

核技术利用项目

南京华中检测有限公司

扩建放射源库及新增移动 $\gamma$ 射线探伤项目  
环境影响报告表

南京华中检测有限公司

2023年5月

生态环境部监制

# 核技术利用项目

## 南京华中检测有限公司

### 扩建放射源库及新增移动 $\gamma$ 射线探伤项目环境影响报告表

建设单位名称：南京华中检测有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省南京市浦口区高新开发区 018B 幢

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

联系电话：1

# 目录

表 1	项目基本情况 .....	- 1 -
表 2	放射源 .....	- 6 -
表 3	非密封放射性物质 .....	- 6 -
表 4	射线装置 .....	- 7 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	- 8 -
表 6	评价依据 .....	- 10 -
表 7	保护目标与评价标准 .....	- 14 -
表 8	环境质量和辐射现状 .....	- 22 -
表 9	项目工程分析与源项 .....	- 26 -
表 10	辐射安全与防护 .....	- 35 -
表 11	环境影响分析 .....	- 46 -
表 12	辐射安全管理 .....	- 59 -
表 13	结论与建议 .....	- 63 -
表 14	审批 .....	- 70 -
附图 1	南京华中检测有限公司扩建放射源库及新增移动 $\gamma$ 射线探伤项目地理位置示意图 .....	- 72 -
附图 2	南京华中检测有限公司平面布置及周围环境示意图 .....	- 73 -
附图 3	南京华中检测有限公司 12# 厂房一楼平面布置及周围环境示意图 .....	- 74 -
附图 4	南京华中检测有限公司 12# 厂房二楼平面布置及周围环境示意图 .....	- 75 -
附图 5	南京华中检测有限公司改造源库设计方案示意图 .....	- 76 -
附图 6	南京华中检测有限公司现有工作场所分布图 .....	- 76 -
附图 7	本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系示意图 .....	- 78 -
附件 1	项目委托书 .....	- 79 -
附件 2	放射源使用承诺书 .....	- 80 -
附件 3	辐射安全许可证正副本复印件 .....	- 81 -
附件 4	原有核技术利用项目基本情况一览表 .....	- 88 -
附件 5	现有核技术利用项目环评及验收资料 .....	- 91 -
附件 6	其他相关资料 .....	- 91 -
附件 7	辐射安全管理机构及制度 .....	- 106 -
附件 8	辐射环境本底监测报告 .....	- 132 -
附件 9	检测机构资质认定证书 .....	- 137 -

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		南京华中检测有限公司扩建放射源库及新增移动 $\gamma$ 射线探伤项目				
建设单位		南京华中检测有限公司 (统一社会信用代码: )				
法人代表		联系人		联系电话		
注册地址		江苏省南京市浦口区高新开发区 018B 幢				
项目建设地点		南京市六合区龙池街道康正路 8 号第一期 12#02 厂房				
立项审批部门		/	批准文号	/		
建设项目总投资 (万元)		项目环保投资 (万元)		投资比例 (环保 投资/总投资)		
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	/	
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性物质			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他	/				
	<b>项目概述</b>					
<b>一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来</b>						
<p>南京华中检测有限公司于1997年成立，位于南京市浦口区高新开发区018B幢，公司主要以石油化工企业和制造业企业为检测服务对象，对压力容器、常压储罐、工业管道进行定期、在线全面检验、失效分析及常规无损探伤；对试样材料、零部件进行化学成份、机械性能、金相组织分析；对建筑、桥梁、钢结构进行射线（RT）、超声</p>						

波 (UT)、渗透 (PT)、磁粉 (MT) 无损探伤检测。

南京华中检测有限公司目前已开展移动X、 $\gamma$ 射线探伤业务 (现有移动X射线探伤机32台, 移动 $\gamma$ 射线探伤机5台), 均已取得环评批复, 且完成环保验收手续 (见附件5)。其中现有放射源库位于公司一楼的东北角, 其东侧和北侧为室外, 南侧依次为监控室和值班室, 西侧为源库前室。现有洗片暗室和危废暂存间相邻位于公司一楼西南角, 其东侧为办公区, 南侧和西侧均为室外, 北侧为大厅 (见附图6)。移动 $\gamma$ 射线探伤机相关信息见表1-1。

表 1-1 现有移动  $\gamma$  射线探伤机信息一览表

序号	设备名称	储源类型	数量	编号	型号	设备厂商	购买日期	备注
1	$\gamma$ 源探伤机	$^{192}\text{Ir}$	1	15042/HM019	DLTS-B	海门伽马星探伤设备有限公司	2015.03	在用
2	$\gamma$ 源探伤机	$^{192}\text{Ir}$	1	15060/HM030	DLTS-B	海门伽马星探伤设备有限公司	2015.06	在用
3	$\gamma$ 源探伤机	$^{192}\text{Ir}$	1	16032/HM119	DLTS-B	海门伽马星探伤设备有限公司	2016.05	在用
4	$\gamma$ 源探伤机	$^{192}\text{Ir}$	1	16114/HM006	DLTS-B	海门伽马星探伤设备有限公司	2017.01	在用
5	$\gamma$ 源探伤机	$^{75}\text{Se}$	1	10733/JX275	DL-VC	海门伽马星探伤设备有限公司	2022.02	在用

注: 公司现有移动  $\gamma$  射线探伤机使用均在 10 年内。

现因公司发展业务需求, 放射源的应用场合越来越多, 需要使用更多数量的放射源来满足客户要求, 而现有放射源库的储源能力已不能满足公司的生产工作, 同时因政府用地规划, 现有源库不便再进行改造。故南京华中检测有限公司拟于公司购买的南京市六合区龙池街道康正路 8 号江北智荟港第一期 12#02 厂房内扩建 1 座放射源库 (以下简称源库), 并新增 16 台移动  $\gamma$  放射探伤机 (厂房转让合同见附件 6)。项目建设内容为: 将 12#02 厂房西南角的电梯井改造为放射源库, 库内拟设置 16 个源坑, 每个源坑内计划暂存 1 台移动  $\gamma$  射线探伤机, 共计划暂存 16 台移动  $\gamma$  射线探伤机 (10 台  $^{192}\text{Ir}$  移动  $\gamma$  射线探伤机, 单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ; 6 台  $^{75}\text{Se}$  移动  $\gamma$  射线探伤机, 单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ), 均属 II 类放射源。

本次新增移动  $\gamma$  射线探伤机探伤作业时采集到的胶片带回至公司现有的洗片暗室 (南京市浦口区高新开发区 018B 幢), 利用公司现有场所洗片暗室及危废物暂存间

进行洗片和危废物暂存相关工作。

南京华中检测有限公司现已有辐射工作人员 40 名，并拟为本项目新增移动探伤人员 32 名和放射源库管理人员 4 名。

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，南京华中检测有限公司扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  射线探伤项目需进行环境影响评价。受南京华中检测有限公司的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  射线探伤项目的环境影响评价工作。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），本项目为扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  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”项目，确定为编制环境影响报告表。我公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。该公司扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  射线探伤项目情况见下表：

表 1-2 本项目核技术利用项目一览表

放射源									
序号	核素名称	数量 (枚)	单枚活度 (Bq)	放射源类别	用途	使用场所	环评情况	许可情况	备注
1	$^{75}\text{Se}$	6	3.7E+12	II	无损检测	移动探伤现场	本次环评	未许可	/
2	$^{192}\text{Ir}$	10	3.7E+12	II	无损检测	移动探伤现场			

## 二、项目选址情况

南京华中检测有限公司本次扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  射线探伤项目位于南京市六合区龙池街道康正路 8 号江北智荟港第一期 12#02 厂房。江北智荟港第一期（简称园区）东侧为南京登峰重工集团有限公司和江苏苏体运动科技科技有限公司，南侧为康正路，西侧为荒地，北侧为荒地及青芦线。本项目所在 12#厂房位于江北智荟港第一期南部，厂房以房屋中心为界分为南北对称两部分（使用实体墙隔开），南侧为 12#02，北侧为 12#01，分别为不同业主所有。12#厂房东侧依次为园区道路、13#厂房和服务中心，南侧依次为厂区道路和 14#厂房（南京沃斯特自动化设备有限公司），西侧依次为园区道路和 7#厂房，北侧依次为园区道路和 10#厂房。12#01 厂房目前状

态为尚未出售状态。本项目地理位置示意图附图 1，南京华中检测有限公司平面布置和周围环境示意图附图 2。

本项目放射源库拟建址原设计为厂房配套的电梯井，位于 12#02 厂房的西南部，12#02 厂房为地上三层建筑（电梯井直通三楼），下方为土层，拟建源库东侧为原电梯井预留配电间，南侧为楼梯间，西侧为厂房外园区道路，北侧为厂房内西门入口处。

本项目拟建放射源库周围 50m 评价范围为 12#02 厂房、12#01 厂房、园区道路、7#厂房、8#厂房（兆奇大厦）、10#厂房、13#厂房、14#厂房（南京沃斯特自动化设备有限公司），评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要是辐射工作人员、其他工作人员和周围公众等。南京华中检测有限公司平面布置及周围环境示意图附图 2。

### 三、实践正当性分析

本项目的运行，可用于开展本公司产品的质量检测，并可提高产品质量，具有良好的社会效益和经济效益。经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

### 四、“三线一单”相符性分析

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），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图 6。

### 五、原有核技术利用项目许可情况

南京华中检测有限公司目前已取得辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证[00040]，种类和范围：使用Ⅱ类放射源；使用Ⅱ类射线装置。有效期至：2023 年 4 月 28 日。公司辐射安全许可证正副本见附件 3。公司原有核技术利用项目均已履行环保手续，原有核技术项目清单详见附件 4。单位现有射线装置及放射源基本情况详见表 1-3。

表 1-3 南京华中检测有限公司原有核技术利用项目情况一览表

放射源							
序号	核素	类别	总活度(Bq)	数量 (枚)	使用情 况	验收情况	备注
1	<sup>192</sup> Ir	II类	3.7E+12	4	使用	已验收	在用
2	<sup>75</sup> Se	II类	3.7E+12	1	使用	已验收	在用
射线装置							
序号	装置名称	规格型号	类别	数量 (台)	使用情 况	验收情况	备注
1	X 射线探伤机	XXG-2505	II类	5	使用	已验收	/
2	X 射线探伤机	XXG-2005	II类	6	使用	已验收	/
3	X 射线探伤机	XXG-3005	II类	2	使用	已验收	/
4	X 射线探伤机	RD-3005TH	II类	2	使用	已验收	/
5	X 射线探伤机	RD-3505	II类	1	使用	已验收	/
6	X 射线探伤机	RD-2805	II类	3	使用	已验收	/
7	X 射线探伤机	RD-2805A	II类	7	使用	已验收	/
8	X 射线探伤机	RD-2305AM	II类	1	使用	已验收	/
9	X 射线探伤机	RD-2305M	II类	1	使用	已验收	/
10	X 射线探伤机	XXGH-2505Z	II类	1	使用	已验收	/
11	X 射线探伤机	XXGH-2005Z	II类	1	使用	已验收	/
12	X 射线探伤机	XXGH-3005Z	II类	1	使用	已验收	/
13	X 射线探伤机	XXG-1005	II类	1	使用	已验收	/

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	<sup>192</sup> Ir	3.7E+12Bq×10 枚	II类	使用	无损检测	移动探伤现场	γ 射线探伤机平时存放于江北智荟港第一期12#02 厂房内源库，在探伤现场暂存于暂存箱内	放射源为本次新增
2	<sup>75</sup> Se	3.7E+12Bq×6 枚	II类	使用	无损检测	移动探伤现场		

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

**表 4 射线装置**

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二）X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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)	用途	工作场所	操作方式			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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境,臭氧在常温下 50min 左右可自行分解为氧气,对环境影响较小。
退役 $^{192}\text{Ir}$ 放射源	固体	$^{192}\text{Ir}$	$3.7\text{E}+11$ (约 10Ci)	/	20 枚 (约半年更换一次)	/	处置前随探伤机一起贮存在拟建的源库内。	建设单位与放射源生产销售单位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,将按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。
退役 $^{75}\text{Se}$ 放射源	固体	$^{75}\text{Se}$	$3.7\text{E}+11$ (约 10Ci)	/	6 枚 (约一年更换一次)	/	处置前随探伤机一起贮存在拟建的源库内。	建设单位与放射源生产销售单位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,将按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。
$\gamma$ 探伤机中掺入贫铀的屏蔽装置	固体	/	/	/	满十年退役处理	/	处置前随探伤机一起贮存在拟建的源库内。	建设单位与 $\gamma$ 探伤机生产销售单位签订废旧探伤机返回协议,当 $\gamma$ 探伤机达到使用年限需报废时,将按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。

废胶片	固体	/	/	0.15kg	2kg	/	暂存于洗片暗室	南京华中检测有限公司在公司现有洗片场所进行洗片相关工作,且委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
废显(定)影剂	液体	/	/	约 15kg	200kg	/	暂存于危废储存室	
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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<sup>3</sup>; 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/m<sup>3</sup>) 和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订本), 中华人民共和国主席令第 9 号, 自 2015 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(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;</p> <p>(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;</p> <p>(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;</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 中华人民共和国原环境保护部令第 18 号公布, 自 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(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;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正本), 中华人民共和国生态环境部令第 20 号修正, 自 2021 年 1 月 4 日起施行;</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》, 中华人民共和国生态环境部令第 16 号, 自 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 原环境保护部令第 18 号公布, 自 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(10) 《射线装置分类》, 中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会 2017 年公告第 66 号, 自 2017 年 12 月 5 日起施行;</p> <p>(11) 《关于发布放射源分类办法的公告》, 国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号, 2005 年 12 月 23 日印发;</p> <p>(12) 《国家环境保护总局关于 <math>\gamma</math> 射线探伤装置的辐射安全要求》环发</p>
------------------	--

[2007]8号，2007年1月15日印发；

(13) 《关于进一步加强 $\gamma$ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》环境保护部办公厅环办函〔2014〕1293号，2014年10月10日印发；

(14) 《放射性物品运输安全管理条例》，中华人民共和国国务院令第562号，2010年1月1日起施行；

(15) 《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019），2019年4月1日起施行；

(16) 《放射性物品运输安全许可管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第11号，2010年11月1日起施行；

(17) 《放射性物品道路运输管理规定》，中华人民共和国交通运输部令2016年第71号，2016年9月2日起施行；

(18) 《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；

(19) 《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；

(20) 《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；

(21) 《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；

(22) 《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；

(23) 《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

	<p>行；</p> <p>(24) 《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；</p> <p>(25) 《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)；</p> <p>(26) 《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。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(4) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)。</p>
<p>其他</p>	<p><b>附图：</b></p> <p>(1) 南京华中检测有限公司扩建放射源库及新增移动<math>\gamma</math>射线探伤项目地理位置图；</p> <p>(2) 南京华中检测有限公司平面布置和周围环境示意图；</p> <p>(3) 南京华中检测有限公司12#厂房一楼平面布置示意图；</p> <p>(4) 南京华中检测有限公司12#厂房二楼平面布置示意图；</p> <p>(5) 南京华中检测有限公司改造源库设计方案示意图；</p> <p>(6) 南京华中检测有限公司现有工作场所分布图；</p> <p>(7) 本项目与南京市生态空间保护区域位置关系示意图。</p> <p><b>附件：</b></p> <p>(1) 项目委托书；</p> <p>(2) 放射源使用承诺书；</p>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>(3) 辐射安全许可证正副本复印件;</li><li>(4) 原有核技术利用项目基本情况一览表;</li><li>(5) 现有核技术项目环评及验收资料;</li><li>(6) 其他相关资料;</li><li>(7) 辐射安全管理机构及制度;</li><li>(8) 辐射环境现状监测报告;</li><li>(9) 检测机构资质认定证书。</li></ul> |
|--|---|

**表 7 保护目标与评价标准**

**评价范围**

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（无实体边界项目视情况而定，应不低于 100m 范围）”的规定，结合本项目的特点，确定本项目评价范围为本次扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  射线探伤项目中放射源库实体屏蔽墙体边界外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。本项目开展移动  $\gamma$  射线探伤工作时，评价范围为探伤区域外 100m 范围，若 100m 处剂量率仍大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  时，评价范围扩大至  $2.5\mu\text{Sv/h}$  达标处，并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。

**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），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目拟建址评价范围内不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图 4。

本项目拟建放射源库周围 50m 评价范围为 12#02 厂房、12#01 厂房、园区道路、7#厂房、8#厂房（兆奇大厦）、10#厂房、13#厂房、服务中心、14#厂房（南京沃斯特自动化设备有限公司），评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要是辐射工作人员和周围公众（含其他工作人员）等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目源库周围保护目标一览表

编号	保护目标名称	方位及周围情况		距离	人口规模
1	辐射工作人员	放射源库		/	4 人
2	周围公众 (含其他工作人员)	东侧	12#02 厂房内	3~20m	约 5 人
3			园区道路	20~30m	不定
4			13#厂房及服务中心	30~50	约 30 人
5		南侧	12#02 厂房内	3~5m	不定
6			园区道路	5~15m	不定

7		西南侧	14#厂房	15~50m	约 40 人
8			园区道路	2~20m	不定
9			8#厂房	20~50m	约 30 人
10		西侧	园区道路	3~15m	不定
11			7#厂房	15~50m	约 40 人
12		北侧	12#02 厂房内	3~20m	约 3 人
13			12#01 厂房	20~40m	约 10 人
14			园区道路	40~48m	不定
15			10#厂房	48~50m	约 1 人

本次新增移动  $\gamma$  射线探伤项目在客户委托的工作地点内实施,在进行探伤作业时,应设定控制区和监督区。本项目的探伤地点主要为室外,大部分为周围人口稀少的地方,控制区外监督区内的探伤机操作人员、安全员、监督区外的邻近公众均应划定为保护目标;当探伤工作区域有敏感目标的且主射方向无法避开敏感目标时,建设单位则需在保护目标和探伤机间增设辐射防护屏障,减小控制区和监督区的范围,确保两区内无公众的情况下方可进行探伤工作,监督区边界处放置“无关人员禁止入内”的警告牌。本项目环境保护目标为移动探伤现场辐射工作人员和周围公众等,详见表 7-2。

表 7-2 本项目移动探伤现场保护目标

保护目标	相对探伤机方位	距离	人数 (人)	年剂量约束值 (mSv)
职业人员	非主射方向	控制区外, 监督区内	3	5
公众	不定	监督区外, 邻近监督区	不定	0.1

## 评价标准

### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值: ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量, 20mSv ② 任何一年中的有效剂量, 50mSv
公众照射剂量限值	实践使公众中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。

### 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》（GBZ 117-2022）**

本标准规定了 X 射线和  $\gamma$  射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 600 kV 及以下的 X 射线探伤机和  $\gamma$  射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

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

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 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 探伤机的放射防护要求

5.2  $\gamma$  射线探伤机

5.2.1 源容器及其传输导管

5.2.1.1 当源容器装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且装配好保护盖（若有）时，源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率应不超过表 2 规定的控制值，随机文件中应有该指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T14058 的要求。

表 2 源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值

探伤机类别	探伤机代号	最大周围剂量率 mSv/h	
		离源容器表面 5cm 处	离源容器表面 100cm 处
手提式	P	0.5	0.02
移动式	M	1	0.05
固定式	F	1	0.10

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 $\gamma$ 射线探伤机的维护

5.2.2.1 应定期对  $\gamma$  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  $\gamma$  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  $\gamma$  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。

#### 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  $2.5\mu\text{Sv/h}$  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。

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，建立领用台帐，明确放射源的流向，并有专人负责。

5.2.3.6 领用、交还含放射源的源容器时，应对离源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率进行测量，确认放射源在源容器内。含放射源的源容器应按规定位置存放，领用和交还都应有详细的登记。

#### 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，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。

### 6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

- a) 有使用价值的 $\gamma$ 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照本标准第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行。
- b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与 $\gamma$ 射线源一样对待。
- c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。
- d) 包含低活度 $\gamma$ 射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行。
- e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。
- f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。
- g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

## 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- $\gamma$  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（X 射线发生器控制面板或 $\gamma$ 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 X 和 $\gamma$ 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- $\gamma$  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- $\gamma$  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- $\gamma$  剂量率仪，两者均应使用。

### 7.5 移动式探伤操作要求

#### 7.5.1 X 射线移动式探伤

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

7.5.1.2 应考虑控制器与 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。

#### 7.5.2 $\gamma$ 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 $\gamma$ 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- $\gamma$  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- $\gamma$  剂量率仪进行监测, 以确保所有  $\gamma$  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。

## 8 放射防护检测

### 8.1 检测的一般要求

#### 8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定, 并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

#### 8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器, 并按规定进行定期检定/校准, 取得相应证书。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。

### 8.2 探伤机检测

#### 8.2.1 防护性能检测

##### 8.2.1.1 检测方法

$\gamma$  射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 14058 的要求进行。

##### 8.2.1.2 检测周期

使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后, 应进行安全装置的性能检测。

##### 8.2.1.3 结果评价

$\gamma$  射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.2.1.1 条的要求。

#### 8.2.2 密封放射源泄漏检验

##### 8.2.2.1 检验方法

用滤纸或软质材料沾取 5%EDTA- $\text{Na}_2$  溶液或其他去污剂擦拭密封导向管内壁, 测量擦拭物的放射性, 如有明显增高(例如 20 Bq), 应将放射源送回生产厂家进一步检验。

##### 8.2.2.2 检验周期

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。

## 3、项目管理目标限值

(1) 职业照射: 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 第 4.3.2.1 条及第 B1.1.1 条的规定, 对任何工作人员, 由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均) 20mSv。本项目管理要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量约束限值的 1/4 执行, 即 5mSv/a。

(2) 公众照射: 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 第 B1.2.1 条的规定, 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。本项目管理要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束限值的 1/10 执行, 即

0.1mSv/a。

综上，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定，制定本项目管理剂量约束值，见表 7-3。

表 7-3 本项目辐射环境影响评价标准

分类	基本标准限值（GB 18871-2002）(mSv/a)	剂量约束值/评价标准(mSv/a)
职业照射	20（有效剂量）	5（有效剂量）
公众照射	1（有效剂量）	0.1（有效剂量）

### 5、工作场所剂量控制：

依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），探伤作业前应将无关人员清理出场，并划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界周围剂量当量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区位于控制区外，监督区边界周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。源库四周墙体、顶部及门外表面 30cm 处剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

### 6、参考资料：

- （1）《辐射防护导论》，方杰主编。
- （2）《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编。
- （3）《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。

江苏省原野、道路、建筑物内  $\gamma$  辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	道路剂量率	室内剂量率
测量范围	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	47.1	89.2
标准差 (s)	12.3	14.0
(均值 $\pm 3s$ ) *	47.1 $\pm 36.9$	89.2 $\pm 42.0$

注：\*：评价时采用“均值 $\pm 3s$ ”作为辐射现状评价的参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

### 环境质量和辐射现状

#### 一、项目位置、布局和周边环境

南京华中检测有限公司本次扩建放射源库及新增移动 $\gamma$ 射线探伤项目位于南京市六合区龙池街道康正路 8 号江北智荟港第一期 12#02 厂房。江北智荟港第一期（简称园区）东侧为南京登峰重工集团有限公司和江苏苏体运动科技科技有限公司，南侧为康正路，西侧为荒地，北侧为荒地及青芦线。本项目所在 12#厂房位于江北智荟港第一期南部，厂房以房屋中心为界分为南北对称两部分（使用实体墙隔开），南侧为 12#02，北侧为 12#01，分别为不同业主所有。12#厂房东侧依次为园区道路、13#厂房和服务中心，南侧依次为厂区道路和 14#厂房（南京沃斯特自动化设备有限公司），西侧依次为园区道路和 7#厂房，北侧依次为园区道路和 10#厂房。

本项目放射源库拟建址原设计为厂房配套的电梯井，位于 12#02 厂房的西南部，12#02 厂房为地上三层建筑（电梯井直通三楼），下方为土层，拟建源库东侧为原电梯井预留配电间，南侧为楼梯间，西侧为厂房外园区道路，北侧为厂房内西门入口处。

本项目拟建放射源库周围 50m 评价范围为 12#02 厂房、12#01 厂房、园区道路、7#厂房、8#厂房（兆奇大厦）、10#厂房、13#厂房、服务中心、14#厂房（南京沃斯特自动化设备有限公司），评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要是辐射工作人员、其他工作人员和周围公众等，项目选址可行。本项目现有源库周围环境现状见图 8-1~图 8-5。



图 8-1 本项目源库拟建址



图 8-2 本项目源库拟建址东侧



图 8-3 本项目源库拟建址南侧



图 8-4 源库拟建址西侧



图 8-5 源库拟建址北侧

## 二、辐射环境现状调查

根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 相关方法和要求, 在进行环境现场调查时, 于本次扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  射线探伤项目拟建址周围进行布点, 测量本底辐射剂量率。监测结果见表 8-1, 监测点位示意图见图 8-6。

监测单位: 南京瑞森辐射技术有限公司

检测仪器: 6150AD6/H+6150AD-b/H 型 X- $\gamma$  辐射监测仪 (设备编号: NJRS-126, 检定有效期: 2022 年 11 月 14 日~2023 年 11 月 13 日, 检定单位: 江苏省计量科学研究院, 检定证书编号: Y2022-0109288)

能量范围: 20keV~7MeV

测量范围: 1nSv/h~99.9 $\mu$ Sv/h

监测日期: 2022 年 12 月 8 日

天气: 晴

温度: 5°C

湿度: 68%RH

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件 9），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

监测人员、监测仪器及监测结果：监测人员均经过考核，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行二级审核。

评价方法：参照江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 南京华中检测有限公司扩建放射源库项目拟建址及其周围  $\gamma$  辐射剂量率

测点编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	拟扩建放射源库内部	72	室内
2	拟扩建放射源库东侧（服务中心门口）	74	道路
3	拟扩建放射源库南侧（14#厂房门口）	66	道路
4	拟扩建放射源库西侧（7#厂房门口）	67	道路
5	拟扩建放射源库北侧（12#01 厂房门口）	63	道路
6	拟扩建放射源库楼上	66	室内

注：1、测量结果已扣除宇响值；

2、监测点位见图 8-6。

由表 8-1 监测结果可知，南京华中检测有限公司拟扩建放射源库项目拟建址及其周围环境  $\gamma$  辐射剂量率在 63nGy/h~74nGy/h 之间，在江苏省室内及道路  $\gamma$  辐射（空气吸收）剂量率水平涨落之间。



图 8-6 南京华中检测有限公司本项目拟建址周围环境  $\gamma$  辐射监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

### 工程设备和工艺分析

#### 一、工程设备

因发展需要，南京华中检测有限公司拟将位于 12#02 厂房西南角的电梯井改造成 1 座放射源库，并新增 16 台移动  $\gamma$  射线探伤机。库内拟设置 16 个源坑，每个源坑内计划暂存 1 台移动  $\gamma$  射线探伤机，共计划暂存 16 台移动  $\gamma$  射线探伤机（10 台  $^{192}\text{Ir}$  移动  $\gamma$  射线探伤机，单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ；6 台  $^{75}\text{Se}$  移动  $\gamma$  射线探伤机，单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ），平时不使用时，探伤机贮存在放射源库中，钥匙由专人保管；本项目洗片及评片等工作拟在公司原有洗片及评片场所内进行。

$\gamma$  射线探伤机由探伤机机体、控制部件、输源管、源辨位置指示系统及源辨等组成。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。 $\gamma$  射线探伤机结构见图 9-1、图 9-2、外观图见图 9-3。

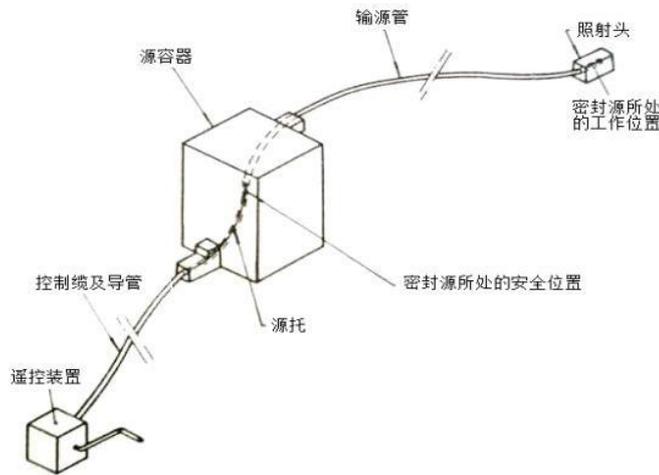


图 9-1  $\gamma$  射线探伤机外部结构示意图

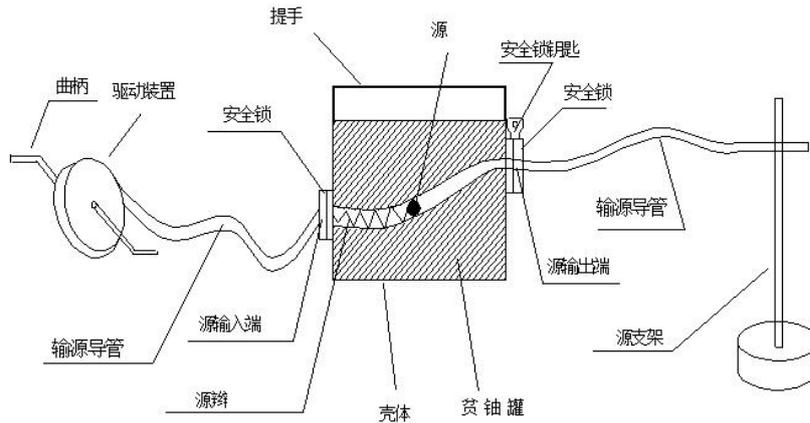


图 9-2  $\gamma$  射线探伤机内部结构示意图



$^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机



$^{75}\text{Se}$   $\gamma$  射线探伤机

图 9-3 常见  $\gamma$  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换管相连接，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”。

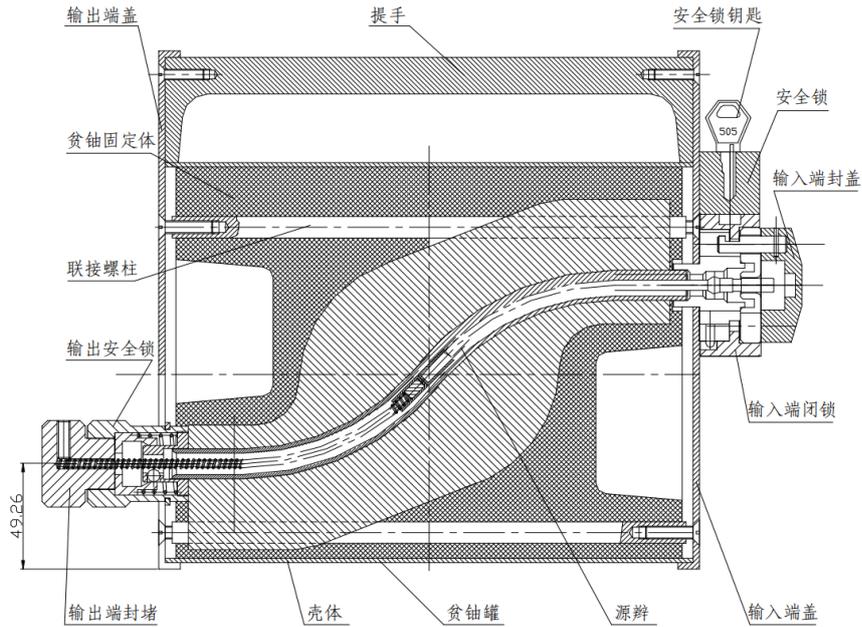


图 9-4  $\gamma$  射线探伤机机体内部结构图

### 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回收放射源。



图 9-5  $\gamma$  射线探伤机控制部件

### 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 9-6  $\gamma$  射线探伤机输源管

#### ④源辨位置指示系统

源辨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辨在源容器内或外，绿色灯光显示源在容器内，红色灯光显示源已容器外；2、用液晶数字显示源辨离开源器的距离，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，源辨收回到容器内的数字显示为 $\leq 0$ ；3、用语言提示源辨已离开源容器，当射源输出 $> 5\text{cm}$ 后，每 10 秒钟红灯闪烁，语言提示“正在拍片,当心射线”。



图 9-7  $\gamma$  射线探伤机源辨位置指示系统

⑤源辫（随放射源一起）

探伤机使用的  $^{192}\text{Ir}$  放射源半衰期为 74 天， $^{75}\text{Se}$  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。

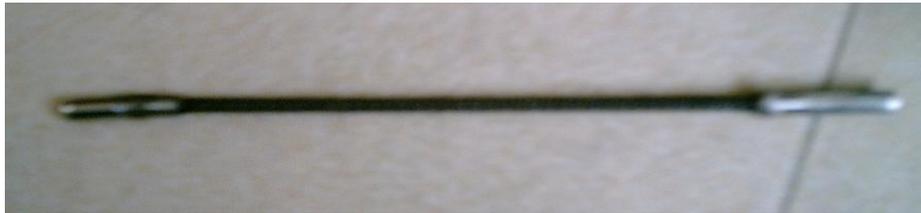


图 9-8  $\gamma$  射线探伤机源辫部件

$^{75}\text{Se}$  及  $^{192}\text{Ir}$  核素辐射特性见表 9-1，衰变纲图见图 9-9。

表 9-1 放射性核素特性

核素	放射源活度 (Bq)	衰变类型	半衰期	主要 $\gamma$ 射线		产生主要废物	周围剂量当量率常数 ( $\Gamma$ ) $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$
				能量 (MeV)	强度 (%)		
$^{75}\text{Se}$	3.7E+12	$\beta^+$ 、EC	120d	0.136	59	$^{75}\text{Se}$ 废源	0.072
				0.256	59		
				0.401	12		
$^{192}\text{Ir}$	3.7E+12	$\beta^+$ 、EC	74d	0.317	83	$^{192}\text{Ir}$ 废源	0.17
				0.468	48		
				0.604	8		

注：周围剂量当量率常数取自《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022 表 A.1）。

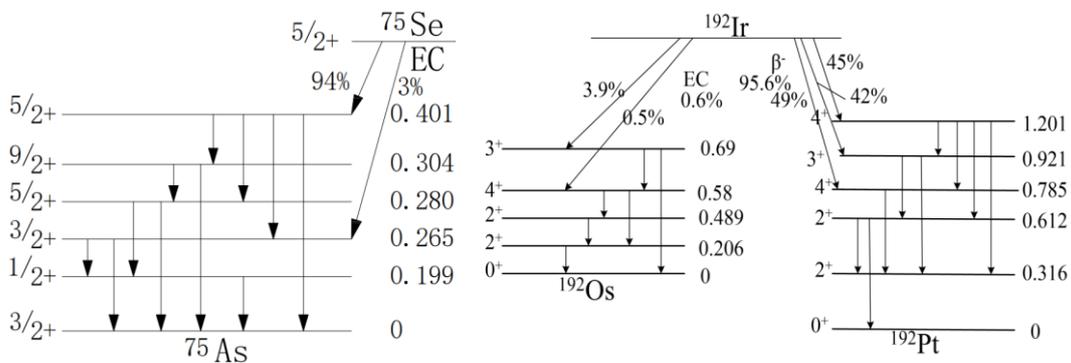


图 9-9  $^{75}\text{Se}$  及  $^{192}\text{Ir}$  衰变纲图

## 二、工作原理及工作流程

### 1、工作原理

$\gamma$  射线探伤机在工作过程中通过  $\gamma$  放射源产生的  $\gamma$  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， $\gamma$  射线探伤机据此实现探伤目的。主要用于航空、造船、冶金、原子能、石油、化工及机械制造等行业，既可以用于大的工件，又可以用于环形焊缝的周向曝光，而且还可以利用准直器进行单一方向的照射。

### 2、工作流程及产污环节

#### 2.1 本项目源库管理工作流程

移动式  $\gamma$  射线探伤前由探伤辐射工作人员领取  $\gamma$  射线探伤机，做好相关台账记录。出库前由源库保管员对  $\gamma$  射线探伤机表面进行辐射剂量监测，确定放射源在源容器中，并记录所测的辐射剂量，领取人确认后领取。探伤完成后， $\gamma$  射线探伤机归还至放射源库，源库保管员对  $\gamma$  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， $\gamma$  射线探伤机入库。放射源库运行的流程见下图。

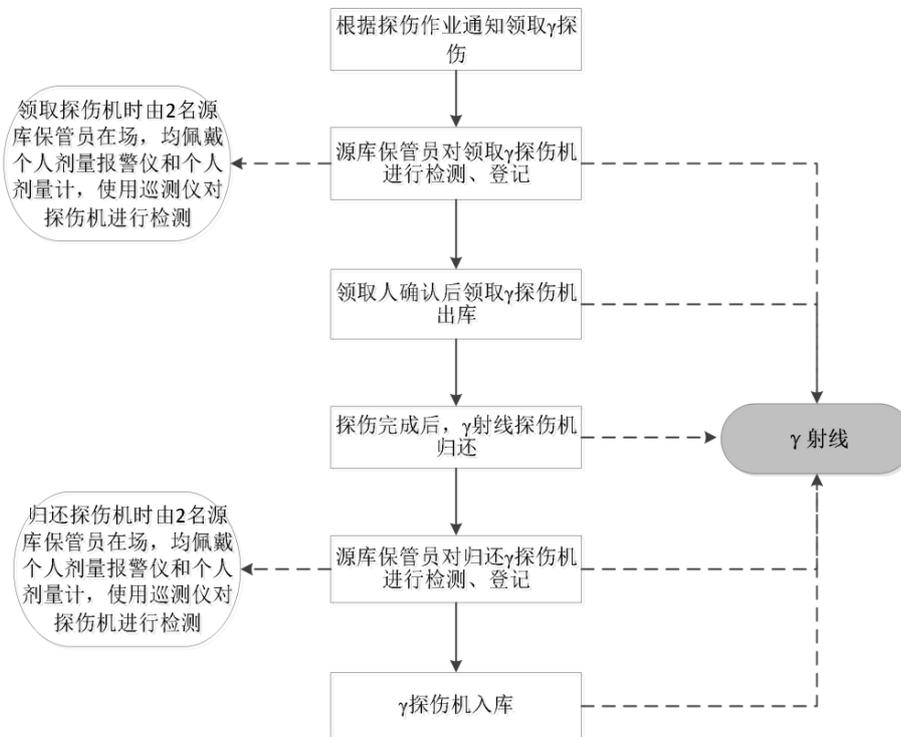


图 9-10 本项目放射源库运行流程图

#### 2.2 本项目移动式 $\gamma$ 射线探伤机工作流程

移动式 $\gamma$ 射线探伤工作流程如下：

(1) 提前发布 $\gamma$ 射线探伤通知；

(2) 现场工作开始前，辐射工作人员提前至放射源库领取探伤装置，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，检查合格后，将探伤装置运输至探伤现场，辐射工作人员将探伤装置放到指定的拍片位置；

(3) 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，确保控制区及监督区内无其他人员，在控制区边界设置电离辐射警告标志，设置提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音装置（夜晚作业时，应设置照明设施，且在控制区边界应设置警示灯），并在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌。在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌（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），待各种辐射安全措施到位后，连接好控制部件和输源管，开启探伤机闭锁装置；

(5) 辐射工作人员通过手动或电动出源装置远距离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、监督区边界进行修正，重新确定控制区、监督区边界，重新设置安全警戒措施，并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，同时在作业现场监督区边界外公众可达地点放置安全信息公示牌；

(6) 辐射工作人员在工件需检测的部位贴上感光胶片，全部工作完成后辐射工作人员远离探伤区域，开始无损检测；

(7) 达到预定照射时间和曝光量后，辐射工作人员携带个人剂量报警仪和巡测仪进入控制区，辐射工作人员将放射源收回探伤机贮源容器内，用环境辐射巡测仪进行监测，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，解除警戒并离场；

(8) 辐射工作人员将探伤装置归还至放射源库；

(9) 辐射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。

移动式 $\gamma$ 射线探伤工作流程及产物环节示意图见图 9-11。

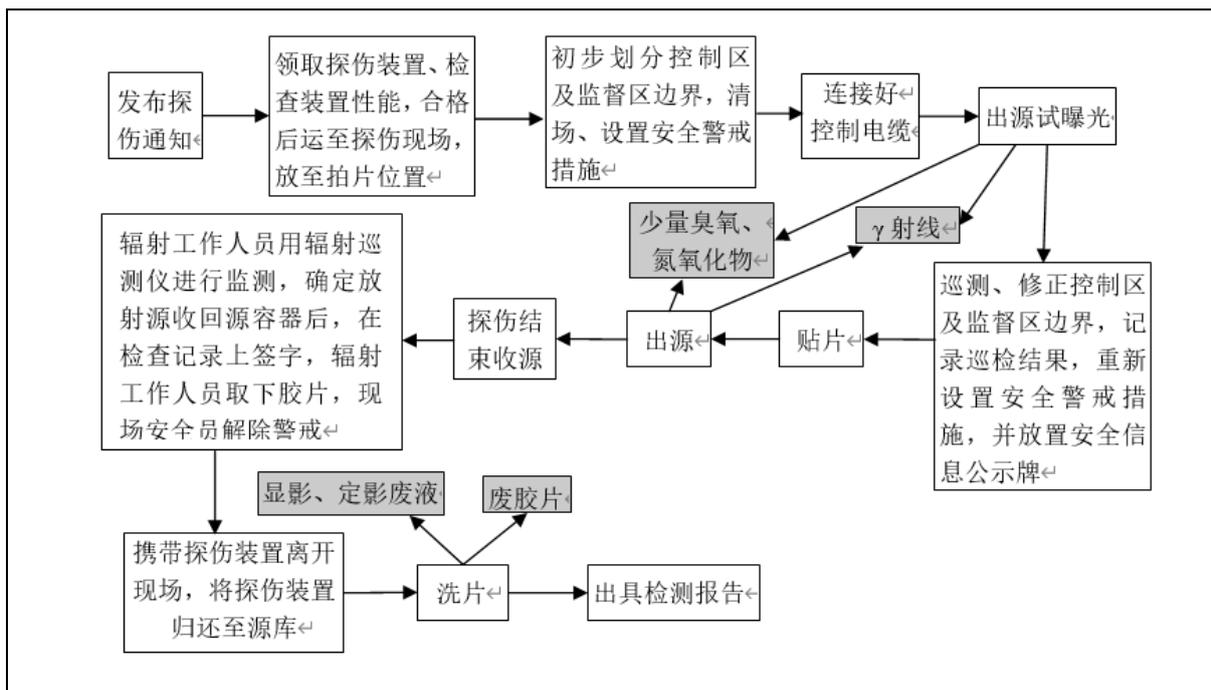


图 9-11 移动式  $\gamma$  射线探伤工作流程及产污环节示意图

### 3、 $\gamma$ 射线装置移动探伤工作量及曝光时间

本项目移动探伤辐射工作人员以探伤小组形式进行移动探伤作业，每年每名辐射工作人员开展  $\gamma$  射线探伤时间最大为 100 h。每次现场探伤时仅开启 1 台探伤机进行现场探伤。

南京华中检测有限公司现共有辐射工作人员 40 名，拟为本项目配备新增 4 名源库保管员和 32 名探伤作业工作人员。辐射工作人员每次探伤作业时，每个小组配备 2 名探伤工作人员和 1 名现场安全员（安全员纳入辐射工作人员管理）。

### 4、探伤工件信息

$^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机一般探伤 12~70mm 厚的钢工件， $^{75}\text{Se}$   $\gamma$  射线探伤机一般探伤 8~30mm 厚的钢工件。

## 污染源项描述

### 一、辐射污染

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

污染源强：本项目配备 10 台  $^{192}\text{Ir}$  源探伤机和 6 台  $^{75}\text{Se}$  源探伤机，均拟购置正规厂家。探伤机每台探伤机中有 1 枚密封型放射源，单枚放射源的活度最大不超过  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$  (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 $\mu$ Sv/h，1m 处不超过 20 $\mu$ Sv/h。建设单位与放射源生产销售单位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，将按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。每年退役约 20 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源和 6 台  $^{75}\text{Se}$  放射源，退役放射源活度约为 3.7E+11 Bq/枚（10Ci）。

## 二、非辐射污染源

### 1、废气

$\gamma$  射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，常温下臭氧在空气中约 50min 可自动分解为氧气，对周围环境影响较小。

### 2、废水

本项目运行期间工作人员会产生少量生活污水。

### 3、噪声

本项目移动探伤噪声源主要为声音提示装置、个人剂量报警仪的警示声。

### 4、固体废物

①本项目运行期间工作人员会产生少量生活垃圾；

② $\gamma$  射线探伤机使用满十年后退役。

### 5、危险废物

本项目拍片完成后，在洗片过程中将产生洗片废水、废显影液、废定影液及废胶片等，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据我国《国家危险废物名录》（生态环境部，自 2021 年 1 月 1 日起施行）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液及废胶片属于危险废物，其危废编号为 HW16(900-019-16)。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所布局及分区

1、移动式  $\gamma$  射线探伤项目工作场所布局及分区

南京华中检测有限公司在开展移动式  $\gamma$  射线现场探伤作业时,根据现场具体情况,利用辐射巡测仪进行巡测,拟将场区内探伤区域周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围划为控制区,并拟在其边界设置明显的警戒线及“当心电离辐射”警告标志,边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线探伤区”警示标志,探伤期间禁止任何人员进入;公司拟将控制区边界外、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。该布局满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于辐射工作场所的分区要求。

2、放射源库项目工作场所布局及分区

本项目拟将放射源库内部作为控制区,并在源库防护门外设置电离辐射警告标志及中文警示说明。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》(GB 18871-2002)中关于辐射场所的分区规定。本项目放射源库两区划分示意图见图 10-1。

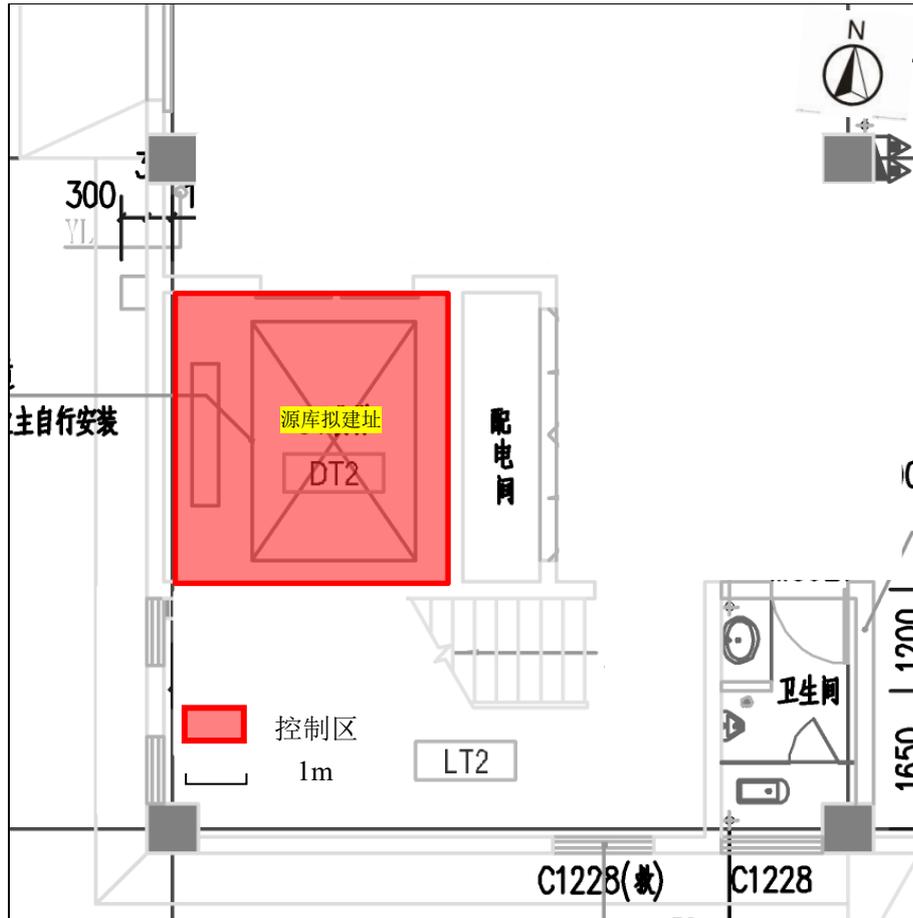


图 10-1 本项目放射源库两区划分示意图

## 二、辐射防护屏蔽设计

本项目放射源库内部源库内部净尺寸为 3300m(长)×3300m(宽)×4000m(高)，其中底部深入地下 1.5m。源库地下部分四周墙体均为 200mm 混凝土，地上部分四周墙体均为 200mm 实心砖，源库顶部为 20mm 钢板。源库设置 12mm 铅防护移门，设置双人双锁。源库内设置“回”型储源坑（储源坑紧贴源库内部四周而建）用于贮存  $\gamma$  射线探伤机，共 16 个储源坑，每个储源坑单独放置 1 台  $\gamma$  射线探伤机。每个储源坑贴墙一面屏蔽为 100mm 混凝土，远离源库内墙一面均为 20mm 混凝土， $^{75}\text{Se}$  源坑上方盖板为 12mm 厚铅板， $^{192}\text{Ir}$  源坑上方盖板为 18mm 厚铅板，源坑内部尺寸为 400mm(长)×250mm(宽)×300mm(高)，本项目放射源库辐射防护屏蔽设计见图 11-2。

## 三、辐射安全和防护措施

### 1、移动式 $\gamma$ 射线探伤项目

为确保放射源和射线装置安全，避免在进行移动式  $\gamma$  射线探伤期间人员误留或误入控制区或监督区而发生误照射事故，公司在开展移动式  $\gamma$  射线探伤工作时拟设置如

下辐射安全和防护措施:

(1) 移动探伤工作均在夜间十点之后、第二天的凌晨五点之前开展,移动探伤过程中严格执行探伤操作规程及探伤流程,坚持先示警再开机的操作程序,以防发生误照射事故。

(2) 探伤作业开始前,辐射工作人员用辐射巡测仪对  $\gamma$  射线探伤机表面剂量进行检测,确认放射源是否在探伤机内;探伤作业结束后,辐射工作人员用辐射巡测仪进行监测,确定放射源收回源容器后,在检查记录上签字,方携带探伤装置离开现场。

(3) 移动探伤过程中严格按照要求划定控制区和监督区,利用实体屏障、警戒绳等围住控制区和监督区边界,并在控制区边界醒目位置设置“禁止进入放射工作场所”警告牌、提示“预备”和“照射”状态的指示灯以及声音提示装置,警示信号指示装置拟与设置电动出源装置的  $\gamma$  射线探伤机进行联锁;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,必要时设专人警戒。在清理完现场确保场内无其他人员后,方开机探伤。

(4) 控制区的范围清晰可见,工作期间设置良好的照明,确保没有人员进入控制区,如控制区太大或某些地方不能看到,拟安排足够的人员进行巡查。

(5) 在第一次曝光时,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。

(6) 探伤作业时,确保开展现场探伤工作的每台探伤装置至少配备 2 名辐射工作人员和 1 台环境辐射巡测仪,每名辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪,并保证个人剂量报警仪和环境辐射巡测仪一直处于开机状态。

(7) 当探伤装置、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,均拟重新进行巡测,并记录巡测结果,确定新的划区界线。

(8) 按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求,开展移动式  $\gamma$  射线探伤项目的公司,需配备应急箱(包括放射源的远距离处理工具)、夹钳、定位设施等其他辅助设备。

(9) 移动式  $\gamma$  射线探伤现场,工作间歇临时储存含源源容器或放射源、控制源,应在专用的储存设施内贮存,储存设施外应有警告提示,其外表面能接近公众,门应保持锁紧状态,钥匙由专人保管。

对照《关于印发〈关于  $\gamma$  射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》(环发[2007]8

号) 文中的要求:

序号	辐射安全要求	承诺事项
1	至少有 1 名以上专职人员负责辐射安全管理工作。	公司已设置辐射安全防护管理小组, 配备 1 名专职人员负责辐射安全管理工作。
2	从事移动探伤作业的, 应拥有 21 台以上探伤装置。	公司已购置 5 台 $\gamma$ 射线探伤机, 现拟再配备 16 台 $\gamma$ 射线探伤机, 拟配备的 $\gamma$ 射线探伤机数量为 21 台。
3	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。	公司每台 $\gamma$ 射线探伤机均拟配备 2 名辐射工作人员, 拟为本项目配备 32 名辐射探伤工作人员, 和 4 名源库保管人员。辐射工作人员上岗前均拟参加中级或高级辐射安全与防护培训, 考核合格后上岗。
4	必须取得省级生态环境主管部门颁发的辐射安全许可证。	公司将在履行环评手续及辐射安全许可证办理变更手续后, 购置探伤设备, 开展厂区移动探伤工作。
5	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。	公司拟在日常操作中落实该要求; 当 $\gamma$ 射线探伤装置到 10 年年限后, 及时报废, 并将该要求写入探伤设备管理要求。
6	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。	公司拟在 12# 厂房西南角改造 1 座放射源库, 拟安排 4 名辐射工作人员专职负责放射源库的保管工作, 源库拟设置红外报警装置, 源库内拟安装监控装置、对源库实行 24 小时监控, 源库入口拟粘贴电离辐射警告标志, 源库门拟设计为双人双锁。 公司接受委托后开展移动探伤工作, 当天移动探伤工作完成后, 辐射工作人员均将 $\gamma$ 射线探伤机返回源库内贮存, 不在探伤现场保存。
7	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。	公司已制定探伤装置的领取、归还和登记制度, 制定放射源台帐和定期清点检查制度, 并由专门的放射源保管员做好放射源相关的领取、归还和登记工作, 在今后的探伤工作过程中严格按照制度执行, 由 4 名源库管理人员在场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, 核实记录妥善保存, 并建立计算机管理档案。
8	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	公司应对已制定的设备维护制度进行完善, 制度中明确: 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。

	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。	在今后的实际探伤过程中拟严格按照制度执行，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。
9	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。	公司每次开展现场探伤作业时，均配备不少于 2 名辐射工作人员同时在场。本项目辐射工作人员上岗前均拟配备 1 台个人剂量计，开展探伤工作时，每名辐射工作人员均佩戴 1 台个人剂量报警仪和 1 台个人剂量计，个人剂量计拟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。
10	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。	公司已制定探伤操作规程，明确规定：每次探伤工作前，辐射工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。实际工作过程中，辐射工作人员严格按照探伤操作规程执行。
11	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。	公司移动探伤在客户委托的工作地点实施，探伤装置移动至探伤场所过程涉及公用道路，先将探伤装置存储在设有锁定装置的源容器内，确定源容器锁紧并取出钥匙后开始运输。有资质的运输公司委派人员负责押运，全程监护探伤装置。
12	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。	开展现场探伤时，辐射工作人员严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求设定控制区和监督区，并设置明显的警戒线和辐射警示标识，必要时设专人警戒，现场安全员监测控制区和监督区的辐射剂量水平，并记录档案。
13	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。	现场探伤作业结束后，辐射工作人员用环境辐射巡测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，在检查记录上签字，方携带探伤装置离开现场。 在对探伤装置进行临时贮存时，将探伤装置放置在专用存储箱，然后安置在可上锁的房间内（房间设置：结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；房间设置双人双锁管理，门口设置有电离辐射警告标志）。贮存完成后安排专员进行 24 小时看管，同时对房间周围辐射水平进行监测，并记录。若发生异常报警，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，若报警事件严重，公司将根据法

		规要求，立即向使用地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告
14	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，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、移出地省级生态环境主管部门注销备案。	本项目移动式探伤作业探伤装置如需转移到外省、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，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、移出地省级生态环境主管部门注销备案。。
15	更换放射源时，探伤装置使用单位应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； 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生态环境主管部门备案。	本项目探伤装置装源（包括更换放射源）由放射源生产单位进行操作，并承担安全责任；南京华中检测有限公司不自行进行装源操作。 更换放射源时，公司拟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；在转让活动完成之日起 20 日内，南京华中检测有限公司和放射源生产单位拟分别将 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。
16	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、卫生主管部门报告。	公司拟制定辐射事故应急预案，在预案中明确规定：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，公司将根据法规要求，立即向使用地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

对照《关于进一步加强  $\gamma$  射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环办函[2014]1293号）文中的要求：

序号	辐射安全要求	承诺事项
1	各 $\gamma$ 射线移动探伤装置使用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，严禁无证人员操作探伤装置。
2	$\gamma$ 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。	公司在开展现场探伤时，拟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。该辐射工作人员上岗前，均拟按照法规要求参加中级或高级辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。

3	<p><math>\gamma</math> 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。</p> <p>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。</p>	<p>公司拟按照规定要求制作安全信息公示牌, 面积不小于 2 平方米, 开展移动式 <math>\gamma</math> 射线探伤作业时, 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、辐射工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。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进行涂改、污损。</p>
4	<p>各 <math>\gamma</math> 射线移动探伤装置使用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。</p>	<p>公司拟明确并牢记辐射安全主体责任, 及时履行环保手续, 同时将按照法律法规要求制定一系列辐射安全管理制度, 在实际工作中认真执行, 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。</p>

以上措施落实后, 本项目移动式  $\gamma$  射线探伤的辐射安全措施将满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)、《关于印发〈关于  $\gamma$  射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》(环发[2007]8 号)和《关于进一步加强  $\gamma$  射线移动探伤辐射安全管理的通知》(环办函[2014]1293 号)中相关辐射安全要求。

## 2、放射源库辐射安全和防护措施

为保障放射源暂存安全, 南京华中检测有限公司拟采取相应的辐射安全装置和保护措施(见图 10-2)。主要有:

- (1) 放射源库设计防水、防火结构, 源库内禁止存放爆炸物品、腐蚀物品等。
- (2) 放射源库拟设置在线 X- $\gamma$  剂量实时监测报警系统、红外报警系统和录像监控系统, 通过监控装置对源库进行 24 小时监控, 并与公安部门联网。
- (3) 放射源库拟采用防盗门, 实行双人双锁管理, 确保放射源安全。
- (4) 放射源库防护门外及周围设置醒目、规范的电离辐射警告标志, 严禁无关人员进入。
- (5) 放射源库建立出入库台账及定期清点制度, 建立领取、收回登记和安全检查、剂量测量制度(严禁在放射源库内进行倒源相关工作)。

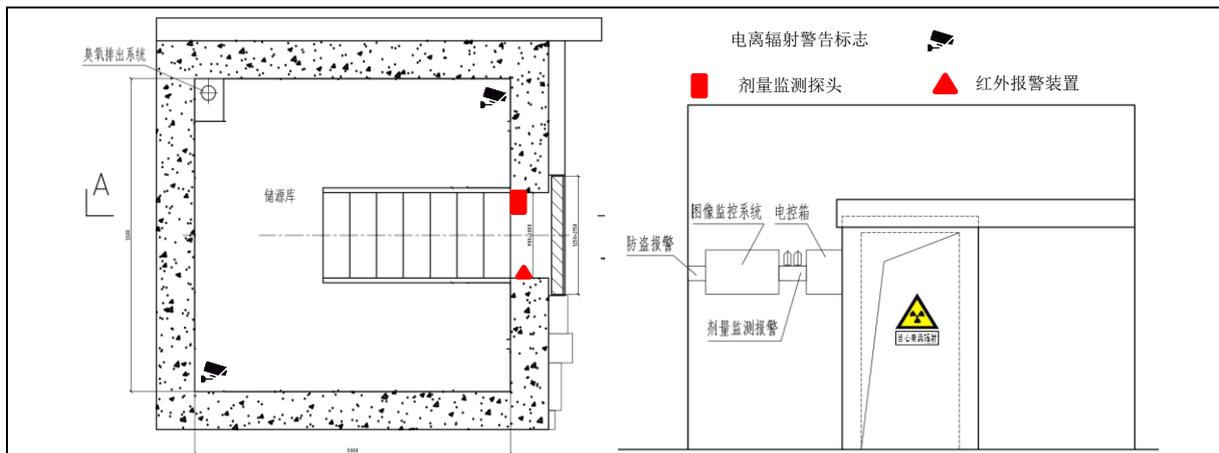


图 10-2 本项目放射源库安全措施布设图

南京华中检测有限公司拟建放射源库，对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）对放射源库的要求，具体如下：

表 10-1 本项目源库对照分析

要求	方案或落实情况
《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）	
使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤机）的贮存库。	建设单位建设有专用源库，满足要求。
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。	已布设红外报警装置、图像监控系统和剂量报警装置，并在源库防护门上张贴电离辐射警告标志和禁止无关人员进入的警告。
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。	放射源库设计防水、防火结构，源库内禁止存放爆炸物品、腐蚀物品等。
贮存设施的门应保持在锁紧状态，实行双人双锁管理。	放射源库采用防盗门，实行双人双锁管理，确保放射源安全。
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。	放射源库建立出入库台账及定期清点制度，建立领取、收回登记和安全检查、剂量测量制度等。
使用单位应制定放射源领用及归还制度，建立领用台账，明确放射源的流向，并有专人负责。	

根据表 10-1 对照分析可知，建设单位在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

### 3、放射源运输辐射安全管理要求

南京华中检测有限公司开展  $\gamma$  移动探伤项目涉及到放射源（包括含源装置）的运输（新购放射源运输、开展现场探伤时源的运输、退役源返回源出口方的运输），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《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。

#### 四、监测仪器和防护用品

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。企业根据法规要求，拟为每个辐射工作人员配备个人剂量计。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，配备警戒灯、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。

表 10-2 本项目拟配备防护用品和监测仪器一览表

用品/仪器名称	配备数量
辐射巡测仪	17 台（移动探伤现场 16 台、放射源库 1 台）
个人剂量报警仪	36 台（32 名探伤工作人员、4 名源库管理员）
个人剂量计	36 台（32 名探伤工作人员、4 名源库管理员）
警戒绳	8000m
警示灯（工作状态指示灯）	64 个（每个移动探伤现场配备 4 个），能与探伤机联锁
电离辐射警告标志	64 个（每个移动探伤现场配备 4 个）
声音提示装置	16 个（每个移动探伤现场配备 1 个）
“禁止进入射线工作区”警告牌	64 个（每个移动探伤现场配备 4 个）
“无关人员禁止入内”警告牌	64 个（每个移动探伤现场配备 4 个）
安全信息公示牌	6 个（每个移动探伤现场配 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。
放射源现场保险柜	16 个（每个移动探伤现场配备 1 个）
长柄钳	17 把（每个移动探伤现场配备 1 个、源库 1 个）
铅手套、铅眼镜、铅防护服	17 套（每个移动探伤现场配备 1 套、源库 1 套）

放射源准直器	16套（每台 $\gamma$ 探伤机配1套），不低于10mm钨合金准直器
铅屏风	8mm铅屏风（10副）、2mm铅屏风（6副）

### 环保投资估算

本项目总投资 300 万元，环保投资 50 万元，占总投资的 16.7%。本项目环保投资估算见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射安全防护和环保设施（措施）投资一览表

类别		环保设施	投资金额（万元）	备注
源库管理 及移动探伤	防护设备	新建放射源库 1 座、放射源现场保险柜 16 个、辐射防护铅衣等 17 套、铅屏风 16 副、放射源准直器 16 套、警戒绳 8000m、长柄钳 17 把	25	需配备
	监测仪器	个人剂量计 36 台、个人剂量报警仪 36 台、辐射巡测仪 17 台	8	需配备
	安全装置	警示灯 16 个、声音提示装置 16 个、控制区和监督区警示标牌、现场告示若干	2	需配备
其他	设备维护	定期对探伤装置配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件	每年投入	应预留
	人员培训	组织辐射工作人员及应急人员的培训	每年投入	应预留
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备	10	应预留
合计			50	/

### 三废处理

#### 一、废气处理措施

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，对周围大气环境的影响较小。

#### 二、废水处理措施

①本项目工作人员产生的生活污水依托厂区已有的环保设施进行处理；

②本项目洗片一年产生的废定（显）影液约 200kg，将作为危险废物先暂存于公司现有危废暂存间，后送交有资质单位处置（已与南通惠民固废处置技术公司签订危险废物处置合同，见附件 6）。

#### 三、固体废物

①本项目工作人员产生的少量生活垃圾依托厂区已有的环保设施进行处理；

②本项目洗片过程中，一年产生的废胶片约 2kg，暂存于洗片室，集中统一送交

有资质单位处置；

③ $\gamma$ 射线探伤机内 $^{75}\text{Se}$ 放射源使用约12个月后退役、 $^{192}\text{Ir}$ 放射源使用约6个月后将退役，产生的退役放射源将由原生产厂家回收（退役放射源回收协议见附件6）；

④ $\gamma$ 射线探伤机使用满十年后将退役，其中 $\gamma$ 射线探伤机中掺入贫铀的屏蔽装置与退役 $\gamma$ 放射源一样对待处理。

表 11 环境影响分析

**建设阶段对环境的影响**

本项目新增移动式  $\gamma$  射线探伤项目为现场移动探伤，洗片、评片均利用公司原有场所，不存在施工期环境影响。

本项目拟建设 1 座放射源库，施工时对环境会产生如下影响：

1、大气：本项目在建设施工期将产生少量地面扬尘，另外机械作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，设立围挡，并保持施工场地一定的湿度。

2、噪声：整个建筑施工阶段，如墙体拆除、墙体连接等施工中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量采用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

3、固体废物：项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托由有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

4、废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

公司在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司院区内部，对周围环境影响较小。

**运行阶段对环境的影响**

**一、辐射环境影响分析**

因发展需要，南京华中检测有限公司拟将位于 12#厂房西南角的电梯井改造成 1 座放射源库，并新增 16 台移动  $\gamma$  射线探伤机。库内拟设置 16 个源坑，每个源坑内计划暂存 1 台移动  $\gamma$  射线探伤机，共计划暂存 16 台移动  $\gamma$  射线探伤机（10 台  $^{192}\text{Ir}$  移动  $\gamma$  射线探伤机，单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ；6 台  $^{75}\text{Se}$  移动  $\gamma$  射线探伤机，单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ）。

**1、 $\gamma$  射线移动现场探伤辐射环境影响**

本项目使用  $\gamma$  射线探伤机（ $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$  探伤机），初始放射源活度均为  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ 。

$\gamma$  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。照射方向可能被工件、铅屏风进行屏蔽。放射源  $\gamma$  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。

$$\dot{H}_0 = \frac{A \cdot \Gamma_k \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-1}$$

式中： $\dot{H}_0$ —距离放射源  $r$  处的周围当量剂量率；

$A$ —放射源活度， $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$  额定装源活度为  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ；

$\Gamma_k$ —周围剂量当量率常数， $\Gamma(^{75}\text{Se})=0.072\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{MBq} \cdot \text{h})$ ，

$\Gamma(^{192}\text{Se})=0.17\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{MBq} \cdot \text{h})$ ；

$R$ —参考点距放射源距离， $\text{m}$ ；

$B$ —屏蔽透射因子，对于给定屏蔽物质厚度  $X$ ，相应的辐射屏蔽透射因子  $B=2^{-X/HVL}$ ，半值层厚度  $HVL$  通过《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中表 A.2 得到。

根据公式 11-1 计算控制区和监督区范围， $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机探伤两区划分估算结果见表 11-1， $^{75}\text{Se}$   $\gamma$  射线探伤机探伤两区划分估算结果见表 11-2。

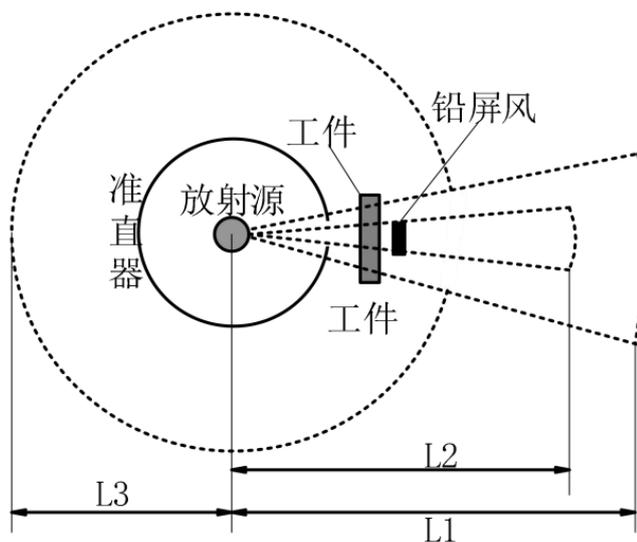


图 11-1  $\gamma$  射线移动探伤现场划区示例图

表 11-1  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机探伤控制区和监督区估算结果

工件厚度	12mm 最小钢工件	12mm 最小钢工件 +8mm 铅屏风	10mm 钨合金准直器
两区	L1	L2	L3
$\dot{H}_0$ (1m 处)	6.29E+5 $\mu\text{Sv/h}$		

$B$	5.52E-01	8.69E-02	6.25E-02
控制区 (m)	153	61	52
监督区 (m)	373	148	126

注： $^{192}\text{Ir}$  对钢的半值层 HVL 为 14mm，对铅的 HVL 为 3mm，对钨合金的 HVL 为 14mm。

表 11-2  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$  射线探伤机探伤控制区和监督区估算结果

两区 工件厚度	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
$\dot{H}_0$ (1m 处)	2.66E+5 $\mu\text{Sv/h}$		
$B$	5.40E-01	1.35E-01	6.25E-02
控制区 (m)	98	49	34
监督区 (m)	240	120	82

注： $^{75}\text{Se}$  对钢的半值层 HVL 为 9mm，对铅的 HVL 为 1mm，对钨合金的 HVL 保守参考  $^{192}\text{Ir}$  取 2.5mm。

上述理论计算结果仅为本项目  $\gamma$  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 15 $\mu\text{Sv/h}$  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 2.5 $\mu\text{Sv/h}$  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  $\gamma$  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，公司应对  $\gamma$  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，建设单位不能开展移动探伤作业。

## 2、源库辐射环境影响

为了进一步评价屏蔽效果辐射防护效果，采用理论预测的方法对放射源库周围辐射剂量进行影响分析，预测点选取如下：

1#-源库东侧屏蔽墙外 30cm 处；

2#-源库南侧屏蔽墙外 30cm 处；

3#-源库西侧屏蔽墙外 30cm 处；

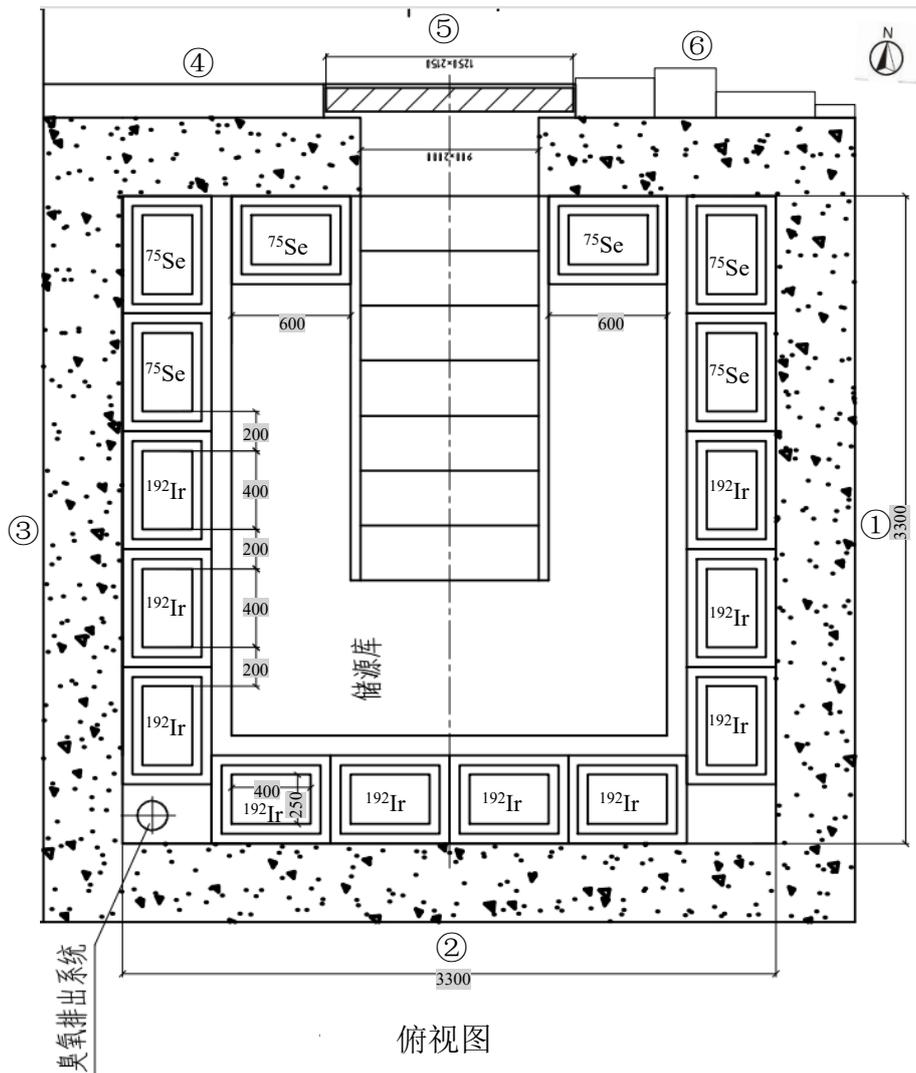
4#-源库北侧屏蔽墙外 30cm 处；

5#-源库北侧防护门外 30cm 处；

6#-源库北侧屏蔽墙外 30cm 处；

7#-源库顶部上方 30cm 处。

本项目源库周围共布设 7 个预测点，预测点布设见图 11-2 所示。



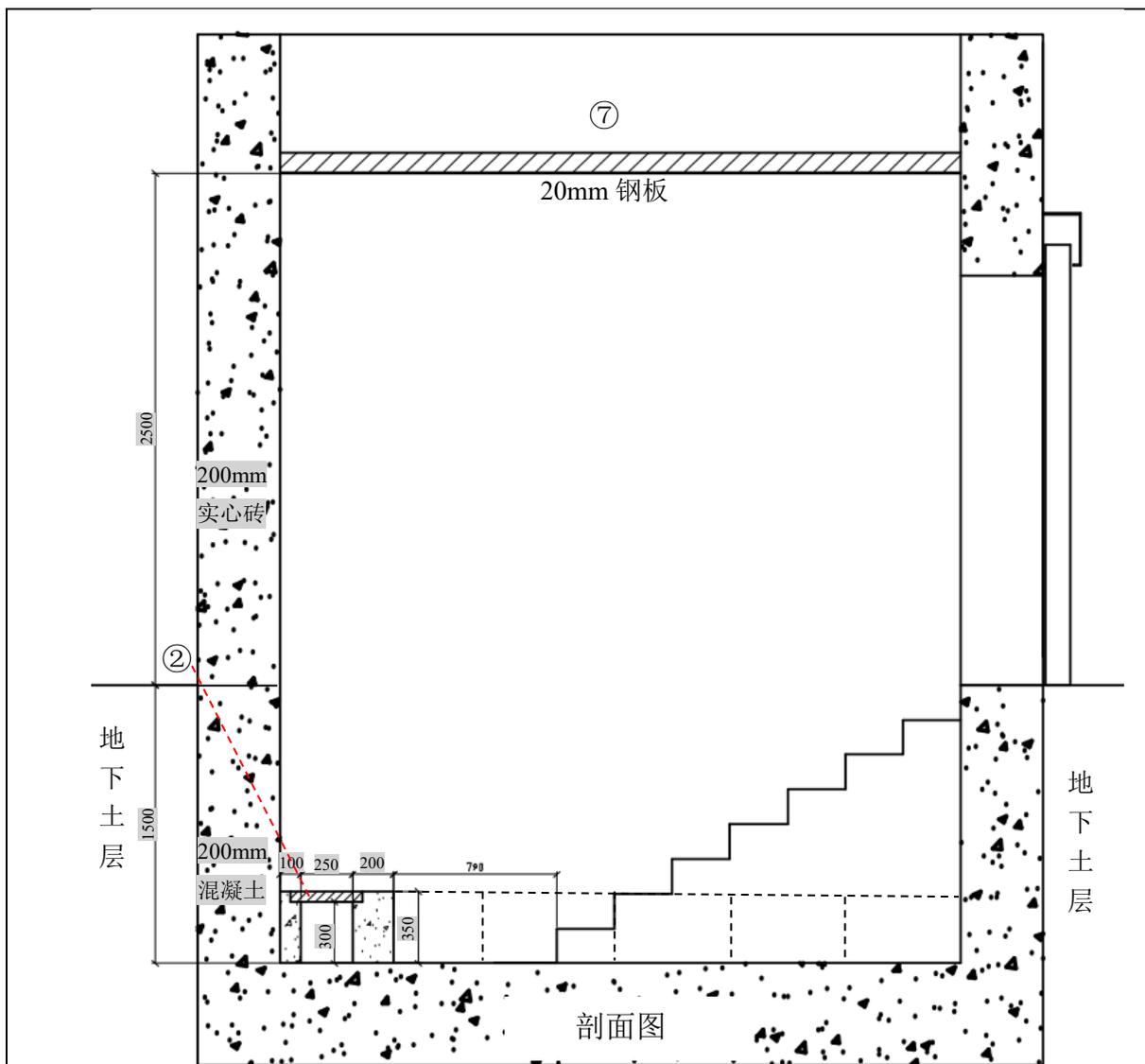


图 11-2 本项目放射源库周围预测点布设示意图

### (1) 放射源屏蔽状态下辐射影响分析

当放射源处于探伤机容器内时，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，P类探伤机的表面空气比释动能率控制值见表 11-3。

表 11-3 照射容器周围剂量当量率控制值

探伤机类别	探伤机代号	最大周围剂量当量率 mSv/h	
		离源容器表面 5cm 处	离源容器表面 100cm 处
手提式	P	0.5	0.02

周围剂量当量率与距离平方成反比，根据公式 11-2 可计算得出距离探伤机不同位置处的辐射水平，具体计算结果见表 11-4。

$$\dot{K}_1 = \dot{K}_0 \cdot (R_0 + L)^2 / (R_1 + L)^2 \quad \text{公式 11-2}$$

式中： $\dot{K}_1$ —距探伤机外表面  $R_1$  处的空气比释动能率，mSv/h；

$\dot{K}_0$ —距探伤机外表面 1m 处的空气比释动能率，mSv/h；

$R_0$ —源容器表面外 1m；

$R_1$ —参考点距源容器表面的距离，m；

$L$ —源贮存位置至探伤机表面距离，取 7cm。

表 11-4 距探伤机放射源不同距离处辐射水平估算结果

距离 $R_1$ (m)	0.37	0.57	1.07	2.07	3.07
周围当量剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	167	70	20	5.3	2.4

注：源贮存位置至探伤机表面距离取 7cm。

通过表 11-4 中计算结果可以看出，工作人员在进行移动探伤机或其他活动的过程中近距离接触  $\gamma$  射线探伤机将受到一定的外照射。因此，实际工作过程中工作人员应注意控制与探伤机接触时间，在进行工件调运以及胶片贴、取等其他工作时还应注意与探伤机保持一定的距离，必要时应穿戴个人防护用品。

## (2) 探伤机贮存过程中对源库外辐射影响分析

南京华中检测有限公司本次拟建放射源库内部源库内部净尺寸为 3300m (长)  $\times$  3300m (宽)  $\times$  4000m (高)，其中底部深入地下 1.5m。源库地下部分四周墙体均为 200mm 混凝土，地上部分四周墙体均为 200mm 实心砖，源库顶部为 2mm 钢板。源库设置 12mm 铅防护移门，设置双人双锁。源库内设置“回”型储源坑（储源坑紧贴源库内部四周而建）用于贮存  $\gamma$  射线探伤机，共 16 个储源坑，每个储源坑单独放置 1 台  $\gamma$  射线探伤机。每个储源坑贴墙一面屏蔽为 100mm 混凝土，远离源库内墙一面均为 20mm 混凝土， $^{75}\text{Se}$  源坑上方盖板为 12mm 厚铅板， $^{192}\text{Ir}$  源坑上方盖板为 18mm 厚铅板，内部尺寸为 400mm (长)  $\times$  250mm (宽)  $\times$  300mm (高)。南京华中检测有限公司在源库存放的  $\gamma$  射线探伤机应满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中对手提式探伤机表面剂量率的要求：照射容器表面 5cm 处当量剂量率不超过 0.5mSv/h，表面 100cm 处不超过 0.02mSv/h。已知  $^{192}\text{Ir}$  放射源铅的半值层厚度为 3mm，混凝土的半值层厚度为 50mm，钢的半值层厚度为 14mm； $^{75}\text{Se}$  放射源铅的半值层厚度为 1mm，混凝土的半值层厚度为 30mm，钢的半值层厚度为 9mm。取源库地上部分墙外 30cm 处为预测关注点，源库外关注点的辐射水平预测计算采用以下公式：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-3}$$

上式中：

$H_0$ —距移动  $\gamma$  射线探伤机表面 1m 处剂量率，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），距离探伤机表面 1m 处剂量率不超过  $20\mu\text{Sv/h}$ 。源贮存位置至探伤机表面距离取 7cm，求得距离放射源 1m 处的周围当量剂量率为  $22.9\mu\text{Sv/h}$ ；

$B$ —屏蔽透射因子，对于给定屏蔽物质厚度  $X$ ，相应的辐射屏蔽透射因子  $B=2^{-X/HVL}$ ，半值层厚度 HVL 通过《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中表 A.2 得到；

公司源库源坑内暂存 10 台  $^{192}\text{Ir}$  移动式  $\gamma$  射线探伤机及 6 台  $^{75}\text{Se}$  移动式  $\gamma$  射线探伤机时，保守估算，源库周围剂量率计算结果见表 11-5。

表 11-5 源库外关注点辐射剂量率计算参数及结果

序号	点位描述	屏蔽材料及厚度 <sup>①</sup> (mm)	放射源/ 数量	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$B$	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	东墙	200 砼+18mmPb	$^{192}\text{Ir}\times 4$	$22.9\times 4$	$9.77\text{E}-04$	1.58	$3.58\text{E}-02$
		200 砼+12mmPb	$^{75}\text{Se}\times 2$	$22.9\times 2$	$2.40\text{E}-06$		$4.40\text{E}-05$
2	南墙	200 砼+18mmPb	$^{192}\text{Ir}\times 6$	$22.9\times 6$	$9.77\text{E}-04$	1.58	$5.38\text{E}-02$
3	西墙	200 砼+18mmPb	$^{192}\text{Ir}\times 4$	$22.9\times 4$	$9.77\text{E}-04$	1.58	$3.58\text{E}-02$
		200 砼+12mmPb	$^{75}\text{Se}\times 2$	$22.9\times 2$	$2.40\text{E}-06$		$4.40\text{E}-05$
4	北墙	200 砼+12mmPb	$^{75}\text{Se}\times 2$	$22.9\times 2$	$2.40\text{E}-06$	1.58	$4.40\text{E}-05$
5	防护门	12mmPb +12mmPb	$^{75}\text{Se}\times 4$	$22.9\times 4$	$5.98\text{E}-08$	1.85	$1.60\text{E}-06$
6	北墙	200 砼+12mmPb	$^{75}\text{Se}\times 2$	$22.9\times 2$	$2.40\text{E}-06$	1.58	$4.40\text{E}-05$
7	顶部	20mm 钢板 +18mmPb	$^{192}\text{Ir}\times 10$	$22.9\times 10$	$5.80\text{E}-03$	4.2	$7.53\text{E}-02$
		20mm 钢板 +12mmPb	$^{75}\text{Se}\times 6$	$22.9\times 6$	$5.23\text{E}-05$		$4.07\text{E}-04$

注：①理论计算时屏蔽材料厚度保守值；

$R_{\text{东墙}}$ —探伤机内放射源至源库地上部分墙外表面距离 1.28m+参考点 0.3m=1.58m；

$R_{\text{南墙}}$ —探伤机内放射源至源库地上部分墙外表面距离 1.28m+参考点 0.3m=1.58m；

$R_{\text{西墙}}$ —探伤机内放射源至源库地上部分墙外表面距离 1.28m+参考点 0.3m=1.58m；

$R_{\text{北墙}}$ —探伤机内放射源至源库地上部分墙外表面距离 1.28m+参考点 0.3m=1.58m；

$R_{\text{防护门}}$ —探伤机内放射源至防护门外表面距离 1.55m+参考点 0.3m=1.85m；

$R_{\text{顶部}}$ —探伤机内放射源至源库顶部外表面距离 3.9m+参考点 0.3m=4.2m。

从表 11-5 中估算结果可以看出，当该公司 16 台  $\gamma$  射线探伤机（10 台  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机及 6 台  $^{75}\text{Se}$   $\gamma$  射线探伤机）全部在放射源库内贮存时，放射源库外表面 30cm 处最大辐射水平合计为  $7.53\text{E}-02\mu\text{Sv/h}$ （源库上方），能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中放射源贮存库外周围当量剂量率小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的要求，该放

射源库防护设计方案能够满足  $\gamma$  射线探伤机贮存要求。

### (3) 探伤机贮存过程中对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，假设人员进入源库距离源坑 0.5m。原库内距离源坑 0.5m 处辐射水平估算结果见表 11-6。

表 11-6 源库内距离源坑 0.5m 处辐射水平估算结果

参考点位置	6 台 $^{75}\text{Se}\gamma$ 射线探伤机	10 台 $^{192}\text{Iry}$ 射线探伤机
1m 处剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	22.9	22.9
屏蔽措施	12mm 铅板	18mm 铅板
$B$	2.44E-04	1.56E-02
距离 (m)	0.5	0.5
距离源坑 0.5m 处辐射水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.13	14.29
合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	14.42	

从表 11-6 中估算结果可以看出，当该公司 16 枚  $\gamma$  射线探伤机（10 台  $^{192}\text{Iry}$  射线探伤机及 6 台  $^{75}\text{Se}\gamma$  射线探伤机）全部在放射源库内贮存时，源库内距离源坑 0.5m 处辐射剂量率为  $14.42\mu\text{Sv/h}$ ，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。

## 二、保护目标有效剂量评价

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 11-3 所示。

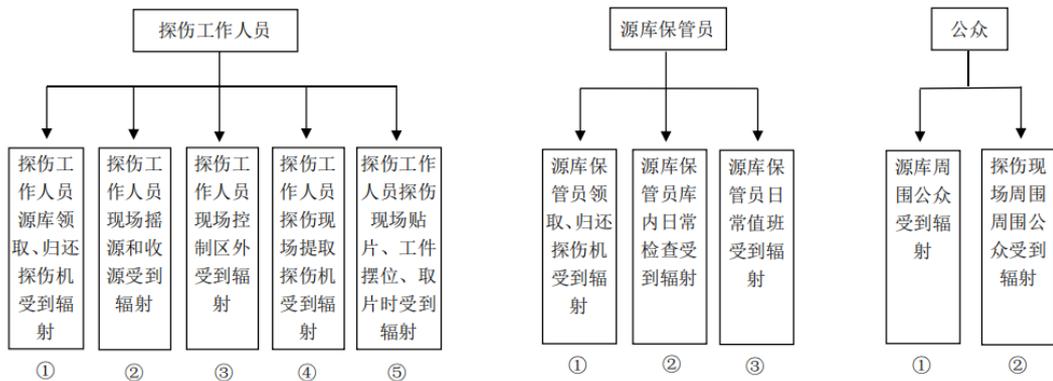


图 11-3 本项目人员具体受照情况

### 1、辐射工作人员年有效剂量估算

根据图 11-3 受照情况分析,本项目探伤工作人员和源库保管员年有效剂量估算见表 11-7 和表 11-8。

表 11-7 本项目探伤工作人员年有效剂量估算

关注点	情形	关注点辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效时间 (h)	年受照剂量 (mSv/a)	合计 (mSv/a)	目标管理值 (mSv/a)	评价
探伤工作人员	①	167	3.33	0.56	4.65	5	满足
	②	2.8E+03	0.44	1.24			
	③	15	100	1.5			
	④	167	6.67	1.11			
	⑤	2.4	100	0.24			

注：情形①：探伤工作人员距探伤机 0.3m, 参照表 11-4, 关注点剂量率取  $167\mu\text{Sv/h}$ , 探伤工作人员按 1min/次、2 次/天、100 天/年, 共计 3.33h;

情形②： $\gamma$  射线探伤机摇源和收源时辐射工作人员距离输源管 15m, 根据公式 11-1, 求得  $^{192}\text{Ir}$  出源瞬间周围当量剂量率为  $2.8\text{mSv/h}$  ( $^{192}\text{Ir}$  周围剂量当量率常数大于  $^{75}\text{Se}$ , 放射源活度相同,  $^{192}\text{Ir}$  放射源辐射影响较大, 保守均按照  $^{192}\text{Ir}$  计算)。每次摇源和收源放射源在输源管内时间约为 2s, 4 次/天、100 天/年, 共计 0.44h;

情形③：探伤工作人员位于划定控制区边界, 辐射剂量率保守取  $15\mu\text{Sv/h}$ , 探伤工作人员每人每年开展探伤时间约 100h;

情形④：探伤工作人员距探伤机 0.3m, 参照表 11-4, 关注点剂量率取  $167\mu\text{Sv/h}$ , 探伤工作人员按 1min/次、4 次/天、100 天/年, 共计 6.67h;

情形⑤：探伤工作人员距探伤机 3m, 参照表 11-4, 关注点剂量率取  $2.4\mu\text{Sv/h}$ , 探伤工作人员按 1h/天、100 天/年, 共计 100h。

表 11-8 本项目源库保管员年有效剂量估算

关注点	情形	关注点辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效时间 (h)	年受照剂量 (mSv/a)	合计 (mSv/a)	目标管理值 (mSv/a)	评价
源库保管员	①	167	8.33	1.39	2.15	5	满足
	②	14.42	42	0.61			
	③	7.53E-02	2000	0.15			

注：情形①：源库保管员距探伤机 0.3m, 参照表 11-4, 关注点剂量率取  $167\mu\text{Sv/h}$ , 探伤工作人员按 1min/次、2 次/天、250 天/年, 共计 8.33h;

情形②：根据表 11-6, 原库内辐射剂量率为  $14.42\mu\text{Sv/h}$ , 源库保管员原库内停留时间按 5min/次、2 次/天、250 天/年, 共计约 42h;

情形③：根据表 11-5, 源库周围最大辐射剂量率为  $7.53\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ , 源库看管实行三班制, 每

日值班 8h, 按 250 天/年估算, 共计 2000h。

## 2、公众年有效剂量估算

### (1) 源库周围公众年有效剂量估算

根据表 11-5 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表 11-9 和表 11-10。

表 11-9 放射源库周围公众剂量计算结果

参数		屏蔽体	东墙	南墙	西墙	北墙	防护门
		$\dot{H}_{c,d}$ 估算值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		3.58E-02	5.38E-02	3.58E-02	8.80E-05
$U$ 居留因子			1	1	1	1	1
$T$ 居留因子			1/8	1	1/8	1/8	1/8
$t$ 照射时间 (h)			2000	2000	2000	2000	2000
参考点处 剂量水平 (mSv/a)	$\dot{H}$ 估算值		<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01
	$\dot{H}_c$ 控制值		0.1				
			公众				
评价结果			满足	满足	满足	满足	满足

注: 1.源库顶部人员不可达;

2.受照时间取公众有可能逗留的时间(每周 8h, 年 50 周, 共 2000h)。

表 11-10 放射源库周围保护目标剂量计算结果

体 参数		屏蔽	东侧 (13#厂房 和服务中 心)	南侧 (14#厂 房)	西南侧 (8#厂 房)	西侧 (7#厂房)	北侧 (12#01 厂 房)	北侧 (10#厂 房)
		$\dot{H}_{c,d}$ 估算值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		3.58E-02	5.38E-02	5.38E-02	3.58E-02	8.80E-05
$U$ 使用因子			1	1	1	1	1	1
$T$ 居留因子			1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
距离 (m)			30	15	20	15	9	48
$t$ 照射时间 (h)			2000	2000	2000	2000	2000	2000
参考点 处 剂量水 平 (mSv/ a)	$\dot{H}$ 估 算值		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	$\dot{H}_c$ 控制 值		0.1					
			公众					
评价结果			满足	满足	满足	满足	满足	满足

注: 1.源库顶部人员不可达;

2.受照时间取公众有可能逗留的时间（每周 8h，年 50 周，共 2000h）。

## （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现场，工作场所不固定，周围公众不确定。周围公众按照  $\gamma$  射线移动探伤监督区边界  $2.5\mu\text{Sv/h}$  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  $0.005\text{mSv}$ 。

综上，本项目辐射工作人员年有效剂量最大为  $4.65\text{mSv}$ ；周围公众年有效剂量最大为  $0.06\text{mSv}$ ，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  $5\text{mSv}$ ，公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ ）。

## 三、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  $\gamma$  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  $\gamma$  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  $\gamma$  射线源一样，按照协议规定返回生产单位或原出口方。

（3）当所有辐射源从源库移走后，建设单位按监管机构要求办理相关手续。

（4）清除源库场所所有电离辐射警告标志和安全告知。

（5）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。

## 四、三废治理评价

### 1、废气处理措施

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，对周围大气环境的影响较小。

### 2、废水处理措施

①本项目工作人员产生的生活污水依托厂区已有的环保设施进行处理；

②洗片产生的洗片废液及废定(显)影液作为危险废物先暂存于公司危废暂存间,后送交有资质单位处置(已与南通惠民固废处置技术公司签订危险废物处置合同,见附件6)。

### 3、固体废物

①本项目工作人员产生的少量生活垃圾依托厂区已有的环保设施进行处理;

②洗片过程产生的废胶片暂存于洗片室,集中统一送交有资质单位处置(本项目建设单位还未和有资质的处置单位签订合同);

③ $\gamma$ 射线探伤机内 $^{75}\text{Se}$ 放射源使用约12个月后退役、 $^{192}\text{Ir}$ 放射源使用约6个月后将退役,产生的退役放射源将由原生产厂家回收(退役放射源回收协议见附件6);

④ $\gamma$ 射线探伤机使用满十年后将退役,其中 $\gamma$ 射线探伤机中掺入贫铀的屏蔽装置与退役 $\gamma$ 放射源一样对待处理。

### 事故影响分析

本项目为使用II类放射源,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。**本项目可能发生的辐射事故:**

1)伽马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 $\gamma$ 射线泄露;

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)伽马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 $\gamma$ 射线外照射;

5)在正常的 $\gamma$ 射线探伤时,会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 $\gamma$ 射线外照射;在 $\gamma$ 射线探伤机运输过程中对运输人员产生 $\gamma$ 射线外照射;放射源在暂存库中有小部分穿过放射源暂存库屏蔽体(包括铅板、屏蔽墙、项)泄漏到工作场所及周围环境中,对周围的工作人员和公众产生 $\gamma$ 射线外照射等。

6) 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。

**本项目针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：**

1) 由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  $\gamma$  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照要求执行，辐射工作人员通过考核后方可从事探伤作业，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《放射性物质安全运输规程》等相关要求严格执行。

4) 移动  $\gamma$  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  $\gamma$  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) 一旦发生辐射事故，公司应立即启动企业内部事故应急方案，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。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

南京华中检测有限公司拟将南京市六合区龙池街道康正路 8 号第一期 12#02 厂房内改造 1 座放射源库，并新增 16 台移动  $\gamma$  射线探伤机。改造内容为：将 12#厂房西南角的电梯井改造为放射源库，库内拟设置 16 个源坑，每个源坑内计划暂存 1 台移动  $\gamma$  射线探伤机，共计划暂存 16 台移动  $\gamma$  射线探伤机（10 台  $^{192}\text{Ir}$  移动  $\gamma$  射线探伤机，单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ；6 台  $^{75}\text{Se}$  移动  $\gamma$  射线探伤机，单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ），均属 II 类放射源。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用 II 类射线装置及 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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的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。

目前，南京华中检测有限公司已根据现有核技术利用项目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（见附件7）。公司应根据本次扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  射线探伤项目修订相关文件，明确公司相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。辐射工作人员（探伤工作人员、安全员和源库管理人员）和辐射工作管理人员须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，并参加“ $\gamma$ 射线探伤”考核，考核合格后方可上岗；同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

**辐射安全管理规章制度**

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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用放射性同位素、射线装置的单位要“有健全操作规程、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、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。南京华中检测有限公司已根据现有放射源库及移动  $\gamma$  射线探伤核技术利

用项目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，并制定了相应的辐射安全规章制度（见附件 7），应针对本项目具体情况完善现有相关制度，并在以后的实际工作中不断对各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。现对各项制度提出相应的建议和要求：

**辐射防护和安全保卫制度：**明确进行  $\gamma$  射线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。明确含源  $\gamma$  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、剂量监测报警装置和监控装置进行 24h 监控，放射源核实时有 2 人在场； $\gamma$  探伤机在探伤现场时的保管落实到个人， $\gamma$  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。

**操作规程：**明确辐射工作人员的资质条件要求， $\gamma$  射线探伤作业时至少 2 名探伤工作人员同时在场，并配备 1 名现场安全员，所有辐射工作人员必须佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪，移动  $\gamma$  射线探伤在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态。 $\gamma$  探伤工作前，辐射工作人员应检查  $\gamma$  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。明确移动式  $\gamma$  射线探伤控制区和监督区设置要求、方法。明确  $\gamma$  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  $\gamma$  辐射测量仪检测进行确认和记录，避免事故发生。

**设备检修维护制度：**明确  $\gamma$  射线探伤装置安全使用期限为 10 年，使用达到使用年限之前及时报废。明确  $\gamma$  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  $\gamma$  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  $\gamma$  探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对  $\gamma$  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  $\gamma$  探伤装置。

**岗位职责：**明确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。明确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 $\gamma$ 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。

**人员培训计划：**制定人员培训计划，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。

**台账管理制度：**制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度。定期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 $\gamma$ 探伤机时，使用 $\gamma$ 辐射剂量仪进行监测，确认放射源在探伤机中；归还 $\gamma$ 探伤机时，使用 $\gamma$ 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。

**放射源进出库登记制度：**公司现场探伤人员领用和归还 $\gamma$ 射线探伤机时，源库管理人员均应对人员、设备、领用/归还时间、表面剂量监测等信息进行登记，双方核对无误后签字确认。

**放射源运输管理：**制定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。

**$\gamma$ 探伤装置跨区手续办理：**公司将 $\gamma$ 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。

**放射源暂存管理制度：**公司放射源库应设置防盗门，双人双锁管理，库内设在线X- $\gamma$ 剂量实时监测报警系统、监控设备和防盗报警设施；放射源不能和爆炸物品、腐

蚀性物品一起存放；源库的相应位置设置电离辐射警告标志。

**监测方案：**制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。对辐射工作人员进行个人剂量监测并建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门调查处理。

### 辐射监测

根据辐射管理要求，南京华中检测有限公司目前已配备辐射巡测仪 20 台和个人剂量报警仪 40 台，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

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；

⑤领用、交还  $\gamma$  射线探伤机时，进行辐射水平测量，确保放射源在探伤机内。

南京华中检测有限公司须根据上述监测计划，明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用放射源和射线装置的单位，应当对本单位的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。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

### 辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，建立辐射事故应急预案，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③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；
- ④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤辐射事故调查、报告和处理程序；
- ⑥制定辐射事故应急演练计划，定期开展事故应急演练。

对于在公司定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在1小时之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部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府生态环境和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

南京华中检测有限公司已经制定了《放射源意外事故应急预案》，该预案已包括成立辐射事故应急处理领导小组、应急预案领导小组的职责、放射性事故应急处理的责任划分、放射性事故应急处理程序和放射性事故的调查等内容。由辐射事故应急处理领导小组组织各相关部门，定期（1次/年）开展应急培训演练，在物资、通讯、技术、人员、经费等准备方面均加以落实。公司开展核技术利用项目至今，暂未发生辐射事故。

表 13 结论与建议

## 结论

### 一、项目概况

南京华中检测有限公司拟将南京市六合区龙池街道康正路 8 号江北智荟港第一期 12#02 厂房内改造 1 座放射源库，并新增 16 台移动  $\gamma$  射线探伤机。改造内容为：将 12#02 厂房西南角的电梯井改造为放射源库，库内拟设置 16 个源坑，每个源坑内计划暂存 1 台移动  $\gamma$  射线探伤机，共计划暂存 16 台移动  $\gamma$  射线探伤机（10 台  $^{192}\text{Ir}$  移动  $\gamma$  射线探伤机，单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ；6 台  $^{75}\text{Se}$  移动  $\gamma$  射线探伤机，单枚最大活度  $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ），均属 II 类放射源。

### 二、产业政策相符性

本次扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  射线探伤项目，对照《产业结构调整指导目录（2021 年修订本）》和《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》（2013 年修正），不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家和江苏省现行的产业政策。

### 三、实践正当性

本项目的运行，可对公司生产的产品开展无损检测工作，控制产品质量，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的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，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

### 四、选址合理性

南京华中检测有限公司本次扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  射线探伤项目位于南京市六合区龙池街道康正路 8 号江北智荟港第一期 12#厂房。江北智荟港第一期东侧为南京登峰重工集团有限公司和江苏苏体运动科技科技有限公司，南侧为康正路，西侧为荒地，北侧为荒地及青芦线。本项目所在 12#厂房位于江北智荟港第一期南部，12#厂房东侧依次为园区道路、13#厂房和服务中心，南侧依次为厂区道路和 14#厂房（南京沃斯特自动化设备有限公司），西侧依次为园区道路和 7#厂房，北侧依次为园区道路和 10#厂房。

本项目放射源库拟建址为电梯井，位于 12#02 厂房的西南部，厂房为地上三层建筑（电梯井直通三楼），下方为土层，拟建源库东侧为原电梯井预留配电间，南侧为楼梯间，西侧为厂房外园区道路，北侧为厂房内入口处。

本项目拟建放射源库周围 50m 评价范围为 12#02 厂房、12#01 厂房、园区道路、7#厂房、8#厂房（兆奇大厦）、10#厂房、13#厂房、服务中心、14#厂房（南京沃斯特自动化设备有限公司），评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要是辐射工作人员、其他工作人员和周围公众等。

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），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目拟建址评价范围内不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。

本项目拟将放射源库内部作为控制区，将与源库相邻的原电梯井配电间作为监督区。拟在源库防护门外设置电离辐射警告标志及中文警示说明。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》（GB 18871-2002）中关于辐射场所的分区规定。

本项目在开展移动式  $\gamma$  射线现场探伤作业时，根据现场具体情况，利用辐射巡测仪进行巡测，拟将厂区内探伤区域周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围划为控制区，并拟在其边界设置明显的警戒线及“当心电离辐射”警告标志，边界上悬挂清晰的“禁止进入射线探伤区”警示标志，探伤期间禁止任何人员进入；公司拟将控制区边界外、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。该布局满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区要求。

## 五、辐射环境现状评价

南京华中检测有限公司拟扩建放射源库拟建址及其周围环境  $\gamma$  辐射剂量率在  $63\text{nGy/h}\sim 74\text{nGy/h}$  之间，在江苏省室内及道路  $\gamma$  辐射（空气吸收）剂量率水平

涨落之间。

## 六、环境影响评价

根据理论估算结果，南京华中检测有限公司扩建放射源库及新增移动 $\gamma$ 射线探伤项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照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）。

## 七、“三废”的处理处置

本项目 $\gamma$ 移动探伤预计每年会产生退役放射源，建设单位与放射源生产销售单位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，将按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。本项目 $\gamma$ 射线探伤机使用满十年后将退役，其中 $\gamma$ 射线探伤机中掺入贫铀的屏蔽装置与退役 $\gamma$ 放射源一样对待处理。本项目探伤时产生的 $\gamma$ 射线可使空气电离从而产生的少量臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

## 八、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

南京华中检测有限公司公司在开展移动式 $\gamma$ 射线现场探伤作业时，根据现场具体情况，利用辐射巡测仪进行巡测，拟将厂区内探伤区域周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，并拟在其边界设置明显的警戒线及“当心电离辐射”警告标志，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线探伤区”警示标志，探伤期间禁止任何人员进入；公司拟将控制区边界外、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，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。辐射工作人员穿戴好工作服、工作鞋及安全帽，佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，辐射工作人员延时开机后退至控制区外操作。

南京华中检测有限公司拟对放射源库采取相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：①放射源库设计防水、防火结构，源库内禁止存放爆炸物品、腐蚀物品等；②放射源库拟设置在线X- $\gamma$ 剂量实时监测报警系统、红外报警系统和录像监控系统，通过监控装置对源库进行24小时监控，并与公安部门联网；③放射源库拟采用防盗门，实行双人双锁管理，确保放射源安全；④放射源库防护门外及

周围设置醒目、规范的电离辐射警示标志，严禁无关人员进入；⑤放射源库建立出入库台账及定期清点制度，建立领取、收回登记和安全检查、剂量测量制度。落实以上措施后，本项目安全措施满足安全管理要求。

### 九、辐射安全管理评价

目前，南京华中检测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，建议根据本报告的要求，对照《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》，建立符合公司实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

南京华中检测有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 17 台和个人剂量报警仪 36 台，还需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。所有辐射工作人员和辐射工作管理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，只有在其通过考核后才能正式从事相应的辐射工作，并及时安排辐射安全培训证书到期的辐射工作人员进行再培训及考核。

综上所述，南京华中检测有限公司扩建放射源库及新增移动  $\gamma$  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，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

### 建议与承诺

1、该项目运行中，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，以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、各项安全措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。定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

3、公司取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，最长

不超过 12 个月。

## 辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资（万元）
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构,或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。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》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	<p><b>屏蔽措施:</b>本项目放射源库内部源库内部净尺寸为 3300m（长）×3300m（宽）×4000m（高），其中底部深入地下 1.5m。源库地下部分四周墙体均为 200mm 混凝土，地上部分四周墙体均为 200mm 实心砖，源库顶部为 2mm 钢板。源库设置 12mm 铅防护移门，设置双人双锁。源库内设置“回”型储源坑（储源坑紧贴源库内部四周而建）用于贮存 <math>\gamma</math> 射线探伤机，共 16 个储源坑。每个储源坑贴墙一面屏蔽为 100mm 混凝土，远离源库内墙一面均为 20mm 混凝土，<math>^{75}\text{Se}</math> 源坑上方盖板为 12mm 厚铅板，<math>^{192}\text{Ir}</math> 源坑上方盖板为 18mm 厚铅板，源坑内部尺寸为 400mm（长）×250mm（宽）×300mm（高）。</p> <p><b>安全措施(联锁装置、警示标志、工作指示灯等):</b>在开展移动式 <math>\gamma</math> 射线现场探伤作业时，根据现场具体情况，利用辐射巡测仪进行巡测，拟将厂区内探伤区域周围剂量当量率大于 <math>15\mu\text{Sv/h}</math> 的范围划为控制区，并拟在其边界设置明显的警戒线及“当心电离辐射”警告标志，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线探伤区”警示标志，探伤期间禁止任何人员进入；公司拟将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 <math>2.5\mu\text{Sv/h}</math> 的范围划为监督区，并确保厂界周围剂量当量率满足不大于 <math>2.5\mu\text{Sv/h}</math> 的要求，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。辐射工作人员穿戴好工作服、工作鞋及安全帽，佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，辐射工作人员延时开机后退至控制区外操作。</p>	<p>满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求。</p> <p>满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的相关要求。</p>	22
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》要求。	/

	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。		
	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。		
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪17台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	18
	拟配备个人剂量报警仪36台。		
辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度:根据环评要求,按照项目的实际情况,补充相关内容,建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	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》有关要求。	/
总计	/	/	40

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

## 表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人签字

公章

年 月 日

审批意见：

经办人签字

公章

年 月 日