

X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用
项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位/编制单位：中国电建集团核电工程有限公司

2025 年 8 月

建设单位/编制单位法人代表： (签字)

项 目 负 责 人： (签字)

填 表 人： (签字)

建设单位/编制单位：中国电建集团核电工程有限公司

电 话：15066673257

传 真：——

邮 编：250222

地 址：山东省济南市历城区工业北路 297 号

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	6
表 3 辐射安全与防护设施/措施	18
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	25
表 5 验收监测质量保证及质量控制	30
表 6 验收监测内容	34
表 7 验收监测	37
表 8 验收监测结论	43

附 件

- 附件一 本次验收项目环评批复
- 附件二 辐射安全许可证
- 附件三 竣工环境保护验收检测报告

附 图

- 附图一 公司地理位置示意图
- 附图二 公司周边环境关系影像图
- 附图三 公司中电建核电装备制造基地所在地（山东拓能重机制造有限公司）平面布置示意图
- 附图四 探伤室所在 2#厂房平面布置示意图

表 1 项目基本情况

建设项目名称	X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目				
建设单位名称	中国电建集团核电工程有限公司				
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	济南市平阴县安城镇顺发路 9 号，中国电建集团核电工程有限公司中电建核电装备智造基地 2#厂房内北侧中间位置				
源 项	放射源		1 枚 ^{192}Ir 放射源		
	非密封放射性物质		/		
	射线装置		2 台 X 射线探伤机（II 类）		
建设项目环评批复时间	2024 年 11 月 6 日	开工建设时间	2024 年 11 月 10 日		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 5 月 9 日	项目投入运行时间	2025 年 5 月 12 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 5 月 12 日	验收现场监测时间	2025 年 5 月 16 日		
环评报告表审批部门	济南市生态环境局	环评报告表编制单位	山东丹波尔环境科技有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	济南旭东辐射防护器材有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	济南旭东辐射防护器材有限公司		
投资总概算（万元）	190	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	152	比例	78.9%
实际总概算（万元）	160	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	152	比例	95%
验收依据	<p>一、法律、法规文件</p> <p>1. 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令 9 号，2015. 1. 1 施行）；</p> <p>2. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评〔2017〕4 号，2017. 11. 20 施行；</p> <p>3. 《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 6 号，2003. 10. 1 施行）；</p> <p>4. 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 682 号，2017. 10. 1 施行）；</p> <p>5. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号，</p>				

2005.12.1 施行；国务院令 第 709 号第二次修订，2019.3.2）；

6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令 第 31 号，2006.3.1 施行；生态环境部令 第 20 号第四次修订，2021.1.4）；

7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 第 18 号，2011.5.1 施行）；

8. 《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告，2005 年 第 62 号，2005.12.23 施行）；

9. 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017.12.5 施行）；

10. 《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（国家环境保护总局，环发〔2007〕8 号，2007.1.15 施行）；

11. 《国家危险废物名录（2025 年版）》（生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令 第 36 号，2025.1.1 施行）；

12. 《山东省辐射污染防治条例》（山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014.5.1 施行）；

13. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常委会第七次会议，2018 年 11 月 30 日修订，2019 年 1 月 1 日施行；

14. 《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部令 第 23 号，2022.1.1 施行）。

二、技术规范

1. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

2. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

3. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

4. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；

5. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；

6. 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）；

7. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；

8. 《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）；

9. 《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA1002-2012）；

	<p>10. 《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）。</p> <p>三、环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>1. 《中国电建集团核电工程有限公司 X 射线探伤机、γ 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2024 年 10 月；</p> <p>2. 《中国电建集团核电工程有限公司 X 射线探伤机、γ 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》审批意见，济南市生态环境局，济环辐表审〔2024〕13 号，2024 年 11 月 6 日。</p> <p>四、其他相关文件资料</p> <p>1. 公司辐射安全许可证；</p> <p>2. 公司辐射安全管理规章制度等支持性资料。</p>
验收执行标准	<p>一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>职业照射和公众照射参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中附录 B 规定：</p> <p>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1 剂量限值</p> <p>B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</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>b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。</p> <p>B1.2 公众照射</p> <p>B1.2.1 剂量限值</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>b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。</p> <p>二、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p>

5.2 γ 射线探伤机

5.2.1 源容器及其传输导管

5.2.1.1 当源容器装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且装配好保护盖（若有）时，源容器表面一定距离处的周围剂量当量率应不超过表 1-1 规定的控制值。

表 1-1 源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值

探伤机类型	探伤机代号	最大周围剂量率 (mSv/h)	
		离源容器表面 5cm 处	离源容器表面 100cm 处
便携式	P	0.5	0.02

5.2.3.3 放射源贮存设施应达到如下要求：

c) 在公众能接受的距外表面最近处，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；

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审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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 $100 \mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

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。

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。在醒目的位置处应对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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。

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。

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。

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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

根据《中国电建集团核电工程有限公司 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》评价内容及批复要求，本次验收以 5.0mSv 作为职业工作人员年剂量约束值，以 0.25mSv 作为公众人员年剂量约束值；以 2.5 μ Sv/h 作为曝光室四周墙体及防护门外 30cm 处各关注点的剂量率参考控制水平；以 2.5 μ Sv/h 作为曝光室室顶上方关注点的剂量率参考控制水平，以 2.5 μ Sv/h 作为储源柜四周实体屏蔽体外 30cm 处各预测点的剂量率参考控制水平。

三、环境天然放射性水平

根据《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年），济南市环境天然辐射水平见表1-1。

表1-1 济南市环境天然辐射水平（ $\times 10^{-8}$ Gy/h）

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	4.43~8.08	6.26	0.70
道 路	1.84~6.88	4.12	1.40
室 内	6.54~12.94	8.04	1.91

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位情况

中国电建集团核电工程有限公司前身为山东电力建设第二工程公司，成立于1952年，是中国电力建设股份有限公司的全资子公司，是可提供境内外电力工程勘测设计、咨询监理、建设管理、投资运营等全产业链服务的国际化工程公司。

为满足公司发展需要，公司租赁山东拓能重机制造有限公司场地于济南市平阴县新建一厂房，即2#厂房，作为中电建核电装备制造基地，用于核级管道制造，其中包含不锈钢制造车间、碳钢制造车间、管道煨弯车间、热处理车间、无损检测车间、酸洗钝化车间、抛丸除锈车间及喷烤漆车间等。

2.1.2 建设内容和规模

2024年10月，公司委托山东丹波尔环境科技有限公司编制了《中国电建集团核电工程有限公司X射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，项目建设内容为：公司在中电建核电装备制造基地2#厂房内北侧中间位置建设一处探伤室（单层建筑），主要包括曝光室（含储源柜）、操作室/评片室和暗室。购置2台X射线探伤机（型号均为XXG-3005）和6台 γ 射线探伤机[$(3.7 \times 10^{12} \text{Bq}) \times 1 \text{枚}^{192}\text{Ir}$ ，6枚]，于曝光室内对不锈钢管道进行无损检测。X射线探伤机和 γ 射线探伤机只在本项目曝光室内从事室内探伤，不进行现场或移动探伤。 ^{192}Ir 放射源属II类放射源，X射线探伤机属于II类射线装置。该项目环境影响报告表于2024年11月6日由济南市生态环境局以济环辐表审〔2024〕13号文件审批通过。

因公司规划调整，2025年4月，公司将位于历城区工业北路以北、协和学院以东，核电产业园区西南角的探伤室（辐射安全许可证中1#探伤室）内2台XXG-3005型X射线探伤机和1台 γ 射线探伤机[$(3.7 \times 10^{12} \text{Bq}) \times 1 \text{枚}^{192}\text{Ir}$]，转移至本项目曝光室（含储源柜）内使用。本项目不新购置X射线探伤机和 γ 射线探伤机。

公司于2025年5月9日重新申领了辐射安全许可证（鲁环辐证[01181]），许可种类和范围为使用II类放射源、使用II类射线装置，有效期至2026年6月29日。本项目所涉及X射线探伤机和放射源已登记在辐射安全许可证中（辐射安全许可证中2#探伤室）。

本次验收涉及2台XXG-3005型X射线探伤机和1台 γ 射线探伤机[内置1枚 ^{192}Ir ，活度 $(3.7 \times 10^{12} \text{Bq})$]，射线装置及放射源参数见表2-1、2-2。

表2-1 本项目所涉及的射线装置明细表

装置名称	规格型号	数量 (台)	类别	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所
X射线探伤机	XXG-3005	2	II类	300	5	曝光室内

表 2-2 本项目所涉及的放射源明细表

放射源	最大装源活度	数量 (枚)	放射源编码	类别	贮存场所	工作场所
¹⁹² Ir	3.7×10^{12} Bq	1	03251R006932	II类	源放于 γ 射线探伤机内，随探伤机放于曝光室储源柜内	曝光室内

2.1.3 项目总平面图布置、建设地点和周围环境敏感目标

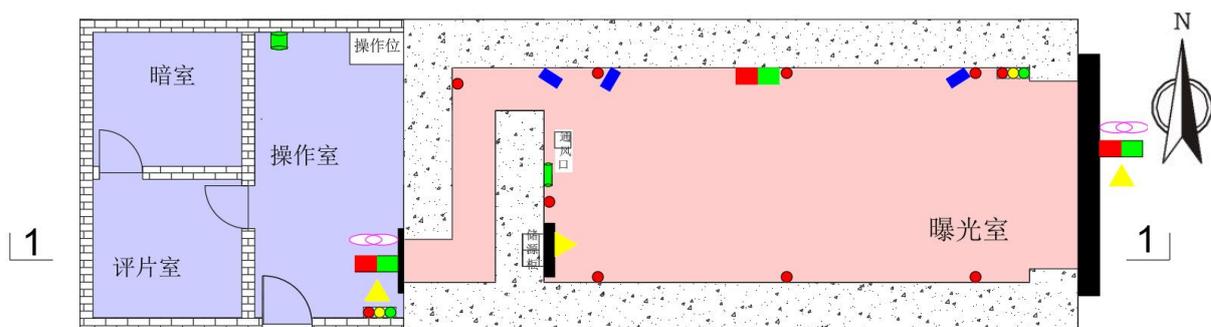
本项目位于济南市平阴县安城镇顺发路9号，中国电建集团核电工程有限公司中电建核电装备智造基地2#厂房内北侧中间位置，周围无关人员居留较少。本项目探伤室由曝光室（含储源柜）、操作室、暗室和评片室组成，其中操作室、暗室和评片室位于曝光室西侧，X射线探伤机和放射源于曝光室内进行探伤工作。

本项目验收范围内存在1处环境保护目标，为探伤室北侧35m处济南鑫岳新型道路材料研发有限公司，与环评一致。

本项目探伤室四周环境见表2-3，探伤室及周围现场情况图2-1。本项目所在地理位置见附图1，公司周边影像关系图见附图2，公司中电建核电装备制造基地所在地平面布置图见附图3，2#厂房平面布置图见附图4。

表 2-3 本项目探伤室周围环境一览表

名称	方向	场所名称
曝光室	南侧	2#厂房内部区域
	西侧	2#厂房内部区域
	北侧	2#厂房隔墙、院内道路、厂区边界、顺兴路、济南鑫岳新型道路材料研发有限公司
	东侧	2#厂房内部区域



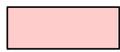
- 注：  门-机联锁  工作状态指示灯  电离辐射警告标志
-  急停按钮  监控探头  固定式辐射探测报警装置剂量探头
-  门控开关  控制区  监督区

图 2-1 (a) 本项目探伤室平面布置图

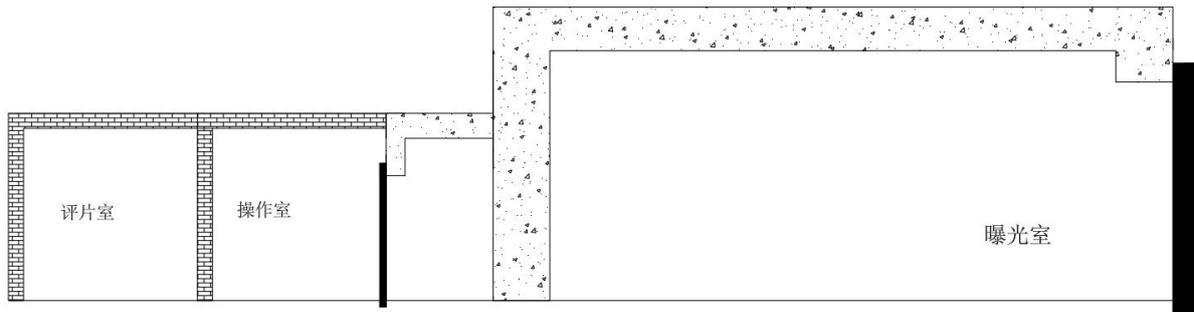


图 2-1 (b) 探伤室 1-1 剖面布置图



	
<p>储源柜</p>	<p>固定式场所辐射报警仪</p>
	
<p>急停按钮</p>	<p>监控探头</p>
	
<p>操作室</p>	<p>规章制度</p>



图 2-2 本项目现状照片（拍摄于 2025 年 5 月）

2.1.4 环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表

本项目环境影响报告表建设内容与现场验收情况对比见表 2-4，环境影响报告表批复建设内容与现场验收情况对比见表 2-5。

表 2-4 本项目环境影响报告表建设内容与验收情况对比表

名称	环评内容			实际建设情况			备注
曝光室	1 座，含储源柜			1 座，含储源柜			与环评一致
探伤机数量	2 台 X 射线探伤机，6 台 γ 射线探伤机			2 台 X 射线探伤机，1 台 γ 射线探伤机			根据公司规划，公司将原探伤室内的 2 台 X 射线探伤机和 1 台 γ 射线探
探伤机主要参	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	
	XXG-3005	300	5	XXG-3005	300	5	

数及型号	XXG-3005	300	5	XXG-3005	300	5	伤机调至本项目探伤室内使用
探伤机及放射源主要参数	^{192}Ir	DL-II D	3.7×10^{12}	^{192}Ir	DL-II D	3.7×10^{12}	
	^{192}Ir	DL-II D	3.7×10^{12}				
	^{192}Ir	DL-II D	3.7×10^{12}				
	^{192}Ir	DL-II D	3.7×10^{12}				
	^{192}Ir	DL-II D	3.7×10^{12}				
	^{192}Ir	DL-II D	3.7×10^{12}				

表 2-5 本项目环境影响报告表批复建设内容与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见	验收时落实情况	备注
<p>该项目位于济南市平阴县安城镇顺发路9号中国电建集团核电工程有限公司中电建核装备智造基地，拟在基地2#厂房北侧中间位置建设一座探伤室（单层建筑），主要包括曝光室（含储源柜）、操作室/评片室和暗室，配置2台X射线探伤机（型号为XXG-3005，均属 II 类射线装置）和6台 γ 射线探伤机（每台探伤机含1枚 ^{192}Ir放射源，活度为$3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$/枚，均属 II 类放射源），用于对不锈钢管件进行无损检测。X射线探伤机和 γ 射线探伤机仅在该项目曝光室内进行室内探伤，不进行现场探伤或者移动探伤。</p>	<p>该项目位于济南市平阴县安城镇顺发路9号中国电建集团核电工程有限公司中电建核装备智造基地，公司在基地2#厂房北侧中间位置建设一座探伤室（单层建筑），主要包括曝光室（含储源柜）、操作室/评片室和暗室，调用2台X射线探伤机（型号为XXG-3005，均属 II 类射线装置）和1台 γ 射线探伤机（内含1枚 ^{192}Ir放射源，活度为$3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$/枚，属 II 类放射源），用于对不锈钢管件进行无损检测。X射线探伤机和 γ 射线探伤机仅在该项目曝光室内进行室内探伤，不进行现场探伤或者移动探伤。</p>	<p>公司将原探伤室内的2台 X 射线探伤机和1台 γ 射线探伤机调至本项目探伤室内使用</p>

2.2 源项情况

本项目于中电建核电装备智造基地 2#厂房内北侧曝光室内使用 2 台 X 射线探伤机和 1 台 γ 射线探伤机（内含一枚 ^{192}Ir 放射源），主要技术参数见表 2-6、2-7。

表 2-6 本项目涉及的射线装置主要技术参数表

名称	型号	数量	生产厂家	类别	最大管电压	最大管电流	射线管辐射角	射束
X 射线探伤机	XXG-3005	2 台	丹东工业探伤机厂	II 类	300kV	5mA	$40^\circ \pm 5^\circ$	定向

表 2-7 本项目涉及的放射源主要技术参数表

项目	¹⁹² Ir γ 射线探伤机
核素名称	¹⁹² Ir
数量	1枚
类别	II类放射源
放射源额定装载量	≤3.70×10 ¹² Bq(100Ci)
核素形态	固态、密封源
泄漏剂量	表面5cm≤0.5mSv/h, 距离容器1m≤0.02mSv/h
检测穿透厚度	钢10~100mm、轻合金30~200mm
操作距离	一般为10~15m, 可加长至30m
射线源输出距离	一般为5~15m, 可加长至30m
重量	20kg

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备组成、工作原理和工艺流程

一、X 射线探伤机

1. X 射线探伤机组成

X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。控制器采用了先进的微机控制系统, 可控硅规模快速调压, 主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路, 工作稳定性好, 运行可靠。

其中, X 射线发生器为组合式, X 射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器, 并配备探伤机系统表征工作状态的警示灯。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。

控制器为手提箱式结构, 控制面板设置操作按钮和显示窗口, 并配备电缆插座、源开关及接地端子的插座盒。

2. 工作原理

(1) X 射线产生原理

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。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝, 阳极靶则根据应用的需要, 由不同的材料制成各种形状, 一般用高原子序数的难熔金属(如钨、铂、金、钽等)制成。当灯丝通电加热时, 电子就“蒸发”出来, 而聚焦杯使这些电子聚集成束, 直接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作用的轫致辐射即为 X 射线。X 射线管示意图见图 2-3。

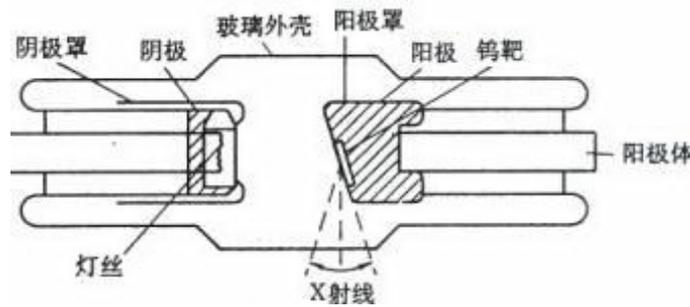


图 2-3 X 射线管示意图

(2) X 射线探伤原理

X 射线探伤机在工作过程中，通过 X 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，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量等问题，在显影后的胶片上产生较强的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机据此实现探伤的目的。

3. 工作流程

X 射线探伤机初次使用及非连续使用时需进行训机，然后出曝光曲线。训机的目的是为了提高射线管真空度，如果真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废。

工作人员在进行探伤前，将探伤工件放于大防护门外的电动平车上，工件通过电动平车进入曝光室内，将被检测工件移动至曝光室预定位置，然后在被探伤工件的焊缝处贴上胶片，操作人员根据工件大小以及焊缝位置，将探伤机置于工件内部适当位置，人员全部离开曝光室。确定曝光室内无人员，关闭防护门，接通电源并开始计时；达到预定的照射时间后关机，完成一次探伤。然后，冲洗照片、观察照片、出具探伤报告。X 射线探伤机存放于曝光室内，不另行设置贮存场所。

工作流程示意图见图 2-4。

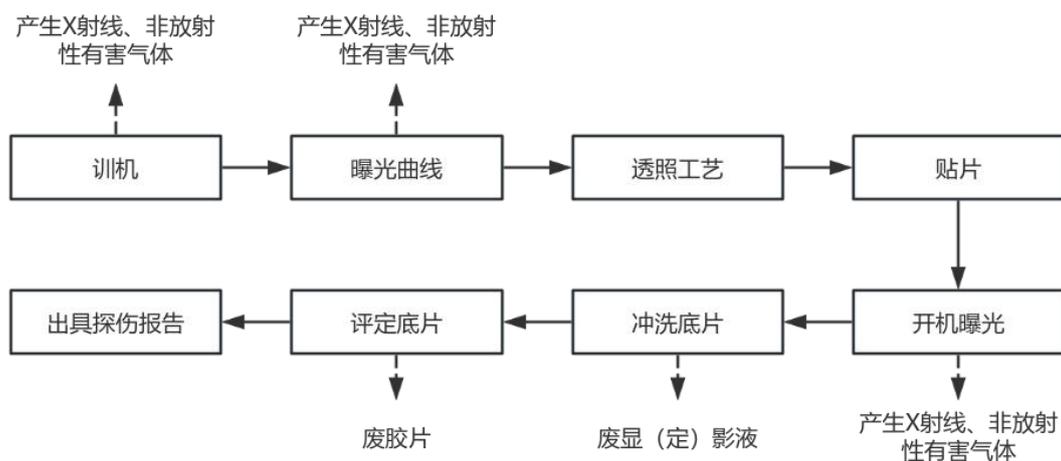


图2-4 X射线探伤机工作流程及产排污示意图

二、 γ 射线探伤机

1. γ 射线探伤机结构

便携式 γ 探伤机的结构比较简单，主要由3部分组成：加长输源导管、源屏蔽容器（含放射源）、遥控控制线及摇把。源屏蔽容器是探伤机主体，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，当放射源贮存在正确位置时，容器外表面的辐射水平远小于允许值。容器钢壳与贫铀之间充以泡沫塑料，用来吸收贫铀材料的韧致辐射。屏蔽容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆；另一端通过管接头和输源管连接。放射源存储于源屏蔽容器内，并设计有多项安全锁定装置，只有将输源管及控制缆与屏蔽容器正确、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。

2. 探伤工作原理

γ 射线有很强的穿透性， γ 射线探伤就是利用 γ 射线的穿透性和直线性来探伤的。 γ 射线可使照相底片感光，当 γ 射线穿过（照射）物质时，该物质的密度越大，射线强度减弱得越多，即射线能穿透该物质的强度就越小。因此，用 γ 射线来照射待探伤的零部件时，若其内部有气孔、夹渣等缺陷，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所穿过的物质密度要小得多，其强度就减弱得少些，即透过的强度就大些，若用底片接收，则感光量就大些，就可以从底片上反映出缺陷垂直于射线方向的平面投影；若用其它接收器也同样可以用仪表来反映缺陷垂直于射线方向的平面投影和射线的透过量。一般情况下， γ 射线探伤是不易发现裂纹的，或者说， γ 射线探伤对裂纹是不敏感的。因此， γ

射线探伤对气孔、夹渣、未焊透等体积型缺陷最敏感。即 γ 射线探伤适宜用于体积型缺陷探伤，而不适宜面积型缺陷探伤。

3. ^{192}Ir 核素特性

半衰期：74.0d。

衰变方式： β % = 95.4%。

主要有3种能量的 β 射线，分别为225.9keV(5.95%)、256.0keV(41.3%)、672.3keV(48.5%)。EC%=4.6%。

γ 射线： ^{192}Ir 有20余种不同能量的 γ 射线，其中有4种分支比较大，能量分别为316.5keV(82.8%)、468.1keV(47.7%)、308.5keV(29.8%)、296.0keV(28.6%)。

^{192}Ir 简化衰变纲图如图2-5所示：

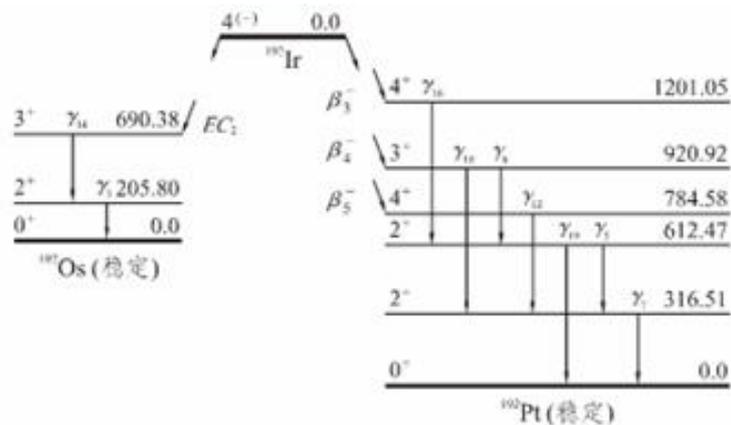


图2-5 ^{192}Ir 简化衰变纲图

4. 工作流程

(1) 工作人员在进行探伤前，将探伤工件放于大防护门外的电动平车上，工件通过电动平车进入曝光室内，将被检测工件移动至曝光室预定位置，先在被探伤物件的焊缝贴上胶片；

(2) 将探伤机自储源柜取出，放置于曝光室内工作位置；

(3) 将驱动缆与探伤机正确、可靠连接；

(4) 将源导管与探伤机正确、可靠连接；

(5) 按拍片技术要求，将源导管另一端的源端子（曝光头）接至曝光位置，检查驱动缆和源导管曲率半径不得小于300mm；

(6) 检查驱动缆及源导管的摆放位置，其周边不可有容易倾倒的物体或工件，以免在曝光过程中砸伤导管造成卡源事故；

(7) 人员撤离的同时，最后一名操作者用钥匙打开探伤机安全锁，将开关环旋至工作位置；

(8) 人员撤出后确认曝光室内无人、并关闭防护门；操作人员于操作室内操作摇把，出源（手动或电动）进行曝光；

(9) 探伤结束后，先回源；进入曝光室时，利用巡检仪以及固定式辐射探测报警仪对曝光室入口进行检测，以确保回源成功，再将驱动缆及源导管从探伤机上拆下并妥善保管；

(10) 将探伤机转至储源柜；

(11) 冲洗照片、观察照片、出具探伤报告。

γ 射线探伤机进行室内探伤主要工作流程如图2-6所示。

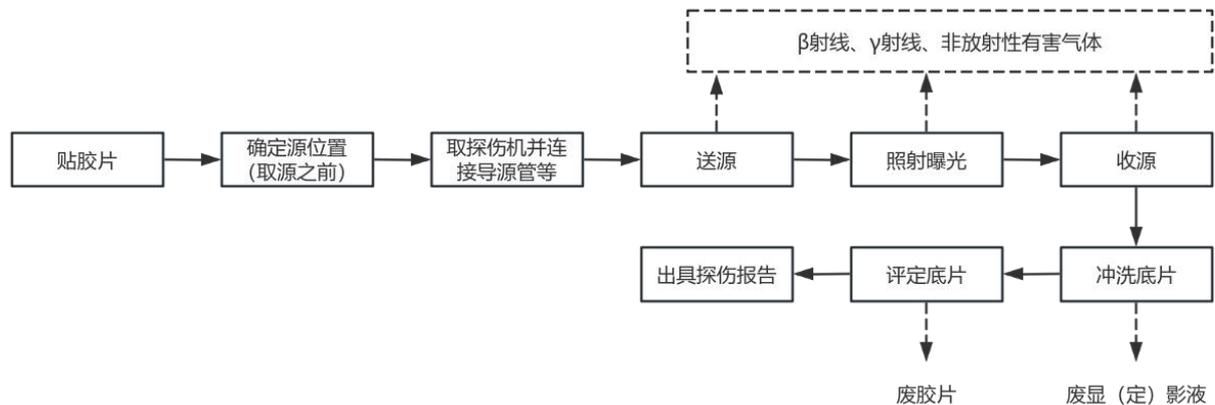


图2-6 γ 射线探伤工艺流程示意图

2.3.2 人员配备及工作时间

根据建设单位提供的资料，根据探伤管件的厚度不同，选取 X 射线探伤机或者 γ 射线探伤机进行探伤检测，X 射线探伤机年曝光时间不超过 500h； γ 射线探伤机年曝光时间不超过 600h， γ 射线探伤机由卖方运输人员运至曝光室储源柜内，本项目工作人员只进行探伤机的取放（包括领取、放回）和保管工作，每年取放次数约 250 次。

公司配备有 1 名辐射安全管理人员，本项目配备了 3 名探伤职业人员，包括 1 人参加了 X 射线探伤和 γ 射线探伤两个类别的辐射安全防护考核，另外两人分别参加了 X 射线探伤和 γ 射线探伤的辐射安全防护考核，且均在有效期内，探伤工作时两人一组，3 人轮流从事探伤工作。

2.3.3 污染源分析

1. 放射性污染因素

(1) 放射性废物

本项目不产生放射性废水和放射性废气。 γ 射线探伤机工作过程中产生退役放射源，由供源厂家回收，换源事宜也由供源厂家承担。

(2) X射线、 β 射线、 γ 射线

X射线机开机后产生X射线，对周围环境产生辐射影响，关机后X射线随之消失。

由放射源 ^{192}Ir 的辐射特性可知， ^{192}Ir 可释放 β 、 γ 射线。由于 β 射线穿透能力很弱，设备的外包装可以完全屏蔽，使 β 射线不能释放到环境中。但 γ 射线穿透能力较强，有可能对环境产生辐射影响。

2. 非放射性污染因素分析

(1) 非放射性有害气体

X射线探伤机产生的X射线、放射源产生的 γ 射线均会使空气电离。进而产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)，在 NO_x 中以 NO_2 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目中，臭氧和氮氧化物的产生量均较小。

(2) 一般固废及危险废物

γ 探伤机(源机)使用期限为10年，满10年后需要更换，源机因含有贫化铀，由设备厂家回收。

本项目拍片、洗片过程产生的废胶片和废显(定)影液属于《国家危险废物名录》(2021年)规定的危险废物，废物类别为“HW16感光材料废物，900-019-16其他行业产生的废显(定)影剂、胶片及废像纸”，应由有相应资质的单位处理。

拍片、洗片过程中会产生废胶片和废显(定)影液，根据企业提供资料，本项目每年拍片约20000张，每张片子平均约10g，则共计200kg/a。每洗2000张片子约产生废显(定)影液40kg，则本项目产生废显(定)影液400kg/a。

综上所述，本项目营运期污染因子主要为X射线、 γ 射线、非放射性有害气体、危险废物，另外涉及放射源的退役。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射防护设施/措施落实情况

本项目探伤室位于公司中电建核电装备智造基地 2#厂房内北侧中间位置，由曝光室、操作室、暗室、评片室组成，曝光室布置在东侧，辅助房间操作室、暗室、评片室布置在西侧。曝光室东侧设置工件进出大防护门，曝光室西墙南侧设置人员进出小防护门。操作位位于操作室，与曝光室分开，项目布局合理。

探伤室采取实体屏蔽对探伤室进行分区管理，划分为控制区和监督区；其中曝光室内部分区域划分为控制区，操作室、暗室和评片室划分为监督区，各区严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求进行管理。分区布置图见图 2-1 (a)。

本项目环境影响报告表防护设施/措施与现场验收情况对比见表 3-1，变动情况分析见表 3-2，环境报告表批复与现场验收情况对比表见表 3-3。

表 3-1 本项目辐射防护设施/措施与环境影响报告表要求对比表

名称	环评内容	现场状况
曝光室尺寸	曝光室（内径）：9.0m（东西）×4.0m（南北）×4.0m 迷道（内径）：4.0m×0.8m×2.7m	根据查阅施工图纸以及现场勘查，曝光室墙体建设情况与环评一致
四周墙体、迷道屏蔽材质及厚度	900mm 混凝土	
室顶屏蔽材质及厚度	700mm 混凝土	
洞口尺寸（宽×高）	工件进出，位于曝光室东墙：尺寸（宽×高）为 3.5m×3.5m； 工作人员进出，位于曝光室西墙南侧：尺寸（宽×高）为 0.8m×2.0m；	与环评一致
大防护门（工件进出）	尺寸（宽×高）为 4.5m×4.0m； 铅钢材质，防护能力为 80mmPb； 下沉式电动推拉防护门，在专用地槽沟内移动，防护门与洞口搭接处间隙<20mm，其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为 300mm、200mm、500mm、500mm，搭接宽度与缝隙比例均不小于 10:1	与环评一致
小防护门（工作人	尺寸（宽×高）为 1.3m×2.3m；	小防护门位于曝光室西墙南侧，用于

员进出)	铅钢材质, 防护能力为 20mmPb; 手动推拉防护门, 在专用地槽沟内移动, 防护门与洞口搭接处间隙<10mm, 其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为 200mm、100mm、200mm、200mm, 搭接宽度与缝隙比例均不小于 10:1	人员进出, 电动推拉防护门, 其他与环评一致。
管线口	位于曝光室西墙南侧底部, “U”型穿墙	位于曝光室西墙底部, “U”型穿墙
操作台	曝光室西南侧操作室内	曝光室西侧操作室内
通风口	曝光室室顶西北角(距西墙约 1.0m, 距北墙约 0.1m) 尺寸为 300mm×300mm; 通风口外拟设置 42mm 铅防护罩; 拟安装机械通风装置, 设计通风量为 1000m ³ /h, 通风口外拟连接通风管道, 管道通至 2#厂房北侧外环境	与环评一致
储源柜	拟在迷道内墙设置一内嵌式储源柜, 储源柜深 0.4m, 宽 0.6m, 高 1.2m, 储源柜内设置三层架子, 每层放置两台 γ 射线探伤机, 储源柜内侧拟设置一 5mmPb 铅板, 外侧设置一电动推拉防护门, 尺寸为 1.0m×1.6m, 防护能力 42mmPb, 防护门设置双人双锁。储源柜距离曝光室南墙约 0.3m, 底部距离地面约 0.2m。	在迷道内墙设置一内嵌式储源柜, 储源柜深 0.4m, 宽 0.6m, 高 1.2m, 储源柜内设置 6 个格子, 每个格子放置一台 γ 射线探伤机, 格子加锁(每个格子两个锁)。储源柜内侧设置一 5mmPb 铅板, 外侧设置一手动推拉防护门, 尺寸为 1.0m×1.6m, 防护能力 42mmPb, 防护门加锁。储源柜距离曝光室南墙约 0.3m, 底部距离地面约 0.2m。
辐射安全与防护设施	<p>曝光室大、小防护门设计有门-机联锁装置, 大、小防护门打开时X射线照射立即停止, 关上门不能自动开始X射线、γ 射线照射; 大防护门内侧设有门控开关装置, 可方便探伤室内人员在紧急情况下开门离开。</p> <p>曝光室大、小防护门口和内部设计有能够显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置, 且“预备”信号持续时间能够确保曝光室内人员安全离开, 两种信号有明显的区别, 并与场所周围使用的其他报警信号有明显区别, 工作状态指示灯能够与X射线机、γ 射线机有效连锁; 公司拟于探伤室内外醒目位置张贴对两种信号意义的说明。大、小防护门外设计有电离辐射警告标识和中文警示说明。</p>	<p>曝光室设有门-机联锁装置;</p> <p>大防护门内侧和小防护门外侧设有门控开关装置;</p> <p>曝光室大、小防护门口和内部设有能够显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置, 两种信号有明显的区别, 并与场所周围使用的其他报警信号有明显区别;</p> <p>大、小防护门外张贴有电离辐射警告标识和中文警示说明。</p>

监控设备	公司拟在曝光室内和大防护门外安装监控探头，在操作室的操作台设计专用的监视器，可监视曝光室内情况和探伤设备的运行情况。	曝光室内安装有监控探头，在操作室的操作台设计专用的监视器，可监视曝光室内情况以及探伤设备的运行情况，监控探头可以监视储源柜，24h监控；监控与工作人员手机网络连通，且与公安及环保部门联网。
紧急停机按钮	曝光室内北墙、南墙各设计3处急停开关，控制箱上，设计有1处急停开关，确保出现事故时能立即停止照射，急停开关的位置可使曝光室内任何位置的人员都不需要穿过主射线束就能使用，且急停开关设计有明显标志，标明使用方法。	曝光室内北墙、南墙各设有3处急停开关，西墙、迷道内各设有1处急停开关，大、小防护门设有控制箱，急停开关的位置可使曝光室内任何位置的人员都不需要穿过主射线束就能使用。
固定式场所辐射探测报警装置	曝光室拟配置固定式场所辐射探测报警装置。	已配备固定式场所辐射探测报警装置，显示器位于操作室北墙，探头安装在曝光室内西墙位置。
人员培训	拟为本项目配备3名辐射工作人员。	公司有1名辐射安全管理人员，本项目配备了3名探伤职业人员
仪器配备	公司拟为3名辐射工作人员配备个人剂量报警仪和个人剂量计，拟配备1台辐射巡检仪，待配备后可满足探伤工作要求。	公司有1名辐射安全管理人员，本项目配备了3名探伤职业人员，公司为每名探伤职业人员配备了个人剂量计，配备了2部JF100型个人剂量报警仪，配备了1台RDS-32型辐射巡检仪。

表 3-2 探伤室变动情况分析

环评情况	建设情况	变动情况分析
曝光室内地面拟设2条平车轨道，间距为1.2m，并配拖车。	曝光室内地面未设置轨道	公司配备了电动平车，工件通过电动平车运至曝光室内，属于一般变动。
小防护门（工作人员进出）设置为手动推拉防护门	小防护门（工作人员进出）设置为电动推拉防护门	属于一般变动
储源柜外侧设置一电动推拉防护门	储源柜外侧防护门设置为手动推拉防护门	属于一般变动

表 3-3 本项目辐射安全与防护设施/与环境影响报告表批复要求对照表

环境影响报告表批复意见（综述）	验收时落实情况
-----------------	---------

<p>(一) 做好辐射工作场所的环境安全防护工作</p>	<p>1. 落实该项目工作场所实体屏蔽措施，探伤室设置机械通风装置，确保探伤室四周和防护门处的辐射水平及通排风换气能力满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117—2022)。</p>	<p>已落实。 曝光室采用实体屏蔽，曝光室设置有通风口，安装有排风机，通风换气次数大于3次/h，根据本次验收检测结果，曝光室四周和防护门外的辐射剂量率水平满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中2.5μSv/h的限值要求。</p>
	<p>2. 对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。探伤室设置门-机联锁装置，方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室，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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均与防护门联锁。探伤室门口和内部同时设置显示“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”信号持续时间可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。在醒目的位置处设置对“照射”和“预备”信号意义的说明。探伤室内和探伤室出入口安装监视装置，控制室的操作台设置专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。探伤室防护门上张贴符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的电离辐射警告标志和中文警示说明。探伤室内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，确保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。按钮或拉绳标明使用方法。探伤室配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>已落实。 公司对探伤室进行分区管理，曝光室内设置为控制区，操作室、暗室、评片室设置为监督区，分区管理应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。 探伤室设置有门-机联锁装置，方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室，在大、小防护门关闭后才能进行探伤作业。 探伤室门口和内部设置有显示“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。 曝光室内和大防护门内侧安装有监视装置，控制室的操作台设置专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况。 探伤室大、小防护门以及储源柜防护门上张贴有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的电离辐射警告标志和中文警示说明。 曝光室内安装有8处紧急停机按钮，出现紧急事故时，能立即停止照射，人员处在曝光室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。急停按钮标有使用方法。 探伤室配置了固定式场所辐射探测报警装置。</p>
	<p>3. 做好放射性固体废物的处置工作。</p>	<p>当探伤机不再使用，公司将按照《工业探伤</p>

	<p>工业探伤设施不再使用，应按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117—2022)的要求实施退役程序。在放射源闲置或者废弃后3个月内，按照废旧放射源返回协议规定，将废旧放射源交回生产单位或者返回原出口方。确实无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交具备相应资质的放射性废物集中贮存单位贮存。</p>	<p>放射防护标准》(GBZ117—2022)的要求实施退役程序。在放射源闲置或者废弃后3个月内，按照废旧放射源返回协议规定，将废旧放射源交回生产单位或者返回原出口方。确实无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交具备相应资质的放射性废物集中贮存单位贮存。</p>
	<p>4. 做好危险废物的处置工作。项目产生的废显(定)影液和废胶片属危险废物，妥善收集暂存后交由有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置，转移过程严格执行危险废物转移联单制度。</p>	<p>已落实。 本项目产生的废显(定)影液和废胶片属于危险废物，日常暂存于危险废物暂存间内，公司与济南德正环保科技有限公司签订了危险废物委托处理协议，委托其处理公司产生的危险废物。</p>
<p>(二) 建 立 并 完 善 监 测、评 估、应 急、培 训 等 各 项 管 理 制 度 并 组 织 实 施</p>	<p>1. 完善辐射环境监测方案，配备与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器，监测结果及时报市生态环境局平阴分局。 辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。</p>	<p>已落实。 公司制定有《辐射监测计划》，本项目配备了1台RDS-32型辐射巡检仪，2部JF100型个人剂量报警仪，定期开展自主监测，每年委托有资质的单位进行年度检测。 公司为本项目3名辐射工作人员配备了个人剂量计，安排专人负责个人剂量监测管理，委托有资质单位开展个人剂量监测。建立了辐射工作人员个人剂量档案，一人一档。</p>
	<p>2. 按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，并于每年1月30日前提交上一年度的评估报告。</p>	<p>公司每年开展自行检查及年度评估，2024年对现有核技术应用项目编写了辐射安全与防护状况年度评估报告，并提报全国核技术利用辐射安全申报系统。</p>
	<p>3. 修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实防范辐射环境风险。</p>	<p>公司编制了《辐射事故应急预案》，按计划开展辐射事故应急演练。</p>
	<p>4. 加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。</p>	<p>公司制定有《放射人员培训管理制度》，本项目3名辐射工作人员均参加了辐射安全防护与考核，考核合格，并且在有效期内。</p>

	<p>5. 设专人管理放射源，严格落实辐射安全管理责任制以及探伤机使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。</p>	<p>公司安排了专人管理放射源，制定了《辐射防护和安全保卫制度》《X射线机安全操作规程》《γ射线探伤机安全操作规程》《射线装置与放射源使用登记制度》《辐射防护专职负责人岗位责任制度》《辐射工作人员岗位责任制度》等规章制度。</p>
--	----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.2 三废的处理

1. X、γ射线探伤机运行时产生的非放射性有害气体主要靠通风换气来控制，探伤室设置有通风换气系统，通风量为1000m³/h，每小时通风换气次数约6.9次，通风口尺寸为300mm×300mm，位于曝光室室顶西北角，通风口外连接通风管道，非放射性有害气体经通风口及通风管道排入2#厂房北侧外环境，2#厂房北侧日常无人长时间驻留，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求。

2. 本项目产生的废显（定）影液和废胶片，属于危险废物，危废编号为HW16 900-019-16。公司将危险废物暂存于公司厂区西南侧的危废库（依托现有）内放置专用贮存容器中。危废库具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其外设有规范的警示标志。公司对危险废物实行联单管理和台账管理，与济南德正环保科技有限公司签订了危废处理协议，委托其处理公司的危险废物，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置。总之，危险废物可以得到妥善处置，不会对周围环境造成影响。

3.3 辐射安全管理情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护许管理办法》及生态环境主管部门的要求，核技术利用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此本次对公司的辐射环境管理和安全防护措施等进行了现场核查。

1. 组织机构

公司签订了《辐射工作安全责任书》，成立了辐射防护安全管理领导小组，明确了公司法人代表为第一责任人，分管负责人为直接责任人，落实了岗位职责。

2. 辐射安全管理制度及落实情况

（1）工作制度

公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》《射线装置与放射源使用登记制度》《辐射

防护专职负责人岗位责任制度》《辐射工作人员岗位责任制度》《设备检修维护制度》《工业 γ 射线探伤机卡源应急处理预案》《放射源管理办法》《自行检查和年度评估制度》等制度，建立了辐射安全管理档案。

(2) 操作规程

公司制定了《X射线机安全操作规程》《 γ 射线探伤机安全操作规程》，辐射工作人员严格按照操作规程进行操作。

(3) 应急演练

公司编制了《辐射事故应急预案》，按计划开展辐射事故应急演练。

(4) 人员培训

公司制定了《放射人员培训管理制度》，本项目配备了3名辐射工作人员，均通过了核技术利用辐射安全与防护考核，且在有效期内。

(5) 监测方案

公司制定了《辐射监测计划》。本项目配备有1台辐射巡检仪，2部个人剂量报警仪，为辐射工作人员配备了个人剂量计，委托有资质的单位进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案，做到1人1档。

(6) 年度评估

公司每年开展自行检查及年度评估，2024年对现有核技术应用项目编写了辐射安全与防护状况年度评估报告，并提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

3. 辐射安全防护设备

本项目配备了1台RDS-32型辐射巡检仪，2部JF100型个人剂量报警仪。

表 4 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 环境影响报告表结论

1. 公司现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[01181]），许可种类和范围：使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置；有效期至2026年06月29日。为满足生产需求，公司拟在中电建核电装备智造基地2#厂房内北侧中间建设一处探伤室（单层建筑），主要包括曝光室（含储源柜）、操作室/评片室和暗室。拟购置2台X射线探伤机（型号均为XXG-3005）和6台 γ 射线探伤机[$(3.7 \times 10^{12} \text{Bq}) \times 6 \text{枚}^{192}\text{Ir}$]，于曝光室内对不锈钢管道进行无损检测。核技术应用类型属使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置。本项目的应用有助于提高公司的生产技术和产品质量，具有良好的经济效益和社会效益。

同时根据前文分析及理论计算，本项目采取辐射防护措施，可保证曝光室外辐射水平和人员受照水平控制在标准范围内，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

2. 公司所在厂区已取得不动产权证[鲁（2024）平阴县不动产权第0001983号]，用地性质为工业用地。本项目建于厂区内，不新增用地，符合土地利用总体规划。探伤室拟建于2#厂房内北侧中间位置，大防护门外为工件成品区，方便工件进入曝光室进行探伤。同时根据前文分析，曝光室周围的辐射水平可满足国家相关要求，经墙体屏蔽和距离衰减后，项目运行过程中对周围环境辐射影响较小，因此本项目选址基本合理。

3. 现状检测结果表明，本项目拟建场址周围环境 γ 辐射吸收剂量率在（55~71）nGy/h[即 $(5.5 \sim 7.1) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$]之间，处于济南市环境天然放射性水平范围内[道路 $(1.84 \sim 6.88) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 、室内 $(6.54 \sim 12.94) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$]。

4. 本项目探伤室为单层建筑，由曝光室（含储源柜）、操作室/评片室和暗室组成，曝光室内径东西长9.0m、南北宽4.0m、高4.0m，四周墙体均为90cm混凝土，室顶为70cm混凝土。曝光室东墙中间位置设大防护门1个，防护能力为80mmPb；曝光室西南侧位置设有小防护门1个，防护能力为20mmPb。

储源柜内嵌于曝光室迷道内墙南侧位置，储源柜净深0.4m，净宽0.6m，净高1.2m，内侧设置5mmPb铅板，外侧设置电动推拉防护门，铅钢复合结构，尺寸为1.6m \times 1.0m，防护能力为42mmPb，防护门设置双人双锁。储源柜防护门上设置电离辐射警告标志，防护门日常处于关闭状态。

曝光室大、小防护门均设计门-机联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志，

门机联锁装置需保证正常响应、工作状态指示灯应与探伤机联锁，同时定期进行有效性验证。拟于曝光室南北墙各设置3个紧急停机按钮，操作台控制器自带紧急停机开关。曝光室内拟安装固定式辐射检测报警装置，并与门-机联锁相联；曝光室内室顶西南角、东北角及大防护门外侧各设置一处监控探头。

曝光室室顶西北角设置一个300mm×300mm的通风口，外设42mm铅当量的防护设施；同时设计机械排风装置，设计总排风量为1000m³/h，设计换气次数约6.9次/h，通风口外设排风管道，废气通过排风管道引至2#厂房北墙外排放，为非人员密集区。可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于3次”的要求。

5. 本项目X射线探伤机和γ射线探伤机不同时开机用，探伤工作时只使用一台探伤机。曝光室四周墙体、防护门外、室顶上方及通风口外的辐射剂量率最大为2.088 μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求和本次评价提出的2.5 μGy/h的限值要求。

6. 本项目投运后，职业人员的年有效剂量不大于1.823mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的20mSv/a的剂量限值，也低于本报告提出的5.0mSv/a的管理剂量约束值。

公众成员的年有效剂量最大为0.196mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的1mSv/a的剂量限值，也低于本报告提出的0.25mSv/a的管理剂量约束值。

7. 本项目放射性固体废物为退役或废旧的放射源，由供源厂家回收，换源事宜也由供源厂家承担。废旧γ探伤装置由厂家回收。

拍片、洗片过程中产生的废胶片和废显（定）影液属于危险废物，暂存于厂内危废库中（依托现有），委托有资质单位处置，规范处置后本项目所产生的危险废物不会对周围环境产生影响。

8. 公司已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，明确辐射安全工作第一责任人和直接负责人。已制定的防护制度正常情况下可以确保工作人员和公众成员的安全；已制定的辐射事故应急预案正常情况下可以应对突发事件的发生。

9. 公司拟为本项目配备3名辐射工作人员，专职负责本项目探伤检测；公司拟安排辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，经考核合格后方可上岗，以满足本项目要求。

10. 本项目拟配备1部辐射巡检仪，拟为辐射工作人员配备3支个人剂量计（每人一支，

委托个人剂量检测后由检测单位配发)及个人剂量报警仪3部。拟配置的辐射防护器材可满足所从事的辐射活动的需要,公司需定期委托有资质单位对个人剂量及其探伤室进行监测。

11. 本项目的设施较为简单,环境风险因素单一,在拟制定的风险防范措施和相应事故应急预案条件下,通过进一步完善安全措施,其环境风险是可控的。

综上所述,中国电建集团核电工程有限公司X射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目,在切实落实报告中提出的辐射防护、辐射管理等各项措施,严格执行相关法律法规、标准规范等文件的前提下,该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的,对周围环境产生的辐射影响较小,不会引起周围辐射水平的明显变化。因此,从环境保护角度分析,项目建设是可行的。

4.2 审批部门审批决定(节选)

一、项目主要建设内容

该项目位于济南市平阴县安城镇顺发路9号中国电建集团核电工程有限公司中电建核装备智造基地,拟在基地2#厂房北侧中间位置建设一座探伤室(单层建筑),主要包括曝光室(含储源柜)、操作室/评片室和暗室,配置2台X射线探伤机(型号为XXG-3005,均属II类射线装置)和6台 γ 射线探伤机(每台探伤机含1枚 ^{192}Ir 放射源,活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq/枚}$,均属II类放射源),用于对不锈钢管件进行无损检测。X射线探伤机和 γ 射线探伤机仅在该项目曝光室内进行室内探伤,不进行现场探伤或者移动探伤。

根据环境影响评价结论,在全面落实环境影响报告表提出的各项环境保护措施后,该项目可以满足国家环境保护相关法规和标准的要求。我局同意环境影响报告表的总体评价结论和拟采取的环境保护措施。

二、项目建设及运行中应重点做好的工作

(一) 做好辐射工作场所的环境安全防护工作。

1. 落实该项目工作场所实体屏蔽措施,探伤室设置机械通风装置,确保探伤室四周和防护门处的辐射水平及通排风换气能力满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117—2022)。

2. 对探伤工作场所实行分区管理,分区管理应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。探伤室设置门-机联锁装置,方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室,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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均与防护门联锁。探伤室门口和内部同时设置显示“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”信号持续时间可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。在醒目的位置处设置对“照射”和“预备”信号意义的说明。探伤室内和探伤室出入口安装监视装置，控制室的操作台设置专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。探伤室防护门上张贴符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的电离辐射警告标志和中文警示说明。探伤室内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，确保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。按钮或拉绳标明使用方法。探伤室配置固定式场所辐射探测报警装置。

3. 做好放射性固体废物的处置工作。工业探伤设施不再使用，应按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）的要求实施退役程序。在放射源闲置或者废弃后3个月内，按照废旧放射源返回协议规定，将废旧放射源交回生产单位或者返回原出口方。确实无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交具备相应资质的放射性废物集中贮存单位贮存。

4. 做好危险废物的处置工作。项目产生的废显（定）影液和废胶片属危险废物，妥善收集暂存后交由有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置，转移过程严格执行危险废物转移联单制度。

（二）建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施。

1. 完善辐射环境监测方案，配备与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器，监测结果及时报市生态环境局平阴分局。

辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。

2. 按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，并于每年1月30日前提交上一年度的评估报告。

3. 修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实

防范辐射环境风险。

4. 加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。

5. 设专人管理放射源，严格落实辐射安全管理责任制以及探伤机使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。

（三）环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批环境影响评价文件。

（四）在污染防治技术选用时充分考虑安全因素，对环保设施和项目开展安全风险辨识管理，健全内部管理责任制度，严格依据标准规范建设环保设施和项目。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投用的“三同时”制度。项目建成后要按规定进行建设项目竣工环境保护验收，并依法向社会公开验收报告，经验收合格后方可正式投入使用。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 质量保证目的

质量保证分为内部质量保证和外部质量保证。内部质量保证主要向管理者提供信任；外部质量保证主要向客户或公众提供信任，使其确信结果是准确可靠的。对于辐射环境监测来说，质量保证的目的是把监测的误差降低到可接受的程度，保证监测结果真实反映采样和监测时的环境放射性水平。

5.2 质量保证内容

质量保证的基本内容包括严密的组织、文件化管理、规范化操作、有效的控制四个方面。

5.2.1 严密的组织

本次验收监测由山东丹波尔环境科技有限公司进行，山东丹波尔环境科技有限公司具有 CMA 监测资质，开展监测时，监测资质在有效期内。山东丹波尔环境科技有限公司组织机构分工明确，管理层、技术负责人、质量负责人、授权签字人、监测人员、质量监督人员、样品管理员、设备管理员等各层次人员配备齐全，公司已对各层次人员赋予相应的权力和资源。公司受市场监督主管部门的监督检查和管理，在历次检查中，均未出现重大问题。

5.2.2 文件化管理

山东丹波尔环境科技有限公司制定有质量要求文件和质量证明文件。

质量要求文件主要由管理体系文件组成，包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格，以及外来文件等。它是辐射环境监测的质量立法，是将行之有效的质量管理手段和方法规范化，使各项质量活动有法可依，有章可循。

质量证明文件是依据质量要求文件内容完成的活动及其结果提供客观证据的文件，是辐射环境监测获得的质量水平和质量体系中各项活动结果的客观反映，分为质量记录和技术记录，包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录等。

5.2.3 规范化操作

山东丹波尔环境科技有限公司全部监测活动都有程序文件加以规定，并严格遵照执行。所有用于辐射环境监测的方法均参照现行有效的相关标准，包括分析测量、数据处理与报

告等，相关人员均熟练掌握，严格遵照执行。

5.2.4 有效的控制

有效的控制是使监测过程处于受控状态，以达到质量要求所采取的作业技术活动。在辐射环境监测中，其作用是识别从采样、制样，到分析测量、数据处理、结果报告的全过程中造成缺陷的一些操作，以便采取有效措施。在控制技术中，统计技术是识别、分析和控制异常变化的重要手段。山东丹波尔环境科技有限公司建立了质量控制项目登记表，对质量控制项目、质控技术（方法）、执行标准、执行人员、监督人员、判定方法、判定结果、实施日期等进行详细的记录。公司制定有质量监督计划，定期开展质量监督，填写质量监督检查记录、质量控制结果评定表、质量控制项目实施结果分析报告并存档。可有效进行质量控制。

5.3 质量保证计划

公司在制定辐射环境监测方案的同时，制定了相应的质量保证计划，并覆盖监测的全过程。一般来说，质量保证计划可满足以下要求：

- a) 明确单位的组织架构、职责、权力层次和对应管理接口，以及工作内容和能力；解决所有的管理措施，包括规划、调度和资源。
- b) 建立并宣贯工作流程和程序。
- c) 满足辐射环境监测的监管要求。
- d) 使用合适的采样和测量方法，选择合适的设备及其文件记录，包括对设备和仪器进行恰当的维护、测试和校准，保证其能正常运行。
- e) 选择合适的环境介质采样和测量的地点及采样频度。
- f) 使用的校准标准可追溯至国家标准或国际标准。
- g) 有审查和评估监测方案整体效能的质量控制机制和程序（任何偏离正常程序的行为均应记录），必要时进行不确定度分析。
- h) 参加能力验证或实验室间比对。
- i) 满足记录及存档的规定要求。
- j) 培训从事特定设备操作的人员，使其拥有相应的资格（根据管理需要）。

公司质量保证计划可满足监管部门为辐射环境监测质量保证所规定的作为最低限度的基本通用要求。

5.4 监测方案的质量保证

5.4.1 监测方案内容

本项目验收监测前，对监测任务制定有详细的监测方案，内容包括：监测目的和要求、监测点位、监测项目和频次、监测分析方法和依据、质量保证要求、监测结果评价标准、监测计划安排、提交报告时间等。

5.4.2 质量保证要求

对监测方案实施质量保证的目的是为保证监测结果反映环境真实水平的可靠性提供客观依据。由于监测结果被各种条件和因素影响，使得某一地区、某一时间采集的样品获得的监测结果未必反映当地当时的环境真实水平。

本项目在制订辐射环境监测方案时，同时制订有质量保证计划（方案），具有涉及监测活动全过程的质量保证措施。

5.5 监测人员素质要求

a) 山东丹波尔环境科技有限公司各监测人员数量及其专业技术背景、工作经历、监测能力等均与所开展的监测活动相匹配，中级及以上专业技术职称或同等能力的人员数量不少于监测人员总数的 15%。

b) 公司监测人员均具备良好的敬业精神和职业操守，认真执行国家生态环境和其他有关法规标准。坚持实事求是、探索求真的科学态度和踏实诚信的工作作风。

c) 公司从事辐射环境监测人员均已接受相应的教育和培训，具备与其承担工作相适应的能力，掌握辐射防护基本知识，掌握辐射环境监测操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法。

d) 公司从事辐射环境监测人员均具备一定的专业技术水平，持证上岗。

5.6 监测设备的检定/校准和核查

5.6.1 监测设备的检定/校准

本项目所有监测仪器均在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准，开展验收监测时，均在有效期内。

5.6.2 监测设备的核查

为保证监测数据的准确可靠，山东丹波尔环境科技有限公司定期核查监测设备，通过实验室比对等方法，选取个别关键指标进行核查，核查结果可确定仪器是否适用，核查误差均在误差要求范围内。

5.7 监测数据的质量控制

5.7.1 数据记录

本项目分析测量到结果计算的全过程，均按规定的格式和内容，清楚、详细、准确地记录，未随意涂改。

5.7.2 数据校核

公司进行分析数据之前，由专门的校核人员对原始数据进行必要的整理和校核。由校核人员逐一校核原始记录是否符合相关规范的要求，若有计算或记录错误，反复核算后予以订正。

5.7.3 数据审核

公司审核人员对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。审核由二人独立进行或由未参与分析测量的人员进行核算。

5.7.4 数据保存

本项目监测任务合同（委托书/任务单）、原始记录、报告审核记录、监测报告、质量保证计划及其核查等资料均已归档保存。电子介质存储的报告和记录与纸质文档长期保存。

表 6 验收监测内容

为掌握本项目正常运行情况下周围的辐射环境水平，本次验收委托山东丹波尔环境科技有限公司对本次验收的相关场所及周围环境进行了现场监测。

1. 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

2. 监测仪器

便携式 FH40G+FHZ672E-10 型 X- γ 剂量率仪。监测仪器主要技术参数见表 6-1。

表 6-1 监测仪器参数一览表

序号	项 目	参 数
1	仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
2	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
3	系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
4	探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
5	系统主机能量范围	36keV~1.3MeV
6	探测器能量范围	30keV~4.4MeV
7	能量范围	33keV~3MeV；相对固有误差-7.9% (相对于 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源)
8	检定单位	山东省计量科学研究院
9	检定证书编号	Y16-20247464
10	检定有效期至	2025 年 12 月 22 日

3. 监测分析方法

由两名检测人员共同进行现场监测，依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等相关要求进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算平均值和标准偏差，经校准计算后作为最终的检测结果。

4. 监测布点

本次验收监测对探伤室周围环境及储源柜表面处进行了现场监测，非工作状态下于探伤室周围共布设 18 个监测点位，A1~14；工作状态下于探伤室周围共布设 24 个点位，B1~B14。具体布点情况见表 6-2 和表 6-3，监测布点图见图 6-1。

表 6-2 非工作状态下监测布点情况一览表

点位	点位描述

A1	操作位
A2	管线口
A3	曝光室西墙外 30cm 处
A4	小防护门外 30cm 处
A5	曝光室南墙外 30cm 处
A6	大防护门外 30cm 处
A7	曝光室北墙外 30cm 处
A8	室顶上方 30cm 处
A9	通风口外 30cm 处
A10	济南鑫岳新型道路材料研发有限公司
A11-1	储源柜防护门外 30cm 处
A11-2	储源柜防护门左侧门缝 30cm 处
A11-3	储源柜防护门右侧门缝 30cm 处
A11-4	储源柜防护门上侧门缝 30cm 处
A11-5	储源柜防护门下侧门缝 30cm 处
A12	γ 射线探伤机表面 5cm
A13	γ 射线探伤机 1m 处
A14	储源柜西墙外 30cm 处（迷道入口处）

表 6-3 工作状态监测布点情况一览表

点位	点位描述
B1	操作位
B2	管线口
B3	曝光室西墙外 30cm 处
B4-1	小防护门外 30cm 处
B4-2	小防护门外左门缝 30cm 处
B4-3	小防护门外右门缝 30cm 处
B4-4	小防护门外上门缝 30cm 处
B4-5	小防护门外下门缝 30cm 处
B5	曝光室南墙外偏西 30cm 处
B6	曝光室北墙外偏西 30cm 处
B7	曝光室南墙外中间 30cm 处
B8	曝光室北墙外中间 30cm 处
B9	曝光室南墙外偏东 30cm 处
B10	曝光室北墙外偏东 30cm 处
B11-1	大防护门外中间位置 30cm 处

B11-2	大防护门外偏左侧 30cm 处
B11-3	大防护门外偏右侧 30cm 处
B11-4	大防护门外左门缝 30cm 处
B11-5	大防护门外右门缝 30cm 处
B11-6	大防护门外上门缝 30cm 处
B11-7	大防护门外下门缝 30cm 处
B12	室顶上方 30cm 处
B13	通风口外 30cm 处
B14	济南鑫岳新型道路材料研发有限公司

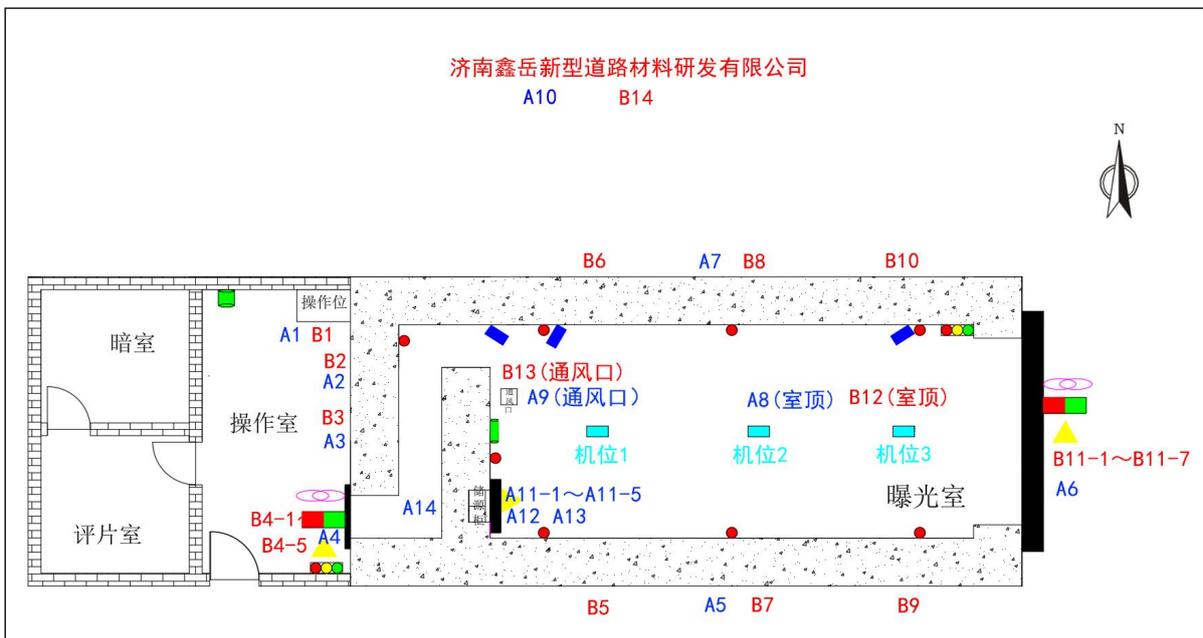


图 6-1 监测布点图

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况

本项目于曝光室内使用X射线探伤机和 γ 射线探伤机，X射线探伤机和 γ 射线探伤机不会同时使用，因 γ 射线探伤机的能量大于X射线探伤机，本次验收选用放射源工作状态下进行运行监测。

监测时间：2024年5月16日；监测条件：天气：晴，温度：26.3℃，相对湿度：42.6%。

监测工况：检测时使用1枚 ^{192}Ir 放射源，编码0325IR006932，出厂日期为2025年4月28日，检测时活度为85Ci），检测时未放置工件。

7.2 验收监测结果

本项目 ^{192}Ir 放射源非工作状态及工作状态下探伤室周围及环境保护目标处监测结果见表7-1。

表 7-1 非工作状态下曝光室及储源柜周围 γ 辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差
A1	操作位	108.1	1.2
A2	管线口	90.0	1.0
A3	曝光室西墙外 30cm 处	86.6	0.9
A4	小防护门外 30cm 处	76.9	0.8
A5	曝光室南墙外 30cm 处	55.7	0.8
A6	大防护门外 30cm 处	44.6	0.8
A7	曝光室北墙外 30cm 处	65.2	1.0
A8	室顶上方 30cm 处	41.5	0.9
A9	通风口外 30cm 处	57.3	0.7
A10	济南鑫岳新型道路材料研发有限公司	58.7	0.9
A11-1	储源柜防护门外 30cm 处	1.42 $\mu\text{Gy/h}$	0.06
A11-2	储源柜防护门左侧门缝 30cm 处	200.3	1.6
A11-3	储源柜防护门右侧门缝 30cm 处	248.8	1.8
A11-4	储源柜防护门上侧门缝 30cm 处	92.3	0.8
A11-5	储源柜防护门下侧门缝 30cm 处	167.0	1.5

A12	γ 射线探伤机表面 5cm	90.1 μ Gy/h	0.9
A13	γ 射线探伤机 1m 处	10.3 μ Gy/h	0.1
A14	储源柜西墙外 30cm 处（迷道入口处）	56.3	0.9
注：1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/h；宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8； 2. 检测时储源柜内存放一台 γ 射线探伤机（内置 1 枚 ¹⁹² Ir 放射源，编码 0325IR006932，出厂日期为 2025 年 4 月 28 日，检测时活度为 85Ci）。			

表 7-2 放射源工作状态下探伤室及周围 γ 辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差	备注
B1	操作位	126.1	1.3	放射源位于机位 1
B2	管线口	99.5	1.1	
B3	曝光室西墙外 30cm 处	92.8	0.8	
B4-1	小防护门外 30cm 处	93.0	1.0	
B4-2	小防护门外左门缝 30cm 处	91.2	0.9	
B4-3	小防护门外右门缝 30cm 处	88.6	0.8	
B4-4	小防护门外上门缝 30cm 处	91.1	0.9	
B4-5	小防护门外下门缝 30cm 处	89.3	0.7	
B5	曝光室南墙外偏西 30cm 处	70.4	0.9	
B6	曝光室北墙外偏西 30cm 处	76.2	0.9	
B7	曝光室南墙外中间 30cm 处	68.1	1.0	放射源位于机位 2
B8	曝光室北墙外中间 30cm 处	69.7	0.7	
B9	曝光室南墙外偏东 30cm 处	71.6	0.7	放射源位于机位 3
B10	曝光室北墙外偏东 30cm 处	78.3	0.8	
B11-1	大防护门外中间位置 30cm 处	106.0	1.2	
B11-2	大防护门外偏左侧 30cm 处	97.9	1.1	
B11-3	大防护门外偏右侧 30cm 处	113.6	1.3	

B11-4	大防护门外左门缝 30cm 处	46.4	1.1	
B11-5	大防护门外右门缝 30cm 处	1.11 μ Gy/h	0.02	
B11-6	大防护门外上门缝 30cm 处	576.5	1.7	
B11-7	大防护门外下门缝 30cm 处	60.8	0.9	
B12	室顶上方 30cm 处	109.1	1.4	
B13	通风口外 30cm 处	356.3	1.7	放射源 位于机 位 1
B14	济南鑫岳新型道路材料研发有限公司	64.3	0.9	放射源 位于机 位 3

注：1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/h；宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
2. 机位 1 位于曝光室西侧，距离曝光室南墙 2m，距离迷道内墙 2m；机位 2 位于曝光室中间位置，距离曝光室南墙 2m，距离迷道内墙 5m，机位 3 位于曝光室东侧，距离曝光室南墙 2m，距离大防护门 2m，检测时放射源离地高度约 1.5m，各机位位于检测点最近位置。
3. 检测时，曝光室内未放置工件。

由表 7-1 可知，在非工作状态下，曝光室四周、室顶、通风口、防护门外 30cm 处及环境保护目标处辐射剂量率为（41.5~108.1）nGy/h，处于济南市环境天然辐射水平波动范围内。

由表 7-1 可知，内置 1 枚 $^{85}\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 放射源时，非工作状态储源柜周围的辐射剂量率为（56.3nGy/h~1.42 μ Gy/h），低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 μ Sv/h 标准限值。根据检测结果估算， ^{192}Ir 放射源活度为 100Ci 时，储源柜周围的辐射剂量率为（66.24nGy/h~1.67 μ Gy/h，低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 μ Sv/h 标准限值）。

由表 7-1 可知，内置 1 枚 $^{85}\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 放射源时， γ 射线探伤机表面 5cm 处和 1m 处 γ 辐射剂量率分别为 90.1 μ Gy/h、10.3 μ Gy/h，分别低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的源容器外 5cm 周围剂量当量率控制值 0.5mSv/h、1m 周围剂量当量率控制值 0.02mSv/h，满足要求。根据检测结果估算， ^{192}Ir 放射源活度为 100Ci 时， γ 射线探伤机表面 5cm 处和 1m 处最大 γ 辐射剂量率分别为 106 μ Gy/h、12.12 μ Gy/h，满足源容器外 5cm 周围剂量当量率控制值 0.5mSv/h 的要求。

由表 7-2 可知，放射源工作状态下，曝光室四周、防护门外以及室顶上方 30cm 处及

环境保护目标处剂量率为（46.4nGy/h~1.11 μ Gy/h），低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 μ Sv/h 标准限值。根据检测结果估算，¹⁹²Ir 放射源活度为 100Ci 时，曝光室周围的辐射剂量率为（54.59nGy/h~1.306 μ Gy/h），低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 μ Sv/h 标准限值。

7.3 职业人员与公众成员受照剂量

1. 年有效剂量估算公式

$$H=Dr \times t \times T \quad (7-1)$$

式中：H——年有效剂量，Sv/a；

Dr——X 剂量率，Gy/h；

t——年受照时间，h；

T——居留因子，无量纲。

2. 居留因子

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），具体数值见表 7-3。

表 7-3 居留因子的选取

场所	居留因子 T	停留位置	本项目停留位置
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区	操作室、济南鑫岳新型道路材料研发有限公司
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	2#车间（曝光室南墙）
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道	2#车间（曝光室东墙、北墙）

3. 照射时间确定

根据建设单位提供的资料，根据探伤管件的厚度不同，选取 X 射线探伤机或者 γ 射线探伤机进行探伤检测，X 射线探伤机年曝光时间不超过 500h；γ 射线探伤机年曝光时间不超过 600h，γ 射线探伤机由卖方运输人员运至曝光室储源柜内，本项目工作人员只进行探伤机的取放（包括领取、放回）和保管工作，每年取放次数不超过 250 次。

本项目配备 3 名探伤职业人员，根据使用探伤机的类别每次两人一组进行探伤检测，即使用 X 射线探伤机时，由 2 名参加 X 射线探伤防护考核的工作人员操作，使用 γ 射线探伤机时，由 2 名参加 γ 射线探伤防护考核的工作人员操作。其中 1 名探伤职业人员参与全部的探伤操作，据此计算执业人员的受照剂量。

4. 职业工作人员受照剂量

本项目运行时间较短，工作人员的个人剂量未到检测周期，因此本次采用验收监测结果对工作人员的受照剂量进行估算。

探伤机年曝光时间为 1100h，全部按照 γ 射线探伤机曝光时监测点的剂量率计算职业工作人员的受照剂量。

(1) 放射源工作状态下

根据本次验收监测结果，放射源在工作状态下，对工作人员影响的区域主要在操作位处，该处辐射剂量率为 148.4nGy/h（根据检测结果估算， ^{192}Ir 放射源活度为 100Ci 时，操作位处的辐射剂量率为 148.4nGy/h，辐射权重因子取 1，下同）。辐射工作人员的年累计受照时间为 1100h，居留因子取 1，根据公式（7-1），则

$$H=Dr \times t \times T=148.4 \times 1100 \times 1 \approx 0.163\text{mSv/a}$$

开机曝光前，职业人员先于储源柜内将 γ 射线探伤机取出，对 γ 射线探伤机表面进行检测，检测后将 γ 射线探伤机放置曝光室内合适位置，然后将输源管等进行连接，曝光结束后，将放射源收回探伤机内，并对探伤机检测，确保源已收回探伤机后将探伤机放回储源柜。每次取放及连接过程持续时间约 3min（其中，取放过程约 1min，连接过程约 2min），每年取放共 250 次，取放过程 γ 射线探伤机表面 5cm 处的辐射剂量率根据本次验收检测结果为 106 $\mu\text{Gy/h}$ （放射源活度为 100Ci 时），连接过程 γ 射线探伤机表面 1m 处的辐射剂量率根据本次验收检测结果为 12.12 $\mu\text{Gy/h}$ （放射源活度为 100Ci 时），则辐射工作人员的年有效剂量为：

$$H_2=106 \times 1/60 \times 250+12.12 \times 2/60 \times 250 \approx 0.543\text{mSv/a}$$

(2) 储源柜对进出曝光室工作人员的影响

进行探伤工作时，工作人员需进入曝光室内摆放工件和探伤机，根据验收检测结果，放射源储存状态下，储源柜防护门外受到一定的辐射影响，考虑该剂量率对进入曝光室内工作人员的影响，计算工作人员进出曝光室内的受照剂量，工作人员进出曝光室内的次数视检测工件而定，保守按照工作人员每天出入曝光室内 20 次计算，每年工作 250 天，每次在曝光室内靠近西南角位置停留时间按照 2min 计算，根据本次验收检测结果，储源柜防护门外最大剂量率为 1.67 $\mu\text{Gy/h}$ （放射源活度为 100Ci 时），则进出曝光室工作人员的年有效剂量为：

$$H_2=1.67 \times 2/60 \times 20 \times 250 \approx 0.278\text{mSv/a}$$

根据以上计算结果，职业人员的年有效剂量 $H=0.163+0.543+0.278=0.984\text{mSv}$ ，即

辐射工作人员的最大年有效剂量为 **0.984mSv**，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 5.0mSv/a 的管理剂量约束值。

5. 公众成员受照剂量

本项目对公众成员影响的区域主要为曝光室北墙、南墙、东墙以及大防护门外，曝光室室顶上方（室顶上方 2#厂房内设有航吊，航吊内工作人员偶尔经过室顶），以及保护目标处，公众成员年有效剂量见表 7-4。

表 7-4 公众成员年有效剂量

停留人员描述	时间 (h/a)	居留因子	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 (mSv/a)
储源柜周围巡视人员	73	1	1.67	0.12
曝光室东墙、北墙、大防护门外	1100	1/8	1.306	0.18
曝光室南墙	1100	1/4	84.24	0.02
曝光室室顶上方	1100	1/16	678.24	0.05
济南鑫岳新型道路材料研发有限公司	1100	1	75.65	0.08

注：1. 值班人员每 2h 在储源柜周围巡查一次，巡测一次按照 2min 计算，储源柜周围剂量率最大为 $1.67 \mu\text{Sv/h}$ ，2 名人员轮流值班，则一名值班人员在储源柜周围的停留时间为 $12 \times 2 \times 365 / 60 / 2 \approx 73\text{h}$ 。值班室距离储源柜较远，经过距离的衰减，本次不考虑储源柜对值班室内人员的影响。

2. 本项目 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机年曝光时间合计约 1100h， γ 射线探伤机曝光时对探伤室的影响较大，因此本次按照 γ 射线探伤机曝光时探伤室外的剂量率计算公众成员的受照剂量；

3. 公众成员可到达区域为曝光室东墙、南墙、北墙、大防护门外，南墙外有车间内人员经过，居留因子取 1/4，北墙、东墙、大防护门外人员很少到达，居留因子取 1/8；

4. 曝光室室顶上方航吊内偶尔会有工作人员，居留因子取 1/16，取大防护门上门缝的剂量率。

5. 以上取值根据验收检测结果折算为放射源活度为 100Ci 时的剂量率。

由以上计算可知，公众成员最大年有效剂量为 0.18mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 0.25mSv 的年管理剂量约束值，本次未扣除本底值，人员剂量估算结果偏高。

表 8 验收监测结论

按照国家有关环境保护的法律法规，中国电建集团核电工程有限公司 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目进行了环境影响评价并履行了环境影响审批手续。项目需配套建设的环境保护设施已与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

一、项目概况

本项目位于济南市平阴县安城镇顺发路 9 号，中国电建集团核电工程有限公司中电建核电装备智造基地 2#厂房内北侧中间位置，建设一座探伤室，包括曝光室、操作室、暗室和评片室，将位于历城区工业北路以北、协和学院以东，核电产业园区西南角的探伤室内 2 台 XXG-3005 型 X 射线探伤机和 1 台 γ 射线探伤机（ $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ ） \times 1 枚 ^{192}Ir ）转移至本项目曝光室（含储源柜）内使用。本项目不新购置 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机。

2024 年 8 月，公司委托山东丹波尔环境科技有限公司编制了《中国电建集团核电工程有限公司 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》；2024 年 11 月 6 日，济南市生态环境局以“济环辐表审（2024）13 号”文对该项目进行了审批。

公司于 2025 年 5 月 9 日重新申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[01181]，种类和范围为使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置，有效期至 2026 年 6 月 29 日。

二、监测结果

根据验收监测结果，在非工作状态下，曝光室四周、室顶、通风口、防护门外 30cm 处及环境保护目标处辐射剂量率为（41.5~108.1）nGy/h，处于济南市环境天然辐射水平范围内。

根据验收监测结果，内置 1 枚 ^{85}Cs ^{192}Ir 放射源时，储源柜周围的辐射剂量率为（56.3nGy/h~1.42 $\mu\text{Gy/h}$ ），低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 标准限值。根据检测结果估算， ^{192}Ir 放射源活度为 100Ci 时，储源柜周围的辐射剂量率为（66.24nGy/h~1.67 $\mu\text{Gy/h}$ ），低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 标准限值。

根据验收监测结果，内置 1 枚 ^{85}Cs ^{192}Ir 放射源时， γ 射线探伤机表面 5cm 处和 1m 处 γ 辐射剂量率分别为 90.1 $\mu\text{Gy/h}$ 、10.3 $\mu\text{Gy/h}$ ，分别低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的源容器外 5cm 周围剂量当量率控制值 0.5mSv/h、1m 周围剂量当量率控制值 0.02mSv/h，满足要求。根据检测结果估算， ^{192}Ir 放射源活度为 100Ci 时， γ 射线探伤机表面 5cm 处和 1m 处最大 γ 辐射剂量率分别为 106 $\mu\text{Gy/h}$ 、12.12 $\mu\text{Gy/h}$ ，满足源

容器外 5cm 周围剂量当量率控制值 0.5mSv/h 的要求。

根据验收监测结果，放射源工作状态下，曝光室四周、防护门外以及室顶上方 30cm 处及环境保护目标处剂量率为（46.4nGy/h~1.11 μ Gy/h），低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 μ Sv/h 标准限值。根据检测结果估算，¹⁹²Ir 放射源活度为 100Ci 时，曝光室周围的辐射剂量率为（54.59nGy/h~1.306 μ Gy/h），低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 μ Sv/h 标准限值。

三、职业与公众受照剂量

根据估算结果，本项目辐射工作人员接受的年最大有效剂量为 0.984mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的年管理剂量约束值 5.0mSv。

根据估算结果，本项目周围公众成员接受的最大年有效剂量为 0.18mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的年管理约束限值 0.1mSv，本次未扣除本底值，人员剂量估算结果偏高。

四、现场检查结果

1. 本项目探伤室为单层建筑，由曝光室、操作室、暗室和评片室组成。曝光室内径东西长 9.0m、南北宽 4.0m、高 4.0m，迷道南北长 4m、东西宽 0.8m、高 2.7m，四周墙体和迷道均为 90cm 混凝土，室顶为 70cm 混凝土。曝光室东墙中间位置设大防护门 1 个，防护能力为 80mmPb；曝光室西南侧位置设有小防护门 1 个，防护能力为 20mmPb。储源柜内嵌于曝光室迷道内墙南侧位置，储源柜净深 0.4m，净宽 0.6m，净高 1.2m，内侧设置 5mmPb 铅板，储源柜内设置 6 个格子，每个格子内可放置 1 枚 γ 射线探伤机，格子加锁；储源柜外侧设置手动推拉防护门，铅钢复合结构，尺寸为 1.6m×1.0m，防护能力为 42mmPb，防护门加锁。储源柜防护门上设置电离辐射警告标志，防护门日常处于关闭状态。

2. 曝光室内设有工作状态指示灯、急停按钮、电离辐射警告标志及门-机联锁装置；曝光室内安装有监控装置；曝光室内室顶西北角设有一通风口，安装有排风机，废气排至 2#厂房北墙外排放，为非人员密集区。探伤室安装有 1 套固定式场所辐射探测报警装置。以上设施均能够正常工作，能够满足辐射安全防护的要求。

五、环境管理

1. 公司签订了《辐射工作安全责任书》，明确了公司法人代表为第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立了辐射安全与环境保护管理科，明确了岗位职责。

2. 公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》《X射线机安全操作规程》《 γ 射线探伤机安全操作规程》《射线装置与放射源使用登记制度》《辐射防护专职负责人岗位责任制度》《辐射工作人员岗位责任制度》《设备检修维护制度》《放射人员培训管理制度》《工业 γ 射线探伤机卡源应急处理预案》《放射源管理办法》《自行检查和年度评估制度》《辐射监测计划》《放射源报废、退役处理方案》等制度，建立了辐射安全管理档案。编制了《辐射事故应急预案》，按计划开展辐射事故应急演练，每年编写辐射安全和防护状况年度评估报告并在规定时间内提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

3. 本项目配备了3名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护考核，考核合格，均处于有效期内。

4. 本项目配备了1台RDS-32型辐射巡检仪，2部JF100型个人剂量报警仪。辐射工作人员佩戴有个人剂量计。

六、危险废物

本项目产生的废胶片和废显（定）影液暂存于危废库（依托现有），公司与济南德正环保科技有限公司签订了危险废物委托处置合同。危废库位于山东拓能重机制造有限公司厂区西南侧，废显影液暂存在防渗漏且无反应的容器内，临时贮存可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。

综上所述，中国电建集团核电工程有限公司X射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，监测结果满足环境影响报告表及其审批部门审批决定，项目运行期间对辐射工作人员和公众的辐射影响满足验收执行标准，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

七、要求与建议

1. 适时修订和完善辐射安全管理制度，规范和完善辐射安全与防护管理档案。
2. 定期对辐射巡检仪开展检定/校准工作。

济南市生态环境局

济南市生态环境局关于 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表的批复

济环辐表审（2024）13 号

中国电建集团核电工程有限公司：

你公司《X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》收悉。经审查，批复如下：

一、项目主要建设内容

该项目位于济南市平阴县安城镇顺发路 9 号中国电建集团核电工程有限公司中电建核装备智造基地，拟在基地 2# 厂房北侧中间位置建设一座探伤室（单层建筑），主要包括曝光室（含储源柜）、操作室/评片室和暗室，配置 2 台 X 射线探伤机（型号为 XXG-3005，均属 II 类射线装置）和 6 台 γ 射线探伤机（每台探伤机含 1 枚 ^{192}Ir 放射源，活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ /枚，均属 II 类放射源），用于对不锈钢管件进行无损检测。X 射线探伤机和 γ 射线探伤机仅在该项目曝光室内进行室内探伤，不进行现场探伤或者移动探伤。

根据环境影响评价结论，在全面落实环境影响报告表提出的各项环境保护措施后，该项目可以满足国家环境保护相关法规和标准的要求。我局同意环境影响报告表的总体评价结论和拟采取的环境保护措施。

二、项目建设及运行中应重点做好的工作

（一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作。

1、落实该项目工作场所实体屏蔽措施，探伤室设置机械通风装置，确保探伤室四周和防护门处的辐射水平及通排风换气能力满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）。

2、对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。探伤室设置门-机联锁装置，方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室，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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均与防护门联锁。探伤室门口和内部同时设置显示“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”信号持续时间可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。在醒目的位置处设置对“照射”和“预备”信号意义的说明。探伤室内和探伤室出入口安装监视装置，控制室的操作台设置专用的监

视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。探伤室防护门上张贴符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的电离辐射警告标志和中文警示说明。探伤室内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，确保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。按钮或拉绳标明使用方法。探伤室配置固定式场所辐射探测报警装置。

3、做好放射性固体废物的处置工作。工业探伤设施不再使用，应按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117—2022)的要求实施退役程序。在放射源闲置或者废弃后3个月内，按照废旧放射源返回协议规定，将废旧放射源交回生产单位或者返回原出口方。确实无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交具备相应资质的放射性废物集中贮存单位贮存。

4、做好危险废物的处置工作。项目产生的废显(定)影液和废胶片属危险废物，妥善收集暂存后交由有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置，转移过程严格执行危险废物转移联单制度。

(二)建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施。

1、完善辐射环境监测方案，配备与该项目辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器，监测结果及时报市生态环境局平阴分局。

辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。

2、按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，并于每年1月30日前提交上一年度的评估报告。

3、修订辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实防范辐射环境风险。

4、加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。

5、设专人管理放射源，严格落实辐射安全管理责任制以及探伤机使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。

（三）环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批环境影响评价文件。

（四）在污染防治技术选用时充分考虑安全因素，对环保设施和项目开展安全风险辨识管理，健全内部管理责任制度，严格依据标准规范建设环保设施和项目。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投用的“三同时”制度。项目建成后要按规定进行建设项目竣工环境保护验收，并依法向社会公开验收报告，经验收

合格后方可正式投入使用。

四、市生态环境局平阴分局负责该项目生态环境保护措施落实情况的监督管理，市生态环境保护综合行政执法支队做好监督检查工作。



抄送：市生态环境局平阴分局、市生态环境保护综合行政执法支队。

附件二：辐射安全许可证



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：中国电建集团核电工程有限公司

统一社会信用代码：91370000165922265H

地址：山东省济南市历城区工业北路297号

法定代表人：岳增智

证书编号：鲁环辐证[01181]

种类和范围：使用Ⅱ类放射源；使用Ⅱ类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至：2026年06月29日



发证机关：山东省生态环境厅



发证日期：2025年05月09日

中华人民共和国生态环境部监制



辐射安全许可证



中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国电建集团核电工程有限公司		
统一社会信用代码	91370000165922265H		
地 址	山东省济南市历城区工业北路 297 号		
法定代表人	姓 名	岳增智	联系方式 15853132528
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	探伤现场及探伤室	山东省济南市历城区工业北路 297 号	岳增智
	贮源室	山东省济南市历城区工业北路以北、协和学院以东，核电产业园区西南角探伤室内地下贮源室	岳增智
	探伤室	山东省济南市历城区工业北路以北、协和学院以东，核电产业园区西南角探伤室	岳增智
	2#探伤室	山东省济南市平阴县安城镇顺发路 9 号，中国电建集团核电工程有限公司中电建核电装备智造基地 2#厂房内北侧中间位置	岳增智
证书编号	鲁环辐证[01181]		
有效期至	2026 年 02 月 29 日		
发证机关	山东省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2025 年 05 月 09 日		





(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[01181]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注				
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
1		Se-75	II类	使用	$3.7E+12*8$	0325SE002802	$2.81E+12$	2025-06-05	VC25053	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
2	探伤现场及探伤室	Se-75	II类	使用	$3.7E+12*3$	0325SE002792	$2.81E+12$	2025-06-05	VC22197	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
3		Ir-	II类	使用	$3.7E+12*12$	0325SE002922	$2.7E+12$	2025-06-16	VC22236	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
						0325IR0097	$3.7E+12$	2025-06-	IID2508	移动使用	海门伽玛星探伤设备有限公司		



(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[01181]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)枚数	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
		192			32		05	5	用伽玛探伤机	玛星探伤设备有限公司		
					0325IR010002	3.7E+12	2025-06-16	IID24121	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
					0325IR006932	3.7E+12	2025-04-28	IID25062	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
					0324IR015032	3.7E+12	2024-09-29	IID24166	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
					0324IR0149	2.59E+12	2024-09-	S24276	移动使	海门伽		



(一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[01181]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注					
	辐射场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门	
4				使用	3.7E+12*2	22	0324IR0095	3.7E+12	2024-05-25	IID23423	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
						52	0324IR0095	3.7E+12	2024-05-27	IID23423	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
						22	0325IR0097	3.7E+12	2025-06-05	IID25084	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		
						42	0324IR0095	3.7E+12a	2024-05-27	IID2342a	移动使用伽玛探伤机	海门伽玛星探伤设备有限公司		



(二) 非密封放射性物质

证书编号：鲁环辐证[01181]

序号	活动种类和范围										备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门	
此页无内容												





(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[01181]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	2#探伤室	工业用 X 射线探伤装置	II类	使用	2	X 射线探伤机	XXG-3005	231519	管电压 300 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤厂		
						X 射线探伤机	XXG-3005	231520	管电压 300 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤厂		
2	探伤现场及探伤室	工业用 X 射线探伤装置	II类	使用	6	X 射线探伤机	XXG-2505	221447	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤厂		
						X 射线探伤机	XXG-2505	221446	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤厂		
						X 射线探伤机	XXG-2505	221448	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤厂		
3		工业用 X 射线探伤装置	II类	使用	6	X 射线探伤机	XXG-2505	221449	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤厂		
		工业用 X 射线探伤装置	II类	使用	6	X 射线探伤机	XXG-2505	201310	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤厂		



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[01181]

序号	辐射活动场所			活动种类和范围			使用台账				备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
		射线探伤装置					2505		kV/管电流 5 mA	伤机厂		
						X射线探伤机	XXG-2505	191231	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤机厂		
						X射线探伤机	XXG-2505	191230	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤机厂		
						X射线探伤机	XXG-2505	201309	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤机厂		
						X射线探伤机	XXG-2505	230628	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东北洋检测仪器厂		
						X射线探伤机	CP300D	191706/01	管电压 300 kV 管电流 3 mA	TELEDYN E		



(四) 许可证条件

证书编号: 鲁环辐证[01181]



此页无内容



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号: 鲁环辐证[01181]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	重新申请	2025-05-09	许可证重新申领	鲁环辐证[01181]
2	重新申请	2024-08-23	许可证重新申领	鲁环辐证[01181]
3	申请	2021-06-30	申请, 批准时间: 2021-06-30	鲁环辐证[01181]





(六) 附件和附图

证书编号: 鲁环辐证[01181]



附件四：竣工环境保护验收检测报告



检 测 报 告

丹波尔辐检[2025]第 213 号

项目名称：X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目

委托单位：中国电建集团核电工程有限公司

检测单位：山东丹波尔环境科技有限公司



报告日期：2025 年 6 月 10 日

说 明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及  章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准,不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测,其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目,结果仅对采样(或检测)所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议,请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出,逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司

地址: 济南市历下区燕子山西路 58 号 2 号楼 1-101

邮编: 250013

电话: 0531-61364346

传真: 0531-61364346

检测报告

检测项目	γ 辐射剂量率		
委托单位、联系人及联系方式	中国电建集团核电工程有限公司 侯卫师 15066673257		
检测类别	委托检测	检测地点	探伤室及周围
委托日期	2025 年 5 月 14 日	检测日期	2025 年 5 月 16 日
检测依据	1. HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》 2. HJ1157-2021 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
检测设备	检测仪器名称: 便携式 X-γ 剂量率仪; 仪器型号: FH40G+FHZ672E-10; 内部编号: JC01-09-2013; 系统主机测量范围: 10nGy/h~1Gy/h; 天然本底扣除探测器测量范围: 1nGy/h~100 μGy/h; 能量范围: 33keV~3MeV; 相对固有误差: -7.9%(相对于 ¹³⁷ Cs 参考 γ 辐射源); 检定单位: 山东省计量科学研究院; 检定证书编号: Y16-20247464; 检定有效期至: 2025 年 12 月 22 日; 校准因子: 1.07。		
环境条件	天气: 晴	温度: 26.3℃	湿度: 42.6%
解释与说明	<p>公司在中电建核电装备制造基地 2#厂房内北侧中间位置建设一处探伤室(单层建筑), 包括曝光室(含储源柜)、操作室/评片室和暗室。在探伤室内使用 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机。探伤机的存放会对周围环境产生影响, 依据相关标准对探伤室及周围进行辐射环境现状检测。</p> <p>检测结果见第 2-3 页, 检测点位示意图及现场照片见附图。</p>		

检测报告

表 1 非工作状态下曝光室及储源柜周围 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差
A1	操作位	108.1	1.2
A2	管线口	90.0	1.0
A3	曝光室西墙外 30cm 处	86.6	0.9
A4	小防护门外 30cm 处	76.9	0.8
A5	曝光室南墙外 30cm 处	55.7	0.8
A6	大防护门外 30cm 处	44.6	0.8
A7	曝光室北墙外 30cm 处	65.2	1.0
A8	室顶上方 30cm 处	41.5	0.9
A9	通风口外 30cm 处	57.3	0.7
A10	济南鑫岳新型道路材料研发有限公司	58.7	0.9
A11-1	储源柜防护门外 30cm 处	1.42 μ Gy/h	0.06
A11-2	储源柜防护门左侧门缝 30cm 处	200.3	1.6
A11-3	储源柜防护门右侧门缝 30cm 处	248.8	1.8
A11-4	储源柜防护门上侧门缝 30cm 处	92.3	0.8
A11-5	储源柜防护门下侧门缝 30cm 处	167.0	1.5
A12	γ 射线探伤机表面 5cm	90.1 μ Gy/h	0.9
A13	γ 射线探伤机 1m 处	10.3 μ Gy/h	0.1
A14	储源柜西墙外 30cm 处 (迷道入口处)	56.3	0.9
范 围		41.5nGy/h~90.1 μ Gy/h	

注: 1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/h; 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子, 原野和道路为 1, 平房取 0.9, 多层建筑物取 0.8;

2. 检测时储源柜内存放一台 γ 射线探伤机 (内含 1 枚 ^{192}Ir 放射源, 编码 0325IR006932, 出场日期为 2025 年 4 月 28 日, 检测时活度为 85Ci)。

检测报告

表 2 放射源工作状态下探伤室及周围 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差	备注
B1	操作位	126.1	1.3	放射源位于机位 1
B2	管线口	99.5	1.1	
B3	曝光室西墙外 30cm 处	92.8	0.8	
B4-1	小防护门外 30cm 处	93.0	1.0	
B4-2	小防护门外左门缝 30cm 处	91.2	0.9	
B4-3	小防护门外右门缝 30cm 处	88.6	0.8	
B4-4	小防护门外上门缝 30cm 处	91.1	0.9	
B4-5	小防护门外下门缝 30cm 处	89.3	0.7	
B5	曝光室南墙外偏西 30cm 处	70.4	0.9	
B6	曝光室北墙外偏西 30cm 处	76.2	0.9	
B7	曝光室南墙外中间 30cm 处	68.1	1.0	放射源位于机位 2
B8	曝光室北墙外中间 30cm 处	69.7	0.7	
B9	曝光室南墙外偏东 30cm 处	71.6	0.7	放射源位于机位 3
B10	曝光室北墙外偏东 30cm 处	78.3	0.8	
B11-1	大防护门外中间位置 30cm 处	106.0	1.2	
B11-2	大防护门外偏左侧 30cm 处	97.9	1.1	
B11-3	大防护门外偏右侧 30cm 处	113.6	1.3	

 检测
 合格
 02

检测报告

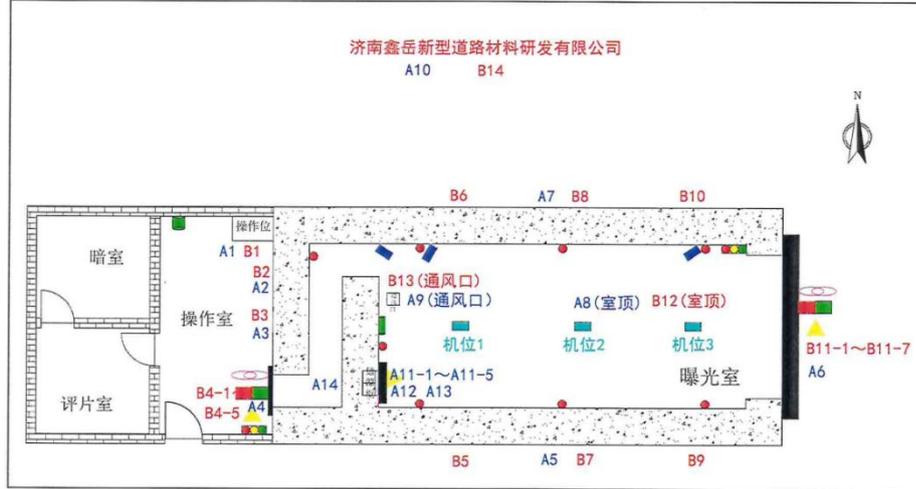
续表 2 放射源工作状态下探伤室及周围 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差	备注
B11-4	大防护门外左门缝 30cm 处	46.4	1.1	放射源位于机位 3
B11-5	大防护门外右门缝 30cm 处	1.11 μ Gy/h	0.02	
B11-6	大防护门外上门缝 30cm 处	576.5	1.7	
B11-7	大防护门外下门缝 30cm 处	60.8	0.9	
B12	室顶上方 30cm 处	109.1	1.4	
B13	通风口外 30cm 处	356.3	1.7	放射源位于机位 1
B14	济南鑫岳新型道路材料研发有限公司	64.3	0.9	放射源位于机位 3
范 围		46.4nGy/h~1.11 μ Gy/h		/

- 注: 1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/h; 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子, 原野和道路为 1, 平房取 0.9, 多层建筑物取 0.8;
2. 检测时使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源, 编码 0325IR006932, 出场日期为 2025 年 4 月 28 日, 检测时活度为 85Ci);
3. 机位 1 位于曝光室西侧, 距离曝光室南墙 2m, 距离迷道内墙 2m; 机位 2 位于曝光室中间位置, 距离曝光室南墙 2m, 距离迷道内墙 5m, 机位 3 位于曝光室东侧, 距离曝光室南墙 2m, 距离大防护门 2m, 检测时放射源离地高度约 1.5m, 各机位位于检测点最近位置。
4. 检测时曝光室内未放置工件。

检测报告

附图 1: 检测布点示意图



济南鑫岳新型道路材料研发有限公司

检测报告

附图 2：现场照片

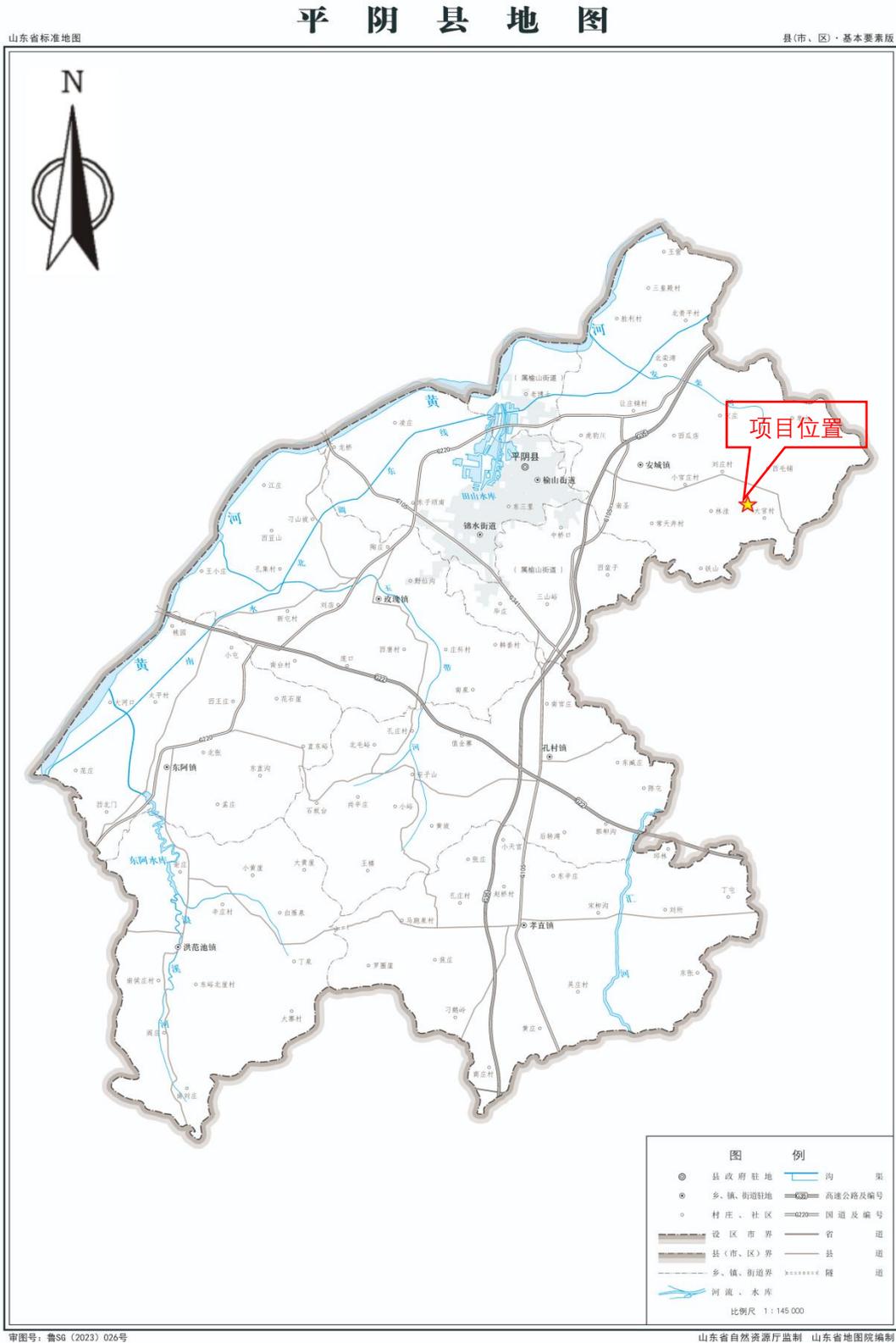


以 下 空 白



检测人员 张 核验人员 韩明作 批准人 刘金强
编制日期 2025.6.10 核验日期 2025.6.10 批准日期 2025.6.10

附图一：公司地理位置示意图



附图二：公司中电建核电装备智造基地周边关系影像图



附图 4 2#厂房平面布置图

