2024-F-140

核技术利用建设项目

赛尔特（启东）重装机械有限公司
新建 1 座固定式 X、γ 射线探伤房项目
环境影响报告表

赛尔特（启东）重装机械有限公司

2025 年 2 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

赛尔特（启东）重装机械有限公司

新建 1 座固定式 X、γ 射线探伤房项目

环境影响报告表

建设单位名称：赛尔特（启东）重装机械有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：启东市吕四港经济开发区临港东路 26 号

邮政编码：226299　　联 系 人：

电子邮箱：/　　联系电话：

目录

表 1 项目基本概况.....1
表 2 放射源.....4
表 3 非密封放射性物质.....4
表 4 射线装置.....5
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....6
表 6 评价依据.....7
表 7 保护目标与评价标准.....10
表 8 环境质量和辐射现状.....13
表 9 项目工程分析与源项.....17
表 10 辐射安全与防护.....24
表 11 环境影响分析.....34
表 12 辐射安全管理.....54
表 13 结论与建议.....58
表 14 审批.....67

附图
附图 1 赛尔特（启东）重装机械有限公司厂区地理位置图
附图 2 赛尔特（启东）重装机械有限公司厂区平面布局及周围环境图
附图 3 赛尔特（启东）重装机械有限公司生产车间二平面布局图
附图 4 本项目 X、γ 射线探伤房平面、剖面设计图

附件
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 辐射防护屏蔽设计说明
附件 7 辐射环境现状检测报告复印件
附件 8 《赛尔特(启东)重装机械有限公司重装机械基地新建项目环境影响报告书》批复复印件
附件 9 营业执照复印件

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">新建 1 座固定式 X、γ 射线探伤房项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">赛尔特（启东）重装机械有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>陈晓东</td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">启东市吕四港经济开发区临港东路 26 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">启东市吕四港经济开发区临港东路 26 号公司生产车间二内</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>500</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>350</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">70%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="4">☑ 新建 □改建 □扩建 □其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="6">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>☑ 使用</td><td colspan="6">□I类（医疗使用） ☑II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="6">□制备 PET 用放射性物质</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑ 使用</td><td colspan="6">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="7">/</td></tr>
</table>

项目概述

1 建设单位基本情况、项目建设规模及任务由来

1.1 建设单位基本情况

赛尔特（启东）重装机械有限公司成立于 2022 年 9 月，注册地址位于启东市吕四港经济开发区临港东路 26 号。公司主要经营范围包括：特种设备制造，特种设备设计，特种设备安装改造修理，特种设备检验检测，水资源专用机械设备制造，铸造机械制造；炼油、化工生产专用设备制造；专用设备制造（不含许可类专业设备制造）等。公司《赛尔特(启东)重装机械有限公司重装机械基地新建项目环境影响报告书》已于 2024 年 4 月 26 日通过启东市行政审批局审批，其环评批复复印件见附件 8。

1.2 项目建设规模及任务由来

赛尔特（启东）重装机械有限公司拟于公司生产车间二中部建设 1 座固定式 X、

γ 射线探伤房，并拟于探伤房内配备 1 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机、1 台 ^{60}Co γ 射线探伤机及 6 台 X 射线探伤机，用于对公司生产的压力容器进行无损检测，压力容器长度 3000mm~20000mm，直径 1000mm~4500mm，壁厚 6mm~100mm。探伤房内 γ 射线探伤机不使用时拟暂存于曝光室内西部的放射源暂存库内，放射源暂存库拟采用双人双锁进行管理。本项目探伤时产生的废显影液、废定影液、胶片冲洗废水及废胶片的暂存公司厂区西北角拟建的 1 座危废库内（详见附图 2）。

赛尔特（启东）重装机械有限公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，其中 1 名人员为辐射防护负责人。本项目探伤房周开机曝光时间约 16h，年开机曝光时间约 800 小时。

赛尔特（启东）重装机械有限公司核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 赛尔特（启东）重装机械有限公司核技术应用情况一览表

射线装置										
序号	射线装置名称型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	2005T 型 X 射线探伤机	2	200	5	II	X、γ 射线探伤房	拟购	本次环评	未许可	定向机
2	3005T 型 X 射线探伤机	2	300	5	II					定向机
3	3005H 型 X 射线探伤机	2	300	5	II					周向机
放射源										
序号	放射源名称	数量	单枚活度 Bq		放射源类别	工作场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	^{192}Ir	1	3.7×10^{12}		II	X、γ 射线探伤房	使用	本次环评	未许可	/
2	^{60}Co	1	3.7×10^{12}		II		使用	本次环评	未许可	/

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。受赛尔特（启东）重装机械有限公司委托，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

赛尔特（启东）重装机械有限公司位于启东市吕四港经济开发区临港东路 26 号，

公司地理位置见附图 1。公司厂区东侧为江苏海龙风电科技股份有限公司，南侧为东港南路，西侧为燕达（江苏）清洁能源发展有限公司，北侧为港池。公司厂区平面布局及周围环境见附图 2。

本项目 X、γ 射线探伤房拟建于厂区生产车间二中部，探伤房拟建址东侧为过道、油漆房及酸洗区，南侧为过道、物流通道及生产车间一，西侧为过道及热处理炉，北侧为厂内道路及港池，楼上楼下均无建筑。生产车间二平面布局图见附图 3。

根据本项目特点，结合《辐射环境保护管理导则-核技术利用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 X、γ 射线探伤房曝光室拟建址周围 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 X、γ 射线探伤房曝光室拟建址周围 50m 评价范围内无居民区、学校等敏感点。因此，本项目保护目标主要为辐射工作人员、厂区内其他工作人员以及评价范围内其他公众人员等。

3 建设单位已有核技术利用项目许可情况

赛尔特（启东）重装机械有限公司尚未申领辐射安全许可证，本项目为该单位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 X、γ 射线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的控制，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	^{192}Ir	$3.7\times10^{12}\times1$	II	使用	无损检测	X、γ 射线探伤房	拟贮存于 X、γ 射线探伤房曝光室的放射源暂存库内，放射源随源容器存放	拟购（P 类探伤机）
2	^{60}Co	$3.7\times10^{12}\times1$	II	使用	无损检测	X、γ 射线探伤房	拟贮存于 X、γ 射线探伤房曝光室的放射源暂存库内，放射源随源容器存放	拟购（M 类探伤机）
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	2	2005T 型	200	5	无损检测	X、γ 射线探伤房	定向机
2	X 射线探伤机	II	2	3005T 型	300	5	无损检测		定向机
3	X 射线探伤机	II	2	3005H 型	300	5	无损检测		周向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	^{60}Co、^{192}Ir	通常使用 2 个半衰期退役，退役时 ^{60}Co 源强约 $1.0\times10^{12}Bq$，^{192}Ir 源强约 $9.25\times10^{11}Bq$	/	/	/	退回厂家回收前暂存于 X、γ 射线探伤房曝光室的放射源暂存库内	由放射源生产厂家回收处置
退役 γ 探伤机屏蔽装置（贫铀罐）	固态	/	通常使用 10 年后退役	/	/	/	退回厂家回收前暂存于 X、γ 射线探伤房曝光室的放射源暂存库内	由 γ 射线探伤机生产厂家回收处置
显影、定影废液	液态	/	/	约 40kg	约 480kg	/	集中收集后暂存于公司危废库内	集中收贮后交由有资质单位处理处置
胶片冲洗废水		/	/	约 200kg	约 2400kg	/	集中收集后暂存于公司危废库内	集中收贮后交由有资质单位处理处置
废胶片	固态	/	/	约 20kg	约 240kg	/	集中收集后暂存于公司危废库内	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^3,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^3)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订），中华人民共和国主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日起施行 （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正），中华人民共和国主席令第 24 号公布，2018 年 12 月 29 日起施行 （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日起施行 （4）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行 （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 修订版），2005 年 9 月 14 日国务院令第 449 号发布，修订版于 2019 年 3 月 2 日国务院令第 709 号发布施行 （6）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令第 16 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行 （7）《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 62 号，2005 年 12 月 23 日 （8）《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 日起施行 （9）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正）生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行 （10）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 （11）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行 （12）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 （13）《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部令第 36 号公布，自 2025 年 1 月 1 日起施行 （14）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，

	生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行 （15）《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 （16）《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 11 月 1 日 （17）《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行 （18）《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日 （19）《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号 2018 年 6 月 9 日 （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 （21）《江苏省生态空间管控区域监督管理办法》，苏政发〔2021〕20 号，2021 年 3 月 26 日 （22）《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 11 月 9 日 （23）《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
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016） （2）《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016） （3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022） （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） （5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） （6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） （7）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） （8）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及修改单 （9）《γ射线探伤机》（GB/T14058 -2023） （10）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011） （11）《施工场地扬尘排放标准》（DB32/4437-2022）

其他	**与本项目相关附件：** （1）项目委托书（附件 1） （2）放射源使用承诺书（附件 2） （3）射线装置使用承诺书（附件 3） （4）废源及废贫铀罐退役承诺书（附件 4） （5）洗片废液及废胶片安全处置承诺书（附件 5） （6）辐射防护屏蔽设计说明（附件 6） （7）辐射环境现状检测报告复印件（附件 7） （8）《赛尔特(启东)重装机械有限公司重装机械基地新建项目环境影响报告书》批复复印件（附件 8） （9）营业执照复印件（附件 9）

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，确定以本项目 X、γ 射线探伤房曝光室周围 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。《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74 号）及《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。本项目利用 X、γ 射线探伤机进行无损检测，占用资源少，不会降低评价范围内水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。本项目 X、γ 射线探伤房拟建址周围 50m 范围内无居民区、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、厂区内其他工作人员以及评价范围内其他公众人员等。

表 7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表

保护目标名称	保护目标位置	方位	最近距离	规模	环境保护要求
辐射工作人员	操作室等辅房	西侧	紧邻	2 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	过道	东侧	紧邻	流动人员	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	油漆房		约 6.5m	约 2 人	
	酸洗区		约 44m	约 5 人	
	过道、物流通道	南侧	紧邻	流动人员	
	生产车间一		约 41m	约 10 人	
	过道	西侧	约 4m	流动人员	
	热处理炉工位		约 20m	约 4 人	
	厂内道路	北侧	约 2m	流动人员	
	港池船只		约 16m	流动人员	

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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/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 100μSv/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

100μSv/周，对公众场所，其值不大于 **5μSv/周**。

（2）X、γ 射线曝光室墙和入口门外 30cm 处最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 **2.5μSv/h**。

（3）本项目 X、γ 射线曝光室顶部人员不可达，顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 **100μSv/h**。

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γ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

赛尔特（启东）重装机械有限公司位于启东市吕四港经济开发区临港东路 26 号，公司地理位置见附图 1。公司厂区东侧为江苏海龙风电科技股份有限公司，南侧为东港南路，西侧为燕达（江苏）清洁能源发展有限公司，北侧为港池。公司厂区平面布局及周围环境见附图 2。

本项目 X、γ 射线探伤房拟建于厂区生产车间二中部，探伤房拟建址东侧为过道、油漆房及酸洗区，南侧为过道、物流通道及生产车间一，西侧为过道及热处理炉，北侧为厂内道路及港池，楼上楼下均无建筑。生产车间二平面布局图见附图 3。

本项目 X、γ 射线探伤房曝光室拟建址周围 50m 评价范围内无居民区、学校等敏感点，因此本项目保护目标主要为辐射工作人员、厂区内其他工作人员以及评价范围内其他公众等。本项目 X、γ 射线探伤房拟建址周围环境现状图见图 8-1。

<table>
<tr><td>
本项目 X、γ 射线探伤房拟建址东侧（过道）</td><td>
本项目 X、γ 射线探伤房拟建址南侧（过道）</td></tr>
<tr><td>
本项目 X、γ 射线探伤房拟建址西侧（过道）</td><td>
本项目 X、γ 射线探伤房拟建址北侧（厂内道路）</td></tr>
</table>



本项目 X、γ 射线探伤房拟建址处

图 8-1 本项目 X、γ 射线探伤房拟建址及周围环境现状照片

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

环境现状评价的对象：本项目 X、γ 射线探伤房曝光室拟建址周围辐射环境

检测因子：γ 辐射空气吸收剂量率

检测点位：在本项目 X、γ 射线探伤房曝光室拟建址周围进行布点，共计布点 5 个

3 检测方案、质量保证措施及检测结果

3.1 检测方案

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：FH40G 型多功能环境辐射剂量率仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J0317，检定有效期：2024.10.23~2025.10.22，能量响应：48keV~4.4MeV，测量范围：1nSv/h～100μSv/h）

检测项目：γ 辐射空气吸收剂量率

检测布点：在 X、γ 射线探伤房曝光室拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-2

检测时间：2024 年 12 月 11 日

天气：阴

温度：6.1℃

湿度：70.6%RH

检测方法：《环境 γ 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。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检

定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy

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，该公司已通过资质认定

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：检测人员均经过考核并持有合格证书，所有检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测仪器使用前经过校准或检验，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γ辐射水平调查结果，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 7。

表 8-1 本项目辐射工作场所拟建址周围环境γ辐射水平

测点编号	测点位置描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	X、γ射线探伤房曝光室拟建址处	55.3	平房
2	X、γ射线探伤房曝光室拟建址东侧	54.4	平房
3	X、γ射线探伤房曝光室拟建址南侧	55.4	平房
4	X、γ射线探伤房曝光室拟建址西侧	53.8	平房
5	X、γ射线探伤房曝光室拟建址北侧	51.8	道路

注：测量数据已扣除仪器宇宙响应值，建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取 0.8，平房取 0.9，道路取 1。

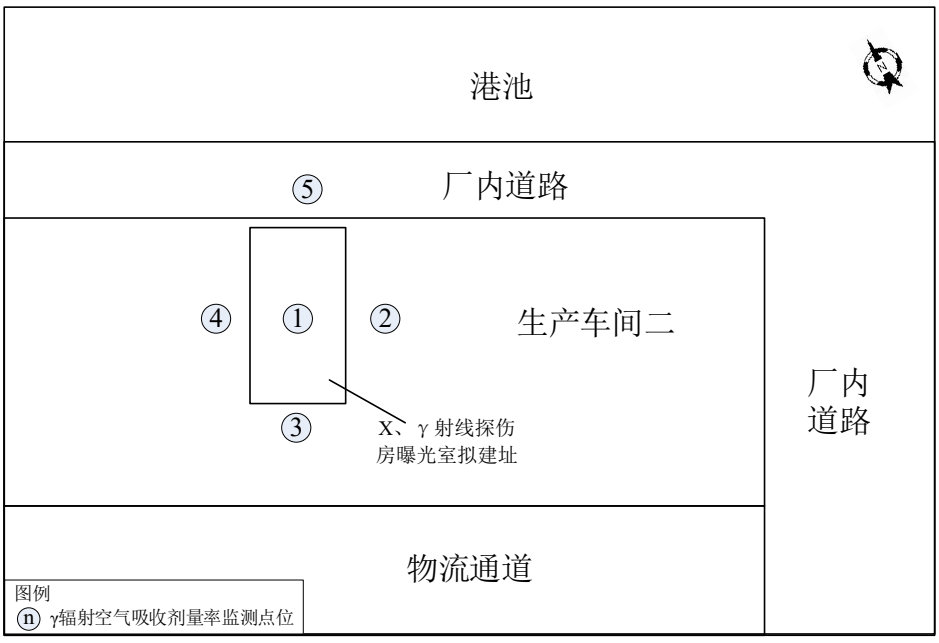


图 8-2 X、γ射线探伤房曝光室拟建址周围环境γ辐射空气吸收剂量率检测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目 X、γ 射线探伤房曝光室拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（53.8~55.4）nGy/h，道路 γ 辐射水平为51.8nGy/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内γ辐射水平为（50.7～129.4）nGy/h，室外道路γ辐射水平为（18.1～102.3）nGy/h，本项目 X、γ 射线探伤房曝光室拟建址周围室内外监测点位γ辐射水平处于江苏省环境天然γ辐射水平室内、室外道路测值范围内，属于正常辐射水平。

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

赛尔特（启东）重装机械有限公司拟于公司生产车间二中部建设 1 座固定式 X、γ 射线探伤房，并拟于探伤房内配备 1 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机、1 台 ^{60}Co γ 射线探伤机及 6 台 X 射线探伤机，用于对公司生产的压力容器进行无损检测。探伤房内 γ 射线探伤机不使用时拟暂存于曝光室西部的放射源暂存库内，放射源暂存库拟采用双人双锁进行管理。

在 X、γ 射线探伤房内进行探伤时，探伤的压力容器长度 3000mm~20000mm，直径 1000mm~4500mm，壁厚 6mm~100mm，在曝光室内两端呈南北向放置。

赛尔特（启东）重装机械有限公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员。本项目 X、γ 射线探伤房周开机曝光时间约为 16 小时，年开机曝光时间约为 800 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 X、γ 射线探伤房内拟配备 2 台 2005T 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 200kV，最大管电流 5mA）、2 台 3005T 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA）及 2 台 3005H 型周向 X 射线探伤机（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA）。本项目 X、γ 射线探伤房内的定向 X 射线探伤机主射线朝东墙或顶部照射，周向机朝向东墙、西墙、顶部及地面照射。曝光室内设有高 1.1m 平台，探伤机探伤时离地最大距离约为 3.1m，距四周墙面最近距离均约为 2m。X 射线探伤机出束口射线角度均为 40°。

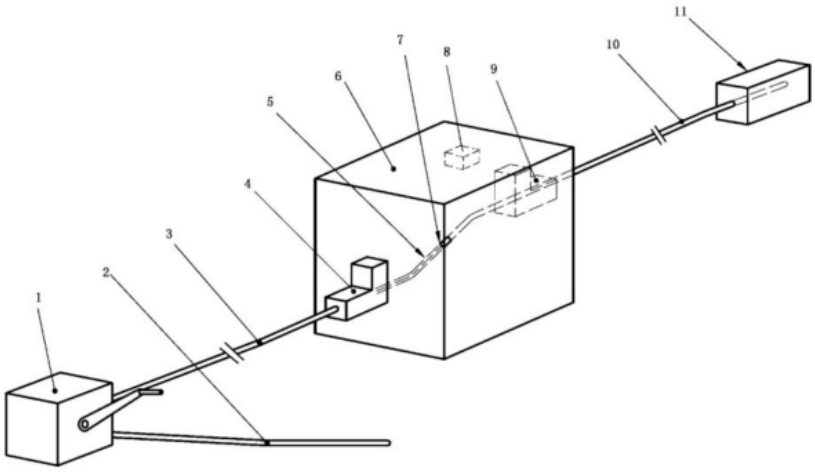
1.2 γ 射线探伤机

本项目 γ 射线探伤机源容器是 ^{192}Ir、^{60}Co 放射源的储存装置，内装约 20kg 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，γ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，内部是一般为贫铀屏蔽层。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γ射线探伤机采用电动遥控装置控制探伤机出源。典型的γ探伤设备外观见图9-2，内部结构示意图见图9-3。



图9-2 γ射线探伤机实物图



标引序号说明：
1——遥控装置；
2——贮存导管；
3——控制缆导管；
4——源组件安全锁止装置；
5——源托；
6——源容器；
7——密封源；
8——安全监控装置；
9——输源软管连接接头；
10——输源管；
11——曝光头。

图9-3 γ射线探伤机结构示意图

本项目X、γ射线探伤房内拟配备1台^{192}Irγ射线探伤机及1台^{60}Coγ射线探伤机，2台γ射线探伤机最大装源活度均为3.7×10^{12}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。

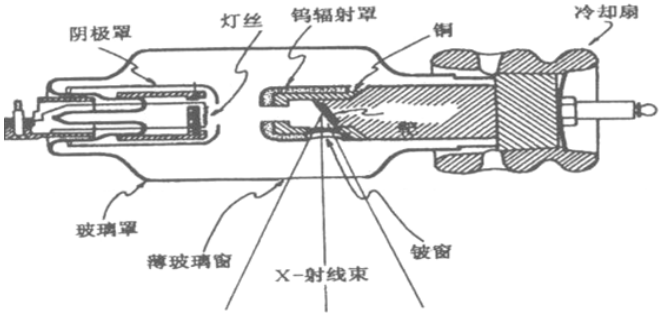


图 9-4 典型的 X 射线管结构图

2.2 γ 射线探伤机工作原理

本项目 γ 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。γ 射线探伤机在工作过程中通过 γ 放射源产生的 γ 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、γ 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

（1）工作前检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常；

（2）确认安全措施正常工作后，将被探伤工件通过电动平板车运至曝光室内固定，并在检测部位贴上感光胶片；

（3）将 X 射线探伤机固定在合适的位置，清场，确认无人后，关闭工件门，人员离开曝光室，关闭人员门；

（4）辐射工作人员在操作室开启 X 射线探伤机进行无损检测，曝光过程中会产生 X 射线和少量的 O_3、NO_x；

（5）达到预定照射时间和曝光量后关闭 X 射线探伤机，曝光结束，辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪进入曝光室取下胶片；

（6）辐射人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等，在此过程中会产生废显影液、废定影液、胶片冲洗废水等洗片废液及废胶片；

（7）用电动平板车将被探伤工件运出曝光室；

（8）出具检测报告。

本项目 X 射线探伤机探伤工作流程及产污环节分析示意图见图 9-5。

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 γ 射线固定探伤工作流程及产污环节

（1）工作前检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常；

（2）确认安全措施正常工作后，将被探伤工件通过电动平板车运至曝光室内固

定，并在检测部位贴上感光胶片；

（3）关闭曝光室工件门，从放射源暂存库中将γ射线探伤机取出，放于合适的位置；

（4）把控制部件和输源管连接好，开启γ射线探伤机闭锁装置；

（5）检查曝光室内人员滞留情况，确定无人后，辐射工作人员通过人员门离开曝光室，并关闭人员门；

（6）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，此过程会产生γ射线、少量臭氧及氮氧化物；

（7）确认放射源回到贮源位后，辐射工作人员携带个人剂量计、辐射巡测仪及个人剂量报警仪进入曝光室，将γ射线探伤机通过手推车放进放射源暂存库内，关门并由专人保管钥匙；

（8）将工件运出曝光室，辐射工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊缝的焊接质量、缺陷等，此过程会产生废显影液、废定影液、胶片冲洗废水等洗片废液及废胶片。

本项目γ射线探伤机探伤工作流程及产污环节分析示意图见图9-6。

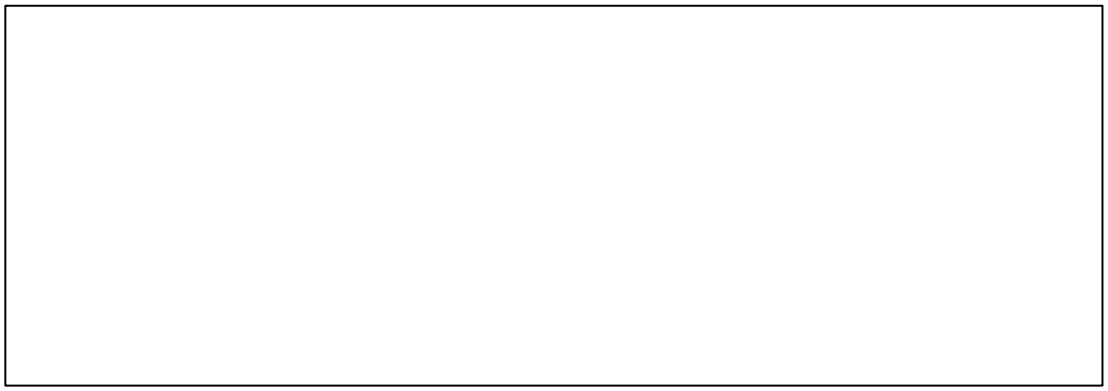


图 9-6 固定式 γ 探伤工作流程及产污环节示意图

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。

由于公司本项目 X 射线探伤机暂无意向厂家，因此本项目 2005T 型 X 射线探伤机射线管 1m 处的输出量取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 中 200kV 下 X 射线管输出量较大值，即 28.7mGy·m^2/（mA·min）；3005T 型及 3005H 型 X 射线探伤机射线管 1m 处的输出量取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 中 300kV 下 X 射线管输出量较大值，即 20.9mGy·m^2/（mA·min）。

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。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，本项目 2005T 型 X 射线探伤机距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 2.5×10^{3}μSv/h，3005T 型 X 射线探伤机及 3005H 型 X 射线探伤机距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率均为 5×10^{3}μSv/h。

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，《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，200kV 电压下 X 射线 90°散射辐射最高能量对应的 kV 值为 150kV；300kV 电压下 X 射线 90°散射辐射最高能量对应的 kV 值为 200kV。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

设备型号	最大管电压 kV	最大管电流 mA	X 射线机的发射率常数 mGy·m^2/（mA·min）	泄漏辐射剂量率 μSv/h	90°散射后能量对应的 kV 值
2005T 型 X 射线探伤机	200	5	28.7	2500	150
3005T 型 X 射线探伤机	300	5	20.9	5000	200
3005H 型 X 射线探伤机	300	5	20.9	5000	200

注：本项目未获得厂家给出的输出量，故散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计。

1.2 γ 射线探伤

本项目中 ^{192}Ir、^{60}Co 源为密封源，^{192}Ir、^{60}Co 核素特性见表 9-2。

表 9-2 放射性核素核素特性

放射性核素	能量 keV	周围剂量当量率常数（Γ）（μSv•m^2/（MBq•h））	半衰期	常用探伤钢件厚度 mm
^{192}Ir	206-612	0.17	74d	12-70
^{60}Co	1170 和 1330	0.35	5.3a	50-120

γ 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 γ 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γ射线外照射影响。因此γ射线是本项目主要的污染物。

本项目拟使用的 ^{192}Ir 及 ^{60}Co 放射源最大活度为 100Ci（$3.7\times10^{12}Bq$），通常在使用 2 个半衰期后退役，退役时 ^{60}Co 源强约 $1.0\times10^{12}Bq$，^{192}Ir 源强约 $9.25\times10^{11}Bq$。

本项目γ射线探伤机退役时还会产生γ探伤机屏蔽装置（贫铀罐）。

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)表 2 及《γ 射线探伤机》（GB/T14058 -2023）中 4.1，^{192}Ir γ射线探伤机属于 P 类探伤机，^{60}Co γ射线探伤机属于 M 类探伤机，源容器表面周围剂量当量率控制值见表 9-3。

表 9-3 γ射线探伤机源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值

探伤机	类别	探伤机代号	最大周围当量剂量率（μSv/h）	
			离源容器表面 5cm 处	离源容器表面 100cm 处
^{192}Ir γ射线探伤机	便携式	P	500	20
^{60}Co γ射线探伤机	移动式	M	1000	50

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γ射线探伤机均拟使用胶片成像，运行时会产生废胶片，属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（900-019-16）的危险废物，每年预计产生废胶片 240kg。

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

本项目洗片过程会产生废显影液、废定影液及胶片冲洗废水，废显影液、废定影液属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（900-019-16）的危险废物，胶片冲洗废水中含有重金属离子，因此拟按危险废物进行管理处置。每月预计产生废显（定）影剂 40kg，胶片冲洗废水 200kg，每年预计产生废显（定）影剂 480kg，胶片冲洗废水 2400kg。

本项目运行后工作人员还会产生一定量的生活污水。

2.3 废气

本项目 X、γ 射线探伤房内的 X、γ 射线探伤机在运行过程中，产生的 X、γ 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

赛尔特（启东）重装机械有限公司本项目 X、γ 射线探伤房包括曝光室及辅房，均为一层结构。曝光室内西部建有 1 座放射源暂存库，放射源暂存库为一层建筑。探伤房辅房自南向北依次为操作室、评片室、晾片室及洗片室。X、γ 射线探伤房设有迷道，操作室位于曝光室西侧。本项目 X、γ 射线探伤房曝光室内每次仅开启 1 台探伤装置进行探伤，探伤房曝光室内定向 X 射线探伤机拟朝向东墙或顶部照射，周向 X 射线探伤机拟朝向东墙、西墙、顶部及地面照射。本项目 X、γ 射线探伤房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室应避开有用线束照射的方向并应与曝光室分开的要求，本项目布局设计合理。

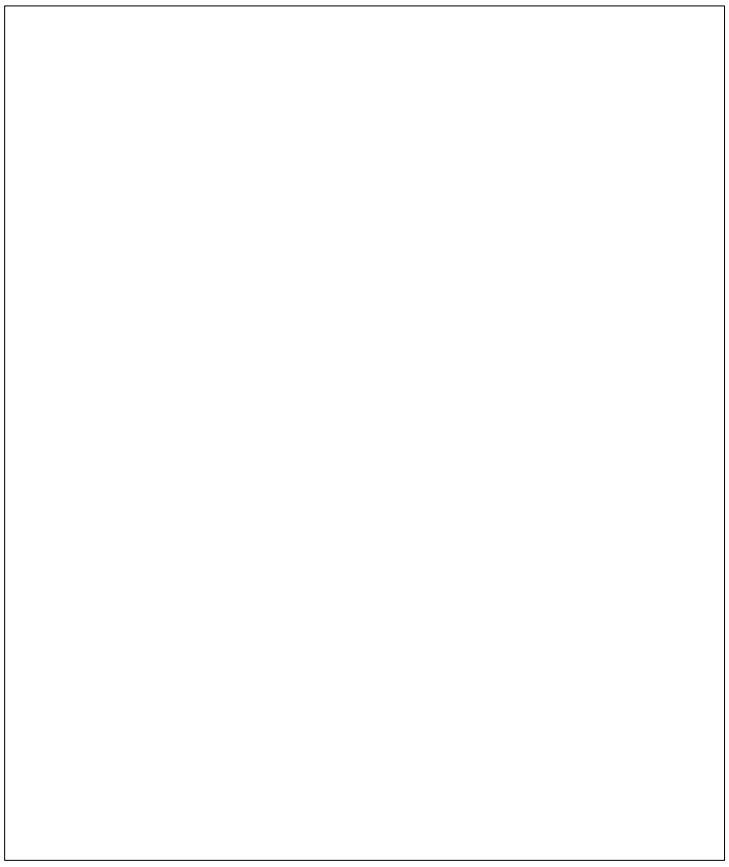


图 10-1 本项目 X、γ 射线探伤房平面布局及分区图

本项目拟将 X、γ 射线探伤房曝光室作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 红色阴影部分），在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；将 X、γ 射线探伤房操作室、洗片室、晾片室、评片室

及工件门外 2m 区域作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色阴影部分），监督区入口处拟设立表明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《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 X、γ 射线探伤房曝光室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，X、γ 射线探伤房平面、剖面设计图见附图 4。

表 10-1 本项目 X、γ 射线探伤房屏蔽设计参数一览表

曝光室	屏蔽设计
东侧屏蔽墙	
南侧屏蔽墙	
西侧屏蔽墙	
北侧屏蔽墙	
顶部屏蔽墙	
迷道东墙	
迷道南墙	
迷道西墙	
迷道北墙	
迷道中墙	
工件门	
人员门	
内净尺寸	
放射源暂存库	
工件门、人员门门洞	
通风管道	
线缆管道	

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 γ 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）**设计相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 辐射防护措施

3.1.1 X、γ 射线固定探伤辐射安全措施

（1）安装门机联锁装置。本项目 X、γ 射线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 γ 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，防护门被意外打开时，能立刻停止出束或回源，关上门不能自动开始照射。本项目 X、γ 射线探伤房曝光室内每次仅开启 1 台探伤装置。

（2）曝光室设计安装指示灯和声音提示装置。X、γ 射线探伤房曝光室工件门口、人员门口和曝光室内部均同时设有显示“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 γ 射线探伤机联锁，“预备”信号能持续足够长的时间，以确保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。在醒目的位置处拟设置对“照射”和“预备”信号意义的说明。探伤工作时，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 X、γ 射线探伤房曝光室内设计安装 4 个摄像头，在曝光室工件门口、人员门口各设置 1 个摄像头，迷道内拟设置 2 个摄像头，在 X、γ 射线探伤房的操作室内拟设有专用的监视器，可监视曝光室内探伤设备的运行情况以及曝光室内、迷道内、工件门外的人员活动情况。

（4）拟在 X、γ 射线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 X、γ 射线探伤房操作室的操作台上设置 1 个紧急停机按钮，在 X、γ 射线探伤房曝光室东墙及西墙上各设置 4 个紧急停机按钮，在北墙上设置 1 个紧急停机按钮，在曝光室迷道内设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。本项目紧急停机按钮的设置能够使人员处在 X 射线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 X、γ 射线探伤房曝光室迷道内及曝光室南墙各设置 1 个开门开关，迷道内设置照明装置，确保发生意外状况时，人员能够及时离开曝光室。

（7）拟在 X、γ 射线探伤房曝光室内设计安装固定式场所辐射探测报警装置。固定式场所辐射探测报警装置的剂量探头拟安装在曝光室内西墙上，辐射探测报警装置的显示装置拟安装在操作室内，并与防护门联锁。

（8）操作台处拟设计“钥匙开关”，只有在打开钥匙开关后 X 射线探伤机才能出束或γ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。

（9）曝光室北墙设置“U”型埋地通风管道，通风管道直径为 750mm，埋地深度为 800mm。本项目 X、γ 射线探伤房曝光室体积约为 3142m^3，曝光室内通风装置的通风量拟设置为 10000m^3/h，曝光室内每小时通风换气次数约为 3.2 次。

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 X、γ 射线探伤房辐射安全与防护措施分布见图 10-2。

图 10-2 本项目 X、γ 射线探伤房辐射防护措施布置图

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）拟设置曝光室的 2 名辐射工作人员负责放射源暂存库的保管工作，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 1 个摄像头，监控显示器安装在门卫室内，对放射源暂存库实行 24 小时监控。

（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）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γ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γ探伤的其他安全措施要求

2007 年，针对γ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γ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γ射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发［2007］8 号）**中关于γ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。---该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。---该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申领辐射安全许可证。

（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。---该公司拟在γ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。

（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。---该公司拟制定相应规章制度，使其符合上述要求；并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。

（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。---该公司在开展γ射线探伤时，至少有 2 名辐射工作人员在场；公司拟为从事γ射线探伤的辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪，定期送检并建立个人剂量档案。

（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。

（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，并在今后的工作中严格按照制度实施。

（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。---公司拟安排曝光室的 2 名辐射工作人员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，钥匙分别由曝光室的 2 名辐射工作人员保管，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，并设有 2 名放射源保管员（曝光室的 2 名辐射工作人员）做好放射源领用情况的登记、收集和存档工作。

（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。---该公司拟根据上述内容制定辐射事故应急预案。

（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γ射线直射、散射效应。---公司本项目 X、γ射线探伤房拟采用混凝土及铅

板对γ射线进行屏蔽，经理论预测，其能够充分屏蔽γ射线。

（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X、γ射线探伤房曝光室内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。

（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X、γ射线探伤房配备2台个人剂量报警仪，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。

（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，应由声音警示，灯箱应醒目显示“禁止入内”。---本项目X、γ射线探伤房曝光室内及工件门上方、人员外门上方各设计安装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。

（15）γ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X、γ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。

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X、γ射线探伤房进行检查，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。

（2）辐射工作人员在进入X、γ射线探伤房曝光室时，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。

（3）辐射工作人员拟定期测量X、γ射线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）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。

（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 射线探伤机或 γ 射线探伤机不再使用时，应实施退役程序。

（1）本项目 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir 及 ^{60}Co 密封源退役后仍有较强的放射性，公司已承诺 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir 及 ^{60}Co 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 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。

（3）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。

（4）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。

（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 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir 及 ^{60}Co 密封源退役后仍有较强的放射性，γ 射线探伤机退役时产生的 γ 探伤机屏蔽装置（贫铀罐）也具有一定的放射性，公司已承诺 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir、^{60}Co 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

公司拟于厂区内西北角新建 1 座危废库（见附图 2），拟将探伤作业时产生的废显影液、废定影液、胶片冲洗废水及废胶片暂存于危废库内。公司拟新建的危废库为独立场所，危废库门外拟设置危险废物警告标志及危险废物信息公开栏，整个危废库将按照“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，危废库门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类。

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。危废库由专人管理，危废单独收集和贮存。

2.1 固体废物

本项目 X、γ 射线探伤房运行后产生的废胶片属《国家危险废物名录（2025 年版）》中编号为 HW16 的危险废物。赛尔特（启东）重装机械有限公司已承诺将与有资质单位签订洗片废液及废胶片处理处置合同（见附件 5），探伤过程中产生的废胶片在收集后拟临时贮存于危废库内，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垃圾，产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

2.2 废水

本项目 X、γ 射线探伤房运行后产生的废显影液、废定影液属《国家危险废物名录（2025 年版）》中编号为 HW16 的危险废物，胶片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洗片废液及废胶片处理处置合同（见附件 5），探伤过程中产生的废显影液、废定影液及胶片冲洗废水在收集后拟临时贮存于危废库内，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，生活污水排入公司污水管网，最终进入生活污水处理厂处理。

2.3 废气

本项目 X、γ 射线探伤房内的 X 射线探伤机及 γ 射线探伤机工作时产生的 X、

γ 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管道排出曝光室，排风管道出风口高于探伤房顶部，臭氧及氮氧化物最终通过排风口排出，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。本项目 X、γ 射线探伤房曝光室体积约为 3142m^3，曝光室内通风装置的通风量拟设置为 10000m^3/h，曝光室内每小时通风换气次数约为 3.2 次，本项目 X、γ 射线探伤房曝光室的通风能够满足《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。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 X、γ 射线探伤房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。通过以上措施确保施工扬尘满足《施工场地扬尘排放标准》（DB32/4437-2022）的要求。

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《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）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《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

1.1 X 射线探伤机探伤时辐射影响分析

本项目 X、γ 射线探伤房对公司生产的压力容器进行无损检测，主要检测工件为圆筒状，曝光室内设有 1.1m 高平台及电动平板车，工件在探伤房内两端呈南北向放置在电动平板车上。曝光室内拟配备 2 台 2005T 型定向 X 射线探伤机、2 台 3005T 型定向 X 射线探伤机及 2 台 3005H 型周向 X 射线探伤机。定向 X 射线探伤机拟朝向东墙或顶部照射，周向 X 射线探伤机拟朝向东墙、西墙、顶部及地面照射。曝

光室内每次仅开启 1 台探伤机进行探伤，本次评价选取 3005H 型周向 X 射线探伤机满功率运行时的工况进行预测，其最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA。本次评价将曝光室东墙、西墙及顶部按照有用线束照射进行预测计算，将曝光室南墙、北墙及工件门均按照非有用线束照射进行预测计算，曝光室内设有高 1.1m 平台，预测时取探伤机离地距离约为 3.1m，距四周墙面最近距离约为 2m。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。计算示意图见图 11-1。

图 11-1 周向 X 射线探伤机探伤计算示意图

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：

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

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/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，μSv·m^2/(mA·h)，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 B.1 中 300kV 下 X 射线管输出量较大值，即 20.9mGy·m^2/（mA·min）；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B：屏蔽透射因子，因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）图 B.2 中混凝土最大厚度为 800mm，无法直接得到本项目 1300mm 及 900mm 混凝土对应的屏蔽透射因子，因此取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2，300kV 管电压下混凝土的 TVL 值为 100mm，然后按公式（11-2）计算得出：

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

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

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

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_L$：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/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.2，300kV 管电压下混凝土的 TVL 值为 100mm，再按公式（11-2）计算得出。

② 散射辐射

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

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/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，μSv·m^2/(mA·h)，本项目 300kV 的 X 射线管 1m 处的输出量取 20.9mGy·m^2/（mA·min）；

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°散射辐射的射线能量，按表 2 确定 200kV 管电压下混凝土相应的 TVL 值为 86mm，然后按公式（11-2）计算得出；

F：R_0 处的辐射野面积，m^2；

α：散射因子，入射辐射被单位面积（1 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 α 值时，可以用水的 α 值保守估计，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；计算公式中的 R_0^2/F·α 因子根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 中 B.4.2 中给出的值（150kV 取 60、200kV～400kV 取 50）取 50；

R_s：散射体至关注点的距离，m；

R_0：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

1.1.3 理论计算结果

表 11-1　有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	I（mA）	$H_0$① μSv·m^2/(mA·h)	B	R②（m）	$\dot{H}$（μSv/h）	剂量率参考控制水平(μSv/h)	评价
东墙 A								满足
西墙 B								满足
顶部 C								满足

表 11-2　非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点				
X 设计厚度				
泄漏辐射	TVL（mm）			
	B			
	$\dot{H}_L$(μSv /h)			
	R①（m）			
	$\dot{H}$(μSv /h)			
散	散射后能量对应的 kV 值			

射辐射	TVL（mm）			
	B			
	I（mA）			
	H_0(μSv·m²/(mA·h))			
	F (m^2)			
	α			
	R_0（m）			
	R_s②（m）			
	$\dot{H}$(μSv /h)			
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h)				
剂量率参考控制水平(μSv/h)				
评价				

从表 11-1 及表 11-2 中预测结果可知，当本项目 3005H 型周向 X 射线探伤机满功率运行时，曝光室四周墙体及工件门外 30cm 处的最大辐射剂量率小于 0.001μSv/h，顶部外 30cm 处的最大辐射剂量率小于 0.001μSv/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 2.5μSv/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 100μSv/h”的要求。

1.1.4 天空反散射分析

本项目 3005H 型周向 X 射线探伤机满功率运行时，曝光室顶部 30cm 处的最大辐射剂量率小于 0.001μSv/h，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，叠加曝光室四周墙体外最大辐射剂量率后，关注点总剂量率小于 0.001μSv/h，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 2.5μSv/h”的要求。

1.1.5 迷道散射辐射影响分析

本项目 X、γ 射线探伤房曝光室采用几字型迷道设计，利用散射降低人员外门入口处的辐射水平，避免 X 射线直接照射迷道外人员外门入口，迷道及射线进入迷道后散射示意图见图 11-2。由图可知 X 射线至少经过迷道 3 次散射后方能达到

迷道入口处，迷道入口处人员外门采用 16mmPb+4mmFe 进行防护，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”，可推断 X 射线经过多次散射及人员门的屏蔽后，迷道入口外的辐射剂量率能够满足标准要求。

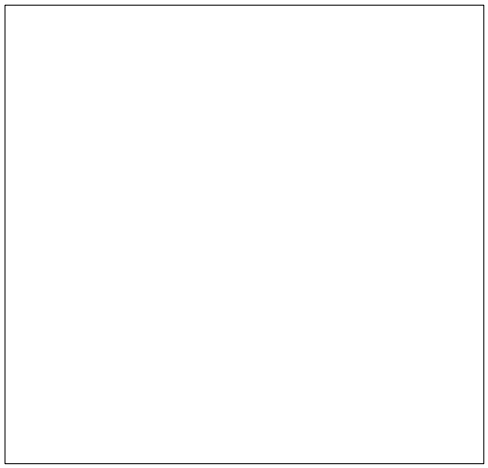


图 11-2 X、γ 射线探伤房 X 射线探伤迷道散射示意图

1.2 γ 射线探伤辐射环境影响分析

1.2.1 预测计算模式

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

$$\dot{K}_0 = \frac{A \cdot \Gamma_K \cdot B}{r^2} \qquad (11\text{-}5)$$

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

A ---- 放射源活度，Bq；

Γ_K ---- 空气比释动能常数，通过查阅《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 A.1，^{192}Ir 放射源的Γ_K=0.17μSv·m^2/（MBq·h），^{60}Co 放射源的Γ_K=0.35μSv·m^2/（MBq·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，γ 射线在相应材质屏蔽体中的半值层厚度 HVL，按公式 B=2$^{-X/HVL}$ 计算。根据 GBZ117-2022 表 A.2，^{192}Ir 对混凝土的半值层为 50mm，^{60}Co 对混凝土的半值层为 70mm。

利用上述公式（11-5）计算有屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率$\dot{K}_0$。计算示意图见图 11-3。

图 11-3　γ 射线探伤计算示意图

1.2.2 理论计算结果

本项目 X、γ 射线探伤房曝光室内拟采用 1 台 100Ci 的 ^{192}Ir γ 射线探伤机及 1 台 100Ci 的 ^{60}Co γ 射线探伤机进行探伤。曝光室内每次仅开启 1 台探伤机进行探伤，由于 ^{60}Co 核素最大能量为 1.33MeV，大于 ^{192}Ir 核素最大能量为 0.672MeV，因此本项目 X、γ 射线探伤房辐射影响预测选取 1 台 ^{60}Co γ 射线探伤机，额定装源活度为 3.7×10^{12}Bq 进行评价，若 ^{60}Co γ 射线探伤机探伤时，曝光室屏蔽设计能满足要求，则可推断 ^{192}Ir γ 射线探伤机探伤时也能满足要求。根据 X、γ 射线探伤房设计参数，按公司探伤时实际工作情况，X、γ 射线探伤房内 γ 射线探伤机照射头距离各侧屏蔽墙的最短距离均为 2m，距离地面的最大高度为 3.1m，参考点距离各屏蔽墙、屋顶及防护门表面的距离均为 30cm。将相关参数代入公式（11-5），X、γ 射线探伤房曝光室屏蔽墙外辐射防护水平理论计算结果见表 11-3。

表 11-3 X、γ 射线探伤房曝光室 γ 射线探伤各侧墙体屏蔽计算

参数	取值、计算及设计厚度					
	东墙 A1	南墙 B1	西墙 C1	北墙 D1	工件门 E1	屋顶 F1
$r\,(m)$①						
$A(Bq)$						
Γ_K （μSv·m^2/（MBq·h））						
无屏蔽体时参考点处周围剂量当量率 $\dot{K}$ (μSv/h)						
屏蔽厚度						
HVL（mm）						

屏蔽因子 B						
有屏蔽体时参考点处周围剂量当量率 K (μSv/h)						
控制值 K (μSv·h^{-1})						
评价结果						

根据表 11-3 的计算结果，当 X、γ 射线探伤房曝光室内开启 1 台活度为 3.7×10^{12}Bq 的 ^{60}Co γ 射线探伤机探伤时，曝光室各侧屏蔽墙体和工件门外最大辐射剂量率约为 0.257μSv/h，顶部外最大辐射剂量率约为 1.855μSv/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 2.5μSv/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 100μSv/h”的管理目标要求。

1.2.3 天空反散射分析

本项目 X、γ 射线探伤房曝光室内开启 1 台活度为 3.7×10^{12}Bq 的 ^{60}Co γ 射线探伤机探伤时，曝光室顶部 30cm 处的最大辐射剂量率约为 1.855μSv/h，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，叠加曝光室四周墙体外最大辐射剂量率后，关注点总剂量率小于 2.112μSv/h，因此其天空反散射能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。

1.2.4 迷道散射辐射影响分析

本项目 X、γ 射线探伤房曝光室采用几字型迷道设计，曝光室迷道外拟安装 16mmPb+4mmFe 的人员门。γ 射线探伤机摆放在曝光室内探伤时，射线至少需经过 3 次以上散射才能从迷道散射至迷道入口处，散射示意图见图 11-2，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”，可推断射线经过多次散射及人员门的屏蔽后，迷道入口外的辐射剂量率能够满足标准要求。

1.2.5 放射源暂存库辐射影响预测

1.2.5.1 放射源屏蔽状态下辐射影响

本项目 X、γ 射线探伤房曝光室内拟使用 1 枚活度为 3.7×10^{12}Bq 的 ^{192}Ir 放射源及 1 枚活度为 3.7×10^{12}Bq 的 ^{60}Co 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$\dot{K}_1$≤0.5mSv/h，表面 1m 处周围剂量当量率$\dot{K}_1$≤0.02mSv/h；M 类探伤机源容器外 5cm 处周围剂量当量率$\dot{K}_1$≤1mSv/h，表面 1m 处周围剂量当量率$\dot{K}_1$≤0.05mSv/h。周围剂量当量率与距离平方成反比，因此根据公式（11-6）可计算得出距离探伤机不同位置处的辐射水平。

$$\dot{K}_1 = \dot{K}_0 \cdot (R_0 + 0.15)^2 / (R_1 + 0.15)^2 \qquad (11\text{-}6)$$

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

表 11-4 ^{192}Ir γ 射线探伤机距探伤机源容器不同距离处的辐射水平估算结果

参考点至源容器表面距离 R_1(m)									
参考点至源贮存位置距离（m）									
周围剂量当量率（mSv/h）									

注：源贮存位置至源表面距离取 15cm

表 11-5 ^{60}Co γ 射线探伤机距探伤机源容器不同距离处的辐射水平估算结果

参考点至源容器表面距离 R_1(m)									
参考点至源贮存位置距离（m）									
周围剂量当量率（mSv/h）									

注：源贮存位置至源表面距离取 15cm

通过表 11-4、表 11-5 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，实际工作过程中辐射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。

1.2.5.2 放射源暂存库辐射防护性能预测

本项目 X、γ 射线探伤房曝光室内的西部拟建 1 个放射源暂存库，用于贮存本项目 X、γ 射线探伤房曝光室内拟使用的 1 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机及 1 台 ^{60}Co γ 射线探伤机。2 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 4）。

放射源暂存库的内净尺寸为 1.5m（长）×1.0m（宽）×2.0m（高）。放射源暂存库东墙、南墙及北墙均拟采用 500mm 混凝土浇筑，西墙拟采用 1300mm 混凝土浇筑，顶部拟采用 300mm 混凝土浇筑，放射源暂存库防护门拟采用 40mmPb+4mmFe。

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：

$$\dot{K} = \frac{\dot{K}_0 (R_0 + 0.15)^2}{R_1^2} \cdot B \qquad (11\text{-}7)$$

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 11-7 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，取为 0.02mSv/h（见《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 2 中 P 类探伤机）；

B---屏蔽透射因子，无量纲，按公式 $B=2^{-X/HVL}$ 计算（^{192}Ir 在铅中的 HVL 为 3mm，在混凝土中的 HVL 为 50mm；^{60}Co 在铅中的 HVL 为 13mm，在混凝土中的 HVL 为 70mm（GBZ117-2022 表 A.2））；

将相关参数代入公式（11-7），计算得到放射源暂存库外表面 30cm 处的周围剂量当量率见下表 11-6。计算点位示意图见图 11-3。

表 11-6 放射源暂存库屏蔽计算结果

参数		东墙 A2	南墙 B2	西墙 C2	北墙 D2	防护门 E2	顶部 F2
源到各屏蔽体外表面 30cm 处距离(*m*)	对 ^{60}Co①						
	对 ^{192}Ir②						

无屏蔽体时γ射线探伤机表面1.0m处周围剂量当量率$\dot{K}_0$(mSv/h)③							
屏蔽材料及厚度							
屏蔽透射因子B④	对^{60}Co						
	对^{192}Ir						
放射源暂存库外表面30cm处的周围剂量当量率K(μSv/h)							

由表11-6计算结果可知，放射源暂存库四周屏蔽体和防护门外表面30cm处周围剂量当量率最大约为 2.420μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求。

1.3 通风管道、电缆管道、防护门缝隙处辐射防护评价

本项目固定式X、γ射线探伤房曝光室北墙拟设置地下“U”型通风管道，通风管道直径为 750mm，埋于地坪以下 800mm，通风管道的设置未破坏曝光室的屏蔽墙体。固定式X、γ射线探伤房曝光室西墙拟设置U型地下穿墙电缆管道，电缆管道直径约为 200mm，埋地深度约为 700mm，电缆管道的设置均未破坏曝光室的屏蔽墙体。X射线经过U型埋地管道至少3次散射到达通风/电缆管道口处。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”，由此可推断通风管道口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风/电缆管道散射示意图见图11-4。

本项目X、γ射线探伤房曝光室工件门门洞尺寸为10.0m宽×11.1m高，工件门尺寸为11.8m宽×12.0m高，电动平板车轨道贯穿曝光室通向外部车间，工件门

门洞内轨道处设有高 200mm 固定门挡及 15mm 铅当量活动铅挡板（见图 11-5），工件门左右各搭接 900mm，上搭接 900mm 下搭接 200mm；人员门门洞尺寸为 0.8m 宽×2.0m 高，人员门尺寸为 1.2m 宽×2.3m 高，人员门左右各搭接 200mm，上下各搭接 150mm。工件门、人员门与墙体之间的缝隙宽度均小于 10mm。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，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

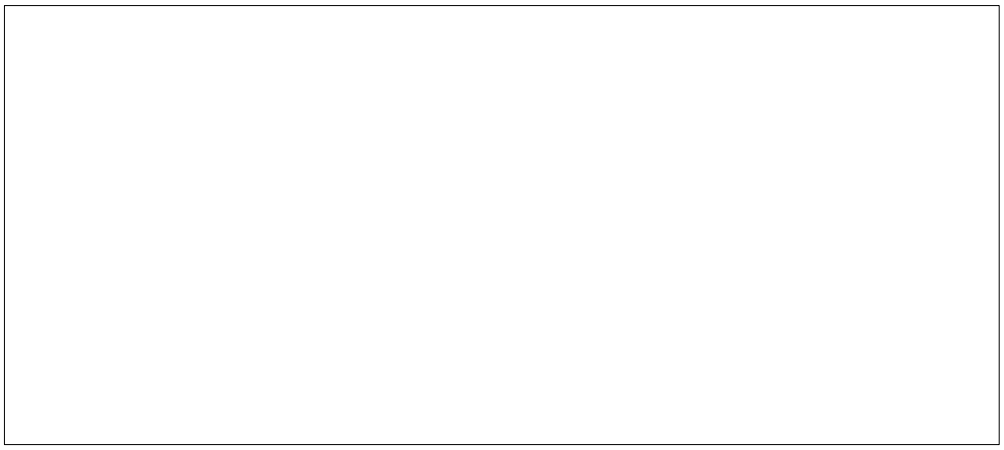


图 11-4 X、γ 射线探伤房通风管道及电缆管道散射示意图

图 11-5 工件门门洞处门挡示意图

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：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \qquad (11\text{-}8)$$

上式中：H_c－受照剂量，μSv；

$\dot{H}_{c,d}$－参考点处剂量率，μSv/h；

t—照射时间，（h）；

U—使用因子；

T—居留因子。

2.1 辐射工作人员周/年有效剂量

本项目 X、γ 射线探伤房拟配备 3 名辐射工作人员，1 名人员为辐射防护负责人，另外两名人员从事探伤工作，本项目运行后辐射工作人员的年有效剂量贡献值，主要包括三部分：（1）X、γ 射线探伤机正常探伤作业时，曝光室周围的辐射工作人员受到的经过墙体和防护门屏蔽衰减后的 X、γ 射线产生的有效剂量；（2）在从放射源暂存库内提取、归还 γ 射线探伤机以及在 γ 射线探伤机摆位过程中，由于近距离接触 γ 射线探伤机而受到的有效剂量；（3）中途更换被检测工件和重新贴片期间受到的剂量。（4）探伤作业时，摆位、更换被检测工件和重新贴片时受到储存于源库的 γ 射线探伤机所致的剂量。各操作过程中辐射工作人员年工作时间见表 11-7。

表 11-7 各操作过程中辐射工作人员周/年工作时间表

过程	周工作时间（h）	年工作时间（h）
探伤作业		
提取、归还 γ 射线探伤机及 γ 射线探伤机摆位		
更换被检测工件和重新贴片		
探伤作业时，摆位、更换被检测工件和重新贴片受到储存于源库的 γ 射线探伤机辐射		

2.1.1 辐射工作人员探伤作业时周/年有效剂量

对于本项目 X、γ 射线探伤房操作室内的辐射工作人员，根据表 11-1~表 11-3 计算结果可知，X、γ 射线探伤房辐射工作人员所在操作室的辐射剂量率最大约为 0.257μSv/h（使用 ^{60}Co γ 射线探伤机探伤时操作室内的剂量率），将相关参数代入公式（11-8）中计算得到辐射工作人员有效剂量见表 11-8。

表 11-8 正常探伤作业时辐射工作人员周/年有效剂量估算表

关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值（μSv/h）	周工作时间（h）	年工作时间（h）	周剂量估算值(μSv/周)	年剂量估算值(mSv/年)
西墙外 30cm							

2.1.2 辐射工作人员提取、归还 γ 射线探伤机及 γ 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 γ 探伤机以及摆位时近距离接触放射源会受到

一定剂量的γ射线照射，辐射工作人员受照射时间见表11-7。^{60}Co γ射线探伤机一般使用推车搬运，辐射工作人员离γ射线探伤机表面约1m，根据表11-5可知，辐射工作人员所受剂量率约为50μSv/h。将相关参数代入公式（11-8）中计算得到辐射工作人员有效剂量见表11-9。

表11-9 辐射工作人员周/年有效剂量估算表

关注点	使用因子U	居留因子T	剂量率值（μSv/h）	周工作时间（h）	年工作时间（h）	周剂量估算值(μSv/周)	年剂量估算值(mSv/年)
未开机时γ射线探伤机表面50cm处							

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γ射线照射，由于公司探伤过程中在曝光室内搬运工件及贴取胶片时间见表11-7。设工作期间辐射工作人员距γ射线探伤机最小距离为3m，根据表11-5，辐射工作人员所受剂量率约为7μSv/h。2名辐射工作人员轮流作业，将相关参数代入公式（11-8）中计算得到辐射工作人员有效剂量见表11-10。

表11-10 辐射工作人员周/年有效剂量估算表

关注点	使用因子U	居留因子T	剂量率值（μSv/h）	周工作时间（h）	年工作时间（h）	周剂量估算值(μSv/周)	年剂量估算值(mSv/年)
未开机时γ射线探伤机表面2m处							

2.1.4 探伤作业时，辐射工作人员摆位、更换被检测工件和重新贴片所受储存于源库的γ射线探伤机辐射年有效剂量

探伤作业时，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放射源暂存库的γ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11-7。假设工作期间辐射工作人员距源库最小距离为2m，根据表11-5，源库外最大辐射剂量率约为2.420μSv/h，代入公式（11-7）可计算得出辐射工作人员所受剂量率约为0.543μSv/h。2名辐射工作人员轮流作业，将相关参数代入公式（11-8）中计算得到辐射工作人员有效剂量见表11-11。

表 11-11 辐射工作人员周/年有效剂量估算表

关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值（μSv/h）	周工作时间（h）	年工作时间（h）	周剂量估算值(μSv/周)	年剂量估算值(mSv/年)

2.1.5 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11-7~表11-11，辐射工作人员探伤期间所受叠加周/年有效剂量汇总见表11-12。

表 11-12 辐射工作人员周/年有效剂量估算表

关注点	周剂量值(μSv/周)	周剂量汇总值(μSv/周)	年剂量值(mSv/年)	年剂量汇总值(mSv/年)
X、γ 射线探伤房操作室				
提取、归还 γ 射线探伤机及摆位				
更换被检测工件和重新贴片				
探伤作业时，摆位、更换被检测工件和重新贴片受源库辐射				

根据表11-12可知，本项目X、γ射线探伤房投入运行后，探伤房曝光室辐射工作人员所受叠加周有效剂量最大值约为**61.870μSv**，年有效剂量最大值约为**3.094mSv**，能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标中对辐射工作人员的剂量约束值要求：**职业人员周有效剂量不超过100μSv，年有效剂量不超过5mSv。**

由于本项目 γ 射线探伤过程中辐射工作人员的受照剂量受多种不确定因素的影响，辐射工作人员的受照射情况复杂多变，难以准确估算其年有效剂量，因此上述理论估算结果只能大致反映出辐射工作人员受照射程度。本项目辐射工作人员在工作过程中均应佩戴个人剂量计并进行职业健康体检，对于个人剂量监测结果异常的辐射工作人员，公司应查明其剂量异常的原因并上报主管部门，同时公司拟根据个人剂量检测结果以及健康体检结果及时对辐射工作人员工作岗位进行调整，确保其周/年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求。

2.2 公众周/年有效剂量

本项目公众人员主要为评价范围内的其他公众人员。本项目源库位于曝光室内，源库四周公众不可接近，经过曝光室墙体的屏蔽后，对曝光室周围公众影响很小，故公众人员的周/年有效剂量未考虑其影响。本项目运行后公众人员的周/年有

效剂量贡献值主要为 X、γ 射线探伤机正常探伤作业时，曝光室周围的公众人员受到的经过墙体和防护门屏蔽衰减后的 X、γ 射线产生的有效剂量。根据表 11-1~表 11-2 中计算结果，将相关参数代入公式（11-8）可估算出本项目 X、γ 射线探伤房曝光室周围公众的周/年有效剂量见表 11-13。

表 11-13 X、γ 射线探伤房周围公众人员周/年受照有效剂量结果评价

关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值（μSv/h）	周工作时间（h）	年工作时间（h）	周剂量估算值(μSv/周)	年剂量估算值(mSv/a)
东墙外*							
南墙外							
北墙外							
南侧工件门							

根据表 11-13 中的计算结果可知，本项目 X、γ 射线探伤房周围公众周有效剂量最大值约为 0.528μSv，年有效剂量最大值约为 0.026mSv，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 5μSv，年有效剂量不超过 0.1mSv。

对于本项目 X、γ 射线探伤房周围 50m 范围内的其他公众，根据前文理论预测结果，X、γ 射线经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中，可推断本项目 X、γ 射线探伤房周围 50m 评价范围内其他公众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。

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 X、γ 射线探伤房 γ 射线探伤机内 ^{60}Co、^{192}Ir 密封源退役后仍有较强的放射性，γ 射线探伤机退役时产生的 γ 探伤机屏蔽装置（贫铀罐）也具有一定的放射性，公司已承诺 γ 射线探伤机内 ^{60}Co、^{192}Ir 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 X、γ 射线探伤房运营时会产生废胶片，属于《国家危险废物名录》中危险废物，每年预计产生废胶片 240kg。赛尔特（启东）重装机械有限公司已承诺将与有资质单位签订废胶片处理处置合同，探伤过程中产生的废胶片在收集后拟临时贮存于危废库内，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影液、废定影液及胶片冲洗废水，产生的废显影液、废定影液及胶片冲洗废水在收集后拟临时贮存于危废库内，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，生活污水排入公司污水管网，最终进入生活污水处理厂处理。

4.3 废气

本项目 X、γ 射线探伤房内的 X 射线探伤机及 γ 射线探伤机工作时产生的 X 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管道排出曝光室。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。

事故影响分析

1 潜在事故分析

1.1 X、γ 射线探伤房内 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，人员误入或误留受到误照射；

（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 X、γ 射线探伤房内 γ 射线探伤潜在事故分析

（1）γ 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）γ 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）γ 射线探伤机输源管或控制线缆经过挤压、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）γ 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）γ 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 γ 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。

（6）γ 射线探伤过程中源脱落在曝光室，人员进出曝光室受到意外照射。

2 辐射事故预防措施

2.1 X、γ 射线探伤房内 X 射线探伤事故预防措施

（1）误入人员可按下曝光室内紧急停机按钮并通过开门开关逃离曝光室。

（2）辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。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）对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

（5）建设单位需制定 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，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看

到的显眼位置。

（6）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。

（7）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 X、γ 射线探伤房 γ 射线探伤事故预防措施

（1）误入人员可按下曝光室内紧急停机按钮并通过开门开关逃离曝光室。

（2）辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。确保在所有防护门关闭后，γ 射线探伤机才能启动出源；每月应对 γ 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）γ 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）对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

（5）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。

（6）建设单位需制定 γ 射线探伤机操作规程。凡涉及对 γ 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，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

（7）辐射工作人员每次拿取、存放 γ 射线探伤机时携带个人剂量报警仪及辐射巡测仪，用仪器检验放射源是否回到贮存位，定期检查个人剂量报警仪及辐射巡测仪有效性并留存记录。

（8）加强放射源暂存库管理，落实双人双锁制度，由 2 名工作人员专职负责放射源暂存库的保管工作，加强源容器出入放射源暂存库登记记录。

（9）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。

（10）γ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γ射线探伤装置。

（11）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X射线探伤拟使用的X射线探伤机属于II类射线装置，γ射线探伤拟使用的^{192}Ir及^{60}Co放射源属于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γ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关机或紧急回源，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，赛尔特（启东）重装机械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职责。本项目拟配备3名辐射工作人员，其中1名为辐射防护负责人，3名辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台进行学习，考核通过后方可上岗，辐射工作人员报考类别为“X射线探伤”及“伽马射线探伤”，辐射防护负责人报考类别为“辐射安全管理”。辐射工作人员考核合格证明到期后，应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核后方可再次上岗。

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、γ射线探伤辐射人员的资质条件要求、X射线探伤机及γ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γ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γ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，对放射源实施 24h 监控等。

设备维修制度：明确 X 射线探伤机、γ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、γ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：制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

放射源领用、归还登记制度：明确要配备专（兼）职人员负责γ放射源的管理，建立γ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γ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γ射线探伤机放回放射源暂存库，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γ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γ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、胶片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、胶片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γ射线探伤机内^{192}Ir、^{60}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1台环境辐射剂量巡测仪及2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。

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（不少于1次/3个月）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。同时公司拟定期安排辐射工作人员及辐射防护负责人进行职业健康体检（体检周期不超过2年），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。

公司工作场所监测计划见表12-1。公司在落实上述监测方案后，将满足辐射监测要求。

表 12-1 工作场所监测计划表

检测对象	监测项目		监测周期	监测点位
X、γ 射线探伤房	X-γ 周围剂量当量率	竣工验收监测	1 次	①X、γ 射线探伤房四周墙体外 30cm 处； ②X、γ 射线探伤房工件门、人员门外及门缝隙处； ③X、γ 射线探伤房操作室内； ④X、γ 射线探伤房通风口、线缆口外； ⑤X、γ 射线探伤房曝光室内的放射源暂存库四周墙及防护门外； ⑥X、γ 射线探伤房四周保护目标处。
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	1 次/3 个月	
		领用、存放 γ 射线探伤机	每次	γ 射线探伤机表面 5cm、1m 处
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	1 次/3 个月	/

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，赛尔特（启东）重装机械有限公司拟针对射线探伤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、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（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。

赛尔特（启东）重装机械有限公司拟依据《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故应急方案，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

赛尔特（启东）重装机械有限公司位于启东市吕四港经济开发区临港东路26 号。公司厂区东侧为江苏海龙风电科技股份有限公司，南侧为东港南路，西侧为燕达（江苏）清洁能源发展有限公司，北侧为港池。

本项目 X、γ 射线探伤房拟建于厂区生产车间二中部，探伤房拟建址东侧为过道、油漆房及酸洗区，南侧为过道、物流通道及生产车间一，西侧为过道及热处理炉，北侧为厂内道路及港池，楼上楼下均无建筑。

本项目 X、γ 射线探伤房拟建址周围 50m 评价范围内无居民区、学校等敏感点。因此，本项目保护目标主要为辐射工作人员、厂区内其他工作人员以及评价范围内其他公众人员等。

1.2 项目分区及布局

本项目拟将 X、γ 射线探伤房曝光室作为本项目的辐射防护控制区，在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；将 X、γ 射线探伤房操作室、洗片室、晾片室、评片室及工件门外 2m 区域作为辐射防护监督区，监督区入口处拟设立表明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。本项目 X、γ 射线探伤房辐射防护分区的划分符合《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 X、γ 射线固定探伤辐射安全措施

本项目 X、γ 射线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；曝光室工件门口、人员门口和曝光室内部均同时设有显示“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 γ 射线探伤机联锁；在醒目的位置处拟设置对“照射”和“预备”信号意义的说明；拟在曝光室内设计安装 4 个摄像头，在曝光室工件门口、人员门口各设置 1 个摄像头，迷道内拟设置 2 个摄像头；拟在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；拟在操作室的操作台上及曝光室内共设置 11 个紧急停机按钮；拟在曝光室迷道内及曝光室南墙各设置 1 个开门开关，迷道内设置照

明装置；拟在曝光室内设计安装固定式场所辐射探测报警装置。

1.3.2 放射源暂存库辐射安全措施

放射源暂存库防盗门拟采用双人双锁；防盗门外拟设置“当心电离辐射”警告标志；在放射源暂存库内拟安装 1 个摄像头，监控显示器安装在门卫室内，对放射源暂存库实行 24 小时监控；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；放射源出入放射源暂存库时均拟进行台账登记并对源容器进行监测。

1.3.3 操作防护措施

辐射工作人员在开展检测工作前应按照《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 X、γ 射线探伤房进行检查，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 X、γ 射线探伤房曝光室时，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；辐射工作人员拟定期测量 X、γ 射线探伤房曝光室外周围区域的剂量率水平；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；辐射工作人员拟正确使用配备的辐射防护装置；在每一次照射前，辐射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；公司应对 X 射线探伤机及 γ 射线探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

1.3.4 探伤设施的退役

本项目 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir、^{60}Co 密封源退役后仍有较强的放射性，公司已承诺 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir、^{60}Co 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；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；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；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；公司计划对退役场所清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

1.4 辐射安全管理

赛尔特（启东）重装机械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 3 名辐射工作人员，3 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 3 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 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 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

根据理论预测结果，本项目 X、γ 射线探伤房运行后曝光室周围的辐射剂量率能够满足《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 X、γ 射线探伤房运行后，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 γ 射线探伤机内 ^{60}Co、^{192}Ir 密封源退役后仍有较强的放射性，γ 射线探伤机退役时产生的 γ 探伤机屏蔽装置（贫铀罐）也具有一定的放射性，公司已承诺 γ 射线探伤机内 ^{60}Co、^{192}Ir 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废库内，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影液、废定影液及胶片冲洗废水。探伤过程中产生的废显影液、废定影液及胶片冲洗废水在收集后拟临时贮存于危废库内，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，生活污水排入公司污水管网，最终进入生活污水处理厂处理。

2.3.3 废气

本项目 X、γ 射线探伤房内的 X 射线探伤机及 γ 射线探伤机工作时产生的 X 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管道排出曝光室，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，赛尔特（启东）重装机械有限公司新建 1 座固定式 X、γ 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		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2.5μSv/h”及“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 2.5μSv/h 或者审管部门批准的控制水平”的要求	305
	X、γ射线固定探伤辐射安全措施 本项目 X、γ 射线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；曝光室工件门口、人员门口和曝光室内部均同时设有显示“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 γ 射线探伤机联锁；在醒目的位置处拟设置对“照射”和“预备”信号意义的说明；拟在曝光室内设计安装 4 个摄像头，在曝光室工件门口、人员门口各设置 1 个摄像头，迷道内拟设置 2 个摄像头；拟在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；拟在操作室的操作台上及曝光室内共设置 11 个紧急停机按钮；拟在曝光室迷道内及曝光室南墙各设置 1 个开门开关，迷道内设置照明装置；拟在曝光室内设计安装固定式场所辐射探测报警装置。 **放射源暂存库辐射安全措施** 放射源暂存库防盗门拟采用双人双锁；防盗	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于探伤房防护措施的相关要求	44

	门外拟设置“当心电离辐射”警告标志；在放射源暂存库内拟安装 1 个摄像头，监控显示器安装在门卫室内，对放射源暂存库实行 24 小时监控；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；放射源出入放射源暂存库时均拟进行台账登记并对源容器进行监测。 **操作防护措施** 辐射工作人员在开展检测工作前应按照《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 X、γ 射线探伤房进行检查，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 X、γ 射线探伤房曝光室时，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；辐射工作人员拟定期测量 X、γ 射线探伤房曝光室外周围区域的剂量率水平；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；辐射工作人员拟正确使用配备的辐射防护装置；在每一次照射前，辐射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；公司应对 X 射线探伤机及 γ 射线探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。 **探伤设施的退役** 本项目 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir、^{60}Co 密封源退役后仍有较强的放射性，公司已承诺 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir、^{60}Co 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；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；公司计划对退役场所清除所有电离辐射警告标志和安全告知。		
人员配备	公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，3 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	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放	定期投入

	核后上岗	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	
	拟委托有资质的单位对本项目 3 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		
	公司拟每两年组织本项目 3 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		
监测仪器和防护用品	公司拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 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	1
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 γ 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