

核技术利用建设项目

江苏秋林特能装备股份有限公司

改建 2 座 X 射线探伤房项目

环境影响报告表

建设单位名称：江苏秋林特能装备股份有限公司

2018 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏秋林特能装备股份有限公司

改建 2 座 X 射线探伤房项目

环境影响报告表

建设单位名称：江苏秋林特能装备股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省无锡市江阴市月城镇月翔路 33 号

邮政编码：214404

联系人：徐行道

电子邮箱：tobbe.xu@js-ql.com

联系电话：15961174265

表 1 项目基本情况

建设项目名称		改建 2 座 X 射线探伤房项目				
建设单位		江苏秋林特能装备股份有限公司				
法人代表	钱秋林	联系人	徐行道	联系电话	15961174265	
注册地址		江苏省无锡市江阴市月城镇月翔路 33 号				
项目建设地点		江苏省无锡市江阴市月城镇月翔路 33 号				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		400	项目环保投资 (万元)	74	投资比例 (环保投资/总投资)	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	75
应用类型	放射源	销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放射性物质	生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		销售	/			
	射线装置	使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
		生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类				
其他	/					
<p>项目概述</p> <p>1.项目建设情况</p> <p>江苏秋林特能装备股份有限公司主要从事天然气、石油、化工、采矿、冶金、建筑专用设备开发、制造、销售、安装。为保证产品质量，企业前后建设了 4 座探伤房，配备、使用 14 台射线机对产品进行无损检测。为了提高工作效率，企业计划对 2#和 4#探伤房进行改造。原 2#探伤房为北侧开门，辐射工作人员手工搬运工件进出探伤房，现拟将北侧的防护门封死，在探伤房的东、西屏蔽墙开门并铺设轨道，工件通过轨道进出。原 4#探伤房原铅屏蔽的厚度为 14mm 当量，现拟使用最大能量为 320kV 的射线装置，故拟将铅房整体厚度增加。同时更新设备，使用实时成像系统以提高检测效率。</p>						

表 1-1 本项目 2#、4#探伤房新增 X 射线检测装置一览表

序号	射线装置名称	设备型号	数量	管电压 kV	输出电 流 mA	工作场所 名称	使用 情况	环评、许可 情况
1	实时成像系统	HD-XYD-225	1	225	1	2#探伤房	使用	本次环评 未许可 未验收
2	X 射线机	XXQ-2505	1	250	5	2#探伤房	使用	
3	X 射线机	XXG-2005D	1	200	5	2#探伤房	使用	
4	实时成像系统	SYS320BP1K5C002	1	320	5	4#探伤房	使用	
5	X 射线机	XXGH-3005P	1	300	5	4#探伤房	使用	
6	X 射线机	XXGH-2505D	1	250	5	4#探伤房	使用	

2.项目周边情况

江苏秋林特能装备股份有限公司位于江阴市月城镇，企业地处月城镇东北方向的工业集中区，厂址北侧为秋林港机有限公司，南侧为江家村居民，西侧和东侧均为工业企业。企业地理位置见附图 1，企业周围环境及 2#、4#探伤房周围 50m 范围见附图 2。2#探伤房外 50m 范围无敏感点，4#探伤房南方向 38m 有江家村居民房屋。

3 原有核技术利用情况

企业现有 4 个固定式探伤房配备 II 类 X 射线机 14 台，现有射线装置均已取得辐射安全许可证（苏环辐证[00922]）。4 个探伤房也均通过环保竣工验收。企业内原有设备情况见表 1-2。

表 1-2 企业内现有射线装置一览表

序号	射线装置型 号、名称	数量	管电压 kV	管电流 mA	类别	工作场所名称	许可 情况	设备配置 情况
1	XXH-3005	1 台	300	5	II	1#探伤室	已许可	/
2	XXQ-3505	1 台	350	5	II	1#探伤室	已许可	/
3	XXG-3505D	1 台	350	5	II	3#探伤室	已许可	/
4	XXQ-2505D	1 台	250	5	II	3#探伤室	已许可	/
5	XXQ-2505	1 台	250	5	II	3#探伤室	已许可	/
6	XXQ-3005D	1 台	300	5	II	3#探伤室	已许可	/
7	XXH-3505	1 台	350	5	II	1#探伤室	已许可	/
8	XXQ-2005	1 台	200	5	II	2#探伤室	已许可	拟停用
9	XXH-3505	1 台	350	5	II	3#探伤室	已许可	/

10	XXG-3005	1 台	300	5	II	1#探伤室	已许可	拟停用
11	XXH-2505	1 台	250	5	II	2#探伤室	已许可	拟停用
12	XYD-2250	1 台	225	5	II	4#探伤室	已许可	拟停用
13	XXH-2505	1 台	250	5	II	4#探伤室	已许可	拟停用
14	XXQ-2005	1 台	200	5	II	4#探伤室	已许可	拟停用

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
本项目不涉及								

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
本项目不涉及										

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》(GB18871-2002)

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
本项目不涉及										

(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	实时成像系统	II类	1	HD-XYD-225	225	1	使用	2#探伤房	
2	X射线机	II类	1	XXQ-2505	250	5	使用	2#探伤房	
3	X射线机	II类	1	XXG-2005D	200	5	使用	2#探伤房	
4	实时成像系统	II类	1	SYS320BP1K5C002	320	5	使用	4#探伤房	
5	X射线机	II类	1	XXGH-3005P	300	5	使用	4#探伤房	
6	X射线机	II类	1	XXGH-2505D	250	5	使用	4#探伤房	

(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 (μ A)	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	
本项目不涉及													

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
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	自然通风排入大气环境	臭氧会自动分解为氧气
废显影液	液态	/	/	5kg	60kg	/	暂存于洗片室容器内	有资质单位回收

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/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<ol style="list-style-type: none">1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订），2015 年 1 月 1 日；2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年修正版），2016 年 9 月 1 日起施行；3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日起施行，国务院令第 682 号；5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2018 年修改版），生态环境部令第 1 号，自 2018 年 4 月 28 日起实行；6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号，自 2005 年 12 月 1 日起实行，国务院令 653 号修订，2014 年 7 月 29 日；7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修正），环境保护部令第 47 号，自 2017 年 12 月 20 日起施行；8) 关于发布《射线装置分类》办法的公告，国家环保部、国家卫生和计划生育委员会，2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日；9) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，环发（2006）145 号，2006 年 9 月 26 日；10) 《江苏省辐射污染防治条例》（修正），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告修正，2018 年 3 月 28 日通过，自 2018 年 5 月 1 日起施行；11) 《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 日起实施。
------	--

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ/T 10.1-2016);</p> <p>(3) 《辐射环境检测技术规范》(HJ/T61-2001);</p> <p>(4) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993);</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015);</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>与本项目有关的文件</p> <p>附件一：环评委托书；</p> <p>附件二：企业现有辐射安全许可证；</p> <p>附件三：原有项目环保手续；</p> <p>附加四：江苏秋林特能装备股份有限公司改建 2 座 X 射线探伤房辐射环境现状检测，苏州热工研究院有限公司环境检测中心，2018 年 9 月 3 日；</p> <p>附件五：危废处置协议；</p> <p>附件六：个人剂量检测协议；</p> <p>附件七：企业辐射防护规章制度和辐射安全管理机构文件；</p> <p>附件八：核技术利用项目承诺书；</p> <p>附件九：辐射工作安全责任书。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据 HJ/T10.1-2016 要求，本项目评价范围：2#、4#探伤房实体边界周围 50m 范围。

保护目标

本项目 2#探伤房周围 50m 范围内没有居民点、学校，4#探伤房西南方向 38m 江家村居民一户。

本项目对环境的影响主要是 X 射线机开机时对周围环境产生的辐射影响，辐射工作人员和厂区内非辐射工作人员及评价范围内的居民均是需要关注的对象。环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标分布一览表

	场所	方位	距离 (m)	保护目标
2#探伤房	探伤房北侧	北	1.5	公众 (厂内非辐射工作人员)
	探伤房西侧	西	4.0	公众 (厂内非辐射工作人员)
	探伤房东侧	东	1.6	公众 (厂内非辐射工作人员)
	探伤房南侧	南	4.0	公众 (厂内非辐射工作人员)
	操作室	西	4.2	辐射工作人员
4#探伤房	探伤房北侧	北	3.1	辐射工作人员
	探伤房西侧	西	1.5	公众 (厂内非辐射工作人员)
	探伤房东侧	东	4.3	公众 (厂内非辐射工作人员)
	探伤房南侧	南	1.7	公众 (厂内非辐射工作人员)
	操作室	北	3.3	辐射工作人员
	江家村居民	南	39.5	公众 (厂外居民)

评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002): 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	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 (但不可做任何追溯平均), 20mSv; ② 任何一年中有效剂量, 50mSv。
公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估算不应超过下述限值: ③ 年有效剂量, 1mSv; 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某个单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。

本项目的人员年有效剂量管理目标为: 职业人员年有效剂量不超过 5mSv, 公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015);

4.1.1 节: 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全, 操作室应与探伤室分开并避开有用线束照射的方向。

4.1.3 节: X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足:

- a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平, 对职业人员不大于 100 μ Sv/周, 对公众不大于 5 μ Sv/周;
- b) 关注点最高周围剂量当量参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

4.1.4 节: 探伤房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 4.1.3;
- b) 对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。

4.1.5 节: 探伤房应设置门—机联锁装置。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)

周剂量参考控制水平: 职业人员 \leq 100 μ Sv/周; 公众 \leq 5 μ Sv/周。

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

江苏省天然贯穿辐射水平调查结果* (单位: nGy/h)

	室外剂量率	室内剂量率
范围	73.3~81.8	108.9~123.6
均值	79.5	115.1
标准差 S	7.0	16.3

*: 结果含宇宙射线电离成分所致(空气吸收)剂量率。

本报告取江苏省天然贯穿辐射水平调查结果中的“均值±3倍标准差”为其评价参考范围,即室外贯穿辐射水平参考范围取(79.5±21.0) nGy/h,室内贯穿辐射水平参考范围取(115.1±48.9) nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

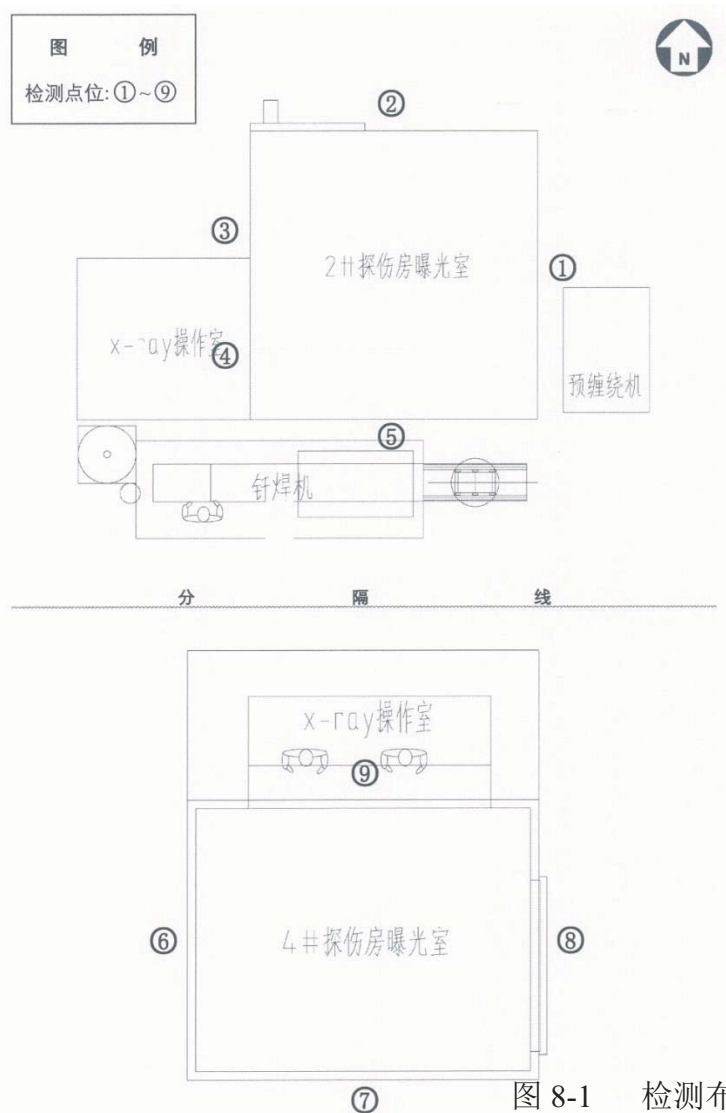
2018年8月27日企业委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心对江苏秋林特能装备股份有限公司拟改建的铅房周围区域进行了环境辐射本底检测。

1. 环境监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为空气中 X- γ 剂量率。

2. 监测方案

在本项目 2#、4#探伤房改造前对探伤房周围的区域进行本底检测，检测点位布设见图 8-1 中所示。检测采用 FH40G+（672E-10）便携式环境 X- γ 剂量率仪，仪器在有效检定日期内（2018年03月06日~2019年03月05日）。



3. 质量保证措施

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)及《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)的要求在拟改造探伤房四周布设监测点位,测量核技术应用工作场所的天然X- γ 剂量率本底水平。

质量保证措施:委托的检测单位通过计量认证及获得相关检测资质,检测单位所使用的检测仪器在检定有效期内,检测人员持证上岗规范操作。

4. 环境现状监测结果及评价

表 8-1 辐射工作场所境辐射本底检测结果(未扣宇响)

检测点序号	X- γ 剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测对象
1~5	0.057~0.069	2#探伤房周围
6~9	0.067~0.084	4#探伤房周围

检测结果表明:江苏秋林特能装备股份有限公司拟开展核技术应用的区域周围环境X- γ 剂量率在(0.057~0.084) $\mu\text{Sv/h}$ 范围,处于江苏省辐射环境本底水平正常涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备及工作方式

企业拟在 2#和 4#探伤房使用实时成像系统提高工作效率，并配备常规使用胶片拍片的射线机作为备用方案。工件通过铺设的导轨推入探伤房，工作人员将探伤机放置到位后退出探伤房，在操作台控制设备开机。通过实时成像的显示器或者洗片后阅片来监控焊缝质量。

每个探伤房工作时至少配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员不兼职其它辐射工作。工作人员每天开机时间 2h，每周工作 5d，年工作时间保守按 250d 计，人员年受照时间不超过 500h。

2. 工作原理

本项目 X 射线实时成像检测装置及 X 射线机属于 II 类射线装置，非工作状态时不产生 X 射线，进行检测工作时接通设备高压，发射 X 射线。

X 射线实时成像检测装置由 X 射线发生器及影像接受器、连接电缆等)、显示器、控制台等组成，利用被检测材料对 X 射线吸收后在透射处成像的原理，采用 X 射线对待检工件进行透照，并在设备外部连接的工业电视显示器上观察、分析被检测件的内部缺陷。

使用 X 射线机通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片的曝光量增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在位置，使用 X 射线机探伤就据此实现无损检测。

3. 工艺流程和产污环节

本项目拍片工作的主要流程见图 9-1。无损检测主要的源项为探伤作业时产生的 X 射线。

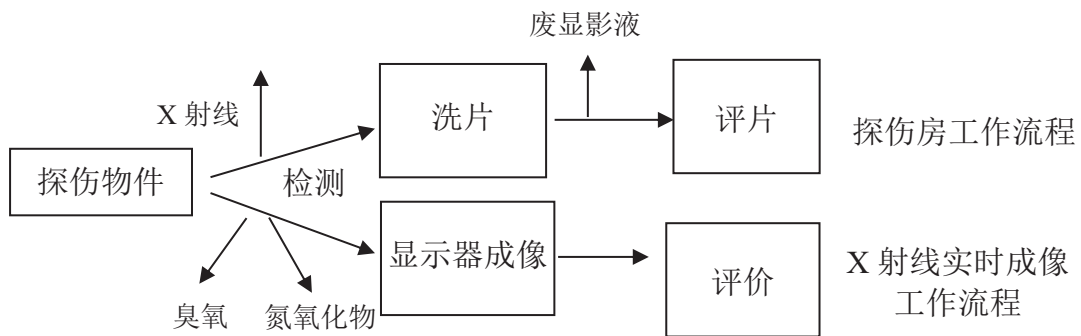


图 9-1 无损检测工作流程及产污环节

污染源项描述

1. 放射性源项（X 射线）

本项目 2#探伤房使用的 X 射线装置的最大管电压为 250kV，因此以 2505 的射线机进行屏蔽计算。4#探伤房固定 X 射线方向的实时成像装置最大能量为 320kV，不固定方向的 X 射线机的最大能量为 300kV，因此以 320kV 及 300kV 的管电压分别进行计算。

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）给出本项目 X 射线机放射性源项：

表 9-1 X 射线装置放射性源项参数表

型号	主线束剂量率	漏射线剂量率	备注
XXQ-2505	$13.9\text{mSv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$	$5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$	按 3mm 铝过滤取值
SYS320BP1K5C002	$13.74\text{mSv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$	$5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$	按 3mm 铜过滤通过 300kV 和 400kV 电压的源项内插取值
XXGH-3005P	$11.3\text{mSv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$	$5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$	按 3mm 铜过滤通取值

2. 非放射性源项

X 射线机开机时 X 射线电离空气产生少量臭氧和氮氧化物，通过简单的机械通风排放进入周围大气环境，其中臭氧会自动分解为氧气，这部分废气量产生量较少，不作定量分析。

本项目使用传统胶片拍片时产生废显影液，废显影液年产生量大约为 60kg。

表 10 辐射安全与防护

项目采取的辐射安全措施

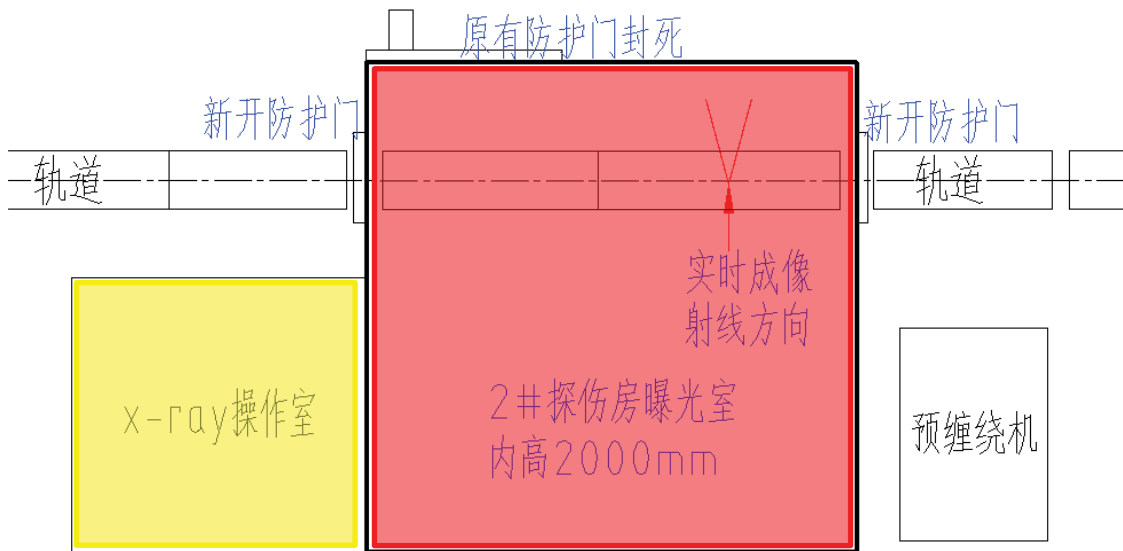
1. 辐射工作场所分区管理

企业将辐射工作场所进行分区管理，以探伤房铅房边界作为控制区边界。探伤房的操作室建筑边界为监督区。管理措施如下：

控制区边界（铅房）采用门机联锁装置，铅房上显著位置设置电离辐射标志，设备上设置工作指示灯，设备开机期间任何人不能打开铅房防护门。

监督区管理：企业将操作室作为监督区管理，入口处设置电离辐射警示标志，开展辐射工作期间禁止公众进入监督区。

企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理。



图例： 控制区 监督区

图 10-1 2#探伤房分区管理情况

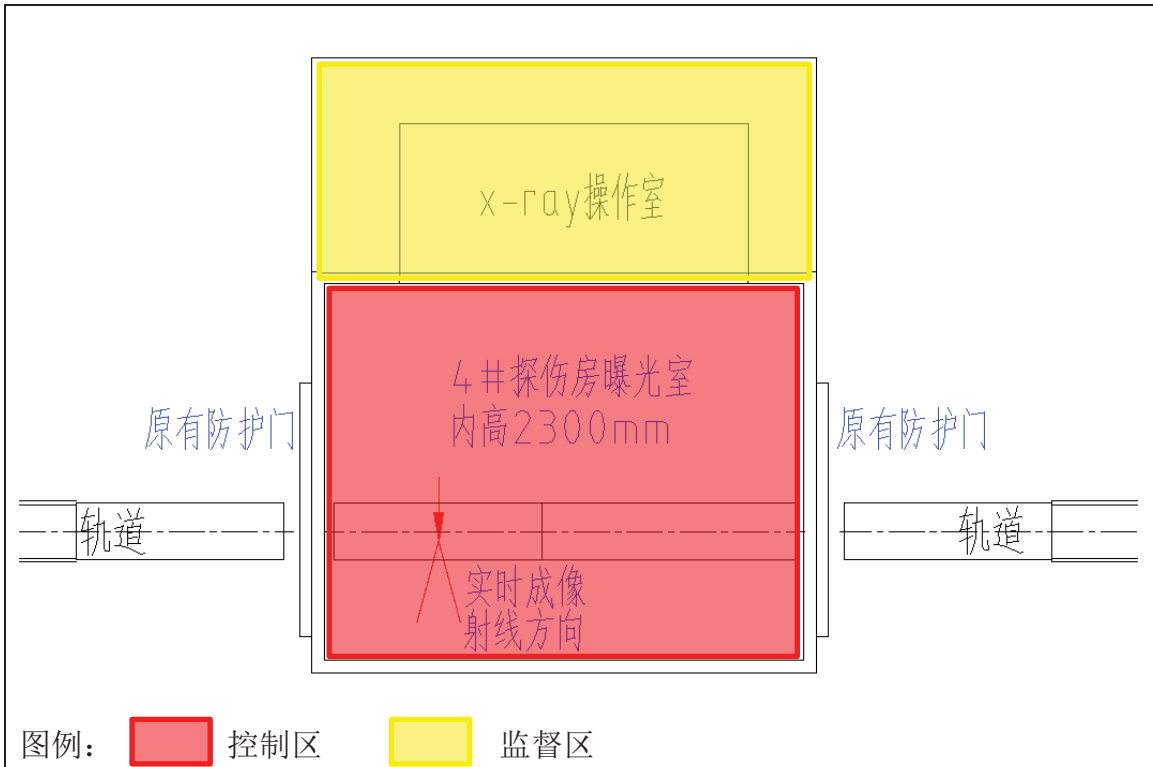


图 10-2 4#探伤房分区管理情况

2. 辐射安全场所屏蔽设计方案

2#探伤房实时成像设备的主射线方向朝北，其他射线机的方向不固定。探伤房使用铅材料进行屏蔽，使用铅板屏蔽可有效降低铅房四周、顶部的辐射水平。各方向铅屏蔽材料厚度见下表所示。

表 10-1 2#探伤房屏蔽一览表

屏蔽墙	屏蔽参数
东侧屏蔽墙	6mm 钢+12mm 铅+6mm 钢
南侧屏蔽墙	6mm 钢+12mm 铅+6mm 钢
西侧屏蔽墙	6mm 钢+12mm 铅+6mm 钢
北侧屏蔽墙	6mm 钢+12mm 铅+6mm 钢
东侧防护门	6mm 钢+12mm 铅+6mm 钢
西侧防护门	6mm 钢+12mm 铅+6mm 钢
探伤房顶	6mm 钢+12mm 铅+6mm 钢

4#探伤房实时成像设备的主射线方向朝南，其他射线机的方向不固定。探伤房使用铅材料进行屏蔽，使用铅板屏蔽可有效降低铅房四周、顶部的辐射水平。各方向铅屏蔽材料厚度见下表所示。

表 10-2 4#探伤房屏蔽一览表

屏蔽墙	屏蔽参数
东侧屏蔽墙	28mm 铅
南侧屏蔽墙	30mm 铅
西侧屏蔽墙	28mm 铅
北侧屏蔽墙	28mm 铅
东侧防护门	28mm 铅
西侧防护门	28mm 铅
探伤房顶	28mm 铅

3. 辐射安全设施描述及评价

本项目改造后的 2#和 4#探伤房辐射安全设计如下：

本项目辐射安全设计有：

- (1) 门机联锁：探伤房的防护门都与 X 射线机高压设置门机联锁。任何一扇防护门未完全关闭到位，探伤房室内 X 射线机不能接通高压出束。操作期间误打开任何一扇防护门，可以立即实现 X 射线机停止出束。关上门不会自动开始 X 射线照射。
- (2) 探伤室防护门口和内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号可以持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。“照射”状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁，探伤室内、外醒目位置处张贴有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。
- (3) 探伤房进出口防护门醒目位置设置电离辐射警告标识和中文警示说明。
- (4) 探伤室内及操作台安装紧急停机装置，在出现紧急事故时，可以立即停止照射。紧急停机装置的安装保证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。紧急停机装置带有标识，标明使用方法。

本项目探伤房配备的安全联锁、工作指示灯、警示标志、急停开关、声音提示等安全设施合理可行，可以很好地起到预防事故发生的作用。

本项目探伤房配备的安全联锁、工作指示灯、警示标志、急停开关、声音提示等安全设施合理可行，可以很好地起到预防事故发生的作用。

三废的治理：

本项目在无损检测工作时由于 X 射线电离空气，会产生少量的臭氧和氮氧化物。探伤房通过设置机械排风将产生的臭氧和氮氧化物直接排入大气，臭氧在自然条件下会自动分解为氧气。

本项目使用胶片开展的无损探伤时产生的废显影液委托有资质的单位进行处置。

本项目不产生放射性三废。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目探伤房改造主要涉及金属切割、焊接工艺，不开展混凝土浇筑等土建施工，探伤房建成后也无需装修，施工期的工作仅为金属的切割、拼装、焊接及设备的安装。因此施工期环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1. 运行期环境辐射水平估算

(1) 环境影响评价思路

根据 X 射线探伤房的尺寸、屏蔽参数、X 射线机出束能量，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的公式，进行辐射环境水平和人员受照剂量理论预测。

企业在使用 X 射线机开展探伤工作时，2#探伤房能量最高的 250kV 射线机主射线方向不固定，所有方向均按照有用线束计算剂量率，射线机的位置参照实时成像检测装置的射线机位置进行计算。4#探伤房使用 320kV 的实时成像检测装置时南侧为主射线方向，其他方向按照漏射线和散射线进行计算；4#探伤房使用 300kV 射线机时，主射线方向不固定，所有方向均按照有用线束计算剂量率。屏蔽计算时按照辐射影响的最大功率、最大电压进行计算。

(2) 评价模式

——有用线束

$$H=H_L \cdot B \cdot I / R^2 \quad (1)$$

式中：H：关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L ：距辐射源 1m 处输出量， $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，取值详见表 9-2；

I：X 射线装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

R：辐射源靶点至关注点的距离，m；

B：屏蔽透射因子，无量纲。参考 GBZ/T 250-2014 的图 B.1，2#探伤房按 250kV 电压下的透射率取值，4#探伤房按 300kV 电压下的透射率取值，320kV 电压下的透射率参考 GBZ/T 250-2014 的图 B.1。

—泄漏辐射

$$H=H_L \cdot B / R^2 \quad (2)$$

式中： H： 关注点泄露辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L ： 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R： 辐射源靶点至关注点的距离， m

B： 屏蔽透射因子， 无量纲。取值参考有用线束。

——散射辐射

$$H= (I \cdot H_0 \cdot B / R_s^2) \cdot (F \cdot \alpha / R_0^2) \quad (3)$$

式中： H： 关注点散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I： X 射线装置管电流， mA， 取值见公式 (1)；

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

R_s ： 散射体至关注点的距离， m；

$F \cdot \alpha / R_0^2$ ： 保守取 1/50；

B： 屏蔽透射因子， 320kV 电压下散射辐射的什值层保守按照 GBZ/T 250-2014 的图 B.1 中 250kV 取值。

(3) 环境辐射水平预测

探伤房屏蔽计算参数详见表 11-1， 环境辐射剂量率计算结果见表 11-2。计算点位布设示意图见图 11-1。

表 11-1 探伤房屏蔽计算参数

点位	预测点位	距离 R(m)	屏蔽透射因子 B	辐射类型
1	2#探伤房北侧	1.5	1.00E-06	主射线
2	2#探伤房西侧	4	1.00E-06	主射线
3	2#探伤房东侧	1.6	1.00E-06	主射线
4	2#探伤房南侧	4	1.00E-06	主射线
5	2#操作室	4.2	1.00E-06	主射线
6	2#探伤房顶部	1.3	1.00E-06	主射线
7	4#探伤房北侧（使用 320kV 实时成像设备）	3.1	1.00E-06	漏射线、散射线
8	4#探伤房西侧（使用 320kV 实时成像设备）	1.5	1.00E-06	漏射线、散射线

9	4#探伤房东侧（使用320kV 实时成像设备）	4.3	1.00E-06	漏射线、散射线
10	4#探伤房南侧（使用320kV 实时成像设备）	1.7	1.00E-06	主射线
11	4#操作室（使用320kV 实时成像设备）	3.3	1.00E-06	漏射线、散射线
12	4#探伤房顶部（使用320kV 实时成像设备）	1.6	1.00E-06	漏射线、散射线
13	江家村居民（使用320kV 实时成像设备）	39.5	1.00E-06	主射线
14	4#探伤房北侧（使用300kV 周向机）	3.1	1.00E-06	主射线
15	4#探伤房西侧（使用300kV 周向机）	1.5	1.00E-06	主射线
16	4#探伤房东侧（使用300kV 周向机）	4.3	1.00E-06	主射线
17	4#探伤房南侧（使用300kV 周向机）	1.7	1.00E-06	主射线
18	4#操作室（使用300kV 周向机）	3.3	1.00E-06	主射线
19	4#探伤房顶部（使用300kV 周向机）	1.6	1.00E-06	主射线
20	江家村居民（使用300kV 实时成像设备）	39.5	1.00E-06	主射线

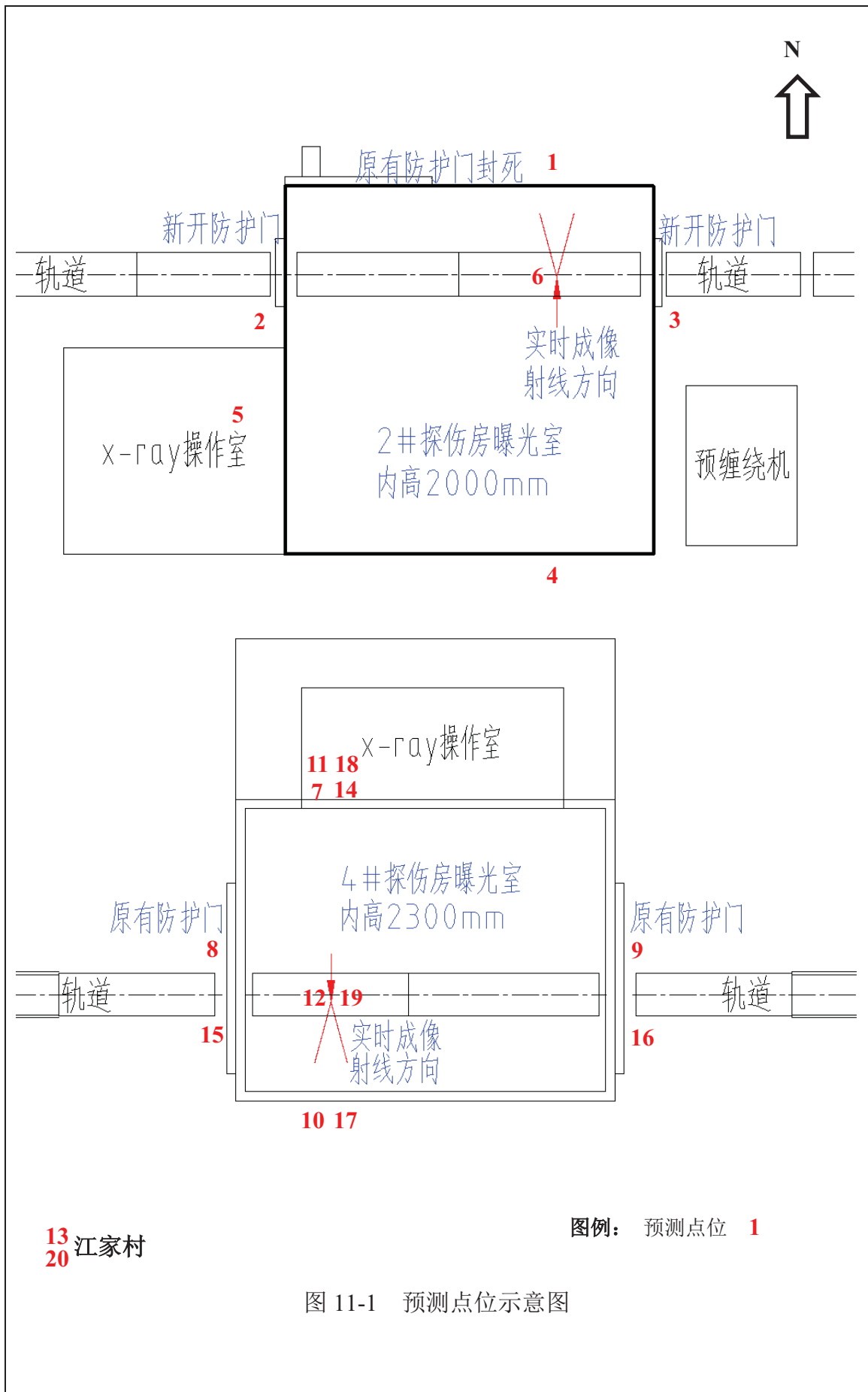


图 11-1 预测点位示意图

表 11-2 2#、4#探伤房屏蔽计算参数

点位	位置	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	2#探伤房北侧	1.853	—	—	1.853
2	2#探伤房西侧	0.261	—	—	0.261
3	2#探伤房东侧	1.629	—	—	1.629
4	2#探伤房南侧	0.261	—	—	0.261
5	2#操作室	0.236	—	—	0.236
6	2#探伤房顶部	2.467	—	—	2.467
7	4#探伤房北侧（使用 320kV 实时成像设备）	—	0.008	0.001	0.009
8	4#探伤房西侧（使用 320kV 实时成像设备）	—	0.036	0.002	0.038
9	4#探伤房东侧（使用 320kV 实时成像设备）	—	0.004	<0.001	0.004
10	4#探伤房南侧（使用 320kV 实时成像设备）	1.398	—	—	1.398
11	4#操作室（使用 320kV 实时成像设备）	—	0.007	<0.001	0.007
12	4#探伤房顶部（使用 320kV 实时成像设备）	—	0.032	0.002	0.034
13	江家村居民（使用 320kV 实时成像设备）	0.003	—	—	0.003
14	4#探伤房北侧（使用 300kV 周向机）	0.353	—	—	0.353
15	4#探伤房西侧（使用 300kV 周向机）	1.507	—	—	1.507
16	4#探伤房东侧（使用 300kV 周向机）	0.183	—	—	0.183
17	4#探伤房南侧（使用 300kV 周向机）	1.173	—	—	1.173
18	4#操作室（使用 300kV 周向机）	0.311	—	—	0.311
19	4#探伤房顶部（使用 300kV 周向机）	1.324	—	—	1.324
20	江家村居民（使用 300kV 周向机）	0.002	—	—	0.002

根据表 11-2 预测结果，2#、4#探伤房改建后在最大能量工况下，探伤房周围环境辐射剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 要求。

(3) 人员受照剂量预测评价

根据表 11-2 中估算的辐射剂量率计算结果值，对人员受照剂量预测，对于 4#探伤房保守取相同位置的最大值。

估算模式：
$$W = D \times U \times T \quad (5)$$

其中：W：年受照剂量，mSv/a 或 $\mu\text{Sv/周}$ ；

D：预测点辐射剂量率，mSv/h 或 $\mu\text{Sv/h}$ ；

U：居留因子，无量纲；

T：受照时间，取 500h/a、10h/周。

人员受照剂量估算结果见表 11-3。

表 11-3 人员年受照剂量计算结果

序号	预测点位	人员性质	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留 因子	年受照剂 量 (mSv/a)	周受照剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
1	2#探伤房北侧	公众	1.853	1/16	0.058	1.158
2	2#探伤房西侧	公众	0.261	1/16	0.008	0.163
3	2#探伤房东侧	公众	1.629	1/16	0.051	1.018
4	2#探伤房南侧	公众	0.261	1/16	0.008	0.163
5	2#操作室	职业人员	0.236	1	0.118	2.360
6	2#探伤房顶部	—	2.467	—	—	—
7	4#探伤房北侧	职业人员	0.353	1/4	0.044	0.883
8	4#探伤房西侧	公众	1.507	1/16	0.047	0.942
9	4#探伤房东侧	公众	0.183	1/16	0.006	0.114
10	4#探伤房南侧	公众	1.398	1/16	0.044	0.874
11	4#操作室	职业人员	0.311	1	0.156	3.110
12	4#探伤房顶部	—	1.324	—	—	—
13	江家村居民	公众	0.003	1	0.002	0.030

据表 11-3 计算结果，两座探伤房改建完成投入运行后，预计职业人员年最

大受照剂量为 0.156mSv/a，公众年最大受照剂量为 0.058mSv/a，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对个人年有效受照剂量（职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a）的要求，并低于本项目管理目标值：职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a。因此本项目 2 座探伤房的屏蔽结构均满足辐射防护要求。

职业人员和公众每周受照的剂量最大值分别为 3.110 μ Sv/周和 1.158 μ Sv/周，满足国家标准对人员周剂量参考控制水平的要求（职业人员 100 μ Sv/周，公众 5 μ Sv/周）。

（4） 其它污染物排放对环境的影响

X 射线装置设备每天累积开机时间约 2 小时，单次检测开机在 10 分钟以内，臭氧和氮氧化物废气产量很小。设备为铅房结构，探伤房设置简单的机械通风，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。产生的臭氧和氮氧化物直接进入大气，臭氧在自然条件下会自动分解为氧气，对周围环境影响很小。

本项目在生产过程中产生废显影液，属于危险废物。企业已签订了危废处置协议，委托有相关危废处置资质的单位回收处置。

事故影响分析

1. 最大可信事故

本项目最大可信事故是：探伤房门机联锁失灵，人员打开防护门时 X 射线装置仍处于出束状态，造成人员意外照射。

2. 事故后果

本项目中的 X 射线装置属于 II 类射线装置，为中危险射线装置，事故可能引起急性放射性损伤。长时间、大剂量照射甚至导致死亡。

3. 事故预防措施

分析事故发生的原因，此类事故大都是人为因素造成的，即由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事故。为有效预防各类辐射事故发生，企业采取以下事故预防措施：

(1) 企业内部加强辐射安全管理，辐射安全管理人员定期监督检查。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。接通高压前巡视曝光室，工件进入曝光室后先关闭防护大门，再从防护小门进入操作室进行操作可有效防止人员误入曝光室。

(3) 定期检查确认安全联锁、急停装置、工作指示灯、声音提示装置等各项安全措施的有效性，杜绝以上装置失效情况下开机操作。

(4) 辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计、报警仪等监测仪表。若辐射工作人员按照规定操作时携带有效的个人剂量报警仪，当报警仪发出报警声时，人员可立即知晓并按下急停装置，设备可立即停止出束，有效减少人员受照时间和受照剂量。

(5) X 射线装置开机作业 2 人或以上共同作业，开机状态下人员不得脱岗。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1. 辐射安全管理机构设置情况

企业建立了辐射安全与防护领导小组，配备 1 名专职辐射安全管理人员，参加有关部门培训后持证上岗，负责企业辐射安全管理工作。

2. 人员配备与职能

探伤房单班配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员不兼职其它辐射工作。

3. 注册核安全工程师配备情况

根据国家核安全局，国核安发[2010]25 号文，《发布注册核安全工程师执业资格关键岗位名录（第一批）》，对于使用 II 类射线装置的单位，暂未提出关键岗位配备注册核安全工程师的要求。本项目建设单位目前没有注册核安全工程师，建议企业加强这方面专业人员的培养。

辐射安全管理规章制度

江苏秋林特能装备股份有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，制定了相关的辐射安全管理制度及操作规程，在日常工作中也能够严格按照相关的制度执行，公司现有制度包括《X 射线探伤的防护管理规定》、《X 射线探伤的安全操作规程》、《X 射线探伤设备的操作和维护保养规定》、《X 射线探伤人员的工作职责》、《放射事故应急处理方案》、《个人剂量监测管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《健康管理规定》等。

辐射监测

1. 环境监测方案

(1) 个人剂量检测

企业已委托苏州大学卫生与环境技术研究所开展辐射工作人员个人剂量监测，每三个月将个人剂量计收集后统一送苏州大学卫生与环境技术研究所检测。企业内辐射安全管理机构对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存。运行以来未出现个人剂量超标情况。

(2) 工作场所辐射环境检测

企业每年委托有监测资质的单位对辐射工作场所进行年度监测；连同年度辐射环境评估报告一并在次年 1 月 31 日前送交环保部门。

企业定期（每月）用巡检仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录。设

备出现故障维修后，经巡检达到国家标准后再次启用。

2. 环境监测仪器配备

辐射工作人员每人均配备个人剂量计，开展无损检测时随身佩戴。

每个工作人员配备 1 台个人移动式报警仪，人员工作时随身佩戴。

企业配备 4 台 X- γ 剂量率巡检仪，定期自检，保存检测记录。

辐射事故应急

1. 辐射事故应急响应机构、预案建立情况

企业已建立辐射事故应急预案，并制定了规章制度防止事故发生，这些文件中包含了以下内容：

- a) 建立辐射事故应急处理领导小组，明确小组各成员的职责和分工
- b) 事故应急的人员培训
- c) 辐射事故预防措施
- d) 辐射应急处理措施
- e) 辐射事故报告的程序
- f) 辐射事故发生后的善后处理程序

2. 辐射事故和预案的可行性

分析认为，企业在建立了相关应急响应机构、制定和落实辐射事故的相关预案后，辐射事故应急是可行的。

表 13 结论与建议

结论

1. 项目概况

天然气、石油、化工、采矿、冶金、建筑专用设备开发、制造、销售、安装。为保证产品质量，企业前后建设了 4 座探伤房，配备、使用 14 台射线机对产品进行无损检测。为了提高工作效率，企业计划对 2#和 4#探伤房进行改造。原 2#探伤房为北侧开门，辐射工作人员手工搬运工件进出探伤房，现拟将北侧的防护门封死，在探伤房的东、西屏蔽墙开门并铺设轨道，工件通过轨道进出。原 4#探伤房原铅屏蔽的厚度为 14mm 当量，现拟使用最大能量为 320kV 的射线装置，故拟将铅房整体厚度增加。同时更新设备，使用实时成像系统以提高检测效率。

本项目 2#、4#探伤房拟新增的射线装置详见表 1-1，2#探伤房使用的射线装置最大能量为 250kV，4#探伤房使用的射线装置最大能量为 320kV。本项目评价重点是 X 射线装置在开机运行时对环境和人员的辐射影响。

江苏秋林特能装备股份有限公司位于江阴市月城镇，企业地处月城镇东北方向的工业集中区，厂址北侧为秋林港机有限公司，南侧为江家村居民，西侧和东侧均为工业企业。企业 2#探伤房外 50m 范围无敏感点，4#探伤房南方向 38m 有江家村居民房屋。

经检测拟开展核技术应用的区域周围环境的 X- γ 剂量率在 (0.057~0.084) $\mu\text{Sv/h}$ 范围，拟开展核技术应用区域的本底处于江苏省辐射环境本底水平正常涨落范围内。

2. 辐射安全防护结论

探伤房设有门机联锁、显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“照射”状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁。伤房进出口防护门醒目位置设置电离辐射警告标识。探伤室内及操作台安装紧急停机装置。上述安全设施设计满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ117-2015)中有关门机联锁、工作指示灯、急停开关、安全警示标识和等安全措施要求。

辐射工作人员在上岗前参加有关部门组织的辐射防护知识培训，经考核合格后上岗操作。辐射工作人员在操作时佩带个人剂量计。辐射工作人员配备有

效的个人剂量报警仪，人员进入监督区内佩戴。企业配备有 4 台 X- γ 剂量率巡检仪，定期自检。

3. 环境影响分析结论

改建的 2 座探伤房屏蔽计算结果：设备运行后辐射工作人员和周围公众受到的最大年剂量均满足国标《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值要求，并低于剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）。同时满足国家标准中周剂量限值要求（职业人员 100 μ Sv/周，公众 5 μ Sv/周）。

现有的设计参数条件下，探伤房四周、顶部外 30cm 处辐射剂量率均小于 2.5 μ Sv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

X 射线机工作时产生少量臭氧等废气通过风机排放，不会对周围环境产生影响。本项目在生产过程中产生废显（定）影剂将委托有相关危废处置资质的单位回收处置，也不会对周围环境产生影响。

4. 可行性分析结论

本项目在改建的两座探伤房内使用 X 射线机进行探伤是出于企业正常生产需要，设备设计采用门机联锁等多项辐射安全措施，采取保守的屏蔽设计方案，人员受照剂量和环境辐射剂量率处于较低的水平，符合“辐射防护三原则”的要求。

从保护环境的角度而言，在实现本项目“三同时”一览表中的各项辐射防护措施的前提下，本项目是可行的。

建议

1. 设备开机检测时严格遵循操作规程，加强对操作人员和管理人辐射安全教育，避免意外照射事故。
2. 设备开机运行前，要对所有安全设施、辐射监测仪表的有效性和可靠性进行检查。

附：“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作	设立辐射安全管理机构，指定 1 名本科学历管理人员，并以文件形式明确机构内各人员职责。	-
辐射安全和防护措施	2#探伤房所有墙壁、屋顶和防护门都使用 6mm 钢+12mm 铅+6mm 钢，4#探伤房南侧墙壁使用 30mm 铅，其他侧墙壁、顶部及防护门使用 28mm 铅。	探伤房周围 30cm 处辐射剂量率低于 GBZ117-2015 中 2.5 μ Sv/h 的限值要求。人员年受照剂量满足 GB18871 中年限值和本项目剂量约束值：职业人员 5mSv/a、公众 0.25mSv/a，满足人员周剂量控制要求（职业人员 100 μ Sv/周、公众 5 μ Sv/周）。	60
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停开关等）	探伤房设有门机联锁、显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“照射”状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁。探伤房进出口防护门醒目位置设置电离辐射警告标识。探伤室内及操作台安装紧急停机装置。	5
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射安全管理人员和操作人员参加有关部门的培训，通过考核，持证上岗。	—
	个人剂量监测	辐射工作人员定期接受剂量监测	2
	人员职业健康监护	辐射工作人员接受职业健康监护	1.5
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪	工作场所将配置 4 台巡检仪，企业平时自检使用。	—
	个人剂量报警仪	每名辐射工作人员配备 1 台有效个人剂量报警仪，开展辐射工作时随身佩戴。	—
辐射安全管理制度	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、设备台账和使用登记制度、人员培训计划、监测制度、辐射事故应急措施	制定规章制度	-
废气	设置机械通风，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。	设置机械通风，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，停机后人员可以不受臭氧影响，随时进入曝光室	5
固废	危废委托有资质的单位处置	危废由有资质的单位处置	0.5
总计	—	—	74

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公 章

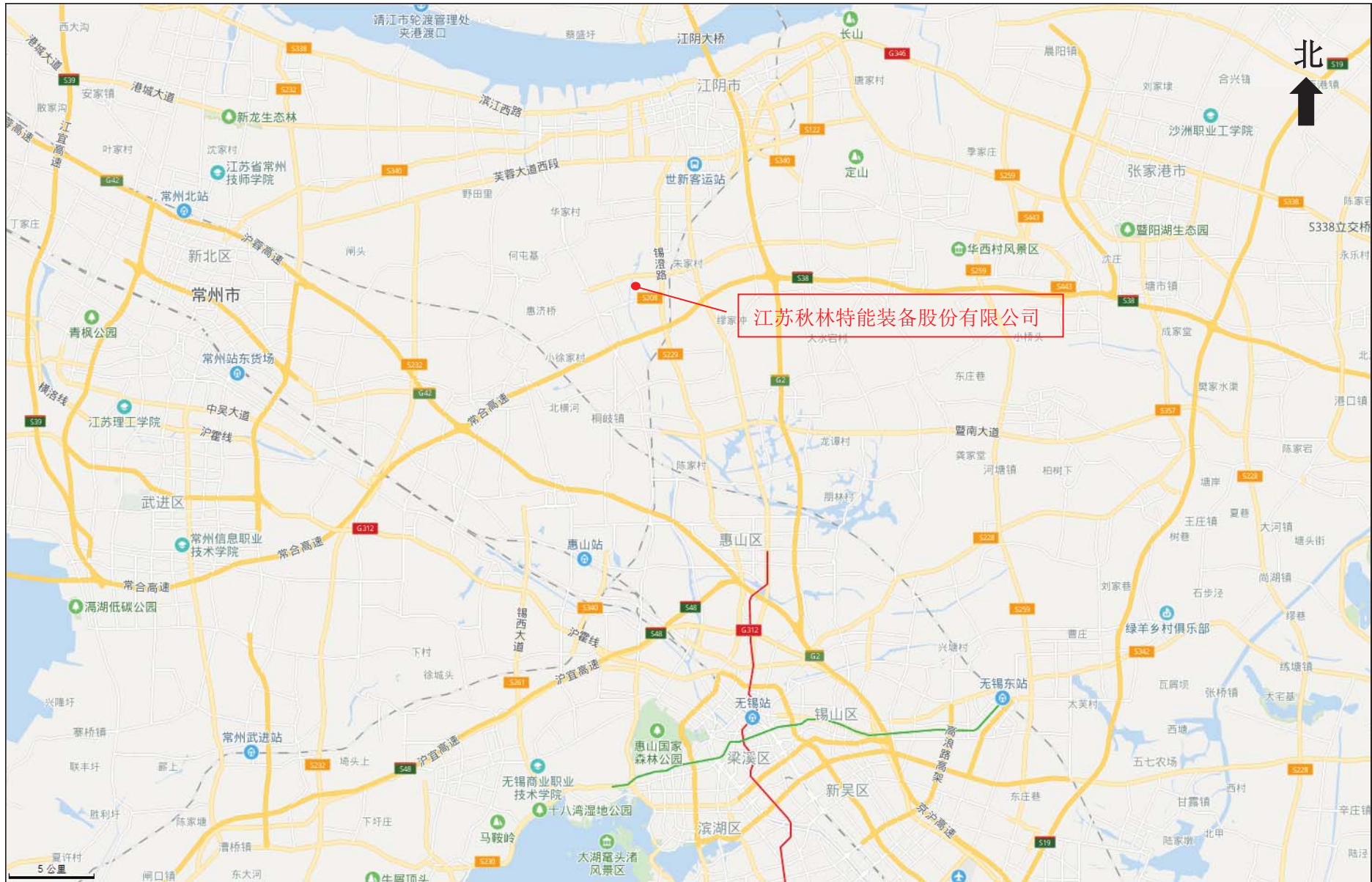
年 月 日

审批意见：

经办人

公 章

年 月 日



附图 1 项目地理位置图