

# 核技术利用建设项目

中国核工业二三建设有限公司秦山分公司

X、 $\gamma$  射线室内探伤与移动探伤扩建项目

环境影响报告表

(公示稿)

中国核工业二三建设有限公司秦山分公司

2023 年 7 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

中国核工业二三建设有限公司秦山分公司

X、 $\gamma$  射线室内探伤与移动探伤扩建项目

## 环境影响报告表

建设单位名称：中国核工业二三建设有限公司秦山分公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号

邮政编码：314300

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

## 目 录

表 1	项目基本情况 .....	2
表 2	放射源 .....	18
表 3	非密封放射性物质 .....	18
表 4	射线装置 .....	19
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	20
表 6	评价依据 .....	21
表 7	保护目标与评价标准 .....	24
表 8	环境质量和辐射现状 .....	33
表 9	项目工程分析与源项 .....	38
表 10	辐射安全与防护 .....	54
表 11	环境影响分析.....	70
表 12	辐射安全管理 .....	86
表 13	结论与建议 .....	117
表 14	审批 .....	123

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	中国核工业二三建设有限公司秦山分公司 X、γ 射线室内探伤与移动探伤扩建项目				
建设单位	中国核工业二三建设有限公司秦山分公司				
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址	浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号				
项目建设地点	固定探伤：浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路188号探伤室内 移动探伤：全国范围内各客户工作现场				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	220	项目环保投资（万元）	150	投资比例（环保投资/总投资）	68.18%
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 用放射性药物		
		<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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

**1.1 项目概述**

**1.1.1 建设单位简介**

中国核工业二三建设有限公司秦山分公司（以下简称“公司”，统一社会信用代码为：913304243299750491），注册地址位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号。公司成立于 2015 年 03 月 13 日，是一家专业从事施工总承包、专业承包、通用设备制造等业务的其他有限责任公司分公司。

现厂区位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号，2015 年总投资 2200 万元，新拍用地 45762 平方米，建设装配车间、涂装车间、酸洗车间、焊培车间与研

发车间等设施，总建筑面积 27741.7 平方米，形成年产 7200 吨通用设备的生产能力。其《中国核工业二三建设有限公司秦山分公司年产 7200 吨通用设备建设项目环境影响报告书》于 2015 年 11 月 16 日获得原海盐县环境保护局的环评批复：盐环建[2015]145 号。

2022 年，公司拟对原厂房进行扩建，新增用地面积 2353.4 平方米，建筑面积 3703 平方米，扩容仓库，新增构筑物占地面积 2024.64m<sup>2</sup>，用于设置管道生产线及附属办公用房；拆除原材料库后新建辐射探伤室，占地面积 320m<sup>2</sup>。通过购买新设备、升级老设备的形式，以达到相应的节能、提产需求，项目建成后可形成在原有 7200 吨通用设备年产能的基础上，提升 1000 吨通用设备产能，达到总年产 8200 吨通用设备的能力。《中国核工业二三建设有限公司秦山分公司厂房改扩建项目》项目已获得海盐县经济和信息化局出具的项目备案（赋码）信息表，项目代码为：2206-330424-07-02-119343。

中国核工业二三建设有限公司东方核电工程公司（以下简称东方公司）和中国核工业二三建设有限公司秦山分公司（以下简称秦山分公司）均为中国核工业二三建设有限公司所属的非独立法人分公司。东方公司原为秦山分公司上级管理单位，东方公司持有辐射安全许可证（浙环辐证[F0005]），批准的活动种类和范围为：使用 II 类放射源；使用 II 类射线装置。许可使用 5 枚 II 类放射源（包括 1 枚 <sup>75</sup>Se 和 4 枚 <sup>192</sup>Ir）和 8 台 X 射线装置，主要用于压力容器、管道焊接接头室内探伤和全国范围现场探伤使用。因中国核工业二三建设有限公司内部结构调整，为保障《中国核工业二三建设有限公司秦山分公司年产 7200 吨通用设备建设项目改扩建工程》建成后的产品质量，东方公司原有人员、设备、场地均划归秦山分公司管理，故东方公司现有核技术利用活动也一并由秦山分公司进行管理，由秦山分公司负全部责任。故 2022 年 11 月 25 日向浙江省生态环境厅申请将辐射安全许可证持证单位由东方公司变更为秦山分公司，法定代表人赵健变更为赵振方，持证单位注册地址由浙江省海盐县武原街道环城南路 125 号变更为浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号，涉源部门及涉源地址不变。

### 1.1.2 项目任务由来

由于公司产能扩张 1000 吨通用设备且考虑总年产 8200 吨生产过程中负荷的不均衡性，原有室内探伤规模已经不能满足公司自生产的通用设备等产品的无损探伤检测工作。公司拟在原有 1#探伤室的西侧扩建 3 间探伤室（2#~4#探伤室），新增 2 台 X 射线探伤机、6 台  $\gamma$  射线探伤机（其中 <sup>192</sup>Ir- $\gamma$  射线探伤机 3 台，<sup>75</sup>Se- $\gamma$  射线探伤机 3 台，每台探伤装置内含 1 枚放射源 <sup>192</sup>Ir 或 <sup>75</sup>Se，出厂活度均为  $3.7 \times 10^{12}$ Bq，属于 II 类放射源），对公司自生产的通用设备等产品进行无损探伤检测工作；同时所有的  $\gamma$  射线探伤机和 X 射线探伤机均用于全

国范围内各客户工作场所的移动探伤，原有管电压 250kV 以下 X 射线探伤机用于公司的装配车间指定区域内移动探伤的规模不变， $\gamma$  射线探伤机不得用于公司的装配车间内移动探伤。本项目实施前后公司的探伤装置许可规模与应用规模见表 1-1。

**表 1-1 本项目实施前后公司的探伤装置许可规模与应用规模一览表**

实施前已许可规模	实施后拟许可规模
5 台 $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$ 射线探伤机，1 台 $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$ 射线探伤机， 8 台 X 射线探伤机	8 台 $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$ 射线探伤机，4 台 $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$ 射线探伤机， 10 台 X 射线探伤机

根据原环境保护部、国家卫生计生委公告2017年第66号《关于发布射线装置分类的公告》，本项目X射线探伤机归入到“工业用X射线探伤装置”的范畴，属于II类射线装置；根据原国家环境保护总局公告 2005 年 第 62 号《关于发布放射源分类办法的公告》，本项目放射源均属于II类放射源。对照中华人民共和国生态环境部令第16号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目。本次评价内容为使用II类射线装置，使用II类放射源，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，中国核工业二三建设有限公司秦山分公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行辐射环境影响评价，环评委托书见附件1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《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）的相关要求，编制完成了本项目的的环境影响报告表。

### 1.1.3 项目建设内容与规模

#### 1.1.3.1 X、 $\gamma$ 射线室内探伤建设内容与规模

公司拟在浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号生产区西北侧拆除现有原料库，新建 3 间探伤室（2#~4#探伤室），建设 1 间暗室及评片室、1 间危废库（原有危废暂存于原料库，原料库拟拆除）等辅助房间；新增 2 台 X 射线探伤机、6 台移动式  $\gamma$  射线探伤机（其中  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机 3 台， $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$  射线探伤机 3 台，每台探伤装置内含 1 枚放射源  $^{192}\text{Ir}$  或  $^{75}\text{Se}$ ，出厂活度均为  $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，属于 II 类放射源），对公司自生产的通用设备等产品进行无损探伤检测工作。

1 号探伤室使用的 X 射线探伤机、 $\gamma$  放射源扩建前后均不变，且已在 2016 年《X、 $\gamma$  射线探伤项目（迁扩建）环境影响报告表》进行环境影响评价获得环评批复：浙环辐[2016]3 号，因此 1 号探伤室本次环评不重复作评价；现有储源库增加了贮存放射源的数量，重新

进行环境影响评价。本次新增的 2#~4#探伤室共使用 10 台 X 射线探伤机和 2 种放射源（ $\gamma$  射线探伤机）中任意一种进行无损检测，同一探伤室内不存在 2 台及 2 台以上 X 射线探伤机或  $\gamma$  射线探伤机同时出束同时出束的情形。

### 1.1.3.2X、 $\gamma$ 射线移动探伤建设内容与规模

在现有使用规模的基础上，公司计划新增 2 台 X 射线探伤机、3 台  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机和 3 台  $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$  射线探伤机，每台  $\gamma$  射线探伤机内含 1 枚放射源，所有放射源的额定装源活度均为  $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ /枚，属于 II 类放射源。

车间内 X 射线移动探伤使用的 X 射线探伤机型号与数量及探伤位置扩建前后均不变，且已在 2016 年《X、 $\gamma$  射线探伤项目（迁扩建）环境影响报告表》进行环境影响评价获得环评批复：浙环辐 [2016]3 号，因此车间内 X 射线移动探伤本次环评不重复作评价；所有的  $\gamma$  射线探伤机和 X 射线探伤机均用于全国范围内各客户工作场所的移动探伤，同时依托现有放射源暂存库的储源坑用于放射源的存放，并在新建的暗室和危废暂存间等辅助用房开展洗片工作和危险废物的暂存。

待本项目实施后，公司最终的辐射活动规模为 10 台 X 射线探伤机、12 台  $\gamma$  射线探伤机（其中  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机 8 台； $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$  射线探伤机 4 台）。本项目建成后公司共配置的放射源一览表见表 1-2，共配置的 X 射线探伤机一览表见表 1-3。

表 1-2 本项目建成后公司共配置的放射源（ $\gamma$  射线探伤机）一览表

核素名称	最大出厂活度 (Bq) ×枚数	类别	用途	贮存方式与地点	备注
$^{192}\text{Ir}$	$3.7 \times 10^{12} \times 5$ 枚	II类	室内探伤、 移动探伤	现有储源库的 源坑内	现有放射源
$^{192}\text{Ir}$	$3.7 \times 10^{12} \times 3$ 枚	II类	室内探伤、 移动探伤	现有储源库的 源坑内	新增放射源， 本次环评
$^{75}\text{Se}$	$3.7 \times 10^{12} \times 1$ 枚	II类	室内探伤、 移动探伤	现有储源库的 源坑内	现有放射源
$^{75}\text{Se}$	$3.7 \times 10^{12} \times 3$ 枚	II类	室内探伤、 移动探伤	现有储源库的 源坑内	新增放射源， 本次环评

表 1-3 本项目建成后公司共配置的 X 射线探伤机一览表

设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压 /管电流	工作场所
X射线探伤机（定向）	II类	XXG-2005	2台	200kV, 5mA	现有探伤机，1#~4#探伤室室内探伤、装配车间内现场探伤、全国范围客户移动探伤
X射线探伤机（定向）	II类	YG-XD200	1台	200kV, 5mA	
X射线探伤机（定向）	II类	XXG-2505	3台	250kV, 5mA	
X射线探伤机（定向）	II类	YG-XD300	1台	300kV, 5mA	
X射线探伤机（周向）	II类	XXH-3005Z	1台	300kV, 5mA	现有探伤机，1#~4#探伤室室内探伤、全国范围客户移动探伤

X射线探伤机（定向）	II类	XXG-1605	1台	160kV, 5mA	新增探伤机, 2#~4#探伤室室内探伤、全国范围客户移动探伤
X射线探伤机（定向）	II类	XXG-3505	1台	350kV, 5mA	新增探伤机, 2#~4#探伤室室内探伤、全国范围客户移动探伤

### 1.1.4 劳动定员及工作负荷

#### (1) 劳动定员

公司现有辐射工作人员 20 名，本项目拟新增配备辐射工作人员 9 名。公司辐射工作人员不承担探伤设备检修工作，且不兼职其他辐射工作岗位；设备检修均由设备生产厂家承担。公司辐射工作人员的配置情况一览表见表 1-4。

表1-4 公司辐射工作人员配置情况一览表

工作场所	现有辐射工作人员	新增辐射工作人员	合计
1#探伤室	3名	/	3名
2#~4#探伤室	/	每间探伤室2名	6名
放射源暂存库	2名源库管理员	/	2名
车间内移动探伤	3个工作组（每组3名）	/	9名
各客户移动探伤	2个工作组（每组3名）	1个工作组（每组3人）	9名
合计	20名	9名	29名

#### (2) 工作负荷

本项目各辐射工作场所的工作负荷情况见表1-5。

表1-5 本项目各辐射工作场所的工作负荷情况

工作场所	工作时间	年拍片张数/年探伤工件数	单次拍片出束时间	工作场所周出束总时间	工作场所年出束总时间
2#探伤室	每天工作8小时，每年工作300天（50周）	X射线：10000张	3min	10h	500h
		γ射线：10000张	3min	10h	500h
3#探伤室		X射线：10000张	3min	10h	500h
		γ射线：10000张	3min	10h	500h
4#探伤室		X射线：10000张	3min	10h	500h
		γ射线：10000张	3min	10h	500h
全国各客户工作现场移动探伤		合计拍片5000张（每个客户现场探伤约30张片，每次移动探伤出束总时间约为1h，共为3个工作小组承担）			

## 1.2 相关规划、产业政策与实践正当性符合性分析

### 1.2.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路188号，根据建设单位提供的场所证明文件（不动产权证见附件3），项目用地性质为工业用地，且周围无环境制约

因素，符合土地利用规划。

### 1.2.2 《海盐核电小镇总体规划》符合性

《海盐核电小镇总体规划》的主要内容如下：

#### (1) 空间范围

海盐核电小镇位于海盐秦山街道北片，东到老 01 省道，西到规划双北路，北接代里桥港，南至规划万兴路，总规划面积约 3.3 平方公里。

#### (2) 空间结构

在空间布局上形成两大功能片区，秦山大道以东为核电关联产业区，引导产业集聚、用地集约；秦山大道以西为生活配套服务区，统筹考虑居住及各类服务设施用地，紧凑布局，提高土地利用效率，优化资源配置。

按照合理分区、产城融合、突出特色的总体思路，采用组团布局、远近结合、滚动发展的开发模式，以核电大道、秦山大道、百尺南路为轴线，以功能组团为载体，以点连轴、以轴带面，加快形成“一核两区”的空间总体开发格局。

一核：核电运行服务与展示中心，即小镇客厅。位于秦山大道和百尺南路之间、核电大道两侧，用地面积约 0.5 平方公里。利用秦山大道和核电大道的区位优势，依托核电科技馆、核电产业大楼、中国核电工程公司海盐调试基地等项目，集聚发展技术研发、工程设计、运行维护、教育培训等核电生产性服务业和核电科普展示、科技体验等核电科技旅游项目，为核电站提供建设和运行管理服务，建成国内重要的核电运行服务基地，成为中国核电城和海盐核电小镇的标志性区域。

两区：即核电关联产业区和生活配套服务区。依托现状发展基础，围绕核电运行服务与展示中心，以秦山大道为界，东西两侧分别形成以产业和生活为主的两个功能区，建设重点有所侧重，形成规模效应，减少相互干扰，并加强功能区之间的互动和协作，实现产城融合。

——核能关联产业区：位于秦山大道以东，区域面积约 1.46 平方公里，包括两个工业组团和一个产业服务节点。依托秦山大道和核电大道两条发展轴线，积极发展核电辅助设备制造和核电重装设备等核电关联产业，营建生态协调、环境优美、特色鲜明的产业环境，成为国内新兴的核电设备制造基地。

——生活配套服务区：位于秦山大道以西，区域面积约 1.34 平方公里（不含核电运行服务与展示中心），包括一个生活服务中心和两个居住社区，可居住约 1.1 万人。结合秦山新市镇建设，集中布局居住、公共管理与公共服务、商业等功能，突出核电大道和百尺南

路两条公共服务轴线，建设成体现生态、文化、活力、健康、休闲等特色的高品质居住空间。

### **(3) 规划期限**

近期：2015~2017年；远期：2018~2030年。

### **(4) 产业导向**

未来海盐核电小镇将立足于中国核电城和海盐县域，充分依托秦山核电资源和核电关联产业基础，以核电生产性服务业、核电装备制造业和核电工业科技旅游业三大核电产业为核心，积极融入中国核电城产业体系，配套发展居住和商业等生活性服务业，促进产业融合、产城融合和城乡融合，打造宜居、宜业、宜游的核电产业集聚区。产业导向中不涉及与核（辐射）相关的生产内容，不涉及核燃料产业。

符合性分析：本项目建设地点位于海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路188号，根据建设单位提供的场所证明文件（不动产权证见附件3），项目用地性质为工业用地，属于海盐核电小镇总体规划的核电关联产业区内的工业用地。本项目为核技术利用项目，与核电小镇规划的主导产业不冲突，项目符合规划要求。

### **1.2.3 规划环评符合性**

本项目建设地点位于海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路188号，属于核电小镇规划环评中核电关联产业区的工业用地，《海盐核电小镇总体规划环境影响报告书“六张清单”修订报告》清单1和清单5要求详见表1-6和表1-7。

表 1-6 规划单元生态空间清单（清单 1）

小镇内规划区块	环境管控单元名称及编码	生态空间范围示意图	空间约束布局
核电关联产业区(秦山大道以东)	海盐县秦山街道产业集聚重点管控单元 ZH33042420002		<ol style="list-style-type: none"> <li>1.根据产业集聚区块的功能定位,实施分区差别化的产业准入条件。</li> <li>2.优化产业布局 and 结构,合理规划布局三类工业项目,控制三类工业项目布局范围和总体规模,鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和升级改造。</li> <li>3.提高电力、化工、印染、造纸、化纤等重点行业环保准入门槛,控制新增污染物排放量。</li> <li>4.新建涉 VOCs 排放的工业企业全部进入工业功能区,严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求。</li> <li>5.所有改、扩建耗煤项目,严格执行相关新增燃煤和污染物排放减量替代管理要求,且排污强度、能效和碳排放水平必须达到国内先进水平。</li> <li>6.合理规划居住区与工业功能区,在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。</li> </ol>

**符合性分析:** 本项目属于核技术利用项目,不属于三类工业项目,项目不涉及总量替代削减,符合污染物排放总量控制要求,因此项目的建设符合规划单元生态空间清单要求。

**表 1-7 规划单元环境准入条件清单**

区域	分类	行业清单	工艺清单	产品清单	制订依据	
核电关联产业区(秦山大道以东)	禁止准入产业	国家和地方产业政策中规定的禁止类项目。			《海盐县“三线一单”生态环境分区管控方案》中的空间约束布局、《海盐县企业投资项目负面清单》及《产业结构调整目录(2019年本)》	
		水泥制造工业				区域环境质量改善的要求
		危险废物综合利用、处置项目				
		与本规划区内敏感点防护距离不足,公众关注度高或投诉反响强烈的项目				
		不具备接入排污管网的项目				
		重污染、高风险及严重影响生态项目				
	畜禽养殖					
		严格控制酸洗、磷化等涉及表面处理类的工业项目(不参与环评等级的降低)				
		与小镇规划产业导向一致的建设项目,有部分为涉重项目,本次规划环评不再单独提出要求,其符合相关政策及审批要求即可。				
	限制准入产业	其他与小镇产业导向不符的项目入驻			小镇的主导产业为核电生产性服务业、核电装备制造业和核电工业科技旅游业	
	鼓励准入产业	核电生产性服务业、核电装备制造业				

**符合性分析:** 本项目属于核技术利用项目,不属于环境准入清单中禁止准入和限制准

入产业，因此符合规划环评环境准入条件清单要求。

### 1.2.4 “三线一单”符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评〔2021〕108号），“三线一单”是指生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

表 1-8 项目“三线一单”符合性分析表

内容	符合性分析
生态保护红线	根据《海盐县“三线一单”生态环境分区管控方案》和海盐县生态保护红线图，本项目位于“浙江省嘉兴市海盐县秦山街道产业集聚重点管控单元（ZH33042420002）”，本项目所在地周边无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态保护目标，未触及生态保护红线。
环境质量底线	经现场检测，根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场址周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率处于正常本底水平。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，“三废”污染物均采取了合理、有效、可行的处理措施，可以做到达标排放，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，不会突破当地环境质量底线。
资源利用上线	本项目营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等，主要来自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
生态环境准入清单	<p>根据《海盐县“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目属于浙江省嘉兴市海盐秦山街道产业集聚重点管控单元（ZH33042420002），该管控单元的环境准入清单要求如下：</p> <p>1、空间布局约束</p> <p>①根据产业集聚区块的功能定位，实施分区差别化的产业准入条件。②优化产业布局和结构，合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。③提高电力、化工、印染、造纸、化纤等重点行业环保准入门槛，控制新增污染物排放量。④新建涉VOCs排放的工业企业全部进入工业功能区，严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求。⑤所有改、扩建耗煤项目，严格执行相关新增燃煤和污染物排放减量替代管理要求，且排污强度、能效和碳排放水平必须达到国内先进水平。⑥合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。</p> <p>2、污染物排放管控</p> <p>①严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。②新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。③推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。④加强土壤和地下水污染防治与修复。</p> <p>3、环境风险防控</p> <p>①定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险。②强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制；加强风险防控体系建设。</p> <p>4、资源开发效率要求</p> <p>推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。</p> <p>符合性分析： 本项目为核技术利用项目，不属于工业类项目。项目不涉及工业污染物总量排放，</p>

项目产生的危险废物、废气均采取可行有效的收集、处置措施，符合污染物排放管控要求。项目现有厂房，已实现雨污分流，项目不涉及土壤和地下水污染途径。公司按要求已编制辐射事故应急预案，建立常态化隐患排查机制。项目资源仅为市政给水和市政供电，不涉及煤炭等高污染燃料消耗。因此，本项目的实施符合《海盐县“三线一单”生态环境分区管控方案》的管控要求，符合生态环境准入清单的要求。
--

综上所述，本项目不涉及生态保护红线、符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求，本项目的建设符合“三线一单”要求。

### 1.2.5 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据国家发展和改革委员会第49号令《关于修改<产业结构调整指导目录（2019年本）>的决定》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

### 1.2.6 实践正当性分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中4.3“辐射防护要求”，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的目的是为了对自生产的产品或客户的产品进行质检服务，以确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射屏蔽防护和辐射安全管理后，其探伤装置运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合年剂量约束值的要求，也符合《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”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤装置是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用探伤装置是正当可行的。

## 1.3 项目选址及周边环境保护目标

### 1.3.1 公司地理位置及外环境

公司位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号，地理位置见附图 1。公司东侧为无名道路，隔路为浙江博凡动力装备股份有限公司与浙江冠宇电池有限公司；南侧为金禾路，隔路为浙江鸿亿紧固件有限公司；西侧与北侧均为河流。周围环境情况见附图 2，周围环境实景见附图 3。

### 1.3.2 项目地理位置及周边环境

#### （1）室内探伤工作场所位置

本项目 2#~4#探伤室拟建于公司厂区内西北侧区域，东侧约 1m、40m 分别为 1#探伤室与装配车间；南侧紧邻为内部道路，南侧约 12m、38m 分别为仓库与管道车间；西侧紧邻

为过道，西侧约 15m 为河流；北侧紧邻为内部道路，北侧约 23m 为酸洗车间；探伤室夹层为暗室及评片室、危废暂存间等辅助用房，探伤室上层为无人可达平台，无地下层。

## **(2) 移动探伤工作场所位置**

本项目移动探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在全国范围各客户工作场所的施工现场进行， $\gamma$  射线探伤机不得用于公司的装配车间指定区域内移动探伤。

### **1.2.3 放射源暂存库位置**

本项目  $\gamma$  射线探伤机不作业时，全部贮存于现有放射源暂存库内。放射源暂存库位于公司厂区内西北侧，储源室建筑面积约 27m<sup>2</sup>，东侧紧邻 1#探伤室控制室，东侧约 25m 为装配车间；南侧紧邻内部道路，南侧约 12m、38m 分别为仓库与管道车间；西侧紧邻为资源管理室，西侧约 8m 为 2#~4#探伤室；北侧紧邻为 1#探伤室，北侧约 10m、33m 分别为内部道路与酸洗车间。正上方为无人平台，正下方为地坪，无地下室。放射源暂存库具体位置见附图 2。

### **1.2.4 本项目辅助用房**

本项目X射线探伤机贮存于1#探伤室内设备架，在1#探伤室停止运行期间进行设备的出入库工作。本项目的暗室及评片室、危废暂存间等辅助用房位于新建探伤室的夹层，1#探伤室的原有暗室停止使用，原危废暂存间是依托现有的原料库，原料库拟拆除新建探伤室，因此1#~4#探伤室的室内探伤作业、原车间移动探伤作业与厂外移动探伤作业的辅助房间均为新建的暗室及评片室、危废暂存间等辅助用房。辅助用房具体位置见附图6。

### **1.2.5 环境保护目标**

本项目环境保护目标为本项目辐射工作人员、公司其他工作人员和公众人员。

### **1.2.6 选址合理性分析**

本项目位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路188号生产区西北侧，不新增用地。根据建设单位提供的不动产权证（附件3），本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。本项目探伤室、放射源暂存库与管道车间指定区域移动探伤评价范围内主要为公司内部生产车间或仓库、厂内道路、河流等，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

## 1.6 原有核技术利用项目许可情况

### 1.7.1 原有核技术利用项目环评、许可和验收情况

公司于 2022 年 11 月 25 日向浙江省生态环境厅申请将辐射安全许可证持证单位由东方公司变更为秦山分公司，法定代表人赵健变更为赵振方，持证单位注册地址由浙江省海盐县武原街道环城南路 125 号变更为浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号，涉源部门及涉源地址不变。

中国核工业二三建设有限公司秦山分公司最新申领的辐射安全许可证编号为浙环辐[F0005]，有效期至 2026 年 6 月 6 日。许可的种类和范围为：使用 II 类放射源；使用 II 类射线装置。

公司目前已许可的探伤装置为 8 台移动式 X 射线探伤机、6 台移动式  $\gamma$  射线探伤机（其中  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机 5 台； $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$  射线探伤机 1 台）。所有探伤机均已获得辐射安全许可，并通过环保审批和竣工验收，相关手续文件分别见附件 6~7。现有射线装置和放射源台账明细表分别见表 1-9 和表 1-10。

表 1-9 公司已许可且在用的 X 射线探伤机

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压/管电流	用途	工作场所
1	X射线探伤机（定向）	II类	XXG-2005	2台	200kV, 5mA	无损检测	1#探伤室、车间内现场探伤、全国范围移动探伤
2	X射线探伤机（定向）	II类	YG-XD200	1台	200kV, 5mA	无损检测	
3	X射线探伤机（定向）	II类	XXG-2505	3台	250kV, 5mA	无损检测	
4	X射线探伤机（定向）	II类	YG-XD300	1台	300kV, 5mA	无损检测	
5	X射线探伤机（周向）	II类	XXH-3005Z	1台	300kV, 5mA	无损检测	1#探伤室、全国范围移动探伤

注：辐射安全许可证上许可 8 台，实际使用 8 台。

**表 1-10 公司已许可且在用的放射源**

序号	核素名称	类别	数量	出厂活度	出厂日期	标号	编码	储存场所	工作场所
1	<sup>192</sup> Ir	II类	1枚	3.03E+12Bq	2022.11.02	3854YG	0322IR017312	现有放射源暂存库	1#探伤室、全国范围移动探伤
2	<sup>192</sup> Ir	II类	1枚	3.70E+12Bq	2023.03.02	4129YG	0323IR002402		
3	<sup>192</sup> Ir	II类	1枚	3.70E+12Bq	2023.04.28	4316YG	0323IR005232		
4	<sup>75</sup> Se	II类	1枚	3.15E+12Bq	2023.03.02	3877YG	0323SE000682		

注：辐射安全许可证上许可 6 枚；根据最新的辐射许可证的台账，实际使用 4 枚放射源。

### 1.7.1 辐射安全管理现状

#### (1) 现有辐射安全防护管理机构成立

中国核工业二三建设有限公司秦山分公司已成立以赵振方为组长的辐射安全防护管理机构，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。小组人员组成上涵盖了现有核技术利用项目涉及的部门，在框架上基本符合要求；明确了相关负责人和各成员及其职责，内容较为完善，见附件13。

#### (2) 现有辐射安全规章制度的制定情况

中国核工业二三建设有限公司秦山分公司已制定《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《使用场所安全措施》、《岗位职责》、《工业X射线机操作规程》、《γ射线探伤机操作规程》、《放射源使用登记制度》、《探伤设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训计划、体检与保健制度》、《监测方案》、《储源库防护与保卫制度》、《订购、运输及退役处理制度》等辐射安全管理制度。公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。

#### (3) 现有辐射工作人员管理

据统计，公司现有辐射工作人员合计20名，详细情况见表1-11。

表1-11 现有辐射工作人员情况一览表

序号	姓名	培训时间	辐射安全与防护培训证书编号	2022年个人剂量监测结果 (mSv)				职业健康检查 时间/结论
				第1 季度	第2 季度	第3 季度	第4 季度	
1	郭金辉	2023.02 2023.02	FS23ZJ1200058 FS23ZJ1100026	M	0.01	0.06	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
2	代继生	2020.05 2023.05	FS20ZJ1200059 FS20ZJ1100045	0.09	0.03	0.05	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
3	陶伟	2020.04 2020.06	FS20ZJ1200010 FS20ZJ1100070	M	M	0.03	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
4	王月	2023.02 2023.02	FS23ZJ1200044 FS23ZJ1100017	0.02	M	0.04	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
5	袁康顺	2023.02 2022.06	FS23ZJ1200056 FS22ZJ1100310	M	M	0.03	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
6	周徐涛	2020.04 2020.04	FS20ZJ1100013 FS20ZJ1200001	M	0.02	0.04	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
7	王迪雅	2020.0 4 2020.0 5	FS20ZJ1100012 FS20ZJ1200049	M	M	0.14	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
8	赵哲晗	2020.12	FS20ZJ1200599	M	M	0.03	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
9	陈真枢	2020.12 2020.12	FS20ZJ1200598 FS20ZJ1100362	/	/	M	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
10	王童	2020.12 2020.12	FS20ZJ1200671 FS20ZJ1100363	0.13	M	0.01	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
11	汤凯华	2021.04 2021.04	FS21ZJ1200294 FS21ZJ1100255	/	0.08	0.02	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
12	张大路	2021.09 2021.09	FS21ZJ1201044 FS21ZJ1100831	/	/	M	0.05	2022年05月/可 继续原放射工 作
13	廖永红	2021.06 2021.06	FS21ZJ1200566 FS21ZJ1100623	0.01	0.03	0.12	0.15	2022年05月/可 继续原放射工 作
14	席小红	2021.06 2021.06	FS21ZJ1200568 FS21ZJ1100622	M	0.39	0.05	0.04	2022年05月/可 继续原放射工 作
15	郭文文	2021.06 2021.06	FS21ZJ1200569 FS21ZJ1100621	0.10	0.01	0.32	M	2022年05月/可 继续原放射工

								作
16	张竣云	2021.04 2023.03	FS21ZJ1100256 FS23HN1200044	0.07	M	0.10	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
17	马本成	2022.05 2022.05	FS22BJ1200325 FS22BJ1100167	M	M	0.04	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
18	张小红	2023.05 2023.05	FS23GS1200114 FS23GS1100050	/	/	M	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
19	曾小飞	2022.05 2022.05	FS22BJ1100168 FS22BJ1200326	M	0.02	0.14	M	2022年05月/可 继续原放射工 作
20	桑晨磊	2022.06 2022.06	FS22ZJ1200479 FS22ZJ1100313	/	/	M	M	2022年05月/可 继续原放射工 作

①所有辐射工作人员均持有有效的辐射安全与防护证书，符合持证上岗的要求。

②20名辐射工作人员为已参加探伤工作的操作人员，均配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案。单名辐射工作人员的年有效剂量为0.48mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对辐射工作人员“剂量限值”的要求，也符合年剂量约束值的要求。人员均已开展职业健康体检，并建立了职业健康监护档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过2年。在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作，健康无异常。

#### （4）现有防护用品与辐射监测仪器

公司每年准备相应资金采购更新辐射安全防护设施和设备，现有防护用品与辐射监测仪器与统计清单见表1-12，可以满足现阶段的现场探伤工作要求。

**表1-12 现有防护用品与辐射监测仪器清单**

序号	名称	数量
1	辐射巡测仪	3台
2	个人剂量计	20枚
3	个人剂量报警仪	16台
4	导向管、控制缆和遥控	4组
5	准直器	8组
6	电离辐射警告标牌	10个
7	电离辐射警示标志	10个
8	工作状态指示灯	10个
9	声音提示装置	2个
10	对讲装置	2个

11	警戒绳（不低于400m）	500m
12	铅屏风	3个
13	储源罐	6个
14	应急箱（包括放射源的远距离处理工具）	1个
15	其他辅助设备（夹钳和定位辅助设施）	4套
16	铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜	各2套

#### （5）“三废”处理

公司现有核技术利用项目运行过程中无放射性废气、放射性废水产生，“三废”污染物主要为废旧放射源、探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及臭氧和氮氧化物等。目前公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了放射性同位素转让及退役源协议，废旧放射源均按照国家相关法律规定及时进行收贮，详见附件11；公司现有辐射活动2022年共产生危废3.7吨，已与嘉兴市洪源环境科技有限公司签订了危废委托处置协议（见附件9），危废集中收集后统一交由有资质单位进行处理，2022年部分危废转移联单见附件10。探伤室已设置机械排风系统，少量的臭氧和氮氧化物通过风管引至室外，影响较小。车间移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，经空气稀释和自然分解后，对周围环境影响较小。

#### （6）场所检测与年度评估

现有项目每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度监测，工作场所周围的辐射剂量率均能满足相关标准的要求，并于每年1月31日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。

#### （7）辐射事故应急

公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件13。公司拟定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

**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	3.7×10 <sup>12</sup> Bq×3 枚	II类	使用	无损探伤	1#~4#探伤室、 全国范围移动探伤	密封, 不作业时统一存放于放射源暂 存库	新增, 本次评价
2	<sup>75</sup> Se	3.7×10 <sup>12</sup> Bq×3 枚	II类	使用	无损探伤	1#~4#探伤室、 全国范围移动探伤	密封, 不作业时统一存放于放射源暂 存库	新增, 本次评价

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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
本项目不涉及										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机 (定向机)	II类	1 台	XXG-1605	160	5	无损探伤	2#~4#探伤室、 全国范围移动探伤	拟购，本次评价
2	X 射线探伤机 (定向机)	II类	1 台	XXG-3505	350	5	无损探伤		拟购，本次评价

(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	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废放射源	固态	$^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}$	根据实际情况更换				暂存于放射源暂存库的储源坑（柜）内	由供源单位回收处理。
臭氧和臭氧化物	气态	/	/	/	少量	少量	不暂存	直接排入大气，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气
废显（定）影液	液态	/	/	约 54kg	约 650kg	/	集中存放于危废暂存间	定期委托有嘉兴市洪源环境科技有限公司处理处置
洗片废水	液态	/	/	约 271kg	约 3250kg	/		
废胶片	固态	/	/	约 0.54kg	约 6.5kg	/		

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

法律文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法 (2014 年修订)》，主席令第九号，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 年修订)》，主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法 (2020 年修订)》，主席令第四十三号，2020 年 9 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，2017 年 10 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 年修改)》，国务院令 709 号，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和防护管理办法》，原环境保护部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法 (2021 年修改)》，生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性物品运输安全管理条例》，国务院令 562 号，2010 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(12) 《关于发布放射源分类办法的公告》，原国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号，2005 年 12 月 23 日起施行；</p> <p>(13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发〔2006〕145 号，原国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(14) 《放射性物品运输安全许可管理办法 (2021 年修改)》，生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(15) 《放射性物品道路运输管理规定 (2016 年修改)》，交通运输部令 2016 年第 71 号，2016 年 9 月 2 日起施行；</p> <p>(16) 《关于印发〈关于 <math>\gamma</math> 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》，环发〔2007〕8</p>
------	---

号，原国家环境保护总局，2007年1月15日起施行；

(17)《关于做好放射性废物(源)收贮工作的通知》，环办辐射函〔2017〕609号，原环境保护部办公厅，2017年4月21日起施行；

(18)《放射性废物的分类》，原环境保护部、工业和信息化部与国防科工局公告2017年第65号，2018年1月1日起施行；

(19)《关于修改〈产业结构调整指导目录(2019年本)〉的决定》，国家发展和改革委员会令49号，2021年12月30日起施行；

(20)《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》，环环评〔2021〕108号，生态环境部办公厅，2021年11月19日印发；

(21)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》，生态环境部令16号，2021年1月1日起施行；

(22)《国家危险废物名录(2021年版)》，生态环境部令15号，2021年1月1日起施行；

(23)《危险废物转移管理办法》，生态环境部令23号，2022年1月1日起施行；

(24)《关于发布〈建设项目危险废物环境影响评价指南〉的公告》，原环境保护部公告2017年第43号，2017年9月1日印发；

(25)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2019年12月24日印发；

(26)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，生态环境部令9号，2019年11月1日起施行；

(27)《浙江省建设项目环境保护管理办法(2021年修正)》，浙江省人民政府令388号，2021年2月10日起施行；

(28)《浙江省辐射环境管理办法(2021年修正)》，浙江省人民政府令388号，2021年2月10日起施行；

(29)关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2015年本)》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单(2015年本)》的通知，浙环发〔2015〕38号，原浙江省环境保护厅，2015年10月23日起施行；

(30)关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2019年本)》的通知，浙环发〔2019〕22号，浙江省生态环境厅，2019年12月20日起施行；

	<p>(31)《浙江省生态环境厅关于印发&lt;浙江省 <math>\gamma</math> 射线 移动探伤作业辐射安全管理规定&gt;的通知》，浙环发〔2022〕30号，浙江省生态环境厅，2023年2月3日起施行；</p> <p>(32)《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号，2022年8月1日起施行。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>(1)《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)；</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(3)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(4)《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及第1号修改单；</p> <p>(5)《<math>\gamma</math>射线探伤机》(GB/T 14058-2008)；</p> <p>(6)《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)，2003年4月1日实施；</p> <p>(7)《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》(GA 1002-2012)，2012年9月1日实施；</p> <p>(8)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(9)《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(10)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(11)《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；</p> <p>(12)《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020)；</p> <p>(13)《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)；</p> <p>(14)《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)及第1号修改单。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1)《辐射防护导论》，方杰主编；</p> <p>(2)公司提供的其他与工程建设有关的技术资料。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 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）的规定：“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）”，同时参考《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）第 8.4.2.3 条款规定：“在常规运输条件下，运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h，在距运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 0.1mSv/h”，并结合本项目的辐射污染特点，最终确定本项目评价范围为：

（1）2#~4#探伤室实体边界 50m 区域；

（2）放射源暂存库实体边界 50m 区域；

（3）运输时：运输车辆外 2m 范围内；临时贮存时：保险箱外 1m 范围内；移动探伤时，评价范围为各射线探伤机监督区范围，其中 X 射线探伤机最大监督区范围为 186m，<sup>192</sup>Ir- $\gamma$  射线探伤机移动探伤最大监督区范围为 307m，<sup>75</sup>Se- $\gamma$  射线探伤机移动探伤最大监督区范围为 226m。

### 7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为本项目辐射工作人员、公司其他工作人员和公众人员，具体见表7-1~表7-3。

表7-1 本项目2#~4#探伤室主要环境保护目标

保护目标	所在位置	相对方位	与探伤室边界最近距离	人员规模
辐射工作人员	控制室、暗室及评片室、危废暂存间 专用运输车内及周围	南侧、上层	紧邻	6人
公众人员	资源管理室	东侧	紧邻	2人
	装配车间	东侧	40m	约50人
	内部道路	南侧	紧邻	约50人/天
	仓库	南侧	12m	约3人
	管道车间	南侧	38m	约30人
	过道	西侧	紧邻	约10人/天
	河流	西侧	15m	约5人/天
	内部道路	北侧	紧邻	约50人/天
	酸洗车间	北侧	23m	约40人

表7-2 本项目放射源暂存库主要环境保护目标

保护目标	所在位置	相对方位	与放射源暂存库边界最近距离	人员规模
辐射工作人员	放射源暂存库内及周围	东侧	紧邻	2人
公众人员	装配车间	东侧	25m	约50人
	内部道路	南侧	紧邻	约50人/天
	仓库	南侧	12m	约3人
	管道车间	南侧	38m	约30人
	资源管理室	西侧	紧邻	约2人
	过道	西侧	36m	约10人/天
	内部道路	北侧	10m	约50人/天
	酸洗车间	北侧	33m	约40人

表7-3 本项目各客户工作场所移动探伤主要环境保护目标

保护目标	所在位置	相对方位	与移动探伤区域（探伤机）边界最近距离	人员规模
辐射工作人员	专用运输车内及周围、移动探伤控制区外、临时贮存的保险箱周围	/	/	9人
公众人员	探伤工作场所周围公众人员	/	监督区边界	不定
	运输车周围	/	0~2m	不定
	临时贮存的保险箱周围	/	0~1m	不定

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

#### 一、剂量限值

##### B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 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；

##### B1.2 公众照射

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下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

#### 二、剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 11.4.3.2 条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”，本次评价保守取相应剂量限值的 25%作为本项目剂量约束值管理目标，即职业照射剂量约束值为

5mSv/a; 公众照射剂量约束值为 0.25mSv/a。

### 7.3.2 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

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 600kV 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 GBZ128 的要求进行个人剂量监测, 按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 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。

#### 6 固定式探伤的放射防护要求

##### 6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全, 操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理, 分区管理应符合 GB18871 的要求

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值应不大于  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ , 对公众场所, 其值应不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ;

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时, 探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3;

b) 对没有人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水

平通常可取  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

## 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$  剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$  剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

## 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、接触的人员与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

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

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

### 7.2 分区设置

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

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

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

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

式中：

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

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

$\tau$ ——每周实际开机时间，单位为小时（h）。

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射

线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

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

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

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X- $\gamma$  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

7.5.1.2 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。

### 7.3.3 《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）

本标准规定了常规运输条件、正常运输条件和运输事故条件下放射性物品运输安全要求。本标准适用于放射性物品（包括伴随使用的放射性物质）的陆地、水上和空中任何方式的运输。

8.4.2.3 应按下述要求控制货物集装箱的装载及货包、集合包装和货物集装箱的存放：

b) 在常规运输条件下，运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h，在距运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 0.1mSv/h。

### 7.3.4 《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

三、使用探伤装置单位的要求：（一）～（十六），相应条款内容见本报告章节 10.1.4.9 表 10-2。

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

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

#### 3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射

辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

### 3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

### 7.3.6 本项目管理目标

#### （1）剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中11.4.3.2条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”，遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取相应剂量限值的四分之一作为本项目剂量约束值管理目标，具体见表7-3。

表7-3 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5mSv/a
公众照射有效剂量	0.25mSv/a

#### （2）辐射剂量率控制值

##### ①辐射剂量率控制值

本项目辐射工作场所的辐射剂量率控制值如表 7-4 所示。

##### ②关注点的周围剂量当量参考控制水平

关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周。

表 7-4 本项目各辐射工作场所的辐射剂量率控制值

工作场所	关注点	辐射剂量率控制值
探伤室	探伤室四周墙外、防护门外 30cm 处	2.5 $\mu$ Sv/h
	顶棚 30cm 处	100 $\mu$ Sv/h
现有放射源暂存库	源库四周墙外、防护门外、顶棚 30 cm 处	2.5 $\mu$ Sv/h
X 射线、 $\gamma$ 射线各客户工作场所移动探伤	控制区边界	15 $\mu$ Sv/h
	监督区边界	2.5 $\mu$ Sv/h
<p>注：本项目探伤室上方无已建、拟建建筑物，探伤室旁邻近建筑物不在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100<math>\mu</math>Sv/h。</p>		

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置和场所位置

公司位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号，地理位置见附图 1。公司东侧为无名道路，隔路为浙江博凡动力装备股份有限公司与浙江冠宇电池有限公司；南侧为金禾路，隔路为浙江鸿亿紧固件有限公司；西侧与北侧均为河流。本项目 2#~4#探伤室拟建于公司厂区内西北侧区域，本项目  $\gamma$  射线探伤机不作业时，全部贮存于现有放射源暂存库内，放射源暂存库位于公司厂区内西北侧。周围环境情况见附图 2，周围环境实景见附图 3。

### 8.2 辐射环境质量现状

#### 8.2.1 监测目的

通过现场监测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

#### 8.2.2 监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率。

#### 8.2.3 监测点位

根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等要求，结合现场条件，对本项目各辐射工作场所及周围环境进行监测布点。本项目新建探伤室周围布设 10 个监测点位，已建探伤室与放射源暂存库周围布设 16 个监测点位，布点情况见图 8-1 与图 8-2，监测报告及检测资质见附件 12。

#### 8.2.4 检测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 监测时间：2022 年 11 月 21 日；
- (3) 监测方式：现场检测；
- (4) 监测依据：《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 监测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以 10 秒的间隔读取 10 个数据；
- (6) 天气环境条件：天气：晴；温度：19°C；相对湿度：66%；
- (7) 监测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 监测仪器设备参数

仪器名称	X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H (内置探头: 6150AD-b/H; 外置探头: 6150AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头: 0.05 $\mu$ Sv/h~99.99 $\mu$ Sv/h; 外置探头: 0.01 $\mu$ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头: 20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ ; 外置探头: 60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2022H21-20-3813605002
检定有效期	2022 年 02 月 16 日至 2023 年 02 月 17 日
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

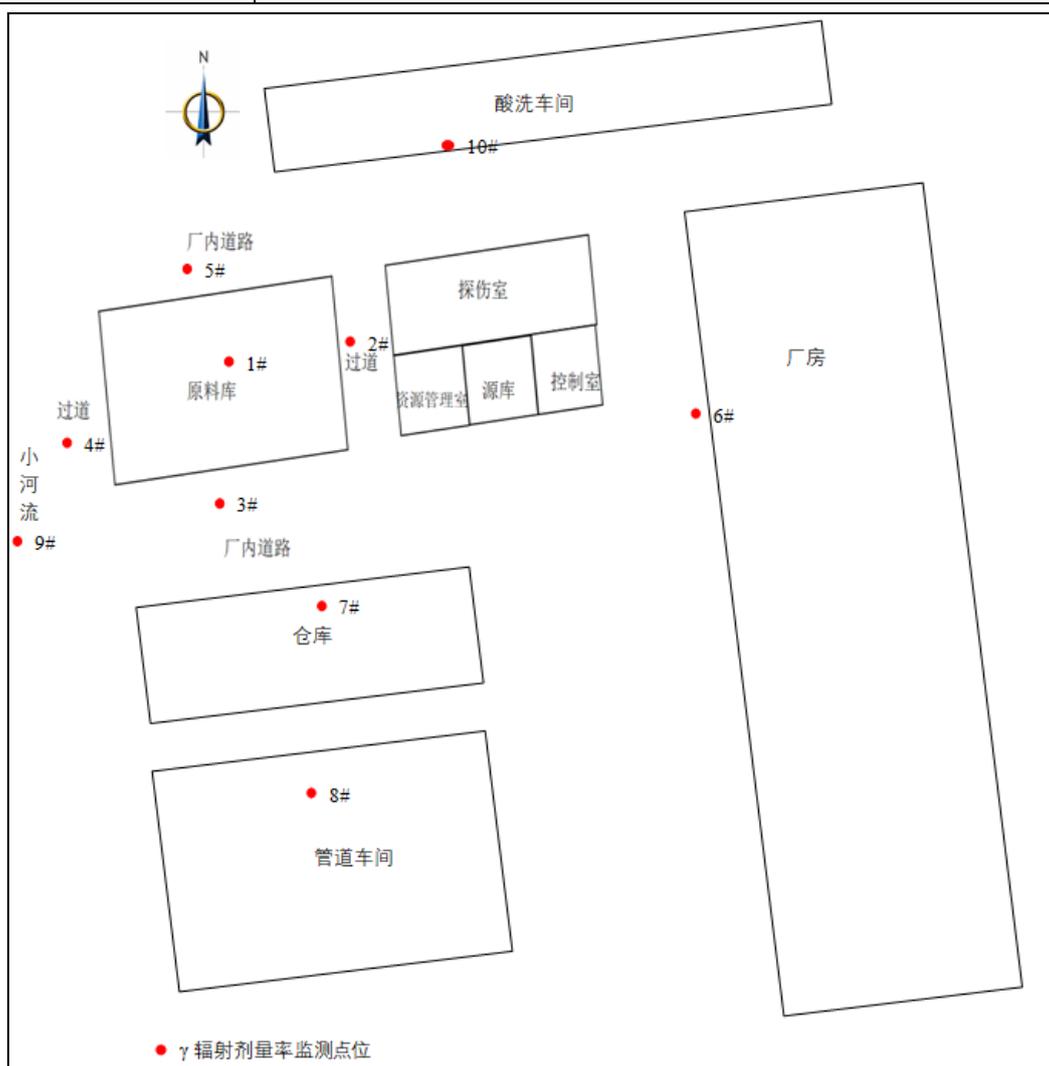


图 8-1 本项目新建探伤室周围辐射质量现状监测点位示意图

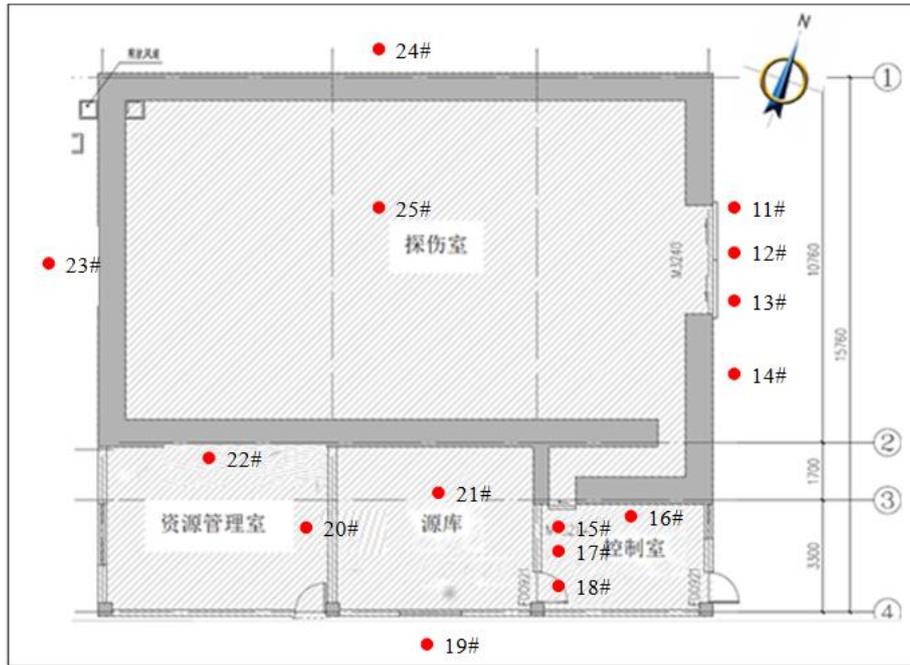


图 8-2 本项目已建探伤室及放射源暂存库周围辐射质量现状监测点位示意图

#### (8) 监测工况

新建探伤室周围为辐射环境本底监测，已建探伤室及放射源暂存库周围监测时探伤室1枚 $^{68}\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 放射源在探伤室内，另有3枚源（1枚 $^{39}\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 放射源、1枚 $^{51}\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 放射源和1枚 $^{29}\text{Ci}^{75}\text{Se}$ 放射源）在放射源暂存库源坑中。

#### 8.2.5 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

#### 8.2.6 监测结果及评价

监测结果见表8-2与表8-3。

表8-2 本项目新建探伤室周围环境辐射质量现状监测结果

测点号	点位描述	检测结果 (nGy/h)	备注
1#	原料库	70	室内
2#	过道	51	室外
3#	厂内道路	51	室外
4#	过道	64	室外
5#	厂内道路	63	室外
6#	厂房	55	室内
7#	仓库	59	室内
8#	管道车间	64	室内
9#	河边	67	室外
10#	酸洗车间	84	室内

注：1、本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为1m，仪器读数稳定后，以10s为间隔读取10个数据；  
 2、本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照JJG393，使用137Cs作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy；  
 3、 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率均已扣除宇宙射线响应值30nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，室内点位取0.8，室外点位取1。

表8-3 本项目已建探伤室及放射源暂存库周围环境辐射质量现状监测结果

测点号	点位描述	检测结果 (nSv/h)	备注
11#	工件进出口防护门外表面（北侧）	118	室外
12#	工件进出口防护门外表面（中部）	121	室外
13#	工件进出口防护门外表面（南侧）	122	室外
14#	探伤室东侧墙外表面	120	室外
15#	探伤室人员门外表面	128	室内
16#	探伤室操作位	133	室内
17#	放射源暂存库东侧墙外表面	135	室内
18#	放射源暂存库门外表面	142	室内
19#	放射源暂存库南侧墙外表面	110	室内
20#	放射源暂存库西侧墙外表面	130	室内
21#	放射源暂存库顶棚	106	室内
22#	探伤室南侧墙外表面	131	室外
23#	探伤室西侧墙外表面	114	室内
24#	探伤室北侧墙外表面	101	室外
25#	探伤室顶棚	101	室外

注：1、本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为1m，仪器读数稳定后，以10s为间隔读取10个数据；  
 2、监测结果均未扣除当地本底值；  
 3、监测时1枚 $^{68}\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 放射源在探伤室内，另有3枚源（1枚 $^{39}\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 放射源、1枚 $^{51}\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 放射源和1枚 $^{29}\text{Ci}^{75}\text{Se}$ 放射源）在放射源库源坑中。

由表8-1可知：本项目新建探伤室各监测点位室内的 $\gamma$ 辐射剂量率在（55~84）nGy/h之间，

室外的 $\gamma$ 辐射剂量率在(51~67) nGy/h之间。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知,嘉兴市室内的 $\gamma$ 辐射(空气吸收)剂量率范围为(76~271) nGy/h,嘉兴市道路上 $\gamma$ 辐射(空气吸收)剂量率为(28~117) nGy/h。因此,本项目新建探伤室周围环境的 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平,未见异常。

由表8-2可知:已建探伤室内1台 $^{192}\text{Ir}\gamma$ 射线探伤机运行时,已建探伤室周围辐射剂量率最大为133nSv/h,满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“探伤室墙和入口门的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ;对不需要人员到达的探伤室顶外30cm处的剂量率参考控制水平不大于100 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。当放射源暂存库内贮存3枚放射源时,源库周围辐射剂量率最大为142nSv/h,满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处,其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于2.5  $\mu\text{Sv/h}$  或者审管部门批准的控制水平”的要求。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 建设阶段工程分析

### 9.1.1 施工期工程分析

本项目施工期涉及到 2#~4#探伤室及控制室等配套用房的施工建设和装修装饰，施工期工艺流程及产污环节如下：

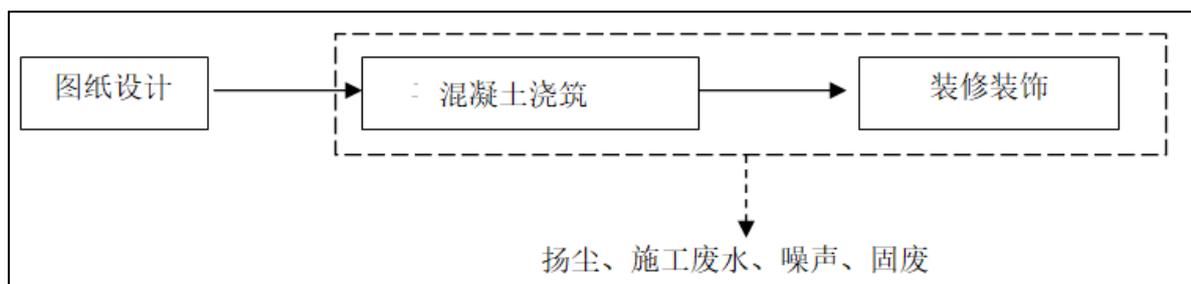


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

本项目施工期污染物主要包括：

#### (1) 扬尘

由于本项目施工期大气污染物主要为扬尘。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑原料或建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

#### (2) 噪声

施工设备应考虑选择低噪音设备，施工过程防止机械噪声的超标。

#### (3) 废水

施工期产生的废水主要为施工废水和施工人员的生活污水，生活污水产量较小，可依托建设单位厂区现有化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网，不得随意排放。

#### (4) 固废

施工过程中产生的建筑垃圾堆放在住建部门指定的地点，严禁随意堆放和倾倒。施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

### 9.1.2 调试期工程分析

本项目设备需要调试（该调试由生产厂家负责），调试阶段会产生 X 射线（X 射线探伤机）、 $\gamma$  射线（ $\gamma$  射线探伤机）、臭氧和氮氧化物，同时设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。调试阶段在已经做好辐射防护的探伤室内进行，张贴电离辐射警告标志，避免无关人员靠近，经墙体的屏蔽及距离衰减后对环境的影响可以接受。

### 9.1.3 建设阶段污染源项

本项目施工期污染源项主要为扬尘、噪声、废水与固废；调试期污染源项主要为少量的废包装材料、X射线、 $\gamma$ 射线、臭氧和氮氧化物。

## 9.2 运行阶段工程分析

### 9.2.1 工艺设备和工艺分析

公司拟在生产厂区西北侧区域新建3间探伤室，拟使用X射线探伤机与 $\gamma$ 射线探伤机对公司自生产的通用设备进行无损探伤。

#### 9.2.2.1 X射线探伤机

##### (1) 设备组成及工作方式

本项目X射线探伤机主要由X射线管头组装体、控制箱及连接电缆组成，具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点。为延长X射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以1:1方式工作和休息，确保X线管充分冷却，防止过热。典型X射线探伤机外观情况见图9-2。



图9-2 典型X射线探伤机外观图

##### (2) 工作原理

X射线探伤机是利用X射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过X射线管产生的X射线对受检工件焊缝处所贴的X线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X射线探伤

机就据此实现探伤目的。

X 射线探伤机主要由 X 射线管头组装体、控制箱及连接电缆组成。X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构见图 9-3。

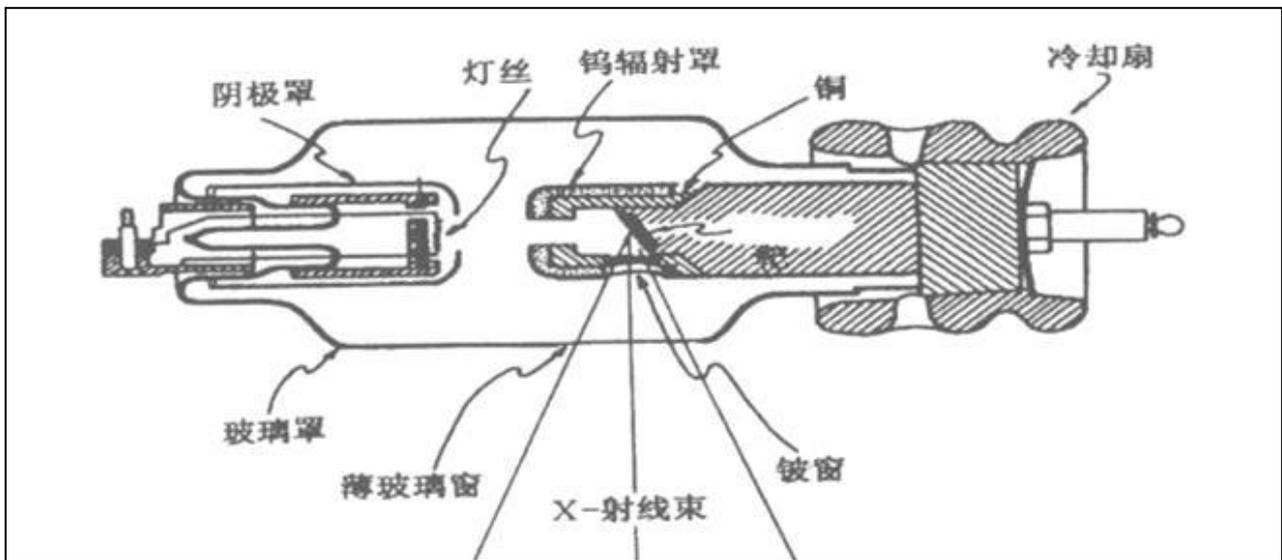


图9-3 典型X射线管结构图

### 9.2.2.2 $\gamma$ 射线探伤机

#### (1) 设备组成及工作方式

$\gamma$  射线探伤机一般由放射源及源容器（贮源容器）、源托、输源管、遥控装置和其他附件组成。源容器是探伤机主体，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。源容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆；另一端通过管接头和输源管连接。未工作时放射源位于芯部的“S”形管道中央，以防射线的直通照射。工作时，用快速接头把输源管和源容器连起来，输源导管的另一端构成照射头，用钥匙打开储源器的安全锁，再转动安全闸环到停止位置，使其指针对准红字“打开”处（即快门已开）；操作自控仪预置启动延迟时间、输源管距离、曝光时间，然后按下“启动”按钮，自控仪将自动完成“送源→曝光→收源”的检测照相过程。

典型  $\gamma$  射线探伤设备外观件见图 9-5，内部结构见图 9-6。



图 9-5 典型  $\gamma$  射线探伤机外观图

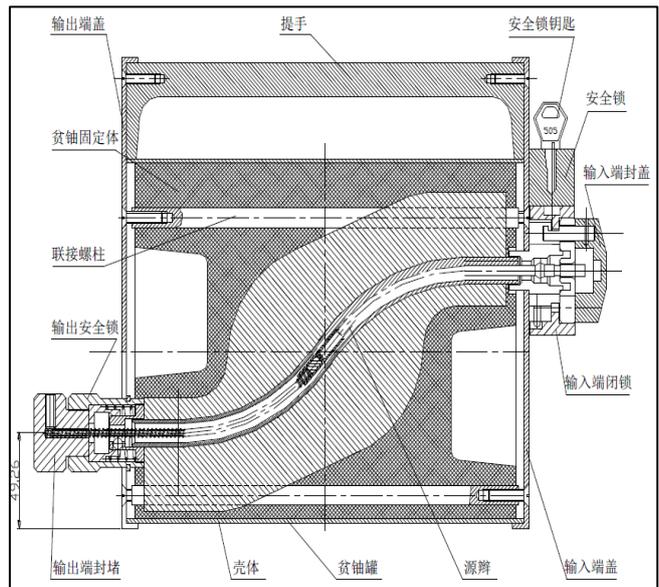


图 9-6 典型  $\gamma$  射线探伤设备内部结构示意图

## (2) 工作原理

$\gamma$  射线探伤机在工作过程中，通过密封源  $^{192}\text{Ir}$  或  $^{75}\text{Se}$  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，显示裂缝所在位置， $\gamma$  射线探伤机据此实现探伤目的的。

### 9.2.2.3X 射线室内探伤工作流程及产污环节

公司使用X射线探伤机在固定的探伤室内探伤，将需要进行射线探伤的工件放置于平板轨道上，从北侧防护门送入探伤室内，设置适当位置，在工件待检部位布设X射线胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，并将工件门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，从探伤工件上取下已经曝光的X片，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，待暗室采用自动洗片机冲洗处理后阅片、评片，完成一次探伤。X射线室内探伤工作流程及产污环节见图9-7。

X射线探伤机贮存于1#探伤室的设备架上，并指定专人管理，制定《射线装置使用登记制度》，对存取X射线探伤机进行登记管理，以确保射线装置的安全监管，防止射线装置意外丢失，对公众人员造成不必要的危害。

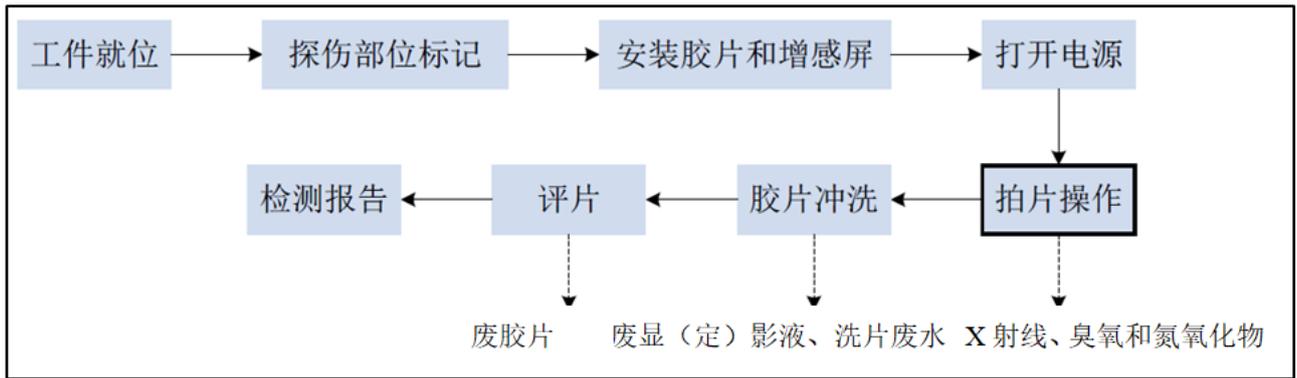


图 9-7 X 射线探伤室内工作流程及产污环节示意图

#### 9.2.2.4 $\gamma$ 射线室内探伤工作流程及产污环节

放射源 $^{192}\text{Ir}$ 或 $^{75}\text{Se}$ 在探伤机出厂时就已安装在探伤机源容器内。探伤机不工作时，放射源位于探伤机内贮存位置，放射源发射的 $\gamma$ 射线通过探伤机自身的贫铀结构屏蔽和防护。

当需要对工件进行探伤操作前，操作人员必须关闭探伤室大门、打开固定式场所辐射探测报警装置，随身佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪。布设胶片并加以编号完毕后，从现有放射源暂存库领取 $\gamma$ 射线探伤机运送至探伤室，放置工件附近，开启探伤机闭锁装置，工作人员清场退出探伤室，关闭探伤室所有防护门。人员在操作室内，接通探伤机电源，通过探伤设备控制面板电动驱动，将放射源推送至曝光位置进行曝光。待曝光结束后，通过电动装置再将放射源收回探伤机贮源位，放射源回位后关闭安全锁。人员打开防护门进入探伤室，将探伤机放回储源坑，收取工件上的贴片，待暗室采用自动洗片机冲洗处理后阅片、评片，完成一次探伤，给出无损检测结果。

探伤作业完成后，放射源还至放射源暂存库前，探伤人员应对探伤装置进行目测检查，确认设备没有被损坏，应用可靠的放射检测仪器对探伤机进行检测确认放射源回到源容器的屏蔽位置。同时，放射源暂存库实行双人双锁制度，并至少由 2 名辐射工作人员专职负责放射源的保管工作，制定《放射源使用登记制度》，贮存、领取、使用、归还放射源时，应及时进行登记、检查，做到账物相符，以确保放射源的安全监管，防止放射源意外丢失，对公众人员造成不必要的危害。

出现卡源故障时，可在控制室内通过摇柄手动送源/回源方式驱动放射源回到贮源位，并再次确认放射源回到贮源位。若手动仍不能回源的，应及时通知放射源生产单位到现场处理。

$\gamma$ 射线室内探伤工作流程及产污环节见图9-8。

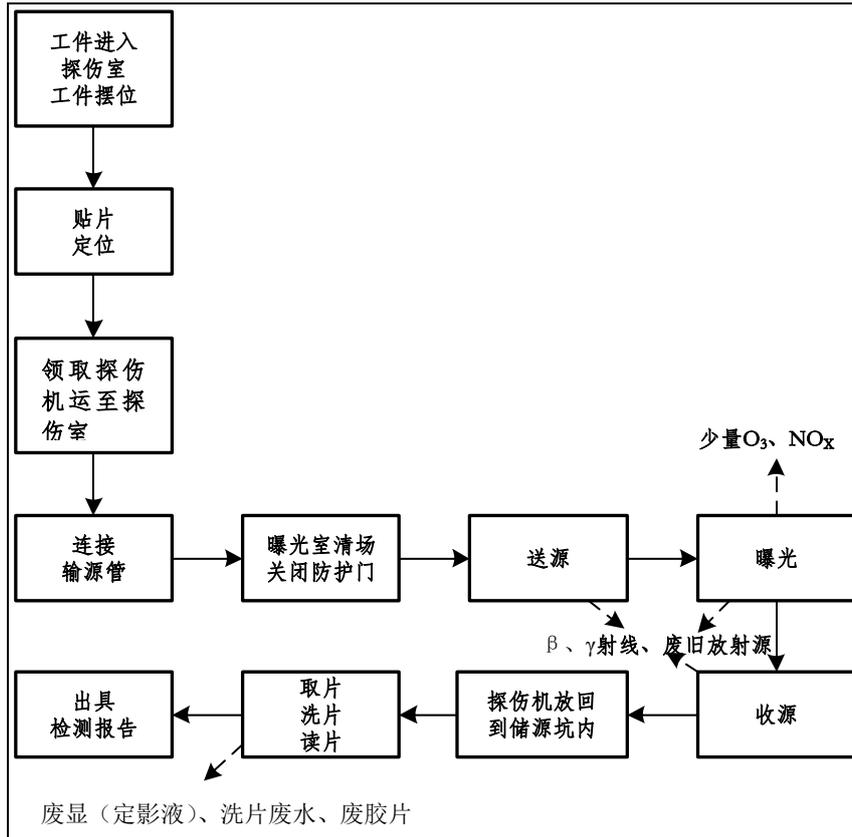


图 9-8  $\gamma$  射线室内探伤工作流程及产污环节示意图

### 9.2.2.5X 射线移动探伤工作流程及产污环节

(1) 发布作业公示。在移动探伤作业前需要对拟探伤工作场所及周边单位进行公告，公告内容包括：探伤作业的性质、时间、地点、控制区和监督区范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容；公告时间需提前 1~3 个工作日。

(2) 设备出库。根据设备出入库管理制度，工作人员持任务单，在 1#探伤室领取 X 射线探伤机，并在出入库台账上登记，经过库房管理员确认后，领取设备。

(3) 设备运输。采用专用的机动车辆将 X 射线探伤机运输到拟探伤工作场所。

(4) 根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 对拟探伤工作场所进行分区管理，结合射线装置的最大管电压和最大管电流等参数理论估算出控制区及监督区的边界距离，进行初步的控制区和监督区边界划分。对划出的控制区及监督区的范围和边界进行确认，确认后在控制区边界拉起临时警戒线并设“禁止进入射线工作区”的警告牌，在监督区边界上设“无关人员禁止入内”的警告牌，并设灯光提示装置，由辐射工作人员负责现场巡视及监督检查，清除控制区和监督区范围内的非辐射工作人员，确保探伤作业时公众成员撤离监督区范围。

(5) 试曝光。探伤辐射工作人员均佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员确认场

内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，开始铺设电缆，检查无误，设备操作人员开机进行试曝光，工作人员使用便携式辐射监测仪进行巡测，根据监测结果，对控制区和监督区进行修正，保障控制区外边界的周围剂量当量率小于  $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区外边界的周围剂量当量率小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

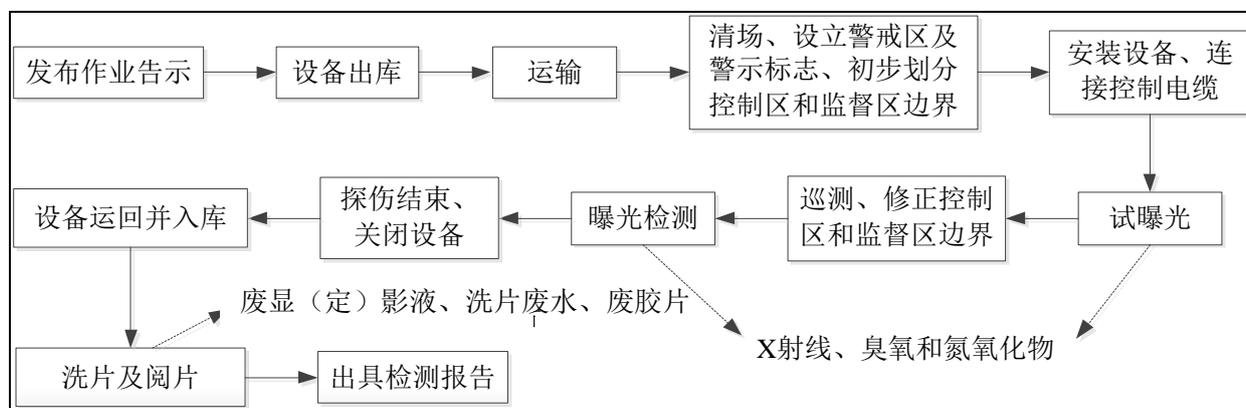


图9-9 X射线移动探伤及产污环节示意图

(6) 曝光检测。工作人员工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号后，撤离至控制区外的操作位，开机进行曝光，同时记录照射时间。到预定曝光时间后，探伤检测结束。

(7) 探伤结束，关闭机器。工作人员从检测工件上取下已曝光的底片，而后清理现场，解除警戒，工作人员离场；待暗室采用自动洗片机冲洗处理后阅片、评片，完成一次探伤任务。

(8) 设备运回并入库。采用专用的机动车辆将 X 射线探伤机运回 1#探伤室设备架，根据设备出入库管理制度，在出入库台账上登记，设备入库。

### 9.2.2.6 $\gamma$ 射线移动探伤工作流程

#### (1) 放射源购入及运输

公司领取《辐射安全许可证》后，按《辐射安全许可证》许可的种类和范围，向放射源生产厂家购置放射源，并由生产厂家负责将放射源运至公司放射源暂存库内储存，放射源运输途中的辐射安全责任由运输单位承担。放射源运到放射源暂存库后，源库安全员按购货清单逐项核实后，记载放射性同位素的核素名称、出厂时间和活度、标号、编码、来源等，然后放射源入库。放射源使用一定时间后，将实施报废，废旧放射源由放射源生产单位回收处置。

#### (2) 放射源存取

放射源暂存库实行双人双锁，移动探伤前放射源存取由源库管理员填写《放射源出入库登记表》进行登记，转交给安全员，安全员在登记表签字确认。源库管理人员（至少2名）进入源库，其中一名管理人员打开一个储源坑（柜）的铅盖，取出其中放射源，放入事先准备好的铅箱中，然后用便携式X- $\gamma$ 剂量率仪进行检测，确认探伤机内有源，合上储源坑的铅盖，把铅

箱搬运至放射源专用运输车上，同时记录检测值。探伤工作结束后，含源主机返回放射源暂存库，保管人员对铅箱再次进行检测，并与出库时的检测值对比，确保放射源的存在及处于最佳的屏蔽位置，并做好检测的记录，填写《放射源出入库登记表》，详细记录工程名称（地点），归还人、归还日期及时间，并建立计算机管理档案。

放射源暂存库工作及产污流程见图9-10。

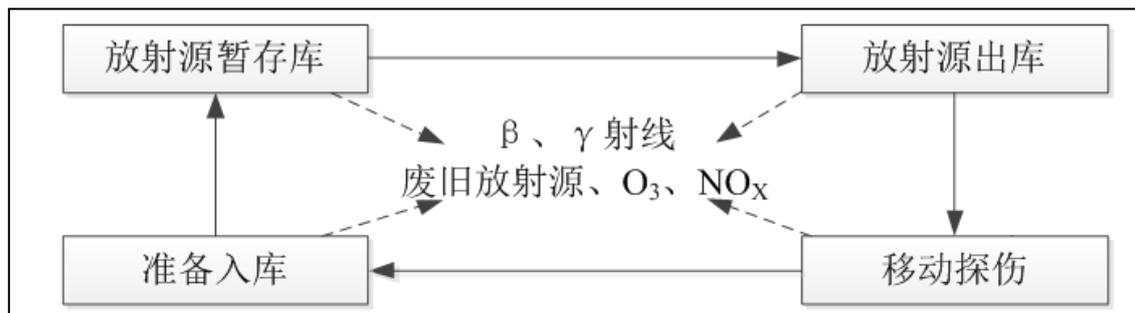


图 9-10 放射源暂存库工作及产污流程示意图

### (3) 放射源使用备案

公司根据工程实际情况投入使用 $\gamma$ 射线探伤机。工程开工前，进行放射源使用备案手续，省内填写《浙江省放射性同位素省内转移使用备案表》，需双方地方生态环境部门审核确认后，投入使用。省外放射源使用填写《浙江省放射性同位素跨省异地使用备案表》，根据工程合同、备案表到当地生态环境部门、省生态环境部门备案，审核通过后回省厅办理异地使用手续。公司异地使用活动结束后，放射源转移出使用地后20日内，分别向使用地省生态环境厅及浙江省生态环境厅注销备案。放射源在转移运输过程中须严格按照国家有关规定和辐射安全防护要求执行。

### (4) 放射源运输

放射源运输用专用的机动车辆（设置放射性标志、固定源罐装置或保险箱）运输，由专人押运。押运人员携带防护用品、应急方案、监测仪器等，全程监护 $\gamma$ 射线探伤装置。起运前、运输途中及到达目的地后，用监测仪器分别测量有无泄漏超标情况，确定无泄漏超标才准启程、装卸。

### (5) $\gamma$ 射线移动探伤及产污环节

$\gamma$ 射线移动探伤工作流程及产污环节见图9-11。

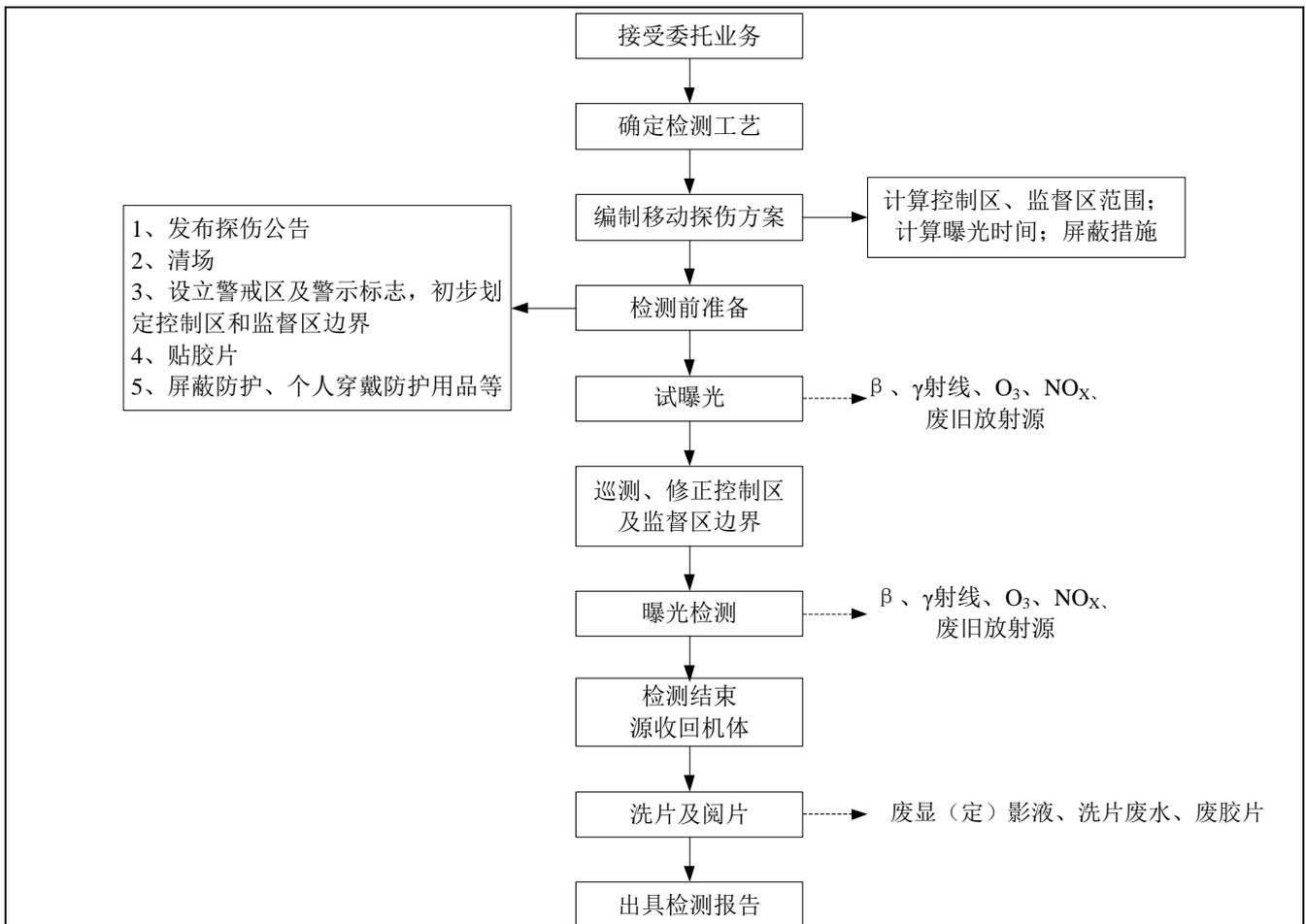


图9-11  $\gamma$ 射线移动探伤检测及产污流程示意图

公司 $\gamma$ 射线移动探伤工作流程简述如下：

①公司接到工程探伤检测委托业务后，在探伤之前，根据几何不清晰度要求，算出照射距离，确定放射源的位置；根据底片黑度要求，算出照射时间。根据放射源活度估算出控制区及监督区的边界距离，通过委托方（或探伤实施单位）把探伤作业的性质、时间、地点、控制区和监督区范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容以张贴公告的方式告知探伤场所附近公众。

②对划出的控制区及监督区的范围和边界进行确认，确认后，对监督区边界范围内区域进行清场，将无关人员全部撤出监督区边界线以外，在并在边界拉上警戒绳，在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，监督区边界上设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。同时，设有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。在清理完现场，确认场内无其他人员后，工作人员离开控制区，在监督区边界附近进行警戒，在试运行（第一次曝光）期间，用便携式X- $\gamma$ 剂量率仪巡测控制区和监督区边界的周围剂量当量率以证实边界设置

正确，必要时调整区域的范围和边界。

③确定照射容器、输源管及遥控器曲柄放置的距离及操作人员的临时屏蔽装置，在检测对象需要检测部位贴好胶片，将 $\gamma$ 射线探伤机的照射头的射线口对准检测对象需要检测部位。

④用辐射仪检查确定源在装置内后，连接输源管。将输源管端部三角架固定安放到确定的照射处，确认控制部件、行程记录仪、输源管及各个接口无异常，通过摇动手柄送出放射源，并监视行程记录仪，同时记录照射时间，到预定照射时间后，摇动手柄将放射源收回到照射容器安全位置。

⑤从检测工件上取下已曝光的底片，工作人员从检测工件上取下已曝光的底片，而后清理现场，解除警戒，工作人员离场；待暗室采用自动洗片机冲洗处理后阅片、评片，完成一次探伤任务。

⑥后续胶片冲洗在暗室内完成。

#### 9.2.2.7换源流程

经与建设单位核实，公司厂区内不涉及换源工作。当使用的放射源活度下降至不能满足无损检测需求时，需要更换放射源，换源流程如下：

①放射源使用单位（中国核工业二三建设公司秦山分公司）按照《辐射安全许可证》许可的种类和范围，向浙江省生态环境厅申请购买新源，并按要求填报《放射性同位素转让审批表》，经其批准同意后方可开展购源工作。

②获取浙江省生态环境厅的批准后，放射源使用单位委托有资质的运输单位将源容器运输至放射源生产单位，在生产单位厂区内由生产单位完成装源工作。

③放射源生产单位委托有资质的运输单位将装有新源的 $\gamma$ 射线探伤机运输至放射源使用单位（中国核工业二三建设公司秦山分公司），同时将装有废源的 $\gamma$ 射线探伤机运回放射源生产单位，在生产单位厂区内由生产单位完成倒源工作。放射源使用单位在废源收贮的活动完成之日起20日内向浙江省生态环境厅备案。

根据《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）规定：“探伤装置装源（包括更换放射源）应由放射源生产单位进行操作，并承担安全责任，放射源生产单位也可委托有能力的单位进行装源操作。生产、销售、使用探伤装置单位不得自行进行装源操作。放射源活度不得超过该探伤装置设计的最大额定装源活度”，中国核工业二三建设公司秦山分公司不得自行进行倒源操作。本项目放射源退役和换源的所有工作必须由放射源生产单位负责，其中倒源的安全责任由放射源生产单位负责，放射源运输过程中的安全责任由运输单位负责。目前，中国核工业二三建设公司秦山分公司已与浙江省科学器材进出

口有限责任公司签订了“放射性同位素转让与退役源回收协议”与“ $\gamma$ 射线探伤机委托运输协议”。经核实，浙江省科学器材进出口有限责任公司具备有效的《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证〔A0135〕，种类和范围：销售II类、III类、IV类、V类放射源；销售III类射线装置，有效期至2027年2月20日；同时具备有效的《中华人民共和国道路运输经营许可证》，证号：浙交运管许可杭字（330101200129）号，经营范围：货运：经营性危险货物运输（第7类）（剧毒化学品、国家特别管控危险化学品除外）。

因此，本项目的放射源运输方案和废源回收处置方案基本合理可行。

### 9.3 现有核技术利用项目工程分析

#### 9.3.11#探伤室与放射源暂存库

1#探伤室与放射源暂存库位于中国核工业二三建设有限公司秦山分公司生产厂区西北侧，1#探伤室使用X射线探伤机与 $\gamma$ 射线探伤机进行无损探伤，放射源暂存库有12个源坑，贮存有3枚 $^{192}\text{Ir}$ 放射源和1枚 $^{75}\text{Se}$ 放射源。

##### (1) 1#探伤室与放射源暂存库平面布局图

1#探伤室与放射源暂存库的平面布局见图 9-8。

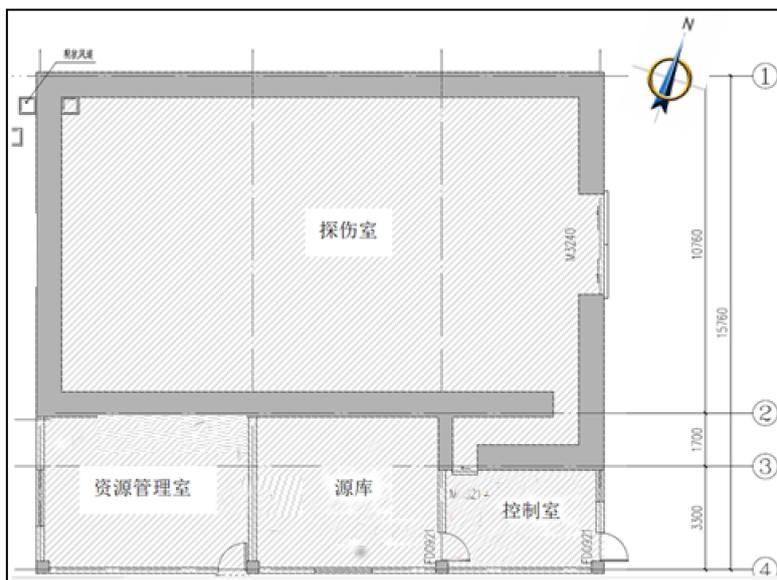


图 9-8 1#探伤室的平面布局图

##### (2) 1#探伤室 X 射线探伤机与 $\gamma$ 射线探伤机（放射源暂存库 $\gamma$ 放射源）使用情况

1#探伤室 X 射线探伤机使用情况见表 9-1， $\gamma$  放射源使用情况见表 9-2。

表 9-1 1#探伤室 X 射线探伤机使用情况

序号	名称	类别	型号	数量	最大管电压/管电流	用途	工作场所
1	X射线探伤机（定向）	II类	XXG-2005	2台	200kV, 5mA	无损检测	1#探伤室或移动探伤现场
2	X射线探伤机（定向）	II类	YG-XD200	1台	200kV, 5mA	无损检测	
3	X射线探伤机（定向）	II类	XXG-2505	3台	250kV, 5mA	无损检测	
4	X射线探伤机（定向）	II类	YG-XD300	1台	300kV, 5mA	无损检测	
5	X射线探伤机（周向）	II类	XXH-3005Z	1台	300kV, 5mA	无损检测	

表 9-2 1#探伤室 $\gamma$  射线探伤机（放射源暂存库 $\gamma$  放射源）使用情况

序号	核素名称	类别	数量	出厂活度	出厂日期	标号	编码	储存场所	工作场所
1	$^{192}\text{Ir}$	II类	1枚	3.03E+12Bq	2022.11.02	3854YG	0322IR017312	现有放射源暂存库	1#探伤室或各客户移动探伤现场
2	$^{192}\text{Ir}$	II类	1枚	3.70E+12Bq	2023.03.02	4129YG	0323IR002402		
3	$^{192}\text{Ir}$	II类	1枚	3.70E+12Bq	2023.04.28	4316YG	0323IR005232		
4	$^{75}\text{Se}$	II类	1枚	3.15E+12Bq	2023.03.02	3877YG	0323SE000682		

### (3) 工艺流程

1#探伤室的工艺流程见图 9-4 与图 9-7，放射源暂存库工艺流程见图 9-10。

### (4) 1#探伤室与放射源暂存库人员管理情况及工作班制

1#探伤室共配置 3 名辐射工作人员，放射源暂存库配置 2 名专职管理员，均持有辐射安全与防护培训合格证书，持证上岗。每名辐射工作人员均配有个人剂量计，从最近 1 期开展的人员剂量监测结果可以看出：现有辐射工作人员个人剂量单季监测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值；根据公司提供的职业健康体检报告，辐射工作人员体检结论均为“可继续从事放射工作”；现有辐射工作人员已进行辐射安全与防护知识培训并考核合格。

现有 1#探伤室与放射源暂存库工作人员年工作 300 天，每天工作 8h。

### (5) 现有 1#探伤室及放射源暂存库屏蔽防护及“三废”治理措施

现有 1#探伤室及放射源暂存库屏蔽防护及“三废”治理措施情况见表 9-3。

表 9-3 现有 1#探伤室及放射源暂存库辐射防护及“三废”治理措施情况

1#探伤室辐射防护及“三废”治理措施情况	
探伤室面积	161.216m <sup>2</sup>
探伤室四侧墙体屏蔽厚度	800mm 混凝土
探伤室顶棚厚度	600mm 混凝土
工件出入门屏蔽情况	门洞宽 3.2m×高 4m，门宽 4.14m×高 4.6mm， 厚度：140mm 钢板+80mm 铅板
工作人员出入门屏蔽情况	门洞宽 0.9m×高 2.1m，门宽 1.2m×高 2.4m， 敷设 50mm 铅板+10mm 钢板
通风设施	地下 U 型通风口，曝光室西南角
电缆管线	地下电缆穿线孔，直径 100mm，位于曝光室东侧
迷道	L 型迷道，800mm 厚混凝土墙，长 3.9m，宽 0.9m
“三废”处理措施	危废集中收集后定期移交有资质单位进行处理，公司已与嘉兴市洪源环境科技有限公司签订了危废委托处置协议；1#探伤室已设置机械排风系统，少量的臭氧和氮氧化物通过风管引至室外，影响较小。
放射源暂存库	
四侧墙体、顶棚	北侧墙体为 800mm 混凝土，其余墙体 240mm 实心砖墙； 顶棚为 600mm 混凝土。
门体防护	普通防盗门，双人双锁。
贮源坑	位于 1 号曝光探伤室外南侧单独的房间内，贮源坑设计，尺寸为 0.4m×0.6m×0.6m，盖板用 50mm 混凝土+20mm 厚铅板的屏蔽防护。
通风设施	排风管道设于源库内西北角，穿墙方式为“U”型，与 1#探伤室的通风管道接通，最终引至室外直接排放。
“三废”处理措施	目前公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了放射性同位素转让及退役源协议。放射源暂存库少量的臭氧和氮氧化物通过机械排风至室外。

(6) 现有 1#探伤室及放射源暂存库达标排放情况

根据2022年11月21日对1#探伤室及放射源暂存库的辐射质量现状监测结果（监测工况：已建探伤室及放射源暂存库周围监测时探伤室1枚<sup>68</sup>Ci<sup>192</sup>Ir放射源在探伤室内，另有3枚源（1枚<sup>39</sup>Ci<sup>192</sup>Ir放射源、1枚<sup>51</sup>Ci<sup>192</sup>Ir放射源和1枚<sup>29</sup>Ci<sup>75</sup>Se放射源）在放射源暂存库源坑中），已建探伤室内1台<sup>192</sup>Iry 射线探伤机运行时，已建探伤室周围辐射剂量率为（54~85）nSv/h范围内，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h”的要求。当放射源暂存库内贮存3枚放射源时，源库周围辐射剂量率

为（62~94）nSv/h范围内，均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 2.5 μSv/h 或者审管部门批准的控制水平”的要求。

### 9.3.2 车间内移动探伤与各客户工作现场移动探伤

装配车间内指定区域 X 射线移动探伤与各客户工作现场γ 射线移动探伤的环境影响评价工作已在 2016 年《X、γ 射线探伤项目（迁扩建）环境影响报告表》进行了评价且获得了原浙江省环境保护厅的环评批复：浙环辐 [2016]3 号；装配车间内指定区域 X 射线移动探伤工作场所已于 2017 年委托浙江省辐射环境监测站编制了验收监测表（浙辐监（YS）字（2017）第 103 号）进行了验收，并进行了验收监测，验收监测结果表明：控制区边界（以公司车间四侧墙体为边界）的周围剂量当量率最大为 2.57μSv/h，监督区边界（以公司四侧围墙为边界）的周围剂量当量率最大为 0.241μSv/h，辐射工作人员操作位周围剂量当量率为 0.592μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的相关要求。各客户工作现场γ 射线移动探伤因未实施，因此暂时未纳入验收范围。

## 9.4 污染源项描述

### 9.4.1 相关核素辐射特性

本项目放射源应用的放射性核素主要为  $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$ ，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）附录 A 表 A.1，《辐射防护手册》（第一分册）（李德平、潘自强主编，P58 页与 P85 页）、《辐射安全手册》（潘自强主编，P135 页与 P139 页），γ 放射源的主要辐射特性见表 9-4。

表 9-4 放射源主要辐射特性

核素	半衰期	衰变方式 (分支比, %)	射线 类型	辐射能量 (MeV)	辐射 能量强度*	空气比释动能率常数 ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ )
$^{192}\text{Ir}$	74d	$\beta^-$ (95.22) $\epsilon$ (4.78) $\beta^+$ (~0)	$\beta^-$	0.672	46%	0.17
				0.536	41%	
				0.240	8%	
			$\gamma$	0.296	34.6	
				0.308	35.8	
				0.316	82.9%, 100	
0.468	58.0					
$^{75}\text{Se}$	120d	$\epsilon$ (100)	$\gamma$	0.265	58%, 100	0.072
				0.121	27.4	
				0.136	93.1	
				0.280	42.9	

注：该数值为辐射的相对强度，带%号的表示绝对强度。

## 9.4.2 污染源项

### 9.4.2.1 放射性污染源项

#### (1) X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子，污染途径是 X 射线外照射。本项目 X 射线探伤机的源项数据见表 9-5。

表 9-5 本项目 X 射线探伤机或 X 射线机的源项数据

工作场所	X 射线探伤机或 X 射线机	主射线或散射线源项（距辐射源点 1m 处输出量）	漏射线源项（辐射源点 1m 处泄漏辐射剂量率）	数据来源
2#~4#探伤室	160kV X 射线机①	28.7 mGy m <sup>2</sup> / (mA min)	2.5mSv/h	主射线或散射线源项根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.1；漏射线源项根据《《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1。
	200kV X 射线机	28.7 mGy m <sup>2</sup> / (mA min)	2.5mSv/h	
	250kV X 射线探伤机	16.5 mGy m <sup>2</sup> / (mA min)	5mSv/h	
	300kV X 射线探伤机	20.9 mGy m <sup>2</sup> / (mA min)	5mSv/h	
	350kV X 射线探伤机②	23.5 mGy m <sup>2</sup> / (mA min)	5mSv/h	

注：①保守取 200kV 管电压 2mm 铝过滤条件下输出量 28.7mGy m<sup>2</sup>/ (mA min)。  
②350kV X 射线探伤机保守取 400kV 的辐射源项。

#### (2) β、γ 射线

根据前文表 9-1 中放射性核素的主要辐射特性可知，本项目 <sup>192</sup>Ir-γ 射线探伤机内含的放射源 <sup>192</sup>Ir 衰变时会发射出不同能量的 β 射线和 γ 射线，其中 β 射线穿透能力相对较小，已基本被源容器屏蔽。根据《γ 射线探伤机》（GB/T 14058-2008）中第 5.3.3.1 条款规定，当 γ 射线探伤机采用贫化铀作为源容器屏蔽材料时，其外表面应包覆足够厚度的低原子序数的非放射性材料，以减弱和吸收贫化铀发射的 β 辐射；其源通道也应包覆足够厚度的非放射性材料。因此，β 射线对周围环境的辐射影响甚微，可忽略不计，而 γ 射线具有较强的贯穿能力，则 <sup>192</sup>Ir-γ 射线探伤机的污染因子主要是 γ 射线。<sup>75</sup>Se-γ 射线探伤机内含的放射源 <sup>75</sup>Se 衰变时会发射出不同能量的 γ 射线，污染因子主要是 γ 射线。

#### (3) 废旧放射源

公司使用的放射源到一定时间后，不能满足无损检测要求，将退役成为废旧放射源。经与建设单位核实，本项目放射源 <sup>192</sup>Ir 约 6 个月更换一次，放射源 <sup>75</sup>Se 约 10 个月更换一次。公司应按照国家有关废旧放射源处置的相关规定要求，及时与供源单位签订废旧放射源回收协议。

目前,公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了放射性同位素转让及退役源回收协议。

### 9.2.2.2 非放射性污染源项

#### (1) 臭氧和氮氧化物

X射线探伤机或 $\gamma$ 射线机工作时产生射线,会造成空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。探伤室产生的少量臭氧和氮氧化物通过排气口排入外部环境。

#### (2) 废显(定)影液、废胶片

本项目室内探伤洗片与阅片过程中产生的废显(定)影液及废胶片属于《国家危险废物名录(2021年版)》中感光材料废物,危废代码为HW16:900-019-16,并无放射性。本项目2#~4#探伤室与全国范围内移动探伤新增年拍片量共为6.5万张,按洗1000张片用10L显(定)影液,经估算项目工作过程中每年产生的废显(定)影液约650L(密度按 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 计算,约650kg),每年产生废胶片约650张(废片率按1%计算,一张废胶片10g,共约6.5kg),该部分危险废物定期委托有资质的单位处理,完好的胶片由公司定期建档备查。

自动洗片机洗片过程中会产生一定量的洗片废水,废水中含有较高浓度的AgBr、显(定)影剂及强氧化物,需做危险废物处理,定期委托有资质的单位处理处置。经与建设单位核实,每1万张片会产生500L洗片废水,则本项目会产生洗片废水3250L(密度按 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 计算,约3250kg)。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求,本次评价明确危险废物的名称、数量、类别、形态、危险特性和污染防治措施等内容,具体见表9-6。

表9-6 本项目危险废物基本情况汇总表

序号	危废名称	危废类别	危废代码	年产生量	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显(定)影液	HW16	900-019-16	650kg	洗片	液态	显(定)影液	显(定)影液	每次探伤	T	收集于危废暂存间,定期委托有资质单位处理处置
2	废胶片	HW16	900-019-16	6.5kg	阅片	固态	废胶片	废胶片	每次探伤	T	
3	洗片废水	HW16	900-019-16	3250kg	洗片	液态	AgBr、显(定)影剂及强氧化物	AgBr、显(定)影剂及强氧化物	每次探伤	T	

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射工作场所布局

本项目各辐射工作场所的六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 各辐射工作场所布局一览表

所在区域	辐射工作场所	东侧	南侧	西侧	北侧	上层	下层
公司生产区西北侧	2#~4#探伤室辐射工作场所	1#探伤室	控制室、夹层辅助房间	过道	厂内道路	无人可到达平台	土层
	现有放射源暂存库	1#探伤室控制室	厂内道路	2#探伤室	1#探伤室	无人可到达平台	土层
装配车间	X 射线移动探伤	车间内部	车间内部、厂内道路	车间内部、厂内道路、仓库、管道车间	车间内部、厂内道路、涂装车间	/	土层

注：γ 射线移动探伤为全国范围内各客户工作现场，其工作场所不固定，因此未列示。

本项目新建 2#~4#探伤室辐射工作场所位于公司生产区西北侧，本项目控制室与探伤室分开。本项目探伤室工件门位于北侧，工件由平板车装载进入探伤室内。探伤室人员门位于南侧或东南侧，采用“L”型迷路形式。探伤室内 X 射线定向探伤机，主射方向朝西，周向探伤机主射方向为东、西、顶棚和地坪垂直周向，避免了主射线照射到控制室和工件门等区域；本项目新增放射源的存放依托现有放射源暂存库，位于 2#~4#探伤室东侧，本项目的功能设施完善，可以满足 γ 射线现场探伤的工作需求，布局合理。

#### 10.1.2 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指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的区域。

本项目各辐射工作场所分区情况详见表 10-2。

表 10-2 本项目各辐射工作场所分区表

工作场所	控制区	监督区
2#~4#探伤室辐射工作场所	探伤室内部	探伤室四周屏蔽体外 1m 区域、控制室、暗室、评片室、危废暂存间等辅助房间
放射源暂存库	源库内部	东侧 1#探伤室控制室、资源管理室
移动探伤工作场所	距 X 射线探伤机 76m 范围内	距 X 射线探伤机 186m 范围内
	<sup>192</sup> Ir-γ 射线探伤机：125m <sup>75</sup> Se-γ 射线探伤机：92m	<sup>192</sup> Ir-γ 射线探伤机：307m <sup>75</sup> Se-γ 射线探伤机：226m

本项目以探伤室内部与源库内部为控制区，在探伤室及源库防护门醒目位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，严禁无关人员进出控制区，保障该区的辐射安全；探伤室与放射源暂存库的监督区边界用黄实线标明，对该区不需采取专门的安全防护措施，但要定期检查其辐射剂量。

公司开展移动探伤作业时，应根据现场具体情况，利用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区，并在边界悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区，并在边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时派专人警戒。

本项目分区管理示意图见附图 6~附图 7。

### 10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目各辐射工作场所的屏蔽防护设计方案见表 10-3。

表 10-3 各辐射工作场所屏蔽防护设计方案

2#~4#探伤室屏蔽防护设计方案	
项目	屏蔽防护设计方案
探伤室净尺寸	2#~3#探伤室：有效使用面积约为 51.84m <sup>2</sup> （不含迷道），9.6m（长） $\times$ 5.4m（宽） $\times$ 5.8m（高）；4#探伤室：有效使用面积约为 71.5m <sup>2</sup> （不含迷道），11.0m（长） $\times$ 6.5m（宽） $\times$ 5.8m（高）
四侧墙体	800mm 混凝土
迷道	探伤室南侧或东南侧设有“L 型”迷道，迷道内墙采用 800mm 混凝土，迷道外墙为 800mm 混凝土；迷道宽 700mm，高 2350mm。
顶棚	600mm 混凝土
地坪	探伤室正下方为土层，无地下室，不做特殊防护
工件门	2#~3#探伤室： 电动门，门洞的尺寸为 3.0m（宽） $\times$ 4.0m（高）；门体的尺寸为 3.8m（宽） $\times$ 4.55m（高），采用 80mm 铅板（门与墙体左、右搭接各为 400mm，上、下搭接各为 400mm、150mm，按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）。 4#探伤室： 电动门，门洞的尺寸为 4.0m（宽） $\times$ 4.0m（高）；门体的尺寸为双扇平移式 2.45m（宽） $\times$ 4.55m（高） $\times$ 2 扇，采用 80mm 铅板（门与墙体左、右搭接各为 450mm，上、下搭接各为 400mm、150mm，按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）。
工作人员出入口	2#~4#探伤室：门洞的尺寸为 0.7m（宽） $\times$ 2.1m（高）；门体的尺寸为 1.1m（宽） $\times$ 2.45m（高），敷设 20mm 铅板（门与墙体左、右搭接各为 200mm，上、下搭接分别为 200mm、150mm，按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）。
普通高压电缆、X 射线探伤机控制线缆	2#~4#探伤室： 各类预埋管道分别敷设 1 根，合计 2 根。普通高压电缆以“U”型地埋管道穿越探伤室的南墙或东墙，连接至控制室，管径为 300mm，埋深大于 350mm；控制线缆以“U”型地埋管道穿越探伤室的南墙或东墙，连接至控制室的控制台，管径为 120mm，埋深大于 350mm。
排风设施	2#探伤室：

	<p>设 1 套机械排风设施，设计风机风量为 2208m<sup>3</sup>/h，排风管道 1 根，通风管道以“U”型埋地管道穿越探伤室的东墙。排风口位于探伤室东北角，设计尺寸为 200mm(长)×200mm(宽)，离地 300mm，排气口位于 2#探伤室东侧室外。</p> <p>3#~4#探伤室：          设 1 套机械排风设施，设计风机风量为 6070m<sup>3</sup>/h，排风管道 1 根，通风管道以“U”型埋地管道穿越探伤室的西墙。排风口位于探伤室东北角或西北角，设计尺寸为 200mm(长)×200mm(宽)，离地 300mm，排气口位于 4#探伤室西侧室外。</p>
<b>现有放射源暂存库屏蔽防护方案</b>	
<b>项目</b>	<b>屏蔽防护设计方案</b>
源库净尺寸	有效使用面积约为 30m <sup>2</sup> ，5.8m(长)×4.8m(宽)×3.0m(高)
四侧墙体	北侧墙体 800mm 混凝土(与 1#探伤室共用墙体)，其余墙体为 240mm 实心砖墙
顶棚	600mm 混凝土
地坪	探伤室正下方为土层，无地下室，不做特殊防护
门体防护	普通防盗门，双人双锁。
贮源坑	12 个贮源坑，位于曝光室外南侧单独的房间内，贮源坑设计，尺寸为 0.4m×0.6m×0.6m，贮源坑盖板用 50mm 混凝土+20mm 厚铅板的屏蔽防护
通风设施	排风口设于源库内西北角，排风管道穿墙方式为“U”型，与 1#探伤室的通风管道接通，最终引至室外直接排放。
注：表中混凝土的密度不小于 2.35g/cm <sup>3</sup> ，铅的密度不小于 11.34g/cm <sup>3</sup> 。	

#### 10.1.4 辐射安全和防护措施

##### 10.1.4.1 探伤装置固有安全属性

探伤装置固有安全属性的要求见表 10-4。

**表 10-4 探伤装置固有安全属性基本要求**

装置名称	设备技术要求	
X 射线探伤机	X 射线管头组装体	X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 5.1.1 款表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。
	控制台	a) 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置；b) 应设置紧急停机开关。
γ 射线探伤机	放射源容器及传输导管	本项目 γ 射线探伤机为便携式(P)，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《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 5.2.1 款表 2 规定的控制值，随机文件中应有该指标的说明。放射源容器表面剂量率、安全锁、联锁装置、源托、输源管、控制缆等配件、源辫位置指示系统、遥控装置、标志和标识与放射源编码卡等其他放射防护性能应符合 GB/T 14058 的要求。

##### 10.1.4.2 探伤室辐射安全防护措施

本项目共建 3 间探伤室，主要开展 X、γ 射线室内探伤活动。根据《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号文)及《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》(GA 1002-2012)等标准要求,本项目探伤室投入使用前,拟具备以下辐射安全和防护措施:

### (1) 探伤室辐射安全防护措施

①本项目新建探伤室操作室均拟避开有用线束照射的方向且与探伤室分开,新建探伤室的屏蔽墙厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素,屏蔽设计方案见表 10-3。

②本项目新建探伤室拟按 GB18871 的管理要求进行两区划分与两区管理。

③探伤室的工件门和工作人员出入口均拟安装门-机联锁装置,防护门与所有探伤机联锁,只有在门关闭后探伤机才能进行透照检查。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室,在探伤过程中,防护门被意外打开时,应能立刻停止出束或回源。

④探伤室的门口和内部拟同时设有显示“预备”和“照射”工作状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别,醒目处拟设对“照射”和“预备”信号意义的说明。探伤室工件门和工作人员出入口的照射状态指示装置拟与所有探伤装置联锁。

⑤探伤室内和探伤室出入口拟安装监视装置,在控制室的操作台拟设专用的监视器,可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

⑥探伤室工件门和工作人员出入口均拟设置符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。由于探伤室南墙紧邻厂区道路,考虑到途径此处的周围公众的辐射安全,本次评价建议建设单位在探伤室南墙外设置显著的电离辐射警示标志和中文警示说明,提醒无关人员远离辐射区。

⑦每间探伤室内四侧墙面、迷道入口处和控制台等处均拟设 1 个紧急停机按钮,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。按钮安装,应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮拟设置标签,标明使用方法。

⑧每间探伤室内拟安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置,并与防护门联锁,在探伤室内设置固定式辐射剂量监测仪探头,该监测系统能够显示机房内实时剂量率,并有报警功能,其显示单元设置在控制室。当剂量探头监测探伤室内剂量升高(即密封源离开探伤机屏蔽体),防护门无法从外部打开,只有密封源收回探伤机内后,探伤室内剂量水平下降至安全阈值以下,

防护门才能从外部打开。探伤室内可以通过电动开关打开防护门。

⑨2#~4#探伤室的排风设施设置详细情况见表 10-3，2#探伤室设计风机风量为 2208m<sup>3</sup>/h，探伤室总容积约为 312m<sup>3</sup>（含迷道），每小时有效通风换气次数约 7 次；3#~4#探伤室设计风机风量为 6070m<sup>3</sup>/h，3#~4#探伤室探伤室总容积共约为 1000m<sup>3</sup>（含迷道），每小时有效通风换气次数约 6 次，排气口位于探伤室东侧或西侧室外，避免了朝向人员活动密集区。本项目探伤室的通风管道平面图与剖面图见图 10-1 与图 10-2。

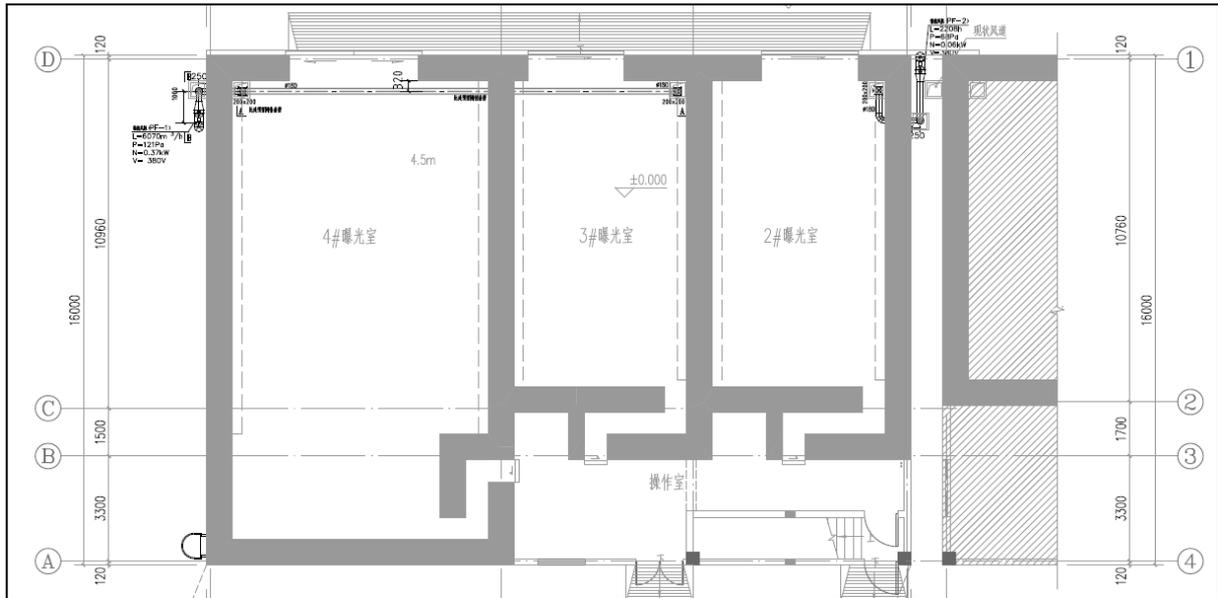


图 10-1 通风管道走向平面布置图

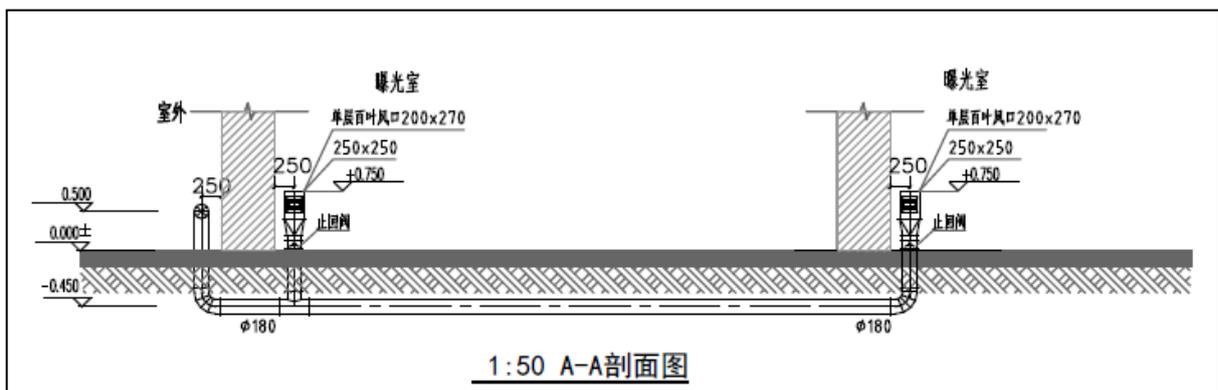


图 10-2 通风管道剖面图

⑩每间探伤室内墙拟设 2 个应急照明灯，作为应急使用。探伤室的防护门外 1m 处拟划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。

探伤室辐射安全和防护设施布置方案见附图 10。

## (2) 安全操作放射防护措施

### ①本项目新建探伤室的安全操作放射防护措施

本项目新建探伤室的安全操作放射防护措施见表10-5。

**表10-5 本项目新建探伤室的安全操作放射防护措施**

措施类别	措施内容	备注
建设单位 放射防护措施	<p>a、建设单位对探伤室放射防护安全应负主体责任；</p> <p>b、建设单位已建立放射防护管理组织，已明确放射防护管理人员及其职责，已建立和实施放射防护管理制度和措施，并制定辐射事故应急预案，相关辐射管理制度在控制室上墙。</p> <p>c、为辐射工作人员配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪，按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护；组织辐射工作人员参加放射防护培训获得取得符合GB/T 9445要求的无损探伤人员资格方可上岗。</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第4款：使用单位放射防护要求。</p>
室内探伤前 检查项目	<p>X射线探伤机：</p> <p>a、探伤机外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及破损；螺栓等连接件是否连接良好。</p> <p>b、安全联锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行。</p> <p>c、机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第5.1.2款要求。</p>
	<p>γ射线探伤机：</p> <p>a、检查源容器和源传输管的照射末端是否损伤或者有异常；</p> <p>b、检查螺母和螺丝的紧密程度、螺纹和弹簧是否有损伤；</p> <p>c、确认放射源锁紧装置工作正常；</p> <p>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；</p> <p>e、安全联锁是否工作正常；</p> <p>f、报警设备和警示灯运行是否正常；</p> <p>g、检查源容器和源传输导管是否连接牢固；</p> <p>h、检查源传输导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结；</p> <p>i、检查警告标签和源的标志内容是否清晰；</p> <p>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。</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第5.2.1.2款要求。</p>
探伤室操作	<p>a、本项目为新建探伤室配置6支个人剂量计、3台个人剂量报警仪与1台便携式X-γ剂量率仪；工作人员进入探伤室操作时，须佩戴个人剂量计、携带个人剂量报警仪与便携式X-γ剂量率仪，当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。</p> <p>b、在每一次照射前，拟检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常；操作人员都应确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。</p> <p>c、探伤工作人员应正确使用配备的准直器等辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。</p> <p>d、探伤室工作人员应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量结果超标或</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第6.2款要求。</p>

	异常应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。 e、各项辐射环境管理规章制度拟张贴于控制室墙上，拟建立X射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账。	
探伤机维护	X射线探伤机： a、公司拟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、公司拟做好设备维护记录。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第5.1.3款要求。
	γ射线探伤机： a、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。 b、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。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第5.2.2款要求。

## ②本项目移动探伤的安全操作放射防护措施

本项目移动探伤的安全操作放射防护措施见表10-6。

**表10-6 本项目移动式探伤的安全操作放射防护措施**

措施类别	措施内容
建设单位放射防护措施	a、建设单位对移动式探伤放射防护安全应负主体责任； b、建设单位拟建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，拟建立和实施放射防护管理制度和措施，并制定辐射事故应急预案。 c、为辐射工作人员配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪，按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护；组织辐射工作人员参加辐射防护培训获得取得符合GB/T9445要求的无损探伤人员资格方可上岗。
移动式探伤前检查项目	X射线探伤机： a、探伤机：探伤机外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及破损；螺栓等连接件是否连接良好。 b、安全措施：安全连锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行。 γ射线探伤机： 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) 检查控制软管末端是否有磨损、损坏（磨损标准由厂家提供），与控制导管是否有效连接； e) 安全连锁是否工作正常； 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；

	<p>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GBZ 117-2022第5.2.1.1条款的要求, 并确认放射源处于屏蔽状态。</p>
<p>移动式探伤作业前</p>	<p>a、对工作环境进行全面评估, 以保证实现安全操作。项目在移动探伤作业前需要进行公告, 公告内容包括: 探伤作业的性质、时间、地点、控制区和监督区范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容; 公告时间需提前1~3个工作日, 公告牌尺寸不小于1.2m×1m。除了向可能受影响的公众进行必要的辐射告知外, 还将进行清场工作, 无法清场时, 不开展移动探伤作业, 还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);</p> <p>b、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。本项目开展移动式探伤工作的每台γ射线探伤机拟配备2名专职的辐射操作人员和1名现场安全员。</p> <p>c、确保在控制区没有任何其他人员, 并防止有人进入控制区。</p> <p>d、探伤工作组将合理规划移动探伤时间, 避开人流高峰期。各客户现场γ射线移动探伤以工作现场周围实际情况与客户要求合理规划移动探伤时间。</p> <p>e、移动探伤时, 配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前, 对剂量仪进行检查, 确认剂量仪能正常工作。在移动探伤工作期间, 便携式测量仪一直处于开机状态, 防止射线曝光异常或不能正常终止。</p> <p>f、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。</p>
<p>移动式探伤作业期间</p>	<p><b>①分区设置</b></p> <p>a、对全国各客户工作场所实行分区管理, 并在相应的边界设置警示标识。现场探伤工作在指定为控制区的区域进行。</p> <p>b、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。控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌, 探伤作业人员在控制区边界外操作, 否则应采取专门的防护措施。</p> <p>c、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。</p> <p>d、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。</p> <p>e、每1个探伤作业班组应拟配备1台便携式X-γ剂量率仪, 并定期对其开展检定/校准工作。拟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。</p> <p>f、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。</p> <p>g、在监督区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;</p> <p>h、在各客户工作场所实施移动式探伤工作时, 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;</p> <p>i、探伤机控制器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。</p> <p><b>②安全警示</b></p> <p>a、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</p>

	<p>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。</p> <p>b、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。</p> <p>c、车间内X射线探伤和各客户工作场所<math>\gamma</math>射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。</p> <p>d、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。</p> <p>e、拟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。</p> <p><b>③边界巡查与检测</b></p> <p>a、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。控制区边界拟设警戒线保证清晰可见，工作期间拟设良好的照明，确保移动探伤时没有人员进入控制区。如果某些工作场所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。</p> <p>b、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。</p> <p>c、移动式探伤的每台探伤机运行时拟配备1台便携式X-<math>\gamma</math>剂量率仪。在移动式探伤工作期间，便携式X-<math>\gamma</math>剂量率仪应一直处于开机状态，防止X射线曝光异常或不能正常终止。</p> <p>d、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-<math>\gamma</math>剂量率仪，两者均应使用。</p> <p><b>④探伤机操作</b></p> <p>X射线探伤机（定向）：</p> <p>操作X射线探伤机时使用准直器，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。</p> <p><math>\gamma</math>射线探伤机：</p> <p>a、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<math>\gamma</math>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。</p> <p>b、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：</p> <p>（1）便携式X-<math>\gamma</math>剂量率仪和个人剂量计、个人剂量报警仪；（2）导向管，控制缆和遥控；（3）准直器和局部屏蔽；（4）现场屏蔽物；（5）警告提示和信号；（6）应急箱，包括放射源的远距离处理工具；</p> <p>c、其他辅助设备，例如：夹钳和定位辅助设施。</p> <p>d、移动探伤作业时（应急探伤除外），作业单位必须在作业现场边界外公众可达地点放置面积不小于2平方米的安全信息公示牌，公告作业单位名称、作业时间、区域、负责人和联系电话等信息；作业单位应将作业计划和影响范围书面告知委托单位，作业委托单位应当通知本单位相关人员，并协助作业单位做好周围公众的告知和警戒工作。</p>
探伤机维护	<p>X射线探伤机：</p> <p>a、公司拟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。</p> <p>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。</p> <p>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；</p> <p>d、公司拟做好设备维护记录。</p>

	<p><b>γ 射线探伤机：</b></p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>(4) 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、源辫位置指示器等存在故障的探伤装置。</p> <p>(5) 更换输源管、控制缆和源辫等配件时，必须使用该探伤装置原生产厂家的合格配件。</p>
其他措施	<p>a、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，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。</p> <p>b、在工作状态时应检测操作位置的辐射剂量率，确保操作位置的辐射水平是可以接受的。</p> <p>c、在工作状态时应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。</p> <p>d、探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，将其与本底数据对比，以确认探伤机确已停止工作。</p> <p>e、公司应避免使用高电压等级的X射线探伤机对较薄工件进行探伤作业，否则应根据实际情况扩大监督区和控制区的管控范围。</p> <p>f、探伤作业严格按照相关要求开展，切实做好监督区和控制区辐射安全管理，高度重视工作人员个人防护和公众安全。</p>

#### 10.1.4.3X 射线探伤机贮存间的管理

本项目 X 射线探伤机贮存于 1#探伤室的设备架，在 1#探伤室停止出束的时候办理 X 射线探伤机的领取与归还手续。

- (1) 1#探伤室已经进行两区划分，无关人员无法进入。
- (2) 1#探伤室已设置视频监控、防护门上已设置电离辐射警告标志等防护措施。
- (3) X 射线探伤机的领取与归还手续由专人负责，并建立了 X 射线探伤机台账。

(4) 本项目投入使用后，对于拟报废的 X 射线探伤机，公司将按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销，不随意处置或丢弃；或 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。

#### 10.1.4.4 γ 射线探伤机及放射源暂存库的管理

(1) γ 射线探伤机均拟采用电动出源方式，用电动控制放射源传输的 γ 射线探伤机均具有与探伤机房门的开关状态联锁的接口。

- (2) γ 射线探伤机拟配备自动控制器 1 台，供 γ 射线探伤机专用。γ 射线探伤机配备该控制

器能实现放射源运动的自动控制，能实现一次操作对一个点进行曝光，当预置好曝光位置和曝光时间，按下“送源”按键后，根据设置的延时时间，控制器自动把放射源从屏蔽体内通过输源管送到曝光位置，当设定的曝光时间完成后，自动将放射源收回到屏蔽体。

该控制器具备以下技术特点和功能：①采用 PLC 控制，性能稳定，操作方便，可灵活设置出源距离、曝光时间和送源延时等参数；②多种安全联锁（门联锁、操作联锁等）；③紧急回源及手动送收源；④送源卡堵、超时、超限检测及保护功能；⑤曝光报警及回源提示功能；⑥延时出源功能；⑦触摸屏操作，方便、可靠。

（3）放射源暂存库位于 1#探伤室南侧，放射源暂存库管理措施如下。

本项目新增放射源的暂存依托现有的放射源暂存库，该源库其设计已考虑“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的基本要求，不存放易燃、易爆、腐蚀性物品等。

①放射源暂存库墙体结构上防火，库内严禁烟火，已配备灭火器，满足源库的“防火”要求。

②放射源暂存库的地面已采用水泥硬化处理，并设置防潮层以防渗。源库比室外地面高出 30cm，满足源库的“防水”要求。

③放射源暂存库出入口的防护门及储源坑的铅盖均设有防盗锁，不设窗户，并指定 2 名工作人员专职负责放射源暂存库的管理工作，实行双人双锁制度。放射源暂存库内及门口已设置视频监控录像系统，且录像保存时间在 30 天以上，并与值班室联网；已设置红外线报警装置，并与当地公安“110”联网，满足源库的“防盗、防破坏”要求。

④领用含放射源的源容器时，进行放射性水平测量，确认放射源在源容器内。工作完毕交还时，再进行放射性水平测量，确认放射源在其中，并将放射源及其容器放回原储存坑存放，装置的领用和交还都应有详细的登记，满足源库的“防丢失”的要求。

⑤放射源暂存库的北墙为 800mm 混凝土、其他三侧墙体为 240mm 实心砖墙，顶棚为 600mm 混凝土，防护门为防盗门。经辐射环境影响预测，处于最大贮存工况时候，放射源暂存库周围环境辐射剂量率均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  或者审管部门批准的控制水平”的要求。其辐射屏蔽防护性能有效可行，满足源库的“防射线泄漏”要求。同时，放射源暂存库已按照辐射剂量监控报警系统，可以实时掌握场所辐射水平。

⑥放射源暂存库内及附近严禁存放易燃易爆和腐蚀性物品，源库四周主要为 1#探伤室、控制室、资源管理室和厂内道路，均不涉及易燃易爆物质及危险化学品等存放，满足源库的“防爆”要求。

⑦放射源暂存库出入口的防护门已设置显著的电离辐射警示标志，告诫无关人员请勿靠近。

⑧放射源暂存库未设置机械排风系统，本项目拟增设排风管道设于源库内西北角，穿墙方式为“U”型，与1#探伤室的通风管道接通，最终引至室外直接排放，可保证库内空气质量。

⑨本项目为II类放射源，其风险等级为二级，治安防范级别也为二级，公司已加强放射源暂存库的安保措施，具体为：①已成立由公司主管领导、各相关职能部门和生产部门人员组成的治安保卫机构。②已设置放射源暂存库保卫值班室（资源管理室），放射源暂存库内视频监控系统已与值班室联网。严格执行《放射源储存库保卫值班工作制度》，24小时均有专人值守，值班人员每2小时对放射源暂存库周围进行一次安全巡查，严格执行交接班制度，并有详细记录。③公司已建立《门卫制度》，对出入厂区的人员建立“来客登记簿”，严格出入手续。④放射源暂存库出入口门已采用防盗门，防盗安全级别为乙级（含）以上，防盗锁符合GA/T 73的要求。⑤加强夜间和节假日巡逻，做好防盗和防破坏措施。⑥公司已制定《辐射事故应急处置预案》，严防放射源损坏、丢失或恶意破坏等事件的发生。

⑩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。

⑪公司已制定 $\gamma$ 射线探伤机的领取、归还和登记制度，放射源台账和定期清点检查制度，明确放射源的流向。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。

#### 10.1.4.5 放射源的运输和移动管理

(1)目前公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了 $\gamma$ 射线探伤机委托运输协议。该单位具备中华人民共和国道路运输经营许可证，证号：浙交运管许可杭字（330101200129）号，经营范围：经营性危险货物运输资质（第7类）（剧毒化学品除外）。由浙江省科学器材进出口有限责任公司承担新进放射源与退役放射源的运输责任。

(2)在放射源暂存库至新建探伤室或各客户工作场所移动时，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。

(3)在放射源暂存库至新建探伤室移动时，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。

(4)在放射源暂存库至新建探伤室移动时，应使用小型车辆或手推车，使含源装置处于人员监视之下。

#### 10.1.4.6 废旧放射源的处置及换源

(1)目前公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了放射性同位素转让及退役源

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浙江省科学器材进出口有限责任公司。

(2) 在废旧放射源转让活动完成之日起 20 日内，公司拟将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送浙江省生态环境厅备案。

(3) 废旧放射源临时贮存在放射源暂存库的储源坑内，应及时通知源的销售单位专车取走。

(4) 严禁将废旧放射源非法转让，随意丢弃。

(5) 探伤装置装源（包括更换放射源）由放射源生产单位在生产厂家内进行操作，并承担其安全责任，放射源活度不得超过该探伤装置设计的最大额定装源活度。

#### **10.1.4.7 放射源的异地使用**

本项目移动探伤的业务范围是全国范围内各客户工作现场， $\gamma$  射线探伤机异地使用应能做到：

(1) 本项目  $\gamma$  射线探伤机进行跨设区市作业的，公司应在作业实施前 10 日内向移入地设区市生态环境主管部门报告。作业活动结束后 20 日内向移入地设区市生态环境主管部门报告注销。需变更作业点的，应在完成原异地使用报告注销手续后，重新办理报告手续，放射源可不返回本单位注册地。需延长作业时间的，可直接办理报告延期手续。

(3) 本项目  $\gamma$  射线探伤机转移到外省、自治区、直辖市使用的，公司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，公司应在放射源移出使用地 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。

(4) 本项目  $\gamma$  射线探伤机在外省作业需改变作业地点的，经作业地生态环境部门同意，完成原异地使用备案注销手续后，放射源可不返回浙江省直接办理新的出省备案手续。

(5) 公司应建立  $\gamma$  射线探伤机跨区域备案管理制度，并在实际工作中严格执行。

#### **10.1.4.8 $\gamma$ 射线移动探伤辐射工作人员配置和其他相关人员要求**

(1) 每台  $\gamma$  射线探伤装置须配备 2 名以上辐射操作人员（同时在场）和 1 名现场安全员，但现场安全员应具有对现场辐射安全负责的权限，发现安全问题及时叫停探伤作业。

(2) 探伤工作人员应佩戴个人剂量计，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。同时，探伤工作人员还应佩戴标注照片、姓名、培训类别和所属单位等人员信息牌。

(3) 公司应设立由单位法定代表人、辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人

员以及放射源贮存库管理员分级负责的辐射安全管理体系，其中：

①法定代表人是辐射安全管理的第一责任人，全面负责本单位的辐射安全管理工作。

②辐射安全负责人具体负责本单位辐射安全管理工作，检查指导各项目辐射安全管理工作，定期核查各项目有关资料。

③项目负责人负责该项目的辐射安全管理工作，检查操作人员和现场安全员的操作与记录情况。

④现场安全员负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业场所辐射剂量水平监测、含放射源  $\gamma$  射线探伤机的领取、归还以及确认放射源是否返回探伤机等安全相关工作，并做好相关记录。

⑤操作人员负责探伤机的安全使用及状态监护等工作。

⑥放射源贮存库管理员负责放射源贮存库的值守、巡查、监护、钥匙保管，做好探伤机的出入库登记，定期清点记录放射源情况等工作。

⑦ 辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员和放射源贮存库管理员必须通过相应的核技术利用辐射安全与防护考核。

(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。

#### **10.1.4.9 $\gamma$ 射线移动探伤档案管理要求**

公司每次  $\gamma$  射线室内与移动探伤作业活动均应建立完整的档案，做到“一事一档”，使每次移动探伤的辐射安全和防护状况具有可追溯性。需要归档的材料应包括以下内容：

(1) 作业活动开始前的报备方案、作业活动结束后的辐射安全评估报告。

(2) 生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。

(3) 移动探伤作业活动期间的相关记录和日志：包括现场公示、放射源的领用记录、设备检查记录及账务复核记录，每次作业的时间、地点、操作人员，每次作业清场、两区划分记录（采取影像资料和文字形式），对工作场所和周围环境监测记录等。

(4) 探伤活动期间异常情况说明以及其他需要记录的有关情况。

(5) 作业单位应在现场项目部存放项目相关的操作规程、应急预案、出入库记录等辐射安全管理资料。作业结束后，应当将项目的相关资料及时归档，保留期限至少两年。

#### **10.1.4.12 $\gamma$ 射线移动探伤数字化管理要求**

(1) 作业单位应加强作业活动的数字化管理工作，规范使用移动探伤放射源在线监管系统（以下简称“在线监管系统”），实现作业活动的全流程闭环管理。

(2) 每台探伤机均应安装在线监管系统终端，未安装终端的不得使用。作业单位应加强终

端的日常管理和维护，确保数据上传有效。

(3) 作业单位应做好在线监管系统人员、放射源、探伤机、异地使用等信息录入及更新，按在线监管系统要求落实出入库扫码工作。

(4) 作业单位应及时处置或反馈在线监管系统推送的预警信息，防范放射源失控风险。

#### 10.1.4.13 移动探伤防护用品与检测仪器配置

移动探伤项目扩建前共有 2 个移动探伤小组，每组 3 名辐射工作人员，扩建后拟增设 1 个工作小组，每组 3 名辐射工作人员，其中 2 名为辐射操作人员，1 名为现场安全员。扩建后共有 3 个移动探伤小组，共 9 名辐射工作人员。本项目每个项目部为一个独立的移动探伤作业点，扩建后的辐射工作人员均分组开展工作，同一个移动探伤作业点不同时开机使用 2 台及 2 台以上的探伤机。

公司现有辐射防护设施配置情况见前文表 1-9，并不能满足本项目扩建后的移动探伤工作需求。因此，本次评价建议公司在现有基础上新增相应的辐射防护设施，以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求，具体配置计划见表 10-7。后期如新增移动探伤小组和辐射工作人员，公司应按企业实际情况配置符合标准要求的足够数量的防护用品与检测仪器。

表 10-7 本项目移动探伤防护用品与检测仪器配置计划表

类别	辐射防护设施	单组配置	现有设备量	新增设备量	合计
γ 射 线 移 动 探 伤	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台	2 台	1 台	3 台
	个人剂量计	3 枚	6 枚	3 枚	9 枚
	个人剂量报警仪	3 台	6 台	3 台	9 台
	导向管、控制缆和遥控	1 组	2 组	1 组	3 组
	准直器	1 组	6 组	3 组	9 组
	电离辐射警告标志	8 个	10 个	14 个	24 个
	警告牌	8 个	10 个	14 个	24 个
	工作状态指示灯	4 个	10 个	12 个	12 个
	声音提示装置	4 个	2 个	10 个	12 个
	警示灯	4 个	0 个	12 个	12 个
	对讲装置	3 个	2 个	7 个	9 个
	警戒绳（不低于 400m）	1 套	1 套	2 套	3 套
	储源罐	1 个	3 个	/	3 个
	应急箱（包括放射源的远距离处理工具）	1 个	1 个	2 个	3 个
	其他辅助设备（夹钳和定位辅助设施）	1 套	3 套	/	3 套
铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜	各 1 套	2 套	1 套	3 套	

#### 10.1.4.9 国家及省关于 γ 射线移动探伤的管理要求

本项目对照《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）、《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）、《关于印发〈浙江省 $\gamma$ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定〉的通知》（浙环函〔2022〕30号）等文件中的要求，相关符合性分析评价分别见表10-8~表10-10。

表 10-8 本项目与环发（2007）8 号文的对照性分析评价

《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)		本项目情况	符合情况
1	至少有1名以上专职人员负责辐射安全管理工作。	该公司已成立辐射安全领导小组，并配备 1 名专职人员负责辐射安全管理工作。	符合
2	从事移动探伤作业的，应拥有 5 台以上探伤装置。	该公司已许可 6 台 γ 射线探伤机，本次拟新增 6 台 γ 射线探伤机，均用于室内探伤与各客户工作场所移动探伤。	符合
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。	该公司每台 γ 射线探伤机均拟配备 2 名以上探伤操作人员，操作人员上岗前均拟参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	符合
4	必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。	本项目在履行环评手续后，该公司将重新申领辐射安全许可证，在取得辐射安全许可证后，方可开展探伤工作。	符合
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。	该公司拟在日常操作中落实该要求，当 γ 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。	符合
6	明确 2 名以上工作人员专职负责放射源暂存库的保管工作。放射源暂存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暂存库保管的，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。	该公司已设 1 间放射源暂存库，已安排 2 名工作人员专职负责放射源暂存库的保管工作，源库已设置红外报警装置，源库内已安装视频监控装置、对源库实行 24 小时监控，源库入口已设置电离辐射警告标志，源库门设计为双人双锁。当天移动探伤工作完成，γ 射线探伤机不能返回到源库时，公司将按要求设置放射源临时贮存场所。	符合
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。	该公司拟制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度，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 2 名源库工作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，做到帐物相符，一一对应，核实记录妥善保存，并建立计算机管理档案。	符合
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。	该公司已制定相应的设备维修制度，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；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。	符合

续表 10-8 本项目与环发〔2007〕8号文的对照性分析评价

《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)		本项目情况	符合情况
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。	该公司每次开展移动探伤工作，单个探伤小组拟配备 2 名探伤操作人员和 1 名现场安全员同时在场。本项目探伤操作人员和现场安全员上岗前均拟配备 1 枚个人剂量计，开展探伤工作时，每名辐射工作人员均佩戴 1 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，个人剂量计拟定期送交有资质的检测单位进行测量，并建立个人剂量档案。	符合
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。	该公司已制定 γ 射线移动探伤操作规程，明确规定：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。实际工作过程中，探伤操作人员严格按照探伤操作规程执行。	符合
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。	该公司已委托浙江省科学器材进出口有限责任公司负责运输探伤装置，严格遵守探伤装置专车运输，专人押运。押运人员须全程监护探伤装置。	符合
12	室外作业时，应设定控制区，并设置明显的警戒线和电离辐射警告标志，专人看守，监测控制区的辐射剂量水平。	开展移动探伤时，现场安全员严格按照《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电离辐射警告标志，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。	符合
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。	移动探伤作业结束后，现场安全员用 X-γ 辐射剂量率仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由现场安全员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。	符合
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。	本项目移动探伤的作业范围为全国各地，公司承诺将严格落实放射源异地作业备案登记制度。	符合
15	更换放射源时，探伤装置使用单位应向所在地省级环境保护主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源；探伤装置使用单位、放射源生产单位应当在转让活动完成之日起 20 日内，分别将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级环境保护主管部门备案。	更换放射源时，该公司拟向浙江省生态环境厅提交《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，公司与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生态环境主管部门备案。	符合
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，立即向使用地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。	该公司已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。	符合

表 10-9 本项目与环办函〔2014〕1293 号文的对照性分析评价

《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)		本项目情况	符合情况
1	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。	该公司从事 $\gamma$ 射线移动探伤辐射工作人员上岗前,均拟按照法规要求参加辐射安全与防护培训,并考核合格后上岗,严禁无证人员操作探伤装置。	符合
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。	该公司单个工作组开展移动探伤时,探伤现场均拟配备 1 名现场安全员,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。现场安全员上岗前,均拟按照法规要求参加与操作人员等同的辐射安全与防护培训,考核合格后上岗。	符合
3	$\gamma$ 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。	该公司在实际探伤工作中,在作业现场边界外公众可达地点拟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、资质证书和生态环境部门监督举报电话等信息进行公示,接受公众监督。 该公司承诺将严格要求制定安全信息公示牌。	符合
4	各 $\gamma$ 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。	该公司已成立辐射安全领导小组,明确了相关岗位责任,并定期组织辐射工作人员辐射安全与防护培训,并建立企业核安全文化,杜绝事故的发生。	符合
5	各 $\gamma$ 射线移动探伤装置生产单位应对探伤装置的设计进行持续改进,提升装置的固有安全性,避免人为违规操作导致安全事故发生。	该公司为 $\gamma$ 射线移动探伤装置使用单位,不属于生产单位。相关生产单位应主动配合该项要求。	/
6	各地应强化对 $\gamma$ 射线移动探伤装置生产、销售、使用单位的监督管理,加大监督检查力度,及时处理公众举报,对违规操作零容忍,对弄虚作假零容忍,对违法行为从严查处。	该公司应主动配合主管部门的监督管理。	/
7	各地应强化对 $\gamma$ 射线移动探伤异地使用备案的管理,在 $\gamma$ 射线移动探伤异地首次作业时,作业现场所在地承担监管职责的环保部门应进行现场检查,核实相关信息,督促企业做好辐射安全工作,消除安全隐患。	该公司应主动配合主管部门对 $\gamma$ 射线移动探伤异地使用备案的管理。	/

表 10-10 本项目与浙环发〔2022〕30 号文的对照性分析评价

《关于印发〈浙江省 γ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定〉的通知》 (浙环函〔2022〕30 号)		本项目情况	符合情况
1	浙江省生态环境主管部门颁发辐射安全许可证的作业单位（以下简称“本省单位”）应设立由单位法定代表人、辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员以及放射源贮存库管理员分级负责的辐射安全管理体系，制定单位辐射安全管理制度，培植单位核安全文化。	该公司已建立由单位法定代表人、辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员以及放射源贮存库管理员分级负责的辐射安全管理体系，制定单位辐射安全管理制度，培植单位核安全文化。	符合
2	单位法定代表人是辐射安全管理的第一责任人，全面负责本单位的辐射安全管理工作。	该公司已明确单位法定代表人是辐射安全管理的第一责任人，全面负责本单位的辐射安全管理工作。	符合
3	辐射安全负责人具体负责本单位辐射安全管理工作，检查指导各项目辐射安全管理，定期核查各项目有关资料。	该公司拟明确 1 名辐射安全负责人具体负责本单位辐射安全管理工作，检查指导各项目辐射安全管理，定期核查各项目有关资料。	符合
4	项目负责人负责该项目的辐射安全管理工作，检查操作人员和现场安全员的操作与记录情况。	该公司每个 γ 射线移动探伤作业项目点拟配备项目负责人，负责该项目点的辐射安全管理工作，每天检查操作人员和现场安全员的操作和记录情况。	符合
5	现场安全员负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业场所辐射剂量水平监测、含放射源 γ 射线探伤机（以下简称“探伤机”）的领取、归还以及确认放射源是否返回探伤机等安全相关工作，并做好相关记录。	该公司每个 γ 射线移动探伤作业场所拟配备 1 名现场安全员，主要负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业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、归还以及确认放射源是否返回探伤装置等工作，同时做好相关记录。	符合
6	操作人员负责探伤机的安全使用及状态监护等工作。	该公司每个 γ 射线移动探伤作业场所拟配备 2 名操作人员，负责探伤机的安全使用及状态监护等工作。	符合
7	放射源贮存库管理员负责放射源贮存库的值守、巡查、监护、钥匙保管，做好探伤机的出入库登记，定期清点记录放射源情况等工作。	本项目放射源暂存库已安排 2 名工作人员专职负责放射源暂存库的值守、巡查、监护、钥匙保管，做好探伤机的出入库登记，定期清点记录放射源情况等工作。	符合
8	辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员和放射源贮存库管理员必须通过相应的核技术利用辐射安全与防护考核。	本省单位的辐射安全负责人、作业项目点负责人、现场安全员和操作人员等上岗前，均拟按照法规要求参加与操作人员等同的辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	符合
9	作业单位应建立辐射安全管理制度，主要包括：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、放射源使用登记制度、工作场所监测制度、人员剂量管理和健康管理制度、人员培训制度等。	公司已建立辐射安全管理制度，主要包括：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、放射源使用登记制度、工作场所监测制度、人员剂量管理和健康管理制度、人员培训制度等。	符合
10	作业单位应制定并不断完善辐射事故应急预案，细化应急报告程序及应急处置措施，明确应急物资、设备型号（名称）、存放地点等，并定期组织开展应急演练。	公司已建立并不断完善辐射事故应急预案，细化，细化应急报告程序及应急处置措施，明确应急物资、设备型号（名称）、存放地点等，并定期组织开展应急演练。	符合

续表 10-10 与浙环发〔2022〕30 号文的对照性分析评价

《关于印发〈浙江省 $\gamma$ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定〉的通知》 (浙环函〔2022〕30 号)		本项目情况	符合情况
11	作业单位应每月对探伤机及配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤机的性能进行全面检查、维护，发现问题及时维修，并做好记录。	该公司拟制定相应的设备维修制度，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。	符合
12	作业单位之间不得借用许可资质、探伤机和辐射工作人员，未通过相应核技术辐射安全与防护考核的人员不得作业。	该公司承诺不借用许可资质、探伤机和辐射工作人员，未通过相应核技术辐射安全与防护考核的人员不得作业。	符合
13	作业单位不得使用超过 10 年的探伤机，不得使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辫位置指示器等存在故障的探伤机。	该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。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、源辫位置指示器等存在故障的探伤装置。	符合
14	作业单位应在现场项目部存放项目相关的操作规程、应急预案、出入库记录等辐射安全管理资料。作业结束后，应当将项目的相关资料及时归档，保留期限至少两年。	该公司承诺作业项目地存放项目相关的辐射环境管理资料，并将所有项目点的相关资料及时归档，保留期限不少于两年。	符合
15	作业委托单位应选择辐射安全管理水平良好的作业单位，与作业单位签订职责明确的责任书，明确专人负责，提供能满足作业要求的工作场所，配合落实放射源贮存库等。作业场所和放射源贮存库不符合辐射安全管理要求的，作业单位不得接受委托开展作业。	公司承诺与委托单位签订职责明确的责任书，作业场所和放射源贮存库不符合辐射安全管理要求的，不接受委托开展作业。	符合
16	作业单位应确保每台探伤机至少有 2 名操作人员和 1 名现场安全员同时在场。同一作业点，同一单位有多台探伤机使用的，现场安全员配备须满足辐射安全管控要求。操作人员以及现场安全员应配备个人剂量报警仪和个人剂量计，并持有标注照片、姓名、培训类别和所属单位等的人员信息牌。每个作业点配备至少 1 台辐射监测仪以及必要的个人防护和应急用品。	公司每台 $\gamma$ 射线探伤机拟配备 2 名辐射操作人员和 1 名现场安全员同时在场，探伤作业时，操作人员以及现场安全员应配备个人剂量报警仪和个人剂量计，并佩戴标注照片、姓名、培训类别和所属单位等人员信息牌。每个作业点拟配备至少 1 台 X- $\gamma$ 剂量率仪以及必要的个人防护和应急用品。	符合
17	探伤作业时（应急探伤除外），作业单位必须在作业现场边界外公众可达地点放置面积不小于 2 平方米的安全信息公示牌，公告作业单位名称、作业时间、区域、负责人和联系电话等信息。作业单位应将作业计划和影响范围书面告知作业委托单位，作业委托单位应通知本单位相关人员，并协助作业单位做好周围公众的告知和警戒工作。	该公司承诺室外探伤时（应急探伤作业除外），在作业现场边界外公众可达地点放置面积不小于 2 平方米的安全信息公示牌，公告作业单位名称、作业时间、区域、负责人和联系电话等信息；并将作业计划和影响范围书面告知委托单位；委托单位应当通知本单位相关人员，并协助作业单位做好周围公众的告知和警戒工作。	符合

续表 10-10 与浙环发〔2022〕30 号文的对照性分析评价

《关于印发〈浙江省 γ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定〉的通知》 (浙环函〔2022〕30 号)		本项目情况	符合情况
18	探伤作业时，作业单位应按标准设定控制区和监督区，设置明显的警戒线、警示灯和电离辐射警告标志，监测、记录辐射剂量水平。在监督区边界外进行全程警戒和巡检，防止无关人员进入监督区。	本项目作业现场按标准设定控制区和监督区，设置明显的警戒线和电离辐射警告标志，监测、记录辐射剂量水平。在监督区边界外进行全程警戒和巡检，防止无关人员进入监督区。	符合
19	在探伤机出入放射源贮存库以及离开作业场所时，作业单位必须对探伤机进行辐射剂量监测，并记录剂量监测值和转移时间等信息。	该公司已配备便携式 X-γ 剂量率仪，在探伤机出入放射源暂存库、临时存放场所，以及离开作业场所时，对探伤机进行辐射剂量监测，并记录剂量监测值和转移时间等信息。	符合
20	放射源贮存库应满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的要求，不得存放易燃、易爆、腐蚀性等物品。指定专职人员负责放射源贮存库的安保工作，24 小时人员值守，实施双人双锁管理。安装入侵报警装置和视频监控等安保设施，实施 24 小时持续有效视频监控，监控录像保存 30 天以上。	该公司放射源暂存库满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的要求，未存放易燃、易爆、腐蚀性物品等，并由管理人员定期清点记录放射源情况；放射源暂存库拟安装 24 小时持续有效视频监控，监控录像保存 30 天以上，并实施双人双锁管理，由专职工作人员负责。 现场作业的放射源临时存放场所拟严格按照此条款要求执行。	符合
21	作业单位选择作业委托单位或第三方提供的放射源贮存库时应明确双方相应安保责任，并落实安保措施。探伤机使用完毕不能及时返回放射源贮存库保管的，作业单位应利用保险柜或其他具有安保效果的暂存设施现场保存，派专职人员 24 小时现场值守。	该公司承诺选择作业委托单位或第三方提供的放射源贮存库时明确双方相应安保责任，并落实安保措施。探伤机使用完毕不能及时返回放射源贮存库保管的，公司拟利用保险柜或其他具有安保效果的暂存设施现场保存，派专职人员 24 小时现场值守。	符合
22	作业单位应加强作业活动的数字化管理工作，规范使用移动探伤放射源在线监管系统（以下简称“在线监管系统”），实现作业活动的全流程闭环管理。	该公司承诺加强作业活动的数字化管理工作，规范使用移动探伤放射源在线监管系统，实现作业活动的全流程闭环管理。	符合
23	每台探伤机均应安装在线监管系统终端，未安装终端的不得使用。作业单位应加强终端的日常管理和维护，确保数据上传有效。	公司每台探伤机均拟安装在线监管系统终端，未安装终端的不得使用。公司承诺加强终端的日常管理和维护，确保数据上传有效。	符合
24	作业单位应做好在线监管系统人员、放射源、探伤机、异地使用等信息录入及更新，按在线监管系统要求落实出入库扫码工作。	公司承诺将做好在线监管系统人员、放射源、探伤机、异地使用等信息录入及更新，按在线监管系统要求落实出入库扫码工作。	符合
25	作业单位应及时处置或反馈在线监管系统推送的预警信息，防范放射源失控风险。	公司承诺将及时处置或反馈在线监管系统推送的预警信息，防范放射源失控风险。	符合

续表 10-10 与浙环发〔2022〕30 号文的对照性分析评价

《关于印发〈浙江省 $\gamma$ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定〉的通知》 (浙环函〔2022〕30 号)		本项目情况	符合情况
26	本省单位进行跨设区市作业的,应在作业实施前 10 日内向移入地设区市生态环境主管部门报告。作业活动结束后 20 日内向移入地设区市生态环境主管部门报告注销。需变更作业点的,应在完成原异地使用报告注销手续后,重新办理报告手续,放射源可不返回本单位注册地。需延长作业时间的,可直接办理报告延期手续。	公司承诺将严格落实放射源异地作业备案登记制度。	符合
27	本省单位送贮废旧放射源的,应当在废旧放射源送贮活动完成之日起 20 日内,向注册地生态环境主管部门办理备案手续。	公司承诺在废旧放射源送贮活动完成之日起 20 日内,向注册地生态环境主管部门办理备案手续。	符合
28	各级生态环境主管部门应当将作业单位列为特殊监管对象,加强监督管理,强化作业点的现场检查及在线监管系统使用情况的监督检查。	该公司应主动配合主管部门的监督管理。	/
29	作业单位和作业委托单位违反本规定的行为,各级生态环境主管部门按有关法律、法规、规章进行查处,按规定公开环境违法信息,相关情况纳入企业环境信用评价结果。	该公司应主动配合主管部门的监督管理。	/
30	作业单位在移入地首次作业时,当地生态环境主管部门应对其现场检查,核实相关信息,督促作业单位做好辐射安全工作,消除安全隐患。	该公司应主动配合主管部门的监督管理。	/

#### 10.1.4.7 危险废物环境管理措施

本项目危险废物主要为探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片，根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）和《危险废物转移管理办法》（生态环境部令第23号）等规定，为降低危险废物对环境的影响程度，建设单位针对危险废物的贮存、转移和处置等环节拟采取如下环境管理措施：

##### （1）危废的贮存

本项目危废暂存间位于新建探伤室的夹层，建筑面积约3m<sup>2</sup>，具体位置见附图6。该场所的建设须满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求，地面拟硬化处理，采用环氧树脂地坪，不锈钢板铺设，拟采用防盗门窗，门上拟设置危废标识并上锁管理。根据公司提供的资料，现有项目产生危废量3.7吨，本项目危险废物预计产生量为3.9吨，危废暂存间的贮存能力约为2吨，危废贮存期限一般不超过三个月，可以满足贮存的空间要求。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物贮存场所（设施）的名称、位置、占地面积、贮存方式、贮存容积、贮存周期等内容，见表10-11。

表 10-11 危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	危废暂存间	废显（定）影液	HW16	900-019-16	新建探伤室夹层	3m <sup>2</sup>	专用防渗容器	2吨	三个月
2		废胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放		
3		洗片废水	HW16	900-019-16			专用防渗容器		

危废暂存间的日常管理应做到：①专人管理，其他人员未经允许不得入内。②危险废物贮存前应做好统一包装（液体桶装、固体袋装），防止渗漏，同时配备计量称重设备进行称重，危废包装容器应粘贴符合规定的标签，注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和性质。③危险废物必须分类分区贮存，不同类危险废物间应有明显间隔，严禁不相容、具有反应性的危险废物混合贮存。④建立危险废物管理台账，管理人员应作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称。危险废物的记录和货单在危险废物回取后应继续保留三年。

##### （2）危废的转移

对于厂内运输，本项目危废从厂区内产生环节运输到危废暂存间，应由专人负责，专用容器或废物袋收集转移，避免可能引起的散落、滴漏。对于厂外运输，危废由有资质单位定期到

厂内收集并运输转移，采用专用车辆。危废转移过程中应严格执行转移联单管理制度，危险废物电子转移联单数据应当在信息系统中至少保存十年。

### (3) 危废的委托处置

公司已与嘉兴市洪源环境科技有限公司签订了危废委托处置协议（见附件9），危废集中收集后统一交由有资质单位进行处理。

## 10.2 三废的治理

### 10.2.1 放射性“三废”

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水产生。

本项目 $\gamma$ 射线探伤机内放射源退役后仍具有很强的放射性，公司应按国家有关废旧放射源处置的相关规定要求，及时与供源单位签订废旧放射源回收协议。在收贮前，公司应将退役的放射源暂存于储源坑内，做好保管工作。

### 10.2.2 非放射性“三废”

#### (1) 臭氧和氮氧化物

##### ① 储源库与移动探伤

放射源暂存库内储存的放射源与空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，由机械排风装置经放射源暂存库的排风口及时排至室外。X射线移动探伤与 $\gamma$ 射线移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

##### ② 室内探伤

本项目X、 $\gamma$ 射线探伤机在工作状态时，产生的X、 $\gamma$ 射线将会使探伤室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。2#探伤室内拟设1套机械排风系统，设计风机风量为2208m<sup>3</sup>/h，排气口位于2#探伤室东侧室外；3#~4#探伤室内拟设1套机械排风系统，设计风机风量为6070m<sup>3</sup>/h，排气口位于4#探伤室西侧室外。

#### (2) 废显（定）影液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液、废胶片必须按规定进行合理的处置，分类收集后送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。

## 10.3 环保投资估算一览表

本项目总投资预计为220万元，其中辐射环保投资150万元，占总投资的68.18%。本项目环保投资一览表详见表10-12。

表 10-12 环保投资估算一览表

项目		设施（措施）	金额（万元）
2#~4#探伤室	辐射屏蔽措施	探伤室 3 间（含防护门）	113.0
	辐射安全措施	工作状态指示灯 3 套	0.5
		门-机连锁 6 套	1.0
		视频监控系统 3 套	1.0
		急停按钮 12 个	0.5
		固定式场所辐射探测报警装置 3 台	4.5
	废气处理设施	通排风系统 3 套	6.5
	辅助房间	设备贮存间、暗室与危废暂存间的建设	5.0
	电缆管线	管道预埋	1.0
	监测仪器及警示装置	便携式剂量率仪 1 台	2.0
个人剂量计 6 支,个人剂量报警仪 6 台（每间探伤室配置 2 台）		2.0	
电离辐射警告标志、监督区、控制区标识若干		0.5	
现有放射源暂存库	辐射屏蔽措施	放射源暂存库墙体、顶棚、防护门与源坑的屏蔽依托现有	/
	辐射安全措施	依托现有	/
	废气处理设施	通排风系统 1 套	2.0
	监测仪器及警示装置	辐射检测仪 1 台依托现有	/
		个人剂量计 2 支,个人剂量报警仪依托现有	/
电离辐射警告标志、监督区、控制区标识依托现有	/		
移动探伤	警告标识	新增 8 个警告牌、安全警戒线（不低于 400m）、8 个电离辐射警告标志、4 组工作状态指示灯与声音提示装置	0.5
	个人防护用品	新增 3 支个人剂量计、3 台个人剂量报警仪、铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜各 1 套	0.5
	监测仪器	新增 1 台便携式 X-γ 剂量率仪	1
	其他	1 组准直器、1 套对讲装置、1 个储源罐、1 个应急箱	1.5
其他	制度上墙	操作规程,辐射安全防护与保卫制度,辐射事故应急制度,岗位职责等	0.5
	人员管理	辐射工作人员辐射安全防护培训、职业健康检查与个人剂量监测	2.0
	环境监测	委托有资质单位开展各辐射工作场所辐射环境年度监测。	1.0
	运行维护	监测仪器的维护、校准,安全设施的维护等	2.5
	环境风险投资	购买应急物资,开展辐射事件应急演练等	2.0
合计			150

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

#### 11.1.1 土建施工阶段

本项目施工期涉及到 2#~4#探伤室及控制室等配套用房的施工建设和装修装饰，工程量较小，施工期较短，施工期对环境的影响，本次评价仅作简要分析。

(1) 大气：本项目在施工期产生少量地面扬尘，由于工程量不大，涉及的施工作业面较小，因此只要采取一定的措施即可很大程度的降低施工期的废气污染。

(2) 废水：施工期间，有少量含有泥浆的施工废水产生，应对这些废水进行集中收集妥善处理，建议在采取简单的沉淀处理后排入已有的排污管道。施工人员生活污水经化粪池预处理后排入市政污水管网。

(3) 噪声：施工机械在运行中会产生噪声，但由于施工量小，对周围环境影响较小。

(4) 固体废物：整个施工过程中产生少量以建筑垃圾为主的固体废物，企业应妥善收集后处理处置。施工人员生活垃圾经收集后交环卫部门清运。

#### 11.1.2 设备安装调试阶段

待本项目的X、 $\gamma$ 射线探伤机按照国家规定的程序合法购置到位后，需安装和调试后方可使用。安装调试期对于环境主要影响为电离辐射、微量的臭氧及氮氧化物以及包装材料等固废。本项目探伤设备的安装、调试（如门机联锁等性能）及针对建设单位的使用示范教学均要求在本项目辐射防护工程完成后，由设备厂家安排的专业人员进行，建设单位不得自行安装和调试设备。在设备安装调试阶段，建设单位应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设置电离辐射警示标志，禁止无关人员靠近。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

目前项目处于筹建阶段，本次评价采用理论计算的方法来预测本项目辐射工作场所运行过程中对周围环境的辐射影响。

#### 11.2.1 新建2#~4#探伤室环境影响分析

##### 11.2.1.1 关注点的设置

本项目 2#~4#探伤室拟配置 10 台 X 射线探伤机，最高电压为 350kV；配置 12 台  $\gamma$  射线探伤机，每枚放射源最大出厂活度均为  $3.7 \times 10^{12}$  Bq，所有探伤机在同一探伤室内作业范围基本相同，各探伤机的辐射影响对比情况见表 11-1。

表 11-1 本项目探伤室拟使用的探伤机辐射影响对比表

探伤机型号	最大管电压/活度	最大射线能量	在混凝土中的半值层厚度
XXG-3505 型 X 射线定向探伤机	350kV	0.350MeV	30mm <sup>①</sup>
<sup>75</sup> Se-γ 射线探伤机	100Ci	0.401MeV <sup>②</sup>	30mm <sup>②</sup>
<sup>192</sup> Ir-γ 射线探伤机	100Ci	0.612MeV <sup>②</sup>	50mm <sup>②</sup>

注：①数值来源于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 表 B.2；  
②数值来源于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中附录 A。

本项目探伤室内每次仅开启一台探伤机进行探伤，不允许开启 2 台及 2 台以上探伤机同时探伤。由上表可知：相对 XXG-3505 型 X 射线定向探伤机，<sup>192</sup>Ir-γ 射线探伤机的射线能量最大，穿透性最强，且半值层最大，根据源项乘以屏蔽透射因子的计算 <sup>192</sup>Ir-γ 射线探伤机对环境的影响最大。因此，本报告选取 <sup>192</sup>Ir-γ 射线探伤机作为评价对象进行理论计算，如探伤室能够满足 <sup>192</sup>Ir-γ 射线探伤机的辐射防护要求，其也能够满足 <sup>75</sup>Se-γ 射线探伤机与所有 X 射线探伤机的辐射防护要求。

预测背景为单台探伤机开机运行，<sup>192</sup>Ir-γ 射线探伤机内含放射源的最大出厂活度为  $3.7 \times 10^{12}$  Bq，预测点位示意图分别见图 11-1 和图 11-2。

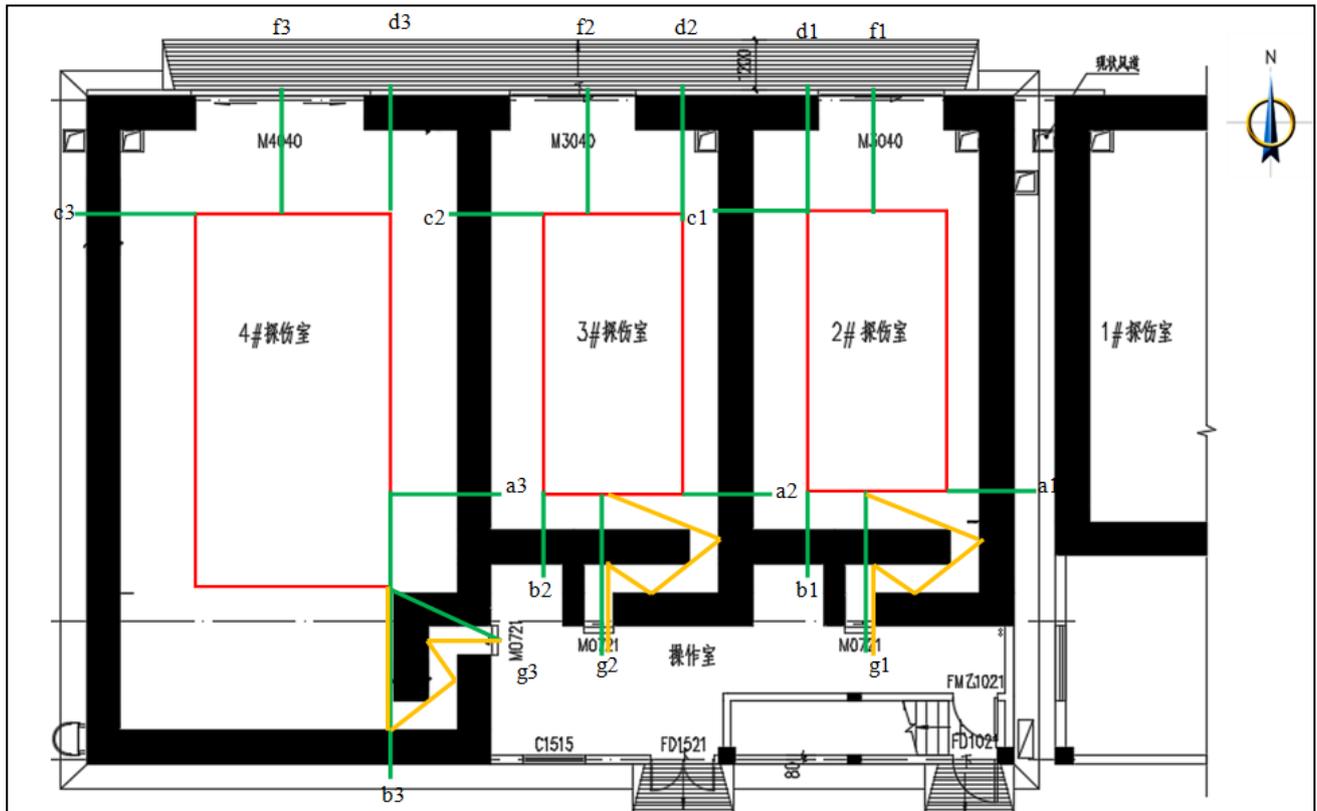


图 11-1 2#-4#探伤室平面布置预测点位示意图

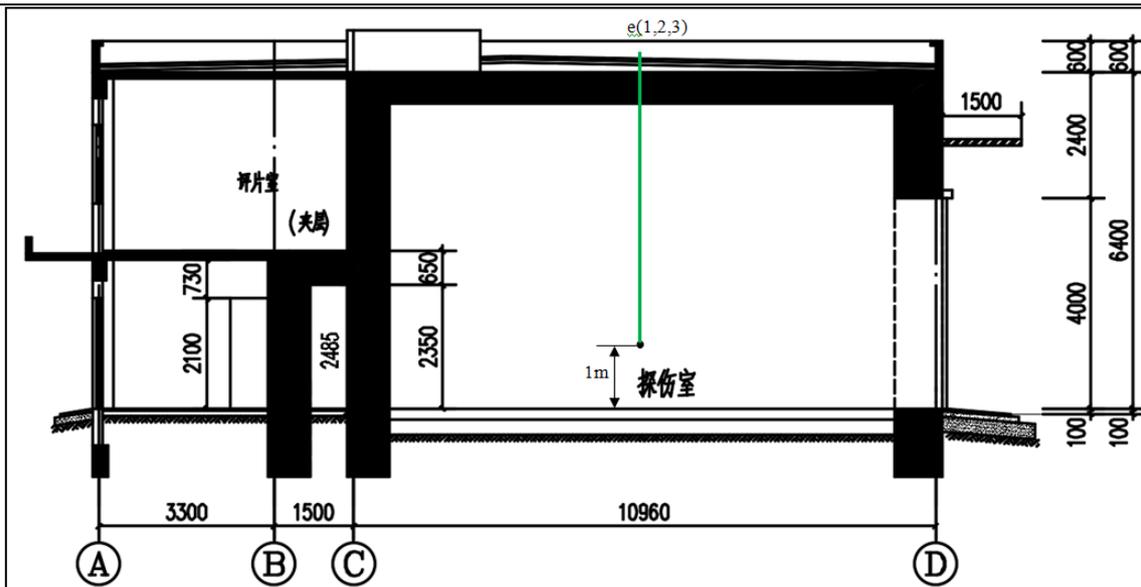


图11-2 探伤室剖面预测点位示意图 单位：mm

### 11.2.1.2 计算公式的选取

#### (1) 剂量率计算公式

因各预测点位与放射源使用位置之间的距离比放射源本身的几何尺寸大 5 倍以上，故可将放射源视为点源。 $\gamma$  射线辐射影响预测采用《辐射防护导论》（方杰主编）P76 页式（3.10）中  $\gamma$  点源空气比释动能率计算公式，无屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率  $\dot{K}$ ：

$$\dot{K} = \frac{A \cdot \Gamma_k}{r^2} \dots \dots \dots (11-1)$$

式中：

$\dot{K}$ ：无屏蔽防护时参考点的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

A：放射性活度，Bq；

$\Gamma_k$ ：空气比释动能率常数，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）附录 A 表 A.1：

对于  $^{192}\text{Ir}$ ， $\Gamma_k=0.17\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ ；

r：参考点距离放射源的距离，m。

探伤作业时，有屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率 K：

$$K = \frac{\dot{K}}{N} \dots \dots \dots (11-2)$$

式中：

K：有屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{K}$ ：无屏蔽防护时参考点的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

N: 减弱倍数, 根据公式  $N=2^{(d/HVL)}$  计算获取, 式中 d: 屏蔽层厚度, mm; HVL: 不同材料的半值层厚度, mm。根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中附录 A 表 A.2, 放射源  $^{192}\text{Ir}$  在混凝土中的半值层厚度为 50mm, 在铅中的半值层厚度为 3mm。

### (2) 散射辐射剂量率计算公式

根据 NCRP Report NO.51: Radiation protection design guidelines for 0.1-100 MeV particle accelerator facilities (0.1-100MeV 粒子加速器设施辐射防护设计准则) P63 页公式 (13), 无屏蔽防护时, 经 i 次散射后迷道外入口的剂量率计算公式如下:

$$H = \frac{H_0 \alpha_1 A_1 (\alpha_2 A_2)^{j-1}}{(d_1 \cdot d_{r1} \cdot d_{r2} \cdots d_{rj})^2} \cdots \cdots \cdots (11-3)$$

式中:

H: 经 i 次散射后关注点处的辐射剂量率,  $\mu\text{Gy/h}$ ;

$H_0$ : 对于  $\gamma$  辐射源, 数值上由  $A\Gamma_k$  确定, 其中 A 是放射源活度,  $\Gamma_k$  是空气比释动能率常数。

对于放射源  $^{192}\text{Ir}$ ,  $A=3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ,  $\Gamma_k=0.17\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$ , 则  $H_0=629000\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ 。

$\alpha_1$ : 入射到第一个散射体的  $\gamma$  射线的散射系数;

$\alpha_2$ : 从以后的物质散射出来的  $\gamma$  射线的散射系数; 本次评价偏安全考虑,  $\gamma$  射线散射后能量等同原射线, 对于后续散射过程, 假设能量不再改变, 由 NCRP Report NO.51: Radiation protection design guidelines for 0.1-100 MeV particle accelerator facilities (0.1-100MeV 粒子加速器设施辐射防护设计准则) P110 页附录 E.15, 本项目  $\alpha$  均保守取  $1.0 \times 10^{-2}$ 。

$A_1$ :  $\gamma$  射线入射到第一散射物质的散射面积,  $\text{m}^2$ ;

$A_2$ : 迷道的截面积,  $\text{m}^2$ ;

$d_1$ :  $\gamma$  射线源与第一散射物质的距离, m;

$d_{r1}, d_{r2} \cdots d_{rj}$ : 沿着迷道长轴的中心线距离, m;

j: 指第 j 个散射过程;

本项目探伤室迷道散射次数  $j=3$ ,  $d_1=3.3\text{m}$ ,  $d_{r1}=1.8\text{m}$ ,  $d_{r2}=1.3\text{m}$ ,  $d_{r3}=1.7\text{m}$ ;  $A_1=(1.5+0.7) \times 2.35=5.2\text{m}^2$ ;  $A_2=A_3=0.7 \times 2.35=1.6\text{m}^2$ 。

### (3) 天空反散射计算公式

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{B \cdot \dot{D}_{10} \cdot \Omega^{1.3} \cdot 10^6}{0.67 \cdot r_1^2 \cdot r_s^2} \quad (\text{式 } 11-4)$$

$$\Omega = 4tg^{-1} \frac{a \cdot b}{c \cdot d} \quad (\text{式 11-5})$$

式中： $\dot{H}_{L,h}$ ：参考点相应的剂量当量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

$B$ ：辐射减弱的透射比；屋顶的屏蔽透射比，无量纲，本项目探伤室的顶棚屏蔽设计厚度为650mm混凝土， $^{192}\text{Ir}$ 在混凝土中的半值层厚度为50mm。结合公式 $\eta=2^{-(d/\text{HVL})}$ ，其中 $d$ ：屏蔽层厚度，mm；HVL：不同材料的半值层厚度，mm，则本项目 $B$ 取值 $1.22 \times 10^{-4}$ ；

$D_{10}$ ：离源上方1m处的吸收剂量指数率， $\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1}$ ；由前述计算可知：

$$D_{10}=629000\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}=1.05 \times 10^{-2}\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1}$$

$\Omega$ ：辐射源对屋顶张的立体角，sr。本项目 $\Omega$ 根据式11-5进行计算；其中 $a$ 为屋顶长度之半， $b$ 为屋顶宽度之半， $c$ 为源到屋顶表面中心的距离， $d$ 为源到屋顶边缘的距离，且 $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ 。本项目2#~3#探伤室 $a$ 取4.8m， $b$ 取2.7m， $c$ 取5.6m， $d$ 取7.9m，代入式11-5，计算得 $\Omega$ 约为1.14sr；本项目4#探伤室 $a$ 取7.2m， $b$ 取4.0m， $c$ 取5.6m， $d$ 取10m，代入式11-5，计算得 $\Omega$ 约为1.9sr。

$r_1$ ：辐射源到屋顶上方2m处的距离，m。本项目探伤室均取7.6m。

$r_s$ ：室外参考点 $Q$ 到源的水平距离，m。本项目2#~3#探伤室取13m，4#探伤室取20m。

式中0.67是单位换算系数。

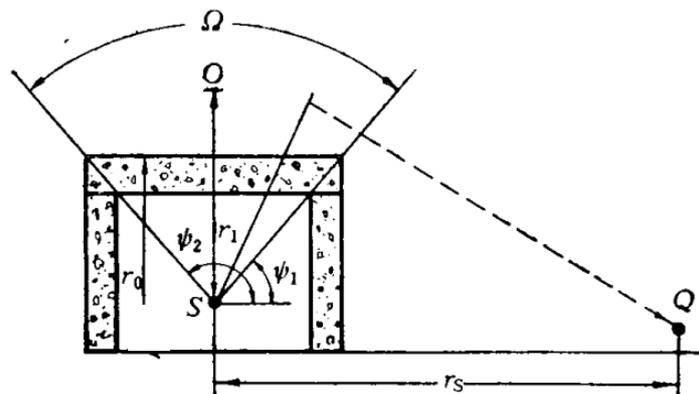


图 11-4 天空散射计算示意图

### (5) 年有效剂量计算公式

根据《辐射防护导论》（方杰主编），X- $\gamma$ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列式11-6计算。

$$H_{E-r} = D_r \times t \times T \times 10^{-3} \quad \text{式 (11-6)}$$

式中：

HE-r: 年受照剂量, mSv/a;

Dr: 关注点辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

T: 居留因子; 本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 A.1。

t: 年受照时间, h/a。

### 11.2.1.3 计算参数的选取与辐射剂量率的计算

本项目探伤室计算参数的选取与辐射剂量率的计算结果见表 11-2。

表 11-2 探伤室运行时各侧墙体及工件门辐射影响预测结果 ( $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机)

关注点位	A (Bq)	$\Gamma_k$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$	r (m)	无屏蔽体时参考点的周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	防护材料及厚度 d (mm)	半值层厚度 HVL (mm)	减弱倍数 N	有屏蔽体时参考点的周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	考虑叠加影响的周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	控制限值 $K^*$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
2#探伤室										
a1 东侧墙外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.0	69889	800mm 砼	50mm 砼	65536	1.07	1.07	2.5
b1 南侧墙外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.0	69889	800mm 砼	50mm 砼	65536	1.07	2.14	2.5
c1 西侧墙外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.0	69889	800mm 砼	50mm 砼	65536	1.07	1.07	2.5
d1 北侧墙外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.5	51347	800mm 砼	50mm 砼	65536	0.78	1.56	2.5
e1 顶棚	$3.70\times 10^{12}$	0.17	5.9	18070	600mm 砼	50mm 砼	4096	4.41	8.82	100
f1 北侧防护门外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.5	51347	80mm 铅	3mm 铅	$1.07\times 10^8$	$4.80\times 10^{-4}$	$4.80\times 10^{-4}$	2.5
g1 迷道防护门外	$3.70\times 10^{12}$	无防护门屏蔽前直射剂量率为 $0.39\mu\text{Sv/h}$ ，散射剂量率为 $0.05\mu\text{Sv/h}$ ； 经过 20mm 铅的防护门屏蔽后总剂量率为 $0.44\times 2^{(-20/3)}=4.33\times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$						$4.33\times 10^{-3}$	$4.33\times 10^{-3}$	2.5
3#探伤室										
a2 东侧墙外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.0	69889	800mm 砼	50mm 砼	65536	1.07	1.07	2.5
b2 南侧墙外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.0	69889	800mm 砼	50mm 砼	65536	1.07	2.14	2.5
c2 西侧墙外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.0	69889	800mm 砼	50mm 砼	65536	1.07	1.07	2.5
d2 北侧墙外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.5	51347	800mm 砼	50mm 砼	65536	0.78	1.56	2.5
e2 顶棚	$3.70\times 10^{12}$	0.17	5.9	18070	600mm 砼	50mm 砼	4096	4.41	8.82	100
f2 北侧防护门外	$3.70\times 10^{12}$	0.17	3.5	51347	80mm 铅	3mm 铅	$1.07\times 10^8$	$4.80\times 10^{-4}$	$4.80\times 10^{-4}$	2.5
g2 迷道防护门外	$3.70\times 10^{12}$	无防护门屏蔽前直射剂量率为 $0.39\mu\text{Sv/h}$ ，散射剂量率为 $0.05\mu\text{Sv/h}$ ；						$4.33\times 10^{-3}$	$4.33\times 10^{-3}$	2.5

		经过 20mm 铅的防护门屏蔽后总剂量率为 $0.44 \times 2^{(-20/3)} = 4.33 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$								
4#探伤室										
a3 东侧墙外	$3.70 \times 10^{12}$	0.17	3.0	69889	800mm 砷	50mm 砷	65536	1.07	1.07	2.5
b3 南侧墙外	$3.70 \times 10^{12}$	0.17	4.5	31062	800mm 砷	50mm 砷	65536	0.47	2.14	2.5
c3 西侧墙外	$3.70 \times 10^{12}$	0.17	3.0	69889	800mm 砷	50mm 砷	65536	1.07	1.07	2.5
d3 北侧墙外	$3.70 \times 10^{12}$	0.17	3.5	51347	800mm 砷	50mm 砷	65536	0.78	1.56	2.5
e3 顶棚	$3.70 \times 10^{12}$	0.17	5.9	18070	600mm 砷	50mm 砷	4096	4.41	8.82	100
f3 北侧防护门外	$3.70 \times 10^{12}$	0.17	3.5	51347	80mm 铅	3mm 铅	$1.07 \times 10^8$	$4.80 \times 10^{-4}$	$4.80 \times 10^{-4}$	2.5
g3 迷道防护门外	$3.70 \times 10^{12}$	无防护门屏蔽前直射剂量率为 $1.41 \mu\text{Sv/h}$ ，散射剂量率为 $0.05 \mu\text{Sv/h}$ ； 经过 20mm 铅的防护门屏蔽后总剂量率为 $1.45 \times 2^{(-20/3)} = 0.02 \mu\text{Sv/h}$						$4.33 \times 10^{-3}$	$4.33 \times 10^{-3}$	2.5
2#~3#探伤室天空反散射	经式 11-4 与式 11-5 计算天空反散射剂量率为 $2.31 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$									/
4#探伤室天空反散射	经式 11-4 与式 11-5 计算天空反散射剂量率为 $1.91 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$									/

由表11-2可知：当探伤室内仅开启一台活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$ 射线探伤机进行探伤时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“探伤室墙和入口门的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶外30cm处的剂量率参考控制水平不大于 $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。可推断出当活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 $^{75}\text{Sr}$ - $\gamma$ 射线探伤机与最大管电压为350kV、最大管电流为5mA的XXG-3505型X射线定向探伤机满功率运行时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门也能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“探伤室墙和入口门的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶外30cm处的剂量率参考控制水平不大于 $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

#### 11.2.1.4 探伤室各类管道线路屏蔽效果分析

本项目探伤室的通风管道与线缆管道均以“U”型管道从地下穿越探伤室的墙体，不影响墙体的屏蔽防护。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189页的实例证明，本项目所有射线均需经过三次以上散射才能经管道散射至探伤室墙外，经过管道的多重反射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏可忽略不计。因此，本项目各类电缆线、X、 $\gamma$ 射线探伤机的控制缆线和排风等管道的布置方式不会破坏墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

#### 11.2.1.5 探伤室辐射人员年有效剂量估算

根据表 11-2 辐射剂量率的计算结果，居留因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 A 表 A.1 确定，根据式 11-6 进行年有效剂量估算。

##### （1）辐射工作人员

本项目探伤操作人员受到辐射照射的途径主要包括两个方面：a）探伤期间，工作人员在控制室内拍片受到的外照射；b）探伤作业前，工作人员在厂内运输 $\gamma$ 射线探伤机、探伤室内近距离移动探伤机、安装输源导管等准备工作时受到贮存状态放射源的外照射。

##### ①开机状态

本项目探伤室开机状态下，对辐射工作人员影响的区域主要在控制室内控制台处，该处辐射剂量率取值 $2.14 \mu\text{Sv/h}$ （数值来源前文理论预测表11-2并考虑剂量率叠加乘以2），每间探伤室年曝光时间为1000h。根据公式（11-6），居留因子取1，可估算出本项目探伤室开机时操作位处的单名辐射工作人员的年附加有效剂量为 $2.14 \text{mSv/a}$ 。

##### ②不开机状态

**a、取源与还源：**辐射工作人员在放射源暂存库内打开储源坑（取源与还源共约2min/天，年受照时间为10h，周围剂量当量率保守取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ），将探伤机从储源坑拿出放到铅箱内或从

铅箱内取出放到储源坑（取源与还源共约0.5min/天，年受照时间为2.5h，周围剂量当量率保守按源容器表面外5cm处周围剂量当量率控制值取0.5mSv/h，下同），将铅箱放至专用运输车辆装车或从专用运输车卸下（取源与还源共约4min/天，年受照时间为20h，周围剂量当量率保守按源容器表面外1m处周围剂量当量率控制值取0.02mSv/h）。该环节单名辐射工作人员年附加有效剂量为1.675mSv/a。

**b、运输：**放射源暂存库到新建探伤室相邻，运送到探伤室内由公司辐射工作人员采用专用车辆进行运送（每日往返运送1次，用时共约10min，年受照时间为5h，周围剂量当量率保守按源容器表面外1m处周围剂量当量率控制值取0.02mSv/h）。该环节单名辐射工作人员年附加有效剂量为0.1mSv/a。

**c、移动与安装：**近距离移动探伤机和安装、收回输源导管一般不超过5min，2名辐射工作人员轮流操作，每天最多操作1次，则单名辐射工作人员年受照时间为12.5h，取辐射工作人员处于离探伤机100cm处，周围剂量当量率保守按源容器表面外1m处周围剂量当量率控制值取0.02mSv/h。该环节单名辐射工作人员年附加有效剂量为0.25mSv/a。

### ③有效剂量统计

综上所述，本项目探伤操作人员的剂量叠加结果为：

$$H_{\text{开机}} + H_{\text{不开机}} = 2.14 \text{ mSv/a} + 1.675 \text{ mSv/a} + 0.1 \text{ mSv/a} + 0.25 \text{ mSv/a} = 4.26 \text{ mSv/a}$$

因此，本项目从事室内探伤操作的单名辐射工作人员的最大年附加有效剂量为4.26mSv/a，小于本次评价项目剂量约束值（职业人员 $\leq 5.0 \text{ mSv/a}$ ），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过20mSv/a的剂量限值要求。

## (2) 公众人员

探伤室周边的公众人员有效剂量计算结果见表 11-3。

**表 11-3 探伤室周边的公众人员有效剂量计算结果**

人员所在位置	居留因子	源点与保护目标距离 (m)	源点与关注点距离 (m) ①	保护目标处辐射剂量率取值 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) ②	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
东侧资源管理室	1/16	/	/	1.07	3000	0.20
东侧装配车间	1	40+3	3	$1.07 * (3/43)^2$		$1.45 \times 10^{-2}$
南侧内部道路	1/16	/	/	0.71		0.20
南侧仓库	1	12+3	3	$1.07 * (3/15)^2$		$1.19 \times 10^{-2}$
南侧管道车间	1	30+3	3	$1.07 * (3/33)^2$		$2.64 \times 10^{-2}$
西侧过道	1/16	/	/	1.07		0.20
西侧河流	1/16	15+3	3	$0.78 * (3/18)^2$		$4.14 \times 10^{-3}$

北侧内部道路	1/16	/	/	0.78		0.15
北侧酸洗车间	1	23+3.5	3.5	$0.78 * (3.5/26.5)^2$		$4.12 \times 10^{-2}$

注：1、利用剂量率与距离平方成反比的关系求得保护目标处辐射剂量率。  
 2、考虑3间探伤室的叠加，年受照时间取3间探伤室的总时间。  
 3、根据辐射现状监测报告，现有探伤室及源库运行时周边的剂量率接近本底，因此本报告不考虑现有探伤室及源库对公众的叠加影响。  
 4、资源管理室是放射源管理人员晚上值班用，此时探伤室不工作，因此居留因子取1/16。

本项目所致公众最大受照年有效剂量为0.20mSv，满足本项目公众人员年剂量约束值不超过0.25mSv的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“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1mSv/a”的剂量限值要求。

### 11.2.1.6探伤室屏蔽防护能力分析

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等相关规定，结合该公司探伤室屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对本项目使用的探伤室的辐射屏蔽防护能力符合性进行如下分析：

（1）设计中，本项目探伤室的设置均已充分考虑周围的辐射安全，且探伤室与控制室分开。结合理论计算结果可知，本项目探伤室的各侧屏蔽墙、防护门及顶棚的防护性能均能满足辐射防护要求。

（2）由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受辐射照射能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值的要求，也能满足本项目剂量约束值要求。

（3）该公司探伤过程中产生的 X、γ 射线使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，探伤室利用排风管道机械排风，将臭氧和氮氧化物排出探伤室外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，本项目探伤室屏蔽能力本项目射线装置正常工作时的辐射防护要求。

### 11.2.2现有放射源暂存库环境影响分析

#### （1）容积设计合理性分析

现有放射源暂存库内设有12个储源坑，设计原则为“一源一坑”，呈下沉式，其中8个储源坑用于贮存<sup>192</sup>Ir-γ射线探伤机，4个储源坑用于贮存<sup>75</sup>Se-γ射线探伤机。单个储源坑的内尺寸为0.6m（长）×0.4m（宽）×0.6m（深），坑四壁与底部均为混凝土层，顶盖为50mm混凝土+20mm厚铅板，顶盖与坑各侧之间的搭接均为20mm。根据建设单位提供的资料，本项目拟购的γ射线探伤机外尺寸一般为250mm（长）×130mm（宽）×250mm（高），本项目单个储源坑能满足1台γ射线探伤机贮存的空间要求；本项目建成后，建设单位共有8台<sup>192</sup>Ir-γ

射线探伤机与 4 台  $^{75}\text{Se}-\gamma$  射线探伤机，因此，本项目储源坑的容积设计合理可行。

## (2) 辐射屏蔽防护性能预测

### ①源坑外30cm辐射剂量率的计算

$^{192}\text{Ir}-\gamma$  射线探伤机的射线能量最大，穿透性最强，且半值层最大。因此，本报告选取  $^{192}\text{Ir}-\gamma$  射线探伤机作为评价对象进行理论计算。储源坑呈下沉式，四壁和底部均为人员无法到达区域，故本次评价仅预测坑盖的辐射影响，参考点距离储源坑顶盖表面为 30cm，源坑外 30cm 辐射剂量率的计算根据式 11-4。

表 11-4 现有储源库内储源坑 30cm 辐射剂量率的计算结果

参数	关注点	储源坑顶盖外 30cm
$\gamma$ 射线探伤机到关注点表面外 30cm 处距离 $r$ (m) ①		0.65
每台 $\gamma$ 射线探伤机表面外 5cm 处空气比释动能率 $K_0$ (mGy/h) ②		0.5
$r_0$ (m)		0.05
防护材料及厚度 $d$ (mm)		20mm 铅板
半值层厚度 HVL (mm)		3
减弱倍数 $N$		10.07
关注点表面外 30cm 处辐射剂量率 $K$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )		0.06 (0.03*2)
控制值 $K^*$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )		2.5
评价结果		满足

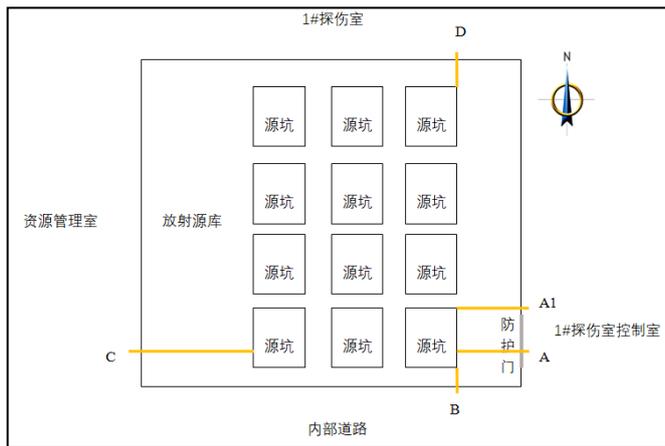
注：①  $^{192}\text{Ir}-\gamma$  射线探伤机距顶盖取值为坑深 0.6m+坑外 0.3m-探伤机位置 0.25m=0.65m。  
 ② 本项目  $^{192}\text{Ir}-\gamma$  射线探伤机为手提式 (P)，根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中表 2，距照射容器外 5cm 处空气比释动能率控制值为 0.5mGy/h。

因此，本项目单个储源坑储存 1 台  $^{192}\text{Ir}-\gamma$  射线探伤机时，其坑盖外周围剂量当量率为  $0.06\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  或者审管部门批准的控制水平”的要求。

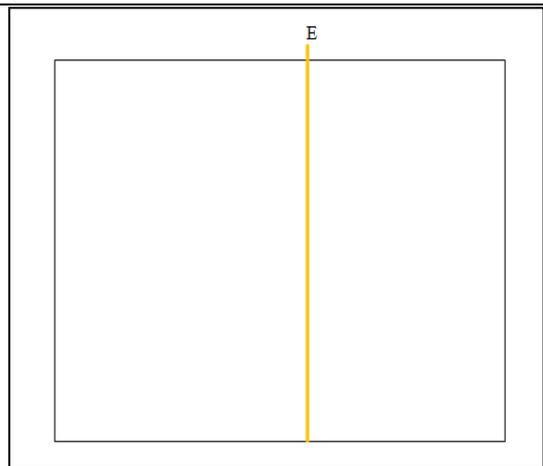
### ②放射源暂存库周围辐射剂量率的计算

#### A、放射源暂存库预测点位

放射源暂存库预测点位图见图 11-5。



(1) 平面关注点位图



(2) 剖面关注点位图

图 11-5 放射源暂存库预测点位图

### B、预测模式

以源坑表面30cm处的空气比释动能率为基准，根据空气比释动能率与距离的平方成反比，再除以墙体或防护门的减弱倍数来推算放射源暂存库外的空气比释动能率。根据空气比释动能率与距离的平方成反比的关系式及《辐射防护导论》（方杰主编）P96页公式（3.45），可推导出：

$$K = \frac{K_0}{N} \cdot \frac{r_0^2}{r^2} \dots\dots\dots (11-6)$$

式中：

K：放射源暂存库外r（m）处的周围剂量当量率，μSv/h；

K<sub>0</sub>：源坑外表面30cm处周围剂量当量率，μSv/h；

r<sub>0</sub>：源到源坑外表面 30cm 的距离，m；

N：减弱倍数，根据公式  $N=2^{(d/HVL)}$  计算获取，式中 d：屏蔽层厚度，mm；放射源暂存库顶棚、四侧墙体均为 240cm 实心砖墙（按密度折算为 168 mm 混凝土）。

HVL：不同材料的半值层厚度，mm。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）附录 A 表 A.2，<sup>192</sup>Ir 放射源在混凝土中的半值层厚度为 50mm，铅中的半值层厚度为 3mm。

### C、预测结果

现有放射源暂存库周围辐射剂量率的计算结果见表 11-5。

表 11-5 现有放射源暂存库周围辐射剂量率的计算结果

关注点位	$K_0$	屏蔽材料及厚度	减弱倍数	$r_0$ (m)	r (m)	K ( $\mu\text{Sv/h}$ )	控制限值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	评价结果
A 东侧门外	0.36 (0.03 *12)	/	/	0.65	1.5	0.07	2.5	符合
A1 东侧墙外		24cm 实心砖墙	10.27	0.65	1.5	$6.58 \times 10^{-3}$	2.5	符合
B 南侧墙外		24cm 实心砖墙	10.27	0.65	0.5	0.06	2.5	符合
C 西侧墙外		24cm 实心砖墙	10.27	0.65	2.6	$2.19 \times 10^{-3}$	2.5	符合
D 北侧墙外		24cm 实心砖墙	10.27	0.65	0.5	0.06	2.5	符合
E 顶棚外		24cm 实心砖墙	10.27	0.65	3.5	$1.21 \times 10^{-3}$	2.5	符合

因此，现有放射源暂存库储存 12 台  $\gamma$  射线探伤机时，其周围空气比释动能率最大为  $0.07\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  或者审管部门批准的控制水平”的要求。

#### D、人员有效剂量计算

##### a、放射源暂存库管理人员

根据存/取一次放射源所需的工序，保守取辐射工作人员存/取一次放射源时处于离探伤机 5cm 处（根据 GBZ 117-2022 保守取剂量率为  $0.5\text{mSv/h}$ ）和离探伤机 1m 处（根据 GBZ 117-2022 保守取剂量率为  $0.02\text{mSv/h}$ ）的时间分别为 0.5min 和 2min，则可估算出完成一次存/取放射源的操作所受的附加剂量约为  $4.83\mu\text{Sv}$ 。

经与建设单位核实，每间探伤室每班最多存/取 1 次放射源，4 间探伤室共存/取放射源 4 次/天，1200 次/年， $\gamma$  射线移动探伤约 170 次/年，共 1370 次/年，则放射源暂存库管理人员由于存/取放射源一年所受附加剂量约为  $6.62\text{mSv}$ ，该剂量几乎全部来源于处于探伤机 5cm 处时所受的照射，而实际中工作人员极少处于如此近的位置，且这个管理工作将由 2 人承担。因此，单个辐射工作人员由于存/取放射源所致的剂量将远低于  $3.31\text{mSv/a}$ ，小于本次评价项目剂量约束值（ $5.0\text{mSv/a}$ ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于职业人员“剂量限值”的要求。

##### b、公众人员

放射源周边的公众人员有效剂量计算结果见表 11-6。

表 11-6 放射源周边的公众人员有效剂量计算结果

人员所在位置	居留因子	源点与保护目标距离 (m)	源点与关注点距离 (m) ①	保护目标处辐射剂量率取值 (μSv/h) ②	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
东侧装配车间	1	25+1.5	1.5	$1.69 \times 10^{-2} * (3/26.5)^2$	2000	$4.33 \times 10^{-4}$
南侧内部道路	1/16	/	/	0.06		$7.50 \times 10^{-3}$
南侧仓库	1	20+0.5	0.5	$0.06 * (3/20.5)^2$		$2.57 \times 10^{-3}$
南侧管道车间	1	38+0.5	0.5	$0.06 * (3/38.5)^2$		$7.29 \times 10^{-4}$
西侧资源管理室	1	/	/	$2.19 \times 10^{-3}$		$4.38 \times 10^{-3}$
西侧过道	1/16	36+2.6	2.6	$2.19 \times 10^{-3} * (3/38.6)^2$		$3.98 \times 10^{-3}$
北侧内部道路	1/16	8+0.5	0.5	$0.06 * (3/8.5)^2$		$1.65 \times 10^{-6}$
北侧酸洗车间	1	31+0.5	0.5	$0.06 * (3.5/31.5)^2$		$1.48 \times 10^{-3}$

注：1、利用剂量率与距离平方成反比的关系求得保护目标处辐射剂量率。  
 2、考虑 3 间探伤室的叠加，年受照时间取 3 间探伤室的总时间。  
 3、根据辐射现状监测报告，现有探伤室及源库运行时周边的剂量率接近本底，因此本报告不考虑现有探伤室及源库对公众的叠加影响。

因此，本项目现有放射源库运行所致公众成员受到的年附加有效剂量小于本次评价项目剂量约束值（公众成员 ≤ 0.25mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值的要求（公众成员 ≤ 1.0mSv/a）。

### 11.2.3 移动探伤环境影响分析

#### 11.2.3.1 X射线移动探伤环境影响分析

本项目建成后共有10台X射线探伤机，均用于全国范围内各客户的工作场所进行探伤。

##### (1) 控制区边界与监督区边界周围剂量当量率的确定

射线能量根据被检工件的厚度进行调节，有用射束被工件所屏蔽，射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上，建设单位须严格遵守《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），利用辐射剂量率仪将作业场所中周围剂量当量率大于15μSv/h的范围内划为控制区，严禁任何人进入该区域；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，严禁公众成员进入该区域。

##### (2) 移动式探伤控制区和监督区的理论划分

###### ①有用线束

根据《辐射防护导论》（方杰主编）中P<sub>69</sub>页的式（3.1）和P<sub>96</sub>页的式（3.45），在距离靶r（m）处由X射线探伤机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率计算公式如下：

$$K = \frac{I\delta_x (r_0/r)^2}{10^{(d_1/d_2)}} \dots\dots\dots (11-7)$$

式中：

$K$ ：经工件屏蔽后的空气比释动能率， $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ；对于控制区边界取 $15\mu\text{Sv/h}$ ，即 $2.5 \times 10^{-4} \text{mSv} \cdot \text{min}^{-1}$ ，对于监督区边界取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，即 $4.2 \times 10^{-5} \text{mSv} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

$I$ ：X射线机管电流， $\text{mA}$ ；本项目X射线探伤机的管电流均为 $5\text{mA}$ ；

$\delta_x$ ：发射率常数， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录B中表B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取对应的输出量，本项目不同电压探伤机发射率常数保守取值为： $\delta_x(160\text{kV})=28.7$ （保守按 $200\text{kV}$ ， $2\text{mm}$ 铝）， $\delta_x(200\text{kV})=28.7$ （ $2\text{mm}$ 铝）， $\delta_x(250\text{kV})=16.5$ （ $0.5\text{mm}$ 铜）， $\delta_x(300\text{kV})=20.9$ （ $3\text{mm}$ 铝）， $\delta_x(350\text{kV})=23.5$ （保守按 $400\text{kV}$ ， $3\text{mm}$ 铜）。

$r_0$ ：X射线管钨靶离焦点的距离，本项目均取 $1\text{m}$ ；

$r$ ：参考点到X射线机靶的距离， $\text{m}$ ；

$d_1$ ：被检工件厚度， $\text{mm}$ ；实际探伤过程中，射线能量是根据被检工件的厚度进行调节。根据建设单位提供的资料，本项目 $160\text{kV}$  X射线机、 $200\text{kV}$  X射线机、 $250\text{kV}$  X射线机、 $300\text{kV}$  X射线机、 $350\text{kV}$  X射线机常用工件透照厚度分别为 $20\text{mm}$ 钢、 $30\text{mm}$ 钢、 $40\text{mm}$ 钢、 $45\text{mm}$ 钢和 $55\text{mm}$ 钢，材质主要为钢。

$d_2$ ：钢的十分之一值层厚度， $\text{mm}$ ；根据《辐射防护导论》（方杰主编）P103页，图3.23查得，X射线在钢中的什值层厚度为： $\text{TVL}(160\text{kV})=10\text{mm}$ 、 $\text{TVL}(200\text{kV})=15\text{mm}$ 、 $\text{TVL}(250\text{kV})=18\text{mm}$ 、 $\text{TVL}(300\text{kV})=20\text{mm}$ 、 $\text{TVL}(350\text{kV})=25\text{mm}$ 。

## ②漏射线控制区和监督区的划定（非主射方向）

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 3.1.1.5 条款：X 射线探伤机在额定工作条件下，当 X 射线管电压 $>200\text{kV}$  时，距 X 射线管焦点  $1\text{m}$  处的漏射线所致周围剂量当量率 $<5\text{mSv/h}$ 。

根据周围剂量当量率与距离的平方成反比的关系式，可以估算出探伤过程中泄漏射线的辐射影响范围，见式（11-8）。

$$K_1 = \frac{K_0 R_0^2}{R_1^2} \dots\dots\dots (11-8)$$

式中：

$K_1$ ：距探伤机表面 $R_1$ （ $\text{m}$ ）处的空气比释动能率， $\text{mSv/h}$ ；对于控制区边界取 $15\mu\text{Sv/h}$ ，即 $1.5 \times 10^{-2} \text{mSv/h}$ ；对于监督区边界取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，即 $2.5 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$ ；

$K_0$ ：距离探伤机表面 $1\text{m}$ 处的空气比释动能率， $\text{mSv/h}$ ；本项目 $160\text{kV}$ X射线机与 $200\text{kV}$ X射

线机取值2.5mSv/h, 250kVX射线机、300kVX射线机与350kVX射线机取值5mSv/h, ;

$R_0$ : 探伤机表面外1m;

$R_I$ : 参考点距探伤机表面的距离, m。

### ③散射线控制区和监督区的划定 (非主射方向)

本项目探伤机工作时, X 射线一般只有经 1 次散射后达到工件外面时才对周围环境影响较大。假设主射线束经一次散射后达到工件外, 散射线可根据《辐射防护导论》(方杰主编) P185 公式 (6.6) 计算:

$$\eta_{rR} \leq k \frac{\dot{H}_{L,h} \cdot r_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} \cdot \alpha_r \cdot a \cdot q} \dots\dots\dots (11-9)$$

由上式可以推导出:

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot \alpha_r \cdot a}{r_i^2 \cdot r_R^2} \cdot q \cdot \frac{1}{k} \cdot \eta_{rR} \dots\dots\dots (11-10)$$

式中:

$\dot{H}_{L,h}$ : 参考点处周围剂量当量率的控制水平, Sv/h;

$$\dot{H}_{L,h} \text{ (控制区)} = 1.5 \times 10^{-5} \text{Sv/h}, \dot{H}_{L,h} \text{ (监督区)} = 2.5 \times 10^{-6} \text{Sv/h}$$

$F_{j0}$ : 辐射源处辐射水平,  $\text{Gy m}^2 \text{min}^{-1}$ , 由  $I \cdot \delta_x$  确定,  $\delta_x$  取值情况同上, 则  $F_{j0}$  取值如下:

$$160\text{kV}: F_{j0} = I \delta_x = 5\text{mA} \times 28.7\text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1} = 0.1435\text{Gy m}^2 \text{min}^{-1}$$

$$200\text{kV}: F_{j0} = I \delta_x = 5\text{mA} \times 28.7\text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1} = 0.1435\text{Gy m}^2 \text{min}^{-1}$$

$$250\text{kV}: F_{j0} = I \delta_x = 5\text{mA} \times 16.5\text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1} = 0.0825\text{Gy m}^2 \text{min}^{-1}$$

$$300\text{kV}: F_{j0} = I \delta_x = 5\text{mA} \times 20.9\text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1} = 0.1045\text{Gy m}^2 \text{min}^{-1}$$

$$350\text{kV}: F_{j0} = I \delta_x = 5\text{mA} \times 23.5\text{mGy m}^2 \text{mA}^{-1} \text{min}^{-1} = 0.1175\text{Gy m}^2 \text{min}^{-1}$$

$\alpha_r$ : 反射物的反射系数, 根据《辐射防护导论》(方杰主编) P187 图 6.4, 单能光子在钢上的反射系数保守取 0.018。

$a$ : X 射线在反射物上的投照面积,  $\text{m}^2$ ,  $a = \pi (r_i \times \tan(\theta/2))^2$ ,  $\theta$  为辐射角, 本项目取  $40^\circ$ ; 即  $a = 0.1$ ;

$r_i$ : 辐射源同反射点之间的距离, m, 本项目取 1m;

$r_R$ : 反射点到参考点的距离, m;

$k$ : 单位换算系数, 对于 X 射线源为  $1.67 \times 10^{-2}$ ;

$q$ : 参考点所在位置相应的居留因子, 取 1;

$\eta_{rR}$ : 透射因子, 取 1。

### (3) 理论计算结果

本项目移动式探伤是根据待检测的工件材料及厚度选用相应的探伤机，且每次探伤作业仅限单台探伤机开机操作。假设探伤作业时，设备满功率运行，将相关参数代入上述公式，可估算出探伤机探伤时控制区和监督区的边界范围，见表 11-7。

表 11-7 X 射线探伤机移动式探伤控制区与监督区估算结果

探伤机型号	射线类型	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
XXG-1605	有用线束	76	186
	泄漏辐射	13	32
	散射辐射	33	79
XXG-2005、 YG-XD200	有用线束	76	186
	泄漏辐射	13	32
	散射辐射	33	79
XXG-2505、 XS-D2504	有用线束	45	109
	泄漏辐射	19	45
	散射辐射	25	60
XXG-3005、 YG-XD300	有用线束	49	119
	泄漏辐射	19	45
	散射辐射	28	68
XXG-3505	有用线束	55	134
	泄漏辐射	19	45
	散射辐射	30	72

综上所述，经理论计算本项目开展 X 射线移动探伤作业时，控制区最大范围为距靶 76m 以内区域，监督区最大范围为距靶 186m 以内区域。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平下降，从而缩小控制区和监督区的范围，因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，在第一次曝光开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区边界；在试运行或第一次曝光期间，借助便携式 X-γ 剂量率仪进行检测或修正，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。

### 11.2.3.2 γ射线移动探伤辐射环境影响分析

根据公司提供的资料，本项目拟购的每台<sup>192</sup>Ir或<sup>75</sup>Se-γ射线探伤机内分别配置1枚最大活度为 $3.7 \times 10^{12}$ Bq的<sup>192</sup>Ir或<sup>75</sup>Se密封放射源，均为便携式探伤机（P）。<sup>192</sup>Ir-γ射线探伤机主要用于检测钢板厚度为（20~100）mm的罐体或管件，<sup>75</sup>Se-γ射线探伤机主要用于检测钢板厚度为（10~40）mm的罐体或管件。

本项目移动探伤主要采用两种透照射方式：单壁透照和双壁透照，其中单壁透照放射源位

于管道内侧，胶片敷贴于管道外侧；而双壁透照放射源位于管道外侧，胶片敷贴于管道对侧。检测工作时，放射源被从探伤机机体内推出至探头时，此时采用准直器对放射源进行屏蔽，可以屏蔽有用线束方向以外90%以上的 $\gamma$ 射线，准直器屏蔽材料为钨，厚度为25mm。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求， $\gamma$ 射线移动探伤作业时，应将周围剂量当量率 $>15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，其外围周围剂量当量率 $>2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为监督区。同时，《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）附录A关于“控制区距离概念”，根据放射源的 $\gamma$ 射线向各个方向辐射的不同情况，确定三种不同的控制区距离，如图11-6所示。

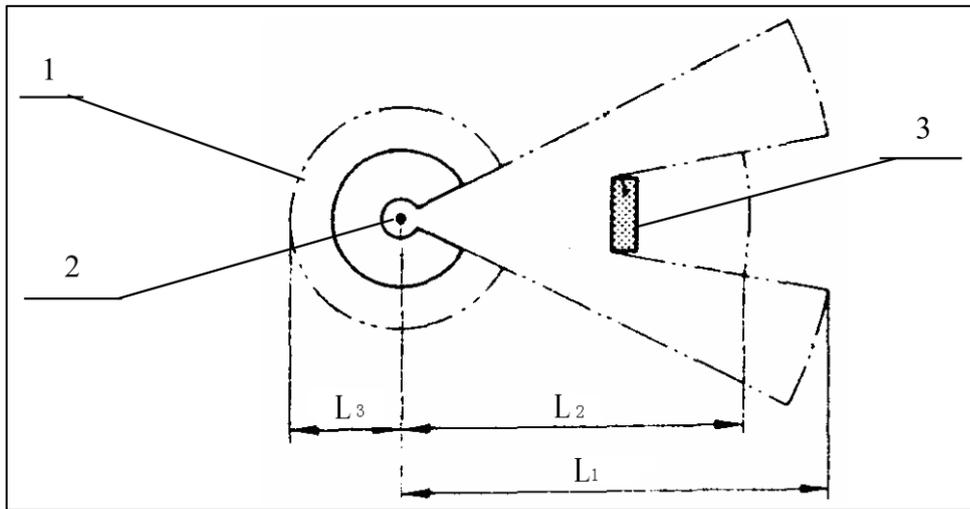


图11-6 应用屏蔽物的控制区（无比例）

图中：

- 1：源容器屏蔽；
- 2：放射源；
- 3：探伤对象；

$L_1$ ：辐射未经工件衰减时要求的控制区距离；

$L_2$ ：有用线束方向，经检测对象屏蔽后要求的控制区距离；

$L_3$ ：有用线束方向以外，经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区距离。

### （1）控制区距离的确定

对于移动式探伤，控制区边界的周围剂量当量率为 $15\mu\text{Sv/h}$ ，可由公式（11-11）计算确定控制区的距离：

$$L_1 = \sqrt{\frac{A \times \Gamma}{15}} \dots\dots\dots (11 - 11)$$

式中：

$L_1$ : 无工件衰减时需要的控制区距离值, 单位为 m;

A: 放射源的活度, 单位为 MBq, 本项目  $\gamma$  射线探伤机内含放射源  $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$  的活度均为  $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ , 即  $3.7 \times 10^6\text{MBq}$ ;

$\Gamma$ : 周围剂量当量率常数, 单位为  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$ , 对照 GBZ 117-2022 表 A.1, 本项目  $^{192}\text{Ir}$  放射源的周围剂量当量率常数为  $0.17\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$ ,  $^{75}\text{Se}$  放射源的周围剂量当量率常数为  $0.072\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$ ;

15: 控制区边界周围剂量当量率,  $15\mu\text{Sv/h}$ 。

根据公式 (11-10) 计算可知:  $^{192}\text{Ir}$  放射源相应的  $L_1 = 205\text{m}$ ,  $^{75}\text{Se}$  放射源相应的  $L_1 = 134\text{m}$ 。

$L_2$  和  $L_3$  分别由  $L_1$  乘以检测工件和放射源屏蔽物屏蔽衰减因子获得。有用线束方向, 经检测对象屏蔽后要求的控制区距离的计算见公式 (11-12)。

$$L_2 = L_1 \times \sqrt{2^{-\frac{t_1}{\text{HVL}_1}}} \dots\dots\dots (11-12)$$

式中:  $L_2$ ——有工件衰减时需要的控制区距离值, 单位为 m;

$L_1$ ——无工件衰减时需要的控制区距离值, 单位为 m;

$t_1$ ——被检测工件的厚度, 单位为 mm;

$\text{HVL}_1$ ——检测工件的半值层厚度, 单位为 mm, 近似值见表 A.2。

有用线束方向以外, 经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区距离的计算见公式 (11-13):

$$L_3 = L_1 \times \sqrt{2^{-\frac{t_2}{\text{HVL}_2}}} \dots\dots\dots (11-13)$$

式中:  $L_3$ ——有用线束方向以外, 经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区距离值, 单位为 m;

$L_1$ ——无工件衰减时需要的控制区距离值, 单位为 m;

$t_2$ ——源容器或其他屏蔽物厚度, 单位为 mm;

$\text{HVL}_2$ ——源容器或其他屏蔽物的半值层厚度, 单位为 mm, 近似值见表 A.2。

在工件和准直器等屏蔽作用情况下, 本次评价保守取  $^{192}\text{Ir}$  放射源探伤工件最小厚度 20mm 钢板、 $^{75}\text{Se}$  放射源探伤工件最小厚度 10mm 钢板及准直器为 25mm 钨作为计算依据, 结合附录 A 中表 A.1, 具体见表 11-8。

表 11-8 不同材料在不同放射源能量下半值层厚度的近似值

屏蔽材料	半值层厚度 (HVL) /mm	
	$^{192}\text{Ir}$	$^{75}\text{Se}$

钢	14	9
钨	2.5	2.5

注：\*由于《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）附录 A 中表 A.2 对  $^{75}\text{Se}$  放射源在钨中的半值层厚度未作出相关规定，本次评价保守考虑，参考  $^{192}\text{Ir}$  放射源取值为 2.5。

根据公式（11-12）和公式（11-13）计算可知：

$^{192}\text{Ir}$  放射源相应的  $L_2=125\text{m}$ ， $L_3=7\text{m}$ ； $^{75}\text{Se}$  放射源相应的  $L_2=92\text{m}$ ， $L_3=5\text{m}$ 。

## （2）监督区距离的确定

对于移动探伤，监督区边界的周围剂量当量率为  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。根据周围剂量当量率与距离的平方成反比的关系式，各方向的监督区距离经计算可知：

$^{192}\text{Ir}$ 放射源：

$^{75}\text{Se}$ 放射源：

$$L_1' = L_1 \times (15/2.5)^{1/2} = 205 \times 2.45 \approx 503 \text{ (m)}; \quad L_1' = L_1 \times (15/2.5)^{1/2} = 134 \times 2.45 \approx 329 \text{ (m)};$$

$$L_2' = L_2 \times (15/2.5)^{1/2} = 125 \times 2.45 \approx 307 \text{ (m)}; \quad L_2' = L_2 \times (15/2.5)^{1/2} = 92 \times 2.45 \approx 226 \text{ (m)};$$

$$L_3' = L_3 \times (15/2.5)^{1/2} = 7 \times 2.45 \approx 17 \text{ (m)}. \quad L_3' = L_3 \times (15/2.5)^{1/2} = 5 \times 2.45 \approx 13 \text{ (m)}.$$

据此计算出本项目 $\gamma$ 射线移动探伤时，主射线方向和非主射线方向两种情况下控制区和监督区的距离，具体见表11-9。

表11-9  $\gamma$ 射线移动探伤控制区和监督区估算结果

放射源种类及活度	透射钢板厚度 (mm)	控制区边界距离 (m)			监督区边界距离 (m)		
		$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_1$	$L_2$	$L_3$
$^{192}\text{Ir}$ ( $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ )	20mm	205	125	7	503	307	17
$^{75}\text{Se}$ ( $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ )	10mm	134	92	5	329	226	13

因此，本项目 $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$ 射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为125m，监督区距离为307m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为7m，监督区距离为17m。 $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$ 射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为92m，监督区距离为226m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为5m，监督区距离为13m。实际移动探伤时，建设单位应采取本报告关于 $\gamma$ 射线移动探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区和监督区划分，然后采用便携式X- $\gamma$ 剂量率仪巡测的方式进行实测验证和调整。

### 11.2.3.3 人员受照剂量

根据公司提供的资料，本项目移动探伤计划年拍片量共为5000张（每个客户现场探伤约30张片，每次出束时间约为1h，共为3个工作小组承担），考虑任务的不平衡性，则单个工作小组年探伤次数最大为60次。辐射工作人员移动探伤运输 $\gamma$ 射线探伤机等各环节均涉及 $\gamma$ 射线，均要考虑辐射工作人员的有效剂量，X射线探伤机只有出束环节才有X射线，因此本项目移动

探伤以 $\gamma$ 射线探伤机为主线来进行辐射工作人员的有效剂量计算。

### (1) 计算公式

根据式11-6进行计算。

### (2) 辐射工作人员年有效剂量

①准备阶段：辐射工作人员在放射源暂存库内打开储源坑（1min，周围剂量当量率取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），将探伤机从储源坑拿出放到铅箱内（0.5min，周围剂量当量率保守按源容器表面外5cm处周围剂量当量率控制值取 $0.5\text{mSv/h}$ ，下同），将铅箱用推车推至专用运输车辆装车（2min，周围剂量当量率保守按源容器表面外1m处周围剂量当量率控制值取 $0.02\text{mSv/h}$ ，下同）。

②运输阶段：放射源运送至指定施工场地的运输按照《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）的有关规定执行，场地内运送到作业地点由公司辐射工作人员采用专用车辆进行运送。经与建设单位核实，每日运送时间平均约2h，本次评价引用《宁波恒信工程检测有限公司 $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}$   $\gamma$ 射线探伤机项目（扩建）竣工环保验收监测表》（浙江省辐射环境监测站编制，监测时间：2014年6月11日）中公司现有项目运输放射源车辆周围的 $\gamma$ 辐射剂量率水平监测结果进行类比分析，运输对象为1枚 $^{192}\text{Ir}$ 放射源（活度为81.1Ci）和1枚 $^{75}\text{Se}$ 放射源（活度为74.2Ci），验收监测结果见表11-10。

表11-10 类比项目运输放射源车辆表面辐射剂量率监测结果

点位序号	点位描述	无源时辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ） （标准差）	有源时辐射剂量率 （ $\mu\text{Sv/h}$ ）（标准差）
△6	车辆驾驶位	0.156（0.003）	0.754（0.005）
△7	车辆副驾驶位	0.162（0.002）	0.93（0.03）
△8	车辆后座	0.166（0.001）	4.21（0.03）
△9	车辆靠近车尾左侧30cm处	0.144（0.001）	1.12（0.02）
△10	车尾30cm处	0.150（0.002）	2.74（0.05）
△11	车辆靠近车尾右侧30cm处	0.173（0.003）	1.97（0.03）
△12	源箱表面5cm处	0.168（0.003）	17.5（0.6）

由表11-10的监测结果可知，运输过程中车辆外表面辐射剂量率为（0.598~17.332） $\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）的要求，即在常规运输条件下，运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 $2\text{mSv/h}$ 。因此，押运人员座位 $\gamma$ 辐射剂量率取值 $0.768\mu\text{Sv/h}$ 。

③调整阶段：到达作业现场后，将探伤机从铅箱内取出（0.5min，周围剂量当量率取

0.5mSv/h)，并连接好输源管，辐射工作人员布线、摆放工件及布片。辐射工作人员在探伤机1m处累计操作5min（周围剂量当量率取0.02mSv/h）。

④探伤前后送、收放射源：本项目γ射线探伤机均采用手动出源的方式，送、收放射源的位置距探伤机保守取10m，探伤机距离照射位置保守取6m，平均每秒送源（收源）1m，每次探伤送源和收源时间各约为6s，共计12s。放射源送到预定位置后操作人员立即离开探伤地点，到辐射影响可忽略的地方。

<sup>192</sup>Ir与<sup>75</sup>Se放射源初装源时的活度为3.7×10<sup>12</sup>Bq(100Ci)，并且随着源的使用活度不断衰减。保守估算，本项目取放射源装源活度3.7×10<sup>12</sup>Bq(100Ci)计算。在送、收源过程中，人员距离放射源的距离是不断变化的（10m~16m），因此操作位置的γ辐射剂量率也是变化的，可以由下列方法估算出送、收源过程的平均γ辐射剂量率，在距离操作人员10m~16m内假设6个点位，分别为11m、12m、13m、14m、15m、16m。在相同的活度和裸源条件下，<sup>75</sup>Se产生的剂量率小于<sup>192</sup>Ir产生的剂量率，本次评价以<sup>192</sup>Ir进行保守估算。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P74式（3.4），γ点源无屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率计算公式如下：

$$K = \frac{A \cdot \Gamma}{r^2} \dots\dots\dots (11 - 14)$$

式中：

K：无屏蔽防护时，参考点的周围剂量当量率，μGy/h；

A：放射性活度，Bq；本项目<sup>192</sup>Ir放射源活度为3.7×10<sup>12</sup>Bq，即3.7×10<sup>6</sup>MBq；

Γ：周围剂量当量率常数，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）附录A表A.1可知：对于<sup>192</sup>Ir，Γ=0.17μSv·m<sup>2</sup>/MBq·h；

r：参考点距离放射源的距离，m。

则距离<sup>192</sup>Ir放射源10m~16m各点位的周围剂量当量率估算结果见表11-11。

表11-11 距离<sup>192</sup>Ir放射源10m~16m各点位的周围剂量当量率

距离（m）	11	12	13	14	15	16
周围剂量当量率（μSv/h）	5198	4368	3721	3209	2796	2457

由表11-12可知：送、收源过程中操作位置的周围剂量当量率平均值为3624μSv/h。

⑤探伤阶段：辐射工作人员通过摇动手柄，把放射源从探伤机内顶出，通过输源管至预定的位置。操作人员在手动出源后马上退至控制区边界处，曝光结束后，摇动手柄收源（探伤现场操作周围剂量当量率取15μSv/h）；每次累计操作时间（含X射线探伤机出束时间）为1h，辐射工作人员利用现有的屏障进行操作。

⑥操作结束后，辐射工作人员将储源容器与管线断开，辐射工作人员在探伤机1m处（周

围剂量当量率取0.02mSv/h) 累计操作时间为5min; 将其放回铅箱 (0.5min, 周围剂量当量率取0.5mSv/h), 将铅箱用推车推至专用运输车辆装车 (2min, 周围剂量当量率取0.02mSv/h)。

⑦运输阶段: 放射源由作业地点运回到场地内由公司辐射工作人员采用专用车辆进行运送, 每日运送时间平均约2h,  $\gamma$ 辐射剂量率取0.768 $\mu$ Sv/h。

⑧押运回放射源暂存库后, 辐射工作人员在源库内, 打开储源坑 (1min, 周围剂量当量率取2.5 $\mu$ Sv/h), 将探伤机放回储源坑 (0.5min, 周围剂量当量率取0.5mSv/h)。

现保守估计, 每次 $\gamma$ 射线移动探伤整个操作流程的年附加有效剂量约为0.037mSv, 单个工作小组年探伤次数最大为60次, 根据公式 (11-6) 计算可知, 居留因子取1, 则单名辐射工作人员的年附加有效剂量约为2.22mSv/a, 满足本次评价项目剂量约束值 (5.0mSv/a), 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中关于职业人员“剂量限值”的要求。

### (3) 公众成员年附加有效剂量

根据操作规范, 在每次 $\gamma$ 射线移动探伤作业前, 该公司均须将探伤计划 (包括探伤时间、地点等) 告知探伤作业所涉及区域内及周边的相关部门及相关人员, 严格执行清场工作。探伤作业一般均在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行, 或者提前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场。该公司在进行移动探伤前划定控制区和监督区, 公众成员不得进入监督区区域, 监督区边界周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu$ Sv/h。

保守假设: a、因 $\gamma$ 射线探伤机移动探伤作业点不固定, 探伤均在委托单位内进行, 每年在同一地点探伤50次; b、某一公众成员每次探伤时在监督区边界处停留时间为1h, 在1h内有10min  $\gamma$ 射线探伤机处于出源照射状态, 居留因子保守取1。

根据公式 (11-6) 计算可知, 该地点公众成员的年附加有效剂量为0.02mSv/a, 小于本次评价项目剂量约束值 (0.25mSv/a), 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中关于公众成员“剂量限值”的要求。

## 11.2.5 “三废”影响分析

### 11.2.5.1 废旧放射源

$\gamma$ 射线探伤机内放射源使用到一定年限后, 将退役产生废旧放射源。目前公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了放射性同位素转让及退役源协议, 废旧放射源均按国家相关法律规定及时进行收贮。

### 11.2.5.2 臭氧和氮氧化物

#### (1) 储源库与移动探伤

放射源暂存库内储存的放射源与空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，由机械排风装置经放射源暂存库的排风口及时排至室外。X 射线移动探伤与 γ 射线移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

## (2) 室内探伤

本项目 X、γ 射线探伤机在工作状态时，产生的 X、γ 射线将会使探伤室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。2#探伤室内拟设 1 套机械排风系统，设计风机风量为 2208m<sup>3</sup>/h，排气口位于 2#探伤室东侧室外；3#~4#探伤室内拟设 1 套机械排风系统，设计风机风量为 6070m<sup>3</sup>/h，排气口位于 4#探伤室西侧室外。

本次评价采用理论计算的方式以放射源 <sup>192</sup>Ir 为代表预测本项目室内探伤过程臭氧对周围环境的影响。

根据《辐射所致臭氧的估算与分析》（王时进、娄云，中华放射医学与防护杂志，1994 年 4 月第 14 卷第 2 期）中给出的公式，估算辐射所致臭氧的产额和浓度。

### ① 状 γ 射线密封源所致的 O<sub>3</sub> 产额

$$P = 3.02AK_{\gamma}GV^{1/3} \dots\dots\dots \text{(式 11 - 15)}$$

式中：

P: O<sub>3</sub> 的产额，mg/h；

A: 放射性活度，TBq，本项目放射源 <sup>192</sup>Ir 的放射性活度均为 3.7×10<sup>12</sup>Bq，即 3.7TBq；

K<sub>γ</sub>: 空气比释动能率常数，Gy·m<sup>2</sup>·TBq<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>；根据 GBZ117-2022 可知：对于 <sup>192</sup>Ir，

K<sub>γ</sub>=0.17μSv·m<sup>2</sup>/MBq·h=2.83×10<sup>-3</sup>Gy·m<sup>2</sup>·TBq<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>；

G: 空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O<sub>3</sub> 分子数，本次评价取值 10；

V: 探伤室的体积，m<sup>3</sup>，本项目 2#探伤室总容积约 312m<sup>3</sup>（含迷道）；3#~4#探伤室探伤室总容积共约为 1000m<sup>3</sup>（含迷道）。

经计算：本项目 2#探伤室所致的 O<sub>3</sub> 产额 P=2.15mg/h；3#~4#探伤室所致的 O<sub>3</sub> 产额 P=3.16mg/h。

### ② 臭氧浓度计算

本项目探伤过程中产生的 O<sub>3</sub>，一部分因时间原因自然分解，另一部分由排风系统排到室外，则空气中臭氧的平均浓度：

$$Q = \frac{P \cdot T \cdot (1 - e^{-1/t})}{V} \dots\dots\dots \text{(11 - 16)}$$

式中：

Q：空气中 t 时刻 O<sub>3</sub> 的空气浓度，mg/m<sup>3</sup>；

T：O<sub>3</sub> 的有效清除时间，h。  $T = \frac{T_V \cdot T_d}{T_V + T_d}$ ，其中 T<sub>V</sub> 表示平均每次换气需通风的时间，本项目 2#探伤室设计风量不低于 2208m<sup>3</sup>/h，则正常通风状态下，探伤室的换气次数约 7 次，t<sub>V</sub>=0.14h/次；T<sub>d</sub> 表示 O<sub>3</sub> 的有效分解时间，0.83h，则 T=0.13h；本项目 3#~4#探伤室设计风量不低于 6070m<sup>3</sup>/h，则正常通风状态下，探伤室的换气次数约 6 次，t<sub>V</sub>=0.17h/次；T<sub>d</sub> 表示 O<sub>3</sub> 的有效分解时间，0.83h，则 T=0.14h；

t：连续照射时间，h；

V：探伤室的体积，m<sup>3</sup>，本项目 2#探伤室总容积约 312m<sup>3</sup>（含迷道）；3#~4#探伤室探伤室总容积共约为 1000m<sup>3</sup>（含迷道）。；

当射线照射时间较长时，t>>T 时，臭氧浓度达到饱和，则公式（11-16）可简化为：

$$Q = \frac{P \cdot T}{V} \dots\dots\dots (11 - 17)$$

经计算，本项目 2#探伤室内 O<sub>3</sub> 浓度 Q=1.17×10<sup>-3</sup>mg/m<sup>3</sup>；3#~4#探伤室内 O<sub>3</sub> 浓度 Q=4.42×10<sup>-3</sup>mg/m<sup>3</sup>。

因此，本项目探伤室内产生的臭氧室内浓度远低于《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）中规定的 O<sub>3</sub> 的最高允许浓度 0.3mg/m<sup>3</sup> 限值要求。同时，探伤室内臭氧通过排风系统排出后，在常温常压状态下会自动分解为氧气，其浓度进一步的降低，远低于《环境空气质量标准》（GB 3059-2012）及 2018 年修改单中 O<sub>3</sub> 的 1 小时平均浓度限值 0.2mg/m<sup>3</sup> 的要求。

氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3，因此，本项目产生的 NO<sub>x</sub> 室内浓度也能满足《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）中规定的 NO<sub>x</sub> 的最高允许浓度 5mg/m<sup>3</sup> 限值要求，排出后环境空气中的 NO<sub>x</sub> 浓度能满足《环境空气质量标准》（GB 3059-2012）及 2018 年修改单中 NO<sub>x</sub> 的 1 小时平均浓度限值 0.25mg/m<sup>3</sup> 的要求。

综上所述，本项目探伤过程中产生的非放射性有害气体，对大气环境影响较小。

### 11.2.5.3 废显（定）影液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液、废胶片必须按规定进行合理的处置，分类收集后送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。公司已与嘉兴市洪源环境科技有限公司签订了危废委托处置协议，符合要求。

## 11.3事故影响分析

### 11.3.1辐射事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》第四十条规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表11-12。

表11-12 辐射事故等级划分表

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

### 11.3.2辐射事故风险识别及防范措施

#### 11.3.2.1X射线室内探伤风险识别及防范措施

##### （1）风险识别

①X射线探伤机在对工件进行照射的工况下，门-机联锁失效，致使防护门未完全关闭，X射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或在门-机联锁失效探伤期间，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

②操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，引发辐射事故。

③射线装置调试或维修期间，调试或维修工程师误开机出束，引发辐射事故。

##### （2）防范措施

①定期检查维护，确保门机联锁装置、紧急停机按钮、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施正常运转，保持完好。

②从事X射线探伤的辐射工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守探伤机的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；作好探伤机的日常维护保养，定期检查，保证设备始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

③射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的

安全措施，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

### 11.3.2.2 $\gamma$ 射线室内探伤风险识别及防范措施

#### (1) 风险识别

①  $\gamma$ 射线探伤机在对工件进行照射的工况下，探伤室门-机联锁失效，工作人员误入探伤室，或防护门未完全关闭，致使射线泄漏到探伤室外面，给工作人员及周围活动的人员造成不必要的照射。

② 人员滞留探伤室内尚未完全撤出， $\gamma$ 射线探伤机即对工件进行探伤，造成工作人员受到额外的照射。

③ 放射源源闸开关出现故障未能及时收回，工作人员在不知情的情况下误入探伤室，将受到较大额外辐射照射，造成严重的安全隐患。

④ 检修机器时  $\gamma$ 射线探伤机中的放射源从容器中掉出来，会对操作人员及可能到达的公众成员产生很强的辐射照射。

⑤ 管理人员疏忽或人为故意造成放射源丢失或偷盗事故，将造成严重的安全隐患。

⑥ 人为故意引起的辐射照射。

#### (2) 防范措施

① 定期检查维护，确保门机联锁装置、紧急停机按钮、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施正常运转，保持完好。

②  $\gamma$ 射线室内探伤结束后，应进行放射性水平测量，确认放射源已经回到探伤机的源容器内。领用  $\gamma$ 射线探伤机时也应进行放射性水平测量，确认放射源在探伤机的源容器内。

③  $\gamma$ 射线室内探伤开机前注意探伤室清场，探伤期间工作人员不得脱岗。

④  $\gamma$ 射线探伤机的检修应由有经验和经过培训的技术人员进行处理，技术人员应做好个人的防护，公司对周围工作人员作好疏散工作。

⑤ 建设单位不得自行进行倒源操作，所有换源工作必须由放射源生产单位负责，其中倒源的安全责任由放射源生产单位负责。

⑥ 探伤机工作状态下，“卡源”或“源掉出”发生，回源装置失效，工作人员手动回源。一旦发生此类故障，应关闭探伤室防护门，立即封锁并保护好现场，严禁无关人员进入辐射区。同时，现场的工作人员第一时间联系放射源生产单位，在专业人员的指导下严格按照生产单位提供的操作规程处理卡源故障。处理卡源故障的工作人员应穿戴好个人防护用品（铅衣、铅手套、铅眼镜等），佩戴个人剂量计和剂量报警仪，利用长柄夹等辅助工具进行操作。如公司不具备能力处理卡源故障，应在放射源生产单位工作人员到场前务必封锁并保护好现场，严禁无

关人员靠近,待处理完卡源故障后,确保放射源已经安全收回至探伤机内后方可消除警戒状态。在处理完故障后,尽快对处理卡源故障的工作人员个人剂量计进行应急剂量监测,并按规定格式记入个人剂量档案中。一旦发现个人剂量超标现象,及时采取相应的措施。建设单位应定期检查,维修设备,杜绝此类事故发生。

⑦对 $\gamma$ 射线室内探伤制定操作规程,明确 $\gamma$ 射线机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施,并建立完善的《射线装置使用登记制度》和《放射源使用登记制度》,加强对射线装置和放射源的监管和维护。

### 11.3.2.3 X射线移动探伤风险识别及防范措施

#### (1) 风险识别

①探伤机故障或控制失灵,出现异常曝光可致人员受到一定照射剂量,引发辐射事故。

②X射线探伤机探伤时,因作业现场未标划安全防护区、未设置警戒线、现场管理不到位或者曝光前未清查现场,使人员误入或者误留辐射区,引发辐射事故。

③X射线探伤机被盗,使不了解探伤机性能的人员开机引发辐射事故。

#### (2) 防范措施

为防止开展移动探伤时,公众误留、误入控制区或监督区,除探伤现场事先清场,布置足够的警戒绳等围挡防止公众入内、并在关键位置布设警戒灯和警示牌提示公众外,还必须安排专人巡查控制区和监督区边界。因此,每次移动探伤除1名操作人员外,还至少有2名安全巡查人员。贮存射线装置的场所,应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志,其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求,应安装防盗门窗、监控等设施。

### 11.3.2.4 $\gamma$ 射线移动探伤风险识别及防范措施

本项目 $\gamma$ 射线探伤机内含的放射源 $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}$ 是封装在密闭包壳中的,工艺上利用放射性同位素衰变产生的 $\gamma$ 射线。正常情况下不会发生放射性泄漏事故,但由于 $\gamma$ 射线贯穿能力很强,照射范围常常超出工作场所以外,因此密封放射源可能发生的事故和不安全工况存在于贮存阶段、运输阶段和使用阶段,最有可能发生的事故工况发生在使用阶段。

#### (1) 贮存过程

##### ① 风险识别

a、放射源暂存库的视频监控系统和红外报警装置发生故障,导致人员进入放射源暂存库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

b、放射源暂存库的防盗门和储源坑(柜)铅盖的防盗锁损坏,导致人员进入放射源暂存库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

c、在警示标识未发生作用的情况下，导致人员进入放射源暂存库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

d、退役或不用的放射源未放置到指定的地方，随意存放，导致工作人员或公众成员造成不必要的照射，同时加大了放射源遗忘或被盗的可能性。

## ②防范措施

a、建立完善的规章制度并落实于实际工作中，每次操作辐射工作人员必须严格按照操作规程进行操作，检查源库的视频监控系统、红外报警装置等防护装置是否正常，如果失灵，应立即修理，确保探伤工作人员的安全。

b、计划定期进行放射源暂存库的环境监测，发现问题及时整改，防止环境风险的发生。

c、制定应急预案并加强应急演练，防止环境风险的发生。

## (2) 运输过程

### ①风险识别

a、单人运输放射源，无专人押运。

b、采用非专用运输车辆运输放射源，车上没有固定放射源专用的铅箱，亦未对  $\gamma$  射线探伤机采取临时固定措施，保持其运输条件下在车辆内的位置不变，导致放射源丢失。

c、放射源运输过程中未采取严格有效的安全保卫措施致使放射源及运输车辆被盗。

d、工作人员麻痹大意，玩忽职守，致使含源  $\gamma$  射线探伤机无人看管，在转场装载时又未进行检查确认，导致放射源被盗。

### ②防范措施

a、放射源运输应采用专用车辆进行运输，专人押运。禁止使用报废的、擅自改装的、检测不合格的或者不符合国家规定要求的车辆、设备从事放射源道路运输活动。

b、专用运输车辆上应在固定位置配备储存  $\gamma$  射线探伤机的保险柜及防盗设施，在保险柜和运输车辆上设置“当心电离辐射”警示标志。

c、专用运输车辆应安装 GPS 定位系统、辐射监测设备对运输全过程进行在线监控，并实时记录行驶轨迹。

d、运输前，企业应对运输车辆和设备进行全面安全检查，发现问题及时处理解决。

e、运输中途如有人员需离开车辆，应至少保留 1 名工作人员负责源箱的看管。

f、加强运输过程中的防盗意识，做好运输车辆安保措施。

## (3) 移动探伤过程

### ①风险识别

a、移动探伤时在警示灯、警戒线和警示标识未起作用的情况下，人员误入正在运行的探伤工作场所或公众还未全部撤离控制区，工作人员启动设备，造成有关人员被误照。

b、放射源因故从机器上拆下来， $\gamma$  射线探伤机探伤后未放入放射源暂存库中保管，可能会发生放射源丢失或被盗事故。

c、检修机器时仪器中的放射源从铅容器中掉出来，由于该放射源为密封源，一般不会对周围环境（地面、空气、机器等）产生弥散性污染，但是若操作不当，将对操作人员产生较强的辐射照射。

d、由于探伤机故障使得放射源在输源导管中发生卡源的情况，不能退回密封容器内。

e、工作人员不按要求佩戴个人防护用品，造成超剂量照射。

## ②防范措施

a、严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程进行作业。每次移动探伤工作前，配备警戒绳、警示灯，在监督区四周可设置醒目的警示指示和提醒。

b、配置必要的辐射监测仪器对工作场所实施必要的监测，及时发现使用过程中的射线泄漏。为辐射工作场所配置了个人剂量报警仪，探伤工作人员可根据个人剂量报警仪是否报警而正确判断是否安全。

c、对  $\gamma$  射线移动探伤制定操作规程，明确  $\gamma$  射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，规定必须进行清场和巡逻的工作程序，在探伤现场做好警戒工作，严防工作人员和公众误留在警戒区内。

d、加强对探伤装置使用现场的管理，防止放射源被盗、丢失。制定《放射源使用登记制度》，规定设备的使用登记情况，加强对放射源的监管和维护。

e、 $\gamma$  射线移动探伤结束后，应进行放射性水平测量，确认放射源已经回到探伤机的源容器内。领用  $\gamma$  射线探伤机时也应进行放射性水平测量，确认放射源在探伤机的源容器内。

f、 $\gamma$  射线探伤机的检修应由有经验和经过培训的技术人员进行处理，技术人员应做好个人的防护，公司对周围工作人员作好疏散工作。

g、公司不得自行进行倒源操作，所有换源工作必须由放射源生产单位负责，其中倒源的安全责任由放射源生产单位负责。

h、 $\gamma$  射线探伤机工作状态下，“卡源”或“源掉出”发生，回源装置失效，工作人员手动回源。一旦发生此类故障，应立即封锁并保护好现场，严禁无关人员进入辐射区。同时，现场工作人员第一时间联系放射源生产单位，在专业人员的指导下严格按照生产单位提供的操作规程处理卡源故障。处理卡源故障的工作人员应穿戴好个人防护用品（铅衣、铅手套、铅眼镜

等), 佩戴个人剂量计和剂量报警仪, 利用长柄夹等辅助工具进行操作。如公司不具备能力处理卡源故障, 应在放射源生产单位工作人员到场前务必封锁并保护好现场, 严禁无关人员靠近。待处理完卡源故障后, 确保放射源已经安全收回至探伤机内后方可消除警戒状态。在处理完故障后, 尽快对处理卡源故障的工作人员个人剂量计进行监测, 一旦发现个人剂量超标现象, 及时采取相应的措施。建设单位应定期检查, 维修设备, 杜绝此类故障发生。

i、 $\gamma$  射线探伤机应定期进行检查、维护和保养, 应严格制定防范措施, 经常对设备的性能进行检查, 禁止使用超过 10 年的  $\gamma$  射线探伤机。

g、加强工作人员的教育与培训, 正确佩戴个人剂量计, 并定期检测。如发现超剂量, 应进行调查, 或改善防护条件或措施。

### **11.3.3 应急处置预案**

对以上可能发生的事事故风险, 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和防护管理办法》等有关规定, 公司应制定辐射事故应急方案, 并定期进行演练, 及时进行整改, 同时还应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。当发生或发现辐射事故, 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。当事故发生时, 公司应立即启动本单位的辐射事故应急预案, 采取必要防范措施, 并填写《辐射事故初始报告表》, 向生态环境主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的, 还应同时向卫生主管部门报告。如发生放射源被盗的事故, 则还须向公安部门报告。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用II类射线装置的工作单位，应当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必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

建设单位已成立辐射安全与环境保护管理机构，全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作，并配备了相应的成员，确定管理机构领导、成员及辐射防护管理专（兼）职人员，做到分工清晰、职责明确，并在日后运行过程中，根据人事变动情况及时调整机构组成。

#### 12.1.2 辐射人员管理

公司现有辐射工作人员 20 名，本项目拟新增配备辐射工作人员 9 名。

##### （1）个人剂量检测

建设单位拟为新增辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪，使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过 3 个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应终生保存。

##### （2）辐射工作人员培训

本项目所有新增的辐射工作人员，需要及时组织参加生态环境部培训平台的辐射防护与安全培训，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

##### （3）辐射工作人员职业健康体检

新增辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行在岗期间职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查，并建立个人健康档案。

#### 12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进

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辐射安全和防护状况年度评估报告。

## **12.2 辐射安全管理规章制度**

### **12.2.1 现有辐射安全规章制度的制定情况**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、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、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

中国核工业二三建设有限公司秦山分公司已制定《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《使用场所安全措施》、《岗位职责》、《工业X射线机操作规程》、《 $\gamma$ 射线探伤机操作规程》、《放射源使用登记制度》、《探伤设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训计划、体检与保健制度》、《监测方案》、《储源库防护与保卫制度》、《订购、运输及退役处理制度》等辐射安全管理制度。公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。

### **12.2.2 需完善或制定的辐射安全规章制度**

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》等法律法规要求，建设单位可以补充制定《自行检查和年度评估制度》、《危险废物处理制度》与《辐射安全档案管理制度》，日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性。

## **12.3 辐射监测**

### **12.3.1 现有项目监测情况**

公司现有辐射工作场所均进行了验收监测和年度监测，监测结果均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，公司现有辐射工作人员均按要求进行了个人剂量监测与职业健康体检，均符合相关要求。

### **12.3.2 本项目监测计划**

#### **12.3.2.1 监测仪器**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建设单位拟配备 2 台便携式 X- $\gamma$  剂量仪。所有新增辐射工作人员均拟配备个人剂量计，各工作场所均拟配备个人剂量报警仪。

#### **12.3.2.2 监测计划**

(1) 个人剂量监测和职业健康检查

本项目新增辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期一般为一个月，最长不超过三个月。辐射工作人员职业健康检查应至少每2年进行1次，并建立职业健康监护档案且终生保存。

(2) 辐射工作场所及周围环境监测

A、年度监测

建设单位应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

B、日常自行监测

建设单位应定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为每次探伤前。

C、监测内容和要求

监测内容：周围剂量当量率。

监测布点及数据管理：监测布点应参考监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表12-1 辐射监测计划

场所名称	监测内容	监测类型	监测点位	监测依据	监测周期
探伤室	周围剂量当量率	年度监测	探伤室顶棚、四侧墙体及防护门外30cm离地面高度1m处，控制室，各电缆管道口、通风口以及四周环境保护目标	《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)	1次/年
		自主监测			1次/季
		验收监测			竣工验收
X射线移动探伤	周围剂量当量率	日常监测	控制区和监督区边界	《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)	每次移动探伤工作时
		验收监测			竣工验收
		年度监测			1次/年
放射源库	周围剂量当量率	日常监测	四周屏蔽墙外30cm处、防护门外30cm处、排风管道口；γ射线探伤机入库、出库时源容器表面。	《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)	竣工验收
		验收监测			每次有新源入库
		年度监测			1次/年
γ射线移动探伤	周围剂量当量率	日常监测	γ射线移动探伤现场：由远及近测量，划分控制区、监督区；工作完毕且放回放射源至屏蔽位置后，源容器表面及工作场所。	《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)	竣工验收
		验收监测			移动探伤工作时
		年度监测			1次/年
/	个人剂量检测	个人剂量当量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》(GBZ	一般为一个月，最长不得

## 12.4 辐射事故应急预案

### 12.4.1 应急预案制定要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条的规定，辐射事故应急预案主要内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施。
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序。
- (5) 生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- (6) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施并在2小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

### 12.4.2 建设单位应急预案制定情况

建设单位已制定了《辐射事故应急预案》，成立了应急准备与响应领导小组。《辐射事故应急预案》与《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条的规定相比对，基本符合要求。本项目投入运行后，公司应做好以下工作：

(1) 制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。演练内容包括放射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，演习报告存盘。可提出将每年用于辐射应急工作的（包括应急装备、应急技术支持、培训及演习等）支出，纳入部门预算。

(2) 公司应根据实际情况定期组织修订放射事故应急预案，使其不断完善健全。

(3) 公司应将本单位的应急预案报所在地生态环境部门备案，开展隐患排查并及时消除隐患，防止发生事故。

## 12.5 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力

的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

**表 13 结论与建议**

## **13.1 结论**

### **13.1.1 辐射安全与防护分析结论**

#### **(1) 项目概况**

公司拟在浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号生产区西北侧拟拆除现有原料库，新建 3 间探伤室（2#~4#探伤室），建设 1 间暗室及评片室、1 间危废库（原有危废暂存于原料库，原料库拟拆除）等辅助房间；新增 2 台 X 射线探伤机、6 台移动式  $\gamma$  射线探伤机（其中  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机 3 台， $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$  射线探伤机 3 台，每台探伤装置内含 1 枚放射源  $^{192}\text{Ir}$  或  $^{75}\text{Se}$ ，出厂活度均为  $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ，属于 II 类放射源），对公司自生产的通用设备等产品进行无损探伤检测工作。

在现有使用规模的基础上，公司计划新增 2 台 X 射线探伤机、3 台  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机和 3 台  $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$  射线探伤机，每台  $\gamma$  射线探伤机内含 1 枚放射源，所有放射源的额定装源活度均为  $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ /枚，属于 II 类放射源。本次项目实施后所有的 X 射线探伤机与  $\gamma$  射线探伤机均用于全国范围内各客户工作场所的移动探伤；同时依托现有放射源暂存库的储源坑用于放射源的存放，并在新建的暗室和危废暂存间等辅助用房开展洗片工作和危险废物的暂存。

待本项目实施后，公司最终的辐射活动规模为 10 台 X 射线探伤机、12 台  $\gamma$  射线探伤机（其中  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机 8 台； $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$  射线探伤机 4 台）。

#### **(2) 项目位置**

中国核工业二三建设有限公司秦山分公司位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路 188 号，地理位置见附图 1。公司东侧为无名道路，隔路为浙江博凡动力装备股份有限公司与浙江冠宇电池有限公司；南侧为金禾路，隔路为浙江鸿亿紧固件有限公司；西侧与北侧均为河流。周围环境情况见附图 2，周围环境实景见附图 3。

#### **(3) 选址合理性分析**

本项目位于浙江省嘉兴市海盐县秦山街道秦山工业园区金禾路188号生产区西北侧，不新增用地。根据建设单位提供的不动产权证（附件3），本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。本项目探伤室与放射源暂存库50m评价范围内主要为公司内部生产车间或仓库、厂内道路、河流等，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

#### **(4) 项目布局合理性分析**

本项目新建 2#~4#探伤室辐射工作场所位于公司生产区西北侧，本项目控制室与探伤室分开。本项目探伤室工件门位于北侧，工件由平板车装载进入探伤室内。探伤室人员门位于南侧或东南侧，采用“L”型迷路形式。探伤室内 X 射线定向探伤机，主射方向朝西，周向探伤机主射方向为东、西、顶棚和地坪垂直周向，避免了主射线照射到控制室和工件门等区域；本项目新增放射源的存放依托现有放射源暂存库，位于 2#~4#探伤室东侧，本项目的功能设施完善，可以满足  $\gamma$  射线现场探伤的工作需求，布局合理。

#### **(5) 项目所在地区环境质量现状**

由监测结果可知，本项目新建探伤室周围环境的 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

#### **(6) 辐射安全防护措施结论**

探伤室四侧墙体（含迷道）与顶棚均采用混凝土作为屏蔽材料，防护门采用铅板作为屏蔽材料，根据表11的预测结果，探伤室的屏蔽设计合理，符合规范要求。对探伤室工作场所进行分区管理，划分为监督区和控制区，控制区设置相应的警示标志，限制无关人员进入；探伤室拟设置门-机联锁装置、工作状态指示灯、声音提示装置、监视装置、固定式场所辐射探测报警装置、紧急停机按钮、机械排风设施等辐射安全防护措施；探伤室工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪，各项辐射环境管理规章制度拟张贴于控制室墙上，拟建立X射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账等，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

本项目放射源暂存库已采取实体屏蔽，其屏蔽防护性能均能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

本项目放射源暂存库和移动探伤均按标准要求划分控制区和监督区，针对 $\gamma$ 射线探伤装置的固有安全属性、储存、运输、移动探伤等环节均采取相应的辐射安全和防护措施，并配套足够数量的防护用品和检测仪器。X射线移动探伤与 $\gamma$ 射线移动探伤的辐射安全防护措施见本报告表10，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

#### **(7) 辐射安全管理结论**

①公司已成立辐射安全防护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作。同时应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

②公司应组织所有辐射工作人员参加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相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训。

③公司应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检有资质的单位（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月），并建立个人剂量档案。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每一年或两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的职业健康档案。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年；职业健康监护档案应长期保存。

#### **（8）事故风险与防范**

公司应按本报告提出的要求完善辐射事故应急预案和辐射管理制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

### **13.1.2 辐射环境影响分析结论**

#### **（1）污染因子**

本项目探伤室工作场所与X射线移动探伤作业工作场所的主要污染因子为X射线、臭氧、氮氧化物、废显（定）影液和废胶片；放射源暂存库的主要污染因子为 $\gamma$ 射线、臭氧、氮氧化物；本项目 $\gamma$ 射线移动探伤作业工作场所的主要污染因子为 $\gamma$ 射线、臭氧、氮氧化物、废显（定）影液和废胶片。

#### **（2）辐射剂量率结论**

当探伤室内仅开启一台活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$ 射线探伤机进行探伤时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  或者审管部门批准的控制水平”的要求。可推断出当最大管电压为350kV、最大管电流为5mA的XXG-3505型X射线定向探伤机满功率运行时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门也能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“探伤室墙和入口门的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶外30cm处的剂量率参考控制水平不大于 $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

经辐射环境影响预测，当放射源暂存库处于最大贮存工况时，源库和储源坑（柜）周围剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 或者审管部门批准的控制水平”的要求。

#### **（3）X射线移动探伤工作场所控制区和监督区的划分**

经理论计算本项目开展X射线移动探伤作业时，控制区最大范围为距探伤机76m以内区

域，监督区最大范围为距探伤机 186m 以内区域。以上理论计算结果仅为本项目 X 射线移动探伤控制区和监督区的划分提供参考，实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的不同、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平产生变化，从而改变控制区和监督区的范围。

#### **(4) $\gamma$ 射线移动探伤工作场所控制区和监督区的划分**

本项目  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为 125m，监督区距离为 307m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为 7m，监督区距离为 17m。 $^{75}\text{Se}$ - $\gamma$  射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为 92m，监督区距离为 226m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为 5m，监督区距离为 13m。实际移动探伤时，建设单位应采取本报告关于  $\gamma$  射线移动探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区和监督区划分，然后采用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪巡测的方式进行实测验证和调整。

#### **(5) 保护目标剂量**

根据剂量估算结果，本项目各辐射工作场所所致辐射工作人员与公众成员的年有效剂量当量小于本次评价项目年剂量约束值（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求。

#### **(6) “三废”环境影响分析**

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

##### **① 废旧放射源**

$\gamma$  射线探伤机内放射源使用到一定年限后，将退役产生废旧放射源。目前公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了放射性同位素转让及退役源协议，废旧放射源均按国家相关法律法规规定及时进行收贮。

##### **③ 臭氧和氮氧化物**

本项目探伤室内产生的臭氧室内浓度远低于《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）中规定的  $\text{O}_3$  的最高允许浓度  $0.3\text{mg/m}^3$  限值要求。同时，探伤室内臭氧通过排风系统排出后，在常温常压状态下会自动分解为氧气，其浓度进一步的降低，远低于《环境空气质量标准》（GB 3059-2012）及 2018 年修改单中  $\text{O}_3$  的 1 小时平均浓度限值  $0.2\text{mg/m}^3$  的要求。

放射源暂存库内储存的放射源与空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，由机械排风装置

经放射源暂存库的排风口及时排至室外。X 射线移动探伤与  $\gamma$  射线移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

### ③废显（定）影液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液、废胶片必须按规定进行合理的处置，分类收集后送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。公司已与嘉兴市洪源环境科技有限公司签订了危废委托处置协议，符合要求。

### 13.1.3 可行性结论

#### （1）产业政策符合性

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据国家发展和改革委员会第49号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

#### （2）实践正当性

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中4.3“辐射防护要求”，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的目的是为了对自生产的产品或客户的产品进行质检服务，以确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射屏蔽防护和辐射安全管理后，其探伤装置运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合年剂量约束值的要求，也符合《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”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤装置是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用探伤装置是正当可行的。

### 13.1.4 环保可行性结论

综上所述，中国核工业二三建设有限公司秦山分公司 X、 $\gamma$  射线室内探伤与移动探伤扩建项目，项目选址合理，符合国家产业政策，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。建设单位在落实本报告提出的各项污染防治措施后，其辐射工作场所辐射安全措施及安全管理措施满足从事相应辐射活动的要求，辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，营运期对周围环境产生的辐射影响在可接受范围内，因此本项目运行时对周围环境的影响能符

合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

### 13.2 建议和承诺

(1) 公司承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

(2) 环评报批后，公司及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

(3) 建设项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

## 表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日