区太大或者某些地方不能看到时，公司拟安排人员进行巡查。	满足
7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。 7.3.5 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。	在监督区边界设置显眼的警戒绳，在东、南、西、北边界处均悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌及电离辐射警告标志和警示语；夜间探伤采用良好的灯光照明，确保监督区边界及警告标志等均清晰可见。若监督区太大或某些地方不能看到，应安排人员进行警戒。	满足
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。	每次探伤前均对控制区及监督区范围进行清场，确保控制区内无任何人员，监督区内无非辐射工作人员。	满足
7.2.10 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。	本项目探伤机控制台上设置有钥匙开关、急停按钮和延时曝光装置。	满足

7.4.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时应调整控制区的范围和边界。	拟在每次探伤前进行试曝光，期间使用辐射巡测仪测量控制区及监督区边界的剂量率，根据测量的周围剂量当量率调整控制区及监督区的范围和边界。在移动探伤过程中严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。当探伤场所、被检测体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，辐射工作人员重新进行巡测，确定新的区域界线。	满足
7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X-Y 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。 7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X-γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X-γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。 7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X-γ 剂量率仪，两者均应使用。	公司拟配备4台巡测仪和12台个人剂量报警仪，每年进行检定。 探伤期间每名辐射工作人员拟配备1台个人剂量报警仪和个人剂量计，负责巡测的人员手持辐射巡测仪进行剂量率检测，曝光结束后操作人员手持辐射巡测仪进入控制区，辐射工作人员在每次开始探伤工作之前，均拟对辐射监测仪器进行检查，确认监测仪器能正常工作，且确保所有监测仪器在探伤期间处于开机状态。	满足
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。	探伤工作进行时，在辐射工作人员操作位置使用巡测仪进行剂量率水平检测，确保剂量率在可接受的辐射水平以内；探伤工作停止时，使用巡测仪进行检测，确认探伤机确已停止工作。	满足
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。	在探伤机处于照射状态时，使用巡测仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，以划分区域；公司为新开展现场射线探伤的单位，拟委托具有相应资质的技术服务机构进行周围剂量当量率的监测。公司拟每年委托有资质的技术服务机构对本单位移动探伤工作进行抽检。	满足
8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ128 的相关要求进行外照射个人监测。	职业工作人员在工作时佩戴个人剂量计，并定期送检（1次/季），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	满足
6.3 探伤设施的退役 当工业探伤设施不再使用时，应实施退役程序。包括以下内容： c）X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。 f）清除所有电离辐射警告标志和安全告知。	本项目在X射线探伤机不再使用时，公司根据不同情况，将X射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后转移给其他已获许可机构，同时清除所有电离辐射警告标志和安全告知。	满足

公司计划为本项目配备辐射巡测仪、个人剂量报警仪、警告牌、警示线等移动式探伤辐射防护用品，详见表 10-4、表 10-5。

表 10-4 各型号 X 射线探伤机辐射安全防护和环保设施一览表

探伤机类型	环保措施	数量
X 射线探伤机（XXG3005L）	工作状态指示灯及联锁（开机显示“预备”字样；灯箱内部的探头监测到剂量后显示“照射”字样）	4 个
	电离辐射警告标志	8 个
	“禁止进入射线工作区”警告牌	4 个
	“无关人员禁止入内”警告牌	5 个
	控制区警戒线+监督区警戒线	预计 1100m
	急停按钮	设备自带
	声音提示装置	4 个
	安全信息公告牌，面积不小于 2 平方米，公示信息采取喷绘（印刷）方式进行制作	1 个
	铅橡胶毯	1mmPb 铅橡胶毯 2 张，尺寸：80cm×80cm
	铅板	10mmPb 铅板 1 块，尺寸：0.8m×0.8m
	个人剂量报警仪	每人 1 个
	便携式 X-γ 剂量率仪	每组 1 台
	个人剂量计	每人 1 套
	灭火器材	1 套
	夜间照明装置	1 个
X 射线探伤机（XXG2505L）	工作状态指示灯及联锁（开机显示“预备”字样；灯箱内部的探头监测到剂量后显示“照射”字样）	4 个×3
	电离辐射警告标志	8 个×3
	“禁止进入射线工作区”警告牌	4 个×3
	“无关人员禁止入内”警告牌	5 个×3
	控制区警戒线+监督区警戒线	预计 1000m×3
	急停按钮	设备自带
	声音提示装置	4 个×3
	安全信息公告牌，面积不小于 2 平方米，公示信息采取喷绘（印刷）方式进行制作	1 个×3
	铅橡胶毯	1mmPb 铅橡胶毯 2 张，尺寸：80cm×80cm 共计 3 套，每套 2 张
	铅板	5mmPb 铅板 1 块，尺寸：0.8m×0.8m 共计 3 块
	个人剂量报警仪	每人 1 个×3
	便携式 X-γ 剂量率仪	每组 1 台×3
	个人剂量计	每人 1 套×3
	灭火器材	1 套×3
	夜间照明装置	1 个×3

表 10-5 总辐射安全防护和环保设施一览表

项目	环保设施		数量
辐射安全防护措施	安全装置、防护措施及警告标志	工作状态指示灯及联锁（开机显示“预备”字样；灯箱内部的探头监测到剂量后显示“照射”字样）	拟配备 16 个，每组 4 个
		电离辐射警告标志	拟配备 32 个，每组 8 个

		“禁止进入射线工作区”警告牌	拟配备 16 个，每组 4 个
		“无关人员禁止入内”警告牌	拟配备 20 个，每组 5 个
		控制区警戒线+监督区警戒线	共计约 4100m
		急停按钮	设备自带
		声音提示装置	拟配备 16 个，每组 4 个
		安全信息公告牌，面积不小于 2 平方米，公示信息采取喷绘（印刷）方式进行制作	拟配备 4 个，每组 1 个
		铅橡胶毯	拟配备 8 张 1mmPb 的铅橡胶毯， 尺寸：80cm×80cm
		铅板	拟配备 1 块 10mmPb，3 块 5mmPb 尺寸：0.8m×0.8m
		双人双锁	设备间设置双人双锁
		防盗门	设备间设置 1 扇
	监测仪器	个人剂量报警仪	拟配置 12 台（应支持发出声音、光亮闪烁、体感震动三重报警同时触发，确保在各种复杂现场环境下，报警信号均能被及时发现），每组 3 台
		便携式 X-γ 剂量率仪	拟配置 4 台，每组 1 台
		个人剂量计	每名辐射工作人员配备 1 套，共计 12 套
	其他	灭火器材	拟配备 4 套，每组 1 套
		夜间照明装置	拟配备 4 个，每组 1 个

10.3 使用单位放射防护措施

①公司对移动式探伤场所的放射防护安全负主体责任。

②公司建立了《辐射安全与环境保护管理机构》《辐射安全与防护保卫制度》等规章制度，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。

③探伤工作人员按照 GBZ 128 的要求，每季度进行一次个人剂量监测，按GBZ 98 的要求进行职业健康检查、建立职业健康监护档案。

④探伤工作人员正式工作前需取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

⑤每名探伤工作人员配备个人剂量计 1 套、个人剂量报警仪 1 台，每组配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪。

⑥公司建立了《辐射事故应急预案》等规章制度。

⑦探伤机野外现场探伤不能当天返回公司时，配备储存箱，探伤机存放于储存箱内，上锁，采取双人双锁进行管理，同时探伤机连接线缆与探伤机分开存放、单独储存，不同人员领取。

（2）探伤机的放射防护

①本项目使用 2 台管电压为 300kV 的 X 射线探伤机、6 台管电压为 250kV 的 X 射线探伤机，在额定工作条件下，管电压为 300kV 和 250kV 的 8 台 X 射线探伤机距X射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率为 5mSv/h，在随机文件中均有该指标的说明，其他放射防护性能符合 GB/T26837 的要求。

②探伤工作前，对以下项目进行检查：

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）安全联锁是否正常工作；

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。

③X 射线探伤机的维护可满足以下要求：

a）公司对探伤机的设备维护负责，每年维护一次，设备维护由设备制造商进行；

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，保证所更换的零部件为合格产品；

d）做好设备维护记录；

e） X 射线装置配置有超过 200m 无线控制系统，可以实现远距离无线控制，按下延迟或远程控制按钮后，红色 X 射线警示灯闪烁，表示设备等待发射，当设备工作时，红色 X 射线警示灯持续常亮；

f）X 射线装置触动开关具有 15~60 秒的延迟时间，以便人员在开机检测前有足够的时间离开现场；

g）液晶显示屏在灯光黑暗的环境也能看清楚数据。

（3）移动式探伤的放射防护要求

①作业前准备

a）在实施移动式探伤工作之前，公司对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容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。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）。

b）公司为开展移动式探伤工作的每台探伤机配备 2 名操作人员和 1 名巡逻人员。

c）移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施，需进行准备和规划，公司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。

委托单位需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。

②分区设置

a）探伤作业时，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。现场射线探伤工作须在指定为控制区的区域内进行。

b）控制区边界上合适的位置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，探伤作业人员在控制区边界外操作。

c）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。

d）移动式探伤作业工作过程中，控制区内不得同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，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。视情况采用铅板和铅橡胶毯防护等局部屏蔽措施。

e）每一个探伤作业班组配备一台便携式 X-γ 剂量率仪，每年对其开展一次检定/校准工作。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。

f）探伤作业期间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。

g）将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/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。

h）X 射线发生器控制面板设置在合适位置，且控制面板设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

③安全警示

a）公司开展移动式探伤工作前，通知委托单位（业主单位）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，通知所有相关人员，防止误照射发生。

b）探伤现场配备提示“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”信号采用不同颜色等方式，使其具有明显的区别，并且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设置警示灯。

c）X 射线探伤的警示信号指示装置与探伤机联锁。

d）在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

e）在监督区边界醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

④边界巡查与检测

a）开始移动式探伤之前，探伤工作人员巡查控制区，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。

b）控制区的范围须清晰可见，工作期间具有良好的照明，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，安排足够的人员进行巡查。

c）在试运行期间，使用便携式 X-γ 剂量率仪测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时应调整控制区的范围和边界。

d）开始移动式探伤工作之前，对便携式 X-γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X-γ 剂量率仪一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

e）移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还须佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X-γ 剂量率仪，两者均须使用。

⑤移动式探伤操作要求

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，并采取铅板和铅橡胶毯防护等适当的防护措施。

⑥放射防护检测

a）检测的一般要求

公司制定放射防护检测计划。在检测计划中对检测位置、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；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，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。

b）探伤机检修维护

探伤机定期由工作人员或厂家进行检修维护，确保探伤机在现场正常工作。

c）移动式探伤放射防护检测

进行移动式探伤时，通过巡测确定控制区和监督区，当 X 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均需重新进行巡测，确定新的区域界线，在工作状态下检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的，探伤机停止工作时，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；在探伤机处于照射状态，用便携式 X-γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，确保控制区和监督区的划分正确；每次移动式探伤作业时，公司均要开展此项监测。

凡属下列情况之一时，由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：新开展现场射线探伤的单位；每年抽检一次；发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25 mSv。

d）放射工作人员个人监测

公司已制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》等规章制度，严格按照国家、地方的相关规定对射线探伤作业人员，按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。

⑦X 射线探伤设备储存室安全防护措施

a）X 射线探伤设备闲置时存放在公司厂区设备间内，设备间设置双锁防盗门、360°无死角 24 小时在线实时监控、夜间长明灯、红外报警仪，指定专人管理 X 射线探伤设备相关物品。

b）建立人员进出库台账，人员出入探伤机储存室必须在相关记录上签字，未经保管员许可，任何人不得入内。

c）建立《监测仪表使用与校验管理制度》，建立《X 射线探伤设备管理台账》，X 射线探伤设备的储存、领取、使用、归还时进行登记、检查，做到账物相符。

10.4 人员培训与防护

公司拟设置 4 组探伤工作人员，每组 3 名辐射工作人员，其中包括 2 名操作人员和 1 名巡逻人员，共 12 名辐射工作人员，均需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，方可持证上岗从事辐射相关工作。辐射工作人员应佩带个人剂量计，每季度接受剂量监测。辐射工作人员工作期间必须佩带个人剂量计，携带个人剂量报警仪器，及时建立或更新个人剂量监测档案。探伤现场操作时，还需配备一定量的防护用品。

10.5 危废储存

1.危险废物贮存间建设

（1）本项目依托公司现有危废间暂存本项目所涉及的危险废物，危险废物暂存间（容积为 10m^3）位于公司 20 号楼二层东侧。危废间已按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的相关要求，危废暂存间地面与裙脚采取表面防渗措施，采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜材料，防渗层为 2mm 厚高密度聚乙烯膜人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10} cm/s）。危废间标有危废标志，避免污染物泄漏污染环境。危废由专用收集桶分类收集，及时送危废间暂存，并设立固废管理台账，记录危险废物名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库时间、存放库位、废物出库日期及接收单位名称。

危废间现存放火电厂变压器油、汽轮机 EH 油、润滑油等定期检测后的废油、废酸、废碱和过期试剂等，分别分类分区暂存于危废库内，定期交由中新和顺环保（江苏）有限公司处置，危废处置协议详见附件 6，现有危废暂存情况详见下表。

表 10-6 现有危废暂存情况

危废类别	危废名称	年产生量（吨）	总量（吨）	贮存周期	贮存方式
HW03	过期药品	0.02	0.675	6 个月	密闭容器
HW31	含铅废物	0.1			

HW08	废油	0.5			
HW06	废有机溶剂	0.1			
HW34	废酸	0.2			
HW35	废碱	0.2			
HW49	其他废物	0.05			

危废库按照相关要求设置防渗、进行隔断，实际工作中危废间内暂存危废约占危废间容积的 1/3，即 3m^3，本项目的废定影液和废显影液（含冲洗废水）产生量约为 1200L/年，废胶片产生量约为 1200 张/年，约 12kg，本项目产生的废显影液、定影液（含冲洗废水）采用 20L 桶进行分装，废胶片使用塑料箱盛装，分类分区放置在危废间，预计使用容积约 3m^3，占用空间较小，危废间足够存放本项目新增危险废物，因此危废暂存间可以依托。

同时因暗室涉及临时暂存危险废物的可能，暗室存放装载废显（定）影剂及胶片清洗废水的容器的贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等均拟采用坚固的材料建造，表面无裂缝，贮存设施地面与裙脚均拟采取表面防渗措施；表面防渗材料将与所接触的物料或污染物相容，拟采用抗渗混凝土，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于 10^{-7}cm/s），或至少 2 mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10}cm/s）。存放装载废显（定）影剂及胶片清洗废水容器的贮存分区拟设置具有液体泄漏堵截功能的设施，堵截设施最小容积将不低于对应贮存区域最大液态废物容器容积；拟设计渗滤液收集设施，收集设施容积满足渗滤液的收集要求。

（2）不同危险废物分别装在专用容器内，分类存放，不在同一容器内混装，并及时交由有危险废物处理资质的单位收集处置。

（3）必须定期对危险废物储存设施进行检查，如有破损，应采取措施清理更换。

（4）危险废物暂存间及盛装危险废物的容器上必须粘贴符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）所要求的标签。

（5）由专人进行危废管理，双人双锁，做好危险废物排放量及处置记录。

2.危险废物的分类及贮存方式

本项目产生的废定影液、废显影液和废胶片均属于危险废物。

废定影液、废显影液（含冲洗废水）产生后分别收集于专用的塑料收集桶中密封盛装，并及时送至危废暂存间内暂存，分区分类存放，危废暂存间地面采取防渗措施，并设置有堵截泄漏裙角和收集槽，防止废液泄漏。在采取分区防渗措施前提下，不会对地下水和土壤环境造成影响。暂存周期为 6 个月，按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）和《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）要求进行收集、贮存及运输，根据相关法律法规要求交由有危废处置资质的单位处置。

废胶片采用塑料箱盛装，及时送至危废暂存间，将其放置于危废暂存间内设置的专门盛装废胶片的塑料桶中暂存，按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）和《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）要求进行收集、贮存及运输，最后由有危废处置资质的单位处置。

危险废物贮存场所基本情况见表 10-7。

表10-7　项目危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	贮存方式	贮存周期
1	危废暂存间	废定影液 废显影液 （含冲洗废水）	HW16	900-019-16	20 号楼二层东侧危废间	密闭容器	6 个月
		废胶片	HW16	900-019-16			

10.5 其他

辐射工作人员上岗前应进行培训，包括安全防护和安全思想教育，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，持证上岗。

职业工作人员开展个人剂量监测，建立个人剂量档案，终生保存。

设备要定期检修，有规定使用寿命的部件，到时必须更换，防止因设备故障而发生的辐射事故。

三废的治理

本项目不产生放射性三废。

1.废气治理

本项目射线装置在曝光过程中产生少量臭氧、氮氧化物。由于工作场所为开放场所，大气扩散条件良好，产生的臭氧、氮氧化物经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

2.废水处置

本项目工作人员产生少量生活污水，无探伤任务时，生活污水依托公司污水处理系统；有探伤任务时根据现场情况进行处理，现场设有处理设施则依托作业现场周围已有处理设施处理，对周围环境影响较小。

3.固体废物处理

本项目工作人员产生少量生活垃圾，无探伤任务时，依托建设单位所在地已有垃圾收集设施进行收集；有探伤任务时，将垃圾进行收集，送至周围垃圾收集设施，对周围环境影响较小。

项目 X 射线探伤机采用胶片成像原理检测，在胶片冲洗过程中会产生一定量的废显影

液、废定影液（含冲洗废水）。根据企业提供资料，预计每年产生的废显影液、废定影液约1200L，预计每年产生的废胶片约 1200 张，约 12kg。

本项目危废依托公司 20 号楼二层东侧现有危废间暂存，定期交由有资质的危废处置单位处置。

危废间已按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）相关要求建设，确保做到了“防雨淋、防渗漏、防流失”，危废间内拟设置消防设施，防止发生火灾。建设单位参照《环境保护图形标志固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2-1995）（2023 版）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定设置了危险废物识别标志，并在不同贮存分区之间采取隔离措施。隔离措施根据危险废物特性采用隔板形式。暂存废显（定）影剂（含冲洗废水）拟使用耐腐蚀容器。

因暗室涉及临时暂存危险废物的可能，因此暗室及危废间内存放装载废显（定）影剂及胶片清洗废水的容器的贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等均拟采用坚固的材料建造，表面无裂缝。贮存设施地面与裙脚采取表面防渗措施；表面防渗材料将与所接触的物料或污染物相容，拟采用抗渗混凝土。上述容器将置于架子上，不直接接触地面。存放装载废显（定）影剂及胶片清洗废水容器的贮存分区拟设置具有液体泄漏堵截功能的设施，堵截设施最小容积将不低于对应贮存区域最大液态废物容器容积；拟设计渗滤液收集设施，收集设施容积满足渗滤液的收集要求。

建设单位拟将本项目危废分类存储并做好标记标志，不可混入其他杂物。危废间门上张贴环保标识牌，将明确危险废物种类。危废间由专人管理，按照要求根据危险废物情况进行记录，并注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量等登记工作。建设单位应严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）8.2 贮存设施运行环境管理要求。

本项目运行后预计每年产生 1200L 废显（定）影剂及冲洗废水、12kg 废胶片，属于危险废物（胶片清洗废水（含重金属）参照危险废物进行管理），建设单位承诺与有资质单位签订危废废物收集处置协议书。危废间内划定的废胶片、胶片清洗废水及废显（定）影液存放区域确保满足本项目的存放需求。建设单位应定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

建设单位将按照《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》等管理规定，制定危险废物管理计划、建立危险废物管理台账，在江苏省固体废物管理信息系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息，在系统中打印的危废标志标识按规范要求张贴，实施对危险废物的规范化管理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为 X 射线机移动式探伤项目，不涉及固定的探伤场所，探伤机无探伤任务时，存放于公司的设备间内，设备间、洗片室及危废间存在简单建造及装修情况，过程中会产生少量的噪声、固体废物和废水。

①噪声

探伤机储存室装修过程中会产生少量噪声，施工噪声对周围环境影响较小。

②固体废物

设备间装修过程中会产生一定的建筑材料，均为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集处置，对周围环境影响较小。

③废水

设备间装修过程中，装修工人会产生少量的生活污水，经污水管网，最终进入污水处理站处理，对周围环境影响较小。

公司在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在公司内局部区域，工程施工量较小，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

11.1 辐射环境影响分析

本报告表的环境影响预测及评价围绕《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，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；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区。边界处应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”“无关人员禁止入内”警告牌，公众不得进入该区域。

本项目使用定向机进行移动探伤，探伤工作时一般位于工件外部，主射线方向为管道。焊接件材质为钢，考虑主射线使用铅板遮挡的屏蔽效果。建设单位将根据最大投射野面积、探伤机距工件最大距离定制铅板和铅橡胶毯，同时按照下图进行摆放，确保铅板能够遮挡主射线。

依据移动式探伤控制区和监督区的划分设置情况，在被探伤工件四周设置相应铅当量的铅板和防护铅橡胶毯进行主射线、漏射线和散射线的遮挡，探伤机采用有线电缆的控制方式，有线控制电缆不低于 25m。

在开展移动式探伤时，X 射线探伤机主束定向朝向待检测的工件，操作人员停留于非主射方向，在探伤机与操作人员之间根据探伤机型号设置一定铅当量的防护铅橡胶毯进行

遮挡，非主射方向主要受泄漏射线和散射线影响。

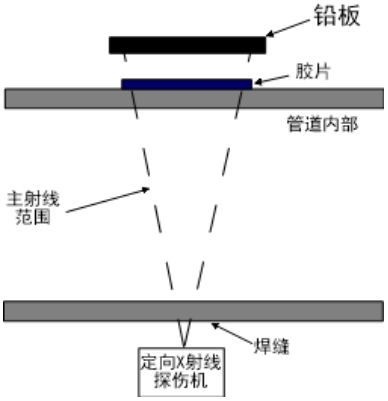

图 11-1　移动式探伤现场照射示意图

本项目探伤地点主要在火电厂内，地面探伤作业时，探伤材料所处的位置、地形地貌等均存在差异，探伤机布设情况需要依据当地的具体情况来采取相应的辐射防护屏蔽措施，但本项目理论预测考虑到最不利的情况：平坦地形，四周无遮挡，在这种环境条件下，开展现场探伤作业时，X 射线探伤机的操作人员停留于非主射方向，采用铅橡胶毯进行屏蔽防护，以减小辐射影响，由此来确定控制区和监督区的边界。划分控制区与监督区时非主射束方向主要考虑 X 射线探伤机漏射、散射，主射束方向主要考虑主射线。

探伤作业时，保守考虑以探伤机主束方向平行于地面进行预测，操作人员位于控制区平行投影至地面以外，且避开有用射束，同时其他警戒人员在周围巡视，位于监督区外边界。X 射线机为定时曝光、自动关机，设备操作人员受到的照射主要是在开机初期，开机后可以离开操作位到更远的区域等候，设备自动关机后再回到操作位置，继续下一步工作。

本项目探伤机参数见表 11-1。

表 11-1　本项目 X 射线探伤机的主要技术参数

序号	装置名称	设备型号	管电压（kV）	管电流（mA）	数量（台）	辐射角度	光束类型	过滤片	使用场所	备注
1	X 射线机	XXG3005L	300	5	2	40°	定向	0.8mm 铜+1mm 铝	火电厂现场	一用一备
2	X 射线机	XXG2505L	250	5	6	40°	定向	0.8mm 铜+1mm 铝	火电厂现场	每 2 台一组，每组一用一备

1.X 射线剂量率估算公式

本环评中涉及到 X 射线机屏蔽体部分的计算均参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式。

1）有用线束剂量率水平计算公式

有用线束方向关注点的剂量率按式（1）计算：

$$H=\frac{I\times H_0\times B}{R^2} \quad \text{……..(1)}$$

式中：

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_0—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)；本项目 X 射线探伤机管电压分别为 250kV、300kV，根据生产厂家提供数据，已知滤过条件为 0.8mm 铜+1mm 铝，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，项目保守以最大输出量作为理论预测源强，即：XXG3005L 型探伤机，参考《辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强，原子能出版社，1987）4.4 节 X 射线线质及窄束衰减曲线（P237），在 300kV 钨靶、窄束条件下按同等透射效果换算，300kV 射线机 0.5mm 铜滤过条件距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 2.7R /（mA·min），则 0.8mm 铜滤过约为 1.87 R /（mA·min），换算为 Gy，即 1.87*8.76=16.4 mGy·m²/（mA·min），本报告表 300kV 保守选取 3mmAl 过滤条件下的 X 射线距离辐射源点 1m 处输出量 H_0，取值为 20.9mGy·m²/（mA·min）；XXG2505L 型探伤机，250kV 保守选取 0.5mmCu 过滤条件下的 X 射线距离辐射源点 1m 处输出量 H_0，取值为 16.5mGy·m²/（mA·min）。

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（2）计算：

$$B=10^{-X/TVL} \quad \text{..... (2)}$$

式中：

X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—什值层厚度，见附录 B 表 B.2。

表 11-2 不同型号探伤机相关计算参数一览表（有用线束）

探伤机型号	H_0（mGy·m²/（mA·min））	I（mA）	$TVL_{铅}$（mm）
XXG3005L	20.9	5	5.7
XXG2505L	16.5	5	2.9

2）漏射射线剂量率水平计算公式

泄漏辐射屏蔽的计算公式如下：

$$H=\frac{H_L \times B}{R^2} \quad \text{..... (3)}$$

式中：

H—关注点的剂量当量率，单位为微希每小时（μSv/h）；

B—屏蔽透射因子，同公式（2）；

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（μSv/h），见《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1。

表 11-3 不同型号探伤机相关计算参数一览表（漏射射线）

探伤机型号	H_L（mSv/h）
XXG3005L	5
XXG2505L	5

3）散射线剂量率水平计算公式

X 射线 90°散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 可知，原始 X 射线为 300kV 时，散射辐射按照 200kV 计算。参考 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.2，X 射线为 200kV 时，$TVL_{铅}$=1.4mm。

散射辐射是有用射线束照射到物体上，被物体散射而造成的，因此在计算散射辐射的屏蔽时，可把散射体看成辐射源。散射剂量率可以按照式（4）（参考 GBZ/T250-2014 中 4.2.3 散射辐射屏蔽）来计算：

$$H=\frac{I\times H_0\times B}{R_S^2}\times\frac{F\times a}{R_0^2}\quad\text{……..(4)}$$

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），本项目均为 5mA；

H_0—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)；本项目 X 射线探伤机最大管电压分别为 250kV、300kV，根据附录 B 表 B.1 保守取值；

B—屏蔽透射因子；

F—R_0 处的辐射野面积；

α—散射因子；

R_0—辐射源点（靶点）至探伤工件的距离；

R_S—散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

$R_0^2/F\cdot\alpha$—当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20°时，取值 50（200kV-400kV）。

表 11-4 不同型号探伤机相关计算参数一览表（散射射线）

探伤机型号	H_0（mGy·m²/（mA·min））	I（mA）	过滤条件	$TVL_{铅}$（mm）	$R_0^2/F\cdot\alpha$
XXG3005L	20.9	5	3mmAl	1.4	50
XXG2505L	16.5	5	0.5mmCu	1.4	50
备注：Sv 和 Gy 辐射权重因子取 1，即 Sv=Gy。					

2.辐射剂量率计算

本次评价将移动式探伤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，将控制区边界外、作业场所中周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围内划为监督区，且同一工作场所正常工作时，仅 1 台 X 射线探伤机处于工作状态。本项目的辐射源强主要包括 X 射线主射线辐射、泄漏辐射、散射辐射。项目使用定向探伤机进行移动式现场探伤，探伤工作时一般位于工件外部，主射线方向为探伤管件。考虑主射线使用铅板的屏蔽效果，建设单位将根据最大投射野面积、探伤机距工件最大距离定制铅板和铅橡胶毯，实际工作时，在 300kV X 射线探伤机有用线束方向设置 1 块铅当量为 10mm 的铅板，非有用线束方向设置 2 块铅当量为 1mm 的铅橡胶毯；250kV X 射线探伤机有用线束方向设置 1 块铅当量为 5mm 的铅板，非有用线束方向设置 2 块铅当量为 1mm 的铅橡胶毯。当设置铅橡胶毯后，X 射线探伤机在不同工作条件下控制区边界及监督区边界计算结果见表 11-5、表 11-6。

表 11-5 有用线束方向控制区和监督区边界范围核算结果（有铅屏蔽）

探伤机	屏蔽设置情况	剂量率（μSv/h）	
		控制区范围（m，剂量率 15μSv/h）	监督区范围（m，剂量率 2.5μSv/h）
300kV X 射线探伤机	10mmPb	86	210
250kV X 射线探伤机	5mmPb	79	193

表 11-6 非有用线束方向控制区和监督区边界范围核算结果（有铅屏蔽）

探伤机	屏蔽设置情况	剂量率（μSv/h）	
		控制区范围（m，剂量率 15μSv/h）	监督区范围（m，剂量率 2.5μSv/h）
300kV X 射线探伤机	2mmPb	22	53
250kV X 射线探伤机	2mmPb	18	49

探伤作业时，探伤机主束平行于地面，需避开居民区域，操作人员位于控制区平行投影至地面以外，且避开有用射束，同时其他警戒人员在监督区外边界进行巡视。若探伤场所涉及居民区、科教文卫区等敏感区时，将采取有效方式告知涉及人群。经充分论证并采取切实有效措施（如疏散人员或调整设备参数等），确保控制区和监督区不涉及敏感区。否则，不得探伤。

根据计算结果，本项目探伤机正常工作时，300kV X 射线探伤机按照要求设置屏蔽后控制区范围最大约 86m，监督区范围最大约 210m。现场探伤过程中操作台设置在非有用线束方向，且 X 射线探伤机配备有 25m 控制电缆和延时开关，根据上表计算结果，非有用线束方向的控制区范围最大为 22m，可实现操作台位于控制区外的要求。

250kV X 射线探伤机按照要求设置屏蔽后控制区范围最大约 79m，监督区范围最大约

193m。现场探伤过程中操作台设置在非有用线束方向，且 X 射线探伤机配备有 25m 控制电缆和延时开关，根据上表计算结果，非有用线束方向的控制区范围最大为 18m，可实现操作台位于控制区外的要求。

以上理论计算结果仅为本项目 X 射线探伤现场控制区和监督区的划分提供参考，依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）：当 X 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线；在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时应调整控制区的范围和边界；每组 X 射线探伤机至少配备一台便携式剂量仪，并确认便携式剂量仪能正常工作，从而时刻监测控制区和监督区边界剂量率。

3.人员所受辐射剂量估算与评价

年有效剂量可按下式计算：

$$E = D \times T \times Q \times 10^{-3}$$

式中：

E：年有效剂量，mSv/a；

D：人员所在位置的剂量率水平，μSv/h；

T：出束时间，h/a；

Q：居留因子，本项目工作人员取 1；由于移动探伤每次作业场所不同，周围公众并非长期驻留，属于“偶然居留”情形，保守取 1/16。

（1）职业人员

根据建设单位提供资料，同一场所同一时间只使用 1 台 X 射线探伤机。

本项目 4 组探伤工作人员计划每人每年出现场天数为 250 天，单次探伤最大出束时间为 2min，年工作约 50 周，统计得出每个探伤小组现场探伤周出束时间约 6.04h，年出束时间约为 302h。

探伤作业时，操作人员位于控制区以外，且避开有用射束；警戒人员正常情况距离设备还要远些，通常操作人员接受的剂量率大于警戒人员。由于 X 射线机为定时曝光、自动关机，设备操作人员受到的照射主要是在开机初期，开机后可以离开操作位到更远的区域等候，设备自动关机后再回到操作位置，继续下一步工作。

因此，工作人员在控制区边界滞留的时间远小于 302h，保守按 302h 计，辐射剂量率取控制区边界剂量率限值 15μSv/h，居留因子取 1，则单个辐射工作人员所受剂量为 15×302×1/1000=4.53mSv/a，即单个辐射工作人员所受剂量最高约为 4.53mSv/a。

由于辐射工作人员在控制区边界滞留时间远小于 302h，故辐射工作人员受到的剂量远小于 4.53mSv/a。

探伤工作人员所受的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员的剂量限值 20mSv/a 和 5.0mSv/a 的剂量约束值的要求。

（2）公众成员

现场探伤过程中，周围公众人员不得进入划定的监督区，他们作为偶尔停留的人员来对待，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），监督区边界外剂量率不大于 2.5μSv/h，居留因子取 1/16，年工作时间取 302h，则公众成员年所受附加有效剂量值为 2.5×302×1/16/1000=0.05mSv/a。

综上所述，可以看出周围公众成员年所受附加有效剂量均小于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 剂量限值和 0.1mSv/a 的年剂量约束值的要求。考虑公司未来经营，可能存在工作量增大的情况，若每周实际开机出束时间增加时，工作人员应按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）7.2 分区设置中的相关内容来划分现场控制区及监督区边界，并按照标准内容执行相关辐射环境管理措施。

11.2.2 非辐射环境影响分析

（1）大气环境影响分析

本项目探伤地点为室外，周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的臭氧、氮氧化物经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

（2）水环境影响分析

本项目工作人员产生少量生活污水，无探伤任务时，生活污水依托公司污水处理系统；有探伤任务时根据现场情况进行处理，现场设有处理设施则依托作业现场周围已有处理设施处理，对周围环境影响较小。

（3）固体废物环境影响分析

本项目工作人员产生少量生活垃圾，无探伤任务时，依托建设单位所在地已有垃圾收集设施进行收集；有探伤任务现场作业时，工作人员产生少量生活垃圾先使用垃圾集中收集，然后送至周围最近的垃圾收集桶，由环卫部门统一收集处置，对周围环境影响较小。

本项目产生的固体废物主要为废显影液、废定影液（含冲洗废水）及废胶片，其中废显影液、废定影液主要成分为苯二酚、亚硫酸钠，并含重金属银（含银浓度＞10mg/L），属感光材料废物，废胶片亦属感光材料废物，根据《国家危险废物名录》，以上废物均为危险废物（HW16 感光材料废物）。

本项目废显影液、废定影液（含冲洗废水）产生量约为 1200L/a，废胶片产生量约 1200

张/年，约 12kg，产生后分别分类分区暂存于危废间内。危废间按照相关要求设置防渗、进行隔断，定期交由有危废处置资质的单位处置。

综上，本项目实施后产生的固体废物不会对周围环境产生影响。

（4）声环境影响分析

本项目 X 射线机使用时不产生噪声，对周围声环境基本无影响。

事故影响分析

由于移动式探伤现场作业环境复杂，可能存在探伤机四周无铅板设置条件的情况，操作人员位于控制区平行投影至地面以外，且避开有用射束，同时其他警戒人员在监督区外边界进行巡视。

对 X 射线探伤机无铅屏蔽状态下（屏蔽透射因子 B=1）有用线束、非有用线束方向周围剂量当量率进行核算，从而判定控制区和监督区边界，探伤作业时，探伤机主束平行于地面，需避开居民区域，操作人员位于控制区平行投影至地面以外，且避开有用射束，同时其他警戒人员在监督区外边界进行巡视。

表 11-7 有用线束方向控制区和监督区边界范围核算结果（无铅屏蔽）

探伤机	铅屏蔽设置情况	剂量率（μSv/h）	
		控制区范围（m，剂量率 15μSv/h）	监督区范围（m，剂量率 2.5μSv/h）
300kV X 射线探伤机	/	647	1584
250kV X 射线探伤机	/	574	1408

表 11-8 非有用线束方向控制区和监督区边界范围核算结果（无铅屏蔽）

探伤机	铅屏蔽设置情况	剂量率（μSv/h）	
		控制区范围（m，剂量率 15μSv/h）	监督区范围（m，剂量率 2.5μSv/h）
300kV X 射线探伤机	/	94	227
250kV X 射线探伤机	/	84	202

由以上预测计算结果可知，本项目在未使用铅板遮挡情况下，控制区及监督区距离较大，管控较为困难，实际工作过程中，应根据理论估算值和经验划定并标志出控制区边界；在试曝光期间，借助辐射环境巡测仪进行检测或修正，同时借助周边建材、围墙等屏蔽以此来降低控制区、监督区范围，从而便于管控。

1.其他可能的风险事故

①射线设备性能不好，且没按照规定维护保养从而出现照射事故；

②现场探伤结束后，由于机械故障或其他原因，在探伤机未能完全关闭的情况下工作人员误入控制区或者公众人员闯入监督区内从而受到照射；

③X 射线探伤前清场不完全或在探伤过程中，警戒工作未到位，致使工作人员误留控

制区或公众人员误入监督区，使其受到超剂量的外照射；

④X 射线机被盗，操作者违规使用 X 射线机，造成周围人员受到不必要照射。

2.事故风险防范措施

（1）严格按照使用规程合理使用工业 X 射线探伤机，并定期进行维护保养，使 X 射线机始终处于良好的工作状态；

（2）每次移动式探伤前，先进行清场，确保探伤作业监督区无其他不相干人员，探伤过程中时刻巡查，确保无其他人员进入监督区内，严格执行操作规程，确保控制区和监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌；

（3）定期检查指示灯，使其处于良好工作状态；

（4）X 射线探伤机必须妥善保管，防止丢失，主管领导必须清楚知道该设备的状况；

（5）定期检查辐射安全管理制度落实情况，发现问题及时纠正；如发生辐射事故，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的应急措施，一旦怀疑人员可能受到较大剂量照射，应及时送往医院进行救治。

3.事故应急措施

发生射线装置故障或误照情况，应首先切断电源，确保探伤机停止出束。保护好现场，控制现场区域，防止无关人员进入，并立即向管理小组汇报情况。对可能受到辐射伤害的人员，及时送当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

一旦发生辐射事故，建设单位将立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，在 1 小时内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主管部门报告。建设单位每年至少组织一次应急演练。

发生探伤机丢失被盗事故，保护好现场，立即向公安部门报案，并积极配合公安部门展开调查工作，尽快追回丢失的射线装置。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1 辐射环境管理机构

为了做好放射防护的管理工作，保证设备正常运行，遵照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，并按生态环境部所颁发的相关管理办法的规定，使用 II 类射线装置的单位应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；工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核。

中电华创（苏州）电力技术研究有限公司拟成立辐射安全与环境保护管理小组，并将以文件形式明确各成员管理职责；将安排 12 名辐射工作人员（其中 1 人兼任辐射防护负责人）自主学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，在上岗前取得考核合格证。以后如有新增辐射工作人员，公司应及时组织其自主学习后，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台或者微信小程序“HJSLY”报名并参加考核（网址：http://fushe.mee.gov.cn）。公司所有辐射工作人员必须通过考核后方能正式进行探伤作业，管理人员考核类型为“辐射安全管理”，辐射工作人员考核类型为“X 射线探伤”。

公司拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，并组织辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查，建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

辐射安全管理规章制度

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第709号；2019年修订）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原环境保护部令第3号；2021年修订）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），结合实际情况，建设单位应制定相应的管理规定及应急预案，采取安全环保措施，并成立辐射安全与环境保护工作领导小组，指导、监督、检查放射设备管理和使用工作。现本报告提出如下建议：

1）岗位职责：制定管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

2）探伤操作规程：明确探伤工作人员的资质条件要求、X射线机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施（包含警告牌、警戒绳、工作状态指示灯等），重点是明确X射线探伤操作步骤以及探伤过程中必须采取的辐射安全措施。

3）辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重

点是X射线机的运行和维修时辐射安全管理。

4）人员培训计划：制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

5）设备检修维护制度：制定设备检修维护制度，明确本项目探伤机、监测仪器、警示灯在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

6）射线装置使用登记、台账管理制度：根据射线装置使用具体情况制定，重点是射线装置使用状况、出入库等的记录。

7）监测方案：制定本项目监测方案，方案中应明确监测仪器定期送有资质单位检定或校准，写明检定周期，或定期进行内部仪器比对；明确监测频次和监测项目（内容）、监测范围、监测布点等，做好相应监测记录，监测应该关注重点部位，监测结果存档，并定期上报生态环境行政主管部门。发现个人剂量异常的，展开调查，检测结果确属超剂量照射或未能按时反馈处理意见的，个人剂量监测技术服务机构按照相关法规要求上报至相关监管部门。

8）辐射事故应急措施：针对X射线探伤作业可能产生的辐射污染情况完善事故应急措施，依据《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》（环发〔2006〕145号文）的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在1小时内向当地生态环境保护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健康部门报告。

公司应尽快制定相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

现有规章制度的执行与落实情况

本项目为新建项目，公司目前无核技术利用项目，无现有规章制度执行与落实情况。

辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求：使用II类射线装置及放射性同位素的单位或部门应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。定期或不定期对射线装置及放射性同位素四周环境进行检查；同时接受生态环境主管部门开展的射线装置监督检查。

1.监测方案

（1）委托监测：建设单位应委托有资质单位定期对移动探伤现场周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1 次；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。

（2）验收监测：建设单位在取得《辐射安全许可证》后应委托有资质的单位对探伤作业现场开展 1 次验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

（3）个人剂量监测：委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案；发现个人剂量异常的，展开调查，检测结果确属超剂量照射或未能按时反馈处理意见的，个人剂量监测技术服务机构按照相关法规要求上报至相关监管部门。

（4）自行监测：日常公司的辐射安全管理人员应在探伤期间对移动探伤场所周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

2.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》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等要求，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器；公司拟为本项目配备 4 台便携式 X-γ 剂量率仪和 12 台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对移动探伤现场周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

公司将委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，并定期组织职业健康体检，为辐射工作人员建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

3.监测内容和要求

（1）监测内容：X-γ 辐射剂量率。

（2）监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（下表）或验收监测布点方案，监测数据应记录完善、定期汇总，监测数据根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）数据处理方式进行处理，并建立好监测数据台账以便核查。

表 12-1　工作场所监测计划

场所	监测因子	监测项目	监测点位和要求
移动探伤场所	X-γ 辐射剂量率	竣工环保验收监测 1 次	1.通过巡测确定移动探伤现场的控制区和监督区； 2.当 X 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线； 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； 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。 点位：①对于邻近监督区边界外；②经常有人员活动区域建议增加监测点位。
		移动探伤现场年度监测委托有资质的单位监测，周期为 1 次/年	
		每次移动探伤作业企业自行开展辐射监测	
		在居民区进行的移动式探伤以及发现个人季度剂量(3 个月)可能超过 1.25mSv 时委托有资质单位监测	

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境。

（4）监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

此外，建设单位需在每次开展移动探伤作业时对探伤现场进行监测，随时掌握探伤现场剂量变化情况，发现问题及时维护、整改，做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查；同时，应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

辐射事故应急预案及演练

1.辐射事故应急预案

编制目的：建立健全突发辐射事故应急机制，提高公司应对突发辐射事故的能力，保障职工的生命财产安全。

编制依据：依据《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》（环发〔2006〕145号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求。

适用范围：射线装置的使用过程中发生的射线装置丢失、被盗、失控或人员超剂量照射等事故均适用本应急措施。

编制内容：公司拟设置以法人代表为组长的辐射事故应急小组，并制定《辐射事故应急方案》，根据本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容包括：

（1）应急机构和职责分工；

（2）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；

（3）应急培训演练计划内容：辐射安全管理人员每年至少组织一次辐射安全事故应急演练，明确各部门负责人职责；

（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：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应急方案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境保护部门、公安部门和卫生健康部门报告，并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司应积极配合生态环境保护部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

（6）公司将重视辐射安全管理，严格执行相关规章制度，并在实际工作中不断完善探伤相关的操作规程和辐射安全管理制度，每月应对射线探伤机进行检查、维护，每3 个月应对其性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修；并针对X 射线探伤机可能出现的事故完善切实可靠的辐射事故应急预案，平时工作中还应加强辐射工作人员辐射防护知识的培训，树立辐射安全意识，尽可能避免辐射事故的发生。公司应经常监测移动探伤现场周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

2.应急措施

（1）应急程序启动

当发生射线装置失控事件时，立即切断电源，组织现场无关人员立刻撤离到紧急集合点，通知相关操作人员到事故现场集合，准备抢险作业。

（2）报警、人员疏散

第一发现人应立即将附近人员撤离到安全区域，并通知辐射安全管理人员。辐射安全管理人员在得知事故发生时，应立即组织射线持证人员，组织并安排射线装置附近人员撤离到绝对安全区域，控制非相关人员进入事故区域，同时上报企业负责人和上级环保主管部门。在保证安全的前提下安排电工切断失控射线装置电源，在无法保证安全的切断电源

时，由上级主管部门安排相应措施。

（3）应急处置

①停止设备运行，使伤者尽快脱离辐射区域。立即撤离有关工作人员，封锁现场，控制事故源，切断一切可能扩大污染范围的环节，防止事故扩大。

②紧急启动事故应急预案，并逐级汇报，组织力量进行现场急救，并立即拨打120电话紧急救援，并保持通信畅通。

③迅速安排受照人员接受医学检查和救治，并保存相应的医疗档案。在采取有效个人防护措施的情况下组织人员彻底清除污染，对危险源采取应急安全处理措施。

④立即报告辐射机构负责人和安全科进行事故处理，并做好辐射事故档案记录。

（4）警戒

封锁现场，撤离群众，设立警戒线，维护现场。

（5）抢救

当发生人员超剂量照射事故时，应当立即通知辐射安全管理人员。辐射安全管理人员在得知事故发生时，立即上报企业负责人，上级生态环境主管部门和卫生健康主管部门。安排超剂量照射人员及时进行治疗。

3.现有核技术利用项目应急预案执行情况

本项目为新建项目，公司目前无核技术利用项目，无原有核技术利用项目应急预案执行情况。

表 13 结论和建议

结论

13.1 结论

项目名称：中电华创（苏州）电力技术研究有限公司 X 射线机现场探伤项目

建设性质：新建

建设内容：公司拟新增 8 台 X 射线探伤机，其中 2 台管电压为 300kV，管电流为 5mA，6 台管电压为 250kV，管电流为 5mA，照射方向均为定向，均用于移动式现场探伤，均属于II类射线装置。

13.2 本项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第三十一项“科技服务业”中第 1 条“工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业科技服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”中的“检验检测服务”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策；本项目不在《市场准入负面清单》（2025 年）之列，符合国家现行产业政策。

13.3 辐射环境影响评价结论

项目 X 射线探伤机在现场作业时，采取有效屏蔽措施，且因地制宜地利用探伤地点的地形特征（如墙体、拐角、坑体等有利地形）、周围设施等进行防护；建设单位采取清场、张贴公告、拉警戒线、调整探伤时间等安全管理措施，按照划定的控制区和监督区严格管理，禁止无关人员出入。采取以上措施后，本项目移动式现场探伤布局是合理的。

探伤机存放于设备间内，该设备间拟采取视频监控、双人双锁管理等措施来保证探伤机安全。此外，本项目 X 射线探伤机不会在设备间调试或使用，设备间仅用于探伤机的存放，不会对周围环境产生不良影响，周围环境对该设备间无制约因素，因此探伤机存放于该设备间是合理的。

13.4 辐射安全管理

针对该项目的探伤检测工作，建设单位应成立辐射安全与环境保护工作领导小组，指导、监督、检查射线装置的管理使用工作，制定《辐射安全与环境保护管理领导小组》《X 射线机操作规程》《岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《辐射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《X 射线机使用登记制度》《监测设备使用及定期校验管理制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员个人剂量档案管理制度》《辐射事故应急预案》等相关辐射安全管理规章制度，制度具有可操作性。

13.5 项目的“正当性”

建设单位在开展 X 射线探伤过程中，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，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，可以将辐射产生的影响降至最低。本项目主要用于无损检测，符合《电离辐射防护与辐射源基本标准》（GB18871-2002）中实践的内容：“源的生产和辐射或放射性物质在医学、工业、农业或教学与科研中的应用，包括与涉及或可能涉及辐射或放射性物质照射的应用有关的各种活动”，并且“在考虑了社会、经济和其他因素之后，其对照射个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害”，其使用符合“实践正当性”要求。

13.6 项目可行性分析结论

公司拟新增 8 台 X 射线探伤机用于无损检测，实践正当，环境影响较小，在切实落实本报告表中规定的安全和环保措施及各项规章制度后，从环境保护和辐射安全角度考虑，本项目是可行的。

“三同时”竣工验收

建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。建设项目“三同时”验收内容和要求。

建议和承诺

1.建议

（1）严格落实本项目所提各项防护措施、管理措施等相关措施，避免射线照射超标对辐射工作人员及公众人员的伤害。

（2）加强对辐射工作人员的宣传教育，相关岗位人员应取得上岗证及相应资质方可上岗工作。

（3）严格落实本项目所提各项防护安全和环保措施及各项规章制度。

2.承诺

（1）公司严格落实环保设施和主体工程“三同时”验收规定。

（2）定期对各辐射工作场所严格检查和监测，确保各项指标均符合要求。

（3）现场检测过程中，厂外公共区域辐射剂量率不得超过《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中监督区边界外剂量率不大于 2.5μSv/h。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见： 公　　章 经办人 年　　月　　日
审批意见： 公　　章 经办人 年　　月　　日

附表　污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	环保投资估算（万元）
剂量限值或约束值	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作人员所受职业照射的剂量限值为连续 5 年内平均年有效剂量不超过 20mSv，根据辐射防护最优化原则，本项目取 5mSv/a 作为本项目探伤工作人员的年剂量约束值；公众人员的年有效剂量限值为 1mSv，根据辐射防护最优化原则，本项目取 0.1mSv/a 作为本项目公众人员的年剂量约束值。 控制区边界周围剂量当量率不大于 15μSv/h，监督区边界周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作人员所受职业照射的剂量限值为连续 5 年内平均年有效剂量不超过 20mSv，根据辐射防护最优化原则，本项目取 5mSv/a 作为本项目探伤工作人员的年剂量约束值；公众人员的年有效剂量限值为 1mSv，根据辐射防护最优化原则，本项目取 0.1mSv/a 作为本项目公众人员的年剂量约束值。 控制区边界周围剂量当量率不大于 15μSv/h，监督区边界周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。	/
移动式探伤防护措施	探伤作业时，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。 探伤现场配备提示“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”信号采用不同颜色等方式具有明显的区别，并且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设置警示灯。 在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号；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。	探伤作业时，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。 探伤现场配备提示“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”信号采用不同颜色等方式具有明显的区别，并且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设置警示灯。 在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号；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。	1
X 射线探伤机储存场所	设备间设置双锁防盗门、360°无死角 24 小时在线实时监控、夜间长明灯、红外报警仪，建立 X 射线探伤设备管理台账。	设备间设置双锁防盗门、360°无死角 24 小时在线实时监控、夜间长明灯、红外报警仪，建立 X 射线探伤设备管理台账。	
规章制度	制定了《辐射安全与环境保护管理领导小组》《X 射线机操作规程》《岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《辐射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《X 射线机使用登记制度》《监测设备使用及定期校验管理制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员个人剂量档案管理制度》《辐射事故应急预案》等规章制度。各项管理规章制度得到落实，记录完备。	制定了《辐射安全与环境保护管理领导小组》《X 射线机操作规程》《岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《辐射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《X 射线机使用登记制度》《监测设备使用及定期校验管理制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员个人剂量档案管理制度》《辐射事故应急预案》等规章制度。各项管理规章制度得到落实，记录完备。	/
应急预案	有完善的《辐射事故应急预案》。	有完善的《辐射事故应急预案》。	/
培训和考核	12 名从事探伤工作的人员均为新增人员，按照生态环境部培训考核要求，安排其在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加培训和考核，考核	12 名从事探伤工作的人员均为新增人员，按照生态环境部培训考核要求，安排其在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加培训和考核，考核	/

	合格方可从事辐射工作，做到100%持证上岗。探伤工作人员5年复训一次，严禁无证人员从事辐射工作活动。如果今后出现工作人员变化情况，公司承诺将及时安排其参加辐射安全防护培训，持证上岗。已有人员培训证到期的将及时安排参加辐射安全与防护的复训。	合格方可从事辐射工作，做到100%持证上岗。探伤工作人员5年复训一次，严禁无证人员从事辐射工作活动。如果今后出现工作人员变化情况，公司承诺将及时安排其参加辐射安全防护培训，持证上岗。已有人员培训证到期的将及时安排参加辐射安全与防护的复训。	
个人剂量档案	所有探伤工作人员定期开展个人剂量监测和职业健康监护，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案，个人剂量档案终生保存。	所有探伤工作人员定期开展个人剂量监测和职业健康监护，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案，个人剂量档案终生保存。	/
防护用品	本项目为每名探伤工作人员配备 1 套个人剂量计和1台个人剂量报警仪，每组 X 射线配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，共计 12 套个人剂量计、12 台个人剂量报警仪、4 台便携式 X-γ 剂量率仪、1mm 铅橡胶毯 8 张、10mm 铅板 1 块、5mm 铅板 3 块，同时警戒绳约 4100m。	本项目为每名探伤工作人员配备 1 套个人剂量计和1台个人剂量报警仪，每组 X 射线配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，共计 12 套个人剂量计、12 台个人剂量报警仪、4 台便携式 X-γ 剂量率仪、1mm 铅橡胶毯 8 张、10mm 铅板 1 块、5mm 铅板 3 块，同时警戒绳约 4100m。	4
痕迹化管理	凡属下列情况之一时，由有相应资质的技术服务机构进行此项监测，并留存检测报告：新开展现场射线探伤的单位；每年抽检一次；发现个人季度剂量（3个月）可能超过 1.25 mSv。	凡属下列情况之一时，由有相应资质的技术服务机构进行此项监测，并留存检测报告：新开展现场射线探伤的单位；每年抽检一次；发现个人季度剂量（3个月）可能超过 1.25 mSv。	/

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。