核技术利用建设项目

南通遥远无损检测技术有限公司迁建移动式X、γ射线探伤项目环境影响报告表

南通遥远无损检测技术有限公司（公章）

2024年11月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

南通遥远无损检测技术有限公司迁建移动式 X、γ 射线探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：南通遥远无损检测技术有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：启东市科技创业园青年东路 11 号

邮政编码：/ 联 系 人：

电子邮箱： 联系电话：

打印编号：1730438566000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	3guujq
建设项目名称	南通遥远无损检测技术有限公司迁建移动式X、γ射线探伤项目
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	南通遥远无损检测技术有限公司
统一社会信用代码	91320681MA20AM3JXB
法定代表人（签章）	汪伟民
主要负责人（签字）	陆丰裕
直接负责的主管人员（签字）	卓文佳
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	江苏睿源环境科技有限公司
统一社会信用代码	91320106MA20BXME57
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
欧杰	2016035320352015320101000066	BH008749	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
欧杰	表1、项目基本情况 表2、放射源 表3、非密封放射性物质 表4、射线装置 表5、废弃物（重点是放射性废弃物） 表6、评价依据	BH008749	
李玉	表7、保护目标与评价标准 表8、环境质量和辐射现状 表9、项目工程分析与源项 表10、辐射安全与防护 表11、环境影响分析 表12、辐射安全管理 表13、结论与建议	BH068599	

目录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 8
表 3 非密封放射性物质 8
表 4 射线装置 9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 10
表 6 评价依据 11
表 7 保护目标与评价标准 15
表 8 环境质量和辐射现状 19
表 9 项目工程分析与源项 25
表 10 辐射安全与防护 40
表 11 环境影响分析 60
表 12 辐射安全管理 76
表 13 结论与建议 81
表 14 审批 87
辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 88

附图：

附图 1 南通遥远无损检测技术有限公司本项目地理位置图

附图 2 南通遥远无损检测技术有限公司本项目周围平面布置图

附图 3 南通遥远无损检测技术有限公司本项目所在厂区平面布置图

附图 4 南通遥远无损检测技术有限公司本项目放射源库平面及剖面布局图

附图 5-1 南通遥远无损检测技术有限公司本项目与江苏省生态空间管控区域相对位置关系图

附图 5-2 南通遥远无损检测技术有限公司本项目与启东市生态空间管控区域（调整后）的位置关系图

附件：

附件 1 委托书

附件 2 承诺书

附件 3 废旧放射源返回协议及承诺书

附件 4 危险废物收集处置协议及承诺书

附件 5 建设单位营业执照

附件 6 建设单位房屋租赁协议

附件 7 建设单位本项目源库拟建址周围环境本底检测报告

附件 8-1 本项目使用的探伤设备滤过材料说明

附件 8-2 黄石上方检测设备有限公司说明书及 GE ERESCO52 MF4-CL 说明书

附件 9 原有核技术项目环评、批复及竣工验收证明材料

附件 10 辐射安全许可证正副本

附件 11 辐射安全与防护考核合格证明及体检证明

附件 12 个人剂量检测协议

附件 13 专家意见

附件 14 修改清单

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">南通遥远无损检测技术有限公司迁建移动式 X、γ射线探伤项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">南通遥远无损检测技术有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td></td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">启东市科技创业园青年东路 11 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">源库及 X 射线探伤机储存库：启东市科技创业园青年东路 11 号南通遥远无损检测技术有限公司
移动探伤现场：委托公司厂区内或野外工地现场</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td></td><td>项目环保投资(万元)</td><td></td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 ☐改建 ☐扩建 ☐其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="8">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="5">☐I类 ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☐I类（医疗使用） ☑II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐乙 ☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述：

1. 建设单位基本情况、项目建设规模和任务由来

南通遥远无损检测技术有限公司成立于 2019 年，现注册地址位于启东市科技创业园青年东路 11 号（营业执照见附件 5），目前的注册资本金为 1000 万。经营范围/许可项目：检验检测服务；一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转

让、技术推广。公司专注于制造工业领域的检测服务，公司致力于提供全面的无损检测和理化检测解决方案。检测人员利用深厚的专业知识和前沿技术，为客户提供高效、优质的服务，以提升质量控制与管理水平。公司在无损检测技术领域拥有丰富的经验，包括但不限于 RT、UT、MT、PT、PAUT、TOFD 等检测技术服务。

南通遥远无损检测技术有限公司目前已在启东市滨海高新区海鹰路（科霖恩新能源科技（江苏）有限公司内）开展移动式 X、γ射线探伤项目，该项目已于 2023 年 8 月 8 日取得江苏省生态环境厅批复，项目地点在南通市启东市滨海高新区海鹰路科霖恩新能源科技（江苏）有限公司厂区内，移动式 X、γ射线探伤在委托客户厂区或野外实施。获批可配备 3 台 ^{192}Ir γ射线探伤机（单枚活度为 3.7E+12Bq，属II类放射源）和 2 台 ^{75}Se γ射线探伤机（单枚活度为 3.7E+12Bq，属II类放射源）（现因业务量需求，已配备 1 台 ^{192}Ir 的γ射线探伤机）及获批 9 台 X 射线探伤机（最大管电压 300kV、最大管电流 6mA，属II类射线装置），用于开展 X、γ射线探伤服务，新建 1 座放射源库用于存放γ射线探伤机。公司已于 2023 年 12 月 25 日取得了江苏省生态环境厅核发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证[01421]”，有效期至 2028 年 12 月 24 日，见附件 10。该项目其中 1 台 ^{192}Ir 的γ射线探伤机及 9 台 X 射线探伤机于 2024 年 8 月 15 日进行了竣工环境保护分期验收（相关材料见附件 9）。

因公司其他类型检测业务发展，现有场所无法满足经营需求，公司现已租赁南通星达过滤设备有限公司位于启东市科技创业园青年东路 11 号的区域（租用整栋办公楼共 5 层及北侧地面区域，见附件 6），将在租赁的办公楼外北侧的区域建设 1 间暗室、1 间值班室、1 座 X 射线探伤机储存库、1 座危废库和 1 座源库，计划将移动式 X、γ射线探伤项目的固有场所设置于上述房间，并将已购置的探伤工作中使用的辐射与防护措施迁至上述房间存放。在本次环评完成后，建设单位将委托有资质单位将原有核技术利用项目的辐射源及各项措施运至新址，随后针对原址的放射源库开展退役工作。在委托有资质单位检测完毕，确认原址无污染并完成退役手续后，建设单位会将原址整体退还给出租方。

本项目将沿用现有的 28 名辐射工作人员，其中 24 名辐射工作人员将根据实际情况分成不同探伤小组（每个小组至少配置为 2 名探伤工作人员和 1 名现场安全员），另外 4 名为源库管理人员。每个探伤小组根据探伤任务配备γ射线探伤机或 X 射线探伤机（将确保每个小组的每台探伤机至少配备 2 名探伤工作人员和 1 名现场安全员），每个作业

场所仅有1组人员开展探伤作业，每次作业仅开启1台X射线探伤机或1台γ射线探伤机。建设单位的X射线探伤机的运输由上述辐射工作人员完成，γ射线探伤机及放射源委外运输，建设单位辐射工作人员仅负责传递和接收时清点工作。

每年每名探伤工作人员和现场安全员开展移动X射线探伤工作时出束时间不超过80h，开展移动γ射线探伤时间不超过80h。源库保管员每人每日值守源库6h，能够确保源库24h均有人值守。

由于探伤业务尚未至满负荷情况，因此在探伤工作中目前仅使用1台^{192}Ir的γ射线探伤机并对应配备了1枚^{192}Ir放射源（单枚活度为3.7E+12Bq，属II类放射源），公司后续拟购置2台^{75}Se的γ射线探伤机和2台^{192}Ir的γ射线探伤机，现已配备了原环评中计划的所有9台II类射线装置X射线探伤机（最大管电压为300kV，最大管电流为6mA）。南通遥远无损检测技术有限公司在新址本项目核技术利用项目详见下表1-1。

表1-1 南通遥远无损检测技术有限公司本项目核技术利用项目一览表

放射源							
序号	放射源名称	数量	单枚出厂活度（Bq）	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况
1	^{75}Se γ射线探伤机	2	3.7E+12	II	源库/客户移动探伤现场	使用	本次环评
2	^{192}Ir γ射线探伤机	3	3.7E+12	II	源库/客户移动探伤现场	使用	本次环评
射线装置							
序号	射线装置名称及型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	场所名称	活动种类	环评情况
1	X射探伤机XXG-2005定向机	2	200	5	II	X射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	使用	本次环评
2	X射探伤机XXG-2505定向机	3	250	5	II	X射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	使用	本次环评
3	X射探伤机XXG-3005定向机	3	300	5	II	X射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	使用	本次环评
4	X射探伤机GE ERESCO52 MF4-CL周向机	1	300	6	II	X射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	使用	本次环评

***GE ERESCO52 MF4-CL 周向机最大功率为600W，最大管电压300kV下对应电流为2mA，最大管电流6mA对应电压为100kV。建设单位其余定向机购自黄石上方检测设备有限公司。**

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同

位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第16号，2021年版），本项目为迁建移动式X、γ射线探伤项目，属于“172核技术利用建设项目”中的“使用II类放射源的”和“使用II类射线装置的”，应编制环境影响报告表。受南通遥远无损检测技术有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

南通遥远无损检测技术有限公司本项目位于启东市科技创业园青年东路11号厂区内。建设单位所在的厂区东侧为南通晖璜门窗有限公司；南侧为空地；西侧为富源金属有限公司；北侧隔青年路为江苏优创生物医学科技有限公司，西北侧隔青年路为江苏电博仕能源装备有限公司和启东瑞光电器有限公司，东北侧隔青年路为江苏澳瑞思液压润滑设备有限公司。本项目地理位置图见附图1，本项目及周围平面布置图见附图2。

本项目危废库、源库、X射线探伤机储存库、值班室和暗室拟建于厂区办公楼北侧。本项目所在厂区平面布置图见附图3，本项目放射源库平面及剖面布局图见附图4。

源库拟建址东侧为厂区道路和门卫室；南侧隔绿化为南通遥远无损检测技术有限公司租赁的办公楼（5F）、南通星达过滤设备有限公司的厂区道路、停车棚及启东市永玮热水处理厂；西侧隔危废库拟建址和厂区道路为停车棚；北侧为厂区道路。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域，本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图5。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

本项目的建设符合江苏省及南通市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

本项目源库拟建址周围50m范围内涉及保护目标包含：①南通晖璜门窗有限公司，②启东市永玮热水处理厂，③富源金属有限公司，④青年路，⑤江苏优创生物医学科技有限公司，⑥江苏电博仕能源装备有限公司，⑦南通遥远无损检测技术有限公司，南通星达过滤设备有限公司厂区的⑧门卫室、⑨厂区道路、绿化及停车棚。

建设单位计划承接的项目现场一般位于委托公司厂区内或野外工地现场，各探伤现场情况及周边环境将存在着较大的差异，探伤时公司根据探伤现场情况划定控制区和监督区范围，同时尽可能避开居民区等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事 X、γ射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。

3. 实践正当性

南通遥远无损检测技术有限公司因搬迁移动探伤项目的固定场所，拟在新址建设源库、X 射线探伤机储存库及辅房，并在委托单位场所开展移动探伤业务。本项目的建设将满足企业发展和需求，进一步强化对于核技术利用项目的管理，创造更好的经济效益。从社会角度而言，源库周围是厂区道路和绿化，人流较少，厂区与外界有围墙相隔，较为安全。虽然在运行期间，应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

4. 原有核技术利用项目许可情况

4.1 辐射安全许可情况

南通遥远无损检测技术有限公司已在原厂区启东市滨海高新区海鹰路（科霖恩新能源科技（江苏）有限公司内）开展核技术利用项目，现已取得江苏省生态环境厅核发的辐射安全许可证（见附件 10），证书编号为苏环辐证[01421]，许可种类和范围为：使用II类射线装置，使用II类放射源，有效期至 2028 年 12 月 24 日。原有核技术利用项目已履行相关环保手续及自主验收（见附件 9）。该公司现有核技术利用项目情况见表 1-2。

表 1-2 南通遥远无损检测技术有限公司现有核技术利用项目一览表

放射源									
序号	放射源名称	数量	单枚出厂活度（Bq）	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况/备注
1	^{75}Se γ射线探伤机	2	3.7E+12	II	源库/客户移动探伤现场	使用	已环评	已许可	未验收
2	^{192}Ir γ射线探伤机	3	3.7E+12	II	源库/客户移动探伤现场	使用	已环评	已许可	已分期验收 1 台
射线装置									

序号	射线装置名称及型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况
1	X 射探伤机 XXG-2005 定向机	2	200	5	II	X 射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	使用	已环评	已许可	已验收
2	X 射探伤机 XXG-2505 定向机	3	250	5	II	X 射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	使用	已环评	已许可	已验收
3	X 射探伤机 XXG-3005 定向机	3	300	5	II	X 射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	使用	已环评	已许可	已验收
4	X 射探伤机 GE ERESCO52 MF4-CL 周向机	1	300	6	II	X 射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	使用	已环评	已许可	已验收

4.2 辐射安全与环境保护管理机构情况

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订），南通遥远无损检测技术有限公司为满足公司辐射安全与环境保护管理的需求，已成立辐射安全与环境保护管理小组并明确了职责，制定了一系列的辐射工作管理制度。

公司现有的辐射安全与环境保护管理机构为辐射安全与环境保护管理机构小组，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订）中的相关要求，可以满足公司日常辐射安全与环境保护管理的要求。

4.3 辐射安全与环境保护管理制度

南通遥远无损检测技术有限公司已制定了一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急预案等，具体制度见表 1-3。

表 1-3 辐射安全管理制度一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求制度	**建设单位制度制定情况**	**是否落实**
成立辐射安全与环境保护管理机构的正式文件	《单位成立辐射安全与环境保护管理机构的正式文件》	已落实
操作规程	《操作规程》	已落实
岗位职责	《辐射工作人员岗位职责》	已落实
辐射防护和安全保卫制度	《辐射防护和安全保卫制度》	已落实
射线装置使用登记、台帐管理制度	《放射源、射线装置使用登记、台帐管理制度》	已落实
设备检修维护制度	《设备检修维护制度》	已落实
人员培训计划	《人员培训计划》	已落实
辐射事故应急措施	《辐射事故应急措施预案》	已落实

	《辐射事故处理流程》	
监测方案	《辐射环境监测方案》 《个人剂量监测方案》	已落实

现有辐射安全管理制度基本能满足公司核技术应用项目的管理需要，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订）中“应当有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施”的要求。

4.4 辐射工作人员考核证书、职业健康体检及个人剂量情况

南通遥远无损检测技术有限公司现登记在册有 28 名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，辐射人员辐射安全与防护考核合格证明统计见附件 11。

南通遥远无损检测技术有限公司现有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，已与江苏睿源检测技术有限公司签订了辐射工作人员个人剂量检测协议，见附件 12。

南通遥远无损检测技术有限公司现有 28 名辐射工作人员，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2017 年修订（国家环境保护部令第 47 号）和《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部第 55 号令）的要求，为保护辐射工作人员身体健康，公司已对辐射工作人员进行了职业健康体检，根据公司提供的 2023 年度职业健康体检证明（见附件 11），现辐射工作人员均可继续从事原放射工作。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与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 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。建设单位现已按时编制完成《辐射安全和防护状况年度评估报告表》，并已按时在系统内提交年度评估报告。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	^{75}Se γ射线探伤机	3.7E+12（Bq）/枚×2 枚	II	使用	无损检测	客户移动探伤现场	①移动探伤工作间歇，建设单位辐射工作人员将临时利用贴有电离辐射警告标志的贮存含源容器，并利用警戒线划出范围并安排人员在附近值守，确保警戒线周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。临时贮存完毕，建设单位辐射工作人员将进行巡测，确保存储安全。 ②非探伤期间含源探伤机贮存在公司放射源库。	迁建
2	^{192}Ir γ射线探伤机	3.7E+12（Bq）/枚×3 枚	II	使用	无损检测	客户移动探伤现场		迁建
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大操作量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射探伤机	II	2	XXG-2005 定向机	200	5	无损检测	X 射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	迁建
3	X 射探伤机	II	3	XXG-2505 定向机	250	5	无损检测	X 射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	迁建
6	X 射探伤机	II	3	XXG-3005 定向机	300	5	无损检测	X 射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	迁建
9	X 射探伤机	II	1	GE ERESCO 52 MF4-CL 周向机	300	6	无损检测	X 射线探伤机储存库/客户移动探伤现场	迁建

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（μA）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
生活垃圾	固态	/	/	2kg	约 24kg	/	不暂存	由公司统一收集后，交给环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	0.06m^3	0.72m^3	/	不暂存	进入公司污水处理管道最终进入污水处理厂处理。
废显（定）影剂	液态	/	/	约 5kg	约 60kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存拟建的危废库后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
胶片冲洗废水	液态	/	/	/	/	/	过滤后循环使用	分别经过石英砂及活性炭过滤器将废水进行过滤，循环使用。
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。
废胶片	固态	/	/	约 0.5kg	约 6kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存于拟建的危废库后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
退役 ^{192}Ir 放射源	固态	^{192}Ir	＜20Ci	/	约 6 枚	/	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 ^{75}Se 放射源	固态	^{75}Se	＜25Ci	/	约 2 枚	/	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。
掺入贫铀的屏蔽装置	固态	/	/	/	/	/	处置前贮存在源库内	视作退役放射源由生产单位、原出口方或有资质单位回收处置。
石英砂	固态	/	/	/	40kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存拟建的危废库后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
活性炭	固态	/	/	/	20kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存拟建的危废库后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3，年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/l 或 Bq/kg 或 Bq/m^3)和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国2011年原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国2021年生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国2020年生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行； 9) 《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行； 10) 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告2005年第62号，2005年12月23日印发； 11) 《国家环境保护总局关于γ射线探伤装置的辐射安全要求》，环发[2007]8号，2007年1月15日印发； 12) 《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，2014年10月10日印发； 13) 《国家危险废物名录》(2021版)，生态环境部令第15号，2021年1月1日起施行； 14) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部令第23号，自2022年1月1日起施行；

	15) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物贮存规范化管理专项整治行动方案的通知》（苏环办〔2019〕149号），2019年4月29日印发； 16) 《省生态环境厅关于进一步加强危险废物污染防治工作的实施意见》（苏环办〔2019〕327号），2019年9月24日印发； 17) 《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》（苏环办〔2020〕401号），2020年12月31日印发； 18) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物集中收集体系建设工作方案（试行）的通知》（苏环办〔2021〕290号），2021年10月14日印发。 19) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日印发； 20) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行； 21) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行； 22) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行； 23) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行； 24) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2021年部令第9号，自2019年11月1日起施行；关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行； 25) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，江苏省生态环境厅苏环办〔2021〕187号，2021年5月31日印发。 26) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告第39号，2019年10月25日印发）； 27) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；

	28) 《江苏省自然资源厅关于启东市生态空间管控区域调整方案的复函》，江苏省自然资源厅，2021年10月26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) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019） 8) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单 9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023） 10) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012） 11) 《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023版） 12) 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276—2022）
其他	**附图：** 附图 1 南通遥远无损检测技术有限公司本项目地理位置图 附图 2 南通遥远无损检测技术有限公司本项目及周围平面布置图 附图 3 南通遥远无损检测技术有限公司本项目所在厂区平面布置图 附图 4 南通遥远无损检测技术有限公司本项目放射源库平面及剖面布局图 附图 5-1 南通遥远无损检测技术有限公司本项目与江苏省生态空间管控区域相对位置关系图 附图 5-2 南通遥远无损检测技术有限公司本项目与启东市生态空间管控区域（调整后）的位置关系图

	附件： 附件 1 委托书 附件 2 承诺书 附件 3 废旧放射源返回协议及承诺书 附件 4 危险废物收集处置协议及承诺书 附件 5 建设单位营业执照 附件 6 建设单位房屋租赁协议 附件 7 建设单位本项目源库拟建址周围环境本底检测报告 附件 8-1 本项目使用的探伤设备滤过材料说明 附件 8-2 黄石上方检测设备有限公司说明书及 GE ERESCO52 MF4-CL 说明书 附件 9 原有核技术项目环评批复及竣工验收证明材料 附件 10 辐射安全许可证正副本 附件 11 辐射安全与防护考核合格证明及体检证明 附件 12 个人剂量检测协议 附件 13 专家意见 附件 14 修改清单

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目使用 X、γ射线探伤机进行无损检测，X 射线探伤机属于II类射线装置，γ射线探伤机使用的放射源属于II类放射源。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围”相关规定，确定本项目评价范围：

①本项目迁建的 X、γ射线探伤机的移动探伤现场评价范围为移动探伤现场监督区外 100m 范围内，根据表 11 理论计算结果，评价范围如下表：

表7-1 移动探伤现场评价范围

项目	监督区距离（m）		评价范围（m）
^{75}Se γ射线探伤机	240		340
^{192}Ir γ射线探伤机	373		473
XXG-2005 X 射线定向探伤机	321		421
XXG-2505X 射线定向探伤机	315		415
XXG-3005X 射线定向探伤机	355		455
GE ERESCO 52 MF4-CL X 射线周向探伤机	300kV	225	325
	100kV	212	312

根据建设单位原核技术利用项目竣工环境保护验收监测结果验收监测结果，本项目使用最大功率的设备时，实测控制区为 90m，监督区为 140m。

②本项目迁建的源库边界外 50m 范围内，评价区域见附图 2。

保护目标

本项目建设地点位于启东市科技创业园青年东路 11 号厂区内，本项目源库拟建址周围 50m 范围内包含：①南通晖璜门窗有限公司，②启东市永玮热水处理厂，③富源金属有限公司，④青年路，⑤江苏优创生物医学科技有限公司，⑥江苏电博仕能源装备有限公司，⑦南通遥远无损检测技术有限公司，南通星达过滤设备有限公司厂区的⑧门卫室，⑨厂区道路、绿化及停车棚。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74号）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号）《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（苏政发〔2020〕49号）后可以确定，本项目源库及边界外50m范围不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护红线区域。同时，对照《江苏省自然资源厅关于启东

市生态空间管控区域调整方案的复函》后可以确定，本项目源库及边界外50m范围不涉及启东市生态空间管控区域。同时，本项目源库及边界外50m范围不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》中环境敏感区。本项目与启东市生态空间管控区域（调整后）的位置关系图见附图5。

本项目移动探伤现场一般位于委托公司厂区内或野外工地现场，各探伤现场情况及周边环境将存在着较大的差异，探伤时公司根据探伤现场情况划定控制区和监督区范围，同时尽可能避开居民区、学校等环境敏感目标。探伤现场一般不涉及生态管控区，如现场涉及生态管控区，属于已有项目的探伤工作，本项目不占用资源，不会降低探伤现场的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合相关要求。

根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

1、本项目辐射工作人员；

2、源库周围公众；

3、移动探伤现场周围公众。

表7-2 本项目源库周围保护目标情况一览表

序号	保护目标名称		方位	最近距离	评价范围人员数量	环境保护要求
1	辐射工作人员	南通遥远无损检测技术有限公司本项目危废库、源库、X射线探伤机储存库、值班室及暗室	源库西侧、北侧	紧邻	28人	辐射工作人员年剂量约束值5mSv/年
2	公众	南通星达过滤设备有限公司厂区道路	源库东侧、南侧、西侧、北侧	紧邻	流动人员	公众年剂量约束值0.1mSv/年
3		南通星达过滤设备有限公司厂区绿化	源库南侧	紧邻	流动人员	
4		南通遥远无损检测技术有限公司办公楼	源库南侧	约2.5m	约30人	
5		南通星达过滤设备有限公司停车棚	源库西侧、西南侧	约4m	流动人员	
6		南通星达过滤设备有限公司门卫室	源库东侧	约27m	约2人	
7		南通晖璜门窗有限公司	源库东侧	约42m	约10人	
8		启东市永玮热水处理厂	源库南侧	约23m	约20人	
9		富源金属有限公司	源库西侧	约7m	约30人	
10		青年路	源库北侧	约5m	流动人员	

11		江苏优创生物医学科技有限公司	源库北侧	约24m	约 20 人	
12		江苏电博仕能源装备有限公司	源库西北侧	约31m	约 10 人	

表7-3 本项目移动探伤现场保护目标情况一览表

序号	保护目标名称	方位	最近距离	人员数量
1	辐射工作人员	控制区外监督区内	控制区边界	≥3 人
2	周围公众	监督区外评价范围内	监督区边界外	不定

评价标准

1）工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

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

表 7-4 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

类别	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2）剂量约束值：

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“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。

3）关注点处周围剂量当量率参考控制水平：

①根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ:117-2022)：

5·探伤机的放射防护要求·

5.2.3.3·放射源贮存设施应达到如下要求：

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2.5μSv/h或者审管部门批准的控制水平；

本项目源库屏蔽体外周围剂量当量率参考控制水平：源库四周、顶部及门表面外30cm处剂量率不超过2.5μSv/h。

②根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ:117-2022)：

7.2 分区设置

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区。

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。

本项目移动探伤现场周围剂量当量率参考控制水平:

移动探伤现场控制区边界周围剂量当量率:≤15uSvh；

移动探伤现场监督区边界周围剂量当量率:≤2.5uSvh。

4）辐射环境质量现状检测评价参考值

《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 7-6 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

项目	原野	道路	室内
测值范围	33.1～72.6	18.1～102.3	50.7～129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差（s）	7.0	12.3	14.0

现状评价时，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。

参考资料

ICRP33 号报告，国际放射防护委员会。

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

南通遥远无损检测技术有限公司本项目位于启东市科技创业园青年东路 11 号厂区内。建设单位所在的厂区东侧为南通晖璜门窗有限公司；南侧为空地；西侧为富源金属有限公司；北侧隔青年路为江苏优创生物医学科技有限公司，西北侧隔青年路为江苏电博仕能源装备有限公司和启东瑞光电器有限公司，东北侧隔青年路为江苏澳瑞思液压润滑设备有限公司。本项目地理位置图见附图 1，本项目及周围平面布置图见附图 2。

本项目危废库、源库、X 射线探伤机储存库、值班室和暗室拟建于厂区办公楼北侧。本项目所在厂区平面布置图见附图 3，放射源库平面及剖面布局图见附图 4。

源库拟建址东侧为厂区道路和门卫室；南侧隔绿化为南通遥远无损检测技术有限公司租赁的办公楼（5F）、南通星达过滤设备有限公司的厂区道路、停车棚及启东市永玮热水处理厂；西侧隔危废库拟建址和厂区道路为停车棚；北侧为厂区道路。

本项目源库拟建址周围 50m 范围内涉及保护目标包含：①南通晖璜门窗有限公司，②启东市永玮热水处理厂，③富源金属有限公司，④青年路，⑤江苏优创生物医学科技有限公司，⑥江苏电博仕能源装备有限公司，⑦南通遥远无损检测技术有限公司，南通星达过滤设备有限公司厂区的⑧门卫室、⑨厂区道路、绿化及停车棚。

建设单位将继续开展移动 X、γ射线探伤，承接的项目现场一般位于委托公司厂区内或野外工地现场，各探伤现场情况及周边环境将存在着较大的差异，探伤时公司根据探伤现场情况划定控制区和监督区范围，同时尽可能避开居民区等环境敏感目标。

8-1

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目源库拟建址内部及周围辐射环境。

监测因子：本项目源库拟建址内部及周围环境γ辐射剂量率。

监测点位：在源库拟建址周围及内部布置监测点位，分别位于源库拟建址及四周，共计 5 个监测点位；在本项目各保护目标代表性位置布置监测点位，共计 14 个监测点位。本次共计在本项目源库拟建址内部及周围布设 19 个监测点位。

3. 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在拟建址周围及内部布设监测点位，对其周围环境γ辐射剂量率进行检测。

质量保证措施：江苏睿源环境科技有限公司已通过检验检测机构资质认定，合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性，同时满足相关标准要求。检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和公司《质量体系文件》的要求，实施全过程质量控制。检测人员均经过考核并持有合格证书，检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行三级审核制度，检测时仪器使用前后检查是否正常。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

监测仪器：BG9512P 型 X-γ辐射监测仪（仪器编号：RY-J018）

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：主机：48keV~1.5MeV；外置探头：25keV~3MeV

检定有效日期：2024.2.23——2025.2.22

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2024H21-20-5105948002

监测日期：2024 年 9 月 6 日

环境条件：天气：晴　温度：31℃　湿度：56%

评价方法：参考表 7-6 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

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

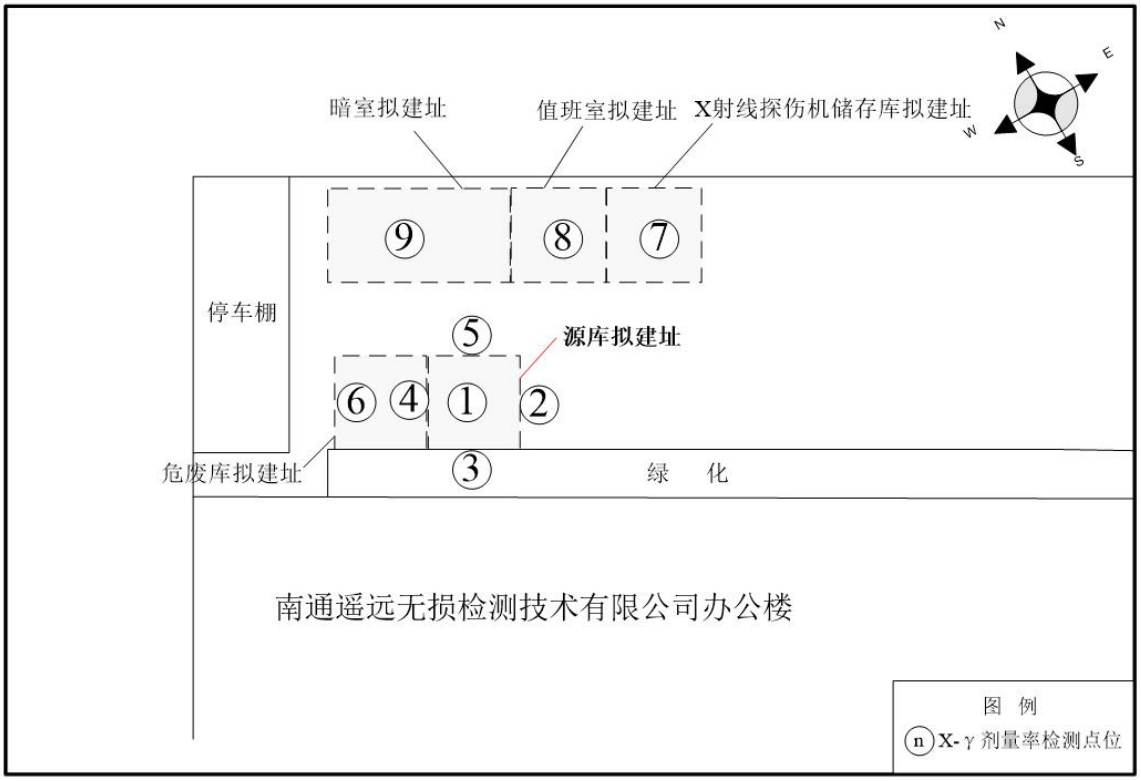
表 8-1 本项目源库拟建址周围环境γ辐射剂量率

序号	检测点位			检测结果（nGy/h）	备注
1	南通遥远无损检测技术有限公司	源库拟建址	中部	58	道路
2			东侧	59	道路
3			南侧	55	道路
4			西侧	64	道路
5			北侧	58	道路
6		危废库拟建址		69	道路
7		X 射线探伤机储存库拟建址		61	道路
8		值班室拟建址		58	道路
9		暗室拟建址		59	道路
10	停车棚东侧			70	道路
11	门卫室西部			65	室内（平房）
12	厂区道路			59	道路

13	启东市永玮热水处理厂北部	64	室内（平房）
14	南通遥远无损检测技术有限公司办公楼北部	67	室内（楼房）
15	青年路	60	道路
16	富源金属有限公司东北部	79	道路
17	江苏电博仕能源装备有限公司、启东瑞光电器有限公司东南部	60	道路
18	江苏优创生物医学科技有限公司南部	59	道路
19	南通晖璜门窗有限公司西北部	68	道路

***已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 12nGy/h）。建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1，本项目在扣除宇响时进行了修正。**

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目源库拟建址周围环境γ辐射剂量率在（64~67）（室内）nGy/h、（55~79）（道路）nGy/h 范围内，均处于江苏省全省环境天然γ辐射剂量率测值范围内。



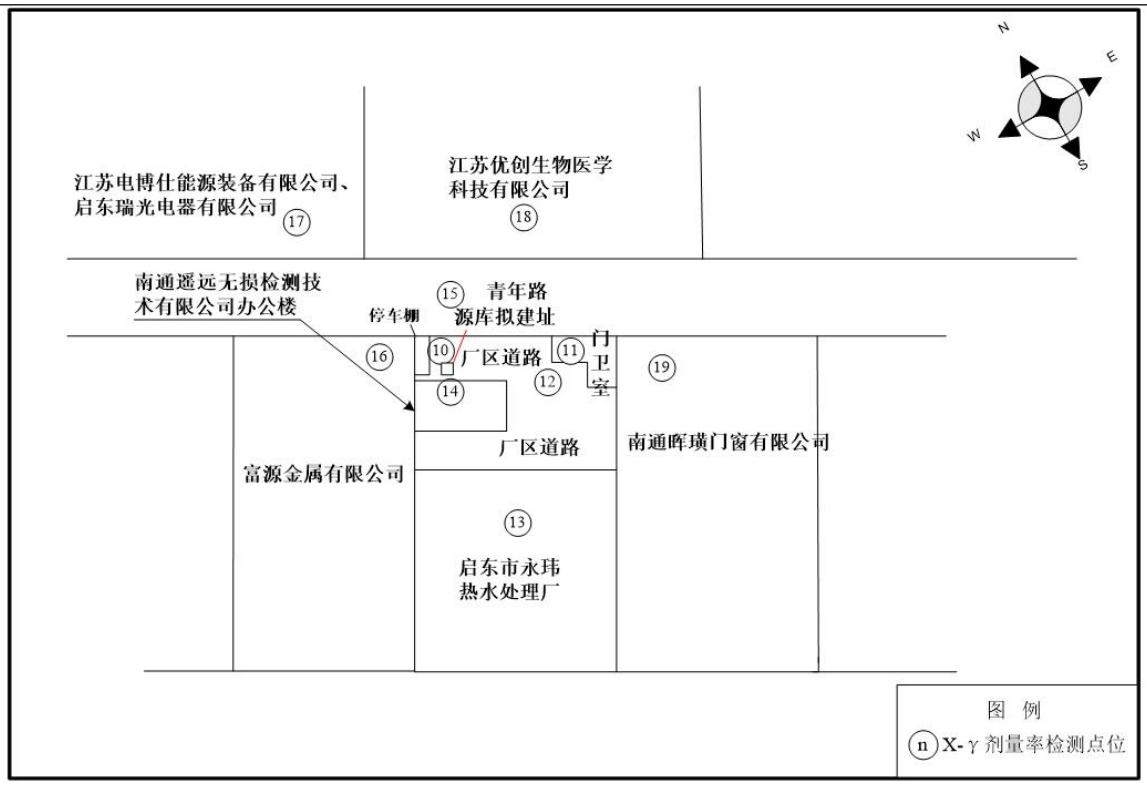


图 8-2　X-γ辐射剂量率检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、工程设备

（1）X射线探伤机：公司现配备的9台探伤机设备参数如下。

表9-1本项目X射线探伤机主要设备参数

序号	型号	数量	类别	输出电压范围	最大输出电流	主射线辐射角	滤过信息	工件厚度范围	工作方式
1	XXG-2005	2	定向机	100kV~200kV	5mA	40±5°	2mmAl	20mm-28mm钢	间歇式工作 1:1，工作 5 分钟休息 5 分钟。
2	XXG-2505	3	定向机	130kV~250kV	5mA	40±5°	0.5mmCu	24mm-37mm钢	
3	XXG-3005	3	定向机	150kV~300kV	5mA	40±5°	3mmAl	33mm-50mm钢	
4	GE ERESCO52 MF4-CL	1	周向机	5kV~300kV	6mA	38°×360°	0.4 mm Fe/Ni/Co + 3 mm Al	根据说明书最大可穿透 52mm 钢	

根据附件中 GE ERESCO52 MF4-CL 说明书，因其最大功率为 600W，因此最大管电压 300kV 对应管电流为 2mA，最大管电流 6mA 对应管电压为 100kV。建设单位预计使用 300kV 时工件最薄厚度为 33mm 钢，使用 100kV 时工件最薄厚度为 4mm 钢。

X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与 X 射线发生器。X 射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤。X 射线发生器的核心部件是 X 射线管。



图9-1 已配备的X射线探伤装置控制箱



图 9-2 已配备的 X 射线探伤机外观图

（2）γ射线探伤机：本项目已配备1台^{192}Ir源探伤机、拟配备2台^{75}Se源探伤机和2台^{192}Ir源探伤机。每台γ射线探伤机中有一枚密封型放射源，单枚放射源的活度最大不超过3.7E+12Bq（100Ci）。γ射线探伤机属于高风险移动放射源，应配置移动定位器，确保其基本信息、地理位置传输到监管部门信息平台。γ射线探伤机配备安全锁、联锁装置等功能。探伤机上设置标志和标识，内容包括：电离辐射警告标志、生产厂家名称、产品名称、出厂编号、出厂日期、辐射源核素名称、最大装源活度。

γ射线探伤机由探伤机机体、控制部件、输源管、源辫位置指示系统及源辫等组成。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，内部是一般为贫铀屏蔽层。探伤时将控制部件和输源管连接在探伤机机体上，然后摇动曲柄将放射源送至曝光位置，曝光后再摇动曲柄将放射源收回到探伤机机体内。γ射线探伤机结构见图 9-3、图 9-4、外观图见图 9-5。

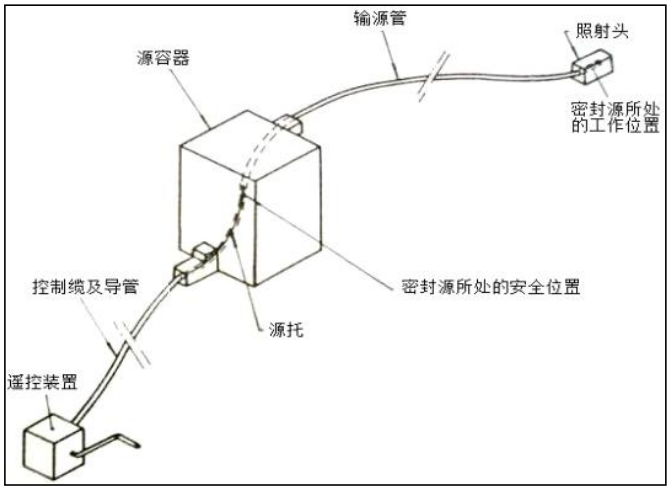


图 9-3 γ射线探伤机外部结构示意图

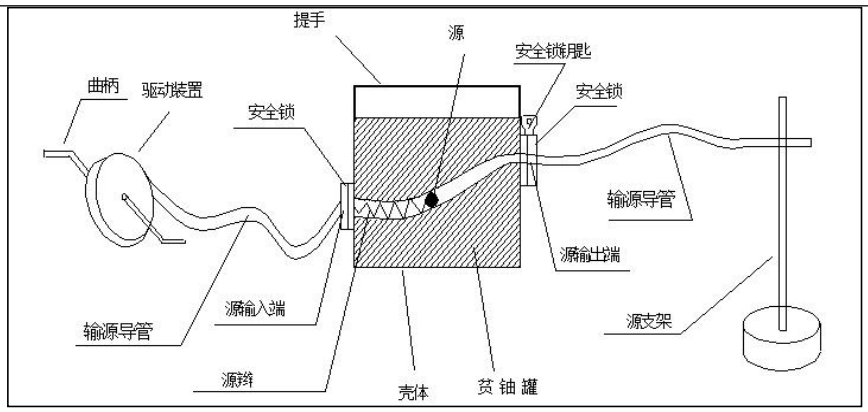


图9-4 γ射线探伤机内部构造示意图



图 9-5 已配备的γ射线探伤机外观图

①探伤机机体

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

探伤机一端与输源管快管相连接，另一端与控制部件相连接。设计有一套安全联锁装置，安全联锁装置有以下几方面的功能：1、安全联锁装置的选择环用于确定机体是处于锁紧状态、连接状态还是工作状态；2、安全联锁装置的滑动杆的作用在于送源前必须先按下滑动杆才能打开放射源，回源时能自动将放射源锁定在储存位置；3、安全联锁装置的保险盖的作用在于保护源辫的阴接头，防止尘埃进入探伤机内腔，另外探伤机前端有一个专用源顶辫，用于在运输、搬运及储存时防止源辫因意外事故震动而造成剂量泄漏；4、源辫位置指示系统，绿灯显示源在容器安全位置，红灯闪烁显示放射源离开容器安全位置，开始工作，用数字计数器显示源离开容器距离，语言提示“正在拍片，当心射线”。

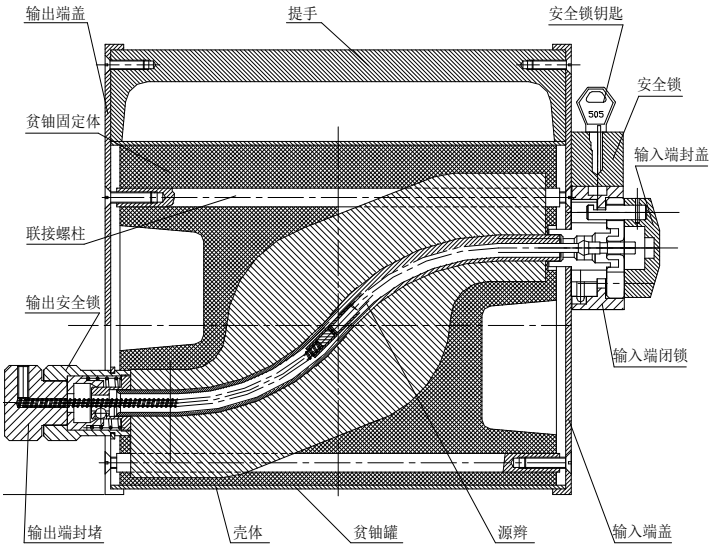


图 9-6 γ射线探伤机机体内部结构图

②控制部件

控制部件由手摇曲柄、两根长（10～15）m 的控制导管、驱动缆（软轴）和驱动齿轮等组成。手摇曲柄与驱动齿轮组件的外伸轴相连，驱动控制缆上的阳接头用来与源辫的阴接头相连，控制部件的连接爪用来与机体的联锁装置连接。当摇动手柄曲柄即可送收回放射源。



图 9-7 探伤机控制部件

③探伤机输源管部件

输源管由直径相同的三根软管组成。其中一根为接长管、一根为快换管、一根为曝光管（在工作同时使用曝光管和快换管）。快换管一端压接快接头，用于与其探伤机机体的一端连接，另一端压接螺纹接头，用于与曝光管或接长管连接，曝光管一端压接照射头，用于防止放射源伸出输源管外，另一端压接螺纹接头，用于与接长管或快换管连接，接长管（加长管）两端都压有螺纹接头，用于连接曝光管和快换管。



图 9-8 已配备的探伤机输源管

④源辫位置指示系统

源辫位置指示系统与控制部件齿轮相连接，功能：1、用不同的灯光颜色分别显示源辫在源容器内或外，绿色灯光显示源在容器内，红色灯光显示源已在容器外；2、用液晶数字显示源辫离开源器的距离，根据输源管与曝光头长度，源输送到曝光头位置开始拍片曝光，拍片照相完毕，源辫收回到容器内的数字显示为≤0；3、用语言提示源辫已离开源容器，当射源输出＞5cm 后，每 10 秒钟红灯闪烁，语言提示“正在拍片，当心射线”。

⑤源辫（随放射源一起）

探伤机使用的 ^{192}Ir 放射源半衰期为 74 天，^{75}Se 放射源半衰期为 120 天，经过几个半衰期后需要换源，生产厂家负责放射源的更换工作。放射源是装在源辫上（源辫是本机的关键部件），源辫的损坏将导致放射源报废，甚至整机全部报废，因此必须按正确的步骤操作，盖好保险盖，保护好源辫阴接头。



图 9-9 探伤机源辫部件

^{75}Se 及 ^{192}Ir 核素辐射特性见下表，衰变纲图见下图。

表 9-2 放射性核素特性

核素	放射源活度 (Bq)	衰变类型	半衰期（d）	能量 keV	产生主要废物	工件厚度范围	周围剂量当量率常数（Γ）μSv·m²/（MBq·h）
^{75}Se	3.7E+12	β^+、EC	120	97—401	^{75}Se 废源	8-30mm 钢	0.072
^{192}Ir	3.7E+12	β^-、EC	74	206—612	^{192}Ir 废源	12-70mm 钢	0.17

注：数据来自《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）表 A.1

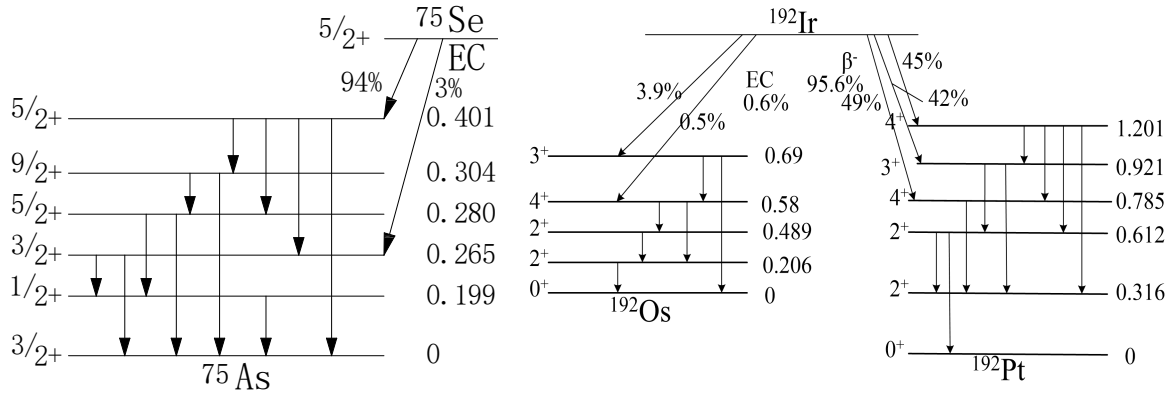


图 9-10 ^{75}Se 及 ^{192}Ir 衰变纲图

2、工作原理

（1）X 射线探伤机工作原理

X射线探伤机的核心部件是X射线管。X射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成，X射线管结构示意图下图。X射线管一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生X射线。

X射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

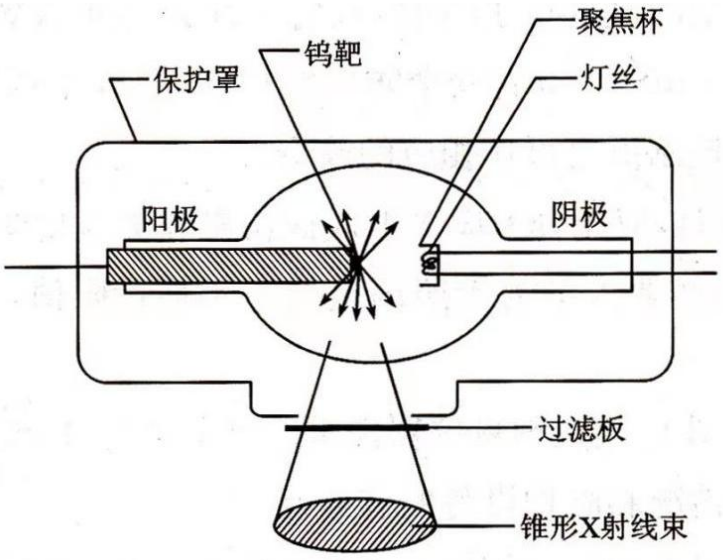


图 9-11 典型的 X 射线管结构图

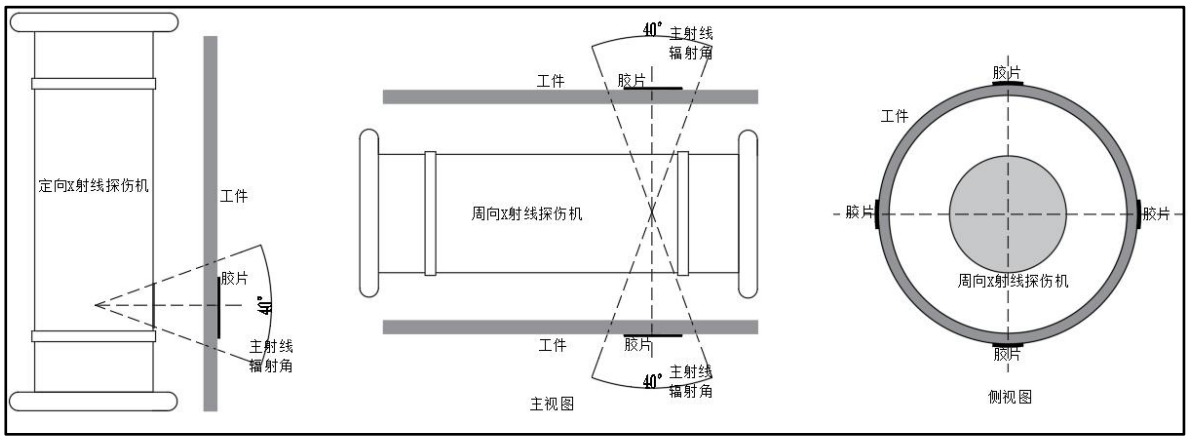


图 9-12 常见 X 射线探伤机照射工件示意图

工件信息及工作方式

射线检测方法是利用射线穿透物体时，会发生吸收和散射的特性，通过测量材料中因缺陷存在而影响射线的吸收来探测缺陷，以胶片作为记录信息器材的无损检测方法。把被检物体放在离射线装置 0.25m-0.7m 的位置处，把胶片紧贴在被检工件焊缝背后，用 X 射线对工件照射后，透过工件的射线使胶片感光，同时工件内部的真实情况就反映到胶片的乳胶上，对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥，将干燥的底片放在观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。

本项目探伤机主要用于检测委托公司的工件，探伤压力容器环缝使用周向机，不规则工件使用定向机。正常一次探伤时间约为 5 分钟，根据下图曝光曲线（来自附件 8），结合工件探伤位置、形状、厚度等条件结合探伤机参数选择适合探伤机进行探伤。

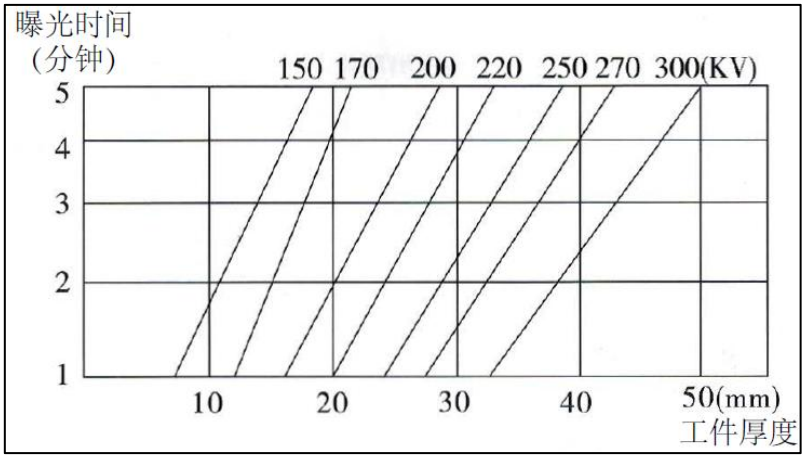


图9-13 常见定向X射线探伤机曝光曲线图

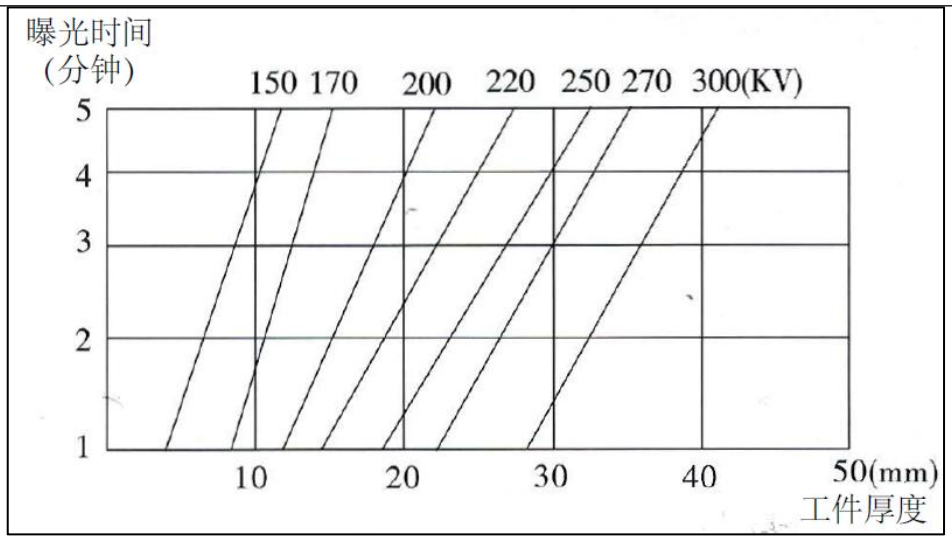


图9-14 常见周向X射线探伤机曝光曲线图

（2）γ射线探伤机工作原理

γ射线探伤机在工作过程中通过γ放射源产生的γ射线对受检工件进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生一个较强的图像显示裂缝所在的位置，γ射线探伤机据此实现探伤目的。

3、工作流程及产污环节分析

3.1 移动 X 射线探伤项目工作流程及产污环节分析

本项目移动式 X 射线探伤工作流程如下：

1）发布 X 射线探伤通知；

2）根据探伤工件选择合适探伤机，辐射工作人员将探伤设备放到指定的拍片位置，摆放好探伤机；

3）根据经验初步划定控制区和监督区边界，设置安全警戒措施；

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，连接好X射线探伤机控制部件；

5）辐射工作人员在操作台操作探伤机进行试曝光，辐射工作人员携带便携式 X-γ剂量率仪对控制区、监督区边界进行修定，重新确定控制区、监督区边界；

6）辐射工作人员在工件上粘贴胶片，再次确认无人员停留后开始曝光检测，辐射工作人员远离探伤区域；此过程产生 X 射线以及 X 射线电离空气产生臭氧及氮氧化物；

7）探伤机曝光检测；

8）达到预定照射时间和曝光量后，探伤机关机，探伤人员携带个人剂量报警仪和巡测仪进入控制区，收回 X 射线机，取下胶片，曝光结束，探伤工作人员解除警戒并离场；

9）工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等，洗片过程中当显（定）影剂在使用至无法起效时及胶片作废时，将产生废胶片，废显（定）影剂、胶片冲洗废水。

10）工作人员出具检测报告。

本项目移动式 X 射线探伤工作流程图如下图所示。

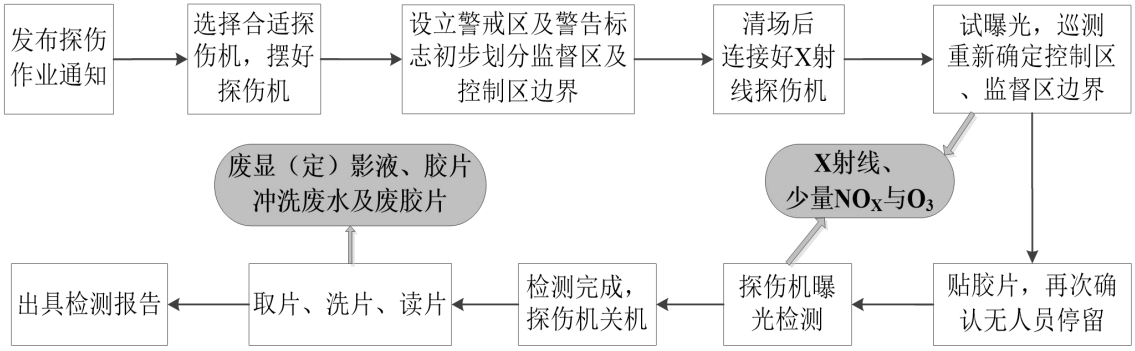


图 9-15 移动式 X 射线探伤工作流程及产污环节

由上图可知，本项目 X 射线探伤中产生的主要污染物如下

（1）X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

（2）当定影、显影液在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；

（3）胶片冲洗过程产生胶片冲洗废水；

（4）探伤工作中可能产生废胶片。

3.2 移动γ射线探伤项目工作流程及产污环节分析

3.3.1 放射源的运输与移动流程如下：

放射源的运输将严格按 GB11806 的规定执行。在运输过程中，源窗处于关闭状态，并有专门的锁定装置。含源装置置于储存设施内运输，只有在合适的源容器内正确锁紧并取出钥匙后方能移动。在不涉及公用道路的厂区内移动时，使用小型车辆或手推车，使含源装置处于人员监视之下。建设单位开展γ移动探伤项目涉及到放射源(包括含源装置)的运输，运输均委托有放射源运输资质的单位负责，在储存场所清点交付放射源后，在目的地接收到达的放射源并完成清点。建设单位委托放射源运输时会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。建设单位会明确对装载查验情况进行记录，并做好签字交接，留档备查。公司应按《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)《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》的相关要求继续严格执行，按此落实将符合环境保护管理要求。

3.3.2 本项目源库管理工作流程如下：

移动式γ射线探伤前由探伤辐射工作人员领取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，确定放射源在源容器中，并记录所测的辐射剂量，领取后交有资质单位运输到探伤地点。工作间歇临时辐射工作人员将利用保险柜贮存含源容器或放射源、控制源，并利用警戒线划出范围并安排人员在附近值守，确保警戒线周围剂量当量率小于 2.5μSvh。临时贮存完毕，辐射工作人员将进行巡测，确保存储安全。探伤完成后，γ射线探伤机将归还至放射源库，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，γ射线探伤机入库。放射源源库运行的流程见下图。

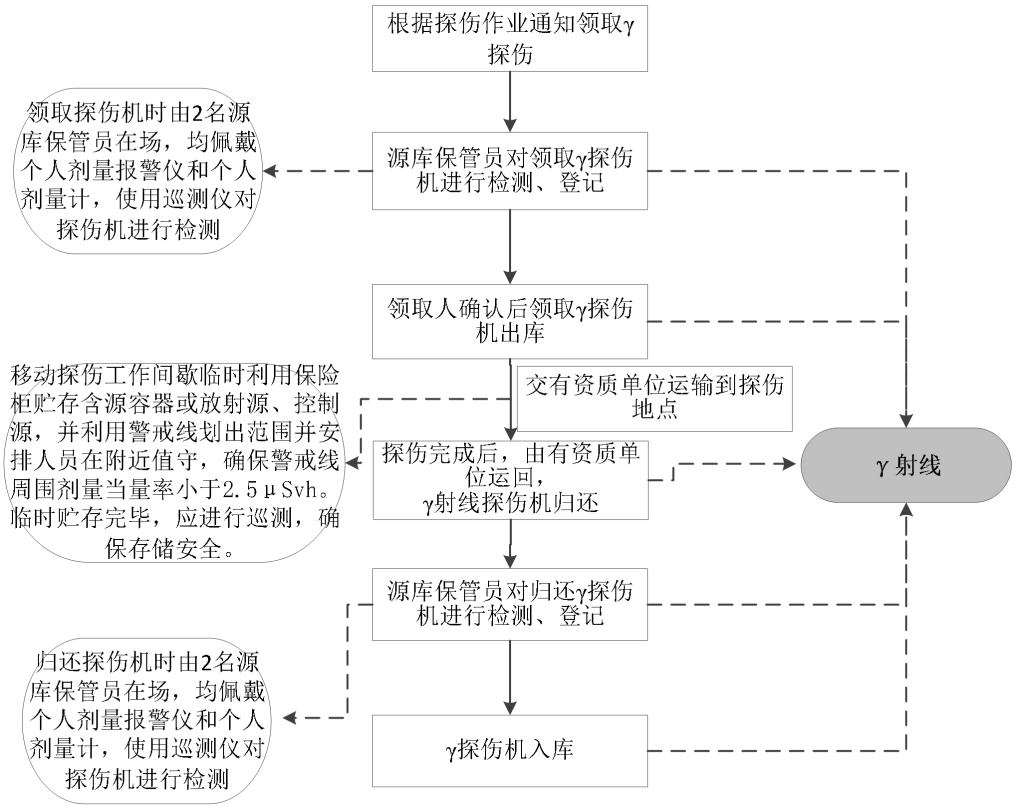


图9-16 本项目放射源库运行流程图

3.3.3 本项目移动式γ射线探伤工作流程如下：

1）选择合适的探伤机，辐射工作人员在探伤工作前根据 GBZ 117—2022 中 5.2.1.2 要求对探伤机进行检查。

2）γ探伤机出库后，领取人交由运输人员，开始运输γ射线探伤机及放射源，将探伤设备放到指定的拍片位置。

3）根据现场具体情况，探伤作业人员根据理论计算结果并结合实践经验划定控制区与监督区范围。辐射工作人员对探伤现场设置安全警戒措施，包括警戒灯、警戒线、电离辐射警告标志、警示标牌、声音提示装置等。现场配备应急工况下使用的长柄钳、铅防护服、铅眼镜、铅手套、铅屏风、保险柜等。

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，连接好探伤机控制部件和输源管，开启探伤机闭锁装置。

5）探伤工作人员通过手动出源装置驱动放射源至曝光位进行出源试曝光，辐射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。

6）辐射工作人员在工件上粘贴胶片，再次确认无人员停留后开始曝光检测，辐射工作人员远离探伤区域。

7）达到预定照射时间和曝光量后探伤人员携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪进入出源装置控制器区域，将放射源收回探伤机贮源容器内，确认放射源回到贮源位后，取下胶片，曝光结束，探伤工作人员解除警戒并离场。

8）对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。

委托单位现场的移动式γ射线探伤工作流程图如下图所示。

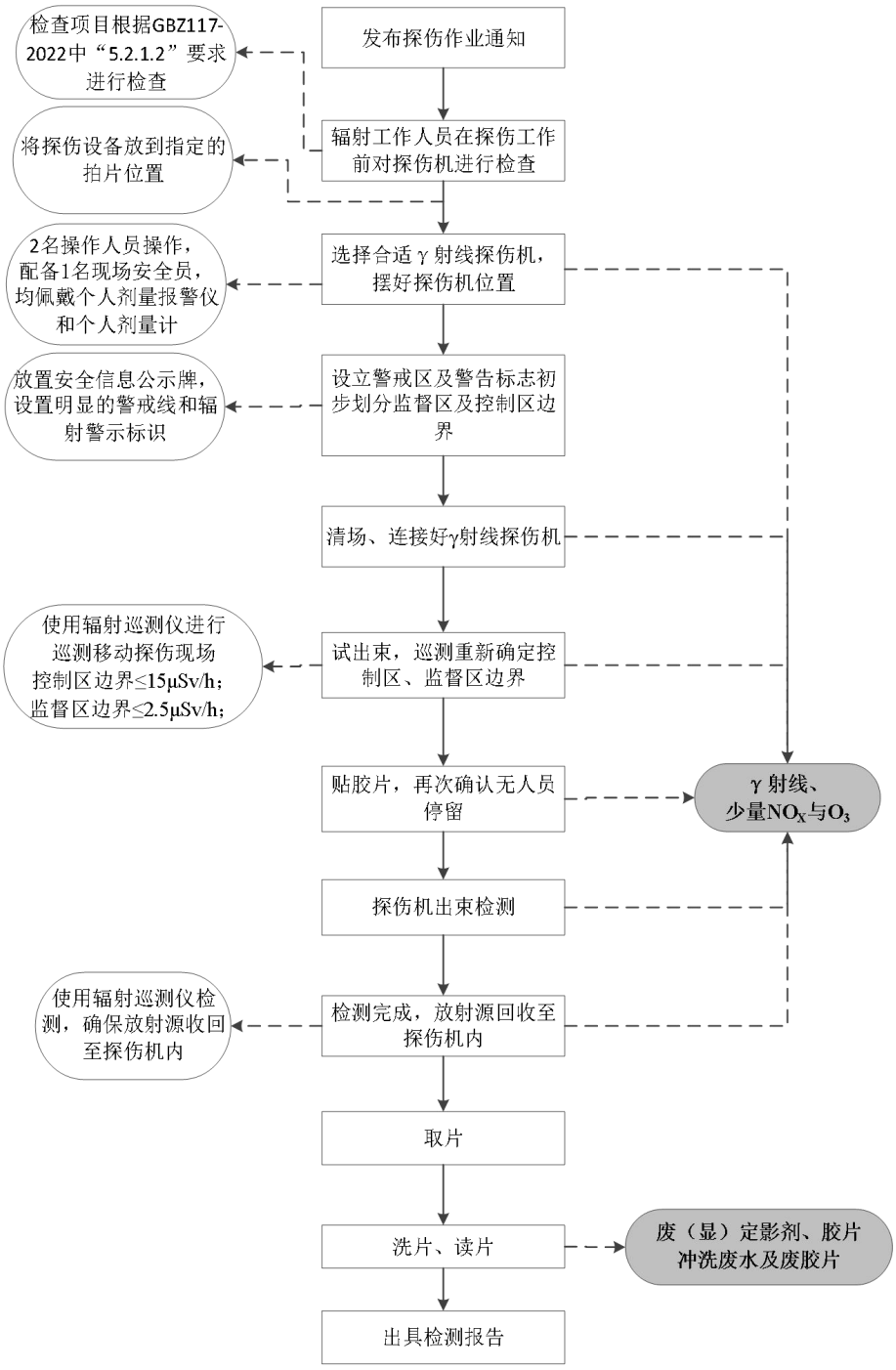


图9-17 移动式γ射线探伤工作流程及产物环节图

由上图可知，本项目γ射线探伤营运中产生的主要污染物如下

（1）拿取γ探伤机时产生的γ射线，γ探伤机出束过程中产生的γ射线；

（2）γ射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

（3）当定影、显影液在使用至无法起效时产生的废显影（定）影液；

（4）胶片冲洗过程产生胶片冲洗废水；

（5）探伤工作中可能产生废胶片；

（6）放射源退役产生废源。

4. 人员配置及工作制度

工作制度：每年每名探伤工作人员和现场安全员开展移动X射线探伤工作时出束时间不超过80h，开展移动γ射线探伤时间不超过80h。源库保管员每人每日值守源库6h，能够确保源库24h均有人值守，源库设置双人双锁由两名辐射工作人员分别保管钥匙，当需要领取探伤机时，由值班人员呼叫负责钥匙的保管人员来进行开锁，每次只开1台X射线或者γ射线探伤机。

人员配置：本项目将沿用原有的28名辐射工作人员（其中15名X射线辐射工作人员、10名γ射线辐射工作人员和3名X、γ射线均可操作的辐射工作人员），辐射工作人员将根据实际情况分成不同探伤小组（每个小组至少配置为2名探伤工作人员和1名现场安全员）和4名源库管理人员。根据每次任务量确定携带的X射线和γ射线探伤机台数（每台X射线探伤机或γ射线探伤机至少配备2名探伤工作人员及1名安全员）。

污染源项描述

1.辐射污染源分析

（1）X射线探伤机：拟用于固定探伤的X射线探伤机最大管电压为200kV、250kV及300kV，最大管电流为5mA及6mA。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表1中取得距靶点1m处的泄漏辐射剂量率，即泄漏射线源强。另由《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表2获得散射线最高能量相应kV值。具体取值见下表。

表9-3 距靶1m处X射线周围剂量当量率及射线强度核算

序号	型号	根据厂家材料	有用线束		泄漏辐射	散射辐射
			距靶1m处X射线输出量	距靶1m处X射线周围剂量当量率	距靶1m处X射线周围剂量当量率	能量
1	XXG-2005定向机					
2	XXG-2505定向机					
3	XXG-3005定向机					

4	GE ERESCO 52 MF4-CL 周向机					

注：①定向机根据厂家黄石上方检测设备有限公司提供的滤过参数，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 对应管电压下进行取值。

②由附件 8-2 可知

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

（2）本项目已配备 1 台 ^{192}Ir 源探伤机、拟配备 2 台 ^{75}Se 源探伤机和 2 台 ^{192}Ir 源探伤机，其中γ射线探伤机每台探伤机中有 1 枚密封型放射源，单枚放射源活度最大不超过 3.7×10^{12}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 500μSv/h，1m 处不超过 20μSv/h。建设单位已与海门伽玛星探伤设备有限公司签订废旧放射源返回协议，当放射源达到使用年限需报废时，将由该单位回收。每年退役约 6 枚 ^{192}Ir 放射源和 2 枚 ^{75}Se 放射源，退役放射源活度约为 3.7×10^{11}Bq/枚（10Ci）。

由γ射线探伤机工作原理可知，探伤机会一直发出γ射线，对工作人员和周围公众产生一定外照射，因此γ射线是γ射线探伤项目主要污染物。

2.非辐射污染源分析

（1）固体废物

本项目运营时会产生本项目洗片过程会产生废胶片，废显（定）影剂，属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16，废物代码为 900-019-16。公司每月预计产生废显（定）影剂 5kg，每年预计产生废显（定）影剂 60kg；每月预计产生废胶片 0.5kg，每年预计产生废胶片 6kg。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 2kg，年排放量为 24kg。

本项目产生的胶片冲洗废水将分别经过石英砂及活性炭过滤器过滤之后进行循

环使用。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》活性炭属于危险废物，废物类别为 HW06，废物代码为 900-404-06，因石英砂过滤胶片清洗废水，将石英砂按照活性炭一样回收处理。石英砂和活性炭更换周期为一年一次，每年预计产生石英砂 40kg，每年预计产生活性炭 20kg。

（2）液体废物

本项目不产生放射性液体废物。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 0.06m^3，年排放量为 0.72m^3。

本项目产生的胶片冲洗废水将分别经过石英砂及活性炭过滤器过滤之后进行循环使用。

（3）气体废物

X 射线、γ射线探伤机工作状态时，会电离空气产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1.工作场所布局及分区

1.1 移动式 X、γ射线探伤项目工作场所布局及分区

本项目为南通遥远无损检测技术有限公司迁建移动式X、γ射线探伤项目，根据现场具体情况，探伤作业人员根据理论计算结果并结合实践经验划定控制区与监督区，并利用辐射巡测仪进行检测修正。

使用 X、γ射线移动探伤时将周围当量剂量率大于 15μSv/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，将周围当量剂量率大于 2.5μSv/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。该布局满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于辐射工作场所的分区要求。

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及源柜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。

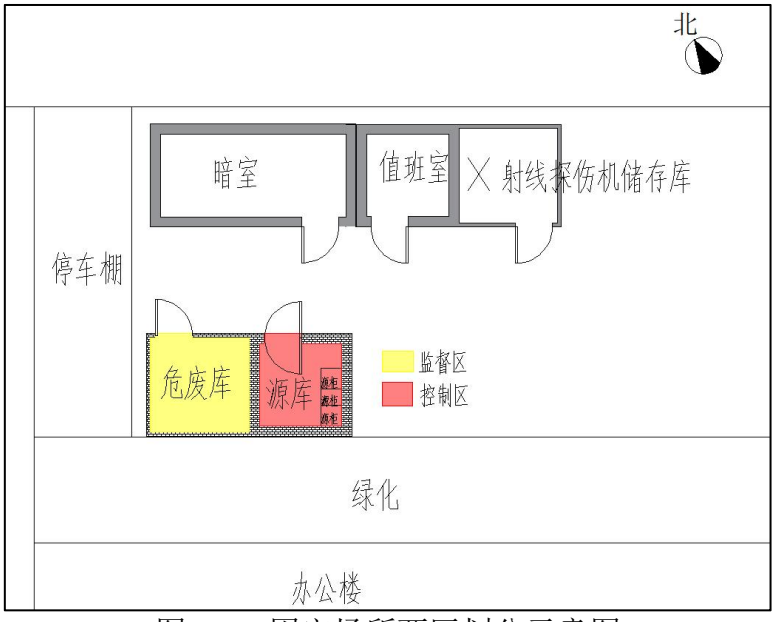


图 10-1 固定场所两区划分示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	源库	危废库
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者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”。 6.4.2.2 a）“采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，探伤装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为工作人员分类暂存探伤工作相关危废的工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	源库门外粘贴电离辐射警告标识。	危废库入口门外粘贴监督区标牌。

2. 源库、源柜辐射屏蔽设计

2.1 源库

本项目源库内部长宽高为 2.00m×2.00m×2.14m，顶部为 160mm 混凝土，四周墙体为 250mm 实心砖墙，源库铅防护门采用双人双锁设计，防护铅门为 2mm 钢板-10mmPb-2mm 钢板结构，铅门外另有 1 扇防盗门。

2.2 源柜

本项目源库内将搬迁原有的 1 个源柜。源柜长宽高为 1.4m×0.5m×0.5m，分为 1 层 3 格。源柜 6 面均为 3mm 钢板-15mmPb-3mm 钢板结构。



图 10-2 本项目源柜

表 10-2 本项目工作场所屏蔽设计情况一览表

屏蔽体	源库
四周	250mm实心砖墙（折合为175mm混凝土）
顶部	160mm混凝土
源库铅门	2mm钢板-10mmPb-2mm钢板
源库防盗门	含有2mm钢板（评价不考虑其屏蔽效果）
屏蔽体	源柜
铅柜六面	3mm钢板-15mmPb-3mm钢板

注：实心砖与混凝土材质相似，根据密度折算 250mm 实心砖（密度 1.65g/cm^3）折合混凝土为 175mm（密度 2.35g/cm^3）。

3.辐射安全和防护措施

3.1 移动式 X 射线探伤项目辐射安全和防护措施

建设单位日常开展 X 射线移动探伤工作时已根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准要求落实了以下辐射安全和防护措施要求，建设单位将在未来工作中继续落实以下措施。

执行标准	项目	标准要求	本项目已（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	5.1.2 工作前检查项目应包括： a) 探伤机外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 液体制冷设备是否有渗漏； d) 安全联锁是否正常工作； e) 报警设备和警示灯是否正常运行； f) 螺栓等连接件是否连接良好。 5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求： a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测； c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品； d) 应做好设备维护记录。	（1）建设单位的辐射工作人员在日常探伤工作中已在每次 X 射线探伤工作前对 X 射线探伤机进行检查，检查项目包括了以下事项： a) 探伤机外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 液体制冷设备是否有渗漏； d) 安全联锁是否正常工作； e) 报警设备和警示灯是否正常运行； f) 螺栓等连接件是否连接良好。 （2）建设单位日常工作中已根据制定的制度定期对 X 射线探伤机的维护，包括了以下内容： a) 管理人员对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次（目前尚未到达维护周期）。设备维护根据已制定的制度均会由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测； c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，将保证所更换的零部件为合格产品； d) 进行维护时将严格填写相关记录。 **维护人员将继续落实已制定的制度，对维护信息进行登记，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	（1）建设单位每次实施移动式探伤工作之前，均对工作环境进行了全面评估，以保证实现安全操作。评估内容包括了工作地点的选择、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。日常工作中已考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测	满足

		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。	系统带来的影响（如烟雾报警器等）。 （2）建设单位日常开展工作时已确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少配备了 2 名辐射工作人员和和 1 名现场安全员。 （3）每次开展探伤工作前均与委托单位就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进行了事前协商，以避免造成混淆。	
	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 15μSv/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 2.5μSv/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	（1）日常 X 射线探伤工作已尽可能地安排在傍晚或夜间工人完全离场的情况下进行，并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。每次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。将周围当量剂量率大于 15μSv/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。将周围当量剂量率大于 2.5μSv/h 的区域划为监督区，边界处均设置了电离辐射警告标志和场界警戒绳，并悬挂了清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌、必要时派专人警戒；每次在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。建设单位已为移动探伤工作配备了足够的辐射巡测仪和个人剂量报警仪。已制定相应制度确保对便携式 X-γ剂量率仪定期开展检定/校准工作。配备的个人剂量报警仪能在超过辐射阈值时发出警示音。 （2）建设单位在日常 X 射线移动探伤过程中均对控制区和监督区进行了管理和控制，当现场探伤环境不能满足监督区的防护距离时，建设单位均使用了已配备的防护用品等来限制辐射影响，从而缩小控制区和监督区的范围。 （3）建设单位已开展的移动式探伤作业工作过程中，辐射工作人员均对控制区内人员进行了完整清场工作。探伤现场较小无法满足划区要求时，建设单位会选择定向机向地面照射，并利用铅屏风限制非有用线束影响，以确保探伤现场满足划区要求。 （4）X 射线探伤机控制台设有延时开机功能；建设单位已配备的电缆均超过了 20m。延时通常设置 4min，若辐射工作人员每秒行走 1m，按照本项目最大功率探伤机预计，控制区为 145m，辐射工作人员完全退	满足

		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。	至控制区外需要约 2.5min，因此设置的延时足够辐射工作人员退至控制区外。	
	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 X 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。	（1）每次开展探伤工作建设单位前均与委托单位进行了细致协商，确保委托单位能够配合做好探伤作业的辐射防护工作，每次均提前发布探伤作业信息，通知到所有相关人员，以防止误照射发生。 （2）建设单位已配备足够数量的带“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。建设单位已配置有警示灯，用于夜晚作业时放置在控制区边界。 （3）已配备的工作状态指示灯能够实现剂量联锁，在探伤机出束过程中在探伤机出束显示“照射”。 （4）建设单位配备的工作状态指示灯在放在控制区的边界时，“预备”信号和“照射”信号能够被周围人员清晰地看到。 （5）建设单位已配备了电离辐射警告标志和警示语等提示信息标牌，再日常探伤工作前已张贴在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置。	满足
	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。必要时应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）辐射工作人员每次开始移动式探伤之前，探伤工作人员已确保在控制区内没有任何其他人员，并安排了安保人员巡逻以防止有人进入控制区。 （2）建设单位已配备了红色/黄色警戒带、照明装置，每次探伤工作期间均拉好了两区警戒线，并保证了探伤现场良好的照明，确保控制区范围清晰可见。同时每次探伤期间建设单位均安排有安全员，将在探伤现场进行巡查，防止有人误入控制区。 （3）建设单位已配备有 10 台便携式 X-γ剂量率仪，在日常探伤工作中均使用了便携式 X-γ剂量率仪用以调整控制区的范围和边界。 （4）每次开始移动式探伤工作之前，辐射工作人员均对便携式 X-γ剂量率仪进行了检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，辐射工作人员会一直开启便携式 X-γ剂量率仪。 （5）建设单位已配置了 29 台个人剂量报警仪器，已委托有资质单位对所有辐射工作人员进行了个人剂量监测，未用个人剂量报警仪替代便携式 X-γ剂量率仪。	满足

	移动探伤的操作要求	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。	（1）建设单位每次仅检测包容性工件时使用周向机，并将探伤设备放于工件内部进行检测，针对开放性工件时均采用了定向机进行检测。不会采用周向机进行定向照射。 （2）建设单位每次探伤时均会根据工件和现场情况选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。	满足

3.2 移动式γ射线探伤项目辐射安全和防护措施

建设单位日常开展γ射线移动探伤工作时已根据《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）标准要求已落实了以下辐射安全和防护措施要求，建设单位将在未来工作中继续落实以下措施。

执行标准	项目	标准要求	本项目已（拟）采取措施	是否满足
《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）	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。	（1）建设单位的辐射工作人员在日常探伤工作中已在每次γ射线探伤工作前对γ射线探伤机进行检查，检查项目包括了以下事项： 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。 （2）建设单位日常已定期对γ射线探伤机中涉及放射防护的部件进行检查维护，发现问题会及时维修。未来需要维修γ射线探伤机时，会由厂家专业人员将放射源倒入换源器后进行，建设单位不会单独对探伤机进	满足

		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。	行维修。 （3）建设单位辐射工作人员日常会定期对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，齿轮经常添加润滑剂，并会对源传输导管接头进行擦洗，避免灰尘和砂粒。 **维护人员将继续落实已制定的制度，对维护信息进行登记，登记内容包括探伤机编号、维护内容、维护人等信息。**	
	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。	（1）建设单位每次实施移动式探伤工作之前，均对工作环境进行了全面评估，以保证实现安全操作。评估内容包括了工作地点的选择、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。日常工作中已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）建设单位日常开展工作时已确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少配备了 2 名辐射工作人员和和 1 名现场安全员。 （3）每次开展探伤工作前均与委托单位就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进行了事前协商，以避免造成混淆。	满足
	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 15μSv/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）日常γ射线探伤工作已尽可能地安排在傍晚或夜间工人完全离场的情况下进行，并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。每次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。将周围当量剂量率大于 15μSv/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。将周围当量剂量率大于 2.5μSv/h 的区域划为监督区，边界处均设置了电离辐射警告标志和场界警戒绳，并悬挂了清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌、必要时派专人警戒；每次在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。建设单位已为移动探伤工作配备了足够的辐射巡测仪和个人剂量报警仪。已制定相应制度确保对便携式 X-γ剂量率仪定期开展检定/校准工作，已配备的个人剂量报警仪能在超过辐射阈值时发出警示音。 （2）建设单位在日常γ射线移动探伤过程中均对控制区和监督区进行了	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（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。	管理和控制，当现场探伤环境不能满足监督区的防护距离时，建设单位均使用了已配备的防护用品等来限制辐射影响，从而缩小控制区和监督区的范围。 （3）建设单位已开展的移动式探伤作业工作过程中，辐射工作人员均对控制区内人员进行了完整清场工作。探伤现场较小无法满足划区要求时，建设单位会利用铅屏风限制辐射影响，以确保探伤现场满足划区要求，无法满足要求时不开展γ射线移动探伤。 （4）建设单位每次开展γ射线移动探伤前，均会根据现场特征将γ射线绕出盘放置在合适位置，确保摇源时间较短的同时，摇源的辐射工作人员能够尽快撤离控制区。	
	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。	（1）每次开展探伤工作建设单位前均与委托单位进行了细致协商，确保委托单位能够配合做好探伤作业的辐射防护工作，每次均提前发布探伤作业信息，通知到所有相关人员，以防止误照射发生。 （2）建设单位已配备足够数量的带“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。建设单位已配置有警示灯，用于夜晚作业时放置在控制区边界。 （3）已配备的工作状态指示灯能够实现剂量联锁，在探伤机出束过程中在探伤机出束显示“照射”。 （4）建设单位配备的工作状态指示灯在放在控制区的边界时，“预备”信号和“照射”信号能够被周围人员清晰地看到。 （5）建设单位已配备了电离辐射警告标志和警示语等提示信息标牌，再日常探伤工作前已张贴在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置。	满足
	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	（1）辐射工作人员每次开始移动式探伤之前，探伤工作人员已确保在控制区内没有任何其他人员，并安排了安保人员巡逻以防止有人进入控制区。 （2）建设单位已配备了红色/黄色警戒带、照明装置，每次探伤工作期间均拉好了两区警戒线，并保证了探伤现场良好的照明，确保控制区范围清晰可见。同时每次探伤期间建设单位均安排有安全员，将在探伤现	满足

		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。 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。	场进行巡查，防止有人误入控制区。 （3）建设单位已配备有10台便携式X-γ剂量率仪，在日常探伤工作中均使用了便携式X-γ剂量率仪用以调整控制区的范围和边界。 （4）每次开始移动式探伤工作之前，辐射工作人员均对便携式X-γ剂量率仪进行了检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，辐射工作人员会一直开启便携式X-γ剂量率仪。 （5）建设单位已配置了29台个人剂量报警仪器，已委托有资质单位对所有辐射工作人员进行了个人剂量监测，未用个人剂量报警仪替代便携式X-γ剂量率仪。	
	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。	（1）在日常工作中，建设单位会根据要进行射线探伤的物体的类型和尺寸选用探伤设备，将尽可能使用最低活度源。 （2）建设单位在日常每次探伤作业开始前均会备下列防护相关物品，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) 应急箱及长柄钳； g) 夜间照明装置（手电筒和夜间照明灯若干）。 （3）在日常探伤工作完成后，操作人员均会使用便携式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，均进行了目视检查，以确保设备没有损坏。每次委托有资质单位运输探伤设备时，均会确保探伤设备已被锁定并被固定在车辆中，以免在运输过程中脱落（或掉落）、损坏。	满足
	放射源贮存设施	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。	（1）本项目建设单位拟在新址设置专用放射源库。 （2）本项目建设单位已配备放射源现场双人双锁铅柜，工作间歇用于临时贮存γ射线探伤机，并会存储在可上锁的房间内。每次临时贮存完毕后辐射工作人员均会进行巡测，确保存储安全。每次临时贮存时均会派专人24h值守，γ射线探伤机已配置移动定位器。	

《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。	在日常工作中，建设单位会加强从业人员管理，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。	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。	建设单位在日常γ射线移动探伤作业时已配备现场安全员，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。现场安全员已取得探伤类别的辐射安全与防护知识考核合格证书，证书处于有效期内。	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、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。	建设单位在日常γ射线移动探伤室外作业时均在作业现场边界外公众可达地点放置了安全信息公示牌，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。已配备安全信息公示牌面积超过了 2 平方米，公示信息采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌材质能够防水防风，且信息能够被清晰辨识。未来公示信息如发生变化，建设单位会重新制作安全信息公示牌，不会安全信息公示牌进行涂改、污损。	满足
	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。	建设单位会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》	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	（1）建设单位已设置 8 名管理人员负责辐射安全管理工作。 （2）建设单位已配备的辐射工作人员数量能够确保外出使用的每台探伤装置至少配备 2 名操作人员和 1 名安全员，并且已制定制度确保上述要求。所有辐射工作人员均已参加辐射安全与防护知识考核，且考核合格。 （3）建设单位将在本项目获批并建设完成后重新申领辐射安全许可证。 （4）建设单位已设置 4 名源库保管员专职负责放射源库的保管工作。新址的放射源库拟设置红外和监视器等保安设施，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已配备的双人双锁铅柜现场保存，会派专人 24 小时现场值班。铅柜表面明显位置已粘贴电离辐射警告标志。	满足

（环发［2007］8号）		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。	（5）当需要更换放射源时，建设单位将严格完成以下工作：向所在地省级生态环境主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。在转让活动完成之日起 20 日内，分别将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级生态环境主管部门备案。 （6）目前建设单位尚未开展跨省探伤工作。当未来探伤装置需要转移到外省、自治区、直辖市使用的，建设单位会于活动实施前先向使用地省级生态环境主管部门备案，经备案后，到移出地省级生态环境主管部门备案。异地使用活动结束后，会在放射源转移出使用地后 20 日内，先后向使用地、移出地省级生态环境主管部门注销备案。	
	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）建设单位已配备 5 台γ射线探伤机。 （2）建设单位目前配备的γ射线探伤装置使用时间均未超过 10 年，建设单位将确保不使用超过 10 年的γ射线探伤装置。	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。 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）建设单位已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，日常工作中做到了定期核实探伤装置中的放射源，已明确放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。每次核实时安排有 2 名源库管理员在场，已采用计算机管理档案。 （2）建设单位每个月会对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月会对探伤装置的性能进行全面检查、维护，在发现问题会及时维修。并做好记录。 建设单位已制定制度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。 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	（1）日常γ射线探伤作业时，建设单位均会配备至少 2 名操作人员同时在场，并每名操作人员配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计。已委托有资质单位对所有辐射工作人员进行个人剂量监测，且已建立个人剂量档案。 （2）已制定制度要求每次探伤工作前操作人员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，管理人员会定期抽查落实情况。 （3）每次开展γ射线探伤作业前后，建设单位会委托有资质单位完成运输工作，委托前会确认有资质单位采用专车运输、专人押运，并能够做到押运人员须全程监护探伤装置。 （4）每次室外作业时，建设单位会设定两区并按照标准要求设置明显	满足

		场。	的警戒线和辐射警示标识，并排安保员看守，监测控制区的辐射剂量水平。作业结束后，均会用辐射剂量监测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由辐射工作人员在检查记录上签字，才会携带探伤装置离开现场。	
	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。	建设单位已制定了辐射事故应急预案，未来在发生或发现辐射事故后，当场的辐射工作人员会立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位会根据法规要求，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

3.2 本项目放射源库及X射线探伤机储存库房辐射安全措施要求

本项目将沿用现有的28名辐射工作人员，其中24名辐射工作人员将根据实际情况分成不同探伤小组（每个小组至少配置为2名探伤工作人员和1名现场安全员），另外4名为源库管理人员。每个探伤小组根据探伤任务配备γ射线探伤机或X射线探伤机（将确保每个小组的每台探伤机至少配备2名探伤工作人员），每个作业场所仅有1组人员开展探伤作业，每次作业仅开启1台X射线探伤机或1台γ射线探伤机。建设单位的X射线探伤机的运输由上述辐射工作人员完成，γ射线探伤机及放射源交有资质的单位运输，建设单位辐射工作人员仅负责传递和接收时清点工作。

每年每名探伤工作人员和现场安全员开展移动X射线探伤工作时出束时间不超过80h，开展移动γ射线探伤时间不超过80h。源库保管员24h值守源库（本项目源库值班人员以4班制，每人每日值班6小时）确保源库24h均有人值守。源库安全措施按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求。

（1）放射源贮存设施应达到如下要求：

a) 严格控制对周围人员的照射、防止放射源被盗或损坏，并能防止非授权人员采取任何损伤自己或公众的行动，贮存设施门口应设置电离辐射警告标志；

b) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；

c) 在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于2.5 μSv/h或者审管部门批准的控制水平；

d) 贮存设施的门应保持在锁紧状态，实行双人双锁管理；

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。

（2）建设单位应完善放射源领用及交还制度，建立领用台帐，明确放射源的流向，并有专人负责。

（3）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。

（4）本项目现场临时存储γ射线探伤设备设施采用的方式包括可上锁的房间、专用存储箱、存储坑、放射源现场保险柜，监控房间等。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。并安排人员24小时进行看管，发生异常报警人员应立即到场，查明原因，发生事故应立即报告。

（5）本项目放射源库仅用于本项目γ射线探伤机及放射源储存，放射源库内禁止从事倒源工作。

本项目X射线探伤机储存库房门拟采用双人双锁，2名保管员各自保管1把钥匙，2人同时在场方能开锁进入X射线探伤机储存库房，门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志，并拟在X射线探伤机储存库房内安装监控装置进行24h监控。X射线探伤机出入库进行台账登记。

3.3 放射源运输辐射安全管理要求

南通遥远无损检测技术有限公司开展γ移动探伤项目涉及到放射源（包括含源装置）的运输，γ射线探伤机在厂外运输时，放射源运输均委托有放射源运输资质的单位负责，运输所需铅箱等防护设施均由运输单位配备负责。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。建设单位运输过程自行开车跟随放射源运输单位车辆，确保到达目的地现场交接，跟随人员需对探伤机运输情况进行记录，并做好签字交接，留档备查。公司应按《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）《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》的相关要求严格执行，按此落实将符合环境保护管理要求。

根据《放射性物品运输安全管理条例》及《放射性物品运输安全许可管理办法》，有放射源运输资质单位对直接从事放射性物品运输的工作人员进行个人剂量监测，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。建设单位在与有资质单位签订运输合同前应核实其手续齐全，由承运人员监管其运输工作人员的个人剂量监测。

另外根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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。”。建设单位在探伤现场厂区内移动本项目γ射线探伤机时应使用小型车辆或手推车，并派辐射工作人员进行监视，确保放射源安全。

3.4 防护用品和监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的要求，企业配备的防护用品和检测仪器需满足探伤工作的要求，对从事放射源和射线装置有关的职业人员要求随身佩戴个人剂量计，以监督个人剂量的变化情况，控制受照剂量，保证职业人员

的健康。根据法规要求，本项目已为每名辐射工作人员配备个人剂量计。已为本项目配备辐射巡测仪和个人剂量报警仪。根据现场探伤的特点和法规要求，拟将配备的警戒灯、警戒线、电离辐射警告标志、警示标牌、应急工况下使用的长柄钳、铅防护服、铅眼镜、铅手套、铅屏风、保险柜等搬迁至新址内。

表 10-3 移动探伤已配备的防护用品和监测仪器一览表

项目		已配备的环保设施
辐射防护与安全措施	警告标识	已配备 9 套“禁止进入射线工作区”“无关人员禁止入内”警告牌（两者合一为 1 套）
		已配备总长度 23000 米的警戒线（控制区警戒线+监督区警戒线）
		已配备 81 块电离辐射警告标志标牌
		已配备安全信息公示牌 18 个（至少每个移动探伤现场配 2 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。
	监测仪器	已配备 10 台便携式 X-γ剂量率仪
		已委托有资质单位为 28 名辐射工作人员进行个人剂量监测
		已配备 29 台人剂量报警仪
	安全装置及防护用品	5 台γ射线探伤机均已配备移动定位器
		已配备 36 个工作状态指示灯（开机显示“预备”字样；灯箱内部的探头监测到剂量后显示“照射”字样）
		已配备声音提示装置 80 个
		已配备铅屏风 12 扇（2mm 铅当量 9 扇及 8mm 铅当量 3 扇）
		已配备临时贮源保险箱 5 个，以供需要在探伤现场临时贮存较长时间所需。
		已配备长柄钳 7 把（每个移动γ射线探伤现场配 1 个、源库 2 个）
		已配备放射源准直器 5 套（每台γ射线探伤机配 1 套，每套的钨合金不低于 10mm）
		已在放射源库配备 1 套人员防护用品用于应急，另配备 9 套人员防护用品用于现场应急。每套防护用品为 0.35mm 铅当量铅衣、铅围裙、铅眼镜、铅手套
	夜间照明装置	已配备手电筒和夜间照明灯若干
	灭火器材	已配备 10 套
	源库及 X 射线探伤机储存库	X 射线探伤机储存库及源库将设置双人双锁防盗门及储存柜，源库内将设立监控、红外报警装置。另计划在源库设置**固定式剂量率仪**

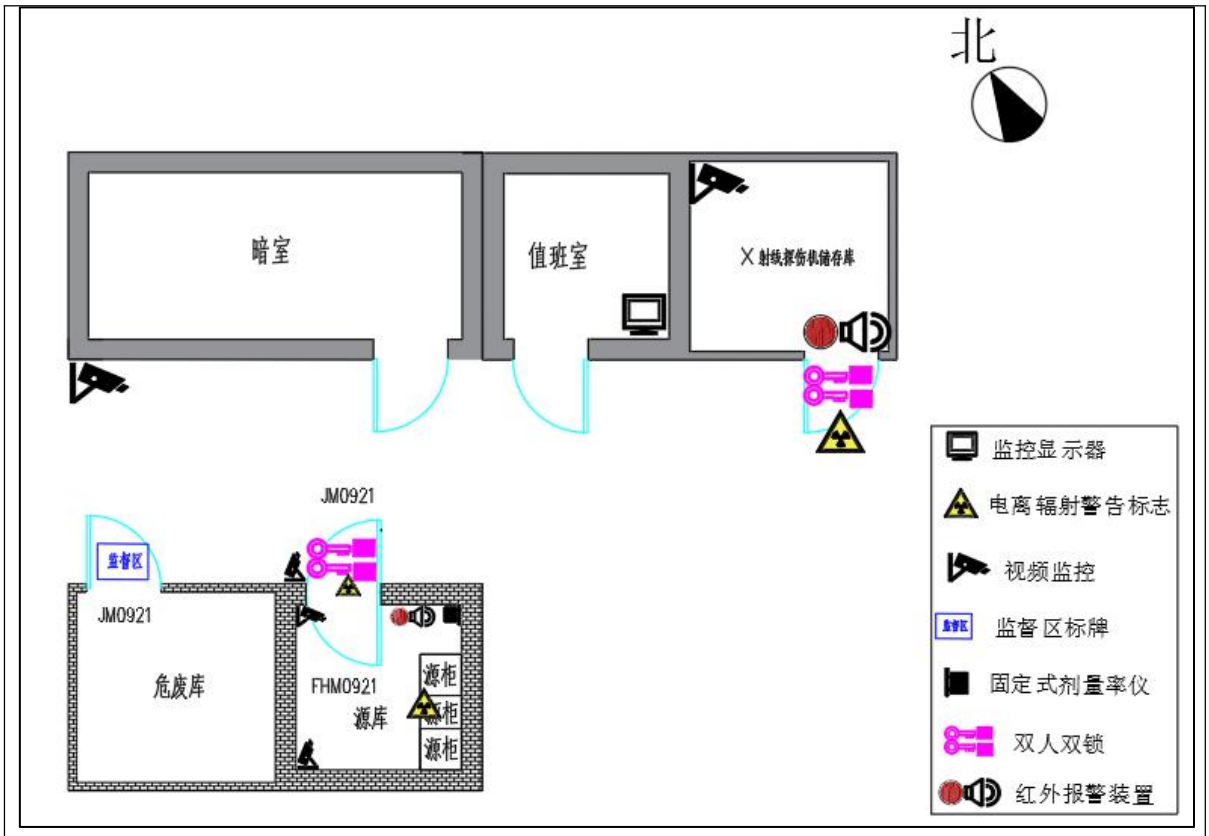
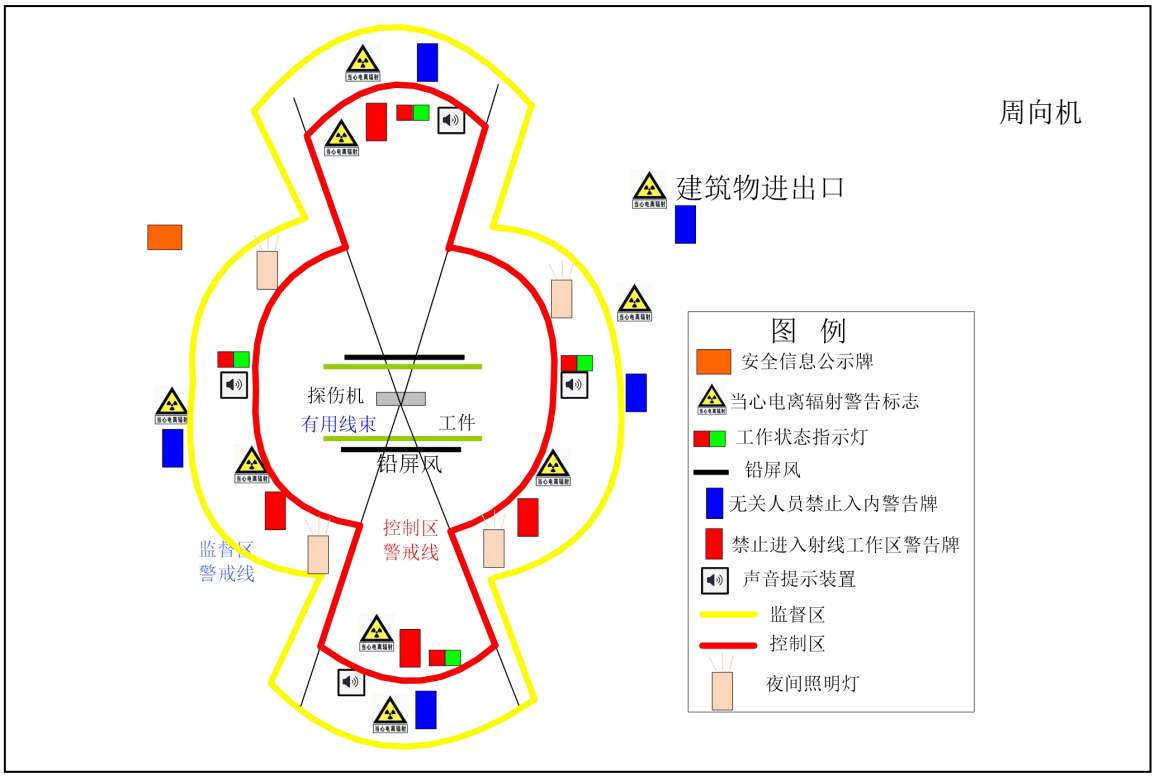


图10-3 本项目放射源库安全措施示意图



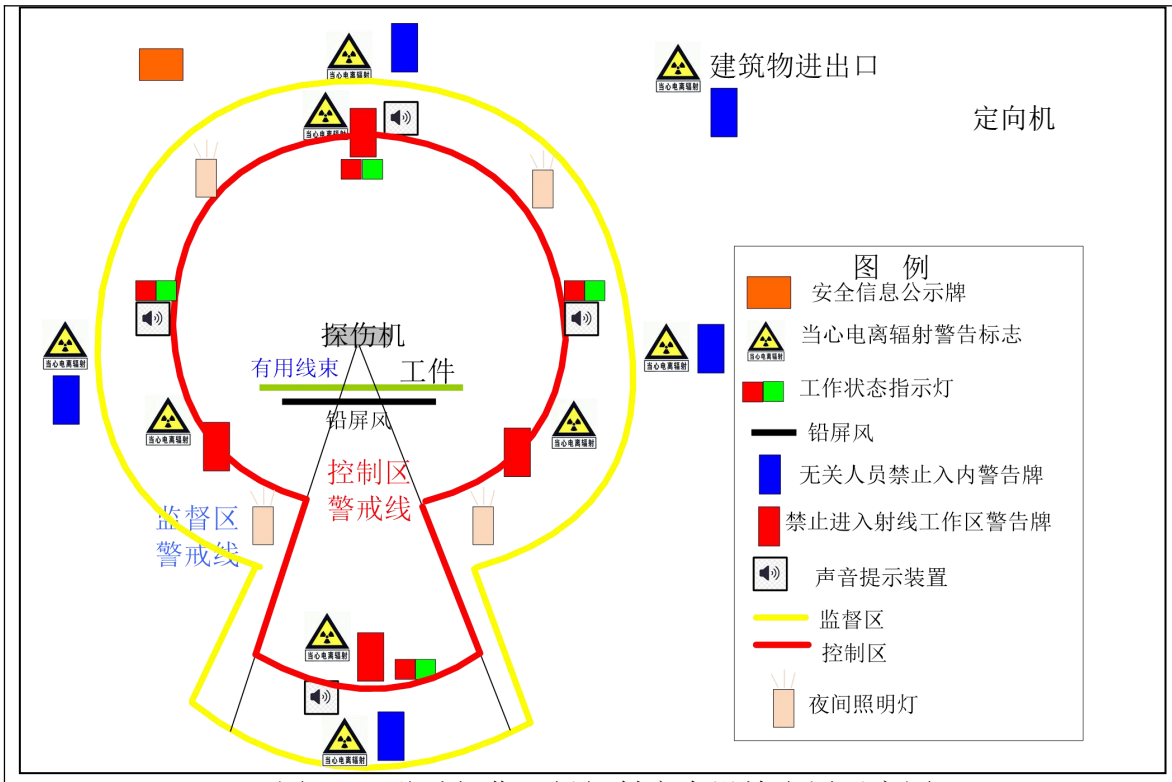


图 10-4 移动探伤现场辐射安全设施布置示意图

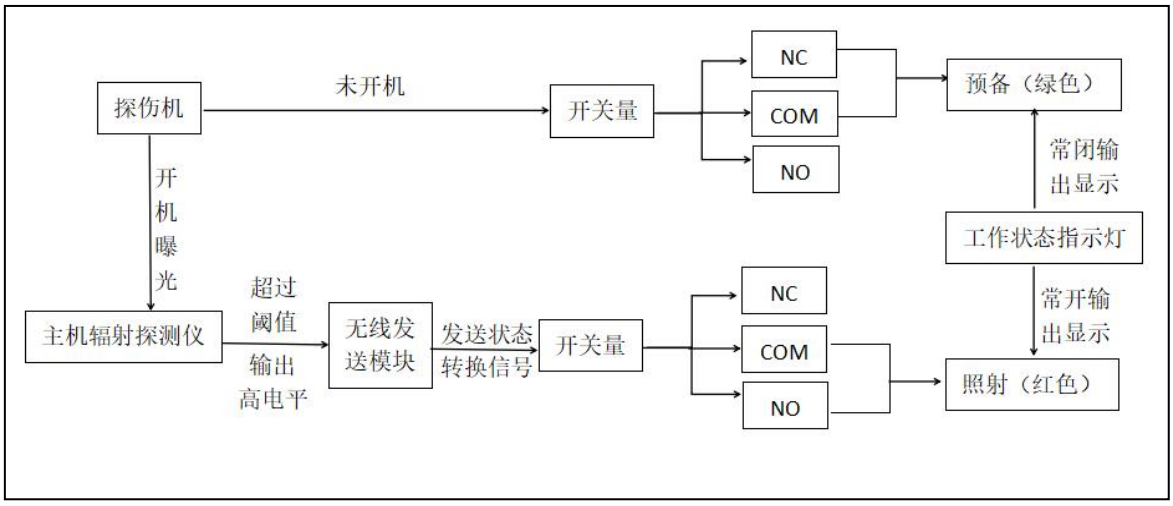


图 10-5 本项目工作状态指示灯剂量联锁逻辑图

三废的治理

1. 固废

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

石英砂和活性炭更换周期为一年一次，根据《国家危险废物名录（2021 年版）》活性炭属于危险废物，废物类别为 HW06，废物代码为 900-404-06，因石英砂过滤胶片清洗废水，将石英砂按照活性炭一样，均收集贮存拟建的危废库后委托有危险废物

经营资质的单位回收处理。

根据建设单位介绍，本项目洗片工作均在本项目暗室完成，评片均在本项目所在厂区办公室内完成，上述过程可能会产生废胶片、废显（定）影剂及胶片冲洗废水。在本项目暗室产生废显（定）影剂后立即用废液桶收集，并在洗片完毕后送入本项目危废库中废显（定）影剂存放区域；本项目在暗室内洗片及在建设单位办公室评片过程产生的废胶片在工作结束后收集运回本项目危废库中废胶片存放区域；废胶片及废显（定）影剂入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

危废库拟建址见附图 3，将按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，确保做到“防雨淋、防渗漏、防流失”，地面为防渗水泥。危废库内应设消防设施，防止出现火灾。建设单位应参照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023 版）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定设置危险废物识别标志并在不同贮存分区之间采取隔离措施，隔离措施应根据危险废物特性隔板形式。

暂存废显（定）影剂时应使用耐腐蚀容器。存放装载废显（定）影剂的容器的贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，采用抗渗混凝土。上述容器置于架子上，不直接接触地面。存放装载废显（定）影剂的容器的贮存分区应具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不低于对应贮存区域最大液态废物容器容积；应设计渗滤液收集设施，收集设施容积需满足渗滤液的收集要求。

建设单位应将本项目危废分类存储并做好标记标志，不可混入其他杂物。危废库门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类。危废库应由专人管理，按照要求根据危险废物情况进行记录，并注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量等登记工作。建设单位应严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）8.2 贮存设施运行环境管理要求。建设单位应将本项目废胶片和废显（定）影剂分类存储并做好标记，不可混入其他杂物。

建设单位已与有资质单位（江阴市锦绣江南环境发展有限公司）签订危废收集处

置协议书处理本项目废显影液。承诺后续将废定影液、废胶片、石英砂和活性炭与有资质单位（江阴市锦绣江南环境发展有限公司）签订危废收集处置协议书。危废库内划定的废胶片及胶片清洗废水存放区域要能够满足本项目废显（定）影剂、废胶片及活性炭、石英砂存放。建设单位应定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

建设单位将按照《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》等管理规定，制定危险废物管理计划、建立危险废物管理台账，在江苏省固体废物管理信息系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息，在系统中打印的危废标志标识按规范要求张贴，实施对危险废物的规范化管理。

2. 废水

本项目不产生放射性液体废物。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，产生的生活污水进入市政管网最终进入污水处理厂处理。

本项目产生的胶片冲洗废水将分别经过石英砂及活性炭过滤器过滤之后进行循环使用。

3. 废气

本项目运行后不会产生放射性气体废物。射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，探伤场所通常在空旷地带，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

4、废旧放射源的处理

建设单位已与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。掺入贫铀的屏蔽装置在退役时视作放射源进行处置。年代久远无法联系生产单位或原出口方时，应委托有资质单位完成废源/掺入贫铀的屏蔽装置的收贮及处置。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。本项目 ^{192}Ir 和 ^{75}Se 放射源强度低于使用要求时，放射源退役，本项目每年预计产生不超过 6 枚 ^{192}Ir 和 2 枚 ^{75}Se 退役放射源，退役放射源将返回生产单位或原出口方，承诺书见附件 3。未来有放射源或射线装置需退役的，均按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 执行。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目的主体工程为源库及辅房建设，本项目移动探伤项目没有土木工程，不存在建设期环境影响。施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。具体施工流程产污环节如下所述：

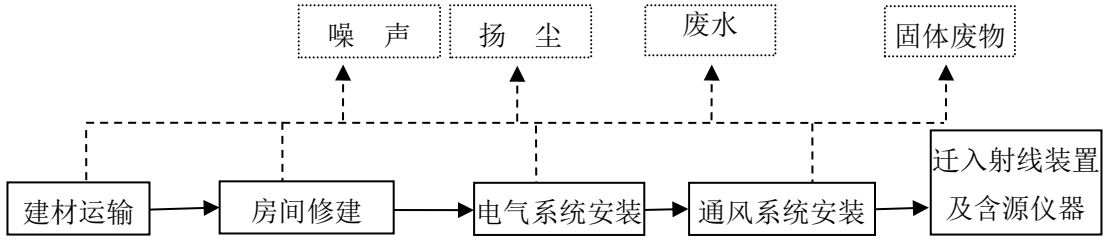


图 11-1 施工期工艺流程及产污环节图

（一）施工期扬尘

施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，针对上述大气污染拟采取以下措施：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采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（二）施工期噪声

施工期噪声包括土建施工过程、通风及电气设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内均为企业，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工时拟严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备。

（三）施工期废水

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

（四）施工固废

施工期固废主要是装修过程中产生固体废物和施工人员的办公垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区垃圾收集设施收集。该单位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公司内局部区域，对周围环境影响较小

运行阶段对环境的影响

一、移动 X 射线探伤现场辐射影响分析

采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）4.1 有用线束的公式（1）导出控制区、监督区的距离计算公式（2）。

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

导出：$$R=\sqrt{\frac{I\cdot H_0\cdot B}{\dot{H}}} \qquad \text{……（公式 2）}$$

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；控制区取 15μSv/h，监督区取 2.5μSv/h；

I：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m^2/(mA·h)，取值参考表 9-3；

B：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 的图 B.1 取值；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

表 11-1 主射线方向控制区和监督区距离估算

探伤机类别	XXG-2005	XXG-2505	XXG-3005	GE ERESCO52 MF4-CL（300kV）	GE ERESCO52 MF4-CL（100kV）
工件厚度/等效铅厚度					
拟配备铅屏风铅当量					
H_0·I(μSv/h)					
工件屏蔽透射因子 B					
控制区距离（m）					
监督区距离（m）					
工件+铅屏风屏蔽透射因子 B					
控制区距离（m）					
监督区距离（m）					

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）漏射线及散射线计算公式（3）及公式（4）：

漏射线：$$\dot{H}=\frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2}$$ ……（公式 3）

散射线：$$\dot{H}=\frac{I \cdot H_0 \cdot B_1}{R^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0{}^2}$$ ……（公式 4）

考虑漏射线、散射线叠加剂量影响，根据公式（3）、公式（4）导出控制区、监督区的距离计算公式（5）

$$R=\sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B_1 \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0{}^2}+\dot{H}_L \cdot B_2}{\dot{H}}}$$ ……（公式 5）

式中：R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；控制区取 15μSv/h，监督区取 2.5μSv/h；

$\dot{H}_L$：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率，μSv/h；

B_1：散射线屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下铅的什值层后，再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值；

I：X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m^2/(mA·h)，取值参考表 9-3；

B_2：漏射线屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下铅的什值层后，再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值；

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0{}^2}$：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.4.2 取 0.02。

表 11-2 漏射线及散射线辐射控制区与监督区估算结果

探伤机类别		XXG-2005	XXG-2505	XXG-3005	GE ERESCO52 MF4-CL（300kV）	GE ERESCO52 MF4-CL（100kV）
无屏蔽						
散射线	$H_0 \cdot I$ (μSv/h)					
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$					
	B_1					
泄漏射线	$\dot{H}_L$ (μSv/h)					
	B_2					
控制区距离（m）						
监督区距离（m）						
如若使用 2mm 铅屏风后						
散射线	$H_0 \cdot I$ (μSv/h)					
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$					
	B_1					
泄漏射线	$\dot{H}_L$ (μSv/h)					
	B_2					
控制区距离（m）						
监督区距离（m）						

二、本项目源库及移动γ射线探伤辐射影响分析

1、γ射线移动探伤控制区、监督区距离的“预测模式”

本项目理论计算分为γ射线移动现场探伤辐射影响分析和放射源库辐射影响分析两部分进行理论估算。

（1）周围当量剂量率计算公式

$$\dot{H}_0 = A \cdot \Gamma_k \cdot B / R^2 \qquad \text{……（公式 6）}$$

公式中：$\dot{H}_0$：在距离放射源 r 处的周围当量剂量率，控制区取 15μSv/h，监督区取 2.5μSv/h；

A：放射源活度，^{192}Ir 和 ^{75}Se 额定装源活度为 3.7×10^{12}Bq

Γ_k：周围剂量当量率常数，Γ（^{75}Se） =0.072μSv •m^2/（MBq•h）

Γ（^{192}Ir） =0.17μSv •m^2/（MBq•h）

R：参考点离放射源的距离

B：屏蔽透射因子，$B=1/2^n$（n 为半值层数）

（2）探伤过程中的控制区、监督区距离理论估算

本项目使用γ射线探伤机（^{192}Ir 和 ^{75}Se 探伤机），初始放射源活度均为 $3.7\times10^{12}Bq$。本项目γ射线探伤机均计划配置准直器，准直器为厚度不低于 10mm 钨合金，根据探伤现场情况确定是否使用准直器。照射方向可能被工件、铅屏风进行屏蔽。放射源γ射线经工件、铅屏风或准直器屏蔽衰减后，将减少辐射影响范围。根据公式（7）计算控制区和监督区范围。

$$R=\sqrt{\frac{A\cdot\Gamma_k\cdot B}{\dot{H}_0}} \qquad \text{……（公式 7）}$$

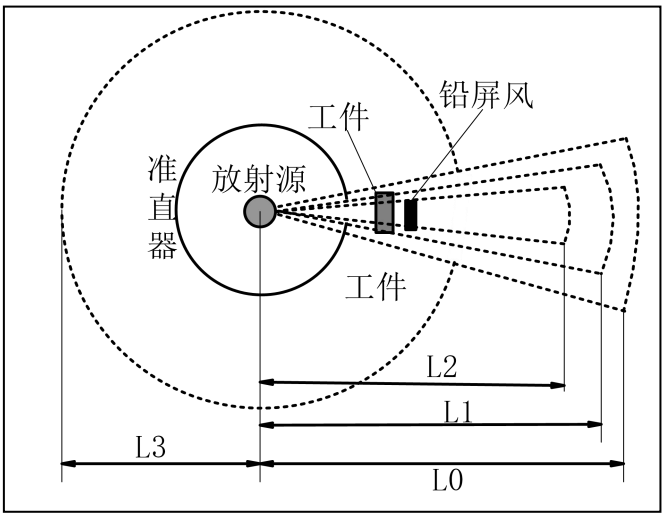


图 11-2 γ射线移动探伤现场划区示例图

表 11-3 ^{75}Se γ射线探伤机探伤控制区和监督区估算结果

工件厚度 / 两 区	8mm 最小钢工件	8mm 最小钢工件+2mm 铅屏风	10mm 钨合金准直器
/	L1	L2	L3
$A\cdot\Gamma_k$ μSv/h (1m 处)			
B			
控制区（m）			
监督区（m）			

注：①^{75}Se 对钢的半值层 HVL = 9mm，铅的半值层 HVL =1mm，对钨的半值层保守参考 ^{192}Ir 半值层 HVL = 2.5mm。
②^{75}Se γ射线探伤机配备 2mm 铅屏风。

表 11-4 ^{192}Ir γ射线探伤机探伤控制区和监督区估算结果

工件厚度 / 两 区	12mm 最小钢工件	12mm 最小钢工件+8mm 铅屏风	10mm 钨合金准直器
/	L1	L2	L3
$A\cdot\Gamma_k$ μSv/h (1m 处)			
B			
控制区（m）			

监督区（m）				

注：①^{192}Ir 对钢的半值层 HVL = 14mm，铅的半值层 HVL = 3mm，对钨的半值层 HVL = 2.5mm。
②^{192}Ir γ射线探伤机配备 8mm 铅屏风。

上述理论计算结果仅为本项目γ射线探伤控制区和监督区划分提供参考。在实际探伤过程中，被检测工件的厚度、形状以及探伤现场地形及周围建筑物等的不同均对辐射场的辐射剂量水平分布有很大的影响，因此，在实际探伤过程中，工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，将周围当量剂量率在 15μSv/h 以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围当量剂量率在 2.5μSv/h 以上的范围内划为监督区，并通过实际巡测划定控制区和监督区的范围。在开机测试过程中，测试人员不可避免要受到一定的剂量照射，因此，测试人员应做好个人防护措施，尽可能避免或降低受照的剂量。

公司在进行γ射线探伤过程中应注意对控制区和监督区的管理和控制，若探伤现场不能满足监督区的防护距离时，应对γ射线探伤机附加一定的防护装置如铅屏风、集光筒、限束板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。**若场地无法满足移动探伤划区要求，建设单位不得开展移动探伤作业。**

2.放射源库辐射影响分析

（1）放射源屏蔽状态下辐射影响

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》（GBZ 117-2022），P 类探伤机源容器外 5cm 处周围当量剂量率 $\dot{H}_0$≤0.5mSv/h，表面 1m 处周围当量剂量率 $\dot{H}_0$≤0.02mSv/h。周围当量剂量率与距离平方成反比，可根据公式（8）计算得出距离探伤机不同位置处的辐射水平。

$$\dot{H}_1 = \dot{H}_0 R_0^2/R_1^2 \qquad \text{……（公式 8）}$$

式中 $\dot{H}_1$：距放射源 R 处的周围当量剂量率，μSv/h

$\dot{H}_0$：距离放射源 1.07m 处的周围当量剂量率，20μSv/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 11-5 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 11-5 距探伤机放射源不同距离处的辐射水平估算结果

距离放射源 R_1（m）	0.37	0.57	**1.07**	2.07	3.07
周围当量剂量率（μSv/h）	167	70.5	**20**	5.3	2.4

注：源贮存位置至探伤机表面距离取 7cm。

通过表 11-6 中数据可以看出，探伤机在移动或运输过程中，均会对工作人员产生一定的外照射，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放射源库容量分析

本项目放射源库顶部为 160mm 混凝土，四周墙体为 250mm 实心砖墙，源库铅防护门采用双人双锁设计，防护铅门为 2mm 钢板-10mmPb-2mm 钢板结构，铅门外另有 1 扇防盗门（内含 2mm 钢板）。源柜 6 面均为 3mm 钢板-15mmPb-3mm 钢板结构。满足本项目γ射线探伤机的贮存要求。

②探伤机贮存过程中对放射源库外辐射影响分析

该拟建放射源库采用源柜贮存本项目 5 台γ射线探伤机（3 台 ^{192}Ir γ射线探伤机+2 台 ^{75}Se γ射线探伤机）。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）的要求，单台γ射线探伤机在额定装源活度时 1m 处的周围剂量当量率 H_{100}≤0.02mSv/h。

$$H_r=H_0\cdot B/R^2 \qquad \text{……（公式 9）}$$

式中 H_r：参考点处的周围剂量当量率，μSv/h；

H_0：距离放射源 1m 处的周围剂量当量率，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022），距离探伤机表面 1m 处剂量率不超过 20μSv/h。源贮存位置至探伤机表面距离取 7cm，求得距离单个放射源 1m 处的周围剂量当量率为 22.9μSv/h；

R：参考点距放射源的距离，m；

B：屏蔽透射因子。

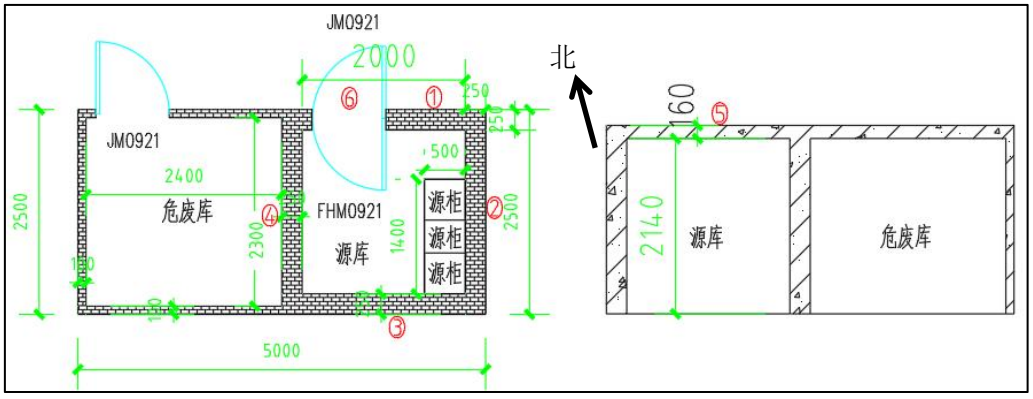


图 11-3 源库外辐射剂量率计算点位图(单位：mm)

表 11-6 储存过程中源柜内探伤机对源库表面外 30cm 处辐射水平估算结果

参考点位置	北墙外（厂区道路）①	东墙外（厂区道路）②	南墙外（绿化）③	西墙外（危废库）④	顶部外⑤	门外（厂区道路）⑥
2 台 ^{75}Se γ射线探伤机放射源库墙壁外表面 30cm						
1m 处剂量率						
屏蔽措施	250mm 实心砖（175mm 混凝土）+15mm 铅+6mm 钢				160mm 混凝土+15mm 铅+6mm 钢	（源柜）15mm 铅+6mm 钢+（门）10mm 铅+4mm 钢
B						
距离（m）						
周围剂量当量率（μSv/h）						
3 台 ^{192}Ir γ射线探伤机放射源库墙壁外表面 30cm						
1m 处剂量率	22.9μSv/h×3					
屏蔽措施	250mm 实心砖（175mm 混凝土）+15mm 铅+6mm 钢				160mm 混凝土+15mm 铅+6mm 钢	（源柜）15mm 铅+6mm 钢+（门）10mm 铅+4mm 钢
B						
距离（m）						
周围剂量当量率（μSv/h）						
合计						
剂量率参考控制水平(μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：^{75}Se 对钢的半值层 HVL = 9mm，铅的半值层 HVL =1mm，混凝土的半值层 HVL =30mm；^{192}Ir 对钢的半值层 HVL = 14mm，铅的半值层 HVL = 3mm，混凝土的半值层 HVL =50mm。由附图可见，由于源柜单格空间较大，探伤机在单格内所处位置不定，因此保守取关注点到最近的源柜边缘长度为计算距离，具体参数由 CAD 图纸量得。保守不考虑防盗门的钢的屏蔽。门的距离保守按照垂直北墙的距离。

从上表估算结果可以看出，当该公司 5 台γ射线探伤机（3 台 ^{192}Ir γ射线探伤机+2 台 ^{75}Se γ射线探伤机）全部在放射源库内贮存时，放射源库四周及顶部表面 30cm 处最大周围剂量当量率合计为 4.66E-01μSv/h，因本项目源库顶部外 30cm 处周围剂量当量率为 3.94E-02μSv/h，因此经天空反散射到达地面周围剂量当量率远小于

3.94E-02μSv/h。上述数值均能够满足《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率小于 2.5μSv/h 或者审管部门批准的控制水平”的要求，该放射源源库防护设计方案能够满足γ射线探伤机贮存要求。

γ射线探伤机最大特点就是它的轻巧和便利，作业的流动性很大，且野外作业居多，因而防止发生放射源遗弃、丢失和被盗是非常重要的。建设单位在现场探伤作业完毕后，应仔细清点探伤机，并用检测仪器对探伤机进行检测确定放射收回探伤机源容器中，并及时将探伤机送回贮源库内；在野外探伤时，应利用保险柜保存探伤机并将保险柜放在有实体屏蔽的临时贮源库内，临时源库及保险柜表面明显位置设置电离辐射警告标志，临时源库储存有放射源时必须保证 24h 随时有人看守，防止发生放射源遗弃、丢失和被盗情况。

③探伤机贮存过程中对放射源库内辐射影响分析

探伤机贮存于放射源库内，源库保管员定期进入源库内进行检查，以及辐射工作人员会进入源库提取探伤机，会对进入源库内人员造成辐射影响，假设人员进入源库内距离源柜最近 0.5m 处，进行理论估算。

表 11-7 源库内中央处周围剂量当量率估算结果

源	2 台 ^{75}Se γ射线探伤机	3 台 ^{192}Ir γ射线探伤机
1m 处剂量率（μSv/h）		
屏蔽措施		
B		
距离（m）		
至关注点处辐射剂量率（μSv/h）		
合计（μSv/h）		

从上表中估算结果可以看出，当该公司 5 台γ射线探伤机全部在放射源库内贮存时，放射源库内中央辐射剂量率为 6.38μSv/h，辐射水平较高，会对人员产生一定的外照射，源库保管员检查及提取探伤机时应控制源库内停留时间，尽量减少在源库内停留。

三、 X 射线及γ探伤人员有效剂量评价

本项目人员辐射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。本项目人员具体受照情况如下图所示。

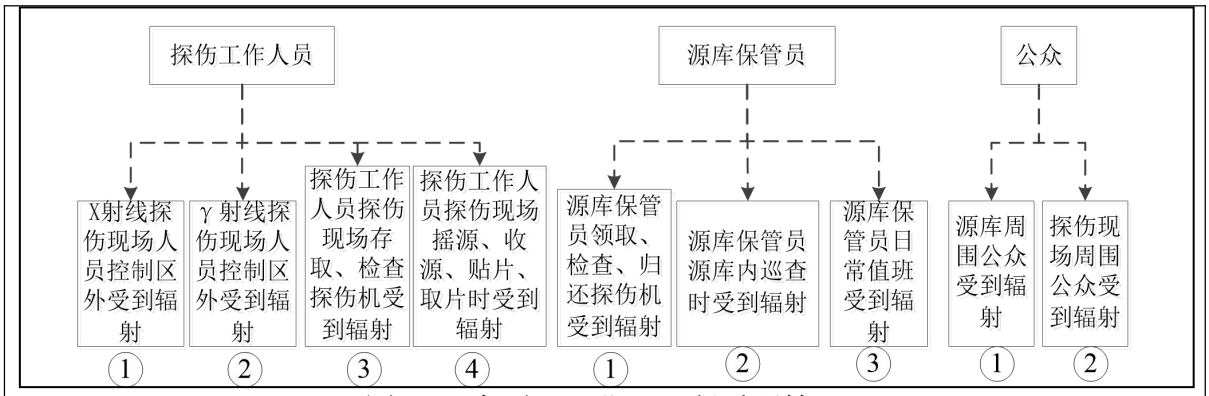


图 11-4 本项目职业及工程受照情况

根据《放射性物品运输安全管理条例》及《放射性物品运输安全许可管理办法》，建设单位委托负责放射源运输的有资质单位应编制放射性物品运输的辐射监测报告，报国务院核安全监管部门备案，且应当按照国家职业病防治的有关规定，对直接从事放射性物品运输的工作人员进行个人剂量监测，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。建设单位在与有资质单位签订运输合同前应核实其手续齐全，由承运单位监管其职业人员个人剂量。

3.1 辐射工作人员年有效剂量估算

表 11-8 本项目值班室内年有效剂量估算结果

关注点方位及最近距离	居留因子	关注点处辐射剂量率（μSv/h）	年有效受照剂量（mSv/a）	目标管理值(mSv/年)
值班室北侧、距离源柜 3.35m	1			5（辐射工作人员）

注：本项目源库值班人员为 4 班制，每日值班 6 小时，一年 365 天，每人按年 92 天估算。

源库内辐射剂量率为 6.38μSv/h，人员停留时间按 10min/次、4 次/d、92d/a（4 名人员轮换）计算，年受照射有效剂量为 0.391mSv。

表 11-9 探伤工作人员年有效剂量估算

关注点	类别	关注点辐射剂量率	年有效时间	年有效受照剂量	合计
探伤工作人员	①	X 射线：控制区边界外进行作业，辐射剂量率不超过 15μSv/h。	每个 X 射线探伤小组每年每名探伤工作人员开展探伤时间约为 80h		
	②	γ射线：控制区边界外进行作业，辐射剂量率不超过 15μSv/h。	每个γ射线探伤小组每年每名探伤工作人员开展探伤时间约为 80h		
	③	存取、检查探伤机：距离放射源约 0.37m。周围当量剂量率为 167μSv/h。	探伤工作人员存取、检查探伤机时间按 1min/次、4 次/d、63d/a 计算（每年按照 250 天估算 4 班倒，250/4 约为 63）每年共计约 4.2h。		
		使用推车移动探伤机：距离放射源约 1.07m。	使用推车移动探伤机时间按 2min/次、4 次/d、92d/a 计算		

		根据前文周围当量剂量率为 20μSv/h。	（每年按照 365 天估算 4 班倒，365/4 约为 92），每年共计约 12.3h。		
	④	收源、摇源：距离放射源约 10.07m。周围当量剂量率为 0.226μSv/h。贴片、取片时距离放射源约 3.07m。周围当量剂量率为 2.4μSv/h。	探伤工作人员收源、摇源时间按 2min/次，4 次/d，92d/a 计算，每年共计约 12.3h；贴片、取片时间按 0.5h/d 和 92d/a，每年共计约 46h。		

注：因存在 3 名 X、γ 射线均可操作的辐射工作人员，保守按照 X 和γ叠加剂量进行估算。

表 11-10 源库保管员年有效剂量估算

关注点	类别	关注点辐射剂量率	年有效时间	年有效受照剂量	合计
源库保管员	①	存取、检查探伤机：距离放射源约 0.37m。周围当量剂量率为 167μSv/h。	源库保管员存取、检查时间 1min/次、4 次/d、63d/a 计算（每年按照 250 天估算 4 班倒，250/4 约为 63），每年共计约 4.2h。		
	②	在源库内巡查：根据表 11-7，源库内辐射剂量率为 6.38μSv/h。	源库内人员停留时间按 5min/次、1 次/周、50 周共 4.2h。		
	③	值班室距离源库 3.35m，值班室内周围剂量当量率为 1.26E-02μSv/h。	本项目源库值班人员为 4 班制每日值班 6 小时，按年 92 天估算		

本项目移动探伤相关工作的影响下辐射工作人员年有效剂量最大为 3.46mSv，源库保管员年受照射有效剂量最大为 7.35E-01mSv，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。

3.2 公众年有效剂量估算

①源库周围公众年有效剂量估算

根据 11-6 放射源库外表面外 30cm 辐射水平估算结果可以看出，本项目运行后，对周围环境影响相对较小。本项目保护目标剂量有效剂量估算见下表。

表 11-11 本项目源库周围保护目标年有效剂量估算结果

序号	关注点方位及最近距离		居留因子	距离（m）	关注点处辐射剂量率（μSv/h）	年有效剂量（mSv/a）	目标管理值(mSv/年)
1	南通星达过滤设备有限公司	厂区道路		源库东侧、南侧、西侧、北侧紧邻			0.1
2		绿化		源库南侧紧邻			
3		停车棚		源库西侧、西南侧约 4m			
4		门卫室		源库东侧约 27m			

5	南通晖璜门窗有限公司		源库东侧约42m			
6	启东市永玮热水处理厂		源库南侧约 23m			
7	富源金属有限公司		源库西侧约 7m			
8	青年路		源库北侧约5m			
9	江苏优创生物医学科技有限公司		源库北侧约24m			
10	江苏电博仕能源装备有限公司		源库西北侧约31m			
11	南通遥远无损检测技术有限公司办公楼		源库南侧约2.5m			

注：①本项目源库周围公众以每日工作 8 小时，年工作 250 天估算；

②关注点辐射剂量率以源库四周最近距离无屏蔽保守进行估算，仅考虑距离衰减。

③居留因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 A.1 及其来源的 NCRP 144 中 P185 对应取值（街道、人行道、停车场、绿化区域及人员停留时间较短的区域，居留因子建议为 1/16）。

②探伤现场周围公众年有效剂量估算

本项目移动探伤现场在委托公司厂区内或在野外工地，工作场所不固定，周围公众不确定。周围公众按照移动探伤监督区边界 2.5μSv/h 剂量率估算，单个探伤现场时间保守取 2 小时，居留因子保守取 1，则公众年有效剂量最大为 5.00E-03mSv。

综上，源库周围均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中屏蔽体外周围当量剂量率限值，本项目移动探伤项目辐射工作人员年有效剂量最大为 3.46mSv；周围公众年有效剂量最大为 5.83E-02mSv，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（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）。

建设单位已对本项目辐射工作人员开展个人剂量监测，公司应根据每季度个人剂量监测报告，合理安排辐射工作人员岗位，确保工作人员剂量满足剂量约束值要求。如有剂量超标，应及时查找原因，及时调整工作人员岗位，并上报生态环境主管部门备案。

四、验收检测结果辐射预测

根据 2024 年 6 月 18 日测的验收结果：使用 XXG-3005 定向机划定的控制区边界处辐射剂量率为 201nGy/h～544nGy/h（241nSv/h~653 nSv/h），监督区边界处辐射剂量率为 77nGy/h～309nGy/h（92nSv/h~371nSv/h）；移动γ射线探伤项目探伤现场划定的控制区边界处辐射剂量率为 455nGy/h～722nGy/h（546nSv/h~866nSv/h），监督区

边界处辐射剂量率为 202nGy/h～500nGy/h（242nSv/h~600nSv/h）。

每年每名探伤工作人员和现场安全员开展移动 X 射线探伤工作时出束时间不超过 80h，开展移动γ射线探伤时间不超过 80h。则开展移动 X 射线探伤辐射工作人员每年最多受到辐射剂量率 开展移动γ射线探伤辐射工作人员每年最多受到辐射剂量率为 因 3 名 X、γ射线均可操作的辐射工作人员，叠加剂量为 单个探伤现场时间保守取 2 小时

五、探伤设施的退役

本项目工业探伤设施不再使用，本项目源库及 X、γ射线探伤机应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役，具体包括以下部分。

（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）掺入贫铀的探伤机屏蔽装置应与γ射线源一样，按照协议规定返回生产单位或原出口方。

（3）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。

（4）当所有辐射源从源库移走后，建设单位按监管机构要求办理相关手续。

（5）清除源库场所所有电离辐射警告标志和安全告知。

（6）对放射源库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。

事故影响分析

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

1. 移动 X 射线探伤项目可能发生的辐射事故及预防措施

本项目可能发生的辐射事故：

1）X 射线探伤前清场不完全或在探伤过程中，警戒工作未到位，致使公众误入探伤区域，使其受到超剂量的外照射；

2）探伤现场选择及现场控制区、监督区划分不合理，检测过程中未对两区边界

辐射水平进行检测，对工作人员和现场周围公众造成照射；

3）探伤人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和现场周围公众造成照射。

本项目针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：

1）发现人员误入或未完全清场时应立即停止探伤机曝光，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

2）建设单位制定各项管理制度并严格按要求执行，加强人员培训，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

3）移动X射线探伤前应确保完全清场下进行探伤作业，辐射工作人员使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

4）对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

5）辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

6）公司定期对探伤机进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前对探伤机进行检查，确保各项安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

2. 移动γ射线探伤事故类型

2.1 本项目运行可能发生的事故：

1）γ射线探伤装置自身的问题：不合格的射线装置或与放射源活度不匹配的射线装置的γ射线泄漏；

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

3）在γ射线探伤装置或放射源运输中出现的问题：不恰当的放射源运输可能会造成射线源丢失或失控；

4）探伤过程中的操作问题：探伤过程中不恰当、不安全的操作，可能会造成射线源的意外失控或丢失，对辐射工作场所周围的工作人员及辐射工作场所外公众产生

额外的γ射线外照射；

5）在现场探伤结束后未将放射源收回探伤机源容器即收工离开现场，对周围人员造成照射。

6）γ射线探伤机探伤机输源管或控制缆经过挤压、弯曲后不能保持结构完整导致放射源不能在导管内运动，造成卡源事故。

2.2 本项目针对上述可能出现的事故提出预防措施：

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

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

3）公司放射源运输委托有放射源运输资质的单位负责，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。另外，需明确对装载查验情况进行记录，并做好签字交接，留档备查。公司应按《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》GB 11806-2019 相关要求严格执行。

4）移动γ射线探伤前应确保完全清场下进行探伤作业，辐射工作人员使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

5）探伤期间发现无关人员误入或未完全清场时应立即停止将放射源回收至γ射线探伤机内，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

6）源在回收过程中受阻，出现卡死现象，可手动回源：穿戴好铅防护用品后将探伤机放入临时铅柜，并利用现已配备的长柄钳将输源管放入临时铅柜，利用巡测仪划定出安全区并清场，安排安保人员在安全区边界巡逻，请生产厂家及安全部门协助处理，事后配合审管部门调查是否属于辐射事故并做好善后工作。

7）一旦发生辐射事故，公司应立即启动企业内部的事故应急方案，采取必要防

范措施，并在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

8）辐射工作人员对于人员误入两区时应及时回收放射源，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

9）辐射工作人员应经常检查两区措施，确保各项措施完好后，γ射线探伤机才能启动出源；每月应对γ射线探伤机进行检查、维护，每3个月应对其性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。

10）γ射线探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止将放射源回收至探伤机内，并检查排除异常，并做好记录。

11）对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

12）建设单位需制定《探伤机操作规程》。凡涉及对γ射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

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

14）辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

15）公司在日常工作中应加强辐射安全管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前检查源库门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测源库的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；使用射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

南通遥远无损检测技术有限公司已成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。建设单位已配备 28 名辐射工作人员，均在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，均通过了全国核技术利用辐射安全与防护考核，上述人员包含辐射防护负责人及源库管理人员。

辐射安全管理规章制度

南通遥远无损检测技术有限公司已开展移动式 X、γ射线探伤。公司已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了相关辐射安全管理制度，并严格执行，其中包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等；公司已制定辐射应急预案，并于每年组织应急演练，通过应急演练完善辐射应急预案。公司应在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

本项目为迁建移动式 X、γ射线探伤项目，公司应根据本项目情况完善相关辐射安全管理制度。现本报告对项目辐射安全管理制度提出如下建议：

操作规程：完善辐射工作人员的资质条件要求，探伤作业时至少 2 名辐射工作人员同时在场，γ射线探伤作业还应配备 1 名现场安全员，辐射工作人员必须佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪，移动γ射线探伤在现场探伤工作期间，便携式 X-γ剂量率仪应一直处于开机状态。γ射线探伤工作前，辐射工作人员应检查γ射线探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能，性能完好方能使用。完善移动式 X、γ射线探伤控制区和监督区设置要求、方法。完善γ射线探伤装置每次领用、使用结束、归还和每次发生任何交接时，均需对放射源是否在探伤机容器内使用便携式 X-γ剂量率仪检测进行确认和记录，避免事故发生。

岗位职责：完善辐射管理机构及成员、专职辐射负责人、探伤工作人员、维修人员、安全员、源库专职管理员的岗位责任。完善专职辐射负责人负责辐射安全管理工作，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。确保每台γ射线探伤机开展现场探伤工作时必须配备2名探伤操作人员和1名现场安全员。

辐射防护和安全保卫制度：完善进行移动探伤作业时配备现场安全员，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，在作业现场边界外公众可达地点按要求公示安全信息。完善含源γ射线探伤机的运输委托有放射性物质运输资质公司全权负责。明确4名工作人员专职负责放射源保管工作，放射源库门采用双人双锁，源库内安装红外报警和监控装置进行24h监控，放射源核实时有2人在场；γ射线探伤机在探伤现场时的保管落实到个人，γ射线探伤装置用毕不能及时返回本单位放射源库保管的，含源探伤机贮存在铅保险柜，保险柜贮存在现场源库内，源库粘贴电离辐射警示标识，24h专人看守。

设备维修维护制度：日常检查将确保不使用超过10年的探伤装置，使用达到使用年限之前及时报废。完善X、γ射线探伤装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保X、γ射线探伤装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。每月对γ射线探伤装置的配件进行检查、维护，每3个月对γ射线探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在故障的γ射线探伤装置。

人员培训计划：完善人员培训计划，明确培训对象（辐射负责人、探伤工作人员、现场安全员均应参加培训）、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查，严禁无证人员操作探伤装置。

监测方案：完善辐射工作人员、移动X、γ探伤现场和源库周围环境定期监测制度。按照有关标准、规范的要求定期对移动 X、γ探伤现场和源库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，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。对辐射工作人员定期组织个人剂量监测，建立个人剂量档案；发现个人剂量异常的，对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

台账管理制度：完善探伤装置的领取、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 2 人在场，核实记录妥善保存，并建立计算机管理档案。在领用γ探伤机时，使用γ辐射剂量仪进行监测，确认放射源在探伤机中；归还γ探伤机时，使用γ辐射剂量仪进行监测，确认放射源在其中，每次领用及归还均进行记录。

辐射事故应急方案：针对 X、γ射线探伤机可能产生的辐射事故情况完善事故应急方案，依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

γ射线探伤装置跨区手续办理：公司将γ探伤装置转移到外省、自治区、直辖市使用前，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。异地使用活动结束后，公司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。

放射源运输管理：完善放射源运输管理制度，内容要求包括，运输均委托有放射源运输资质的单位负责，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。另外，需明确对装载查验情况进行记录，并做好签字交接，留档备查。公司应按《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》的相关要求严格执行。

放射源更换：放射源活度不能达到使用要求更换放射源时，向省级生态环境主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，并在转入放射源后 20 日内将 1 份上述审批表报送省级生态环境主管部门备案，落实定期监测计划，并进行记录。

辐射监测

1. 监测方案

1）委托有资质单位定期对放射源库及移动探伤现场周围环境辐射剂量率进行监测，每年1次；

2）本项目探伤作业人员（包括维修人员）按照GBZ 128的相关要求进行外照射个人监测。建设单位委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过3个月）送检，并建立个人剂量档案；对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。若发现个人剂量有异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境保护部门、卫生健康部门调查处理。

3）建设单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。每年对探伤机放射源传输管道进行放射性污染检验，检查放射源的密封性能。

4）根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中8.4.3要求，凡属下列情况之一时，建设单位应委托相应有资质的技术服务机构对移动探伤作业现场进行监测：a) 新开展现场射线探伤的单位；b) 每年抽检一次；c) 在居民区进行的移动式探伤；d)发现个人季度剂量（3个月）可能超过1.25 mSv”。

5）定期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。

6）领用、交还γ射线探伤机时，进行辐射水平测量，确保放射源在探伤机内。

2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置及II类放射源的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器；公司已配备10台便携式X-γ剂量率仪和29台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对源库及移动探伤现场周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

公司已委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，并定期组织职业健康体检，为辐射工作人员建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

辐射事故应急

南通遥远无损检测技术有限公司将针对本项目可能产生的辐射事故情况完善辐射事故应急预案，应急预案内容包括：

（1）应急机构和职责分工；

（2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（3）应急演习计划；

（4）辐射事故分级与应急响应措施；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序。

南通遥远无损检测技术有限公司将依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145号文）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，本项目一旦发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，应立即启动企业内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

建设单位将重视辐射安全管理，严格执行相关规章制度，并在实际工作中不断完善探伤相关的操作规程和辐射安全管理制度，同时应加强γ射线探伤的安全管理，每月应对γ射线探伤机进行检查、维护，每3个月应对其性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修；并针对γ射线探伤机可能出现的事故完善切实可靠的辐射事故应急预案，平时工作中还应加强辐射工作人员辐射防护知识的培训，树立辐射安全意识，尽可能避免辐射事故的发生。公司应经常监测源库周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

表 13 结论与建议

结论

1.实践正当性

南通遥远无损检测技术有限公司因搬迁移动探伤项目的固定场所，拟在新址建设源库、X 射线探伤机储存库及辅房，并在委托单位场所开展移动探伤业务。本项目的建设将满足企业发展和需求，进一步强化对于核技术利用项目的管理，创造更好的经济效益。从社会角度而言，源库周围是厂区道路和绿化，人流较少，厂区与外界有围墙相隔，较为安全。虽然在运行期间，应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求

2. 辐射安全与防护分析结论

1）选址、布局合理性

南通遥远无损检测技术有限公司本项目位于启东市科技创业园青年东路 11 号厂区内。建设单位所在的厂区东侧为南通晖璜门窗有限公司；南侧为空地；西侧为富源金属有限公司；北侧隔青年路为江苏优创生物医学科技有限公司，西北侧隔青年路为江苏电博仕能源装备有限公司和启东瑞光电器有限公司，东北侧隔青年路为江苏澳瑞思液压润滑设备有限公司。

本项目危废库、源库、X 射线探伤机储存库、值班室和暗室拟建于厂区办公楼北侧。

源库拟建址东侧为厂区道路和门卫室；南侧隔绿化为南通遥远无损检测技术有限公司租赁的办公楼（5F）、厂区道路、停车棚及启东市永玮热水处理厂；西侧隔危废库拟建址和厂区道路为停车棚；北侧为厂区道路。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然

遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

本项目的建设符合江苏省及南通市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

本项目源库拟建址周围50m范围内涉及保护目标包含：①南通晖璜门窗有限公司，②启东市永玮热水处理厂，③富源金属有限公司，④青年路，⑤江苏优创生物医学科技有限公司，⑥江苏电博仕能源装备有限公司，⑦南通遥远无损检测技术有限公司，南通星达过滤设备有限公司厂区的⑧门卫室、⑨厂区道路、绿化及停车棚。

建设单位计划承接的项目现场一般位于委托公司厂区内或野外工地现场，各探伤现场情况及周边环境将存在着较大的差异，探伤时公司根据探伤现场情况划定控制区和监督区范围，同时尽可能避开居民区等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事X、γ射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。

本项目源库、危废库、X射线探伤机储存库、值班室和暗室设置于厂区西北角落，此处人流较少，隔绿化带的办公楼，普通公众靠近的可能性较小。源库设计符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）“5.2.3.4 放射源的储存应符合 GA 1002 的相关要求。”。因而本项目工作场所布局设计基本合理。

2）辐射防护措施

2.1 源库

本项目源库内部长宽高为2.00m×2.00m×2.14m，顶部为160mm混凝土，四周墙体为250mm实心砖墙，源库铅防护门采用双人双锁设计，防护铅门为2mm钢板-10mmPb-2mm钢板结构，铅门外另有1扇防盗门。

2.2 源柜

本项目源库内将安装1个源柜。源柜长宽高为1.4m×0.5m×0.5m，分为1层3格。源柜6面均为3mm钢板-15mmPb-3mm钢板结构。

3）辐射安全措施

对照《关于印发〈关于γ射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发［2007］8号）《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）以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），建设单位已配备足够的辐射安全措施。具体拟落实内容如下：

（1）源库及X射线探伤机储存库设施管理：单个源柜设计有单独的锁，各库入口门

拟设计为双人双锁，建设单位已安排 4 名保管员值守。源库入口门外将设置电离辐射警告标志，监督区入口将设立监督区标牌。建设单位拟于库内设置监控及红外线报警装置，并将在源库设固定式剂量率仪。上述措施能够减少辐射源被盗可能性，满足建设单位监管需求，同时能警示周围公众勿靠近源库，且能保障源库保管员的安全。

（2）放射源的运输和移动：在进行放射源的货运运输将严格按 GB 11806 的规定执行。建设单位开展γ移动探伤项目涉及到放射源（包括含源装置）的运输，运输均委托有放射源运输资质的单位负责。

（3）移动探伤现场管理：对照《关于印发〈关于γ射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发［2007］8 号）《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）以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），建设单位已（拟）落实内容如下：

工作前检查：人员在探伤工作前将会对探伤机进行检查；定期对γ射线探伤机及控制组件进行检查维护、及时维修。维修γ射线探伤机时，由厂家专业人员进行。

作业前准备：在实施移动式探伤工作之前将会对工作环境进行全面评估；将确保使用的每台探伤机配备两名辐射工作人员，并确保现场配有安全员；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，会与委托单位协商所需安全措施的实施。

分区设置：探伤工作将尽可能地安排在傍晚或夜间人员完全离场的情况下进行，现场探伤通常根据现场情况划定并标志出控制区和监督区范围和边界。将周围当量剂量率大于 15μSv/h 的区域划定为控制区，并将在控制区边界设置**电离辐射警告标志**和**场界警戒绳**并悬挂**“禁止进入射线工作区”**标牌。将周围当量剂量率大于 2.5μSv/h 的区域划为监督区，边界处将设置**电离辐射警告标志和场界警戒绳**，并悬挂**“无关人员禁止入内”警告牌**；确保场内无其他人员后，通过辐射巡测仪修正而后开始探伤。建设单位已配备足够的**便携式 X-γ剂量率仪和个人剂量报警仪**。将会定期对便携式 X-γ剂量率仪开展检定/校准工作；将确保配备的个人剂量报警仪信号显著；将在进行移动探伤过程中对控制区和监督区的管理和控制，必要时将会对探伤机附加**准直器和铅屏风**。

安全警示：建设单位日常会与委托单位协商请其配合做好探伤作业的辐射防护工作；已配备有足够的提示“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”信号有明显的区别，并且与委托单位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将会设置工作状态指示灯；将确保配备的工作状态指示灯能够实现与探伤机的联锁；日常工作将确保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；日常工作将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。已配备手电筒和夜间照明灯若干。

移动探伤的操作要求：周向式探伤机用于移动式探伤时采用内照法，本项目周向机不做定向照射；会选择获得所需射线照片相一致的最低活度源；探伤作业开始前会备齐防护相关物品，并使其处于正常状态；探伤工作完成后，操作人员会使用便携式 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没有脱落。操作人员在离开现场之前，会进行目视检查，以确保设备没有损坏。

人员管理：建设单位将重视从业人员管理，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。

信息公示：移动探伤室外作业时会放置**安全信息公示牌**。

辐射安全：建设单位将明确并牢记辐射安全主体责任，未来亦将按时履行环保手续；建设单位已成立辐射安全管理机构负责辐射安全管理工作；使用时将确保每台探伤装置配备 2 名操作人员，所有辐射工作人员均将参加辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗；未来项目获批且建设完成后将及时取得省级生态环境部门颁发的辐射安全许可证；已设置 4 库保管员专职负责放射源库的保管工作。探伤装置用毕不能及时返回本单位放射源库保管时利用**保险柜**现场保存，会派专人 24 小时现场值班。保险柜表面明显位置拟粘贴电离辐射警告标志；更换放射源时，建设单位会向所在地省级生态环境主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。建设单位会在转让活动完成之日起 20 日内，分别将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级生态环境主管部门备案；探伤装置转移到外省、自治区、直辖市使用的，建设单位会于活动实施前先向使用地省级生态环境主管部门备案，经备案后，到移出地省级生态环境主管部门备案。异地使用活动结束后，会在放射源转移出使用地后 20 日内，先后向使用地、移出地省级生态环境主管部门注销备案。

探伤机要求：本项目已配备 5 台γ射线探伤机，满足数量要求；本项目探伤装置安全使用期限为 10 年，建设单位日常检查将确保不使用超过 10 年的探伤装置；将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。建设单位将定期核实探伤装置中的放射源，做到账物相符。核实时会安排源库保管员中的 2 人在场，

核实记录将妥善保存，并建立计算机管理档案；X 射线探伤装置设置专车运输，专人押运。押运人员全程监护探伤装置。γ射线探伤装置将委托有资质单位运输。

事故应急：已制定应急响应程序，计划每年完成至少 1 次应急演习并形成了图文报告并归档，计划每年安排 2 次培训宣讲。

4）废胶片、废显（定）影剂、胶片冲洗废水、活性炭和石英砂处置

南通遥远无损检测技术有限公司本项目产生的废胶片及废显（定）影剂集中收集暂存于本项目危废库，胶片冲洗废水经过石英砂及活性炭过滤器过滤后将进行循环使用，报废后的活性炭和石英砂集中收集后暂存于危废库。废显影剂已签订了危险废物处置承诺书，产生的危废将交由该单位处理；废定影液、废胶片、活性炭及石英砂已签订了危险废物处置承诺书，废定影液、废胶片、活性炭及石英砂在项目运行前将与有资质单位签订协议并交由该单位处理。

5）废旧放射源的处理

建设单位已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，将按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。掺入贫铀的屏蔽装置在退役时视作放射源进行处置。年代久远无法联系生产单位或原出口方时，将委托有资质单位完成废源/掺入贫铀的屏蔽装置的收贮及处置。放射源的购买及报废手续将遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。本项目 ^{192}Ir 和 ^{75}Se 放射源强度低于使用要求时，放射源退役，本项目每年产生不超过 6 枚 ^{192}Ir 和 2 枚 ^{60}Se 退役放射源，退役放射源由生产厂家或者有资质单位回收，承诺书见附件 3。未来有放射源或射线装置需退役的，均按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）6.3 执行。

3. 辐射环境影响分析结论

本项目源库通过是实心砖屏蔽墙、混凝土顶部、含铅源柜和防护门对射线进行防护。经理论预测结果可知，放射源库表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）的限值要求。

由预测结果可知，本项目辐射工作人员及周围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》（GB 18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）的剂量限值要求和本项目的目标管理值要求。

4. 辐射环境管理

1) 公司将委托有资质单位对原有核技术利用项目进行年度检测；拟委托有资质

的单位每年对本项目源库定期进行周围环境辐射水平检测；

2) 公司已配置了辐射剂量监测仪器，将定期对本项目源库及移动探伤辐射工作场所的辐射水平进行检测；

3) 公司已委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期按时送检，将建立辐射工作人员个人剂量监测档案。

4）已安排所有辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案。

5）公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。在项目运行前将根据现行标准完善相关辐射安全管理制度；本项目已配备的辐射工作人员在上岗应通过辐射安全与防护知识考核。

综上所述，南通遥远无损检测技术有限公司迁建移动式 X、γ 射线探伤项目符合实践正当化原则，已（拟）采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”及目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3）定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

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

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

表 14 审批

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

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资（万元）
辐射安全管理	公司已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》成立安全管理机构。	/
	管理制度：应完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。		/
	28 名辐射工作人员已持有有效期内的辐射安全与防护考核合格证明，已通过辐射安全与防护知识考核（每 5 年重新参加考核）。	根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员应持有辐射安全与防护考核合格证明。	定期投入（每 5 年）
	辐射工作人员均已佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量监测，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	每年投入
	职业健康体检：已组织职业健康体检，并按相关要求建立了职业健康监护档案。（两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射工作人员职业健康管理办法》公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	每年投入
辐射防护措施	**源库** 本项目源库内部长宽高为 2.00m×2.00m×2.14m，顶部为 160mm 混凝土，四周墙体为 250mm 混凝土，源库铅防护门采用双人双锁设计，防护铅门为 2mm 钢板-10mmPb-2mm 钢板结构，铅门外另有 1 扇防盗门（内含 2mm 钢板）。 **源柜** 本项目源库内将安装 1 个源柜。源柜长宽高为 1.4m×0.5m×0.5m，分为 1 层 3 格。源柜 6 面均为 3mm 钢板-15mmPb-3mm 钢板结构。。 移动探伤作业前，清理并确认现场控制区、监督区内无关人员全部撤离； 现场探伤时，通过辐射检测仪现场巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于15μSv/h以上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2.5μSv/h的范围划为监督区。	源库表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）剂量率限值要求。 辐射工作人员及公众年有效剂量符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	
污染防治措施	危废：本项目产生的废显（定）影剂、废胶片、活性炭及石英砂在本项目危废库集中暂存后，交给有资质单位处理。胶片冲洗废水经过过滤将循环使用。	交由有资质单位处理。	每年投入
	废气：臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。物对周围环境空气影响较小。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物环境影响较小。	/

	固废： （1）本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 2kg，年排放量为 24kg。 （2）本项目放射源强度低于使用要求时，放射源退役，放射源由生产单位、原出口方或有资质单位回收处置回收。掺入贫铀的屏蔽装置在退役时视作放射源进行处置。	（1）本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。 （2）放射源由生产单位、原出口方或有资质单位回收处置回收。掺入贫铀的屏蔽装置在退役时视作放射源进行处置。	/
	液体废物： 本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 0.06m^3，年排放量为 0.72m^3。	本项目产生的生活污水进入厂区污水管网，最终进入污水处理厂处理。	每年投入
辐射安全措施	两区标牌：已配备 9 套“禁止进入射线工作区”“无关人员禁止入内”警告牌（两者合一为 1 套）。 划区措施：已配备总长度 23000 米的警戒线（控制区警戒线+监督区警戒线）。 警示措施：已配备 81 块电离辐射警告标志标牌，已配备安全信息公示牌 18 块。已配备 36 个工作状态指示灯。已配备声音提示装置 80 个。 监测仪器：已配备 10 台便携式 X-γ剂量率仪。已配备 29 台人剂量报警仪。 定位设施：5 台γ射线探伤机已配备移动定位器。 防护及应急措施：已配备铅屏风 12 扇，已配备临时贮源保险箱 5 个，以供需要在探伤现场临时贮存较长时间所需。已配备长柄钳 7 把。已配备放射源准直器 5 套。已在放射源库配备 1 套人员防护用品用于应急，另将配备 9 套人员防护用品用于现场应急。每套防护用品为 0.35mm 铅当量铅衣、铅围裙、铅眼镜、铅手套。 夜间照明装置：已配备手电筒和夜间照明灯若干。 消防设施：已配备 10 套灭火器材。 源库及 X 射线探伤机储存库将设置双人双锁防盗门及储存柜，将设立监控、红外报警装置。另计划在源库设置固定式剂量率仪。 本项目移动探伤已配备符合 GBZ 117-2022 要求的控制区、监督区警戒绳、警示灯、警告牌及声音报警装置、“当心电离辐射”警告标志和警告标语，控制区警告牌写明“禁止进入射线工作区”，监督区警告牌写明“无关人员禁止入内”，配备足够的防护用品。	能满足《关于印发〈关于γ射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发[2007]8 号）《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）以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关要求。	利旧
	已配备 10 台便携式 X-γ剂量率仪及 29 台个人剂量报警仪。	根据《辐射环境监测技术规范》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。	利旧

以上措施必须在项目运行前落实。