

核技术利用建设项目
宁波恒信工程检测有限公司
 γ 射线移动探伤及放射源暂存库扩建项目
环境影响报告表
(报批稿)

宁波恒信工程检测有限公司

2023 年 3 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
宁波恒信工程检测有限公司
 γ 射线移动探伤及放射源暂存库扩建项目
环境影响报告表

建设单位名称：宁波恒信工程检测有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：冉素珍

通讯地址：宁波市镇海区俞范东路 811 号

邮政编码：315207

联系人：邱作元

电子邮箱：/

联系电话：13858370809

表 1 项目基本情况

建设项目名称	宁波恒信工程检测有限公司 γ 射线移动探伤及放射源暂存库扩建项目				
建设单位	宁波恒信工程检测有限公司				
法人代表	冉素珍	联系人	邱作元	联系电话	13858370809
注册地址	宁波市镇海区俞范东路 811 号				
项目建设地点	放射源库及辅助用房建设地点：宁波市镇海区俞范东路 811 号； 移动探伤作业地点：各移动探伤项目部，作业地点不固定。				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	255	项目环保投 资(万元)	25	投资比例(环保 投资/总投资)	9.8%
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 ²)	不新增
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 type="checkbox"/> 使用		<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其他	/				

1.1 建设单位基本情况

宁波恒信工程检测有限公司（以下简称为“公司”）成立于 2002 年 11 月 4 日，前身为中国石化集团宁波工程有限公司下属检测工程公司，是一家专业从事工程质量检测技术服务的公司，主要承担各类石油化工装置、压力容器制造安装、球罐现场组焊、长输管线施工、大型储罐安装、钢结构等项目的射线（RT）、超声波（UT）、渗透（PT）、磁粉（MT）、涡流（ET）、超声波衍射时差（TOFD）等检测工作。

现厂区位于宁波市镇海区俞范东路 811 号，已许可的作业设备为 45 台 X 射线探伤机、50 台 γ 射线探伤机（其中 ¹⁹²Ir- γ 射线探伤机 16 台，⁷⁵Se- γ 射线探伤机 34 台，每台探伤装置内含 1 枚放射源 ¹⁹²Ir 或 ⁷⁵Se，出厂活度均为 3.7×10^{12} Bq，属于 II 类放射源）及 2 台移动式管

道爬行器（每台探伤装置内含 1 枚放射源 ^{137}Cs ，出厂活度均为 $3.7\times 10^9\text{Bq}$ ，属于 IV 类放射源），均用于生产车间、施工安装现场或野外流动作业，作业范围为全国各地。

1.2 项目建设目的与任务由来

公司自成立以来共实施 2 个核技术利用建设项目，建设地点均为宁波市镇海区俞范东路 811 号现有厂区内，相关环保手续文件合法齐全（见附件 5），具体情况如下：

2007 年：宁波恒信工程检测有限公司 X 射线、 γ 射线探伤项目（扩建）环境影响报告表，项目建设内容与规模：对现有用于移动探伤的 40 台 X 射线探伤机（最大管电压为 400kV，最大管电流为 5mA）、11 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机（每台探伤装置内含 1 枚放射源 ^{192}Ir ，最大活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq/枚}$ ）和 16 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机（每台探伤装置内含 1 枚放射源 ^{75}Se ，最大活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq/枚}$ ）的使用和管理情况进行了现状环境影响评价；对拟购的用于移动探伤的 5 台 X 射线探伤机（最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA）、8 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机（每台探伤装置内含 1 枚放射源 ^{75}Se ，最大活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq/枚}$ ）和 4 台移动式管道爬行器（每台探伤装置内含 1 枚指令源 ^{137}Cs ，最大活度均为 $3.7\times 10^9\text{Bq/枚}$ ）的使用和管理情况进行了预测评价。该项目于 2007 年 6 月 4 日取得了原浙江省环境保护局的环评批复（浙环辐〔2007〕172 号）；2012 年 5 月 4 日通过了原浙江省环境保护厅的环保竣工验收（浙环辐验〔2012〕9 号），验收规模：一间贮源库，配备 37 台 X 射线探伤机、11 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、21 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机和 2 台移动式管道爬行器（配备 2 枚指令源 ^{137}Cs ），均用于移动探伤。由于验收阶段存在 8 台 X 射线探伤机在外地项目部探伤作业，已现状评价，不单独验收；同时因工作计划改变，公司实际仅购买 2 枚指令源 ^{137}Cs ，故验收规模小于环评规模。

2012 年：宁波恒信工程检测有限公司 ^{192}Ir 、 ^{75}Se γ 射线探伤机项目（扩建）环境影响报告表，项目建设内容与规模：在现有使用规模的基础上，新增 5 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机（每台探伤装置内含 1 枚放射源 ^{192}Ir ，最大活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq/枚}$ ）和 10 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机（每台探伤装置内含 1 枚放射源 ^{75}Se ，最大活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq/枚}$ ），均用于移动探伤。该项目于 2012 年 5 月 3 日取得了原浙江省环境保护厅的环评批复（浙环辐〔2012〕11 号），2015 年 3 月 3 日通过了原浙江省环境保护厅的环保竣工验收（浙环辐验〔2015〕46 号），验收规模：一间贮源库、5 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 13 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机（其中 10 台为浙环辐〔2012〕11 号中批复的，3 台为浙环辐〔2007〕172 号中批复的），均用于移动探伤，验收规模与环评规模一致。

公司现持有有效的《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证（B0003），种类和范围：使

用 II 类、IV 类放射源，使用 II 类射线装置，有效期至 2027 年 2 月 28 日，许可规模：45 台 X 射线探伤机、16 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、34 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机和 2 台移动式管道爬行器（配备 2 枚指令源 ^{137}Cs ），均用于移动探伤，见附件 4。因此，公司现有辐射活动的验收规模与许可规模基本一致。

综上所述，宁波恒信工程检测有限公司现有辐射活动规模统计如下：

表 1-1 现有辐射活动规模统计表

项目		X 射线探伤机	^{192}Ir -放射源	^{75}Se -放射源	^{137}Cs -放射源
环评规模	2007 年	45 台	11 枚	24 枚	4 枚
	2012 年	/	5 枚	10 枚	/
	小计	45 台	16 枚	34 枚	4 枚
验收规模	2012 年	37 台（另 8 台已现状评价）	11 枚	21 枚	2 枚（实际仅购买 2 枚）
	2015 年	/	5 枚	13 枚	/
	小计	45 台	16 枚	34 枚	2 枚
许可规模	2022 年	45 台	16 枚	34 枚	2 枚

现因业务拓展，公司主要承接中石化、中石油、中海油等大型企业下属公司的建设工程探伤业务，存在点多面广、任务分散、工期要求紧等特点。由于 γ 射线探伤机所用放射源的购买需先取得《放射性同位素转让审批表》批件，而该程序办理时间又较长，因此为能及时换购到放射源，满足工程进度要求，迫切需要扩大放射源使用许可规模。同时，随着 2022 年公司中标的中石化宁波镇海炼化有限公司绿色能源基地二期项目即将开工，呈现出所持放射源的数量远不能满足实际业务的增长速度，在很大程度上限制了公司的进一步发展。

综合考虑实际及规划业务需求，宁波恒信工程检测有限公司在目前使用规模基础上，拟新增 15 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 15 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，用于移动探伤作业。同时基于现有放射源暂存库（以下简称“放射源库”）的设计库容不能满足本次新增放射源存放的空间需求，故计划在库内新增 30 个固定式储源柜，用于放射源的存放，并依托现有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。

由于含源 γ 射线探伤机及放射源库在使用过程中会产生 γ 射线，将对周围环境产生电离辐射影响，应开展辐射环境影响评价工作。对照生态环境部令第 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 类放射源，应编制辐射环境影响报告表，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，宁波恒信工程检测有限公司委托杭州卫康环保科技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、委托监测、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，编制完成了本项目环境影响报告表（送审稿）。宁波市生态环境局环境工程技术评估中心于 2023 年 1 月 17 日组织召开了本项目的技术咨询会，并形成专家评审意见。根据专家评审意见，评价单位对报告表相关内容进行了补充、修改和完善，形成了本项目环境影响报告表（报批稿），供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容和规模

在现有使用规模的基础上，公司计划新增 15 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 15 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，每台 γ 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，均用于移动探伤作业；同时在现有放射源库内新增 30 个固定式储源柜，用于放射源的存放，并依托现有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 45 台 X 射线探伤机、80 台 γ 射线探伤机（其中 ^{192}Ir - γ 射线探伤机 31 台； ^{75}Se - γ 射线探伤机 49 台）及 2 台移动式管道爬行器（配备 2 枚指令源 ^{137}Cs ），均为移动探伤。

1.4 项目选址及周边环境保护目标

1.4.1 项目地理位置

宁波恒信工程检测有限公司位于宁波市镇海区俞范东路 811 号，地理位置见附图 1。公司租赁中石化宁波工程有限公司厂区的部分用房开展无损检测工作，租赁合同见附件 7。租赁区域的东侧隔厂区道路为中石化宁波工程有限公司的空地，南侧为石登大路，西侧为农田，北侧为中石化宁波工程有限公司的空地，周围环境情况见附图 2 和附图 4，周围环境实景见附图 3。

1.4.2 放射源库位置

本项目 γ 射线探伤机不作业时，全部贮存于现有放射源库内。放射源库位于公司的西北侧，由储源室和隔离室组成。储源室建筑面积约 24m^2 ，东侧紧邻物装公司设备仓库，南侧紧邻隔离室，南侧约 15m 为检测中心设备库（1F），南侧约 25m 为综合办公楼（4F），东南侧

约 25m 为检测中心办公楼（2F），西侧为农田，北侧紧邻生产基地仓库（1F），北侧约 65m 处为物装公司现场仓库（1F），东北侧约 85m 为机施公司厂房（1F），东北侧约 95m 为机施公司机修车间（1F），正上方为无人平台，正下方为地坪，无地下室，厂区总平面布置见附图 4。

1.4.3 探伤洗片场所及危废暂存场所位置

本项目宁波市内项目部均固定在公司总部厂区的现有暗室内完成探伤洗片工作，产生的各类危废集中收集后及时转移至专门的危废暂存间进行暂存，最终交有资质的单位处理处置。暗室和危废暂存间均位于检测中心办公楼的一层，建筑面积分别约 25m² 和 8m²，具体位置见附图 4。宁波市外各项目部均设有单独的临时性暗室，探伤胶片不运回公司总部厂区进行处理，临时性暗室的管理要求参考总部厂区的危废暂存间。

1.4.4 移动探伤作业场地位置

本项目 γ 射线移动探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在施工现场进行，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。

1.4.5 环境保护目标

由于本项目为移动探伤，探伤作业地点不固定，因此 γ 射线探伤机在工作条件下的环境保护目标是不定的。本项目环境保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和公众成员。辐射工作人员为放射源库管理人员、参与 γ 射线探伤机运输的驾驶员和押运员、移动探伤工作人员；公众成员为放射源库周围、运输车周围、移动探伤工作场所周围的普通公众人员及总部厂区内其他非辐射工作人员。

1.4.6 规划符合性分析

（1）用地规划符合性分析

根据建设单位提供的土地证（见附件 6），本项目用地性质为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。

（2）“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、生态环境准入清单。

本项目“三线一单”符合性判定情况见表 1-2。

表 1-2 “三线一单”符合性分析

生态 保护红线	根据《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》（甬环发〔2020〕56号）及《宁波市生态保护红线划定方案（城区生态保护红线图）》（见附图10），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。“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，符合环境质量底线要求。
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生活用水和设施用电，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《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》（甬环发〔2020〕56号），本项目位于宁波石化经济技术开发区产业集聚重点管控单元（编码：ZH33021120007，见附图11），该管控单元生态环境准入清单如下：</p> <p>①生态环境特征 该管控单元横跨澥浦镇和蛟川街道。 重点准入片：主要包括宁波石化经济技术开发区即沿海北线以北，甬舟高速以东，大安路以西。宁波石化经济技术开发区是国家级经济技术开发区，以中石化镇海基地项目为龙头，以多元化原料加工为补充，重点发展以有机原料为主体、以高端精细化学品为特色的全产品链。园区基础设施较完善，污水管网和污处理设施较健全，污水纳入宁波华清环保技术有限公司处理，具备危险废物焚烧处理能力。 优化准入片：位于宁波石化经济技术开发区岚山水库东西两侧，北起海天路、东至甬舟高速，西到通海路，南至石化区南界线，包含临俞工业集聚点。该区块基础设施较完善，污水管网和污处理设施较健全，污水纳入宁波华清环保技术有限公司和宁波市城市排水有限公司镇海区排水分公司处理。</p> <p>②空间布局约束 重点准入片：禁止新建、扩建不符合园区发展规划及当地主导（特色）产业的其他三类工业建设项目；新建二类、三类工业项目污染物排放水平需达到同行业国内先进水平。调整优化产业结构，鼓励发展绿色石化等园区主导产业，限制新建皮革、毛皮、羽毛（绒）制品（仅含制革、毛皮鞣制），纸浆、溶解浆、纤维浆等制造，造纸（含废纸造纸），水泥制造，炼铁、球团、烧结，炼钢，黑色金属铸造等三类工业项目。除向区域集中供热的热电联产项目外，禁止新建、扩建使用高污染燃料锅炉项目。集中供热范围内，原则上禁止新建、扩建蒸汽锅炉（导热油锅炉除外）。鼓励采用余热回收装置。新扩建燃气锅炉NO_x排放要求达到50mg/m³，鼓励达到30mg/m³的要求。 优化准入片：除经批准专门用于三类工业集聚的开发区（工业区）外，禁止新建、扩建三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造；新建二类、三类工业项目污染物排放水平需达到同行业国内先进水平。优化产业结构，鼓励发展新材料、生物医药、节能环保、高端装备制造等产业。除主导产业配套项目外，限制新建不符合园区定位和主导产业的其他三类工业项目。现有不符合园区主导产业的三类工业企业，允许实施不增加主要污染物排放的改扩建项目。禁止新建、扩建非自身配套的电镀、喷漆、酸洗、磷化等项目。</p>

③污染物排放管控

重点准入片：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。印染、电镀行业水污染物指标实行同行业减量替代。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。强化氮氧化物排放浓度及总量管控，石化行业新建、扩建加热炉氮氧化物浓度年均值低于50mg/m³。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。现有石化、化工等企业应按照相关行业整治要求等限期开展提标升级改造，加强对纳管企业总氮、盐分、重金属和其他有毒有害污染物的管控，强化企业污染治理设施运行维护管理。加强土壤和地下水污染防治与修复。

优化准入片：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。新建工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。新改扩建排放VOCs的项目，加强源头控制，使用低（无）VOCs含量的涂料、油墨、胶黏剂等，配套安装高效的收集处理措施。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。加强区域内石化、化工、电镀等重点涉水污染企业整治，实施工业企业废水深度处理，推进中水回用，加强对纳管企业总氮、盐分、重金属和其他有毒有害污染物的管控，强化企业污染治理设施运行维护管理。加强土壤和地下水污染防治与修复。现有石化、化工等企业应按照相关行业整治要求等限期开展提标升级改造。

④环境风险防控

定期评估沿江河海工业企业、工业集聚区环境和健康风险，落实防控措施。强化工业企业环境风险防范设施设备建设和监管。涉化企业按规定编制环境突发事件应急预案，重点加强事故废水应急池建设，以及应急物资的储备和应急演练。化工园区建立大气环境风险防控体系，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，制定园区应急预案，构建区域联动一体的应急响应体系，实行联防联控。建立土壤污染隐患排查和定期监测制度，开展园区及周边土壤和地下水环境风险点位布设，根据园区产业特点，制定“常规+特征”污染物监测指标体系，定期组织园区及周边土壤和地下水环境风险监测。应在工业用地与居民区之间设置一定宽度的环境隔离带。

⑤资源开发速率要求

落实最严格水资源管理制度，实施“分质供水、优水优用”，推进大工业供水和中水回用。推进重点行业企业清洁生产改造，提高工业水循环利用率，减少新鲜水的消耗。落实煤炭消费减量替代要求，提高能源使用效率。

本项目为核技术利用建设项目，主要从事移动探伤作业，不属于《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》附件中表1工业项目分类表中的工业项目，且项目利用现有已建建筑开展工作，不改变土地现状。经营过程中污染物简单，排放量较小，“三废”污染物皆可控制和处理，故项目运营后对周围环境不会产生较大影响。同时，公司已制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。因此，本项目的实施符合《宁波市“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。

因此，本项目符合“三线一单”的建设要求。

1.4.7 选址合理性分析

本项目放射源库评价范围 50m 内主要为宁波恒信工程检测有限公司厂区内部功能用房、中石化宁波工程有限公司厂区及农田，无居民点和学校等环境敏感点，项目用地性质为工业用地，周围无环境制约因素，且附近区域亦不涉及易燃易爆物质和危险化学品的存放。在建筑墙体屏蔽、距离衰减及辐射安全管理措施的基础上，本项目对检测中心办公楼、综合办公楼内的非辐射工作人员及周围普通公众的辐射影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中对公众成员“剂量限值”的要求，也符合本项目剂量约束值的要求。

因此，本项目放射源库的选址基本合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

结合国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及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。

1.6 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对外开展各项无损检测业务，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的辐射影响。因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中“实践的正当性”原则。

1.7 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

公司目前在用的设备为 45 台 X 射线探伤机、49 台 γ 射线探伤机（其中 ^{192}Ir - γ 射线探伤机 15 台； ^{75}Se - γ 射线探伤机 34 台），均为移动探伤。由于存在放射源退役及换源周期问题，故本项目实际在用 49 台 γ 射线探伤机，低于许可规模（50 台 γ 射线探伤机）。随着移动式管道爬行器的设备升级，不再需要使用指令源 ^{137}Cs ，故公司配置的 2 枚指令源 ^{137}Cs （其中 1 枚编码为 004CS668144，出厂活度为 $3.7\times 10^9\text{Bq}$ ；另 1 枚编码为 0207CS006024，出厂活度为 $1.7\times 10^9\text{Bq}$ ）均于 2018 年 4 月 18 日进行收贮，接收单位为浙江省辐射环境监测站，相关证明文件见附件 15。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 5~6。

现有射线装置和放射源台账明细表分别见表 1-3 和表 1-

表 1-3 公司现有已许可的射线装置台账明细表

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	使用状态
1	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XXG-2505	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
2	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XXG-2505	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
3	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XXG-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
4	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XXG-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
5	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	WZP-300J	300	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
6	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
7	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
8	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
9	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
10	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
11	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
12	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
13	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
14	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
15	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
16	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
17	X 射线探伤机 (周向)	II类	1 台	XQ-70C	200	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
18	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	DY-ZR	300	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
19	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
20	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
21	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
22	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用

23	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
24	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
25	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
26	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
27	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
28	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
29	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
30	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
31	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
32	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
33	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
34	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
35	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
36	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
37	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
38	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
39	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	XT-2505D	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
40	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
41	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
42	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
43	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
44	X 射线探伤机（定向）	Ⅱ类	1 台	RD-3505	350	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
45	X 射线探伤机（周向）	Ⅱ类	1 台	TG-280-2505	250	5	移动探伤	探伤施工现场	在用
注：表中已许可的 45 台 X 射线探伤机以浙环辐（2007）172 号文通过环保审批，以浙环辐验〔2012〕9 号文通过环保竣工验收。									

表 1-4 公司现有已许可的放射源台账明细表

序号	核素名称	类别	数量	出厂活度 (Bq)	出厂日期	标号	编码	用途	工作场所	动态去向
1	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.33E+12	2021.04.19	VC20293	0321SE002222	γ 射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
2	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.33E+12	2021.04.19	VC20294	0321SE002232	γ 射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
3	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.33E+12	2021.04.19	VC20295	0321SE002252	γ 射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
4	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.33E+12	2021.04.19	VC20296	0321SE002262	γ 射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
5	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.70E+12	2021.05.27	VC20313	0321SE002552	γ 射线探伤机	探伤施工现场	广东石化项目部
6	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.70E+12	2021.05.27	VC20314	0321SE002562	γ 射线探伤机	探伤施工现场	象山项目部
7	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.70E+12	2021.05.27	VC20315	0321SE002572	γ 射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
8	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.89E+12	2021.08.16	VC21033	0321SE004112	γ 射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
9	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.89E+12	2021.08.16	VC21041	0321SE004192	γ 射线探伤机	探伤施工现场	镇海炼化项目部
10	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.89E+12	2021.08.16	VC21042	0321SE004202	γ 射线探伤机	探伤施工现场	眉山项目部
11	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.59E+12	2021.09.12	VC21104	0321SE004522	γ 射线探伤机	探伤施工现场	广东石化项目部
12	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.59E+12	2021.09.12	VC21105	0321SE004532	γ 射线探伤机	探伤施工现场	广东石化项目部
13	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.66E+12	2021.10.18	VC21091	0321SE004882	γ 射线探伤机	探伤施工现场	浙石化项目部
14	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.66E+12	2021.10.18	VC21092	0321SE004892	γ 射线探伤机	探伤施工现场	广东石化项目部
15	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.07E+12	2021.11.14	VC21202	0321SE005442	γ 射线探伤机	探伤施工现场	海南项目部
16	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.07E+12	2021.11.14	VC21203	0321SE005452	γ 射线探伤机	探伤施工现场	连云港项目部
17	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	3.07E+12	2021.11.14	VC21204	0321SE005462	γ 射线探伤机	探伤施工现场	海南项目部
18	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.59E+12	2021.12.14	VC21254	0321SE006102	γ 射线探伤机	探伤施工现场	连云港项目部
19	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.59E+12	2021.12.14	VC21255	0321SE006112	γ 射线探伤机	探伤施工现场	眉山项目部
20	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.59E+12	2021.12.14	VC21256	0321SE006122	γ 射线探伤机	探伤施工现场	浙石化项目部
21	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.59E+12	2021.12.14	VC21257	0321SE006132	γ 射线探伤机	探伤施工现场	海南项目部
22	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.59E+12	2022.02.21	VC21456	0322SE000402	γ 射线探伤机	探伤施工现场	眉山项目部
23	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.59E+12	2022.02.21	VC21458	0322SE000412	γ 射线探伤机	探伤施工现场	眉山项目部
24	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.59E+12	2022.02.21	VC21459	0322SE000422	γ 射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
25	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1 枚	2.66E+12	2022.04.11	VC21371	0322SE001782	γ 射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部

26	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1枚	2.66E+12	2022.04.11	VC21372	0322SE001792	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
27	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1枚	2.66E+12	2022.04.11	VC21333	0322SE001822	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
28	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1枚	2.66E+12	2022.04.11	VC21334	0322SE001832	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
29	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1枚	2.66E+12	2022.04.11	VC21335	0322SE001842	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
30	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1枚	2.66E+12	2022.04.11	VC21336	0322SE001852	γ射线探伤机	探伤施工现场	镇海炼化项目部
31	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1枚	2.52E+12	2022.04.11	VC21428	0322SE001892	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
32	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1枚	2.52E+12	2022.04.11	VC21429	0322SE001902	γ射线探伤机	探伤施工现场	浙石化项目部
33	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1枚	2.52E+12	2022.04.11	VC21430	0322SE001922	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
34	⁷⁵ Se	Ⅱ类	1枚	2.52E+12	2022.04.11	VC21331	0322SE001932	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
35	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2021.05.21	S20300	0321IR007822	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
36	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2021.06.21	S20340	0321IR008812	γ射线探伤机	探伤施工现场	广东石化项目部
37	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2021.08.25	S21032	0321IR013402	γ射线探伤机	探伤施工现场	浙石化项目部
38	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2021.09.13	S21050	0321IR014232	γ射线探伤机	探伤施工现场	广东石化项目部
39	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2021.10.18	S20216	0321IR015122	γ射线探伤机	探伤施工现场	广东石化项目部
40	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.26E+12	2021.11.14	S21075	0321IR016712	γ射线探伤机	探伤施工现场	连云港项目部
41	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2021.12.14	S21281	0321IR018462	γ射线探伤机	探伤施工现场	连云港项目部
42	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.18E+12	2021.12.14	S21282	0321IR018472	γ射线探伤机	探伤施工现场	海南项目部
43	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	1.78E+12	2022.01.11	S21310	0322IR000932	γ射线探伤机	探伤施工现场	连云港项目部
44	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	1.78E+12	2022.01.11	S21315	0322IR000942	γ射线探伤机	探伤施工现场	连云港项目部
45	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2022.02.21	S21161	0322IR001692	γ射线探伤机	探伤施工现场	浙石化项目部
46	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2022.03.24	S21225	0322IR004282	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
47	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2022.03.24	S21235	0322IR004292	γ射线探伤机	探伤施工现场	广东石化项目部
48	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2022.03.24	S21165	0322IR004302	γ射线探伤机	探伤施工现场	眉山项目部
49	¹⁹² Ir	Ⅱ类	1枚	3.70E+12	2022.04.24	S21183	0322IR006672	γ射线探伤机	探伤施工现场	北仑项目部
注：表中已许可的49枚放射源分别以浙环辐（2007）172号文、浙环辐（2012）11号文通过环保审批，以浙环辐验（2012）9号文、浙环辐验（2015）46号文通过环保竣工验收。										

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

公司已成立以邱作元为负责人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9。

2、现有辐射安全规章制度的制定情况

公司已制定《射线防护管理办法》，该办法涵盖以下内容：①管理职能；②放射防护安全管理机构及人员职责；③射线安全防护管理工作制度：放射工作人员的培训教育管理、放射工作人员职业健康管理、个人剂量牌发放、收缴、监测管理、X、 γ 射线个人报警器使用与管理、射线检测设备管理、施工现场射线安全防护管理；④放射工作现场及源库周围环境监测制度；⑤放射源的储存、保卫、运输制度：储源库的工作制度、基地储源库放射源领用、发放管理办法、施工现场临时储源库房（铅房或房子内部设置铅箱）、放射源的运输、放射源的使用；⑥放射源使用登记；⑦订购、转让、运输及退役处理；⑧放射事故报告制度；⑨探伤装置自行检查、维护和年度评估制度；⑩操作规程：TS-IA型铯-192 γ 射线机安全操作规程、DL-VA型硒-75 γ 射线探伤机安全操作规程、便携式X射线机安全操作规程。

公司还制定了《治安保卫管理办法》，该办法的主要内容包括：①治安保卫机构设置；②分级管理；③门卫制度；③放射源储存库保卫值班工作制度。同时，制定了《职业健康安全投入管理办法》、《环境保护管理办法》、《放射源运输安全方案及应急预案》、《放射源防盗、防抢、防破坏及技术防范系统故障应急处置预案》和《放射源事故应急救援预案》。

公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等运行方面运行较好。

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112名，详细情况见附件10。

(1) 所有辐射工作人员均持有效的辐射安全与防护证书，符合持证上岗的要求。

(2) 现有的112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。根据建设单位提供的最近一年连续四个季度的个人剂量档案，单名辐射工作人员的年有效剂量为0.010~0.451mSv/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，也符合本项目剂量约束值的要求。该部分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。根据公司提供的职业健康体检报告（2021-2022年度），在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作，健康无异常。

另有57名辐射工作人员为公司新进人员，尚未参加探伤工作，故均未佩戴个人剂量计和建立相应的个人剂量档案，其中29名已开展了岗前职业健康体检（26名均可从事放射性工作，健康无异常；3名需要复查甲状腺和血常规，目前复查中），28名正在积极落实岗前职业健康体检工作。

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1-5，可以满足现阶段的移动探伤工作要求。

表1-5 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	36台
2	个人剂量计	112枚
3	个人剂量报警仪（具有累积剂量监测功能）	150台
4	导向管、控制缆和遥控	59套
5	准直器	59支
6	电离辐射警告标牌	210个
7	电离辐射警示标志	190个
8	工作状态警示灯	480个
9	声音提示装置	89个
10	对讲装置	44只
11	警戒绳（不低于400m）	5000m
12	铅屏风	10个
13	储源罐	10个
14	应急箱（包括放射源的远距离处理工具）	10个
15	其他辅助设备（夹钳和定位辅助设施）	10套
16	铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜	各20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，见附件13。废旧放射源均按国家相关法律规定及时进行收贮，废旧放射源回收（收贮）备案表见附件14和附件15。公司已与宁波大地化工环保有限公司签订了危废委托处置协议（见附件19），危废集中收集后统一交由有资质单位进行处理，并办理了危废转移联单（见附件20）。现有放射源库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。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。

6、 γ 射线探伤机报废

根据《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）中对使用探伤装置单位的要求，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。经与建设单位核实，对于超过安全使用年限的 γ 射线探伤机，公司严格执行相关报废工作。2022年度公司共报废2台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和2台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，均交给探伤设备生产厂家海门伽马星探伤设备有限公司进行报废处置，相关报废证明见附件21。

7、场所检测与年度评估

公司每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，经与建设单位核实，公司已托开展了2022年度辐射检测工作，检测结果均满足相关标准要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，公司已对本单位的放射源和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向原发证机关提交上一年度的评估报告，2022年度评估报告见附件22。

8、辐射事故应急

公司已制定《生产安全事故应急预案》，见附件11。公司每年均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	¹⁹² Ir	3.7×10 ¹² Bq×15 枚	II类	使用	移动探伤	探伤施工现场	密封，不作业时统一存放于放射源库	新增，本次评价
2	⁷⁵ Se	3.7×10 ¹² Bq×15 枚	II类	使用	移动探伤	探伤施工现场		

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
本项目不涉及									

(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 (μ A)	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 Ir、 ⁷⁵ Se	根据实际情况更换				暂存于放射源库的储源坑（柜）内	由供源单位回收处理。
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	放射源库内的臭氧和氮氧化物由排风系统引至室外，直接排放于大气环境；移动探伤过程产生的臭氧和氮氧化物量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。
废显（定）影液	液态	/	/	0.5t	6t	/	集中存放于危废暂存间	定期委托有资质的单位处理处置。
废胶片	固态	/	/	0.2t	2.4t	/		

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<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>(12) 《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>(13) 《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>(14) 《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>(15) 《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，原国家环境保护总局，2007 年 1 月 15 日起施行；</p> <p>(16) 《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》，环办函〔2014〕1293 号，原环境保护部办公厅，2014 年 10 月 10 日起施行；</p>
------------------	--

(17)《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函〔2016〕430号，2016年3月7日起施行；

(18)《关于加强核与辐射安全监管能力建设工作的通知》，环办辐射函〔2017〕1593号，原环境保护部办公厅，2017年10月19日印发；

(19)《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；

(20)《放射性废物分类》，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；

(21)《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；

(22)《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；

(23)《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；

(24)《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；

(25)《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；

(26)《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；

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

(28)《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；

(29)《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；

(30)《浙江省固体废物污染环境防治条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第80号，2023年1月1日起施行；

(31)《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；

	<p>(32)《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第388号，2021年2月10日起施行；</p> <p>(33)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；</p> <p>(34)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> <p>(35)《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》，浙环发〔2022〕30号，浙江省生态环境厅，2023年2月3日起施行；</p> <p>(36)关于《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》的批复，浙政函〔2020〕41号，浙江省人民政府，2020年5月14日起施行；</p> <p>(37)关于印发《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知，甬环发〔2020〕56号，宁波市生态环境局，2020年12月9日印发。</p>
技 术 标 准	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016），2017年1月1日实施；</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），2016年4月1日实施；</p> <p>(3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），2003年4月1日实施；</p> <p>(4)《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），2023年3月1日实施；</p> <p>(5)《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019），2019年4月1日实施；</p> <p>(6)《密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ 114-2006），2007年4月1日实施；</p> <p>(7)《γ射线探伤机》（GB/T 14058-2008），2009年4月1日实施；</p> <p>(8)《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002），2003年4月1日实施；</p> <p>(9)《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>(10)《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），2020年4月1日实施；</p> <p>(11)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），2021年5月1日实施；</p> <p>(12)《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），2021年5月1日实施；</p>

	<p>(13) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021), 2021 年 8 月 1 日实施;</p> <p>(14) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001) 及 2013 年修改单, 2013 年 6 月 8 日实施。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书, 见附件1;</p> <p>(2) 《辐射防护导论》, 方杰主编;</p> <p>(3) 《辐射防护手册》, 李德平、潘自强主编;</p> <p>(4) 企业提供的与工程建设有关其他设计资料等。</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) 不作业时贮存：放射源库实体屏蔽边界外 50m，评价范围示意图见附图 2；

(2) 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 γ 射线探伤机监督区范围，其中 ^{192}Ir - γ 射线探伤机移动探伤最大监督区范围为 316m， ^{75}Se - γ 射线探伤机移动探伤最大监督区范围为 216m。

7.2 保护目标

由于本项目为移动探伤，探伤作业地点不固定，因此 γ 射线探伤机在工作条件下的环境保护目标是不定的。本项目环境保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和公众成员。辐射工作人员为放射源管理人员、参与 γ 射线探伤机运输的驾驶员和押运员、移动探伤工作人员；公众成员为放射源库周围、运输车周围、移动探伤工作场所周围的普通公众人员及总部厂区内其他非辐射工作人员。

表7-1 本项目主要环境保护目标情况

保护目标		人数	位置	相对距离	剂量约束值	
职业人员		54人	放射源库内及周围； 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；	相邻	5mSv/a	
公众成员	总部厂区内非辐射工作人员	50人	放射源库周围	物装公司设备库（东侧）	相邻	0.25mSv/a
				检测中心设备库（南侧）	15m	
				检测中心办公楼（东南侧）	25m	
				综合办公楼（南侧）	25m	
				生产基地仓库（北侧）	相邻	

普通公众人员	不定	农田（放射源库西侧）	相邻
	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	移动探伤监督区外	¹⁹² Ir- γ 射线探伤机：307m； ⁷⁵ Se- γ 射线探伤机：226m

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 《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ 114-2006）

本标准规定了使用密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护要求。本标准适用于 $3.7 \times 10^4 \text{Bq} \sim 3.7 \times 10^{16} \text{Bq}$ （ $1\mu\text{Ci} \sim 1\text{MCi}$ ）量级密封源。

本报告主要依据该标准中“4 密封源的放射防护要求”、“5 密封 γ 放射源容器的放射防护要求”、“6 工作容器的专用要求”、“7 密封源贮存的放射防护要求”、“8 密封源操作的放射防护要求”、“9 密封源运输的放射防护要求”等内容规定进行项目评价。

7.3.3 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。本标准使用于使用 600kV 及以下

的 X 射线探伤机和 γ 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。

本报告主要依据该标准中“4 使用单位放射防护要求”、“5 探伤机的放射防护要求”、“7 移动式探伤的放射防护要求”、“8 放射防护检测”及附录 A 的内容规定进行项目评价。

7.3.4 《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。

7.3.5 《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

本报告主要依据该文件中“三、使用探伤装置单位的要求：（一）～（十六）”的内容规定进行项目评价。

7.3.6 《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》，环办函（2014）1293 号

本报告主要依据该文件中“（一）～（七）”的内容规定进行项目评价。

7.3.7 《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》，浙环发（2022）30 号

本报告主要依据该文件中“第二章：管理体系、第三章：管理制度、第四章：现场作业及放射源贮存库管理、第五章：数字化管理、第七章：监督管理”的内容规定进行项目评价。

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

本标准规定了剧毒化学品、放射源存放场地（部位）风险等级划分与治安防范级别、治安防范要求和管理要求。本标准适用于剧毒化学品、放射源存放场所（部位）治安防范系统设计、建设、验收和管理。

5.2 实体防护要求

5.2.1 存放场所的建筑结构、配电设施、通风设施应符合 GB 15603 的要求。

5.2.2 存入场所（部位）的防盗安全门应符合 GB 17565 的要求，其防盗安全级别为乙级（含）以上；防盗锁应符合 GA/T 73 的要求；防盗保险柜应符合 GB 10409 的要求。

5.2.3 存放场所（部位）应设置明显的剧毒、电离辐射警告标志。

5.2.4 一、二级风险的库房墙壁应采取混凝土或实心砖墙建造，墙壁厚度应不小于250mm，顶部应采用现浇钢筋混凝土或钢筋混凝土楼板建造，厚度不小于160mm。

5.2.5 库房出入口、保卫值班室出入口和监控中心出入口应设置防盗安全门。

5.2.6 库房、保卫值班室、监控中心的窗口，通风口应设置防盗栅栏。钢筋栅栏应采用直径不小于12mm的实心钢筋；钢管栅栏应采用直径不小于20mm，厚度不小于2mm的钢管；钢板栅栏应采用单根截面积不小于8mm×20mm的钢筋（钢管、钢板）。相邻钢筋（钢管、钢板）间隔应不小于100mm，高度每超过800mm的应在中点处再加一道横向钢筋（钢管、钢板）。防盗栅栏应采用直径不小于12mm的膨胀螺栓固定，安装应牢固可靠。

7.3.9 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及2013年修改单

本标准规定了对危险废物贮存的一般要求，对危险废物包装、贮存设施的选址、设计、运行、安全防护、监测和关闭等要求。

7.2 危险废物贮存前应进行检验，确保同预定接收的危险废物一致，并登记注册。

7.3 不得接收未粘贴符合4.9规定的标签或标签未按规定填写的危险废物。

7.4 盛装在容器内的同类危险废物可以堆叠存放。

7.5 每个堆间应留有搬运通道。

7.6 不得将不相容的废物混合或合并存放。

7.7 危险废物产生者和危险废物贮存设施经营者均须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、存放库位、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。

7.8 必须定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

8.1.1 项目地理位置

宁波恒信工程检测有限公司位于宁波市镇海区俞范东路 811 号，地理位置见附图 1。公司租赁中石化宁波工程有限公司厂区的部分用房开展无损检测工作，租赁合同见附件 7。租赁区域的东侧隔厂区道路为中石化宁波工程有限公司内空地，南侧为石登大路，西侧为农田，北侧为中石化宁波工程有限公司内空地。

8.1.2 场所位置

本项目 γ 射线探伤机不作业时，全部贮存于现有放射源库内。放射源库位于公司的西北侧，由储源室和隔离室组成，储源室的东侧紧邻物装公司设备仓库，南侧紧邻隔离室，南侧约 15m 为检测中心设备库（1F），南侧约 25m 为综合办公楼（4F），东南侧约 25m 为检测中心办公楼（2F），西侧为农田，北侧紧邻生产基地仓库（1F），北侧约 65m 处为物装公司现场仓库（1F），东北侧约 85m 为机施公司厂房（1F），东北侧约 95m 为机施公司机修车间（1F），正上方为无人平台，正下方为地坪，无地下室。

8.2 环境现状评价对象

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：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为放射源库拟建址及周围环境。由于移动探伤涉及的待检测项目具体地点不固定，故本次评价未进行环境现状监测。

8.3 辐射环境质量现状

8.3.1 本次现场实测

1、检测目的

通过现场检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。

2、检测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为 γ 辐射剂量率。

3、检测点位

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布点监测，共设 11 个点位，点位分布情况见附图 12，检测报告及检测资质证书见附件 24。

4、检测方案

- (1) 检测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 检测时间：2022 年 5 月 19 日；
- (3) 检测方式：现场检测；
- (4) 检测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 检测频次：依据 HJ 1157-2021 标准予以确定；
- (6) 天气环境条件：天气：多云；温度：25°C；相对湿度：59%；
- (7) 检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 检测仪器的参数与规范

仪器名称	X、 γ 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 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h；外置探头：0.01 μ 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

(8) 检测工况

检测当日现有放射源库内贮存有 3 台 γ 射线探伤机，具体情况见表 8-2。

表 8-2 现有放射源库检测工况（2022 年 5 月 19 日）

序号	设备名称	放射源种类	放射源编码	出厂活度 (Ci)	出厂日期
1	γ 射线探伤机	^{75}Se	0321SE004192	2.89E+12	2021.08.16
2	γ 射线探伤机	^{192}Ir	0321IR016722	3.70E+12	2021.11.09
3	γ 射线探伤机	^{192}Ir	0322IR001712	3.70E+12	2022.02.21

注：序号 1 为宁波恒信工程检测有限公司所属 γ 射线探伤机；序号 2~3 为宁波天翼石化重型设备制造有限公司所属 γ 射线探伤机。

5、质量保证措施

根据《环境 γ 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）及《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）等标准中有关电离辐射环境监测质量保证的通用要求、实验室的质量要求文件（包括质量手册、程序文件、作业

指导书、记录表格)和质量证明文件(包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录)实行全过程质量控制,保证此次检测结果科学、有效。本次环境现状检测质量保证主要内容有:

- (1) 检测机构通过了计量认证。
- (2) 检测前制定了详细的检测方案及实施细则。
- (3) 合理布设检测点位,保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- (4) 检测所用仪器已通过计量部门检定/校准合格,且在检定/校准有效使用期内使用。

检测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合,以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制,严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行。

- (5) 检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有合格证书上岗。
- (6) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(7) 现场检测严格按照规定的检测点位、方法、记录内容等进行,按照统计学原则处理异常数据和检测数据。

(8) 建立完整的文件资料。仪器校准说明书、检测方案、检测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留,以备复查。

- (9) 检测报告严格实行三级审核制度,经过校对、审核,签发。

6、检测结果及评价

本项目现有放射源库周围环境辐射环境现状检测结果见表8-3。

表8-3 现有放射源库周围环境辐射现状检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射剂量率 (nSv/h)	
		平均值	标准差
▲1	放射源库内(储源坑的铅盖表面 30cm 处)	1260	12
▲2	放射源库东墙外 30cm 处	159	1
▲3	放射源库南墙外 30cm 处	152	1
▲4	放射源库西墙外 30cm 处	156	1
▲5	放射源库北墙外 30cm 处	151	3
▲6	放射源库防护门外 30cm 处	157	3
▲7	隔离室出入门 30cm 处	138	2
▲8	隔离室南墙外 30cm 处	144	3
▲9	检测中心设备库	422	4
▲10	检测中心办公楼	161	1
▲11	综合办公楼	162	1

由表 8-3 可知，当放射源库内贮存 3 台 γ 射线探伤机时，源库周围辐射剂量率为（151~422）nSv/h 范围内，储源坑的铅盖表面处辐射剂量率为 1260nSv/h，均能满足《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 μ Sv/h 或者审管部门批准的控制水平”的要求。

8.1.7 现有 2022 年度检测

考虑到现场检测时放射源库内实际贮存 γ 射线探伤机数量仅 3 台，本报告在现场实测的基础上引用 2022 年度评估检测报告（检测日期：2022 年 5 月 25 日，见附件 22），进一步阐述放射源库周围的辐射环境质量现状情况。

（1）检测工况

检测当日现有放射源库内贮存有 22 台 γ 射线探伤机，具体情况见表 8-2。

表 8-3 现有放射源库检测工况（2022 年 5 月 25 日）

序号	设备名称	放射源名称	放射源编码	出厂活度（Bq）	出厂日期
1	γ 射线探伤机	^{192}Ir	0321IR007822	3.70E+12	2021.05.21
2	γ 射线探伤机	^{192}Ir	0321IR008812	3.70E+12	2021.06.21
3	γ 射线探伤机	^{192}Ir	0322IR004282	3.70E+12	2022.03.24
4	γ 射线探伤机	^{192}Ir	0322IR006672	3.70E+12	2022.04.24
5	γ 射线探伤机	^{75}Se	0321SE002222	3.33E+12	2022.04.24
6	γ 射线探伤机	^{75}Se	0321SE002232	3.33E+12	2021.04.19
7	γ 射线探伤机	^{75}Se	0321SE002252	3.33E+12	2021.04.19
8	γ 射线探伤机	^{75}Se	0321SE002262	3.33E+12	2021.04.19
9	γ 射线探伤机	^{75}Se	0321SE002552	3.70E+12	2021.05.27
10	γ 射线探伤机	^{75}Se	0321SE002572	3.70E+12	2021.05.27
11	γ 射线探伤机	^{75}Se	0321SE004112	2.89E+12	2021.08.16
12	γ 射线探伤机	^{75}Se	0321SE004192	2.89E+12	2021.08.16
13	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE000422	2.60E+12	2022.02.21
14	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE001782	2.66E+12	2022.04.11
15	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE001792	2.66E+12	2022.04.11
16	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE001822	2.66E+12	2022.04.11
17	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE001832	2.66E+12	2022.04.11
18	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE001842	2.66E+12	2022.04.11
19	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE001852	2.66E+12	2022.04.11
20	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE001892	2.52E+12	2022.04.11
21	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE001922	2.52E+12	2022.04.11
22	γ 射线探伤机	^{75}Se	0322SE001932	2.52E+12	2022.04.11

(2) 检测结果及评价

本项目现有放射源库周围环境辐射环境现状检测结果见表8-4。

表8-4 现有放射源库周围环境辐射现状检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	工作台	0.16
2	放射源库内防护门（左侧）外表面 30cm	0.17
3	放射源库内防护门（中部）外表面 30cm	0.17
4	放射源库内防护门（右侧）外表面 30cm	0.16
5	放射源库内防护门（上侧）外表面 30cm	0.17
6	放射源库内防护门（下侧）外表面 30cm	0.17
7	放射源库东墙（左侧）外表面 30cm	0.16
8	放射源库东墙（中侧）外表面 30cm	0.17
9	放射源库东墙（右侧）外表面 30cm	0.16
10	放射源库南墙（左侧）外表面 30cm	0.17
11	放射源库南墙（中侧）外表面 30cm	0.16
12	放射源库南墙（右侧）外表面 30cm	0.17
13	放射源库西墙（左侧）外表面 30cm	0.17
14	放射源库西墙（中侧）外表面 30cm	0.16
15	放射源库西墙（右侧）外表面 30cm	0.17
16	放射源库北墙（左侧）外表面 30cm	0.16
17	放射源库北墙（中侧）外表面 30cm	0.16
18	放射源库北墙（右侧）外表面 30cm	0.17
19	放射源库大门（防盗门）外表面 30cm	0.16
20	放射源库南墙外表面 30cm	0.17

注：以上结果均未扣除环境本底，室内环境本底均值为 0.14 $\mu\text{Sv/h}$ 。

由表 8-4 可知，当放射源库内贮存 22 台 γ 射线探伤机时，源库周围辐射剂量率为(0.16~0.17) $\mu\text{Sv/h}$ 范围内，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。

8.1.8 补充检测

2023 年 2 月 1 日，评价单位再次委托浙江亿达检测技术有限公司对现有放射源库进行了辐射环境相关补充检测，具体检测结果如下：

表 8-5 现有放射源库检测工况（2023 年 2 月 10 日）

序号	设备名称	放射源名称	放射源编码	出厂活度 (Bq)	出厂日期
1	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0321SE006102	2.59E+12	2021.12.14
2	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE000412	2.59E+12	2022.02.21
3	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE000402	2.59E+12	2022.02.21
4	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE001832	2.664E+12	2022.04.11
5	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE001842	2.664E+12	2022.04.11
6	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE001892	2.516E+12	2022.04.11
7	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE001922	2.516E+12	2022.04.11
8	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE002962	3.071E+12	2022.05.29
9	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE003992	2.479E+12	2022.08.01
10	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE005382	3.33E+12	2022.12.09
11	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE005392	3.33E+12	2022.12.09
12	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE005802	3.515E+12	2022.12.30
13	γ 射线探伤机	⁷⁵ Se	0322SE005812	3.515E+12	2022.12.30
14	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322SE005822	3.515E+12	2022.12.30
15	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR001692	3.70E+12	2022.02.21
16	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR004292	3.70E+12	2022.03.24
17	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR004282	3.70E+12	2022.03.24
18	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR004302	3.70E+12	2022.03.24
19	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR006672	3.70E+12	2022.04.24
20	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR008702	3.70E+12	2022.05.30
21	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR008712	3.70E+12	2022.05.30
22	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR008722	3.70E+12	2022.05.30
23	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR012202	3.70E+12	2022.07.21
24	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR012212	3.70E+12	2022.07.21
25	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR012222	3.70E+12	2022.07.21
26	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR012232	3.70E+12	2022.07.21
27	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR013182	3.70E+12	2022.08.01
28	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR017302	3.70E+12	2022.11.07
29	γ 射线探伤机	¹⁹² Ir	0322IR011162	3.70E+12	2022.07.04

(2) 检测结果及评价

本项目现有放射源库周围环境辐射环境现状检测结果见表8-6。

表8-6 现有放射源库周围环境辐射现状检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	工作台	0.20
2	放射源库内防护门（西侧）外表面 30cm	0.20
3	放射源库内防护门（中部）外表面 30cm	0.21
4	放射源库内防护门（东侧）外表面 30cm	0.29
5	放射源库内防护门（上端）外表面 30cm	0.17
6	放射源库内防护门（下端）外表面 30cm	0.46
7	放射源库内防护门（西侧）门缝外表面 30cm	0.34
8	放射源库内防护门（东侧）门缝外表面 30cm	0.33
9	放射源库东侧防护墙（北侧）外表面 30cm	0.21
10	放射源库东侧防护墙（中部）外表面 30cm	0.26
11	放射源库东侧防护墙（南侧）外表面 30cm	0.20
12	放射源库南侧防护墙（西侧）外表面 30cm	0.21
13	放射源库南侧防护墙（中部）外表面 30cm	0.20
14	放射源库南侧防护墙（东侧）外表面 30cm	0.21
15	放射源库西侧防护墙（北侧）外表面 30cm	0.16
16	放射源库西侧防护墙（中部）外表面 30cm	0.15
17	放射源库西侧防护墙（南侧）外表面 30cm	0.16
18	放射源库北侧防护墙（西侧）外表面 30cm	0.23
19	放射源库北侧防护墙（中部）外表面 30cm	0.20
20	放射源库北侧防护墙（东侧）外表面 30cm	0.18
21	隔离室外防护门外表面 30cm	0.24
22	隔离室南侧防护墙外表面 30cm	0.21
23	放射源库屋顶上方（北侧）30cm	0.29
24	放射源库屋顶上方（中部）30cm	0.31
25	放射源库屋顶上方（南侧）30cm	0.23
26	放射源库屋顶上方（东侧）30cm	0.28
27	放射源库屋顶上方（西侧）100cm	0.21
28	13 号源坑上方 30cm	0.50
29	17 号源坑上方 30cm	2.37
	本底	0.17

注：1、上表所列检测值均未扣除当地本底值；2、17 号源坑在检测时内含 1 枚源强为 $16.6\text{Ci}^{192}\text{Ir}$ 放射源的 γ 射线探伤机，13 号源坑在检测时内含 3 枚源强为 $74.4\text{Ci}^{75}\text{Se}$ 放射源的 γ 射线探伤机；3、放射源库上方为屋顶平台，人员无法直接到达，检测时使用工具到达。

由表 8-6 可知，当放射源库内贮存 29 台 γ 射线探伤机时，源库周围辐射剂量率为(0.15~0.46) $\mu\text{Sv/h}$ 范围内，源坑表面辐射剂量率为 (0.50~2.37) $\mu\text{Sv/h}$ 范围内，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。

表 9 项目工程分析与源项

本项目仅为现有放射源库内新增 30 个固定式储源柜，用于存放拟购的放射源，不涉及任何土建施工，故本次评价不针对施工期进行工程分析，仅重点关注辐射部分的工艺设备和工艺分析。

9.1 工艺设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

本项目采用便携式 γ 射线探伤机，结构比较简单，主要由加长输源导管、源屏蔽容器（贮源容器）、遥控控制线及摇把组成。源屏蔽容器是探伤机的主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器，其最外层为钢包壳，内部是贫铀屏蔽层，当放射源贮存在正确的位置时，容器外表面的辐射水平远小于允许值。容器钢壳与贫铀之间充以泡沫塑料，用来吸收贫铀材料的韧致辐射。屏蔽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。放射源存储于源屏蔽容器内，并设计有多项安全锁定位置，只有将输源管及控制缆与屏蔽容器正确、可靠连接，并打开安全锁后，才可以将放射源送出容器，缺少任何一个环节，放射源均无法送出，保证放射源的安全使用。

源屏蔽容器（贮源容器）外部结构组成见图9-1，一套完整的 γ 射线探伤机外型见图9-2。



图9-1 源屏蔽容器（贮源容器）外部结构组成图

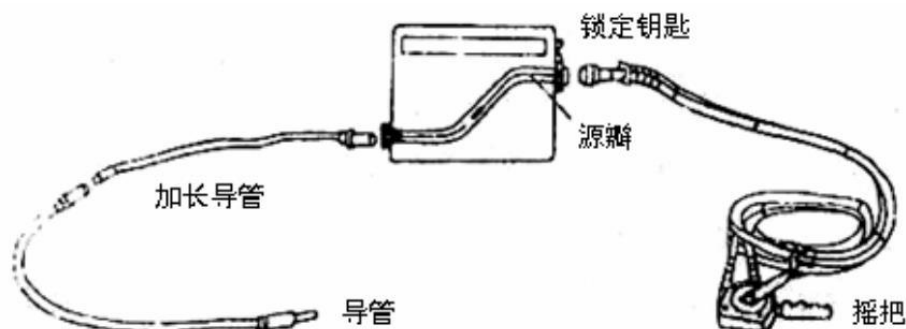


图9-2 γ 射线探伤机典型结构示意图

9.1.2 工作原理

γ 射线探伤机在工作过程中，通过 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 放射源产生的 γ 射线对受检工件进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像，显示裂缝所在位置， γ 射线探伤机据此实现探伤目的。

9.1.3 γ 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

放射源库实行双人双锁，移动探伤前，由探伤安全员到源库领取探伤机主机（含源），领用须填写《放射源出入库登记表》。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- γ 剂量率仪进行检测，确认探伤机内有源，合上储源坑（柜）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。

放射源库工作及产污流程见图9-3。

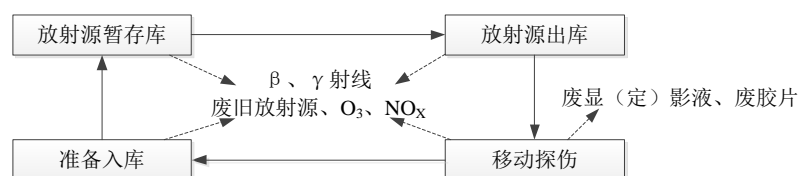


图 9-3 放射源库工作及产污流程示意图

(3) 放射源使用备案

公司根据工程实际情况投入使用 γ 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 γ 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) γ 射线移动探伤及产污环节

γ 射线移动探伤工作流程及产污环节见图9-4。

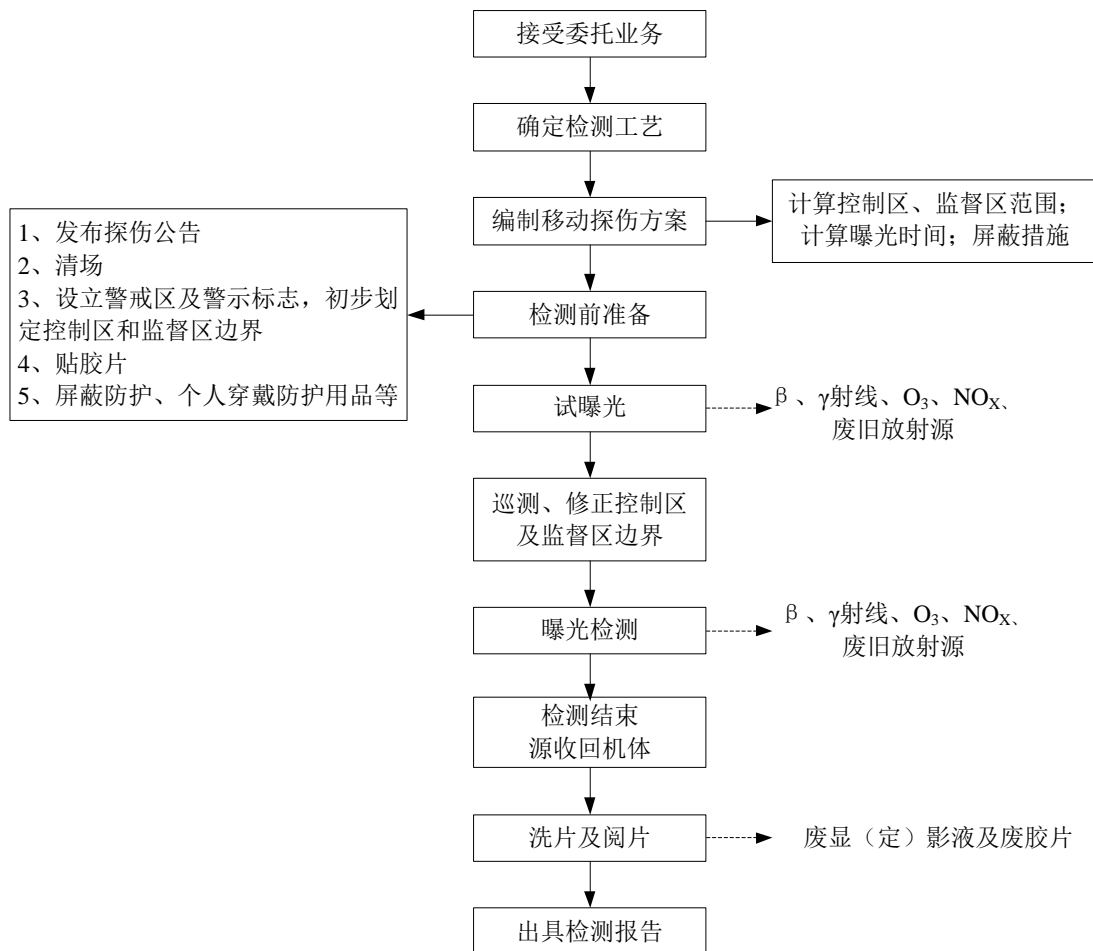


图9-4 γ 射线移动探伤检测及产污流程示意图

公司 γ 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，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- γ 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 γ 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到照射容器安全位置。

⑤从检测工件上取下已曝光的底片，待暗室冲洗处理后阅片，完成一次探伤任务。

⑥后续胶片冲洗在暗室内完成。

9.1.4换源操作

经与建设单位核实，宁波恒信工程检测有限公司厂区内不涉及任何换源工作。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（宁波恒信工程检测有限公司）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 γ 射线探伤机运输至放射源使用单位，同时将装有废源的 γ 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 γ 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。

宁波恒信工程检测有限公司不得自行进行倒源操作，本项目所有放射源退役和换源的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，运输过程中的安全责任由运输单位负责。目前，宁波恒信工程检测有限公司已委托浙江省科学器材进出口有限责任公司负责承担放射源运输，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），委托协议及运输资质证书情况见附件12。

9.1.5探伤工作负荷及本次放射源申报数量合理性分析

公司探伤对象主要为各类石油化工装置、压力容器制造安装、球罐现场组焊、长输管线施工、大型储罐、钢结构等项目的设备，材质主要为钢。 ^{192}Ir - γ 射线探伤机的探伤工件厚度一般为（20~100）mm， ^{75}Se - γ 射线探伤机的探伤工件厚度一般为（10~40）mm。本项目实施后， γ 射线移动探伤预计新增年拍片量为30万张。每个项目部为一个独立的移动探伤作业点，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。

基于以下因素：a、宁波恒信工程检测有限公司的无损检测机构级别为A级，具备参与到更多的无损检测项目的资格条件。据统计，公司移动探伤项目部约8~10个，业务不断扩大是发展趋势。b、公司主要承接中石化、中石油、中海油等大型企业下属公司的建设工程探伤业务，存在点多面广、任务分散、工期要求紧等特点，现有已许可的放射源规模（50枚）满足不了实际业务的增长速度，在很大程度上限制了公司的进一步发展。c、2022年，随着公司中标的中石化宁波镇海炼化有限公司绿色能源基地二期项目即将开工，需要更多的放射源投入来支撑探伤工作量。d、自2005年开展 γ 射线移动探伤工作以来，公司已积累了近15年以上丰富的放射源实际管理经验，具备完善的硬件设施和人员技术力量。

因此，本项目计划新增的放射源配置数量与公司情况是基本匹配的。

9.1.6 辐射工作人员配置及合理性分析

根据《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）及《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（浙环发〔2022〕30号）等相关规定，每台探伤装置须配备2名以上操作人员。同时根据《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430号）中“四、关于放射源探伤监管”，探伤企业配备的现场安全员，可以为现场的两名操作员之一，但现场安全员应具有对现场辐射安全负责的权限，发现安全问题可以叫停探伤作业。

本项目计划配置54名辐射操作人员，全部从现有人员中调配，拟分为18个 γ 射线移动探伤小组，每组3名辐射工作人员，其中2名为探伤操作人员，每次移动探伤时同时在场并共同负责操作 γ 射线探伤机的安全使用及状态监护等工作；1名为现场安全员，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、含放射源 γ 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。同时，放射源库的管理直接依托现有管理人员，本项目不另设。经与建设单位核实，本项目辐射操作人员既从事本次的 γ 射线移动伤，还从事现有的X射线移动探伤。

考虑到实际工作中，放射源并不是一次性全部购置到位，同时存在废旧放射源退役及审批周转用放射源等情况，故本项目人员配置计划与探伤设备数量是基本匹配的。

9.1.7 现有项目工艺不足及改进情况

公司现有核技术利用建设项目正常运行中，辐射工作场所布局合理，分区管理到位，各项辐射安全和防护措施较完善，相关辐射安全规章制度较齐全，辐射工作人员配备相应的个人剂量计、个人剂量报警仪及基本的防护用品；“三废”污染物均得到有效、合理、可行的处置，可实现达标排放。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，故不存在工艺不足情况。基于业务发展需要，公司在现有项目的基础上新增 γ 射线探伤机用于移动探伤，并对现有的放射源库进行扩容。

9.2 污染源项描述

9.2.1 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}Ir 和 ^{75}Se ，根据《辐射防护手册》（第一分册）（李德平、潘自强主编，P58页与P85页）、《工业探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）附录A表A.1，放射源的主要辐射特性见表9-1。

表 9-1 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*	周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)
^{192}Ir	74.02d	β^- (95.22) ϵ (4.78) β^+ (~0)	β^-	0.672	46%	0.17
				0.536	41%	
				0.240	8%	
			γ	0.296	34.6	
				0.308	35.8	
				0.316	82.9%, 100	
^{75}Se	120d	ϵ (100)	γ	0.468	58.0	0.32
				0.265	58%, 100	
				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。

9.2.2 污染源项

1、放射性污染

(1) 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 ^{192}Ir - γ 射线探伤机内含的放射源 ^{192}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 ^{192}Ir - γ 射线探伤机的污染因子主要是 γ 射线。 ^{75}Se - γ 射线探伤机内含的放射源 ^{75}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。

在 γ 射线移动探伤时, 会对探伤现场控制区及监督区外周围的工作人员和公众产生 γ 射线外照射; 在 γ 射线探伤机运输过程中对运输人员产生 γ 射线外照射; 放射源在放射源库中有小部分穿过源库屏蔽体 (包括储源坑/柜、铅盖、屏蔽墙、顶棚、防护门) 泄漏到工作场所及周围环境中, 对周围的工作人员和公众产生 γ 射线外照射。

(2) 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 ^{192}Ir 约 6 个月更换一次，放射源 ^{75}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，宁波恒信工程检测有限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，见附件 13。

2、非放射性污染

(1) 臭氧和氮氧化物

本项目放射源库内储存的放射源与空气电离将产生少量的臭氧和氮氧化物，由机械排风装置经源库的排风口及时排出。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，臭氧在常温常压状态下将会在短时间内自动分解为氧气，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3，且毒性低于臭氧，对周围环境影响较小。

(2) 废显（定）影液、废胶片

本项目移动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。项目 γ 射线移动探伤新增年拍片量为 30 万张，按洗 1000 张片用 20L 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 6000L（密度保守按 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，折合重量约 6t），每年产生废胶片约 3000 张（废片率按 1% 计算，单张胶片平均重量保守按 10g，折合重量约 0.03t），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。

根据《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》（NB/T 47013.1-2015）中第 7.3.3 条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，本项目完好的胶片约 19.8 万张，存档期限为 7 年。存档满 7 年后的胶片最终处理方案分两种：①如用户需要，公司将此类胶片转交用户保管，占比约 20%，即 5.94 万张胶片；②如用户不需要，公司将此类胶片作为危废交有资质单位处理处置，占比约 80%，即 23.76 万张胶片。基于本项目运行后的第 8 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 24.06 万张（折合重量约 2.4t）。

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 9-2。

表 9-2 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	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	4t/a	洗片	液态	显(定)影液	显(定)影液	每次移动探伤	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	2.4/a	阅片、胶片存档	固态	废胶片	废胶片	每次移动探伤、存档期满	T	

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目新增放射源的存放依托现有放射源库，位于厂区的西北侧；探伤洗片工作依托现有的暗室，位于检测中心办公楼的一层；探伤洗片过程中产生的废定（显）影液和废胶片等危险废物的暂存依托现有的危废暂存间，位于检测中心办公楼一层。

因此，本项目的功能设施完善，可以满足 γ 射线移动探伤的工作需求，布局基本合理。

10.1.2 分区管理

(1) 放射源库及临时贮存场所

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中两区划分原则，本项目拟将放射源库及周围区域划分为控制区和监督区。以放射源库的实体屏蔽为界，将放射源库划为控制区，严禁无关人员进出控制区，保障该区的辐射安全；将放射源库外相邻区域划为监督区，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，分区管理示意图见附图 6。

本项目 γ 射线探伤机当天不能及时回到公司总部放射源库时，公司应设置放射源临时贮存设施，并实行分区管理，将放射源临时贮存设施划为临时控制区，贮存设施周围 1m 处划定为临时监督区，设置电离辐射警告标志标牌，告诫无关人员请勿靠近。

(2) 移动探伤

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“7.2 分区设置”，公司开展 γ 射线移动探伤作业时，根据现场具体情况，利用便携式 X- γ 剂量率仪巡测，一般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，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，控制区的边界尽可能设定实体屏蔽，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；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。

该公司拟采取的布局与分区措施基本满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“移动探伤”的要求。

10.1.3 辐射安全和防护措施

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）与《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012）以及辐射管理的相关制度，为减少辐射对环境的影响程度，建设单位针对 γ 射线探伤机的固有安全属性、储存、运输、移动探伤等环节拟采取如下辐射安全和防护措施：

10.1.3.1 γ 射线探伤机的固有安全属性

（1）放射源容器

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 GBZ 117-2022 中表 2 规定的控制值，随机文件中应有该指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 14058 的要求。

本项目新增 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ - γ 射线探伤机类别均为便携式，代号均为 P，离源容器表面 5cm 处最大周围剂量当量率为 0.5mSv/h，离源容器表面 100cm 处最大周围剂量当量率为 0.02mSv/h。

（2）安全锁

探伤装置必须设置安全锁，并配置专用钥匙。a) 源辫返回源容器后，该锁方能锁死；b) 安全锁锁死时，源辫应不能移动；安全锁打开后，源辫方能移离源容器；c) 钥匙不在锁上时，安全锁仍能锁死。

（3）联锁装置

探伤装置应设有安全联锁装置。a) 安装或拆卸驱动装置时，源辫应不能移离源容器；b) 非工作状态时，源辫应锁闭在源容器中；c) 工作状态时，驱动装置应保持与源容器连接，随时可将源辫摇回源容器内。

（4）源托、输源管、控制缆等配件

源托（包括源辫，源辫与控制缆联接点）承受的拉力应满足如下要求： ^{192}Ir 源托和 ^{75}Se 源托 500 牛顿。采用输源管和远距离操作的探伤装置，输源管和控制缆必须进行性能试验，并满足《 γ 射线探伤机》（GB/T 14058-2008）等相关标准要求。

（5）源辫位置指示系统

探伤装置应具有源辫位置指示系统，该指示器系统应具有如下功能：a) 用不同灯光颜色分别显示源辫在源容器内或外；b) 用数字显示源辫离开源容器的距离；c) 用音响提示源辫已离开源容器。

（6）遥控装置

γ 射线探伤机的遥控装置应符合以下要求：a) γ 射线探伤机的遥控装置，其控制缆应有

一个止动装置，以防止控制缆与遥控装置丢失和脱开。b) 遥控装置的控制机构应清晰标记源组件运动到曝光位置及其返回方向。c) 非手动操作的遥控装置应符合以下要求之一：①系统出现故障时，源容器和源组件能自动回到安全状态；②配备一个应急装置（最好是手动的）和（或）应急措施，使源组件能返回到安全状态。d) 在满足探伤工作条件下，放射源传输控制缆和导向缆的长度应尽可能使操作者与放射源之间的距离最大，每次照相后，放射源应尽可能迅速返回源容器的屏蔽位置。

经与建设单位核实，本项目 γ 射线探伤机均采用手动的出源方式， ^{192}Ir - γ 射线探伤机的输源软管长度为 6.3m，控制部件导管长度为（10~15）m； ^{75}Se - γ 射线探伤机的输源软管长度为 5m，控制部件导管长度为（10~12）m，可以满足移动探伤的作业要求。

（6）标志和标识

在探伤装置的放射源容器表面固定金属铭牌，铭牌上应铭刻下列内容：电离辐射警告标志、探伤装置生产厂家名称、产品名称、出厂编号、出厂日期、放射源核素名称、设计的最大装源活度。

（7）放射源编码卡

放射源编码卡与探伤装置可靠联接，且便于更换。更换放射源时，放射源编码卡应随之更换，确保与容器内的放射源一一对应。

10.1.3.2 含源 γ 射线探伤机储存、领用、归还的辐射安全和防护措施

一、现有放射源库已具备的辐射安全设施

本项目新增放射源的暂存依托现有的放射源库，该源库为单独的建筑，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、腐蚀性等物品。

（1）放射源库墙体结构上防火，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，源库四周已设排水沟，满足源库的“防水”要求。

（3）放射源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库的保管工作，实行双人双锁制度。库内及门口已设置 24 小时持续有效的视频监控录像系统，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或照射容器或连同源与容器的探伤装置时，进行放射性水平测量，确认放射源在源容器或照射容器内。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) 放射源库的南墙采用480mm混凝土、其他三侧墙体采用360mm混凝土、顶棚采用180mm混凝土进行一次性整体浇筑，防护门采用15mm铅板防护；储源坑为下沉式设计，坑盖采用10mm铅板防护。经辐射环境影响预测，处于最大贮存工况时候，源库周围环境辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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，源库四周主要为设备库和仓库类场所，且厂区外主要为道路，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) 放射源库出入口的防护门已设显著的电离辐射警示标志，告诫无关人员请勿靠近。

(8) 放射源库已设置机械排风系统，排风管道设于源库内东北角，穿墙方式为“U”型，管径350mm，最终引至室外高出地面0.3m后直接排放，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已设置源库保卫值班室，放射源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源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《安全保卫管理办法》、《放射源防盗、防抢、防破坏及技术防范系统故障应急处置预案》，严防放射源损坏、丢失或恶意破坏等事件的发生。

(10) 公司已制定 γ 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。同时，放射源库管理办公室内已张贴源库发生应急事故的处理措施和报告流

程。

二、放射源库共用的辐射安全责任划分

本项目的放射源库建于 2002 年 8 月，经宁波市卫生监督所竣工验收合格后投入使用，原由中石化宁波工程有限公司将放射源库的坑位租于宁波恒信工程检测有限公司，并由宁波恒信工程检测有限公司统一对放射源库进行管理。宁波恒信工程检测有限公司再将放射源库的部分坑位给租于宁波天翼石化重型设备制造有限公司使用，相关租赁协议见附件 16。宁波天翼石化重型设备制造有限公司持有有效的《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证（B0004），种类和范围：使用 II 类射线装置；使用 II 类放射源，有效期至 2023 年 12 月 18 日，已许可的放射源规模为：8 枚放射源（6 枚 ^{192}Ir 和 2 枚 ^{75}Se ），活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ /枚，见附件 18。目前，该公司实际在用仅 2 枚放射源 ^{192}Ir 。

（1）基本情况

编号为 1#、6#、11#、16#、21# 的 5 个坑位由宁波天翼石化重型设备制造有限公司使用；编号为 2#、3#、4#、5#、7#、8#、9#、10#、12#、13#、14#、15#、17#、18#、19#、20#、22#、23#、24#、25# 的 20 个坑位由宁波恒信工程检测有限公司使用。放射源库总体由宁波恒信工程检测有限公司管理。

（2）职责划分

为做好放射源库的管理工作，宁波恒信工程检测有限公司与宁波天翼石化重型设备制造有限公司之间作出了相关的职责约定，具体见表 10-1 和附件 17。

表 10-1 放射源库使用和管理职责划分

序号	名称	职责内容
1	宁波恒信工程检测有限公司职责	a、放射源库的日常管理工作由宁波恒信工程检测有限公司负责。设专人负责源库的日常管理，包括对设备设施的维护、保养、标识设置维护、出入库管理以及防盗工作。源库实行双人双锁制度，两道大门钥匙必须由安全员和保管员各掌管一把。 b、建立源库存放的放射源出、入库台账，并做好整个源库的放射源出、入库交接记录。
2	宁波天翼石化重型设备制造有限公司职责	a、应向宁波恒信工程检测有限公司及时上报存放在放射源库的放射源变化情况，宁波天翼石化重型设备制造有限公司的 5 个坑位的钥匙自行保管。 b、宁波天翼石化重型设备制造有限公司放射源实行专人管理，凭《放射源出库批准单》办理放射源出库手续，并签字确认。 c、作业人员使用完毕后，领用人员及时将放射源交宁波恒信工程检测有限公司的源库保管员进入源库储存，并做好入库登记手续。
3	其他职责划分	a、如导致宁波天翼石化重型设备制造有限公司存放在源库的放射源丢失，宁波恒信工程检测有限公司承担全部责任。 b、宁波天翼石化重型设备制造有限公司承担放射源出库后的一切管理责任。

三、其他要求

(1) 储源坑的表面应增设显著的电离辐射警示标志。

(2) 放射源库每次有新源入库时需进行检测，须满足《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，检测达标后方可投入使用。

10.1.3.3 γ 射线探伤机运输过程中的辐射安全和防护措施

(1) 承担放射源运输单位，应满足国家相关法规要求，需配备必要的辐射监测设备、防护用品和防盗、防破坏设备，并编制运输说明书、核与辐射事故应急响应指南、装卸作业方法、安全防护指南。运输说明书应当包括放射性物品的品名、数量、物理化学形态、危害风险等内容。目前宁波恒信工程检测有限公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了 γ 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)。

(2) 根据《关于加强核与辐射安全监管能力建设工作的通知》(环办辐射函〔2017〕1593号)的相关规定，移动放射源应安装实时在线监控系统，并将放射源基本信息、地理位置等数据传输至生态环境主管部门信息平台，确保数据真实有效。

(3) 放射源的货运运输要求按《放射性物品安全运输规程》(GB 11806-2019)有关规定执行，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，并有专门的锁紧状态。

(4) 探伤装置采用专用车辆进行运输，专人押运，押运人员全程监控探伤装置。

(5) 专用运输车辆上需配备储存探伤机的运输保险箱及防盗设施，运输过程中应把放射源与工作人员充分隔离。

(6) 专用运输车辆采用 GPS 定位系统。

(7) 含源 γ 射线探伤机置于车厢源箱内运输，只有在合适的源容器内正确锁紧并取出钥匙后方能移动。

(8) 在源箱和运输车辆上设置“当心电离辐射”警示标志。

(9) 运输放射源的车辆不得用于其他物品的运输。

(10) 预备好拾源夹及储源罐以事故应急使用。

(11) 运送放射源的专用车辆严禁搭乘除司机和放射源押运人员以外的其他人员。

(12) 未采取足够安全防护措施的运输放射源的车辆，不得进入人口密集区和在公共停车场停留。

(13) 运输过程中，如人员需离开车辆，应至少保留 1 名工作人员负责铅箱的看管。

(14) 在运输车辆能够到达探伤工点时，在卸源的整个过程中，辐射工作人员要轻拿轻放，防止源脱落，保证源安全的放在工点位置，并且要用辐射巡测仪监测整个过程。

(15) 在运输车辆无法到达探伤工点时，在不涉及公用道路的厂区内移动时，辐射工作人员应使用小型车辆或手推车，使含源 γ 射线探伤机处于人员监视下。

(16) 当探伤完毕后，需要装源时，在装源的整个过程中，工作人员要轻拿轻放，防止源脱落，保证源安全的放在运源车上，并且要用辐射巡测仪监测整个过程。

(17) 放射源运输单位，应当经公安部门批准，按照指定的时间进行运输，运输车速按国家危险品运输车辆的相关规定实施限速，按批准后的行车线路行驶，不得擅自绕行或自行改变线路。

(18) 公司已制定 γ 射线探伤机运输管理规定，工作人员严格按照规定进行规范运输。

10.1.3.4 含源 γ 射线探伤机临时储存的辐射安全和防护措施

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

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

(2) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素。

(3) 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。

(4) 贮存设施的门应保持在锁紧状态，实行双人双锁管理。

(5) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器的存放地点。

(6) γ 射线探伤装置临时存放场所须满足“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，应利用保险柜现场保存，保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志，并派专人 24h 现场值班。

(7) γ 射线探伤装置出入临时存放场所，公司必须对探伤机进行辐射剂量监测，并记录

监测值和转移时间等信息。

10.1.4.5 γ 射线移动探伤过程中的辐射安全和防护措施

1、工作前检查项目

- a) 检查源容器和源传输导管的照射末端是否损伤或者有异常；
- b) 检查螺母和螺丝的紧密程度、螺纹和弹簧是否有损伤；
- c) 确认放射源锁紧装置工作正常；
- d) 检查控制软轴末端是否有磨损、损坏（磨损标准由厂家提供），与控制导管是否有效连接；
- e) 安全联锁是否工作正常；
- f) 报警设备和警示灯运行是否正常；
- g) 检查源容器和源传输导管是否连接牢固；
- h) 检查源传输导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结；
- i) 检查警告标签和源的标志内容是否清晰；
- j) 测量源容器表面一定距离处的周围剂量当量率是否符合 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。

2、作业前准备

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

(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。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。

(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。

3、分区设置

(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。

(2) 控制区边界上合适的位置拟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。

(3) 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。

(4) 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。

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

(6) 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) 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。

(8) 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。

(9) 探伤机控制台（ γ 射线绕出盘）应设置在合适位置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

4、安全警示

(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。

(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。

(3) γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

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

(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。

5、边界巡查与检测

(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。

(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。

(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。

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

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

6、 γ 射线移动式探伤操作要求

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

(2) 探伤作业开始前应备齐下列防护相关物品，并使其处于正常状态：

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

(3) 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。

7、 γ 射线移动式探伤放射防护检测要求

(1) 进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

(2) 当探伤装置、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

(3) 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

(4) 探伤机停止工作时，应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

10.1.4.6 γ 射线探伤机的维护保养

(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。

(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。

(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。

(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、源辨位置指示器等存在故障的探伤装置。

(5) 更换输源管、控制缆和源辨等配件时，必须使用该探伤装置原生产厂家的合格配件。

10.1.4.7 废旧放射源的处置及换源

(1) 宁波恒信工程检测有限公司已与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。

(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库的储源坑/箱内，公司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。

10.1.4.8 放射源的异地使用

本项目移动探伤的业务范围是全国各地， γ 射线探伤机异地使用应能做到：

(1) 本项目 γ 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 γ 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 γ 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 γ 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。

10.1.4.9 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 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发〔2007〕8 号）、《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环办函〔2014〕1293 号）、《关于印发〈浙江省 γ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定（试行）〉的通知》（浙环函〔2016〕117 号）等文件中的要求，相关符合性分析评价分别见表 10-2~表 10-4。

表 10-2 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 3 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 50 台 γ 射线探伤机，本次拟新增 30 台 γ 射线探伤机，均用于移动探伤。	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库的保管工作。放射源库设置红外和监视器等保安设施，源库门应为双人双锁。探伤装置用毕不能及时返回本单位放射源库保管的，应利用保险柜现场保存，但须派专人 24 小时现场值班。保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志。	该公司已设 1 间放射源库，已安排 2 名工作人员专职负责放射源库的保管工作，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，做到帐物相符，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 10-2 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台个人剂量计,开展探伤工作时,每名辐射工作人员均佩戴1台个人剂量计和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辐射警示标识,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辐射警示标识,必要时设专人警戒,现场安全员监测控制区和监督区的辐射剂量水平,并记录档案。	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,现场安全员用辐射巡测仪进行监测,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,宁波恒信工程检测有限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 10-3 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 γ 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 γ 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	γ 射线移动探伤作业时应配备现场安全员,主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作,并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。现场安全员应接受与操作人员等同的辐射安全培训。	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	γ 射线移动探伤室外作业时(应急探伤作业除外),应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌,将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示,接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于 2 平方米,公示信息应采取喷绘(印刷)的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要(具备防水、防风等抵御外界影响的能力),确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌,禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。	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 γ 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 γ 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 γ 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 γ 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 γ 射线移动探伤异地使用备案的管理,在 γ 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 γ 射线移动探伤异地使用备案的管理。	/

表 10-4 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。	本项目放射源库已安排 2 名工作人员专职负责放射源库的值守、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 10-4 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
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 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。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 γ 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-γ 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 10-4 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、警示灯和辐射警示标识，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辐射警示标识，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 10-4 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
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。	/

10.1.4.10 辐射工作人员配置和其他相关人员要求

(1) 每台 γ 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，其中现场安全员可以为现场的两名操作员之一，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- γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。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 γ 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。

10.1.4.11 移动探伤档案管理要求

公司每次 γ 射线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 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 防护用品与检测仪器配置

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，本次新增的 γ 射线移动探伤和现有的X射线移动探伤混合使用，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。本项目扩建后计划配置54名辐射工作人员，拟分为18个移动探伤小组，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。

公司现有辐射防护设施配置情况见前文表1-5，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10-5。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 10-5 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	备注
γ 射线 移动 探伤	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台	结合公司的探伤业务量、人员配备情况和项目部分布等因素，本项目移动探伤计划配置辐射巡测仪 18 台、个人剂量计 54 枚、个人剂量报警仪 54 个、导向管、控制缆和遥控 18 组、准直器 18 组、电离辐射警告标志 144 个、“禁止进入射线工作区”警告牌 72 个、“无关人员禁止入内”警告牌 72 个、工作状态警示灯 72 个、声音提示装置 72 个、警示灯 72 个、警戒绳 72 套、储源罐 18 个、应急箱（包括放射源的远距离处理工具）18 个、其他辅助设备（夹钳和定位辅助设施）18 套、铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜各 18 套。
	个人剂量计	3 枚	
	个人剂量报警仪	3 个	
	导向管、控制缆和遥控	1 组	
	准直器	1 组	
	电离辐射警告标志	8 个	
	“禁止进入射线工作区”警告牌	4 个	
	“无关人员禁止入内”警告牌	4 个	
	工作状态指示灯	4 个	
	声音提示装置	4 个	
	警示灯	4 个	
	对讲装置	3 个	
	警戒绳（不低于 400m）	1 套	
	储源罐	1 个	
	应急箱（包括放射源的远距离处理工具）	1 个	
	其他辅助设备（夹钳和定位辅助设施）	1 套	
铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜	各 1 套		

本项目用于探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定/标准，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、凋零、电池、仪器对射线的响应。

10.1.3.13 危险废物环境管理措施

本项目移动探伤的作业范围是全国各地，每个移动探伤项目部均设有临时性的暗室。对于探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液和废胶片，宁波市内项目部将该部分危废集中收集后定期委托宁波大地化工环保有限公司处理处置；宁波市外项目部遵循“就近处置”的原则，针对工期较长的检测项目，建设单位在签订无损检测服务合同时便与委托方关于该部分危废作出相关协议，委托方应提供危废处置条件并由其代为处置，最终委托当地的有资质单位处理处置；针对工期较短的检测项目，建设单位自行将该部分危废集中收集后定期委托当地的有资质单位处理处置，不跨区域转移危险废物，进一步降低危废运输过程中可能产生的环境风险。

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单与《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) 宁波市内项目部产生的危废

①危废的贮存

本项目危废的暂存依托现有的危废暂存间，建筑面积约 8m²，具体位置见附图 4。该场所的建设满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求，地面已硬化处理，采用防盗门，无窗设计，门上已设规范的危废标识并上锁管理。根据建设单位提供的 2022 年度危废转移联单（该部分为宁波市内项目的危废转移联单，见附件 20；宁波市外的当地处置，不运回总部厂区的危废暂存间进行暂存），可核算出来废显（定）影液实际年产生量为 1.644t，未产生废胶片，目前转移周期为 3 个月一次。本项目扩建后，基于项目部数量不定且分布不均匀，宁波内的项目部产生的危废量保守参考 2022 年度危废量的 1.5 倍进行保守估算，则宁波内的废显（定）影液及废胶片约 2.5t。结合危废产生量及转移周期（保守按半年转移一次），现有危废暂存间可以满足本项目扩建后危废贮存的容积要求。因此，本项目危废的暂存依托现有的危废暂存间合理可行。

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，具体见表 10-6。

表 10-6 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	检测中心	8m ²	专用防渗容器	2t	半年
2		废胶片	HW16	900-019-16	办公楼一层		袋装堆放		半年

危废暂存场所的日常管理应做到：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

本项目危废由有资质单位定期到厂内收集并运输转移，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

宁波恒信工程检测有限公司已与宁波大地化工环保有限公司签订危废委托处置协议，该单位具备有效的危废经营许可证（浙危废经第号 3300000016，有效期至 2023 年 12 月 12 日），核准经营的危废类别包括 HW16: 900-019-16，与本项目产生的危废类别相符，因此具备处理本项目危废的能力。同时，宁波大地化工环保有限公司与宁波安自富国际物流有限公司签订了危险废物运输服务协议，该单位具备有效的道路运输经营许可证（浙交运管许可甬字 330201103607 号，有效期至 2022 年 11 月 12 日），因此具备运输本项目危废的能力。相关委托协议及资质证书见附件 19。

(2) 宁波市外项目部产生的危废

宁波市外的每个移动探伤项目部均设有临时性的暗室，产生的各类危废集中收集后委托当地的有资质单位处理处置，不跨区域转移危废。暗室的管理要求参考餐厂区总部的危废暂存间。

10.2三废的治理

本项目的运行无放射性废水、放射性废气产生。

(1) 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，宁波恒信工程检测有限公司已与浙江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。

(2) 放射源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，由机械排风装置经源库的排风口及时排出。 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，臭氧在常温常压状态下将会在短时间内自动分解为氧气，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3，且毒性低于臭氧，对周围环境影响较小。

(3) 探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液和废胶片均属于危险废物，企业应委托有资质的单位处理处置。目前，宁波恒信工程检测有限公司已与宁波大地化工有限公司签订了危废委托处置协议。

表 11 环境影响评价

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

本项目仅为现有放射源库内新增 30 个固定式铅箱，用于存放拟购的放射源，不涉及任何土建施工，本次评价不予分析。

11.1.2 设备安装阶段

γ 射线探伤机只有在项目建成后，经生态环境部门批准方可购置放射源。因此，在建设过程中对周围环境无辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 放射源库辐射环境影响分析

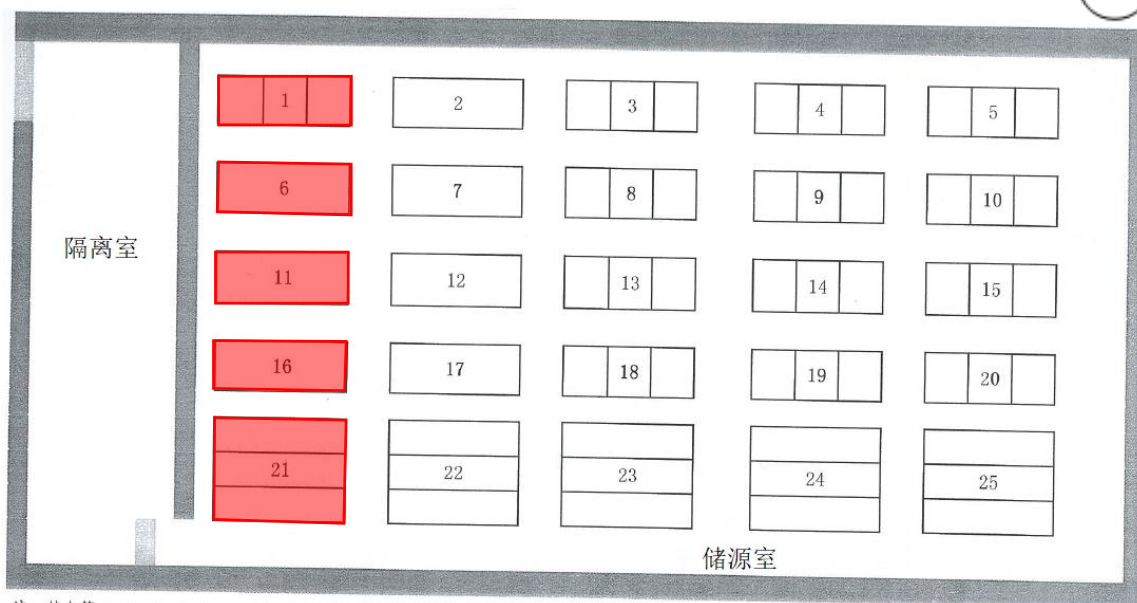
一、现有放射源库的库容设计合理性及剂量达标分析

本项目新增放射源的存放依托厂区内现有的放射源库，现有放射源库设计方案如下：

放射源库为一层建筑，包括储源室和隔离室。储源室面积为 24m²，内砌筑地下储源坑 25 个，最多可放置放射源 61 枚，其中 1、3、4、5、8、9、10、13、14、15、18、19、20、21、22、23、24、25 号等 18 个储源坑内均已用 2 块 2mm 厚不锈钢板隔成 3 格，其余 7 个储源坑未分隔。1-20 号储源坑的内径尺寸为 50cm（长）×40cm（宽）×40cm（深），21-25 号储源坑的内径尺寸 50cm（长）×50cm（宽）×40cm（深）。目前 1、6、11、16、17、21 号等 5 个储源坑租给宁波天翼重型设备制造有限公司使用（亦用于放置 ¹⁹²Ir- γ 射线探伤机、⁷⁵Se- γ 射线探伤机）。

各储源坑盖板采用钢衬铅 10mm 结构，其中被分割的源坑内，各小储源格另覆 1 块 5mm 厚铅制盖板。坑间结构采用 250mm 混凝土现浇，库房设置单开防盗门（采用 15mm 铅板，门与墙体左、右搭接均为 120mm，上、下搭接分别为 80mm、50mm，按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小），四面墙体采用 C25 钢筋混凝土现浇，南墙厚 480mm，其余三侧厚 360mm，顶棚采用 180mm 厚混凝土现浇，东北角设有 1 个 800mm（长）×800mm（宽）通风口，地坪为水泥浇筑，其下方为土层，不作特殊防护。

为保证储源安全，实时掌握源库内情况，该储源室还配置了 110 联网报警器、视频监控系統、辐射剂量监控警报器等设施。现有放射源库的平面布局见图 11-1。



注：其中第 1、3、4、5、8、9、10、13、14、15、18、19、20、21、22、23、24、25 号等 18 个储源坑中均已用 2 块 2mm 厚不锈钢板隔成 3 格。

宁波天翼重型设备制造有限公司使用 宁波恒信工程检测有限公司使用

图 11-1 放射源库平面布局图（扩建前）

已分隔的储源坑中，1、3、4、5、8、9、10、13、14、15、18、19、20 号等 13 个储源坑均最多放置 3 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，21、22、23、24、25 号等 5 个储源坑均最多放置 3 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机；未分隔的储源坑中，2、6、7、11、12、16、17 号等 7 个储源坑最多放置 1 台 ^{192}Ir γ 射线探伤机或 1 台 ^{75}Se γ 射线探伤机。现有储源坑平面与剖面布局见图 11-2，储源坑与探伤机尺寸对应关系见表 11-1。

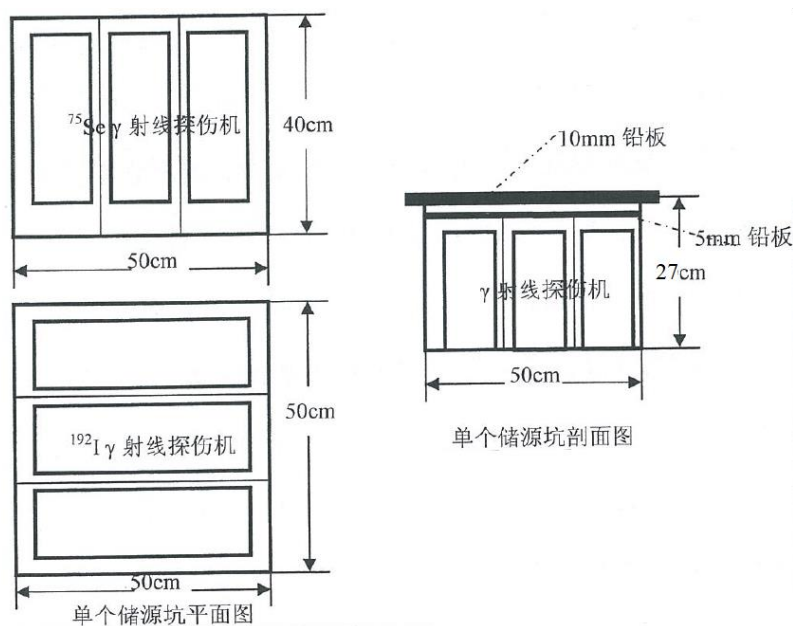


图 11-2 现有储源坑平面与剖面布局图

表 11-1 储源坑与探伤机尺寸对应关系

源库坑位	储源坑尺寸（长×宽×深）	存放的探伤机类型数量	探伤机尺寸（长×宽×深）
1、3、4、5、8、9、10、13、14、15、18、19、20 号等 13 个储源坑	50cm×40cm×40cm	每个储源坑最多放置 3 台 ⁷⁵ Se-γ 射线探伤机	单台 ¹⁹² Ir-γ 射线探伤机： 32cm×13cm×24cm 单台 ⁷⁵ Se-γ 射线探伤机： 22cm×10.5cm×18cm
2、6、7、11、12、16、17 号等 7 个储源坑		每个储源坑最多放置 1 台 ¹⁹² Ir-γ 射线探伤机或 1 台 ⁷⁵ Se-γ 射线探伤机	
21、22、23、24、25 号等 5 个储源坑	50cm×50cm×40cm	每个储源坑最多放置 3 台 ¹⁹² Ir-γ 射线探伤机	

结合图 11-2 和表 11-1 可知，该公司已建储源坑尺寸能满足存放 γ 射线探伤机的空间要求，合计源库总共能存放 61 台 γ 射线探伤机，除去宁波天翼重型设备制造有限公司使用的 1、6、11、16、21 号等 5 个储源坑外，该公司总共最多能存放 52 台 γ 射线探伤机。宁波恒信工程检测有限公司现有 γ 射线探伤机的已许可规模为 50 台，故现有放射源库的设计库容满足公司许可规模要求。

根据宁波恒信检测有限公司提供的放射工作场所检测报告（见附件 22，监测时间为 2022 年 5 月 25 日），当现有放射源库储有 22 台 γ 射线探伤机（其中 ¹⁹²Ir-γ 射线探伤机 4 台，⁷⁵Se-γ 射线探伤机 18 台）时，源库外周围环境辐射剂量率范围为 0.02~0.03μSv/h（已扣除环境本底值），满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 2.5μSv/h 限值要求。

二、本次放射源库扩容的必要性

本项目计划新增 15 台 ¹⁹²Ir-γ 射线探伤机和 15 台 ⁷⁵Se-γ 射线探伤机，合计 30 台。待本项目实施后，公司 γ 射线探伤机的最终使用规模为 31 台 ¹⁹²Ir-γ 射线探伤机和 49 台 ⁷⁵Se-γ 射线探伤机，合计 80 台，大于已建放射源库的最大设计库容，故本次源库扩容是十分必要的。

按照“一源一柜”的设计原则，公司拟在储源室中定制 30 个固定式铅储源，六侧（包括铅盖）及柜与柜之间的间隔均采用 15mm 铅板防护，其中 15 个储源柜（编号 26~40）存放 ¹⁹²Ir-γ 射线探伤机，紧邻储源室的西墙并呈矩形排列，单柜净尺寸均为 40cm（长）×16cm（宽）×27cm（深），26 号储源柜的铅盖与柜口左、右搭接分别为 15mm、7.5mm，27~39 号储源柜的铅盖与柜口左、右搭接分别为 7.5mm、7.5mm，40 号储源柜的铅盖与柜口左、右搭接分别为 7.5mm、15mm；另 15 个储源柜（编号 41~55）存放 ⁷⁵Se-γ 射线探伤机，紧邻储源室的北墙并呈矩形排列，单柜净尺寸均为 25cm（长）×13cm（宽）×27cm（深），41 号储

源柜的铅盖与柜口左、右搭接分别为 15mm、7.5mm，42~54 号储源柜的铅盖与柜口左、右搭接分别为 7.5mm、7.5mm，55 号储源柜的铅盖与柜口左、右搭接分别为 7.5mm、15mm，扩建后的放射源库平面布局见图 11-3。新增的储源柜平面、剖面及铅盖设计分别见附图 8 与附图 9。

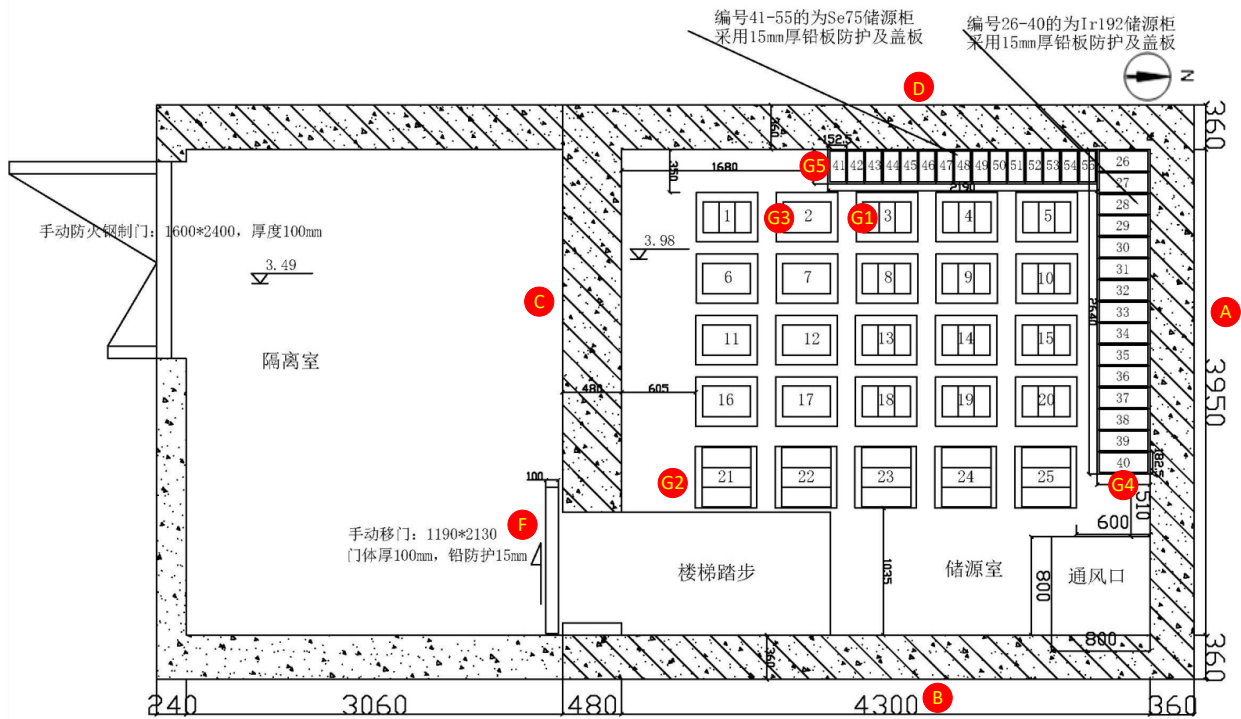


图 11-3 放射源库平面布局（扩建后）及辐射预测点位示意图（单位：mm）

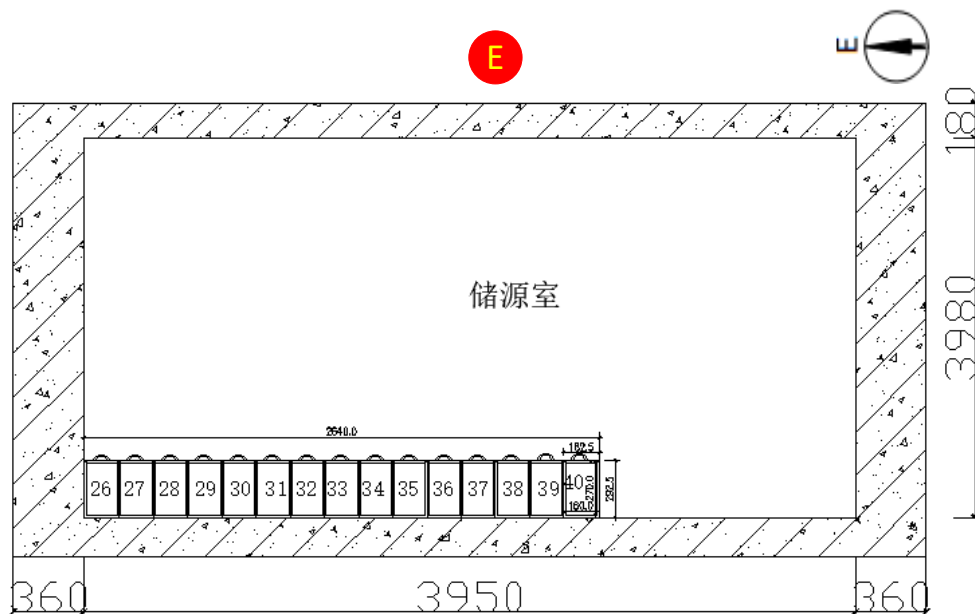


图 11-4 放射源库剖面布局（扩建后）及辐射预测点位示意图（单位：mm）

三、屏蔽防护性能预测

1、预测模式

参考《辐射防护导论》（方杰主编）P96页的式（3.45），结合周围剂量当量率与距离的平方成反比的关系式，可推导出同时考虑距离和屏蔽材料的作用后，本项目放射源库及储源坑（柜）周围辐射水平计算公式如下：

$$D = D_0 \cdot \frac{d_0^2}{d^2} \cdot \eta \dots\dots\dots (11 - 1)$$

式中：D——设置屏蔽层后的周围剂量当量率，μSv/h；

D₀——d₀处的周围剂量当量率，μSv/h；

d₀——d₀处到密封源的距离，m；

d——关注点到密封源的距离，m；

η——透射比， $\eta=2^{-L/HVL}$ ，其中L为屏蔽层厚度，HVL为半值层厚度。

2、参数选取

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表2中源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值的要求可知，本项目单台便携式γ射线探伤机（P）源容器表面外5cm处周围剂量当量率不超过0.5mSv/h，以下估算中将上述值作为单个源的源强。本项目放射源库扩建后共设计有91个单独的储源坑/柜，但实际放射源数量为88枚，其中：公司现有已许可50枚和本次新增30枚，另8枚为宁波天翼重型设备制造有限公司已许可，每枚源的活度均不超过100Ci，本次评价保守按照最大设计库容作为预测依据，即91枚放射源。

表11-2 本项目扩建后放射源库内放射源最大储存量

放射源种类	活度	放射源与储源坑/柜的对应关系				
		宁波恒信工程检测有限公司			宁波天翼重型设备制造有限公司	
		现有已许可	本次新增	坑位数量	现有已许可	坑位数量
¹⁹² Ir	100Ci	16枚	15枚	82个	6枚	9个
⁷⁵ Se	100Ci	34枚	15枚		2枚	

放射源库主要贮存的放射源为¹⁹²Ir和⁷⁵Se，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中附录A表A.2，放射源在不同屏蔽材料中半值层厚度的近似值见表11-3。

表11-3 不同材料半值层厚度的近似值

屏蔽材料	不同放射源的半值层厚度/mm	
	¹⁹² Ir	⁷⁵ Se
混凝土	50	30
铅	3	1

3、场所周围辐射水平预测

本项目扩建后放射源库处于最大贮存工况时，屏蔽防护墙和防护门外30cm处周围剂量当量率预测结果见表11-4。

表11-4 放射源库周围剂量当量率预测结果

关注点 参数	A 东墙	B 南墙	C 西墙	D 北墙	E 顶棚	F 防护门
D_0 ($\mu\text{Sv/h}$) ^①	4.55×10^4	4.55×10^4	4.55×10^4	4.55×10^4	4.55×10^4	4.55×10^4
d_0 (m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
d (m) ^②	1.70	1.39	0.66	0.66	4.46	1.49
L (mm)	360mm 混凝土	480mm 混凝土	360mm 混凝土	360mm 混凝土	180mm 混凝土	15mm 铅板
HVL (mm) ^③	50/30	50/30	50/30	50/30	50/30	3/1
D ($\mu\text{Sv/h}$)	0.123	0.034	0.817	0.817	0.257	0.705
标准控制限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
达标性分析	达标	达标	达标	达标	达标	达标

注：①本项目计算源强依据为 91 枚放射源，本项目实施后的实际放射源数量为 37 枚放射源 ^{192}Ir +51 枚放射源 ^{75}Se ，多余 3 个备用的坑位保守按照 γ 射线能量较大的 ^{192}Ir 计，即 40 枚放射源 ^{192}Ir +51 枚放射源 ^{75}Se 。②放射源与各关注点的距离，保守取放射源坑（柜）距离源库内墙（门）的最近距离；③表格中 HVL 数值按照不同种类的放射源在屏蔽材料中的半值层厚度数据表述，“/” 前第一数值为 ^{192}Ir ，“/” 后第二数值为 ^{75}Se 。

储源坑位于源库内，属于公众不可达区域。基于辐射安全管理，本次评价从严处理，保守将源坑周围剂量当量率按照 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求进行管控。考虑到实际贮存过程中，本次新增放射源在放射源库内的暂存位置存在不确定性，既可能存放在现有储源坑，也可能存放在本次拟安装的储源柜内，故本次评价对二者均进行剂量达标分析，见表 11-5 和表 11-6。

表11-5 现有储源坑周围剂量当量率预测结果

关注点 参数	G1--3号储源坑 (^{75}Se) 铅盖	G2--21号储源坑 (^{192}Ir) 铅盖	G3--2号储源坑 (^{192}Ir) 铅盖
D_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	1500	1500	500
d_0 (m)	0.05	0.05	0.05
d (m)	0.39	0.33	0.33
L (mm)	15mm铅板	15mm铅板	10mm铅板
HVL (mm)	1	3	3
D ($\mu\text{Sv/h}$)	0.001	1.076	1.139
标准控制限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5
达标性分析	达标	达标	达标

注：（1）1、3、4、5、8、9、10、13、14、15、18、19、20号等13个储源坑采用分隔形式设计，每坑最多放置3台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，本次评价选取3号储源坑为代表进行预测。（2）21、22、23、24、25号等5个储源坑采用分隔形式设计，每坑最多放置3台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机，本次评价选取21号储源坑为代表进行预测。（3）2、6、7、11、12、16、17号等7个储源坑未进行分隔，每坑最多放置1台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机或1台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，基于 ^{192}Ir 的 γ 射线能量与半值层厚度均大于 ^{75}Se ，本项目选取2号储源坑为代表且以 ^{192}Ir 进行预测。

表11-6 新增储源柜周围剂量当量率预测结果

关注点位 参数	G4--储源柜 (¹⁹² Ir)			G5--储源柜 (⁷⁵ Se)		
	南壁	东壁	铅盖	南壁	东壁	铅盖
D ₀ (μSv/h)	500	500	500	500	500	500
d ₀ (m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
d (m)	0.34	0.33	0.33	0.31	0.32	0.39
L (mm)	15mm 铅板	15mm 铅板	15mm 铅板	15mm 铅板	15mm 铅板	15mm 铅板
HVL (mm)	3	3	3	1	1	1
D (μSv/h)	0.338	0.359	0.359	3.97×10 ⁻⁴	3.73×10 ⁻⁴	2.51×10 ⁻⁴
	0.676*	0.718*	0.718*	7.94×10 ^{-4*}	7.46×10 ^{-4*}	5.02×10 ^{-4*}
标准控制限值 (μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
达标性分析	达标	达标	达标	达标	达标	达标

注：*储源柜与柜之间相邻设置，本次评价考虑剂量交叉影响，保守按照各关注点位辐射剂量率的2倍数值进行核算。

因此，当放射源库同时储存 91 台 γ 射线探伤机时，源库周围剂量当量率最大值为 0.817μSv/h；储源坑周围剂量当量率最大值为 1.139μSv/h，储源柜周围剂量当量率最大值为 0.718μSv/h，则可以满足《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 2.5μSv/h 或者审管部门批准的控制水平”的要求。

由于移动探伤作业主要在外地，探伤检测工期相对较长，一般情况下放射源库不会达到设计定额。以上估算结果将是偏安全的，实际的辐射环境影响相对于理论计算数值是偏小的。因此，现有放射源库进行扩容后可以满足本项目新增的放射源贮存要求。实际工作中，建设单位应做好以下工作：放射源库每次有新源入库时需进行检测，须满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 2.5μSv/h 的限值要求，检测达标后方可投入使用。

四、局部贯穿辐射影响

本项目现有放射源库已设置一套机械排风系统，风机设计风量为 1000m³/h，排风管道地埋式设计，设于源库的东北侧，管径为 350mm，埋深 600mm，地下管道以“U”型穿过放射源库的北墙，排风口高出室外地面 0.3m。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 页的实例证明，本项目放射源贮存过程中产生的 γ 射线需经过三次以上散射才能经排风管道散射至源库北墙外，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。通风管道设计方案见图 11-4。

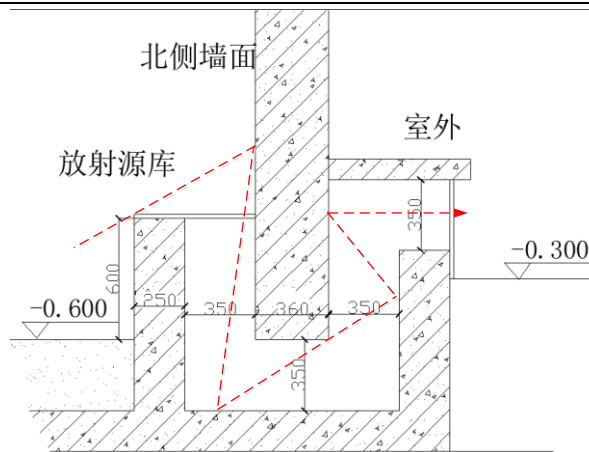


图 11-4 放射源库排风管道穿墙方案图

11.2.2 γ 射线探伤机的运输

γ 射线探伤机从放射源库运到施工现场或从施工现场运回到放射源库，均采用专用车辆进行运输，运输时 γ 射线探伤机置于铅箱中，采用双锁锁住箱盖，铅箱牢固固定在运输车车厢中，再由押运人员与司机两人押运至施工现场或放射源库。由于本项目拟新增的 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 ^{75}Se - γ 射线探伤机与宁波恒信工程检测有限公司现有 γ 射线探伤机中使用的放射源种类和活度基本相同，且运输时采取的辐射防护设施相同，具有很好的类比性。

本次评价引用《宁波恒信工程检测有限公司 ^{192}Ir 、 ^{75}Se γ 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 γ 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}Ir 放射源（活度为81.1Ci）和1枚 ^{75}Se 放射源（活度为74.2Ci），验收监测结果见表11-7。

表11-7 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)
$\Delta 6$	车辆驾驶位	0.156 (0.003)	0.754 (0.005)
$\Delta 7$	车辆副驾驶位	0.162 (0.002)	0.93 (0.03)
$\Delta 8$	车辆后座	0.166 (0.001)	4.21 (0.03)
$\Delta 9$	车辆靠近车尾左侧30cm处	0.144 (0.001)	1.12 (0.02)
$\Delta 10$	车尾30cm处	0.150 (0.002)	2.74 (0.05)
$\Delta 11$	车辆靠近车尾右侧30cm处	0.173 (0.003)	1.97 (0.03)
$\Delta 12$	源箱表面5cm处	0.168 (0.003)	17.5 (0.6)

由表11-7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2mSv/h。

11.2.3 γ 射线移动探伤辐射环境影响分析

一、移动控制区和监督区的理论划分

根据公司提供的资料，本项目拟购的每台 ^{192}Ir 或 ^{75}Se - γ 射线探伤机内分别配置1枚最大活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ 的 ^{192}Ir 或 ^{75}Se 密封放射源，均为便携式探伤机（P）。 ^{192}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， ^{75}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 γ 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》（GBZ 117-2022）的要求， γ 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，根据GBZ 117-2022附录A关于“控制区距离概念”，根据放射源的 γ 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11-3所示：

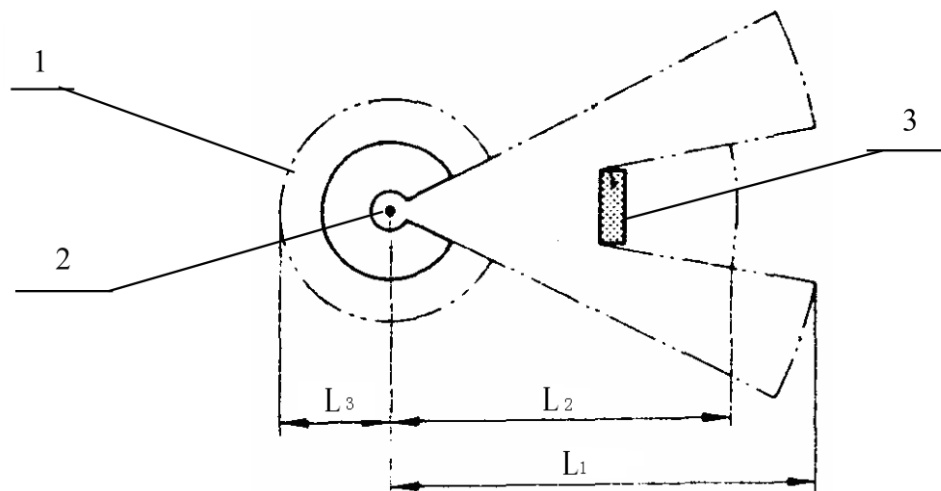


图11-5 应用屏蔽物的控制区（无比例）

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 15μSv/h，可由公式 (11-2) 计算确定控制区的距离：

$$L_1 = \sqrt{\frac{A \times \Gamma}{15}} \dots\dots\dots (11 - 2)$$

式中：L₁——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 γ 射线探伤机内含放射源 ¹⁹²Ir 和 ⁷⁵Se 的活度均为 3.7×10¹²Bq，即 3.7×10⁶MBq；

Γ——周围剂量当量率常数，单位为 μSv·m²/（MBq·h），对照 GBZ 117-2022 表 A.1，本项目 ¹⁹²Ir 放射源的周围剂量当量率常数为 0.17μSv·m²/（MBq·h），⁷⁵Se 放射源的周围剂量当量率常数为 0.072μSv·m²/（MBq·h）；

15——控制区边界周围剂量当量率，15μSv/h。

根据公式 (11-2) 计算可知：¹⁹²Ir 放射源相应的 L₁=205m，⁷⁵Se 放射源相应的 L₁=134m。

L₂ 和 L₃ 分别由 L₁ 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 (11-3)：

$$L_2 = L_1 \times \sqrt{2^{-\frac{t_1}{HVL_1}}} \dots\dots\dots (11 - 3)$$

式中：L₂——有工件衰减时需要的控制区距离值，单位为 m；

L₁——无工件衰减时需要的控制区距离值，单位为 m；

t₁——被检测工件的厚度，单位为 mm；

HVL₁——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 (11-4)：

$$L_3 = L_1 \times \sqrt{2^{-\frac{t_2}{HVL_2}}} \dots\dots\dots (11 - 4)$$

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

L₁——无工件衰减时需要的控制区距离值，单位为 m；

t₂——源容器或其他屏蔽物厚度，单位为 mm；

HVL₂——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 ¹⁹²Ir 放射源探伤工件最小厚度

20mm 钢板、⁷⁵Se 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 Ir	⁷⁵ 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 ⁷⁵Se 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 ¹⁹²Ir 放射源取值为 2.5。

根据公式（11-3）和公式（11-4）计算可知：

¹⁹²Ir 放射源相应的 L₂=125m，L₃=7m；⁷⁵Se 放射源相应的 L₂ =92m，L₃ =5m.

（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 2.5μSv/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：

¹⁹²Ir放射源：

⁷⁵Se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γ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 γ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 Ir (3.7×10 ¹² Bq)	20mm	205	125	7	503	307	17
⁷⁵ Se (3.7×10 ¹² Bq)	10mm	134	92	5	329	226	13

因此，本项目¹⁹²Ir-γ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。⁷⁵Se-γ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γ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-γ剂量率仪巡测的方式进行实测验证和调整。

二、类比分析

本项目拟新增的 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 ^{75}Se - γ 射线探伤机与宁波恒信工程检测有限公司现有 γ 射线探伤机中使用的放射源种类、活度相同，且探伤工件厚度相似，具有很好的类比性。本次评价引用《宁波恒信工程检测有限公司 ^{192}Ir 、 ^{75}Se γ 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 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 ^{75}Se - γ 射线探伤机移动探伤时的验收监测来类比分析 γ 射线移动探伤时对周围环境的影响，验收监测结果见表11-10。

表11-10 γ 射线探伤机开机监测结果

γ 射线探伤机内放射源种类	探伤机编号	放射源活度	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	点位离探伤机的最近距离 (m)
^{192}Ir	11082	82.1Ci	2.5	26
			15	11
^{75}Se	09022	74.2Ci	2.5	21
			15	10

注：监测时，将放射源放置在一个厚度为1cm的圆柱形工件内，外面覆盖一层5mm厚的铅板以防止散射线影响成像效果。

由表11-10的类比监测结果可知： ^{192}Ir - γ 射线探伤机工作时，在5mm铅板的遮挡作用下，须划定控制区为距离 γ 射线探伤机26m的区域，监督区为离探伤机11m； ^{75}Se - γ 射线探伤机工作时，须划定控制区为距离 γ 射线探伤机21m的区域，监督区为离探伤机10m。

基于理论计算结果比类比监测结果相对保守安全，考虑到新购的放射源活度可能达到100Ci，本次评价建议 ^{192}Ir - γ 射线探伤机移动探伤时的控制区距离为125m，监督区距离为307m； ^{75}Se - γ 射线探伤机移动探伤时的控制区距离为92m，监督区距离为226m，同时采用辐射仪进行确定。控制区边界尽可能设定实体屏蔽，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，并在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤工作人员应在控制区边界外操作，否则定采取专门的防护措施；监督区边界应有电离辐射警告标志，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。

综上所述，宁波恒信工程检测有限公司进行 γ 射线移动探伤作业过程中，有关辐射防护措施基本符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关规定要求。

11.2.4 人员受照剂量

11.2.4.1 计算公式

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 第 3.1.1 条款中的公式 (1), 人员受照剂量计算公式如下:

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11 - 5)$$

式中: H——一年有效剂量, mSv/a;

\dot{H} ——关注点处周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

t——探伤装置年照射时间, h/a;

U——探伤装置向关注点方向照射的使用因子, 本项目保守取 1;

T——人员在相应关注点驻留的居留因子, 取值参考 GBZ/T 250-2014 附录 A 表 A.1。

11.2.4.2 辐射工作人员年附加有效剂量

(1) γ 射线移动探伤工作人员

根据公司提供的资料, 本项目 γ 射线移动探伤计划新增年拍片量为30万张, 每日探伤时间约4h, 假设每次 γ 射线移动探伤作业操作步骤如下:

a、准备阶段: 辐射工作人员在放射源库内打开储源坑 (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 0.5mSv/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 0.02mSv/h , 下同)。

b、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, 根据本报告前文表11-2中运输放射源车辆周围 γ 剂量率验收监测结果, 押运人员座位 γ 辐射剂量率取值 $0.768\mu\text{Sv/h}$ 。

c、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)。

d、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。

¹⁹²Ir与⁷⁵Se放射源初装源时的活度为3.7×10¹²Bq（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3.7×10¹²Bq（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，⁷⁵Se产生的剂量率小于¹⁹²Ir产生的剂量率，本次评价以¹⁹²Ir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：

$$K = \frac{A \cdot \Gamma}{r^2} \dots\dots\dots (11 - 6)$$

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¹⁹²Ir放射源活度为3.7×10¹²Bq，即3.7×10⁶MBq；

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¹⁹²Ir，Γ=0.17μSv·m²/MBq·h；

r——参考点距离放射源的距离，m。

则距离¹⁹²Ir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¹⁹²Ir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。

e、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），每次累计操作时间为1h，辐射工作人员利用现有的屏障进行操作。

f、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）。

g、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，γ辐射剂量率取0.768μSv/h。

h、押运回放射源库后，辐射工作人员在源库内，打开储源坑（1min，周围剂量当量率取2.5μSv/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 γ 射线移动探伤整个操作流程的年附加有效剂量约为0.052mSv。

本项目计划配置 γ 射线移动探伤工作人员54人，可分为18组，每组3人（2人现场操作、1人现场安全员）。结合现有的企业工作负荷安排和辐射管理经验，每位辐射工作人员按以上步骤累计操作约70次/年。根据公式（11-5）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3.64mSv/a。

考虑到本项目辐射操作人员可能既参与本次新增的 γ 射线移动探伤，又参与现有的X射线移动探伤，需进行剂量叠加。根据建设单位提供的最近一年内连续四个季度的个人剂量检测报告，现有单名辐射工作人员（混合X、 γ 射线移动探伤）年有效剂量最大值为0.451mSv/a。本次评价不区分现有X、 γ 射线移动探伤各自的工作负荷，现有X射线移动探伤所致年有效剂量保守计为0.451mSv/a，则本项目辐射操作人员叠加该部分剂量后的综合值为4.091mSv/a，小于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。

（2）放射源库管理人员

根据《宁波恒信工程检测有限公司 ^{192}Ir 、 ^{75}Se γ 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）中相关监测结果可知：监测时活度为81.1Ci的 ^{192}Ir - γ 射线探伤机表面5cm处的辐射剂量率为（156~178） $\mu\text{Sv/h}$ ，表面100cm处的辐射剂量率为（2.94~3.26） $\mu\text{Sv/h}$ ；监测时活度为74.2Ci的 ^{75}Se - γ 射线探伤机表面5cm处的辐射剂量率为（109~141） $\mu\text{Sv/h}$ ，表面100cm处的辐射剂量率为（1.40~2.02） $\mu\text{Sv/h}$ 。考虑到出厂时放射源活度为100Ci，根据辐射剂量率与活度成正比的关系，则100Ci的 ^{192}Ir - γ 射线探伤机表面5cm处的辐射剂量率最大值保守取为220 $\mu\text{Sv/h}$ ，表面100cm处的辐射剂量率最大值为4.0 $\mu\text{Sv/h}$ ；100Ci的 ^{75}Se - γ 射线探伤机表面5cm处的辐射剂量率最大值保守取为190 $\mu\text{Sv/h}$ ，表面100cm处的辐射剂量率最大值为2.7 $\mu\text{Sv/h}$ 。

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0.5mSv/h，而根据同类探伤机监测结果可知实际将远低于此值）和离探伤机1m处（根据GBZ 117-2022保守取剂量率为0.02mSv/h，而根据同类探伤机监测结果可知实际将远低于此值）的时间分别为1min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8.97 μSv 。经与建设单位核实，项目部大多数在外地，探伤工期较长，保守估计每天存/取最多3次，每年探伤工作天数约250天，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6.73mSv，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3.37mSv/a，小于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。

1.2.4.3 公众成员年附加有效剂量

根据操作规范，在每次 γ 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 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（1） γ 射线移动探伤作业周围公众成员

保守假设：a、因 γ 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 γ 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（11-5）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。

（2）放射源库周围公众成员

公众一般不会进入该厂区，公司非辐射工作人员有可能在放射源库周围活动，这部分人员应视为公众人员。本项目放射源库位于厂区西北侧，储源室南侧为隔离室，主要为日常放射源存取登记的功能，实行双人双锁管理，属于普通公众不可到达区域，可达区域的公众受照剂量估算结果见表11-12。

表11-12 放射源库周围公众受照剂量估算结果

场所	关注点	辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	年照射时间 t (h/a)	居留因子 T	年有效剂量 H (mSv/a)
放射源库	东侧（物装公司设备库）	0.123	8760	1/40	0.03
	南侧（厂区道路）	0.062	8760	1/16	0.03
	西侧（农田）	0.817	8760	1/40	0.18
	北侧（生产基地仓库）	0.817	8760	1/40	0.18

注：1）放射源库顶棚为无人平台，地坪为土层，无地下层，均属于人员不可到达区域，本次评价不设关注点进行预测。

2）南侧厂区道路处辐射剂量率保守仅按源库南墙外30cm处辐射剂量率进行距离衰减后的剂量率进行考虑。

根据公式（11-5）计算可知，放射源库周围公众成员的年附加有效剂量最大值为0.18mSv/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。

根据辐射剂量率与距离的平方成反比的关系式，本项目放射源库邻近区域的公众成员年有效剂量可达标，则可定性推导出：放射源库评价范围50m内其他环境保护目标亦可满足相关标准限值要求，人员有效剂量可达标。

11.2.6 废旧放射源处置分析

γ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，公司应及时与供源单位签订废源回收协议。

11.2.7 “三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水产生。

放射源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库的排风口及时排至室外。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。

探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液和废胶片均属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理。X、γ射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

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11-13。

表11-13 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。

对照上述规定，本项目为Ⅱ类放射源的使用，有可能发生特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故。

11.3.2 辐射风险识别及防范措施

本项目 γ 射线探伤机内含的放射源 ^{192}Ir 、 ^{75}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 γ 射线。正常情况下不会发生放射性泄漏事故，但由于 γ 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。

11.3.2.1 贮存过程

1、风险识别

①放射源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库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

②放射源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库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

③在警示标识未发生作用的情况下，导致人员进入放射源库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗。

④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

①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。

②计划定期进行放射源库的环境监测，发现问题及时整改，防止环境风险的发生。

③制定应急预案并加强应急演练，防止环境风险的发生。

11.3.2.2 运输过程

1、风险识别

①单人运输放射源，无专人押运。

②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 γ 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。

③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。

④工作人员麻痹大意，玩忽职守，致使含源 γ 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

①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。

②专用运输车辆上应在固定位置配备储存 γ 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。

③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。

④运输前，企业应对运输车辆和设备进行全面安全检查，发现问题及时解决。

⑤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。

⑥加强运输过程中的防盗意识，做好运输车辆安保措施。

11.3.2.3 移动探伤过程

1、风险识别

①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。

②放射源因故从机器上拆下来， γ 射线探伤机探伤后未放入放射源库中保管，可能会发生放射源丢失或被盜事故。

③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，将对操作工人产生较强的辐射照射。

④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。

⑤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

①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。

②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。

③对 γ 射线移动探伤制定操作规程，明确 γ 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。

④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。

⑤ γ 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 γ 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。

⑥ γ 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。

⑦宁波恒信工程检测有限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。

⑧ γ 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。

⑨ γ 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 γ 射线探伤机。

⑩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故风险，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法（2021 年修改）》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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》等法律法规要求，使用Ⅱ类放射源的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；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。

12.1.1 管理机构设置情况

公司已成立以邱作元为负责人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。本次扩建的内容与现有已许可的辐射活动相同，因此现有的管理机构可以满足本项目实施后的辐射安全管理需要。

12.1.2 辐射工作人员管理

（1）现有辐射工作人员辐射安全管理现状见前文表1章节中1.7.2章节，此处不赘述。

对现有辐射工作人员，2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。自2020年1月1日起，原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核，及时完成复训工作。

（2）本项目所需辐射工作人员全部拟新增，对新增的辐射工作人员，本次评价要求：

①所有辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告2019年第57号）的要求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（网址：<http://fushe.mee.gov.cn/>）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；应配备个人剂量计，定期送检有资质单位（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；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。②所有辐射工作人员的辐射安全和防护考核成绩报告单、个人剂量检测档案、职业健康档案记录三个文件上的人员信息应统一。同时，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定，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。按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法

（2021年修改）》第四十一条规定，职业健康监护档案应长期保存。

（3）根据《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021年版）》，对于使用X、 γ 射线探伤设备的辐射工作人员，辐射安全考核专业类别和从业范围均不同。对于X射线探伤机，辐射工作人员上岗前应参加“X射线探伤”类别的相关培训，经考核合格后方可上岗。对于 γ 射线探伤机，辐射工作人员上岗前应参加“ γ 射线探伤”类别的相关培训，经考核合格后方可上岗。考虑到本项目辐射工作人员混合干X、 γ 射线探伤，实际工作中持有“X射线探伤”与“ γ 射线探伤”类别培训证书的辐射工作人员应不交叉使用，满足人员资质条件方可上岗。

（4）规范个人剂量计的发放、佩戴、运输、回收、保存等各环节的管理。对于个人剂量检测结果异常的辐射工作人员，公司应对有关人员采取保护措施，查明其剂量异常的原因并上报主管部门，同时公司还应根据个人剂量检测结果及时对辐射工作人员工作岗位进行调整，确保其年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》中第十六条规定，使用放射源的单位要有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射源使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

公司现有辐射安全规章制度制定情况见前文表 1 中 1.7.2 章节，内容健全完善且规范，基本满足现有核技术利用项目的管理需要。本次扩建的内容与现有已许可的辐射活动相同，故现有规章制度基本可以满足本项目实施后的辐射安全管理需要。为进一步优化管理制度，本次评价建议建设单位完善、补充如下内容：

①**放射源异地作业备案登记制度**：备案登记应当持有效的辐射安全许可证复印件向当地省、自治区、直辖市人民政府生态环境主管部门进行；备案登记内容以当地省、自治区、直辖市人民政府生态环境主管部门的要求为准；备案登记手续履行完毕可将含源的 γ 射线探伤装置转移到外省、自治区、直辖市辖区范围进行移动探伤作业；执行当地生态环境主管部门对移动探伤辐射作业的管理规定；项目部要接受当地生态环境主管部门的日常监督管理。

②**废源处理制度**：公司应与放射源的生产单位和销售单位签订回收协议，明确其有义务接受退役的放射源。放射源使用一定时间退役为废源后，应及时通知源的销售单位专车取走。

③**危险废物环境管理制度**：明确专人管理危险废物，建立危险废物台账，如实记载产

生危险废物的种类、数量、利用、贮存、处置、流向等信息，并定期委托有资质的单位处理处置。

④辐射安全档案管理制度：应建立辐射安全工作档案，并专人负责保管。除妥善保存放射源库辐射防护设计档案外，还应保存下列资料：

a、辐射环评、辐射安全许可证及相关审批文件档案：历次核技术利用项目环境影响评价文件及环评批复文件、历次辐射安全许可证申请和变更、延续等办理手续的材料、辐射安全许可证正副本、历次核技术利用项目验收文件和批复等。

b、辐射安全管理制度：放射源和射线装置台账、放射源和射线装置购买和送贮（报废）相关材料、辐射安全管理制度文件资料、放射源和射线装置使用登记和维修维护记录、历次辐射管理培训和辐射应急演练记录、历次生态环境部门监督检查的检查表及整改报告、历次辐射安全和防护年度评估报告、辐射事故（事件）处理情况相关材料等。

c、辐射工作人员档案：辐射工作人员名单、辐射工作人员辐射岗位培训合格证、历次辐射工作人员个人剂量监测报告和个人剂量监测台账、历次放射性工作场所监测报告、辐射防护仪器设备和用品台账等。

d、危废档案：危废管理计划、危废产生和贮存台账，危废申报登记材料、危废转移审批材料、危废转移联单及危废委托处置合同等。

综上所述，公司在落实上述制度后，能够确保本项目 γ 射线移动探伤及放射源库的安全使用，满足国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，公司需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

12.3.1 现有辐射监测开展情况

公司已制定《放射工作现场及源库周围环境监测制度》，并定期委托有资质的单位进行辐射工作场所监测。公司现有辐射仪器和防护用品清单见前文的表1-5，可以满足现阶段的探伤工作要求。

12.3.2 本项目辐射监测要求

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（2021年修改）》中第十六条规定，使用Ⅱ类放射源的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

本项目相关辐射监测仪器配置计划见前文表10章节中表10-4。监测仪器按要求配备齐全后，本次评价认为能够满足本项目的仪器配备要求。

12.3.2.2个人剂量监测

公司应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定，为辐射工作人员配备个人剂量计。同时，应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计，并进行个人剂量监测（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月）和职业健康检查（不少于1次/2年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

12.3.2.3探伤机检测

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第8.2条款，本项目投入使用后，探伤机的检测要求如下：

表12-2 探伤机检测

防护性能检测	检测方法	γ射线探伤机防护性能检测方法按GB/T 14058的要求进行。
	检测周期	使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后，应进行安全装置的性能检测。
密封放射源泄漏 检验	检验方法	用滤纸或软质材料沾取5%EDTA-Na ₂ 溶液或其他去污剂擦拭密封导向管内壁，测量擦拭物的放射性，如有明显增高（例如20Bq），应将放射源送回生产厂家进一步检验。
	检验周期	每年对探伤机放射源传输管道进行放射性污染检验，检查放射源的密封性能。

12.3.2.4探伤工作场所辐射监测

根据辐射管理要求，公司应针对本项目具体情况制定如下监测方案：

（1）正式使用前监测：委托有相关监测资质的监测单位对核技术应用场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

（2）常规监测：日常使用过程中对控制区、监督区边界及使用场所周边关注点进行监测。如发现划定的区域未能满足相关标准的要求，及时对划定的分区进行调整，并将每次监测结果记录存档备案。

（3）每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，对放射性同位素与

射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等相关标准规定，本项目辐射工作场所监测计划建议如下：

表 12-1 本项目辐射工作场所监测计划

监测对象	监测方式	监测范围	监测项目	监测频率
放射源库	验收监测	四周屏蔽墙外30cm处、防护门门缝、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。	周围剂量当量率	竣工验收
	自主监测			每次有新源入库
	年度监测			1次/年
移动探伤	验收监测	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。	周围剂量当量率	竣工验收
	自主监测			移动探伤工作时
	年度监测			1次/年

12.4 年度安全状况评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中第十二条规定，公司应对本单位的放射源和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- （一）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- （二）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- （三）辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- （四）放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素和射线装置台账；
- （五）场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- （六）辐射事故及应急响应情况；
- （七）核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- （八）存在的安全隐患及其整改情况；
- （九）其他有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

12.5 环保竣工验收

公司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。

12.6 辐射事故应急

12.6.1 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（2019年修改）》中第四十一条的规定，公司应根据可能产生的辐射事故风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。辐射事故应急预案主要包括以下内容：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （3）辐射事故分级与应急响应措施；
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序；
- （5）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，公司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主管部门报告，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。

12.6.2 现有应急预案执行情况

目前公司已制定《生产安全事故应急预案》，附件11。该预案包括综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案，确定了辐射事故应急小组，并公布了应急组织各成员的姓名、岗位和事故情况下各部门（包括企业内部各涉源部门和生态环境、卫生、公安等管理部门）的联系人和24小时联络电话。同时，涵盖了 γ 射线移动探伤及放射源库的辐射事故应急措施，尤其是卡源故障时的应急处理方案，可以满足本项目扩建后的辐射管理需求。公司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。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。

12.6.2.1放射源辐射事故应急小组设置情况

由应急救援指挥部组成，主要职责为：①发生事故时，由指挥部发布和解除应急救援令与信号；②组织指挥救援队伍实施救援行动；③向上级汇报和向业主或周边单位通报事故情况，必要时向有关单位救助；④组织事故调查，总结应急救援工作的经验教训。应急救援指挥部的组成结构及人员职责见表12-2。

表12-2 应急救援指挥部的组成结构及人员职责

序号	组成部分	人员情况	职责内容
1	总指挥	总经理	组织指挥应急救援工作
2	副总指挥	主管副总经理	协助总指挥负责应急救援的具体指挥工作
3	指挥部成员	工程管理部经理	协助总指挥做好事故报警、情况通报、车辆安排、物资供应、警戒安排、剂量监测及事故处置工作。
		综合办主任	负责受辐射人员的生活必需品供应，治疗护理，转送医疗单位联系，对外联系和事故现场通讯联络。必要时，代表指挥部对外发布有关信息。
		技术质量部经理	给予技术上的支持。

12.6.2.2放射源泄漏应急救援措施

1、初步控制

γ 射线探伤机在正常情况下很少出现事故，但有时因操作不当或出现机械故障后就可能出现大小不等的事故，要稳妥地进行处理。当 γ 源不能正确收回探伤机内所发生的事故称为 γ 射线源泄漏事故。包括以下三种情况：① γ 源掉出。② γ 源输入或输出时卡住。③ γ 源由于某种原因而不在屏蔽容器内。

当发生 γ 射线源泄漏事故时，操作人员做好以下处理工作：

a) 立即封锁现场，疏散公众，使所有在场的人员迅速撤离，将原有的警戒区域扩大2倍，禁止无关人员进入，自己撤离危险区域到较安全部位担任警戒。

b) 立即向项目经理、安全员、设备员、主管副总经理、总经理如实汇报，由他们向卫生、公安、生态环境等行政部门报告，做到如实逐级上报。

(1) 由公司主管领导组织安全、设备、技术人员及经验丰富的探伤人员成立事故处理小组，迅速到达现场。在现场按预案拟定最佳方案，控制事态发展尽快实施处理。

(2) 为防止事故扩大或发生新的事故，应尽量缩短工作人员在事故现场的时间。因为人体受到照射的累积剂量，是随时间延长而增加的，同时也要求在处理过程中熟练、准确、迅速。除非工作特别需要，应避免在电离辐射场中作不必要的逗留，有时可以采用轮流、替换的办法限制每个人的操作时间，将每个人受到的剂量控制在拟定的限值以下。

(3) 尽快实施处理，并组织有关人员在事故现场周围的安全场界处警戒，严禁非工作人员误闯入内。

(4) 在应用工作场地模拟测量，估算个人剂量，确定事故现场的辐射水平，影响范围和程度。

(5) 制定具体的、周密事故处理方案。

(6) 事故处理前的准备工作

①备好为处理事故专门购置的防护服（包括：铅衣、铅帽、眼镜、手套等）、剂量监测仪、个人剂量牌、个人剂量报警器、排障处理工具（包括4~6个铅粒袋，每个袋装2kg铅粒，1根1m或1.5m的长柄夹源钳和一些精选手工工具：老虎钳、板手、改造后的钢筋剪、“一”字和梅花螺丝刀、手锤、润滑剂、松动剂、破布、5m²一块塑料布）等器材和一块铅质屏风，一个倒源罐。

②要挑选熟悉γ射线探伤机结构和操作的人员，按顺序排名，待排除时分摊受到的剂量，达到尽快处理的目的。

③仔细观察分析地形，便于应用时间、距离、屏蔽三大方法限制个人剂量。

④有条件的话，处理前应进行体格检查，做好医学记录。

⑤如果认定是较复杂的事故，在处理时，应在有资格的安全防护人员的指导和监督下进行。

(7) 处理过程中的要求

在事故处理过程中，要在可以合理做到的条件下尽可能减少照射，尤其是超过剂量限值的照射，要始终佩戴和使用报警、监测、剂量器具和防护服装。若本单位的力量难以胜任，由公司通知（或上报）当地管理部门和上级有关部门乃至生产厂家一起帮助解决，不允许操作人员私下处理事故以免造成新的事故。

(8) 警告：在任何情况下都不允许手或身体的其它部位直接接触放射源，任何故障都要向主管经理报告。

(9) 对受到超剂量照射的探伤人员和事故处理人员应根据所受剂量和有关规定给予一定的营养补贴及疗养时间，并按有关卫生防护规定定期对他们进行体检复查和及时正确的治疗。

2、指挥部接到报警后，迅速下达应急令，通知所有指挥部成员到位。

(1) 治安警戒组：用仪器监测警戒范围是否符合要求，并设置合格的警戒区，禁止无

关人员入内。

(2) 通讯组：就现场情况和现场指挥部的意见及时与上级公司或外界联系。

(3) 物供、运输、记录组：做好相应的配合工作。

(4) 处置组：到达现场后，穿戴好防护用品，携带仪器查明现场地形、环境，通报指挥部，在指挥部确定方案后实施处置。

(5) 指挥部成员到达事故现场后，根据事故状态及危害程度等情况作出相应的应急决定，并命令组织开展救援。如事故自身无法处置或在处置中事故有可能扩大时，应请求生产厂家或地方行政部门参与处置。

3、应急联络方式

表12-3 应急联络方式

人员/部门		联系方式
总指挥	尤佩娣	13858378328
副总指挥	邱作元	0574-86433879、13858370809（660809）
	袁文斌	0574-86433601、13738832156（662156）
项目部管理代表	项目经理	按实际情况
	项目检测技术负责人	按实际情况
	HSE负责人	按实际情况
业主方管理代表		按实际情况
相关部门电话	宁波市生态环境局镇海分局	0574-86256761
	宁波市公安局镇海分局	0574-86458110
	镇海区卫生监督所	0574-86291672
	镇海区应急管理局	0574-86257999

12.6.3 本项目应急预案要求

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。

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) 辐射安全防护措施

①本项目放射源库已采取实体屏蔽，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。

②本项目放射源库和移动探伤均按标准要求划分控制区和监督区，针对 γ 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。

(2) 辐射安全管理

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。

(3) 事故风险与防范

公司应按本报告提出的要求制定辐射事故应急预案和安全规章制度，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 环境影响分析结论

(1) 主要污染因子

本项目投入运行后，主要污染因子为 β 射线、 γ 射线、废旧放射源及非放射性污染（废显（定）影液、废胶片、臭氧和氮氧化物）。

(2) 环境影响分析结论

①放射源库安全防护能力分析

经辐射环境影响预测，当放射源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。

② γ 射线移动探伤控制区和监督区划分

本项目 ^{192}Ir - γ 射线探伤机移动探伤时的控制区距离为125m、监督区距离为307m； ^{75}Se - γ 射线探伤机移动探伤时的控制区距离为92m、监督区距离为226m。在进行 γ 射线移动探伤作业时，应采用巡测的方式进行控制区及监督区的严格划分。

③人员年附加有效剂量

根据剂量估算结果，本项目所致辐射工作人员及周围公众人员的年附加有效剂量低于本项目剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。只要根据本报告提出的辐射防护要求严格进行控制区和监督区的划分管理，切实落实警戒线、警戒灯的设置及巡检等工作，移动探伤时，人员不会受到额外的辐射照射。

④“三废”环境影响分析

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。

放射源库内储存的放射源与空气电离将产生一定量的臭氧和氮氧化物，由机械排风装置经暂存库的排风口及时排出。 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。

探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液和废胶片均属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理，危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境几乎不会造成影响。 γ 射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

13.1.3 可行性结论

（1）产业政策符合性

结合国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及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

本项目实施的目的是为了对外开展各项无损检测业务，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的辐射影响。因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

（3）规划符合性

本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素，符合用地规划要求。项目建设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，符合“三线一单”的建设要求。

（4）选址合理性

本项目放射源库评价范围 50m 内主要为宁波恒信工程检测有限公司厂区内部功能用房、中石化宁波工程有限公司厂区及农田，无居民点和学校等环境敏感点，附近区域亦不涉及易燃易爆物质和危险化学品的存放。在建筑墙体屏蔽、距离衰减及辐射安全管理措施的基础上，本项目对检测中心办公楼、综合办公楼内的非辐射工作人员及周围普通公众的辐射影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对公众成员“剂量限值”的要求，也符合本项目剂量约束值的要求。

因此，本项目放射源库的选址基本合理可行。

（5）环保可行性结论

综上所述，宁波恒信工程检测有限公司 γ 射线移动探伤及放射源暂存库扩建项目，其建设符合土地利用规划和“三线一单”的建设要求，项目选址基本合理，符合国家产业政策要求和实践正当性的原则。在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求后，企业将具备相应从事的辐射活动的技术能力，本项目投入运行时对周围环境的影响均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

13.2.1 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）本项目环评报批后，公司需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，公司应当按照《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。

13.2.2 建议

(1) 加强对辐射工作人员的教育培训以及再培训，避免辐射事故的发生。

(2) 完善并落实操作规程、各项管理制度以及辐射事故应急预案，定期演练。

(3) γ 射线探伤机安全使用年限为10年，不得超期使用。

(4) 按照《放射性物品运输安全管理条例》的要求，含源的 γ 射线探伤机运输单位必须持有非营业性道路危险货物运输资质。

(5) 对服务期满并拟淘汰使用的放射源库，公司应按照国家相关法规要求及时办理退役环评手续。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人

年 月 日

审批意见：

公章

经办人

年 月 日