

2026-F-016

核技术利用建设项目

江苏和能智能制造有限公司  
新建 6 座固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房项目  
环境影响报告表

江苏和能智能制造有限公司



生态环境部监制

## 核技术利用建设项目

江苏和能智能制造有限公司

新建 6 座固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房项目

环境影响报告表

建设单位名称：江苏和能智能制造有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省南通市启东市吕四港经济开发区临港东路 888 号

邮政编码：226245

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：



# 环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



本证书由中华人民共和国人力资源  
和社会保障部、生态环境部批准颁发，  
表明持证人通过国家统一组织的考试，  
取得环境影响评价工程师职业资格。

姓名：左中艳

证件号码：

性别：女

出生年月：1998年01月

批准日期：2025年06月15日

管理号：03520250632000000049



中华人民共和国  
人力资源和社会保障部



中华人民共和国  
生态环境部



# 编制主持人现场照片

地址：江苏和能智能制造有限公司新建固定式6座X、γ射线探伤房项目环评现场

时间：2026年2月3日

编制主持人：左中艳

职业资格证书管理号：03520250632000000049



建设单位大门口照片



本项目拟建址处

## 江苏省社会保险权益记录单 (参保单位)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

现参保地：建邺区

统一社会信用代码：91320105MA1MQU5T14

查询时间：202603-202605

共1页，第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险	
缴费总人数	28	28	28	
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)	缴费起止年月	缴费月数
1	左中艳		202603 - 202605	3
2	王紫薇		202603 - 202605	3

说明：

1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
4. 本权益单记录单出具后有效期内（6个月），如需核对真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。



## 目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6 评价依据.....	9
表 7 保护目标与评价标准.....	12
表 8 环境质量和辐射现状.....	16
表 9 项目工程分析与源项.....	21
表 10 辐射安全与防护.....	31
表 11 环境影响分析.....	44
表 12 辐射安全管理.....	87
表 13 结论与建议.....	92
表 14 审批.....	93

附图 1 江苏和能智能制造有限公司厂区地理位置图

附图 2 江苏和能智能制造有限公司厂区平面布局及周围环境图

附图 3 本项目探伤车间一平面布局及周围环境图

附图 4 本项目探伤车间二平面布局及周围环境图

附图 5 1#~4#探伤房及放射源暂存库平面布局及分区图

附图 6 5#、6#探伤房平面布局及分区图

附图 7 1#~4#探伤房和放射源暂存库屏蔽设计图

附图 8 5#、6#探伤房屏蔽设计图

附图 9 本项目 1#~4#探伤房及放射源暂存库辐射防护措施布置图

附图 10 本项目 5#、6#探伤房辐射防护措施布置图

附图 11 本项目 1#~4#探伤房通风散射示意图

附图 12 本项目 5#、6#探伤房通风散射示意图

附图 13 本项目放射源各放射源中心点到源库各侧的距离示意图

附图 14 公众有效剂量计算关注点位图 1

附图 15 公众有效剂量计算关注点位图 2

附件 1 项目委托书

附件 2 放射源使用承诺书

附件 3 射线装置使用承诺书

附件 4 废源及废贫铀罐退役承诺书

附件 5 洗片废液及废胶片安全处置承诺书

附件 6 辐射屏蔽防护设计说明

附件 7 辐射环境现状检测报告复印件

附件 8 X 射线探伤机生产厂家关于探伤机参数的说明

附件 9 厂区环评批复复印件

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		江苏和能智能制造有限公司新建 6 座固定式 X、γ射线探伤房项目				
建设单位		江苏和能智能制造有限公司				
法人代表		徐付奎	联系人		联系电话	
注册地址		江苏省南通市启东市吕四港经济开发区临港东路 888 号				
项目建设地点		江苏省南通市启东市吕四港经济开发区临港东路 888 号公司厂区探伤车间一、探伤车间二				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）			项目环保投资（万元）	投资比例（环保投资/总投资）	44.8%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m <sup>2</sup> ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性物质			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他	/				
<p><b>项目概述</b></p> <p><b>1 建设单位基本情况、项目建设规模及任务由来</b></p> <p><b>1.1 建设单位基本情况</b></p> <p>江苏和能智能制造有限公司成立于 2025 年 6 月，属于中国核工业第五建设有限公司全资子公司。公司地址位于江苏省南通市启东市吕四港经济开发区临港东路 888 号。公司主要经营范围包括：民用核安全设备制造；特种设备制造；特种设备检验检测；特种设备设计；特种设备安装改造修理；民用核安全设备设计；建设工程设计；特种设备销售；特种设备出租；通用设备制造（不含特种设备制造）；金属结构制造；海洋工程装备制造；新能源原动设备制造；货物进出口；技术进出口；进出口代理；国内贸易代理；非金属矿及制品销售；金属材料销售；金属制品销售；五金产品批发；</p>						

五金产品零售；机械电气设备销售；建筑材料销售；信息系统集成服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；信息咨询服务（不含许可类信息咨询服务）；劳务服务（不含劳务派遣）；工业工程设计服务；工程技术服务（规划管理、勘察、设计、监理除外）；金属切割及焊接设备销售；海洋工程设计和模块设计制造服务等。

## 1.2 项目建设规模及任务由来

江苏和能智能制造有限公司主要从事核电管道、支架、钢结构、风电钢结构等产品的制造，公司计划年产不锈钢产品约 11600 吨（其中核电配件约 3100 吨，非核电配件约 8500 吨），碳钢产品 100000 吨（其中核电配件约 24100 吨，非核电配件约 75900 吨）。公司已取得《江苏和能智能制造有限公司江苏和能启东智能制造基地项目环境影响报告书》环评批复（附件 9）。

因公司生产部分产品的检测需要，江苏和能智能制造有限公司拟于公司厂区探伤车间一东部新建 4 座固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房和 1 座放射源暂存库，拟于厂区探伤车间二东部新建 2 座固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房，6 座 X、 $\gamma$ 射线探伤房用于对公司生产的压力容器、不锈钢管道及钢板等进行无损检测。压力容器、不锈钢管道长度约为 0.5m~9m，直径约为 0.1m~2.5m，壁厚约为 2mm~96mm，钢板长度约为 0.5m~3m，宽度约为 0.1m~2.5m，厚度最大约为 100mm。

公司拟为本项目配备 1 台  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机、12 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机、12 台  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机和 20 台 X 射线探伤机，其中 1 台  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机仅在 4#探伤房内使用，12 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机和 12 台  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机可在 1#~6#探伤房内使用（其中 6 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机和 6 台  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机备用）、20 台 X 射线探伤机可在 1#~6#探伤房内使用。公司 1#~6#探伤房内每次仅使用 1 台探伤机。

公司拟于 1#探伤房曝光室外北侧新建 1 座放射源暂存库，本项目拟配备的 $\gamma$ 射线探伤机均拟集中储存于放射源暂存库内，探伤时根据需求从放射源暂存库内领取相应 $\gamma$ 射线探伤机至各探伤场所内使用，使用完成后需将 $\gamma$ 射线探伤机及时归还至放射源暂存库内。本项目产生的洗片废液、废胶片等危险废物，暂存于厂区危化品库内的危废暂存间中（详见附图 2），定期交由有资质单位处理处置。

公司拟为本项目配备 29 名辐射工作人员，本项目采用两班制，1#~6#探伤房每班

各拟配备 2 名辐射工作人员，放射源暂存库每班拟配备 2 名辐射工作人员专职负责管理，1 名人员作为辐射防护负责人。本项目 1#~6#探伤房每班周开机曝光时间均约为 10 小时，年工作时间为 50 周，每年开机曝光时间均约为 500 小时。1#~6#探伤房周总开机曝光时间均约为 20 小时，年总开机曝光时间均约为 1000 小时，该单位本次核技术应用项目情况一览表见下表 1-1。

表 1-1 江苏和能智能制造有限公司核技术应用情况一览表

放射源									
序号	放射源名称	枚数	单枚活度 Bq		放射源类别	工作场所名称	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	<sup>60</sup> Co	1	7.4×10 <sup>12</sup> Bq		II	4#探伤房	本次环评	未许可	拟购，M 类探伤机
2	<sup>192</sup> Ir	12	4.44×10 <sup>12</sup> Bq		II	1#~6#探伤房			拟购，P 类探伤机
3	<sup>75</sup> Se	12	4.44×10 <sup>12</sup> Bq		II	1#~6#探伤房			拟购，P 类探伤机
射线装置									
序号	射线装置	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	XXG-1605 型 X 射线探伤机	4	160	5	II 类	1#~6#探伤房	本次环评	未许可	拟购，定向机，最大功率 800W
2	XXG-2505 型 X 射线探伤机	4	250	5	II 类	1#~6#探伤房	本次环评	未许可	拟购，定向机，最大功率 1250W
3	XXGH-3005 Z 型 X 射线探伤机	4	300	5	II 类	1#~6#探伤房	本次环评	未许可	拟购，周向机，最大功率 1500W
4	XXG-3505 型 X 射线探伤机	4	350	5	II 类	1#~6#探伤房	本次环评	未许可	拟购，定向机，最大功率 1750W
5	SMART EVO 300D 型 X 射线探伤机	4	300	4.5	II 类	1#~6#探伤房	本次环评	未许可	拟购，定向机，最大功率 900W

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《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《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目使用 II 类射线装置及 II 类放射源，应当编制环境影响报告

表。受江苏和能智能制造有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环 境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测和评价分析，编制该项目环境 影响报告表。

## 2 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏和能智能制造有限公司位于江苏省南通市启东市吕四港经济开发区临港东 路 888 号，公司地理位置见附图 1。公司厂区东侧为东海大道，南侧为空地，西侧为 启东惠生海工装备有限公司，南侧为卫海大道。公司厂区总平面图及周围环境见附图 2。

本项目 1#~4#探伤房及放射源暂存库均拟建于公司厂区探伤车间一东部，1#、2#、 3#、4#探伤房及放射源暂存库相邻而建，自北向南依次为放射源暂存库、1#探伤房、 2#探伤房、3#探伤房、4#探伤房。1#~4#探伤房及放射源暂存库均拟建东侧依次为厂 内道路及主厂房，南侧依次为厂内道路及喷砂防腐车间，西侧依次为探伤车间一内场 所、厂内道路、酸洗钝化车间及成品仓库，北侧依次为厂内道路及探伤车间二，楼上、 楼下均无建筑。公司探伤车间一平面布局图见附图 3。

本项目 5#、6#探伤房拟建于公司厂区探伤车间二东部，5#、6#探伤房相邻而建， 自北向南依次为 6#探伤房、5#探伤房。5#、6#探伤房拟建东侧依次为厂内道路及主厂 房，南侧依次为厂内道路及探伤车间一，西侧依次为探伤车间二内场所、厂内道路及 成品仓库，北侧依次为厂内道路、综合站房及综合厂房，楼上、楼下均无建筑。公司 探伤车间二平面布局图见附图 4。

根据本项目特点，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响 评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定，确定以本项目 1#~6#探伤房曝 光室实体屏蔽墙及放射源暂存库实体屏蔽墙外 50m 的范围作为评价范围。根据现场调 查分析及附图 2 可知，本项目各 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围 50m 评价范 围内均无居民区、学校等敏感点。因此，本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人 员、1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围评价范围内的公众。

## 3 单位原有核技术许可情况

本项目为公司首次开展核技术利用项目。

#### 4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加 1#~6#探伤房拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效地控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，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。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	<sup>60</sup> Co	7.4×10 <sup>12</sup> ×1	II	使用	无损检测	4#探伤房	拟贮存于新建的放射源暂存库源坑内，放射源随源容器存放	拟购
2	<sup>192</sup> Ir	4.44×10 <sup>12</sup> ×12	II	使用	无损检测	1#~6#探伤房		
3	<sup>75</sup> Se	4.44×10 <sup>12</sup> ×12	II	使用	无损检测	1#~6#探伤房		
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

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

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II	4	XXG-1605 型	160	5	无损检测	1#~6#探伤房	拟购, 定向机, 最大功率 800W
2	X 射线探伤机	II	4	XXG-2505 型	250	5	无损检测	1#~6#探伤房	拟购, 定向机, 最大功率 1250W
3	X 射线探伤机	II	4	XXGH-3005Z 型	300	5	无损检测	1#~6#探伤房	拟购, 周向机, 最大功率 1500W
4	X 射线探伤机	II	4	XXG-3505 型	350	5	无损检测	1#~6#探伤房	拟购, 定向机, 最大功率 1750W
5	X 射线探伤机	II	4	SMART EVO 300D 型	300	4.5	无损检测	1#~6#探伤房	拟购, 定向机, 最大功率 900W

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
退役的放射源	固态	<sup>60</sup> Co、 <sup>192</sup> Ir、 <sup>75</sup> Se	<sup>60</sup> Co 使用 10 年退役， <sup>192</sup> Ir 及 <sup>75</sup> Se 使用 2 个半衰期退役，退役时 <sup>60</sup> Co 源强约 $2.00 \times 10^{12}$ Bq， <sup>192</sup> Ir 及 <sup>75</sup> Se 源强约 $1.11 \times 10^{12}$ Bq	/	/	/	退回厂家回收前暂存于放射源暂存库内	由放射源生产厂家回收处置
退役 $\gamma$ 探伤机屏蔽装置（贫铀罐）	固态	/	每 10 年退役更换	/	/	/	退回厂家回收前暂存于放射源暂存库内	由 $\gamma$ 射线探伤机生产厂家回收处置
显影、定影废液	液态	/	/	约 100L	约 1200L	/	依托厂区内的危废暂存间，集中收集后暂存于危废暂存间内	集中收贮后交由有资质单位处理处置
一次、二次冲洗废水		/	/	约 200L	约 2400L	/	依托厂区内的危废暂存间，集中收集后暂存于危废暂存间内	集中收贮后交由有资质单位处理处置
三次以上冲洗废水		/	/	/	/	/	无暂存	经预处理后接管至启东胜科水务有限公司，处理达标后排入黄海。
废胶片	固态	/	/	约 5kg	约 60kg	/	集中收集后暂存于公司危废暂存间内	收集贮存后交由有资质单位进行处理处置
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过通风系统最终排入外环境，臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小

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

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），国家主席令第九号公布，2015 年 1 月 1 日施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第二十四号修正</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第六号公布，2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第六八二号，2017 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第七零九号第二次修订，2019 年 3 月 2 日发布</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第十六号，2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(7) 《关于印发〈关于<math>\gamma</math>射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》，国家环境保护总局文件，环发〔2007〕8 号</p> <p>(8) 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局 2005 年第六十二号，2005 年 12 月 23 日</p> <p>(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 年 12 月 5 日</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），2021 年 1 月 4 日中华人民共和国生态环境部令第二十号修正</p> <p>(11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第十八号，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第九号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日</p> <p>(14) 《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部令第三十六号公布，自 2025 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，</p>
------	--

	<p>生态环境部公告 2019 年 第 57 号，2019 年 12 月 23 日</p> <p>(16) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(17) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 39 号，2019 年 10 月 21 日</p> <p>(18) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修正版)，2018 年 3 月 28 日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议修正</p> <p>(19) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日</p> <p>(20) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日</p> <p>(21) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书(表)编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号，2021 年 5 月 28 日</p> <p>(22) 《江苏省辐射事故应急预案》(2020 年修订版)，苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日发布</p> <p>(23) 《江苏省生态环境厅关于印发辐射安全许可证办理等工作程序和规范的通知》，苏环规〔2025〕1 号，2025 年 9 月 21 日起施行。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)</p> <p>(3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)</p> <p>(5) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及修改单</p> <p>(9) 《<math>\gamma</math>射线探伤机》(GB/T14058 -2023)</p> <p>(10) 《密封放射源及密封<math>\gamma</math>放射源容器的放射卫生防护标准》(GBZ114-2006)</p>

其他	<p><b>与本项目相关附件：</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>(1) 项目委托书（附件 1）</li><li>(2) 放射源使用承诺书（附件 2）</li><li>(3) 射线装置使用承诺书（附件 3）</li><li>(4) 废源及废贫铀罐退役承诺书（附件 4）</li><li>(5) 洗片废液及废胶片安全处置承诺书（附件 5）</li><li>(6) 辐射屏蔽防护设计说明（附件 6）</li><li>(7) 辐射环境现状检测报告复印件（附件 7）</li><li>(8) X 射线探伤机生产厂家关于探伤机参数的说明（附件 8）</li><li>(9) 厂区环评批复复印件（附件 9）</li></ul>
----	--

**表 7 保护目标与评价标准**

**评价范围**

根据本项目的特点，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的规定，确定分别以本项目 1#~6#探伤房曝光室及放射源暂存库实体边界外 50m 的范围作为评价范围。

**保护目标**

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。

对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围 50m 范围内均无居民区、学校等环境敏感目标，本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员、1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围评价范围内的公众。

**表 7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表**

项目	保护目标性质	方位	保护目标位置	最近距离	规模	环境保护要求（mSv/a）
1#、2#、3#、4#探伤房及放射源暂存库	辐射工作人员	北侧	5#、6#探伤房	约 20m	8 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
			放射源暂存库	紧邻	4 人	
		西侧	1#、2#、3#、4#探伤房	紧邻	16 人	
	公众	东侧	厂内道路	约 1m	流动人员	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
			主厂房	约 31m	约 20 人	
		南侧	厂内道路	约 1m	流动人员	
			喷砂防腐车间	约 18m	约 10 人	
		西侧	厂内道路	约 1m	流动人员	

5#、6# 探伤房			酸洗钝化车间	约 38m	约 8 人	
			成品仓库	约 38m	约 5 人	
		北侧	厂内道路	约 1m	流动人员	
	辐射工 作人员	西侧	5#、6#探伤房	紧邻	8 人	职业人员年 剂量约束值 5mSv/a
		南侧	放射源暂存库	约 14m	4 人	
			1#、2#、3#、4#探伤 房	约 30m	16 人	
	公众	东侧	厂内道路	约 1m	流动人员	公众人员年 剂量约束值 0.1mSv/a
			主厂房	约 31m	约 10 人	
		南侧	厂内道路	约 1m	流动人员	
		西侧	厂内道路	约 1m	流动人员	
			成品仓库	约 38m	约 5 人	
		北侧	厂内道路	约 1m	流动人员	
综合站房			约 43m	约 3 人		
综合厂房	约 23m		约 15 人			

## 评价标准

### 1 剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

/	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

### 2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv~0.3 mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

(1) 辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中职业人员年剂量限值的1/4, 即职业人员年剂量约束值不大于**5mSv/a**;

(2) 公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中公众照射剂量限值的10%, 即公众年剂量约束值不大于**0.1mSv/a**。

### 3 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

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 $\mu$ Sv/周, 对公众场所, 其值应不大于 5 $\mu$ 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 $\mu$ Sv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

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;

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 $\mu$ Sv/h。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平:

(1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值不大于**100 $\mu$ Sv/周**, 对公众场所, 其值不大于 **5 $\mu$ Sv/周**。

(2) 本项目各 X、 $\gamma$ 射线探伤房四周屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 **2.5 $\mu$ Sv/h**。

(3) 本项目各 X、 $\gamma$ 射线探伤房曝光室顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 **100 $\mu$ Sv/h** (本项目 1#~6#探伤房曝光室顶部人员均不可达)。

### 4 参考资料

(1) 《辐射防护导论》, 方杰主编。

(2) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(辐射防护 第 13 卷第 2 期, 1993 年 3 月), 江苏省环境监测站。

表 7-3 江苏省环境天然 $\gamma$ 辐射水平（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差（s）	7.0	12.3	14.0

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时，参考测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

江苏和能智能制造有限公司位于江苏省南通市启东市吕四港经济开发区临港东路 888 号，公司地理位置见附图 1。公司厂区东侧为东海大道，南侧为空地，西侧为启东惠生海工装备有限公司，南侧为卫海大道。公司厂区总平面图及周围环境见附图 2。

本项目 1#~4#探伤房及放射源暂存库均拟建于公司厂区探伤车间一东部，1#、2#、3#、4#探伤房及放射源暂存库相邻而建，自北向南依次为放射源暂存库、1#探伤房、2#探伤房、3#探伤房、4#探伤房。1#~4#探伤房及放射源暂存库均拟建东侧依次为厂内道路及主厂房，南侧依次为厂内道路及喷砂防腐车间，西侧依次为探伤车间一内场所、厂内道路、酸洗钝化车间及成品仓库，北侧依次为厂内道路及探伤车间二，楼上、楼下均无建筑。公司探伤车间一平面布局图见附图 3。

本项目 5#、6#探伤房拟建于公司厂区探伤车间二东部，5#、6#探伤房相邻而建，自北向南依次为 6#探伤房、5#探伤房。5#、6#探伤房拟建东侧依次为厂内道路及主厂房，南侧依次为厂内道路及探伤车间一，西侧依次为探伤车间二内场所、厂内道路及成品仓库，北侧依次为厂内道路、综合站房及综合厂房，楼上、楼下均无建筑。公司探伤车间二平面布局图见附图 4。

本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围 50m 范围内均无居民区、学校等环境敏感目标，本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员、1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围评价范围内的公众。

本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围环境现状见图 8-1。



1#~4#探伤房及放射源暂存库拟建址东侧  
(厂内道路)



1#~4#探伤房及放射源暂存库拟建址南侧  
(厂内道路)



1#~4#探伤房及放射源暂存库拟建址西侧  
(厂内道路)



1#~4#探伤房及放射源暂存库拟建址北侧  
(厂内道路)



1#~4#探伤房及放射源暂存库拟建址现状



5#、6#探伤房拟建址东侧 (厂内道路)



5#、6#探伤房拟建址南侧 (厂内道路)



5#、6#探伤房拟建址西侧 (厂内道路)



5#、6#探伤房拟建址北侧 (厂内道路)



5#、6#探伤房拟建址现状

图 8-1 本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围环境现状照片

## 2 环境现状评价的对象、检测因子和检测点位

环境现状评价的对象：本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围辐射环境

检测因子： $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率

检测点位：在本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围进行布点，共计布点 15 个

## 3 检测方案、质量保证措施及检测结果

### 3.1 检测方案

检测项目： $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率

检测布点：在 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-2、图 8-3

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测时间：2026 年 2 月 3 日

检测仪器：环境监测用 X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪（型号 BG9512PG03）  
（设备编号：J2825，检定有效期：2025.8.13~2026.8.12，检测范围：10nGy/h~200 $\mu$ Gy/h，能量响应：25keV~3MeV）

环境条件：天气：晴 温度：6°C 湿度：54.5 %RH

检测方法：《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差

### 3.2 质量保证措施

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定，检验检测机构资质认定证书编号为 231020341442

检测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点

检测过程质量控制质量保证：本项目检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，实施全过程质量控制

检测人员、检测仪器及检测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，检测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行三级审核。

### 3.3 检测结果

评价方法：参照江苏省环境天然 $\gamma$ 辐射水平调查结果，检测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 7。

表 8-1 本项目 1#~6#探伤房、放射源暂存库拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射水平

测点编号	测点位置描述	测量结果	标准偏差	备注
1	放射源暂存库拟建址处	48	2	道路
2	1#探伤房曝光室拟建址处	47	2	道路
3	2#探伤房曝光室拟建址处	53	2	道路
4	3#探伤房曝光室拟建址处	48	2	道路
5	4#探伤房曝光室拟建址处	53	1	道路
6	1#~4#探伤房曝光室拟建址东侧	56	2	道路
7	4#探伤房曝光室拟建址南侧	54	2	道路
8	1#~4#探伤房曝光室拟建址西侧	45	2	道路
9	放射源暂存库拟建址北侧	59	2	道路
10	5#探伤房曝光室拟建址处	54	2	道路
11	6#探伤房曝光室拟建址处	48	2	道路
12	5#、6#探伤房曝光室拟建址东侧	55	3	道路
13	5#探伤房曝光室拟建址南侧	45	2	道路
14	5#、6#探伤房曝光室拟建址西侧	48	2	道路
15	6#探伤房曝光室拟建址北侧	50	2	道路

注：测量数据已扣除仪器宇宙射线响应值，道路对宇宙射线的屏蔽修正因子取 1。

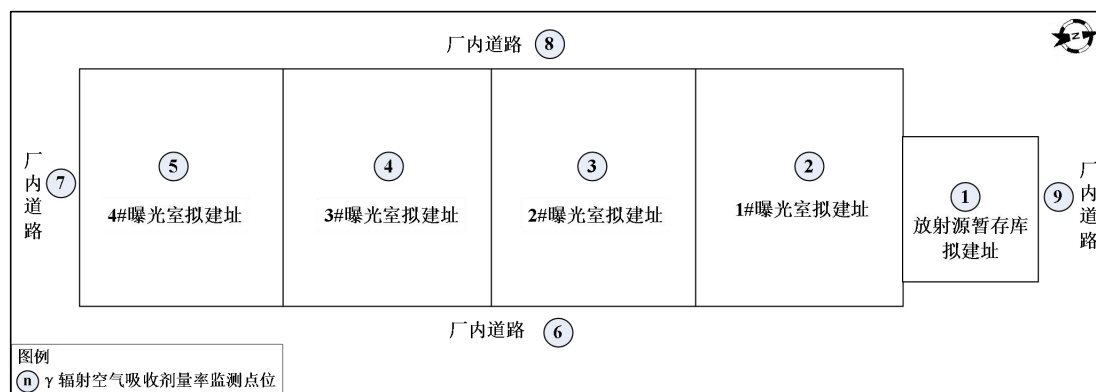


图 8-2 检测点位图 1

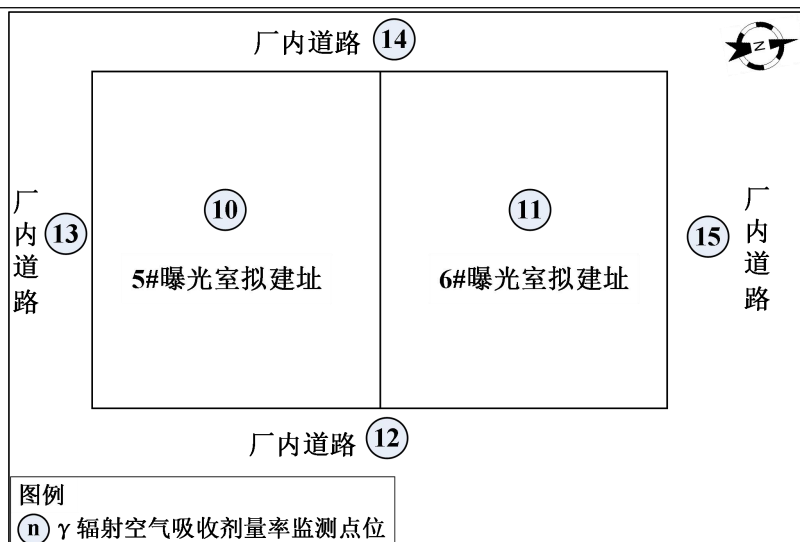


图 8-3 检测点位图 2

#### 4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路环境 $\gamma$ 辐射水平为（45~59）nGy/h，根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路 $\gamma$ 辐射水平为（18.1~102.3）nGy/h，本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围室外道路 $\gamma$ 辐射水平处于江苏省室外环境天然 $\gamma$ 辐射水平测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 1 工程设备

江苏和能智能制造有限公司拟于公司厂区探伤车间一东部新建 4 座固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房和 1 座放射源暂存库（从北到南依次为放射源暂存库、1#探伤房、2#探伤房、3#探伤房、4#探伤房），拟于厂区探伤车间二东部新建 2 座固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房（从北到南依次为 6#探伤房、5#探伤房），6 座 X、 $\gamma$ 射线探伤房用于对公司生产压力容器、不锈钢管道及钢板等进行无损检测。

公司拟为本项目配备 1 台  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机、12 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机、12 台  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机和 20 台 X 射线探伤机，其中 1 台  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机仅在 4#探伤房内使用，12 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机和 12 台  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机可于 1#~6#探伤房内使用（其中 6 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机和 6 台  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机备用）、20 台 X 射线探伤机可于 1#~6#探伤房内使用。公司 1#~6#探伤房内每次仅使用 1 台探伤机。

公司拟于 1#探伤房曝光室外北侧新建 1 座放射源暂存库，本项目拟配备的 $\gamma$ 射线探伤机均拟集中储存于放射源暂存库内，探伤时根据需求从放射源暂存库内领取相应 $\gamma$ 射线探伤机至各探伤场所内使用，使用完成后需将 $\gamma$ 射线探伤机及时归还至放射源暂存库内。

在 6 座 X、 $\gamma$ 射线探伤房内进行探伤时，压力容器、不锈钢管道长度约为 0.5m~9m，直径约为 0.1m~2.5m，壁厚约为 2mm~96mm，钢板长度约为 0.5m~3m，宽度约为 0.1m~2.5m，厚度最大约为 100mm。

公司拟为本项目配备 29 名辐射工作人员。本项目采用两班制，1#~6#探伤房每班各拟配备 2 名辐射工作人员，放射源暂存库每班拟配备 2 名辐射工作人员专职负责管理，1 名人员作为辐射防护负责人。本项目 1#~6#探伤房周开机曝光时间均约为 20 小时，年开机曝光时间均约为 1000 小时。

#### 1.1 X 射线探伤机

本项目 X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和低压连接电缆等构成，常见 X 射线探伤机外观图见图 9-1。



图 9-1 常见 X 射线探伤机外观图

本项目 XXG-1605 型 X 射线探伤机（最大管电压 160kV，最大管电流 5mA，定向机）、XXG-2505 型 X 射线探伤机（最大管电压 250kV，最大管电流 5mA，定向机）、XXGH-3005Z 型 X 射线探伤机（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA，周向机）、XXG-3505 型 X 射线探伤机（最大管电压 350kV，最大管电流 5mA，定向机）和 SMART EVO 300D 型 X 射线探伤机（最大管电压 300kV，最大管电流 4.5mA，定向机）均可在 1#~6#探伤房内使用。本项目周向机均朝向北墙、南墙、顶部及地面照射，定向机主射线均可能朝北墙、南墙、顶部或地面照射。

## 1.2 $\gamma$ 射线探伤机

本项目 $\gamma$ 射线探伤机是  $^{75}\text{Se}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{60}\text{Co}$  放射源的储存装置， $^{75}\text{Se}$  及  $^{192}\text{Ir}$  放射源储存装置内装约 20kg 左右的贫铀作为屏蔽材料， $^{60}\text{Co}$  放射源储存装置内装约 250kg 左右的贫铀作为屏蔽材料，探伤机一端与输源管相连接，另一端与控制部件相连接， $\gamma$ 射线探伤机一般由放射源及源容器（贮源容器）、源托、输源管、遥控装置和其他附件组成。源容器是探伤机主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器。其最外层为钢包壳，内部一般为贫铀屏蔽层。源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。本项目 $\gamma$ 射线探伤机采用电动遥控装置控制探伤机出源。典型的 $\gamma$ 探伤设备外观见图 9-2，内部结构示意图见图 9-3。

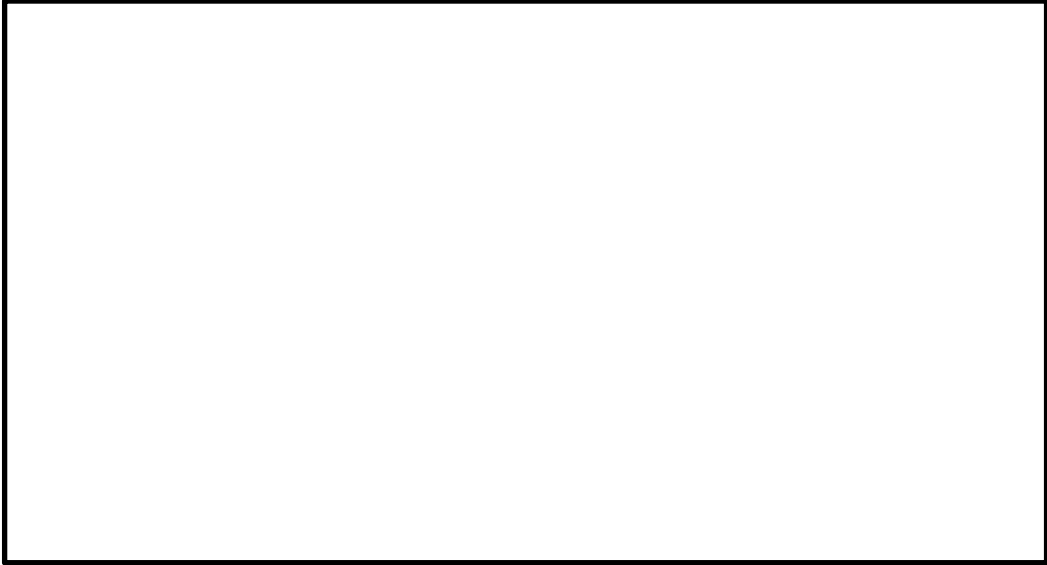


图 9-2  $\gamma$ 射线探伤机实物图

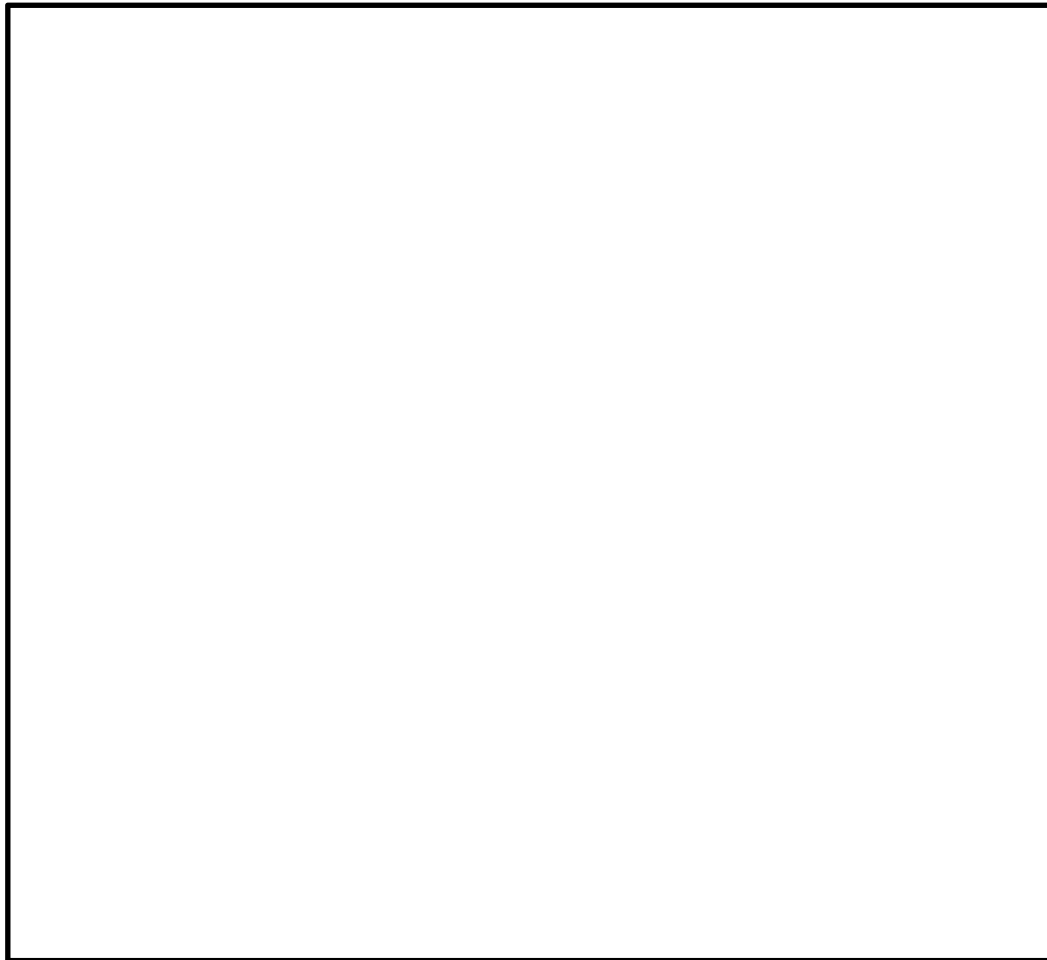


图 9-3  $\gamma$ 射线探伤机结构示意图

本项目共拟配备 1 台  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机、12 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机及 12 台  $^{75}\text{Se}$  射线探伤机，1 台  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机最大装源活度为  $7.4\times 10^{12}\text{Bq}$ ，12 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机和 12 台  $^{75}\text{Se}$  射线探伤机最大装源活度均为  $4.44\times 10^{12}\text{Bq}$ 。

## 2 工作原理

### 2.1 X 射线探伤机工作原理

X 射线探伤机核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-4。

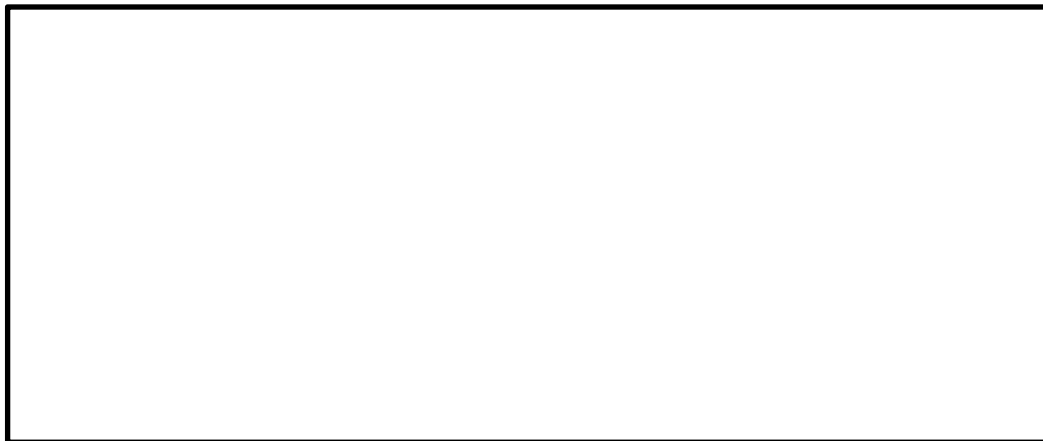


图 9-4 典型的 X 射线管结构图

### 2.2 $\gamma$ 射线探伤机工作原理

本项目 $\gamma$ 射线探伤机未工作时放射源位于芯部的“S”形管道中央，以防射线的直通照射。工作时，用快速接头把输源管和源容器连起来，输源导管的另一端部构成照射头，用钥匙打开储源器的安全锁，再转动安全闸环到停止位置，使其指针对准红字“打开”处（即快门已开）；操作自控仪预置输源管距离、曝光时间，然后按下“启动”按钮，自控仪将自动完成“送源→曝光→收源”的检测照相过程。 $\gamma$ 射线探伤机在工作过程中通过 $\gamma$ 放射源产生的 $\gamma$ 射线对受检工件进行照射，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

### 2.3 无损检测原理

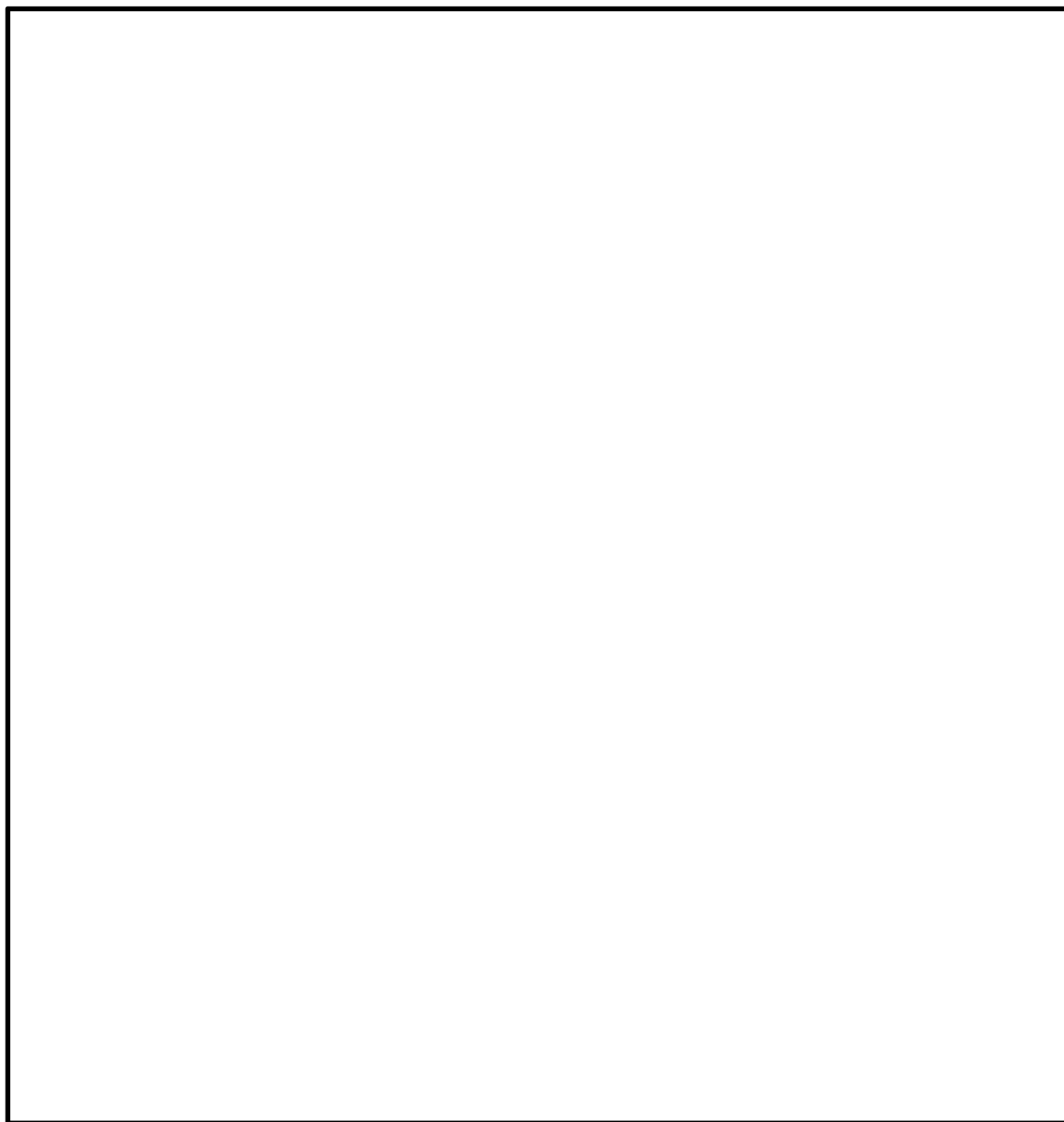
X、 $\gamma$ 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻

挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

### **3 本项目工业探伤工作流程**

#### **3.1 X 射线探伤机探伤工作流程及产污环节**

固定式 X 射线探伤时被探伤工件通过工件门由平板车运至曝光室内，辐射工作人员在操作室内进行隔室操作，对工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：



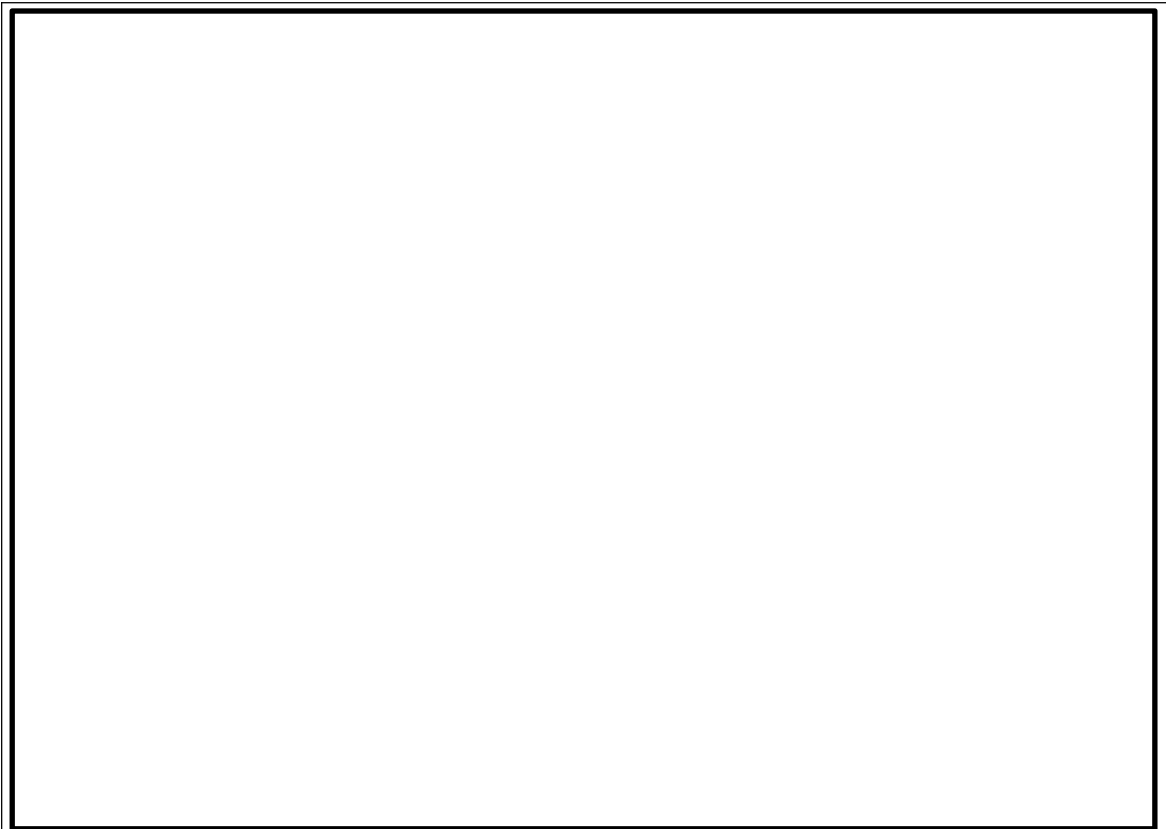
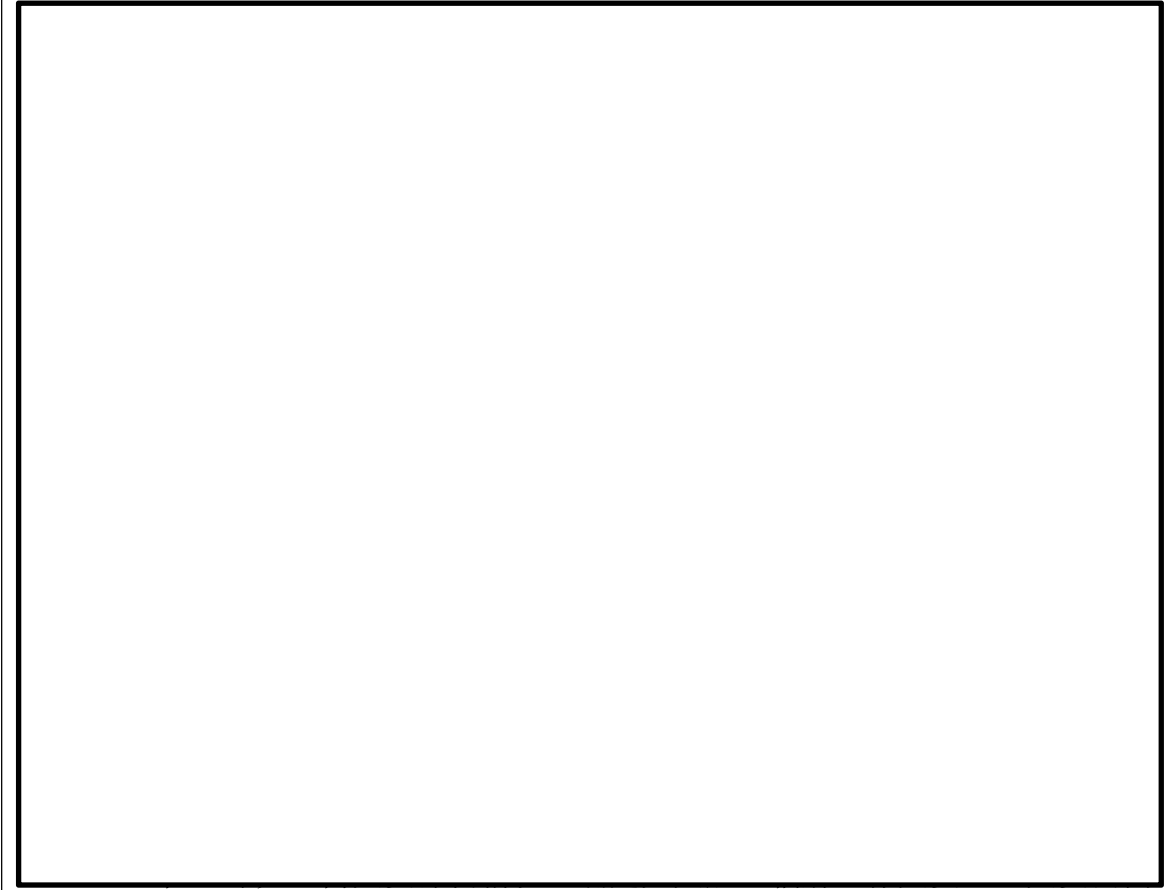


图 9-5 X 射线固定探伤工作流程及产污环节分析示意图

### 3.2 $\gamma$ 射线固定探伤工作流程及产污环节



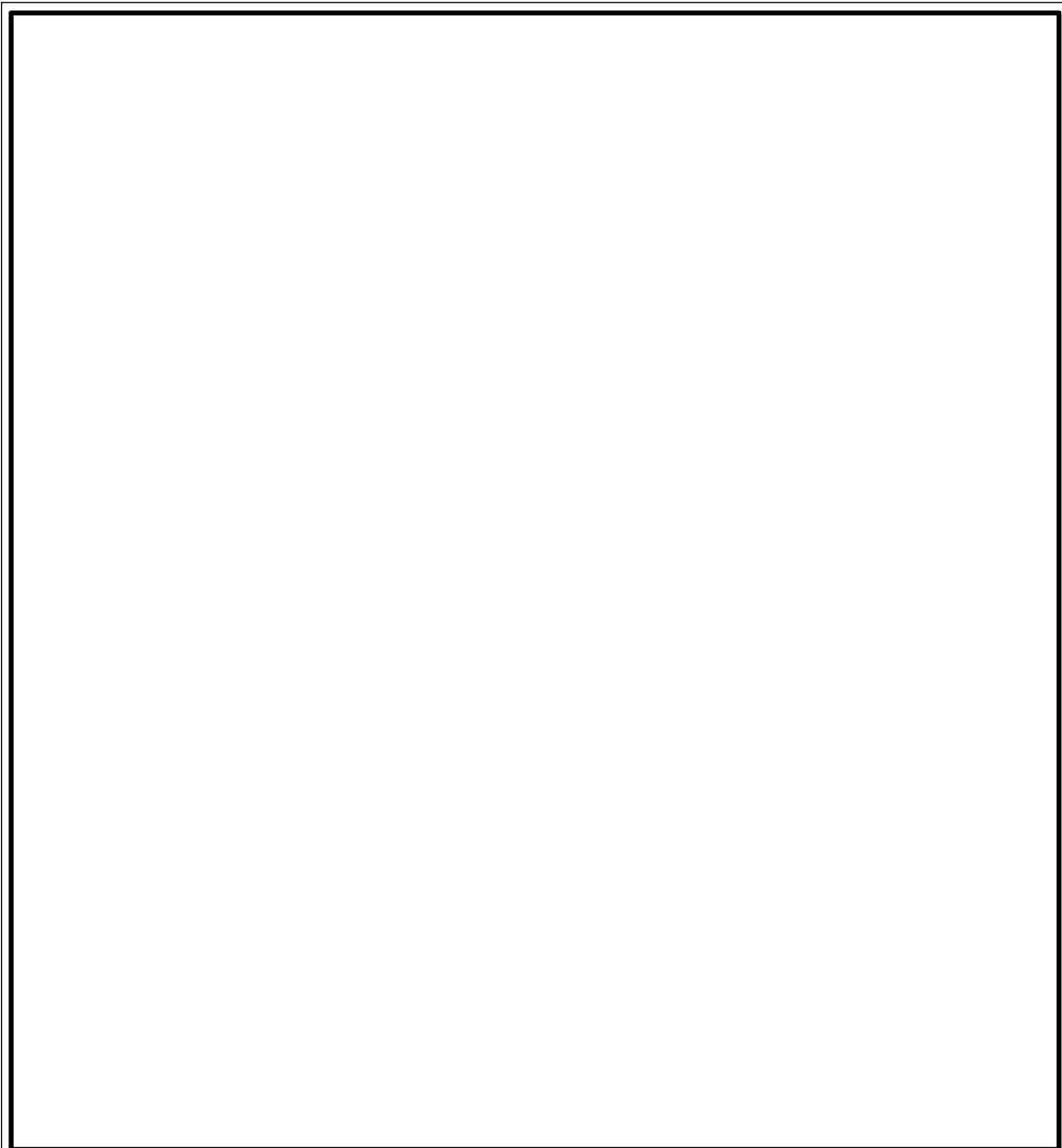


图 9-6 固定式 $\gamma$ 探伤工作流程及产污环节示意图

## 污染源分析

### 1 放射性污染源分析

#### 1.1 X 射线探伤机

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随 X 射线探伤机的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目探伤期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线探伤机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。

根据本项目 X 射线探伤机厂家提供的参数说明（见附件 8），具体参数详见表 9-1。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 进行取值。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 进行取值。

本项目 X 射线探伤机详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤装置参数一览表

--

## 1.2 $\gamma$ 射线探伤

本项目中  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  源均为密封源， $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  核素特性见表 9-2。

表 9-2 放射性核素  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  核素特性

--

$\gamma$ 射线探伤机贮源位屏蔽层大多为一定厚度的贫铀材料，称其为贫铀罐。本项目辐射污染主要是当放射源从贫铀罐出源后进行曝光时发射的 $\gamma$ 射线对周围环境产生的外照射，其可能对曝光室外工作人员和公众产生一定外照射。另外，退役的放射源也会对周围环境产生 $\gamma$ 射线外照射影响。因此 $\gamma$ 射线是本项目主要的污染物。

本项目拟使用的 $^{60}\text{Co}$ 最大活度为200Ci ( $7.4\times 10^{12}\text{Bq}$ )， $^{192}\text{Ir}$ 及 $^{75}\text{Se}$ 放射源最大活度均为120Ci ( $4.44\times 10^{12}\text{Bq}$ )， $^{60}\text{Co}$ 通常在使用10年后退役， $^{192}\text{Ir}$ 及 $^{75}\text{Se}$ 通常在使用2个半衰期后退役，退役时 $^{60}\text{Co}$ 源强约 $2.00\times 10^{12}\text{Bq}$ ， $^{192}\text{Ir}$ 及 $^{75}\text{Se}$ 源强均约 $1.11\times 10^{12}\text{Bq}$ 。

本项目拟使用的 $^{60}\text{Co}$  $\gamma$ 射线探伤机属于移动式 $\gamma$ 射线探伤机(M类)， $^{192}\text{Ir}$  $\gamma$ 射线探伤机及 $^{75}\text{Se}$  $\gamma$ 射线探伤机均属于便携式 $\gamma$ 射线探伤机(P类)，根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)表2，便携式 $\gamma$ 射线探伤机(P类)离源容器表面5cm处最大周围当量剂量率不大于0.5mSv/h，离源容器表面1cm处最大周围当量剂量率不大于0.02mSv/h；移动式 $\gamma$ 射线探伤机(M类)离源容器表面5cm处最大周围当量剂量率不大于1mSv/h，离源容器表面1cm处最大周围当量剂量率不大于0.05mSv/h。本项目 $\gamma$ 射线探伤机退役时还会产生 $\gamma$ 探伤机屏蔽装置(贫铀罐)。

## 2 非放射性污染源分析

### 2.1 固体废物

本项目X射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机均拟使用胶片成像，运行时会产生废显(定)影剂、一次、二次冲洗废水和废胶片，废显(定)影剂、一次、二次冲洗废水及废胶片属于《国家危险废物名录(2025年版)》中编号为HW16(900-019-16)的危险废物。本项目拟采用先进洗片工艺，拟使用自动洗片机进行洗片，减少显(定)影剂、一次、二次冲洗废水产生量，本项目每月预计产生废显(定)影剂100L，一次、二次冲洗废水200L，每年预计产生废显(定)影剂1200L，一次、二次冲洗废水2400L。每月预计产生废胶片5kg，每年预计产生废胶片60kg。

本项目运行后工作人员还会产生一定量的生活垃圾。

### 2.2 废水

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水和三次及以上冲洗废水。

### 2.3 废气

本项目 6 座 X、 $\gamma$ 射线探伤房内的探伤机在运行过程中，产生的 X、 $\gamma$ 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全设施**

**1 项目工作场所布局合理性分析**

本项目 1#~4#探伤房包括 1#~4#曝光室及辅房。1#~4#曝光室及辅房均为一层结构，其中辅房包括探伤人员办公室、操作室 2、设备库 2、辐射防护器材室、设备库 1、操作室 1、配电室、探伤耗材室、卫生间、工具间、登记室兼资料室、整备间、暗室 2（湿区）、暗室 2（干区）、评片室 2、资料室 2、资料室 1、评片室 1、暗室 1（湿区）、暗室 1（干区）、源库值班室（监控区）、源库值班室（休息区）。1#、2#探伤房共用操作室 1，3#、4#探伤房共用操作室 2，操作室 1、2 均位于探伤房曝光室西侧。1#~4#探伤房曝光室内周向 X 射线探伤机均朝南墙、北墙、顶部及地面照射，定向 X 射线探伤机均可能朝南墙、北墙、顶部或地面照射，X 射线探伤机的照射方向均避开了操作室 1、操作室 2 的方向，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室应避免有用线束照射的方向并应与曝光室分开的要求，布局设计合理。

本项目 5#、6#探伤房包括 5#、6#曝光室及辅房，5#、6#曝光室及辅房均为一层结构，其中辅房包括辐射防护器材室、设备库、操作室 3、探伤人员办公室、配电室、资料室、暗室 3（湿区）、暗室 3（干区）及评片室 3。5#、6#探伤房共用操作室 3，操作室 3 位于 5#、6#探伤房曝光室西侧。5#、6#曝光室内周向 X 射线探伤机均朝南墙、北墙、顶部及地面照射，定向 X 射线探伤机均可能朝南墙、北墙、顶部或地面照射，X 射线探伤机的照射方向均避开了操作室 3 的方向，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室应避免有用线束照射的方向并应与曝光室分开的要求，布局设计合理。

本项目放射源暂存库拟建于 1#探伤房曝光室外北侧，放射源暂存库内设有源坑（预留部分源坑）。放射源暂存库独立建设，布局设计合理。

本项目拟将 1#~4#探伤房曝光室作为本项目的辐射防护控制区（附图 5 红色阴影部分），在各曝光室表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入曝光室；将与 1#~4#探伤房曝光室相邻的探伤人员办公室、操作室 2、设备库 2、辐射防护器材室、设备库 1、操作室 1、配电室、探伤耗材室作为辐射防护监督区（附图 5 中蓝色阴影部分），监督区入口处拟设立标

明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。

本项目拟将 5#、6#探伤房曝光室作为本项目的辐射防护控制区（附图 6 红色阴影部分），在各曝光室表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入曝光室；将与 5#、6#探伤房相邻的辐射防护器材室、设备库、操作室 3、探伤人员办公室作为辐射防护监督区（附图 6 中蓝色阴影部分），监督区入口处拟设立标明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。

本项目拟将放射源暂存库作为本项目的辐射防护控制区（附图 5 红色阴影部分），在各放射源暂存库表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入放射源暂存库；将与放射源暂存库相邻的工具间、登记室兼资料室、整备间以及放射源暂存库北侧和东侧围栏区域作为辐射防护监督区（附图 5 中蓝色阴影部分），监督区入口处拟设立标明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。

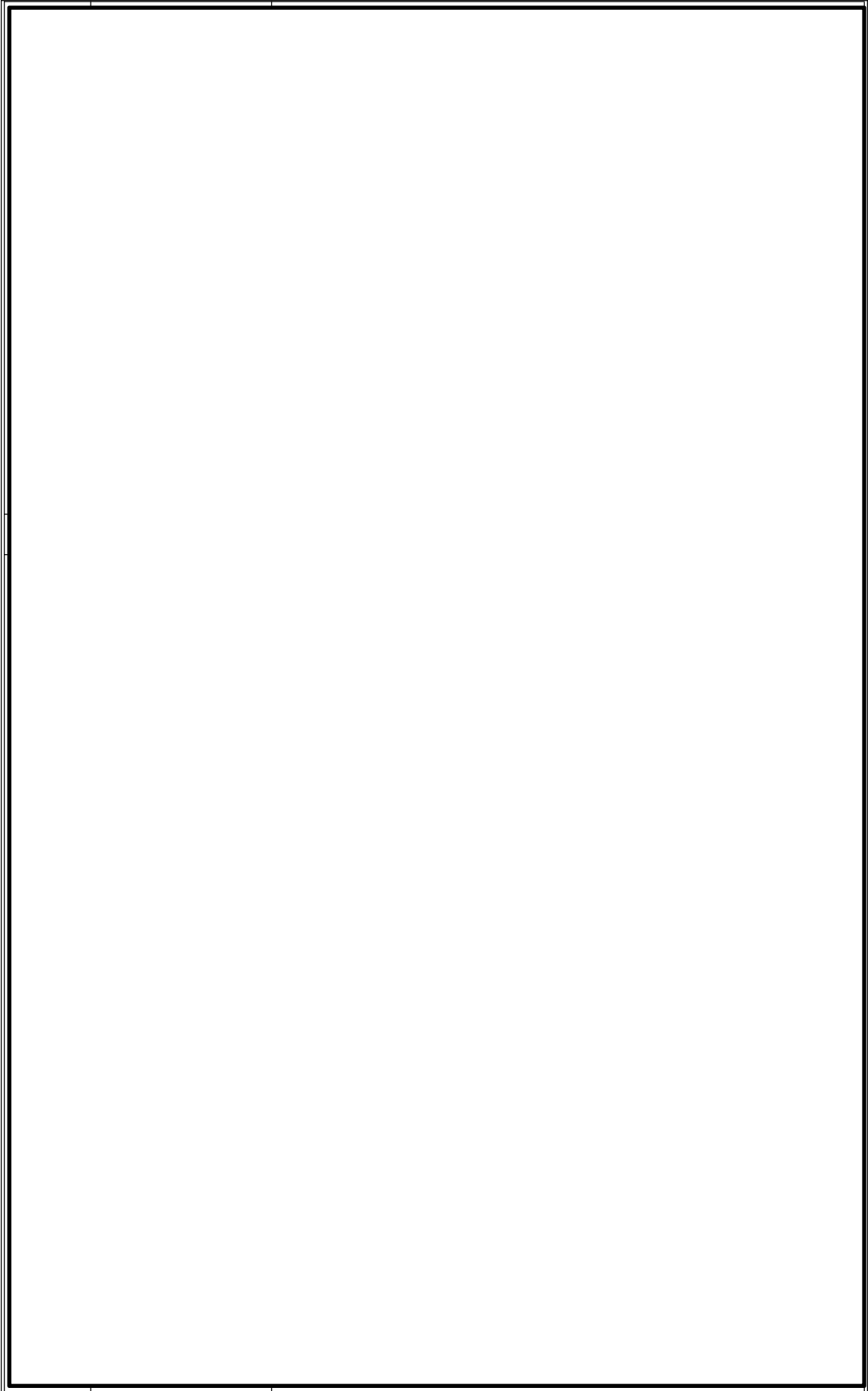
本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库辐射防护分区的划分均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

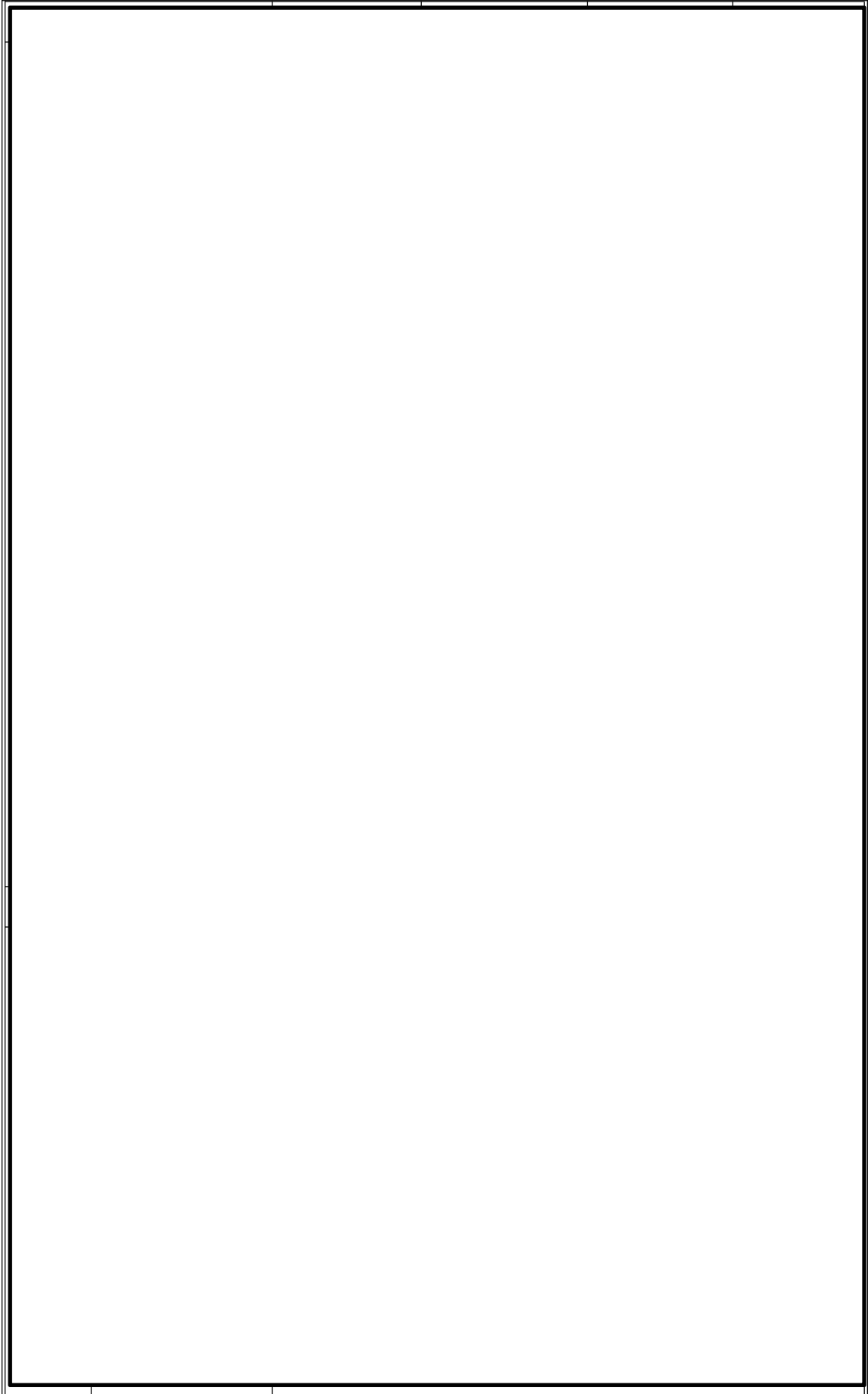
## 2 辐射防护屏蔽设计

本项目 1#~6#固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房曝光室及放射源暂存库的屏蔽防护设计见表 10-1，辐射屏蔽防护设计说明见附件 6，1#~6#固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房、放射源暂存库平面、剖面设计图见附图 7、附图 8。

表 10-1 本项目 1#~6#固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房屏蔽设计参数一览表

--





### 3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障 X 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《关于印发<关于 $\gamma$ 射线探伤装置的辐射安全要求>的通知》（环发〔2007〕8 号）设计相应的辐射安全装置和保护措施，本项目 1#~6#探伤房曝光室内每次探伤仅开启 1 台探伤装置。

### 3.1 辐射防护措施

#### 3.1.1 1#~6#探伤房辐射安全措施

(1) 安装门机联锁装置。本项目 1#~6#探伤房曝光室的工件门及人员门均拟设计安装门机联锁装置，即使用中的 X 射线探伤机或 $\gamma$ 射线探伤机与防护门联锁。门机联锁装置的设置能方便曝光室内部的人员在紧急情况下离开曝光室。在探伤过程中，1#~6#探伤房的工件门或人员门被意外打开时，使用中的 X 射线探伤机能立刻停止出束，使用中的 $\gamma$ 射线探伤机能自动回源，关上门不能自动开始照射。

(2) 曝光室设计安装工作状态指示灯和声音提示装置。1#~6#探伤房曝光室工件门口、人员门口和曝光室内均同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与使用中的 X 射线探伤机或 $\gamma$ 射线探伤机联锁。并拟在醒目的位置处均拟设置对“照射”和“预备”信号意义的说明。1#~6#探伤房拟设置的“预备”信号能持续足够长的时间，以确保 1#~6#探伤房曝光室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。探伤工作时，各探伤房曝光室工件门口、人员门口工作状态指示灯箱拟醒目显示“禁止入内”。

(3) 安装监视装置。拟在 1#~6#探伤房曝光室内各设计安装 4 个摄像头，在 1#~6#探伤房曝光室迷道内各设计安装 1 个摄像头，在 1#~6#探伤房曝光室人员门外各设置 1 个摄像头，在 1#~6#探伤房操作室内的操作台处均拟设置专用的监视器，可监视 1#~6#探伤房曝光室内、迷道内及人员门外人员的活动和探伤设备的运行情况。

(4) 拟在 1#~6#探伤房曝光室工件门及人员门上设置符合标准要求的电离辐射警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

(5) 安装紧急停机按钮。拟在 1#探伤房曝光室东侧墙体、南侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，北侧墙体拟设置 4 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

拟在 2#探伤房曝光室东侧墙体和北侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体拟设置 3 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，迷道内和

操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

拟在 3#探伤房曝光室东侧墙体拟设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体和北侧墙体各拟设置 3 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

拟在 4#探伤房曝光室东侧墙体、北侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体拟设置 4 个紧急停机按钮，迷道侧墙、迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

拟在 5#探伤房曝光室东侧墙体和北侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体拟设置 3 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

拟在 6#探伤房曝光室东侧墙体和南侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，北侧墙体拟设置 3 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

本项目 1#~6#探伤房内紧急停机按钮的设置能够使人员处在探伤房曝光室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。紧急停机按钮拟设置标签，标明使用方法。

(6) 人员门、工件门均为电动门，拟在 1#~6#探伤房曝光室迷道内人员门旁各设置 1 个开门开关，确保发生意外状况时，人员能够及时离开曝光室。

(7) 拟在 1#~6#探伤房曝光室迷道内各拟设置 1 个固定式场所辐射探测报警装置剂量探头，操作台 1、2、3 上各拟设置 1 个固定式场所辐射探测报警装置剂量探头。本项目辐射探测报警装置的显示装置拟安装在 1#~6#探伤房操作室内的操作台上，辐射探测报警装置均拟与防护门联锁。

(8) 拟在 1#~6#探伤房操作室的操作台上设置钥匙开关，只有在钥匙开关闭合条件下，X 射线探伤机才能出束或 $\gamma$ 射线探伤机才能出源，钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。钥匙由各探伤房探伤机操作人员进行保管。

(9) 拟在 1#~6#探伤房曝光室的人员门和工件门内侧均设置红外光栅，红外光栅与 X 射线探伤机、 $\gamma$ 射线探伤机、人员门和工件门联锁，当有异物阻挡光栅时，工件门、人员门能自动停止移动，当探伤机出束中有异物闯入光栅，探伤机可立即停止出束。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射安全系统、安全设施要求。本项目1#~6#探伤房辐射安全与防护措施分布分别见附图9、附图10。

### 3.1.2 放射源暂存库辐射安全措施

(1) 放射源暂存库防护门上拟设置电离辐射警告标志。

(2) 放射源暂存库拟采用混凝土建造，结构上防火，放射源暂存库内不存放腐蚀性和爆炸性物品。

(3) 公司拟配备4名专职人员分两班负责放射源暂存库的管理工作，放射源暂存库实行双人双锁管理，钥匙授权专门的人员保管。

(4) 放射源暂存库内拟设置4个摄像头，整备间外东侧拟设置1个摄像头，探伤车间一东侧及北侧拟设置围栏，围栏上拟设置3个摄像头，监控显示器拟安装在公司24h源库值班室（监控区）内，值班人员24h巡视和监控。

(5) 放射源暂存库入口处拟安装红外线报警装置，并与110联网，人员非正常进入时发出警报传送至公安系统。

(6) 放射源暂存库入口外拟设置1个固定式场所辐射探测报警装置剂量探头，辐射探测报警装置的显示装置拟安装在源库值班室（监控区）内。

(7) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。建立放射源出入库台账，放射源进、出暂存库均进行登记，对 $\gamma$ 探伤机表面进行辐射监测，并记录监测结果。进出台账与监测结果存档。

### 3.1.3 关于 $\gamma$ 探伤的其他安全措施要求

2007年，针对 $\gamma$ 射线探伤，原国家环保总局发布环发〔2007〕8号文：关于印发《关于 $\gamma$ 射线探伤装置的辐射安全要求》的通知。本项目对照《关于印发〈关于 $\gamma$ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发〔2007〕8号）中关于 $\gamma$ 射线探伤的相关要求评价如下：

(1) 至少有1名以上专职人员负责辐射安全管理工作。---公司拟设置辐射安全防护管理小组，并有1名专职人员负责辐射安全管理工作，符合要求。

(2) 必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。---公司本项目拟在履行环评手续后向省级生态环境主管部门首次申领辐射安全许可证，符合要求。

(3) 探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的探伤装置。  
---公司拟在 $\gamma$ 射线探伤装置使用达到使用年限之前及时报废，并将该要求写入探伤设备管理要求，符合要求。

(4) 每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。并做好记录。严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。---公司拟制定相关规章制度，使其符合上述要求，公司在今后的生产实践过程中严格按照制度执行，严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置，符合要求。

(5) 探伤作业时，至少有 2 名辐射工作人员同时在场，每名辐射工作人员应配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。---公司在开展 $\gamma$ 射线探伤时，至少有 2 名辐射工作人员在场；公司拟为从事 $\gamma$ 射线探伤的每名辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪，个人剂量计定期送检，并建立个人剂量档案，符合要求。

(6) 每次探伤工作前，辐射工作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能。---公司拟制定相关制度，并在制度中明确上述要求，在今后的生产实践过程中严格按照制度执行，符合要求。

(7) 更换放射源时，探伤装置使用单位应向所在地省级生态环境主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。探伤装置使用单位、放射源生产单位应当在转让活动完成之日起 20 日内，分别将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级生态环境主管部门备案。---公司拟在管理制度内明确上述要求，明确更换放射源时，由厂家人员进行倒源操作，在今后的工作中严格按照制度实施，符合要求。

(8) 明确 2 名以上工作人员专职负责放射源库的保管工作。放射源库设置红外和监视器等保安设施，源库门为双人双锁。---公司拟配备 4 名专职管理人员分两班负责放射源暂存库的管理工作，符合要求；放射源暂存库入口处拟安装红外监视摄像头；放射源暂存库防护门上拟设置两道锁，钥匙分别由每班的 2 名专职辐射管理人员保管，满足源库门为双人双锁管理的要求。

(9) 制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台账和定期清点检查

制度。定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时应有 2 人在场，核实记录应妥善保存，并建立计算机管理档案。---公司拟制定相关的档案管理制度，放射源暂存库拟配备 4 名专职管理人员，分为两班制，每班 2 名人员做好放射源领用情况的登记、收集和存档工作，符合要求。

(10) 发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，立即向使用地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。---公司拟根据上述内容制定辐射事故应急预案，符合要求。

(11) 探伤室建筑（包括辐射防护墙、门、辐射防护迷道）的防护厚度应充分考虑 $\gamma$ 射线直射、散射效应。---公司本项目 1#~6#固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房拟采用混凝土及铅板对 $\gamma$ 射线进行屏蔽，经理论预测，其能够充分屏蔽 $\gamma$ 射线，符合要求。

(12) 探伤室应安装固定式辐射剂量仪，剂量率水平应显示在控制机房内，并与门联锁。---公司本项目 1#~6#固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房曝光室迷道内均拟安装固定式辐射剂量监测探头，辐射探测报警装置的显示装置拟安装在操作室内。在进行探伤时，固定辐射监测系统拟与防护门进行联锁，当辐射剂量超过预定水平时，防护门无法打开，符合要求。

(13) 应配置便携式辐射检测报警仪，该报警仪应与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。---公司拟为本项目 1#~6#固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房各配备 2 台个人剂量报警仪，拟为放射源暂存库的管理人员配备 2 台个人剂量报警仪，供当班的 2 名工作人员使用，公司拟将报警仪与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起，符合要求。

(14) 探伤室工作人员入口门外和被探伤物件出入口门外应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱。探伤作业时，应有声音警示，灯箱应醒目显示“禁止入内”。---本项目 1#~6#固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房曝光室内及工件门上方、人员门上方各设计安装 1 个工作状态指示灯及声音报警装置，其中工作状态指示灯可显示“预备”和“工作”状态，探伤作业时，有声音警示，灯箱拟醒目显示“禁止入内”，符合要求。

(15)  $\gamma$ 射线探伤室的各项安全措施必须定期检查，并做好记录。---公司拟对本项目 1#~6#固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房的各项安全措施必须定期检查、记录，并拟在管理制度内明确上述要求，并在今后的工作中严格按照制度实施，符合要求。

### 3.2 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中 5.1.2 及 5.2.1.2 要求对本项目 1#~6#探伤房进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和指示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员在进入 1#~6#探伤房曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还拟携带个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员立即退出曝光室，同时防止其他人进入曝光室，并立即向辐射防护负责人报告。

(3) 辐射工作人员拟定期测量 1#~6#探伤房曝光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。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，立即终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 当班使用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始检测工作。

(5) 辐射工作人员拟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。

(6) 在每一次照射前，辐射工作人员都拟确认探伤房曝光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，才能开始检测工作。

### 3.3 探伤设施的退役

当 X 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机不再使用时，公司计划实施退役程序。

(1) 本项目 $\gamma$ 射线探伤机内  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  密封源退役后仍有较强的放射性，公司已承诺 $\gamma$ 射线探伤机内  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  密封源退役后，废源将由原生产厂家回收。放射源购买及报废手续遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录归档保存。

(2) 掺入贫铀的屏蔽装置拟与 $\gamma$ 射线源一样对待，公司承诺掺入贫铀的屏蔽装置由原生产厂家回收。

(3) 公司计划将 X 射线探伤机的 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

(4) 当所有辐射源从现场移走后，公司拟按监管机构要求办理相关手续。

(5) 公司计划对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

(6) 公司计划清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目辐射安全措施能够满足相关辐射安全要求。

### 三废治理

#### 1 放射性三废

本项目运行过程中没有放射性废水、废气产生。

本项目 $\gamma$ 射线探伤机内  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  密封源退役后仍有较强的放射性， $\gamma$ 射线探伤机退役时产生的 $\gamma$ 探伤机屏蔽装置（贫铀罐）也具有一定的放射性，公司已承诺 $\gamma$ 射线探伤机内  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  密封源及贫铀罐退役后，废源及贫铀罐将由原生产厂家回收，承诺书详见附件 4，此举符合生态环境部门的相关管理要求。企业辐射工作人员不进行换源操作，放射源退役时换源由放射源厂家工作人员进行。

#### 2 非放射性三废

本项目 1#~6#探伤房运行后产生的显影、定影废液、一次、二次冲洗废水和废胶片属《国家危险废物名录（2025 年版）》中编号为 HW16 的危险废物。显影、定影废液、一次、二次冲洗废水拟按危险废物进行管理处置，不得随意排放。公司已承诺将与有资质单位签订危险废物处理处置合同（见附件 5），探伤过程中产生的显影、定影废液、一次、二次冲洗废水和废胶片在收集后拟临时贮存于危化品库中的危废暂存间内（详见附图 2），定期交由该资质单位处理处置。

本项目依托公司厂区的危废暂存间，危废暂存间暂未建设，拟在危废暂存间门外设置危险废物警告标志及危险废物信息公开栏，整个危废暂存间拟按照“防风、防雨、防晒、防泄漏、防流失、防逸散、防火、防盗”的八防要求建设，在

危废暂存间门上拟张贴环保标识牌,明确危险废物种类,危险废物标识拟按照《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022)进行设置。

公司拟按照《江苏省危险废物集中收集体系建设方案(试行)》(苏环办(2021)290号)和江苏省固体废物管理信息系统等管理规定,制定危险废物管理计划、建立危险废物管理台账,在全生命周期系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息,在系统中打印的危废标志标识按规范要求张贴,实施对危险废物的规范化管理。危废暂存间由专人管理,将危险废物贮存过程中产生的液态废物和固体废物进行分类收集,按其环境管理要求妥善处理。

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾、生活污水,洗片时会产生三次及以上冲洗废水。产生的生活垃圾由公司统一收集后,交给环卫部门清运,产生的生活污水、三次及以上冲洗废水经预处理后接管至启东胜科水务有限公司,处理达标后排入黄海。

本项目1#~6#探伤房内的X射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机工作时产生的X、 $\gamma$ 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目1#~6#探伤房曝光室内南侧拟各设置一个地下排风地沟,排风地沟均拟采用地下“U”形设计,1#~4#曝光室内排风沟均为1000mm×500mm,5#、6#曝光室内排风沟均为600mm×400mm,埋地深度均为300mm。

本项目4#探伤房曝光室顶部屋面设有2台排风机(1备1用),排风量均为13400m<sup>3</sup>/h,排风机可对1#~4#曝光室进行通风换气,5#探伤房曝光室顶部屋面设有2台排风机(1备1用),排风量均为6500m<sup>3</sup>/h,可对5#、6#曝光室进行通风换气。1#~6#曝光室内排风口处均设有电动对开多页调节阀,当曝光室使用时排风口开启,当曝光室不使用时排风口关闭。1#~4#曝光室总体积约为1900m<sup>3</sup>,1#~4#曝光室同时使用时,每小时通风次数约为7次;5#、6#曝光室总体积约为972m<sup>3</sup>,5#、6#曝光室同时工作时,每小时通风次数约为6次。本项目1#~6#探伤房曝光室的通风均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中曝光室每小时有效通风换气次数不小于3次的要求。本项目1#~6#探伤房曝光室内探伤过程中产生的少量臭氧和氮氧化物通过机械通风装置排放到车间外,臭氧在常温下50min可以自行分解为氧气,对周围环境影响较小。

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库在建设过程中将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，对环境会产生如下影响：

大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地基等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：**a.**及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；**b.**车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；**c.**施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘；**d.**对施工机械和车辆燃油造成的废气排放污染应引起重视，应要求其燃用符合国家标准的高热值清洁燃料，安装尾气净化器，尽量减少废气污染物的排放。

噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，按照《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。

固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

公司在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

**运行阶段对环境的影响**

**1 辐射环境影响分析**

本项目 6 座 X、 $\gamma$ 射线探伤房用于对公司生产的压力容器、不锈钢管道及钢板等进行无损检测。压力容器、不锈钢管道长度约为 0.5m~9m，直径约为 0.1m~2.5m，壁厚约为 2mm~96mm，钢板长度约为 0.5m~3m，宽度约为 0.1m~2.5m，厚度最大约为 100mm。

## 1.1 X 射线辐射环境影响分析

本项目 XXG-1605 型 X 射线探伤机（最大管电压 160kV，最大管电流 5mA，定向机）、XXG-2505 型 X 射线探伤机（最大管电压 250kV，最大管电流 5mA，定向机）、XXGH-3005Z 型 X 射线探伤机（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA，周向机）、XXG-3505 型 X 射线探伤机（最大管电压 350kV，最大管电流 5mA，定向机）、SMART EVO 300D 型 X 射线探伤机（最大管电压 300kV，最大管电流 4.5mA，定向机）均可在 1#~6#探伤房曝光室内使用，1#~6#探伤房曝光室内每次仅开启 1 台探伤机进行探伤。工件在曝光室内两端呈东西向放置，周向机均朝向北墙、南墙、顶部及地面照射，定向机主射线均可能朝北墙、南墙、顶部或地面照射。

由于本项目 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机管电压、管电流、最大功率及 1m 处输出量均大于或等于 XXG-1605 型 X 射线探伤机、XXG-2505 型 X 射线探伤机、XXGH-3005Z 型 X 射线探伤机和 SMART EVO 300D 型 X 射线探伤机，若 XXG-3505 型 X 射线探伤机预测结果能满足要求，则可推断出其余四种型号的 X 射线探伤机也能满足要求，因此选取 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机进行理论预测。计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。

### 1.1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$I$ ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$H_0$ ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$B$ ：屏蔽透射因子，取值根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，取 350kV 管电压下混凝土对应的 TVL 值 100mm，然后按公式（11-2）计算得出：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-2)$$

式中： $X$ ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度。

### 1.1.2 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中非有用线束屏蔽估算的计算公式:

#### ① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (11-3)$$

式中:  $\dot{H}$ : 关注点处剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$\dot{H}_L$ : 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ , 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的表 1;

$R$ : 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

$B$ : 屏蔽透射因子, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的表 B.2, 取 350kV 管电压下混凝土对应的 TVL 值 100mm, 再按公式(11-2)计算得出。

#### ② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中:  $\dot{H}$ : 关注点处剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$I$ : X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, mA;

$H_0$ : 距辐射源点(靶点) 1m 处输出量,  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ , 根据厂家提供的参数说明, 本项目 X 射线探伤机射线管 1m 处的输出量为  $4.82 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ;

$B$ : 屏蔽透射因子, 按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 2 确定  $90^\circ$  散射辐射的射线能量, 按表 2 确定 250kV 管电压下混凝土相应的 TVL 值为 90mm, 然后按公式(11-2)计算得出;

$F$ :  $R_0$  处的辐射野面积,  $\text{m}^2$ ;

$\alpha$ : 散射因子, 入射辐射被单位面积 ( $1\text{m}^2$ ) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关, 在未获得相应物质的  $\alpha$  值时, 可以用水的  $\alpha$  值保守估计,



- ①根据 X 射线探伤机厂家提供关于 X 射线探伤参数（附件 8），XXG-3505 型 X 射线探伤机的 1m 处输出量为 24.1mSv/h（最大管电压 350kV、最大管电流 5mA 工况下）
- ②R<sub>北墙/南墙</sub>=出束口到北墙/南墙的距离 2m+墙体厚度 0.8m+关注点 0.3m=3.1m；  
R<sub>顶部</sub>=出束口到顶部的距离 3.0m+墙体厚度 0.47m+顶部屋面保护层厚度 0.07m+关注点 0.3m=3.84m。

表 11-2 1#探伤房非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

The table content is empty in the provided image
--

从表 11-1、表 11-2 中预测结果可知，当本项目 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机在满功率运行时，1#探伤房曝光室四周墙体、工件门及人员门外 30cm 处的最大辐射剂量率小于 0.001 $\mu$ Sv/h，顶部外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.007 $\mu$ Sv/h，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室



从表 11-3、表 11-4 中预测结果可知，当本项目 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机在满功率运行时，3#探伤房曝光室四周墙体、工件门及人员门外 30cm 处的最大辐射剂量率小于  $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，顶部外 30cm 处的最大辐射剂量率约为  $0.007\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  及无人员到达的曝光室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为  $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

#### 1.1.3.3 4#探伤房 X 射线辐射环境影响计算

本次评价选取 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机在 4#探伤房曝光室内满功率运行时的工况进行预测。本次评价拟将 4#探伤房曝光室北墙、南墙、顶部均按照有

用射束照射进行估算，将东墙（工件门）、西墙（人员门）均按照非有用射束照射进行估算，计算关注点位详见附图 5。4#探伤房曝光室下方均为混凝土，故不对底部进行预测。本项目 4#探伤房曝光室内 X 射线探伤机到东墙、北墙、南墙的最近距离均为 2m，到西墙的最近距离为 2.3m，到地面最大距离为 1.5m，到顶部距离取 3.0m 进行计算。将相关参数代入公式（11-1）~（11-4），计算结果见表 11-5 及表 11-6。

表 11-5 4#探伤房有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

--

表 11-6 4#探伤房非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

--

从表 11-5、表 11-6 中预测结果可知，当本项目 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机在满功率运行时，4#探伤房曝光室四周墙体、工件门及人员门外 30cm 处的最大辐射剂量率小于  $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，顶部外 30cm 处的最大辐射剂量率小于  $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  及无人员到达的曝光室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为  $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

#### 1.1.3.4 5#探伤房 X 射线辐射环境影响计算

本项目 5#、6#曝光室屏蔽设计均一致，X 射线探伤机在 5#、6#探伤房曝光室内距各侧墙体的最近距离一致（详见附图 6），因此本项目选取 5#探伤房进行理论预测，当 5#探伤房曝光室的预测结果满足要求时，6#探伤房曝光室的预测结果也将满足要求。

本次评价选取 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机在 5#探伤房曝光室内满功率运行时的工况进行预测。本次评价拟将 5#探伤房曝光室北墙、南墙、顶部均按照有用射束照射进行估算，将东墙（工件门）、西墙（人员门）均按照非有用射束照射进行估算，计算关注点位详见附图 6。5#探伤房曝光室下方均为混凝土，故不对底部进行预测。5#探伤房曝光室预测时取 X 射线探伤机到东墙、北墙、南墙的最近距离均为 2m，到西墙的最近距离为 3m，到地面最大距离为 1.5m，到顶部距离取 3.0m 进行计算。将相关参数代入公式（11-1）~（11-4），计算结果见表 11-7、表

11-8。

表 11-7 5#探伤房有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

--

表 11-8 5#探伤房非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

--

从表 11-7、表 11-8 中预测结果可知，当本项目 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机在满功率运行时，5#探伤房曝光室四周墙体、工件门及人员门外 30cm 处的最大辐射剂量率小于 0.001 $\mu$ Sv/h，顶部外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.007 $\mu$ Sv/h，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu$ Sv/h 及无人员到达的曝光室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为 100 $\mu$ Sv/h”的要求，可推断 6#探伤房曝光室也均能够满足上述要求。

#### 1.1.4 X 射线探伤天空反散射分析

本项目 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机功率运行时，1#~6#探伤房曝光室顶部 30cm 处的最大辐射剂量率为 0.007 $\mu$ Sv/h，对 1#~6#探伤房曝光室四周辐射剂量率的叠加影响可忽略不计，1#~6#探伤房曝光室的天空反散射均能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”的要求。

#### 1.1.5 X 射线探伤迷道散射辐射影响分析

本项目 1#~6#探伤房曝光室均拟设置迷道，利用散射降低人员门入口处的辐射水平，避免 X 射线直接照射迷道外人员门入口，1#~6#探伤房曝光室迷道及射线进入迷道后散射示意图见图 11-1~图 11-3。散射公式见（11-5）（美国辐射防护委员会 NCRP51 号报告）。

$$H_j = \frac{H_0}{d_s^2} \cdot \left( \frac{\alpha_1 A_1}{d_{r1}^2} \right) \cdot \left( \frac{\alpha_2 A_2}{d_{r2}^2} \right) \cdot \left( \frac{\alpha_j A_j}{d_{rj}^2} \right) \quad (11-5)$$

式中： $H_j$ —经  $j$  次散射后迷道口处的辐射剂量率，（ $\mu$ Sv/h）；

$H_0$ —距靶点 1m 的辐射剂量率（ $\mu$ Sv·m<sup>2</sup>/h）；

$\alpha_1$ —X 射线第一个散射体的散射系数；

$\alpha_2$ —随后从屏蔽层材料表面散射出来的 X 射线的散射系数（假设对以

后所有散射过程是相同的)；

$A_1$ —X 射线入射到第一散射物质的散射面积， $m^2$ ；

$A_2$ 、 $A_j$ —迷道的截面积， $m^2$ ；

$d_s$ —X 射线辐射源到第一散射体的距离， $m$ ；

$d_{r1}$ 、 $d_{r2}$ ... $d_{rj}$ —迷道内各处中心线的散射距离（近似取每段迷路长度）， $m$ ；

$j$ —指第  $j$  个散射过程。

本项目 1#~6#探伤房 X 射线迷道散射的计算参数及结果见表 11-9。

表 11-9 本项目 1#~6#探伤房 X 射线迷道散射计算

根据表 11-9 中的计算结果可知，经过迷道人员门屏蔽后，1#~6#探伤房迷道外人员门入口处的剂量率均小于  $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

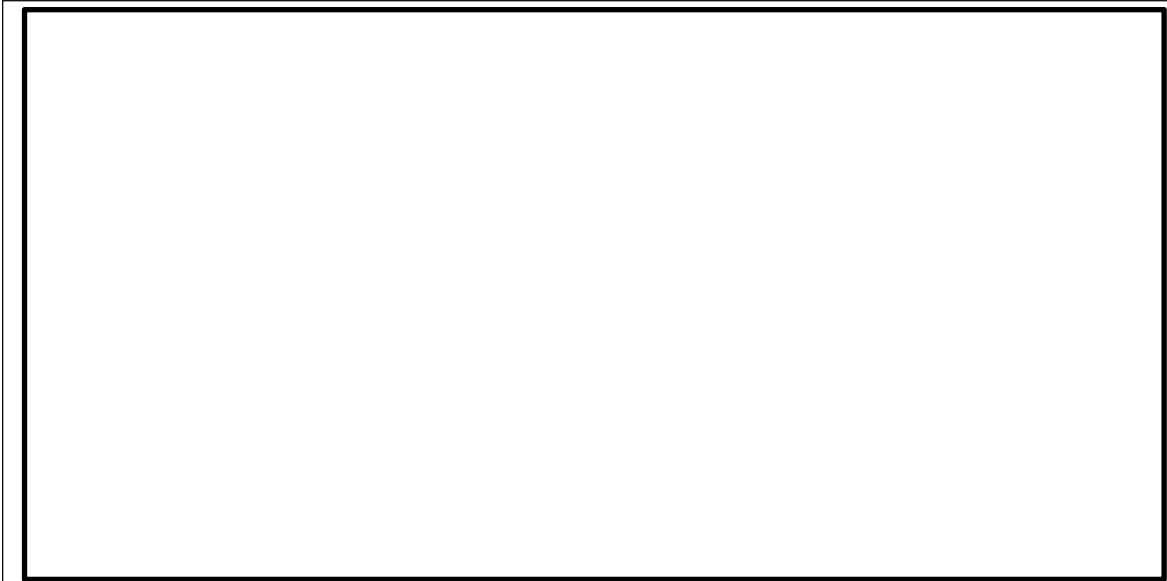


图 11-1 1#、2#探伤房迷道散射示意图

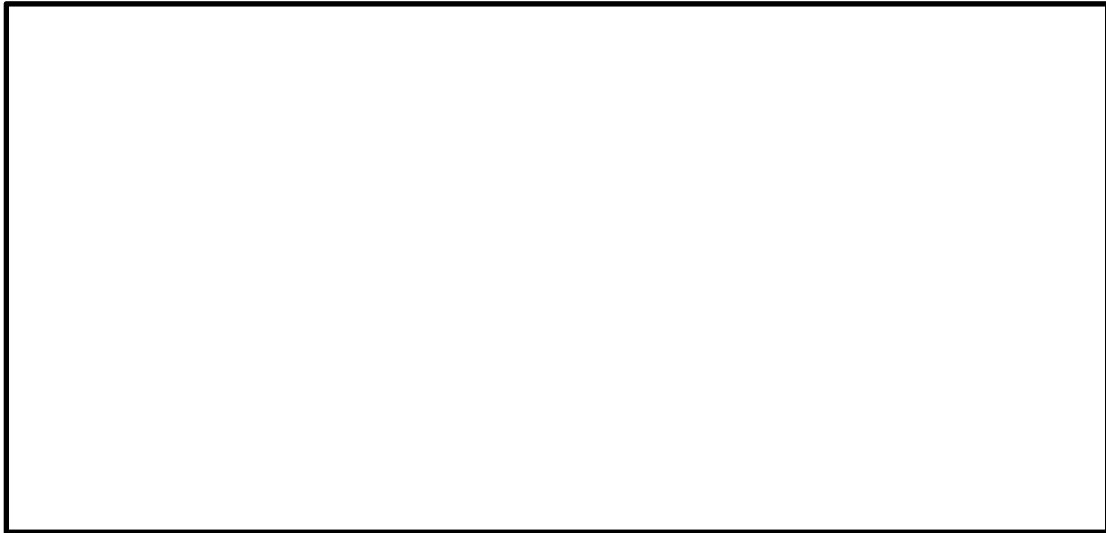


图 11-2 3#、4#探伤房迷道散射示意图



图 11-3 5#、6#探伤房迷道散射示意图

## 1.2 $\gamma$ 射线探伤辐射环境影响分析

### 1.2.1 预测计算模式

$\gamma$ 射线辐射影响预测采用《辐射防护导论》（方杰编） $\gamma$ 点源周围剂量当量率计算公式，计算出关注点的周围剂量当量率 $\dot{K}_0$ ：

$$\dot{K}_0 = \frac{A \cdot \Gamma_K \cdot B}{r^2} \quad (11-6)$$

式中： $\dot{K}_0$ ----参考点的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

$A$  ---- 放射源活度， $\text{Bq}$ ；

$\Gamma_K$  ---- 周围剂量当量率常数，通过查阅《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 A.1， $^{60}\text{Co}$  放射源的 $\Gamma_K=0.35\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ ， $^{192}\text{Ir}$  放射源的 $\Gamma_K=0.17\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ ；

$r$  ----参考点到放射源的距离， $m$ ；

$B$  ----屏蔽透射因子，根据屏蔽体厚度  $X$ ， $\gamma$ 射线在相应材质屏蔽体中的半值层厚度  $\text{HVL}$ ，按公式  $B=2^{-X/\text{HVL}}$  计算。根据 GBZ117-2022 表 A.2， $^{60}\text{Co}$  对混凝土的半值层为 70mm，对铅的半值层为 13mm， $^{192}\text{Ir}$  对混凝土的半值层为 50mm，对铅的半值层为 3mm。

利用上述公式（11-6）计算有屏蔽体情况下关注点的周围剂量当量率 $\dot{K}_0$ 。

### 1.2.2 理论计算结果

本项目 1#~3#、5#、6#探伤房曝光室内各拟采用 1 台 120Ci 的  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机、1 台 120Ci 的  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机进行探伤。曝光室内每次仅开启 1 台 $\gamma$ 射线探伤机进行探伤，由于  $^{192}\text{Ir}$  核素最大能量为 0.672MeV，大于  $^{75}\text{Se}$  核素最大能量 0.279MeV，因此本项目 1#~3#、5#、6#探伤房 $\gamma$ 射线辐射影响预测选取 1 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机，额定装源活度为  $4.44\times 10^{12}\text{Bq}$  进行评价，若  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机探伤时，1#~3#、5#、6#曝光室屏蔽设计能满足要求，则可推断  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机探伤时也能满足要求。

#### 1.2.2.1 1#探伤房理论计算结果

本项目 1#、2#曝光室屏蔽设计均一致， $\gamma$ 射线探伤机在 1#、2#探伤房曝光室内距各侧墙体的最近距离一致（详见附图 11）。因此当 1#探伤房曝光室的预测结果满足要求时，2#探伤房曝光室的预测结果也将满足要求。

本次评价选取活度为  $4.44 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机在 1#探伤房曝光室内进行预测，根据探伤房设计参数，按公司探伤时实际工作情况， $\gamma$ 射线探伤机照射头距离各侧屏蔽墙的最近距离均为 2m，距离地面的最大高度为 1.5m，参考点距离各屏蔽墙、屋顶及防护门表面的距离均为 30cm，计算关注点位详见附图 11。将相关参数代入公式（11-6），1#探伤房曝光室屏蔽墙外辐射防护水平理论计算结果见表 11-10。

表 11-10 1#探伤房曝光室 $\gamma$ 射线探伤各侧墙体屏蔽计算

--

②隧道外墙厚度为 CAD 中直接测量出，详见附图 11。

根据表 11-10 的计算结果，当 1#探伤房曝光室内开启 1 台活度为  $4.44 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机探伤时，1#曝光室各侧屏蔽墙体、工件门及人员门外 30cm 处最大辐射剂量率均约为  $1.198 \mu\text{Sv/h}$ ，顶部外 30cm 处最大辐射剂量率约为  $31.201 \mu\text{Sv/h}$ ，均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  及无人员到达的曝光室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为  $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标要求，因此可推断 2#探伤房曝光室也将满足上述要求。

### 1.2.2.2 3#探伤房理论计算结果

本次评价选取活度为  $4.44 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机在 3#探伤房曝光室内进行预测，根据探伤房设计参数，按公司探伤时实际工作情况， $\gamma$  射线探伤机照射头距离各侧屏蔽墙的最近距离均为 2m，距离地面的最大高度为 1.5m，参考点距离各屏蔽墙、屋顶及防护门表面的距离均为 30cm，计算关注点位详见附图 11。将相关参数代入公式（11-6），3#探伤房曝光室屏蔽墙外辐射防护水平理论计算结果见表 11-11。

表 11-11 3#探伤房曝光室 $\gamma$ 射线探伤各侧墙体屏蔽计算

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

根据表 11-11 的计算结果，当 3#探伤房曝光室内开启 1 台活度为  $4.44 \times 10^{12}$ Bq 的  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机探伤时，3#曝光室各侧屏蔽墙体、工件门及人员门外 30cm 处最大辐射剂量率均约为  $1.198 \mu\text{Sv/h}$ ，顶部外 30cm 处最大辐射剂量率约为  $31.201 \mu\text{Sv/h}$ ，均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  及无人员到达的曝光室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为  $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标要求。

#### 1.2.2.3 4#探伤房理论计算结果

本项目 4#探伤房曝光室内各拟采用 1 台 200Ci 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机、1 台 120Ci 的  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机、1 台 120Ci 的  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机进行探伤。曝光室内每次仅开启 1 台  $\gamma$ 射线探伤机进行探伤，由于  $^{60}\text{Co}$  核素最大能量为 1.330MeV，大于  $^{192}\text{Ir}$  核素最大能量 0.672MeV 和  $^{75}\text{Se}$  核素最大能量 0.279MeV，且  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机的活度大于  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机和  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机，因此本项目 4#探伤房  $\gamma$ 射线辐射影响预测选取 1 台  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机，额定装源活度为  $7.4 \times 10^{12}$ Bq 进行评价，若  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机探伤时，4#曝光室屏蔽设计能满足要求，则可推断  $^{192}\text{Ir}$  线探伤机和  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机探伤时也能满足要求。

根据 4#探伤房设计参数，按公司探伤时实际工作情况，4#探伤房内  $\gamma$ 射线探伤机照射头距离东侧、南侧、西侧屏蔽墙的最近距离均为 2m，距离北侧屏蔽墙的最近距离均为 3m，距离地面的最大高度为 1.5m，参考点距离各屏蔽墙、屋顶及防护门表面的距离均为 30cm，计算关注点位详见附图 11。将相关参数代入公式（11-6），4#探伤房曝光室屏蔽墙外辐射防护水平理论计算结果见表 11-12。

表 11-12 4#探伤房曝光室 $\gamma$ 射线探伤各侧墙体屏蔽计算

--

根据表 11-12 的计算结果，当 4#探伤房曝光室内开启 1 台活度为  $7.4 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机探伤时，4#探伤房曝光室各侧屏蔽墙体、工件门及人员门外 30cm 处最大辐射剂量率约为  $0.670 \mu\text{Sv/h}$ ，顶部外 30cm 处最大辐射剂量率约为  $17.064 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  及无人员到达的曝光室顶外表面 30cm



根据表 11-13 的计算结果，当 5#探伤房曝光室内开启 1 台活度为  $4.44 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机探伤时，5#曝光室各侧屏蔽墙体、工件门及人员门外 30cm 处最大辐射剂量率均约为  $1.198 \mu\text{Sv/h}$ ，顶部外 30cm 处最大辐射剂量率约为  $31.201 \mu\text{Sv/h}$ ，均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  及无人员到达的曝光室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为  $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标要求，因此可推断 6#探伤房曝光室也将满足上述要求。

### 1.2.3 $\gamma$ 射线探伤天空反散射分析

本项目 1#~6#曝光室顶部人员均不可到达，但 $\gamma$ 射线穿透探伤室顶后因大气散射返回地面，可能会造成曝光室周围出现较高的辐射水平，因此 1#~6#曝光室顶的屏蔽主要考虑穿透 $\gamma$ 射线的天空反散射影响，天空反散射示意图见图 11-4。



图 11-4 天空反散射示意图

天空反散射辐射水平预测模式根据《辐射防护导论》P181 公式（6.1）推导得出，具体计算公式如下：

$$H_{L,h} = \eta_{r,s} \cdot D_{10} \cdot \Omega^{1.3} / (0.67 \cdot r_i^2 \cdot r_s^2) \quad \dots\dots\dots (11-6)$$

式中：0.67：单位换算系数；

$H_{L,h}$ ：参考点处相应的剂量当量率，Sv/h；

$\eta_{r,s}$ ：透射比；

$r_i$ : 辐射源到屋顶上方 2m 处的距离 m;

$r_s$ : 室外参考点到源的水平距离, 本项目探伤房周围 50m 内没有敏感点,  $r_s$  通过公式  $r_s = b \cdot r_i / (r_i - c)$  计算得到;

$D_{10}$ : 离源上方 1m 处的吸收剂量指数率,  $Gy \cdot m^2/min$ , 本项目  $D_{10} = A\Gamma$ 。

$\Omega$ : 辐射源对屋顶张的立体角, 单位为球面度, sr。  $\Omega = 4 \arctan(ab/cd)$ , 其中 a 是屋顶长度之半, b 是屋顶宽度之半 (根据《辐射防护导论》第 182 页), c 是辐射源到屋顶表面中心的最小距离 (此处 a、b 的值按照探伤室顶部内表面长、宽的一半取值, c 取探伤机出束口离顶部最近时, 出束口到屋顶外表面的距离, 即加上屋顶墙体厚度); d 是源到屋顶边缘的距离,  $d = (a^2 + b^2 + c^2)^{1/2}$ 。

表 11-14 天空反散射影响预测表

根据表 11-14 中预测结果, 1#~3#探伤房曝光室内开启 1 台活度为  $4.44 \times 10^{12} Bq$  的  $^{192}Ir$   $\gamma$  射线探伤机探伤时, 天空反散射剂量率均为  $0.009 \mu Sv/h$ , 叠加表 11-10、表 11-11 四周最大辐射剂量率  $1.198 \mu Sv/h$  后为  $1.207 \mu Sv/h$ 。

4#探伤房曝光室内开启 1 台活度为  $7.4 \times 10^{12} Bq$  的  $^{60}Co$   $\gamma$  射线探伤机探伤时, 天空反散射剂量率为  $0.004 \mu Sv/h$ , 叠加表 11-12 四周最大辐射剂量率  $0.670 \mu Sv/h$  后为  $0.674 \mu Sv/h$ 。

5#、6#探伤房曝光室内开启 1 台活度为  $4.44 \times 10^{12} Bq$  的  $^{192}Ir$   $\gamma$  射线探伤机探伤时, 天空反散射剂量率均为  $0.010 \mu Sv/h$ , 叠加表 11-13 四周最大辐射剂量率  $1.198 \mu Sv/h$  后为  $1.208 \mu Sv/h$ 。

1#~6#探伤房曝光室均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”的要求。

### 1.2.3 $\gamma$ 射线探伤迷道散射辐射影响分析

本项目 1#~6#探伤房曝光室均拟设置迷道，利用散射降低人员门入口处的辐射水平，避免 $\gamma$ 射线直接照射迷道外人员门入口，1#~6#探伤房曝光室迷道及射线进入迷道后散射示意图见图 11-1~图 11-3。根据散射公式 11-5，本项目 1#~6#探伤房 $\gamma$ 射线迷道散射的计算参数及结果见表 11-15。

表 11-15 本项目 1#~6#探伤房 $\gamma$ 射线迷道散射计算

--

衰减倍数保守取  $5 \times 10^7$ ，衰减倍数均根据《辐射防护导论》附表 11 得出），则屏蔽透射因子  $B=2 \times 10^{-8}$ 。

根据表 11-15 中的计算结果可知，经过迷道人员门屏蔽后，1#~6#探伤房曝光室迷道外人员门入口处的剂量率均小于  $0.001 \mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

### 1.3 通风管道、电缆管道、防护门缝隙处辐射防护评价

本项目 1#、2#、6#探伤房曝光室内东南角设置室内排风口，3#、4#、5#探伤房曝光室内东北角设置室内排风口，1#~6#曝光室内南侧均设置 U 型排风地沟，1#~4#探伤房曝光室内排风地沟均为  $1000\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，5#、6#探伤房曝光室内排风地沟均为  $600\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，排风地沟埋地深度均为  $300\text{mm}$ 。排风地沟的设置不破坏曝光室屏蔽效果，1#、2#、3#、4#曝光室内的排风地沟相连，5#、6#曝光室内的排风地沟相连，排风地沟穿过车间墙体后沿探伤车间一南墙、探伤车间二南墙向上引至车间顶部。本项目 1#~6#探伤房曝光室内的 X、 $\gamma$ 射线经过 U 型排风地沟至少 3 次散射到达排风道口处。根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，由此可推断排风道口处的辐射剂量率能够满足标准要求。排风地沟、排风道散射示意图见附图 11、附图 12。

本项目 1#、2#探伤房曝光室西墙均与操作室 1 间设置“U”形埋地电缆沟，3#、4#探伤房曝光室西墙均与操作室 2 间设置“U”形埋地电缆沟，5#、6#探伤房曝光室西墙与操作室间均设置“U”形埋地电缆沟，电缆沟直径均为  $300\text{mm}$ ，埋地深度均为  $300 \sim 600\text{mm}$ ，电缆沟的设置均未破坏 1#~6#曝光室的屏蔽墙，1#~6#探伤房曝光室内的 X、 $\gamma$ 射线经过“U”形埋地电缆沟至少 4 次散射到达电缆管沟口处。根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，由此可推断 1#~6#探伤房曝光室电缆沟口处的辐射剂量率能够满足标准要求。电缆沟散射示意图见图 11-5~图 11-7。

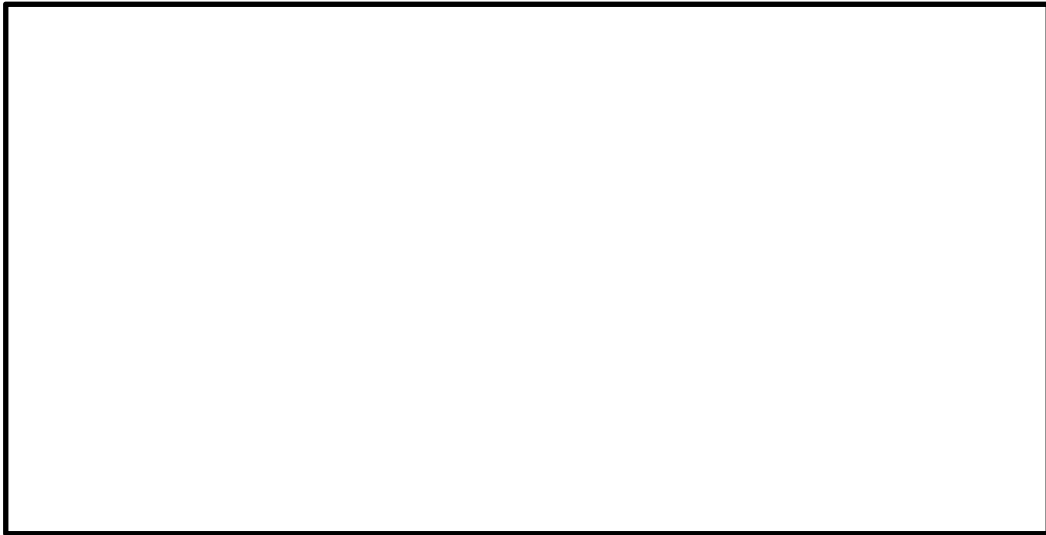


图 11-5 本项目 1#~3#探伤房电缆管道散射示意图



图 11-6 本项目 4#探伤房电缆管道散射示意图



图 11-7 本项目 5#、6#探伤房电缆管道散射示意图

本项目 1#~6#探伤房曝光室工件门门洞尺寸均为 3.50m 宽×3.00m 高，工件门尺寸均为 4.30m 宽×3.66m 高，工件门左右各搭接 400mm，上搭接 400mm，下搭接 260mm；人员门门洞尺寸均为 1.00m 宽×2.20m 高，人员门尺寸均为 1.40m 宽

×2.60m 高，人员门左右各搭接 200mm，上下各搭接 200mm。工件门、人员门与墙体之间的缝隙宽度均小于 15mm。本项目 1#~6#探伤房曝光室的工件门、人员门与墙体重叠部分均大于工件门、人员门与墙体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断工件门、人员门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

#### 1.4 放射源暂存库辐射影响预测

##### 1.4.1 放射源屏蔽状态下辐射影响

本项目新建的放射源暂存库内拟暂存 1 枚活度为  $7.4 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{60}\text{Co}$  放射源、12 枚活度为  $4.44 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{192}\text{Ir}$  放射源及 12 枚活度为  $4.44 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{75}\text{Se}$  放射源。当放射源处于探伤机源容器内时，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），P 类探伤机源容器外 5cm 处周围剂量当量率  $\dot{K}_1 \leq 0.5 \text{mSv/h}$ ，表面 1m 处周围剂量当量率  $\dot{K}_1 \leq 0.02 \text{mSv/h}$ ；M 类探伤机源容器外 5cm 处周围剂量当量率  $\dot{K}_1 \leq 1 \text{mSv/h}$ ，表面 1m 处周围剂量当量率  $\dot{K}_1 \leq 0.05 \text{mSv/h}$ 。周围剂量当量率与距离平方成反比，因此根据公式（11-7）可计算得出距离探伤机不同位置处的辐射水平。

$$\dot{K}_1 = \dot{K}_0 \cdot (R_0 + 0.15)^2 / (R_1 + 0.15)^2 \quad (11-7)$$

式中  $\dot{K}_1$ ：距探伤机源容器表面 R 处的周围剂量当量率，mSv/h

$\dot{K}_0$ ：距离探伤机源容器表面 1m 处的周围剂量当量率，mSv/h

$R_0$ ：源容器表面外 1m

$R_1$ ：参考点距容器表面的距离，m

0.15：源贮存位置至源表面距离，m

表 11-16 距 P 类探伤机源容器不同距离处的辐射水平估算结果

--

表 11-17 距 M 类探伤机源容器不同距离处的辐射水平估算结果

--

通过表 11-16 及表 11-17 中计算数据可以看出，本项目γ射线探伤机未工作时由于探伤机自身源容器的屏蔽防护，放射源对曝光室外环境影响较小，但辐射工作人员在曝光室内移动探伤机或进行其他活动的过程中将受到一定的外照射。因此，实际工作过程中工作人员应注意控制与探伤机接触时间，在曝光室内进行工件调运、胶片贴、取等其他工作时还应注意与探伤机保持一定的距离。

#### 1.4.2 放射源暂存库辐射防护性能预测

本项目拟于 1#探伤房曝光室外北侧新建 1 个放射源暂存库，用于贮存本项目拟使用的 1 台 <sup>60</sup>Co γ射线探伤机、12 台 <sup>192</sup>Ir γ射线探伤机和 12 台 <sup>75</sup>Se γ射线探伤机。25 台γ射线探伤机暂存于放射源暂存库内划定区域（详见报告附图 7、附图 15）。

新建放射源暂存库的内净尺寸为 6.95m（长）×6.90m（宽）×4.81m（高）。放射源暂存库东墙、西墙及北墙均拟采用 250mm 混凝土，南墙拟采用 800mm 混凝土，顶部拟采用 160mm 混凝土，源库门拟采用 5mmPb。源库内每个 <sup>60</sup>Co 源坑可存 1 枚 <sup>60</sup>Co，净尺寸均为 0.8m（长）×0.6m（宽）×1.0m（深），每个 <sup>192</sup>Ir 源坑可存 2 枚 <sup>192</sup>Ir，净尺寸均为 0.65m（长）×0.5m（宽）×1.0m（深），每个 <sup>75</sup>Se 源坑可存 2 枚 <sup>75</sup>Se，净尺寸均为 0.65m（长）×0.5m（宽）×1.0m（深）。源坑四周及底部均拟采用 200mm 混凝土，顶部盖板采用 30mmFe 防护。

因关注点处周围剂量当量率与其至源点的距离平方成反比，放射源暂存库表面 30cm 处的周围剂量当量率可按下式计算：

$$\dot{K} = \frac{\dot{K}_0(R_0 + 0.15)^2}{R_1^2} \cdot B \quad (11-8)$$

式中：  $\dot{K}$  ---距源 R 处的周围剂量当量率，μSv/h；

$R_1$ ---参考点至源的距离，m；

$R_0$ ---源容器外表面 1m；（注：公式 11-8 中 0.15m 为源贮存位置至源容器表面距离）；

$\dot{K}_0$ ---距源容器外表面 1m 处的周围剂量当量率控制值，μSv/h，P 类探





--

表 11-21 源库外辐射剂量率叠加结果

--

从表 11-21 可知，当 1 台初始活度为  $7.4 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线探伤机、12 台初始活度为  $4.44 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机及 12 台初始活度为  $4.44 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$  射线探伤机同时贮存在源库期间，源库四周屏蔽体、防护门外及顶部外表面 30cm 处周围剂量当量率最大约为  $1.846 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求。

## 2 有效剂量估算

本项目辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可通过《工业 X 射线探伤室

辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式来估算，估算公式如下：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (11-9)$$

上式中：H—受照剂量， $\mu\text{Sv}$ ；

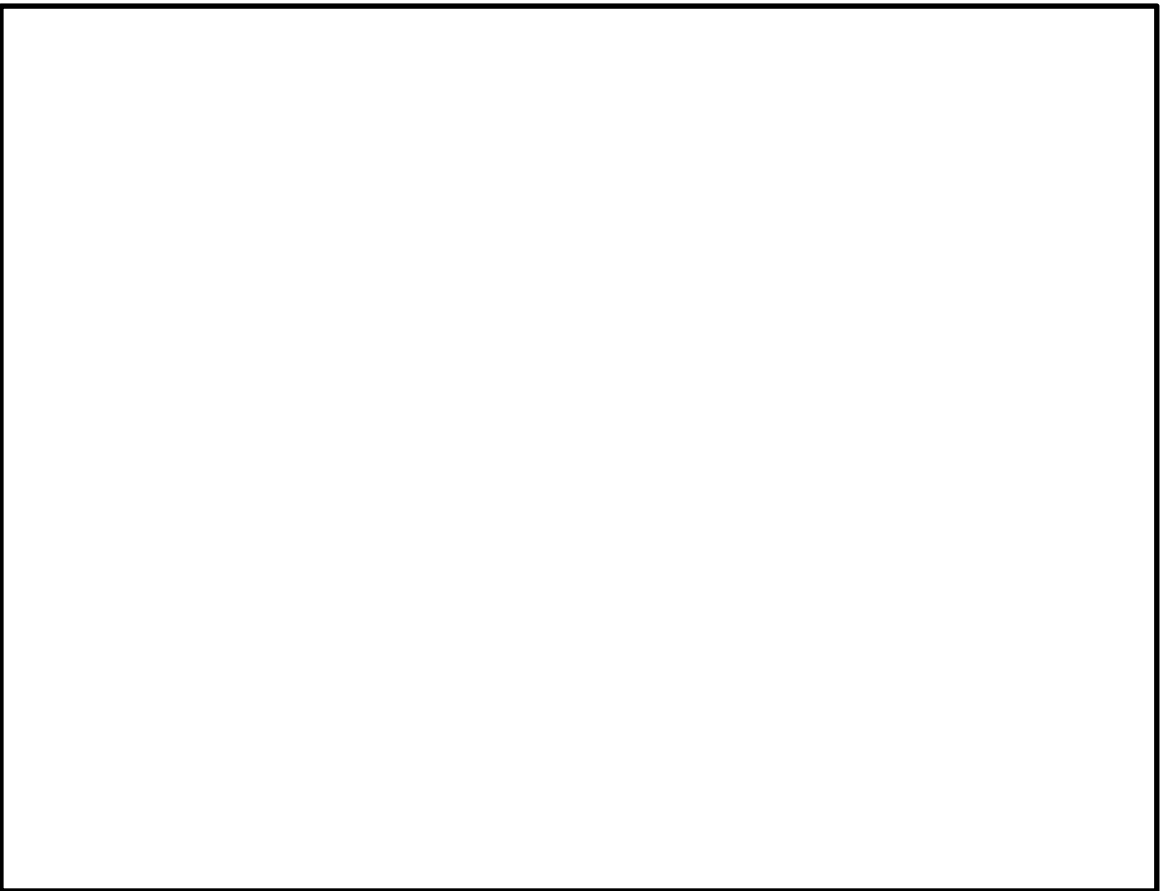
$\dot{H}$ —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U—使用因子；

T—居留因子；

t—照射时间，（h）。

## 2.1 辐射工作人员周/年有效剂量估算



本项目探伤时各操作过程中辐射工作人员年工作时间见表 11-22。

表 11-22 各操作过程中辐射工作人员周/年工作时间表

--

### 2.1.1 辐射工作人员探伤作业时周/年有效剂量

由于本项目 1#~4#探伤房及放射源暂存库相邻而建，5#、6#探伤房相邻而建，因此需考虑叠加剂量的影响。本项目 1#探伤房内辐射工作人员所受叠加剂量率主要考虑受 2#探伤房的叠加影响；2#探伤房内辐射工作人员所受叠加剂量率主要考虑受 1#探伤房的叠加影响；3#探伤房内辐射工作人员所受叠加剂量率主要考虑受 4#探伤房的叠加影响；4#探伤房内辐射工作人员所受叠加剂量率主要考虑受 3#探伤房的叠加影响；5#探伤房内辐射工作人员所受叠加剂量率主要考虑受 6#探伤房的叠加影响；6#探伤房内辐射工作人员所受叠加剂量率主要考虑受 5#探伤房的叠加影响。根据表 11-1~表 11-8、表 11-10~表 11-13 计算结果，1#~6#探伤房曝光室内使用  $\gamma$  射线探伤机时的辐射剂量率大于使用 X 射线探伤机时的辐射剂量率，因此取  $\gamma$  射线探伤机运行时辐射剂量率进行叠加计算。根据剂量率与距离平方成反比公式（11-10）可计算得到本项目探伤房同时运行时各探伤房辐射工作人员所受辐射剂量率，计算结果见表 11-23。

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (11-10)$$

式中： $H_1$ —距射线源点  $R_1$  处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_2$ —距射线源  $R_2$  处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$R_1$ —装置屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

$R_2$ —监督区外各点位距射线源的距离，m。

表 11-23 1#~6#探伤房操作室所受其他探伤房叠加剂量率计算表

--

将表 11-23 计算结果代入公式 (11-9) 中计算得到正常探伤作业时辐射工作人员的有效剂量, 结果见表 11-24。

**表 11-24 正常探伤作业时辐射工作人员周/年有效剂量估算表**

--

**2.1.2 辐射工作人员提取、归还 $\gamma$ 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机摆位所受周/年有效剂量**

本项目辐射工作人员提取和归还 $\gamma$ 探伤机以及摆位时近距离接触放射源会受到一定剂量的 $\gamma$ 射线照射, 辐射工作人员受照射时间见表 11-22。 $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机、 $^{75}\text{Se}$   $\gamma$  射线探伤机一般为手提搬运,  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线探伤机一般使用推车搬运, 提取、归还 $\gamma$ 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机摆位时, 1#~3#、5#、6#探伤房辐射工作人员离 $\gamma$ 射线探伤机表面约 50cm, 4#探伤房辐射工作人员离 $\gamma$ 射线探伤机表面约 1m, 根据表 11-16 及表 11-17 可知, 1#~3#、5#、6#探伤房辐射工作人员所受剂量率约为  $63\mu\text{Sv/h}$ , 4#探伤房辐射工作人员所受剂量率约为  $50\mu\text{Sv/h}$ 。将相关参数代入公式 (11-9) 中计算得到辐射工作人员有效剂量见表 11-25。

**表 11-25 辐射工作人员周/年有效剂量估算表**

--

### 2.1.3 辐射工作人员更换被检测工件和重新贴片所受周/年有效剂量

辐射工作人员中途更换被检测工件和重新贴片期间会受到一定剂量的 $\gamma$ 射线照射，辐射工作人员探伤过程中在曝光室内搬运工件及贴取胶片时间见表11-22。设工作期间，1#~6#探伤房辐射工作人员距 $\gamma$ 射线探伤机最小距离为2m，根据表11-16及表11-17，1#~3#、5#、6#探伤房辐射工作人员所受剂量率约为 $5.7\mu\text{Sv/h}$ ，4#探伤房辐射工作人员所受剂量率约为 $14\mu\text{Sv/h}$ 。将相关参数代入公式（11-9）中计算得到辐射工作人员有效剂量见表11-26。

表 11-26 辐射工作人员周/年有效剂量估算表

### 2.1.4 辐射工作人员摆位、更换被检测工件和重新贴片受源库影响所受年有效剂量

1#探伤房内辐射工作人员摆位、更换被检测工件和重新贴片期间会受到储存于源库的 $\gamma$ 射线探伤机的照射，辐射工作人员摆位、更换被检测工件和重新贴片时间见表11-22。根据表11-21，放射源暂存库南墙外（1#曝光室内）最大辐射剂量率小于 $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，则1#探伤房辐射工作人员所受源库辐射剂量率小于 $0.001\mu\text{Sv/h}$ 。将相关参数代入公式（11-9）中计算得到辐射工作人员有效剂量见表11-27。

表 11-27 辐射工作人员有效剂量估算表

### 2.1.5 将 $\gamma$ 射线探伤机运送至曝光室内所受周/年有效剂量

本项目1#~6#探伤房辐射工作人员将 $\gamma$ 射线探伤机运送至曝光室内时会受到一

定剂量的 $\gamma$ 射线照射，辐射工作人员将 $\gamma$ 射线探伤机运送至曝光室内时间见表11-22。设 $\gamma$ 射线探伤机运输期间，辐射工作人员距 $\gamma$ 射线探伤机最小距离为1.5m，根据表11-16及表11-17，1#~3#、5#、6#探伤房辐射工作人员所受剂量率约为 $10\mu\text{Sv/h}$ ，4#探伤房辐射工作人员所受剂量率约为 $24\mu\text{Sv/h}$ 。将相关参数代入公式（11-9）中计算得到辐射工作人员有效剂量见表11-28。

表 11-28 辐射工作人员周/年有效剂量估算表

--

### 2.1.6 辐射工作人员摆位、更换被检测工件和重新贴片受相邻探伤房影响所受年有效剂量

1#~6#探伤房内辐射工作人员摆位、更换被检测工件和重新贴片期间会受到相邻探伤房内的 $\gamma$ 射线探伤机的照射，辐射工作人员受相邻探伤房辐射影响时间见表11-22。将叠加天空反散射影响后的各探伤房辐射剂量率参数代入公式（11-9），计算得到辐射工作人员有效剂量见表 11-29。

表 11-29 辐射工作人员有效剂量估算表

--

注：1#~6#探伤室辐射工作人员均采用两班制，根据表11-22，每班辐射工作人员周工作时间约为2.5h，年工作时间约为125h。

### 2.1.7 源库管理人员所受周/年有效剂量

本项目放射源暂存库4名辐射工作人员在其他辐射工作人员领取、归还 $\gamma$ 射线探伤机时需进行检测、登记，检测、登记时间见表11-22。设检测、登记时距 $\gamma$ 射线探伤机最小距离为1m，根据表11-16及表11-17，检测 $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$ 射线探伤机、检测 $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机及检测 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线探伤机时，放射源暂存库4名辐射工作人员所受剂量率分别约为 $20\mu\text{Sv/h}$ 、 $20\mu\text{Sv/h}$ 及 $50\mu\text{Sv/h}$ 。将相关参数代入公式（11-9）中计算得到辐射工作人员有效剂量见表11-30。

表 11-30 辐射工作人员周/年有效剂量估算表

--

本项目放射源暂存库4名辐射工作人员在其他辐射工作人员领取、归还 $\gamma$ 射线探伤机时会受到1#探伤房内的 $\gamma$ 射线探伤机的影响，时间见表11-22。将相关参数代入公式（11-9）中计算得到辐射工作人员有效剂量见表11-31。

表 11-31 辐射工作人员周/年有效剂量估算表

--

### 2.1.8 辐射工作人员探伤期间所受叠加周/年有效剂量汇总

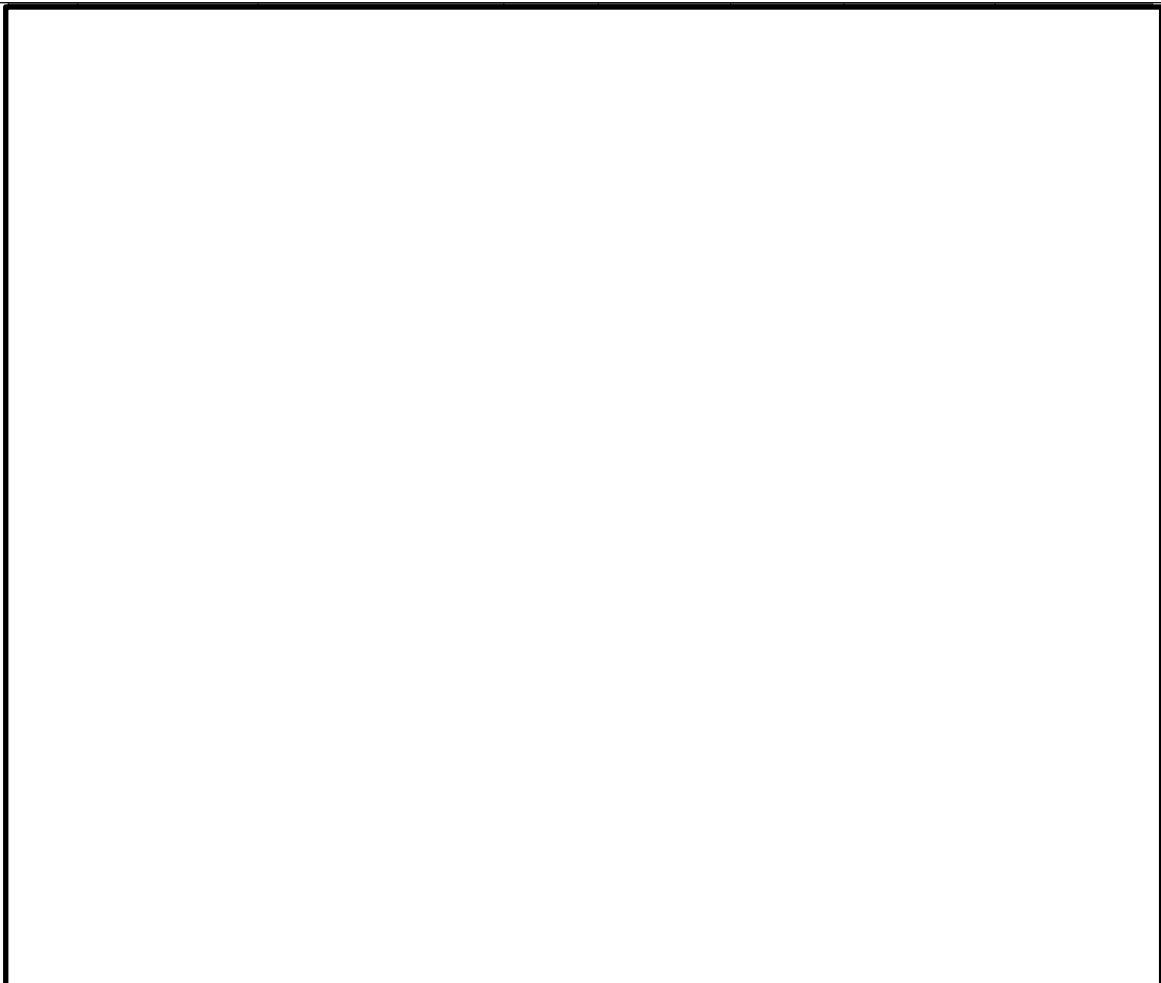
根据表11-24~表11-31，辐射工作人员探伤期间所受叠加年有效剂量汇总见表11-32。

表 11-32 辐射工作人员周/年有效剂量估算表

--

根据表11-32可知，本项目1#~6#探伤房投入运行后，1#~6#探伤房曝光室辐射工作人员所受周有效剂量最大值约为**78.355 $\mu$ Sv**，年有效剂量最大值约为**3.917mSv**，





将表 11-33 中相关参数代入公式（11-9）可估算出本项目 1#~6#探伤房曝光室、放射源暂存库周围公众的周/年有效剂量见表 11-34。

**表 11-34 1#~6#探伤房周围公众人员周/年受照有效剂量结果评价**

探伤房编号	探伤房名称	探伤房类型	探伤房面积 (m <sup>2</sup> )	探伤房周/年有效剂量 (mSv)	探伤房周/年有效剂量 (mSv)
1#					
2#					
3#					
4#					
5#					
6#					

根据表 11-34 中的计算结果可知，本项目 1#~6#探伤房、放射源暂存库周围公众周有效剂量最大值均约为  $1.570\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大值均约为  $0.079\text{mSv}$ ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求，即：公众周有效剂量不超过  $5\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ 。

### 2.3 评价范围内其他单位公众人员影响

对于本项目 1#~6#探伤房周围 50m 范围内其他公众，根据前文理论预测结果，X、 $\gamma$ 射线经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中，可推断 1#~6#探伤房周围 50m 范围内公众所受年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：公众人员周有效剂量不超过  $5\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ 。

### 3 放射性三废辐射环境影响分析

本项目运行过程中没有放射性废水、废气产生。

本项目 1#~6#探伤房的 $\gamma$ 射线探伤机内  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  密封源退役后仍有较强的放射性， $\gamma$ 射线探伤机退役时产生的 $\gamma$ 探伤机屏蔽装置（贫铀罐）也具有一定的放射性，公司已承诺 $\gamma$ 射线探伤机内  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  密封源及贫铀罐退役后，废源及贫铀罐将由原生产厂家回收，承诺书详见附件 4，此举符合生态环境部门的相关管理要求。企业辐射工作人员不进行换源操作，放射源退役时换源由放射源厂家工作人员进行。

## 4 非辐射环境影响分析

### 4.1 固体废物

本项目 1#~6#探伤房运行后会产生废胶片，属于《国家危险废物名录（2025 年版）》中编号为 HW16 的危险废物，每年预计产生废胶片 60kg。江苏和能智能制造有限公司拟与有资质单位签订危险废物收集处置委托合同，探伤过程中产生的废胶片在收集后拟临时贮存于危废暂存间内，定期交由有资质单位处理处置。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

### 4.2 废水

本项目洗片过程会产生废显（定）影剂及冲洗废水，每月预计产生废显（定）影剂 100L，一次、二次冲洗废水 200L，每年预计产生废显（定）影剂 1200L，一次、二次冲洗废水 2400L。探伤过程中产生的显影、定影废液及一次、二次冲洗废水在收集后拟临时贮存于危废暂存间内，定期交由有资质单位处理处置。

本项目运行后，工作人员会产生一定量的生活污水，洗片时会产生三次及以上冲洗废水，生活污水、三次及以上冲洗废水经预处理后接管至启东胜科水务有限公司，处理达标后排入黄海。

### 4.3 废气

本项目 1#~6#探伤房内的 X 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机工作时产生的 X、 $\gamma$ 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物通过机械排风装置经排风地沟排出各曝光室。臭氧在空气中 50min 可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

## 事故影响分析

### 1 潜在事故分析

#### 1.1 X 射线探伤可能发生的辐射事故

(1) 由于安全联锁装置失灵，防护门未关闭时辐射工作人员开机工作，致使周围人员受到误照射；

(2) 探伤时未进行清场，曝光室内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；

(3) 机器调试、检修时误照射。X 射线探伤房内的 X 射线探伤机在调试或检

修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射；

(4) 二人作业，配合失误受照。两个人一起作业时，一人放置待测工件，而另一人却仍误开机导致人员受到误照射。

## **1.2 $\gamma$ 射线探伤潜在事故分析**

(1)  $\gamma$ 射线探伤机放射源发生被盗事故，对社会安全及公众人身安全造成严重危害。

(2)  $\gamma$ 射线探伤机源容器出口安全锁损坏，导致探伤机移动过程中放射源移出源容器。

(3)  $\gamma$ 射线探伤机输源管或控制缆经过挤压、弯曲后不能保持结构完整导致放射源不能在导管内运动，造成卡源事故。

(4)  $\gamma$ 射线探伤过程中辐射工作人员或其他人员误留在曝光室内，致使其受到大剂量照射。

(5)  $\gamma$ 射线探伤过程中因门-机联锁失效、警告灯损坏等原因，工作人员或其他人员误入曝光室使其受到大剂量照射；曝光期间防护门未能完全关闭时，大量 $\gamma$ 射线泄漏到曝光室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

## **2 辐射事故预防措施**

### **2.1 X 射线探伤事故预防措施**

(1) 各曝光室内拟设置紧急停机按钮及开门开关，若人员误入曝光室可及时按下急停按钮，停止探伤机曝光。

(2) 辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保安全措施完好。确保在所有防护门关闭后，X 射线探伤机才能进行照射；定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，定期对探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

(3) X 射线探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

(4) 制定 X 射线探伤机操作规程。凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，做好个人的防护，并将操作规程张贴在操作人员可以看到的显眼位置。

(5) 辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

(6) 公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对 X 射线探伤机进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前检查曝光室门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测曝光室的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

## 2.2 $\gamma$ 射线探伤事故预防措施

(1) 各曝光室内拟设置紧急停机按钮及开门开关，若人员误入曝光室可及时按下急停按钮，停止探伤机曝光。

(2) 辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保安全措施完好。确保在所有防护门关闭后， $\gamma$ 射线探伤机才能启动出源；每月应对 $\gamma$ 射线探伤机进行检查、维护，每 3 个月应对其性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。

(3)  $\gamma$ 射线探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即将放射源回收至探伤机内，并检查排除异常，并做好记录。

(4) 辐射工作人员进出探伤房曝光室时必须携带个人剂量报警仪。

(5) 制定 $\gamma$ 射线探伤机操作规程。凡涉及对 $\gamma$ 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，做好个人的防护，并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(6) 加强放射源暂存库管理，落实双人双锁制度，放射源暂存库由 2 名辐射工作人员负责源库的保管工作，加强源容器出入放射源暂存库登记记录。

(7) 辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

(8)  $\gamma$ 射线探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的 $\gamma$ 射线探伤装置。

(9) 公司在日常工作中应加强辐射安全管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前检查曝光室门机联锁、急停按钮等安全防

护措施的有效性，定期检测曝光室的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

### 3 辐射事故处置方法

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目拟使用的 X 射线探伤机属于Ⅱ类射线装置，拟使用的  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  放射源均属于Ⅱ类放射源，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，本项目 X 射线探伤可能发生的事故主要为一般辐射事故，本项目  $\gamma$  射线探伤可能发生的事故主要为一般辐射事故及重大辐射事故。在发生事故后：

(1) 辐射工作人员应第一时间停止放射源或射线装置操作，然后启动应急预案；

(2) 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

(3) 对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用放射性同位素和射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

根据上述要求，江苏和能智能制造有限公司拟成立专门的辐射防护管理小组，同时确定辐射防护负责人，并以文件形式明确管理人员及辐射防护负责人的职责。公司拟为本项目配备 29 名辐射工作人员，其中 1 名人员专职作为辐射防护负责人，4 名人员专职作为放射源暂存库管理人员，24 名人员作为探伤操作人员。辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗，放射源暂存库管理人员均应通过生态环境部组织的“伽马射线探伤”类辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗，辐射工作人员均应通过生态环境部组织的“X 射线探伤”及“伽马射线探伤”类辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗。辐射工作人员考核合格证明到期后，应当通过生态环境部门组织的相应类别的辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可再次上岗。

**辐射安全管理规章制度**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《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管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。

本项目为新建项目，公司拟根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、放射源领用、归还登记制度、监测方案、台账管理制度、事故应急预案等，在实际工作中公司还应不断对其进行补充和完善，使其具有较

强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度完善要点提出如下建议：

**探伤操作规程：**明确 X、 $\gamma$ 射线探伤辐射人员的资质条件要求、X 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确 X 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

**岗位职责：**明确管理人员、操作人员、维修人员、放射源暂存库管理员的岗位责任。明确辐射防护负责人负责辐射安全管理工作，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**辐射防护和安全保卫制度：**根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是明确对 X 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机的管理、维修等均要落实到个人，明确放射源暂存库内安装监控探头，监控与公安部门进行联网，实施 24h 监控等。

**设备维修制度：**明确 X 射线探伤机、 $\gamma$ 射线探伤机、辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保 X 射线探伤机、 $\gamma$ 射线探伤机、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

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

**放射源领用、归还登记制：**明确配备专（兼）职人员负责 $\gamma$ 放射源的管理，建立 $\gamma$ 放射源台账登记，并建立登记保管、领用、注销和定期检查制度。在领用 $\gamma$ 射线探伤机时，进行放射性水平测量，确认放射源在探伤机中；探伤作业完成后，再进行放射性水平测量，确认放射源在其中，并将 $\gamma$ 射线探伤机放回放射源暂存库内，每次领用及交还均应进行详细的登记；放射源台账应定期清点检查，定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。

**监测方案：**制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告。

**台账管理制度：**对 X 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流、放射源种类、源编码等，并对 X 射线探伤机及 $\gamma$ 射

线探伤机使用进行严格管理。

**事故应急预案：**依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

**危险废物管理制度：**明确废显影液、废定影液、一次、二次冲洗废水及废胶片暂存处置要求，明确危废库管理要求，按要求建立危险废物管理台账并悬挂于危废库内，台账上需注明危险废物的名称、来源、数量、入库日期、出库日期及接收单位名称等信息。重点是：明确产生的废显影液、废定影液、一次、二次冲洗废水及废胶片应按要求集中贮存后交由有资质单位回收处理。

**放射性固体废物管理制度：**明确 $\gamma$ 射线探伤机内  $^{75}\text{Se}$ 、 $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{60}\text{Co}$  密封源及贫铀罐退役处置要求，废源及贫铀罐由原生产厂家回收，明确放射源退役时换源由放射源厂家工作人员进行，注意换源过程中的辐射安全防护。

## 辐射监测

本项目使用 II 类放射源及 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器；用于对辐射工作场所周围的辐射水平进行巡测。

公司拟为本项目配备 6 台环境辐射剂量巡测仪及 15 台个人剂量报警仪。公司的仪器配备能够满足审管部门对于监测仪器的要求。

本项目运行后，公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在进行探伤作业时，公司拟定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员及辐射防护负责人均拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。同时公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）安排辐射工作人员及辐射防护负责人进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司还拟对辐射安全和防护

状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

本项目辐射监测方案见表 12-1。落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求。

表 12-1 辐射监测方案

--

### 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，江苏和能智能制造有限公司拟针对本项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织和培训，应急装备、资金、物资的准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

江苏和能智能制造有限公司拟依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定辐

射事故应急预案，建立应急机构，明确人员职责分工，加强应急人员的组织、培训，完善辐射事故分类与应急响应措施，并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事态应急方案，采取必要防范措施，在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

**表 13 结论与建议**

## **结论**

### **1 辐射安全与防护分析结论**

#### **1.1 项目位置**

江苏和能智能制造有限公司位于江苏省南通市启东市吕四港经济开发区临港东路 888 号。公司厂区东侧为东海大道，南侧为空地，西侧为启东惠生海工装备有限公司，南侧为卫海大道。

本项目 1#~4#探伤房及放射源暂存库均拟建于公司厂区探伤车间一东部，1#、2#、3#、4#探伤房及放射源暂存库相邻而建，自北向南依次为放射源暂存库、1#探伤房、2#探伤房、3#探伤房、4#探伤房。1#~4#探伤房及放射源暂存库均拟建东侧依次为厂内道路及主厂房，南侧依次为厂内道路及喷砂防腐车间，西侧依次为探伤车间一内场所、厂内道路、酸洗钝化车间及成品仓库，北侧依次为厂内道路及探伤车间二，楼上、楼下均无建筑。

本项目 5#、6#探伤房拟建于公司厂区探伤车间二东部，5#、6#探伤房相邻而建，自北向南依次为 6#探伤房、5#探伤房。5#、6#探伤房拟建东侧依次为厂内道路及主厂房，南侧依次为厂内道路及探伤车间一，西侧依次为探伤车间二内场所、厂内道路及成品仓库，北侧依次为厂内道路、综合站房及综合厂房，楼上、楼下均无建筑。

本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围 50m 评价范围内均无居民区、学校等敏感点。因此，本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员、1#~6#探伤房及放射源暂存库拟建址周围评价范围内的公众。

#### **1.2 项目分区及布局**

本项目 1#~4#探伤房包括 1#~4#曝光室及辅房。1#~4#曝光室及辅房均为一层结构，其中辅房包括探伤人员办公室、操作室 2、设备库 2、辐射防护器材室、设备库 1、操作室 1、配电室、探伤耗材室、卫生间、工具间、登记室兼资料室、整备间、暗室 2（湿区）、暗室 2（干区）、评片室 2、资料室 2、资料室 1、评片室 1、暗室 1（湿区）、暗室 1（干区）、源库值班室（监控区）、源库值班室（休息区）。1#、2#探伤房共用操作室 1，3#、4#探伤房共用操作室 2，操作室 1、2 均位于探伤房曝光室西侧。1#~4#探伤房曝光室内周向 X 射线探伤机均

朝南墙、北墙、顶部及地面照射，定向 X 射线探伤机均可能朝南墙、北墙、顶部或地面照射，X 射线探伤机的照射方向均避开了操作室 1、操作室 2 的方向，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室应避免有用线束照射的方向并应与曝光室分开的要求，布局设计合理。

本项目 5#、6#探伤房包括 5#、6#曝光室及辅房，5#、6#曝光室及辅房均为一层结构，其中辅房包括辐射防护器材室、设备库、操作室 3、探伤人员办公室、配电室、资料室、暗室 3（湿区）、暗室 3（干区）及评片室 3。5#、6#探伤房共用操作室 3，操作室 3 位于 5#、6#探伤房曝光室西侧。5#、6#曝光室内周向 X 射线探伤机均朝南墙、北墙、顶部及地面照射，定向 X 射线探伤机均可能朝南墙、北墙、顶部或地面照射，X 射线探伤机的照射方向均避开了操作室 3 的方向，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室应避免有用线束照射的方向并应与曝光室分开的要求，布局设计合理。

本项目放射源暂存库拟建于 1#探伤房曝光室外北侧，放射源暂存库内设有源坑（预留部分源坑）。放射源暂存库独立建设，布局设计合理。

本项目拟将 1#~4#探伤房曝光室作为本项目的辐射防护控制区，在各曝光室表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入曝光室；将与 1#~4#探伤房曝光室相邻的探伤人员办公室、操作室 2、设备库 2、辐射防护器材室、设备库 1、操作室 1、配电室、探伤耗材室作为辐射防护监督区，监督区入口处拟设立标明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。

本项目拟将 5#、6#探伤房曝光室作为本项目的辐射防护控制区，在各曝光室表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入曝光室；将与 5#、6#探伤房相邻的辐射防护器材室、设备库、操作室 3、探伤人员办公室作为辐射防护监督区，监督区入口处拟设立标明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。

本项目拟将放射源暂存库作为本项目的辐射防护控制区，在各放射源暂存库表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入放射源暂存库；将与放射源暂存库相邻的工具间、登记室兼资料室、整备间以及放射源暂存库北侧和东侧围栏区域作为辐射防护监督区，监督区入口处拟设立标明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。

本项目 1#~6#探伤房及放射源暂存库辐射防护分区的划分均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射工作场所的分区规定。

### 1.3 辐射安全措施

#### 1.3.1 1#~6#探伤房辐射安全措施

本项目 1#~6#探伤房曝光室的工件门及人员门均拟设计安装门机联锁装置；1#~6#探伤房曝光室内每次探伤仅开启 1 台探伤装置；1#~6#探伤房曝光室工件门口、人员门口和曝光室内均同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与使用中的 X 射线探伤机或 $\gamma$ 射线探伤机联锁，拟在醒目的位置处均拟设置对“照射”和“预备”信号意义的说明；拟在 1#~6#探伤房曝光室内各设计安装 4 个摄像头，在 1#~6#探伤房曝光室迷道内各设计安装 1 个摄像头，在 1#~6#探伤房曝光室人员门外各设置 1 个摄像头；拟在 1#~6#探伤房曝光室工件门及人员门上设置符合标准要求的电离辐射警告标志和中文警示说明；拟在 1#探伤房曝光室东侧墙体、南侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，北侧墙体拟设置 4 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，拟在 2#探伤房曝光室东侧墙体和北侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体拟设置 3 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，拟在 3#探伤房曝光室东侧墙体拟设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体和北侧墙体各拟设置 3 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，拟在 4#探伤房曝光室东侧墙体、北侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体拟设置 4 个紧急停机按钮，迷道侧墙、迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，拟在 5#探伤房曝光室东侧墙体和北侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体拟设置 3 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，拟在 6#探伤房曝光室东侧墙体和南侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，北侧墙体拟设置 3 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮；拟在 1#~6#探伤房曝光室迷道内人员门旁设置开门开关；拟在 1#~6#探伤房曝光室迷道内各拟设置 1 个固定式场所辐射探测报警装置剂量探头，操作台 1、2、3 上各拟设置 1 个固定式场所辐射探测报警装置剂量探头；拟在 1#~6#探伤房操作

室的操作台上设置钥匙开关，钥匙由各探伤房探伤机操作人员进行保管；拟在1#~6#探伤房曝光室的人员门和工件门内侧均设置红外光栅，红外光栅与探伤机、人员门和工件门联锁。

### 1.3.2 放射源暂存库辐射安全措施

放射源暂存库防护门上拟设置电离辐射警告标志；放射源暂存库拟采用混凝土建造，结构上防火，放射源暂存库内不存放腐蚀性和爆炸性物品；4名人员分两班负责放射源暂存库的管理工作，放射源暂存库实行双人双锁管理，钥匙授权专门的人员保管；放射源暂存库内拟设置4个摄像头，整备间外东侧拟设置1个摄像头，探伤车间一东侧及北侧拟设置围栏，围栏上拟设置3个摄像头，监控显示器拟安装在公司24h值班室内，供24h值班人员巡视和监控；放射源暂存库入口处拟安装红外线报警装置，并与110联网，人员非正常进入时发出警报传送至公安系统；放射源暂存库入口外拟设置1个固定式场所辐射探测报警装置剂量探头；定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。建立放射源出入库台账，放射源进、出暂存库均进行登记，对 $\gamma$ 探伤机表面进行辐射监测，并记录监测结果。进出台账与监测结果存档。

### 1.3.3 操作防护措施

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中5.1.2及5.2.1.2要求对本项目1#~6#探伤房进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常；辐射工作人员在进入1#~6#探伤房曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还拟携带个人剂量报警仪和便携式X- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员立即退出曝光室，同时防止其他人进入曝光室，并立即向辐射防护负责人报告；辐射工作人员拟定期测量1#~6#探伤房曝光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。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，立即终止探伤工作并向辐射防护负责人报告；交接班或当班使用便携式X- $\gamma$ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作。如发现便携式X- $\gamma$ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始检测工作；辐射工作人员拟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；在每一次照射前，辐射工作人员都拟确认探伤房曝光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，才能开始检测工作。

#### 1.3.4 探伤设施的退役

对于有使用价值的 $\gamma$ 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者进行废源报废处理，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方；掺入贫铀的屏蔽装置拟与 $\gamma$ 射线源一样对待，公司承诺掺入贫铀的屏蔽装置由原生产厂家回收；公司计划将 X 射线探伤机的 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；当所有辐射源从现场移走后，公司拟按监管机构要求办理相关手续；公司计划对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

#### 1.4 辐射安全管理

江苏和能智能制造有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确辐射防护负责人，同时拟制定各项辐射安全管理制度。公司拟为本项目配备 29 名辐射工作人员，29 名辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗；公司拟对 29 名辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司拟配备 6 台环境辐射剂量巡测仪及 15 台个人剂量报警仪，公司的仪器配备能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

## 2 环境影响分析结论

### 2.1 辐射防护影响预测

本项目 1#、2#X、 $\gamma$ 射线探伤房曝光室内净尺寸均为 11.6m（长） $\times$ 9.3m（宽） $\times$ 4.5m（高），曝光室四周墙体均拟采用 800mm 混凝土浇筑，顶部均拟采用 470mm 混凝土浇筑，顶部屋面保护层拟采用 30mm 混凝土+40mm 水泥砂浆，迷道内墙、侧墙均拟采用 600mm 混凝土浇筑，迷道外墙均拟采用 700mm 混凝土浇筑，工件门均拟采用 85mmPb+4mmFe，人员门均拟采用 22mmPb+4mmFe。

本项目 3#X、 $\gamma$ 射线探伤房曝光室内净尺寸为 11.6m（长） $\times$ 9.4m（宽） $\times$ 4.5m（高），曝光室东侧、西侧、北侧墙体均拟采用 800mm 混凝土浇筑，南侧墙体

拟采用 1300mm 混凝土浇筑，顶部拟采用 470mm 混凝土浇筑，顶部屋面保护层拟采用 30mm 混凝土+40mm 水泥砂浆，迷道内墙、侧墙均拟采用 600mm 混凝土浇筑，迷道外墙拟采用 700mm 混凝土浇筑，工件门均拟采用 85mmPb+4mmFe，人员门均拟采用 22mmPb+4mmFe。

本项目 4#X、 $\gamma$ 射线探伤房曝光室内净尺寸为 10.6m（长） $\times$ 9.2m（宽） $\times$ 4.5m（高），曝光室四周墙体均拟采用 1300mm 混凝土浇筑，顶部拟采用 850mm 混凝土浇筑，顶部屋面保护层拟采用 30mm 混凝土+40mm 水泥砂浆，迷道内墙、侧墙拟采用 600mm 混凝土浇筑，迷道外墙拟采用 1150mm 混凝土浇筑，工件门拟采用 250mmPb+4mmFe，人员门均拟采用 125mmPb+4mmFe。

本项目 5#、6#X、 $\gamma$ 射线探伤房曝光室内净尺寸均为 12.0m（长） $\times$ 9.0m（宽） $\times$ 4.5m（高），曝光室四周墙体均拟采用 800mm 混凝土浇筑，顶部均拟采用 470mm 混凝土浇筑，顶部屋面保护层拟采用 30mm 混凝土+40mm 水泥砂浆，迷道内墙均拟采用 600mm 混凝土浇筑，迷道侧墙均拟采用 500mm 混凝土浇筑，迷道外墙均拟采用 800mm 混凝土浇筑，工件门均拟采用 85mmPb+4mmFe，人员门均拟采用 22mmPb+4mmFe。

本项目 1#X、 $\gamma$ 射线探伤房曝光室北侧拟建 1 座放射源暂存库，放射源暂存库内净尺寸为 6.95m（长） $\times$ 6.90m（宽） $\times$ 4.81m（高），放射源暂存库东墙、西墙、北墙均拟采用 250mm 混凝土，南墙拟采用 800mm 混凝土，顶部拟采用 160mm 混凝土，顶部屋面保护层拟采用 30mm 混凝土+40mm 水泥砂浆，源库门拟采用 5mmPb。放射源暂存库内源坑四周均拟采用 200mm 混凝土，源坑顶部盖板均拟采用 30mmFe， $^{60}\text{Co}$  源坑净尺寸为：0.80m（长） $\times$ 0.60m（宽） $\times$ 1.00m（深）， $^{192}\text{Ir}$  源坑净尺寸为：0.65m（长） $\times$ 0.50m（宽） $\times$ 1.00m（深）， $^{75}\text{Se}$  源坑净尺寸为：0.65m（长） $\times$ 0.50m（宽） $\times$ 1.00m（深）。

根据理论预测结果，本项目 1#~6#探伤房运行后曝光室周围的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的辐射剂量率限值要求。

## 2.2 保护目标剂量

根据理论分析预测，本项目 1#~6#探伤房运行后，在做好辐射安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源

安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

## **2.3 三废处理处置**

### **2.3.1 放射性三废**

本项目运行过程中没有放射性废水、废气产生。

本项目 $\gamma$ 射线探伤机内  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  密封源退役后仍有较强的放射性， $\gamma$ 射线探伤机退役时产生的 $\gamma$ 探伤机屏蔽装置（贫铀罐）也具有一定的放射性，公司已承诺 $\gamma$ 射线探伤机内  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$  及  $^{75}\text{Se}$  密封源及贫铀罐退役后，废源及贫铀罐将由原生产厂家回收，此举符合生态环境部门的相关管理要求。企业辐射工作人员不进行换源操作，放射源退役时换源由放射源厂家工作人员进行。

### **2.3.2 非放射性三废**

#### **2.3.2.1 固体废物**

本项目运营时会产生废胶片，属于《国家危险废物名录（2025年版）》中危险废物。探伤过程中产生的废胶片在收集后拟临时贮存于危化品库的危废暂存间内，定期交由有资质单位处理处置。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

#### **2.3.2.2 废水**

本项目洗片过程会产生废显（定）影剂及一次、二次冲洗废水。探伤过程中产生的显影、定影废液及一次、二次冲洗废水在收集后拟临时贮存于危化品库的危废暂存间内，定期交由有资质单位处理处置。

本项目运行后，工作人员会产生一定量的生活污水，洗片时会产生三次及以上冲洗废水，生活污水、三次及以上冲洗废水经预处理后接管至启东胜科水务有限公司，处理达标后排入黄海。

#### **2.3.2.3 废气**

本项目 1#~6#探伤房内的 X 射线探伤机及 $\gamma$ 射线探伤机工作时产生的 X、 $\gamma$ 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，1#~4#探伤房曝光室屋面拟设置排风机，5#、6#探伤房曝光室屋面拟设置排风机，臭氧和氮氧化物通过屋面排

风机经排风地沟排出曝光室，臭氧在空气中 50min 可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

### 3 可行性分析结论

综上所述，江苏和能智能制造有限公司新建 6 座固定式 X、 $\gamma$ 射线探伤房项目在落实本报告提出的各项辐射安全措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

#### 建议与承诺

1、该项目运行中，应严格遵守操作规程，加强对辐射工作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2、各项辐射安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3、项目建成后企业应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类放射源及II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求	/
辐射安全和防护措施	<p>本项目1#、2#X、<math>\gamma</math>射线探伤房曝光室内净尺寸均为11.6m（长）<math>\times</math>9.3m（宽）<math>\times</math>4.5m（高），曝光室四周墙体均拟采用800mm混凝土浇筑，顶部均拟采用470mm混凝土浇筑，顶部屋面保护层拟采用30mm混凝土+40mm水泥砂浆，迷道内墙、侧墙均拟采用600mm混凝土浇筑，迷道外墙均拟采用700mm混凝土浇筑，工件门均拟采用85mmPb+4mmFe，人员门均拟采用22mmPb+4mmFe。</p> <p>本项目3#X、<math>\gamma</math>射线探伤房曝光室内净尺寸为11.6m（长）<math>\times</math>9.4m（宽）<math>\times</math>4.5m（高），曝光室东侧、西侧、北侧墙体均拟采用800mm混凝土浇筑，南侧墙体拟采用1300mm混凝土浇筑，顶部拟采用470mm混凝土浇筑，顶部屋面保护层拟采用30mm混凝土+40mm水泥砂浆，迷道内墙、侧墙均拟采用600mm混凝土浇筑，迷道外墙拟采用700mm混凝土浇筑，工件门均拟采用85mmPb+4mmFe，人员门均拟采用22mmPb+4mmFe。</p> <p>本项目4#X、<math>\gamma</math>射线探伤房曝光室内净尺寸为10.6m（长）<math>\times</math>9.2m（宽）<math>\times</math>4.5m（高），曝光室四周墙体均拟采用1300mm混凝土浇筑，顶部拟采用850mm混凝土浇筑，顶部屋面保护层拟采用30mm混凝土+40mm水泥砂浆，迷道内墙、侧墙拟采用600mm混凝土浇筑，迷道外墙拟采用1150mm混凝土浇筑，工件门拟采用250mmPb+4mmFe，人员门均拟采用125mmPb+4mmFe。</p> <p>本项目5#、6#X、<math>\gamma</math>射线探伤房曝光室内净尺寸均为12.0m（长）<math>\times</math>9.0m（宽）<math>\times</math>4.5m（高），曝光室四周墙体均拟采用800mm混凝土浇筑，顶部均拟采用470mm混凝土浇筑，顶部屋面保护层拟采用30mm混凝土+40mm水泥砂浆，迷道内墙均拟采用600mm混凝土浇筑，迷道侧墙均拟采用</p>	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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 $\mu$ Sv/h”及“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 $\mu$ Sv/h”的要求	442

<p>500mm 混凝土浇筑,迷道外墙均拟采用 800mm 混凝土浇筑,工件门均拟采用 85mmPb+4mmFe,人员门均拟采用 22mmPb+4mmFe。</p> <p>本项目 1#X、<math>\gamma</math>射线探伤房曝光室北侧拟建 1 座放射源暂存库,放射源暂存库内净尺寸为 6.95m (长)×6.90m (宽)×4.81m (高),放射源暂存库东墙、西墙及北墙均拟采用 250mm 混凝土,南墙拟采用 800mm 混凝土,顶部拟采用 160mm 混凝土,顶部屋面保护层拟采用 30mm 混凝土+40mm 水泥砂浆,源库门拟采用 5mmPb。放射源暂存库内源坑四周均拟采用 200mm 混凝土,源坑顶部盖板均拟采用 30mmFe, <math>^{60}\text{Co}</math> 源坑净尺寸为: 0.80m (长)×0.60m (宽)×1.00m (深), <math>^{192}\text{Ir}</math> 源坑净尺寸为: 0.65m (长)×0.50m (宽)×1.00m (深), <math>^{75}\text{Se}</math> 源坑净尺寸为: 0.65m (长)×0.50m (宽)×1.00m (深)。</p>		
<p><b>1#~6#探伤房辐射安全措施</b></p> <p>本项目 1#~6#探伤房曝光室的工件门及人员门均拟设计安装门机联锁装置; 1#~6#探伤房曝光室内每次探伤仅开启 1 台探伤装置; 1#~6#探伤房曝光室工件门口、人员门口和曝光室内均同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置,并与使用中的 X 射线探伤机或<math>\gamma</math>射线探伤机联锁,拟在醒目的位置处均拟设置对“照射”和“预备”信号意义的说明; 拟在 1#~6#探伤房曝光室内各设计安装 4 个摄像头,在 1#~6#探伤房曝光室迷道内各设计安装 1 个摄像头,在 1#~6#探伤房曝光室人员门外各设置 1 个摄像头,在 1#~6#探伤房操作室内的操作台处设置专用的监视器; 拟在 1#~6#探伤房曝光室工件门及人员门上设置符合标准要求的电离辐射警告标志和中文警示说明; 拟在 1#探伤房曝光室东侧墙体、南侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮,西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮,北侧墙体拟设置 4 个紧急停机按钮,迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮,拟在 2#探伤房曝光室东侧墙体和北侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮,南侧墙体拟设置 3 个紧急停机按钮,西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮,迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮,拟在 3#探伤房曝光室东侧墙体拟设置 2 个紧急停机按钮,南侧墙体和北侧墙体各拟设置 3 个紧急停机按钮,西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮,迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮,拟在 4#探伤房曝光室东侧墙体、北侧墙体各拟设</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《关于印发&lt;关于<math>\gamma</math>射线探伤装置的辐射安全要求&gt;的通知》(环发(2007)8号)中关于探伤房及移动探伤防护措施的相关要求</p>	

<p>置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体拟设置 4 个紧急停机按钮，迷道侧墙、迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，拟在 5#探伤房曝光室东侧墙体和北侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体拟设置 3 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮，拟在 6#探伤房曝光室东侧墙体和南侧墙体各拟设置 2 个紧急停机按钮，西侧墙体拟设置 1 个紧急停机按钮，北侧墙体拟设置 3 个紧急停机按钮，迷道内和操作台处各拟设置 1 个紧急停机按钮；拟在 1#~6#探伤房曝光室迷道内人员门旁设置开门开关；拟在 1#~6#探伤房曝光室迷道内各拟设置 1 个固定式场所辐射探测报警装置剂量探头，操作台 1、2、3 上各拟设置 1 个固定式场所辐射探测报警装置剂量探头；拟在 1#~6#探伤房操作室的操作台上设置钥匙开关，钥匙由各探伤房探伤机操作人员进行保管；拟在 1#~6#探伤房曝光室的人员门和工件门内侧均设置红外光栅，红外光栅与探伤机、人员门和工件门连锁。</p> <p><b>放射源暂存库辐射安全措施</b></p> <p>放射源暂存库防护门上拟设置电离辐射警告标志；放射源暂存库拟采用混凝土建造，结构上防火，放射源暂存库内不存放腐蚀性和爆炸性物品；由 4 名人员分两班负责放射源暂存库的管理工作，放射源暂存库实行双人双锁管理，钥匙授权专门的人员保管；放射源暂存库内拟设置 4 个摄像头，整备间外东侧拟设置 1 个摄像头，探伤车间一东侧及北侧拟设置围栏，围栏上拟设置 3 个摄像头，监控显示器拟安装在公司 24h 值班室内，供 24h 值班人员巡视和监控；放射源暂存库入口处拟安装红外线报警装置，并与 110 联网，人员非正常进入时发出警报传送至公安系统；放射源暂存库入口外拟设置 1 个固定式场所辐射探测报警装置剂量探头；定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。建立放射源出入库台账，放射源进、出暂存库均进行登记，对<math>\gamma</math>探伤机表面进行辐射监测，并记录监测结果。进出台账与监测结果存档。</p> <p><b>操作防护措施</b></p> <p>辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 及 5.2.1.2 要求对本项目 1#~6#探伤房进行检查，重点检查安全连锁、报警设备和警示灯、固定辐</p>		
---	--	--

	<p>射检测仪等是否运行正常；辐射工作人员在进入1#~6#探伤房曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还拟携带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，辐射工作人员立即退出曝光室，同时防止其他人进入曝光室，并立即向辐射防护负责人报告；辐射工作人员拟定期测量 1#~6#探伤房曝光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。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，立即终止探伤工作并向辐射防护负责人报告；交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，拟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，则不应开始检测工作；辐射工作人员拟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；在每一次照射前，辐射工作人员都拟确认探伤房曝光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，才能开始检测工作。</p> <p><b>探伤设施的退役：</b></p> <p>对于有使用价值的γ放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者进行废源报废处理，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方；掺入贫铀的屏蔽装置拟与γ射线源一样对待，公司承诺掺入贫铀的屏蔽装置由原生产厂家回收；公司计划将 X 射线探伤机的 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；当所有辐射源从现场移走后，公司拟按监管机构要求办理相关手续；公司计划对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况</p>		
<p>人员 配备</p>	<p>公司拟为本项目配备 29 名辐射工作人员，29 名辐射工作人员均拟通过生态环境部培训平台上的线上考核后上岗</p> <p>拟委托有资质的单位对本项目 29 名辐射工作人员开展个人剂量检测（不超过 3 个月/次），并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案</p> <p>公司拟每两年组织本项目 29 名辐射工作人员进行职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案</p>	<p>满足《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管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求</p>	<p>定期投入</p>

29	公司拟为本项目配备 6 台环境辐射剂量巡测仪及 15 台个人剂量报警仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	8
辐射安全管理制度	公司拟根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求补充 $\gamma$ 探伤相关制度，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性。	满足《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管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。	/

以上措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

**表 14 审批**

下一级环保部门预审意见

经办人签字

公章  
年 月 日

审批意见:

经办人签字

公章  
年 月 日