

检索号	2025-HP-0116
商密级别	普通商密

核技术利用建设项目

南通惠工工程检测有限公司

新建移动式 X 射线探伤项目

环境影响报告表

南通惠工工程检测有限公司

2025 年 9 月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况..... 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..... 9

表 8 环境质量和辐射现状..... 14

表 9 项目工程分析与源项..... 15

表 10 辐射安全与防护..... 21

表 11 环境影响分析..... 26

表 12 辐射安全管理..... 35

表 13 结论与建议..... 40

表 14 审批..... 43

附图

附图 1：南通惠工工程检测有限公司地理位置示意图

附图 2：南通惠工工程检测有限公司周围环境示意图

附图 3：纽约时代 1 幢 209 室平面布局示意图

附件

附件 1：项目委托书

附件 2：射线装置使用承诺书

附件 3：洗片废水、废胶片安全处置承诺书

附件 4：南通惠工工程检测有限公司房屋租赁合同

附件 5：项目编制主持人现场踏勘照片

表 1 项目基本情况

建设项目名称		南通惠工工程检测有限公司新建移动式 X 射线探伤项目			
建设单位		南通惠工工程检测有限公司			
法人代表		陈龙	联系人		联系电话
注册地址		南通市崇川区幸福街道北大街 298 号太阳晶城大厦（纽约时代）1 幢 2014 室			
项目建设地点		X 射线探伤机储存地址：南通市崇川区幸福街道北大街 298 号纽约时代 1 幢 209 室 移动探伤现场：视受检单位而定			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		20	项目环保投资（万元）	5	投资比例（环保投资/总投资） 25%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） /
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			
	1.1 项目概述 1.1.1 建设单位基本情况 南通惠工工程检测有限公司成立于2019年11月06日，注册资本为128万人民币，主要从事检验检测服务。 1.1.2 项目由来及建设规模				

本项目射线装

置的基本情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置基本情况一览表

序号	射线装置型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	类别	工作场所名称	使用情况	活动种类	环评情况	备注
1	XXG3005D 型 X 射线探伤机	1 台	300	5	II	移动探伤现场	拟购	使用	新建项目 本次环评	定向
2	XXG2505D 型 X 射线探伤机	1 台	250	5	II	移动探伤现场	拟购	使用	新建项目 本次环评	定向
2	XXG2505C 型 X 射线探伤机	1 台	250	5	II	移动探伤现场	拟购	使用	新建项目 本次环评	周向

南通惠工工程检测有限公司新建移动式 X 射线探伤项目为该单位首次开展核技术利用建设项目，为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境保护法》、《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和防护管理办法》等法律法规的规定，南通惠工工程检测有限公司应办理核技术利用项目环境影响评价手续。

根据《射线装置分类》（2017 年修订版），XXG3005D 型 X 射线探伤机、XXG2505D 型 X 射线探伤机和 XXG2505C 型 X 射线探伤机为工业用 X 射线探伤装置，属于 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），使用 II 类射线装置应编制环境影响报告表。受南通惠工工程检测有限公司的委托，江苏辐环环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司在资料调研、现场勘察、项目工程分析等工作的基础上，编制了本项目环境影响报告表。

1.2 项目周边保护目标及项目选址情况

本项目探伤机储存室、洗片室、危废暂存间位于南通市崇川区幸福街道北大街 298 号纽约时代 1 幢 209 室，评片地点位于幸福街道北大街 298 号纽约时代 1 幢 2014 室。公司地理位置示意图见附图 1。纽约时代 1 幢 209 室及 2014 室均为租赁场地，场地租赁合同见附件 4。

纽约时代 1 幢为商住楼，北侧为商业街道路，西侧为纽约时代 3 幢，东侧为站前东

街，南侧为港兴路。纽约时代 1 幢 209 室主要用于洗片、危废暂存、X 射线探伤设备及辐射安全设施的暂存，公司办公、评片地点位于幸福街道北大街 298 号纽约时代 1 幢 2014 室。纽约时代 1 幢 209 室西部为危废暂存间及仪器储存室，东部为洗片室，纽约时代 1 幢 209 室周围环境见附图 2，纽约时代 1 幢 209 室平面布局见附图 3。本项目拟购置的 3 台 X 射线探伤机不使用时拟贮存在仪器储存室内，仪器储存室拟由实心砖墙建设，配备防盗门并在室内安装监控，具备防盗防破坏功能。

南通惠工工程检测有限公司拟开展移动探伤检测工作，公司内不使用、不调试射线装置。南通惠工工程检测有限公司为客户单位实施现场探伤之前，应对工作环境进行全面的评估，以保证实现安全操作。评估内容应至少包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

南通惠工工程检测有限公司在实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有南通惠工工程检测有限公司现场辐射工作人员、被检单位的现场工作人员及探伤现场周边的公众，因此本项目周围的保护目标主要是南通惠工工程检测有限公司现场辐射工作人员、被检单位的现场工作人员及探伤现场周边的公众等。

1.3 实践正当性评价

南通惠工工程检测有限公司因发展需要，拟购置 3 台移动式 X 射线探伤机，为委托单位提供移动探伤检测服务，确保受检单位产品质量。本项目的建设将满足受检单位提高产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使受检单位生产安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。此外，本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，具有良好的社会效益和经济效益。本项目在运行期间会增加探伤现场周围的辐射水平，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。该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 4.3.1.1 中“对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的”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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 射线探伤机	II	1 台	XXG3005D	300	5	无损检测	移动探伤现场	定向
2	X 射线探伤机	II	1 台	XXG2505D	250	5	无损检测	移动探伤现场	定向
3	X 射线探伤机	II	1 台	XXG2505C	250	5	无损检测	移动探伤现场	周向

(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	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	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
显影、定影废液	液态	/	/	/	不超过 200kg	/	集中收集后暂存于公司危废暂存间内	委托有危险废物经营资质的单位回收处理
胶片冲洗废水		/	/	/	不超过 800kg	/	集中收集后暂存于公司危废暂存间内	委托有危险废物经营资质的单位回收处理
废胶片	固态	/	/	/	不超过 200 张	/	集中收集后暂存于公司危废暂存间	委托有危险废物经营资质的单位回收处理
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	臭氧分解时间约 50min，最终排入大气，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小
退役 X 射线发生器	/	/	/	/	/	/	不暂存	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	(1)《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 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 年修正版), 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》, 2003 年 10 月 1 日起施行 (4)《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院令 第 682 号, 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条例》(2019 年修正版), 国务院令 第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行 (6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版), 生态环境部令 第 20 号, 自 2021 年 1 月 4 日起施行 (7)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部令 第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行 (8)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环境保护部令 第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行 (9)《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》, 国家环境保护总局文件, 环发〔2006〕145 号文 (10)《关于发布<射线装置分类>的公告》(2017 年修订版), 环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年公告第 66 号公布, 自 2017 年 12 月 5 日起施行 (11)关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知, 环办〔2013〕103 号, 2014 年 1 月 1 日起施行 (12)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部令 第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行 (13)《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 38 号, 2019 年 11 月 1 日起施行 (14)《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 39 号, 2019 年 10 月 25 日生成 (15)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 57 号, 2020 年 1 月 1 日起施行 (16)《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修改版), 江苏省人大常委会公告第 2 号, 2018 年 3 月 28 日修改, 2018 年 5 月 1 日起施行 (17)《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 日起施行 （18）《国家危险废物名录》（2025 年版），生态环境部令 第 36 号，2025 年 1 月 1 日起施行 （19）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办[2021]187 号，2021 年 5 月 31 日发布 （20）《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 （21）《江苏省危险废物集中收集体系建设工作方案（试行）》，（苏环办〔2021〕290 号），2021 年 10 月 14 日印发 （22）《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），2021 年 11 月 11 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）《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）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其 2017 年第 1 号修改单 （8）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）
其他	报告附件： （1）项目委托书（附件 1） （2）射线装置使用情况承诺书（附件 2） （3）洗片废水及废胶片安全处置承诺书（附件 3） （4）南通惠工工程检测有限公司房屋租赁合同（附件 4） （5）编制主持人现场踏勘照片（附件 5）

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用 II 类射线装置，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》（HJ10.1-2016）的要求，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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。

本项目为移动式 X 射线探伤项目，探伤现场无实体边界，评价范围为移动探伤现场监督区边界外 100m 以内区域（具体监督区边界参考表 11 辐射环境影响分析）。根据表 11 辐射环境影响分析，确定本项目 XXG2505D 型 X 射线探伤机、XXG2505C 型 X 射线探伤机及 XXG3005D 型 X 射线探伤机在满功率运行工况下的评价范围分别约为 204m、222m 及 228m。在移动探伤作业中，需根据钢板的实际厚度来调节管电压和管电流，并利用探伤区域的建筑、工件、墙体等实体防护措施来限制射线束中的无用射线，减少散射量，屏蔽漏射线，以降低探伤作业现场周围的辐射水平，从而缩小控制区和监督区的范围。

7.2 保护目标

南通惠工工程检测有限公司拟在全国范围为委托单位提供移动探伤检测服务，探伤场所主要位于船厂、野外管道和工业厂区。作业现场类型主要为工厂厂区及野外空旷场地。本项目在实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有南通惠工工程检测有限公司现场辐射工作人员、被检单位的现场工作人员及探伤现场周边公众，本项目环境保护目标具体见表 7-1。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），移动探伤现场分为控制区和监督区，移动探伤控制区边界周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。禁止人员进入控制区且无关人员禁止进入监督区。

表 7-1 本项目环境保护目标分布一览表

保护目标			规模	剂量约束值
辐射工作人员	控制区外	操作人员	2 人	5mSv/a
评价范围内公众	监督区外	被检单位现场工作人员	视探伤现场而定	0.1mSv/a
评价范围内其余公众	监督区外	探伤现场周围公众	视探伤现场而定	

7.3 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 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）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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100cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合下表的要求。

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

7 移动式探伤的放射防护要求

7.1 作业前准备

7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。

7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。

a) 对于X射线探伤，如果每周实际开机时间高于7 h，控制区边界周围剂量当量率应按公式（1）计算：

$$\dot{H} = \frac{100}{\tau} \dots\dots (1)$$

式中： $\dot{H}$ ——控制区边界周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

100—— 5mSv 平均分配到每年50工作周的数值，即 $100\mu\text{Sv/周}$ ；

τ ——每周实际开机时间，单位为小时（h）。

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

7.2.4 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式X- γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

7.2.9 移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

7.2.10 探伤机控制台（X射线发生器控制面板或 γ 射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置射线发生器控制面板或 γ 射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

7.3 安全警示

7.3.1 委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径

提前发布探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。

7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。夜晚作业时控制区边界应设置有明显的区别。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

7.3.3 X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

7.4 边界巡查与检测

7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

7.4.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X- γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- γ 剂量率仪，两者均应使用。

7.5 移动式探伤操作要求

7.5.1 X 射线移动式探伤

7.5.1.1 周向式探伤机用于移动式探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。

7.5.1.2 应考虑控制台与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

（3）本项目辐射剂量管理限值

综合考虑 GB18871-2002、GBZ117-2022，本项目管理目标为：

移动探伤控制区边界周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(4) 本项目辐射剂量约束值

综合考虑 GB18871-2002、GBZ117-2022，本项目剂量约束值为：

职业人员年剂量约束值不超过 5mSv，公众年剂量约束值不超过 0.1mSv。

(5) 参考资料

- ① 《辐射防护导论》，方杰主编。
- ② 《实用放射防护指南》，张文启主编。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

1、公司位置

南通惠工工程检测有限公司探伤机储存室、洗片室、危废暂存间位于南通市崇川区幸福街道北大街 298 号纽约时代 1 幢 209 室，公司办公及评片地点位于幸福街道北大街 298 号纽约时代 1 幢 2014 室，公司地理位置示意图见附图 1。

南通惠工工程检测有限公司所在商住楼北侧为商业街道路，西侧为纽约时代 3 幢，东侧为站前东街，南侧为港兴路。公司周围环境情况见附图 2。

2、本项目位置

纽约时代 1 幢 209 室主要用于洗片、危废暂存、X 射线探伤设备及辐射安全设施的暂存，公司办公、评片地点位于幸福街道北大街 298 号纽约时代 1 幢 2014 室。纽约时代 1 幢 209 室西部为危废暂存间及仪器储存室，东部为洗片室，南通惠工工程检测有限公司周围环境见附图 2，公司平面布局见附图 3。本项目拟购置的 3 台 X 射线探伤机不使用时拟贮存在仪器储存室内，仪器储存室用于贮存 X 射线探伤机、“无关人员禁止入内”警告牌、提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置等辐射防护设施，同时仪器储存室拟由实心砖墙建设，配备防盗门并在室内安装监控，具备防盗防破坏功能。

南通惠工工程检测有限公司拟在全国范围为委托单位提供移动探伤检测服务，探伤场所主要位于船厂、野外管道和工业厂区。本项目在实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有南通惠工工程检测有限公司现场辐射工作人员、被检单位的现场工作人员及探伤现场周边公众。

在实施现场探伤之前，应对工作环境进行全面的评估，以保证实现安全操作。评估内容应至少包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

8.2 环境现状

南通惠工工程检测有限公司拟在全国范围为委托单位提供移动探伤检测服务，因探伤场所的不确定性，本项目未开展环境辐射水平现状监测。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成及工作方式

1、设备组成

本项目使用的 3 台移动式 X 射线探伤机均为便携式 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三部分组成。XXG2505D、XXG2505C 和 XXG3005D 型 X 射线探伤机的最大管电压分别为 250kV、250kV 和 300kV，最大管电流均为 5mA。

本项目 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，对探伤现场周围环境主要为 X 射线辐射影响，南通惠工工程检测有限公司拟配备 2 名辐射工作人员进行现场探伤。在现场探伤工作过程中，设备完成摆位后，1 名辐射工作人员操作探伤设备进行延时启动，1 名辐射工作人员对控制区和监督区进行辐射剂量率巡测，探伤机工作时，2 名辐射工作人员均在控制区外进行相关作业。

本项目 3 台 X 射线探伤机外观图分别见图 9-1~图 9-3，表 9-2 为本项目 X 射线探伤机主要技术参数（见附件 2）本项目 3 台 X 射线探伤机的 X 射线管的滤过条件和输出量不详。



图 9-1 本项目 XXG3005D 型 X 射线探伤机外观图



图 9-2 本项目 XXG2505D 型 X 射线探伤机外观图



图 9-3 本项目 XXG2505C 型 X 射线探伤机外观图

表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数一览表

	X 射线探伤机技术参数		
型号	XXG3005D	XXG2505D	XXG2505C
最大管电压	300kV	250kV	250kV
最大管电流	5mA	5mA	5mA
出射线束	定向照射	定向照射	周向照射

探伤工件的厚度、尺寸	厚度最大为 50mm	厚度最大为 40mm	厚度最大为 34mm
探伤工件的材质	钢	钢	钢
辐射角	40°×40°	40°×40°	30°×360°
滤过条件	不详	不详	不详
控制电缆长度	20m	20m	20m

2、人员配置及工作负荷

南通惠工工程检测有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，每次只使用一台 X 射线探伤机开展现场探伤工作，探伤机工作时，2 名工作人员均在控制区外进行相关作业。辐射工作人员平均每周开机曝光时间不超过 6h，年工作不超过 50 周，即年开机曝光时间不超过 300h，探伤时间包含训机时间。同一个探伤现场内年开机曝光时间不超过 6h。

本项目配备人员能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。”的要求。

9.1.2 工作原理、工艺流程及产污环节

1、工作原理

X 射线探伤机的核心部件是 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，产生大量 X 射线。X 射线管结构图见图 9-4。

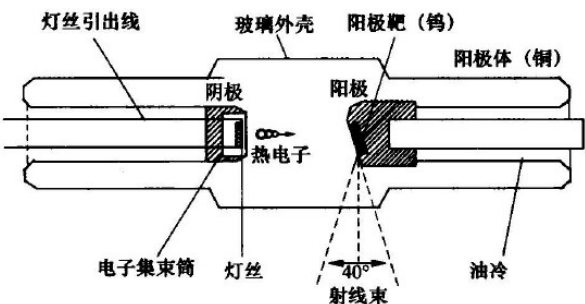


图 9-4 X 射线管结构示意图

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，射线减弱强度越大，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，其减弱强度较小，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。常见定向、周向 X 射线探伤机照射工件示意图见图 9-5。

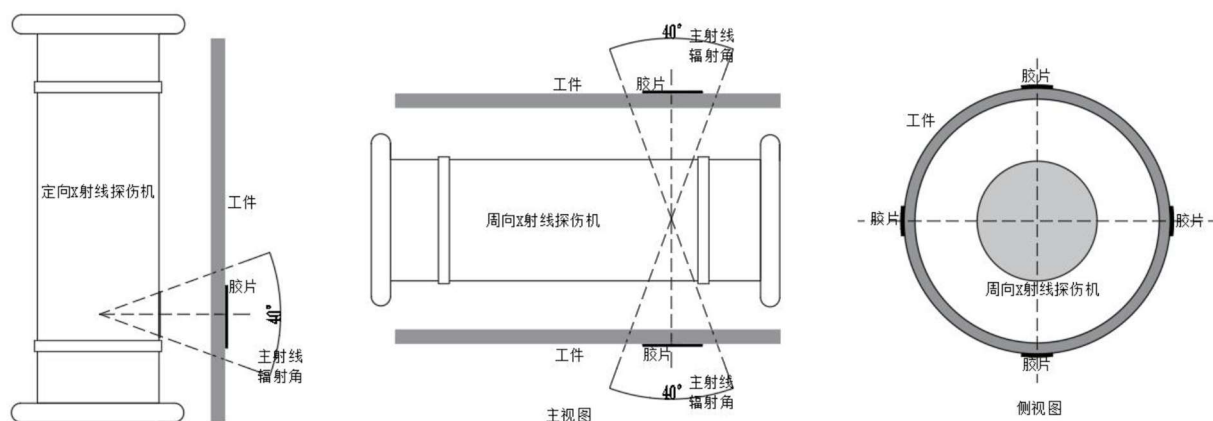


图 9-5 常见定向、周向 X 射线探伤机照射工件示意图见图 9-5。

2、工艺流程及产污环节

移动式 X 射线探伤工作流程如下：

(1) 现场探伤工作之前，辐射工作人员事先开具探伤作业票；对被检单位的检测现场工作环境进行评估，与被检单位协商适当的地点和探伤时间；

(2) 发布 X 射线探伤通知，告知探伤时间、范围；

(3) 在预定时间清场、设立警戒区及警示标志，根据理论估算结果和经验初步划定控制区和监督区，并按要求设置辐射安全措施；

(4) 对探伤现场进行清场，确保场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，将探伤机运至作业场地并连接好 X 射线探伤机及控制部件；

(5) 探伤工作人员远程操作探伤机进行延时试曝光，人员退至控制区外，探伤工作人员携带辐射巡测仪对控制区、监督区边界进行修定，重新确定控制区、监督区边界，探伤机自动停机后，按巡测结果重新设定控制区、监督区边界，并重新设置辐射安全措施；

(6) 1 名辐射工作人员操作探伤设备进行延时曝光，人员退至控制区外，1 名辐射工作人员在控制区和监督区边界进行警戒，探伤机工作时，2 名辐射工作人员均在控制区外进行相关作业；

(7) 达到预定照射时间和曝光量后，探伤机自动关机，停止照射，探伤人员携带个人剂量报警仪和巡测仪，经监测，确定探伤机停机后，在检测记录上签字，进入控制区，收回胶片、X 射线探伤机等装置，探伤工作人员解除警戒并离场。

(8) 胶片运回公司，工作人员在公司的洗片室、评片室内进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等，并出具检测报告。

此外，在 X 射线探伤机首次到厂或超过 1 周末使用等情况下，在开始探伤工作前，

需要对 X 射线探伤机进行训机，训机地点为被检单位现场。训机防护措施与现场检测相同。训机工作流程及产污环节为：

- (1) 划定两区、清场：与前文移动式 X 射线探伤工作流程中 (1) ~ (4) 一致；
- (2) 训机：辐射工作人员按下训机键，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，训机过程中，探伤工作人员携带辐射巡测仪对控制区、监督区边界进行巡测，并及时调整控制区和监督区边界，确保控制区、监督区边界满足辐射剂量率限值要求。按下训机键后，X 射线探伤机将产生 X 射线污染，同时 X 射线将使探伤机周围空气电离产生少量臭氧 (O₃) 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。

X 射线探伤机移动探伤工作流程及产污环节如图 9-6 所示：

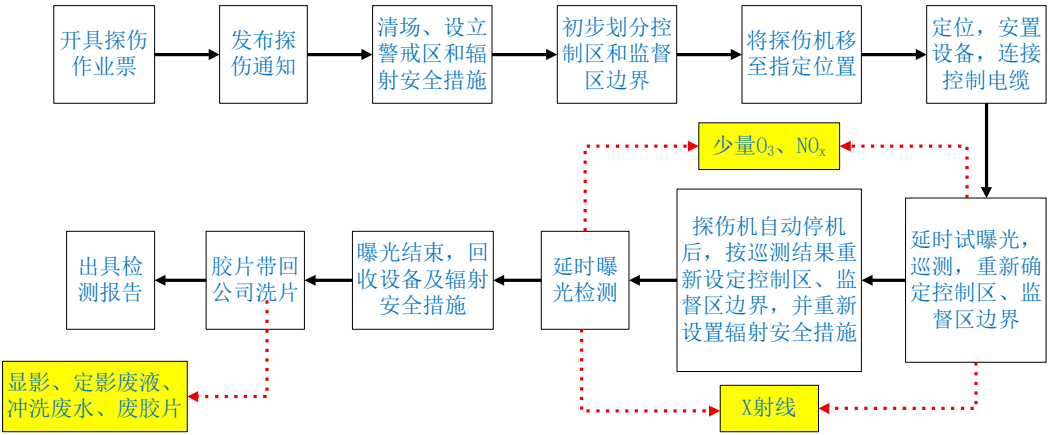


图 9-6 X 射线探伤机开展移动探伤工作流程及产污环节分析示意图

9.2 污染源项描述

1、辐射污染

由 X 射线探伤机工作原理可知，只有 X 射线探伤机在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，因此 X 射线探伤机在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。

本项目拟配备 3 台 X 射线探伤机，具体参数详见表 9-1。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。本项目探伤机滤过条件和输出量不详，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)，本项目探伤机输出量保守取 GBZ/T 250-2014 表 B.1 中相应管电压下的较大值，即 XXG2505D 型 X 射线探伤机及 XXG2505C 型 X 射线探伤机 X 射线输出量保守取 16.5mGy·m²·mA⁻¹·min⁻¹，XXG3005D 型 X 射线探伤机 X 射线输出量保守取 20.9mGy·m²·mA⁻¹·min⁻¹。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），本项目距 300kV 和 250kV X 射线探伤机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率均为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

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向上的散射辐射，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），能量为 250kV 及 300kV 的 X 射线经检测工件 90° 散射后，X 射线能量均降至 200kV；散射线能量和辐射剂量率远小于主射线能量和辐射剂量率。本项目 X 射线探伤机参数见表 9-2。

表 9-2 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 ($\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	泄漏辐射剂量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)	90° 散射后能 量 (kV)
XXG2505D 型 X 射线探伤机	250	5	16.5	5×10^3	200
XXG2505C 型 X 射线探伤机	250	5	16.5	5×10^3	200
XXG3005D 型 X 射线探伤机	300	5	20.9	5×10^3	200

2、其他污染

本项目不产生放射性废水、放射性废气和放射性固废。

本项目每年预计将产生不超过 200kg 的显影、定影废液和 500kg 的冲洗废水以及不超过 200 张废胶片，其中显影、定影废液和废胶片（含有重金属）属《国家危险废物名录》中编号为 HW16、废物代码为 900-019-16 的危险废物，冲洗废水拟按危险废物进行管理处置。

X 射线探伤机在工作状态时，X 射线会使探伤现场的空气电离产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

1、工作场所布局与分区

南通惠工工程检测有限公司拟在全国范围为委托单位提供移动探伤检测服务，探伤场所主要位于船厂、野外管道和工业厂区，作业现场类型主要为工厂厂区内空地及野外空旷场地。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“7.2.2 对于 X 射线探伤，如果每周实际开机时间高于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按公式（1）计算”，本项目周开机曝光时间不超过 6h，故本项目将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的区域划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区。

探伤机工作时，南通惠工工程有限公司拟在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志，并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤机开机曝光时，探伤人员在控制区边界外操作，严禁任何人进入控制区；拟在监督区边界上醒目位置处张贴电离辐射警告标志，并拟在其边界上悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，必要时拟设专人警戒，严禁无关人员进入监督区，在被检单位厂区内开展移动探伤，拟采取各种有效措施确保厂区边界处辐射剂量率达到监督区边界辐射剂量率水平。

本项目控制台与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆长 20m，X 射线探伤机设有延时开机装置，探伤机工作时，2 名辐射工作人员均在控制区外。

本项目两区划分示意图见图 10-1。南通惠工工程检测有限公司拟采取的分区措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

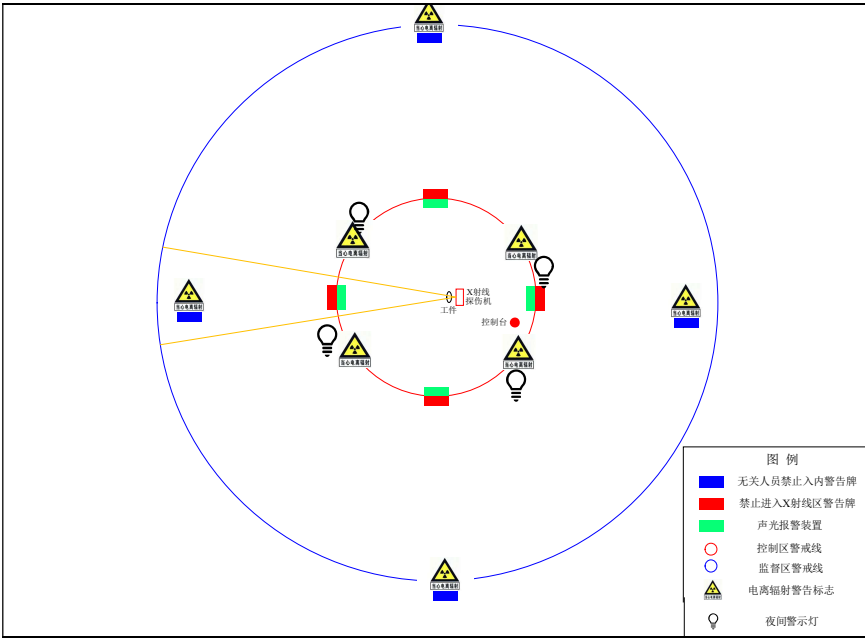


图 10-1 本项目两区划分及辐射安全措施布置示意图

2、辐射安全和防护措施分析

南通惠工工程检测有限公司开展现场探伤时拟根据相关法律、法规要求配备辐射安全防护设施，拟采取措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）标准中相关要求的对照如下：

表 10-1 本项目拟采取的辐射安全措施与标准对照表

本项目拟采取的辐射安全措施	GBZ117-2022 标准中要求	是否满足
本项目在被检单位现场进行移动探伤检测工作，作业现场类型主要为船厂、野外管道、单位厂区。南通惠工工程检测有限公司拟提前与被检单位协商沟通适当的探伤地点和探伤时间，提前对探伤现场进行全面评估，同时提醒被检单位发布现场检测通告、警告标识和报警信号等。同时将与被检单位沟通，要求给予探伤人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。	7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。 7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。 7.3.1 委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。	满足
本项目拟配备 1 个探伤小组，配备 2 名辐射工作人员，同时拟为探伤小组配备 1 台巡测仪及 2 台带度数显示的个人剂量报警仪，每名操作人员拟配备 1 台个人剂量报警仪和个人剂量计。移动探伤工作前检查巡测仪，探伤期间辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，负责巡测的人员手持开机状态的辐射巡测仪进行剂量率检测，曝光结束后操作人员手持辐射巡测仪进行监测，确认探伤机不再出束后方进入控制区，辐射工作人员在每次开始探伤工作之前，均拟对辐射监测仪器进行检查，确认监测仪器能正常工作，且确保所有监测仪器在探伤期间处于开机状态。	7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。 7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X-γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。 7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X-γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X-γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。 7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X-γ 剂量率仪，两者均应使用。	满足
在控制区边界拟根据现场情况优先利用现场墙体、实体屏障等进行划区，没有墙体、实体屏障等实体防护时，拟在控制区边界处设置显眼的警戒绳，拟在其边界上合适的位	7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。	满足

	置设置电离辐射警告标志；东、南、西、北边界处均拟悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；东、南、西、北边界拟设与探伤机进行联锁的提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。探伤作业人员拟在控制区边界外操作，每次探伤均拟对工作现场情况进行记录。在多楼层的工厂或工地实施时，拟对通往探伤工作场所的楼梯进行封锁，防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。夜间探伤拟采用良好的灯光照明，确保控制区边界及警示标志等均清晰可见。如若控制区或监督区太大或某些地方不能看到的情况，将安排人员进行巡查。	7.2.4 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。 7.2.9 移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。 7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。 7.3.3 X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。 7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。 7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。		
	在监督区边界和建筑物进出口（如有）的醒目位置拟设置显眼的警戒绳，在东、南、西、北边界处均拟悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，并拟设置明显的电离辐射警示标志和警告标语；根据需要设人员进行警戒。	7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。 7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。	满足	
	每次探伤前均拟对控制区及监督区内进行清场并警戒，防止有人进入控制区，探伤机工作时，探伤人员在控制区边界外，严禁任何人进入控制区；拟在监督区边界上醒目位置处张贴电离辐射警告标志，并拟在其边界上悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，必要时拟设专人警戒，严禁无关人员进入监督区，在被检单位厂区内开展移动探伤，拟采取各种有效措施确保厂区边界处辐射剂量率达到监督区边界辐射剂量率水平，使用周向式探伤机应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查，不用于定向照射。	7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。 7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件，视情况采用局部屏蔽措施。 7.5.1.1 周向式探伤机用于移动式探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。 7.5.1.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。	满足	
	本项目探伤机控制台尽量布置在控制区外（探伤现场进行实体屏蔽后也可布置在控制区内），并且设有延时开机装置。	7.2.10 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置,以便尽可能降低操作人员的受照剂量。	满足	

本项目拟在每次探伤前均进行试曝光，期间拟使用辐射巡测仪测量控制区及监督区边界的剂量率，根据测量的周围剂量当量率调整控制区及监督区的范围和边界。在移动探伤过程中拟严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。当探伤场所、被检测体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，辐射工作人员拟重新进行巡测，确定新的划区界线。	7.4.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时应调整控制区的范围和边界。	满足
南通惠工工程检测有限公司设置有 X 射线探伤仪器储存室，平时 X 射线探伤机不使用时放置在该仪器储存室中，仪器储存室用于贮存 X 射线探伤设备和辐射安全防护设施，仪器储存室门口粘贴电离辐射警告标志，同时仪器储存室拟由实心砖墙建设，配备防盗门并在室内安装监控，具备防盗防破坏功能。	/	/

南通惠工工程检测有限公司计划为本项目配备辐射巡测仪、个人剂量报警仪、警告牌、警示绳等现场探伤辐射防护用品，详见下表 10-2 辐射防护设施一览表。

表10-2 南通惠工工程检测有限公司拟配备辐射防护设施一览表

防护设施名称	每组配备数量	现场探伤组数量	防护设施总数
控制区“禁止进入X射线区”警告牌	4块/组	1 组	6块（预留2块）
监督区“无关人员禁止入内”警告牌	4块/组	1 组	6块（预留2块）
与探伤机联锁、提示“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置	4套/组	1 组	6套（预留2套）
夜间警示灯	4盏/组	1 组	6盏（预留2盏）
电离辐射警告标志	10块/组	1 组	12块（预留2块）
警戒绳	2400米/组	1 组	2500m（预留100m）
辐射巡测仪	1台	1 组	1台
个人剂量报警仪	2台	1 组	2台

落实以上措施后，南通惠工工程检测有限公司辐射防护设施能够满足辐射安全要求。

10.2 三废的治理

（1）显影、定影废液、冲洗废水和废胶片治理措施

本项目运行过程中无放射性废水、放射性固废、放射性废气产生，本项目每年预计

将产生不超过 200kg 的显影、定影废液和 500kg 的冲洗废水以及不超过 200 张废胶片，其中显影、定影废液、废胶片属于《国家危险废物名录》（2025 年版）中编号为 HW16（废物代码为 900-019-16）的危险废物，冲洗废水按危险废物进行管理处置，不得随意排放。

（2）臭氧、氮氧化物治理措施

X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤现场的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），移动探伤现场在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

（3）退役 X 射线探伤机

当本项目 X 射线探伤机不再使用时，应实施退役程序，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。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

南通惠工工程检测有限公司拟开展移动 X 射线探伤项目，探伤机拟贮存在仪器储存室中，仪器储存室、危废暂存间及洗片室均依托公司现有建筑进行改建，本项目在建设阶段会产生一定量的扬尘、施工噪声、施工废水、固体垃圾等污染物，将对周围环境产生一定的影响。本项目建设施工时对环境的影响及应采取的污染防治措施如下：

（1）大气：本项目在建设施工期，各种施工作业将产生地面扬尘，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。

（2）噪声：本项目在建设施工期，各种施工设备及运输车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时将严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523—2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，合理安排施工时间，禁止运输车辆鸣笛等措施，保证施工过程对施工现场附近区域的影响满足标准要求。同时严禁夜间进行强噪声作业，若需在夜间作业，需取得生态环境部门同意。

（3）固体废物：本项目施工期间产生的固体废物主要有建筑施工过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾应堆放在指定地点并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；装修垃圾和生活垃圾由环卫部门统一及时清运处理，做到日产日清。施工期临时堆放场地应妥善处置，减少雨水冲刷造成地表污染，并保持工区环境的洁净卫生。

（4）废水：本项目施工期污水主要为各种施工机械设备的清洗用水和施工现场清洗、建材清洗产生的废水以及施工人员的生活污水，生活污水经化粪池预处理后，纳入市政污水管网，清洗用水用于场地洒水抑尘、场地浇灌等，含有泥浆的建筑废水进行回收利用。

综上所述，项目施工期间对环境存在一定的影响，但是这些影响具有时效性，随着施工期的结束，对环境的影响也消除。公司在施工阶段拟采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在局部范围内，对周围环境影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线探伤机工作时产生的 X

射线对周围环境的辐射影响。

南通惠工工程检测有限公司根据现场具体情况，利用辐射巡测仪巡测，拟将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，现根据拟配备的 X 射线探伤机的参数及对应探伤工件的厚度，给出控制区及监督区的参考划分范围。

11.2.1 估算模式

南通惠工工程检测有限公司在开展 X 射线现场探伤时，工作人员根据待检测的工件材料及厚度选用相应的探伤机及管电压和管电流，每次现场探伤作业时仅使用 1 台 X 射线探伤机。本项目配备 3 台 X 射线探伤机的型号分别为 XXG2505D、XXG2505C、XXG3005D，最大管电压分别为 250kV、250kV、300kV，最大管电流均为 5mA。本项目 XXG2505D 型 X 射线探伤机用于对厚度最大为 40mm 的钢制材料进行探伤，XXG2505C 型 X 射线探伤机用于对厚度最大为 34mm 的钢制材料进行探伤，XXG3005D 型 X 射线探伤机用于对厚度最大为 50mm 的钢制材料进行探伤，XXG2505C 型 X 射线探伤机一般用于对管道进行探伤，工作时置于管道内，与管道平行布置。XXG2505D 与 XXG3005D 型 X 射线探伤机工作时，探伤机朝向被探伤工件。X 射线探伤机根据不同厚度的工件调节管电压，工件越厚，探伤机的管电压越大，相应的射线出束能量越高。现场探伤时将根据 X 射线探伤机开机参数、探伤工件的厚度等进行理论估算初步划出控制区及监督区的范围，然后远距离操作探伤机进行延时试曝光，利用辐射巡测仪对控制区、监督区边界进行修定。由于 X 射线能量越高，穿透能力越强，射线影响范围相应越大，因此本项目保守取探伤机满功率运行条件下进行预测，其中 XXG2505D 型 X 射线探伤机取管电压、管电流分别为 250kV、5mA，主射线方向的穿透钢板厚度取 40mm；XXG2505C 型 X 射线探伤机取管电压、管电流分别为 250kV、5mA，主射线方向的穿透钢板厚度取 34mm；XXG3005D 型 X 射线探伤机满功率下管电压、管电流分别为 300kV、5mA，主射线方向的穿透钢板厚度取 50mm。

本项目 X 射线探伤采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式进行估算，估算模式如下：

（1）有用线束

$$R = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B}{\dot{H}}} \quad (\text{式 11-1})$$

上式中：

$\dot{H}$ —参考点处剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

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

B —屏蔽透射因子，在最大管电压 250kV 下，通过查阅 ASME 手册《美国无损检测手册》表 1 可得在 250kV 探伤条件下，X 射线束在钢板中的半值层为 6.4mm，由 $B = 2^{-X/HVL}$ 可知 $B_{2505D} = 0.013$ ， $B_{2505C} = 0.025$ ；使用插值法计算可得在 300kV 探伤条件下，X 射线束在钢板中的半值层为 7.2mm，由 $B = 2^{-X/HVL}$ 可知 $B_{3005D} = 0.008$ 。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

（2）非有用线束

①漏射线

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1 中 X 射线装置在额定工作条件下，当 X 射线机管电压 $> 200\text{kV}$ 时，X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率 $< 5\text{mGy/h}$ 。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（8）推导得出：

$$R = \sqrt{\frac{\dot{H}_L \cdot B}{\dot{H}}} \quad (\text{式 11-2})$$

上式中：

$\dot{H}$ —参考点处剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

B —屏蔽透射因子，本项目取 1；

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），其典型值见 GBZ/T 250-2014 中表 1。

②散射线

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式（10）推导得出：

$$R_s = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B_s}{\dot{H}}} \cdot \sqrt{\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}} \quad (\text{式 11-3})$$

上式中：

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

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

B_s —屏蔽透射因子，本项目取 1；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^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）中附录 B 表 B.4，计算公式中 $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》中给出的值取 50；

R_0 —辐射源点（靶点）至检测工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

③漏射线和散射线复合

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式（8）和公式（10）推导得出：

$$R = \sqrt{\frac{\dot{H}_L \cdot B}{\dot{H}} + \frac{I \cdot H_0 \cdot B_S}{\dot{H}} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}} \tag{式 11-4}$$

2、估算结果

将相关参数带入公式（11-1）-（11-4），可以估算出 XXG2505D 型、XXG2505C 型、XXG3005D 型 X 射线探伤机满功率探伤且不采取任何额外防护措施时控制区和监督区的边界范围，本项目控制区和监督区范围估算结果分别见表 11-1-表 11-4。

表 11-1 本项目 XXG2505D 型 X 射线探伤机有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果

关注点	$\dot{H}$ (μ Sv/h)	I (mA)	H_0 (μ Sv·m ² /(mA/h))	B	R(m)

表 11-2 本项目 XXG2505D 型 X 射线探伤机非有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果

关注点	$\dot{H}$ (uSv/h)	H_L (uSv/h)	B	I (mA)	H_0 (μ Sv·m ² /(mA/h))	$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$	B_s	R (m)
控制区边界								
监督区边界								

表 11-3 本项目 XXG2505C 型 X 射线探伤机有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果

关注点	$\dot{H}$ (μ Sv/h)	I (mA)	H_0 (μ Sv·m ² /(mA/h))	B	R(m)
控制区边界					
监督区边界					

表 11-4 本项目 XXG2505C 型 X 射线探伤机非有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果

关注点	$\dot{H}$ (uSv/h)	H_L (uSv/h)	B	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$	B_s	R (m)
控制区边界								
监督区边界								

表 11-5 本项目 XXG3005D 型 X 射线探伤机有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果

关注点	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R(m)
控制区边界					
监督区边界					

表 11-6 本项目 XXG3005D 型 X 射线探伤机非有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果

关注点	$\dot{H}$ (uSv/h)	H_L (uSv/h)	B	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$	B_s	R (m)
控制区边界								
监督区边界								

根据表 11-1 至表 11-6 计算结果，当本项目 XXG2505D 型、XXG2505C 型、XXG3005D 型 X 射线探伤机满功率开机条件下且不采取任何额外防护措施时，控制区范围与监督区范围见表 11-7。

表 11-7 本项目控制区与监督区边界范围估算结果

关注点		XXG2505D 型 X 射线探伤机	XXG2505C 型 X 射线探伤机	XXG3005D 型 X 射线探伤机
有用线束	控制区边界			
	监督区边界			
非有用线束	控制区边界			
	监督区边界			

上述理论计算结果仅为本项目最大管电压 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平下降，从而

缩小控制区和监督区的范围。南通惠工工程检测有限公司在进行移动 X 射线探伤过程中将根据实际钢板厚度来调节管电压及管电流，加强对控制区和监督区的管理和控制，并利用探伤区域的建筑、工件、墙体等实体防护措施来限制射线束中的无用射线，减少散射量，进一步屏蔽 X 射线，以降低探伤作业现场周围的辐射水平，从而缩小控制区和监督区的范围。在实际探伤过程中探伤工作人员拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：在每次探伤开始前，根据上述理论估算值和现场实际情况划定并标志出控制区边界；在试曝光期间，借助环境辐射巡测仪进行检测或修正，将空气比释动能率在 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，控制区边界外空气比释动能率在 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为监督区。

3、辐射工作人员和公众剂量估算及评价

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：

$$H=H_c/(t\cdot T\cdot U) \quad (\text{式 11-5})$$

上式中：

H—年剂量（ $\mu\text{Sv/年}$ ）；

H_c —参考点处剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

t—年照射时间（h/年）；

T—居留因子；

U—使用因子。

南通惠工工程检测有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，每次只使用一台 X 射线探伤机开展现场探伤工作。辐射工作人员平均每周开机曝光时间不超过 6h，年工作不超过 50 周，即年开机曝光时间不超过 300h，南通惠工有限公司将空气比释动能率在 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，控制区边界外空气比释动能率在 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为监督区，辐射工作人员位于控制区边界外，公众位于监督区边界外，本项目移动探伤开机曝光过程中，辐射工作人员根据现场实际情况优先利用现场的建筑、墙体、工件等进行屏蔽。根据每个现场环境的变化辐射工作人员曝光时的操作位置也会不同，但均位于控制区边界外，因此保守取控制区边界的辐射剂量率 $15\mu\text{Sv/h}$ 进行预测；现场清场后，公众均位于监督区边界外，因此周围公众保守取监督区边界的辐射剂量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行预测；公众居留因子保守取 1，年曝光时间取同一场所的年最大探伤时间，即 6h。

表 11-8 本项目移动 X 射线探伤现场周围人员年受照有效剂量结果评价

关注点	使用因子 U	居留因子 T	辐射剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年曝光时间 (h)	年辐射剂量估算 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	评价
控制区外	1	1	15	300	4.5	5 (辐射工作人员)	满足
监督区外	1	1	2.5	6	0.09	0.1 (公众)	满足

注：本项目 300h 年曝光时间包括训机时间。

由估算结果可知，南通惠工工程检测有限公司在做好安全防护措施的情况下，辐射工作人员年有效剂量约 4.5mSv，公众年有效剂量约 0.05mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目剂量约束值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.10mSv）。

4、危险废物处置措施评价

本项目每年会产生显影、定影废液、废胶片，显影、定影废液和废胶片（含有重金属）属于《国家危险废物名录》（2025年版）中的HW16号危险废物，废物代码为900-019-16，不得随意排放，冲洗废水拟按危险废物进行处置。

公司拟在纽约时代1幢209室设置危废暂存间，用于储存显影、定影废液、冲洗废水以及废胶片等，危废暂存间拟按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18957-2023）的要求进行施工，使其满足“贮存库内应根据废物类型注意做好分区隔离措施，并根据贮存废物的危险特性和污染途径等采取相应的液体意外泄漏堵截、气体收集净化、防渗漏等污染防治措施”的建设要求，使其具备防风、防雨、防晒、防渗漏条件，门口张贴满足标准规范的危险废物标识和危废信息板、屋内张贴《危险废物管理制度》、建立危险废物管理台账并悬挂于危废暂存间内等措施。危废进行分类、分区存放，杜绝混合存放，落实《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）、《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》、省生态环境厅关于做好《危险废物贮存污染控制标准》等标准规范实施后危险废物环境管理衔接工作的通知等3项国家污染物控制标准修改单的公告等中危险废物的暂存处置要求。公司危废单独收集和贮存，严格执行转移联单管理制度、国家和省有关转移管理规定、安全操作规程、档案管理制度等，严格按照有关要求办理转移手续。

本项目洗片作业均在洗片室内进行，洗片作业产生的显影、定影废液和冲洗废水存

放在废液桶内，废胶片存放在防漏胶袋内，废液桶和防漏胶袋均放在危废暂存间内。南通惠工工程检测有限公司已承诺将与有资质单位签订危废回收处理协议，洗片过程中产生的显影、定影废液、冲洗废水、废胶片分类收集暂存后交由有资质单位回收处理，满足相关环保标准要求。

5、臭氧、氮氧化物处置措施评价

本项目X射线探伤机在工作状态时，会使探伤现场的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），移动探伤现场在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧50分钟内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

11.3 事故影响分析

1、本项目可能产生的辐射事故主要有：

本项目为使用 II 类射线装置进行现场探伤，可能引起以下事故工况：

（1）现场探伤时，探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使人员误留或误入控制区和监督区，使其受到超剂量的外照射。

（2）现场探伤时，现场控制区和监督区划分不合理，探伤过程中未对两区边界的辐射水平进行检测，对辐射工作人员和公众造成超剂量的照射。

（3）X 射线探伤机被盗，造成周围人员的误照射。

（4）现场探伤时在未照射完毕的情况下，现场探伤工作人员误入控制区、公众误入监督区造成误照射。

（5）探伤人员违反操作规程强行探伤，对辐射工作人员和公众造成误照射。

（6）探伤人员操作不当，对辐射工作人员和公众造成误照射。

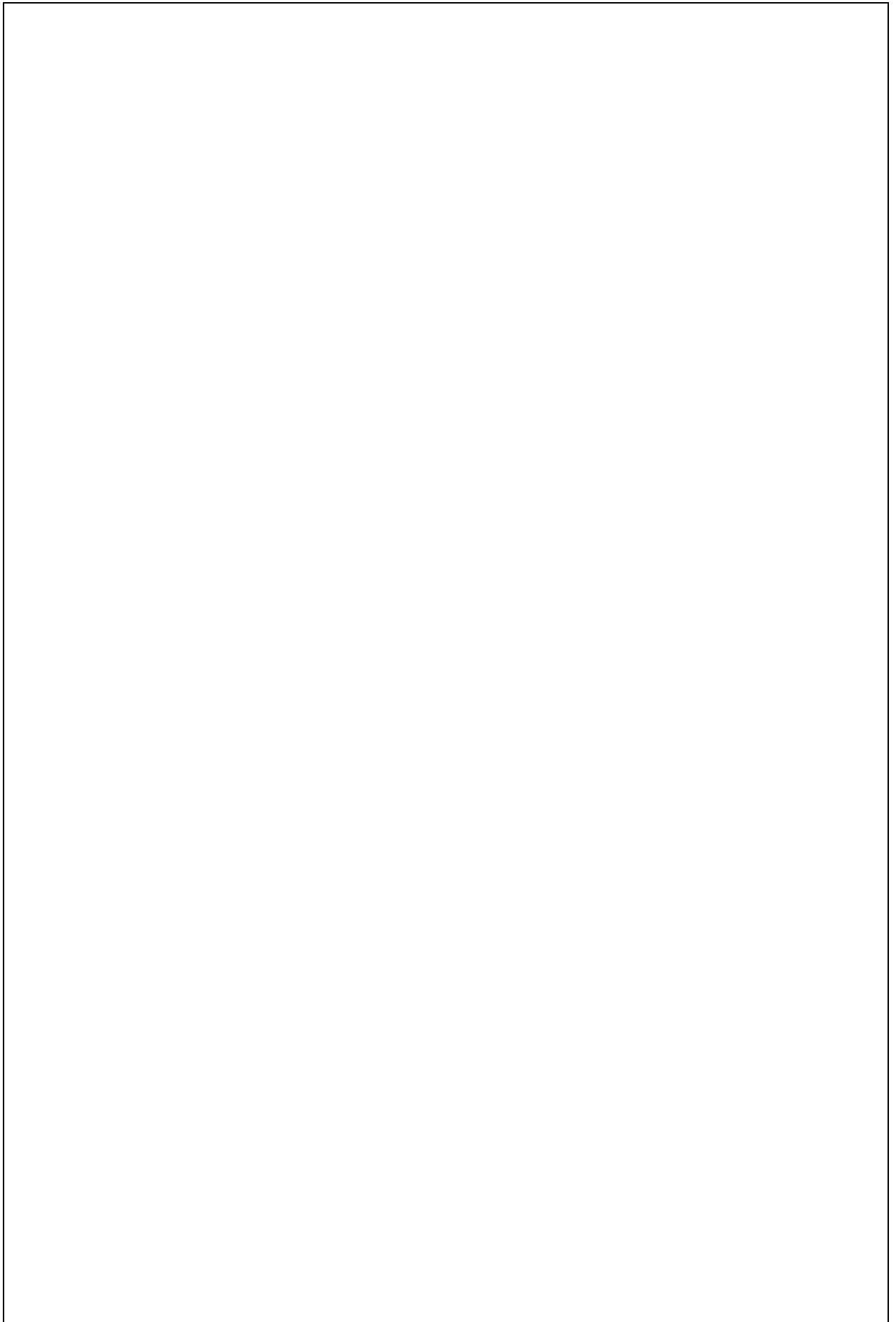
根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，根据事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，把辐射事故分为特别重大、重大、较大和一般 4 个等级。本项目为使用II类射线装置，参考前述可能发生的辐射事故风险分析，本项目可能发生的辐射事故多为人员超剂量受照的一般辐射事故。

2、辐射事故处置方法及预防措施



表 12 辐射安全管理

12.1 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条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《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》等法律法规要求，使用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；辐射工作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。 南通惠工工程检测有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。 根据原环保部18号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十七条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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。南通惠工工程检测有限公司拟为本项目配备2名辐射工作人员，其中1名辐射工作人员兼任辐射防护负责人。辐射工作人员均应参加生态环境部培训平台上“X射线探伤”类考核、兼任辐射防护负责人的辐射工作人员还应通过“辐射安全管理”类的线上考核，考核合格后方可上岗。辐射安全考核有效期为5年，到期后需重新考核后上岗。
12.2 辐射安全管理规章制度



12.3 辐射监测

1、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》要求，使用射线装置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。

南通惠工工程检测有限公司拟设置 1 个现场探伤小组，小组拟配备 1 台辐射巡测仪、2 台个人剂量报警仪，确保探伤现场每名辐射工作人员均配备 1 台个人剂量报警仪，配备后能够满足辐射监测仪器配置要求。辐射巡测仪需定期检定，个人剂量报警仪需定期内部比对，确保现场探伤时辐射读数的可靠性以及控制区监督区划分的有效。

2、监测方案

南通惠工工程检测有限公司应根据辐射管理要求，制定如下监测方案：

（1）请有资质单位定期（不少于 1 次/年）对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行年度监测；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案，终生保存；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，均定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案；

（4）每次开展探伤作业时，南通惠工工程检测有限公司应对控制区、监督区边界的辐射水平进行监测并记录档案，探伤机停止工作时，应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

（5）每次移动式探伤作业时，运营单位均要开展移动式探伤放射防护检测。凡属下列情况之一时，应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 1.25mSv。

此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，南通惠工工程检测有限公司应当对本单位射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告。年度评估内容主要包括：辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况、辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况、射线装置台账、场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况、存在的安全隐患及其整改情况、其他有关法律、法规规定的落实情况。

12.4 辐射事故应急

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。本项目事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

为加强射线装置在探伤过程中的辐射安全和管理，预防和控制放射性突发事件的发生而造成的危害，保障南通惠工工程检测有限公司员工及社会公众的健康与安全，南通惠工工程检测有限公司应根据本项目可能产生的辐射事故制定事故应急预案，应急预案内容应包括：

- （1）应急机构、组成人员以及职责分工；
- （2）辐射事故分级与应急响应措施；
- （3）应急人员的组织、培训及联系方式；
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序；
- （5）应急演练计划。

南通惠工工程检测有限公司应依据《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）的要求，明确辐射事故应急领导小组的组织机构、组成人员及职责；明确应急人员培训内容及培训周期等；明确辐射应急救援响应措施；明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化；明确应急演练制度；加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束

后应进行总结，积极开展辐射应急演练，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应在每次探伤时监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

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》和《江苏省辐射污染防治条例》，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 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，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

因业务需要，南通惠工工程检测有限公司拟购置 3 台 X 射线探伤机，开展对船厂、野外管道和委托单位厂区的无损检测业务。

本项目拟配备的 XXG2505D、XXG2505C 和 XXG3005D 型 X 射线探伤机最大管电压分别为 250kV、250kV 和 300kV，最大管电流均为 5mA，均为 II 类射线装置。

2、实践正当性评价

本项目的建设和运行可以满足南通惠工工程检测有限公司的发展需求，在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《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。

3、选址、布局合理性评价

本项目探伤机储存室、洗片室、危废暂存间位于南通市崇川区幸福街道北大街 298 号纽约时代 1 幢 209 室，评片地点位于幸福街道北大街 298 号纽约时代 1 幢 2014 室。纽约时代 1 幢 209 室西部为危废暂存间及仪器储存室，东部为洗片室。南通惠工工程检测有限公司内不使用、不调试射线装置，无辐射影响。

在实施现场探伤前，应对探伤地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间等进行全面的评估，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

南通惠工工程检测有限公司在进行 X 射线现场探伤作业时，将根据现场具体情况，利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，探伤作业人员在控制区边界外操作，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，禁止非辐射工作人员进入。拟采取的分区措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

4、辐射安全和防护措施评价

南通惠工工程检测有限公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关要求开展移动 X 射线现场探伤作业，采取各项安全与防护措施。探伤时，根据现场具体情况，利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内

划为控制区，控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置并与 X 射线探伤机联锁；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌和电离辐射警告标志、警示语等提示信息，必要时设专人警戒。

探伤现场配备辐射巡测仪，辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，探伤机操作人员延时开机后退至控制区外操作，控制台处拟设置钥匙开关。移动探伤过程中严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，每次开机前进行清场，确保控制区和监督区内无无关人员滞留，以防发生误照射事故。探伤机在不使用时放置在公司探伤机储藏室内，储藏室拟用实心砖建设，配备防盗门窗，并设置探伤机取用台账。

本项目采取上述辐射安全措施后，其移动 X 射线探伤现场防护措施将能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中移动式 X 射线探伤辐射安全的需要。

5、保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目剂量约束（职业人员年受照剂量不超过 5mSv ，公众年受照剂量不超过 0.1mSv ）的限值要求。

6、辐射防护监测仪器评价

南通惠工工程检测有限公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，每人配备一台个人剂量报警仪。配备后将能够满足辐射检测仪器配置要求。

7、臭氧、氮氧化物处置措施评价

本项目探伤过程产生的少量臭氧和氮氧化物将直接排放至大气环境中，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

8、危险废物及冲洗废水处置措施评价

本项目产生的显影、定影废液和废胶片属于《国家危险废物名录》（2021 年版）中的 HW16 号危险废物，废物代码为 900-019-16，不得随意排放，冲洗废水拟按危险废物处置。本项目洗片作业均在洗片室内进行，洗片作业产生的显影、定影废液和冲洗废水存放在废液桶内，废胶片存放在防漏胶袋内，废液桶和防漏胶袋均放在危废暂存间内。

南通惠工工程检测有限公司已承诺将与有资质单位签订危废回收处理协议，洗片过程中产生的显影、定影废液、冲洗废水、废胶片分类收集暂存后交由有资质单位回收处理，满足相关环保标准要求。

9、辐射安全管理评价

南通惠工工程检测有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，拟设置 1 名辐射防护负责人，并将以文件形式明确各成员的管理职责。南通惠工工程检测有限公司辐射工作人员应参加并通过辐射安全和防护的培训及考核，南通惠工工程检测有限公司应为辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，建立个人剂量档案及职业健康档案。南通惠工工程检测有限公司还应根据本项目具体情况制定各项辐射安全管理制度，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。采取上述措施后，将满足辐射安全管理要求。

可行性结论：

综上所述，南通惠工工程检测有限公司新建移动式 X 射线探伤项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其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，该项目的建设运行是可行的。

13.2 建议与承诺

（1）南通惠工工程检测有限公司应定期或不定期针对 X 射线装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保仪器的完好和有效。

（2）针对本项目可能出现的辐射事故，南通惠工工程检测有限公司应加强辐射工作人员的安全思想教育，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故的发生。

（3）南通惠工工程检测有限公司应认真保管好探伤设备的各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。

（4）公司应完备各项辐射安全制度及措施，在本项目取得批复且落实辐射工作人员岗前要求后，向南通市生态环境局申领辐射安全许可证。

（5）建设项目取得辐射安全许可证后，南通惠工工程检测有限公司应按照国家生态环境行政主管部门规定的程序和标准，在本项目投入运行后 3 个月内进行竣工环保验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

公 章

年 月 日

经办人

审批意见

公 章

年 月 日

经办人

附表

“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	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，并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用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管理要求。	/
辐射安全和防护措施	分区： 利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中控制区及监督区划分要求；同时满足《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限值的要求：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。	10
	探伤辐射安全措施： 南通惠工工程检测有限公司在开展移动 X 射线现场探伤作业时，根据现场具体情况，最大化地利用现场已有的建筑物、墙体等进行防护。利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的范围划为控制区，并在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌、与探伤机进行联锁的提示“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警示标识，必要时设专人警戒。 探伤现场配备辐射巡测仪，辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，探伤机操作人员延时开机后退至控制区外操作，控制台处拟设置钥匙开关。移动探伤过程中严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，每次开机前进行清场，确保控制区和监督区内无无关人员滞留，以防发生误照射事故。探伤机在不使用时放置在公司探伤机储藏室内，储藏室由实心砖墙建设，配备防盗门窗，并	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）关于辐射安全设施的相关要求，同时满足本项目的辐射安全需要。	

	设置探伤机取用台账。		
人员配备	南通惠工工程检测有限公司为本项目配备 2 名辐射工作人员，2 名辐射工作人员参加并通过类别为“X 射线探伤”的辐射安全和防护专业知识的培训和考核，兼职辐射防护负责人还应参加类别为“辐射安全管理”的考核，经考核合格后持证上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中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、工作人员必须开展个人剂量监测、开展职业健康体检的管理要求。	2
	辐射工作人员均配备个人剂量计，每 3 个月定期送检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。		
	辐射工作人员均定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立职业健康监护档案。		
监测仪器和防护用品	配备 1 台辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器配置要求。	5
	每人配备 1 台个人剂量报警仪，共 2 台。		
显影、定影废液、冲洗废水和废胶片暂存设施和处理	洗片作业产生的显影、定影废液和冲洗废水存放在废液桶内，废胶片存放在防漏胶袋内，废液桶和防漏胶袋均放在危废暂存间内。与有资质单位签订危废回收处理协议，洗片过程中产生的显影、定影废液、冲洗废水、废胶片分类收集暂存后交由有资质单位回收处理。	满足危废处置相关环保要求。	2
辐射安全管理制度	制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案等辐射安全管理制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。