

核技术利用建设项目

江苏助智检测技术服务有限公司

扩建移动式 γ 射线探伤项目

环境影响报告表

江苏助智检测技术服务有限公司

2025 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏助智检测技术服务有限公司

扩建移动式 γ 射线探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：江苏助智检测技术服务有限公司（公章）

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：江苏省阜宁县阜城城西村五组（向阳西路 164 号）

邮政编码：

联系人：

联系电话：

电子邮箱：

表 1 项目基本情况

建设项目名称		扩建移动式γ射线探伤项目			
建设单位		江苏助智检测技术服务有限公司			
法人代表姓名			联系人		联系电话
注册地址		江苏省阜宁县阜城城西村五组（向阳西路 164 号）			
项目建设地点		源库及设备室： 江苏省盐城市亭湖区新百路 12 号联东 U 谷-亭湖智能制造产业园 36#厂房 移动探伤现场： 委托公司厂区内或野外工地现场			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		100	项目环保总投资（万元）	45	投资比例（环保投资/总投资） 45%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） 125
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 项目概述 1.1 建设单位基本情况 江苏助智检测技术服务有限公司创建于 2016 年，地址位于阜宁县向阳西路 164 号，是经国家市场监督管理总局认可的第三方检验检测机构。2021 年 7 月经国家市场监督管理总局受理并核准，取得《特种设备检验检测机构核准证》，证号为：TS7310739-2025；批准项目有：CG-常规检测（RT-射线检测、UT-超声波检测、MT-磁粉检测、PT-渗透				

检测)；2021 年 10 月取得连云港特种设备安全监督研究院分包资格；2022 年 5 月取得盐城市特种设备安全监督研究院分包资格；2023 年 2 月经江苏省市场监督管理局受理并核准，取得《特种设备检验检测机构核准证》，批准项目为：FD1（安全阀校验）；2024 年 7 月经江苏省市场监督管理局批准，取得 CMA《检验检测机构资质认定证书》。

1.2 项目规模及任务由来

江苏助智检测技术服务有限公司原利用 2 台 X 射线探伤机为客户提供移动探伤检测服务。现因 X 射线探伤机不能满足客户部分工件尺寸要求，企业拟扩建γ移动探伤项目，购置 5 台γ射线探伤机（4 台 100Ci 的 ¹⁹²Ir γ探伤机和 1 台 100Ci 的 ⁷⁵Se γ探伤机）为客户提供移动探伤服务，并在江苏省盐城市亭湖区新百路 12 号的联东 U 谷-亭湖智能制造产业园 36 号厂房一层东南侧新建一座放射源贮存库（共设 5 个源坑），用于贮存γ射线探伤机，同时新增 17 名辐射工作人员，负责移动γ射线探伤工作。

本项目γ射线探伤机和原有 X 射线探伤机采用胶片成像，需进行洗片作业，洗片场所位于本次拟扩建的源库西南侧的洗片切片室内。本项目产生的洗片废液、废胶片等危险废物，暂存于位于源库南侧的危废库内，并定期交由有资质单位处理处置。已开展的移动 X 射线探伤机和配套安全设施拟存放在拟建源库西侧设备室，该场所内不使用、不调试射线装置（洗片切片室及危废库位置见附图 4）。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1。

表 1-1 本次评价核技术应用情况一览表

放射源									
序号	放射源名称	数量（枚）	单枚活度（Bq）	放射源类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及批号	许可情况	验收情况及时间
1	¹⁹² Ir	4	3.7×10 ¹²	II	移动探伤现场	拟购	本次环评	未许可	未验收
2	⁷⁵ Se	1	3.7×10 ¹²	II					

本项目为使用 II 类放射源项目。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影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，江苏助智检测技术服务有限公司应办理核技术应用项目环境影响评价手续。依照《建设项目环境影响评价分类管

理名录》（2021 版）的分类，“使用 II 类放射源”，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类放射源的”范畴，应编制环境影响报告表。受江苏助智检测技术服务有限公司委托，江苏省辐射环境保护咨询有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析，并委托江苏省苏核辐射科技有限责任公司对项目拟建址及周围环境进行了辐射环境现状监测，在此基础上编制了本项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏助智检测技术服务有限公司现位于江苏省阜宁县阜城城西村五组（向阳西路 164 号），后期拟租赁位于江苏省盐城市亭湖区新百路 12 号的联东 U 谷-亭湖智能制造产业园 36 号厂房作为新办公场所（原厂区租约到期后不再使用，地理位置图见附图 1），联东 U 谷-亭湖智能制造产业园东侧依次为锦城路、连天剑智能装备江苏有限公司、江苏里士曼精密制造有限公司及众程智能装备（盐城）有限公司，南侧为江苏银宝央厨管理服务有限公司，西侧为西袁五组，北侧为盐城市华健物流有限公司，公司厂区周围环境示意图见附图 2。

36#厂房位于联东 U 谷-亭湖智能制造产业园东北侧，共有三层，本项目源库拟建区域为 36#厂房一层东南侧，项目东侧依次为产业园东侧围墙、跃进河，南侧依次为 35#厂房（射阳县上光光电科技有限公司）、22#厂房（盐城七彩虹包装材料有限公司），西侧为 43#厂房（暂未租售）、37#厂房（暂未租售）、29#厂房（暂未租售），北侧为 49#厂房（江苏德标门窗有限公司），一层上方夹层、二楼和三楼为本公司办公区域，50m 范围内厂房高度均与本项目所在 36#厂房相同，本项目源库拟建址周围环境示意图见附图 3。

本项目拟建址周围无高层建筑，50m 评价范围内无居民区或学校等环境敏感目标。因此，本项目保护目标主要为本项目辐射工作人员、50m 范围内公众及东侧绿化带行人，**本项目选址基本合理。**

3 核技术利用项目许可情况

该公司已取得盐城市生态环境局核发的辐射安全许可证，证书编号：苏环辐证[J2207]，有效期至 2027 年 9 月 1 日，许可种类和范围：使用 II 类射线装置。

公司现在用 2 台 X 射线探伤机，为客户或委托方提供移动探伤检测服务，上述在用项目已履行环评及验收手续（见附件 9）。公司核技术利用项目基本情况见表 1-2。

表 1-2 公司已有核技术利用项目基本情况一览表

序号	射线装置名称	数量	最大管电压 kV	管电流 mA	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况
1	XXG-2505 型 X 射线探伤机	1	250	5	II	移动探伤现场	使用	已环评 2022.6	已许可	已验收 2023.10
2	XXQ-3505 型 X 射线探伤机	1	350	5	II		使用			

4 实践正当性

本项目的建设和运行可满足该公司发展需求，拓展无损检测能力，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。虽然在运行期间，探伤机和源库的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. 原有核技术利用项目运行管理情况

公司目前已开展移动 X 射线探伤项目，原 X 射线探伤机暂存库房已按要求落实了辐射安全措施，移动探伤过程中采取的安全措施符合标准要求。本次拟于新场所扩建移动式 γ 射线探伤项目及放射源库，并将原 X 射线探伤机暂存库房搬迁至拟建源库西侧设备室。

公司已成立了辐射安全与防护领导小组，并制定了 X 射线探伤机操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记及台账管理制度、辐射工作人员培训计划、辐射环境监测方案等管理规章制度。

公司目前配置的领导小组成员具备合格的管理能力，本项目开展后，目前公司的管理人员能满足配置要求。

公司已委托江苏睿源检测技术有限公司对现有辐射工作人员开展了个人剂量监测，监测周期为三个月（最长不超过 90 天），并建立个人剂量档案（个人剂量监测服务合同见附件 11）。

公司对现有辐射工作人员开展有职业健康监护，并建有职业健康档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。

公司每年定期委托有资质的单位对已有辐射工作场所进行年度监测，根据公司 2023 年度辐射工作场所检测报告可知（详见附件 10），移动 X 射线探伤辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，公司现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。

公司已制定《辐射事故应急预案》，公司每年均定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，及时进行完善和修订《辐射事故应急预案》。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq)/ 活度 (Bq)×枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	¹⁹² Ir	3.70×10 ¹² Bq/枚 ×4 枚	II 类	使用	无损检测	移动探伤现场	安放在γ射线探伤机内。 日常随探伤机一起贮存在 源库内。开展移动探伤工 作间隙临时贮存在移动探 伤现场的专用铅箱内。	移动探伤
2	⁷⁵ Se	3.70×10 ¹² Bq/枚 ×1 枚	II 类	使用	无损检测	移动探伤现场	安放在γ射线探伤机内。 日常随探伤机一起贮存在 源库内。开展移动探伤工 作间隙临时贮存在移动探 伤现场的专用铅箱内。	移动探伤
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	最大束流	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	最终排入大气，臭氧常温下自动分解为氧气
显影、定影废液	液态	/	/	/	约 200kg	/	洗片产生的废显影定影液暂在危废库收集存储，并委托有资质公司统一处置（见附件 7）。	集中收集，并委托有资质单位统一处置
一次、二次冲洗废水	液态	/	/	/	约 400kg	/	洗片产生的一次、二次冲洗废水暂在危废库收集存储，并委托有资质公司统一处置（见附件 7）。	集中收集，并委托有资质单位统一处置
废胶片	固态	/	/	/	约 200 张/年，约 10kg	/	统一在本单位危废库内存储，委托有资质公司统一处置（见附件 7）。	集中收集，并委托有资质单位统一处置
存档胶片 （7 年后也作为废胶片处理）	固态	/	/	/	约 5000 张/年	/	7 年有效期内暂存在一层夹层档案室内（《NB/T 47013.1-2015 承压设备无损检测第 1 部分：通用要求》要求无损检测记录保存不少于 7 年）	到期后作为废胶片一并委托有资质单位统一处置

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
退役 ^{75}Se 放射源	固态	^{75}Se	$T_{1/2}=120\text{d}$, 使用约 3~5 个半衰期后 退役, 退役 时活度不超 过 10Ci	/	1 枚/年	/	处置前贮存在源库内	购源时已签订返回协议; 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 ^{192}Ir 放射源	固态	^{192}Ir	$T_{1/2}=74\text{d}$, 使用约 3~5 个半衰期后 退役, 退役 时活度不超 过 10Ci	/	8 枚/年	/	处置前贮存在源库内	购源时已签订返回协议; 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。
达到 10 年使用寿命的掺入贫铀的 γ 探伤机壳体	固态	^{238}U	/	/	/	/	贫铀具有弱放射性, 不暂存	由 γ 探伤机壳体生产厂家回收

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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），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），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) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订版），2020 年 9 月 1 日起施行； (5) 《放射性物品运输安全管理条例》，国务院令 第 562 号，2010 年 1 月 1 日起施行。 (6) 《放射性物品运输安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (7) 《放射性物品运输安全监督管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 38 号，2016 年 5 月 1 日起施行； (8) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 修改版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行； (9) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，生态环境部令 第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行。 (10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修改版），国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； (11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (12) 《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； (13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局文件，环发[2006] 145 号文； (14) 《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 部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；
------	---

	(15) 《关于印发<关于γ射线探伤装置的辐射安全要求>的通知》，国家环境保护总局文件，环发[2007]8 号文； (16) 《关于进一步加强γ射线移动探伤辐射安全管理的通知》，环境保护部办公厅函，环办函[2014]1293 号文； (17) 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； (18) 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； (19) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函[2016]430 号，2016 年 3 月 7 日起施行； (20) 《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； (21) 《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 部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行； (22) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 11 月 1 日起施行； (23) 《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 2019 年 第 38 号公告，2019 年 11 月 1 日起施行； (24) 《江苏省辐射污染防治条例》，（2018 年修改版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行； (25) 《江苏省辐射安全许可证办理等工作程序和规范》，苏环规〔2019〕4 号，2019 年 12 月 10 日起施行； (26) 《江苏省辐射事故应急预案》，苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日起施行。 (27) 《移动伽马射线探伤委托单位辐射安全管理提醒》，苏核管中心发[2023]24 号，2023 年 9 月 6 日发布。 (28) 《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 日起施行。
--	--

	(29) 《江苏省国家级生态保护红线规划》，苏政发[2018]74 号，2018 年 6 月 9 日起施行； (30) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发[2020]1 号，2020 年 1 月 8 日起施行。 (31) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发[2020]49 号，2020 年 6 月 21 日起施行。 (32) 《江苏省生态空间管控区域监督管理办法》，苏政办发[2021]20 号，2021 年 5 月 1 日起施行。 (33) 《江苏省自然资源厅关于盐城市亭湖区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函[2021]1060 号） (33) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》，生态环境部公告 2017 年第 43 号，2017 年 10 月 1 日起施行。 (34) 《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 日起施行。 (35) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号，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》（HJ 2.1-2016）； (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》（HJ 1157-2021）； (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》（GBZ 117-2022）； (7) 《γ射线探伤机》（GB/T 14058-2023）； (8) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）； (9) 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）； (10) 《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012）； (11) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

其他	与本项目相关附件： （1）项目委托书（附件 1） （2）项目核技术利用情况承诺书（附件 2） （3）营业执照及法人身份证文件（附件 3） （4）厂区土地证及土地租赁协议（附件 4） （5）辐射安全许可证正副本扫描件（附件 5） （6）探伤设施退役方案承诺书（附件 6） （7）小微企业危险废物委托收集协议（附件 7） （8）γ探伤机委托运输承诺书（附件 8） （9）现有核技术利用项目环评及验收资料（附件 9） （10）江苏助智检测技术服务有限公司 2024 年年度检测报告（附件 10） （11）个人剂量监测服务合同（附件 11） （12）公司成立辐射防护小组的通知、现有辐射规章制度（附件 12） （13）辐射环境现状检测报告（附件 13） （14）生态环境分区管控查询报告书（附件 14）
----	--

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 II 类放射源开展移动式探伤工作，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）。

因此，本项目评价范围，对于源库和 X 射线机设备室，为源库和 X 射线机设备室边界外延 50m 的区域；对于移动γ射线探伤，为移动探伤出束探伤机理论估算的监督区边界外 100m。本项目源库评价范围示意图见图 7-1。

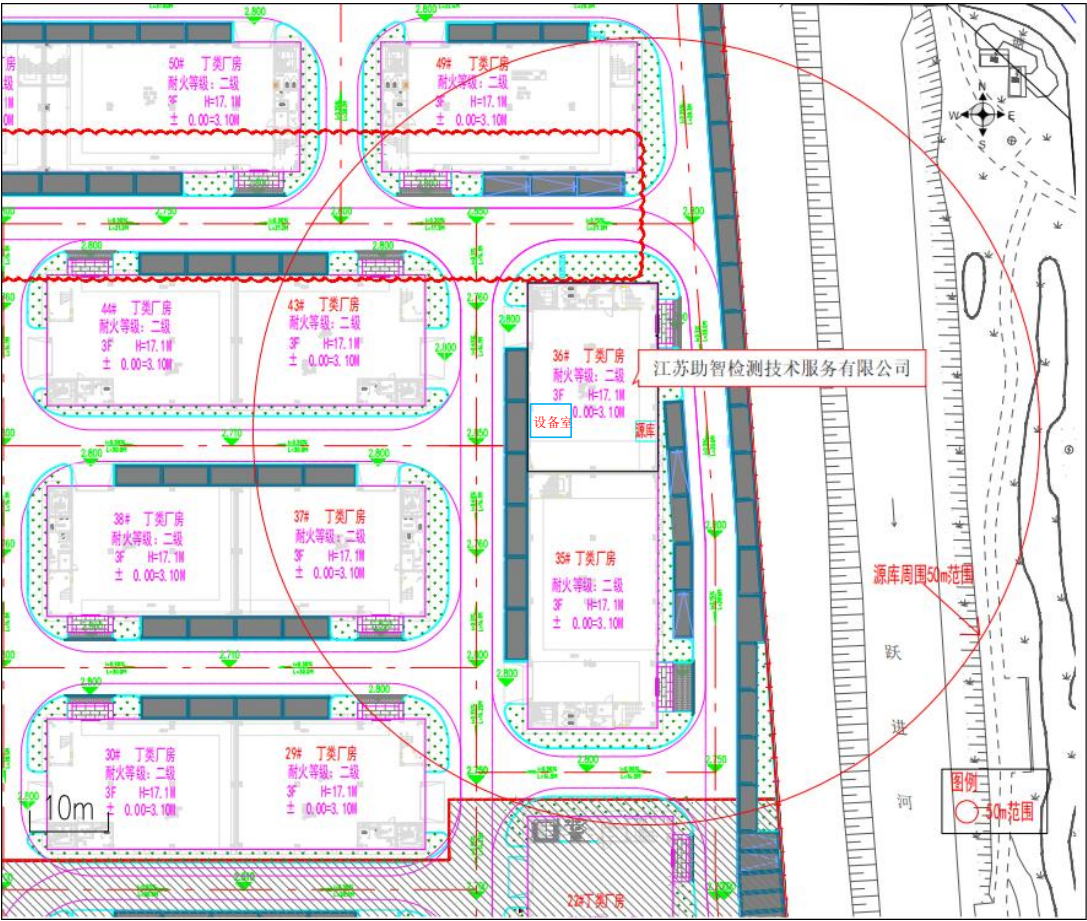


图 7-1 本项目源库评价范围示意图

保护目标

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号）、《江苏省“三线一单”生态环境分区管控

方案》（苏政发〔2020〕49号）及江苏省自然资源厅关于盐城市亭湖区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2021〕1060号），本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区（见附图6及附图7）。

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

江苏省生态环境厅江苏省生态环境管控分区管控综合服务系统查询本项目拟建址地块位于盐城市新洋经济区，是重点管控单元（环境管控单元编码：ZH32090220275），拟建址不在盐城市亭湖区生态保护红线内，评价范围不涉及优先保护单元及一般管控单元（查询报告见附件14）。

本项目源库拟建址周围50m评价范围内无居民区、学校等环境敏感点。因此，本项目保护目标主要为辐射工作人员、50m范围园区内公众及东侧绿化带行人。

表 7-1 本项目源库拟建址周围环境保护目标一览表

环境保护目标	人员类型	建筑物层数	建筑物高度	规模	相对拟建址方位	最近距离	剂量约束值
一楼夹层辐射工作人员、一楼源库保管员	辐射工作人员	3层	17.1m	17人	西侧、顶部	0.3m	5mSv/a
二楼、三楼工作人员	公众	3层	17.1m	10人	顶部	7m	0.1mSv/a
东侧绿化带行人	公众	1层	/	流动	东侧	约44m	0.1mSv/a
35#厂房、22#厂房工作人员	公众	3层	17.1m	各约20人	南侧	约4.5m	0.1mSv/a
43#厂房、37#厂房、29#厂房工作人员	公众	3层	17.1m	各约20人	西侧	约27m	0.1mSv/a
49#厂房工作人员	公众	3层	17.1m	约20人	北侧	约31m	0.1mSv/a

本项目移动式 γ 射线探伤主要为压力容器制造厂、压力管道制造厂、压力管道使用单位提供无损检测服务。对锅炉、压力容器等进行无损检测时，一般位于委托单位厂

区内划定的独立探伤区域，对管道焊缝的无损检测一般位于野外。公司仅在委托方单位厂区或野外进行移动探伤检测工作，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异。移动式 γ 射线探伤的环境保护目标情况见表 7-2。

表 7-2 本项目移动式 γ 射线探伤环境保护目标分布情况

主要环境保护目标	方位	最近距离	规模	年有效剂量约束值
本项目辐射工作人员	源库内外	0.3m	2 名源库保管员	5mSv/a
	探伤现场控制区外	根据现场情况划定	每个移动探伤现场至少 2 名辐射工作人员、1 名安全员，最多同时开展 5 个移动探伤现场	
公众	探伤现场监督区外	根据现场情况划定	不定	0.1mSv/a

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-3 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

对 象	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。

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，职业人员按年剂量限值 1/4 取值，公众按照其年剂量限值的 1/10 取值，本项目剂量约束值如下：

A)职业照射的年剂量约束值不超过 5mSv/a;

B)公众照射的年剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

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。

5.2.3 放射源的贮存和领用

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。

5.2.3.2 移动式探伤工作间歇临时贮存含源容器或放射源、控制源，应在专用的贮存设施内贮存。现场存储设施包括可上锁的房间、专用存储箱或存储坑等。应具有与使用单位主要基地的存储设施相同级别的防护。临时贮存完毕，应进行巡测，确保存储安全。

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

d) 贮存设施的门应保持在锁紧状态，实行双人双锁管理；

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。

5.2.3.4 放射源的储存应符合 GA1002 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，建立领用台账，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。

5.2.4 放射源的运输和移动

5.2.4.1 放射源的货运运输要求按 GB11806 的规定执行，应满足 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。

5.2.4.2 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。

5.2.4.3 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。

5.2.5 废旧放射源的处理

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主管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。

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。

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

7.2.9 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。

7.2.10 探伤机控制台（ 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警示灯。

7.3.3 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

7.5.2 γ 射线移动式探伤

7.5.2.1 应根据要进行射线探伤的物体的类型和尺寸，确定所使用的放射性核素。对于有多个 γ 射线源的使用单位，应使用与获得所需射线照片相一致的最低活度源。

7.5.2.2 探伤作业开始前应备齐下列防护相关物品，并使其处于正常状态：

- a) 便携式 X- γ 剂量率仪和个人剂量计、个人剂量报警仪；
- b) 导向管，控制缆和遥控；
- c) 准直器和局部屏蔽；
- d) 现场屏蔽物；
- e) 警告提示和信号；
- f) 应急箱，包括放射源的远距离处理工具；
- g) 其他辅助设备，例如：夹钳和定位辅助设施。

7.5.2.3 探伤工作完成后，操作人员应使用便携式 X- γ 剂量率仪进行监测，以确保所有 γ 放射源均已完全退回源容器中，并且没有任何放射源留在曝光位置或脱落。操作人员在离开现场之前，应进行目视检查，以确保设备没有损坏。应通过锁定曝光设备并将防护屏蔽放在适当位置来准备好运输设备。曝光装置和辅助设备应物理固定在车辆中，以免在运输过程中脱落（或掉落）、损坏。

3 《 γ 射线探伤机》（GB/T 14058-2023）

（1）《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012）

II、III类放射源为二级风险等级。

二级风险的库房墙壁应采用混凝土墙或实心砖墙建造，墙壁厚度应不小于 250mm；顶部应采用现浇钢筋混凝土或钢筋混凝土楼板建造，厚度应不小于 160mm。

库房出入口应设置入侵报警装置，视频监控装置、出入口控制装置。

(2) 项目管理目标

综合考虑 GB 18871-2002、GBZ117-2022 确定本项目的管理目标为：

①移动式 γ 射线探伤控制区、监督区边界辐射剂量率控制限值：

控制区边界周围剂量当量率 15 μ Sv/h；

监督区边界周围剂量当量率 2.5 μ Sv/h。

②放射源贮存设施辐射剂量率控制限值：

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 μ Sv/h。

③剂量约束值：职业人员年剂量约束值不超过 5mSv/a，公众年剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

4 参考资料

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编。

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

表 7-4 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果（单位：nGy/h）

测量位置	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
按点平均标准差	7.0	12.3	14.0

注：现状评价时，取测值范围数值：即原野为（33.1~72.6）nGy/h；道路为（18.1~102.3）nGy/h；室内为（50.7~129.4）nGy/h”；表中数据已扣除宇响。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

江苏助智检测技术服务有限公司现位于江苏省阜宁县阜城城西村五组（向阳西路 164 号），后期拟租赁位于江苏省盐城市亭湖区新百路 12 号的联东 U 谷-亭湖智能制造产业园 36 号楼作为新厂区，联东 U 谷-亭湖智能制造产业园东侧依次为锦城路、连天剑智能装备江苏有限公司、江苏里士曼精密制造有限公司及众程智能装备(盐城)有限公司，南侧为江苏银宝央厨管理服务有限公司，西侧为西袁五组，北侧为盐城市华健物流有限公司。

36 号楼位于联东 U 谷-亭湖智能制造产业园东北侧，和 35#楼共用一栋厂房，共有三层，本项目源库拟建区域为 36#楼东侧靠墙位置中部偏南侧，项目东侧依次为产业园东侧围墙、跃进河，南侧依次为 35#厂房（射阳县上光光电科技有限公司）、22#厂房（盐城七彩虹包装材料有限公司），西侧为 43#厂房（暂未租售）、37#厂房（暂未租售）、29#厂房（暂未租售），北侧为 49#厂房（江苏德标门窗有限公司），上方一楼夹层、二楼和三楼为本公司办公区域。

本项目建址周围无高层建筑，50m 评价范围内无居民区或学校等环境敏感目标。因此，本项目保护目标主要为本项目辐射工作人员、50m 范围园区内其他公众及东侧绿化带行人，本项目拟建址周围环境现状见图 8-1。





图 8-1 本项目拟建址及周围环境现状照片

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射剂量率

监测点位：在源库拟建址周围布设监测点位，共计 13 个监测点位

3 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在源库拟建址周围布设 γ 辐射剂量率监测点位。

质量保证措施：委托的检测单位通过计量认证及获得相关监测资质，检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

检测机构所用监测仪器在检定有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验；委托的检测机构检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测上岗证；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：江苏省苏核辐射科技有限责任公司

监测仪器：FH40G 型便携式X-γ辐射剂量率仪，设备编号：030850（主机）+11392（探头），测量范围：1nSv/h~100μSv/h，能量响应范围：40keV~4.4MeV

检定有效期：2024 年 5 月 10 日~2025 年 5 月 9 日

监测日期：2025 年 2 月 19 日

天气状况：晴

评价方法：参考表 7-3 江苏省原野、道路、建筑物室内γ辐射（空气吸收）剂量率调查结果，评价本项目拟建址周围环境辐射水平。

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 20 秒，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值及方差。根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG 393，使用 ¹³⁷Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。

监测结果：本项目源库拟建址周围γ辐射剂量率监测结果见表 8-1，检测点位见图 8-2，检测报告详见附件 13。

表 8-1 本项目源库拟建址周围γ辐射剂量率测量结果

序号	测点描述	检测结果* (nGy/h)	备注
1	源库拟建址中部	62	楼房
2	36#厂房东侧	58	原野
3	源库拟建址南侧	61	楼房
4	源库拟建址西侧	61	楼房
5	源库拟建址北侧	62	楼房
6	36#厂房二楼	60	楼房
7	东侧绿化带	57	原野
8	35#厂房一层中部	61	楼房

9	22#厂房一层北侧	61	楼房
10	43#厂房一层东侧	62	楼房
11	37#厂房一层东侧	62	楼房
12	29#厂房一层东北侧	61	楼房
13	49#厂房一层南侧	62	楼房

注：检测结果已扣除宇宙辐射响应值（宇宙辐射响应值为 11nGy/h），建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取 0.9，平房取 0.8，道路取 1。

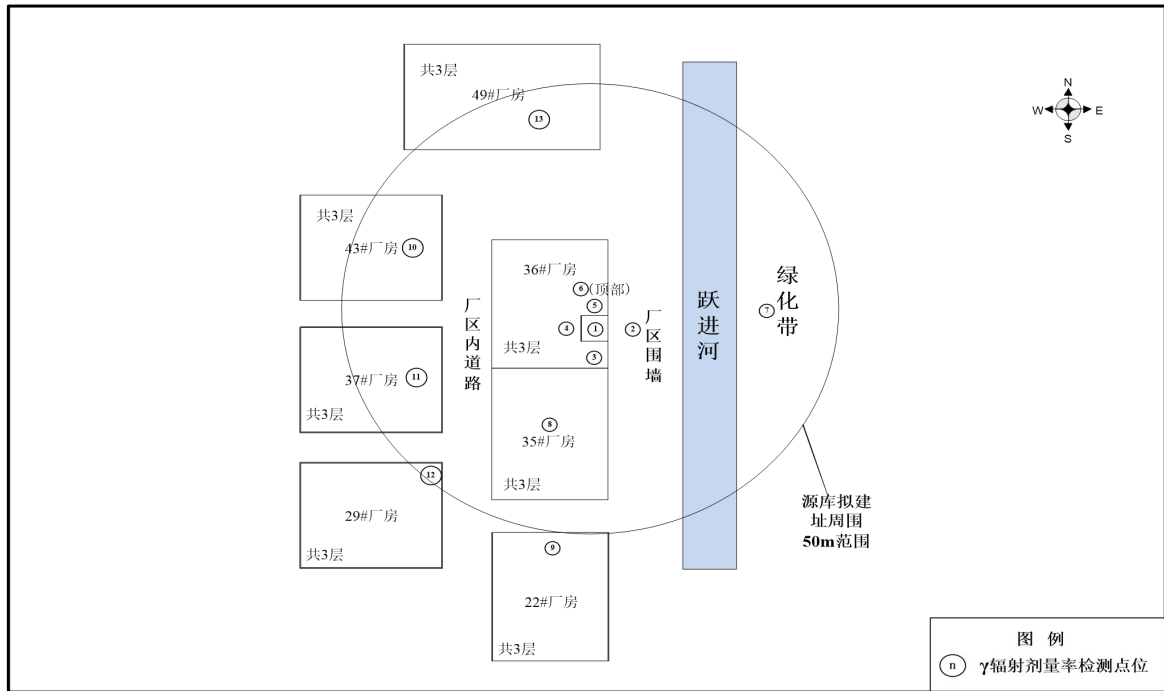


图 8-2 本项目源库拟建址周围辐射环境检测布点示意图

由表 8-1 监测结果可知，源库拟建址周围原野处的 γ 辐射剂量率为(57~58)nGy/h，源库拟建址周围建筑物室内处的 γ 辐射剂量率为（60~62）nGy/h 之间，根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路 γ 辐射水平为（18.1~102.3）nGy/h，室内 γ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，可见本项目源库拟建址周围环境各检测点位 γ 辐射水平处于江苏省环境天然贯穿辐射水平测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备与工艺分析

9.1.1 工程设备

射线探伤，即无损检测技术，是利用不同材料对 γ 射线吸收的差异性，使胶片感光形成黑度不同的图像，从而反映出被检测物体内部的缺陷。

本项目所用 γ 射线探伤机源容器便于人工搬运且重量不超过 50kg，属于 GBZ117-2022 中 P 类便携式 γ 探伤机。其中，使用 ^{192}Ir 的 γ 射线探伤机透照范围为（12~70）mm 钢，使用 ^{75}Se 的 γ 射线探伤机透照范围为（8~30）mm 钢。 γ 探伤机的优点是无需耗电，放射源可持续发射射线且穿透力强；探伤时出源的曝光头体积小，在工件内部易于摆放，尤其适合一些复杂工件焊缝的探伤；效率高，可连续运行，且无易损部件。缺点是随着放射源的衰变，需要定期换源；此外放射源射线能量固定，无法根据工件厚度进行调节，当穿透度与能量不适配时，灵敏度下降较严重；且持续发射 γ 射线的含源 γ 探伤机，不仅需要配建放射源源库，而且对工作人员的辐射安全和探伤场所的安全，以及含源探伤机的运输，都有更高的要求。

γ 射线探伤机一般由放射源及源容器（贮源容器）、安全锁、源辫及其位置指示系统、输源管、遥控装置和其他附件组成。

源容器，即探伤机机体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器。其最外层为钢包壳，内部一般为贫铀屏蔽层。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。

源容器的输入端用来连接控制缆导管；另一头的输出端通过管接头和输源导管连接。未工作时放射源位于芯部的 S 通道/直通道中央（取决于探伤机结构类型），通过 S 形结构或贫铀柱和输入输出端封堵以防射线的直接照射。工作时，转动快门环操作偏心轮，使偏心轮中的曝光通道和源通道对直，用快速接头把输源导管和源容器连起来，输源导管的另一端部为曝光头，操作遥控装置，通过控制缆连接源辫，将放射源顶出源容器送至曝光头，进行曝光照相检测。

遥控装置分为手动和电动两种类型。在没有供电的移动 γ 探伤野外作业，一般是靠手摇曲柄驱动放射源出源。 γ 射线探伤机结构示意图见图 9-1、常见 γ 射线探伤机见图 9-2。

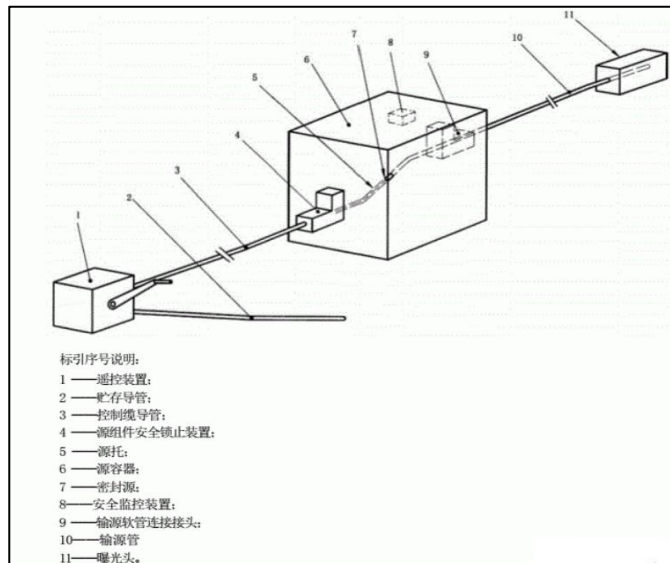


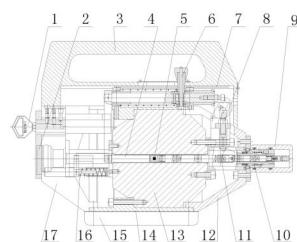
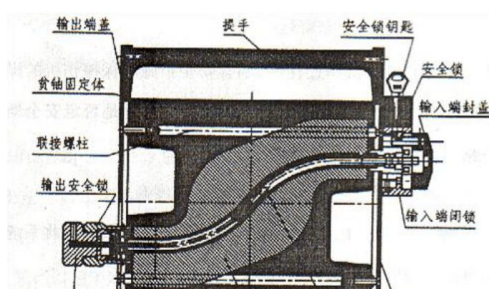
图 9-1 γ 射线探伤机结构示意图



准直器



曝光头



1、探伤机专用钥匙 2、输出端防尘盖 3、扶手 4、贫铀柱 5、放射源 6、自动闭锁开 7、防尘盖板 8、射源回位自动关闭机构 9、输入端护套 10、输入端闭锁机构 11、源瓣 12、输入端盖 13、贫铀罐 14、筒体 15、机座 16、输出端闭锁机构 17、输出端盖



S通道 γ 探伤机



直通通道 γ 探伤机

图 9-2 常见 γ 射线探伤机组件及外观示意图

公司拟采购的 γ 探伤机，一般生产于 2023.10.1 后，应满足《 γ 射线探伤机》（GB/T 14058-2023）要求，即配备有①安全锁②源组件安全锁止装置③源组件位置显示器④带有定位、数据传输以及监测源容器周围剂量当量率并在源回收异常时可报警的安全监控装置的 γ 探伤机。

本项目拟使用 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 进行 γ 射线探伤移动探伤，其核素特性见表 9-1。

表 9-1 本项目 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 核素特性一览表

核 素	半衰期	衰变方式	主要射线及能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$
^{192}Ir	74d	β^- 、 ϵ	$\beta^-0.672$ (46%) γ 0.468 (58.0%) 0.316 (82.9%)	0.17
^{75}Se	118d	ϵ	γ 0.265 (56.6%)、0.121 (16.9%) 0.136 (56.7%)、0.279 (23.9%)	0.072

本项目放射源安装在 γ 探伤机内，非出束时保持在在 γ 探伤机的贮存位置。 γ 探伤机不工作时存放在探伤房双人双锁源库的指定源坑内。

9.1.2 工作原理及工作负荷

γ 射线探伤机的核心部件是 γ 放射源，放射源会持续衰变产生大量 γ 射线。不同类型放射源产生的 γ 射线能量不同，衰变速率也不同。

γ 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线减弱强度越大，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。

根据江苏助智检测技术服务有限公司提供资料，现场 γ 移动探伤时，每次探伤最多仅开一台探伤机。开展无损检测的是大小不同规格工件的焊缝。

对于移动式 γ 射线探伤， γ 射线移动探伤最大工况为使用一台内含一枚 100Ci 的 ^{192}Ir 源的 γ 探伤机，每个探伤现场每次仅使用一台探伤机开展一种类型的射线探伤，不会同时使用多台探伤机。公司预计最多同时派出 5 个探伤小组，每个探伤小组配备至少 2 名辐射工作人员及 1 名现场安全员。公司拟设立两名源库管理人员，负责源库管理工作，辐射工作人员岗位及人数见表 9-2。

表 9-2 江苏助智检测技术服务有限公司辐射工作人员一览表

岗位类别	数量	工作情况
专职探伤人员	10 人	专职开展移动式 γ 射线探伤及原移动式 X 射线探伤
安全员	5 人	γ 探伤机的领取归还工作、 移动探伤作业时现场安全管理
源库保管员	2 人	放射源源库管理、 γ 探伤机的领取归还工作

由于采用的是探伤小组的方式作业，参考公司原有移动 X 射线探伤的工作量，预计每个探伤小组每周拍片平均 100 张，根据现场工件情况进行探伤设备的布设，每个探伤小组预计年工作 50 周，年累计出束 100h。

源库管理人员仅在每次领用归还 γ 探伤机及盘点时方进入源库，平均每天领取、归还近距离接触耗时约 5min，年工作 300 天。

9.1.3 工作流程及产污环节分析

源库管理及移动式 γ 射线探伤工作流程

江苏助智提供的源库及移动式 γ 射线探伤工作流程的工作流程如下：

(1) 源库工作流程

移动式 γ 射线探伤前由探伤辐射工作人员进入双人双锁源库领取 γ 射线探伤机，做好相关台账记录。

出库前由源库保管员对 γ 射线探伤机表面进行辐射剂量监测，测量源容器表面一定距离处的周围剂量当量率是否符合“离源容器表面 5cm 处 $\leq 500\mu\text{Sv/h}$ 、离源容器表面 100cm 处 $\leq 20\mu\text{Sv/h}$ ”的要求，并确认放射源处于屏蔽状态，记录所测的辐射剂量，领取人签字确认后领取。同步调整此 γ 探伤机在库/离库指示牌，并注明去向。

同时领取时检查：

- 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；
- 检查源容器和源传输导管是否连接牢固；
- 检查源传输导管是否有毛刺、破损、扭结。

探伤完成后，源库保管员对 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，领用人签字确认 γ 射线探伤机归还入库。 γ 射线探伤机归还至放射源库固定源坑内，同步调整此 γ 探伤机在库/离库指示牌。放射源库运行的流程见图 9-3。

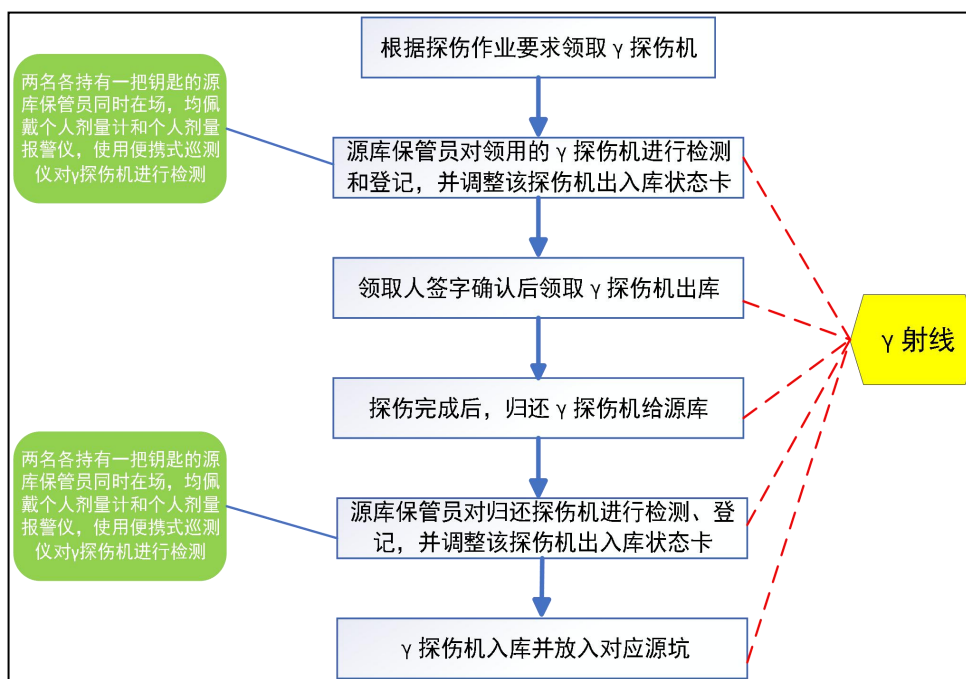


图 9-3 放射源源库工作流程及产污环节示意图

(2) 移动式γ射线探伤工作流程

①在实施移动式探伤工作之前，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。还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）。

②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。要求委托单位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。经批准后开具探伤作业票，由委托单位通知探伤单位和相关人员，以便提前做好清场准备工作。

③在探伤地点提前发布探伤通知。γ移动探伤作业还在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。

④根据探伤任务，涉及γ移动探伤，探伤小组从双人双锁的源库内领取本次使用的γ射线探伤机（根据工件特点选用合适的γ探伤机，尽量使用满足探伤要求的最低活度源），以及配套的导向管、控制缆和遥控、准直器。从移动探伤器材库房领取移动探伤必要的局部屏蔽物、控制区监督区警示牌、警示灯、警戒线，以及应急箱（包括

放射源远距离处理工具）、夹钳等。若非一次性完成的探伤任务，还需领用现场临时贮源带锁铅箱。领用探伤胶片。

⑤工作人员再次检查所携带的便携式 X- γ 剂量率仪和个人剂量计、个人剂量报警仪是否电量充足、工作正常、数量足够。确保每一个探伤作业班组应至少配备一台检定/校准合格的便携式 X- γ 剂量率仪；每一名辐射工作人员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。

⑥委托有资质的第三方运输单位将 γ 探伤机运输至探伤作业现场。

⑦在约定的作业时间到达探伤作业现场，根据经验预设控制区和监督区边界，并在相应的边界设置警示标识：

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，探伤作业人员在控制区边界外操作，控制区内禁止进行其他工作。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。移动式探伤作业工作过程中，为了使控制区的范围尽量小，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。

监督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“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

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。

控制区边界各方向均放置提示“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设置警示灯。 γ 射线探伤的工作状态指示灯均与探伤机联锁。

⑧ γ 探伤机手摇曲柄设置在控制区边界外合适位置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。辐射工作人员在工件需检测的部位贴上感光胶片，再次对探伤现场进行清场，确保控制区及监督区内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，辐射工作人员连接好 γ 探伤机的控制部件和输源管、开启探伤机闭锁装置，通过手动出源装置远距离驱动放射源至曝光位进行 γ 探伤出源试曝光。现场安全员携带辐射巡测仪对控制区边界（ $\leq 15\mu\text{Sv/h}$ ）、监督区边界（ $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ）进行修正，重新确定控制区、监督区边界，

重新设置安全警戒措施。如在厂区内进行移动探伤，还有确保厂界周围剂量当量率满足不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

⑨全部工作完成后辐射工作人员远离探伤控制区，开始无损检测。

⑩移动探伤作业期间，现场安全员使用的便携式 X- γ 剂量率仪一直保持开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。辐射工作人员除佩戴个人剂量计进行常规个人剂量监测外，还佩戴个人剂量报警仪。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。

⑪达到预定照射时间和曝光量后， γ 射线探伤的安全员携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪，手摇曲柄快速将放射源收回 γ 探伤机贮源容器内，用便携式 X- γ 剂量率仪进行监测，确定放射源收回源容器后，在检查记录上签字。辐射工作人员取下胶片。直至本地点探伤工作全部完成，方解除警戒并离场。

⑫移动 γ 射线探伤工作间歇临时贮存 γ 探伤机，在专用的双人双锁贮源铅箱内贮存并由专人看管，在临时贮存期间要求专人值守，在铅箱周围 2m 范围设置安全警戒绳，公众不允许靠近，临时贮存完毕，进行巡测，确保存储安全。

⑬所有胶片均直接带回本公司洗片切片室，由本单位人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等，洗片读片过程中会产生显影、定影废液和冲洗废水、废胶片等；

⑭合格的胶片将用于出具焊缝的检测报告，并作为档案保存至少 7 年，到期后作为废胶片处置。

⑮上述涉及源库及 γ 射线探伤的每个辐射安全相关步骤，均在江苏省高风险移动源在线监管系统中进行出入库和作业登记，使监管部门能够实时掌握每一台 γ 探伤机的工作情况。

γ 射线移动探伤工作流程及产污环节示意图 9-4。

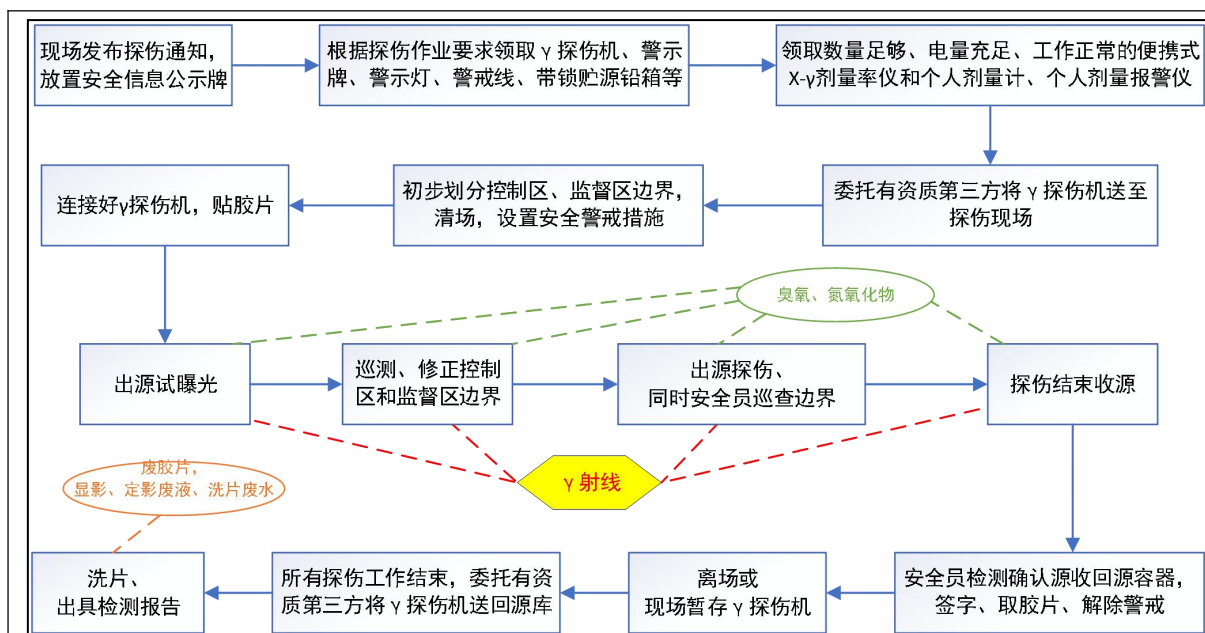


图 9-4 移动式γ射线探伤工作流程及产污环节示意图

9.1.4 原有工艺不足和改进情况

江苏助智检测技术服务有限公司现有核技术利用项目为“使用 II 类射线装置”，该公司已办理完善的环保手续。

公司现有辐射工作场所辐射安全与防护措施及相关制度齐全。现有辐射工作人员辐射安全与防护考核均在有效期内，公司已为其建立个人剂量监测档案及职业健康管理档案。

公司现有核技术利用项目已开展年度环保检测，根据检测结果可知，公司现有辐射工作场所周围剂量当量率能满足相关标准的要求。

综上所述，原有工艺不存在不足和需要改进情况。

9.2 污染源项描述

9.2.1 电离辐射污染

本项目γ射线探伤辐射污染主要是当放射源处于贮源位时，放射源发射的γ射线经不完全屏蔽对周围环境产生的外照射，以及放射源进行出源曝光时发射的γ射线对周围环境产生的外照射。因此γ射线是本项目γ射线探伤的主要污染因素。本项目配备 4 台 ^{192}Ir 源探伤机和 1 台 ^{75}Se 源探伤机，均拟购自正规厂家。每台γ探伤机中有 1 枚密封源，单枚活度最大不超过 $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ （100Ci），属于《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 P 类探伤机。源容器表面 5cm 处周围当量剂量率限值不超过

500 μ Sv/h, 1m 处不超过 20 μ Sv/h。

探伤时 γ 源发射的射线各向同性, 均为主射线, 在被检测工件上会产生散射。

此外, γ 射线探伤机使用的放射源, 随着活度的衰减, 穿透量逐渐减弱, 曝光时间逐渐增加, 直至不能满足工作需要而需要更换源。一般 ^{192}Ir 源使用约 3~5 个半衰期 (不超过 1 年) 后退役, 退役时活度不超过 10Ci; ^{75}Se 源使用约 3~5 个半衰期后退役 (不超过 1.5 年), 退役时活度不超过 10Ci。退役放射源仍有放射性, 会对周围环境产生一定的 γ 辐射影响。

γ 射线探伤机贮源位屏蔽层大多为一定厚度的贫铀材料, 根据 GBZ117-2022 的要求, 掺入贫铀的屏蔽装置应与 γ 射线源一样对待。因此使用超过 10 年的 γ 探伤机, 若屏蔽层含贫铀, 也应参考退役 γ 源, 返回原生产厂家。

9.2.2 非电离辐射污染

① X、 γ 射线探伤洗片作业时会产生显影、定影废液 (含重金属离子), 属于《国家危险废物名录》中的“HW16 感光材料废物”中“非特定行业、废物代码 900-019-16”的“其他行业产生的废显 (定) 影剂、胶片和废像纸”, 本项目年产生约 200kg 显影、定影废液和约 200 张 (约 10kg) 的废胶片。此外胶片在最终定影后还需流水冲洗, 冲洗废水中可能还残存少量银离子, 收集的冲洗废水年产生量约 400kg。

② γ 射线探伤出束时, 高能光子会电离空气产生少量臭氧(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

10.1.1 移动探伤现场工作场所布局与分区

在开展移动式 γ 射线现场探伤作业时，将根据现场具体情况，利用便携式 X- γ 剂量率仪进行巡测，拟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，并设置实体屏障（包括利用现有墙体、临时屏障或临时拉起警戒线等），在控制区边界合适位置设置“当心电离辐射”警告标志，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤期间禁止任何人员进入；拟将控制区边界外、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，禁止非辐射工作人员进入；如在多楼层的工厂或工地开展移动探伤，还在移动探伤区域上下层人员入口设置屏障，避免人员通过楼梯/电梯等进入控制区。该布局满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于移动探伤辐射工作场所的分区要求。

10.1.2 放射源库项目工作场所布局及分区

本项目将源库作为本项目固定场所的控制区，将危废库作为本项目固定场所的监督区，建设单位将在源库门外表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明（控制区），将在危废库入口门张贴监督区标牌以作警示。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下图，本项目辐射工作场所两区划分情况见下表。

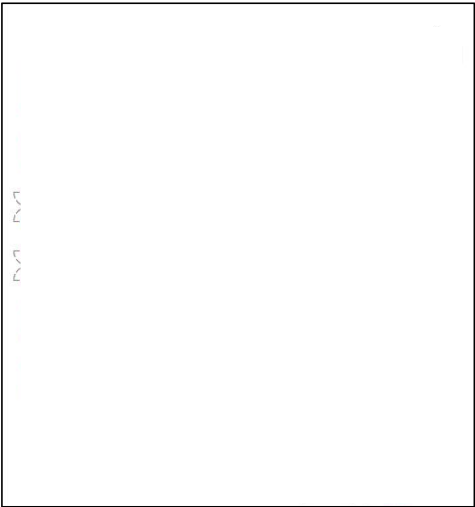


图 10-1 固定场所两区划分示意图

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

本项目源库屏蔽防护设计方案见表 10-1，临时贮存铅箱防护设计方案见表 10-2。

表 10-1 源库屏蔽防护设计一览表
(使用工况：4 台 100Ci 的 ^{192}Ir 探伤机、1 台 100Ci 的 ^{75}Se 探伤机)

内部净尺寸		
墙体		
屋顶		
防护门		
源坑尺寸		
源坑屏蔽		

注：砼密度为 2.35g/cm^3 ，铅密度为 11.3g/cm^3 ，实心砖密度为 1.6g/cm^3 。

表 10-2 γ 移动探伤现场临时贮存铅箱屏蔽防护设计一览表
(使用工况：1 台 100Ci 的 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ 探伤机)

铅箱尺寸	
铅箱屏蔽	

10.1.4 γ 探伤机源库的辐射安全和防护措施分析

本项目源库拟建址位于 36#厂房一层东南侧，现根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求，对其拟建辐射安全和防护措施进行评价：

公司拟在 36#厂房一层东南侧新建一座源库，内设 5 个源坑，用于贮存供 γ 射线移动探伤使用的 5 台 γ 探伤机，1#~4#源坑各放置 1 台 ^{192}Ir γ 探伤机，5#源坑放置 1 台 ^{75}Se γ 探伤机且位置固定。源库的每个源坑具有足够的混凝土墙体及便于手动翻开的铅盖板屏蔽，确保放入的每台 γ 探伤机屏蔽良好。根据理论估算源库墙/门外可实现辐射剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 的辐射水平。

源库拟设置在一层东南侧，紧靠东墙，外侧为值班室，避免非本公司人员和公众靠近，进一步确保了源库周边环境的安全。源库门设计为双人双锁防盗门，门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志，并设置入侵报警系统，同时利用值班室外的 1 个、源库内的 2 个红外监控探头实时监控源库，在公司 24 小时监控值班室内也设置监视器，确保非工作时间监控放射源安全。

源库拟设置 2 名专职的源库管理员，对含源 γ 探伤机出入源库进行台账登记并监

测出入库的 γ 探伤机的表面辐射水平，确保放射源在源容器内，并及时调整 γ 探伤机在库/离库指示牌，并注明去向。根据源库管理制度，源库管理员将定期盘查探伤源、源容器的使用及存放地点。

根据《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012），本项目存放II类密封放射源的源库，为二级风险等级，本项目源库的建设与 GA 1002-2012 相符性分析见表 10-3。

表 10-3 本项目源库与 GA 1002-2012 相符性分析

GA 1002-2012 要求	本项目源库建设况	是否满足
保卫值班室应 24h 有专人值守。值守人员应每两小时对存放场所周围进行一次巡查，巡查时携带自卫器具。	本项目源库利用值班室外的 1 个、源库内的 2 个红外监控探头，能够无死角覆盖源库区域，监视器不仅接入操作室操作台，也接入公司 24h 值班室内，供 24h 值班人员巡视和监控。	满足
应建立放射源防盗、防抢、防破坏及技术防范系统发生故障等状态下的应急处置预案，并每年开展一次针对性的应急演练。	公司将制定涵盖放射源被盗、被抢、被破坏等辐射事故工况的辐射事故应急预案，充分考虑对应事故工况下的应急措施，公司将每年一次辐射事故应急演练。	满足
放射源应单独存放，不得与易燃、易爆、易腐蚀物品等一起存放。应由专人保管，并做好贮存、领取、使用、归还情况的登记，登记资料至少保存 1 年。含放射源装置暂停使用期间，应存放在专用仓库内。	本项目将设置独立源库， γ 射线探伤机均放置在源坑内，不会与易燃易爆易腐蚀物品一起存放。本项目源库设置有专职源库保管员，负责 γ 探伤机的贮存、领取、使用、归还情况的登记，登记资料将根据《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》的要求保存 5 年。 γ 探伤机暂停使用期间，放置在源库的独立专用源坑内。	满足
二级风险的库房墙壁应采用混凝土墙或实心砖墙建造，墙壁厚度应不小于 250mm；顶部应采用现浇钢筋混凝土或钢筋混凝土楼板建造，厚度应不小于 160mm。		满足
库房出入口应设置防盗安全门、入侵报警装置，视频监控装置、出入口控制装置。	本项目源库出入口控制设计为双人双锁防盗门，值班室外、源库内拟设置红外视频监控，并拟安装与公安系统联锁的入侵报警装置。	满足

此外，单位还配备有专用的铅箱供移动 γ 探伤外场作业间歇或夜间无法返回时使用，该专用存储铅箱表面拟张贴当心电离辐射警告标志，并实行双人双锁管理。在临时贮存期间要求专人值守，在铅箱周围 2m 范围设置安全警戒绳，公众不允许靠近，临时贮存完毕后进行巡测，确保 γ 探伤机的存储安全。落实以上措施后，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中对放射源贮存和领用的要求。

江苏助智检测技术服务有限公司源库由至少 心砖建造，每台 γ 探伤机存

放于混凝土浇筑的带铅盖板的地下源坑；值班室外、源库内拟设置红外视频监控，并拟安装与公安系统联锁的入侵报警装置，实行 24 小时监控和巡查；源库所在一楼地面高出厂房外地面 0.1m 防水淹；源库内禁止堆放易燃、易爆等危险物品，同时源库拟配备 1 个灭火器，能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中对源库防火、防水、防盗、防丢失、防破坏和防射线泄漏的要求。

10.1.5 γ 探伤机的运输和移动辐射安全和防护措施分析

本项目 γ 射线移动探伤场所是压力容器制造厂、压力管道制造厂、压力管道使用单位，因此需要将 γ 探伤机从源库运输至无损检测现场。

公司拟委托有放射源运输资质的单位负责 γ 探伤机的运输（委托运输承诺书见附件 8），委托放射源运输时应检查运输单位车辆是否具有有效行驶证和营运证；驾驶人、押运人员是否具有有效资质证件；运输车辆、容器是否在检验合格有效期内；所装货物是否与货物运单载明的事项相一致。

公司将按《放射性物品运输安全管理条例》、《放射性物品运输安全许可管理办法》、《放射性物品道路运输管理规定》和《放射性物品安全运输规程》、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求，如开展跨省跨市作业的 γ 探伤将履行备案手续：出省作业前后按要求在盐城市生态环境部门办理“放射性同位素临时出省作业审批”的放射性同位素跨省转移备案和注销确认手续。跨市作业将按要求在使用地、移出地设区的市生态环境部门备案，并做好上述文件的归档和保存。

公司将确保每次运输的 γ 探伤机置于贮存铅箱内运输，该铅箱设置双人双锁，表面拟张贴当心电离辐射警告标志，只有在铅箱正确锁紧并取出钥匙后方能移动。委托运输时向承运单位提交运输说明书、辐射检测报告、核与辐射事故应急响应指南、装卸作业方法、安全防护指南等。当在不涉及公用道路的厂区内移动时，使用小型车辆或手推车，使 γ 探伤机处于人员监视之下。

按此落实将符合环境保护管理要求。

10.1.6 移动式 γ 射线探伤的辐射安全和防护措施分析

本项目移动式 γ 射线探伤所需配套安全措施，包括警戒绳、警示牌、与辐射联锁的声光报警指示灯、 γ 移动探伤现场信息公告牌、环境辐射巡测仪、个人剂量报警仪、现场临时贮源铅箱等，**包括原有 X 射线探伤机**，均拟存放在拟建源库西侧的设备室内。为确保 X 射线探伤机的安全贮存，该库房参考源库管理，拟安装红外报警装置，拟安

装两道防盗门并实行双人双锁管理，门外拟设置“当心电离辐射”警告标志，并拟在库房内外各安装一个红外摄像头，同样开展 24h 监控。X 射线探伤机出入库也必须进行使用台账登记。

本项目 γ 探伤机用于移动探伤作业，安装安全监控定位装置，每次移动探伤作业均需在江苏省高风险移动源在线监管系统（<http://39.106.168.165:8080/fsy/login.html>）中上传相关信息，便于监管部门了解移动 γ 探伤作业情况。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环办函[2014]1293号）及《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）标准要求，本项目移动 γ 射线探伤项目拟落实以下表 10-4 辐射安全和防护措施要求。

表 10-4 本项目移动 γ 射线探伤项目辐射安全措施评价

执行标准	项目	标准要求	本项目拟采取措施	是否满足
《工业探伤放射防护标准》 （GBZ 117-2022）	工作前检查	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。 5.2.2.1 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。	（1）探伤操作规程拟规定辐射工作人员在探伤工作前对γ探伤机进行检查，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磨损、损坏，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“源容器外 5cm 处周围剂量率小于 0.5mSv/h，表面 1m 处周围剂量率小于 0.02mSv/h”的要求，并确认放射源处于屏蔽状态。 （2）设备检修维护制度中拟规定定期对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，由厂家专业人员将放射源倒入换源器后进行，本公司人员不单独对探伤机进行维修。 （3）设备检修维护制度拟规定经常对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。每次维护均进行登记，登记内容包括探伤机编号、维护内容、维护人等信息。	满足
	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	（1）在实施移动式探伤工作之前，探伤小组将对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容包括工作地点的选择、	满足

执行标准	项目	标准要求	本项目拟采取措施	是否满足
		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。	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）。 （2）公司确保开展移动式探伤工作的每台探伤机配备两名辐射工作人员。 （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。要求委托单位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。公司通过开具探伤作业票，由委托单位通知探伤单位和相关人员，以便提前做好清场准备工作。	
	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。 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。	（1）γ射线探伤工作拟尽可能地安排在傍晚或夜间工人完全离场的情况下进行，根据现场条件来划定防护距离，运用距离、时间及屏蔽物等防护原则进行防护。现场探伤根据现场情况划定并标志出控制区和监督区范围和边界。拟将周围剂量当量率大于$15\mu\text{Sv/h}$的区域划定为控制区，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”标牌。拟将周围剂量当量率大于$2.5\mu\text{Sv/h}$的区域划为监督区，边界处设置电离辐射警告标志和场界警戒绳，悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌、必要时派专人警戒；确保场内无其他人员后，通过辐射巡测仪对边界进行检测或修正，而后开始探伤。公司将为本项目配备辐射巡测仪和个人剂量报警仪，确保每个探伤小组配备一台便携式 X-γ剂量率仪。便携式 X-γ剂量率仪定期对其开展检定/校准工作。并为辐射工作人员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。 （2）拟在进行γ射线移动探伤过程中对控制区和监督区的管理和控制，若现场探伤环境不能满足监督区的防护距离时，辐射工作人员对γ射线探伤机附加一定的防护装置如集光筒、活动防护罩、防护挡板、限束板等防护措施，限制射线束中的无用射线，减小	满足

执行标准	项目	标准要求	本项目拟采取措施	是否满足
		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 2.5μSv/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。 7.2.9 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。 7.2.10 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。	散射面积，减少散射量，屏蔽漏射线，降低探伤作业现场周围的辐射水平，缩小控制区和监督区的范围。 （3）探伤作业期间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。 （4）移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，关闭楼层入口，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。 （5）γ探伤机手摇曲柄设置在控制区外合适位置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。	
	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警示灯。 7.3.3 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	（1）在作业前，委托单位通过合适的途径提前发布探伤通知，告知作业信息，确保通知到所有相关人员，防止误照射发生。开始移动式探伤之前，探伤工作人员在委托单位的配合下对工作场所清场，确保在控制区及监督区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区和监督区。 （2）公司拟采购提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。确保“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。夜晚作业时控制区边界还拟设置警示灯。 （3）γ探伤探伤的“预备”和“照射”状态的指示灯与γ探伤机实现剂量联锁。 （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。	满足

执行标准	项目	标准要求	本项目拟采取措施	是否满足
		贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。	(5) 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。	
	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。	(1) 开始移动式探伤之前, 探伤现场安全员再次巡查, 确认在控制区内没有任何其他人员, 并防止有人进入控制区。 (2) 控制区的范围通过设置警戒绳、警示牌确保清晰可见, 如在夜间作业还设置照明灯, 确保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, 将安排足够的人员进行巡查。 (3) 在试运行(或第一次曝光)期间, 测量控制区边界的剂量率确认$\leq 15\mu\text{Sv/h}$, 以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。 (4) 开始移动式探伤工作之前, 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剂量率仪一直处于开机状态, 防止射线曝光异常或不能正常终止。 (5) 移动式探伤期间, 工作人员除进行常规个人监测外, 还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, 每个现场探伤作业人员两者均使用。	满足
	移动探伤的操作要求	7.5.2.1 应根据要进行射线探伤的物体的类型和尺寸, 确定所使用的放射性核素。对于有多个γ射线源的使用单位, 应使用与获得所需射线照片相一致的最低活度源。 7.5.2.2 探伤作业开始前应备齐下列防护相关物品, 并使其处于正常状态: a) 便携式 X-γ剂量率仪和个人剂量计、个人剂量报警仪; b) 导向管, 控制缆和遥控; c) 准直器和局部屏蔽; d) 现场屏蔽物;	(1) 公司将根据要进行γ射线探伤的工件的类型和尺寸, 确定所使用的放射性核素。本项目拟配备 1 台 ^{75}Se 探伤机和 4 台 ^{192}Ir 探伤机, 每次仅使用与获得所需射线照片相一致的最低活度源。 (2) 探伤作业开始前拟备齐下列防护相关物品, 并使其处于正常状态: a) 便携式 X-γ剂量率仪和个人剂量计、个人剂量报警仪; b) 导向管, 控制缆和遥控; c) 准直器和局部屏蔽; d) 现场屏蔽物; e) 警告提示和信号; f) 应急箱, 包括放射源的远距离处理工具;	满足

执行标准	项目	标准要求	本项目拟采取措施	是否满足
		e) 警告提示和信号； f) 应急箱，包括放射源的远距离处理工具； g) 其他辅助设备，例如：夹钳和定位辅助设施。 7.5.2.3 探伤工作完成后，操作人员应使用便携式X-γ剂量率仪进行监测，以确保所有γ放射源均已完全退回源容器中，并且没有任何放射源留在曝光位置或脱落。操作人员在离开现场之前，应进行目视检查，以确保设备没有损坏。应通过锁定曝光设备并将防护屏蔽放在适当位置来准备好运输设备。曝光装置和辅助设备应物理固定在车辆中，以免在运输过程中脱落（或掉落）、损坏。	g) 其他辅助设备，例如：夹钳，γ探伤机及其的定位装置。 （3）操作规程中拟规定探伤工作完成后，操作人员使用便携式X-γ剂量率仪进行监测，以确保所有γ放射源均已完全退回源容器中，并且没有任何放射源留在曝光位置或脱落。操作人员在离开现场之前，再次进行目视检查，以确保设备没有损坏。通过锁定曝光设备并将防护屏蔽放在适当位置来准备好运输设备。曝光装置和辅助设备以物理方式固定在车辆中，以免在运输过程中脱落（或掉落）、损坏。	
《关于进一步加强γ射线移动探伤辐射安全管理的通知》 （环办函[2014]1293号）	人员管理	建设单位应加强从业人员管理，按照法规要求做好人员培训工作，严禁无证人员操作探伤装置。	建设单位拟加强从业人员管理，按照法规要求做好人员培训工作，确保所有辐射工作人员均取得“γ射线探伤”辐射安全培训合格成绩单方能上岗，严禁无证人员操作探伤装置。	满足
	现场安全员	γ射线移动探伤作业时应配备现场安全员，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。现场安全员应接受与操作人员等同的辐射安全培训。	公司拟为γ射线移动探伤作业配备5名安全员，并通过任命文件确认。其主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。本项目现场安全员也是辐射工作人员，均须取得“γ射线探伤”辐射安全培训合格成绩单方能上岗。	满足
	信息公示	γ射线移动探伤室外作业时（应急探伤作业除外），应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于2平方米，公示信息应采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要（具备防水、	γ射线移动探伤室外作业时拟在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于2平方米，公示信息拟采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌能够适应野外作业需要（具备防水、防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化将重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌	满足

执行标准	项目	标准要求	本项目拟采取措施	是否满足
		防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。	进行涂改、污损。	
	辐射安全主体责任	建设单位应明确并牢记辐射安全主体责任，及时履行环保手续，加强企业自身的辐射安全管理，强化辐射工作人员的法律法规学习，培植单位的核安全文化，防止事故发生。	建设单位明确并牢记辐射安全主体责任，及时履行环保手续，加强企业自身的辐射安全管理，强化辐射工作人员的法律法规学习，培植单位的核安全文化，防止事故发生。	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）	安全管理	（1）至少有1名以上专职人员负责辐射安全管理工作。 （2）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。 （3）必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。 （4）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。探伤装置用毕不能及时返回本单位放射源库保管的，应利用保险柜现场保存，但须派专人24小时现场值班。保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志。 （5）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。 （6）探伤装置转移到外省、自治区、直辖市使用的，使用单位应当于活动实施前填写“放射性同位素异地使用备案表”，先向使用地省级环境保护主管部门	（1）拟安排1名专职人员负责辐射安全管理工作，并以文件形式明确其岗位职责。辐射防护负责人将考取“辐射安全管理”辐射安全培训合格成绩单方能上岗。 （2）每台γ探伤机拟配备2名操作人员，操作人员均需取得“γ射线探伤”辐射安全培训合格成绩单方能上岗。 （3）公司将在取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证后，方开展γ射线移动探伤作业。 （4）拟安排2名源库保管员专职负责放射源库的保管工作，并以文件形式明确其岗位职责。专职源库管理员均需取得“γ射线探伤”辐射安全培训合格成绩单方能上岗。 放射源库拟设置红外监控和入侵报警等保安设施，源库门拟设置双人双锁。探伤装置用毕不能及时返回本单位放射源库保管时，利用临时贮存铅箱现场保存，并派专人24小时现场值班。临时贮存铅箱表面明显位置粘贴电离辐射警告标志。 （5）更换放射源时，公司将向江苏省生态环境厅提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。公司和放射源生产单位将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。 （6）γ探伤机若需转移到外省、自治区、直辖市使用的，公司将于活动实施前填写“放射性同位素异地使用备案表”，先向使用地省级环境保护主管部门备案，经备案后，到移出地省级环境保护主管部门备案（江苏省已将放射性同位素临时出省作业审批下放	满足

执行标准	项目	标准要求	本项目拟采取措施	是否满足
		备案，经备案后，到移出地省级环境保护主管部门备案。异地使用活动结束后，使用单位应在放射源转移出使用地后 20 日内，先后向使用地、移出地省级环境保护主管部门注销备案。	至市级生态环境部门）。异地使用活动结束后，公司将在放射源转移出使用地后 20 日内，先后向使用地、移出地省级环境保护主管部门注销备案。	
	探伤机要求	（1）从事移动探伤作业的，应拥有 5 台以上探伤装置。 （2）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。	（1）本项目拟配备 5 台 γ 射线探伤机。 （2）本项目探伤装置安全使用期限为 10 年，本单位禁止使用超过 10 年的探伤装置。	满足
	探伤机管理	（1）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。 （2）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。 （3）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。	（1）拟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。核实时确保 2 人在场，核实记录妥善保存，并建立计算机管理档案。 （2）拟制定检修维护制度并规定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，发现问题及时维修。并做好记录。 （3）公司操作规程拟规定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。	满足
	现场探伤作业	（1）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。 （2）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。 （3）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。 （4）室外作业时，应设定控制区，并设置明显的警	（1）操作规程拟规定，探伤作业时，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。 （2）操作规程拟规定，每次探伤工作前，操作人员需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。 （3）公司拟委托有放射源运输资质的单位负责 γ 探伤机的运输至探伤现场（委托运输承诺书见附件 8），运输过程中的押运及监护由运输单位承担。 （4）操作规程拟规定， γ 射线探伤作业时，拟设定控制区/监督区，	满足

执行标准	项目	标准要求	本项目拟采取措施	是否满足
		戒线和辐射警示标识，专人看守，监测控制区的辐射剂量水平。 (5)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。	并在两区边界上设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守，并监测控制区/监督区的辐射剂量水平。 (5)操作规程拟规定，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γ探伤机离开现场。	
	事故应急	发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，立即向使用地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。	公司拟制定的辐射事故应急预案规定，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，并根据法规要求，立即向使用地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。	满足

公司落实以上辐射安全措施后，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中对源库、 γ 射线移动探伤的相关辐射安全要求。针对源库及移动式 γ 射线探伤，公司拟采取辐射安全防护设施见表 10-5。

表 10-5 辐射安全防护设施一览表（以最多同时开展 5 个移动探伤现场考虑）

项目	辐射安全防护设施	辐射安全防护设施 (单个移动探伤现场)
辐射防护	警告牌 40 个 (每个移动探伤现场控制区边界 4 个“禁止进入射线工作区”、监督区边界 4 个“无关人员禁止入内”)	警告牌 8 个 (控制区边界 4 个“禁止进入射线工作区”、监督区边界 4 个“无关人员禁止入内”)
	安全警戒线 5000 米 (每个移动探伤现场配备 1000m)	安全警戒线 1000 米
	电离辐射警告标志 44 个 (每个移动探伤现场配备 8 个、源库 1 个、现场暂存铅箱 2 个、移动探伤器材库房 1 个)	电离辐射警告标志 8 个 (每个移动探伤现场配备 8 个)
	安全信息公示牌 5 个 (每个 γ 移动探伤现场配 1 个，安全信息公示牌面积不小于 2 平方米，公示信息采取喷绘（印刷）方式进行制作。	安全信息公示牌 1 个 (安全信息公示牌面积不小于 2 平方米，公示信息采取喷绘（印刷）方式进行制作。
	个人防护用品	个人防护用品
	个人剂量计 17 个 (10 名辐射工作人员、5 名安全员及 2 名源库保管员各 1 个)	个人剂量计 3 个 (2 名辐射工作人员和 1 名安全员各 1 个)
	直读式个人剂量报警仪 17 个(同时具有直读和报警功能) (10 名辐射工作人员、5 名安全员及 2 名源库保管员各 1 个)	直读式个人剂量报警仪 3 个 (同时具有直读和报警功能) (2 名辐射工作人员和 1 名安全员各 1 个)
	监测仪器	监测仪器
	经检定/校准的便携式 X- γ 剂量监测仪 5 台 (每个移动探伤现场 1 台)	经检定/校准的便携式 X- γ 剂量监测仪 1 台
	安全装置	安全装置
	“预备”、“照射”工作状态指示灯(带剂量联锁) 5 套 (每个移动探伤现场控制区边界使用 1 套, 1 套 4 个指示灯)	“预备”、“照射”工作状态指示灯(带剂量联锁) 1 套, 4 个指示灯
	夜间探伤控制区警戒线边界专用警示灯 5 套 (每个移动探伤现场控制区边界使用 1 套, 1 套 4 个警示灯)	夜间探伤控制区警戒线边界专用警示灯 1 套, 4 个警示灯
	声音提示装置 5 套(可集成在“预备”、“照射”工作状态指示灯内) (每个移动探伤现场控制区边界使用 1 套)	声音提示装置 1 套(可集成在“预备”、“照射”工作状态指示灯内), 4 个声音提示装置
	现场防护装置	现场防护装置
	用于 ^{192}Ir 源的 20mm 厚钨合金准直器、用于 ^{75}Se 源的 10mm 厚钨合金准直器、局部屏蔽铅板(1mm 厚度)、现场屏蔽铅屏风 10 个 (8 个 ^{192}Ir 源使用, 对应铅当量 8mm; 2 个 ^{75}Se 源使用, 对应铅当量 2mm)	钨合金准直器需要时使用, 铅板若干, 现场屏蔽铅屏风 2 个

	现场 暂存装置	净尺寸 30cm×30cm×20cm 的 8mm 铅箱 5 个， 双人双锁，表面喷绘电离辐射警示标志。	按需配置
	辐射应急	高量程剂量率仪、防护服装（含手套）、长柄钳、急救箱、屏蔽容器、警示标志标识标线至少 1 套	按需配置
	辐射安全	源库设置 24h 值守，双人双锁防盗安全门、视频监控、入侵报警装置、灭火器，并建立使用登记台账。设备室设置 24h 值守，双人双锁防盗安全门、视频监控、灭火器，并建立使用登记台账。 γ 探伤机安装安全监控定位装置，每次探伤上传江苏省高风险移动源在线监管系统。	/

注：以上为公司拟采取的辐射安全防护设施，具体摆放位置不固定，根据现场实际需要而确定。

本项目 γ 射线移动探伤现场辐射安全措施布设示意图 10-2。

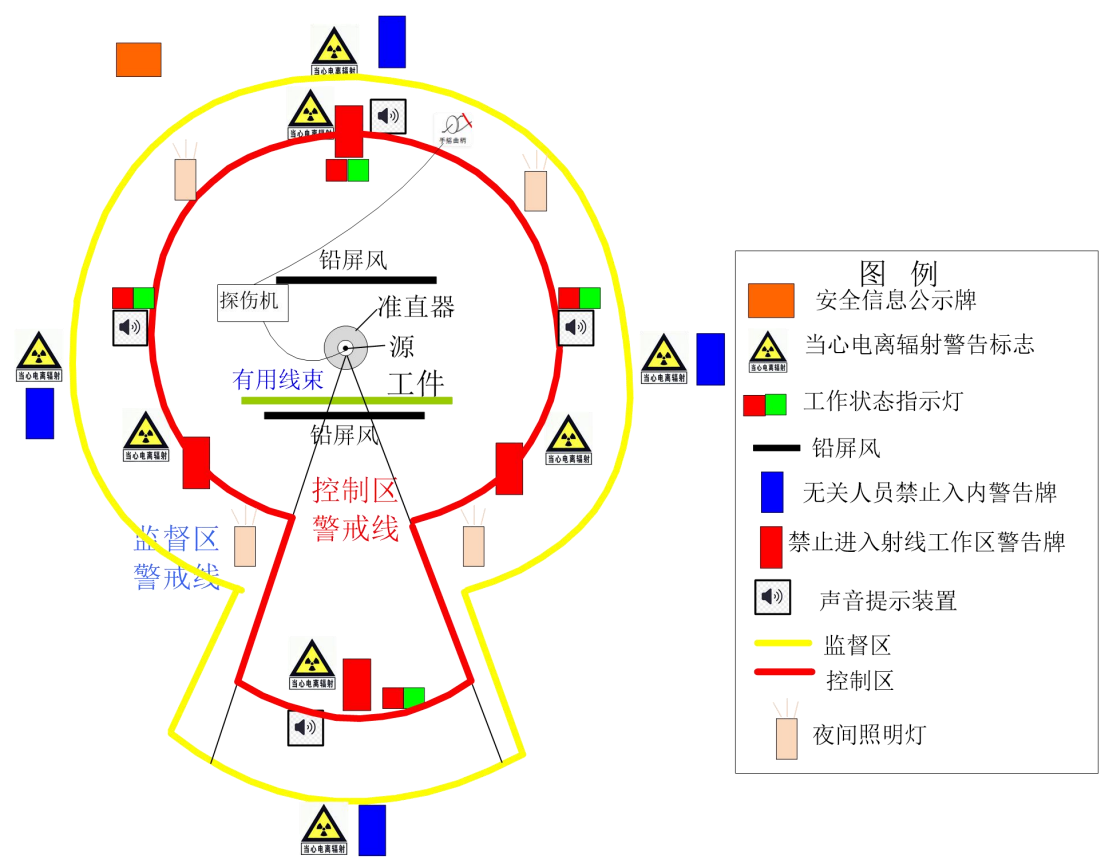


图 10-2 γ 射线移动探伤现场辐射安全措施布设示意图

10.2 三废的治理

10.2.1 HW16 感光材料废物治理措施

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。

根据公司预估，本项目每年将产生约 1000kg 的显影、定影废液，废胶片每年不超过 1000 张约 50kg，均属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物，不得随意排放或处置。

本项目洗片作业均在洗片切片室内进行，公司已承诺洗片过程中产生的显影、定影废液将集中贮存在危废库中，废胶片在危废库存储，最终委托有资质公司统一收集（见附件 7）。公司拟建危废库基本能够满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）对 HW16 感光材料废物“防雨淋、防渗漏、防流失”的要求。显影、定影废液暂存时使用的专用容器以及危废仓库还应对照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）、《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）、《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》（苏环办[2023]154 号）等法规标准中相关要求，落实以下内容。

贮存容器要做到：

①显影、定影废液采用防渗漏的专用容器存放；

②盛装危险废物的容器材质和衬里要与危险废物相容（不相互反应），要有泄漏收集装置（如托盘、导流沟、收集池）；

③容器顶部与液体表面保留 100 毫米以上空间；

④容器上必须粘贴符合标准的危险废物标签。

危废仓库应满足：

①危废暂存间具备防风、防晒、防雨、防渗漏、防腐条件，独立、密闭上锁，管理责任制度上墙，设有安全照明设施和观察窗口，在出入口、内部设置视频监控。贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入。

②贮存危险废物时应按危险废物的种类和特性进行分区贮存。

③危险废物贮存单位应建立危险废物贮存的台账制度，转移危险废物时，按照《危险废物转移联单管理办法》，落实转移网上申报制度。

④地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，耐腐蚀、无裂隙，建筑材料必须与危

险废物相容。

⑤用于存放液体、半固体危险废物的地方，还须有耐腐蚀的硬化地面，地面无裂隙。

⑥按照要求规范设置危险废物信息公开栏和警示标志牌，设置满足 HJ 1276-2022 的最新的危险废物标签、危险废物贮存分区标志、危险废物贮存设施标志。

⑦贮存危险废物不得超过一年，确需延长期限的，应当报经颁发许可证的生态环境主管部门批准；法律、行政法规另有规定的除外。

公司应按上述 HW16 危废管理要求建造危废库，并在江苏省危险废物全生命周期监控系统申报本项目危险废物管理计划，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，方满足 HW16 感光材料的收贮及管理要求。

显影定影工序后流水冲洗胶片产生的冲洗废水，由于冲洗下了残留在胶片上的显影定影液，因此也含有微量银离子。洗片切片室内拟设置一个冲洗池，显影定影工序后的胶片放入冲洗池内浸泡一下，尽量去除胶片上残留的显影定影废液，再用长流水冲洗。预计冲洗池内收集的一次二次冲洗废水年产生量不超过 400kg。一次冲洗废水将参考显影定影废液管理，作为 HW16 感光材料废物收集，在洗片切片室存储，并委托有资质公司统一处置。

10.2.2 臭氧和氮氧化物治理措施

探伤工作时， γ 射线会电离空气产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。氮氧化物（ NO_x ）中，以 NO_2 为主，其产额约为 O_3 的一半。而工作场所中 NO_2 的浓度限值远大于 O_3 的浓度限值，因而， NO_x 的产生和排放对周围大气环境的影响很小，主要考虑臭氧的产生和排放。

本项目移动探伤作业时 γ 射线电离空气产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）将直接扩散在外环境中。臭氧常温下可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

10.2.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用时，本项目 γ 射线探伤机和源库应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役，具体要求如下：

①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，或者按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。

②掺入贫铀的 γ 探伤机壳体应与 γ 射线源一样，按照协议规定返回生产单位或原出口方。

③当所有放射源从现场移走后，公司应按监管机构要求相关放射源转让转移备案等手续。

④办理源库（使用Ⅱ类放射源场所）的退役环评手续：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，根据是否污染，申报源库退役报告表或退役登记表。

⑤清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

公司已承诺将按 GBZ117-2022 要求落实探伤设施的退役（见附件 6），并在辐射安全管理制度中落实，确保得到执行。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目移动 γ 射线探伤现场无土建施工，仅需在 36#厂房一层建设一座放射源库和辅房，以及相关辐射安全措施的安装，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，由于源库建设工作量不大，故对周围环境影响较小，且这些环境影响具有时效性，随着施工期的结束，对环境的影响也消除。

源库建设施工时对环境会产生如下影响：

噪声：本项目施工期噪声源主要为施工机械和车辆，其特点是间歇或阵发性，并具备流动性、噪声较高的特征。本项目施工期应采用低噪声机械设备，合理安排施工时间，场地施工车辆出入现场应低速、禁鸣等措施减小施工期噪声对周围环境的影响，施工期噪声标准执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

扬尘：本项目施工期间产生扬尘的作业主要有建材运输、堆放、装卸和搅拌等过程，建设单位在施工期对运输的道路及时清扫和洒水，并加强施工管理，配置工地细目滞尘防护网，同时采用封闭车辆运输，以便最大程度减少扬尘对周围大气环境的影响。

废水：本项目施工期间会产生有一定量的建筑废水，废水收集后经过污水处理设施处理，排放厂区污水管网。

固体废物：本项目施工期间会产生一定量的建筑垃圾，建筑垃圾按有关管理要求及时清运出场并进行填埋等处置。

江苏助智检测技术服务有限公司在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在 36#厂房局部区域，对周围环境影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 γ 射线探伤现场辐射环境影响分析

本项目移动 γ 射线探伤现场每次最多使用一台 γ 射线探伤机，本项目 γ 探伤机使用的 ^{192}Ir 源单枚最大活度 $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ，使用的 ^{75}Se 源单枚最大活度 $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ 。

这里采用GBZ117-2022给出的 γ 射线移动探伤控制区距离计算方法，如图11-1所示。

根据放射源的 γ 射线向各个方向辐射时的不同情况，确定三类不同的控制区距离，如图A.1所示。

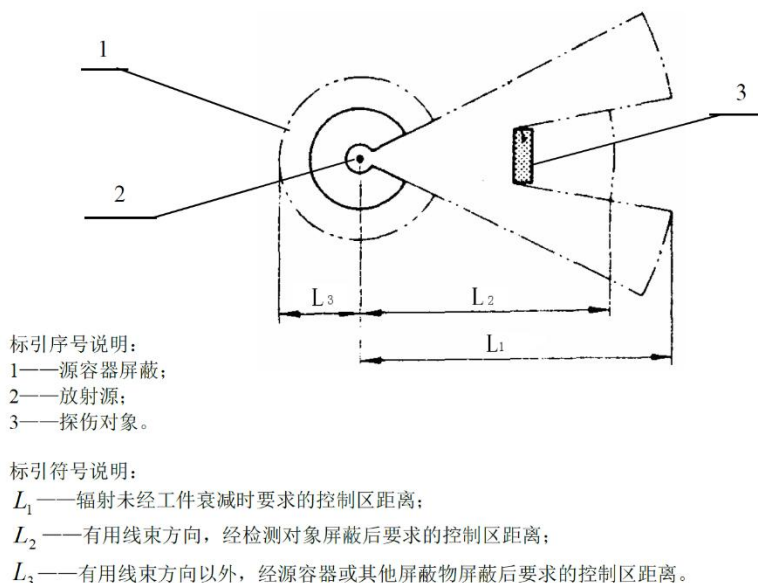


图11-1 γ 射线移动探伤应用屏蔽物的控制区计算示意图

对于 γ 射线移动探伤，可由公式11-1计算确定控制区和监督区的距离：

$$L_1 = \sqrt{\frac{A \times \Gamma}{H}} \quad \dots\dots \text{公式11-1}$$

式中：

L_1 ：无工件衰减时需要的控制区距离值，m；

A ：放射源的活度，MBq；

Γ ：周围剂量当量率常数， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$ ，取值见 GBZ117-2022 的表 A.1；

H ：边界处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；控制区取 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

实际 γ 射线移动探伤工作时，除放射源在出源和收源时在输源导管内的数秒时间，由于准直器和工件的屏蔽作用，不存在辐射未经任何屏蔽情况下的情况，因此，辐射未经工件衰减的控制区距离 L_1 ，其计算结果对探伤企业没有参考意义。后续计算不再单独列出 L_1 计算结果。

L_2 和 L_3 分别由 L_1 乘以检测工件和放射源屏蔽物（检测工件壁厚）屏蔽衰减因子获得。有用线束方向，经检测工件屏蔽后要求的控制区/监督区距离的计算见公式11-2：

$$L_2 = L_1 \times \sqrt{2 \frac{t_1}{HVL_1}} \quad \dots\dots \text{公式11-2}$$

式中：

L_2 ：有工件衰减时需要的控制区/监督区距离值，m；

L1: 无工件衰减时需要的控制区/监督区距离值, m;

t1: 被检测工件的厚度, mm;

HVL1:被检测工件的半值层厚度, mm。

有用线束方向以外, 经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区/监督区距离计算公式见公式 11-3。

$$L_3 = L_1 \times \sqrt{2 \frac{t_2}{HVL_2}} \quad \text{.....公式 11-3}$$

式中:

L3: 有用线束方向以外, 经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区/监督区距离值, m;

L1: 无工件衰减时需要的控制区/监督区距离值, m;

t2: 源容器或其他屏蔽物厚度, mm; 公司拟采购 20mm 厚钨合金准直器供 ^{192}Ir 探伤机使用, 拟采购 10mm 厚钨合金准直器供 ^{75}Se 探伤机使用。

HVL2: 源容器或其他屏蔽物的半值层厚度, mm。

表11-1 移动 γ 射线探伤核算的控制区、监督区范围

γ 探伤机类别	^{192}Ir	^{75}Se
A (MBq)	3.70E+06	3.70E+06
Γ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$)	0.17	0.072
被检测工件最薄t1 (mmFe)	12	8
HVL1 (mmFe)	14	9
L2有工件衰减控制区距离 (m)	152	98
L2有工件衰减监督区距离 (m)	373	240
钨合金准直器t2 (mm)	20	10
钨合金准直器HVL2(mm)	2.5	1 ^①
L3准直器屏蔽的控制区距离 (m)	13	5
L2准直器屏蔽的监督区距离 (m)	32	11

注: ①GBZ117-2022的表A.2中未给出 ^{75}Se 的钨合金半值层, 考虑钨合金对 γ 射线屏蔽效果略优于铅, 同一核素钨合金半值层要略小于铅的半值层。这里保守以 ^{75}Se 对应铅的半值层厚度作为其钨合金的半值层。

综上所述, 从理论计算结果可知:

在使用100Ci的 ^{192}Ir 源探伤时, 有用线束经过工件衰减后的控制区范围最大为 , 监督区最大为 ; 经准直器屏蔽的非有用线束方向控制区范围最大为 ,

监督区最大为 。

在使用100Ci的⁷⁵Se源探伤时，有用线束经过工件衰减后的控制区范围最大为 ，监督区最大为 ；经准直器屏蔽的非有用线束方向控制区范围最大为 ，监督区最大为 。

上述理论计算结果仅为本项目γ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γ探伤机的源活度的降低、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。因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求：在移动探伤工作开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区边界，借助环境辐射巡测仪进行检测或修正，将周围剂量当量率在15μSv/h以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在2.5μSv/h以上的范围内划为监督区。

公司在日常移动式γ射线探伤工作中还需落实以下要求：

- 1) 使用的射线探伤装置应满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“探伤机的放射防护要求”；γ探伤机应安装安全监控定位装置，每次移动探伤作业均在江苏省高风险移动源在线监管系统（<http://39.106.168.165:8080/fsy/login.html>）中上传相关信息，便于监管部门了解移动γ探伤作业情况。
- 2) 应考虑控制箱/手摇曲柄与γ探伤机和被检测物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置。操作人员尽可能利用各种屏蔽方式保护自己；
- 3) 当探伤机、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，均应重新进行巡测，确定新的划区界线；
- 4) 公司在进行移动探伤过程中应注意对控制区和监督区的管理和控制，若探伤现场环境不能满足监督区的防护距离时，辐射工作人员应对探伤机附加一定的防护装置如准直器、铅防护挡板、钨合金屏蔽罩等或采取其他防护措施，限制射线束中的无用射线，减小散射面积，减少散射量，屏蔽漏射线，降低探伤作业现场周围的辐射水平，缩小控制区和监督区的范围。
- 5) 若在厂区内开展移动探伤，应采取各种措施确保厂区边界处周围剂量当量率达到监督区边界周围剂量当量率水平，否则不宜在此开展移动探伤。

11.2.2 γ探伤机源库的辐射影响分析

当放射源处于探伤机源容器内时,根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022), P 类探伤机源容器外 5cm 处周围当量剂量率 $H_0 \leq 0.5\text{mSv/h}$, 表面 1m 处周围当量剂量率 $H_0 \leq 0.02\text{mSv/h}$ 。周围当量剂量率与距离平方成反比, 可根据公式11-4计算得出距离探伤机不同位置处的辐射水平。

$$H_1 = H_0 \times R_0^2 / R^2 \quad \dots\dots \text{公式11-4}$$

式中:

- H_1 : 距放射源 R 处的周围当量剂量率, $\mu\text{Sv/h}$.
- H_0 : 距离放射源 1.07m 处的周围当量剂量率, $20\mu\text{Sv/h}$
- R_0 : 距离放射源距离, 1.07m, 源贮存位置至探伤机表面距离取 7cm。
- R_1 : 参考点距放射源的距离。

表11-2 列出了距源容器不同距离处的周围当量剂量率的估算结果。

表11-2 距探伤机放射源不同距离处的辐射水平估算结果

距离探伤机表面 (m)					
距离放射源 R_1 (m)					
周围当量剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)					

注: 探伤机高度约为15cm, 保守取源贮存位置至探伤机表面距离7cm。

通过表 11-6 中数据可以看出, γ 探伤机在手提搬运或运输过程中, 均会对近距离的辐射工作人员产生一定的外照射, 辐射工作人员应控制与探伤机接触时间, 注意与探伤机保持一定的距离, 必要时应穿戴个人防护用品。

(1) 源库容量分析

本项目 γ 源库为地面上混凝土源坑结构, 共设计5个源坑, 1#~4#源坑个各单独放置1台 ^{192}Ir γ 探伤机, 5#源坑单独放置1台 ^{75}Se γ 探伤机。源坑内部净尺寸为 43cm (长) $\times$ 40cm (宽) $\times$ 40cm (高), 能够满足目前所有P类 γ 探伤机的存放要求。每个源坑的坑壁厚至少60cm砼, 顶部盖板为15mmPb。上述源库及源坑的容量能够满足公司本项目5台 γ 射线探伤机的贮存要求。

(2) γ 探伤机贮存过程的辐射影响分析

根据《辐射防护导论》(方杰编) P96 公式 (3.45) 可以导出公式 11-5:

$$\dot{K}_i = \dot{K}_0 / N \quad \dots\dots \text{公式 11-5}$$

式中 $\dot{K}_0$: 辐射场中 r 处没有设置屏蔽防护时周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$

$\dot{K}_i$: 设置屏蔽层后 r 处的周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$

N : 减弱倍数, 无量纲, $N=2^n$ (n 为半值层数), 半值层厚度查《工业探伤放射防护要求》(GBZ117-2022)附录A表A.2, ^{192}Ir 放射源铅的半值层厚度为3mm; ^{75}Se 放射源铅的半值层厚度为1mm。

根据公式(1), 计算得到 ^{192}Ir 储源格及 ^{75}Se 储源格顶部铅盖板外 30cm 处的剂量率及源库周围 30cm 处的剂量率, 见表 11-3、表 11-4。

表 11-3 储源格顶部屏蔽计算结果

参数的选取	^{192}Ir 源坑顶部	^{75}Se 源坑格顶部
源容器到关注点表面 30cm 处的最近距离 r (m)		
无屏蔽体时源容器表面 1m 处周围剂量当量率 $\dot{K}_0$ ($\mu\text{Sv/h}$)		
屏蔽体厚度 (mm)		
半值层厚度 (mm)		
减弱倍数 N		
关注点表面 30cm 处周围剂量当量率 $\dot{K}_1$ ($\mu\text{Sv/h}$)		

*为简化计算, 假定探伤机居中置于源坑内, 则源容器到顶部的距离=40cm (源容器距盖板内侧的距离)-放射源到探伤机距离7cm+15mm (盖板的厚度)+30cm (储源格表面关注点距离)=0.78m。

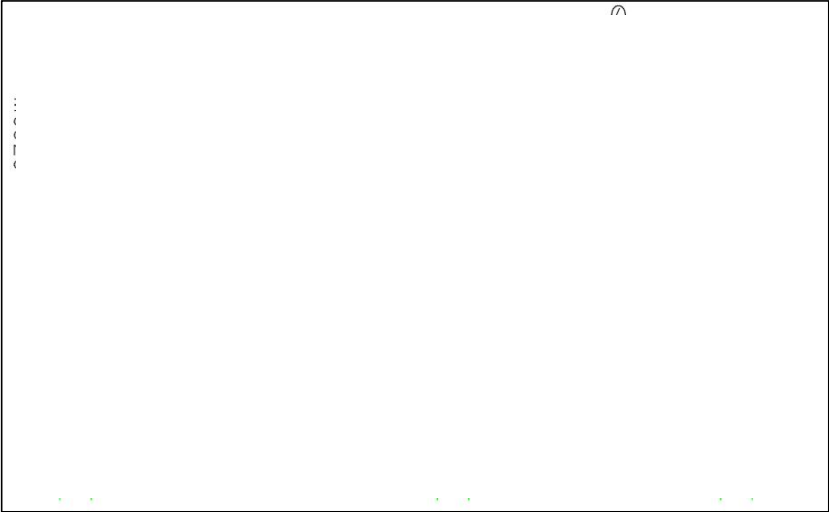


图 11-2 源库外辐射剂量率计算点位图(单位: mm)

表 11-4 源库四周屏蔽墙屏蔽计算结果

参数的选取	东墙①			南墙②			西墙③			北墙④			顶部⑤
	1#、 2#、 3# 源坑	4# 源坑	5# 源坑	1# 源坑	2# 源坑	3#、 4#、 5# 源坑	1#、 2#、 3#源坑	4# 源坑	5# 源坑	1# 源坑	2# 源坑	3#、 4#、 5# 源坑	
源到关注点 表面 30cm 处 的最近距离 r (m)													
无屏蔽体时 表面 1m 处周 围当量剂量率 K_0 (μSv/h)													
屏蔽体厚度 (mm)													
半值层厚度 (mm)													
减弱倍数 N													
关注点表面 30cm 处周围 剂量当量率 K_1 (μSv/h)													

*

从表 11-4 中估算结果可以看出，当江苏助智检测技术服务有限公司 5 枚 γ 射线探伤机（4 台 ^{192}Ir 探伤机+1 台 ^{75}Se 探伤机）满载状态在源库的源坑内贮存时，放射源库墙外表面 30cm 处公众可达关注点最大辐射水平合计为 ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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剂量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 控制水平”的要求，该放射源源库防护设计方案能够满足本项目 γ 射线探伤机贮存要求。

公司还为当天无法返回源库的 γ 探伤机配备了现场临时贮存铅箱，该铅箱设置双人双锁，表面拟张贴当心电离辐射警告标志，考虑人工提起的可携带重量，壁厚为 8mmPb，对于 100Ci 的 Ir-192 源 $B=0.157$ ，

。同时，在铅箱周围 2m 范围设置安全警戒绳，公众不允许靠近，暂存铅箱周围公众可达处的辐射水平不超过 ，随着放射源活度衰减上述辐射水平也会降低，也能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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剂量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 控制水平”的要求，该现场暂存铅箱的防护设计方案能够满足本项目 γ 射线探伤机现场临时贮存要求。

11.2.3 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

关注点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式 11-6 算出：

$$D_{\text{Eff}} = K_{\alpha} \cdot t \cdot T \cdot U \quad \text{.....公式 11-6}$$

上式中： D_{Eff} —关注点人员年有效剂量（Sv/a）；

K_{α} —人员所在关注点的辐射剂量率（Gy/h）；

t —关注点处年受照时间（h）；

T —居留因子，取值在 $1/32 \sim 1$ ，典型值：全部居留 $T=1$ ，部分居留 $T=1/4$ ，偶尔居留 $T=1/16$ ，基本不居留 $T=1/32$ ；

U —使用因子，本项目取 1；

简化估算：1Gy 近似为 1Sv。

本项目人员辐射受照有效剂量估算分为探伤工作人员、源库保管员以及公众三部分进行评价。本项目人员辐射受照情况分析如下图 11-3 所示。

本项目人员辐射受照有效剂量估算分为探伤工作人员、源库保管员以及公众三部分进行评价。本项目人员辐射受照情况分析如下图 11-3 所示。

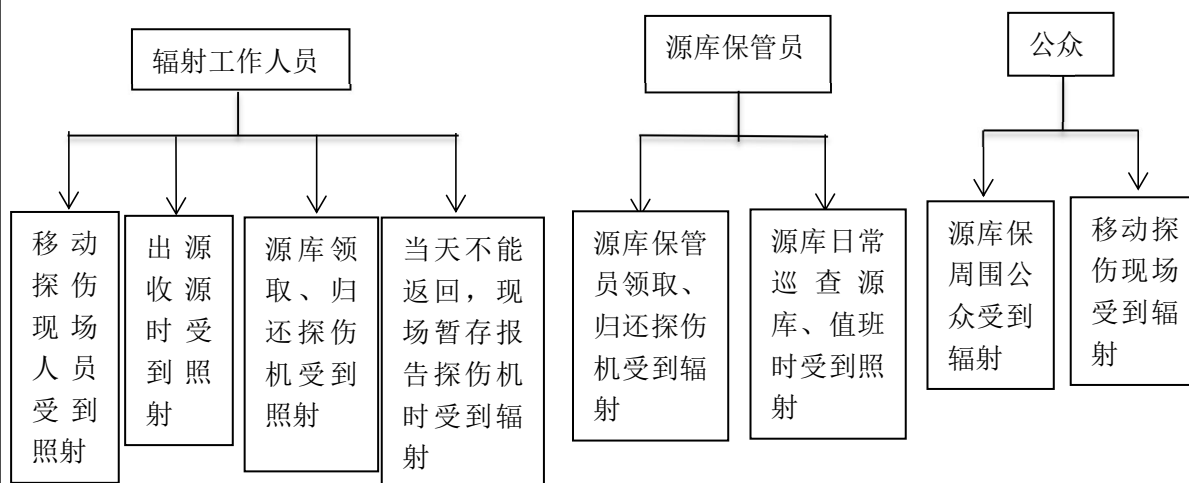


图 11-3 本项目人员辐射受照情况分析示意图

11.2.3.1 辐射工作人员剂量估算

表 11-5 探伤工作人员和安全员受照剂量计算

关注人员	受照情况	受照辐射剂量率	年工作时间	年有效剂量 (mSv/a)	总计 (mSv/a)
辐射工作人员	①	移动探伤现场，在 γ 探伤机出源后撤离。射线出束时停留在监督区外，辐射剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$	每个探伤小组预计年工作 50 周，年累计出束 100h		
		γ 射线移动探伤现场，手摇 γ 探伤机距离放射源约 10.07m，在 8mm 铅屏风遮挡下，操作位处周围当量剂量率为 0.57mSv/h 。	每次 γ 探伤机出源和收源时源在输源导管内保守按 5s 估算，每天预计 25s。年工作 300 天计，共约 2h		
	②	人员在暂存铅箱外 2m 值守，辐射剂量率最大为 $0.8\mu\text{Sv/h}$ 。	现场暂存的年工作日约 50 天（远距离探伤业务少），值守时单人近距离接触时间按 12h/天估算		

根据表 11-5 估算，探伤辐射工作人员至少两人一组，包括出源收源和暂存时留守，两人分摊辐射工作量，故探伤辐射工作人员移动探伤现场年受照射有效剂量最大为
； 安全员年受照射有效剂量最大为

；

表 11-6 源库保管员受照剂量计算

关注人员	受照情况	受照辐射剂量率	年工作时间	年有效剂量 (mSv/a)	总计 (mSv/a)
源库保管员	③	源库保管员领取、归还 γ 探伤探伤机，躯干 40cm 处近距离接触辐射剂量率最大 104 μ Sv/h	平均每天领取、归还近距离接触耗时约 5min，年工作 300 天		
	④	源库保管员日常盘查源库、值班，源库内辐射剂量率最大 4.71 μ Sv/h（保守取 5 个源坑表面剂量率叠加值）	平均每天在源库内停留时间 5min，年工作 300 天		

根据表 11-6 估算，探伤工作人员至少两人一组，故每次领用归还 γ 探伤机时其探伤年受照射有效剂量最大为 ，故探伤工作人员年受照剂量最大为 ；源库保管员由于需要双人双锁同时到场，年受照剂量最大为 ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv/a。

11.2.3.2 公众剂量估算

表 11-7 本项目源库周围公众辐射影响理论估算结果表

位置	居留因子	距离(m)	关注点辐射剂量率(μ Sv/h)	年剂量估算值 (mSv/年)	目标管理值(mSv/年)
二楼、三楼工作人员	1	7		0.016	
东侧绿化带行人	1/16	44		<0.001	
35#厂房、22#厂房工作人员	1	4.5		0.028	
43#厂房、37#厂房、29#厂房工作人员	1	27		0.001	
49#厂房工作人员	1	31		0.001	

注：①周围保护目标受照时间取公众有可能逗留的时间（每天 8h，每周 5 天，年工作 50 周，共 2000h）；

②使用因子保守取 1，周围厂房员工居留因子保守取 1。

③保守取 1Gy/h=1Sv/h。

④表中剂量率根据表 11-4 及距离计算得出。

表 11-8 移动探伤现场公众辐射影响理论估算结果表

关注人员	受照辐射剂量率	年工作时间	年有效剂量 (mSv/a)
公众	移动探伤作业时公众在监督区边界外，辐射剂量率不超过 2.5μSv/h	每个探伤小组在某个项目地停留时间不超过 2 天，预计出束时间不超过 1h，周边公众居留因子保守取 1	

根据以上估算，本项目公众年受照射有效剂量最大为 ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：公众年有效剂量不超过 0.1mSv/a。

根据表 11-5～表 11-8 理论计算结果，本项目辐射工作人员年有效剂量最大为 ；周围公众年有效剂量最大为 ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标限值要求。

11.2.4 三废治理措施评价

本项目运行过程中无放射性废水和放射性废气产生。

（1）HW16 感光材料废物治理措施评价

本项目洗片作业均在洗片切片室内进行，洗片过程中产生的显影、定影废液以及一、二次冲洗废水，将作为 HW16 感光材料废液临时收集在危废库内。公司拟建的危废库需按环评所提要求进行建设，确保暂存时使用的容器耐腐蚀，并设置危险废物识别标志，场所及地面、墙面确保满足“防雨淋、防渗漏、防流失”的要求。公司已与有资质单位（危险废物经营许可证核准经营范围含 HW16 废定影液、废显影液、废胶片）签订危险废物处置合同，确保洗片过程中产生的显影定影废液以及一次、二次冲洗废水、废胶片集中贮存后交由该有资质单位统一处置，方满足危险废物暂存处置要求。公司还应建立显影定影废液以及一次、二次冲洗废水、废胶片管理台帐记录，定期向生态环境主管部门申报；移交有资质单位处理前，办理相关危险废物转移的环保手续，实现在江苏省危险废物全生命周期监控系统上的全过程管理。

（2）臭氧和氮氧化物治理措施评价

本项目移动探伤在野外作业时γ射线电离空气产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）将直接扩散在外环境中。臭氧常温下可自动分解为氧气，对周围环境空气质

量影响较小。

（3）探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用时，本项目 γ 射线探伤机和源库已承诺将根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役，具体如下：

①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，或者按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。

②掺入贫铀的 γ 探伤机壳体应与 γ 射线源一样，按照协议规定返回生产单位或原出口方。

③当所有辐射源从现场移走后，公司按监管机构要求相关放射源转让转移备案等手续。

④办理源库（使用Ⅱ类放射源场所）的退役环评手续：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，根据是否污染，申报源库退役报告表或退役登记表。

⑤清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

公司已承诺将按 GBZ117-2022 要求落实探伤设施的退役（见附件 6），并在辐射安全管理制度中落实，确保得到执行，满足管理要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 潜在辐射事故分析

本项目 γ 探伤使用的Ⅱ类放射源为高危险源，没有防护情况下，接触这类源几小时至几天可致人死亡。结合本项目使用Ⅱ类放射源进行移动探伤的实际情况，项目开展后主要存在以下几种事故风险：

（1）公司日常管理中，由于源库保管员/探伤操作工疏忽或人为故意，导致 γ 探伤机放射源丢失或被盗被抢，将造成严重的安全隐患。

（2） γ 探伤机委托有资质单位运输至移动探伤现场时，由于运输单位的玩忽职守或交通事故，导致 γ 探伤机丢失或被盗，将造成严重的安全隐患。

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

（4）移动探伤时，周围环境敏感目标调查不仔细，导致遗漏相关敏感目标，致使人员受到误照射。

(5) 移动探伤时，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，或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的照射。

(6) 移动探伤时，未在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌、提示“预备”、“照射”状态的指示灯和声音提示装置，导致无关人员进入造成误照射；或未在监督区边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标识，致使人员受到误照射。

(7) 移动探伤时， γ 探伤机在出源或收源过程中卡源，工作人员未按操作规程上报而私自处理，导致受到超剂量受照。

(8) 移动探伤当天未返回， γ 探伤机未按要求暂存于铅箱内 24h 专人值守，导致公众近距离接触 γ 探伤机受到不必要照射。

上述辐射事故，将导致人员有可能受到超剂量的射线照射、产生较严重放射损伤，大剂量照射甚至导致死亡。

参考《江苏省辐射事故应急预案》（苏政办函〔2020〕26 号），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。考虑本项目使用 II 类放射源，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 II 类放射源丢失被盗失控的重大辐射事故（二级）。

11.3.2 辐射事故处置方法及预防措施

江苏助智检测技术服务有限公司还需制定《辐射事故应急预案》，并给出上述辐射事故风险的处置方法。供参考的具体处置措施如下：

(1) 丢源事故，第一时间报告辐射安全防护负责人，立即启动单位事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境和公安部门报告，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。

(2) 卡源事故，立刻停止探伤作业，安排专人在监督区边界巡查防止无关人员入内。向探伤设备生产厂家及放射源生产厂家寻求技术支持，直至风险解除，更换故障器件，方重新使用该 γ 探伤机。若短时间内无法解决，必要时上报所在地环境保护和公安部门寻求帮助，保障公众辐射安全。

(3) 人员误照射事故，操作当事人应立即切断电源关闭射线装置，或终止 γ 探伤收回 γ 探伤机放射源。应同时通知探伤场所所有工作人员，并立刻向辐射安全防护负

责人报告。

(4) 对于误照射事故，辐射安全防护负责人召集有关人员了解当事人受照强度及时间，以初步确定受照剂量。职业人员误照射事故，如佩戴个人剂量计，可送检个人剂量计确认受照剂量。根据受照剂量情况，未超过职业人员或公众年剂量限值的，未达到辐射事故标准，可通过休假疗养并给予营养补偿，必要时安排至专业医院就诊检查治疗。超过职业人员或公众年剂量限值的，按辐射事故处置，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和卫生部门报告。

(5) 辐射事故处理后，辐射防护负责人应组织有关人员进行讨论，分析事故原因，吸取经验教训，制订纠正预防整改措施，防止类似事故发生。

在制定了涵盖上述要求的辐射事故处置措施后，辐射事故应急预案方满足《江苏省辐射事故应急预案》和《江苏省辐射污染防治条例》相关要求。

公司还应定期针对不同事故风险，开展辐射事故应急培训和应急演练，至少每年一次，并配备必要的辐射应急物物资。通过辐射事故应急演练，评估应急措施是否可行，并根据反馈情况对应急预案进行修订，提高制度的可操作性。

为预防辐射事故的发生，江苏助智检测技术有限公司应加强管理，牢记辐射安全主体责任，加强公司自身的辐射安全管理，强化探伤操作人员/安全员/源库保管员的辐射安全和防护培训；严格按照操作规程进行操作，移动 γ 射线探伤前后均需采用环境辐射巡测仪对 γ 探伤机进行检测，确保放射源在源容器内；每次开展探伤工作前，检查确认探伤机性能完好，移动探伤的各项辐射安全装置和安全措施有效，携带辐射巡测仪，佩戴个人剂量报警仪，避免探伤设备、辐射安全装置和设施设备失灵或带病操作；探伤设备定期进行检查、维护和保养；移动探伤工作前做好清场，工作期间注意巡视，防止人员误入控制区和公众误入监督区；移动探伤时须 2 名或以上探伤人员共同作业，现场探伤期间人员不得脱岗。

加强对 γ 探伤机的安全管理，严格落实双人双锁、出入库使用登记记录，禁止使用超过 10 年的 γ 探伤机和相关配件等， γ 探伤机安装安全监控定位装置，使放射源始终处于监控状态，防止被盗和丢失，尽可能避免辐射事故的发生。上述辐射安全措施的有效性和检查结果，可在单位年度评估报告中予以落实并确认。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

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》等法律法规要求，使用 II 类射线装置、II 类放射源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。

江苏助智检测技术服务有限公司已成立由公司法人作为组长，由承担探伤作业、辐射安全管理、职业健康、质量控制和安全保卫等职能的关键部门负责人作为组员的辐射安全与环境保护管理机构，明确 1 名具有本科以上学历的技术人员（辐射防护负责人）专职负责辐射安全与环境保护工作，同时以单位正式文件形式明确各成员管理职责（见附件 12）。

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》的要求，自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）或者微信小程序“HJSLY”报名并参加考核，考核合格者可取得电离辐射安全与防护考核成绩报告单，成绩全国有效，有效期 5 年。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

江苏助智检测技术服务有限公司应按照上述要求，安排公司新增的 15 名探伤操作人员（含安全员）和 2 名专职源库管理员，以及单位辐射防护负责人，及时在培训平台学习相关辐射安全防护知识，及时报名并完成对应专业科目的考核，取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单方可上岗。根据《电离辐射安全与防护培训大纲（试行）》的要求，结合本项目特点，本项目探伤操作人员（含安全员）和 2 名专职源库管理员专业科目选择“伽马射线探伤”类别，辐射防护负责人专业科目选择“辐射安全管理”类别。

12.2 辐射安全管理规章制度

本项目为扩建项目，江苏助智检测技术服务有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定制

定了一系列辐射安全管理制度，包括辐射防护与安全保卫制度、岗位职责、X射线探伤机操作规程、辐射环境监测方案、监测仪表使用与检验管理制度、射线装置使用登记及台账管理制度、辐射工作人员健康管理制度、辐射工作人员个人剂量监测管理制度、辐射工作人员培训计划、设备检修维护制度、辐射事故应急预案等，公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。公司还应针对本扩建项目，对已有辐射安全管理制度进行补充和完善，并结合《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》和《江苏省辐射污染防治条例》的要求，在实际工作中确保辐射安全管理制度能有效分发至各层级，并使得制度执行人员熟悉制度内容，杜绝将规章制度流于形式。

（1）辐射安全与防护管理制度（组织机构与岗位职责）；

（2）辐射防护和安全保卫制度；

（3）设施设备维护与维修制度；

（4）台账管理制度；

（5）射线装置使用登记制度；

（6）放射源使用登记制度；

（7）放射源运输装载查验制度；

（8）射线探伤操作规程；

（9）个人剂量及职业健康管理制度；

（10）人员培训制度；

（11）监测方案；

（12）辐射安全检查和风险隐患排查制度；

（13）辐射事故应急方案；

（14）年度评估制度；

（15）危废管理制度；

（16）监测异常报告制度。

环评对本项目各项辐射安全管理制度提出如下建议和要求：

- **辐射安全与防护管理制度：**该制度为单位的总领性制度，明确本单位应设立辐射安全与环境保护管理机构、辐射安全关键岗位（辐射管理人员、辐射工

作人员、安全员、源库保管员等）、相关机构、岗位职责等内容，使相关工作人员明确自己所在岗位具体责任，即使人员变更，接替人也能很好的了解其应承担的责任，并层层落实。

- **辐射防护和安全保卫制度：**根据公司的具体情况建立本项目辐射防护和保卫制度，重点是①辐射相关场所，如源库、移动探伤器材库房、移动 X/γ射线探伤现场的管理和管控要求；②源库管理、X 射线探伤机和γ探伤机管理、探伤机运输车辆管理（如有）、安保人员管理、监控和值班人员管理，重要时间段值班、重点区域巡查等。按 GA1002-2012 要求，24h 值班人员在源库处设置巡更点间隔为 2h/次，巡查时携带自卫器具。③明确安保人员数量，应制定安保计划，特别是明确对放射源库的双人双锁、24 小时监控落实到人，探伤机和防护器材及辐射监测仪器的保管落实到人。④γ探伤机应安装安全监控定位装置，每次移动探伤作业均在江苏省高风险移动源在线监管系统（<http://39.106.168.165:8080/fsy/login.html>）中上传相关信息，便于监管部门了解移动γ探伤作业情况。
- **设备检修维护制度：**①X 射线探伤机：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。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。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。应做好设备维护记录。每季度进行检查维护，每年进行全面性能检查、维护。②γ射线探伤机：每月对探伤装置的配件（输源管、控制缆导管、探伤装置安全锁、曝光头等曾经有过事故报道的易卡源易损坏部件，以及安全监控定位装置）进行检查、维护；每季度对探伤装置的性能进行全面检查、维护；每次换源时对探伤机安全状况进行评估。检查γ探伤机外壳使用期限，禁止使用超过 10 年的γ探伤机外壳。维修γ射线探伤机时，由厂家专业人员进行，本公司人员严禁对探伤机进行维修。③移动源在线监控终端：每周检查，电量低时及时充电，故障时及时维修或更换。上述维修维护工作应做好记录，记录格式列入本制度附件，存档备查。
- **台账管理制度：**应制定与本单位辐射安全管理要求及配套规章制度相对应的台账，台账中应涵盖各类必要的日常工作记录，应明确各类台账的记录负责

部门和岗位。应明确提出各类台账的规范记录要求，并妥善保存备查，以及对不记录、伪造记录行为的惩罚措施。台账应至少包括 X/γ探伤机设备台账、放射源台账、辐射工作人员台账、辐射剂量当量率监测仪台账、个人剂量报警仪台账、伽马探伤机出入库记录表、探伤机使用记录表、探伤机定期检查维护保养记录表、辐射事故应急物资管理台账等，并在制度中给出台账格式。对各类台账规定保存期限，不低于 5 年，并做好归档。

- **射线装置使用登记制度：**该公司已制订该项辐射规章制度，应根据下述要点补充完善：需涵盖 X 射线探伤机的购买、使用、退役等相关要求，并建立 X 射线探伤机台账。主要内容包括但不限于：①明确本单位 X 射线探伤机购买、使用、出入库的流程及责任要求。②明确 X 射线探伤机台账相关档案文件格式、内容（如探伤机型号、生产厂家、出厂时间、退役去向等）及保管要求。③明确建立 X 射线探伤机的贮存、领取、使用、归还登记、定期查验等台账记录，记录要求要素齐全，至少包含时间、人员、探伤机型号/编号、查验结论等。④明确当 X 射线探伤机需要退役时，应将 X 射线管处置至无法使用（如敲碎玻璃外壳或破坏真空），或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。
- **放射源使用登记制度：**其内容涵盖放射源的进出口、转让、转移、退役收贮等相关要求，并建立放射性同位素、射线装置台账。主要内容包括但不限于：①明确本单位放射源购买、使用、异地转移、返回或送贮的审批、备案制度、放射源出入库的流程及责任要求。②明确包括放射源（历史及在用）台账在内的各类放射源相关档案文件格式、内容（如放射性同位素的核素名称、出厂时间和活度、编码、标号、对应探伤机编号、来源和去向等）、种类及保管要求。③明确建立放射源的贮存、领取、使用、归还登记、定期查验等台账记录，记录要求要素齐全，至少包含时间、人员、放射源编码、探伤机编号、查验结论等；记录必须 2 人签字。④领用时还应测量源容器表面一定距离处的周围剂量当量率是否符合“源容器外 5cm 处周围当量剂量率小于 0.5mSv/h，表面 1m 处周围当量剂量率小于 0.02mSv/h”的要求，并确认放射源处于屏蔽状态。
- **放射源运输装载查验制度：**公司作为γ射线探伤单位，应建立放射源运输装载

查验制度，①明确委托人、装货人、承运人的安全职责及装运前的安全检查事项。②委托其他单位装载运输的，应规定危化品运输“五必查”：车辆是否具有有效行驶证和营运证；驾驶人、押运人员是否具有有效资质证件；运输车辆、容器是否在检验合格有效期内；所装货物是否与货物运单载明的事项相一致；所装货物与车辆的适装性。③明确运输和装载过程中的注意事项以及突发情况下的应对处置措施。④对装载查验情况进行记录，并做好签字交接，留档备查。

- **探伤操作规程：**①明确探伤辐射工作人员的资质条件要求和人数要求，加强探伤操作人员的管理，严禁无证人员操作探伤装置。②明确探伤作业前的准备，如探伤前应对 γ 探伤机进行检查，检查源容器和源传输导管的照射末端、放射源锁紧装置、控制软轴、安全联锁等是否正常；探伤前应对 X 射线探伤机进行检查，探伤机外观是否完好，电缆是否有断裂、扭曲以及破损，液体制冷设备是否有渗漏，安全联锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行，螺栓等连接件是否连接良好。应检查各类防护用品，佩戴个人剂量计、剂量报警仪和便携式辐射监测仪，检查预备照射状态工作指示灯、警示牌、警戒绳等辐射安全措施，固定式探伤还应检查门机联锁、急停按钮、预备照射信号指示灯等辐射安全措施。③移动探伤应规定探伤前的环境评估、与委托单位进行时间地点人员通知的协商并开具探伤作业票，人员清场及探伤过程中控制区监督区的出入口管控要求。④移动探伤应规定工作场所分区管理的相应要求，明确控制区监督区边界划分应以辐射剂量率检测结果确认。⑤ γ 射线移动探伤，探伤前和探伤结束后均需核实放射源是否处于安全状态。每次移动探伤作业均在江苏省高风险移动源在线监管系统（<http://39.106.168.165:8080/fsy/login.html>）中上传相关信息，便于监管部门了解移动 γ 探伤作业情况。⑥明确移动探伤操作步骤以及使用过程中必须采取的辐射安全措施，尤其需要确保探伤工作人员在进行固定探伤/移动探伤工作时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪。考虑控制器和被检物体的距离、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。在移动式探伤工作期间，现场安全员应确保便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态，当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤

工作人员应立即远离探伤机。⑦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。

- **个人剂量及职业健康管理制**：应明确佩戴个人剂量计的人员范围（探伤操作人员及源库管理员）、佩戴时间（从事辐射工作时）、专人收集和管理要求等。个人剂量监测应符合以下要求，并在具体工作实践中落实：①工作人员在开展探伤工作时应当正确佩戴个人剂量计，个人剂量计通常佩戴于左胸前，不同人员的个人剂量计不得混用；②个人剂量计应由专人负责，统一保管，工作人员完成工作离开岗位时应及时交回个人剂量计；③由有资质的单位进行个人剂量监测，监测周期不超过 3 个月；④发现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查并及时报告发证机关；⑤建立辐射工作人员个人剂量档案，个人剂量档案终生保存；⑥对年度个人剂量结果进行汇总登记并录入全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn>）。对辐射工作（职业）人员做好健康监护，确保本项目所有辐射工作人员，上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症；开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），确认可继续从事辐射工作，并建立个人职业健康档案；离岗时也应进行职业性健康体检，以确定在停止接触辐射时的健康状况。
- **人员培训计划**：明确归口部门负责辐射安全教育培训工作。按规定及岗位需要定期识别教育培训需求，明确培训对象、制定培训计划（周期、培训方式和记录），提供资源保证。按计划进行教育培训，做好培训记录，建立培训档案，做到有据可查。考核培训记录录入“全国核技术利用辐射安全申报系统”。采取考核或者评定等措施，对教育培训效果进行评估和识别。其中辐射工作人员（包括探伤人员、安全员、源库保管员）根据工作岗位需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名“ γ 射线探伤”项目并参加考核，取得合格成绩单后方可上岗；其中移动伽马射线探伤操作人员数量应不少于本单位移动伽马射线探伤机数量的 2 倍；放射源库安保人员不仅需要接受辐射安全和防护知识教育培训并考核合格，还应接受安全保卫相关知识培训；含源 γ 探伤机运输人员（驾驶员、押运员，若有）不仅需要接受辐射安全和防护知识教育培训并考核合格，同时也应急接受危险品运输相关知识培训。辐射

防护负责人需报名“辐射安全管理”项目并参加考核，取得合格成绩单后方可上岗；负有辐射安全管理责任的其他人员（辐射防护管理领导小组成员）应学习辐射安全和防护知识，以具备与其辐射安全职责相适应的安全知识和管理能力。定期组织单位其他工作人员学习了解辐射安全相关知识；定期组织辐射事故应急相关人员培训辐射事故应急相关知识；对外来参观、学习等其他活动的人员进行有关安全规定、可能接触到的危害及应急知识等内容的安全教育和告知，并由专人带领。

- **监测方案：**①给出辐射环境监测主要内容及要求，如辐射监测项目（内容）、频次、监测范围、监测布点等，做好相应监测记录，监测应该关注重点部位，监测结果存档。②委托有资质单位定期开展辐射环境年度检测（对应监测项目取得检验检测机构资质认定（CMA）或 CNAS 认证的探伤单位可以自行监测）。③明确对本单位仪器进行有效管理，以满足监测需要，配备合格匹配的监测仪器仪表（如辐射剂量率量程应达到至少 mSv/h ，确保即使在事故工况下也能够读取数值，了解辐射水平的高低；如仪器能量响应范围应覆盖探伤装置的射线能量范围），并保证其有效性（使用前应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等）。④便携式辐射监测仪数量满足每个探伤场所不少于 1 台，定期送有资质的单位检定或校准（确保相对固有误差满足校准规程要求，确保辐射剂量率读数准确可靠）。⑤配备能够读取数值，且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，数量满足每个探伤场所不少于 2 台（应不少于移动 γ 探伤机数量的 2 倍），定期与校准合格的便携式辐射监测仪进行比对，确保辐射剂量率读数可靠；合理设置个人剂量报警仪的报警阈值，通常略高于正常工作水平，如设为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。移动式探伤期间，工作人员佩戴的个人剂量报警仪不能替代便携式 X- γ 剂量率仪，每个现场探伤作业人员两者均应使用。⑥明确对所有辐射工作人员开展个人剂量监测。⑦明确监测方案的落实到岗，按规定周期和检测要求开展场所的自我监测（至少每季度一次）、委外年度检测（至少每年一次）、个人剂量监测（至少每季度一次）、便携式辐射监测仪定期检定或校准（至少每年一次）、个人剂量报警仪内部比对（至少每年一次）。

- **辐射安全检查和风险隐患排查制度：**风险管理：①应建立辐射安全风险管理体系并明确定期排查，辐射风险（如探伤机、放射源、源库、屏蔽设施和安全联锁等）的辨识与评估，建立档案，以及对应风险的防控措施和责任人。②对风险进行定期检查，对风险管理情况进行定期评估，确保风险可控，管理规范。③对风险实行分级管理，对重点风险设置警示标识或安全提醒，建立辐射安全监测、监控系统（如移动放射源在线监控系统，源库安防视频监控系统等），并充分利用相应系统软件分析、跟踪、识别辐射安全风险。④对与重点风险相关的问题及时整改，不能立即整改的，必须采取切实可行的临时安全措施，防止事故发生。隐患排查治理：①建立隐患排查治理制度。制度中应明确责任体系和资金保障措施，规定排查范围、依据、频次、方式，规定隐患情况报告和治理等要求。②出现但不限于以下情况时，应及时组织隐患排查：法律法规、标准规范发生变更或有新的公布；与辐射安全相关的组织机构发生大的调整；单位主要负责人发生变更；设备变更、操作条件或工艺改变、工具器具变更；特殊时期（春节、汛期、高温等）、重大活动期间进行生产的；新建、改建、扩建辐射场所建设时；对事故（件）或其他信息有新的认识。③全面排查违反法律法规标准规范及其他要求、故障制度、操作规程等的行为。全面排查可能导致事故（件）发生的物的危险状态、人的不安全行为和管理上的缺陷。排查范围应包括所有与射线探伤相关的场所、环境、人员、设备设施和活动。④排查方式可根据工作需要和特点，采用综合排查、专项排查、季节性排查、节假日检查、日常检查等方式进行。⑤根据隐患排查结果，制定隐患动态管理清单和对应治理方案，对隐患进行动态管理，及时治理。隐患治理方案应包括目标和任务、方法和措施、经费和物资、机构和人员、时限和要求。隐患治理措施主要有：工程技术措施、管理措施、教育措施、防护措施和应急措施。⑥重大事故隐患在治理前应采取风险控制措施，防止治理隐患时发生事故（事件）。⑦隐患治理完成后对治理情况进行验证和效果评估，并在隐患动态管理清单上关闭，相关记录存档。
- **辐射事故应急预案：**建立辐射事故\事件应急预案，包括但不限于以下内容：
(a) 本单位的应急响应组织机构和职责分工；
(b) 可能发生的辐射事故及危害程

度分析；(c)不同事故/事件情景下的应对和处理流程；(d)事故/事件报告流程、报告时限和处理程序；（发现事故后 1 小时内口头报告，2 小时内填报辐射事故初始报表，报事发地生态环境部门；涉及放射源丢失被盗的，同时报公安部门；涉及人员受照的，同时报卫生行政主管部门）(e)应急能力保持（应急物资、应急培训、应急演练及评估、应急预案修订等）；(f)所在地同级生态环境、公安、卫生健康部门联系方式；(g)相关档案管理。定期（一般不超过 3 年）对辐射事故应急方案进行评估，并修订完善，发生以下情况时，应及时进行评估或修订：(a)相关法律法规标准发生变化；(b)应急响应组织机构发生重大调整；(c)事故/事件处理处置和应急演练中发现问题需要进行修订；(d)生产工艺、技术发生变化导致应对措施需进行重大调整；(e)相关通信联络信息发生变化；(f)监管部门要求修订。应急方案应报发证机关及所在地生态环境部门（上传至全国核技术利用辐射安全申报系统并在修订后及时更新）。应急方案的评估和修订应有记录并归档，修订涉及应急指挥机构、应急处置流程、主要应对措施时应按文件管理制度要求的编制审批程序进行。建立本单位辐射工作特点相适应的专兼职应急救援队伍或指定专兼职应急救援人员。定期组织专\兼职应急救援队伍和人员进行专业培训和训练，并做好记录备查。应急能力保持：单位应每年开展一次应急演练（专项或综合演练均可，通常一个持证周期内应有一次综合演练），并制定演练计划，确定演练的时间、内容、参与人员等。应急演练应确保应急救援队伍和辐射工作人员全员参与；应急演练结束后，应进行总结和分析；有问题的，应提出整改意见并落实；需修订应急方案的，应及时修订。应急设施、装备、物资的功能和数量应满足现场使用要求。常用的物资包括但不限于：高量程剂量率仪、防护服装（含手套）、长柄钳、急救箱、屏蔽容器、警示标志标识标线等。明确专人定期对应急设施、装备和物资进行检查、功能确认、维护、保养，确保其始终处良好的备用状态。

- **年度评估制度：**建立辐射安全年度评估制度，由辐射防护负责人牵头负责报告编写，每年 1 月 31 日前将年度评估报告提交发证机关（可扫描录入国家核技术利用辐射安全申报系统）。应包括下列内容：(a)辐射安全和防护设施的运行与维护情况；(b)辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；(c)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；(d)放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素、射线装置台账；(e)场所辐射监测和个人剂量监测情况及监测数据；(f)辐射事故及应急响应情况；(g)核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；(h)存在的安全隐患及其整改情况；(i)其他有关法律、法规规定的落实情况。

- **危废管理制度：**明确洗片过程中产生的显影定影废液、废胶片的收集、危废库暂存要求。明确上述危废应送交有 HW16 感光材料废物处置资质的危废处置单位处置。明确上述危废在江苏省危险废物全生命周期监控系统上的全过程管理，尤其是要按照要求规范设置危险废物信息公开栏和警示标志牌，设置满足 HJ 1276-2022 的最新的危险废物标签、危险废物贮存分区标志、危险废物贮存设施标志。
- **监测异常报告制度：**根据《江苏省辐射污染防治条例》，公司还需建立监测异常报告制度。使用放射源/射线装置的单位，应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；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）或者设区的市环境保护行政主管部门报告。公司无论在自主检测或委托监测过程中，当发现辐射工作场所及周围环境监测出现辐射水平过高，如移动探伤超过控制区辐射剂量率限值 $15\mu\text{Sv/h}$ 或超过监督区辐射剂量率限值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求时，应当立即调查辐射水平过高的原因，及时整改并复测，确保达标。当发现个人剂量监测结果异常的（单次超过干预水平：单季度职业照射受照剂量超过 1.25mSv 的），应当对有关人员采取保护措施，并在接到个人剂量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。

公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

12.3 辐射监测

12.3.1 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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，使用Ⅱ类放射源、使用Ⅱ类射线装置的单位，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、固定式

和便携式辐射监测、表面污染监测、流出物监测等设备”，“对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。”

公司现有监测仪器清单见下表：

表 12-1 公司现有监测仪器汇总表

序号	设备名称	型号	设备编号	购置日期	数量
1	便携式辐射检测仪	R-EGD	1202205002004	2022.04	1
2	辐射报警仪	FJ2000	A70022	2022.06	1
3	辐射报警仪	FJ2000	22A0045	2022.06	1
4	辐射报警仪	FJ2000	21A1653	2022.06	1
5	辐射剂量报警仪	RG600	1132203001093	2022.06	1
6	辐射剂量报警仪	RG600	1132203001092	2022.06	1
7	辐射剂量报警仪	RG600	1132402005212	2024.09	1

公司应为其 γ 射线移动探伤现场（最多同时开展 5 个）配备 5 台环境辐射巡测仪、15 台个人剂量报警仪，用于移动 γ 射线探伤工作的日常辐射监测；为其源库管理员配备 2 台个人剂量报警仪，用于探伤机出入库和源库日常管理时的辐射监测，故该公司应增配 5 台环境辐射巡测仪和 13 台个人剂量报警仪以满足项目需要，监测仪器的性能及管理要求应满足公司辐射安全管理制度“监测方案”的相关要求。以上监测仪器按要求配备后，方能够满足本项目的监测仪器配备要求。

12.3.2 监测方案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，使用放射源、射线装置的单位，应制定完善的监测计划和监测方案，对本单位放射源、射线装置的安全和防护状况进行年度评估，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网络（<http://rr.mee.gov.cn/login.jsp>）提交上一年度的评估报告。公司根据辐射管理要求，还应制定辐射监测方案。

辐射监测主要包括环境监测、场所监测以及个人剂量/职业健康监测等相关记录档案等内容，本环评对江苏助智检测技术服务有限公司移动探伤现场监测方案提出如下建议：

- 1) 公司需为本项目每个移动式 γ 射线探伤现场配备一台环境辐射巡测仪，将该环

境辐射巡测仪用于探伤现场控制区、监督区边界的划分、探伤时的辐射巡测，确保控制区、监督区边界辐射水平满足要求，并做好记录。在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。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。检测方法：在探伤机处于照射状态，用环境辐射巡测仪从探伤位置四周由远及近测量辐射剂量率，以 $15\mu\text{Sv/h}$ 为控制区边界，以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 为监督区边界。检测周期：每次移动式探伤作业时。同时，每月利用辐射巡测仪定期对放射源库周围环境辐射剂量率进行自行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

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) 发现个人单季度剂量（3 个月）可能超过 1.25 mSv 。

2) 关键参数改变监测：每个移动探伤现场，当 γ 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的控制区、监督区界线。

3) 辐射工作场所年度检测及年度评估：请有资质的单位定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，周期：1 次/年。监测结果连同单位的年度辐射安全评估报告一起，在次年的 1 月 31 日之前，在全国核技术利用辐射安全申报系统提交备案。辐射工作场所年度检测内容可参考表 12-2 检测要求。

表 12-2 本项目辐射工作场所周围环境监测内容

场所名称	监测因子	监测点位	监测工况
源库/临时贮源铅箱	X- γ 辐射剂量率	根据 GBZ117-2022，放射源贮存设施周围辐射水平的监测包括： a) 放射源源库，应在公众能接近的距外表面最近处，包括墙外/门外的检测点。 b) 临时贮存 γ 探伤机的专用源箱，应在公众能接近的距外表面最近处的检测点。临时贮存完毕，应进行巡测，确保存储安全。 c) 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。	以 γ 探伤机现有放射源活度为准。

移动式 γ 射线探伤现场	X- γ 辐射剂量率	根据 GBZ117-2022，移动探伤现场周围辐射水平的监测包括： 8.4.1 检测要求 8.4.1.1 进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。 8.4.1.3 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。 8.4.1.4 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。	以γ探伤机现有放射源活度为准，在处于照射状态下，用便携式 X-γ剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量。 当γ放射源、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。
---------------------	-------------------	---	---

4) 个人剂量检测：本项目所有辐射工作人员在从事辐射工作时均应佩戴个人剂量计，定期（不少于 1 次/季度）送有资质部门进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案。

5) 职业健康监护：本项目所有辐射工作人员，上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），确认可继续从事辐射工作，并建立个人职业健康档案。离岗时，也应开展职业健康体检，确认辐射工作人员在停止接触辐射的健康状况。

6) 竣工环保验收：辐射工作场所正式投入运行前，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。可参考《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》及《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范-核技术利用》（HJ 1326-2023）。

本项目运行后，公司应认真落实以上监测方案，妥善保管监测档案，方满足辐射监测管理要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，江苏助智检测技术有限公司拟针对移动 γ 射线探伤项目可能产生的辐射事故情况完善事故应急预案，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）辐射事故分级与应急响应措施。
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序。
- （5）辐射事故信息公开、公众宣传方案。

江苏助智检测技术服务有限公司拟依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的要求，明确人员职责分工，加强应急人员的组织、培训，并拟在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。

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

公司在以后的工作中需要不断对应急预案进行完善，并加强应急演练，使其具有较强的针对性和可操作性。

落实以上要求后，该公司的辐射事故应急措施能够满足辐射安全的要求。

表 13 结论与建议

结论

江苏助智检测技术服务有限公司拟扩建移动式 γ 射线探伤项目，并在江苏省盐城市亭湖区新百路 12 号的联东 U 谷-亭湖智能制造产业园 36 号厂房一层新建 1 座源库，用于贮存购置的 γ 射线探伤机。项目拟共配备 5 个探伤小组，每个探伤小组拟配备 2 名辐射工作人员及 1 名安全员，源库配备 2 名保管员，共配备 17 名辐射工作人员。项目投入运行后，每个探伤小组年出束时间约为 100 小时。

1 实践正当性分析

本项目的建设和运行可满足江苏助智检测技术服务有限公司发展需求，拓展无损检测能力，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。在正确使用和管理放射源的情况下，可以将辐射产生的影响降至尽可能小，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。

2 辐射安全与防护分析结论

2.1 项目选址及合理性分析

江苏助智检测技术服务有限公司现位于江苏省阜宁县阜城城西村五组（向阳西路 164 号），后期拟租赁位于江苏省盐城市亭湖区新百路 12 号的联东 U 谷-亭湖智能制造产业园 36 号厂房作为新办公场所，联东 U 谷-亭湖智能制造产业园东侧依次为锦城路、连天剑智能装备江苏有限公司、江苏里士曼精密制造有限公司及众程智能装备(盐城)有限公司，南侧为江苏银宝央厨管理服务有限公司，西侧为西袁五组，北侧为盐城市华健物流有限公司。

36 号厂房位于联东 U 谷-亭湖智能制造产业园东北侧，共有三层，本项目源库拟建区域为 36#厂房东南侧，项目东侧依次为产业园东侧围墙、跃进河，南侧依次为 35#厂房（射阳县上光光电科技有限公司）、22#厂房（盐城七彩虹包装材料有限公司），西侧为 43#厂房（暂未租售）、37#厂房（暂未租售）、29#厂房（暂未租售），北侧为 49#厂房（江苏德标门窗有限公司），一层上方夹层、二楼和三楼为本公司办公区域。本项目选址基本合理。

2.2 项目分区及布局

本项目在 36 号厂房一层建设一座源库及配套辅房。其中源库位于 36 号厂房东南

侧，值班室、设备室位于源库西侧，洗片切片室及危废库位于源库南侧，本项目工作场所布局设计合理。

本项目将源库作为本项目固定场所的控制区，将危废库作为本项目固定场所的监督区，建设单位将在源库门外表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明（控制区），将在危废库入口门张贴监督区标牌以作警示；在开展移动式 γ 射线现场探伤作业时，将根据现场具体情况，利用便携式 X- γ 剂量率仪进行巡测，拟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，并设置实体屏障（包括利用现有墙体、临时屏障或临时拉起警戒线等），在控制区边界合适位置设置“当心电离辐射”警告标志，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤期间禁止任何人员进入；拟将控制区边界外、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，禁止非辐射工作人员进入；如在多楼层的工厂或工地开展移动探伤，还在移动探伤区域上下层人员入口设置屏障，避免人员通过楼梯/电梯等进入控制区该布局满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于移动探伤辐射工作场所的分区要求。

2.3 辐射环境现状评价

源库拟建址周围原野处的 γ 辐射剂量率为（57~58）nGy/h，源库拟建址周围建筑物室内处的 γ 辐射剂量率为（60~62）nGy/h 之间，根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路 γ 辐射水平为（18.1~102.3）nGy/h，室内 γ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，可见本项目源库拟建址周围环境各检测点位 γ 辐射水平处于江苏省环境天然贯穿辐射水平测值范围内。

2.4 辐射安全措施

本项目放射源库储存库源库内部净尺寸为
，其中底部深入地下 。源库四周墙体为 实心砖屏蔽，顶部为
砼屏蔽，源库西侧防护门铅当量为 ，并设置一道防盗门，两道门设置双人双锁控制。源库内设置 1#~5#共 5 个储源坑，用于存放用于贮存公司拟购置的 4 枚 ^{192}Ir 放射源及 1 枚 ^{75}Se 放射源。每个源坑的墙体厚度均为 混凝土，源坑上方配备
铅当量的防护盖板。每个储源池的内部净尺寸为

(深)，1#~4#源坑各暂存1枚 ^{192}Ir 放射源，5#源坑暂存1枚 ^{75}Se 放射源。

源库拟设置在一层东南侧，紧靠东墙，外侧为值班室，避免非本公司人员和公众靠近，进一步确保了源库周边环境的安全。源库门设计为双人双锁防盗门，门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志，并设置入侵报警系统，同时利用值班室外的1个、源库内的2个红外监控探头实时监控源库，在公司24小时监控值班室内也设置监视器，确保非工作时间监控放射源安全。X射线探伤机设备室拟安装红外报警装置，拟安装两道防盗门并实行双人双锁管理，门外拟设置“当心电离辐射”警告标志，并拟在库房内外各安装一个红外摄像头，同样开展24h监控。X射线探伤机出入库也必须进行使用台账登记。

2.5 辐射安全管理

江苏助智检测技术服务有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。同时在项目运行前，根据工作实际，进一步完善适合本单位的辐射安全管理制度。本项目辐射工作人员、辐射防护负责人将通过生态环境部组织开发的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，通过培训平台报名并参加考核，考核合格后上岗；辐射工作人员将开展职业健康监护和个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。公司已配备1台环境辐射剂量巡测仪、6台个人剂量报警仪，拟增配5台环境辐射剂量巡测仪和13台个人剂量报警仪。落实以上辐射安全管理要求后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

3 环境影响分析结论

3.1 辐射防护影响预测

根据理论计算结果，源库和 γ 移动探伤现场临时贮存铅箱的屏蔽防护设计能够满足各自最大工况下辐射剂量率控制水平“放射源贮存设施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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”。

根据理论计算结果，在使用100Ci的 ^{192}Ir 源探伤时，有用线束经过工件衰减后的控制区范围最大为 ，监督区最大为 ；经准直器屏蔽的非有用线束方向控制区范围最大为 ，监督区最大为 。在使用100Ci的 ^{75}Se 源探伤时，有用线束经过工件衰减后的控制区范围最大为 ，监督区最大为 ；经准直器屏蔽的非有用线束方向控制区范围最大为 ，监督区最大为 。上述理论计算结果仅为本项目 γ

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 γ 探伤机的源活度的降低、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。因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求：在移动探伤工作开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区边界，借助环境辐射巡测仪进行检测或修正，将周围剂量当量率在 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为监督区。

3.2 保护目标剂量

由预测结果可知，本项目辐射工作人员及周围保护目标公众周有效剂量和年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 。

3.3 三废处理处置

江苏助智检测技术服务有限公司扩建 γ 射线探伤项目产生的废显（定）影剂，洗片冲洗一次、二次废水和废胶片集中收集暂存于危废库。公司已与有资质的单位签订了洗片废液、废胶片处置协议，产生的危废交由该单位处理。

4 探伤设施的退役措施评价

本项目 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir 和 ^{75}Se 放射源使用约 3~5 个半衰期后将退役，产生的退役放射源公司承诺将由原生产厂家回收；掺入贫铀的 γ 探伤机壳体承诺与 γ 射线源一样，按照协议规定返回生产单位或原出口方；当所有放射源从现场移走后，公司承诺按监管机构要求相关放射源转让转移备案等手续，并办理源库（使用II类放射源场所）的退役环评手续，最后清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

此探伤设施的退役处置方案满足 GBZ117-2022 对探伤设施的退役要求。

5 可行性分析结论

综上所述，江苏助智检测技术服务有限公司扩建 γ 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，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

(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后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求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》第十二条规定，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保设施竣工后应及时进行竣工环保验收。

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

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	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置、使用放射性同位素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	屏蔽措施： 源库及临时贮源铅箱具体屏蔽参数详见表 10-1、表 10-2。	源库和 γ 移动探伤现场临时贮存铅箱的屏蔽防护设计能够满足“放射源贮存设施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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。	20
	源库和设备室安全措施： 源库门设计为双人双锁防盗门，门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志，并设置入侵报警系统，同时利用值班室外的 1 个、源库内的 2 个红外监控探头实时监控源库，在公司 24 小时监控值班室内也设置监视器，确保非工作时间监控放射源安全；设备室拟安装红外报警装置，拟安装两道防盗门并实行双人双锁管理，门外拟设置“当心电离辐射”警告标志，并拟在库房内外各安装一个红外摄像头，同样开展 24h 监控。X 射线探伤机出入库也必须进行使用台账登记。		6
	γ探伤机的运输和移动辐射安全措施： 本项目开展跨省、市的 γ 射线移动探伤时，公司拟委托有放射源运输资质的单位负责 γ 射线探伤机的运输。委托放射源运输时应检查运输单位车辆是否具有有效行驶证和营运证；驾驶人、押运人员是否具有有效资质证书；运输车辆、容器是否在检验合格有效期内；所装货物是否与货物运单载明的事项相一致。公司确保每次运输的 γ 探伤机置于贮存铅箱内运输，只有在铅箱正确锁紧并取出钥匙后方可移动。委托运输时向承运单位提交运输说明书、辐射检测报告、核与辐射事故应急响应指南、装卸作业方法、安全防护指南等。当在不涉及公用道路的厂区内移动时，使用小型车	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中对移动 γ 射线探伤的辐射安全要求。	5

辆或手推车,使γ探伤机处于人员监视之下。 开展跨省跨市作业的γ探伤履行备案手续: 出省作业前后按要求在盐城市生态环境部门办理“放射性同位素临时出省作业审批”的放射性同位素跨省转移备案和注销确认手续。跨市作业按要求在使用地、移出地设区的市生态环境部门备案。并做好上述文件的归档和保存。 γ探伤机安装安全监控定位装置,每次移动探伤作业均在江苏省高风险移动源在线监管系统中上传相关信息,便于监管部门了解移动γ探伤作业情况。		
移动γ射线探伤的辐射安全措施: 公司在开展移动式γ射线现场探伤作业时,对探伤现场工作环境进行全面评估;每台探伤机配备2名辐射工作人员及1名安全员;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,并在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌和电离辐射警示标识、与探伤机剂量联锁的提示“预备”、“照射”状态的指示灯和声音提示装置,夜晚作业时控制区边界设置警示灯;将控制区边界外、作业时周围量当量率大于$2.5\mu\text{Sv/h}$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。移动γ射线探伤时还将在现场设置安全信息公示牌。并配备必要的局部屏蔽设施和辐射应急设施等。 探伤现场配备辐射巡测仪,探伤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;探伤之前对工作场所清场,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。γ射线探伤机在不使用时放置在公司源库内,现场则暂存在临时贮源铅箱内,并建立γ射线探伤机使用登记台账。		2

人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的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并考核，考核合格后上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	1
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	3
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立放射工作人员职业健康档案。		
监测仪器及防护用品	已配备1台辐射巡测仪，拟增配5台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和GBZ117-2022中辐射监测仪器和防护用品的配置要求。	6
	已配备6台个人剂量报警仪，拟增配13台。		
辐射安全规则制度	应制定满足“12.2 辐射安全管理规章制度”一节要点的辐射安全管理制度，包括以下内容： （1）辐射安全与防护管理制度（组织机构与岗位职责）； （2）辐射防护和安全保卫制度； （3）设施设备维护与维修制度； （4）台账管理制度； （5）射线装置使用登记制度； （6）放射源使用登记制度； （7）放射源运输装载查验制度； （8）射线探伤操作规程； （9）个人剂量及职业健康管理制； （10）人员培训制度； （11）监测方案； （12）辐射安全检查和风险隐患排查制度； （13）辐射事故应急预案； （14）年度评估制度； （15）危废管理制度； （16）监测异常报告制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

显影、定影废液处理	已与有资质单位签订 HW16 感光材料废物安全处置协议，洗片过程中产生的显影、定影废液和一次、二次冲洗废水、废胶片集中贮存后交由有资质单位统一处置，应确保使用的贮存容器耐腐蚀，危废库贮存措施应做到“防雨淋、防渗漏、防流失”，并做好危险废物及危废库的标志标识，录入江苏省危险废物全生命周期监控系统进行全过程管理。	满足 HW16 危险废物暂存处置要求。	1
探伤设施的退役措施	退役放射源和含贫铀源容器由放射源生产厂家回收并在购源时签订回收。	满足废源处置要求。	1

*以上措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行