

中国核工业二三建设有限公司三澳项目部
X、 γ 射线室内探伤与移动探伤建设项目
竣工环境保护先行验收监测报告表

杭卫环（2024 年）验字第 047 号

（公示稿）

建设单位：中国核工业二三建设有限公司三澳项目部

编制单位：卫康环保科技（浙江）有限公司

编制日期：二〇二五年一月·杭州

目录

表一 项目基本情况	1
表二 项目建设情况	15
2.1 项目建设内容	15
2.2 源项情况	20
2.3 工程设备与工艺分析	27
2.4 污染源	37
2.5 人员配置情况	错误! 未定义书签。
2.6 操作时间	39
表三 辐射安全与防护设施/措施	40
3.1 工作场所布局和分区管理	40
3.2 屏蔽防护设施	42
3.3 辐射安全与防护措施/设施	44
3.4 辐射安全管理措施	51
3.5 放射性三废处理设施	53
3.6 非放射性废物处理设施	53
3.7 国家及省关于 γ 射线移动探伤的管理要求落实情况	54
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	64
4.1 环境影响报告表的主要结论	64
4.2 “浙环辐〔2024〕6号”批文审批决定	69
4.3 环评批复文件落实情况	70
表五 验收监测质量保证和质量控制	72
5.1 监测单位	72
5.2 监测项目	72
5.3 监测方法及技术规范	72
5.4 监测人员资格	72
5.5 监测分析过程中的质量保证和质量控制	72
表六 验收监测内容	74
6.1 监测因子及频次	74

6.2 监测布点	74
6.3 监测仪器	77
表七 验收监测	78
7.1 验收监测期间生产工况	78
7.2 验收监测结果	79
7.3 剂量监测和估算结果	85
表八 验收监测结论	89
8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况	89
8.2 污染物排放监测结果	89
8.3 工程建设对环境的影响	89
8.4 辐射安全防护、环境保护管理	89
8.5 后续要求	90

表一 项目基本情况

建设项目名称	中国核工业二三建设有限公司三澳项目部 X、γ射线室内探伤与移动探伤建设项目				
建设单位名称	中国核工业二三建设有限公司三澳项目部				
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 迁扩建				
建设地点	浙江省温州市苍南县霞关镇浙江三澳核电厂区内				
源项	放射源	6 枚 ^{192}Ir 放射源			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	使用 II 类射线装置 (4 台 X 射线探伤机)			
建设项目环评批复时间	2024 年 1 月 31 日	开工建设时间	2024 年 2 月 19 日		
取得辐射安全许可证时间	2024 年 7 月 3 日	项目投入运行时间	2024 年 8 月 26 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 8 月 26 日	验收现场监测时间	2024 年 12 月 5 日		
环评报告表审批部门	浙江省生态环境厅	环评报告表编制单位	卫康环保科技(浙江)有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	浙江林鸥建筑设计有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	中国核工业二三建设有限公司		
投资总概算(万元)	300	辐射安全与防护设施投资总概算(万元)	170	比例	56.7%
实际总投资(万元)	285	辐射安全与防护设施实际总概算(万元)	180	比例	63.2%
验收依据	<p>1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法(2014 年修订)》，中华人民共和国主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998 年 11 月 29 日；2017 年 7 月 16 日国务院第 682 号令修改；</p>				

续表一 项目基本情况

验收依据	<p>(4) 《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，2005 年 12 月 1 日起实施；2014 年 7 月 29 日国务院令 第 653 号第一次修订；2019 年 3 月 2 日国务院令 第 709 号第二次修订；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年 1 月 18 日环境保护总局令 第 31 号公布；2008 年 12 月 6 日环境保护部令 第 3 号第一次修正；2017 年 12 月 20 日第二次修正；2019 年 8 月 22 日第三次修正；2021 年 1 月 4 日第四次修正。</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(7) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，原国家环境保护总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(8) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《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 24 日印发；</p> <p>(10) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4 号，原环境保护部，2017 年 11 月 20 日；</p> <p>(11) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》，生态环境部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 15 日；</p> <p>(12) 《关于印发〈关于γ射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发〔2007〕8 号），国家环境保护总局，2007 年 1 月 15 日；</p> <p>(13) 《关于进一步加强γ射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环办函〔2014〕1293 号），环境保护部，2014 年 10 月 10 日；</p> <p>(14) 《浙江省γ射线移动探伤作业辐射安全管理规定》，浙江省生态环境厅，2023 年 1 月 3 日；</p> <p>(15) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令 第 388 号，2021 年 2 月 10 日；</p>
------	---

续表一 项目基本情况

验收依据	<p>(16) 《浙江省辐射环境管理办法(2021年修正)》，浙江省人民政府令第388号，2021年2月10日；</p> <p>(17) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部部令第23号，自2022年1月1日起施行；</p> <p>(18) 《关于发布射线装置分类办法的公告》(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05日；</p> <p>(19) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会第71号公告，2022年5月27日；</p> <p>2、建设项目竣工环境保护验收技术规范：</p> <p>(1) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》，HJ1326-2023，2024年02月01日施行。</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB18871-2002，2003年04月01日；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》，HJ61-2021，2021年05月11日；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》，HJ1157-2021，2021年05月01日；</p> <p>(5) 《工业探伤放射防护标准》，GBZ 117-2022，2023年03月01日实施；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》，GBZ/T250-2014，2014年10月01日实施；</p> <p>(7) 《危险废物贮存污染控制标准》，GB18597-2023，2023年07月01日起实施；</p> <p>(8) 《放射性物质安全运输规程》，GB 11806-2019，2019年04月01日起实施；</p> <p>(9) 《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》，GA 1002-2012，2012年9月1日实施；</p>
------	--

续表一 项目基本情况

验收依据	<p>3、建设项目环境影响报告表及其审批部门的审批决定：</p> <p>(1) 《中国核工业二三建设有限公司三澳项目部 X、γ射线室内探伤与移动探伤建设项目环境影响报告表》，卫康环保科技（浙江）有限公司，2023 年 10 月；</p> <p>(2) 关于《中国核工业二三建设有限公司三澳项目部 X、γ射线室内探伤与移动探伤建设项目环境影响报告表》的审查意见，浙环辐〔2024〕6 号，浙江省生态环境厅，2024 年 1 月 31 日；</p> <p>4、其他相关文件</p> <p>(1) 辐射安全许可证；</p> <p>(2) 辐射安全管理机构文件及各项辐射安全管理规章制度；</p> <p>(3) 辐射防护与安全知识培训证书；</p> <p>(4) 个人剂量检测报告；</p> <p>(5) 职业健康体检报告；</p> <p>(6) 本项目检测报告及资质；</p> <p>(7) 危险废物处置合同；</p> <p>(8) 废旧放射源回收协议。</p>
验收执行标准	<p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中的源的安全。</p> <p>4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制</p> <p>4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中的规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。</p> <p>4.3.2.2 应对个人所受到的潜在照射危险加以限制，使来自各项获准实践的所有潜在照射所致的个人危险与正常照射剂量限值所相应的健康危险处于同一数量级水平。</p> <p>4.3.3 防护与安全的最优化</p>

续表一 项目基本情况

验收 执 行 标 准	<p>4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射,应使防护与安全最优化,使得在考虑了经济和社会因素之后,个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平;这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。</p> <p>第 6.4.1 款, 控制区</p> <p>第 6.4.1.1 款, 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。</p> <p>第 6.4.2 款, 监督区</p> <p>第 6.4.2.1 款, 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。</p> <p>B1 剂量限值</p> <p>第 B1.1.1.1 款, 应对任何工作人员的照射水平进行控制,使之不超过下述限值:由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv; 本项目取其四分之一即 5mSv 作为个人剂量约束值。</p> <p>第 B1.2 款 公众照射实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:</p> <p>a) 年有效剂量, 1mSv; 本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为个人剂量约束值。</p> <p>2、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)</p> <p>本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。</p> <p>本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作(包括固定式探伤和移动式探伤), 工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。</p> <p>5 探伤机的放射防护要求</p>
------------------------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>5.2.2 γ 射线探伤机的维护</p> <p>5.2.2.1 应定期对 γ 射线探伤机中涉及放射防护的部件进行检查维护，发现问题及时维修。维修 γ 射线探伤机时，应由厂家专业人员将放射源倒入换源器后进行。使用单位人员不应单独对探伤机进行维修。</p> <p>5.2.2.2 应经常对 γ 射线探伤机的控制组件包括摇柄、源传输导管进行润滑擦洗，齿轮应经常添加润滑剂，并对源传输导管接头进行擦洗，避免灰尘和砂粒。</p> <p>5.2.3 放射源的贮存和领用</p> <p>5.2.3.1 使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤机）的贮存库。</p> <p>5.2.3.2 移动式探伤工作间歇临时贮存含源容器或放射源、控制源，应在专用的贮存设施内贮存。现场存储设施包括可上锁的房间、专用存储箱或存储坑等。应具有与使用单位主要基地的存储设施相同级别的防护。临时贮存完毕，应进行巡测，确保存储安全。</p> <p>5.2.3.3 放射源贮存设施应达到如下要求：</p> <p>a) 严格控制对周围人员的照射、防止放射源被盗或损坏，并能防止非授权人员采取任何损伤自己或公众的行动，贮存设施门口应设置电离辐射警告标志；</p> <p>b) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；</p> <p>c) 在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 或者审管部门批准的控制水平；</p> <p>d) 贮存设施的门应保持在锁紧状态，实行双人双锁管理；</p> <p>e) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。</p> <p>5.2.3.4 放射源的储存应符合 GA 1002 的相关要求。</p> <p>5.2.3.5 使用单位应制定放射源领用及交还制度，建立领用台</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>帐，明确放射源的流向，并有专人负责。</p> <p>5.2.3.6 领用、交还含放射源的源容器时，应对离源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率进行测量，确认放射源在源容器内。含放射源的源容器应按规定位置存放，领用和交还都应有详细的登记。</p> <p>5.2.4 放射源的运输和移动</p> <p>5.2.4.1 放射源的货运运输要求按 GB 11806 的规定执行，应满足 A 类与 B 类运输货包要求。在运输过程中，源窗应处于关闭状态，并有专门的锁定装置。</p> <p>5.2.4.2 含源装置应置于储存设施内运输，只有在合适的源容器内正确锁紧并取出钥匙后方能移动。</p> <p>5.2.4.3 在不涉及公用道路的厂区内移动时，应使用小型车辆或手推车，使含源装置处于人员监视之下。</p> <p>5.2.5 废旧放射源的处理使用单位应与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。放射源的购买及报废手续应遵照相应主管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。</p> <p>6 固定式探伤的放射防护要求</p> <p>6 探伤室放射防护要求</p> <p>6.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的放射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。</p> <p>6.1.2 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。</p> <p>6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：</p> <p>a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>其值应不大于$100\mu\text{Sv}/\text{周}$，对公众场所，其值应不大于$5\mu\text{Sv}/\text{周}$；</p> <p>b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$；</p> <p>6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：</p> <p>a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；</p> <p>b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量率参考控制水平通常可取$100\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>6.1.5 探伤室应设置门~机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门~机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。</p> <p>6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“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。在醒目的位置处应有对“预备”和“照射”信号意义的说明。</p> <p>6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p> <p>6.1.8 探伤室防护门上应有符合GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p> <p>6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>有标签，标明使用方法。</p> <p>6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。</p> <p>6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p> <p>6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求</p> <p>6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门~机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。</p> <p>6.2.2 探伤工作人员进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。</p> <p>6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p> <p>6.2.4 交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。</p> <p>6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。</p> <p>6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。</p> <p>6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤，应遵循本标准第7.1条~第7.4条的要求。</p> <p>6.3 探伤设施的退役</p> <p>当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：</p>
--------	--

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>a) 有使用价值的 γ 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构, 或者按照本标准第5.2.5条中废旧放射源的处理要求执行。</p> <p>b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与 γ 射线源一样对待。</p> <p>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。</p> <p>d) 包含低活度 γ 射线源的管道爬行器, 应按照相关要求执行。</p> <p>e) 当所有辐射源从现场移走后, 使用单位按监管机构要求办理相关手续。</p> <p>f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p> <p>g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测, 以确认现场没有留下放射源, 并确认污染状况。</p> <p>7 移动式探伤的放射防护要求</p> <p>7.1 作业前准备</p> <p>7.1.1 在实施移动式探伤工作前, 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)。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>7.2 分区设置</p> <p>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</p>
--------	--

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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率应按公式（1）计算：</p> $\dot{H} = \frac{100}{\tau} \dots\dots\dots \text{公式（1）}$ <p>\dot{H}：控制区边界周围剂量当量率，单位为μSv/h； 100：5mSv平均分配到每年50工作周的数值，即100μSv/周； τ：每周实际开机时间，单位为小时（h）。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。</p> <p>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。</p> <p>7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于</p>
--------	--

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>7.3 安全警示</p> <p>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，通过适合的途经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。</p> <p>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。</p> <p>7.3.3 X射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。</p> <p>7.3.4 在控制区的所有边界都应清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。</p> <p>7.3.5 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。</p> <p>7.4 边界巡查与检测</p> <p>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。</p> <p>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见，应安排足够的人员进行巡查。</p> <p>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。</p>
--------	--

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>7.5 移动式探伤操作要求</p> <p>7.5.1 X射线移动式探伤</p> <p>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(仅开口定向照射口)。</p> <p>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。</p> <p>7.5.2 γ射线移动式探伤</p> <p>7.5.2.1 应根据要进行射线探伤的物体的类型和尺寸,确定所使用的放射性核素。对于有多个γ射线源的使用单位,应使用与获得所需射线照片相一致的最低活度源。</p> <p>7.5.2.2 探伤作业开始前应备齐下列防护相关物品,并使其处于正常状态:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) 便携式 X-γ 剂量率仪和个人剂量计、个人剂量报警仪; b) 导向管,控制缆和遥控; c) 准直器和局部屏蔽; d) 现场屏蔽物; e) 警告提示和信号; f) 应急箱,包括放射源的远距离处理工具; g) 其他辅助设备,例如:夹钳和定位辅助设施。
--------	--

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>7.5.2.3 探伤工作完成后，操作人员应使用便携式 X-γ 剂量率仪进行监测，以确保所有 γ 放射源均已完全退回源容器中，并且没有任何放射源留在曝光位置或脱落。操作人员在离开现场之前，应进行目视检查，以确保设备没有损坏。应通过锁定曝光设备并将防护屏蔽放在适当位置来准备好运输设备。曝光装置和辅助设备应物理固定在车辆中，以免在运输过程中脱落（或掉落）、损坏。</p> <p>3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）</p> <p>本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。</p> <p>3.2 需要屏蔽的辐射</p> <p>3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。</p> <p>3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。</p> <p>3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。</p> <p>3.3 其他要求</p> <p>3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。</p> <p>3.3.2 探伤装置的操作间应置于探伤室外，操作间和人员门应避开有用线束照射的方向。</p> <p>3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。</p> <p>3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。</p> <p>3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>4、《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2019）</p> <p>本标准规定了常规运输条件、正常运输条件和运输事故条件下放射性物品运输安全要求。本标准适用于放射性物品（包括伴随使用的放射性物质）的陆地、水上和空中任何方式的运输。</p> <p>8.4.2.3 货包、外包装、运输罐和集装箱的堆集限额按如下规定控制：</p> <p>在常规运输条件下，运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h，在距运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 0.1mSv/h。</p> <p>5、项目管理目标</p> <p>综合考虑《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》（GBZ117-2022）评价标准，本次固定式探伤和移动式探伤项目管理目标确定为：</p> <p style="padding-left: 2em;">（1）固定式探伤</p> <p style="padding-left: 4em;">①辐射剂量率控制水平：</p> <p style="padding-left: 4em;">探伤室四周墙体及防护门表面外 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5μSv/h，探伤室顶棚表面外 30cm 处辐射剂量率不大于 100μSv/h（人员不可达，且立体张角范围内无其它建筑物）。</p> <p style="padding-left: 4em;">②剂量约束值：</p> <p style="padding-left: 4em;">职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众成员年有效剂量不超过 0.25mSv。</p> <p style="padding-left: 2em;">（2）移动式探伤</p> <p style="padding-left: 4em;">①辐射剂量率控制水平：</p> <p style="padding-left: 4em;">移动探伤项目控制区边界的周围剂量当量率为 15μSv/h，监督区边界的周围剂量当量率为 2.5μSv/h。</p> <p style="padding-left: 4em;">②剂量约束值：</p> <p style="padding-left: 4em;">职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众成员年有效剂量不超过 0.25mSv。</p>
--------	--

表二 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 项目概况

中国核工业二三建设有限公司三澳项目部（以下简称“项目部”）成立于 2021 年，为中国核工业二三建设有限公司的分公司，主要承接核电工程施工业务。项目部为浙江三澳核电站的建设方之一，主要承担一期工程 2 号核岛安装工程的建设。

项目部为浙江三澳核电站安装工程施工方之一，施工过程需对核电设施及工件（管道、罐体、平板件等）焊缝进行无损检测，在三澳核电站建设区内配套开展 X、 γ 射线室内固定探伤和现场移动探伤。项目部在中国核工业二三建设有限公司临建区建设 1 间探伤室及操作间、1 间工具间、1 间暗室及评片室开展固定式探伤工作；在 1~2 机组核岛区域和 3~6 号机组核岛区域进行移动探伤作业；配备 6 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机（含 6 枚 ^{192}Ir 放射源，出厂活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ）及 4 台 X 射线探伤机用于固定式探伤和现场移动探伤作业。项目部不新建放射源库，放射源依托中广核苍南核电有限公司中广核浙江三澳核电站放射源暂存库贮存。

2023 年 10 月，项目部委托卫康环保科技（浙江）有限公司编制《中国核工业二三建设有限公司三澳项目部 X、 γ 射线室内探伤与移动探伤建设项目环境影响报告表》；2024 年 1 月 16 日，浙江省生态环境厅对该项目进行审批，审批文号为：浙环辐（2024）6 号。

项目部已于 2024 年 07 月 03 日申领了《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证[00004]，种类和范围：使用 II 类射线装置，使用 II 类放射源；有效期至 2029 年 07 月 02 日（见附件 3）。辐射安全许可证许可规模：9 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机和 5 台工业用 X 射线探伤装置。

本项目于 2024 年 6 月 20 日竣工，于 2024 年 8 月 26 日投入调试。项目部在中国核工业二三建设有限公司临建区公告栏处进行了竣工和调试公示。

受中国核工业二三建设有限公司三澳项目部委托，卫康环保科技（浙江）有限公司于 2024 年 10 月开展该项目竣工环境保护验收工作。在现场监测、检查的

续表二 项目建设情况

基础上，编制该项目竣工环境保护验收监测报告表。

2.1.2 项目建设内容及规模

本项目建设内容：在中国核工业二三建设有限公司临建区建设 1 间探伤室及操作间、1 间工具间、1 间暗室及评片室开展固定式探伤工作；在 1~2 机组核岛区域和 3~6 号机组核岛区域进行移动探伤作业；配备 6 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机（含 6 枚 ^{192}Ir 放射源，出厂活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ）及 4 台 X 射线探伤机用于固定式探伤和现场移动探伤作业。项目部分阶段购置 γ 射线探伤机和 X 射线探伤机，因此本项目进行先行验收。

（1）X 射线探伤机

项目部配备了 4 台 X 射线探伤机，用于室内探伤或现场移动探伤，均属于 II 类射线装置。环评及验收阶段设备规模见表 2-1。

（2） γ 射线探伤机

项目部目前配备 6 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机（各含 1 枚 ^{192}Ir 放射源），用于室内探伤或现场移动探伤。 ^{192}Ir 放射源属于 II 类放射源。环评及验收阶段设备规模见表 2-2。本次验收放射源基本情况见表 2-5。

2.1.3 工程地理位置及周围环境

本项目位于浙江省温州市苍南县霞关镇三澳村的浙江三澳核电厂区内。三澳核电厂址位于浙江省温州市苍南县霞关镇，厂址三面临海，一面靠山。主厂区中心位置地理坐标为：北纬 $27^{\circ}11'56''$ ，东经 $120^{\circ}31'01''$ 。厂址距离 NNW 方位的苍南县城约 35km，距离 N 方位的温州市区约 90km。本项目探伤室及操作间、暗室及评片室、依托的现有放射源暂存库等辅助用房和移动探伤现场均位于浙江三澳核电厂厂区内。本项目的探伤室和现场探伤所在的三澳核电厂区三澳核电厂地理位置见图 2-1，周围环境状况见图 2-2。

（1）探伤室

本项目探伤室位于浙江三澳核电厂内中国核工业二三建设有限公司临建区西侧，探伤室为独立的一层建筑；探伤室及操作间东侧紧邻为厂内道路，再东侧距离探伤室 5m 为气体站、垃圾池和物资堆场；南侧紧邻为厂内道路，再南侧距离探伤室 22m 为物资堆场和通风保温预制车间；西侧隔道路为山体，北侧隔厂

续表二 项目建设情况

区内道路为山体。探伤室周围环境情况见图 2-3。

根据本项目现场调查，探伤室周围 50m 验收调查范围内主要为气体站、垃圾池、物资堆场、通风保温预制车间、厂区道路、山体。本项目周围 50m 内无居住区、学校、医院等环境敏感目标。

(2) 移动探伤

本项目移动探伤主要位于 1、2 号机组核岛区域，后续可能涉及三澳核电二期 3~6 号机组核岛区域。1~2 号核岛东侧为厂内道路及临建建筑，南侧为常规岛，西侧为厂内道路及规划的 3~6 号核岛，北侧为厂内道路及现有放射源暂存库。拟规划的 3~6 号核岛东侧为厂内道路，南侧为大海，西侧为中国核工业二三建设有限公司临建区，北侧为中核五公司、中电建公司临建区。

移动探伤无固定的作业地点，根据承接项目的需要，在施工现场进行，具体操作地点的选择严格按照项目部管理制度进行。本次验收移动探伤地址位于温州市苍南县霞关镇三澳村三澳核电厂区 2 号核岛内，移动探伤验收监测现场周围环境状况见图 2-4。

(3) 放射源

项目部不新建放射源库，本项目放射源依托中广核苍南核电有限公司中广核浙江三澳核电厂已建的放射源暂存库贮存。放射源暂存库位于 1# 机组核岛北侧，放射源暂存库东侧紧邻为厂内道路及临建建筑，南侧紧邻为厂内道路及 1 号核岛，西侧 5m 为临建建筑，北侧 5m 和 18m 分别为管理室和常规岛。放射源暂存库采用“永临结合”式的方案设计，共设置 A、B、C、D 四个源室和一个备用间，共设置 95 个源柜，各源柜仅放一枚放射源。项目部所购买的放射源均贮存在 D 源室内。放射源暂存库的设置能够满足放射源存放的要求。2023 年 11 月 3 日，中广核苍南核电有限公司对放射源暂存库进行了竣工环境保护自主验收，形成了验收意见。本项目不对该放射源暂存库进行验收。

2.1.4 探伤工作场所平面布置

本项目探伤工作场所由探伤室、操作间、工具间组成。探伤室南侧开设 1 扇工件进出门，东侧开设 1 扇工作人员进出门，通风口位于探伤室西北角。操作间

续表二 项目建设情况

和工具间位于探伤室东侧。探伤室平面布置图平面布置图见图 2-5，探伤室剖面图见图 2-6。

暗室位于浙江三澳核电厂内中国核工业二三建设有限公司临建区办公楼东南侧一层。暗室设置废液收集桶，用于洗片作业产生的显（定）影废液和洗片的临时暂存。暗室所在的中国核工业二三建设有限公司临建区平面布置图见图 2-3。

2.1.5 项目变动情况

经现场调查、查阅资料，并与环评批复作对比，项目部实际购置 4 台 X 射线探伤机用于室内探伤和移动探伤。其中 1 台 350kV、5mA 的 X 射线探伤机变更为 XXG-3005 型（300kV、5mA）X 射线探伤机，1 台 250kV、5mA 的 X 射线探伤机变更为 CP160B（160kV、5mA）X 射线探伤机，购置 2 台 200kV、5mA 的 X 射线探伤机，1 台 200kV、5mA 的 X 射线探伤机暂未购买。X 射线探伤机的数量和最大管电压、管电流均未超出环评时的规模，均属于 II 类射线装置，未超出辐射许可范围。

项目部实际新增 6 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机，用于室内探伤和移动探伤。经现场调查、查阅资料，并与环评规模和辐射安全许可证许可规模进行对比，3 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机暂未购买，根据项目部业务需求再进行购置，未超出辐射许可范围。

项目部分阶段购置 γ 射线探伤机和 X 射线探伤机，因此本项目进行先行验收。

项目部危废暂存库不再进行建设，暗室设置危废收集桶收集危险废物，待收集满后，危废收集桶统一送中广核三澳核电厂建设的危废暂存库内暂存。

对照《核技术利用建设项目重大变动清单（征求意见稿）》意见的通知（环办便函〔2023〕230 号）的规定，本项目无重大变动。

2.1.6 辐射安全与防护设施实际总投资

本次竣工环保验收项目实际总投资额约 285 万元，其中辐射安全与防护设施实际总概算 180 万元，辐射安全与防护设施总概算占总投资额 63.2%。本次竣工环保验收项目辐射安全与防护设施具体环保投资详见表 2-3。

续表 2 项目建设情况

表 2-1 环评与验收阶段探伤设备规模及有关技术参数对照表

序号	环评阶段					竣工验收阶段						
	设备名称	设备型号	数量	主要技术参数	类别	设备名称	设备型号	数量	主要技术参数	工作场所	用途	备注
1	X 射线探伤机 (定向)	型号待定	1 台	350kV、5mA	II类	X 射线探伤机 (定向)	XXG-3005型	1 台	300kV、5mA	室内探伤 和移动探 伤	无损 检测	设备额 定管电 压、管电 流变小 购置 2 台, 1 台 暂未购 买
2	X 射线探伤机 (定向)	型号待定	1 台	250kV、5mA	II类	X 射线探伤机 (定向)	CP160B	1 台	160kV、5mA			
3	X 射线探伤机 (定向)	型号待定	3 台	200kV、5mA	II类	X 射线探伤机 (定向)	XXG-2005型	2 台	200kV、5mA			

表 2-2 γ射线探伤机环评、许可和验收阶段设备规模对照表

序号	环评阶段					辐射安全许可阶段			竣工验收阶段				
	设备名称	放射源核素名称	数量	最大活度 (Bq)	放射源种类	数量	最大活度 (Bq)	放射源种类	数量	最大活度 (Bq)	放射源种类	工作场所	备注
1	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	11 台	3.7×10 ¹²	II类	9 台	3.7×10 ¹²	II类	6 台	3.7×10 ¹²	II类	室内探伤和移 动探伤	购置 6 台, 3 台暂未购买
2	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	1 台	3.7×10 ¹²	II类	/	/	/	/	/	/		/

续表二 项目建设情况

表 2-3 辐射安全与防护设施投资一览表

序号	项目	投资金额（万元）
1	探伤室建设、工作状态指示灯、紧急停机按钮、视频监控系统、固定式辐射剂量监测系统、机械通风设施、警戒线、警告牌等	127
2	个人剂量监测、辐射安全与防护培训、职业健康体检	13
3	辐射剂量监测仪、个人剂量报警仪	22
4	危险废物等处理	10
5	辐射安全管理规章制度及竣工环保验收	8

2.2 源项情况

本项目所用射线装置和放射源技术参数见表 2-4~表 2-5。

表 2-4 本次 X 射线探伤机技术参数表

序号	设备名称	类别	型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	工作场所
1	X 射线探伤机 (定向)	II 类	XXG-3005型	300	5	室内探伤和 移动探伤
2	X 射线探伤机 (定向)	II 类	CP160B	160	5	
3	X 射线探伤机 (定向)	II 类	XXG-2005型	200	5	

表 2-5 本次验收 γ 探伤放射源技术参数一览表

序号	核素名称	出厂活度 (Bq)	出厂时间	放射源编码
1	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2024.08.13	0324IR013142
2	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2024.08.13	0324IR013132
3	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2024.09.25	0324IR015382
4	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2024.10.22	0324IR016672
5	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2024.12.12	0324IR018572
6	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2025.01.08	0325IR000882



图 2-1 本项目地理位置图

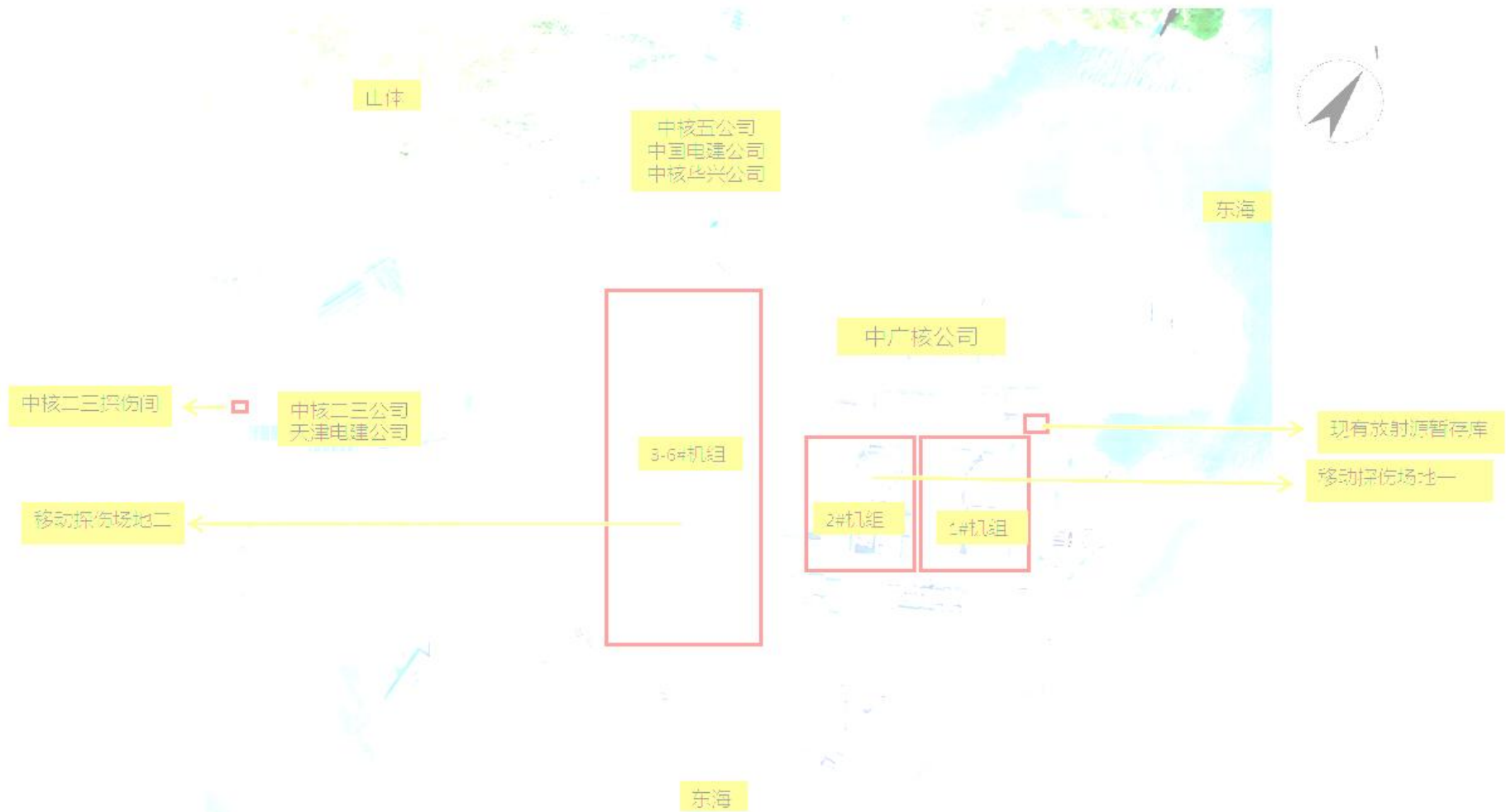


图 2-2 探伤室和移动探伤所在三澳核电厂区周围环境状况图

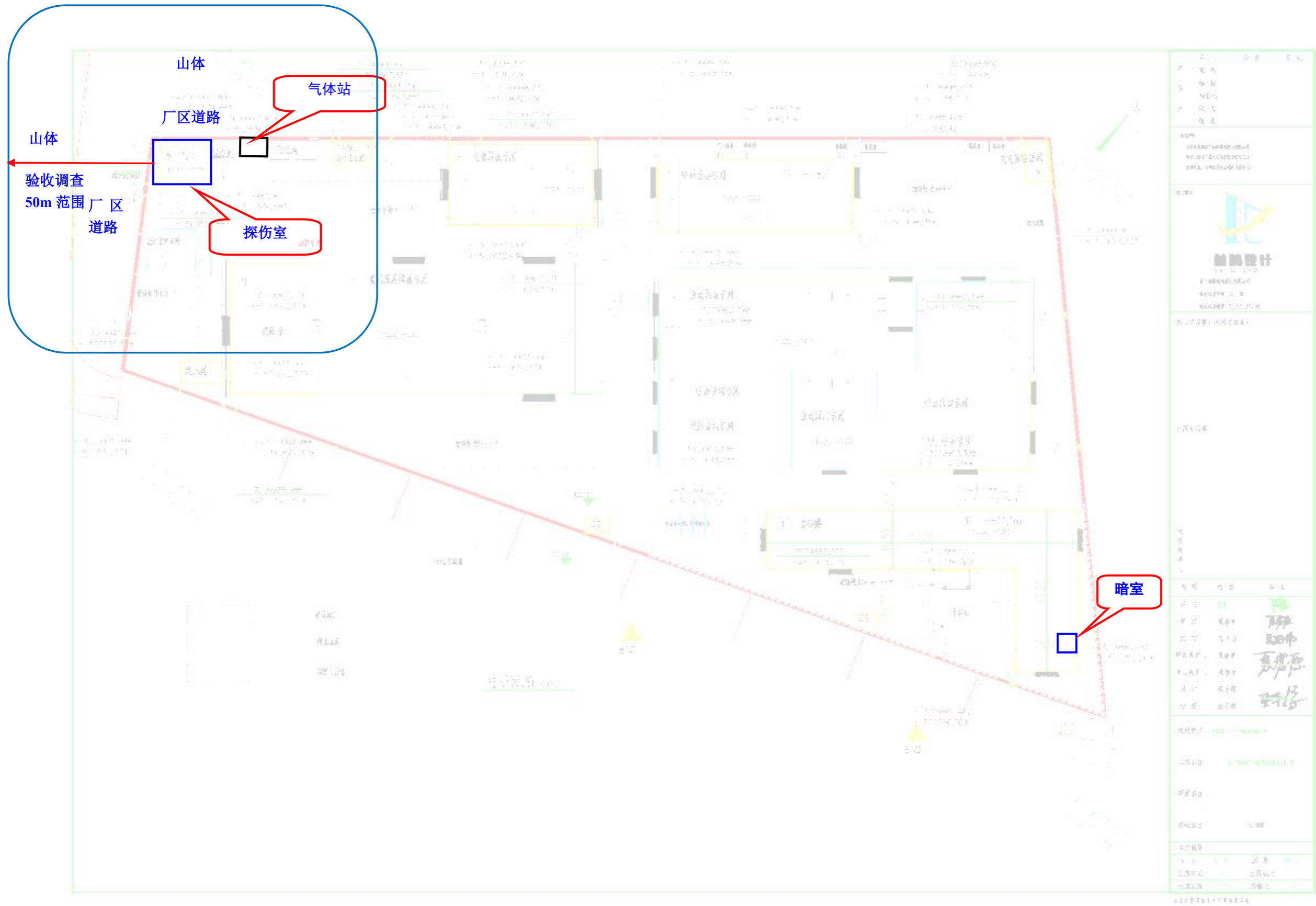


图 2-3 中国核工业二三建设有限公司临建区平面布置图及探伤室周围环境状况图

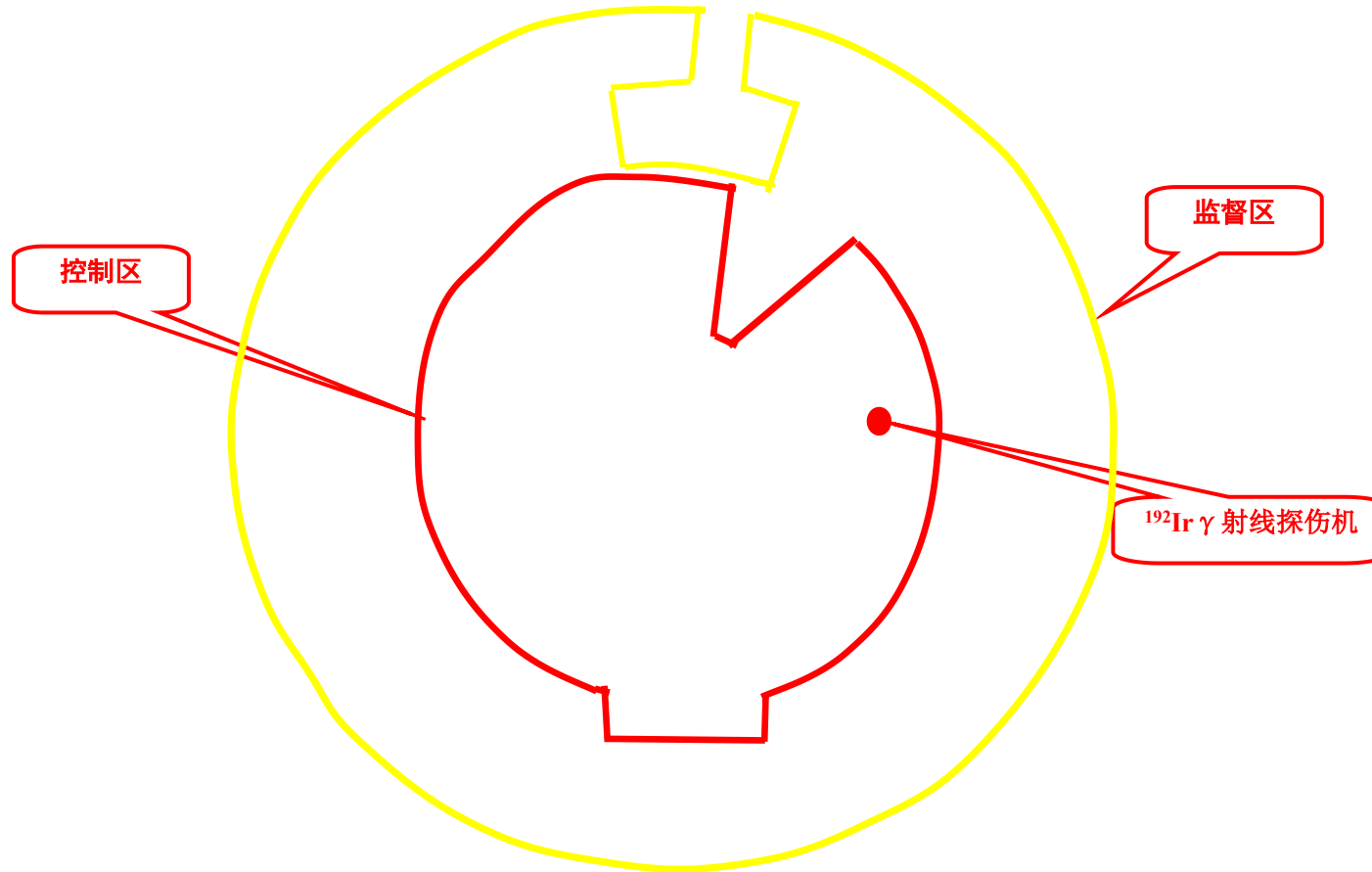


图 2-4 本项目移动探伤周围环境状况图（2 号核岛 2BRX 区域+1.2m 层）

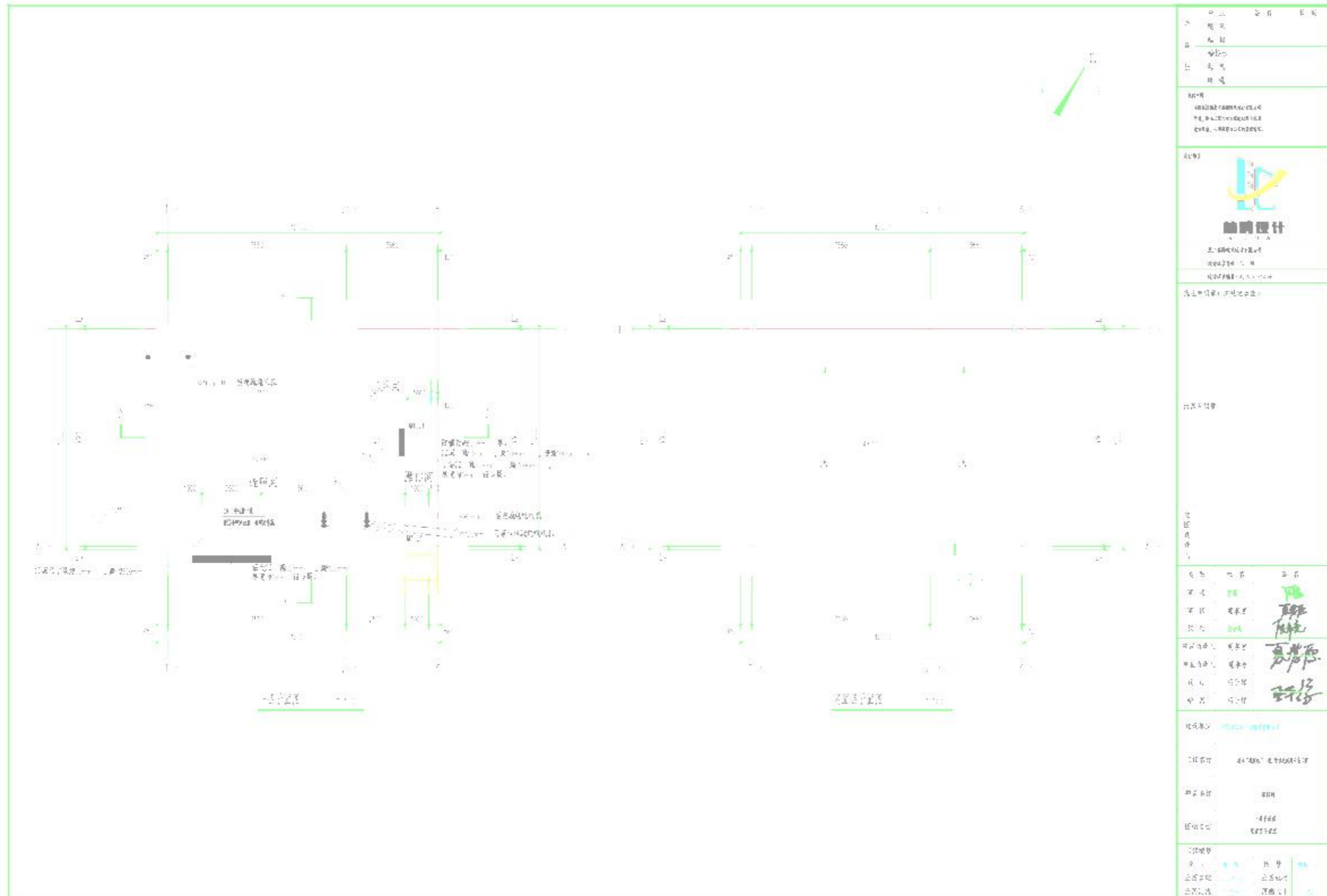


图 2-5 探伤室平面布置图

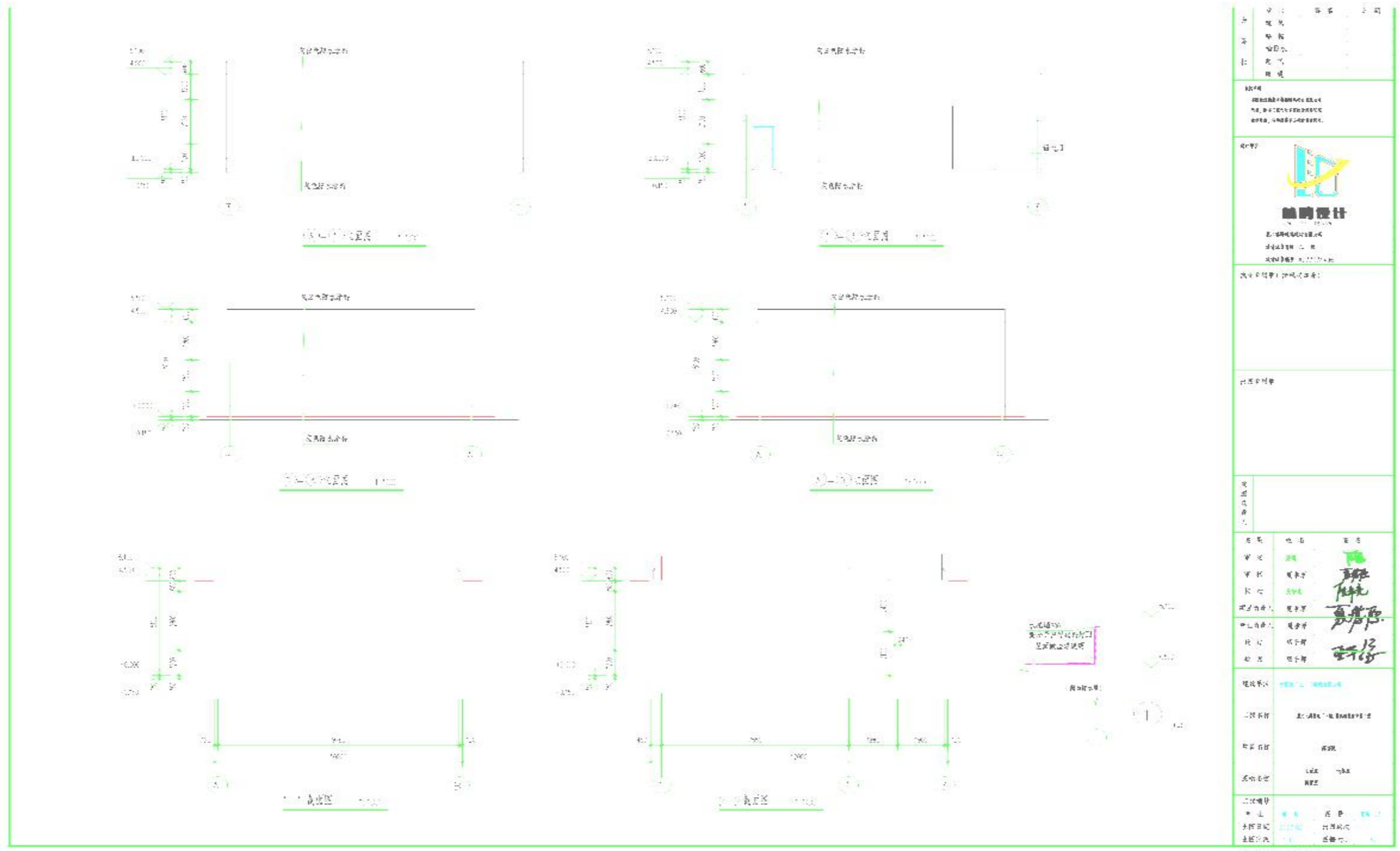


图 2-6 探伤室剖面布置图

续表二 项目建设情况

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 探伤设备组成

(1) γ 射线探伤机

本项目所用的便携式 γ 射线探伤机，结构简单，主要由加长输源导管、源屏蔽容器、遥控控制线及摇把组成。源屏蔽容器是探伤机的主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器，其最外层为钢包壳，内部是贫铀屏蔽层，容器钢壳与贫铀之间充以泡沫塑料，用来减弱和吸收贫铀材料的韧致辐射。源屏蔽容器的一端有连锁装置，用来连接控制线缆；另一端通过管接头和输源导管连接。放射源存储于源屏蔽容器内，并设计有多项安全锁定位置，只有将输源导管及控制线缆与源屏蔽容器正确、可靠连接，并打开安全锁后，才可以将放射源送出容器，缺少任何一个环节，放射源均无法送出，保证放射源的安全使用。未工作时放射源位于源屏蔽容器的“S”形管道中央，以防射线的直通照射，容器外表面的辐射水平远小于允许值。工作时，转动快门环操作偏心轮，使偏心轮中的曝光通道和源通道对直，用快速接头把输源导管和源容器连起来，输源导管的另一端部构成照射头，操作遥控装置将放射源移出源容器至照射头，进行曝光探伤检测。 γ 射线探伤机的外观图见图 2-7。

图 2-7 γ 射线探伤机外观图

续表二 项目建设情况

(2) X 射线探伤机

X 射线探伤机由 X 射线管头组装体、控制箱和连接电缆三部分组成。定向机是射线方向固定的，射线出束圆锥角一般在 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 范围。X 射线探伤机具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点，曝光时间最长为 5min。为延长 X 射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以 1:1 方式工作和休息，确保 X 射线管充分冷却，防止过热。本项目 X 射线探伤机外观图见 2-8。



图 2-8 X 射线探伤机外观图

2.3.2 工作原理

(1) γ 射线探伤机工作原理

γ 射线探伤机在工作过程中，通过 ^{192}Ir 放射源产生的 γ 射线对受检工件进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像，显示裂缝所在位置， γ 射线探伤机据此实现探伤目的。内部结构见图 2-9。

续表二 项目建设情况

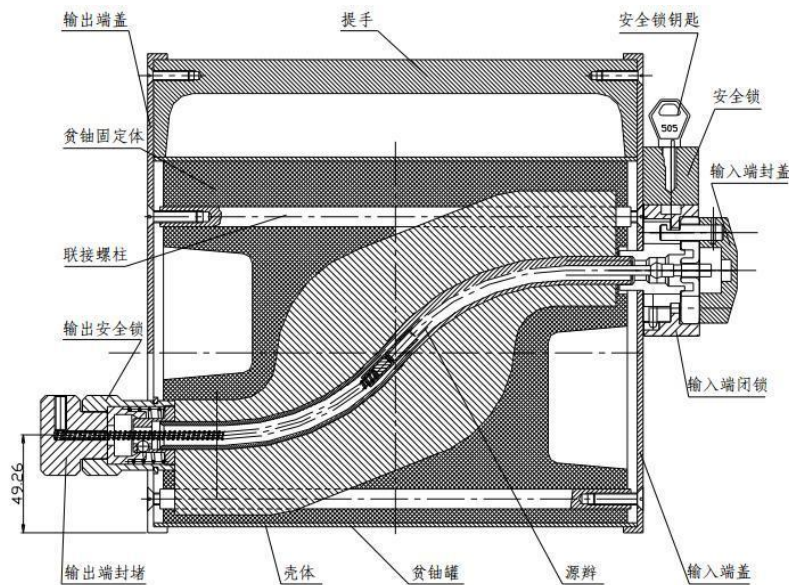


图 2-9 γ 射线探伤机内部结构示意图

(2) X 射线机工作原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。典型的 X 射线管结构件图 2-10。

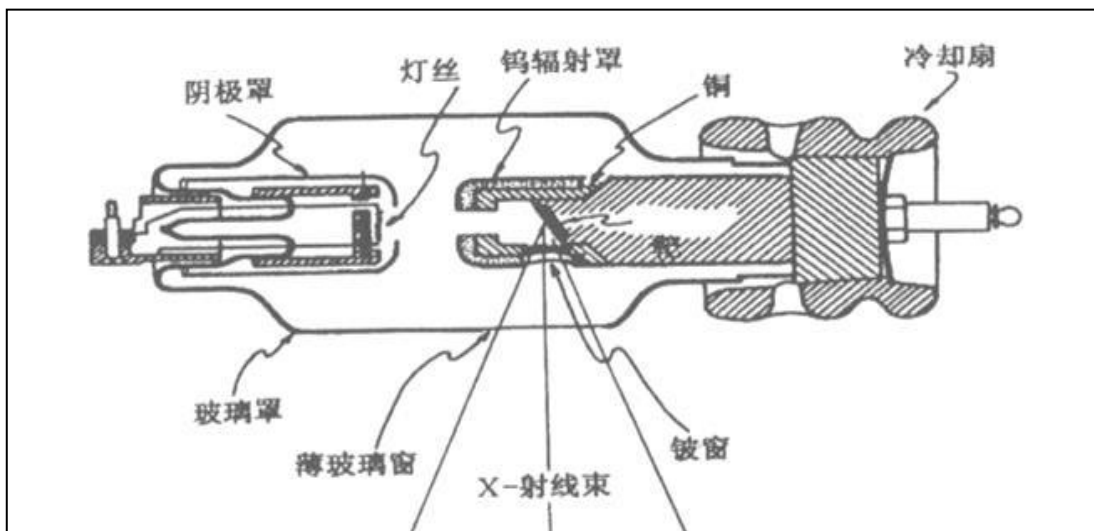


图 2-10 典型 X 射线管结构图

续表二 项目建设情况

2.3.3 探伤工作流程及产污环节

2.3.3.1 γ 放射源存取与运输流程

放射源统一存储在三澳核电现场 BEN 源库，源库由中广核工程有限公司统一管理。三澳核电现场实行放射性物质授权管理制度，授权专人领源和还源，其授权文件、个人信息、照片和签字（笔迹）向总承包单位备案；取得授权的人员方可进入源库进行放射性物质的领取、归还、盘点等工作。

（1） γ 射线放射源的领取流程

领用放射源需办理领用手续，领用申请需经项目部安全监督部和 NDE 试验部负责人签字，并经中广核工程有限公司相关部门审批后，凭签字的领用申请从放射源库领用放射源。放射源领用在经审批的《射线探伤作业安全许可证》中规定的作业开始半小时内。经表面剂量率测量后在放射源库登记领用信息，同时填写《放射源领用、归还记录》。

（2） γ 射线放射源运输流程

三澳核电厂区内放射源运输由 NDE 试验部负责，承运的司机必须经过授权。放射源运输车辆为专车专用，车身张贴辐射标志，车顶设置警示灯。运输放射源的授权司机和押运人员均经辐射安全与防护培训学习并考核合格，按照厂区内规定时间、速度、路线行驶。放射源卸车前，必须对探伤机表面进行检测，确保放射源在探伤机内。运输放射源中途严禁非计划停车和上下非授权人员，中途若有异常情况时，应有专人看管，防止被盗。

放射源运输车辆未经中广核工程公司审批无法驶出三澳核电厂区，目前核电厂区门口已经安装了环境剂量监测系统，放射性物质运输会触发报警。

（3） γ 射线放射源的入库流程

射线探伤工作结束，放射源需当天归还，探伤作业人员和押运人员会对探伤机表面剂量进行监测，无异常后填写《放射源领用、归还记录》并装车运输返回源库。作业完成后放射源送回放射源库时间不得超过《射线探伤作业安全许可证》中规定的作业完成时间。

在存入源库前，源库管理人员会对放射源表面剂量进行监测，确保放射源在探伤机内后允许入库。

续表二 项目建设情况

2.3.3.2 X 射线贮存、领用、返还流程

(1) X 射线探伤机的贮存

X 射线探伤机存放在探伤室东侧工具间内，并安排专人保管，保管人员经过授权。X 射线探伤机贮存场所设置双人双锁，24 小时监控设施。

(2) X 射线探伤机的领用及归还

- 1、X 射线探伤机必须凭审批《射线探伤作业安全许可证》领用。
- 2、X 射线探伤机必须由授权人员领用及归还。
- 3、领用时应及时填写领用记录，并经保管人员确认后领出 X 射线探伤机。
- 4、归还 X 射线探伤机时，保管人员应对 X 射线探伤机进行检查，确保完好无损。

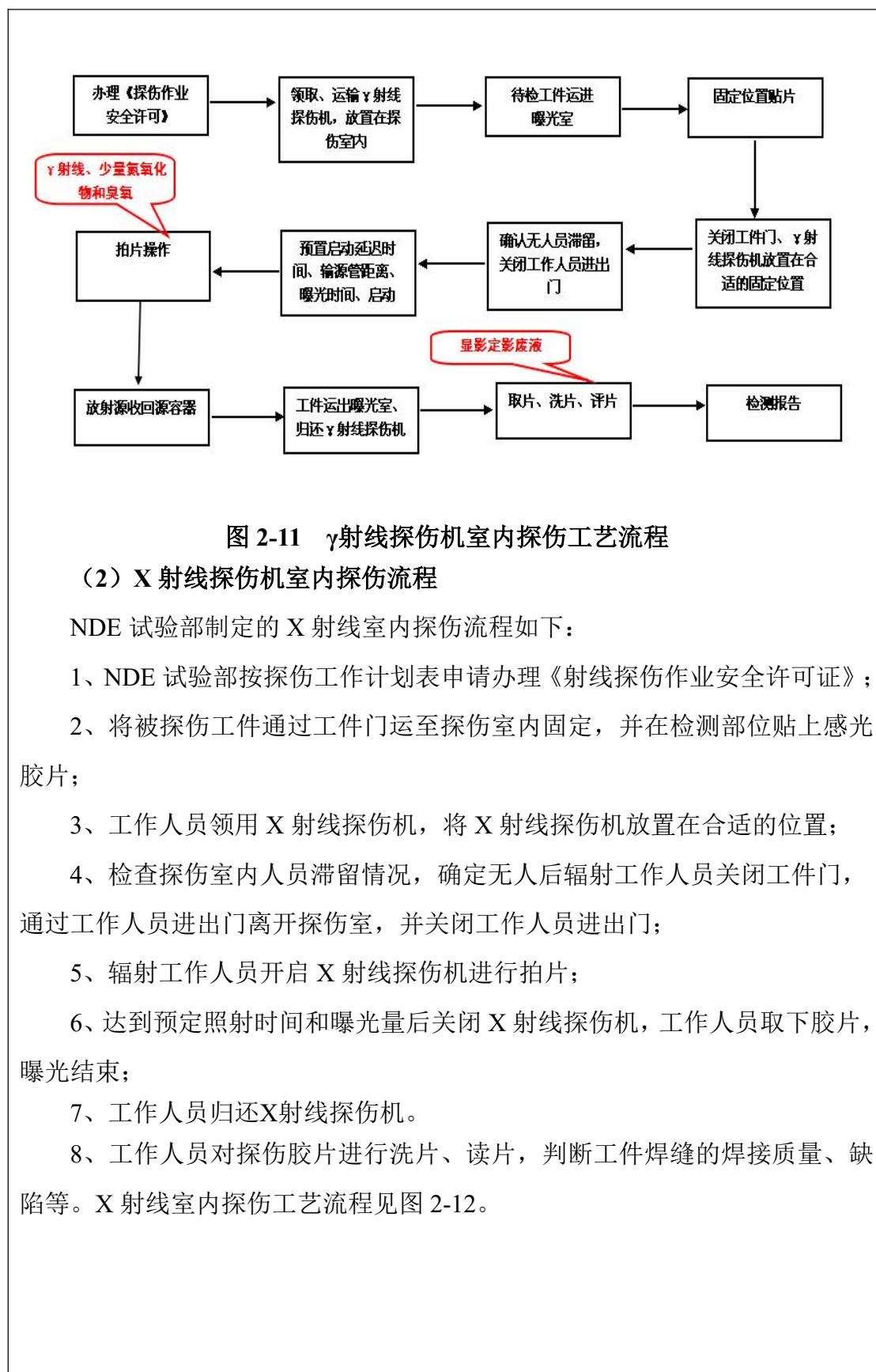
2.3.3.3 室内探伤

(1) γ 射线探伤机室内探伤流程

NDE 试验部制定的 γ 射线室内探伤流程如下：

- 1、NDE 试验部按探伤工作计划表申请办理《射线探伤作业安全许可证》；
- 2、工作人员领用 γ 射线探伤机（含放射源），将 γ 射线探伤机（含放射源）运输回探伤室内，放置在合适的位置；
- 3、将被探伤工件通过工件门运至探伤室内固定，并在检测部位贴上感光胶片；
- 4、把控制部件和输源管连接好，开启探伤机闭锁装置；
- 5、工作人员退出探伤室，关闭探伤室工作人员进出门；
- 6、预置启动延迟时间、输源管距离、曝光时间，然后按下“启动”按钮，自控仪将自动完成“送源→曝光→收源”的检测拍片过程；
- 7、确认放射源回到贮源位后，工作人员携带辐射剂量报警仪和便携式辐射监测仪进入探伤室。工作人员将 γ 射线探伤机（含放射源）通过专用运输车辆运送至放射源库内储存；
- 8、工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊缝的焊接质量、缺陷等。 γ 射线室内探伤工艺流程见图 2-11。

续表二 项目建设情况

图 2-11 γ 射线探伤机室内探伤工艺流程

(2) X 射线探伤机室内探伤流程

NDE 试验部制定的 X 射线室内探伤流程如下：

- 1、NDE 试验部按探伤工作计划表申请办理《射线探伤作业安全许可证》；
- 2、将被探伤工件通过工件门运至探伤室内固定，并在检测部位贴上感光胶片；
- 3、工作人员领用 X 射线探伤机，将 X 射线探伤机放置在合适的位置；
- 4、检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员关闭工件门，通过工作人员进出门离开探伤室，并关闭工作人员进出门；
- 5、辐射工作人员开启 X 射线探伤机进行拍片；
- 6、达到预定照射时间和曝光量后关闭 X 射线探伤机，工作人员取下胶片，曝光结束；
- 7、工作人员归还 X 射线探伤机。
- 8、工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊缝的焊接质量、缺陷等。X 射线室内探伤工艺流程见图 2-12。

续表二 项目建设情况

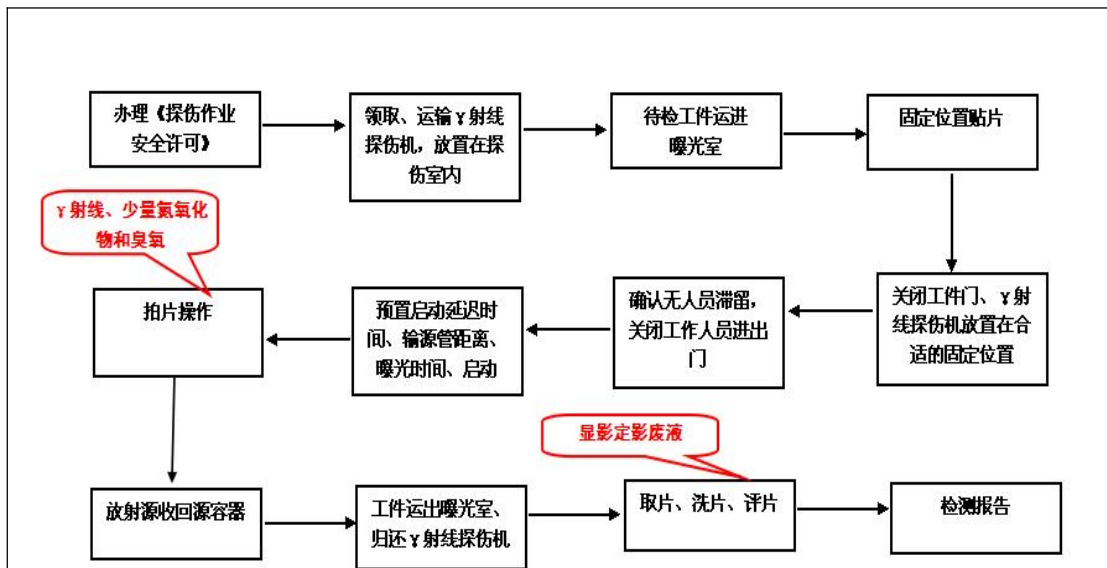


图 2-12 γ 射线探伤机室内探伤工艺流程

2.3.3.4 移动探伤

(1) γ 射线移动探伤过程

1、NDE 试验部按探伤工作计划表申请办理《射线探伤作业安全许可证》；
 2、移动探伤工作之前，探伤工作人员对工作环境进行评估，选择适当的地点和探伤时间（一般情况下选择在夜晚 10 点后进行探伤作业）。

3、《射线探伤作业安全许可证》审批后，探伤地点和时间确定，由中广核工程有限公司发布 γ 射线移动探伤通知。

4、探伤作业负责人在接收到工作包后，在分派任务前应核实工作任务区域与许可证获批区域的一致性，无误后才能分派工作任务。

5、探伤作业负责人应按照探伤作业许可准备探伤作业包，作业资料包括：

- ①探伤作业许可；
- ②含射线探伤警戒区域示意图；
- ③探伤信息通知单；
- ④授权人员名单及授权项目；
- ⑤辐射安全监测使用仪器、仪表。

6、工作人员按规定的程序领用 γ 射线探伤机（含放射源），将 γ 射线探伤机（含放射源）运输至现场探伤点，放置在被探伤工件前；

续表二 项目建设情况

7、移动探伤工作开始前，探伤作业小组应核对工作区域是否在探伤许可范围内，确认无误后提前半小时建立警戒区，警戒区边界应设置以下隔离设施：

- ① 警示绳（旗、带）；
- ② 声光警示灯；
- ③ 主通道口还需设置警示牌，探伤通知单。

特别的，除了核电厂永久性围网外，其他可移动或固定式围栏均不能作为警戒区边界的隔离设施。

8、如有需要，探伤操作人员退至控制区外，通过出源装置远距离驱动放射源至曝光位进行出源试曝光，现场安全员携带环境辐射巡测仪对控制区和监督区边界进行修定，并记录巡测结果，重新确定控制区、监督区边界，并重新设置安全警戒措施。

9、探伤作业负责人及项目部工程安全管理人员、中广核工程有限公司监督人员一同核对探伤许可与任务单区域的一致性，无误后对探伤区域进行复查，确认探伤区域隔离边界的完整性和合理性，检查作业人员辐射监测设施的佩戴情况。

10、警戒区建立后应进行清场，确保无人员滞留在射线探伤区域及射线探伤影响区域。现场清场过程中发现有人滞留在现场时，严禁曝光操作，直到经协调、确认人员离开后方允许曝光操作。

11、必须在探伤许可时间内进行曝光操作，在摇出放射源之前，保证所有射线检测人员都在安全区域内，否则不能摇出，以免发生意外照射。

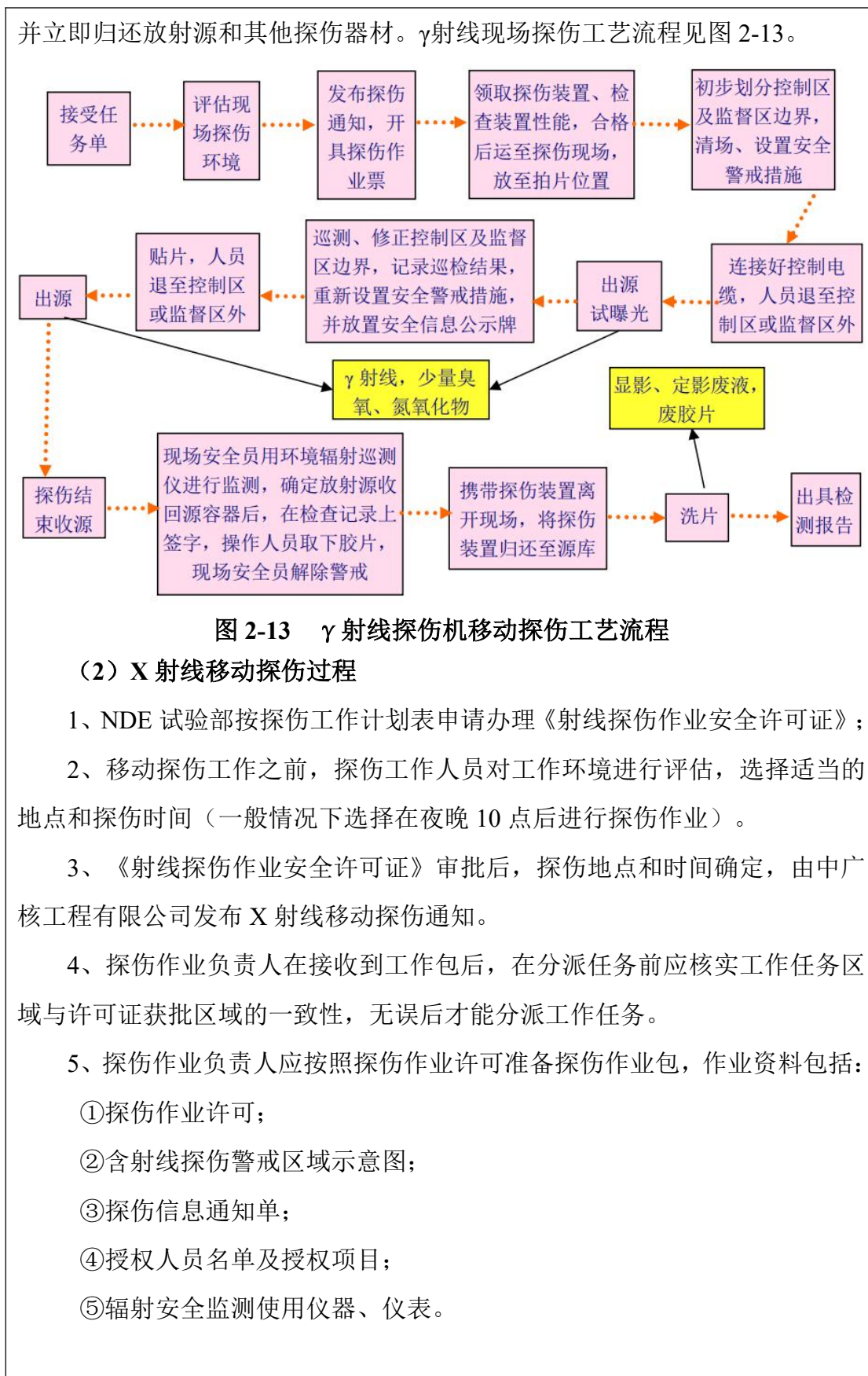
12、探伤操作人员退至控制区外，通过出源装置远距离驱动放射源至曝光位进行出源曝光拍片。探伤过程中，巡视人员不间断对警戒区边界进行巡视，确认探伤区域隔离边界剂量率满足不得超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求，警示措施无异常。

13、每次布置底片前，都应用辐射剂量监测仪监测放射源是否回到源容器内。

14、探伤结束后，探伤作业人员及时拆除隔离措施，确认放射源无异常，

续表二 项目建设情况

后立即归还放射源和其他探伤器材。 γ 射线现场探伤工艺流程见图 2-13。

图 2-13 γ 射线探伤机移动探伤工艺流程

(2) X 射线移动探伤过程

1、NDE 试验部按探伤工作计划表申请办理《射线探伤作业安全许可证》；
2、移动探伤工作之前，探伤工作人员对工作环境进行评估，选择适当的地点和探伤时间（一般情况下选择在夜晚 10 点进行探伤作业）。

3、《射线探伤作业安全许可证》审批后，探伤地点和时间确定，由中广核工程有限公司发布 X 射线移动探伤通知。

4、探伤作业负责人在接收到工作包后，在分派任务前应核实工作任务区域与许可证获批区域的一致性，无误后才能分派工作任务。

5、探伤作业负责人应按照探伤作业许可准备探伤作业包，作业资料包括：

- ①探伤作业许可；
- ②含射线探伤警戒区域示意图；
- ③探伤信息通知单；
- ④授权人员名单及授权项目；
- ⑤辐射安全监测使用仪器、仪表。

续表二 项目建设情况

6、工作人员按规定的程序领用X射线探伤机，将X射线探伤机运输至现场探伤点，放置在被探伤工件前；

7、现场探伤工作开始前，探伤作业小组应核对工作区域是否在探伤许可范围内，确认无误后提前半小时建立警戒区，警戒区边界应设置以下隔离设施：

- ① 警示绳（旗、带）；
- ② 声光警示灯；
- ③ 主通道口还需设置警示牌，探伤通知单。

特别的，除了核电厂永久性围网外，其他可移动或固定式围栏均不能作为警戒区边界的隔离设施。

8、如有需要，探伤操作人员退至控制区外，X射线探伤机开机试曝光，现场安全员携带环境辐射巡测仪对控制区和监督区边界进行修定，并记录巡测结果，重新确定控制区、监督区边界，并重新设置安全警戒措施。

9、探伤作业负责人及项目部工程安全管理人员、中广核工程有限公司监督人员一同核对探伤许可与任务单区域的一致性，无误后对探伤区域进行复查，确认探伤区域隔离边界的完整性和合理性，检查作业人员辐射监测设施的佩戴情况。

10、警戒区建立后应进行清场，确保无人员滞留在射线探伤区域及射线探伤影响区域。现场清场过程中发现有人滞留在现场时，严禁曝光操作，直到经协调、确认人员离开后方允许曝光操作。

11、必须在探伤许可时间内进行曝光操作，在X射线机开机前，保证所有射线检测人员都在安全区域内，否则不能摇出，以免发生意外照射。

12、探伤操作人员退至控制区外，X射线机开机曝光拍片。探伤过程中，巡视人员不间断对警戒区边界进行巡视，确认探伤区域隔离边界剂量率满足不得超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求，警示措施无异常。

13、探伤结束后，探伤作业人员及时拆除隔离措施，确认X射线探伤机无异常，并立即归还X射线探伤机和其他探伤器材。X射线现场探伤工艺流程见图2-14。

续表二 项目建设情况

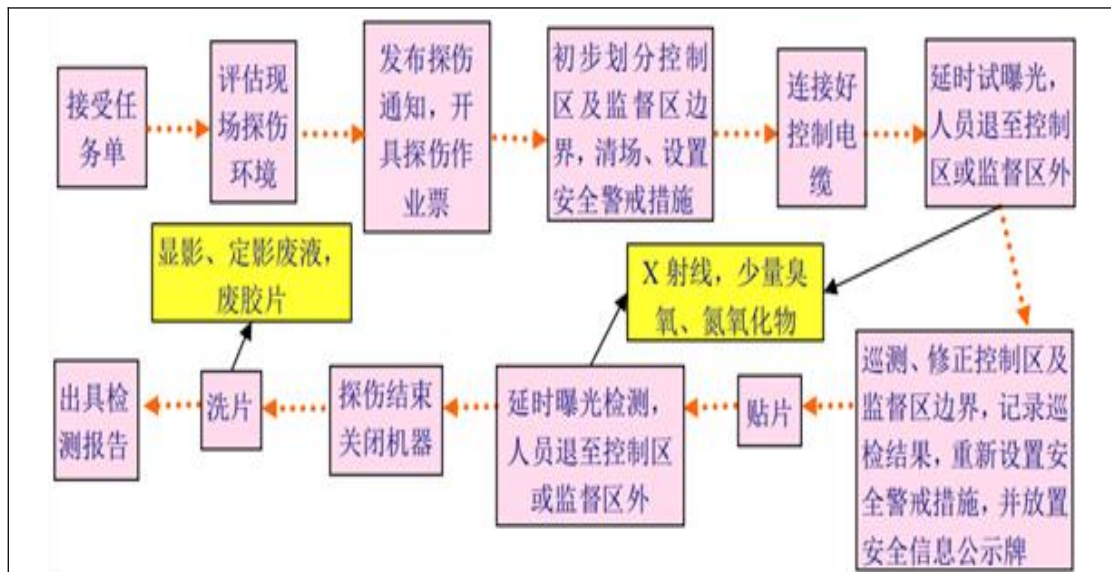


图 2-14 X 射线探伤机移动探伤工艺流程

2.3.3.5 换源操作流程

项目部在浙江三澳核电厂区内不涉及任何换源工作。当使用的放射源活度下降至不能满足无损检测需求时，需要更换放射源，换源流程如下：

①项目部按照《辐射安全许可证》许可的种类和范围，向浙江省生态环境厅申请购买新源，并按要求填报《放射性同位素转让审批表》，经其批准同意后方可开展购源工作。

②获取浙江省生态环境厅的批准后，项目部委托有资质的运输单位将源容器运输至放射源生产厂家，在放射源生产单位厂区内由生产单位完成装源工作。

③项目部委托有资质的运输单位将装有新源的 γ 射线探伤机运输至三澳核电厂区内，同时将装有废源的 γ 射线探伤机运回放射源生产厂家，在放射源生产厂家厂区内由生产厂家完成倒源工作。

2.4 污染源

2.4.1 放射性污染源

(1) X 射线

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。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子，污

续表二 项目建设情况

染途径是 X 射线外照射。

(2) γ 射线

根据放射性核素的主要辐射特性可知，本项目 ^{192}Ir - γ 射线探伤机内含的放射源 ^{192}Ir 衰变时会发射出不同能量的 β 射线和 γ 射线，其中 β 射线穿透能力相对较小，已基本被源容器屏蔽。根据《 γ 射线探伤机》（GB/T 14058-2008）中第 5.3.3.1 条款规定，当 γ 射线探伤机采用贫化铀作为源容器屏蔽材料时，其外表面应包覆足够厚度的低原子序数的非放射性材料，以减弱和吸收贫化铀发射的 β 辐射；其源通道也应包覆足够厚度的非放射性材料。因此， β 射线对周围环境的辐射影响甚微，可忽略不计，而 γ 射线具有较强的贯穿能力，则 ^{192}Ir - γ 射线探伤机的污染因子主要是 γ 射线。

(3) 废旧放射源

项目部使用的放射源到一定时间后，不能满足无损检测要求，将退役成为废旧放射源。目前，项目部已与丹东市阳光仪器有限公司签订了废旧放射源处理方案，项目部购置的 ^{192}Ir 在报废闲置 3 个月内通知丹东市阳光仪器有限公司处理，丹东市阳光仪器有限公司在收到项目部废旧放射源后交回至生产厂家并出具废旧放射源回收证明。本项目投入运行至验收期间，暂未产生废旧放射源。

(4) γ 射线探伤机报废

本项目 γ 探伤机使用满 10 年后退役或浙江三澳核电厂建设任务完成后退役，退役的废旧 γ 探伤机由生产厂家回收处置。

2.4.2 非放射性污染源

(1) 臭氧和氮氧化物

1、X 射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。

2、现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，经自然分解后，对周围环境影响较小。

(2) 废显（定）影液、洗片废水、废胶片

探伤作业完成后，需对拍摄的底片进行显（定）影，在此过程产生的一定

续表二 项目建设情况

数量的废显（定）影液、洗片废水与废胶片，属于《国家危险废物名录（2025年版）》中感光材料废物，危废代码为 HW16：900-019-16，并无放射性。

2.5 人员配置情况

项目部目前共有辐射工作人员 31 人，3 名辐射工作人员为辐射安全管理人员，不参与室内探伤和移动探伤，4 名辐射工作人员仅参与室内探伤作业，分为 2 组，2 人为一组轮流进行探伤作业。24 辐射工作人员仅参与移动探伤作业，目前分为 4 组，每组各 6 名辐射工作人员进行移动探伤作业。辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格，并取得证书，持证上岗，有效期为 5 年。项目部建立培训档案，并长期保存。

2.6 操作时间

探伤室内使用 X 射线探伤机年拍片量 2500 张， γ 射线探伤机年拍片量 5000 张，每张片子保守按 3min 计，则年出束总时间为 375h，4 名辐射工作人员分为 2 组轮流操作，则每组辐射工作人员年工作时间为 187.5 小时。

移动探伤使用 X 射线探伤机年拍片量 5000 张，使用 γ 射线探伤机年拍片量 10000 张，每张片子保守按 3min 计，则总年出束时间为 750h。4 组辐射工作人员轮流进行移动探伤作业，则每组辐射工作人员年工作时间为 187.5 小时，其中使用 X 射线探伤机曝光时间为 62.5 小时，使用 γ 射线探伤机曝光时间为 125 小时。每组辐射工作人员年工作 50 周，每周工作 3.75h。经现场调查，目前项目部主要使用 γ 射线探伤机进行移动探伤作业。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局和分区管理

本项目探伤室位于浙江三澳核电厂内中国核工业二三建设有限公司临建区西侧，探伤室为独立的一层建筑；探伤室及操作间东侧紧邻为厂内道路，再东侧距离探伤室 5m 为气体站、垃圾池和物资堆场；南侧紧邻为厂内道路，再南侧距离探伤室 22m 为物资堆场和通风保温预制车间。

本项目探伤工作场所由探伤室、操作间、工具间组成。探伤室南侧开设 1 扇工件进出门，东侧开设 1 扇工作人员进出门，通风口位于探伤室西北角。操作间和工具间位于探伤室东侧。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，本项目对各辐射工作场所实行分区管理。

（1）室内探伤

本项目以探伤室内部为控制区，在防护门设置电离辐射警告标志及中文警示说明，严禁无关人员进出控制区，保障该区的辐射安全。

将探伤室北侧、西侧、南侧外 1m 及工具间、操作间划分为监督区，对该区不需采取专门的安全防护措施，但要定期检查其辐射剂量。控制区和监督区划分示意图见图 3-1。

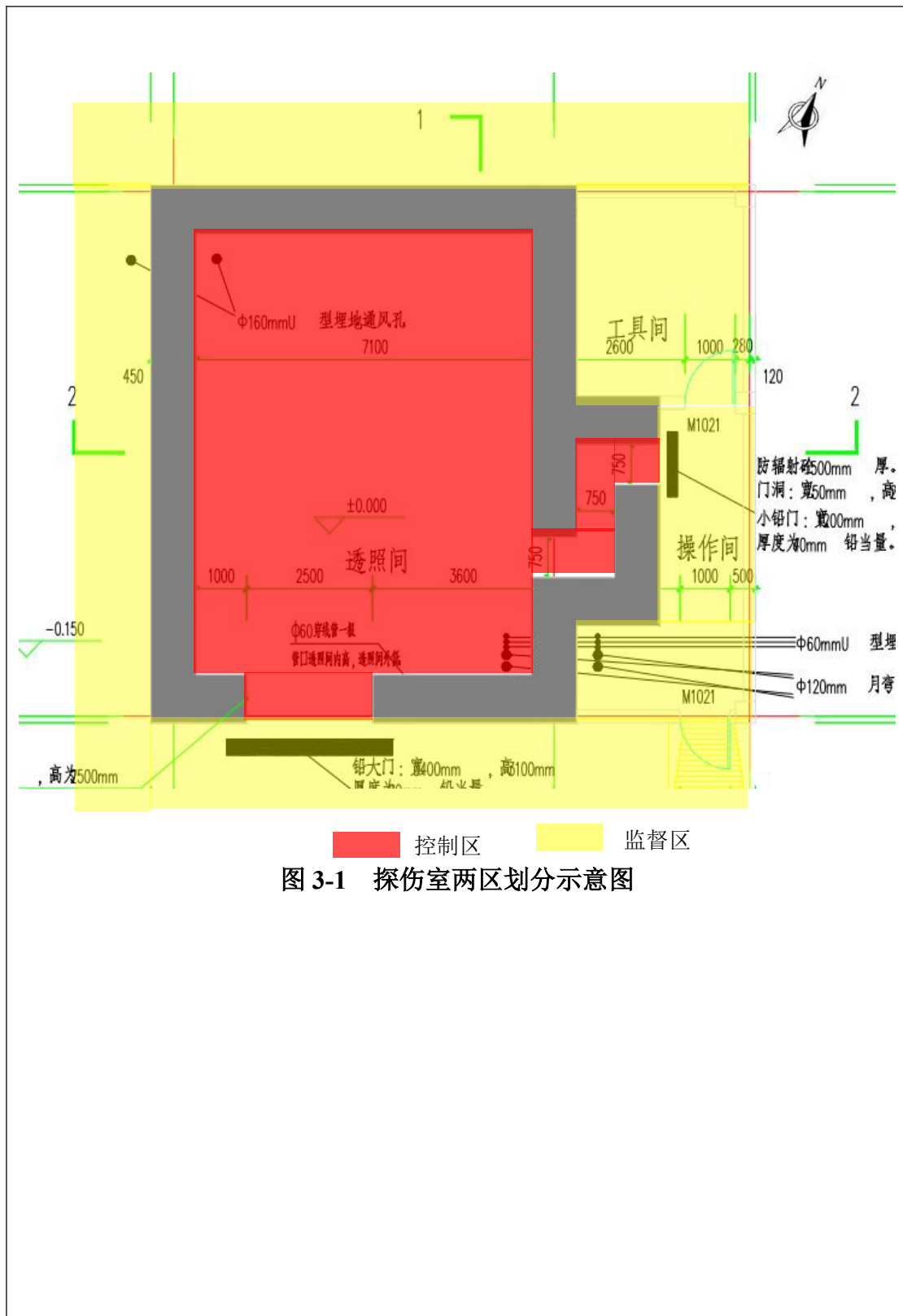
（2）移动探伤

控制区：据现场具体情况，利用辐射巡测仪巡测，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，并在边界悬挂清晰可见的“射线探伤控制区禁止进入射线工作区”警告牌；

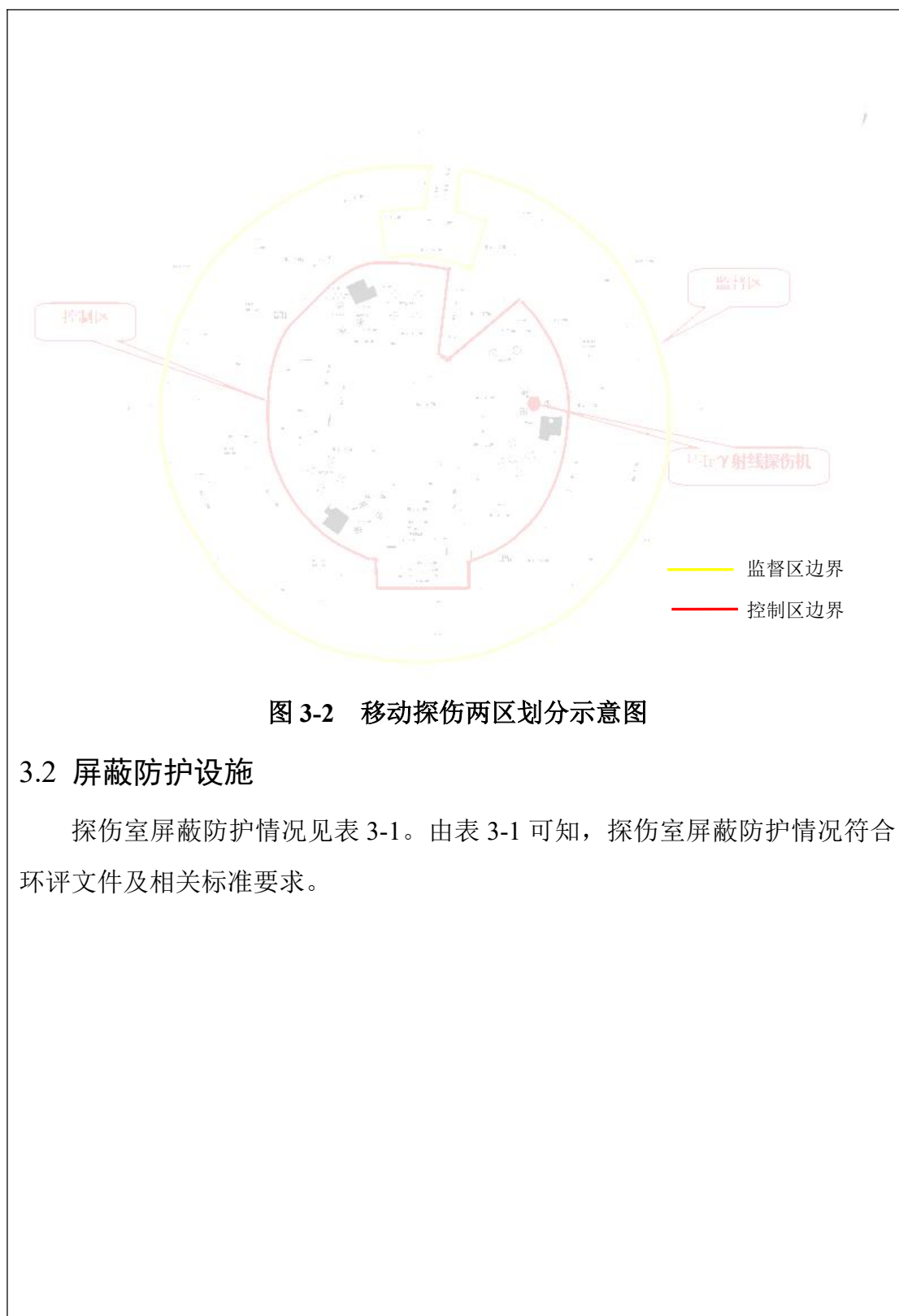
监督区：将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在边界悬挂清晰可见的“射线探伤监督区无关人员禁止入内”警告牌，必要时派专人警戒。

项目部移动探伤主要位于 1、2 号机组核岛区域，后续可能涉及三澳核电二期 3~6 号机组核岛区域，无固定的作业地点，根据承接项目的需要，在施工现场进行，具体操作地点的选择严格按照项目部管理制度进行。X 射线移动探伤控制区和监督区划分示意图见图 3-2。

续表三 辐射安全与防护设施/措施



续表三 辐射安全与防护设施/措施



续表三 辐射安全与防护设施/措施

内 容	技术参数	
	环评阶段	验收阶段
外尺寸	面积为 84.50m ² (不含迷道), 10.0m (长)×8.45m (宽)×4.5m (高)	面积为 84.50m ² (不含迷道), 10.0m (长)×8.45m (宽)×4.5m (高)
内尺寸	面积为 54.53m ² (不含迷道), 8.2m (长)×6.65m (宽)×4.0m (高)	面积为 54.53m ² (不含迷道), 8.2m (长)×6.65m (宽)×4.0m (高)
四侧墙体	900mm 混凝土	900mm 混凝土
迷道内墙	设有“L 型”迷道, 迷道内墙采用 900mm 混凝土, 迷道净高 2m, 迷道净宽 0.75m, 迷道顶棚为 650mm 混凝土。	设有“L 型”迷道, 迷道内墙采用 900mm 混凝土, 迷道净高 2m, 迷道净宽 0.75m, 迷道顶棚为 650mm 混凝土。
顶棚	500mm 混凝土	500mm 混凝土
底部	地下土层, 无地下室	地下土层, 无地下室
工件门	电动门, 门洞的尺寸为 2.5m (宽)×2.5m (高); 门体的尺寸为 3.4m (宽)×3.1m (高), 防护门厚度为含 80mm 铅板的钢铅结构 (门与墙体左、右搭接各为 450mm, 上、下搭接各为 300mm, 按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则, 间隙应尽量小。)	电动门, 门洞的尺寸为 2.5m (宽)×2.5m (高); 门体的尺寸为 3.4m (宽)×3.1m (高), 防护门厚度为含 80mm 铅板的钢铅结构 (门与墙体左、右搭接各为 450mm, 上、下搭接各为 300mm, 按照搭接长度满足大于等于 10 倍间隙的要求。)
工作人员出入门	电动门, 门洞的尺寸为 0.75m (宽)×2.1m (高); 门体的尺寸为 1.2m (宽)×2.3m (高), 防护门厚度为含 40mm 铅板的钢铅结构 (门与墙体左、右搭接各为 225mm, 上、下搭接各为 100mm, 按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则, 间隙应尽量小)。	电动门, 门洞的尺寸为 0.75m (宽)×2.1m (高); 门体的尺寸为 1.2m (宽)×2.3m (高), 防护门厚度为含 40mm 铅板的钢铅结构 (门与墙体左、右搭接各为 225mm, 上、下搭接各为 100mm, 按照搭接长度满足大于等于 10 倍间隙的要求。)

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-1 探伤室屏蔽设计技术参数表

电缆沟	各类预埋管道分别敷设 1 根，合计 2 根，均以“U”型埋管穿越探伤室的东墙，连接至控制室的控制台，管径为 120mm 与 60mm。	各类预埋管道分别敷设 1 根，合计 2 根，均以“U”型埋管穿越探伤室的东墙，连接至控制室的控制台，管径为 120mm 与 60mm。
排风管	设 1 套机械排风设施，设计风机风量为 1500m ³ /h，排风管道 1 根，通风管道以“U”型埋管穿越探伤室的西墙，管径为 160mm。排风口位于探伤室西北角，设计尺寸为 200mm（长）×200mm（宽），离地 300mm，排气口位于探伤室东侧室外。	设 1 套机械排风设施，设计风机风量为 1500m ³ /h，排风管道 1 根，通风管道以“U”型埋管穿越探伤室的西墙，管径为 160mm。排风口位于探伤室西北角，设计尺寸为 200mm（长）×200mm（宽），离地 300mm，排气口位于探伤室东侧室外。

3.3 辐射安全与防护措施/设施

本项目环评文件中辐射安全与防护措施/设施落实情况见表 3-2。由表 3-2 可见，项目基本落实了环评文件中提出的要求。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>探伤室辐射安全措施：</p> <p>1、本项目新建探伤室控制室拟避开有用线束直射且与探伤室分开，新建探伤室的屏蔽墙厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。</p> <p>2、本项目新建探伤室拟按 GB18871 的管理要求进行两区划分与两区管理。</p> <p>3、探伤室工件防护门和人员防护门设置有门-机联锁装置，防护门关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能够停止出束或回源。每台探伤装置（包括 X 射线探伤机和γ射线探伤机）均与防护门联锁。</p> <p>4、探伤室门口和内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与每台探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。</p> <p>5、探伤室室内设有 3 个视频监控探头，探伤室操作室和工件防护门外均各设有 1 个视频监控探头，监视器在操作室控制台，操作室工作人员可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p> <p>6、探伤室防护门醒目位置张贴符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。探伤室工件门和工作人员防护门内侧分别设有 1 个室内紧急开门装置，紧急状态下，室内人员可开启该装置离开探伤室。</p>	<p>探伤室辐射安全措施：</p> <p>1、已落实。操作间位于探伤室东侧，探伤室设置了迷道以避开有用线束的直射，且与探伤室分开。经检测，探伤室辐射防护屏蔽能力符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。</p> <p>2、探伤室内部区域划分为控制区，探伤室北侧、西侧、南侧外 1m 及工具间、操作间划分为监督区。</p> <p>3、已落实。探伤室工件门和工作人员出入门均设置了门-机联锁装置，防护门均完全关闭后探伤机才能出束照射。门-机联锁装置的设置能够使探伤室内部人员在紧急情况下迅速离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，探伤机能够停止出束或回源。每台探伤机均与防护门进行联锁。验收时探伤室的工件门门-机联锁装置能正常运行。</p> <p>4、已落实。探伤室工件门、工作人员出入门及探伤室内部均已设置工作状态警示灯及声音提示装置。工作状态警示灯可显示“预备”和“照射”两种状态。当工件门完全关闭时工作状态警示灯显示“预备”状态。探伤作业时，工作状态警示灯开启，显示“照射”状态，警告无关人员勿靠近探伤室或在其周围作不必要的逗留。“预备”信号灯用黄色信号灯表示，“照射”信号灯用红色信号表示，与工作场所内其他的报警信号有明显的区别。验收时探伤室的工作状态警示灯能正常运行。探伤室内外醒目位置张贴了清晰的“预备”和“照射”信号意义的说明。</p> <p>5、已落实。探伤室内及出入口安装了监视装置，监控范围覆盖探伤铅房内全部区域，显示器位于操作台，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p> <p>6、已落实。工件门和工作人员出入门外表面设置了“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明。工件门和工作人员出入门内侧分别设有 1 个室内紧急开门装置，紧急状态下，室内人员可开启该装置离开探伤室。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>7、探伤室内东西侧墙体两侧、迷道各设有 1 个急停按钮，操作室控制台设有 1 个急停按钮，出现紧急事故时，按下急停按钮，可立即停止照射或回源。每个按钮下方均表明使用方法。</p> <p>8、探伤室设置排风设施，探伤室设计风机风量为 1500m³/h，探伤室总容积约为 251m³（含迷道），每小时有效通风换气次数约 6 次，排气口位于探伤室西侧室外，避免了朝向人员活动密集区。</p> <p>9、探伤室内拟安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置，并与防护门联锁，在探伤室内设置固定式辐射剂量监测仪探头，该监测系统能够显示机房内实时剂量，并有报警功能，其显示单元设置在控制室。当剂量探头监测探伤室内剂量升高（即密封源离开探伤机屏蔽体），防护门无法从外部打开，只有密封源收回探伤机内后，探伤室内剂量水平下降至安全阈值以下，防护门才能从外部打开。探伤室内可以通过电动开关打开防护门。</p> <p>10、探伤室工件防护门及墙体外 1m 处拟划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。</p> <p>11、操作室墙体张贴各项规章制度。</p> <p>12、探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。</p> <p>13、本项目为新建探伤室配置 3 支个人剂量计、3 台个人剂量报警仪与 1 台便携式 X-γ剂量率仪；工作人员进入探伤室操作时，须佩戴个人剂量计、携带个人剂量报警仪与便携式 X-γ剂量率仪，当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。交接班或当班使用便</p>	<p>7、已落实。探伤室内东、西两侧墙体、迷道均设置了 1 个紧急停机按钮，操作室控制台设有 1 个急停按钮，用于出现紧急事故时，按下急停按钮，可立即停止照射或回源。紧急停机按钮附近均张贴了使用说明。</p> <p>8、已落实。探伤室内配置了机械通风装置，探伤室风机风量为 1500m³/h，探伤室总容积约为 251m³（含迷道），每小时有效通风换气次数 6 次，排气口位于探伤室西侧室外，满足探伤室有效通风换气次数不小于 3 次/小时的要求。</p> <p>9、已落实。探伤室内配备了固定式场所辐射探测报警装置，并与防护门进行了联锁。探伤室内东墙靠迷道口处设置了固定式辐射剂量监测仪探头，该监测系统能够显示机房内实时剂量，并有报警功能，显示装置位于操作台处。当剂量探头监测探伤室内剂量升高时，防护门无法从外部打开，只有密封源收回探伤机内后，探伤室内剂量水平下降至安全阈值以下，防护门才能从外部打开。探伤室内可以通过电动开关打开防护门。</p> <p>10、已落实。探伤室工件防护门及墙体外 1m 处设置了防护栏，告诫无关人员不得靠近。</p> <p>11、已落实。各项相关的辐射安全规章制度已张贴在操作室墙上。</p> <p>12、已落实。探伤工作人员在进入探伤室时，必须佩戴常规个人剂量计，携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。</p> <p>13、已落实。探伤室内探伤配备了 4 名辐射工作人员。项目部为辐射工作人员配备 4 支个人剂量计、4 台个人剂量报警仪与 1 台便携式 X-γ剂量率仪。辐射工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，同时携带个人剂量报警仪。当探伤室内辐射水平达到剂量报警仪设定的报警水平时，剂量仪开始报警，工作人员必须立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>携式 X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。</p> <p>14、在每一次照射前，拟检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常；操作人员都应确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。</p> <p>15、探伤工作人员应正确使用配备的准直器等辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。</p> <p>16、探伤室工作人员应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量结果超标或异常应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p> <p>移动探伤辐射安全措施：</p> <p>1、对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。三澳项目部在移动探伤作业前需要进行公告，公告内容包括：探伤作业的性质、时间、地点、控制区和监督区范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容；公告时间需提前 1~3 个工作日，公告牌尺寸不小于 1.2m×1m。除了向可能受影响的公众进行必要的辐射告知外，还将进行清场工作，无法清场时，不开展移动探伤作业，还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）；</p>	<p>人报告。交接班和当班时使用便携式 X-γ剂量率仪前，辐射工作人员检查仪器工作状态。如工作人员发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不开展探伤工作，立即向上级负责人报告；</p> <p>14、已落实。在每一次照射前，辐射工作人员检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施能够正常运行，并确认探伤室内部没有人员驻留后关闭防护门后才开始探伤作业。</p> <p>15、已落实。项目部定期对辐射工作人员开展辐射培训工作，辐射工作人员能正确使用项目部配备的辐射防护装置。</p> <p>16、已落实。辐射工作人员定期用便携式 X-γ剂量率仪测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作位和周围毗邻区域人员居留处。当检测结果超出剂量率的标准限值时，工作人员立即停止探伤操作并向负责辐射防护的人员进行汇报。</p> <p>移动探伤辐射安全措施：</p> <p>1、已落实。项目部探伤小组对探伤地点的周边环境进行了全面的评估。NDE 试验部根据工程进度发起申请，并办理《探伤作业安全许可证》。项目部工程部门负责探伤时间窗口的协调，探伤时间和探伤地点提交中广核工程有限公司审批。经审批后，NDE 试验部编制射线探伤通知，通知中包括探伤时间、探伤涉及的区域、使用的放射源信息或 X 射线探伤机信息、探伤作业负责人和联系方式、并形成二维码信息，还包括辐射安全许可证、现场探伤的控制区和监督区布置图等。工程部门将射线探伤通知提交中广核工程有限公司，由中广核工程有限公司提前 2 日向三澳核电厂区内所有单位和工作人员发布通知，厂区内所有单位和工作人员可通过内部网络或扫描二维码了解探伤作业许可信息。探伤作业开始前 4 小时进行广播通知探伤作业信息。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>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。本项目开展移动式探伤工作的每台γ射线探伤机拟配备2名专职的辐射操作人员和1名现场安全员。</p> <p>3、确保在控制区没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。</p> <p>4、探伤工作组将合理规划移动探伤时间，避开人流高峰期。经与建设单位核实，本项目移动探伤的时间段为夜间22:00~次日6:00，正常情况下，本项目移动探伤时浙江三澳核电厂区内部各区域均处于非工作状态。若出现临时性加班等特殊情 况，三澳项目部应严格执行辐射告知和清场工作。</p> <p>5、对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。现场探伤工作在指定为控制区的区域进行。</p> <p>6、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。控制区边界应悬挂清晰可见的“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，否则应采取专门的防护措施。</p> <p>7、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。</p> <p>8、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。</p> <p>9、每1个探伤作业班组应拟配备1台便携式X-γ剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。拟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。</p> <p>10、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。</p>	<p>2、已落实。在移动探伤时每台探伤机至少配备了2名辐射工作人员。本项目开展移动式探伤工作的每台γ射线探伤机配备2名专职的辐射操作人员和至少1名现场安全员。</p> <p>3、已落实。在进行移动探伤作业前，辐射工作人员进行清场，确保在控制区没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。</p> <p>4、已落实。项目部移动探伤时间为夜间22:00~次日6:00。正常情况下，本项目移动探伤时浙江三澳核电厂区内部各区域均处于非工作状态。厂区内出现临时性加班等特殊情况，项目部严格执行辐射告知和清场工作。</p> <p>5、已落实。辐射工作人员对移动探伤工作场所进行了分区管理，分别在控制区和监督区边界设置了警告牌和工作状态指示灯；现场探伤作业在控制区内进行。</p> <p>6、已落实。辐射工作人员设置了控制区边界。控制区边界悬挂了“射线探伤控制区禁止进入射线工作区”警告牌。辐射工作人员在探伤机设置好延时曝光后，退至控制区边界外。</p> <p>7、已落实。辐射工作人员移动探伤时在控制区边界充分利用墙体等屏障，同时设置了警戒线。</p> <p>8、已落实。在进行移动探伤作业过程中，控制区内不进行其他工作。辐射工作人员充分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，尽可能缩小控制区范围。</p> <p>9、已落实。开展移动探伤作业时，项目部已为每组探伤小组配备1台便携式X-γ剂量率仪，并为每名辐射工作人员配备了个人剂量报警仪。</p> <p>10、已落实。探伤期间辐射工作人员对控制区边界上的代表点剂量率进行了检测。当探伤时射线方向发生变化时，辐射工作人员通过巡测重新划定控制区和监督区边界。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>11、在监督区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；</p> <p>12、在工作场所实施移动式探伤工作时，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；</p> <p>13、探伤机控制器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。</p> <p>14、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。</p> <p>15、拟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。</p> <p>16、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。</p> <p>17、移动式探伤的每台探伤机运行时拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪。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 X 射线曝光异常或不能正常终止。</p> <p>18、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。</p> <p>X 射线探伤贮存间管理措施：</p> <p>1、X 射线探伤机贮存间的出入口拟设视频监控系统，实行双人双锁，由专职工作人员负责；采用防盗门窗，门上拟设电离辐射警告标志。</p>	<p>11、已落实。监督区边界上已悬挂清晰可见的“射线探伤监督区无关人员禁止入内”警告牌，监督区边界重要通道入口处均安排安全员进行巡逻警戒。</p> <p>12、已落实。辐射工作人员在移动探伤时，遇到现场为多楼层的情况，在上下层通道口出设置警戒线作为控制区边界，以防止无关人员进入控制区。</p> <p>13、已落实。探伤作业时，探伤机控制台一般设置在控制区边界外，设置在控制区内时采取延时曝光的模式，辐射工作人员退至控制区边界外，有效的降低了辐射工作人员的受照剂量。</p> <p>14、已落实。探伤作业时，控制区边界和监督区边界设置了红外线感应工作状态指示灯，并有声音提示功能。控制区重要通道入口处均能看到工作状态指示灯，能听到声音提示。</p> <p>15、已落实。辐射工作人员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。</p> <p>16、已落实。辐射工作人员在进行第一次曝光时，对控制区边界的辐射剂量率进行监测，辐射剂量率与边界剂量限值 $15\mu\text{Sv/h}$ 相比较，过大时可调整控制区的范围和边界。</p> <p>17、已落实。移动探伤时每台探伤机配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪。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。</p> <p>18、已落实。移动式探伤期间，辐射工作人员对控制区和监督区边界代表性点位进行检测，辐射工作人员已佩戴个人剂量计。此外，辐射工作人员也携带了个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。</p> <p>X 射线探伤贮存间管理措施：</p> <p>1、已落实。X 射线探伤机贮存间的出入口处设置了视频监控系统，实行双人双锁，由专职工作人员负责；门上设置了电离辐射警告标志。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>2、射线装置贮存场所仅为 X 射线探伤机的临时贮存，不涉及使用、调试和维修工作。</p> <p>3、设备贮存间应满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求。</p> <p>4、项目部拟制定 X 射线探伤机的领取、归还和登记制度，并建立设备管理台账。</p> <p>5、本项目投入使用后，对于拟报废的 X 射线探伤机，项目部将按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销，不随意处置或丢弃；或 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。</p> <p>放射源暂存库管理措施： 本项目新增放射源的暂存依托现有的放射源暂存库，该源库其设计已考虑“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的基本要求，不存放易燃、易爆、腐蚀性物品等。中广核浙江三澳核电厂制定了放射源暂存库管理措施并严格执行。</p> <p>γ射线探伤机的维护保养：</p> <p>1、应定期对γ射线探伤机中涉及放射防护的部件进行检查维护，发现问题及时维修。维修γ射线探伤机时，应由厂家专业人员将放射源倒入换源器后进行。使用单位人员不应单独对探伤机进行维修。</p> <p>2、应经常对γ射线探伤机的控制组件包括摇柄、源传输导管进行润滑擦洗，齿轮应经常添加润滑剂，并对源传输导管接头进行擦洗，避免灰尘和砂粒。</p> <p>3、探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的探伤装置。</p> <p>4、更换输源管、控制缆和源辫等配件时，必须使用该探伤装置原生产厂家的合格配件。</p>	<p>2、已落实。X 射线探伤机贮存间仅为 X 射线探伤机的临时贮存，不涉及使用、调试和维修工作。</p> <p>3、已落实。X 射线探伤机贮存间满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求。</p> <p>4、已落实。项目部制定 X 射线探伤机的领取、归还和登记制度，并建立设备管理台账。</p> <p>5、已落实。本项目暂未产生报废的 X 射线探伤机。项目部承诺对于需要报废的 X 射线探伤机联系生产厂家对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报备浙江省生态环境厅进行核销。</p> <p>放射源暂存库管理措施： 本项目新增放射源的暂存依托中广核浙江三澳核电厂建设的放射源暂存库。该源库满足“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的要求，不存放易燃、易爆、腐蚀性物品等。中核浙江三澳核电厂安排专职的管理人员统一管理，并严格落实各项管理措施。</p> <p>γ射线探伤机的维护保养：</p> <p>1、已落实。项目部安排工作人员每月至少 2 次对γ射线探伤机中涉及放射防护的部件进行检查维护。γ射线探伤机需要维修时，交由生产厂家工作人员将放射源倒入换源器后进行。项目部严格禁止工作人员单独开展γ射线探伤机的维修工作。</p> <p>2、已落实。工作人员定期对射线探伤机的控制组件进行维护。</p> <p>3、已落实。目前项目部未发现超过 10 年的探伤机。</p> <p>4、已落实。项目部在进行γ射线探伤机的配件更换时，由生产厂家提供合格配件。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>5、每个月对探伤装置的配件进行检查、维护,每3个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护,发现问题应及时维修,并做好记录。严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。</p> <p>X 射线探伤机的维护保养:</p> <p>1、项目部拟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。</p> <p>2、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。</p> <p>3、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。</p> <p>4、项目部拟做好设备维护记录。</p>	<p>5、已落实。工作人员每月对探伤装置的配件进行检查和维护,每3个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护,若发现问题及时交由专业的单位进行维修,并做好记录。项目部严格禁止使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。</p> <p>X 射线探伤机的维护保养:</p> <p>1、已落实。项目部定期对 X 射线探伤机进行维护。维护人员经过专业培训的辐射工作人员。</p> <p>2、已落实。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。</p> <p>3、已落实。当设备有故障或损坏需更换零部件时,零部件由生产厂家提供合格的零部件。</p> <p>4、已落实。项目部已设置了设备维护记录台账。</p>

3.4 辐射安全管理措施

本项目环评文件中辐射安全管理措施落实情况见表 3-3。由表 3-3 可见,项目落实了环评文件中提出的要求。

表 3-3 环评文件辐射安全管理措施要求及落实情况

环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(1) 辐射安全管理机构</p> <p>建设单位应成立辐射安全与环境保护管理机构,全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作,并配备相应的成员,确定管理机构领导、成员及辐射防护管理专(兼)职人员,做到分工清晰、职责明确,并在日后运行过程中,根据人事变动情况及时调整机构组成。</p> <p>(2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理和个人剂量监测</p> <p>本项目新增辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗,到期后需重新参加考核。</p>	<p>(1) 辐射安全管理机构</p> <p>已落实。项目部已成立辐射安全与环境保护管理小组,明确了管理小组成员和各管理成员的职责。</p> <p>(2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理和个人剂量监测</p> <p>已落实。项目部 31 名辐射工作人员均经培训合格后持证上岗,。31 名辐射工作人员均已配备了个人剂量计,委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司进行监测,每两月监测一次,并建立个人剂量档案,</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-3 环评文件辐射安全管理措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>新增辐射工作人员应配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，建立个人剂量档案；应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。建设单位应当组织上岗后的辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查，建立职业健康档案，离职前也应进行职业健康检查。</p> <p>(3) 辐射安全管理制度</p> <p>使用射线装置的单位要建立健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。日后的工作实践中，项目部应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性。</p> <p>(4) 辐射监测仪器</p> <p>建设单位拟配备 7 台便携式 X-γ剂量仪。所有新增辐射工作人员均拟配备个人剂量计，拟配备 23 台个人剂量报警仪。以满足监测仪器配备要求。</p> <p>(5) 工作场所辐射监测</p> <p>建设单位应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。</p> <p>建设单位应定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档 备案。</p>	<p>部分辐射工作人员因从其他项目部调入未满 2 月，暂未进行个人剂量检测。31 名辐射工作人员送有资质的医院进行职业健康体检，并建立职业健康档案。</p> <p>(3) 辐射安全管理制度</p> <p>已落实。项目部制定的管理制度有《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《岗位职责》、《放射性同位素和射线装置使用登记制度》、《操作规程》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《自行检查和年度评估制度》、《台账管理制度》、《放射源库管理制度》、《辐射事故应急预案》等。</p> <p>(4) 辐射监测仪器</p> <p>已落实。项目部目前 31 名辐射工作人员均配备了个人剂量计；配备 RDS-31 型便携式辐射监测仪 10 台，配备了 50 台 FJ2000/RG1100/FJ3200 型剂量报警仪。移动探伤同时还配备了 100 块电离辐射警示标志、100 块控制区警告牌、200 块监督区警告牌、100 只工作警示灯、100 卷警戒绳，铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜各 2 套。目前项目部配备的防护用品和检测仪器能满足项目部室内探伤和移动探伤的需要。辐射防护用品在需要补充时，由项目部统一进行采购。</p> <p>(5) 工作场所辐射监测</p> <p>已落实。项目部委托有资质的单位每年对探伤室、移动探伤工作场所周围环境进行监测，建立监测档案，并按要求编写辐射安全按与防护年度评估报告，在规定时间内上报至当地生态环境部门。</p> <p>项目部定期开展探伤室的辐射水平监测，每次进行移动探伤时对工作场所代表性点位进行监测，并形成记录存档。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

3.5 放射性三废处理设施

本项目环评文件中放射性废物处理设施落实情况见表 3-4。由表 3-4 可见，项目落实了环评文件中提出的要求。

表 3-4 环评文件放射性三废处理设施

环评文件要求	环评文件要求落实情况
本项目 γ 射线探伤机内放射源退役后仍具有很强的放射性，项目部应按国家有关废旧放射源处置的相关规定要求，及时与供源单位签订废旧放射源回收协议。在收贮前，项目部应将退役的放射源暂存于现有放射源暂存库储源坑内，做好保管工作。	已落实。项目部使用的放射源活度不能满足无损检测要求时，退役成为废旧放射源。项目部按照国家有关废旧放射源处置的相关规定要求，与丹东市阳光仪器有限公司签订废旧放射源处理方案。当放射源需要报废时，丹东市阳光仪器有限公司按照协议规定将废旧放射源运回成都中核高通同位素股份有限公司。
本项目 γ 探伤机使用满 10 年后退役或浙江三澳核电厂建设任务完成后退役，退役的废旧 γ 探伤机由生产厂家回收处置。	已落实。项目部目前尚未有满 10 年的 γ 射线探伤机。项目部承诺待探伤机满 10 年或三澳核电厂建设完成后，需要退役的 γ 射线探伤机交由生产厂家回收处置。

3.6 非放射性废物处理设施

(1) 臭氧和氮氧化物

移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧气，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3 且其毒性低于臭氧，对周围环境影响较小。

X 射线探伤和 γ 射线机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。探伤室产生的少量臭氧和氮氧化物通过探伤室设置的排气口排入外部环境。探伤室内设置 1 套机械排风系统，位于探伤室西侧室外，探伤室风机风量为 1500m³/h，探伤室总容积为 251m³，每小时有效通风次数为 6 次，满足通风次数不低于 3 次/h 的要求。

(2) 危险废物

探伤作业完成后，需对拍摄的底片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液、洗片废水与废胶片。项目部在浙江三澳核电站中国核工业二三建设有限公司临建区办公楼东南侧一层设立了暗室，暗室内设置了危

续表三 辐射安全与防护设施/措施

废临时暂存区，做好了防渗工作，设置了危废收集桶，危废收集桶下放置托盘进行防渗。危废收集桶收集满后，统一集中送至中广核三澳核电厂建设的危废暂存库内。三澳核电厂的危废暂存库满足《危险废物储存污染控制标准》（GB18597-2023）的标准要求。危险废物回收桶也张贴了标识。项目部建立了危险废物管理台账，进行探伤作业产生的废显影、定影液、洗片废水及废胶片严格执行转移联单制度。日常工作中产生的危险废物集中收集好按照规定要求定期交由温州市环境发展有限公司处理。

3.7 国家及省关于 γ 射线移动探伤的管理要求落实情况

本项目对照《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发〔2007〕8号）、《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环办函〔2014〕1293号）、《关于印发〈浙江省 γ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定〉的通知》（浙环函〔2022〕30号）等文件中的要求，相关符合性分析评价分别见表 3-5~3-7。

表 3-5 “环发〔2007〕8号”文要求及落实情况

“环发〔2007〕8号”文要求	落实情况
至少有 1 名以上专职人员负责辐射安全管理工作。	项目部有 3 名专职人员负责辐射安全管理工作。
从事移动探伤作业的，应拥有 5 台以上探伤装置。	本项目本阶段新增 6 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机。
每台探伤装置须配备 2 名以上操作人员，操作人员应参加辐射安全与防护培训，并考核合格。	每台探伤装置开机工作时配备 2 名操作人员，操作人员均以参加辐射安全与防护培训，并考核合格。
必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。	已取得浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证[00004]。
探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的探伤装置。	项目部目前使用的探伤装置均未超过 10 年。
明确 2 名以上工作人员专职负责放射源暂存库的保管工作。放射源暂存库设置红外和监视器等保安设施，源库门应为双人双锁。探伤装置用毕不能及时返回本单位放射源暂存库保管的，应利用保险柜现场保存，但须派专人 24 小时现场值班。保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志。	本项目新增放射源的暂存依托中广核浙江三澳核电厂建设的放射源暂存库。中核浙江三澳核电厂安排 2 名专职的管理人员统一管理。放射源暂存库设置红外和监视器等保安设施，源库门为双人双锁。 γ 射线探伤机在浙江三澳核电厂内不存在不能及时返回放射源暂存库的现象。
探伤装置必须专车运输，专人押运。押运人员须全程监护探伤装置。	探伤装置采用专车运输，专人押运。押运人员全程监护探伤装置。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-5 “环发（2007）8号”文要求及落实情况	
“环发（2007）8号”文要求	落实情况
制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度。定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时应有 2 人在场，核实记录应妥善保存，并建立计算机管理档案。	已制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度。定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时有 2 名工作人员在场，核实记录妥善保存，建立了计算机管理档案。
每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。并做好记录。严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。	项目部定期对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题及时联系生产厂家维修，并做好记录。未使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。
探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	探伤作业时，有 2 名操作人员和至少 1 名安全员同时在场，每名辐射工作人员均配备个人剂量计、1 台个人剂量报警仪、现场配置 1 台便携式辐射监测仪器。个人剂量计定期送由天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司进行测量，建立了个人剂量档案。
每次探伤工作前，操作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能。	每次探伤工作前，操作人员检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能，保证人员安全。
室外作业时，应设定控制区，并设置明显的警戒线和电离辐射警告标志，专人看守，监测控制区的辐射剂量水平。	室外作业时，辐射工作人员按照规定要求设置控制区，在控制区设置了明显的警戒线和电离辐射警告标志，派安全员看守，辐射工作人员监测控制区的辐射剂量水平。
作业结束后，必须用辐射剂量监测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由检测人员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。	探伤作业结束后，辐射工作人员用辐射剂量监测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由检测人员在检查记录上签字，携带探伤装置离开现场。
探伤装置转移到外省、自治区、直辖市使用的，使用单位应当于活动实施前填写“放射性同位素异地使用备案表”，先向使用地省级环境保护主管部门备案，经备案后，到移出地省级环境保护主管部门备案。异地使用活动结束后，使用单位应在放射源转出使用地后 20 日内，先后向使用地、移出地省级环境保护主管部门注销备案。	本项目 γ 射线探伤机仅在中广核浙江三澳核电厂厂区内使用，不涉及探伤装置转移到外省、自治区、直辖市使用。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-5 “环发（2007）8号”文要求及落实情况	
“环发（2007）8号”文要求	落实情况
更换放射源时，探伤装置使用单位应向所在地省级环境保护主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源；探伤装置使用单位、放射源生产单位应当在转让活动完成之日起 20 日内，分别将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级环境保护主管部门备案。	更换放射源时，项目部及时向所在地省级环境保护主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源；项目部在转让活动完成之日起 20 日内，将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级环境保护主管部门备案。
发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，立即向使用地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。	项目部已在《辐射事故应急预案》中对事故报告程序、方法进行了规定。当发生辐射事故时项目部根据规章制度和法规要求，逐级上报相关人员和部门。
表 3-6 “环办函（2014）1293号”文要求及落实情况	
“环办函（2014）1293号”文要求	“环办函（2014）1293号”文要求落实情况
各 γ 射线移动探伤装置使用单位应加强从业人员管理，按照法规要求做好人员培训工作，严禁无证人员操作探伤装置。	项目部定期安排培训，已制定辐射工作规章制度，所有辐射工作人员均经过辐射安全防护培训、持证上岗。
γ 射线移动探伤作业时应配备现场安全员，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。现场安全员应接受与操作人员等同的辐射安全培训。	γ 射线移动探伤作业时配备现场安全员，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。现场安全员已接受与操作人员等同的辐射安全培训，经考核合格后，持证上岗。
γ 射线移动探伤室外作业时（应急探伤作业除外），应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于 2 平方米，公示信息应采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要（具备防水、防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作	γ 射线移动探伤作业时，项目小组在移动探伤区域出入口放置信息公示牌。信息公示牌包括辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息。信息公示牌面积大于 2 平方米，公示信息牌采取喷绘的方式进行制作。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-6 “环办函（2014）1293 号”文要求及落实情况	
“环办函（2014）1293 号”文要求	“环办函（2014）1293 号”文要求落实情况
安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。	
各γ射线移动探伤装置使用单位应明确并牢记辐射安全主体责任，及时履行环保手续，加强企业自身的辐射安全管理，强化辐射工作人员的法律法规学习，培植单位的核安全文化，防止事故发生。	项目部落实了各项环保手续，各项环保手续齐全；严格执行已制定的辐射安全管理制度，加强了辐射工作人员的法律法规学习，加强企业的辐射安全文化，防止事故的发生。
表 3-7 “浙环发（2022）30 号”文要求及落实情况	
“浙环发（2022）30 号”文要求	“浙环发（2022）30 号”文要求落实情况
浙江省生态环境主管部门颁发辐射安全许可证的作业单位（以下简称“本省单位”）应设立由单位法定代表人、辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员以及放射源贮存库管理员分级负责的辐射安全管理体系，制定单位辐射安全管理制度，培植单位核安全文化。	项目部已申领辐射安全许可证，证书编号浙环辐证[00004]。项目部落实了各项环保手续，各项环保手续齐全；已制定了辐射安全与环境保护管理小组、各项辐射管理制度，加强了辐射工作人员的法律法规学习，定期组织项目部辐射工作人员进行辐射安全培训，防止事故的发生。
单位法定代表人是辐射安全管理的第一责任人，全面负责本单位的辐射安全管理工作。辐射安全负责人具体负责本单位辐射安全管理工作，检查指导各项目辐射安全管理，定期核查各项目有关资料。	项目部负责人是辐射安全管理的第一责任人，全面负责本单位的辐射安全管理工作。辐射安全负责人具体负责本单位辐射安全管理工作，检查指导各项目辐射安全管理，定期核查各项目有关资料。
项目负责人负责该项目的辐射安全管理工作，检查操作人员和现场安全员的操作与记录情况。	项目负责人负责该项目的辐射安全管理工作，检查操作人员和现场安全员的操作与记录情况。
现场安全员负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业场所辐射剂量水平监测、含放射源γ射线探伤机（以下简称“探伤机”）的领取、归还以及确认放射源是否返回探伤机等安全相关工作，并做好相关记录。	现场安全员负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业场所辐射剂量水平监测、含放射源γ射线探伤机（以下简称“探伤机”）的领取、归还以及确认放射源是否返回探伤机等安全相关工作，并做好相关记录。
操作人员负责探伤机的安全使用及状态监护等工作。	现场操作人员负责探伤机的安全使用及正常状态的维护工作。
放射源贮存库管理员负责放射源贮存库的值守、巡查、监护、钥匙保管，做好探伤机的出入库登记，定期清点记录放射源情况等工作。	中核浙江三澳核电厂 2 名专职的管理人员负责放射源暂存库的值守、巡查、监护、钥匙保管，做好探伤机的出入库登记，定期清点记录放射源情况等工作。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-7 “浙环发（2022）30 号”文要求及落实情况	
“浙环发（2022）30 号”文要求	“浙环发（2022）30 号”文要求落实情况
辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员和放射源贮存库管理员必须通过相应的核技术利用辐射安全与防护考核。	辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员均已通过相应的核技术利用辐射安全与防护考核，持证上岗。
作业单位应建立辐射安全管理制度，主要包括：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射源使用登记制度、工作场所监测制度、人员剂量管理和健康管理制度、人员培训制度等。	项目部已建立辐射安全管理制度，主要包括：《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《岗位职责》、《放射性同位素和射线装置使用登记制度》、《操作规程》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《自行检查和年度评估制度》、《台账管理制度》、《放射源库管理制度》、《辐射事故应急预案》等。
作业单位应制定并不断完善辐射事故应急预案，细化应急报告程序及应急处置措施，明确应急物资、设备型号（名称）、存放地点等，并定期组织开展应急演练。	项目部已制定辐射事故应急预案，细化应急报告程序及应急处置措施，明确应急物资、设备型号（名称）、存放地点等，并定期组织开展应急演练。
作业单位应每月对探伤机及配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤机的性能进行全面检查、维护，发现问题及时维修，并做好记录。	项目部每月对探伤机及配件进行检查、维护，对探伤机的性能进行全面检查、维护，发现问题及时联系厂家维修，并做好记录。
作业单位之间不得借用许可资质和辐射工作人员，未通过相应核技术辐射安全与防护考核的人员不得作业。	项目部未借用许可资质、辐射工作人员，均以通过相应核技术辐射安全与防护考核，持证上岗。
作业单位不得使用超过 10 年的探伤机，不得使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤机。	项目部未使用超过 10 年的探伤机，未使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤机。
作业单位应在现场项目部存放项目相关的操作规程、应急预案、出入库记录等辐射安全管理资料。作业结束后，应当将项目的相关资料及时归档，保留期限至少两年。	项目部规定各探伤作业现场必须存放 γ 射线探伤机操作规程、放射源事故应急救援预案、放射源出入库记录等资料，并建立档案，保留期限不少于两年。
作业单位应确保每台探伤机至少有 2 名操作人员和 1 名现场安全员同时在场。同一作业点，同一单位有多台探伤机使用的，现场安全员配备须满足辐射安全管控要求。操作人员以及现场安全员应配备个人剂量报警仪和个人剂量计，并持有标注照片、姓名、培训类别和所属单位等的人员信息牌。每个作业点配备至少 1 台辐射监测仪以及必要的个人防护和应急用品。	γ 射线移动探伤作业时，项目部落实了每台探伤机开机时有 2 名操作人员和至少 1 名现场安全员同时在场。操作人员和现场安全员均配备了个人剂量报警仪和个人剂量计，并持有标注照片、姓名、培训类别和所属单位等的工作上岗证。在移动探伤作业时，探伤工作小组配备了 1 台辐射剂量监测仪。项目部配备了铅衣等防护用品。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-7 “浙环发（2022）30 号”文要求及落实情况	
“浙环发（2022）30 号”文要求	“浙环发（2022）30 号”文要求落实情况
探伤作业时（应急探伤除外），作业单位必须在作业现场边界外公众可达地点放置面积不小于 2 平方米的安全信息公示牌，公告作业单位名称、作业时间、区域、负责人和联系电话等信息。作业单位应将作业计划和影响范围书面告知作业委托单位，作业委托单位应通知本单位相关人员，并协助作业单位做好周围公众的告知和警戒工作。	探伤作业时（应急探伤除外），项目部在移动探伤区域出入口放置安全信息公示牌，公告作业单位名称、作业时间、区域、负责人和联系电话等信息。项目部提前将作业计划和影响范围书面通过中广核三澳核电厂区告知各单位和工作人员，并做好探伤区域周围公众的告知和警戒工作。
探伤作业时，作业单位应按标准设定控制区和监督区，设置明显的警戒线、警示灯和电离辐射警告标志，监测、记录辐射剂量水平。在监督区边界外进行全程警戒和巡检，防止无关人员进入监督区。	工作人员在移动探伤作业时，按照 GB117-2022 的标准要求设置控制区和监督区，控制区和监督区均设置警戒绳、警示灯和电离辐射警告标志。现场安全员监测并记录了控制区和监督区的辐射剂量水平。现场安全员在监督区边界外进行全程警戒和巡检，防止无关人员进入监督区。
在探伤机出入放射源贮存库以及离开作业场所时，作业单位必须对探伤机进行辐射剂量监测，并记录剂量监测值和转移时间等信息。	工作人员在领取和归还放射源时以及移动探伤作业结束离开作业场地时，落实了对 γ 射线探伤机进行辐射剂量监测。工作人员记录探伤机辐射剂量水平和转移时间等信息。
放射源贮存库应满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的要求，不得存放易燃、易爆、腐蚀性等物品。指定专职人员负责放射源贮存库的安保工作，24 小时人员值守，实施双人双锁管理。安装入侵报警装置和视频监控等安保设施，监控录像保存 30 天以上。	本项目新增放射源的暂存依托中广核浙江三澳核电厂建设的放射源暂存库。该源库满足“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的基本要求，不存放易燃、易爆、腐蚀性物品等。中核浙江三澳核电厂安排专职的管理人员统一管理，并严格落实各项管理措施。
每台探伤机均应安装在线监管系统终端，未安装终端的不得使用。作业单位应加强终端的日常管理和维护，确保数据上传有效。	每台探伤机均已安装在线监管系统终端，作业单位在浙里辐安进行数据上传，并定期进行终端的日常管理和维护，确保数据上传有效。
作业单位应做好在线监管系统人员、放射源、探伤机、异地使用等信息录入及更新，按在线监管系统要求落实出入库扫码工作。	项目部已安排在线监管系统人员、放射源、探伤机、异地使用等信息录入及更新，按在线监管系统要求落实出入库扫码工作。
作业单位应及时处置或反馈在线监管系统推送的预警信息，防范放射源失控风险。	项目部安排专人负责管理在线监管系统推送的预警信息，防范放射源失控风险。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

图 3-3~图 3-28 为探伤室部分防护和环保措施落实情况图

	
<p>图 3-3 工作出入门工作状态指示灯</p>	<p>图 3-4 工件门工作状态指示灯和电离辐射警告标志、预备和照射说明</p>
	
<p>图 3-5 工作出入门电离辐射警告标志、预备和照射说明</p>	<p>图 3-6 辐射安全管理制度上墙</p>
	
<p>图 3-7 辐射安全管理制度上墙</p>	<p>图 3-8 视频监控系统</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

	
<p>图 3-9 视频监控系统</p>	<p>图 3-10 机械排风装置</p>
	
<p>图 3-11 紧急停机按钮和使用说明</p>	<p>图 3-12 紧急停机按钮和使用说明</p>
	
<p>图 3-13 固定式辐射剂量监测系统和视频监控 监控系统显示屏</p>	<p>图 3-14 工作状态指示灯、预备和照射说明、 紧急停机按钮和使用说明</p>
	
<p>图 3-15 便携式 X-γ 剂量监测仪</p>	<p>图 3-16 个人剂量报警仪</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

 <p>图 3-17 警戒护栏</p>	 <p>图 3-18 暗室</p>
 <p>图 3-19 危废收集桶</p>	 <p>图 3-20 暗室处理岗位安全风险告知和危险废物临时存放点责任信息牌</p>
 <p>图 3-21 探伤作业信息告示牌</p>	 <p>图 3-22 监督区边界工作状态指示灯、警告牌、电离辐射警告标志、警戒绳、探伤信息告知牌</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

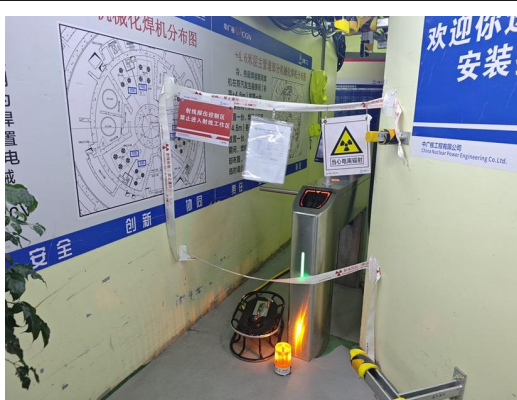


图 3-23 控制区边界工作状态指示灯、警告牌、电离辐射警告标志、警戒绳、探伤信息告知牌

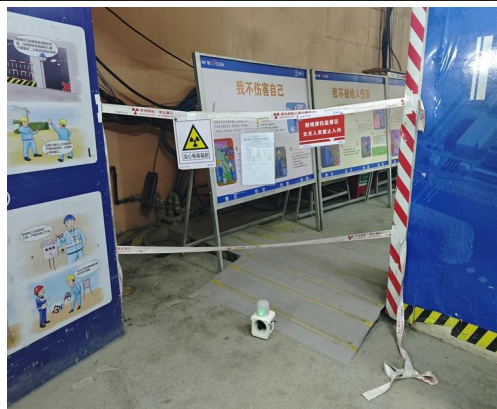


图 3-24 监督区边界工作状态指示灯、警告牌、电离辐射警告标志、警戒绳、探伤信息告知牌



图 3-25 辐射工作人员携带个人剂量计和剂量报警仪



图 3-26 监督区边界工作状态指示灯、警告牌、电离辐射警告标志、警戒绳、探伤信息告知牌



图 3-27 专用放射源运输车



图 3-28 个人剂量计

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响报告表的主要结论

本项目环评文件《中国核工业二三建设有限公司三澳项目部 X、 γ 射线室内探伤与移动探伤建设项目环境影响报告表》由卫康环保科技（浙江）有限公司编制。该项目主要环评结论：

1、项目概况

三澳项目部为浙江三澳核电站安装工程施工方之一，施工过程需对核电设施及工件（管道、罐体、平板件等）焊缝进行无损检测，拟在三澳核电站建设区内配套开展 X、 γ 射线室内固定探伤和现场移动探伤，计划配置 11 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机（含 11 枚 ^{192}Ir 放射源，出厂活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ，II类源）、1 台 ^{75}Se γ 射线探伤机（含 1 枚 ^{75}Se 放射源，出厂活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ，II类源）及 5 台 X 射线探伤机（均为定向机，详见表 1-1）。放射源非工作状态贮存于中广核苍南核电有限公司中广核浙江三澳核电站放射源暂存库内（已于 2020 年 2 月 9 日获得浙江省生态环境厅环评批复：浙环辐[2020]9 号）。

2、项目位置

本项目探伤室位于浙江三澳核电站内中国核工业二三建设有限公司临建区西侧，探伤室为独立的一层建筑；探伤室及控制室东侧紧邻为厂内道路，再东侧距离探伤室约 15m 为垃圾池 和物资堆场；南侧紧邻为厂内道路，再南侧距离探伤室约 22m 为物资堆场和通风保温预制车间；西侧紧邻为山体，北侧紧邻为厂内道路。

本项目移动式探伤现场工作场所为三澳核电站厂区内，不涉及三澳核电站外。现阶段主要为三澳核电一期工程 1~2 号核岛区域，后续可能涉及三澳核电二期 3~4 核岛和三澳核电三期 4~6 核岛。1~2 号核岛东侧为厂内道路及临建建筑，南侧为常规岛，西侧为厂内道路及规划的 3~6 号核岛，北侧为厂内道路及现有放射源暂存库。拟规划的 3~6 号核岛东侧为厂内道路，南侧为大海，西侧为中国核工业二三建设有限公司临建区，北侧为中核五公司、中电建公司临建区。

本项目依托的放射源暂存库东侧紧邻为厂内道路及临建建筑，南侧紧邻为厂内道路及 1 号核岛，西侧 5m 为临建建筑，北侧 5m 和 18m 分别为管理室和

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

常规岛。

3、选址合理性分析

本项目位于浙江省温州市苍南县霞关镇三澳村的浙江三澳核电厂区红线内，浙江三澳核电项目于 2015 年获得国家能源局《国家能源局关于浙江苍南核电项目开展厂址保护及相关论证工作的复函》（国能核电[2015]161 号），项目选址阶段环评已获生态环境部批复，因此本项目符合土地利用规划。本项目各辐射工作场所评价范围内主要为浙江三澳核电厂厂区内，无居民点和学校等环境敏感点，周围无环境制约因素，且附近区域亦不涉及易燃易爆物质和危险化学品 的存放。在建筑墙体屏蔽、距离衰减及辐射安全管理措施的基础上，本项目对核电厂区内的非辐射工作人员及周围普通公众的辐射影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对公众成员“剂量限值”的要求，也符合本项目剂量约束值的要求。

因此，本项目选址合理可行。

4、项目布局合理性分析

本项目控制室与探伤室分开。本项目探伤室工件门位于南侧，工件由平板车装载进入探伤室内。探伤室人员门位于探伤室东侧，采用“L”型迷路形式，避免了主射线照射到控制室和工件门等区域；本项目新增放射源的存放依托现有放射源暂存库，本项目的功能设施完善，布局合理。

5、项目所在地区环境质量现状

由监测结果可知，本项目新建探伤室及移动探伤工作场所周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

6、辐射安全防护措施结论

探伤室四侧墙体（含迷道）与顶棚均采用混凝土作为屏蔽材料，防护门采用铅板作为屏蔽材料，根据表 11 的预测结果，探伤室的屏蔽设计合理，符合规范要求。对探伤室工作场所进行分区管理，划分为监督区和控制区，控制区设置相应的警示标志，限制无关人员进入；探伤室拟设置门-机联锁装置、工作状态指示灯、声音提示装置、监视装置、固定式场所辐射探测报警装置、紧急停机按钮、机械排风设施等辐射安全防护措施；探伤室工作人员配置个人剂量

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

计和个人剂量报警仪，各项辐射环境管理规章制度拟张贴于控制室墙上，拟建立 X 射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账等，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

本项目移动探伤均按标准要求划分控制区和监督区，针对 γ 射线探伤装置的固有安全属性、储存、运输、移动探伤等环节均采取相应的辐射安全和防护措施，并配套足够数量的防护用品和检测仪器。X 射线移动探伤与 γ 射线移动探伤的辐射安全防护措施见本报告表 10，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

7、辐射安全管理结论

①项目部应成立辐射安全防护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作。同时应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

②项目部拟组织所有辐射工作人员参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训。

③项目部拟为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检有资质的单位（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建立个人剂量档案。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每一年或两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的职业健康档案。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年；职业健康监护档案应长期保存。

8、辐射环境影响分析结论

(1) 污染因子

本项目探伤室工作场所与 X 射线移动探伤作业工作场所的主要污染因子为 X 射线、臭氧、氮氧化物、废显（定）影液和废胶片；放射源暂存库的主要污染因子为 γ 射线、臭氧、氮氧化物；本项目 γ 射线移动探伤作业工作场所的主要污染因子为 γ 射线、臭氧、氮氧化物、废显（定）影液和废胶片。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定**(2) 辐射剂量率结论**

当探伤室内仅开启一台活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 ^{192}Ir - γ 射线探伤机进行探伤时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 或者审管部门批准的控制水平”的要求。可推断出当活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 ^{75}Se - γ 射线探伤机与 X 射线定向探伤机满功率运行时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门也能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“探伤室墙和入口门的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶外 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(3) X 射线移动探伤工作场所控制区和监督区的划分

经理论计算本项目开展 X 射线移动探伤作业时，控制区最大范围为距探伤机 76m 以内区域，监督区最大范围为距探伤机 186m 以内区域。以上理论计算结果仅为本项目 X 射线移动探伤控制区和监督区的划分提供参考，实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的不同、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平产生变化，从而改变控制区和监督区的范围。

(4) γ 射线移动探伤工作场所控制区和监督区的划分

本项目 ^{192}Ir - γ 射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为 125m，监督区距离为 307m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为 7m，监督区距离为 17m。 ^{75}Se - γ 射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为 92m，监督区距离为 226m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为 5m，监督区距离为 13m。实际移动探伤时，建设单位应采取本报告关于 γ 射线移动探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区和监督区划分，然后采用便携式 X- γ 剂量率仪巡测的方式进行实测验证和调整。

(5) 保护目标剂量

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

根据剂量估算结果，本项目各辐射工作场所所致辐射工作人员与公众成员的年有效剂量当量小于本次评价项目年剂量约束值（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求。

（6）“三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

①废放射源

γ 射线探伤机内放射源使用到一定年限后，将退役产生废旧放射源。项目部已与丹东市阳光仪器有限公司签订了废旧放射源回收协议。

②臭氧和氮氧化物

本项目探伤室内产生的臭氧室内浓度远低于《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）中规定的 O_3 的最高允许浓度 0.3mg/m^3 限值要求。同时，探伤室内臭氧通过排风系统排出后，在常温常压状态下会自动分解为氧气，其浓度进一步的降低，远低于《环境空气质量标准》（GB 3059-2012）及2018年修改单中 O_3 的1小时平均浓度限值 0.2mg/m^3 的要求。

放射源暂存库内储存的放射源与空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，由机械排风装置经放射源暂存库的排风口及时排至室外。X射线移动探伤与 γ 射线移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

③废显（定）影液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液、洗片废水与废胶片必须按规定进行合理的处置，分类收集后送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。项目部已与温州市环境发展有限公司签订了危废处置协议，符合要求。

9、可行性结论

（1）产业政策符合性

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据国家发展和改革委员会第49

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》，本项目不属于限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

（2）实践正当性

三澳核电项目部因承接浙江三澳核电厂核电安装施工需要，拟在浙江三澳核电厂厂区内开展 X、γ射线探伤。项目运行目的是为核电站建设过程中对钢铁工件焊接缝进行无损检测，可提高核电岛等建筑质量，在确保核电站安全度运行中起到了重要作用，具有良好的社会效益和经济效益。本项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目周边辐射剂量率水平控制在合理水平，项目所致人员有效剂量满足项目管理目标要求。因此，从代价利益方面分析，本项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

10、环保可行性结论

综上所述，中国核工业二三建设有限公司三澳项目部 X、γ射线室内探伤与移动探伤建设项目，项目选址合理，符合国家产业政策，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”的原则。建设单位在落实本报告提出的各项污染防治措施后，其辐射工作场所辐射安全措施及安全管理措施满足从事相应辐射活动的要求，辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，营运期对周围环境产生的辐射影响在可接受范围内，因此本项目运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

4.2 “浙环辐〔2024〕6号”批文审批决定

2024年1月16日，浙江省生态环境厅对该项目进行审批，审批文号为：浙环辐〔2024〕6号，该项目主要环评批复内容：

一、浙江三澳核电厂位于浙江省温州市苍南县霞关镇三澳村。中国核工业二三建设有限公司三澳项目部为浙江三澳核电厂安装工程施工方之一，施工过

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

程需对核电设施及工件（管道、罐体、平板件等）焊缝进行无损检测，拟在三澳核电站建设区内配套开展 X、 γ 射线室内固定探伤和现场移动探伤，计划配置计划配置 11 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机（含 11 枚 ^{192}Ir 放射源，出厂活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，II类源）、1 台 ^{75}Se γ 射线探伤机（含 1 枚 ^{75}Se 放射源，出厂活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，II类源）及 5 台 X 射线探伤机（均为定向机）。放射源非工作状态贮存于中广核苍南核电有限公司中广核浙江三澳核电站放射源暂存库内。

二、我厅原则同意《报告表》中对于辐射环境保护方面的评价结论。《报告表》提出的承诺和建议可作为项目建设和辐射环境管理的依据。

三、你公司在项目实施时，要重点落实辐射安全与防护措施，规范操作 X、 γ 射线装置，做好辐射工作人员个人剂量检测、人员培训、职业健康体检等工作，严防辐射事故发生。公司应及时对辐射安全和防护状况进行年度评估，并报属地生态环境部门。

四、根据相关法规要求，你公司在该项目投入试运行前，必须申领《辐射安全许可证》，并按照有关规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。

4.3 环评批复文件落实情况

本项目环评批复文件中辐射安全与防护措施落实情况见表 4-1。由表 4-1 可见，项目基本落实了环评批复文件中提出的要求。

表 4-1 环评批复文件要求及落实情况

环评批复文件要求	环评批复文件要求落实情况
一、浙江三澳核电站位于浙江省温州市苍南县霞关镇三澳村。中国核工业二三建设有限公司三澳项目部为浙江三澳核电站安装工程施工方之一，施工过程需对核电设施及工件（管道、罐体、平板件等）焊缝进行无损检测，拟在三澳核电站建设区内配套开展 X、 γ 射线室内固定探伤和现场移动探伤，计划配置计划配置 11 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机（含 11 枚 ^{192}Ir 放射源，出厂活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，II类源）、1 台 ^{75}Se γ 射线探伤机（含 1 枚 ^{75}Se 放射源，出厂活度	一、浙江三澳核电站位于浙江省温州市苍南县霞关镇三澳村。中国核工业二三建设有限公司三澳项目部为浙江三澳核电站安装工程施工方之一，施工过程需对核电设施及工件（管道、罐体、平板件等）焊缝进行无损检测。项目部在中国核工业二三建设有限公司临建区建设 1 间探伤室及操作间、1 间工具间、1 间暗室及评片室与 1 间危废暂存库开展固定式探伤工作；在 1~2 号机组核岛区域和 3~6 号机组核岛区域进行

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

续表 4-1 环评批复要求及落实情况	
环评批复要求	环评批复要求落实情况
<p>均为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$, II类源)及 5 台 X 射线探伤机(均为定向机)。放射源非工作状态贮存于中广核苍南核电有限公司中广核浙江三澳核电厂放射源暂存库内。</p> <p>二、我厅原则同意《报告表》中对于辐射环境保护方面的评价结论。《报告表》提出的承诺和建议可作为项目建设和辐射环境管理的依据。</p> <p>三、你公司在项目实施时,要重点落实辐射安全与防护措施,规范操作 X、γ 射线装置,做好辐射工作人员个人剂量检测、人员培训、职业健康体检等工作,严防辐射事故发生。公司应及时对辐射安全和防护状况进行年度评估,并报属地生态环境部门。</p> <p>四、根据相关法规要求,你公司在该项目投入试运行前,必须申领《辐射安全许可证》,并按照有关规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。</p>	<p>移动探伤作业;配备 6 台 ^{192}Ir γ射线探伤机(含 6 枚 ^{192}Ir 放射源,出厂活度均为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$)及 4 台 X 射线探伤机用于固定式探伤和现场移动探伤作业。放射源非工作状态贮存于中广核苍南核电有限公司中广核浙江三澳核电厂放射源暂存库内。</p> <p>二、项目部严格落实了《报告表》提出的各项污染防治措施、辐射环境管理和监测计划的有关要求。</p> <p>三、项目部成立了辐射安全与环境保护领导小组,并安排专人管理辐射安全工作,落实了环评报告表提出的关于探伤室和现场移动探伤的各项污染防治措施,制订了 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机的安全操作规程;31 名辐射工作人员个人剂量计交由天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司定期检测;31 名辐射工作人员定期送至有放射体检资质的医院进行职业健康体检。个人剂量报告和体检报告已归档。项目部目前 31 名辐射工作人员均经培训合格后持证上岗。项目部制订了辐射事故应急预案,运行至今未发生辐射事故。项目部承诺每年委托有资质的单位对探伤室、移动探伤工作场所进行一次辐射环境水平监测。在监测和检查的基础上,对该项目辐射安全工作进行评估,并按规定期限将年度评估报告上报当地生态环境部门备案。</p> <p>四、项目部于 2024 年 07 月 03 日获得浙江省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》;许可有效期至 2029 年 07 月 02 日;证书编号:浙环辐证[00004]。目前正按规定程序申请验收。</p>

表五 验收监测质量保证和质量控制

5.1 监测单位

卫康环保科技（浙江）有限公司委托浙江亿达检测技术有限公司对中国核工业二三建设有限公司三澳项目部探伤室和移动探伤工作场所周围环境辐射水平进行监测。

5.2 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

5.3 监测方法及技术规范

监测布点和测量方法选用目前国家和行业有关规范和标准。本次验收监测方法依据的规范、标准：

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- (2) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- (3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；

5.4 监测人员资格

参加本次现场监测的人员，均经过监测技术培训，并经考核合格，持证上岗。监测报告审核人员均经授权。

5.5 监测分析过程中的质量保证和质量控制

浙江亿达检测技术有限公司建立了质量管理体系，通过了浙江省计量认证。验收监测工作遵循本单位质量手册、程序文件、实施细则、操作规程。制定并组织实施年度监测质量保证和质量控制计划。辐射环境监测质量保证措施如下：

- (1) 验收监测单位取得 CMA 资质认证；
- (2) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求；
- (3) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证上岗。
- (4) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

续表五 验收监测质量保证和质量控制

- (5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (6) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (7) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校准、审核，最后由技术负责人审定。

表六 验收监测内容

6.1 监测因子及频次

为掌握中国核工业二三建设有限公司三澳项目部在三澳核电厂区新建的探伤室和移动探伤周围环境辐射水平，卫康环保科技（浙江）有限公司委托浙江亿达检测技术有限公司验收监测人员于2024年10月31日和12月5日对中国核工业二三建设有限公司三澳项目部探伤室和移动探伤工作场所周围环境辐射水平进行监测。

监测因子：X- γ 辐射剂量率

监测频次：在关机、正常工况下各测量1次。

6.2 监测布点

根据现场条件，全面、合理布点；针对工作人员长时间工作的场所、其他公众可能到达的场所及辐射剂量率可能受到探伤室和移动探伤影响较大的场所，分别在探伤室周围和操作位及探伤室周边环境、放射源暂存库D库四周、放射源运输车辆四周5cm和2m处、移动探伤控制区边界、监督区边界和入口处展开了现场监测，监测布点见图6-1~6-5。

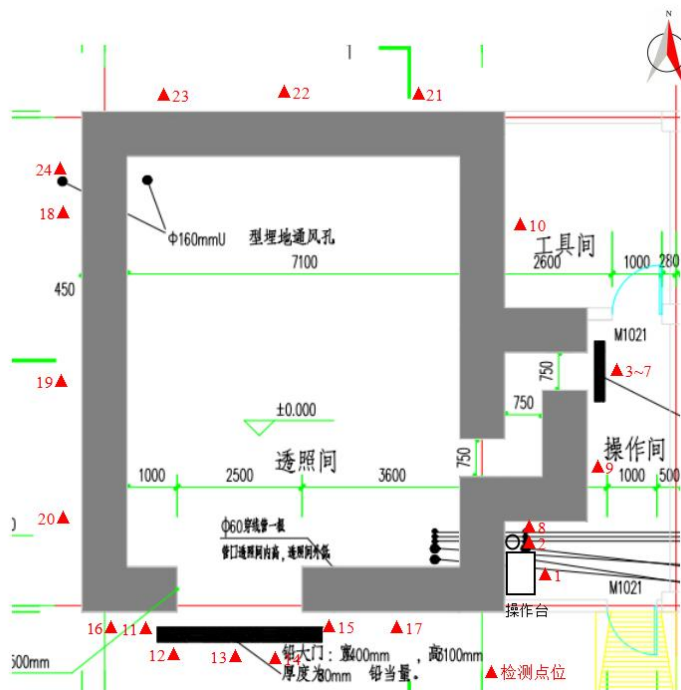


图 6-1 探伤室四周检测点位示意图

续表六 验收监测内容

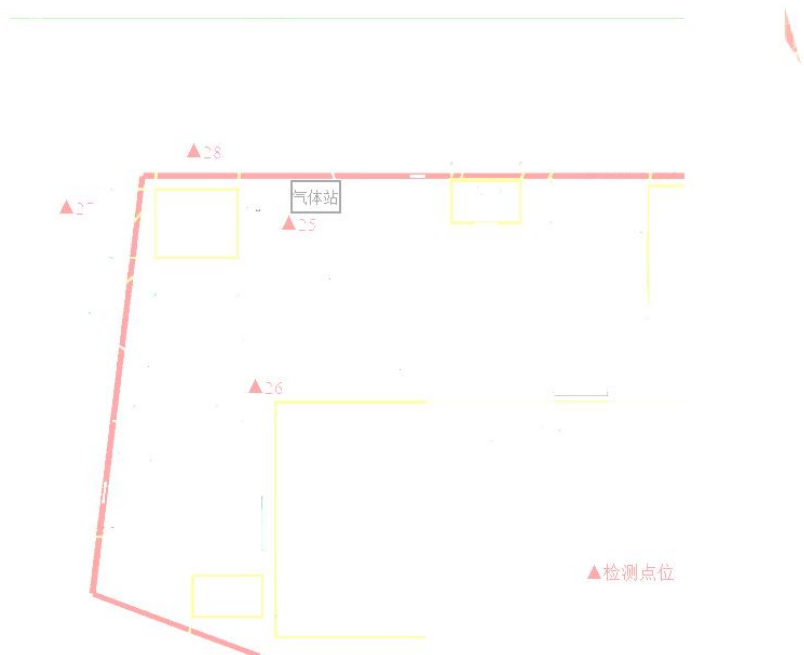


图 6-2 探伤室周边环境检测点位示意图

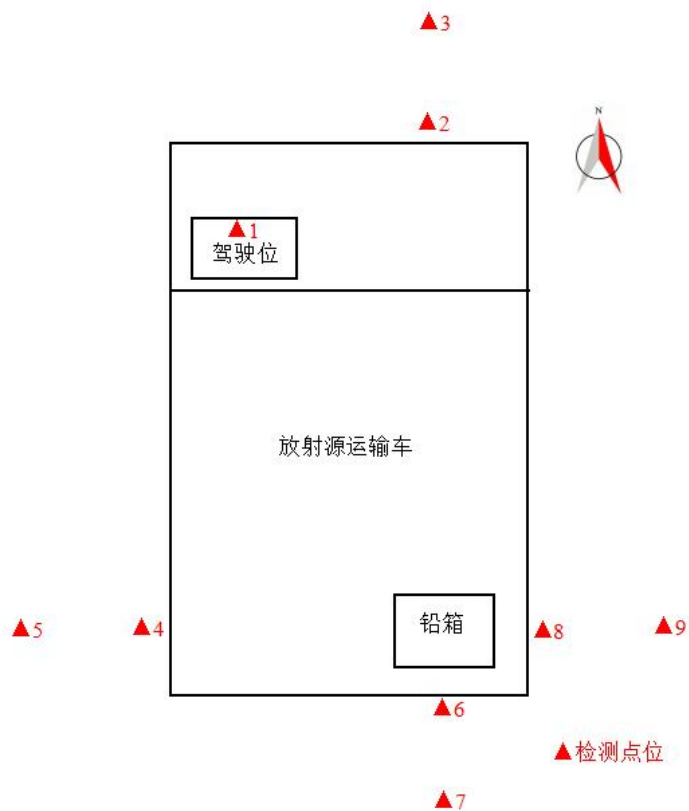


图 6-3 放射源运输车辆检测点位示意图

续表六 验收监测内容

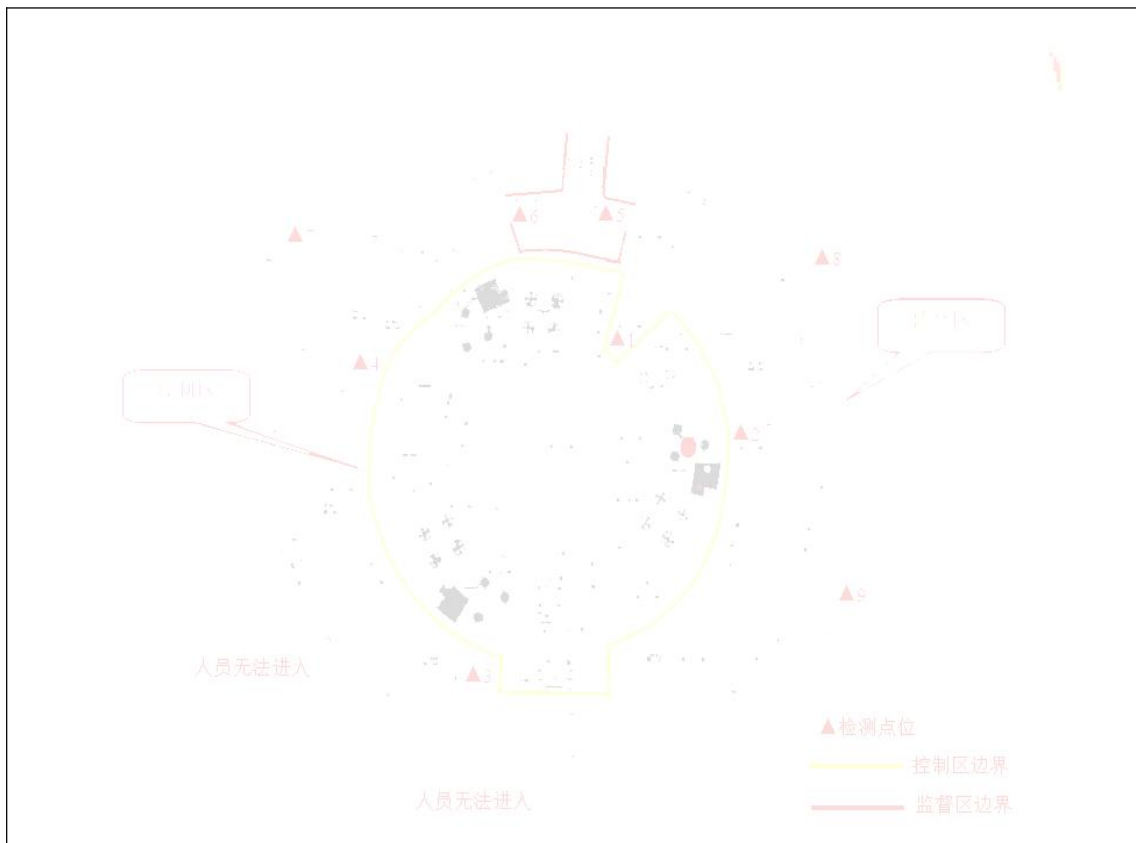


图 6-4 移动探伤检测点位示意图

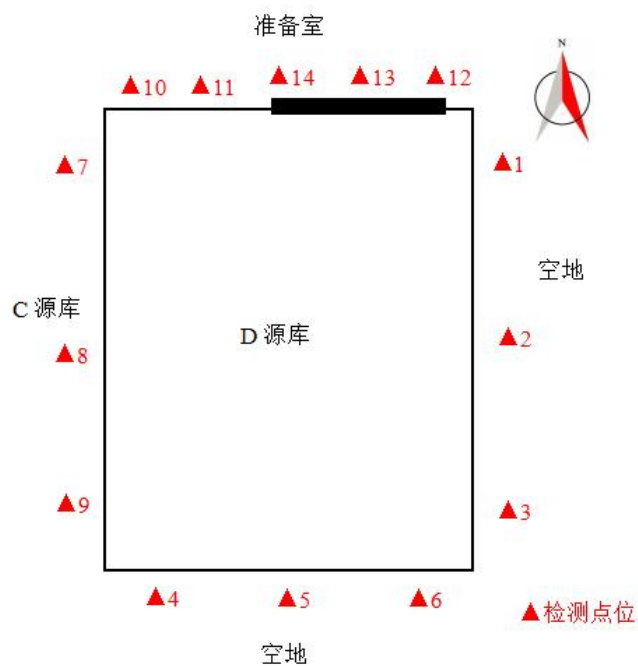


图 6-5 放射源暂存库检测点位示意图（项目部所涉及的 D 源库）

续表六 验收监测内容

6.3 监测仪器

监测仪器参数及检定情况见表 6-1~6-2。

表 6-1 监测仪器参数及校准情况

仪器名称	辐射剂量测量仪
仪器型号/编号	型号：451P-DE-SI；编号：0000006177
生产厂家	Fluke Biomedical
量 程	0~50mSv/h
能量范围	≥25keV
检定单位	中国测试技术研究院
校准证书编号	校准字第 202311004555 号、校准字第 202311002031 号
校准证书有效期	2023 年 11 月 27 日~2024 年 11 月 26 日、 2023 年 11 月 07 日~2024 年 11 月 06 日
校准因子 C_f	1.99uSv/h: 1.05;

表 6-2 监测仪器参数及检定情况

仪器名称	x、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号/编号	6150 AD 6/H（内置探头：6150AD-b/H 外置探头：6150）
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h； 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h；
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ ； 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$ ；
检定单位	上海市计量测试技术研究院（华东国家计量测试中心）
检定证书编号	2024H21-20-51062880001
检定证书有效期	2024 年 02 月 23 日至 2025 年 02 月 22 日
校准因子 C_f	1uSv/h: 1.04; 5uSv/h: 1.04; 70uSv/h: 1.03; 200kV: 1.18;

表七 验收监测

7.1 验收监测期间生产工况

(1) 2024年10月31日探伤室验收时选用 ^{192}Ir γ 射线探伤机进行探伤作业， ^{192}Ir 放射源出厂活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ，出厂时间为2024年10月22日，放射源编码为0324IR016672；验收监测时 ^{192}Ir 放射源活度为 $3.40\times 10^{12}\text{Bq}$ ，无工件照射。

(2) 中国核工业二三建设有限公司三澳项目部探伤所用的放射源储存在放射源暂存库的D源库内，检测期间有4枚 ^{192}Ir 放射源暂时储存在D源库内，具体放射源信息见表7-1。

(3) 2024年12月5日探伤室验收时选用1台XXG3005型定向X射线探伤机进行探伤作业，X射线探伤机额定电压为300kV、额定电流为5mA，验收监测时运行电压为240kV、电流为5mA，无工件照射，主射线方向分别朝东、西、南、北照射，主射线方向正对着所监测的墙面。

(4) 放射源运输：本项目放射源专用运输车辆设置1个5mm铅当量的正方体铅箱，铅箱内存放4枚 ^{192}Ir 放射源，具体放射源信息见表7-1。

表 7-1 放射源运输车内放射源信息一览表

序号	核素名称	出厂活度 (Bq)	出厂时间	放射源编码	10月31日检测时活度 (Bq)	12月5日检测时活度 (Bq)
1	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2024.08.13	0324IR013142	1.77×10^{12}	1.28×10^{12}
2	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2024.08.13	0324IR013132	1.77×10^{12}	1.28×10^{12}
3	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2024.09.25	0324IR015382	2.64×10^{12}	1.91×10^{12}
4	^{192}Ir	3.7×10^{12}	2024.10.22	0324IR016672	3.40×10^{12}	2.45×10^{12}

(5) 2024年12月5日，经中广核工程有限公司审批核准后，移动探伤作业选用 ^{192}Ir γ 射线探伤机进行探伤作业， ^{192}Ir 放射源出厂活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ，出厂时间为2024年10月22日，放射源编码为0324IR016672；监测时，使用 ^{192}Ir 放射源活度为 $2.45\times 10^{12}\text{Bq}$ 在一环路蒸汽发生器隔间进行探伤作业，照射管径904mm×72mm厚的管道。

续表七 验收监测

7.2 验收监测结果

(1) 探伤室

探伤室四周及周围环境辐射剂量率监测结果见表 7-2~7-3。由表 7-2~7-3 监测结果可知：

(1) X 射线探伤机未进行探伤作业时，工作人员操作位为 $0.18\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室周围墙体、电缆管口和防护门辐射剂量率在 $0.10\sim 0.21\mu\text{Sv/h}$ 之间；探伤室周边环境的辐射剂量率在 $0.11\sim 0.13\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) X 射线探伤机进行探伤作业时，工作人员操作位为 $0.21\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室周围墙体、电缆管口和防护门外 30cm 处的辐射剂量率在 $0.11\sim 0.23\mu\text{Sv/h}$ 之间；探伤室周边环境的辐射剂量率在 $0.13\sim 0.15\mu\text{Sv/h}$ 之间。

(3) γ 射线探伤机未进行探伤作业时，工作人员操作位为 $0.17\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室周围墙体、电缆管口和防护门辐射剂量率在 $0.12\sim 0.19\mu\text{Sv/h}$ 之间；探伤室周边环境的辐射剂量率在 $0.12\sim 0.13\mu\text{Sv/h}$ 。

(4) γ 射线探伤机进行探伤作业时，工作人员操作位为 $0.19\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室周围墙体、电缆管口和防护门外 30cm 处的辐射剂量率在 $0.12\sim 0.23\mu\text{Sv/h}$ 之间；探伤室周边环境的辐射剂量率在 $0.13\sim 0.14\mu\text{Sv/h}$ 之间。

监测结果表明，探伤室辐射防护屏蔽性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

(2) 运输放射源车辆周围辐射环境监测结果

运输放射源车辆周围辐射剂量率监测结果见表 7-4。

由表 7-4 监测结果可知：源容器运输过程中使用的运源车驾驶位置辐射剂量率为 $1.19\mu\text{Sv/h}$ ，车辆表面 5cm 辐射剂量率在 $0.50\sim 7.87\mu\text{Sv/h}$ ，车辆表面 2m 处辐射剂量率在 $0.22\sim 1.95\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2019）的规定，在常规运输条件下，运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h ，在距运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 0.1mSv/h 。

(3) 现场移动探伤行为能力验证

项目部辐射工作人员在现场移动探伤作业时划分控制区和监督区。因此，本次验收对辐射工作人员划分的控制区和监督区处的辐射水平进行了

续表七 验收监测

验证监测。现场探伤辐射剂量率监测结果见表 7-5。

由表 7-5 监测结果可知：未进行移动探伤时，移动探伤工作场所辐射剂量率在 $0.16\mu\text{Sv/h}\sim 0.19\mu\text{Sv/h}$ ；在用 γ 射线探伤机进行移动探伤作业时，辐射工作人员划定的控制区边界，该边界辐射剂量率为 $0.18\mu\text{Sv/h}\sim 0.20\mu\text{Sv/h}$ ，符合符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）控制区边界标准限值（ $15\mu\text{Sv/h}$ ）要求；划定的监督区边界，该边界的辐射剂量率在 $0.16\sim 0.19\mu\text{Sv/h}$ 之间，符合符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）监督区边界标准限值（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）要求。

辐射工作人员在现场移动探伤作业时划定的控制区和监督区合理，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

（4）放射源暂存库 D 库

放射源暂存库 D 库周围剂量当量率监测结果见表 7-6。

由表 7-6 监测结果可知：放射源库 D 库周围环境辐射剂量率在 $0.19\sim 0.50\mu\text{Sv/h}$ 之间。

（5） γ 射线探伤机放射源防护监测结果

^{192}Ir - γ 射线探伤机防护性能监测结果见表 7-7。

由表 7-7 可知， ^{192}Ir - γ 射线探伤机距容器外表面 5cm 处辐射剂量率为 $122\mu\text{Sv/h}$ ，小于 0.5mSv/h 限值；距容器外表面 100cm 处辐射剂量率为 $4.21\mu\text{Sv/h}$ ，小于 0.02mSv/h 限值。 ^{192}Ir - γ 射线探伤机防护性能合满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

续表七 验收监测

表 7-2 X 射线探伤机探伤时探伤室周围辐射剂量率监测结果			
检测点 编号	检测点位置	辐射剂量率 (μSv/h)	
		设备关机时	设备开机时
▲1	工作人员操作位	0.18	0.21
▲2	电缆管口	0.21	0.23
▲3	工作人员进出门左侧门缝外表面 30cm	0.18	0.20
▲4	工作人员进出门左侧外表面 30cm	0.15	0.17
▲5	工作人员进出门中部外表面 30cm	0.15	0.17
▲6	工作人员进出门右侧外表面 30cm	0.15	0.17
▲7	工作人员进出门右侧门缝外表面 30cm	0.17	0.20
▲8	东侧墙体左侧外表面 30cm	0.17	0.20
▲9	东侧墙体中部外表面 30cm	0.17	0.20
▲10	东侧墙体右侧外表面 30cm	0.17	0.20
▲11	工件进出门左侧门缝外表面 30cm	0.14	0.16
▲12	工件进出门左侧外表面 30cm	0.10	0.11
▲13	工件进出门中部外表面 30cm	0.10	0.11
▲14	工件进出门右侧外表面 30cm	0.10	0.12
▲15	工件进出门右侧门缝外表面 30cm	0.15	0.17
▲16	南侧墙体左侧外表面 30cm	0.16	0.18
▲17	南侧墙体右侧外表面 30cm	0.15	0.16
▲18	西侧墙体左侧外表面 30cm	0.17	0.20
▲19	西侧墙体中部外表面 30cm	0.18	0.20
▲20	西侧墙体右侧外表面 30cm	0.18	0.20
▲21	北侧墙体左侧外表面 30cm	0.18	0.20
▲22	北侧墙体中部外表面 30cm	0.18	0.20
▲23	北侧墙体右侧外表面 30cm	0.18	0.21

续表七 验收监测

续表 7-2 X 射线探伤机探伤时探伤室周围辐射剂量率监测结果

▲24	排风管道	0.16	0.19
▲25	气体站	0.13	0.15
▲26	通风保温预制车间	0.12	0.14
▲27	西侧厂区道路	0.11	0.13
▲28	北侧厂区道路	0.12	0.14

备注：上表所列检测值均未扣宇宙射线响应；

表 7-3 γ 射线探伤机探伤时探伤室周围辐射剂量率监测结果

检测点编号	检测点位置	辐射剂量率 (μSv/h)	
		设备关机时	设备开机时
▲1	工作人员操作位	0.17	0.19
▲2	电缆管口	0.19	0.23
▲3	工作人员进出门左侧门缝外表面 30cm	0.18	0.20
▲4	工作人员进出门左侧外表面 30cm	0.15	0.16
▲5	工作人员进出门中部外表面 30cm	0.14	0.15
▲6	工作人员进出门右侧外表面 30cm	0.14	0.15
▲7	工作人员进出门右侧门缝外表面 30cm	0.19	0.20
▲8	东侧墙体左侧外表面 30cm	0.16	0.17
▲9	东侧墙体中部外表面 30cm	0.19	0.19
▲10	东侧墙体右侧外表面 30cm	0.17	0.18
▲11	工件进出门左侧门缝外表面 30cm	0.15	0.16
▲12	工件进出门左侧外表面 30cm	0.12	0.12
▲13	工件进出门中部外表面 30cm	0.12	0.13
▲14	工件进出门右侧外表面 30cm	0.12	0.14
▲15	工件进出门右侧门缝外表面 30cm	0.15	0.16
▲16	南侧墙体左侧外表面 30cm	0.17	0.18
▲17	南侧墙体右侧外表面 30cm	0.18	0.19
▲18	西侧墙体左侧外表面 30cm	0.18	0.19

续表七 验收监测

续表 7-3 γ 射线探伤机探伤时探伤室周围辐射剂量率监测结果

▲19	西侧墙体中部外表面 30cm	0.17	0.19
▲20	西侧墙体右侧外表面 30cm	0.18	0.20
▲21	北侧墙体左侧外表面 30cm	0.18	0.19
▲22	北侧墙体中部外表面 30cm	0.16	0.19
▲23	北侧墙体右侧外表面 30cm	0.17	0.18
▲24	排风管道	0.17	0.18
▲25	气体站	0.13	0.14
▲26	通风保温预制车间	0.12	0.13
▲27	西侧厂区道路	0.13	0.13
▲28	北侧厂区道路	0.13	0.13

备注：上表所列检测值均未扣宇宙射线响应；

表 7-4 运输放射源车辆周围辐射剂量率检测结果

检测点编号	检测点位置	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
▲1	车辆驾驶位置	1.19
▲2	车辆车头距离 5cm 处	0.50
▲3	车辆车头距离 2m 处	0.22
▲4	车辆左侧边缘表面 5cm	3.01
▲5	车辆左侧距离 2m 处	0.66
▲6	车辆车尾边缘表面 5cm	7.87
▲7	车辆车尾距离 2m 处	1.95
▲8	车辆右侧边缘表面 5cm	5.95
▲9	车辆右侧距离 2m 处	1.20

备注：上表所列检测值均未扣宇宙射线响应；

续表七 验收监测

续表 7-5 现场移动探伤辐射剂量率监测结果

检测点 编号	检测点位置	辐射剂量率 (μSv/h)	
		设备关机时	设备开机时
▲1	控制区边界入口处	0.19	0.20
▲2	控制区西侧边界	0.18	0.18
▲3	控制区北侧边界	0.18	0.18
▲4	控制区东侧边界	0.18	0.18
▲5	监督区边界西侧入口处	0.16	0.16
▲6	监督区边界东侧入口处	0.17	0.17
▲7	监督区边界监测点位 1 (隔离点 2)	0.18	0.19
▲8	监督区边界监测点位 2 (隔离点 3)	0.18	0.18
▲9	监督区边界监测点位 3 (隔离点 4)	0.18	0.18

备注：上表所列检测值均未扣宇宙射线响应；

表 7-6 放射源暂存库周围辐射剂量率检测结果

检测点编号	检测点位置	辐射剂量率 (μSv/h)
▲1	源库东墙左侧外 30cm 处	0.46
▲2	源库东墙中部外 30cm 处	0.40
▲3	源库东墙右侧外 30cm 处	0.44
▲4	源库南墙左侧外 30cm 处	0.22
▲5	源库南墙中部外 30cm 处	0.19
▲6	源库南墙右侧外 30cm 处	0.19
▲7	源库西墙左侧外 30cm 处	0.22
▲8	源库西墙中部外 30cm 处	0.24
▲9	源库西墙右侧外 30cm 处	0.23
▲10	源库北墙右侧外 30cm 处	0.21
▲11	源库北墙左侧外 30cm 处	0.23
▲12	防护门左侧外表面 30cm 处	0.50

续表七 验收监测

续表 7-6 放射源暂存库周围辐射剂量率检测结果

检测点编号	检测点位置	辐射剂量率 (μSv/h)
▲13	防护门中部外表面 30cm 处	0.24
▲14	防护门右侧外表面 30cm 处	0.22

备注：上表所列检测值均未扣宇宙射线响应；

表 7-7 γ 射线探伤机周围辐射剂量率检测结果

检测点编号	检测点位置	辐射剂量率 (μSv/h)
1	探伤机表面 5cm	122
2	探伤机表面 1m	4.21

注：监测时 ¹⁹²Ir 放射源，放射源编码为 0324IR016672，活度为 2.45×10¹²Bq；

备注：上表所列检测值均未扣宇宙射线响应；

7.3 剂量监测和估算结果

7.3.1 剂量估算公式

$$W = D \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \quad \dots\dots\dots \text{公式 (1)}$$

其中：W：受照点年有效剂量，mSv/a；

D：受照点剂量率，μSv/h；

U：居留因子，无量纲；

T：受照时间，h。

7.3.2 辐射工作人员附加剂量

项目部目前共有辐射工作人员 31 人，3 名辐射工作人员为辐射安全管理人员，不参与室内探伤和移动探伤，4 名辐射工作人员仅参与室内探伤作业。24 辐射工作人员仅参与移动探伤作业，目前分为 4 组，每组各 6 名辐射工作人员进行移动探伤作业。

探伤室内使用 X 射线探伤机年拍片量 2500 张，γ 射线探伤机年拍片量 5000 张，每张片子保守按 3min 计，则年出束总时间为 375h，4 名辐射工作人员分为 2 组轮流操作，则每组辐射工作人员年工作时间为 187.5 小时。

移动探伤使用 X 射线探伤机年拍片量 5000 张，使用 γ 射线探伤机年拍片

续表七 验收监测

量 10000 张，每张片子保守按 3min 计，则年出束时间为 750h。4 组辐射工作人员轮流进行移动探伤作业，则每组 2 名操作工作人员年总曝光作时间均为 187.5 小时。经现场调查，目前项目部主要使用 γ 射线探伤机进行移动探伤。

辐射工作人员主要受到的照射来自搬运 γ 射线探伤机过程时受到的照射和探伤布片靠近容器，源容器泄漏 γ 射线引起的照射、室内探伤过程和现场移动探伤过程中受到的照射。

取源、还源等近距离接触探伤机过程：辐射工作人员每天取源、还源、连接输源管等近距离接触 ^{192}Ir 探伤机的时间保守取 2min，辐射水平保守取探伤机表面 5cm 处辐射剂量率为 $122\mu\text{Sv/h}$ ，一年按工作 50 周、每周平均工作 6 天计算。将上述相关参数带入公式（1），可估算得到取源、还源等近距离接触探伤机所致辐射工作人员的年有效剂量为 1.220mSv 。

放射源运输过程：辐射工作人员将放射源从源库运输到探伤室或移动探伤处，探伤结束后又将放射源从探伤室或移动探伤处运输到源库处，每天运输时间保守取 20min。辐射工作人员在运输车辆驾驶位辐射剂量率为 $1.19\mu\text{Sv/h}$ ，一年按工作 50 周、每周平均工作 6 天计算。将上述相关参数带入公式（1），可估算得到运输放射源时接触探伤机所致辐射工作人员的年有效剂量为 0.119mSv 。

贴片、取片过程： ^{192}Ir 探伤机每天探伤贴片、取片时间平均为 30min，人员距离 γ 射线探伤机约 1m，辐射水平保守取探伤机表面 1cm 处辐射剂量率为 $4.21\mu\text{Sv/h}$ ，一年按工作 50 周、每周平均工作 6 天计算。将相关参数带入公式（1），可估算得到贴片、取片过程所致辐射工作人员的年有效剂量为 0.631mSv 。

室内探伤过程：使用 ^{192}Ir 探伤机进行探伤作业，根据表 7-3 探伤室四周辐射剂量率监测结果可知，操作位辐射剂量率为 $0.19\mu\text{Sv/h}$ ，增量为 $0.02\mu\text{Sv/h}$ 。每组辐射工作人员使用 ^{192}Ir 探伤机年工作时间为 125 小时，将相关参数带入公式（1），可估算得到室内探伤过程所致辐射工作人员的年有效剂量为 $2.50\times 10^{-3}\text{mSv}$ 。

使用 X 射线探伤机进行探伤作业，根据表 7-2 探伤室四周辐射剂量率监测辐射剂量率监测结果可知，操作位辐射剂量率为 $0.21\mu\text{Sv/h}$ ，增量为 $0.03\mu\text{Sv/h}$ 。

续表七 验收监测

每组辐射工作人员使用 X 射线探伤机年工作时间为 62.5 小时，将相关参数带入公式（1），可估算得到室内探伤过程所致辐射工作人员的年有效剂量为 $1.88 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

移动探伤过程：使用 ^{192}Ir 探伤机进行探伤作业，根据表 7-5 现场探伤辐射剂量率监测结果可知，控制区边界辐射剂量率最高为 $0.20 \mu\text{Sv/h}$ ，增量为 $0.01 \mu\text{Sv/h}$ 。保守以每组辐射工作人员年工作时间为 187.5 小时计算，将相关参数带入公式（1），可保守估算得到移动探伤过程所致辐射工作人员的年有效剂量为 $1.88 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

因此，保守估算室内探伤操作人员年有效剂量为 $1.220 + 0.119 + 0.631 + 5.00 \times 10^{-3} = 1.975 \text{mSv}$ 。保守估算移动探伤操作人员年有效剂量为 $1.220 + 0.119 + 0.631 + 1.88 \times 10^{-3} = 1.972 \text{mSv}$ 。

项目部委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司对辐射工作人员进行个人剂量监测，2024 年 9 月~2024 年 10 月个人剂量报告见附件 10，个人剂量监测最大值为 0.810mSv ，年度个人剂量累计最大为 4.86mSv 。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射限值要求。

综上所述，辐射工作人员年有效剂量小于职业工作人员 5mSv 的个人剂量约束值，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射限值要求。

7.3.3 公众成员附加剂量

三澳核电厂区内射线探伤工作执行审批制度，由总承包单位中广核工程有限公司统一协调、审批，当存在交叉探伤作业风险时，会根据现场施工进度调整，不存在交叉探伤作业的风险。因此公众成员不存在同时受到室内探伤和移动探伤作业时辐射照射的情况。

室内探伤时公众成员：进行探伤作业时，探伤室安全警戒栏封闭管理，以避免非辐射工作人员进入探伤室四周围墙外 1m 处区域内。根据表 7-2 和表 7-3 探伤室四周辐射剂量率监测结果可知，使用 X 射线探伤机探伤作业时，探伤室周边环境辐射剂量率最大增量为 $0.02 \mu\text{Sv/h}$ ，年出束总时间为 125h，公众成员

续表七 验收监测

居留因子取 1/4。将相关参数带入公式 (1)，可估算得探伤室附近公众成员的年有效剂量为 $6.25 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 。使用 γ 射线探伤机探伤作业时，探伤室周边环境辐射剂量率最大增量为 $0.01 \mu\text{Sv/h}$ ，年出束总时间为 250h，公众成员居留因子取 1/4。将相关参数带入公式 (1)，可估算得探伤室附近公众成员的年有效剂量为 $6.25 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 。因此，探伤室内进行探伤作业时，附近公众成员的年有效剂量为 $1.25 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

现场探伤时公众成员：使用 ^{192}Ir 探伤机进行探伤作业时，移动探伤作业一般在晚上等现场作业点非辐射工作人员下班后进行。项目部工程管理人员进行清场，并与中广核工程有限公司工作人员一同巡逻检查控制区和监督区边界警戒线和安全警戒人员布置情况，确保监督区内无非辐射工作人员。根据表 7-5 现场探伤监督区辐射剂量率监测结果可知，监督区边界辐射剂量率最大增量为 $0.01 \mu\text{Sv/h}$ ，年出束总时间为 750h，公众成员居留因子取 1/4。将相关参数带入公式 (1)，可估算得移动探伤附近公众成员的年有效剂量为 $1.88 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

综上所述，公众受到的附加剂量小于公众成员 0.25mSv 的个人剂量约束值，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定公众照射年有效剂量限值要求。

表八 验收监测结论

8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况

项目建设落实了安全防护、环境保护“三同时”制度。有关工作场所安全防护设计、个人防护用品配置、监控系统配置、固定式辐射剂量监测系统等相关标准规范要求设计、建设，并与主体工程同时投入使用；环境影响评价文件及其审批文件中要求的防护安全和环境保护措施已基本落实。

8.2 污染物排放监测结果

(1) 监测结果表明，探伤室辐射防护屏蔽性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

(2) 监测结果表明，项目部放射源运输车外表面上任一点的辐射水平和在距放射源运输车外表面 2m 处的辐射水平符合《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）的标准要求。

(3) 移动探伤作业时划定的监督区和控制区合理，现场移动探伤划定的监督区和控制区边界辐射剂量率符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

8.3 工程建设对环境的影响

个人剂量保守估算结果表明，辐射工作人员个人年有效剂量最大值为 1.975mSv，小于职业辐射工作人员 5mSv 的个人剂量约束值；公众人员年有效剂量保守估算为 1.88×10^{-3} mSv，保守估算结果表明公众附加剂量低于 0.25mSv 的个人剂量约束值。因此该项目所致的工作人员职业照射和公众照射个人年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射和公众照射年有效剂量限值要求。

8.4 辐射安全防护、环境保护管理

(1) 中国核工业二三建设有限公司三澳项目部落实了中国核工业二三建设有限公司三澳项目部 X、 γ 射线室内探伤与移动探伤建设项目环境影响评价制度，该项目环境影响报告表及其批复中要求的辐射防护和安全措施已落实。

(2) 中国核工业二三建设有限公司三澳项目部目前使用 4 台 X 射线探伤机和 6 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机（各含 1 枚 ^{192}Ir 放射源），依照《放射性同位素

续表八 验收监测结论

与射线装置安全许可管理办法》的规定，取得了辐射安全许可证。

(3) 现场检查结果表明，中国核工业二三建设有限公司三澳项目部辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理、设备操作规程基本完善；制订了监测计划、辐射事故应急预案；落实了本单位探伤室和现场移动探伤的安全防护措施；辐射防护和环境保护相关档案资料齐备；项目部辐射防护管理工作基本规范。

(4) 中国核工业二三建设有限公司三澳项目部落实了辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

(5) 建立了危废管理台账，废显（定）影液、洗片废水及废胶片委托由温州市环境发展有限公司统一处理。

(6) 项目部落实了废旧放射源的处理与处置，与丹东市阳光仪器有限公司签订了放射性同位素转让及退役源回收协议。

8.5 后续要求

(1) 加强辐射安全与防护设施的日常检查和维护。

(2) 做好辐射工作人员的培训与复训工作，加强辐射工作人员的个人剂量管理和职业健康管理。

综上所述，中国核工业二三建设有限公司三澳项目部 X、 γ 射线室内探伤与移动探伤建设项目符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的有关规定，具备竣工环境保护先行验收条件。