核技术利用建设项目

扩建固定式X、γ射线探伤项目

环境影响报告表

（脱密公示本）

无锡市弘泰检测科技有限公司（公章）

2024年5月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

扩建固定式X、γ射线探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：无锡市弘泰检测科技有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：江苏省无锡市新吴区锡 路216号

坤鼎无锡未来智造园2号楼

邮政编码：/ 联 系 人：

电子邮箱：/ 联系电话：

打印编号：1715844007000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	6kq007
建设项目名称	扩建固定式X、γ射线探伤项目
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	无锡市弘泰检测科技有限公司
统一社会信用代码	91320[illegible]67011985[illegible]
法定代表人（签章）	
主要负责人（签字）	
直接负责的主管人员（签字）	
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	江苏睿源环境科技有限公司
统一社会信用代码	91320106MA20BXME57
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
[illegible]	2016035320352015320101000066	BH008749	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
[illegible]	表9、项目工程分析与源项 表10、辐射安全与防护 表11、环境影响分析 表12、辐射安全管理 表13、结论与建议	BH008749	
[illegible]	表1、项目基本情况 表2、放射源 表3、非密封放射性物质 表4、射线装置 表5、废弃物（重点是放射性废弃物） 表6、评价依据 表7、保护目标与评价标准 表8、环境质量和辐射现状	BH026314	

编制主持人和主要编制人员信息

编制主持人证书

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它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的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.

中华人民共和国人力资源和社会保障部
approved & authorized by
Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China

中华人民共和国环境保护部
approved & authorized by
Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号：HP 00018576
No.

[redacted]科技有限公司


HP00018575欧杰

姓名：[redacted]
Full Name

性别：男
Sex

出生年月：
Date of Birth

专业类别：
Professional Type

批准日期：2016年05月
Approval Date

持证人签名：
Signature of the Bearer

签发单位盖章：
Issued by

签发日期：2016 年 08 月 23 日
Issued on

20160353203520153201010000066
管理号：
File No.

仅用于无锡宁[redacted]科技有限公司扩建[redacted]线探伤项目

编制主持人和主要编制人员社会保险缴纳证明

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： 江苏睿源环境科技有限公司　　**现参保地：** 鼓楼区

统一社会信用代码： 91320106MA20BXME57　　**查询时间：** 202403-202405

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	--		

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	[redacted]	[redacted]	202403 - 202405	3
2	[redacted]	[redacted]	202403 - 202405	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）。

江苏睿源环境科技有限公司 377

江苏省社会保险 电子专用章

打印时间：2024年5月16日

仅用于无锡市弘泰检测科技有限公司扩建项目 X射线探伤项目

仅用于无锡市弘泰检测科技有限公司扩建固定式X、γ射线探伤项目

编 号 320114666202405140097

营业执照

（副 本）

扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息。

统一社会信用代码

91320106MA20BXME57 （1/1）

名 称 江苏睿源环境科技有限公司

类 型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 曹大军

经营范围 许可项目：放射卫生技术服务；建设工程设计；检验检测服务；放射性污染监测；职业卫生技术服务；（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准）一般项目：环保咨询服务；环境保护监测；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；业务培训（不含教育培训、职业技能培训等需取得许可的培训）；广告设计、代理；广告制作；平面设计；大数据服务；互联网数据服务；工业互联网数据服务；数字内容制作服务（不含出版发行）；科普宣传服务；科技推广和应用服务；企业管理咨询；信息咨询服务（不含许可类信息咨询服务）；社会稳定风险评估；专业设计服务；水土流失防治服务；工程管理服务；环境应急治理服务；生态资源监测；生态恢复及生态保护服务；信息技术咨询服务；土地调查评估服务；软件开发（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

注册资本 1000万元整

成立日期 2019年11月04日

住 所 南京市雨花台区花神大道23号5号楼513室

登记机关 南京市雨花台区政务服务管理办公室

2024 年 05 月 14 日

国家企业信用信息公示系统网址：http://www.gsxt.gov.cn

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制

目录

表 1 项目基本情况.....1
表 2 放射源.....8
表 3 非密封放射性物质.....8
表 4 射线装置.....9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....10
表 6 评价依据.....11
表 7 保护目标与评价标准.....14
表 8 环境质量和辐射现状.....22
表 9 项目工程分析与源项.....25
表 10 辐射安全与防护.....35
表 11 环境影响分析.....44
表 12 辐射安全管理.....59
表 13 结论与建议.....65
表 14 审批.....70
辐射污染防治措施“三同时”措施一览表.....71

附图：

附图 1 *

附图 2 *

附图 3 *

附图 4 *

附图 5 *

附件：

附件 1 *

附件 2 *

附件 3 *

附件 4 *

附件 5 *

附件 6 *

附件 7 *

附件 8 *

附件9 *

附件 10 *

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">扩建固定式 X、γ射线探伤项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">无锡市弘泰检测科技有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>**</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="7">无锡市新吴区锡泰路 216 号坤鼎无锡未来智造园 2 号楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">无锡市新吴区南开路 70 号</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>*</td><td>项目环保投资(万元)</td><td>*</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>90%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☐新建 ☐改建 ☑扩建 ☐其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>141</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="5">☐I类 ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☐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="5">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐乙 ☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述：

1. 建设单位基本情况、项目建设规模和任务由来

无锡市弘泰检测科技有限公司成立于 2007 年，注册地址在江苏省无锡市新吴区（营业执照见附件 5），目前的注册资本金为 1000 万，是江苏省民营科技企业，也是一家 A 级专业检测机构，具有独立法人资格。公司的主要服务范围：锅炉、管道、容器、球罐、储罐、钢结构、机械零部件等无损检测及理化检测。目前拥有的检测技术包括：射

线、超声、磁粉、渗透、理化、声发射、罐底板漏磁检测、导波、TOFD、相控阵、换热器管板角焊缝射线检测、涡流检测、DR等；公司每年射线拍片量在50万张左右；超声、磁粉、渗透检测每年的业务量各20万米左右，TOFD、声发射各1000万元产值的检测能力，业务覆盖全国各省市。其中TOFD、声发射检测技术是国内应用较早的检测单位之一。公司2017年荣获“国电锅检杯”第四届全国无损检测技能竞赛全体优胜奖和个人赛优胜奖。

原有核技术利用项目情况

无锡市弘泰检测科技有限公司**现址**位于**无锡市新吴区锡泰路216号坤鼎无锡未来智造园2号楼**（该地块国有土地使用证号为苏（2021）无锡市不动产权第0111597号，土地用途为工业用地，楼宇销售合同见附件6），建有**********。

建设单位原已取得江苏省生态环境厅下发的辐射安全许可证（正副本见附件8），证书编号为苏环辐证[00744]，有效期至2024年8月4日，种类和范围为“使用II类放射源；使用II类射线装置”，为客户提供移动探伤服务。建设单位已与江苏省环境资源有限公司签订危险废物收集处置协议书（见附件4）。根据最新的辐射安全许可证，**建设单位已获许可使用65台II类射线装置X射线探伤机（最大管电压为360kV，最大管电流为5mA）及35枚II类放射源（7枚^{75}Se，单枚活度为3.7E+12Bq；28枚^{192}Ir，单枚活度为3.7E+12Bq）**。现实际使用且列于许可证台账的为35台X射线装置（最大管电压为360kV，最大管电流为5mA，均属于II类射线装置）及25枚放射源（5枚^{75}Se，20枚^{192}Ir，均属于II类放射源），现持有γ射线探伤机26台。最近一次环评于2023年8月8日获得江苏省生态环境厅《关于无锡市弘泰检测科技有限公司迁建及扩建移动探伤项目环境影响报告表的批复》（苏环辐（表）〔2023〕42号），已完成辐射安全许可证重新申领工作，已完成旧址的退役监测及退役登记表备案（建设项目环境影响登记表备案号202432021400000101）以及迁建至现址的验收工作（2024年4月19日），最新的环评、许可证及验收材料见附件8。

无锡市弘泰检测科技有限公司原有核技术利用项目详见下表1-1。

表 1-1 无锡市弘泰检测科技有限公司原有核技术利用项目一览表

放射源									
序号	放射源名称	数量	单枚出厂活度（Bq）	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况/备注
1	^{192}Ir γ射线探伤机	28	3.7E+12	II	本部源库/客户移动探伤现场（现场存储设施）	使用	已环评	已许可	已验收
2	^{75}Se γ射线探伤机	7	3.7E+12	II		使用	已环评	已许可	已验收
射线装置									
序号	射线装置名称及型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况/备注
1	X 射线探伤机 XXG-1605D 定向机	3	160	5	II	本部 X 射线机临时储存库/客户移动探伤现场	使用	已环评	已许可	已验收
2	X 射线探伤机 XXGH2005Z 周向机	3	200	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
3	X 射线探伤机 RT-2305T 定向机	5	230	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
4	X 射线探伤机 XXG-2505 定向机	1	250	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
5	X 射线探伤机 XXGH2505Z 周向机	2	250	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
6	X 射线探伤机 RT-2805T 定向机	13	280	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
7	X 射线探伤机 RT-3005TH 周向机	1	300	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
8	X 射线探伤机 XXGH3005P 周向机	1	300	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
9	X 射线探伤机 RT-3005TH 周向机	3	300	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
10	X 射线探伤机 RT-3205TH 周向机	1	320	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
11	X 射线探伤机 XXG-3605 定向机	2	360	5	II		使用	已环评	已许可	已验收
12	X 射线探伤机 XXG-1605D 定向机	1	160	5	II		使用	已环评	已许可	未购置
13	X 射线探伤机 UN11306 周向机	2	160	5	II		使用	已环评	已许可	未购置
14	X 射线探伤机 RT-2305T 定向机	2	230	5	II		使用	已环评	已许可	未购置
15	X 射线探伤机 XXG-2505 定向机	5	250	5	II		使用	已环评	已许可	未购置
16	X 射线探伤机 XXGH2505Z 周向机	4	250	5	II		使用	已环评	已许可	未购置
17	X 射线探伤机 RT-2805T 定向机	6	280	5	II		使用	已环评	已许可	未购置
18	X 射线探伤机 RT-3005TH 周向机	5	300	5	II		使用	已环评	已许可	未购置

19	X射线探伤机 RT-3505D定向机	5	350	5	II		使用	已环评	已许可	未购置

***本项目所有γ射线探伤装置安全使用期限为10年，经查台账，建设单位现存探伤机中最早出厂年份为2016年，建设单位日常检查已确保不使用超过10年的γ射线探伤装置，未来亦会继续执行该项制度。**

建设单位原有74名辐射工作人员。上述人员包含70名现场工作人员和4名源库/储藏室保管员（轮番值守），建设单位已为其建立了职业健康档案并定期组织复检。所有辐射工作人员已集中学习国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上的视频课程和课件并通过了考核。

建设单位已委托无锡市疾病预防控制中心对在岗的所有辐射工作人员进行了每3个月一次，全年4次的个人剂量监测。所有人员职业性外照射个人剂量均未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射工作人员年有效剂量限值（20mSv/a），亦未超过环评管理目标（5mSv/a）。

建设单位现有辐射巡测仪、个人剂量报警仪以及防护用品若干。建设单位已委托江苏睿源环境科技有限公司对所有辐射工作场所进行了年度监测。监测结果表明：建设单位辐射工作场所各监测点位X-γ吸收剂量率均符合相应标准。

建设单位已于2024年1月31日前在国家核技术利用申报系统完成了年度评估报告的上传工作。

本次核技术利用项目情况

因扩展业务需求，建设单位计划接收委托单位的少量送检工件，开展固定式无损检测业务。建设单位已**租赁**无锡华邦智能装备有限公司（出租方原已取得辐射安全许可证，现已注销，注销证明材料和租赁合同详见附件6）位于无锡市新吴区南开路70号厂房内的1座固定式X射线探伤房的**曝光室及辅房（暗室、走廊、评片室、操作室）**，计划在不改变原有平面布局的基础上，增加屏蔽体厚度后（改造方案见表10-2）并加装防盗措施，将暗室用途变更为源库，用于在工作间隙储存γ射线探伤机，将评片室用途变更为值班/储藏室，用于在工作间隙储存X射线探伤机。计划将建设单位**原获批使用的11台X射线探伤机**（分别为XXG-1605D定向机、UN11306周向机、XXGH2005Z周向机、RT-2305T定向机、XXG-2505定向机、XXGH2505Z周向机、RT-2805T定向机、RT-3005TH周向机、RT-3205TH周向机、RT-3505D定向机、XXG-3605定向机、**最大管电压为360kV，管电流均为5mA**）和**2台γ射线探伤机（1枚^{75}Se，活度为3.7E+12Bq，1枚^{192}Ir，活度为3.7E+12Bq**）使用方式由**移动探伤变更为固定探伤后在该场所开展固定探伤工作，变更用途后的X射线、γ射线探伤机不再用于移动探伤工作，**

仅用于本项目场所固定探伤工作。本项目未新增放射源或射线装置。

建设单位将安排4人专职担任租赁场所的源库/储藏室保管员，保管探伤工作期间贮存于本项目源库和值班/储藏室的X射线、γ射线探伤机。每次安排2名探伤工作人员前往租赁场所开展工作。每次工作时仅开启1台X射线探伤机或1台γ射线探伤机。每个探伤周期结束后辐射工作人员将拍好的底片带回无锡市新吴区锡泰路216号坤鼎无锡未来智造园2号楼的**原有辐射工作场所（已根据标准要求建成危废库，场所已验收）完成洗片、评片、危废处理等工作，建设单位不在租赁场所进行洗片或危废暂存工作。**

本项目拟沿用原有的74名辐射工作人员中的70名现场工作人员（其余4名原本部源库/储藏室保管员不参与本项目工作）。70名现场工作人员中的4人将转岗作为本项目固定的源库/储藏室保管员，负责租赁场所源库和值班/储藏室的值班工作，每次安排66名现场工作人员中的2名前往租赁场所参与固定探伤工作。本项目每名探伤人员参与固定式X射线探伤工作时，平均每周出束时间不超过5 h，平均每年出束时间不超过250h；参与固定式γ射线探伤工作时，平均每周出束时间不超过5 h，平均每年出束时间不超过250h。本项目4名源库/储藏室保管员为4班制，每人每日值班时间不超过6小时，每年值班天数按365天考虑。

表1-2 无锡市弘泰检测科技有限公司本项目核技术利用项目一览表

放射源									
序号	放射源名称	数量	单枚出厂活度（Bq）	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	项目性质	备注
1	^{192}Ir γ射线探伤机	1	3.7E+12	II	无锡市新吴区南开路70号曝光室	使用	本次环评	/	原有/变更用途
2	^{75}Se γ射线探伤机	1	3.7E+12	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途
射线装置									
序号	射线装置名称及型号	数量	最大管电压kV	最大管电流mA	类别	场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	X射线探伤机 XXG-1605D定向机	1	160	5	II	无锡市新吴区南开路70号曝光室	使用	本次环评	/	原有/变更用途
2	X射线探伤机 UN11306周向机	1	160	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途
3	X射线探伤机 XXGH2005Z周向机	1	200	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途
4	X射线探伤机 RT-2305T定向机	1	230	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途
5	X射线探伤机 XXG-2505定向机	1	250	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途
6	X射线探伤机 XXGH2505Z周向机	1	250	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途

7	X 射线探伤机 RT-2805T 定向机	1	280	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途
8	X 射线探伤机 RT-3005TH 周向机	1	300	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途
9	X 射线探伤机 RT-3205TH 周向机	1	320	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途
10	X 射线探伤机 RT-3505D 定向机	1	350	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途
11	X 射线探伤机 XXG-3605 定向机	1	360	5	II		使用	本次环评	/	原有/变更用途

***本项目所有γ射线探伤装置安全使用期限为 10 年，建设单位日常检查已确保不使用超过 10 年的γ射线探伤装置，未来亦会继续执行该项制度。**

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》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目使用 X、γ射线探伤机进行无损检测，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用II类放射源的”和“使用II类射线装置的”，应编制环境影响报告表。受无锡市弘泰检测科技有限公司委托，江苏睿源环境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、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

建设单位本部洗片评片和危废处理场所相较原环评未发生变动，周围环境示意图及平面布置图见附图 5。

本项目租赁的场所位于无锡市新吴区南开路 70 号无锡华邦智能装备有限公司厂房内（厂房日常工作工人较少），改造前场所平面布置图见附图 4。该厂房为无锡市湖鑫实业有限公司湖东工业园的 14#楼，北部为 1 层厂房，南部边缘为 4 层办公楼。14#楼四周均为园区道路，相隔园区道路东侧为无锡衡辉工程机械厂和无锡博胜包装材料有限公司（15#楼），南侧为南开路，西侧为无锡华通沥青新技术发展有限公司（13#楼），北侧为无锡仕力通机械有限公司（9#楼）、无锡建昊环境科技有限公司和无锡通明冶金机械公司（10#楼）及无锡同协涂装设备有限公司（11#楼）。

本项目曝光室位于 14#楼（长 96m，宽 37m）东端，北侧为厂房外墙和园区道路，东侧为源库（原暗室）、走廊、值班/储藏室（原评片室）和操作室，南侧为安全通道，西侧为出租方生产区域，上方为厂房内半空，下方为土层。

本项目源库位于曝光室东侧，其北侧为厂房外墙和园区道路，东侧为走廊，南侧为值班/储藏室（原评片室），西侧为曝光室，上方为厂房内半空，下方为土层。

本项目地理位置图见附图1，本项目周围环境示意图见附图2，本项目辐射工作场所平面立面设计图见附图4。

本项目曝光室周围50m范围内涉及保护目标包含：①无锡华邦智能装备有限公司（14#楼，不涉及办公楼区域），②园区道路，③9#楼、10#楼、11#楼、13#楼、15#楼。

本项目源库周围50m范围内涉及保护目标包含：①无锡华邦智能装备有限公司（14#楼，不涉及办公楼区域），②园区道路，③10#楼、11#楼15#楼。

本项目周围环境保护目标主要为从事X、γ射线固定探伤操作及源库值守的辐射工作人员及周围公众。

3. 选址合理性分析

出租单位厂房位于园区角落，本项目租赁场所位于出租方厂房角落，对外未毗邻园区主干道，对内远离出租方工作人员长期工作的区域，加之园区各道路日常人流较少，各保护目标内常驻人员亦较少。且相较于出租方原有辐射环评，厂房及园区环境未发生任何变化，因此在有良好的实体屏蔽设施和防护措施情况下，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

4. 实践正当性

无锡市弘泰检测科技有限公司因进一步扩展固定式无损检测服务，拟租赁其他单位原有探伤房进行改造后开展探伤工作。本项目的建设将满足企业发展和需求，为委托单位提供细化的服务，创造更好的经济效益。虽然在运行期间，应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

5.与产业政策的相符性

本项目使用X、γ射线探伤机对客户送件的工件进行无损检测，属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》中三十一、科技服务业中的“1．工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业科技服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”项目，属于国家鼓励类产业，其建设符合国家现行产业政策。

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 γ射线探伤机	3.7E+12（Bq）×1 枚	II	使用	无损检测	无锡市新吴区南开路 70 号曝光室	无锡市新吴区南开路 70 号源库	原有/变更用途
2	^{75}Se γ射线探伤机	3.7E+12（Bq）×1 枚	II	使用	无损检测			原有/变更用途

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）	年最大操作量（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、教学等用途的各种类型加速器

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 射探伤机	II	1	XXG-1605D 定向机	160	5	无损检测	无锡市新吴区南开路 70 号曝光室	原有/变更用途 贮存地点为无锡市新吴区南开路 70 号值班/储藏室
2	X 射探伤机	II	1	UN11306 周向机	160	5	无损检测		
3	X 射探伤机	II	1	XXGH2005Z 周向机	200	5	无损检测		
4	X 射探伤机	II	1	RT-2305T 定向机	230	5	无损检测		
5	X 射探伤机	II	1	XXG-2505 定向机	250	5	无损检测		
6	X 射探伤机	II	1	XXGH2505Z 周向机	250	5	无损检测		
7	X 射探伤机	II	1	RT-2805T 定向机	280	5	无损检测		
8	X 射探伤机	II	1	RT-3005TH 周向机	300	5	无损检测		
9	X 射探伤机	II	1	RT-3205TH 周向机	320	5	无损检测		
10	X 射探伤机	II	1	RT-3505D 定向机	350	5	无损检测		
11	X 射探伤机	II	1	XXG-3605 定向机	360	5	无损检测		

（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
生活垃圾	固态	/	/	20kg	240kg	/	不暂存	在本部产生的由本部统一收集，在租赁场所产生的由出租方统一收集，均交环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	10m^3	120m^3	/	不暂存	进入本部或出租方污水处理管道最终进入污水处理厂处理。
废显（定）影剂	液态	/	/	约 10kg	约 120kg	/	集中收集后暂存于本部危废库	委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
一次、二次冲洗废水	液态	/	/	约 100kg	约 1.2t	/	集中收集后暂存于本部危废库	委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
三次及以上冲洗废水	液态	/	/	/	/	/	不暂存	排入本部污水处理管道最终进入污水处理厂处理。
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。
废胶片	固态	/	/	约 10kg	约 120kg	/	集中收集后暂存于本部危废库	委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
退役 ^{192}Ir 放射源	固态	^{192}Ir	每半年退役一次	/	/	/	处置前贮存在本项目源库内	退役放射源将由生产单位、原出口方或有资质单位回收处置。
退役 ^{75}Se 放射源	固态	^{75}Se	每 8 个月退役一次	/	/	/	处置前贮存在本项目源库内	退役放射源将由生产单位、原出口方或有资质单位回收处置。
掺入贫铀的屏蔽装置	固态	/	/	/	/	/	处置前贮存在本项目源库内	由生产单位、原出口方或有资质单位回收处置。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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、年排放总量分别用比活度(Bq/l 或 Bq/kg 或 Bq/m^3)和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国主席令第9号，自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年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自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》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 8) 《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，自2021年1月1日起施行； 9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 10) 《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行； 11) 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告2005年第62号，2005年12月23日印发； 12) 《国家环境保护总局关于γ射线探伤装置的辐射安全要求》环发[2007]8号，2007年1月15日印发； 13) 《国家危险废物名录》(2021版)，生态环境部令第15号，2021年1月1日起施行； 14) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部部令第23号，自2022年1月1日起施行；

	15) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物贮存规范化管理专项整治行动方案的通知》（苏环办〔2019〕149号），2019年4月29日印发； 16) 《省生态环境厅关于进一步加强危险废物污染防治工作的实施意见》（苏环办〔2019〕327号），2019年9月24日印发； 17) 《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》（苏环办〔2020〕401号），2020年12月31日印发； 18) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物集中收集体系建设工作方案（试行）的通知》（苏环办〔2021〕290号），2021年10月14日印发； 19) 《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日印发； 20) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行； 21) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行； 22) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行； 23) 《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》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行； 24) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2021年部令第9号，自2019年11月1日起施行；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，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行； 25) 《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》，江苏省生态环境厅苏环办〔2021〕187号，2021年5月31日印发； 26) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告第39号，2019年10月25日印发）； 27) 《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》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；

	28）《产业结构调整指导目录（2024年本）》，国家发展改革委令第7号，自2024年2月1日起施行。
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) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） 7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128- 2019） 8) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单 9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023） 10) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012） 11) 《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023版） 12) 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276—2022）
其他	**********

表7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目使用X、γ射线探伤机进行无损检测，X射线探伤机属于II类射线装置，γ射线探伤机使用的放射源属于II类放射源。根据《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）中“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”的相关规定，评价范围为曝光室和源库边界外50m区域。本项目50m评价范围见附图2。

保护目标

本项目曝光室周围50m范围内无居民区、医院、学校等环境敏感区，根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

1、从事本项目探伤操作及源库值守的辐射工作人员。

2、曝光室及源库周围公众。

核对《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）以及《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）后可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域的优先保护单元（见附图3）。同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中的环境敏感区。

表7-1 本项目曝光室及源库周围保护目标情况一览表

序号	保护目标名称		方位	最近距离	屏蔽体周围评价范围内人员数量	环境保护要求
1	辐射工作人员	曝光室、源库、走廊、值班/储藏室、操作室	曝光室东侧	曝光室东侧紧邻	2人~4人	年剂量约束值5mSv/a
			源库东侧、西侧、南侧	源库东侧、西侧、南侧紧邻		
2	周围公众	14#楼（无锡华邦智能装备有限公司）	曝光室西侧、南侧	曝光室西侧、南侧紧邻	约10人	年剂量约束值0.1mSv/a
			源库西侧、南侧	源库西侧8m	约5人	
3		无锡市湖鑫实业有限公司湖东工业园园区道路	曝光室西侧、北侧、东侧	曝光室北侧2.4m	流动人员	
			源库西侧、北侧、东侧	源库北侧2.4m		
4		9#楼（无锡仕力通机械有限公	曝光室北侧	曝光室北侧	约5人	

		司）		48m		
5		10#楼（无锡建昊环境科技有限公司和无锡通明冶金机械公司）	曝光室北侧	曝光室北侧 13m	约 20 人	
			源库北侧	源库北侧 13m	约 20 人	
6		11#楼（无锡同协涂装设备有限公司）	曝光室北侧	曝光室北侧 21m	约 15 人	
			源库北侧	源库北侧 17m	约 20 人	
7		15#楼（无锡衡辉工程机械厂和无锡博胜包装材料有限公司）	曝光室东侧	曝光室东侧 13m	约 20 人	
			源库东侧	源库东侧 11m	约 25 人	
8		13#楼（无锡华通沥青新技术发展有限公司）	曝光室西侧	曝光室西侧 45m	约 8 人	

评价标准

1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

分类	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。

4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险值的限值。

（参考）11.4.3 放射性残存物持续照射的剂量约束

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~0.3mSv）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（见4.3.4）。

2）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X射线探伤机

5.1.1 X射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点100 cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表1的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合GB/T 26837的要求。

表7-3 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
＜150	＜1
150～200	＜2.5
＞200	＜5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

a) 探伤机外观是否完好；

b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；

c) 液体制冷设备是否有渗漏；

d) 安全联锁是否正常工作；

e) 报警设备和警示灯是否正常运行；

f) 螺栓等连接件是否连接良好；

g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

d) 应做好设备维护记录。

5.2 γ射线探伤机

5.2.1 源容器及其传输导管

5.2.1.1 当源容器装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且装配好保护盖（若有）时，源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率应不超过表 2 规定的控制值，随机文件中应有该指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 14058 的要求。

表 7-4 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 mSv/h	
		离源容器表面 5cm 处	离源容器表面 100cm 处
便携式	P	0.5	0.02
移动式	M	1	0.05
固定式	F	1	0.1

5.2.1.2 工作前检查项目主要包括：

a) 检查源容器和源传输导管的照射末端是否损伤或者有异常；

b) 检查螺母和螺丝的紧密程度、螺纹和弹簧是否有损伤；

c) 确认放射源锁紧装置工作正常；

d) 检查控制软轴末端是否有磨损、损坏（磨损标准由厂家提供），与控制导管是否有效连接；

e) 安全联锁是否工作正常；

f) 报警设备和警示灯运行是否正常；

g) 检查源容器和源传输导管是否连接牢固；

h) 检查源传输导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结；

i) 检查警告标签和源的标志内容是否清晰；

j) 测量源容器表面一定距离处的周围剂量当量率是否符合 5.2.1.1 的要求，并确认放射源处于屏蔽状态。

5.2.2 γ射线探伤机的维护

5.2.2.1 应定期对γ射线探伤机中涉及放射防护的部件进行检查维护，发现问题及时维修。维修γ射线探伤机时，应由厂家专业人员将放射源倒入换源器后进行。使用单位人员不应单独对探伤机进行维修。

5.2.2.2 应经常对γ射线探伤机的控制组件包括摇柄、源传输导管进行润滑擦洗，齿轮应经常添加润滑剂，并对源传输导管接头进行擦洗，避免灰尘和砂粒。6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

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。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第7.1条～第7.4条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

注：上述标准中探伤室即本项目曝光室

3）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

参考资料

1）《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 7-5 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

项目	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

***现状评价时，参考“测值范围”数值进行评价。表格中数据已扣除宇宙响应值。**

2）《辐射防护导论》，方杰主编。

项目管理目标

（1）本项目曝光室周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）确定本项目管理目标为：

曝光室墙体和门的辐射屏蔽应满足：

曝光室屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

曝光室顶的辐射屏蔽应满足：

曝光室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平取 100μSv/h（本项目曝光室顶不需要人员到达，上方无建筑，曝光室旁邻近建筑物不在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内）。

源库墙体、门、顶的辐射屏蔽应满足：

源库屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5uSv/h。

（2）本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）确定本项目管理目标为：

职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 100μSv/周，

公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 5μSv/周；

（3）本项目职业人员和公众的剂量约束值：

职业人员按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值 1/4 取值，公众按照其剂量限值的 1/10 取值，确定本项目管理目标为：

职业照射的剂量约束值不超过 5 mSv/a；

公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

本项目租赁的场所位于无锡市新吴区南开路 70 号无锡华邦智能装备有限公司厂房内。该厂房为无锡市湖鑫实业有限公司湖东工业园的 14#楼，北部为 1 层厂房，南部边缘为 4 层办公楼。14#楼四周均为园区道路，相隔园区道路东侧为无锡衡辉工程机械厂和无锡博胜包装材料有限公司（15#楼），南侧为南开路，西侧为无锡华通沥青新技术发展有限公司（13#楼），北侧为无锡仕力通机械有限公司（9#楼）、无锡建昊环境科技有限公司和无锡通明冶金机械公司（10#楼）以及无锡同协涂装设备有限公司（11#楼）。

本项目曝光室位于 14#楼（长 96m，宽 37m）东端，北侧为厂房外墙和园区道路，东侧为源库（原暗室）、走廊、值班/储藏室（原评片室）和操作室，南侧为安全通道，西侧为出租方生产区域，上方为厂房内半空，下方为土层。本项目源库位于曝光室东侧，其北侧为厂房外墙和园区道路，东侧为走廊，南侧为值班/储藏室（原评片室），西侧为曝光室，上方为厂房内半空，下方为土层。

*	*
拟改造的曝光室南侧安全通道	拟改造的曝光室东侧辅房
*	*
拟改造的曝光室东侧操作室	拟改造为值班/储藏室的曝光室东侧评片室
*	*
拟改造为源库的曝光室东侧暗室	拟改造的曝光室东侧走廊
*	*
拟改造的曝光室北侧与厂房间空隙	拟改造的曝光室西侧生产区域
*	*
拟改造的曝光室中央	拟改造的曝光室内通风系统
*	*
*	

14#楼厂房区域低处窗户已设置防盗网	拟改造的曝光室及辅房上方
*	*
拟改造的曝光室南侧14#楼安全通道及生产区域	拟改造的曝光室西侧14#楼生产区域
*	*
项目西侧13#楼 （无锡华通沥青新技术发展有限公司）	项目西侧园区道路
*	*
项目北侧9#楼（无锡仕力通机械有限公司）	项目北侧10#楼（无锡建昊环境科技有限公司和无锡通明冶金机械公司）
*	*
项目北侧11#楼（无锡同协涂装设备有限公司）	项目东侧15#楼（无锡衡辉工程机械厂和无锡博胜包装材料有限公司）
*	*
编制主持人现场踏勘	

图 8-1 本项目辐射工作场所周围环境现状及工程师现场踏勘照片

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目拟改造的曝光室和暗室内部及周围辐射环境。

监测因子：本项目拟改造的曝光室和源库周围环境γ辐射剂量率。

监测点位：在曝光室和暗室的周围及内部布置监测点位，共计 12 个监测点位；在本项目各保护目标代表性位置布置监测点位，共计 6 个监测点位。本次共计在本项目拟建址周围布设 18 个监测点位。

3. 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在曝光室周围、内部，以及周围保护目标处布设监测点位，测量项目拟建址周围环境γ辐射剂量率。

质量保证措施：检测单位已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和检测能力；检测单位制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；检测单位所用监测仪器均经过计量部门检定并在检定有效期内，使用前后进行校准或检查，定期参加权威部门组织的仪器比对活动；实施全过程质量控制，全程实验数据及监测记录等均进行存档；检测人员持证上岗规范操作；检测报告实行三级审核。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

监测仪器：*

测量范围：*

能量响应范围：*

检定有效日期：2023.2.21——2024.2.20

检定单位：*

检定证书编号：*

监测日期：2023 年 7 月 12 日

环境条件：天气：多云　温度：33℃　湿度：59%

数据记录及处理：*。

评价方法：参考表 7-5 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目拟建址周围环境辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 7），监测点位示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目探伤房曝光室拟建址周围环境γ辐射剂量率

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）	备注	
1	曝光室内北侧	74	*	*
2	曝光室内东侧	75	*	*
3	曝光室内西侧	70	*	*
4	曝光室内南侧	76	*	*
5	曝光室中央	73	*	*
6	曝光室西墙外生产区域	80	*	*
7	曝光室工件门外	73	*	*
8	操作室内	71	*	*
9	评片室内	73	*	*
10	暗室内	88	*	*
11	无锡华邦智能装备有限公司北侧园区道路	69	*	*
12	湖东工业园 15#楼西侧	67	*	*
13	湖东工业园 10#楼南侧	68	*	*
14	湖东工业园 11#楼西侧	69	*	*
15	湖东工业园 9#楼南侧	68	*	*
16	湖东工业园 13#楼东侧	73	*	*
17	无锡华邦智能装备有限公司内北部	80	*	*
18	无锡华邦智能装备有限公司内东部	82	*	*

已扣除宇宙响应值**

*	*

图 8-2　X-γ辐射剂量率检测点位示意图

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目曝光室内部及周围环境γ辐射剂量率在（70~88）（室内）nGy/h、（67~73）（道路）nGy/h 范围内，处于江苏省天然γ辐射本底水平内。

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

（1）X射线探伤机：本项目拟将原有用于移动探伤的11台X射线探伤机变更用途，仅用于固定探伤工作。具体参数如下表。

表9-1本项目用于探伤机主要设备参数

厂家	型号	类别	输出电压范围	输出电流	主射线辐射角	工件厚度范围	工作方式
无锡丹杰电器设备有限公司	XXG-1605D	定向机	*	*	*	*	*
无锡丹杰电器设备有限公司	UN11306	周向机	*	*	*	*	
无锡丹杰电器设备有限公司	XXGH2005Z	周向机	*	*	*	*	
杭州荣探无损检测设备有限公司	RT-2305T	定向机	*	*	*	*	
无锡丹杰电器设备有限公司	XXG-2505	定向机	*	*	*	*	
无锡丹杰电器设备有限公司	XXGH2505Z	周向机	*	*	*	*	
杭州荣探无损检测设备有限公司	RT-2805T	定向机	*	*	*	*	
杭州荣探无损检测设备有限公司	RT-3005TH	周向机	*	*	*	*	
杭州荣探无损检测设备有限公司	RT-3205TH	周向机	*	*	*	*	
无锡丹杰电器设备有限公司	RT-3505D	定向机	*	*	*	*	
杭州荣探无损检测设备有限公司	XXG-3605	定向机	*	*	*	*	

X射线探伤机主要由控制箱、X射线发生器和连接电缆等部件构成。常见X射线探伤装置外观见下图。

*

图9-1　X射线探伤装置控制箱

*

图 9-2 X 射线探伤机外观图及连接电缆

（2）γ射线探伤机：本项目拟利用原有的1台^{192}Ir源探伤机和1台^{75}Se源探伤机开展固定探伤工作。*****。

γ射线探伤机由探伤机机体、控制部件、输源管、源辫位置指示系统及源辫等组成。******。γ射线探伤机结构见图 9-3、图 9-4、外观图见图 9-5。

*

图 9-3 γ射线探伤机外部结构示意图

图9-4 γ射线探伤机内部构造示意图

* ^{192}Ir γ射线探伤机	* ^{75}Se γ射线探伤机
*	
建设单位原有γ射线探伤机	

图 9-5 γ射线探伤机外观图

探伤机机体

探伤机机体是放射源的储存装置，内装贫铀作为屏蔽材料。当放射源被锁闭在探伤机机体的安全位置时，该屏蔽体能将放射源的辐射剂量率屏蔽在标准规定值之内。******。

*

图 9-6 γ射线探伤机机体内部结构图

^{75}Se 及 ^{192}Ir 核素辐射特性见下表，衰变纲图见下图。

表 9-2　放射性核素特性

核素	放射源活度 (Bq)	衰变类型	半衰期	能量 keV	产生主要废物	工件厚度范围	周围剂量当量率常数（Γ）μSv·m^2/（MBq·h）
^{75}Se	3.7E+12	*	*	*	*	*	*
^{192}Ir	3.7E+12	*	*	*	*	*	*

注：数据来自《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）表 A.1

*

图 9-7 ^{75}Se 及 ^{192}Ir 衰变纲图

2、工作原理

（1）X 射线探伤机工作原理

X射线探伤机的核心部件是X射线管。X射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成，X射线管结构示意图见图9-12。X射线管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。

X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。

*

图 9-8 典型的 X 射线管结构图

*

图 9-9 X 射线探伤机照射工件示意图

工件信息及工作方式

射线检测方法是利用射线穿透物体时，会发生吸收和散射的特性，通过测量材料中因缺陷存在而影响射线的吸收来探测缺陷，以胶片作为记录信息器材的无损检测方法。******根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。

本项目探伤机主要用于检测委托公司的工件，探伤压力容器环缝使用周向机，不规则工件使用定向机。正常一次探伤时间约为****，根据下图曝光曲线（取自各探伤机说明书），根据工件探伤位置、形状、厚度等条件结合探伤机参数选择适合探伤机进行探伤。

*

图9-10 常见定向X射线探伤机曝光曲线图

*

图9-11 常见周向X射线探伤机曝光曲线图

（2）γ射线探伤机工作原理

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，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生一个较强的图像显示裂缝所在的位置，γ射线探伤机据此实现探伤目的。

3、工作流程及产污环节分析

3.1 源库管理工作流程如下：

每次开展探伤前由探伤辐射工作人员领取 X 射线探伤机和γ射线探伤机，做好相关台账记录。出库前由源库/储藏室保管员对γ射线探伤机表面进行辐射剂量监测，确定放射源在源容器中，并记录所测的辐射剂量，领取人确认后领取。探伤完成后，X 射线探伤机归还入库。源库/储藏室保管员对γ射线探伤机表面进行辐射剂量监测，确定放射源在源容器中，并记录所测的辐射剂量，γ射线探伤机入库。源库运行流程见下图。

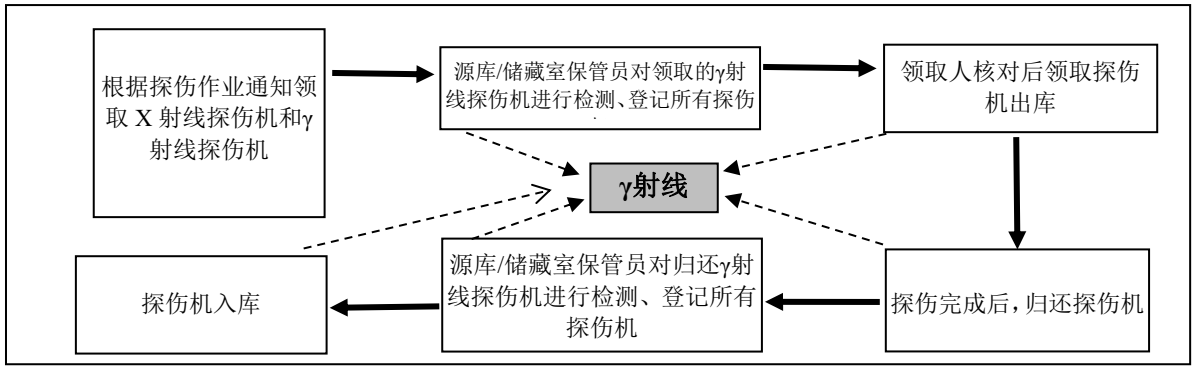

图 9-12 本项目源库运行流程图

3.2 固定式 X 射线探伤项目工作流程及产污环节分析

待测工件通过推车、吊车或轨道运输将工件从工件门运至曝光室内，探伤工作人员在操作室内进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

1）通过推车、吊车或轨道运输将工件从工件门运至曝光室内，人员进入曝光室固定好工件，并在工件被检测部位贴胶片；

2）将X射线探伤机固定到合适的位置；

3）检查曝光室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员关闭工件门，通过人员门回到操作室后关闭人员门；

4）探伤工作人员开启X射线探伤机进行曝光检测；

5）达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤机，辐射工作人员从人员门进入曝光室从工件上取下胶片；

6）完成所有检测工作后，通过推车、吊车或轨道运输将工件运出曝光室；

7）辐射工作人员将胶片带回本部后对胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。

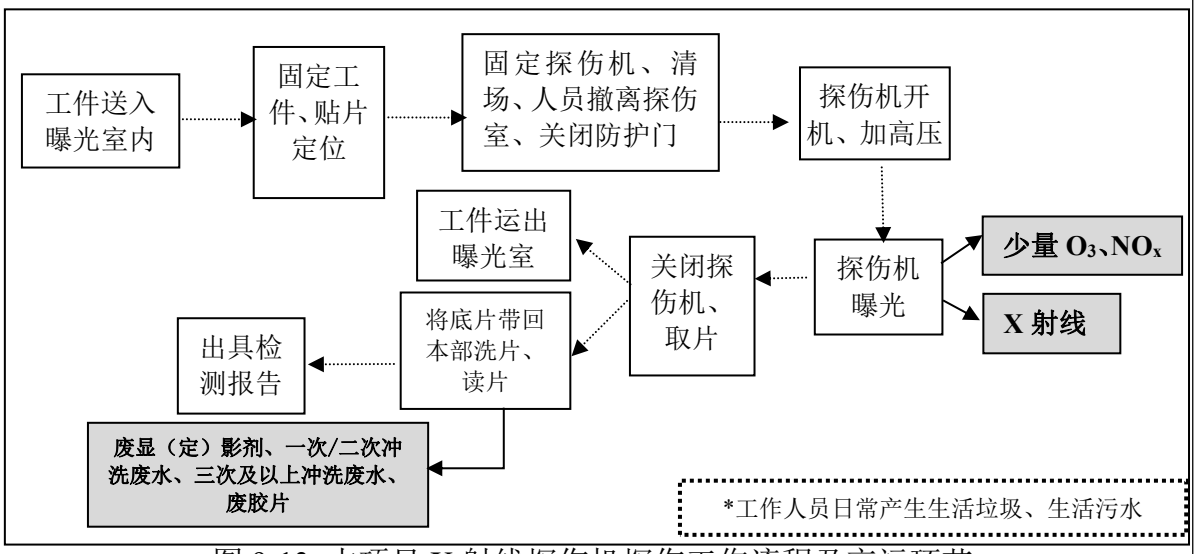

图 9-13 本项目 X 射线探伤机探伤工作流程及产污环节

本项目固定式 X 射线探伤过程产生的主要污染物如下

（1）探伤机出束过程中产生的 X 射线；

（2）射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

（3）当定影、显影液在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；

（4）胶片冲洗过程产生的一次/二次冲洗废水、三次及以上冲洗废水；

（5）探伤工作中可能产生废胶片。

3.3 固定式γ射线探伤项目工作流程及产污环节分析

固定式γ射线探伤时被探伤工件通过推车、吊车或轨道运输将工件从工件门运至曝光室内，探伤工作人员在操作室内进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

1) 通过推车、吊车或轨道运输将工件从工件门运至曝光室内，人员进入曝光室

固定工件并在检测部位贴上感光胶片；

2) 关闭曝光室工件门，将γ射线探伤机从铅柜取出后借用手推车运至合适位置；

3) 把控制部件和输源管连接好，开启探伤机闭锁装置；

4) 检查曝光室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员关闭工件门，通过人员门回到操作室后关闭人员门；

5) 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，放射源回位时安全锁自动关闭；

6) 确认放射源回到贮源位后，辐射工作人员手持辐射巡测仪及佩戴个人剂量报警仪进入曝光室，将γ射线探伤机控制部件与输源管拆卸后放入铅柜；

7) 完成所有检测工作后，辐射工作人员从工件上取下胶片。通过推车、吊车或轨道运输将工件运出曝光室；

8) 辐射工作人员将胶片带回本部后对胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。

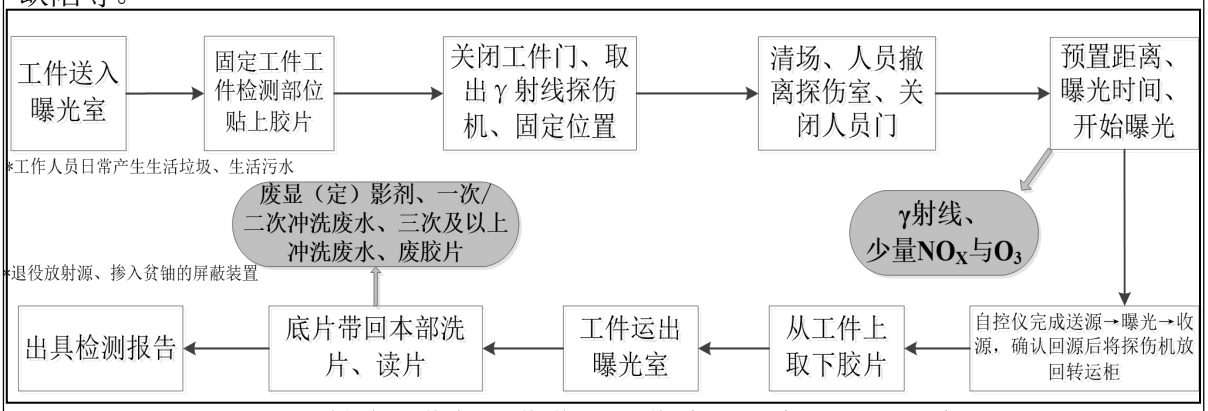

图9-14 γ射线探伤机探伤作业工作流程及产污环节示意图

本项目固定式γ射线探伤过程产生的主要污染物如下

（1）取用γ射线探伤机时产生的γ射线，γ射线探伤机出源过程中产生的γ射线；

（2）γ射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

（3）当定影、显影液在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；

（4）胶片冲洗过程产生的一次/二次冲洗废水、三次及以上冲洗废水；

（5）探伤工作中可能产生废胶片。

（6）放射源退役产生废源，探伤机退役产生的掺入贫铀的屏蔽装置。

3.4 训机工作流程及产污环节分析

在X射线探伤机首次到厂或超过1周未使用等情况下，在开始探伤工作前，需要

对探伤机进行训机，训机工作流程及产污环节为：

（1）清场、关门：检查曝光室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员关闭工件门，并从人员门离开曝光室，关闭人员门，启动‘预备’信号；

（2）训机：辐射工作人员在操作室内操作控制箱，按下训机键，进入训机状态，语音提示“训机开始”，从低千伏值一点一点地往高训。按下训机键后，X射线探伤机将产生X射线污染，同时X射线将使探伤室内的空气电离产生少量臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x）；

（3）训机结束：当训到最高千伏值后，X射线探伤机自动关闭，同时在训机过程中，也可以通过“高压关”键来随时终止。

4. 人员配置及工作制度

人员配置：本项目拟沿用原有的74名辐射工作人员中除4名本部源库保管员以外的70名探伤人员。66人将参与本项目固定探伤工作（将兼岗原有移动探伤工作），4名将固定作为本项目源库/储藏室保管员（仅从事源库保管工作）。

工作制度：每名探伤人员参与固定式X射线探伤工作时，平均每周出束时间不超过5 h，平均每年出束时间不超过250h；参与固定式γ射线探伤工作时，平均每周出束时间不超过5 h，平均每年出束时间不超过250h。上述时间包含训机时间。本项目源库/储藏室保管员为4班制，每人每日值班时间不超过6小时，每年值班天数按365天考虑。

每个工作周期将安排2名探伤人员前往租赁场所开展工作。每次工作时仅开启1台X射线探伤机或1台γ射线探伤机。每轮探伤工作结束后将拍好的底片带回无锡市新吴区锡泰路216号坤鼎无锡未来智造园2号楼的原有辐射工作场所完成洗片、评片、危废处理等工作。4名源库/储藏室保管员在探伤人员完成工作，将用到的X射线、γ射线探伤机入库租赁场所源库/储藏室后将进行值守工作。本项目未新增放射源或射线装置。放射源的运输均委托有资质的单位负责，探伤人员在租赁场所等待运输单位前来更换放射源。

5. 辐射工作场所人流及物流路径

人流：本项目辐射工作人员由操作室入口门进入操作室或从工件门进入曝光室进行工件摆放、贴胶片等准备工作，准备工作完成后返回至操作室，确认曝光室内无人员停留后关闭工件门和人员门开始探伤工作。探伤机连接电缆通过电缆通道与操作室

控制台相连。探伤任务结束后，辐射工作人员关闭X射线探伤机或将γ射线探伤机源摇回设备后，通过人员门进入曝光室取下胶片。一天的工作结束后，辐射工作人员清查探伤设备，将探伤设备入库。结束探伤周期后辐射工作人员将胶片从操作室入口门带离租赁场所。

物流：本项目工件由辐射工作人员经工件门运至曝光室内进行探伤检测工作，检测完成后，工件由工件门运出曝光室。X射线、γ射线探伤机经人员门进出曝光室，未开展工作时γ射线探伤机贮存于源库铅柜内，X射线探伤机贮存于值班/储藏室内。

6.原有工艺不足和改进情况

建设单位现许可的辐射工作场所均有完善的环评、辐射安全许可证，最新的竣工验收正在公示中，现有核技术利用项目均满足国家标准相应要求。

建设单位已建立一套完善的辐射安全与防护相关规章制度，且各辐射工作场所辐射安全与防护措施配备到位。

建设单位已为原有辐射工作人员建立个人剂量监测档案及职业健康管理档案，职业健康体检结果均可从事放射工作，个人剂量监测结果均未出现超标情况。

建设单位已每年完成应急演练并按时提交了年度评估报告。

建设单位应加强环评、辐射安全许可证及竣工验收材料的存档管理，确保所有审批及证明材料按年份分档，并扫描建立电子档后上传运单

因公司发展，部分客户的小批量样品检测需求增加，建设单位拟扩展送检工件的检测服务，因而计划利用租赁单位退役的固定探伤场所加以改造，用于客户送检的小尺寸工件的无损检测。

污染源项描述

1.辐射污染源分析

①X射线探伤机：原已获得许可的X射线探伤机最大管电压360kV，最大管电流5mA。根据建设单位与厂家沟通确认的滤过参数（见附件9）参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表B.1获得有用线束源强。根据《工业探伤放射防护标准》（ GBZ 117-2022）表1取得距靶点1m处的泄漏辐射剂量率，即泄漏射线源强。另由《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表2获得散射线最高能量相应kV值。具体取值见下表。

表 9-3 距靶 1m 处 X 射线周围剂量当量率及射线强度核算

序号	探伤机管电压	滤过	有用线束		泄漏辐射	散射辐射
			距靶 1m 处 X 射线输出量	距靶 1m 处 X 射线周围剂量当量率	距靶 1m 处 X 射线周围剂量当量率	能量
1	160kV	*	*	*	*	*
2	200kV	*	*	*	*	*
3	230kV	*	*	*	*	*
4	250kV	*	*	*	*	*
5	280kV	*	*	*	*	*
6	300kV	*	*	*	*	*
7	320kV	*	*	*	*	*
8	350kV	*	*	*	*	*
9	360kV	*	*	*	*	*

***。

由 X 射线探伤机工作原理可知，探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对工作人员和周围公众产生一定外照射，因此探伤机在开机曝光期间，本项目的辐射源项主要包括 X 射线的有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。

②γ射线探伤机：本项目配备 1 台 ^{192}Ir 源探伤机和 1 台 ^{75}Se 源探伤机，原有设备均来自正规厂家，探伤机满足防护设计要求。γ射线探伤机每台探伤机中有 1 枚密封型放射源，单枚放射源的活度最大不超过 3.7E+12Bq（100Ci）。建设单位原有γ射线探伤机的源容器便于人工搬运且质量不超过 50kg，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）3.3，属于便携式γ射线探伤机（P 类）。

评价使用源强：根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）要求，对于本项目使用的便携式γ射线探伤机，源容器表面 5cm 处周围当量剂量率限值不超过 0.5mSv/h，100cm 处不超过 0.02mSv/h。

退役放射源活度随时间衰变，因活度显著下降不能满足探伤要求，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。掺入贫铀的屏蔽装置在退役时亦视作放射源进行处置。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。预计单枚 ^{192}Ir 放射源使用 6 个月，预计单枚 ^{75}Se 放射源使用 8 个月，根据衰变公式可获得退役时放射源活度预计数值。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）表 A.1 获得放射源周围剂量当量率常数，并由放射源活度和周围剂量当量率常数乘积获得距源 1m 处γ射线周围剂量当量率，由建设单位提供的更换频率计算退役时放射源活度。具体数值见下表：

表 9-4 距放射源 1m 处γ射线周围剂量当量率

核素	放射源活度(Bq)	周围剂量当量率常数（Γ）μSv·m²/（MBq·h）	距源 1m 处γ射线周围剂量当量率μSv/h	退役放射源活度
^{75}Se	3.7E+12	*	*	*
^{192}Ir	3.7E+12	*	*	*

2.非辐射污染源分析

（1）固体废物

本项目运营时会产生本项目洗片过程会产生废胶片，废显（定）影剂、一次/二次冲洗废水，属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16，废物代码为 900-019-16。每月预计产生废显（定）影剂 10kg，每年预计产生 120kg；每月预计产生一次/二次冲洗废水 100kg，每年预计 1.2t；每月预计产生废胶片 10kg，每年预计产生废胶片 120kg。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 20kg，年排放量为 240kg。

（2）液体废物

本项目不产生放射性液体废物。本项目运行后洗片过程将产生三次及以上冲洗废水，工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 10m³，年排放量为 120m³。

（3）气体废物

X 射线、γ射线探伤机工作状态时，会电离空气产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1.工作场所布局及分区

本项目辐射工作场所包括**曝光室、源库、操作室、值班/储藏室、走廊**。本项目辐射工作场所所在厂房周围主要为园区道路，曝光室和源库位于厂房角落，普通公众靠近的可能性较小。辅房位于曝光室东墙外南端，人员门处设置了“L”型迷道。本次改造方案中曝光室（包括辐射防护墙、门、迷道）的防护厚度已充分考虑γ射线直射、散射效应。建设单位将制定操作规程，要求探伤人员在进行 X 射线探伤作业过程中，使用定向机时，有用线束不向东墙照射。综上所述，本项目工作场所布局设计基本合理。源库设计亦符合 GA1002 的相关要求。

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

本项目将曝光室和源库边界作为本项目的控制区边界，将操作室、值班/储藏室、走廊作为本项目监督区。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。两区划分示意情况见图 10-1，本项目辐射工作场所两区划分情况见表 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	曝光室、源库	操作室、值班/储藏室、走廊
划分依据	*	*
分区管理措施	*	*
辐射防护措施	防护门外及源库门外 粘贴电离辐射警告标识。	操作室入口门外、辅房窗外粘贴监督区标牌

*

图 10-1 本项目两区划分图

2.工作场所辐射屏蔽设计

改造前：***。

改造方案：***。

表 10-2 本项目工作场所屏蔽设计情况一览表

方案	改造前	改造后
屏蔽体	曝光室	
四周及迷道内外墙体	*	*

屋顶	*	*
人员门	*	*
工件门	*	*
电缆沟	*	*
排风管	*	*
屏蔽体	辅房（含源库）	
辅房四周（含源库）	*	*
辅房屋顶（含源库）	*	*
铅柜	*	*

3. 辐射安全与防护、工作场所污染防治措施

本项目依托的本部危废库各项措施均已按照环评批复（苏环辐（表）〔2023〕42号）进行了建设。

建设单位计划根据《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）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对已有措施进行完善，设置如下辐射安全措施：

表10-3 本项目曝光室辐射安全措施一览表

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6 固定式探伤的放射防护要求		
标准要求	**已落实情况**	**拟新增措施**
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目原有人员门已设置1处门机联锁。	探伤机与曝光室的工件门将设置1处门-机联锁装置，以保证在各防护门关闭后装置才能进行探伤作业，门打开时应立即停止照射，关上门不能自动开始照射。
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	本项目拟使用的探伤机控制台自带高压接通或断开指示灯，当X射线管电压及高压接通后，指示灯亮，从而可以判断X射线机是否正常通电；控制台带有显示器，可通过显示器能够知晓管电压、管电流、照射时间及设定值。设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识，提醒辐射工作人员预防危险，从而避免事故发生。	本项目曝光室防护门外和内部拟设共计3处双色工作状态指示灯和声音提示装置，用以提示“预备”和“照射”两种状态，且双色指示灯将与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。“预备”信号能够持续足够长的时间，以确保曝光室内人员安全离开。“照射”状态指示装置将与探伤装置联锁。同时曝光室内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台	/	曝光室内和曝光室出入口拟安装 4 处监视装置，在操作室的

应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。		操作台拟设1处专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况。
6.1.8 探伤室防护门上应有符合GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	/	本项目曝光室的防护门上各将张贴1张电离辐射警告标识和中文警示说明。
6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目拟使用的控制台带有1处停机按钮，能够确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮旁将带有文字标签。	本项目曝光室内各面墙及迷道内将安装7处紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。安装位置能使得人员处在曝光室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用，且按钮将带有标签，标明使用方法。
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	曝光室已有机械通风装置，排风管道外口朝向厂外半空，能够避免朝向人员活动密集区。曝光室内体积不超过330m^3，排风量为3000m^3，排风机能够确保曝光室内每小时有效通风换气次数不小于3次。	/
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	/	建设单位将在曝光室内东墙安装1处固定式场所辐射探测报警装置。
《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求		
标准要求	**已落实情况**	**拟落实要求**
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	/	辐射工作人员日常公众过程中将检查曝光室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。
6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	本项目原有个人剂量报警仪数量已能确保辐射工作时现场人员人均配备1台，并有足量便携式X-γ剂量率仪。	探伤人员及保管员进入曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还将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，探伤工作人员将立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。将调配1台便携式X-γ剂量率仪供本项目专用。
6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	/	辐射工作人员及保管员日常将定期测量曝光室外周围区域的剂量率水平，当测量值高于参考控制水平时，将终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。
6.2.4 交接班或当班使用便携式	/	辐射工作人员交接班或当班使

X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。		用便携式 X-γ剂量率仪前，将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，则不会开始探伤工作。
6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。	/	本项目调配原有辐射工作人员，均已熟练掌握辐射防护装置正确使用方法。
6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	/	在每一次照射前，操作人员都将确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才会开始探伤工作。
《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.3 探伤设施的退役 要求		
建设单位将确保在辐射源或辐射工作场所退役时候做到以下要求： a) 有使用价值的γ放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照本标准第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行（使用单位应与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存）。 b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与γ射线源一样对待。 c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。 d) 包含低活度γ射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行。 e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。 f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。 g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。		

表10-4 本项目源库辐射安全措施一览表

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.2.3 放射源的贮存和领用 要求		
标准要求	**已落实情况**	**拟落实要求**
5.2.3.1 使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤机）的贮存库。	建设单位原有项目已设立专用的源库。	本项目拟设立专用的源库
5.2.3.3 放射源贮存设施应达到如下要求： a) 严格控制对周围人员的照射、防止放射源被盗或损坏，并能防止非授权人员采取任何损伤自己或公众的行动，贮存设施门口应设置电离辐射警告标志； b) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素； c) 在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 2.5 μSv/h 或者审管部门批准的控制水平； d) 贮存设施的门应保持在锁紧状态，实行双人双锁管理；	建设单位原有项目已落实。	a) 建设单位将严格控制对周围人员的照射、防止放射源被盗或损坏，并防止非授权人员采取任何损伤自己或公众的行动，源库内将设置2处监控。本项目源库门口将设置电离辐射警告标志； b) 本项目设计的源库能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素； c) 本项目源库屏蔽设计及铅柜设计，能够确保在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 2.5 μSv/h； d) 本项目源库的门为防盗门，日常将保持在锁紧状态，

e) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。		实行双人双锁管理； e) 建设单位探伤人员及保管员将定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。
5.2.3.4 放射源的储存应符合GA 1002的相关要求。	建设单位原有项目已落实。	本项目源库设计能够符合GA 1002的相关要求。
5.2.3.5 使用单位应制定放射源领用及交还制度，建立领用台帐，明确放射源的流向，并有专人负责。	建设单位原有项目已落实。	本项目将单独制定放射源领用及交还制度，建立领用台帐，明确放射源的流向，并有专人负责。
5.2.3.6 领用、交还含放射源的源容器时，应对离源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率进行测量，确认放射源在源容器内。含放射源的源容器应按规定位置存放，领用和交还都应有详细的登记。	建设单位原有项目已落实。	本项目辐射工作人员在日常对放射源出入库时将落实该流程。
《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.2.4 放射源的运输和移动 要求		
建设单位将确保在放射源的运输和移动做到以下要求： a）委托有资质大卫运输放射源时，确保委托单位按GB11806的规定执行，满足A类与B类运输货包要求。在运输过程中，源窗应处于关闭状态，并有专门的锁定装置。 b）含源装置将置于储存设施内运输，只有在合适的源容器内正确锁紧并取出钥匙后方会移动。 c）在不涉及公用道路的厂区内移动时将使用小型车辆或手推车，使含源装置处于人员监视之下。		
《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.2.1.2 工作前检查项目		
本项目辐射工作人员在每日工作前将检查一下项目 a) 检查源容器和源传输导管的照射末端是否损伤或者有异常； b) 检查螺母和螺丝的紧密程度、螺纹和弹簧是否有损伤； c) 确认放射源锁紧装置工作正常； d) 检查控制软轴末端是否有磨损、损坏（磨损标准由厂家提供），与控制导管是否有效连接； e) 安全联锁是否工作正常； f) 报警设备和警示灯运行是否正常； g) 检查源容器和源传输导管是否连接牢固； h) 检查源传输导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结； i) 检查警告标签和源的标志内容是否清晰； j) 测量源容器表面一定距离处的周围剂量当量率是否符合 5.2.1.1 的要求，并确认放射源处于屏蔽状态。		
《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.2.2 γ射线探伤机的维护 要求		
本项目辐射工作人员日常已做到以下维护： 1）定期对γ射线探伤机中涉及放射防护的部件进行检查维护，发现问题及时维修。维修γ射线探伤机时，均由厂家专业人员将放射源倒入换源器后进行。建设单位人员未单独对探伤机进行维修。 2）经常对γ射线探伤机的控制组件包括摇柄、源传输导管进行润滑擦洗，经常为齿轮添加润滑剂，并对源传输导管接头进行擦洗，避免灰尘和砂粒。		
《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）要求		
文件要求	**已落实情况**	**拟落实要求**
（一）至少有1名以上专职人员负责辐射安全管理工作。	建设单位已落实	/
（二）从事移动探伤作业的，	建设单位已有26台γ射线探伤装	/

应拥有5台以上探伤装置。	置。	
（三）每台探伤装置须配备2名以上操作人员，操作人员应参加辐射安全与防护培训，并考核合格。	原有项目已落实，建设单位包括负责人在内的辐射工作人员均已通过考核。	本项目能够确保每台探伤装置配备2名以上操作人员。
（四）必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。	建设单位已取得省级生态环境厅办法的辐射	
（五）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。	建设单位未使用超过10年的探伤装置，目前在用设备最早出厂年份为2016年，因此本项目拟调用的设备使用年份在有效期内。	/
（六）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，源库门应为双人双锁。保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志。	建设单位原有项目已落实。	建设单位将明确4名工作人员专职负责放射源库的保管工作。放射源库拟设置红外、监视器及固定式剂量报警仪，源库门为双人双锁。铅柜为双人双锁设计，表面明显位置将粘贴电离辐射警告标志。
（七）制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度。定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时应有2人在场，核实记录应妥善保存，并建立计算机管理档案。	建设单位原有项目已落实。	本项目将纳入管理。
（八）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。	建设单位原有项目已落实。	本项目将纳入管理。
（九）探伤作业时，至少有2名操作人员同时在场，每名操作人员应配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	建设单位原有项目已落实。	本项目探伤作业时，能够确保至少有2名操作人员同时在场，每名操作人员配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计。个人剂量计将定期送交有资质的检测部门进行测量，并继续完善个人剂量档案。
（十）每次探伤工作前，操作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能。	建设单位原有项目已落实。	本项目将纳入管理。

（十一）探伤装置必须专车运输，专人押运。押运人员须全程监护探伤装置。	建设单位原有项目已落实。	本项目将纳入管理。
（十三）作业结束后，必须用辐射剂量监测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由检测人员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。	建设单位原有项目已落实。	本项目将纳入管理。
（十五）更换放射源时，探伤装置使用单位应向所在地省级环境保护主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。 探伤装置使用单位、放射源生产单位应当在转让活动完成之日起20日内，分别将1份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级环境保护主管部门备案。	建设单位原有项目已落实。	本项目将纳入管理。
（十六）发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，立即向使用地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。	建设单位原有项目已落实。	本项目将纳入管理。
（十七）使用固定γ射线探伤室的单位可参照从事移动γ射线探伤工作的单位进行管理。固定γ射线探伤室应满足下述要求： 1. 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。 2. 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。 3. 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。 4. 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”。 5．γ射线探伤室的各项安全措施必须定期检查，并做好记录。	/	1．本项目曝光室（包括辐射防护墙、门、辐射防护迷道）的防护厚度已充分考虑γ射线直射、散射效应。 2. 曝光室将安装固定式辐射剂量仪，剂量率水平应显示在操作内，并与门联锁。 3. 将调配1台便携式辐射检测报警仪，该报警仪将与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。 4. 人员门外和工件门外将设置1处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，能够实现声音警示，“照射”灯箱下信号意义说明将强调“禁止入内”。 5．γ射线曝光室的各项安全措施将定期检查，并做好记录。

*

图10-2 辐射安全与防护措施平面布置图

三废的治理

1. 固体废物

本项目运行后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建设单位本部或出租方统一收集后，交给环卫部门清运。

本项目在本部评片和洗片过程可能会产生废胶片、废显（定）影剂、一次/二次冲洗废水。在产生废显（定）影剂和一次/二次冲洗废水后立即用废液桶收集，并在探伤工作结束后运至危废库中废显（定）影剂存放区域；探伤产生废胶片在工作结束后收集运至危废库中废胶片存放区域；废胶片，废显（定）影剂和一次/二次冲洗废水入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。公司已与有资质单位签订危废协议（见附件 4），产生的危废由该单位回收处置。本项目危废依托已有危废库进行暂存，危废库位置见附图 5。

经验收阶段核查，该危废库已按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，确保做到了“防雨淋、防渗漏、防流失”，地面为防渗水泥。危废库内已设消防设施，防止出现火灾。建设单位已参照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023 版）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定设置危险废物识别标志并在不同贮存分区之间采取隔离措施。隔离措施根据危险废物特性采用隔板形式。已使用耐腐蚀容器暂存废显（定）影剂、一次/二次冲洗废水。

存放装载废显（定）影剂及胶片洗片废水的容器的贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等已采用坚固的材料建造，表面无裂缝。贮存设施地面与裙脚已采取表面防渗措施；表面防渗材料采用抗渗混凝土。上述容器置于架子上，不直接接触地面。存放装载废显（定）影剂、一次/二次冲洗废水的容器的贮存分区已具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不低于对应贮存区域最大液态废物容器容积；已设渗滤液收集设施，收集设施容积预计满足渗滤液的收集要求。

建设单位日常已将危废分类存储并做好标记标志，未可混入其他杂物。危废库门上已张贴环保标识牌，明确危险废物种类。危废库已由专人管理，按照要求根据危险废物情况进行记录，并注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量

等登记工作。建设单位已严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）8.2 贮存设施运行环境管理要求。

建设单位已按照《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》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，在江苏省固体废物管理信息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。

2. 液体废物

本项目洗片过程会产生三次及以上冲洗废水，工作人员会产生一定量的生活污水，前者排入本部所在园区的污水管网，产生的生活污水进入本部或出租方所在园区的污水管网，最终进入污水处理厂处理。

3. 气体废物

本项目运行后不会产生放射性气体废物。射线会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。曝光室已设置通风设施，可通过顶部通风管道将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室。本项目曝光室不设置进风口，通过防护门开关进气。排风管道延伸至厂房北侧外，排风口距地面6.5m，排风口处无人员聚集。曝光室内体积约330m^3，如需达到每小时有效换气次数3次以上，需要达到的排风量约为990m^3/h，曝光室已安装1台风量为3000m^3/h的轴流风机，安装的风机能够满足每小时有效换气次数3次以上需求。且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

4、废旧放射源的处理

建设单位承诺与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。掺入贫铀的屏蔽装置在退役时视作放射源进行处置。年代久远无法联系生产单位或原出口方时，应委托有资质单位完成废源/掺入贫铀的屏蔽装置的收贮及处置。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。本项目^{192}Ir和^{75}Se放射源强度低于使用要求时，放射源退役，本项目^{192}Ir预计半年退役1次和^{75}Se预计8个月退役一次，退役放射源由生产单位、原出口方或有资质单位回收，承诺书见附件3。退役前废旧放射源将暂存于本项目源库内，在回收旧源后再将新源更换进探伤机。

5、探伤设施的退役

本项目工业探伤设施不再使用时，本项目曝光室、源库、X射线、γ射线探伤机应根据《工业探伤放射防护标准》（ GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目的主体工程为在已有车间出租方建成的混凝土建筑上进行改造，改造内容包含加厚屏蔽体、更换防护门及安装相应电路系统和设施。施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。具体施工流程产污环节如下所述：

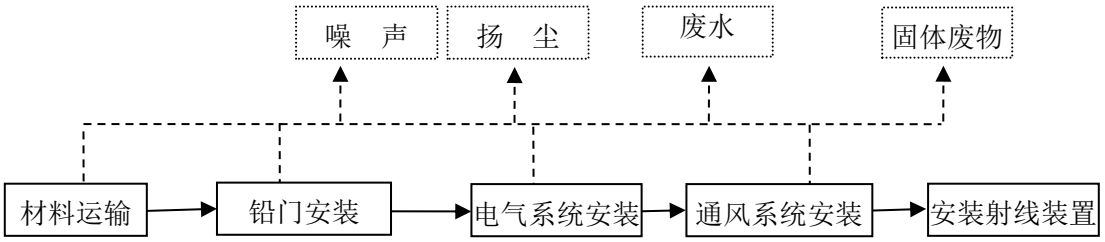

图 11-1 施工期工艺流程及产污环节图

（一）施工期扬尘

施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，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。

（二）施工期噪声

施工期噪声包括安装过程、通风及电气设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内均为建设单位厂区，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。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。

（三）施工期废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水和施工废水。施工废水先经简易沉淀设施进行沉淀处理后，用于施工场地泼洒或水泥砂浆的配制；施工人员产生的生活污水依托厂区内现有的污水处理设施处理后排放。

（四）施工固废

施工期固废主要是装修过程中产生的固体废物和施工人员的办公垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集。

项目施工期对环境产生的上述影响均为短期的，项目建成后，影响即自行消除。该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施后，施工期的环境影响将得到有效控制，对当地环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、X 射线探伤机辐射影响分析

本项目曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶、混凝土工件门和铅人员门对 X 射线进行防护，探伤时仅开启 1 台 X 射线探伤机。本项目探伤工作时，X 射线探伤机可能朝六面出束照射。

实际工作中，辐射工作人员使用探伤机时将避免朝向东墙照射，本次评价拟保守将曝光室四周墙壁及屋顶按照有用射束照射进行估算。由表 9-3 可知，本项目 X 射线定向探伤机以最大管电压 360kV，最大管电流 5mA 满功率运行时对屏蔽体外辐射影响最大，故以此为辐射源对屏蔽体周围辐射环境影响进行预测。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。

预计探伤机出束点距离四周墙体最近为 1000mm，距离地面最高为 1500mm，由此可得距离屏蔽体外 30cm 关注点处距离。曝光室外关注点见下图。

*

图11-2 曝光室周围关注点位图

1. 四周、顶部屏蔽效果预测

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) 有用线束屏蔽估算：

*

2) 非有用线束的屏蔽：

① 泄漏辐射

*

② 散射辐射

*

3) 参考点的周剂量及年有效剂量水平估算：

*

表 11-1 本项目有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	位置	屏蔽设计	I（mA）	H_0 mGy·m²/(mA·min)	B	R（m）	$\dot{H}$（μSv /h）	剂量率参考控制水平(μSv/h)	评价
1	东墙外 30cm 处（值班/储藏室）	*	*	*	*	*	6.01E-03	2.5	满足
2	人员门外 30cm 处（操作室）	*	*	*	*	*	1.45E-04	2.5	满足
3	南墙外 30cm 处（安全通道）	*	*	*	*	*	5.44E-03	2.5	满足
4	工件门外 30cm 处（安全通道）	*	*	*	*	*	3.09E-03	2.5	满足
5	西墙外 30cm 处（生产区域）	*	*	*	*	*	6.01E-03	2.5	满足
6	北墙外 30cm 处（屏蔽体与厂房间间隙）	*	*	*	*	*	6.01E-03	2.5	满足
7	顶部外 30cm 处（半空）	*	*	*	*	*	3.66E-01	100	满足
8	顶部防护罩外 30cm 处（半空）	*	*	*	*	*	9.21E-01	100	满足

注：*

从上表预测结果可以看出，当本项目曝光室中XXG-3605定向机满功率运行时，曝光室四周屏蔽墙、顶部及防护门外30cm处周围剂量当量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平要求。

2.天空反散射辐射影响分析

根据表 11-1，本项目探伤房曝光室顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 9.21E-01μSv/h，经天空反散射到达地面辐射剂量率预计小于 2.5μSv/h。

3. 通风管道及电缆沟辐射影响分析

*
通风管道
*
电缆沟

图 11-3 散射路径示意图

由***由上图可知，由于铅防护罩和电缆沟 U 型管限制，有用线束将在管道中至少散射三次。因而在经三次散射后预计管口外周围剂量当量率能够降到较低水平。铅防护罩外已进行周围当量率评估。

4. 叠加迷道散射后人员门外辐射影响分析

本项目曝光室采用外迷道设计，利用散射降低人员门口处的辐射水平，射线进入迷道后散射示意图见下图。X 射线探伤时有用线束经迷道散射后到达人员门，散射路径为 O→A→B→C，人员门采用厚度为 8mm 的铅板防护。散射公式见（5）（美国辐射防护委员会 NCRP51 号报告）。

*

图 11-4 迷道散射示意图

***

表 11-2 本项目使用 X 射线探伤机时 1 次散射时周围剂量当量率

F_{j0}（μSv·m²/h）	α_1	α_2	K_1（m²）	K_1（m²）	r_{OA}（m）	r_{AB}（m）	r_{BC}（m）
*	*	*	*	*	*	*	*

E_0（kV）	E_1 (kV)	E_1 (kV)	H（散射线的迷道散射，无屏蔽，μSv/h）	B 8mmPb	H（散射线的迷道散射，有屏蔽，μSv/h）
*	*	*	*	*	3.17E-04

注：参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，200kV 下铅什值层为 1.4mm。

本项目使用 X 射线探伤机时，有用线束经过 2 次散射后周围剂量当量率为 3.17E-04μSv/h。考虑到使用的探伤机中有周向机，本次评估保守叠加表 11-1 大功率定向机有用线束穿过迷道墙体和人员门后周围剂量当量率，合计为 4.62E-04μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

二、源库辐射影响分析

1、γ射线探伤机放射源屏蔽状态下辐射影响分析

本项目使用 1 台使用 ^{192}Ir 放射源的γ射线探伤机和 1 台使用 ^{75}Se 放射源的γ射线探伤机，当本项目 ^{192}Ir 放射源和 1 台 ^{75}Se 放射源均处于γ射线探伤机源容器内时，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 2，P 类探伤机源容器外 5cm 处周围当量剂量率 $\dot{H}_0 \leq 0.5mSv/h$，表面 1m 处周围当量剂量率 $\dot{H}_0 \leq 0.02mSv/h$。周围当量剂量率与距离平方成反比，可根据公式（1）计算得出距离探伤机不同位置处的辐射水平。

***

表 11-3 距探伤机放射源不同距离处的辐射水平估算结果

距离放射源 R_1（m）	*	*	*	*	*
周围当量剂量率（μSv/h）	*	*	*	*	*

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。

2.放射源库辐射影响分析

建设单位将在本项目暗室改造的源库中使用铅柜贮存本项目γ射线探伤机及其内放射源。

*

图 11-5 本项目源库周围关注点示意图

表 11-4 储存过程中源柜内探伤机对源库表面外 30cm 处辐射水平估算结果

参考点位置	东墙外 30cm 处（走廊）①	南墙外 30cm 处（值班/储藏室）③	西墙外 30cm 处（曝光室）④	北墙外 30cm 处（与厂房墙体空隙）⑤	源库门外 30cm 处（走廊）②	顶部外 30cm处（半空）⑥
屏蔽措施	*				*	*
1 台 ^{75}Se γ射线探伤机						
1m 处剂量率	*					
B	*				*	*
距离（m）	*	*	*	*	*	*
1 台 ^{192}Ir γ射线探伤机						
1m 处剂量率	*					
B	*				*	*
距离（m）	*	*	*	*	*	*
合计周围剂量当量率	3.82E-03	6.06E-02	1.39E-02	1.64E-03	4.66E-02	2.00E-03

（μSv/h）						
周围剂量当量率参考控制水平(μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：^{75}Se 对铅的半值层 HVL =1mm，混凝土的半值层 HVL =30mm；^{192}Ir 对铅的半值层 HVL = 3mm，混凝土的半值层 HVL =50mm。240mm 实心砖由密度比例折合成 181mm 混凝土。由附图可见，由于源柜单格空间较大，探伤机在单格内所处位置不定，因此保守取关注点到源柜最边缘长度为计算距离，具体参数由 CAD 图纸量得。

本项目源库顶部外 30cm 处周围剂量当量率为 2.00E-03μSv/h，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 2.5μSv/h，从上述结果可以看出，当该公司 2 台γ射线探伤机（1 台 ^{192}Ir γ射线探伤机+1 台 ^{75}Se γ射线探伤机）全部在源库内贮存时，源库能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中放射源贮存设施外周围当量剂量率小于 2.5μSv/h 的要求，该源库防护设计方案能够满足γ射线探伤机贮存要求。

三、γ射线探伤机辐射影响分析

1. 四周、顶部屏蔽效果预测

两类放射源活度相同，^{192}Ir 射线能量高于 ^{75}Se 射线，因此使用 ^{192}Ir 的γ射线探伤机辐射影响大于使用 ^{75}Se 的γ射线探伤机。由于本项目 ^{192}Ir 探伤机与 ^{75}Se 探伤机相比，^{192}Ir 探伤机对周围辐射影响更大，因此本项目以使用 ^{192}Ir 的γ射线探伤机（100Ci）进行曝光室外关注点周围剂量当量率理论预测。

*

本项目γ射线探伤机工作时射线方向为屏蔽体六面，预测计算模式采用公式（7）。曝光室周围各关注点处的周围当量剂量率结果见下表。本项目曝光室关注点位图见图 11-2。

表 11-5 本项目有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	位置	屏蔽设计	A·Γ μSv/h（1m 处）	B	R（m）	$\dot{H}$（μSv /h）	剂量率参考控制水平(μSv/h)	评价
1	东墙外 30cm 处（值班/储藏室）	*	*	*	*	1.04	2.5	满足
2	人员门外 30cm 处（操作室）	*	*	*	*	5.07E-02	2.5	满足
3	南墙外 30cm 处（安全通道）	*	*	*	*	9.40E-01	2.5	满足
4	工件门外 30cm 处（安全通道）	*	*	*	*	5.33E-01	2.5	满足
5	西墙外 30cm 处（生产区域）	*	*	*	*	1.04	2.5	满足
6	北墙外 30cm 处	*	*	*	*	1.04	2.5	满

	（屏蔽体与厂房间间隙）							足
7	顶部外 30cm 处（半空）	*	*	*	*	6.39	100	满足
8	顶部防护罩外 30cm 处（半空）	*	*	*	*	2.30	100	满足

注：***。

从理论预测结果可以看出，当本项目曝光室以配备的 ^{192}Ir γ射线探伤机最大活度（100Ci）运行时，曝光室四周屏蔽墙、顶部及防护门外 30cm 处剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平要求。

2. 天空反散射影响分析

参考 NCRP-151 号报告，根据公式 5.1 可以演变得到。

*****

由此可得：

表11-6 天空反散射对于地面关注点处周围剂量当量率贡献值

a (m)	b (m)	c (m)	Ω	B_{xs}	D_{I0} (Sv/h)	d_i (m)	d_s (m)	H (μSv/h)
*	*	*	*	*	*	*	*	6.48E-03

由上表可知，天空反散射对地面关注点处周围剂量当量率贡献值为 6.48E-03μSv/h，叠加关注点处有用线束影响 1.33E-01μSv/h（6.29E+05μSv/h*7.63E-06/（6.01m*6.01m））后地面关注点处周围剂量当量率为 1.39E-01μSv/h，该数值未超过屏蔽体外 30cm 处公众或职业人员所处区域中周围剂量当量率最大处，故不作为最大年有效剂量评估参考点。

4. 叠加迷道散射后人员门外辐射影响分析

迷道散射途径同 X 射线版块，由此可得：

表 11-7 本项目使用γ射线探伤机时 2 次散射后周围剂量当量率

F_{j0}（μSv·m²/h）	α_1	α_2	K_1（m²）	K_1（m²）	r_{OA}（m）	r_{AB}（m）	r_{BC}（m）
*	*	*	*	*	*	*	*

E_0（kV）	E_1 (kV)	E_1 (kV)	H（散射线的迷道散射，无屏蔽，μSv/h）	B 8mmPb	H（散射线的迷道散射，有屏蔽，μSv/h）
*	*	*	*	*	1.84

注：*

本项目使用 γ 射线探伤机时，有用线束经过 2 次散射后周围剂量当量率为

1.84μSv/h，叠加表 11-5 有用线束穿过迷道墙体和人员门后周围剂量当量率为 1.89μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

三、使用不同探伤机时屏蔽体外周围当量剂量率汇总

表 11-8 本项目有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	位置	使用 X 射线探伤机 $\dot{H}$（μSv /h）	使用γ射线探伤机 $\dot{H}$（μSv /h）
1	东墙外 30cm 处（值班/储藏室）	6.01E-03	1.04
2	**人员门外 30cm 处（操作室）**	**4.62E-04**	**1.89**
3	南墙外 30cm 处（安全通道）	5.44E-03	9.40E-01
4	工件门外 30cm 处（安全通道）	3.09E-03	5.33E-01
5	**西墙外 30cm 处（生产区域）**	**6.01E-03**	**1.04**
6	北墙外 30cm 处（屏蔽体与厂房间间隙）	6.01E-03	1.04
7	顶部外 30cm 处（半空）	3.66E-01	6.39
8	顶部防护罩外 30cm 处（半空）	9.21E-01	2.30
9	天空反散射关注点	/	1.39E-01

由上表可知，可将西墙外 30cm 处（生产区域）处作为计算厂房内公众受到的有效剂量的周围剂量当量率参考点。

5. 通风管道及电缆沟辐射影响分析

使用γ射线探伤机时对管线洞口影响与使用 X 射线探伤机时同理，铅防护罩外已进行周围当量率评估。

三、人员周/年有效剂量估算

1、探伤人员非探伤时间有效剂量

1.1 探伤工作人员搬运γ射线探伤机时辐射工作人员年有效剂量估算

预计平均每天需要搬运 4 次设备，每次搬运时间不超过 2min。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）表 2，距离探伤机表面 1m 处剂量率不超过 20μSv/h。源贮存位置至探伤机表面距离取 7cm。γ射线探伤机表面处辐射水平较高，辐射工作人员手提搬运γ射线探伤机，平均距离γ射线探伤机距离约 0.5m，因此此时受到γ射线外照射的空气比释动能率为***70.5μGy/h，探伤机搬运时间按 40min/w、33.4h/a 计算，此工作由 2 名探伤工作人员轮流承担，则每名探伤工作人员周有效剂量最大为 23.5μSv，年有效剂量最大为 1.18mSv。

1.2 探伤工作人员清点检查γ射线探伤机、贴片、工件摆位、取片时辐射工作人员年有效剂量估算

辐射工作人员贴片、在室内停留对工件摆位、取片时，平均距离探伤机距离约2m，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）表2数值计算可知，此时受到γ射线外照射的空气比释动能率为***5.34μGy/h，辐射工作人员清点检查、贴片、工件摆位、取片时时间按5h/w、250h/a计算，此工作由2名辐射工作人员轮流承担，则每名辐射工作人员周有效剂量最大为13.4μSv，年有效剂量最大为6.68E-01mSv。

1.3 探伤工作人员与源库/储藏室保管员交接γ射线探伤机、γ射线探伤机进出租赁场所过程辐射工作人员及公众年有效剂量估算

本项目γ射线探伤机在未使用时均置于铅柜（20mmPb）中，因此距源1m处周围剂量当量率最大为***2.25E-01μSv/h。

探伤工作人员与源库/储藏室保管员交接、与运输单位交接铅柜过程中辐射工作人员停留于铅柜周围时间按5h/w、250h/a计算，此工作由2名辐射工作人员轮流承担，则每名辐射工作人员周有效剂量最大为5.63E-01μSv，年有效剂量最大为2.81E-02mSv。

有换源需求时，运输单位运输铅柜时间通常在园区上班前和下班后，此时周围公众停留概率属于偶然居留，因此预计居留因子为1/8。按平均5h/w、250h/a考虑居留时间，则公众周有效剂量最大为1.41E-01μSv，年有效剂量最大为7.03E-03mSv。

2、源库/储藏室保管员年有效剂量

当2名探伤工作人员完成探伤工作后将联系源库/储藏室保管员前往源库进行交接并进行值班和巡查工作。

2.1 在源库交接存取、检查γ射线探伤机

源库/储藏室保管员进入源库内检查探伤机，或为探伤人员提取、存放探伤机时，平均距离γ射线探伤机距离约0.5m，受到γ射线外照射的空气比释动能率为$20*1.07^2/(0.57^2)=70.5$μGy/h，时间按50min/w、41.7h/a计算，此工作由4名源库/储藏室保管员轮流承担，则每名源库/储藏室保管员周有效剂量最大为14.7μSv，年有效剂量最大为7.35E-01mSv。

2.2 在源库日常巡查时

源库/储藏室保管员日常在源库内进行登记及巡查辐射安全与防护措施时，预计源

库/储藏室保管员位于源库中央，平均距离源柜约1m。受到γ射线外照射的空气比释动能率为$22.9*2^{-20/1}+22.9*2^{-20/3}$=2.25E-01μGy/h，时间按5h/w、250h/a计算，此工作由4名源库/储藏室保管员轮流承担，则每名源库/储藏室保管员周有效剂量最大为2.81E-01μSv，年有效剂量最大为1.41E-02mSv。

2.3 值班/储藏室内值守过程

本项目源库值班人员为4班制，每人每日值班不超过6小时，每年按365天计算。保守以源库关注点3为参考点，此处周围剂量当量率为6.06E-02μSv/h，时间按42h/w、2190h/a计算，则每名源库/储藏室保管员周有效剂量最大为2.55μSv，年有效剂量最大为1.33E-01mSv。本项目放射源为利旧，本部源库/储藏室保管员不参与本项目工作。

表11-9 本项目保护目标中的源库保管员受到的辐射影响理论估算结果表

类别	周有效剂量（μSv/w）	合计（μSv/w）	目标管理值(μSv/w)	年有效剂量（mSv/a）	合计（mSv/a）	目标管理值(mSv/a)
①存取、检查探伤机：	*	17.5	100 (工作人员)	*	8.82E-01	5 (工作人员)
②在源库内巡查	*			*		
③值班	*			*		

3、源库对其余保护目标周/年有限剂量影响

表11-10 本项源库贮源过程对保护目标（探伤人员和公众）辐射影响理论估算结果表

保护目标所在位置	距源柜距离	居留因子	周围剂量当量率(μSv/h)	周剂量估算值(μSv/w)	目标管理值(μSv/w)	年剂量估算值(mSv/a)	目标管理值(mSv/a)
曝光室、走廊、值班/储藏室、操作室	紧邻	*	*	2.42	100 (工作人员)	1.21E-01	5 (工作人员)
14#楼（无锡华邦智能装备有限公司）	西侧8m	*	*	2.69E-07	5 (公众)	1.34E-08	0.1（公众）
无锡市湖鑫实业有限公司湖东工业园园区道路	北侧6m	*	*	4.89E-04		2.45E-05	
10#楼（无锡建昊环境科技有限公司和无锡通明冶金机械公司）	北侧16m	*	*	1.10E-03		5.50E-05	
11#楼（无锡同协涂装设备有限公司）	北侧21m	*	*	6.39E-04		3.19E-05	
15#楼（无锡衡辉工程机械厂和无锡博胜包装材料有限公司）	东侧13m	*	*	5.34E-02		2.67E-03	

注：①本项目源库周围探伤人员及公众以每日工作8小时，年工作250天估算；②使用因子保守取1；③评价范围内本项目所在厂房不涉及任何办公区域，因此居留因子参考C.1.1及图C.1取1/4，忽略厂房及楼板屏蔽效果，考虑到其他单位厂房内可能涉及办公区域，居留因子保守取1。表格中周围剂量当量率为四舍五入后数值，计算周/年剂量时采用原始数据，非四舍五入后的周围剂量当量率。

4、探伤机出束过程中保护目标周/年有效剂量估算

X射线辐射影响理论估算以全部使用最大额定电压360kV、5mA电流的探伤机保守预测，并保守按照使用因子为1进行计算。合计X射线探伤机及γ射线探伤机在租赁场所使用时对本项目保护目标的剂量贡献如下：

表11-11 本项探伤机出束过程对保护目标辐射影响理论估算结果表

保护目标所在位置	距源距离	居留因子	X射线贡献的周围剂量当量率(μSv/h)	γ射线贡献的周围剂量当量率(μSv/h)	周剂量估算值(μSv/w)	目标管理值(μSv/w)	年剂量估算值(mSv/a)	目标管理值(mSv/a)
曝光室及辅房内	紧邻	*	*	*	9.45	100(工作人员)	4.73E-01	5(工作人员)
14#楼（无锡华邦智能装备有限公司）	紧邻	*	*	*	1.31	5(公众)	6.54E-02	0.1（公众）
无锡市湖鑫实业有限公司湖东工业园园区道路	北侧4.25m	*	*	*	8.36E-02		4.18E-03	
9#楼（无锡仕力通机械有限公司）	北侧49.9m	*	*	*	9.71E-03		4.85E-04	
10#楼（无锡建昊环境科技有限公司和无锡通明冶金机械公司）	北侧14.9m	*	*	*	1.09E-01		5.43E-03	
11#楼（无锡同协涂装设备有限公司）	北侧22.9m	*	*	*	4.60E-02		2.30E-03	
15#楼（无锡衡辉工程机械厂和无锡博胜包装材料有限公司）	东侧14.9m	*	*	*	1.09E-01		5.43E-03	
13#楼（无锡华通沥青新技术发展有限公司）	西侧46.9m	*	*	*	1.10E-02		5.48E-04	

注：①本项目X射线探伤机和γ射线探伤机周曝光时间最长均为5h，年曝光时间最长为250h。针对X射线探伤机保守按照使用因子为1进行计算。

②本项目所在厂房内居留因子参考C.1.1及图C.1取1/4，忽略各厂房的屏蔽效果。

③结合表7-1以及源与屏蔽体最近距离可计算得到保护目标距离源的距离。

5、辐射影响汇总

叠加探伤期间、非探伤期间的辐射影响及建设单位辐射工作人员过往个人剂量检测报告（综合参考过往数年个人剂量监测报告稿，未有超过1mSv/a情况，折合20μSv/w）后可知本项目保护目标有效剂量汇总情况如下：

表 11-12 本项目探伤相关工作保护目标有效剂量估算结果

辐射影响	X 射线探伤机出束过程		γ射线探伤机出束过程及非探伤时间内	
曝光室四周最大周围剂量当量率（μSv/h）	6.01E-03		1.89	
曝光室顶部最大周围剂量当量率（μSv/h）	9.21E-01		6.39	
源库周围最大周围剂量当量率（μSv/h）	/		6.06E-02	
保护目标	**合计周剂量估算值(μSv/w)**		**合计年剂量估算值(mSv/a)**	
探伤工作人员	*	69.3	*	3.47
源库/储藏室保管员	17.5		8.82E-01	
14#楼公众（无锡华邦智能装备有限公司）	*	1.45	*	7.24E-02
无锡市湖鑫实业有限公司湖东工业园园区道路公众	*	2.25E-01	*	1.12E-02
9#楼（无锡仕力通机械有限公司）公众	*	1.51E-01	*	7.52E-03
10#楼（无锡建昊环境科技有限公司和无锡通明冶金机械公司）公众	*	2.51E-01	*	1.25E-02
11#楼公众（无锡同协涂装设备有限公司）	*	1.88E-01	*	9.36E-03
15#楼公众（无锡衡辉工程机械厂和无锡博胜包装材料有限公司）	*	3.03E-01	*	1.51E-02
13#楼公众（无锡华通沥青新技术发展有限公司）	*	1.52E-01	*	7.58E-03

根据理论计算结果，本项目曝光室四周外最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h，曝光室顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 100μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平要求。本项目辐射工作人员周有效剂量最大为 69.3μSv，年有效剂量最大为 3.47mSv；周围公众周有效剂量最大为 1.45μSv，年有效剂量最大为 7.24E-02mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及本项目管理目标限值要求。

事故影响分析

本项目使用的 X 射线探伤机为II类射线装置，γ射线探伤机使用的放射源为II类放射源。在探伤过程中，若不采取适当的屏蔽措施，可能对操作的辐射工作人员及周围公众造成放射性损伤，可能会造成意外照射。

1.X 射线探伤事故类型

1.1 本项目运行可能发生的辐射事故：

1）X射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，曝光室门机联锁失效，工作人员误入曝光室；

2）曝光室门机联锁失效，工件门未完全关闭，X射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对曝光室周围人员造成意外照射；

3）探伤操作人员未发现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；

4）探伤机进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

5）曝光室防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

1.2 本项目针对上述可能出现的事故提出预防措施：

1）误入人员可按下室内紧急停机按钮并通过紧急开门按钮逃离曝光室，辐射工作人员对于人员误入曝光室应及时按下急停按钮，停止探伤机曝光，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

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（2名辐射工作人员之一），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，剂量超标的人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

5）建设单位严格落实已制定的《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，每次探伤前检查探

伤室门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测探伤室的周围辐射水平，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. γ射线探伤事故类型

2.1 本项目运行可能发生的辐射事故：

源库：

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）放射源管理放面的问题：不当的放射源贮存、出入库、台账、盘存制度，可能增加射线源的丢失或失控的风险；

γ射线探伤：

1）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。

2）γ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。

3）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。

4）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。

2.2 本项目针对上述可能出现的事故提出预防措施：

1）向正规厂家购买合格探伤机，购买放射源不得超过批准活度。每月对γ射线探伤机进行检查、维护，每3个月对其性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。

2）建设单位制定各项管理制度并严格按要求执行，辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。同时加强放射源出入库管理，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

3）加强源库管理，落实双人双锁制度，由2名工作人员专职负责源库的保管工作，加强源容器出入源库登记记录。

4）误入人员可按下室内紧急停机按钮并通过紧急开门按钮逃离曝光室，辐射工作人员对于人员误入曝光室应及时按下急停按钮，回收放射源，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

5）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。

6）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（2名辐射工作人员之一），发现异常情况应立即停止将放射源回收至探伤机内，并检查排除异常，并做好记录。

7）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，剂量超标的人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

8）探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

9）建设单位已制定《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。

10）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。

12）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。

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，每次探伤前检查探伤室门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测探伤室的周围辐射水平，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。

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和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类、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，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；使用射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。建设单位应成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责；辐射工作人员及辐射安全与环境保护管理机构的负责人要求上岗前持有有效期内的辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核。建设单位应为其建立职业健康档案和个人剂量监测档案。

无锡市弘泰检测科技有限公司已成立相应的辐射安全管理机构，并已以文件形式明确各成员管理职责。本项目沿用的辐射工作人员均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，已通过全国核技术利用辐射安全与防护考核，上述人员包含辐射防护负责人。建设单位已建立职业健康档案和个人剂量监测档案。

辐射安全管理规章制度

无锡市弘泰检测科技有限公司已开展移动式 X、γ射线探伤。公司已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了相关辐射安全管理制度，并严格执行，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、事故应急制度等；公司已制定辐射应急预案，已于每年组织应急演练，通过应急演练完善辐射应急预案；综上所述，公司目前辐射安全管理制度、环境监测及应急预案执行情况良好。公司应完善相关管理制度并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

本项目为扩建固定式 X、γ射线探伤项目，公司应根据本项目情况进一步完善相关辐射安全管理制度，落实情况如下：

表12-1 建设单位管理制度汇总对照表

序号	规定的制度及内容	落实情况	增加内容
1	**岗位职责：**制定管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，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。	原有项目已制定，已落实	补充固定式X、γ射线探伤项目相关内容
2	**操作规程：**明确本项目辐射人员的资质条件要求、射线装置及含源仪器操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确探伤装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。	原有项目已制定，已落实	补充固定式 X、γ射线探伤项目相关内容。将要求探伤人员在进行 X 射线探伤作业过程中，使用定向机时，有用线束不向东墙照射。
3	**辐射防护和安全保卫制度：**根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是探伤工作过程和维修时辐射安全管理。	原有项目已制定，已落实	补充固定式 X、γ射线探伤项目相关内容
4	**设备维修制度：**制定设备检修维护制度，明确本项目探伤机、监测仪器、警示灯、联锁装置等在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射巡测仪、个人剂量报警仪等监测仪器必须保持良好工作状态。	原有项目已制定，已落实。新增设备预计与原有设备一致。	补充曝光室管理要求
5	**放射源、射线装置使用登记、台账管理制度：**制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度。定期检查核实时应有2人在场，核实记录应妥善保存，并建立管理档案。	原有项目已制定，已落实	/
6	**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。	原有项目已制定，已落实	补充固定式 X、γ射线探伤项目相关 培训内容
7	**监测方案：**方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。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、卫生健康部门调查处理。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，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行政主管部门报告。	原有项目已制定，已落实	补充本项目曝光室监测方案
8	**事故应急方案：**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》（环发[2006]145号文）的要求建立事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演习计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话。	原有项目已制定，已落实。建设单位过往每年均完成了 1 次应急演习并形成了图文报告，报告已归档。每年建设单位均安排 2 次培训宣讲。	补充固定式 X、γ射线探伤项目相关内容

放射源更换：放射源活度不能达到使用要求更换放射源时，向省级生态环境主管

部门提交《放射性同位素转让审批表》，并在转入放射源后20日内将1份上述审批表报送省级生态环境主管部门备案，落实定期监测计划，并进行记录。建设单位存有齐全的放射源转让审批表及废旧放射源回收（收贮）备案表。

公司未来应不断完善相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

辐射监测

1. 监测方案

原有项目：

1）根据检测报告，原有辐射工作场所周围剂量当量率结果均满足标准要求。未来建设单位应继续请有资质的单位定期对原有核技术利用项目辐射环境进行检测，每年1～2次；

2）建设单位已监督辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不超过3个月）送有资质单位（无锡市疾病预防控制中心）进行监测，已定期补充完善个人剂量档案，已遵循《江苏省辐射污染防治条例》，“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环境保护、卫生部门调查处理”的要求。

3）建设单位已针对在运行的辐射工作场所定期自行开展辐射监测，制定定期监测制度，监测数据存档，目前监测周期为1次/季度。

4）建设单位定期会委托有资质单位对探伤机放射源传输管道进行放射性污染检验，检查放射源的密封性能；凡属下列情况之一时，均由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：

a) 新开展现场射线探伤的单位；

b) 每年抽检一次；

c) 在居民区进行的移动式探伤；

d) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25 mSv。

本项目：

1）委托有资质单位定期对本项目核技术利用项目工作场所周围辐射环境进行检测，每年1～2次；

2）继续委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不

超过3个月）送检，并建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，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、卫生健康部门调查处理。

3）本项目核技术利用项目运行状态时，辐射安全管理人员将定期对辐射工作场所周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向区或者市生态环境行政主管部门报告。

2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置及II类放射源的单位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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器；公司已为原有74名辐射工作人员配备45台辐射巡测仪和150台个人剂量报警仪，将调配1台辐射巡测仪和4台个人剂量报警仪专用于固定探伤。项目运行后公司应定期对源库及固定探伤现场周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。项目投运前建设单位将指定1台辐射巡测仪和4台个人剂量报警仪专用于固定探伤项目。

公司已委托有资质的单位（无锡市疾病预防控制中心）对原有辐射工作人员开展个人剂量检测（部分季度有辐射工作人员未参与探伤工作，因此未进行个人剂量监测；建设单位应及时核查人员工作状态并联系委托单位发放个人剂量计），并已定期组织职业健康体检，已为辐射工作人员建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

3. 监测内容和要求

（1）监测内容：本项目运行期间辐射工作场所周围X-γ辐射剂量率

（2）监测范围：辐射工作场所周围

（3）监测条件：

a) X 射线探伤机应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置，如使用周向式探伤机应使装置处于周向照射状态；主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行。

b) γ射线探伤验收检测时，应在额定装源活度、没有探伤工件、探伤机置于与测试点可能的最近位置进行；常规检测时，按照实际工作状态进行检测。

（4）监测周期：辐射工作场所建成后应进行验收检测；投入使用后每年至少进行1次常规检测。当γ射线探伤放射源的活度增加时，或者X射线探伤机额定电压增

大时，应重新测量上述辐射水平，并根据测量结果对防护措施或设施做出合适的改进。

本项目监测位置和频次见下表。

表 12-2 定期监测位置和频次

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自行监测	曝光室、源库	X-γ辐射剂量率	a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置，巡测时关注天空反散射对周围的剂量影响； b) 门外 30 cm 离地面高度为 1 m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； c) 墙外或邻室墙外 30 cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点； d) 人员经常活动的位置； e) 每次探伤结束后，检测曝光室的入口，以确保探伤机已经停止工作。	建议不少于 1 次/季度	X-γ辐射剂量率监测仪
委托监测	曝光室、源库	X-γ辐射剂量率		编制辐射防护年度评估报告（每年）	X-γ辐射剂量率监测仪
	其它	个人剂量	所有辐射工作人员	一季度一次（需建立个人剂量档案）	个人剂量计

监测质保：确保执行制定的《监测仪表使用与校验管理制度》，并利用委托监测获得的监测数据进行比对并建立比对档案。监测须采用国家颁布的标准方法或推荐方法并制定辐射环境监测管理制度。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。

在开始运营本项目后，应密切注意辐射工作人员个人剂量数值，根据累积剂量及时调整工作量，防止个人剂量超标。

辐射事故应急

无锡市弘泰检测科技有限公司已针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容包括：

（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）应急演习计划；

（4）辐射事故分级与应急响应措施；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序。

无锡市弘泰检测科技有限公司应依据《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》（环发[2006]145号文）、《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）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，本项目一旦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，应立即启动企业内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

公司应加强辐射安全管理，严格执行相关规章制度，并在实际工作中不断完善探伤相关的操作规程和辐射安全管理制度，同时应加强γ射线探伤的安全管理，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；并针对γ射线探伤机可能出现的事故完善切实可靠的辐射事故应急预案，平时工作中还应加强辐射工作人员辐射防护知识的培训，树立辐射安全意识，尽可能避免辐射事故的发生。公司应经常监测曝光室及源库周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

表13 结论与建议

结论

1.辐射安全与防护分析结论

1.1 选址、布局合理性

出租单位厂房位于园区角落，而本项目租赁场所位于出租方厂房角落，对外未毗邻园区主干道，对内远离出租方工作人员长期工作的区域，加之园区各道路日常人流较少，因此各保护目标内常驻人员亦较少。且相较于出租方原有辐射环评，厂房及园区环境未发生任何变化，因此在有良好的实体屏蔽设施和防护措施情况下，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

1.2 辐射安全与防护措施

本项目依托的本部危废库各项措施均已按照环评批复（苏环辐（表）〔2023〕42号）进行了建设。本项目屏蔽体防护设计为，四周墙体（含迷道内外墙）为850mm混凝土，屋顶为600mm混凝土；人员门保留原有的8mmPb的防护门，工件门更换为850mm混凝土的防护门。沿用原有的电缆沟及排风管，将排风管外铅屏蔽罩更换为40mmPb。辅房保留原有的四周两面刷10mm水泥砂浆的240mm实心砖墙，辅房中源库屋顶增厚为160mm钢筋混凝土。另在源库内放入1架20mmPb铅柜用于γ射线探伤机的贮存。

建设单位计划根据要求对辐射工作场所进行分区管理，将曝光室及源库作为控制区，将其他辅房作为监督区，并根据要求设置如下辐射安全措施：防护门和源库门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；在监督区入口门和辅房窗外将张贴监督区标牌；项目曝光室防护门外和内部拟设双色工作状态指示灯和声音提示装置，用以提示“预备”和“照射”两种状态。同时曝光室内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明；沿用人员门原有门机联锁，探伤机与曝光室的工件门将设置门-机联锁装置；沿用原有机械通风装置，确保曝光室内每小时有效通风换气次数不小于3次；曝光室内将安装紧急停机按钮，且按钮将带有标签，标明使用方法，拟使用的控制台带有停机按钮，按钮旁带有文字标签；防护门附近拟设置开门按钮。

曝光室内和曝光室出入口拟安装监视装置，在操作室的操作台拟设专用的监视

器。建设单位设计有单独的贮源源库，使用20mmPb铅柜贮存放射源，源库和铅柜均为双人双锁设计，日常均保持在锁紧状态。建设单位安排4名源库/储藏室保管员值守，能够防止非授权人员采取任何损伤自己或公众的行动；源库结构上防火，放有消防设施，周围无腐蚀性和爆炸性等危险因素。保管员定期会检查物品清单，确认探伤机、探伤源、源容器和控制源的存放地点。建设单位已制定探伤机及放射源领用及交还制度，建立领用台帐，明确放射源及射线装置的流向，并由保管员负责。领用、交还含放射源的源容器时，保管员会对离源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率进行测量，确认放射源在源容器内。保管员将确保含放射源的源容器及探伤机按规定位置存放，领用和交还都进行详细的登记。建设单位拟于源库内设置监控及红外线报警装置，并将在源库设固定式剂量率仪以监测周围剂量当量率。建设单位将在曝光室内安装固定式场所辐射探测报警装置（剂量率水平显示屏将设置在操作室内，并与门联锁），另将从原有设备中调配1台便携式辐射监测仪供固定探伤专用，原有仪器数量能够确保固定探伤时现场人员人均配备1台个人剂量报警仪。针对原有辐射工作人员，建设单位已委托有资质单位对所有辐射工作人员进行个人剂量监测。租赁场所专用的个人剂量报警仪将与辅房入口钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。

建设单位对γ射线探伤机将继续进行下述维护：定期对γ射线探伤机中涉及放射防护的部件进行检查维护，发现问题及时维修。维修γ射线探伤机时，均由厂家专业人员将放射源倒入换源器后进行。建设单位人员不会单独对探伤机进行维修。辐射工作人员将常对γ射线探伤机的控制组件包括摇柄、源传输导管进行润滑擦洗，经常为齿轮添加润滑剂，并对源传输导管接头进行擦洗。

建设单位在进行放射源的货运运输时将严格按 GB 11806 的规定执行。将要求委托的有资质单位做到以下措施，在运输过程中，源窗应处于关闭状态，并有专门的锁定装置。含源装置应置于储存设施内运输，只有在合适的源容器内正确锁紧并取出钥匙后方能移动。在不涉及公用道路的厂区内移动时，应使用小型车辆或手推车，使含源装置处于人员监视之下。

1.3 辐射环境管理

建设单位将继续根据要求管理原有核技术利用项目，并对应完善固定探伤相应制度。将做到以下几点：

1）委托有资质单位每年对原有项目及本项目核技术利用项目工作场所周围环境

辐射水平进行检测。

2）拟本项目调配1台辐射剂量巡测仪，现有仪器能够实现工作期间人均配备1台个人剂量报警仪，建设单位将定期自行对工作场所辐射水平进行检测。

3）本项目沿用的辐射工作人员在上岗前均已通过辐射安全与防护知识考核，未来如有新增辐射工作人员必须通过考核后方能正式进行上岗。

4）继续委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案。

5）安排所有辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并不断完善辐射工作人员职业健康监护档案。

6）建设已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前将完善本项目相关辐射安全管理制度，并严格执行相关制度。

建设单位上述管理计划符合有关法律法规的规定。

2.环境影响分析结论

（1）辐射环境影响分析结论

本项目辐射工作场所满足防护要求，对X射线和γ射线起到了有效的屏蔽。在严格落实环评提出的要求后，根据理论计算，本项目曝光室四周外最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h，曝光室顶部外表面30cm处的剂量率参考控制水平不大于100μSv/h，源库周围最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平要求。本项目辐射工作人员周/年有效剂量、周围公众周/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）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及本项目管理目标限值要求。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

（2）固体废物影响分析

本项目运行后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建设单位本部或出租方统一收集后，交给环卫部门清运。

本项目在本部评片和洗片过程可能会产生废胶片、废显（定）影剂、一次/二次冲洗废水。在产生废显（定）影剂和一次/二次冲洗废水后立即用废液桶收集，并在探伤工作结束后运至危废库中废显（定）影剂存放区域；探伤产生废胶片在工作结束

后收集运至危废库中废胶片存放区域；废胶片，废显（定）影剂和一次/二次冲洗废水入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。 本项目危废依托已有危废库进行暂存，公司已与有资质单位签订危废协议，产生的危废由该单位回收处置。

建设单位承诺与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。掺入贫铀的屏蔽装置在退役时视作放射源进行处置。年代久远无法联系生产单位或原出口方时，应委托有资质单位完成废源/掺入贫铀的屏蔽装置的收贮及处置。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。本项目 ^{192}Ir 和 ^{75}Se 放射源强度低于使用要求时，放射源退役，本项目 ^{192}Ir 预计半年退役 1 次和 ^{60}Se 预计 8 个月退役一次，退役放射源由生产单位、原出口方或有资质单位回收，承诺书见附件 3。本项目工业探伤设施不再使用时，本项目曝光室、源库及 X 射线、γ射线探伤机应根据《工业探伤放射防护标准》（ GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役。

（3）液体废物影响分析

本项目洗片过程会产生三次及以上冲洗废水，工作人员会产生一定量的生活污水，前者排入本部所在园区的污水管网，产生的生活污水进入本部或出租方所在园区的污水管网，最终进入污水处理厂处理。

（4）气体废物影响分析

本项目运行后不会产生放射性气体废物。射线会使曝光室内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。曝光室已设置通风设施，可将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室。本项目曝光室不设置进风口，通过防护门开关进气。排风管道延伸至厂房北侧外，排风口距地面 6.5m，排风口处无人员聚集。曝光室已安装的风机能够满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

3.可行性分析结论

3.1 实践正当性及代价利益分析

本项目的建设可以更灵活地满足委托单位的无损检测需求，提高建设单位的服务能力和技术力量。核技术应用项目的开展，能够对委托单位的产品质量提供保障，因此，该项目的实践是必要的。建设单位在固定探伤过程中，对放射源、射线装置的使

用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对放射源、射线装置的安全管理在建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理放射源、射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性。符合辐射防护“实践的正当性”原则。

3.2 项目产业政策符合性

本项目使用 X、γ射线探伤机对客户送件的工件进行无损检测，属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中三十一、科技服务业中的“1.工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业科技服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”项目，属于国家鼓励类产业，其建设符合国家现行产业政策。

综上所述，无锡市弘泰检测科技有限公司扩建固定式 X、γ射线探伤项目符合实践正当化原则，已（拟）采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”及目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，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，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证项目可行。

建议和承诺

1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，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) 各项环保设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）定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4）建设单位在获得本项目环评批复，且项目建设完成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求重新申领辐射安全许可证。

5）根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：   公　　章 经办人 年　　月　　日
审批意见：   公　　章 经办人 年　　月　　日

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	预期投资（万元）
辐射安全管理	公司已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	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》成立安全管理机构。	*
	管理制度：应完善操作规程、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、事故应急制度等，并补充固定探伤相应内容		*
	拟参与本项目工作的70名辐射工作人员已通过辐射安全与防护知识考核（每5年重新参加考核）。	根据《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》，辐射工作人员应持有考核合格证。	*
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过3个月。个人剂量档案长期保存）。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量监测，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修正本）》规定为“个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存”。	*
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。（两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射工作人员职业健康管理办法》公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	*
辐射防护措施	改造方案：计划将混凝土墙体（包括迷道区墙体）厚度加宽为850mm，顶部加厚为600mm，拆除原有工件门，加装850mm厚钢筋混凝土结构的工件门，门体5200mm×5500mm，左右各覆盖600mm，上下各覆盖250mm。工件门门缝为15mm，防护门与墙体搭接宽度为600mm和250mm，满足防护门与墙体搭接宽度不小于门缝间隙10倍的建议。人员门利旧。人员门门缝为10mm，防护门与墙体搭接宽度为200mm和150mm，满足防护门与墙体搭接宽度不小于门缝间隙10倍的建议。计划将原有通风管道外铅屏蔽防护罩更换为40mmPb。拟增加源库顶部厚度，浇筑后整体厚度为160mm钢筋混凝土。此外拟将暗室作为租赁场所的源库，入口门更换为防盗门并加装双人双锁，未使用时γ射线探伤机存放于双人双锁的铅柜内暂存于源库内，并加装监控及防盗措施，将在评片室加装监控显示器作为值班/储藏室。本项目将在源库内放置1个铅柜，用于γ射线探伤机的贮存。此外将为辅房两扇窗户加装防盗网。曝光室东墙电缆穿孔处采用U型穿墙方式，电缆U型管用Φ150mm无缝钢管弯制，电缆沟内U型管底部低于地平300mm，地面高出地平200mm，线槽出口及连接处光滑无毛刺。	曝光室表面外30cm处周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求。 辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（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）。	*

	通风管道位于曝光室顶部北端，曝光室内排风孔半径100mm。管道穿至曝光室北侧的厂房外半空（离地 6.5m），通过轴流风机抽排曝光室内产生的臭氧及氮氧化物。已安装的轴流风机排风量约为 3000m³/h，探伤作业时全程开启风机。穿墙位置顶部设有 40mmPb 铅屏蔽罩。 辅房四周为 10mm 水泥砂浆+240mm 实心砖墙+10mm 水泥砂浆，辅房入口门为防盗门，辅房其余门为木门。拟增加源库顶部厚度，浇筑后整体厚度为 160mm 钢筋混凝土。此外拟将暗室作为租赁场所的源库，入口门更换为防盗门并加装双人双锁，未使用时γ射线探伤机存放于双人双锁的铅柜内暂存于源库内，并加装监控及防盗措施，将在评片室加装监控显示器作为值班/储藏室。本项目将在源库内放置 1 个铅柜，用于γ射线探伤机的贮存。此外将为辅房两扇窗户加装防盗网。		
污染防治措施	危废：本项目依托原有场所进行洗片及危废暂存，产生的废显（定）影剂、一次/二次冲洗废水及废胶片集中在本部的危废库暂存后，交给有资质单位处理。	交由有资质单位处理。	*
	废气：臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。曝光室内已设置轴流风机，可通过风机将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室，能确保每小时有效通风换气次数不小于 3 次。且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。本项目采取开门和通风设施两种通风方式排出废气，臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物环境影响较小。	*
	普通固废及放射性固废： （1）本项目运行后辐射工作人员会产生生活垃圾。 （2）本项目放射源强度低于使用要求时，放射源退役，放射源由生产单位、原出口方或有资质单位回收处置回收。掺入贫铀的屏蔽装置在退役时视作放射源进行处置。	（1）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）放射源由生产单位、原出口方或有资质单位回收处置回收。掺入贫铀的屏蔽装置在退役时视作放射源进行处置。	*
	其他液体废物： 本项目不产生放射性液体废物。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，洗片后期将产生三次及以上冲洗废水。	本项目产生的生活污水和三次及以上 冲洗废水进入本部或出租方所在园区污水管网，最终进入污水处理厂处理。	*
辐射安全措施	（1）本项目将曝光室、源库作为本项目的控制区，将辅房作为本项目的监督区，防护门外和源库门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；在监督区入口门和辅房窗外将张贴监督区标牌。 （2）本项目曝光室防护门外和内部拟设双色工作状态指示灯和声音提示装置，用以提示“预备”和“照射”两种状态，且双色指示灯将与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。“预备”信号能够持续足够长的时间，以确保曝光室内人员安全离开。“照射”状态指示装置将与探伤装置联锁。同时曝光室内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。 （3）曝光室内和曝光室出入口拟安装监视装置，在操作室的操作台拟设专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设	能满足《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）以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关要求。	*

	备的运行情况。 （4）本项目原有人员门已设置门机联锁，探伤机与曝光室的工件门将设置门-机联锁装置，以保证在各防护门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业，门打开时应立即停止照射，关上门不能自动开始照射。 （5）曝光室内将安装固定式辐射剂量仪的剂量率水平显示屏设置在操作室内，并与门联锁。 （6）本项目曝光室内将安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。安装位置能使得人员处在曝光室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用，且按钮将带有标签，标明使用方法。本项目拟使用的控制台带有停机按钮，能够确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮旁将带有文字标签。 （7）本项目防护门附近拟设置开门按钮，在射线装置失控时，室内人员可通过按下按钮逃离曝光室。 （8）建设单位将在曝光室内和源库内安装固定式场所辐射探测报警装置。租赁场所专用的个人剂量报警仪将与辅房入口钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。 （9）本项目源库将使用1个20mmPb的铅柜，铅柜及源库均为双人双锁设计并将张贴电离辐射警告标志，源库将设置监控及红外报警装置，源库内将配备灭火器。		
	拟调配原有的 1 台辐射巡测仪供固定探伤专用，4 台个人剂量报警仪将固定用于本项目，现有设备能够确保人均配备 1 台个人剂量报警仪。	根据《辐射环境监测技术规范》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。	*

以上措施必须在项目运行前落实。