

浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探
伤与现场探伤建设项目竣工环境保护
验收监测报告表

杭卫环（2024 年）验字第 015 号

建设单位：浙江杭锅能源装备有限公司

编制单位：卫康环保科技（浙江）有限公司

编制日期：二〇二四年六月

建设单位法人代表：_____（签字）

编制单位法人代表：_____（签字）

项目负责人：_____（建设单位）

填表人：

建设单位：浙江杭锅能源装备有限公司（盖章）

电话：15306540665

传真：/

邮编：313205

地址：浙江省湖州市德清县康乾街道秋北路 91 号

编制单位：卫康环保科技（浙江）有限公司（盖章）

电话：0571-86576138

传真：/

邮编：310000

地址：浙江省杭州市滨江区江陵路 88 号 5 幢 3 层 F 区

目录

表一 项目基本情况	1
表二 项目建设情况	13
2.1 项目建设内容	13
2.2 源项情况	23
2.3 工程设备与工艺分析	24
表三 辐射安全与防护设施/措施	33
3.1 辐射工作场所分区管理	33
3.2 屏蔽设施防护	38
3.3 辐射安全与防护措施	42
3.4 辐射安全管理措施	47
3.5 放射性三废处理设施	48
3.6 非放射性废物处理设施	48
表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	57
4.1 环境影响评价制度执行情况	57
4.2 环境影响报告表批复的主要结论	62
4.3 环评批复落实情况	63
表五 验收监测质量保证和质量控制	65
5.1 监测单位	65
5.2 监测项目	65
5.3 监测方法及技术规范	65
5.4 监测人员资格	65
5.5 监测分析过程中的质量保证和质量控制	65
表六 验收监测内容	67
6.1 监测因子及频次	67
6.2 监测布点	67
6.3 监测仪器	67
6.4 监测时间	68

表七 验收监测	72
7.1 验收监测期间生产工况	72
7.2 验收监测结果	72
7.3 剂量监测和估算结果	82
表八 验收监测结论	84
8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况	85
8.2 污染物排放监测结果	85
8.3 工程建设对环境的影响	85
8.4 辐射安全防护、环境保护管理	85
8.5 后续要求	86
8.6 总结论	86

- 附件 1：验收委托书；
- 附件 2：企业营业执照；
- 附件 3：关于浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探伤与现场探伤建设项目环境影响报告表的审批意见，湖环辐管〔2023〕3 号，湖州市生态环境局，2023 年 2 月 21 日；
- 附件 4：辐射安全许可证
- 附件 5：辐射工作人员培训证；
- 附件 6：辐射工作人员职业健康体检报告；
- 附件 7：个人剂量监测报告；
- 附件 8：辐射安全与环境保护管理机构成立文件；
- 附件 9：规章制度；
- 附件 10：辐射事故应急预案；
- 附件 11：危险废物委托处置协议；
- 附件 12：竣工验收监测报告；
- 附件 13：建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表。

表一 项目基本情况

建设项目名称	浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探伤与现场探伤建设项目				
建设单位名称	浙江杭锅能源装备有限公司				
项目性质	新建				
建设地点	浙江省湖州市德清县康乾街道秋北路 91 号				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	12 台 X 射线探伤机；1 套管屏 DR 数字成像系统；1 套 X 射线数字成像系统			
建设项目环评批复时间	2023 年 2 月 21 日	开工建设时间	2023 年 3 月 10 日		
取得辐射安全许可证时间	2023 年 7 月 28 日	项目投入运行时间	2023 年 12 月 19 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2023 年 12 月 19 日	验收现场监测时间	2024 年 3 月 21 日~ 2024 年 3 月 22 日		
环评报告表审批部门	湖州市生态环境局	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	探伤室：中国联合工程有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	探伤室：西子工程有限公司		
	DR、X 射线数字系统：丹东锐新射线仪器有限公司		DR、X 射线数字系统：丹东锐新射线仪器有限公司		
投资总概算（万元）	4900	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	49	比例	1%
实际总投资（万元）	4895	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	50	比例	1.02%
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，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> <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，</p>				

续表一 项目基本情况

验收依据	<p>2005 年 12 月 1 日；2019 年 3 月 2 日经国务院令 第 709 号修改；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》，生态环境部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</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) 《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> <p>(8) 《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>(9) 《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，原国家环境保护部，2017 年 11 月 20 日；</p> <p>(10) 《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>(11) 《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 5 日；</p> <p>(12) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)，2023 年 7 月 1 日起实施；</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竣工验收技术规范 核技术利用》，HJ 1326-2023；</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》，HJ61-2021；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》，GBZ 117-2022；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》，HJ1157-2021；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB 18871-2002；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单。</p> <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) 《浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探伤与现场探伤建设项目</p>
-------------	--

续表一 项目基本情况

<p>验收依据</p>	<p>环境影响报告表》，卫康环保科技（浙江）有限公司，2023 年 01 月；</p> <p>（2）关于浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探伤与现场探伤建设项目环境影响报告表的审批意见，湖环辐管〔2023〕3 号，湖州市生态环境局，2023 年 2 月 21 日。</p> <p>4、其他相关文件</p> <p>（1）验收委托书；</p> <p>（2）辐射安全许可证；</p> <p>（3）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>（4）辐射防护与安全知识培训证书；</p> <p>（5）个人剂量检测报告；</p> <p>（6）职业健康体检报告；</p> <p>（7）危险废物委托处置协议；</p> <p>（8）本项目检测报告及资质。</p>
<p>验收执行标准</p>	<p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>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>6.4.1 控制区</p> <p>6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。</p>

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	<p>6.4.2 监督区</p> <p>6.4.2.1 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>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1.1 应对任何工作人员的的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</p> <p>a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；</p> <p>本项目取其四分之一即 5mSv 作为年剂量约束值。</p> <p>B1.2 公众照射</p> <p>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；</p> <p>本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为年剂量约束值。</p> <p>2、《工业探伤放射防护标准》，GBZ 117-2022</p> <p>本标准适用于使用 600kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。</p> <p>5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1-1 的要求：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量控制值</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>管电压 (kV)</th> <th>漏射线所致周围剂量当量率 (mSv/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><150</td> <td style="text-align: center;"><1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">150~200</td> <td style="text-align: center;"><2.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>200</td> <td style="text-align: center;"><5</td> </tr> </tbody> </table> <p>6 固定式探伤的放射防护要求</p> <p>6.1 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</p>	管电压 (kV)	漏射线所致周围剂量当量率 (mSv/h)	<150	<1	150~200	<2.5	>200	<5
管电压 (kV)	漏射线所致周围剂量当量率 (mSv/h)								
<150	<1								
150~200	<2.5								
>200	<5								

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	<p>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，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</p>
----------------	---

续表一 项目基本情况

<p>验收 执行 标准</p>	<p>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>
-------------------------	---

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	<p>7.1 作业前准备</p> <p>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）。</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 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间高于 7h，控制区边界周围剂量当量率按式（1-2）计算：</p> $H = \frac{100}{t}$ <p>式中：——控制区边界周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（$\mu\text{Sv/h}$）； 100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即 $100\mu\text{Sv/周}$； t——每周实际开机时间，单位为小时（h）。</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，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。</p>
----------------	---

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	<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（如铅板）。</p> <p>7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X-γ剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。</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、作业时间周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。</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（X 射线发生器控制面板或γ射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。</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，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。</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>
----------------	---

续表一 项目基本情况

<p>验收 执行 标准</p>	<p>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。</p> <p>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到,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。必要时调整控制区的范围和边界。内”警告牌,必要时设专人警戒。</p> <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>8.4 移动式探伤放射防护检测</p>
-------------------------	--

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	<p>8.4.1 检测要求</p> <p>8.4.1.1 进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。</p> <p>8.4.1.2 当 X 射线探伤机或γ放射源、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>8.4.2 检测方法</p> <p>在探伤机处于照射状态，用便携式 X-γ剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，参照本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值确定控制区边界，以 2.5μSv/h 为监督区边界。γ射线探伤机收回放射源至屏蔽位置或 X 射线探伤机停止照射后，确定控制区边界和监督区边界。</p> <p>8.4.3 检测周期</p> <p>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。</p> <p>8.4.4 结果评价控制区边界不应超过本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值，监督区边界不应超过 2.5μSv/h。</p> <p>8.5 放射工作人员个人监测</p> <p>8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。</p> <p>8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。</p>
----------------	---

续表一 项目基本情况

<p>8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。</p> <p>8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。</p> <p>3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）</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 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作室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

<p>验收 执行 标准</p>	<p>4、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》（GB 18871-2002）与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等评价标准，确定本项目的管理目标。</p> <p>①探伤室四周墙外、防护门外 30cm 处辐射剂量控制水平：$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$；</p> <p>②X 射线数字成像系统、管屏 DR 数字成像系统铅房四周墙外、防护门外辐射剂量控制水平：$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$；</p> <p>③现场探伤周围辐射剂量控制水平： 控制区边界周围剂量当量率$\leq 15\mu\text{Sv/h}$； 监督区边界周围剂量当量率$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$；</p> <p>④个人年有效剂量：职业人员年有效剂量$\leq 5\text{mSv/a}$；公众成员年有效剂量$\leq 0.25\text{mSv/a}$。</p>
-------------------------	---

表二 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 项目建设概况

浙江杭锅能源装备有限公司（以下简称“公司”），成立于 2020 年 09 月 16 日，是一家从事特种设备制造、特种设备安装改造修理和通用设备制造的有限责任公司。

2023 年 1 月，卫康环保科技（浙江）有限公司完成了《浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探伤与现场探伤建设项目环境影响报告表》的编制。2023 年 2 月 21 日湖州市生态环境局对该项目环境影响报告表进行了批复，批复文号为：湖环辐管〔2023〕3 号。

公司已在生产厂房三西侧区域新建 1 间锅筒探伤室与 1 间集箱/管道探伤室及控制室等配套房间，新增 8 台 X 射线探伤机用于室内探伤；在生产厂房三北侧区域新增 1 台 X 射线数字成像系统和 1 台管屏 DR 数字成像系统；在生产厂房三中间区域新增 1 处现场探伤区域，新增 4 台 X 射线探伤机，主要对移动性差的长管件及组件进行车间现场无损探伤。

受浙江杭锅能源装备有限公司委托，卫康环保科技（浙江）有限公司于 2024 年 3 月开展该项目竣工环境保护验收工作。在现场监测、检查的基础上，编制该项目竣工环境保护验收监测报告表。

2.1.2 项目地理位置及周围环境状况

浙江杭锅能源装备有限公司位于浙江省湖州市德清县康乾街道秋北路 91 号，地理位置见图 2-1。公司东侧为秋北路，隔路为湖州银瑞新材料有限公司，南侧为阜溪支流，北侧为空地（规划工业用地），西侧为在建工地，周围环境状况见图 2-2。

本项目锅筒探伤室和集箱/管道探伤室位于生产厂房三西侧区域，探伤室东侧为龙门自动焊接区域；南侧为退火炉区域、钢板存放区等；西侧为厂区道路；北侧为螺旋鳍片组装区，探伤室上层为办公室，无地下层。

本项目 X 射线数字成像系统位于生产厂房三北侧区域，铅房东侧为辊道料架区；南侧为管片放样专配区域；西侧为焊接室、ATCP 管子预处理线；北侧为操作室。

续表二 工程建设情况

本项目管屏 DR 数字成像系统位于生产厂房三北侧区域,东侧为水冷壁组装区,南侧为控制室、焊接区域、集装车车间,水压试验区域;西侧为膜流自动焊接生产线;北侧为机加工区域。

本项目现场探伤位于生产厂房三中部划定的 C08 (n) -D08 (s) -C17 (n) -D17 (s) 区域,现场探伤区域四周紧邻为生产厂房三车间内部,东侧为厂内道路、员工宿舍、员工食堂与活动中心,南侧为丙烷站、垃圾房,西侧为厂区道路,北侧为厂内道路。公司厂区布置示意图见图 2-3。

①据本项目厂区周边环境情况调查,探伤室周围 50m 验收范围内主要为生产车间内部区域、厂区道路、退火炉区域、钢板存放区、螺旋鳍片组装区、危废暂存间。

②根据现场调查,X 射线数字成像检测系统 50m 验收范围内主要为公司车间内部区域、厂区道路、焊接室、膜式壁堆放区、焊接区等。

③根据现场调查,管屏 DR 数字成像检测系统 50m 验收范围内主要为公司车间内部区域、厂区道路、膜式壁堆放区、水压试验区、配电室等。

④根据现场勘查,现场探伤作业探伤 100m 验收范围内主要是公司车间内部区域、厂房办公区域、厂区内道路、食堂、宿舍。

本次验收环境保护目标为该公司从事室内探伤作业、X 射线数字成像无损检测、管屏 DR 数字成像无损检测的辐射工作人员和验收范围 50m 内辐射工作场所周围其他非辐射工作人员和公众成员;从事现场探伤作业的辐射工作人员及验收范围 100m 内辐射工作场所周围其他非辐射工作人员和公众成员。本项目探伤室周围 50m 内、X 射线数字成像检测系统周围 50m 内、管屏 DR 数字成像检测系统周围 50m 内及现场探伤作业 100m 范围内无居住区、学校、医院等环境敏感目标。

2.1.3 项目建设内容及规模

建设内容:本项目位于在湖州市莫干山高新区城北高新园北区秋北路 91 号浙江杭锅能源装备有限公司厂区内。

(1) 在生产厂房三西侧区域新建 1 间锅筒探伤室和 1 间集箱/管道探伤室及相关配套房间,锅筒探伤室新增 3 台 X 射线探伤机(其中为 2 台 RT-3505T 定向 X 射线探伤机,1 台为 XXH-3505 周向 X 射线探伤机,管电压均为 350kV,管电流均为 5mA);集箱/管道探伤室新增 5 台 X 射线探伤机(其中 2 台为 RT-2805T 型定向探

续表二 工程建设情况

伤机，管电压为 280kV，管电流为 5mA，3 台为 RT-3505T 型定向探伤机，管电压均为 350kV，管电流均为 5mA）；

(2) 在生产厂房三北侧区域新建了 1 个 X 射线数字成像检测系统工作场所和，新增 1 套 X 射线数字成像检测系统，设备型号为 UND225，管电压为 225kV，管电流为 8mA；

(3) 在生产厂房三中部区域新建了 1 个管屏 DR 数字成像检测系统工作场所，新增了 1 套管屏 DR 数字成像检测系统，设备型号为 ZXFlasee B-GP 225PT，管电压为 225kV，管电流为 25mA；

(4) 在生产厂房三中部划定的区域内进行现场探伤，新增了 4 台 XT-2505D 型 X 射线探伤机，管电压为 250kV，管电流为 5mA。本项目各射线装置环评及验收阶段设备规模见表 2-1。

浙江杭锅能源装备有限公司于 2023 年 7 月 28 日申领了《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证[E2536]，种类和范围：使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 7 月 27 日。该公司《辐射安全许可证》见附件 4。

2.1.4 项目变动情况

经现场勘查，查阅资料，与环评文件及环评批复文件对比：

① 锅筒探伤室、集箱/管道探伤室购置了 8 台 X 射线探伤机，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。

集箱/管道探伤室配备的 1 台 350kV、5mA 周向探伤机变更为 RT-3505T 型 X 射线探伤机。经现场检测，RT-3505T 型 X 射线探伤机开机探伤情况下，集箱/管道探伤室的周围辐射水平满足《工作探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

② 公司购置了 1 套 X 射线数字成像检测系统和 1 套管屏 DR 数字成像系统。X 射线数字成像检测系统和管屏 DR 数字成像系统数量和最大管电压、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。

因实际生产布局需要，X 射线数字成像检测系统操作室由 X 射线数字成像检测系统探伤铅房的西侧调整到 X 射线数字成像检测系统探伤铅房的北侧；管屏

续表二 工程建设情况

DR 数字成像检测系统铅房及操作室整体向南移动了 20m。公司实际成产布局的调整导致了 X 射线数字成像检测系统和管屏 DR 数字成像检测系统周围环境保护目标的变动。经现场检测，该生产布局调整后 X 射线数字成像检测系统和管屏 DR 数字成像系统开机状态下周围辐射水平满足《工作探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

对照关于公开征求《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），本项目无重大变动。

续表二 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						工作场所
	设备名称	设备型号	数量	额定容量	种类	设备名称	设备型号	数量	额定容量	种类	用途	
1	X 射线探伤机 (定向机)	待定	2 台	350kV、 5mA	II类	X 射线探伤机 (定向机)	RT-3505T	2 台	350kV、5mA	II类	室内固定探伤	锅筒探伤室
2	X 射线探伤机 (周向机)	待定	1 台	350kV、 5mA	II类	X 射线探伤机 (周向机)	XXH-3505	1 台	350kV、5mA	II类	室内固定探伤	锅筒探伤室
3	X 射线探伤机 (定向机)	待定	2 台	280kV、 5mA	II类	X 射线探伤机 (定向机)	RT-2805T	2 台	280kV、5mA	II类	室内固定探伤	集箱/管道探伤室
4	X 射线探伤机 (定向机)	待定	2 台	350kV、 5mA	II类	X 射线探伤机 (定向机)	RT-3505T	2 台	350kV、5mA	II类	室内固定探伤	集箱/管道探伤室
5	X 射线探伤机 (周向机)	待定	1 台	350kV、 5mA	II类	X 射线探伤机 (定向机)	RT-3505T	1 台	350kV、5mA	II类	室内固定探伤	集箱/管道探伤室

续表二 项目建设情况

续表 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

环评阶段						竣工验收阶段						
序号	设备名称	设备型号	数量	额定容量	种类	设备名称	设备型号	数量	额定容量	种类	用途	工作场所
6	X 射线探伤机 (定向机)	待定	4 台	250kV、 5mA	II类	X 射线探伤机 (定向机)	XT-2505D	4 台	250kV、5mA	II类	指定区域现场探伤	车间指定区域
7	X 射线数字成像系统	UND225	1 台	225kV、 8mA	II类	X 射线数字成像系统	UND225	1 台	225kV、8mA	II类	室内固定探伤	生产三车间
8	管屏 DR 数字成像系统	ZXFlasee B-GP 225PT	1 台	225kV、 25mA	II类	管屏 DR 数字成像系统	ZXFlasee B-GP 225PT	1 台	225kV、25mA	II类	室内固定探伤	生产三车间



图 2-1 项目地理位置示意图



图 2-2 本项目现场探伤 100m 验收调查范围及公司周围环境状况示意图

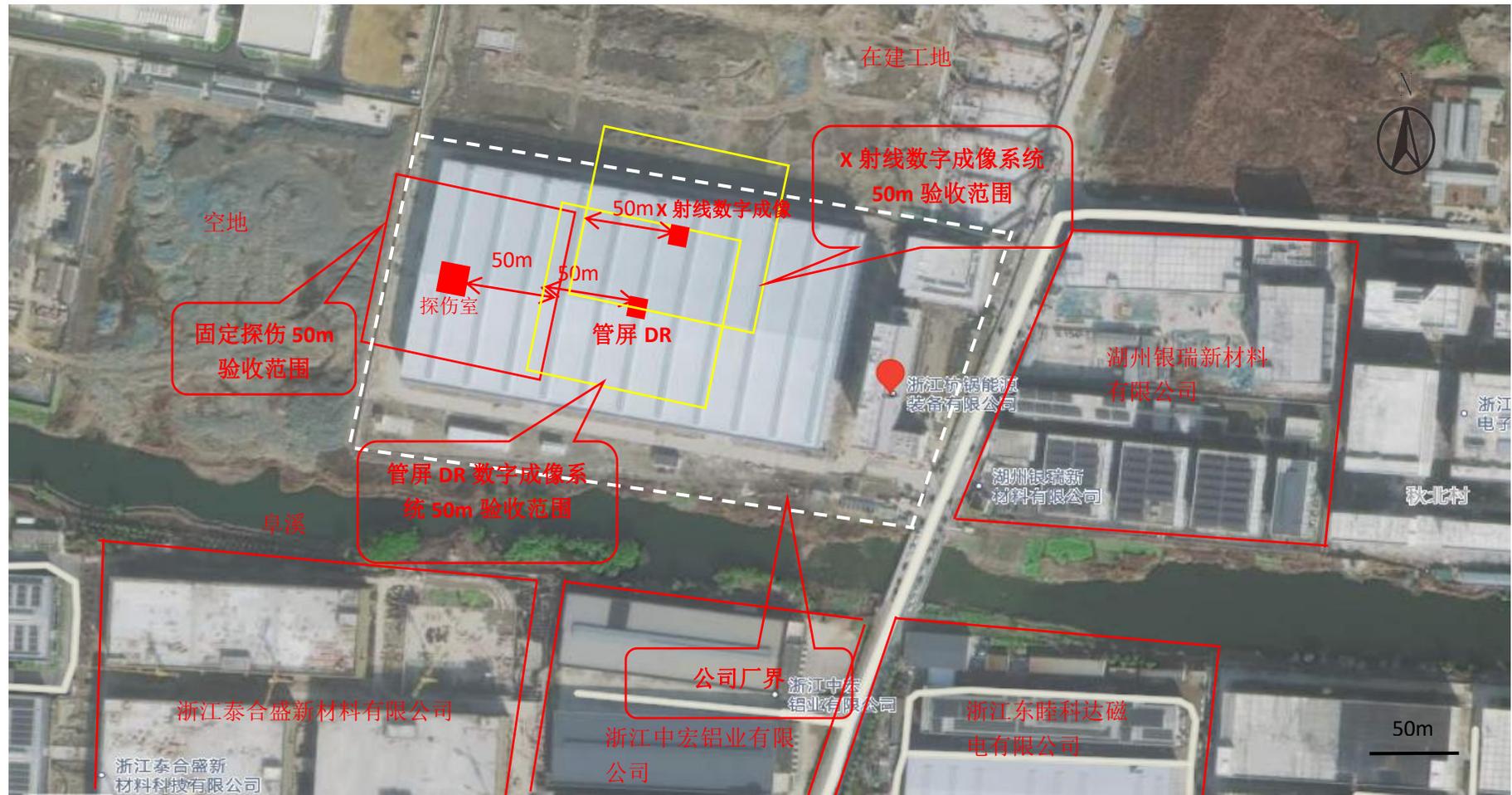


图 2-3 本项目室内探伤 50m 验收调查范围及公司周围环境状况示意图

续表二 项目建设情况

2.2 源项情况

本项目所用射线装置技术参数见表 2-2。

表 2-2 射线装置技术参数一览表

设备名称	设备型号	类型	管电压	管电流	X 射线输出量	泄漏辐射剂量率	主射线方向
X 射线实时成像检测系统	UND225	II类射线装置	225kV	8mA	16.5 mGy·m ² (mA·min)	5000μSv/h	定向, 主射线方向朝东
管屏 DR 数字成像系统	ZXFlasec BGP225PT	II类射线装置	225kV	25mA	16.5 mGy·m ² (mA·min)	5000μSv/h	定向, 主射线方向朝下
X 射线探伤机	XXH-3505	II类射线装置	350kV	5mA	23.5 mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	周向, 南、北、垂直周向
X 射线探伤机	RT-3505T	II类射线装置	350kV	5mA	23.5 mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	定向, 主射线方向朝南
X 射线探伤机	RT-2805T	II类射线装置	280kV	5mA	20.9 mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	定向, 主射线方向朝南
X 射线探伤机	XT-2505D	II类射线装置	250kV	5mA	16.5 mGy·m ² (mA·min)	5000μSv/h	定向, 主射线方向朝上

源项数据来源: X 射线输出量根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录 B 中表 B.1; 漏射线源项根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)表 1。

续表二 项目建设情况

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1X 射线探伤原理及流程

(1) 工作原理、设备组成

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，据此实现 X 射线探伤目的。本项目部分探伤机外观示意图见图 2-4。



图 2-4 本项目周向探伤机外观示意图

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则用高原子序数的难融金属制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。X 射线管结构图见图 2-5。

续表二 项目建设情况

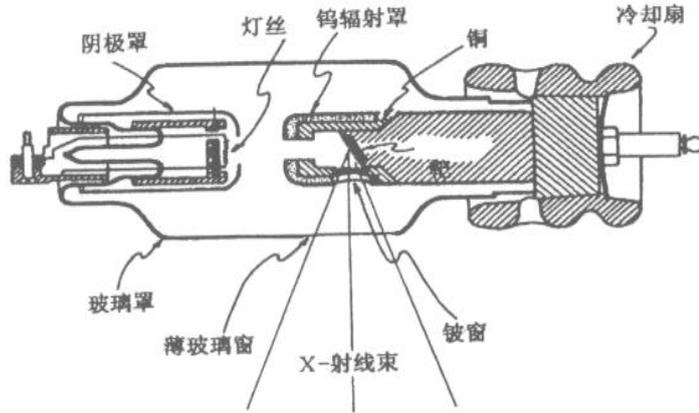


图 2-5 X 射线管结构图

(2) 固定式探伤过程及产污环节

锅筒、管道等产品的无损探伤均在固定的探伤室内，探伤室与车间相通，将需要进行射线探伤的工件放置于平板轨道上，送入探伤室内，设置适当位置，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，并将工件门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。探伤工艺流程及产污环节见图 2-6。

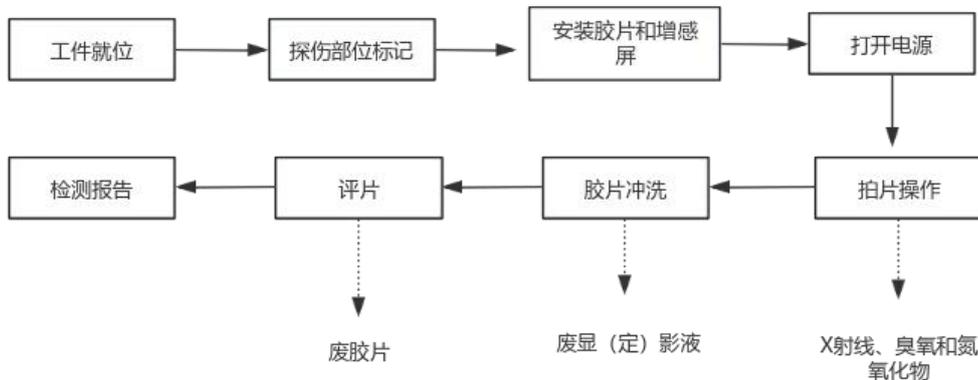


图 2-6 固定式探伤工艺流程及产污环节示意图

续表二 项目建设情况

(3) 本项目现场探伤工作流程及产污环节

公司开展 X 射线现场探伤，现场探伤符合有关法规、标准、环评及其批复文件要求，具体流程如下：

①发布作业公示。公司在现场探伤作业前需要对公司内部员工及周边单位进行公告，公告内容包括：探伤作业的性质、时间（本项目为晚上 22:00-早晨 6:00）、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。

②设备出库。根据设备出入库管理制度，工作人员持任务单，打开设备贮存间，根据探伤对象的规格选择合适型号的 X 射线探伤机，并在出入库台账上登记，经过库房管理员确认后，领取设备。

③设备运输。采用手推车将 X 射线探伤机由设备贮存间运输到公司内划定的现场探伤区域，厂区内的运输路径均为指定路线。

④根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）对现场探伤工作场所进行分区管理，结合射线装置的最大管电压和最大管电流等参数理论估算出控制区及监督区的边界距离，进行初步的控制区和监督区边界划分。对划出的控制区及监督区的范围和边界进行确认，确认后在控制区边界拉起临时警戒线并设“禁止进入 X 射线区”的警告牌，在监督区边界上设“无关人员禁止入内”的警告牌，并设灯光提示装置，由辐射工作人员负责现场巡视及监督检查，清除控制区和监督区范围内的非辐射工作人员，确保探伤作业时公众成员撤离监督区范围。

⑤试曝光。探伤辐射工作人员均佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员确认场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，开始铺设电缆，检查无误，设备操作人员开机进行试曝光，工作人员使用便携式辐射监测仪进行巡测，根据监测结果，对控制区和监督区进行修正，保障控制区外边界的周围剂量当量率小于或等于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区外边界的周围剂量当量率小于或等于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

⑥曝光检测。工作人员工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号后，撤离至控制区外的操作位，开机进行曝光，同时记录照射时间。到预定曝光时间后，探伤检测结束。

续表二 项目建设情况

⑦探伤结束，关闭机器。工作人员从检测工件上取下已曝光的底片，而后清理现场，解除警戒，工作人员离场。

⑧设备运回并入库。采用手推车运输并原路返回至 X 射线机贮存间，根据设备出入库管理制度，在出入库台账上登记，设备入库。

本项目 X 射线现场探伤及产污环节流程示意图见图 2-7。

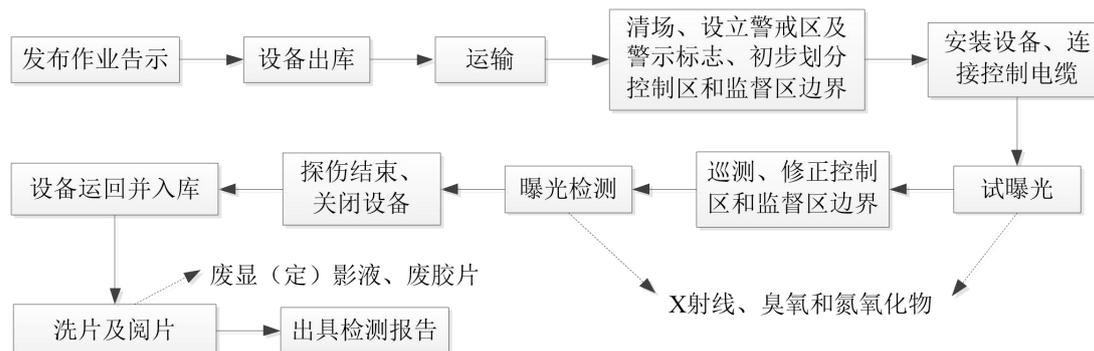


图 2-7 X 射线现场探伤及产污环节流程示意图

2.3.2X 射线数字成像系统原理

(1) 设备组成、工作原理

X 射线成像检测系统主要由 X 射线机系统、数字成像系统、图像处理系统、电气控制系统、机械传动系统、射线防护系统（铅房）及其它部分等构成。其中数字成像系统主要由工控计算机、平板数字成像器、采集卡、传输光缆、成像软件等部分组成。采用集中-分散型工业总线控制方式，将传感器、运动控制器、触摸屏、电机驱动、联锁保护、网络、通讯等技术结合在一起，组成灵活的硬件和软件模块设计，工作稳定性好，运行可靠。

由 X 射线机产生的 X 射线对工件等产品进行照射，当射线在穿透工件时，由于材料的厚薄不等或者生产质量各异，从而使 X 射线的穿透量不同。材料与其中裂缝对 X 射线吸收衰减不同而形成 X 射线强度分布的潜像，再通过图像增强器将 X 射线图像转换成标准视频图像，即转换为可见像，从而实现检测缺陷的目的，如果工件质量有问题，在成像中显示裂缝所在的位置，从而实现无损探伤的目的。本项目 X 射线数字成像系统见图 2-8。

续表二 项目建设情况



图 2-8 本项目 X 射线数字成像系统外观图

(2) 工艺流程及产污环节

进行 X 射线探伤前，工作人员先打开防护门，将检测平台运行至门口，再将探伤工件手动放置在铅房内部的检测平台上，关闭防护门。操作人员开机，通过控制台操作位处的按钮调整好检测平台上高压跳线终端的位置后，X 射线管开启后，发出警报声，且警示灯亮起，X 射线管发射 X 射线。X 射线对放置在铅房内检测平台上的工件进行检测，图像管接收透过物体的 X 射线，图像传送到计算机处理，由计算机经过软件处理输出图像。

操作人员根据 X 射线图像情况，对探伤工件进行连续检测、分析和判断，检测完成后关机。本项目照射方向为定向朝东，完成一次检测后，X 射线管不变动位置，工作人员通过控制台操作位上的按钮来调控检测平台，从而调整探伤工件的探伤位置，重复探伤操作直至完成整个探伤工件的探伤。检测完成后，工作人员打开铅防护门，工件由操作人员取出，完成一轮探伤。检验完成后关机，检查全部完成后，关闭电脑、铅房电源和总电源。

本项目 X 射线数字成像系统工作流程及产污环节图见图 2-9。

续表二 项目建设情况

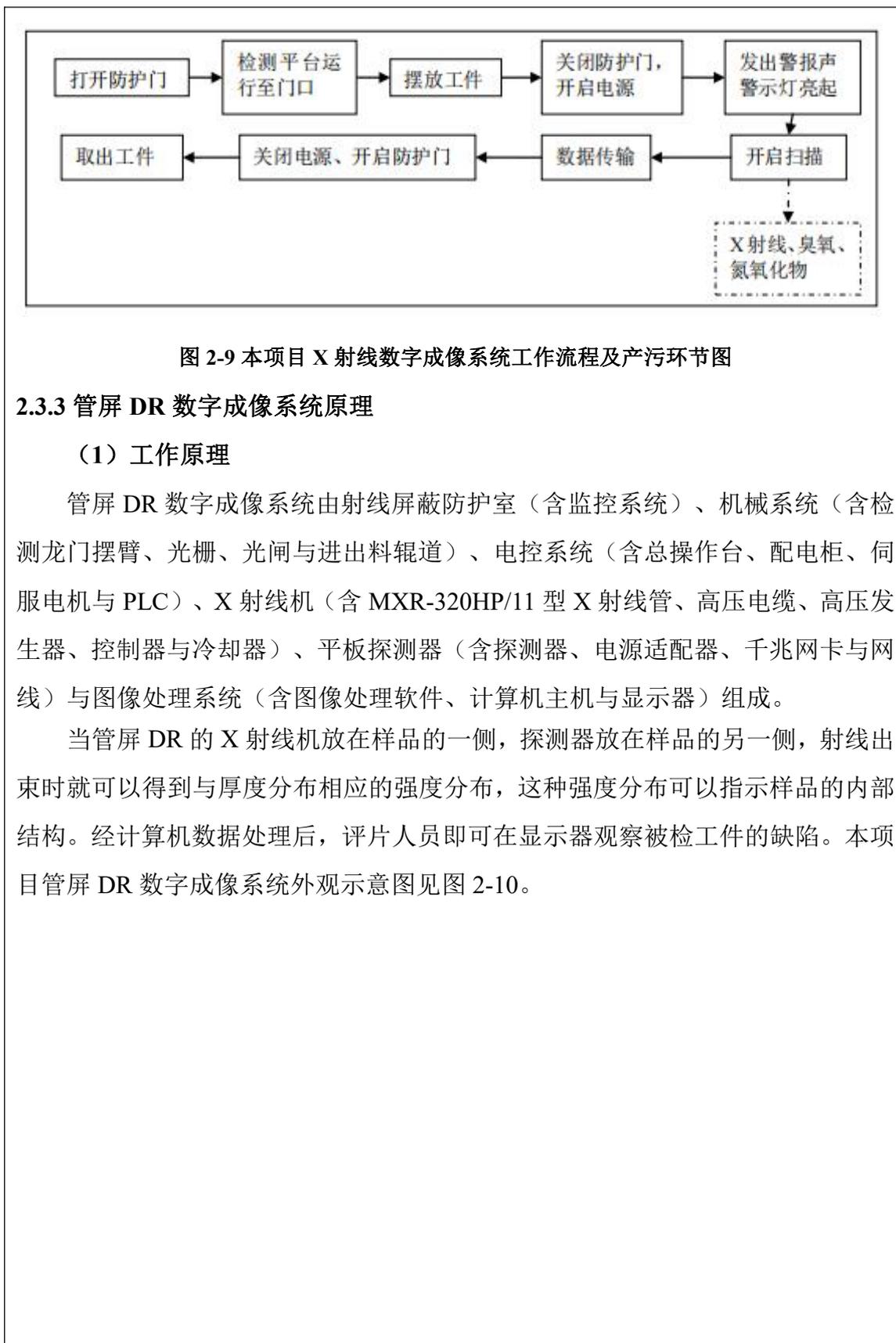


图 2-9 本项目 X 射线数字成像系统工作流程及产污环节图

2.3.3 管屏 DR 数字成像系统原理

(1) 工作原理

管屏 DR 数字成像系统由射线屏蔽防护室（含监控系统）、机械系统（含检测龙门摆臂、光栅、光闸与进出料辊道）、电控系统（含总操作台、配电柜、伺服电机与 PLC）、X 射线机（含 MXR-320HP/11 型 X 射线管、高压电缆、高压发生器、控制器与冷却器）、平板探测器（含探测器、电源适配器、千兆网卡与网线）与图像处理系统（含图像处理软件、计算机主机与显示器）组成。

当管屏 DR 的 X 射线机放在样品的一侧，探测器放在样品的另一侧，射线出束时就可以得到与厚度分布相应的强度分布，这种强度分布可以指示样品的内部结构。经计算机数据处理后，评片人员即可在显示器观察被检工件的缺陷。本项目管屏 DR 数字成像系统外观示意图见图 2-10。

续表二 项目建设情况



图 2-10 本项目管屏 DR 数字成像系统外观示意图

(2) 工艺流程及产污环节

本项目是使用 X 射线在对需检测管屏工件的焊缝内部缺陷进行检测。待检管屏工件吊运至工作区，放置在传滚筒上；被检测工件采用机械传输，经铅房东侧的进料口输入铅房内，通过自动传输装置将要检测的焊缝进行自动摆位；关闭防护铅房的铅门、放下管屏工件进出口铅帘至覆盖少许工件位置，调整管屏工件待检测焊缝位置，将管屏 DR 的 X 射线机窗口对准被检管件焊缝，设置管屏 DR 的 X 射线机检测运行参数，选择合适的管电压、管电流和曝光时间。以上工作全部完成后，按键曝光。工作人员通过观看电子显示器画面，实时进行评片，进行检测数据的处理、存档，检测结束后，关闭管屏 DR 的 X 射线机。单个检测工件管屏 DR 数字成像系统工作流程及产污环节示意图见图 2-11。

续表二 项目建设情况

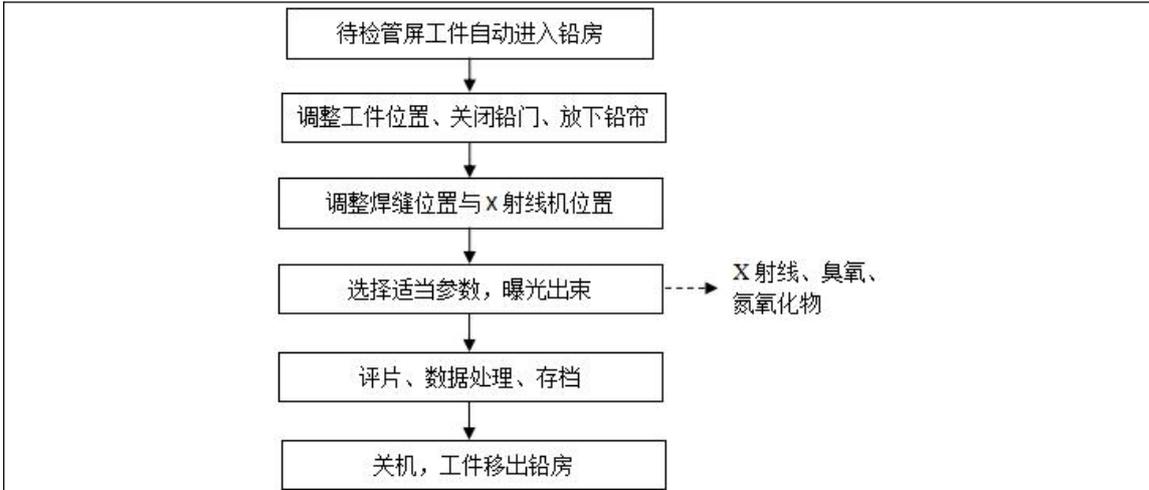


图 2-11 管屏 DR 数字成像系统工作流程及产污环节示意图

2.3.4 污染源

(1) X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线随探伤机器的开、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（曝光状态）时才会发出 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。

(2) 臭氧和氮氧化物

X 射线探伤机或 X 射线数字成像检测系统、管屏 DR 数字成像检测系统工作时产生射线，会造成空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。

① 锅筒探伤室与集箱/管道探伤室产生的少量臭氧和氮氧化物通过室顶排气口排入生产厂房三外部环境。

② X 射线成像系统与管屏 DR 成像系统铅房产生的少量臭氧和氮氧化物通过铅房顶部排气口排入生产厂房三外部环境。

③ 现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产量小且作业场地为开放式，对周围环境影响较小。

(3) 废显（定）影液、废胶片及洗片废水

曝光完成后，需将拍摄的底片运回进行显（定）影，在此过程中会产生一定数量的废显（定）影液、废胶片及洗片废水。废显（定）影液属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中的感光材料废物，危废代码为 HW16：900-019-16，并无放射性。

续表二 项目建设情况

2.3.5 人员配置情况

公司现有 10 名辐射工作人员，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。公司建立培训档案，并长期保存。

公司安排 2 名辐射工作人员进行锅筒探伤室探伤操作、4 名辐射工作人员进行集箱/管道探伤室探伤探伤操作、2 名辐射工作人员进行 X 射线数字成像检测系统探伤操作、2 名辐射工作人员进行管屏 DR 数字成像检测系统探伤操作，室内探伤、射线数字成像检测系统探伤和管屏 DR 数字成像检测系统探伤仅在白天开展。

公司开展现场探伤作业时将 10 名辐射工作人员随机分为两组，每组 5 名进行现场探伤操作。

2.3.6 操作时间

本项目锅筒探伤室年最大拍片约为 10000 张，单次拍片曝光时间最大为 3min，年探伤时间为 500h；集箱/管道探伤室年最大拍片为 10000 张，单次拍片曝光时间最大为 3min，年探伤时间为 500h。

X 射线数字成像系统年最大拍片为 10000 张，单次拍片曝光时间最大为 3min，年最大出束时间为 500h；管屏 DR 数字成像系统年最大拍片为 10000 张，单次拍片曝光时间最大为 3min，年最大出束时间为 500h。

现场探伤年最大拍片约 6000 张，单次拍片曝光时间最大为 3min，年探伤时间为 300h。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射工作场所分区管理

(1) 根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求,本项目将锅筒探伤室、集箱/管道探伤室内部区域划分为控制区,将探伤室四周屏蔽体外1m区域、危废暂存间、着色剂存放间、控制室、暗室、评片室等辅助房间划分为监督区探伤室防护门表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明。

(2) 将X射线数字成像检测系统、管屏DR数字成像检测系统防护铅房内部区域划分为控制区,将防护铅房周边1m区域划分为监督区。

(3) 公司开展X射线现场探伤作业时,根据现场具体情况,利用辐射巡测仪巡测,将作业场所中周围剂量当量率大于或等于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区,并在边界悬挂清晰可见的“禁止进入X射线区”警告牌;将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于或等于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区,并在边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,必要时派专人警戒。

本项目辐射工作场所分区情况见表3-1,各辐射工作场所两区划分图详见图3-1~图3-4。

表3-1 本项目各辐射工作场所分区表

工作场所	控制区	监督区
2间探伤室辐射工作场所	锅筒探伤室与集箱/管道探伤室内部	探伤室四周屏蔽体外1m区域、危废暂存间、着色剂存放间、控制室、暗室、评片室等辅助房间
X射线数字成像系统辐射工作场所	铅房内部	铅房周边1m区域
管屏DR数字成像系统辐射工作场所	铅房内部	控制室、铅房周边1m区域、输送辊道
现场探伤辐射工作场所	作业场所中周围剂量当量率大于或等于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围	作业场所中周围剂量当量率大于或等于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 且小于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围



图 3-1 探伤室平面布置及两区划分示意图（红色为控制区、黄色为监督区）

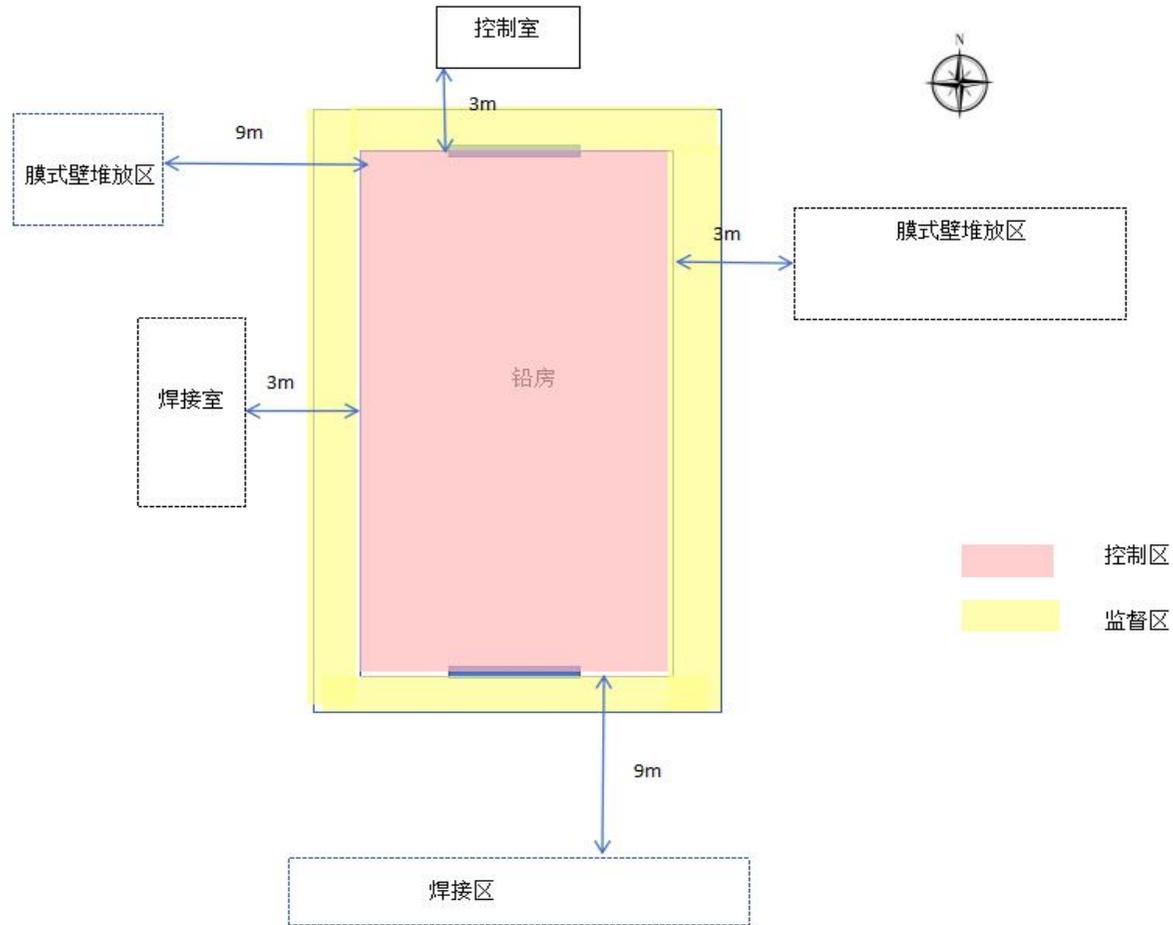


图 3-2 X 射线实时成像检测系统平面布置及两区划分示意图（红色为控制区、黄色为监督区）

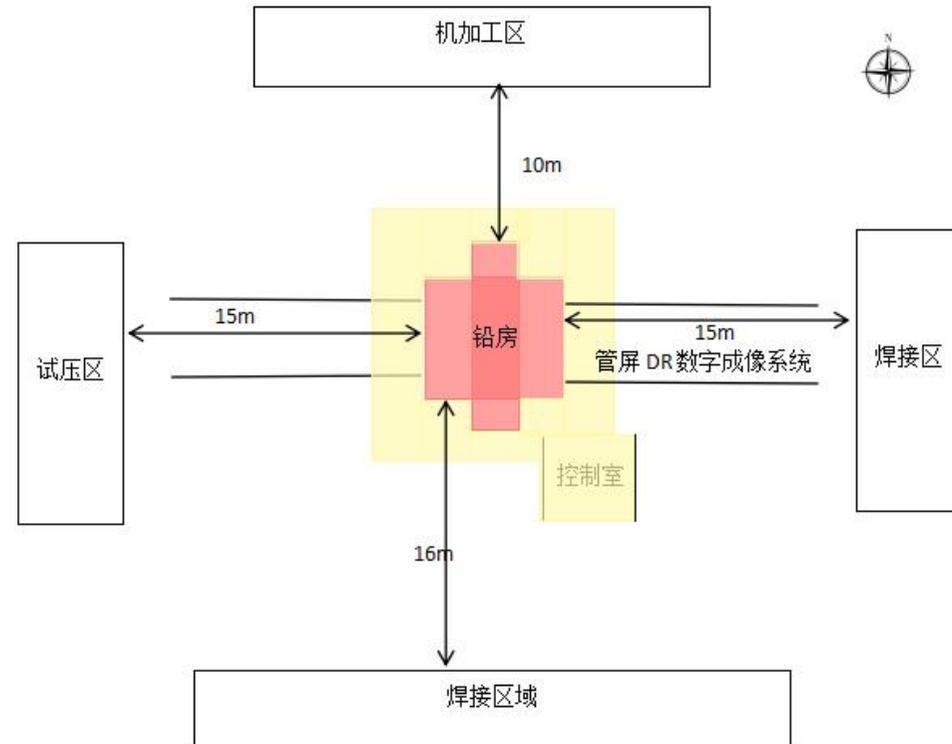


图 3-3 管屏 DR 实时成像系统平面布置及两区划分示意图（红色为控制区、黄色为监督区）

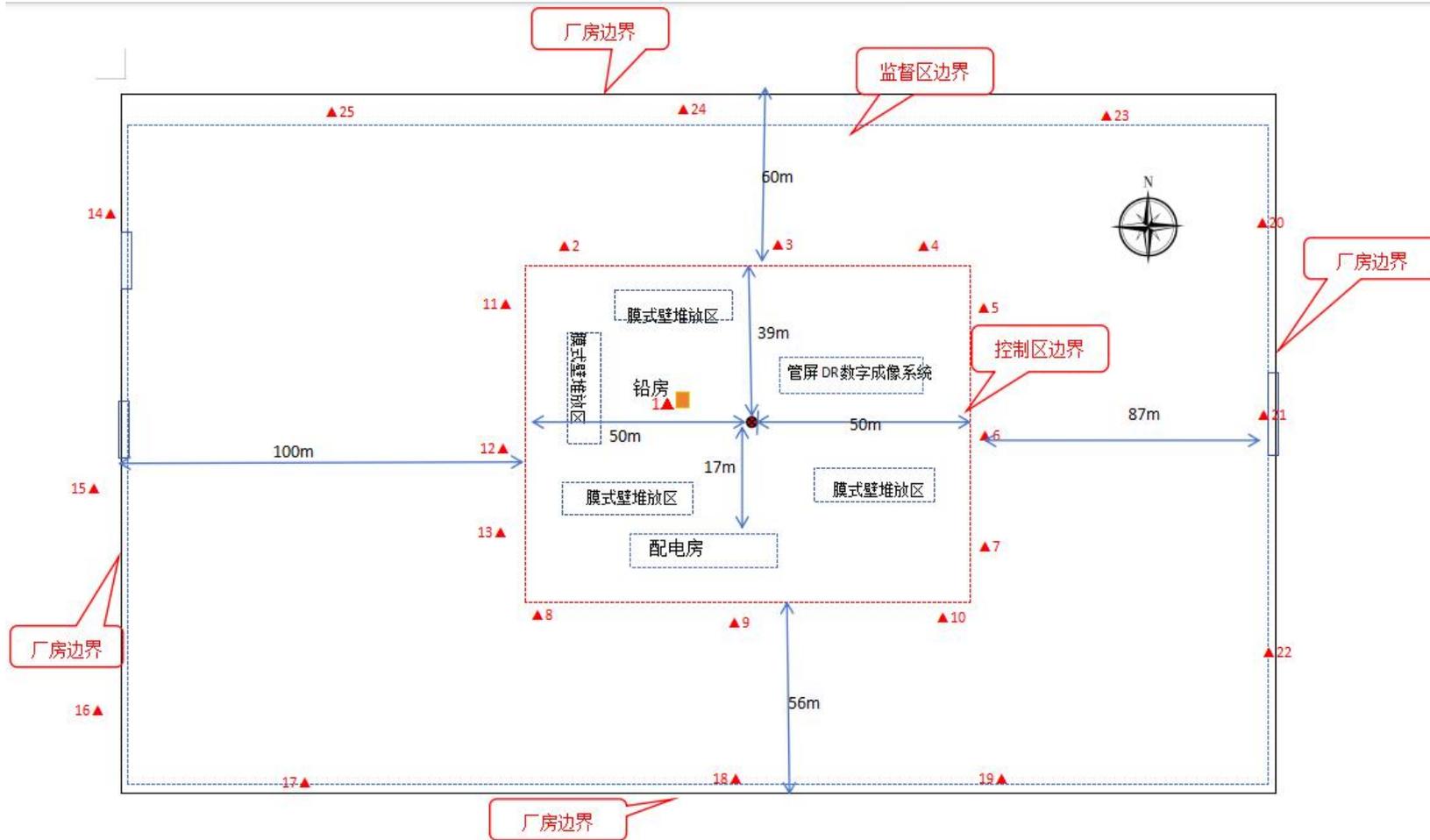


图 3-4 本项目现场探伤控制区及监督区划分示意图

续表三 辐射安全与防护设施/措施

3.2 屏蔽设施防护

锅筒探伤室屏蔽防护情况见表 3-1，平面布置图见图 3-1。由表 3-1 可知，锅筒探伤室屏蔽情况符合环评文件及相关标准要求。

表 3-1 锅筒探伤室屏蔽设计技术参数表

内容	技术参数	
	环评阶段	验收阶段
探 伤 室 净 尺 寸	有效使用面积约为 126m ² （不含迷道），14.5m（长）×8.7m（宽）×8.7m（高）	有效使用面积为 126m ² （不含迷道），14.5m（长）×8.7m（宽）×8.7m（高）
四 侧 墙 体	东、西墙 1300mm 混凝土，南墙 1200~2100mm 混凝土，北墙 900~1300mm 混凝土	东、西墙 1300mm 混凝土，南墙 1200~2100mm 混凝土，北墙 900~1300mm 混凝土
迷道	探伤室北侧设有“L型”迷道，迷道内墙采用 1300mm 混凝土，迷道外墙为 1000mm 混凝土；迷道长 5000mm，宽 950mm	探伤室设有“L型”迷道，迷道内墙采用 1300mm 混凝土，迷道外墙为 1000mm 混凝土；迷道长 5000mm，宽 950mm
顶棚	900mm 混凝土	900mm 混凝土
地坪	探伤室正下方为土层，无地下室，不做特殊防护	探伤室正下方为土层，无地下室，无特殊防护
工 件 门	电动门，门洞的尺寸为 4.5m（宽）×5.8m（高）；门体的尺寸为 6.1m（宽）×6.6m（高），采用 1300mm 混凝土（门与墙体左、右搭接各为 800mm，上、下搭接各为 600mm、200mm，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 4.5m（宽）×5.8m（高）；门体的尺寸为 6.1m（宽）×6.6m（高），采用 1300mm 混凝土（门与墙体左、右搭接各为 800mm，上、下搭接各为 600mm、200mm，满足搭接长度大于 10 倍间隙的要求）。工件左侧门缝焊接 10mmPb 钢铅条。
工 作 人 员 出 入 门	2 扇电动门，门洞的尺寸为 0.9m（宽）×2.0m（高）；门体的尺寸为 1.2m（宽）×2.2m（高），敷设 6mm 铅板（门与墙体左、右搭接各为 150mm，上、下搭接分别为 150mm、50mm，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 0.9m（宽）×2.0m（高）；门体的尺寸为 1.2m（宽）×2.2m（高），敷设 6mm 铅板（门与墙体左、右搭接各为 150mm，上、下搭接分别为 150mm、50mm，满足搭接长度大于 10 倍间隙的要求）。
普 通 高 压 电 缆、 X 射 线 探 伤 机 控 制 线 缆	各类预埋管道分别敷设 1 根，合计 2 根。普通高压电缆以“U”型埋管道穿越探伤室的北墙，连接至电源室，管径为 300mm，埋深大于 350mm。；控制线缆以“月牙弯”型埋管道穿越探伤室的北墙，连接至控制室的控制台，管径为 120mm，埋深大于 350mm。	各类预埋管道各敷设 1 根，合计 2 根。普通高压电缆以“U”型埋管道穿越探伤室的北墙，连接至电源室，管径为 300mm，埋深大于 350mm。；控制线缆以“月牙弯”型埋管道穿越探伤室的北墙，连接至控制室的控制台，管径为 120mm，埋深大于 350mm。

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
排风设施	设 1 套机械排风设施，设计风机风量为 4000m ³ /h，排风管道 1 根，管道直穿探伤室的顶棚，顶棚有 800mm 混凝土的屏蔽补偿。排风口位于探伤室西南角，设计尺寸为 800mm（长）×800mm（宽），离地 300mm，排风管道高 10.1m。排气筒位于探伤室顶棚，离地高度为 25.2m。	设有 1 套机械排风设施，风机风量为 4000m ³ /h，排风管道 1 根，管道直穿探伤室的顶棚，顶棚有 800mm 混凝土的屏蔽补偿。排风口位于探伤室西南角，尺寸为 800mm（长）×800mm（宽），离地 300mm，排风管道高 10.1m。排气筒位于探伤室顶棚，离地高度为 25.2m。

集箱探伤室屏蔽防护情况见表 3-2，平面布置图见图 3-1。由表 3-2 可知，集箱探伤室屏蔽情况符合环评文件及相关标准要求。

表 3-2 集箱/管道探伤室屏蔽设计技术参数表

内容	技术参数	
	环评阶段	验收阶段
探伤室净尺寸	有效使用面积约为 90m ² （不含迷道），12.0m（长）×7.5m（宽）×6.8m（高）	有效使用面积约为 90m ² （不含迷道），12.0m（长）×7.5m（宽）×6.8m（高）
四侧墙体	四侧墙体 700mm 混凝土	四侧墙体 700mm 混凝土
迷道	探伤室北侧设有“L 型”迷道，迷道内墙采用 700mm 混凝土，迷道外墙为 500mm 混凝土；迷道长 5000mm，宽 950mm	探伤室北侧设有“L 型”迷道，迷道内墙采用 700mm 混凝土，迷道外墙为 500mm 混凝土；迷道长 5000mm，宽 950mm
顶棚	400mm 混凝土	400mm 混凝土
地坪	探伤室正下方为土层，无地下室，不做特殊防护	探伤室正下方为土层，无地下室，不做特殊防护
工件门	电动门，门洞的尺寸为 3.6m（宽）×4.5m（高）；门体的尺寸为 4.4m（宽）×4.9m（高），采用 39mm 铅防护（门与墙体左、右搭接各为 400mm，上、下搭接各为 100mm、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 3.6m（宽）×4.5m（高）；门体的尺寸为 4.4m（宽）×4.9m（高），采用 39mm 铅防护（门与墙体左、右搭接各为 400mm，上、下搭接各为 100mm、300mm，满足搭接长度大于等于 10 倍间隙的要求）。
工作人员出入门	2 扇电动门，门洞的尺寸为 0.9m（宽）×2.0m（高）；门体的尺寸为 1.2m（宽）×2.2m（高），敷设 6mm 铅板（门与墙体左、右搭接各为 150mm，上、下搭接各为 150mm、50mm，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 0.9m（宽）×2.0m（高）；门体的尺寸为 1.2m（宽）×2.2m（高），敷设 6mm 铅板（门与墙体左、右搭接各为 150mm，上、下搭接各为 150mm、50mm，满足搭接长度大于等于 10 倍间隙的要求）。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

内容	技术参数	
	环评阶段	验收阶段
普通高压电缆、X 射线探伤机控制线缆	各类预埋管道分别敷设 1 根，合计 2 根。普通高压电缆以“U”型地埋管道穿越探伤室的南墙，连接至电源室，管径为 300mm，埋深大于 350mm。；控制线缆以“月牙弯”型地埋管道穿越探伤室的南墙，连接至控制室的控制台，管径为 120mm，埋深大于 350mm。	各类预埋管道分别敷设 1 根，合计 2 根。普通高压电缆以“U”型地埋管道穿越探伤室的南墙，连接至电源室，管径为 300mm，埋深大于 350mm。；控制线缆以“月牙弯”型地埋管道穿越探伤室的南墙，连接至控制室的控制台，管径为 120mm，埋深大于 350mm。
排风设施	设 1 套机械排风设施，设计风机风量为 1000m ³ /h，排风管道 1 根，管道直穿探伤室的顶棚，顶棚有 500mm 混凝土的屏蔽补偿。排风口位于探伤室西北角，设计尺寸为 630mm（长）×400mm（宽），离地 300mm，排风管道高 6.9m。排气筒位于探伤室顶棚，离地高度为 25.2m。	设 1 套机械排风设施，风机风量为 1000m ³ /h，排风管道 1 根，管道直穿探伤室的顶棚，顶棚有 500mm 混凝土的屏蔽补偿。排风口位于探伤室西北角，设计尺寸为 630mm（长）×400mm（宽），离地 300mm，排风管道高 6.9m。排气筒位于探伤室顶棚，离地高度为 25.2m。

X 射线数字成像检测系统铅房防护情况见表 3-3，平面布置图见图 3-2。由表 3-3 可知，X 射线数字成像检测系统铅房屏蔽情况符合环评文件及相关标准要求。

表 3-3X 射线数字成像系统屏蔽设计技术参数表

内容	技术参数	
	环评阶段	验收阶段
铅房净尺寸	铅房南北净长 4.80m、东西净宽 2.78m、净高 2.50m，净容积约 33.4m ³ 。	铅房南北净长 4.80m、东西净宽 2.78m、净高 2.50m，净容积 33.4m ³ 。
铅房四侧防护面	铅钢复合结构，东侧防护面中间位置南北长 2.65m 的区域为加厚区域，为 20mm 铅板+7mm 钢板，其余部分为 15mm 铅板+7mm 钢板；南、北侧防护面为 10mm 铅板+7mm 钢板；西侧防护面为 12mm 铅板+7mm 钢板。	铅钢复合结构，东侧防护面中间位置南北长 2.65m 的区域为加厚区域，为 20mm 铅板+7mm 钢板，其余部分为 15mm 铅板+7mm 钢板；南、北侧防护面为 10mm 铅板+7mm 钢板；西侧防护面为 12mm 铅板+7mm 钢板。
铅房顶棚防护面	铅钢复合结构，12mm 铅板+7mm 钢板。	铅钢复合结构，12mm 铅板+7mm 钢板。
防护门	铅房设有 1 个防护门，防护门采用铅钢复合结构，为电动平移式、气动控	铅房设有 2 个防护门，防护门采用铅钢复合结构，为电动平移式、气动控制、

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
防护门	制、门机连锁、铅门与 X 射线高压互锁，保证在铅门没有关靠到位时，X 射线机的高压不能启动。门洞高 2.27m、宽 1.90m，门高 2.35m、宽 1.04m，总厚度 17mm。铅当量为 10mmPb。上下左右四个门边与防护面搭接宽度 20mm，防护门与防护面之间的缝隙不大于 2mm，搭接量与缝隙比例大于 10: 1，可满足防护要求。	门机连锁、铅门与 X 射线高压互锁，保证在铅门没有关靠到位时，X 射线机的高压不能启动。门洞高 2.27m、宽 1.90m，门高 2.35m、宽 1.04m，总厚度 17mm。铅当量为 10mmPb。上下左右四个门边与防护面搭接宽度 20mm，防护门与防护面之间的缝隙不大于 2mm，搭接量与缝隙比例大于 10: 1，满足防护要求。
控制台	控制台位于铅房西侧。	控制台位于铅房北侧。
X 射线管使用范围	实际工作时根据工件大小调整 X 射线管位置，X 射线管使用位置为铅房中间偏西位置。工件南北移动，X 射线管东西、上下方向移动，X 射线管使用范围为上下 1m，东西 0.75m。经核实，X 射线管距顶部防护面最近距离为 0.75m；X 射线管距东侧、西侧防护面的最近距离分别约为 1.08m、0.95m；距南侧、北侧防护面的固定距离约为 2.4m。	X 射线管使用位置为铅房中间偏西位置。工件南北移动，X 射线管东西、上下方向移动，X 射线管使用范围为上下 1m，东西 0.75m。经核实，X 射线管距顶部防护面最近距离为 0.75m；X 射线管距东侧、西侧防护面的最近距离分别约为 1.08m、0.95m；距南侧、北侧防护面的固定距离约为 2.4m。
控制线缆	管线口拟设置在铅房北侧，地埋 U 型穿越地面，可避免 X 射线直接照射。	管线口设置在铅房西侧偏北
排风设施	铅房顶部设计有两处排风口，采用 10mmPb 的钢铅复合防护。铅房内的废气通过排风口连接排风管道排至车间外环境，铅房排风口处安装轴流风机，有效通风换气量约 200m ³ /h。	铅房顶部有排风口，采用 10mmPb 的钢铅复合防护。铅房内的废气通过排风口连接排风管道排至车间外环境，有效通风换气量 200m ³ /h。

管屏 DR 数字成像系统屏蔽防护情况见表 3-4，平面布置图见图 3-3。由表 3-4 可知，管屏 DR 数字成像系统屏蔽防护情况符合环评文件及相关标准要求。

表 3-4 管屏 DR 数字成像系统屏蔽设计参数对照表

内容	技术参数	
	环评阶段	验收阶段
铅房净尺寸	铅房南北长 6.8m、东西宽 2.1m、高 2.5m，净容积约 35.7m ³	铅房南北长 6.8m、东西宽 2.1m、高 2.5m，净容积约 35.7m ³
铅房四侧防护面	采用铁板+铅板+铁板结构进行射线屏蔽，四侧防护面为 10mmPb。	采用铁板+铅板+铁板结构进行射线屏蔽，四侧防护面为 10mmPb。
铅房顶棚防护面	采用铁板+铅板+铁板结构进行射线屏蔽，顶棚为 10mmPb。	采用铁板+铅板+铁板结构进行射线屏蔽，顶棚为 10mmPb。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-4 管屏 DR 数字成像系统屏蔽设计参数对照表		
内容	技术参数	
	环评阶段	验收阶段
东西耳房防护	采用铁板+铅板+铁板结构进行射线屏蔽，各面均为 10mmPb。	采用铁板+铅板+铁板结构进行射线屏蔽，各面均为 10mmPb。
防护门	南、北侧防护门为 10mmPb。	南、北侧防护门为 10mmPb。
防护铅帘	进出料口设置铅橡胶帘，进出各三层，东、西侧防护铅帘为 10mmPb。	进出料口设置铅橡胶帘，进出各三层，东、西侧防护铅帘为 10mmPb。
X 射线管使用范围	X 射线管能够沿垂直进管方向的水平方向移动，能够垂直升降。X 射线管使用范围为上下 0.5m，南北 4.8m。经核实，X 射线管距顶部防护面、底部最近距离为 1m；X 射线管距南侧、北侧防护面的最近距离约为 1m；距东侧、西侧防护面的距离约为 1.05m。	X 射线管沿垂直进管方向的水平方向移动，能垂直升降。X 射线管使用范围为上下 0.5m，南北 4.8m。经核实，X 射线管距顶部防护面、底部最近距离为 1m；X 射线管距南侧、北侧防护面的最近距离为 1m；距东侧、西侧防护面的距离为 1.05m。
控制线缆	公司拟在铅房南侧与操作室之间设“U”型埋地电缆管道，电缆管道尺寸为 $\phi 160\text{mm}$ ，管道埋地深度约为 350mm，电缆均布设于电缆管道内，电缆管道的设置不破坏曝光室的屏蔽效果。	公司拟在铅房南侧与操作室之间设“U”型埋地电缆管道，电缆管道尺寸为 $\phi 160\text{mm}$ ，管道埋地深度约为 350mm，电缆均布设于电缆管道内，电缆管道的设置不破坏曝光室的屏蔽效果。
排风设施	铅房顶部设计有两处排风口，采用 10mmPb 的钢铅复合防护。铅房内的废气通过排风口连接排风管道排至车间外环境，铅房排风口处安装轴流风机，有效通风换气量约 200m ³ /h。	铅房顶部设计有两处排风口，采用 10mmPb 的钢铅复合防护。铅房内的废气通过排风口连接排风管道排至车间外环境，铅房排风口处安装轴流风机，有效通风换气量约 200m ³ /h。

3.3 辐射安全与防护措施

本项目环评文件中辐射安全与防护措施落实情况见表 3-4。由表 3-4 可见，项目基本落实了环评文件中提出的要求。

表 3-4 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
辐射安全防护措施： ①本项目锅筒探伤室与集箱/管道探伤室的设置充分考虑周围的辐射安全，控制室与探伤室分开并避开有用线束照射的方向。 ②应对锅筒探伤室与集箱/管道探伤室工作场所实行分区管理。将探伤室墙壁围成	已落实。 ①本项目锅筒探伤室与集箱/管道探伤室与控制室已分开设置，控制室设置在探伤室西侧，本项目所用探伤机主射线方向南、北、顶棚和地坪垂直周向，避免了主射线照射到控制室。 ②锅筒探伤室与集箱/管道探伤室工作场所

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-4 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况

<p>的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。</p> <p>③探伤室的工件门和工作人员出入门安装时应尽量减小与墙体间的门缝，搭接的长度须大于等于 10 倍的间隙，防止射线外泄。</p> <p>④锅筒探伤室与集箱/管道探伤室均拟设置门-机联锁装置，并保证在门（包括工件门和工作人员出入门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。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。</p> <p>⑤锅筒探伤室与集箱/管道探伤室门口和内部拟同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。</p> <p>⑥锅筒探伤室与集箱/管道探伤室的照射状态指示装置均拟与每台 X 射线探伤装置联锁，设备之间拟设置联锁，防止两台及以上设备同时出束；探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明，探伤室防护门上应有电离辐射警告标志和中文警示说明。</p> <p>⑦锅筒探伤室与集箱/管道探伤室内均拟设置紧急停机按钮（每间探伤室四侧墙体及控制室各设 1 个，两间探伤室共设 12 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮的安装，应使人员处在 X 射线探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮应当带有标签，标明使用方法。</p> <p>⑧锅筒探伤室拟设置 1 套机械排风设施，设计风机风量为 4000m³/h，探伤室总容积约为 1110m³，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。集箱/管道探伤室拟设置 1 套机械排风设施，设计风机风量为 2000m³/h，探伤室总容积约为 626m³，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。</p> <p>⑨两间探伤室内均拟设置视频监控系统，显</p>	<p>实行分区管理，已将探伤室墙壁围成的内区域划为控制区，与墙壁外部相邻的区域划为监督区。</p> <p>③探伤室的工件门和工作人员出入门缝搭接长度满足大于等于 10 倍的间隙的原则要求。</p> <p>④锅筒探伤室与集箱/管道探伤室均设置了门-机联锁装置，X 射线装置只有在门关闭时才能进行探伤操作，当门打开时，就立即停止了 X 射线照射。验收期间门-机联锁装置正常运行，能确保发生紧急情况时，探伤室内部人员能够安全离开探伤室，本项目探伤机在作业期间均与防护门联锁。</p> <p>⑤锅筒探伤室与集箱/管道探伤室门口及内部均设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，“预备”信号持续约 1min，持续时间较长，能确保探伤室内人员在探伤作业开始前安全离开，且“预备”信号灯为黄色字样，“照射”信号灯为红色字样，“预备”和“照射”信号灯与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。</p> <p>⑥锅筒探伤室与集箱/管道探伤室的工作状态指示灯已于每台 X 射线探伤装置联锁；探伤室内、外防护门已张贴对“预备”和“照射”信号意义的说明，探伤室防护门上张贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。</p> <p>⑦已在锅筒探伤室与集箱/管道探伤室内四侧墙体及控制台设置紧急停机按钮，且在紧急停机按钮旁注明了按钮的使用方法。</p> <p>⑧锅筒探伤室已设置 1 套机械排风设施，风机风量为 4000m³/h，探伤室总容积为 1110m³，每小时有效通风换气次数 4 次。满足每小时有效通风次数不小于 3 次的要求。集箱/管道探伤室设置有 1 套机械排风设施，风机风量为 2000m³/h，探伤室总容积约为 626m³，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。</p> <p>⑨锅筒探伤室与集箱/管道探伤室内已设置视频监控系统，显示屏设置在操作室内，探伤室四侧墙体设置了视频监控器探头，可以在操作室实时监控探伤室内详细情况。</p>
---	--

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-4 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>示屏设置在控制台上，视频探头设置在探伤室内。保证监控无死角，实现全方位监控探伤室内全部情况。如有人员滞留于探伤室内，工作人员可以在操作室内及时观察发现。</p> <p>X射线数字成像系统工作场所</p> <p>①实体屏蔽：本项目 X 射线数字成像系统采用设备自带的防护铅房进行屏蔽，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。同时铅房与操作台分开，操作台位于铅房西侧，X 射线机主射方向由西向东，有用线束不朝操作台照射。</p> <p>②门机连锁：铅房的工件门与 X 射线机连锁形成门机连锁装置，只有当工件门完全关闭后 X 射线机才能出束，工件门打开时立即停止 X 射线照射，关上工件门不能自动开始 X 射线照射。</p> <p>③声光报警系统：防护铅房顶部设置“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线装置连锁。防护门关闭和射线出束时，警示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近铅房或在其周围作不必要的逗留。公司拟于铅房内外醒目位置张贴对两种信号意义的说明。</p> <p>④警示标志：南侧防护门外设计有电离辐射警告标识和中文警示说明，提醒无关人员勿靠近该装置。</p> <p>⑤急停装置：铅房南侧防护面内侧和操作台共设计有 2 个急停按钮，确保出现事故时能立即停止照射，紧急停机按钮的位置可使其铅房内任何位置的人员都不需要穿过主射线束就能使用，且紧急停机按钮设计有明显标志，标明使用方法。</p> <p>⑥视频监控装置：铅房内顶部配有 2 个监视装置，监控显示装置位于铅房东侧，操作人员实时监控工作状态和人员进出铅房情况。</p> <p>⑦排风装置：铅房顶部设计有两处排风口，分别于铅房顶部东南侧、西南侧，采用 10mmPb 的钢铅复合防护。</p>	<p>①本项目 X 射线数字成像系统采用设备自带的防护铅房进行屏蔽。铅房与操作台设置分开，操作台位于铅房北侧，X 射线机主射方向由西向东，有用线束避开朝向操作台照射。</p> <p>②铅房工件门与 X 射线机设有门-机连锁装置，当工件门打开时 X 射线便立即停止照射，且只有工件门完全关闭后 X 射线机才能出束。</p> <p>③防护铅房已设置声光报警装置，并与 X 射线装置连锁。防护门和关闭和射线出束时，该声光报警装置开启运行。声光报警装置开启时，提示无关人员禁止靠近探伤铅房。</p> <p>④铅房南侧防护门已张贴电离辐射警告标准及中文警示说明，提醒无关人员勿靠近射线装置。</p> <p>⑤X 射线数字成像检测系统铅房内部设置有紧急停机按钮，且在铅房内张贴了紧急停机按钮的使用说明。本项目操作室位于 X 数字成像检测系统北侧，操作位设置有紧急停机按钮。</p> <p>⑥已在铅房内部及铅房顶部东、西两侧配有视频监控装置，且操作室内设置有监控显示屏，操作人员可以实时监控设备工作状态及铅房周围的情况。</p> <p>⑦本项目 X 数字成像检测系统设置有 1 套有机机械排风装置，排风口位于铅房顶部采用 10mmPb 的钢铅复合防护。</p>
<p>管屏 DR 数字成像系统工作场所</p> <p>①实体屏蔽：本项管屏 DR 数字成像系统采用设备自带的防护铅房进行屏蔽，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。同时铅房与操作台分开，操作台位于铅房南侧控制室，X 射线机</p>	<p>①本项目管屏 DR 数字成像系统设备自带铅房屏蔽，铅房与操作台分开，操作台位于铅房南侧控制室，X 射线机主射方向由上朝下，有用线束避开了操作台照射。</p> <p>②管屏 DR 成像系统防护铅门与管屏 DR</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-4 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>主射方向由上朝下，有用线束不朝操作台照射。</p> <p>②门机/帘机联锁：防护铅房的防护门/铅帘与管屏 DR 的 X 射线机联锁，即管屏 DR 的 X 射线机的高压电源与防护门/铅帘联锁，防护门/铅帘不到位，高压电源不能启动；高压电源未关闭，防护门/铅帘不能被打开。</p> <p>③声光报警系统：防护铅房顶部设置“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线装置联锁。防护门关闭和射线出束时，警示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近铅房或在其周围作不必要的逗留。公司拟于铅房内外醒目位置张贴对两种信号意义的说明。</p> <p>④警示标志：防护铅房南侧防护门外与北侧防护门外设计有电离辐射警告标识和中文警示说明，提醒无关人员勿靠近该装置。</p> <p>⑤急停装置：在操作台、防护铅房内及上下料段共设有 5 个紧停按钮，确保人员在操作室、送料线边、防护铅房都能在紧急情况下停止照射，且紧急停机按钮设计有明显标志，标明使用方法。</p> <p>⑥视频监控装置：本项目拟安装 5 个视频摄像头（防护铅房内 3 个，进管位与出管位各 1 个），显示屏位于控制台的前方，工作人员通过显示屏查看防护铅房内的情况和进出料的情况。</p> <p>⑦排风装置：铅房顶部设计有两处排风口，采用 10mmPb 的钢铅复合防护，防护与铅房的搭接尺寸为缝隙的 10 倍以上。</p>	<p>的 X 射线机联锁，当防护门未关闭时，高压电源不能启动防护门和铅帘不能被打开。</p> <p>③防护门顶部已设置 1 个黄色、绿色、红色三色警示灯，黄色灯光表示预警、红色灯光表示探伤紧急停止、绿色灯光表示正常运行。探伤作业时该警示灯能正常运行，并与 X 射线数字成像检测系统联锁。防护门和射线出束时，三色警示灯处于正常工作状态，能够警告无关人员勿靠近铅房及警示无关人员不要在铅房周围逗留。公司并在铅房防护门表面张贴了该三色警示灯的信号意义说明。</p> <p>④铅房防护门张贴有电离辐射警告标识和中文警示说明，严格禁止无关人靠近。</p> <p>⑤操作台、铅房内均设有紧急停机按钮，能够确保发生紧急情况时能够紧急停止照射，且已在急停按钮旁张贴急停按钮使用说明。</p> <p>⑥本项目已在探伤铅房内、进出料口上方设置有视频监控探头，显示屏设置在操作台，工作人员可以实时监控防护铅房及铅房周围进出料情况。</p> <p>⑦本项目管屏 DR 数字成像系统设置有机机械排风装置，铅房顶部设置有排风口，采用 10mmPb 的钢铅复合防护，防护与铅房的搭接尺寸大于缝隙的 10 倍。</p>
<p>现场探伤辐射工作场所</p> <p>①本项目现场探伤所用的 X 射线探伤机未探伤作业时，存放于集箱/管道探伤室西侧的设备贮存间内。</p> <p>②设备贮存间实行双人双锁，由专职工作人员负责。门口应设有电离辐射警告标志，其入口处将安装视频监控系统。</p> <p>③公司拟制订射线装置的领取、归还和登记制度，并建立设备管理台账。</p> <p>④公司拟采用手推车的方式并按照指定路线</p>	<p>①本项目现场探伤所用到的 X 射线探伤机未探伤作业时，存放在锅筒探伤室内设备贮存间。</p> <p>②本项目设备贮存间设置在锅筒探伤室，该设备贮存间门口设置有电离辐射警告标志。锅筒探伤室内设置有视频监控器，能够实时监控探伤室内情况。</p> <p>③公司已制定射线装置领取、归还和登记制度，建立了设备管理台账。</p> <p>④公司用手推车将探伤装置按从探伤室运</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-4 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>进行探伤装置的安全运输。探伤作业结束后，将探伤装置按原路运输返回至设备贮存间。</p> <p>X射线探伤机现场探伤过程中的辐射安全和防护措施</p> <p>①现场探伤作业时，探伤工作组按规范要求对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识，若周围环境不满足监督区和控制区的划分管控要求，则不开展作业。</p> <p>②控制区边界拟悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则将采取专门的防护措施。</p> <p>③现场探伤作业工作过程中，控制区内不同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，本项目 X 射线探伤机拟使用准直器（设备自带）；探伤时工件东侧（面向宿舍侧）拟设 1 块移动式铅屏风（长 1.5m×高 1.5m×厚 4mm 铅板），探伤时保证探伤机位于铅屏风的中心区域，探伤机离铅屏风距离小于 1.5m，如某些工件现场探伤时无法采取以上措施，则不能开展现场探伤作业。</p> <p>④控制区的边界尽可能设定实体屏障，在车间内部进行探伤作业时，利用警戒线（绳）作为控制区与监督区的边界。</p> <p>⑤在监督区边界上拟悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。</p> <p>⑥探伤机控制台设置在合适位置或设有延时开机装置，尽可能降低操作人员的受照剂量。</p> <p>在实施现场探伤工作之前，运营单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。</p> <p>⑦在试运行（或第一次曝光）期间，探伤工作组将测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，根据监督区和控制区的理论计算范围，利用检测设备由远及近进行监督区和控制区的设置范围的验证，通过巡测确定控制区和监督区，必要时调整控制区的范围</p>	<p>送到指定探伤位置，探伤结束后将探伤装置按原路运输至设备贮存间。</p> <p>①进行现场探伤作业前，探伤小组已按照要求将工作场所划分为控制区和监督区，已在两区边界设置警示标识。经现场检测，控制区边界和监督区边界辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。</p> <p>②控制区边界已设置“禁止进入 X 射线区”的警告牌，探伤作业人员在移动铅房内或在控制区边界外进行曝光，并安排安全员在控制区边界进行巡视。</p> <p>③在进行探伤作业前已完成清场工作，现场探伤作业场所内无其他工作进行；探伤作业时，已在工件东侧距探伤机 1m 处设置一块移动式铅屏风长（1.5m×高 1.5m×厚 4mm 铅板），探伤机放置在铅屏风的中心区域。</p> <p>④辐射工作人员利用车间建筑墙体等现有结构作为控制区边界，并在各通道门设置了警戒线，利用警戒线作为控制区和监督区边界。</p> <p>⑤辐射工作人员通过巡测划定了监督区，并在监督区边界设置了“无关人员禁止入内”的警告牌，在生产厂房各进出口设置了电离辐射警告标识及中文说明，并设置了警示灯，同时安排安全员在监督区边界警戒。</p> <p>⑥本项目所用探伤机控制台设有延时开机装置，设置了移动铅房。辐射工作人员在控制区内曝光操作时，开启延时曝光设施，然后退至控制区边界外或在移动探伤铅房内曝光操作，以上措施能有效降低操作人员的受照剂量。在实施现场探伤作业之前，建设单位已对工作场所环境进行了全面的评估。</p> <p>⑦在第一次曝光期间，探伤工作组通过由远及近巡测划定监督区和控制区的边界。经检测，控制区边界监督区边界辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-4 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>和边界。</p> <p>⑧公司在现场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。</p> <p>⑨探伤工作组将合理规划 X 射线现场探伤时间，避开人流高峰期。经与建设单位核实，本项目现场探伤的时间段为夜间 22:00~次日 6:00，该段时间公司各车间均无人上班。因此，正常情况下，本项目现场探伤时厂区内各区域均处于非工作状态，其中宿舍楼应在监督区边界之外。若出现临时性加班等特殊情况，公司应严格执行辐射告知和清场工作。</p>	<p>⑧公司在开展现场探伤前进行了探伤前的公告，公告内容有：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。</p> <p>⑨本项目现场探伤作业安排在夜间 22:00~6:00，该时间段内，公司内其他人员均已下班，各车间均处于非工作状态，且本项目宿舍楼在监督区边界之外。公司若有临时加班的特殊情况时，公司辐射安全管理组将进行探伤作业情况告知及清场工作。</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 3-5。由表 3-5 可见，项目落实了环评文件中提出的要求。

表 3-5 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>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用 II 类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。</p>	<p>(1) 公司已按照相关规定设置了辐射安全与环境保护管理小组，主要职责：全面负责公司辐射安全管理工作；认真学习贯彻相关法规、标准，结合公司实际情况制定安全规章制度并检查监督实施；负责辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训，建立培训档案；检查安全环保设施，开展环保监测，对使用 II 类射线装置安全防护情况进行年度评估；负责编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故。</p>
<p>(2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理及剂量监测</p> <p>所有辐射工作人员应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；应配备个人剂量计，定期送检有资质单位（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；应进行</p>	<p>(2) 公司 10 名辐射工作人员均已参加培训，考核合格后上岗，辐射工作人员培训合格证书见附件 5。公司 10 名辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托浙江多谱检测技术有限公司每季度进行一次个人剂量监测，建立了个人剂量档案，检测报告见附件 7。10 名辐射工作人员在浙江大学医学院附属第一医院及杭州职业病防治院进行职业健康检查，建立了职业健康监护档案，职业健康体检情况见附件 6。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-5 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
岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。	
<p>(3) 辐射安全管理制度</p> <p>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。</p>	<p>(3) 公司制定了《辐射防护和安全管理制 度》、《辐射防护和安全保卫制度》、 《岗位职责》、《辐射工作安全责任书》、 《辐射安全档案管理制度》、《探伤装置 检查与维护制度》、《辐射事故应急处置 预案》、《自行检查和年度评估制度》、 《X 射线探伤机安全操作规程》、《人员 培训计划》、《监测方案》、《危险废物 环境管理制度》、探伤机使用登记制度》、 《X 射线数字成像系统操作规程》等规章 制度。</p>
<p>(4) 辐射监测仪器</p> <p>本项目 22 名辐射工作人员拟配置个人剂量计。探伤室工作场所配置个人剂量报警仪 4 台，X 射线数字成像系统与管屏 DR 数字成像系统各配置个人剂量报警仪 4 台，现场探伤工作场所配置直读式个人剂量报警仪 6 台。</p>	<p>(4) 公司现有 10 名辐射工作人员，10 名辐射工作人员配备了 5 台个人剂量报警仪、10 个人剂量计、1 台便携式 X-γ 辐射监测仪，两间探伤室配置了 2 台固定式辐射监测仪器。</p>
<p>(5) 工作场所辐射监测</p> <p>制定监测计划，对工作场所展开辐射监测。</p>	<p>(5) 公司已制定监测计划，委托有资质的单位每年对辐射工作场所进行监测。</p>

3.5 放射性三废处理设施

本项目探伤过程中无放射性三废产生，故本项目未设置放射性三废处理设施。

3.6 非放射性废物处理设施

(1) 臭氧和氮氧化物

① 锅筒探伤室和集箱/管道探伤室在探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，通过排风装置排至室外，臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

② X 射线数字成像检测系统和管屏 DR 数字成像系统在探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，通过排风装置排至室外，臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧

续表三 辐射安全与防护设施/措施

气，对周围环境影响较小。

③X 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，臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

(2) 危险废物

本项目产生的危险废物主要为废显（定）影液、废胶片及洗片废水，公司新建 1 间危废暂存间进行废显（定）影液、废胶片及洗片废水的暂存。危废暂存间的建设满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的要求。浙江杭锅能源装备有限公司已与安吉纳海环境有限公司签订危险废物委托处置协议，该单位具备有效的《危险废物经营许可证》见（附件 11）。

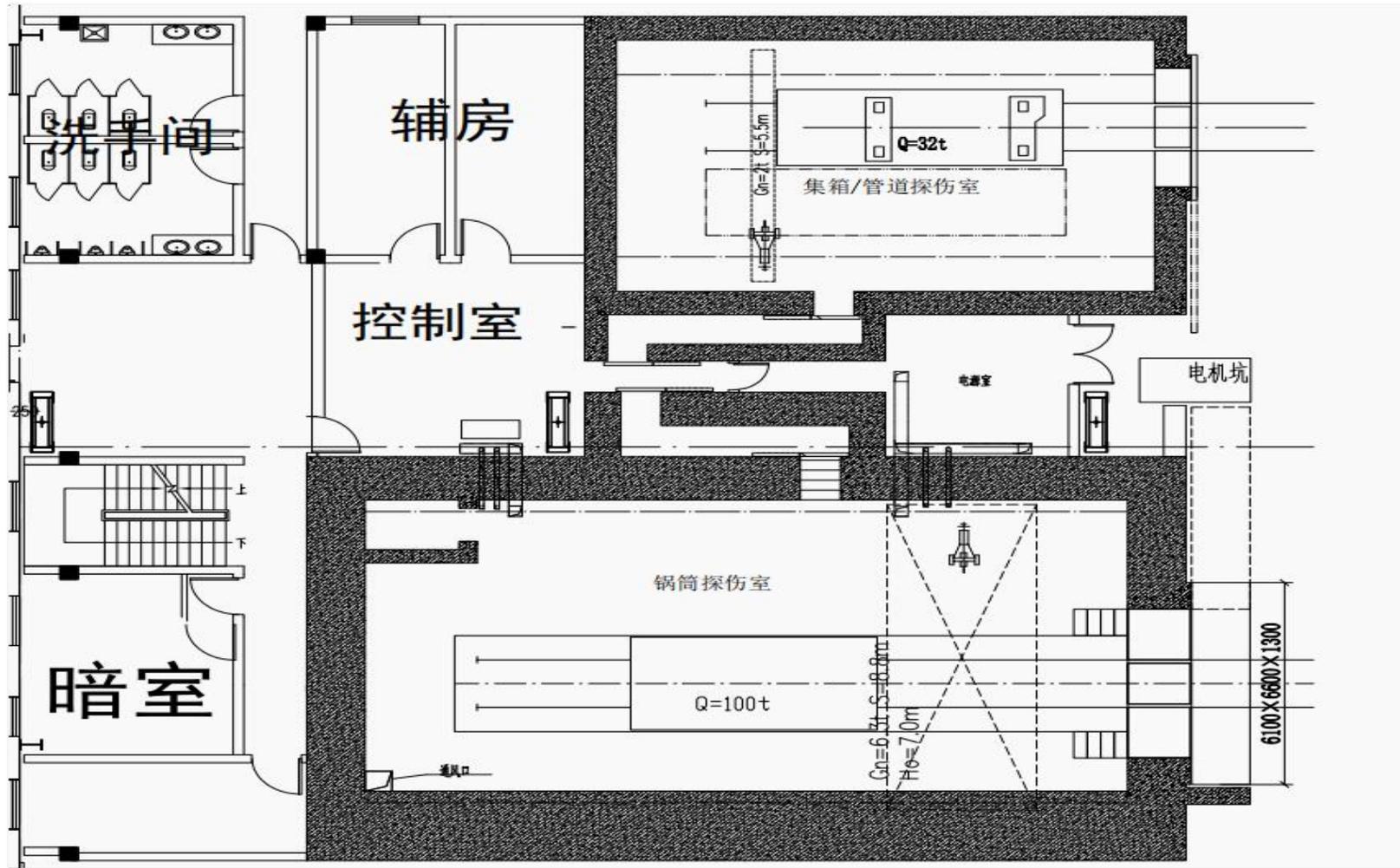


图 3-1 锅筒探伤室、集箱/管道探伤室平面布置图

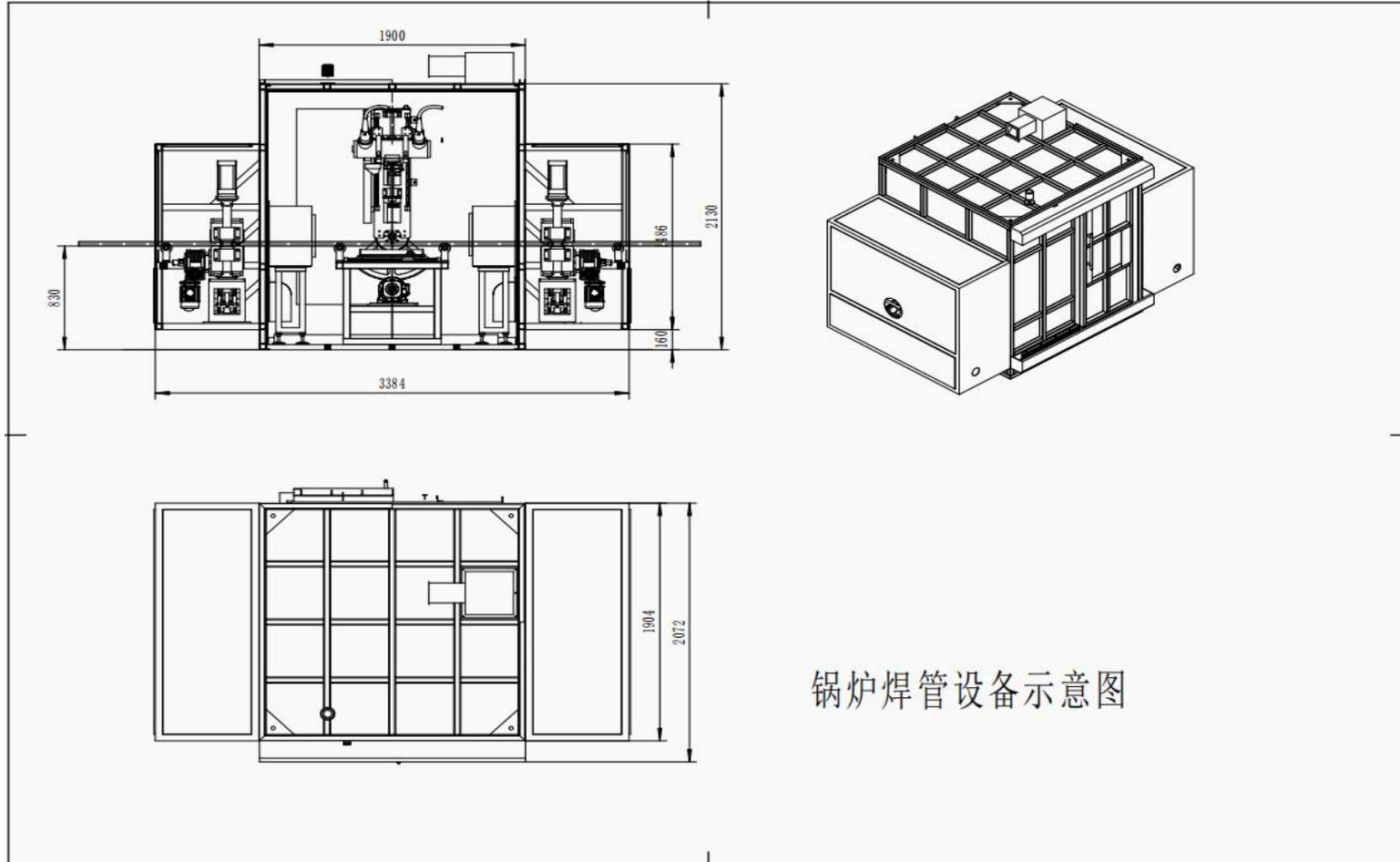


图 3-2 X 射线数字成像检测系统设计示意图

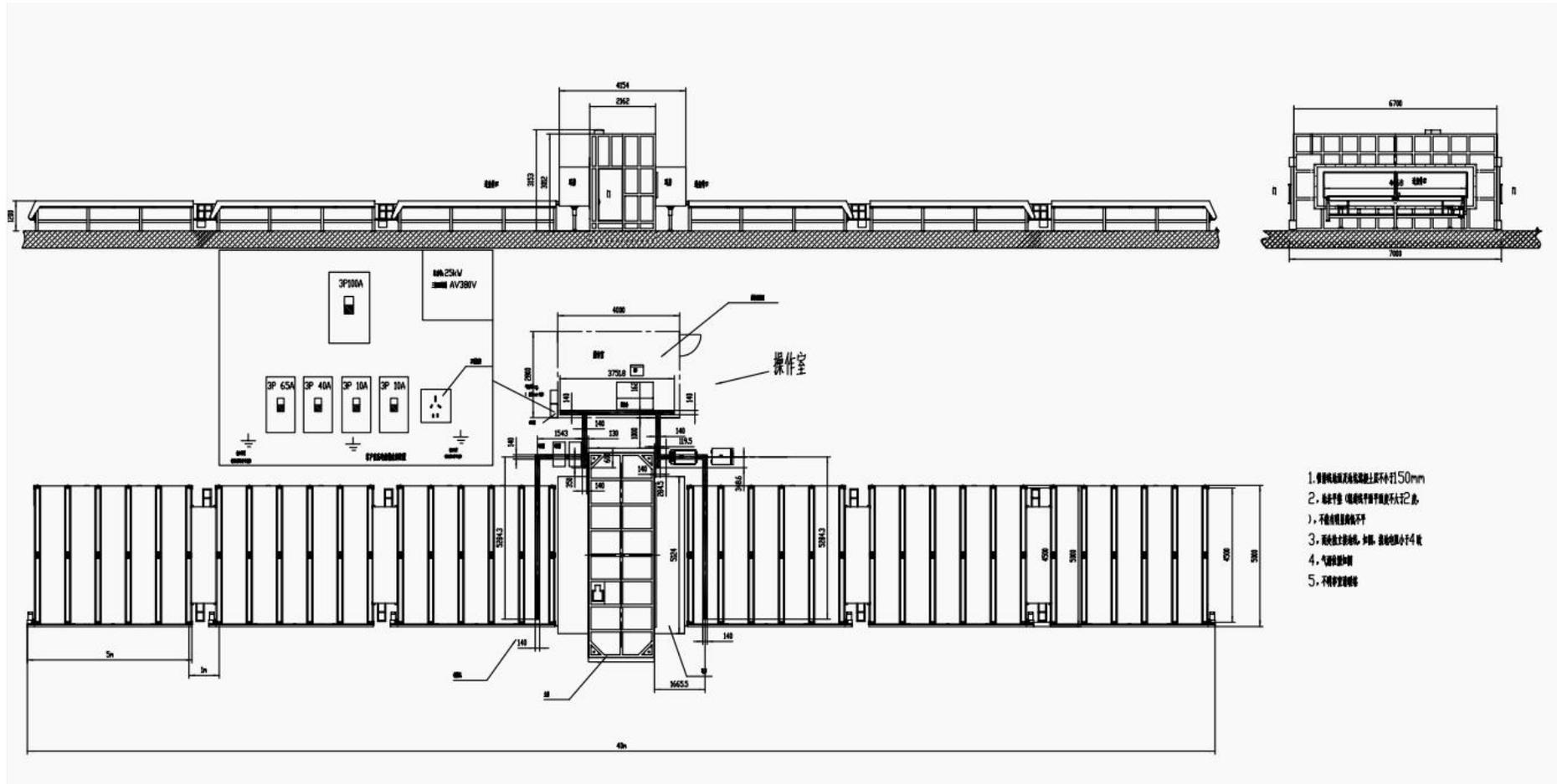


图 3-2 管屏 DR 数字成像检测系统平面布置图

续表三 辐射安全与防护设施/措施

图 1~图 23 为部分防护和环保措施落实情况图



图 1 操作室视频监控显示屏

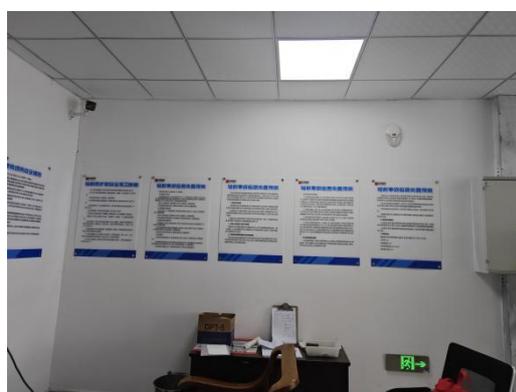


图 2 操作室规章制度上墙、视频监控探头



图 3 固定式场所辐射剂量探测装置



图 4 探伤室内视频监控探头



图 5 固定式场所辐射剂量探测装置探头

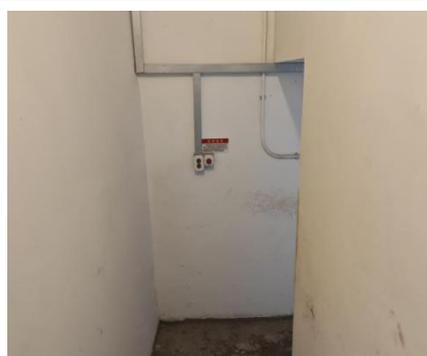


图 6 迷道处紧急停机按钮

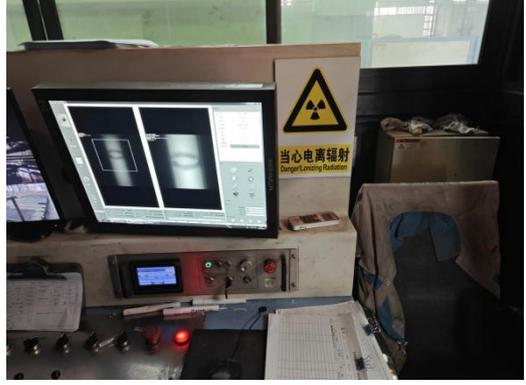


图 7 探伤室防护门外 1m 安全警戒线



图 8 探伤室“预备”“照射”指示灯

续表三 辐射安全与防护设施/措施

	
<p>图 9 探伤室排风装置</p>	<p>图 10 当心电离辐射警告标志及“预备”“照射”说明</p>
	
<p>图 11 管屏 DR 数字成像检测系统操作台紧急停机按钮</p>	<p>图 12 X 射线数字成像检测系统操作台紧急停机按钮</p>
	
<p>图 13 管屏 DR 数字成像检测系统当心电离辐射警告标志、视频监控探头</p>	<p>图 14 X 射线数字成像检测系统铅房内紧急停机按钮及使用说明</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

	
<p>图 15 控制区声光报警灯、“禁止进入射线工作区”警告牌</p>	<p>图 16 控制区警戒线</p>
	
<p>图 17 监督区边界警戒线、声光报警灯、“无关人员禁止入内”警告牌</p>	<p>图 18 现场探伤铅屏风</p>
	
<p>图 19 移动铅房</p>	<p>图 20 废显（定）影液收集桶、防渗托盘</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

 <p>Figure 21 shows a personal dose alarm (yellow and black device) and a personal dosimeter (yellow device) placed on a document. The document contains text in Chinese, including '浙江杭钢能源装备有限公司' and '移动探伤公告'.</p>	 <p>Figure 22 shows a portable X-ray dose rate meter (cylindrical device) and a personal dosimeter (yellow device) placed on a blue surface. The device is connected to a small electronic display unit.</p>
<p>图 21 个人剂量报警仪、个人剂量计</p>	<p>图 22 便携式 X-γ射线剂量率仪</p>
 <p>Figure 23 shows a red notice board with the text '浙江杭钢能源装备有限公司 移动探伤公告' (Zhejiang Hangsteel Energy Equipment Co., Ltd. Mobile Radiography Notice). The notice includes details such as the date (2024年3月21日), location (第三号车间008(a)-008(a)-C17(a)-D17(a)), and contact information (联系电话: 137 3512 8562).</p>	
<p>图 23 探伤公告</p>	

表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响评价制度执行情况

本项目环评文件《浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探伤与现场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、辐射安全与防护分析结论

(1) 项目概况

拟在生产厂房三西侧区域新建 1 间锅筒探伤室与 1 间集箱/管道探伤室及控制室等配套房间，锅筒探伤室新增 2 台 350kV 的定向 X 射线探伤机与 1 台 350kV 的周向 X 射线探伤机，350kV 的定向 X 射线探伤机新增 2 台 280kV 的定向 X 射线探伤机、2 台 350kV 的定向 X 射线探伤机与 1 台 350kV 的周向 X 射线探伤机，分别对锅筒与管道进行无损探伤；拟在生产厂房三北侧区域新增 1 台 225kV 的 X 射线数字成像系统和 1 台 225kV 的管屏 DR 数字成像系统，分别对蛇形管和管屏焊缝进行无损探伤；拟在生产厂房三中间区域新增 1 处现场探伤区域，新增 4 台 250kV 的定向 X 射线探伤机，对大型管件进行无损探伤。

(2) 选址合理性分析

本项目评价范围主要为公司内部生产车间、厂内道路、员工宿舍、员工食堂和活动中心等，无居民点和学校等环境敏感点。同时，本项目现场探伤工作时间段一般为夜间，公司生产车间和室内探伤均夜间不工作，符合控制区和监督区的划分原则。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取辐射防护屏蔽和安全管理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地（见附件3），周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

(3) 项目布局合理性分析

本项目探伤室辐射工作场所位于生产厂房三（共 1 层）内西侧，本项目控制室与探伤室分开。本项目探伤室工件门位于东侧，工件由平板轨道进入探伤室内。探伤室人员门位于北侧或南，采用迷路形式。探伤室内 X 射线定向探伤机，主射方向朝南，周向探伤机主射方向为南、北、顶棚和地坪垂直周向，避免了主射线照射到控制室、防护门等区域，布局合理。

续表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

本项目 X 射线数字成像系统辐射工作场所与管屏 DR 数字成像系统辐射工作场所位于生产厂房三内北侧，两套数字成像系统均有铅房屏蔽，操作位或控制室均与铅房分开；X 射线数字成像系统主射朝东，管屏 DR 数字成像系统的主射方向由上朝下，均避免了主射线照射到控制室或操作台以及防护门等区域，布局合理。

本项目现场探伤辐射工作场所位于生产厂房三内中部区域，现场探伤作业区域边界 100m 区域均为公司车间、内部建筑；作业时间为 22:00~6:00，该时间段公司除现场探伤作业区域外无人上班；现场探伤作业区域探伤机主射均由下朝上，避免了主射的控制区与监督区跨越厂界，布局合理。

(4) 项目所在地区环境质量现状

由监测结果可知，本项目工作场所拟建场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

(5) 辐射安全防护措施结论

① 锅筒探伤室与集箱/管道探伤室

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，防护门采用混凝土或铅板作为屏蔽材料，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、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X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求。

② X 射线数字成像系统与管屏 DR 数字成像系统

X射线数字成像系统与管屏DR数字成像系统均采用自屏蔽铅房，防护门采用铅板作为屏蔽材料，根据表11的预测结果，铅房的屏蔽设计合理，符合规范要求。对X射线数字成像系统与管屏DR数字成像系统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；工作场所拟设置门-机或帘机联锁装置、工作状态指示灯、声音提示装置、紧急停机按

续表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

钮、机械排风设施等辐射安全防护措施；工作人员配置个人剂量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工作现场操作台处或控制室墙上，拟建立设备使用台账等，符合《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求。

③现场探伤工作场所

公司在进行X射线现场探伤时，严格按照《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求划定控制区和监督区，在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入X射线区”警告牌，在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。项目辐射安全防护措施见本报告10.1.4.4章节，符合《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求。

（6）辐射安全管理结论

建设单位应根据实际情况及本报告要求，尽快成立辐射安全与环境保护管理机构 and 建立健全相应的辐射管理制度和操作规程，以适应当前环保的管理要求；建设单位拟对新增辐射工作人员进行辐射防护培训、职业健康检查和个人剂量监测，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。公司在成立辐射安全与环境保护管理机构、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的的能力。

2、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现场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；本项目X射线数字成像系统与管屏DR数字成像系统的主要污染因子为X射线、臭氧、氮氧化物。

（2）辐射剂量率结论

探伤室四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 $0.11\mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率为 $34.8\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“X 射线探伤室墙和入口门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，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

续表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

X 射线数字成像系统与管屏 DR 数字成像系统的铅房表面 30cm 处各预测点位的辐射剂量率均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

（3）现场探伤工作场所控制区和监督区的划分

经理论计算本项目所用探伤机现场探伤作业时，控制区最大范围为距靶 45m 以内区域，监督区最大范围为距靶 75m 以内区域。以上理论计算结果仅为本项目 X 射线现场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）保护目标剂量

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。

（5）“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臭氧和氮氧化物

X 射线室内探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，通过机械排风系统排至探伤室或铅房外至车间外环境开放场所，对周围大气环境影响较小；X 射线现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且探伤现场为空阔开放场所，对周围大气环境影响较小。

②固废

X 射线数字成像系统与管屏 DR 数字成像系统带有探测器实时成像，无废显（定）影液及废胶片的产生；探伤室工作场所与现场探伤作业洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于危险废物，拟定期委托有资质的单位处置，危废暂存间已按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境基本不会造成影响。

续表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

3、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》，本项目不属于其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

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中4.3“辐射防护要求”，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其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的目的是为了对自生产的产品进行质检服务，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其探伤装置运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合年剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤装置是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用探伤装置是正当可行的。

(3) 环保可行性分析结论

综上所述，浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探伤与现场探伤建设项目，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。

续表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.2 环境影响报告表批复的主要结论

2023 年 2 月 21 日，湖州市生态环境局对此项目进行审批，审批文号为：湖环辐〔2023〕3 号，该项目主要环评批复结论：

一、本项目建设地点位于湖州莫干山高新区城北高新园秋北区块秋北路以西浙江杭锅能源装备有限公司厂区内，具体建设内容为：

(1)在生产厂房三西侧区域新建 1 间锅筒探伤室和 1 间集箱/管道探伤室及相关配套房间，锅筒探伤室新增 3 台 X 射线探伤机（2 台定向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA；1 台周向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置；集箱/管道探伤室新增 5 台 X 射线探伤机，2 台定向 X 射线探伤机，最大管电压为 280kV，最大管电流为 5mA；2 台定向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA；1 台周向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置。

(2)在生产厂房三北侧区域新建 1 个 X 射线数字成像系统工作场所和 1 个管屏 DR 数字成像系统工作场所，新增 1 套 X 射线数字成像系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA），属于 II 类射线装置；新增 1 套管屏 DR 数字成像系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 25mA），属于 II 类射线装置。

(3)在生产厂房三中部的划定区域内进行室外现场探伤，使用 4 台 X 射线探伤机（定向，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置。

根据你公司委托杭州卫康环保科技有限公司编制的《报告表》结论，原则同意你单位按照《报告表》中拟选场所、规模建设。《报告表》所提出的对策建议可作为该项目的辐射环境保护管理依据。

二、你公司必须认真落实《报告表》提出的各项污染防治措施和辐射环境管理的有关要求，加强射线装置的安全和防护管理。确保项目运行对周围环境造成的影响能符合辐射环境保护的要求。

续表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

三、严格执行建设项目环境保护“三同时”制度，项目建成后应按法律法规要求及时进行辐射环保设施竣工验收，经验收合格后方可投入正式运行。

四、需按有关要求申领辐射安全许可证。

4.3 环评批复落实情况

项目环评批复决定相关要求落实情况见表 4-1。由表 4-1 可见，项目落实了环评批复提出的要求。

表 4-1 环评批复意见及落实情况

环评批复要求	环评批复要求落实情况
<p>一、本项目建设地点位于湖州莫干山高新区城北高新园秋北区块秋北路以西浙江杭锅能源装备有限公司厂区内，具体建设内容为：</p> <p>(1) 在生产厂房三西侧区域新建 1 间锅筒探伤室和 1 间集箱管道探伤室及相关配套房间，锅筒探伤室新增 3 台 X 射线探伤机（2 台定向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA；1 台周向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置；集箱/管道探伤室新增 5 台 X 射线探伤机（2 台定向 X 射线探伤机，最大管电压为 280kV，最大管电流为 5mA；2 台定向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA；1 台周向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置。</p> <p>(2) 在生产厂房三北侧区域新建 1 个 X 射线数字成像系统工作场所和 1 个管屏 DR 数字成像系统工作场所，新增 1 套 X 射线数字成像系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）属于 II 类射线装置；新增 1 套管屏 DR 数字成像系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 25mA），属于 II 类射线装置。</p> <p>(3) 在生产厂房三中部的划定区域内进行室外现场探伤，使用 4 台 X 射线探伤机（定向，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置。</p>	<p>一、本项目建设地点位于浙江省湖州市德清县康乾街道秋北路 91 号浙江杭锅能源装备有限公司厂区内。</p> <p>具体在生产厂房三西侧区域新建了 1 间锅筒探伤室和 1 间集箱/管道探伤室及相关配套间。锅筒探伤室新增了 3 台 X 射线探伤机（其中 3 台为 RT-3505T 型定向 X 射线探伤机，1 台 XXH-350 型周向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置；集箱/管道探伤室新增了 5 台 X 射线探伤机（其中 2 台 RT-2805T 型定向 X 射线探伤机，最大管电压为 280kV，最大管电流为 5mA；3 台 RT-3505T 定向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置。</p> <p>(2) 在生产厂房三北侧区域新建了 1 个 X 射线数字成像系统工作场所及在生产厂房三中部区域新建 1 个管屏 DR 数字成像系统工作场所，新增 1 套 UND225 型 X 射线数字成像系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）属于 II 类射线装置；新增 1 套 ZXFlasee B-GP 225PT 型管屏 DR 数字成像系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 25mA），属于 II 类射线装置。</p> <p>(3) 本项目在生产厂房三中的指定位置进行现场探伤，现场探伤使用的 4 台 X 射线探伤机型号均为 XT-2505D，（最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA）均属于 II 类射线装置。</p>

续表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

续表 4-1 环评批复意见及落实情况	
环评批复要求	环评批复要求落实情况
<p>根据你公司委托杭州卫康环保科技有限公司编制的《报告表》结论，原则同意你单位按照《报告表》中拟选场所、规模建设。《报告表》所提出的对策建议可作为该项目的辐射环境保护管理依据。</p>	<p>公司按照环评《报告表》中提出的场所、规模进行了建设，严格落实了环评文件要求的各项辐射安全防护措施。</p>
<p>二、你公司必须认真落实《报告表》提出的各项污染防治措施和辐射环境管理的有关要求，加强射线装置的安全和防护管理。确保项目运行对周围环境造成的影响能符合辐射环境保护的要求。</p> <p>三、严格执行建设项目环境保护“三同时”制度，项目建成后应按法律法规要求及时进行辐射环保设施竣工验收，经验收合格后方可投入正式运行。</p> <p>四、需按有关要求申领辐射安全许可证。</p>	<p>二、公司严格落实了《报告表》提出的各项污染环境防护措施和辐射环境管理的有关要求，制定了各项辐射防护和安全管理度。经现场检测，锅筒探伤室及集箱/管道探伤室辐射防护性能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求；X 射线数字成像系统、管屏 DR 数字成像系统铅房辐射防护性能率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求；现场探伤控制区、监督区边界辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求。</p> <p>三、公司严格执行建设项目环境保护“三同时”制度，目前竣工环境保护验收在按要求进行中，将在验收合格后投入正式运行。</p> <p>四、公司已按要求于 2023 年 7 月 28 日申领了辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证[E2536]，有效期至 2028 年 7 月 27 日；种类和范围：使用 II 类射线装置。</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浙江杭锅能源装备有限公司锅筒探伤室、集箱/管道探伤室、管屏 DR 实时成像检测系统、X 射线实时成像检测系统，现场探伤工作场所辐射水平进行了监测。

5.2 监测项目

X- γ 射线剂量率。

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》（GBZ 117-2022）。

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。
- (5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

续表五 验收监测质量保证和质量控制

(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

为掌握浙江杭锅能源装备有限公司锅筒探伤室、集箱/管道探伤室、管屏 DR 实时成像检测系统、X 射线实时成像检测系统、现场探伤场所辐射水平，浙江亿达检测技术有限公司验收检测人员于 2024 年 3 月 21 日~2024 年 3 月 22 日对锅筒探伤室、集箱探伤室、管屏 DR 实时成像检测系统、X 射线实时成像检测系统及现场探伤场所周边环境的辐射水平进行了检测。

监测因子：X- γ 射线剂量率

监测频次：关机、开机正常工作状态下各测 1 次。

6.2 监测布点

参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的方法布设监测点。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 X 射线探伤影响较大的场所，在锅筒探伤室和集箱/管道探伤室操作位、工作人员进出门、工件进出门、四侧墙体等位置进行了布点检测；在管屏 DR 实时成像检测系统和 X 射线实时成像检测系统操作位、铅房防护门、四侧墙体等位置进行了布点检测；对 X 射线现场探伤控制区及监督区边界位置进行了布点检测，检测布点见图 6-1~6-6。

6.3 监测仪器

监测仪器参数及检定情况见表 6-1。

表 6-1 监测仪器参数及检定情况

检测仪器	辐射剂量测量仪
仪器型号/编号	451P-DE-SI/0000006177
生产厂家	Fluke Biomedical
量程	0~50mSv/h
能量范围	$\geq 25\text{keV}$
检定证书编号	校准字第 202311004555 号、校准字第 202311002031 号
检定证书有效期	2023 年 11 月 27 日~2024 年 11 月 26 日、 2023 年 11 月 07 日~2024 年 11 月 06 日
检定单位	中国测试技术研究院
校准因子 C_f	150kV: 1.26, 250kV: 1.28, 1.99 $\mu\text{Sv/h}$: 1.05

续表六 验收监测内容

6.4 监测时间

验收监测时间：2024 年 3 月 21 日~2024 年 3 月 22 日。

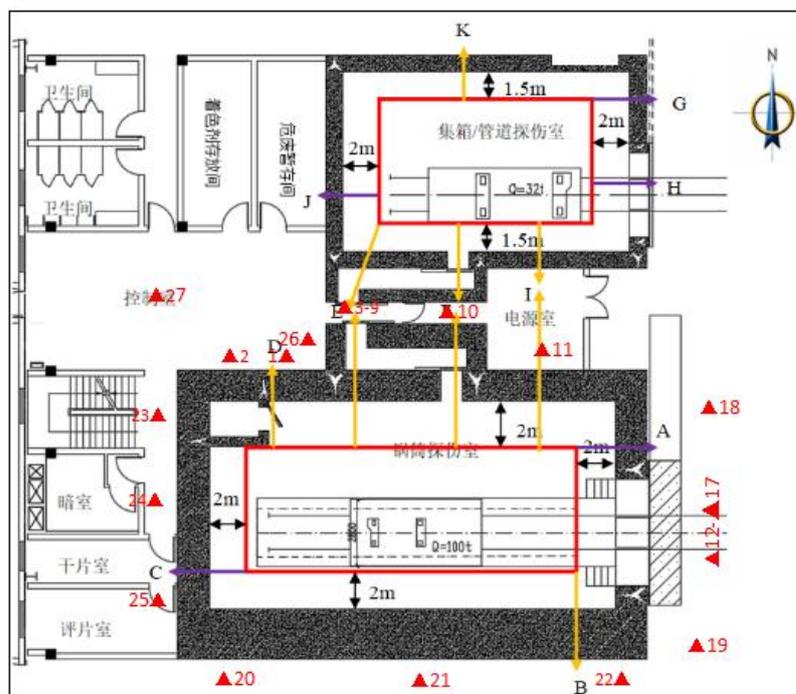


图 6-1 钢筒探伤室周围环境辐射检测点位示意图

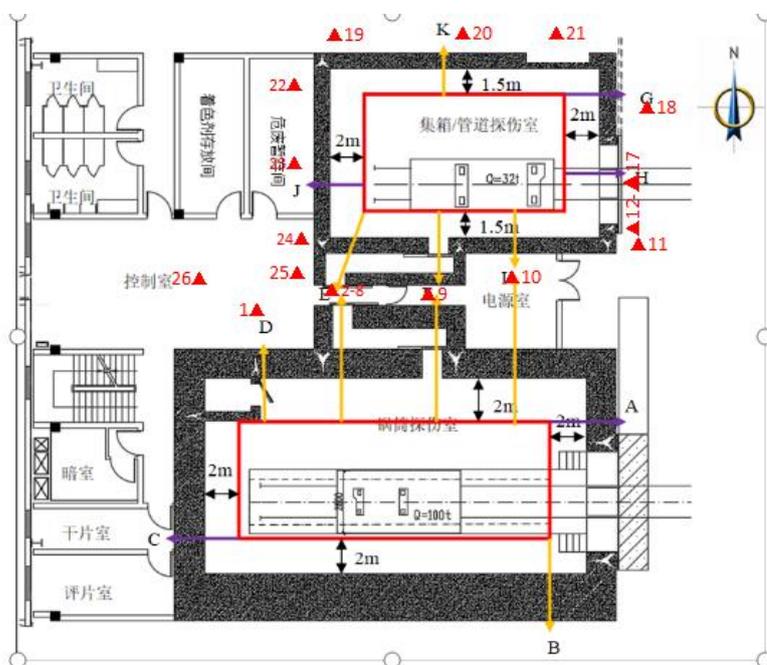


图 6-2 集箱/管道探伤室周围环境辐射检测点位示意图

续表六 验收监测内容

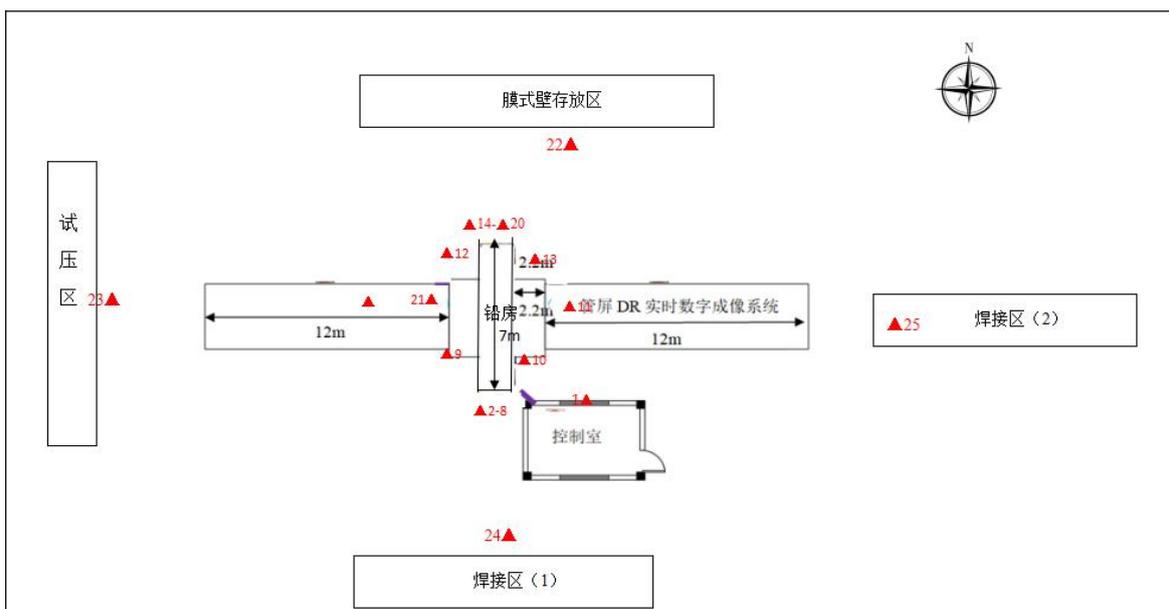


图 6-3 管屏 DR 实时成像系统检测工作场所周围环境辐射检测点位示意图

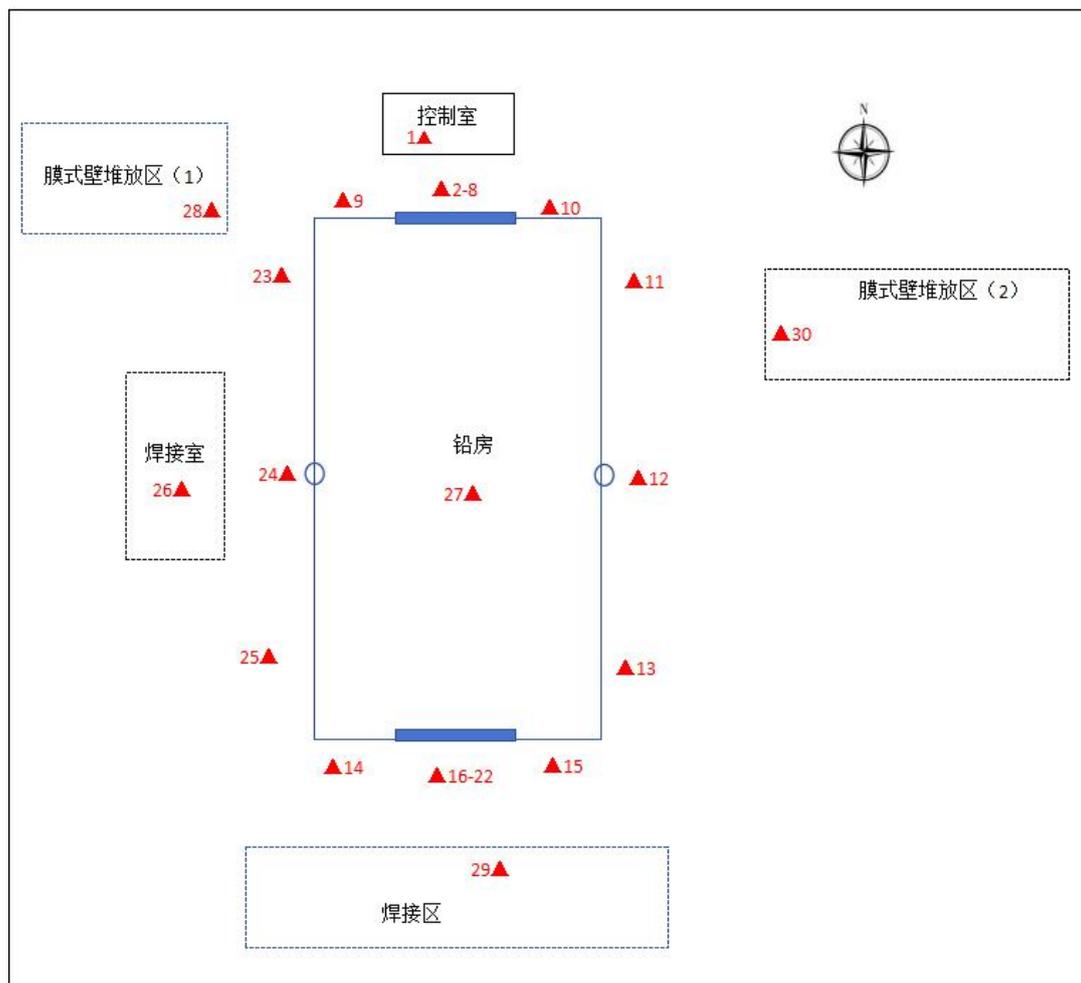


图 6-4 X 射线实时成像系统检测工作场所周围环境辐射检测点位示意图

续表六 监测内容

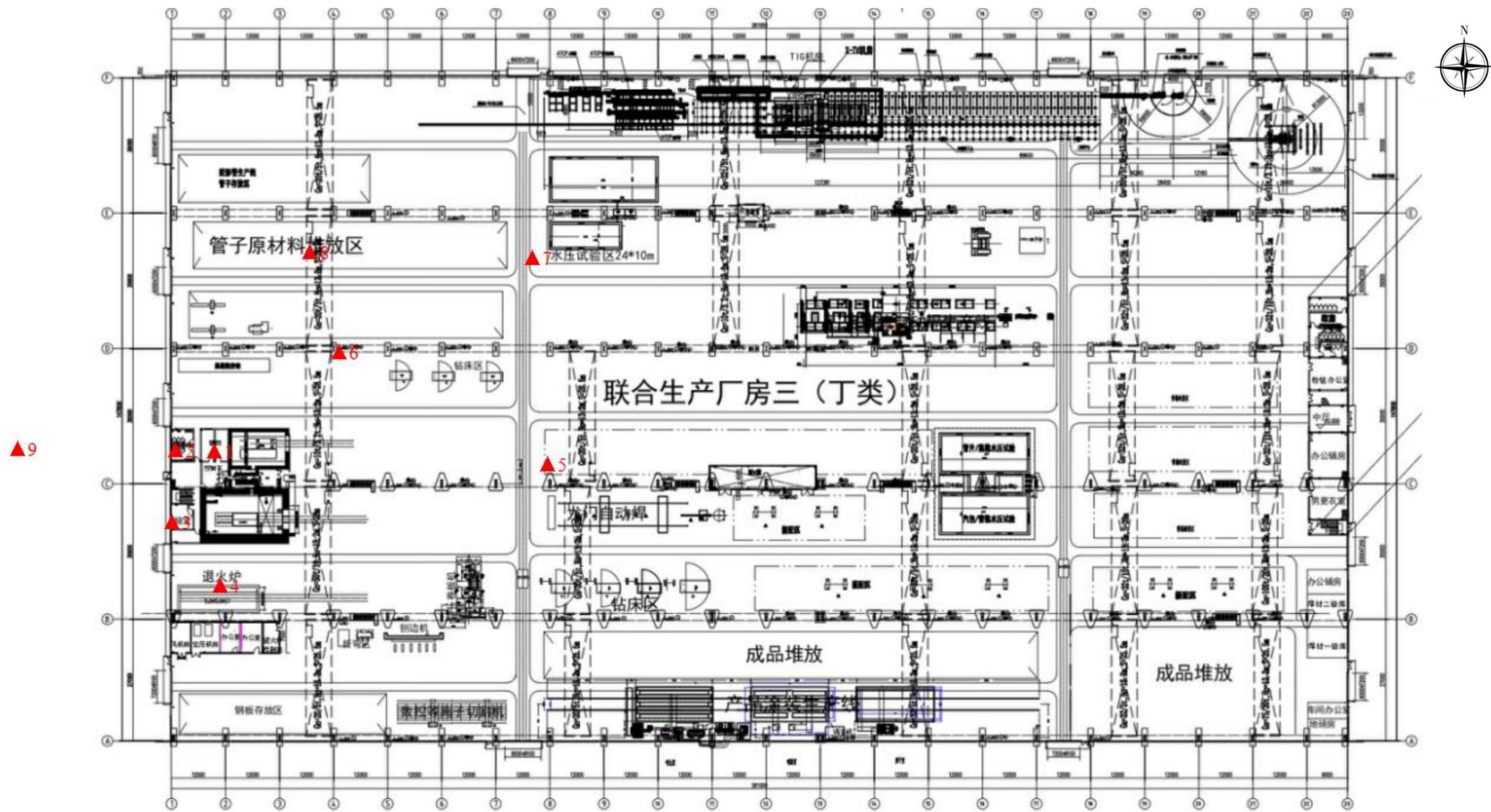


图 6-5 探伤室周围环境辐射检测点位示意图

续表六 监测内容

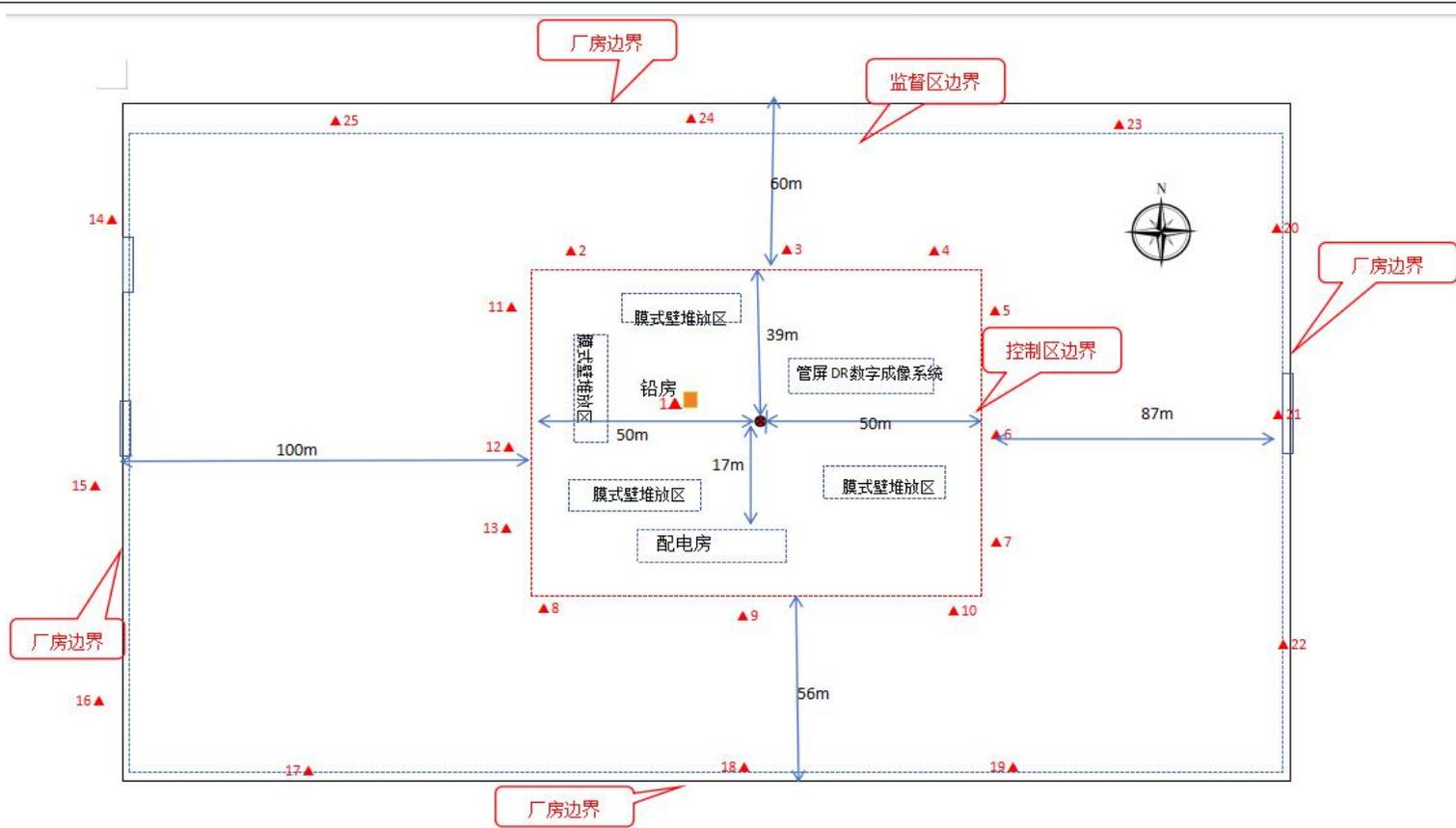


图 6-6 现场探伤区域周围辐射剂量监测点位示意图

表七 验收监测

7.1 验收监测期间生产工况

(1) 室内探伤:

①验收监测人员选用 1 台 RT-3505T 型 X 射线探伤机 (最大管电压 350kV、最大管电流为 5mA) 在 300kV、5mA 的工况下对集箱/管道探伤室周围辐射剂量率进行检测, X 射线探伤机主射线朝南, 检测时无工件。

②选用 1 台 XXH-3505 型 X 射线探伤机 (最大管电压 350kV、最大管电流为 5mA) 在 300kV、5mA 的工况下对锅筒探伤室周围辐射剂量率进行检测, X 射线探伤机主射线垂直朝向南北, 检测时无工件。

(2) UND225 型 X 射线数字成像系统 (最大管电压为 225kV, 最大管电流为 8mA) 在 160kV, 5.5mA 的工况下对 X 射线数字成像系统探伤铅房周围辐射剂量率进行检测, 主射线方向定向朝东, 检测时无工件。

(3) ZXFlasee B-GP225PT 型管屏 DR 数字成像系统 (最大管电压为 225kV, 最大管电流为 25mA) 在 150kV, 6mA 的工况下对管屏 DR 数字成像系统铅房周围辐射剂量率进行检测, 主射线方向定向朝下, 检测时无工件。

(4) 现场探伤: 验收监测人员选用 1 台 XT-2505D 型 X 射线探伤机 (定向, 最大管电压为 250kV, 最大管电流为 5mA), 在 200kV、5 mA 的工况下对划定的控制区和监督区进行检测, 检测时, X 射线探伤机放置在 4mm 厚的膜式壁东下方, 主射线朝上照射。

7.2 验收监测结果

(1) 锅筒探伤室周围辐射剂量率监测结果见表 7-1、集箱/管道探伤室周围辐射剂量率监测结果见表 7-2、锅筒探伤室和集箱/管道同时开机情况下探伤室周围辐射剂量率监测结果见表 7-3。由表 7-1、表 7-2、表 7-3 监测结果可知:

①未进行探伤作业时, 锅筒探伤室周围墙体和防护门外 30cm 处的辐射水平在 0.09~0.14 μ Sv/h 之间; 集箱/管道探伤室周围墙体和防护门外 30cm 处的辐射水平在 0.10~0.14 μ Sv/h 之间。

②进行探伤作业时, 探伤室周围墙体和防护门外 30cm 处的辐射水平在

续表七 验收监测

0.17~0.35 μ Sv/h 之间；集箱/管道探伤室周围墙体和防护门外 30cm 处的辐射水平在 0.15~0.23 μ Sv/h 之间。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定，探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h；监测结果表明，锅筒探伤室和集箱/管道探伤室辐射防护性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

（2）X 射线数字成像系统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：

①未进行探伤作业时，X 射线数字成像系统操作位、各侧墙体和防护门外 30cm 处辐射水平在 0.11~0.14 μ Sv/h 之间，周围环境的辐射水平在 0.11~0.12 μ Sv/h 之间。

②进行探伤作业时，X 射线数字成像系统操作位、各侧墙体和防护门外 30cm 处辐射水平在 0.14~1.13 μ Sv/h 之间，周围环境的辐射水平在 0.13~0.18 μ Sv/h 之间。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定，探伤铅房墙体及防护门的辐射屏蔽满足：屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。X 射线数字成像系统辐射防护性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

（3）管屏 DR 数字成像系统周围辐射剂量率监测结果见表 7-5。由表 7-5 监测结果可知：

①未进行探伤作业时，管屏 DR 数字成像系统操作位、各侧墙体和防护门外 30cm 处的辐射水平在 0.11~0.13 μ Sv/h 之间。

②进行探伤作业时，管屏 DR 数字成像系统操作位、各侧墙体和防护门外 30cm 处的辐射水平在 0.15~0.21 之间。根据《工业探伤放射防护标准》

（GBZ117-2022）规定，探伤铅房墙体及防护门的辐射屏蔽满足：屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。管屏 DR 数字成像系统辐射防护性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

（4）现场探伤辐射剂量率监测结果见表 7-6。由表 7-6 监测结果可知：

续表七 验收监测

X 射线探伤机未运行的情况下，操作位（铅房）辐射剂量率为 $0.12\mu\text{Sv/h}$ ，控制区和监督区边界辐射剂量率在 $0.11\sim 0.14\mu\text{Sv/h}$ 之间；使用 XT-2505D 型 X 射线探伤机作业时，辐射工作人员操作位（铅房）辐射剂量率为 $5.48\mu\text{Sv/h}$ 。辐射工作人员划定的控制区边界，该边界的辐射剂量率在 $1.11\sim 9.53\mu\text{Sv/h}$ 之间，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 $0.30\sim 2.36\mu\text{Sv/h}$ 之间，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。公司辐射工作人员在现场作业时划定的监督区和控制区可行，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

辐射工作人员在锅筒探伤室、集箱/管道探伤室、X 射线数字成像检测系统和管屏 DR 数字成像系统各射线装置同时开机状态下，对中间区域辐射剂量率进行检测，该区域辐射剂量率较小，对周围工作人员的影响较小。

表 7-1 锅筒探伤室周围剂量当量率检测结果

检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲1	操作位	0.19	0.13
▲2	锅筒探伤室北侧墙体 30cm 处（西侧）	0.19	0.14
▲3	锅筒探伤室工作人员进出门外表面左侧 30cm 处	0.18	0.11
▲4	锅筒探伤室工作人员进出门外表面中部 30cm 处	0.21	0.12
▲5	锅筒探伤室工作人员进出门外表面右侧 30cm 处	0.23	0.12
▲6	锅筒探伤室工作人员进出门外表面上端 30cm 处	0.17	0.12
▲7	锅筒探伤室工作人员进出门外表面下端 30cm 处	0.17	0.12
▲8	锅筒探伤室工作人员进出门左侧门缝 30cm 处	0.17	0.12
▲9	锅筒探伤室工作人员进出门右侧门缝 30cm 处	0.17	0.12
▲10	锅筒探伤室北侧墙体 30cm 处	0.23	0.09
▲11	锅筒探伤室北侧墙体 30cm 处（电源室）	0.18	0.12
▲12	锅筒探伤室工件进出门外表面左侧 30cm 处	0.18	0.12
▲13	锅筒探伤室工件进出门外表面中部 30cm 处	0.20	0.13

续表七 验收监测

续表 7-1 锅筒探伤室周围剂量当量率检测结果

检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲14	锅筒探伤室工件进出门外表面右侧 30cm 处	0.20	0.14
▲15	锅筒探伤室工件进出门外表面下端 30cm 处	0.19	0.11
▲16	锅筒探伤室工件进出门左侧门缝 30cm 处	0.29	0.12
▲17	锅筒探伤室工件进出门右侧门缝 30cm 处	0.30	0.13
▲18	锅筒探伤室东侧墙体 30cm 处 (北侧)	0.35	0.13
▲19	锅筒探伤室东侧墙体 30cm 处 (南侧)	0.24	0.13
▲20	锅筒探伤室南侧墙体 30cm 处 (西侧)	0.22	0.13
▲21	锅筒探伤室南侧墙体 30cm 处 (中部)	0.22	0.11
▲22	锅筒探伤室南侧墙体 30cm 处 (东侧)	0.21	0.10
▲23	锅筒探伤室西侧墙体 30cm 处 (北侧)	0.20	0.11
▲24	锅筒探伤室西侧墙体 30cm 处 (中部)	0.21	0.11
▲25	锅筒探伤室西侧墙体 30cm 处 (南侧)	0.19	0.12
▲26	电缆口	0.18	0.12
▲27	二楼办公室	0.18	0.11

注：1、以上检测结果均未扣除宇宙射线响应值。

2、检测时间大于检测仪器响应时间，未进行响应时间修正。

表 7-2 集箱/管道探伤室周围剂量当量率检测结果

检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲1	操作位	0.19	0.12
▲2	集箱/管道探伤室工作人员进出门左侧外表面 30cm 处	0.16	0.14
▲3	集箱/管道探伤室工作人员进出门中部外表面 30cm 处	0.16	0.11
▲4	集箱/管道探伤室工作人员进出门右侧外表面 30cm 处	0.17	0.12

续表七 验收监测

续表 7-2 集箱/管道探伤室周围剂量当量率检测结果			
检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲5	集箱/管道探伤室工作人员进出门外表面上端 30cm 处	0.18	0.12
▲6	集箱/管道探伤室工作人员进出门外表面下端 30cm 处	0.16	0.12
▲7	集箱/管道探伤室工作人员进出门左侧门缝 30cm 处	0.21	0.12
▲8	集箱/管道探伤室工作人员进出门右侧门缝 30cm 处	0.21	0.12
▲9	集箱/管道探伤室南侧墙体 30cm 处	0.17	0.12
▲10	集箱/管道探伤室南侧墙体 30cm 处 (电源室)	0.22	0.12
▲11	集箱/管道探伤室东侧墙体 30cm 处 (南侧)	0.15	0.10
▲12	集箱/管道探伤室工件进出门左侧外表面 30cm 处	0.22	0.12
▲13	集箱/管道探伤室工件进出门中部外表面 30cm 处	0.23	0.12
▲14	集箱/管道探伤室工件进出门右侧外表面 30cm 处	0.21	0.13
▲15	集箱/管道探伤室工件进出门外表面下端 30cm 处	0.20	0.13
▲16	集箱/管道探伤室工件进出门左侧门缝 30cm 处	0.21	0.12
▲17	集箱/管道探伤室工件进出门右侧门缝 30cm 处	0.21	0.11
▲18	集箱/管道探伤室东侧墙体 30cm 处 (北侧)	0.17	0.10
▲19	集箱/管道探伤室北侧墙体 30cm 处 (西侧)	0.16	0.11
▲20	集箱/管道探伤室北侧墙体 30cm 处 (中部)	0.17	0.11
▲21	集箱/管道探伤室北侧墙体 30cm 处 (东侧)	0.17	0.12
▲22	集箱/管道探伤室西侧墙体 30cm 处 (北侧)	0.20	0.12
▲23	集箱/管道探伤室西侧墙体 30cm 处 (中部)	0.21	0.12
▲24	集箱/管道探伤室西侧墙体 30cm 处 (南侧)	0.20	0.12
▲25	电缆口	0.18	0.11
▲26	二楼办公室	0.18	0.11

注：1、以上检测结果均未扣除宇宙射线响应值。
2、检测时间大于检测仪器响应时间，未进行响应时间修正。

续表七 验收监测

表 7-3 X 射线探伤室工作场所周围剂量当量率检测结果

检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲1	辅房（危废暂存间）	0.15	0.12
▲2	卫生间	0.14	0.11
▲3	暗室	0.14	0.11
▲4	退火炉	0.14	0.11
▲5	龙门自动焊区	0.13	0.11
▲6	水压试验区	0.14	0.11
▲7	钻床区	0.14	0.10
▲8	管子原材料堆放区	0.14	0.11
▲9	探伤室西侧道路	0.13	0.11

注：1、以上检测结果均未扣除宇宙射线响应值。

2、检测时间大于检测仪器响应时间，未进行响应时间修正。

续表七 验收监测

检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲1	操作位	0.17	0.12
▲2	铅房防护门外表面左侧 30cm 处	0.18	0.13
▲3	铅房防护门外表面中部 30cm 处	0.18	0.12
▲4	铅房防护门外表面右侧 30cm 处	0.17	0.11
▲5	北侧铅门外表面左侧门缝 30cm 处	0.18	0.12
▲6	北侧铅门外表面右侧门缝 30cm 处	0.17	0.13
▲7	北侧铅门外表面上端 30cm 处	0.19	0.11
▲8	北侧铅门外表面下端 30cm 处	0.17	0.13
▲9	铅门北侧墙体（左侧）外表面 30cm 处	0.16	0.11
▲10	铅门北侧墙体（右侧）外表面 30cm 处	0.18	0.14
▲11	铅房东侧墙体外表面 30cm 处（北侧）	0.17	0.12
▲12	铅房出料口表面 30cm 处（东侧）	1.13	0.12
▲13	铅房东侧墙体外表面 30cm 处（南侧）	0.18	0.12
▲14	铅房南侧墙体外表面 30cm 处（左侧）	0.18	0.13
▲15	铅房南侧墙体外表面 30cm 处（右侧）	0.19	0.13
▲16	南侧铅门外表面左侧 30cm 处	0.19	0.11
▲17	南侧铅门外表面中部 30cm 处	0.18	0.12
▲18	南侧铅门外表面右侧 30cm 处	0.18	0.13
▲19	南侧铅门外表面左侧门缝 30cm 处	0.18	0.12
▲20	南侧铅门外表面右侧门缝 30cm 处	0.14	0.13
▲21	南侧铅门外表面上端 30cm 处	0.16	0.12
▲22	南侧铅门外表面下端 30cm 处	0.16	0.13
▲23	铅房西侧墙体外表面 30cm 处（北侧）	0.16	0.11
▲24	铅房进料口表面 30cm 处（西侧）	0.19	0.12

续表七 验收监测

检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲25	铅房西侧墙体外表面 30cm 处 (南侧)	0.35	0.11
▲26	焊接室	0.18	0.12
▲27	铅房顶部	0.17	0.12
▲28	膜式壁堆放区 (1)	0.13	0.11
▲29	焊接区	0.14	0.12
▲30	膜式壁堆放区 (2)	0.15	0.12

注：1、以上检测结果均未扣除宇宙射线响应值。

2、检测时间大于检测仪器响应时间，未进行响应时间修正。

表 7-5 管屏 DR 实时成像系统检测工作场所周围剂量当量率检测结果

检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲1	操作位	0.19	0.13
▲2	南侧铅门外表面左侧 30cm 处	0.21	0.13
▲3	南侧铅门外表面中部 30cm 处	0.19	0.12
▲4	南侧铅门外表面右侧 30cm 处	0.19	0.12
▲5	南侧铅门外表面左侧门缝 30cm 处	0.19	0.13
▲6	南侧铅门外表面右侧门缝 30cm 处	0.20	0.13
▲7	南侧铅门外表面上端 30cm 处	0.19	0.13
▲8	南侧铅门外表面下端 30cm 处	0.19	0.12
▲9	铅房防护门南侧墙体 30cm 处 (左侧)	0.17	0.12
▲10	铅房防护门南侧墙体 30cm 处 (右侧)	0.16	0.11
▲11	进料口铅帘外 30cm 处	0.18	0.13
▲12	铅房防护门北侧墙体 30cm 处 (左侧)	0.16	0.12
▲13	铅房防护门北侧墙体 30cm 处 (右侧)	0.17	0.12
▲14	北侧铅门外表面左侧 30cm 处	0.16	0.12
▲15	北侧铅门外表面中部 30cm 处	0.20	0.12

续表七 验收监测

检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲16	北侧铅门外表面右侧 30cm 处	0.15	0.12
▲17	北侧铅门外表面左侧门缝 30cm 处	0.18	0.12
▲18	北侧铅门外表面右侧门缝 30cm 处	0.18	0.12
▲19	北侧铅门外表面上端 30cm 处	0.18	0.12
▲20	北侧铅门外表面下端 30cm 处	0.20	0.11
▲21	出料口铅帘外 30cm 处	0.18	0.11
▲22	铅房北侧膜式壁存放区	0.16	0.11
▲23	铅房西侧试压区	0.17	0.11
▲24	铅房南侧焊接区 (1)	0.16	0.11
▲25	铅房东侧焊接区 (2)	0.15	0.12

注：1、以上检测结果均未扣除宇宙射线响应值。

2、检测时间大于检测仪器响应时间，未进行响应时间修正。

表 7-6 现场探伤作业场所周围剂量当量率检测结果

检测点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲1	操作位 (铅房)	5.48	0.12
▲2	控制区北侧边界 (西侧)	2.88	0.12
▲3	控制区北侧边界 (中部)	2.18	0.12
▲4	控制区北侧边界 (东侧)	3.16	0.12
▲5	控制区东侧边界 (北侧)	4.63	0.11
▲6	控制区东侧边界 (中部)	3.60	0.13
▲7	控制区东侧边界 (南侧)	1.11	0.12
▲8	控制区南侧边界 (西侧)	5.25	0.11
▲9	控制区南侧边界 (中部)	7.08	0.11
▲10	控制区南侧边界 (东侧)	9.53	0.11
▲11	控制区西侧边界 (北侧)	1.39	0.12

续表七 验收监测

续表 7-6 现场探伤作业场所周围剂量当量率检测结果			
检测 点号	检测地点	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		开机状态	关机状态
▲12	控制区西侧边界 (中部)	2.84	0.12
▲13	控制区西侧边界 (南侧)	1.57	0.12
▲14	监督区西侧边界 (联合西 4)	0.44	0.12
▲15	监督区西侧边界 (联合西 3)	0.37	0.13
▲16	监督区西侧边界 (南侧)	0.36	0.12
▲17	监督区南侧边界 (西侧)	0.44	0.12
▲18	监督区南侧边界 (中部)	0.33	0.12
▲19	监督区南侧边界 (东侧)	0.39	0.12
▲20	监督区东侧边界 (南侧)	0.30	0.13
▲21	监督区东侧边界 (中部)	0.32	0.12
▲22	监督区东侧边界 (北侧)	0.31	0.12
▲23	监督区北侧边界 (东侧)	0.51	0.11
▲24	监督区北侧边界 (中部)	2.36	0.12
▲25	监督区北侧边界 (西侧)	0.71	0.14

注：1、以上检测结果均未扣除宇宙射线响应值。
2、检测时间大于检测仪器响应时间，未进行响应时间修正。

续表七 验收监测

7.3 剂量监测和估算结果

7.3.1 剂量估算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中 3.1.1 条款中的公式，人员受照剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3}$$

式中：H：年有效剂量，mSv/a；

\dot{H} ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t：探伤设备年照射时间，h/a；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子；

U：探伤设备向关注点方向照射的使用因子，本次评价均保守取 1。

7.3.2 辐射工作人员附加剂量

浙江杭锅能源装备有限公司现在有 10 名辐射工作人员。10 名工作人员既参与室内探伤又参与现场探伤。人员具体安排如下：

2 名辐射工作人员进行锅筒探伤室探伤操作、4 名辐射工作人员进行集箱/管道探伤室探伤操作、2 名辐射工作人员进行 X 射线数字成像检测系统探伤操作、2 名辐射工作人员进行管屏 DR 数字成像检测系统探伤操作，室内探伤、射线数字成像检测系统探伤和管屏 DR 数字成像检测系统探伤仅在白天开展。

公司开展现场探伤作业时将 10 名辐射工作人员随机分为两组，每组 5 名进行现场探伤操作。

公司委托浙江多谱检测技术有限公司为 10 名辐射工作人员进行个人剂量监测，2023 年 9 月 2 日~2024 年 5 月 30 日个人剂量统计见表 7-7。由表 7-7 可知，三个季度内个人剂量累计最大为 0.27mSv。

①辐射工作人员使用 X 射线探伤机在锅筒探伤室和集箱/管道探伤室内正常工作时，锅筒探伤室四周辐射剂量率最高处是锅筒探伤室工件进出门右侧门缝 30cm 处，辐射剂量率为 $0.35\mu\text{Sv/h}$ ，最大增量为 $0.24\mu\text{Sv/h}$ ，操作位处增量为 $0.06\mu\text{Sv/h}$ ；集箱/管道探伤室工件进出门中部外表面 30cm 处，辐射剂量率为 $0.23\mu\text{Sv/h}$ ，最大增量为 $0.11\mu\text{Sv/h}$ ，操作位处增量为 $0.07\mu\text{Sv/h}$ 。锅筒探伤室和集

续表七 验收监测

箱/管道探伤室辐射工作人员每年拍片各 10000 张，单次探伤曝光时间最长为 3min。则两间探伤室辐射工作人员辐射组年工作时间各为 500h。按保守估算，进行固定式探伤作业时辐射工作人员年有效剂量约为 0.065mSv，小于职业工作人员 5mSv 的个人剂量约束值。

②辐射工作人员使用 X 射线数字成像系统进行探伤工作时，铅房出料口表面 30cm 处(东侧)辐射剂量率最大，辐射剂量率为 1.13 μ Sv/h，增量为 1.01 μ Sv/h，操作位处增量为 0.05 μ Sv/h。每年最多拍片约 10000 张，平均每张拍片曝光时间为 3min，年曝光时间约为 500h。按保守估算，进行 X 射线数字成像系统进行探伤工作的辐射工作人员年有效剂量为 0.025mSv，小于职业工作人员 5mSv 的个人剂量约束值。

③辐射工作人员使用管屏 DR 数字成像系统进行探伤工作时，南侧铅门外表面左侧 30cm 处辐射剂量率最大，辐射剂量率为 0.21 μ Sv/h，最大增量为 0.08 μ Sv/h，操作位处增量为 0.06 μ Sv/h。每年最多拍片约 10000 张，平均每张拍片曝光时间为 3min，年曝光时间约为 500h。按保守估算，进行 X 射线数字成像系统进行探伤工作的辐射工作人员年有效剂量为 0.030mSv，小于职业工作人员 5mSv 的个人剂量约束值。

④辐射工作人员使用 X 射线探伤机进行现场探伤工作时，每年最多拍片约 6000 张，平均每张拍片曝光时间为 3min，年曝光时间约为 300h，3 名辐射工作人员组成 1 个现场探伤小组，每组 3 名辐射工作人员，其中 2 名轮流负责操作 X 射线现场探伤装置，1 人负责现场巡视及监督检查以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。

现场探伤作业时，辐射剂量率最大为控制区南侧边界（东侧）处，辐射剂量率为 9.53 μ Sv/h，最大增量为 9.42 μ Sv/h。保守估算，进行现场探伤作业的辐射工作人员年有效剂量为 2.83mSv，小于职业工作人员 5mSv 的个人剂量约束值。

综上所述，公司 10 名辐射工作人员既参与室内探伤又参与现场探伤，故该公司辐射工作人员年有效剂量为 3.22mSv，小于职业工作人员 5mSv 的个人剂量约束值。

7.3.3 公众人员附加剂量

续表七 验收监测

根据探伤室周围、X 射线数字成像系统、管屏 DR 数字成成像系统辐射水平监测结果，在使用 X 射线探伤机工作期间，X 射线实时成像系统检测工作场所西侧焊接室辐射剂量率最大为 $0.18\mu\text{Sv/h}$ ，最大增量为 $0.06\mu\text{Sv/h}$ 。探伤室周围、X 射线数字成像系统、管屏 DR 数字成成像系统拍片总数约 10000 张，平均每张拍片曝光时间为 3min，则年总曝光时间约为 500h，居留因子取 1/2，则固定探伤作业时公众成员年有效剂量为 0.015mSv ，小于公众人员 0.25mSv 个人剂量约束值。

公司进行现场探伤作业时，年拍片约 6000 张，平均每张拍片曝光时间为 3min，年曝光时间约为 300h。每次进行现场探伤时，安全员在监督区边界进行巡逻警戒，居留因子取 1/8，监督区最高辐射剂量率为 $2.36\mu\text{Sv/h}$ ，最大增量为 $2.24\mu\text{Sv/h}$ ，经估算可知现场探伤时监督区外公众人员年有效剂量约为 0.08mSv ，小于公众人员 0.25mSv 的个人剂量约束值。

综上所述，考虑到极端因素，公司非辐射工作人员可能收到白天室内探伤和晚上现场探伤的影响，故公众成员年有效剂量为 0.095mSv ，小于公众人员 0.25mSv 的个人剂量约束值。

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

浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探伤与现场探伤建设项目已落实环境影响评价制度，该项目环境影响报告表及其批复文件中要求的辐射防护和安全措施已落实。该项目建设，落实了防护与安全和环境保护“三同时”制度。

8.2 污染物排放监测结果

监测结果表明：

①锅筒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；

②集箱/管道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；

③X 射线实时成像检测系统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；

④管屏 DR 数字成像检测系统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；

⑤现场探伤作业时辐射工作人员划定的控制区和监督区边界辐射剂量率符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）控制区边界标准限值和监督区边界标准限值要求；现场作业时划定的监督区和控制区设置可行，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 3.22mSv，小于职业工作人员 5mSv/a 的个人剂量约束值，公众人员年有效剂量保守估算最大为 0.095mSv，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的要求。

8.4 辐射安全防护、环境保护管理

(1) 公司开展 X 射线室内探伤与现场探伤建设项目购入的 12 台 X 射线

续表八 验收监测结论

探伤机、1 套 X 射线数字成像检测系统、1 套管屏 DR 数字成像检测系统，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，申领取得了辐射安全许可证。

(2) 现场检查结果表明，公司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；落实了本单位锅筒探伤室和集箱/管道探伤室、X 射线数字成像系统、管屏 DR 数字成像系统、现场探伤的辐射安全与防护措施；辐射防护和环境保护档案相关资料齐全；公司辐射防护管理工作基本规范。

(3) 浙江杭锅能源装备有限公司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。

(4) 公司废暂存间的建设满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”的要求。浙江杭锅能源装备有限公司已与安吉纳海环境有限公司签订危险废物处置合同。

8.5 后续要求

(1) 在开展移动探伤时，凡出现以下情况之一时，均应委托有相应资质的单位进行此项监测：

- ①每年抽检一次；
 - ②发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv；
- (2) 严格落实现场探伤的防护措施和设施；
- (3) 加强现场探伤作业时控制区边界及监督区边界的巡视；

8.6 总结论

综上所述，浙江杭锅能源装备有限公司 X 射线室内探伤与现场探伤建设项目符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定，具备竣工验收条件。

