

核技术利用建设项目

陕西信立检测科技有限公司  
密封源库及  $\gamma$  射线现场探伤项目  
环境影响报告表

陕西信立检测科技有限公司

2022年1月

环境保护部监制

# 核技术利用建设项目

## 陕西信立检测科技有限公司 密封源库及 $\gamma$ 射线现场探伤项目 环境影响报告表

建设单位名称：陕西信立检测科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：陕西省榆林市榆阳区苏酸路北

邮政编码：719000

联系人：王海平

电子邮箱：249664753@qq.com

联系电话：0912-3899532

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		陕西信立检测科技有限公司密封源库及 $\gamma$ 射线现场探伤项目			
建设单位		陕西信立检测科技有限公司			
法人代表	王镇	联系人	王海平	电话	0912-3899532
注册地址	陕西省榆林市榆阳区苏酸路北（榆林市特种设备检验所钢瓶检验站北 150 米）				
项目建设地点	密封源库位于榆林市榆阳区苏酸路北陕西信立检测科技有限公司厂区内； $\gamma$ 射线现场探伤项目位于榆林市境内需要进行无损检测的场地				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	300	环保投资（万元）	23.8	投资比例	7.9%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m <sup>2</sup> ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
<p><b>一、项目概述</b></p> <p><b>1、建设单位简介</b></p> <p>陕西信立检测科技有限公司（曾用名：榆林市信立检测科技有限公司）成立于 2014 年 5 月，注册资金 910 万元，现有高级持证人员 5 人，中级持证人员 43 人，具有国家质量技术监督总局颁发的《中华人民共和国特种设备检验检测机构核准证》B 级，具有“辐射安全许可证”、“质量管理体系认证证书”、“环境管理体系认证证书”、“职业健康安全管理体系认证证书”，是一家具有第三方独立法人资格的无损检测民营机构。</p> <p>陕西信立检测科技有限公司主要经营无损检测、检测工程技术服务、设备检修无损检测服务、材料检验、检验设备器材销售等。</p>					

公司位于陕西省榆林市榆阳区苏酸路北，位于尤家崓水源保护区准保护区内。地理位置见图 1-1。公司现有厂区、暗室及为废暂存间与尤家崓水源保护区的位置关系见图 1-2。



图 1-1 陕西信立检测科技有限公司地理位置图

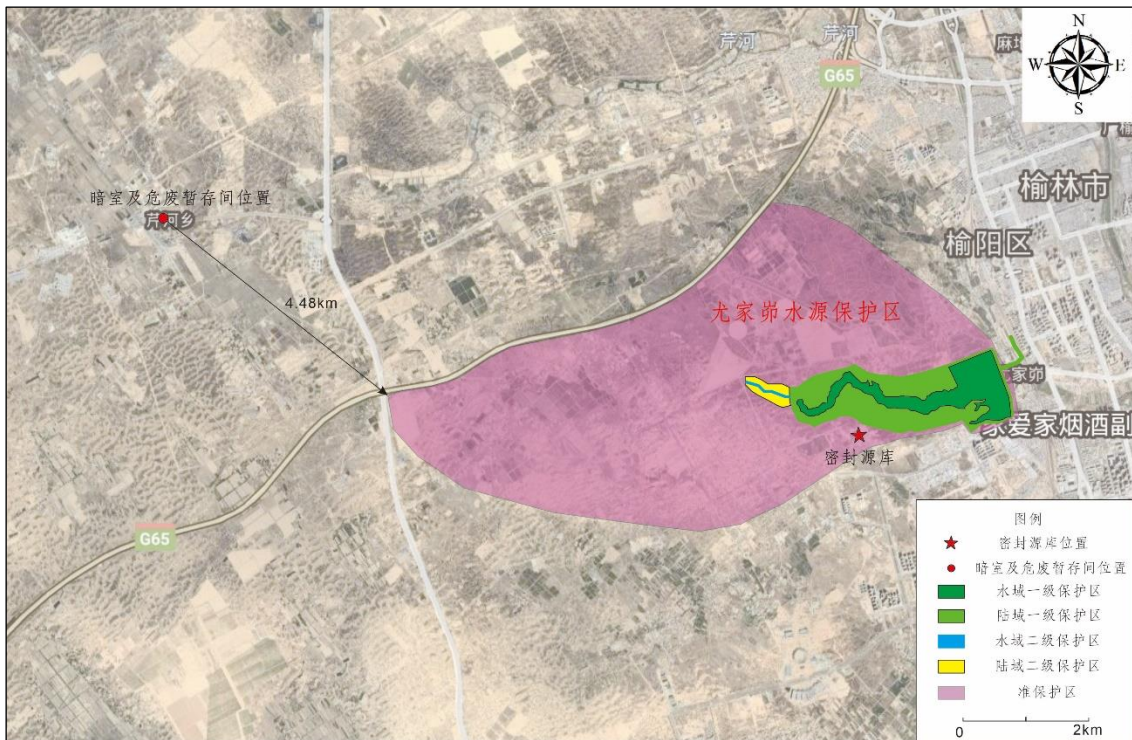


图 1-2 密封源库、暗室和危废暂存间位置关系图

## 2、项目由来

随着市场需求变化，陕西信立检测科技有限公司为方便公司可对不同类型工件开展检测，计划在公司厂区西南侧新建密封放射源库 1 座，源库可存放 20 枚放射源（置于便携式  $\gamma$  射线探伤机内），分别为 15 枚  $^{192}\text{Ir}$  和 5 枚  $^{75}\text{Se}$ ，并配备 20 台便携式  $\gamma$  射线探伤机开展  $\gamma$  射线现场探伤工作。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 682 号）和《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 6 月 28 日修订），本项目应进行环境影响评价；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）中“五十五、核与辐射”、“172、核技术利用建设项目”中“制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；**使用 II 类、III 类放射源的；**生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的；以上项目的改扩建（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置的）”，应编制环境影响报告表。根据《放射源分类办法》（国家环境保护总局 2005 第 62 号），本项目属于使用 II 类放射源项目应编制环境影响报告表。

陕西信立检测科技有限公司于 2021 年 9 月 16 日委托我公司对其密封源库及  $\gamma$  射线现场探伤项目进行环境影响评价（委托书见附件 1）。接受委托后，我公司组织有

关技术人员对该公司进行了实地踏勘、资料收集等工作，按照《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）的基本要求，编制了《陕西信立检测科技有限公司密封源库及  $\gamma$  射线现场探伤项目环境影响报告表》。

### 3、项目与相关环境保护政策符合性分析

根据现场调查，本项目密封源库位于尤家崮水库水源地准保护区范围内，项目与《陕西省饮用水水源保护条例》（2021 修订）以及“榆林市生态环境局《关于进一步加强放射源和射线装置辐射环境安全监管的通知》（榆政环发〔2021〕149 号）”的符合性分析见表 1-1。

表 1-1 项目与相关环境保护政策符合性分析

序号	相关文件	相关内容	符合性分析
1	《陕西省饮用水水源保护条例》（2021 修订）	<p>在地表水饮用水水源准保护区内，禁止下列行为：</p> <p>(一) 新建、扩建对水体污染严重的建设项目，改建增加排污量的建设项目；</p> <p>(二) 设置化工原料、危险废弃物和易溶性、有毒有害废弃物的暂存及转运站；</p> <p>(三) 向水体倾倒危险废弃物、工业固体废物、生活垃圾、建筑垃圾、粪便及其他废弃物；</p> <p>(四) 使用剧毒、高残留农药以及滥用化肥；</p> <p>(五) 使用炸药、毒药捕杀鱼类和其他生物；</p> <p>(六) 非更新采伐、破坏水源涵养林以及破坏与水源保护相关的植被；</p> <p>(七) 其他可能污染、破坏饮用水水源生态环境的行为。</p>	<p>本项目密封源库不属于对水体污染严重的建设项目，不属于增加排污量的建设项目</p> <p>项目现有暗室及废显（定）影液暂存场所拟拆除，不在水源地准保护区内进行暂存危险废弃物</p> <p>项目建成后员工生活垃圾进行分类收集后交由当地政府垃圾清运系统进行处理</p> <p>项目运营期间不涉及使用剧毒、高残留农药以及滥用化肥；使用炸药、毒药捕杀鱼类和其他生物；非更新采伐、破坏水源涵养林以及破坏与水源保护相关的植被其他可能污染、破坏饮用水水源生态环境的行为等活动</p>

续表 1-1 项目与相关环境保护政策符合性分析

序号	相关文件	相关内容	符合性分析
2	《关于进一步加强放射源和射线装置辐射环境安全监管的通知》	(一) 健全辐射管理体系。各核技术利用项目单位要成立辐射安全监管机构或确定专人负责，建立健全辐射安全管理制度，明确岗位职责和任务，严格辐射防护最优化原则，落实辐射防护相关费用，加强相关人员辐射防护培训考核，关键岗位必须由相关专业技术人员负责，严禁无证无资质人员上岗。	陕西信立检测科技有限公司已建立辐射管理体系，成立辐射安全监管机构或确定专人负责，已建立辐射安全管理制度，明确岗位职责和任务并在本项目建成后健全相关管理制度，加强人员防护培训
		(二) 要加强对辐射工作场所环境管理，规范建设辐射防护设施，严格操作规程，建立个人剂量和个人职业健康监护档案台账，配备辐射监测仪，制定监测计划，定期对辐射工作场所进行监测。三是制定辐射事故应急方案或预案，配备环境应急物资，明确应急响应措施，定期组织开展应急演练。四是在每年 1 月 31 日前向当地市县区生态环境部门提交上年度放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，并及时更新完善核技术利用监管系统相关数据信息，确保信息数据的真实性、准确性、完整性和时效性。	本次评价要求陕西信立检测科技有限公司本项目需在取得《辐射安全许可证》且通过项目竣工环境保护验收合格后方可投入使用，现场探伤过程中应严格按照规章制度执行，按照监测计划对辐射环境进行监测，编制年度辐射安全与环境管理评估报告。
		(三) 及时收贮废旧放射源。严格废旧放射源管理，在放射源闲置或者废弃后及时申请办理废旧放射源注销备案，并在 3 个月内将废旧放射源交回生产单位或原出口方，确实无法交回生产单位或原出口方的，送交有相应资质的放射性废物集中贮存单位贮存。	本项目源库内 II 类密封放射源，其退役时产生废旧放射源。评价要求建设单位在购置放射源时与厂家签订退役放射源返回协议并在 3 个月内将废旧放射源交回生产单位或原出口方；确实无法交回生产单位的，送交城市放射性废物库。

## 二、建设项目概况

### 1、项目名称及位置

(1) 项目名称：陕西信立检测科技有限公司密封源库及  $\gamma$  射线现场探伤项目

(2) 密封源库位置：位于陕西省榆林市榆阳区苏酸路北陕西信立检测科技有限公司厂内西南侧。拟建密封放射源暂存库场址中心坐标：北纬 38.2488126°，东经 109.6910185°。拟建项目地理位置见图 1-1 和图 1-2。

(3)  $\gamma$  射线现场探伤项目场所位置：榆林市境内需要进行无损检测的场地（不固定场所）。

(4) 暗室及危废暂存间位置：陕西信立检测科技有限公司现有 2 个暗室，分别位于公司办公区内和榆阳区榆补路芹河镇政府南侧 60m 处的公司项目部。陕西信立检测科

技有限公司拟拆除公司现有暗室，本次现场探伤的胶片拟依托公司项目部暗室进行洗片，并利用现有房间改造为危废暂存间，公司项目部暗室及危废暂存间平面布置见图 1-4。

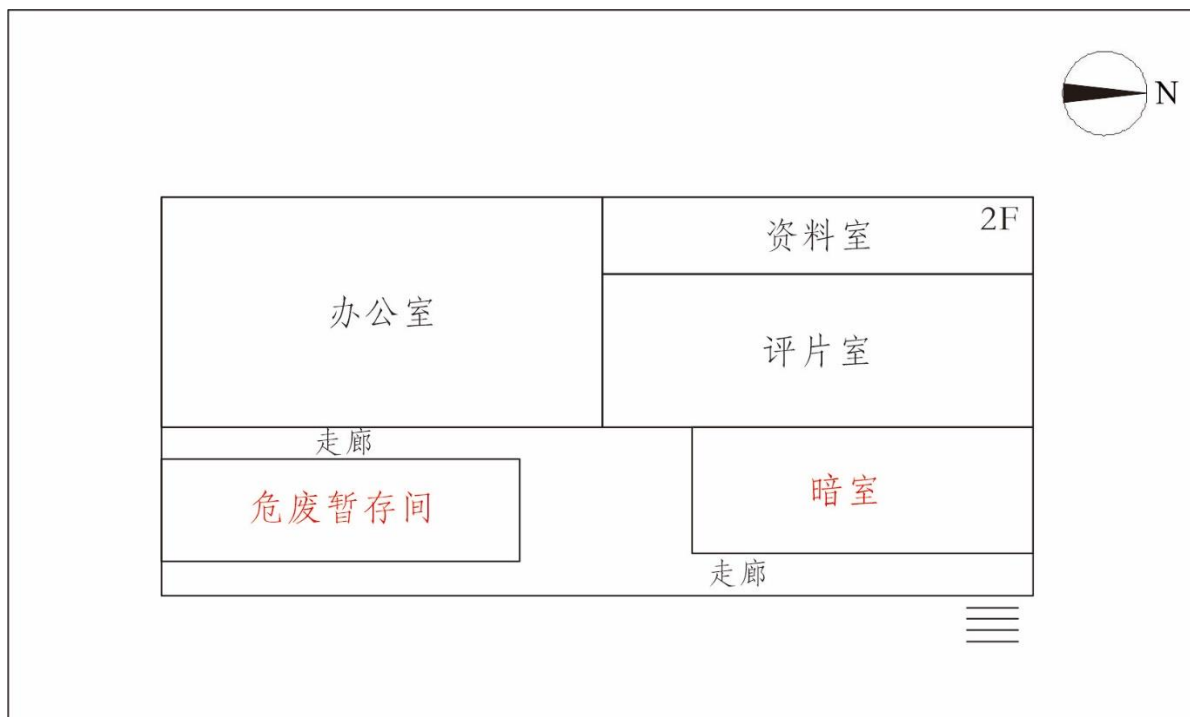


图 1-4 公司项目部暗室及危废暂存间位置关系示意图

## 2、密封源库周边环境关系

根据现场调查，陕西信立监测科技有限公司西北侧紧邻榆林市正阳电力工程有限公司（库房），东北侧隔路为空地，东南侧隔路约 4m 为废弃小院（废弃小院内为菜地，临路有活动板房），西北侧为空地；项目密封源库位于陕西信立检测科技有限公司厂区西南侧，为地下建筑，西南侧为缓冲间，东南侧、西北侧、东北侧均为土层，根据现场调查，项目密封源库西北侧为办公间（值班室），东侧为公司办公楼。厂区平面布置及周边环境关系见图 1-3。



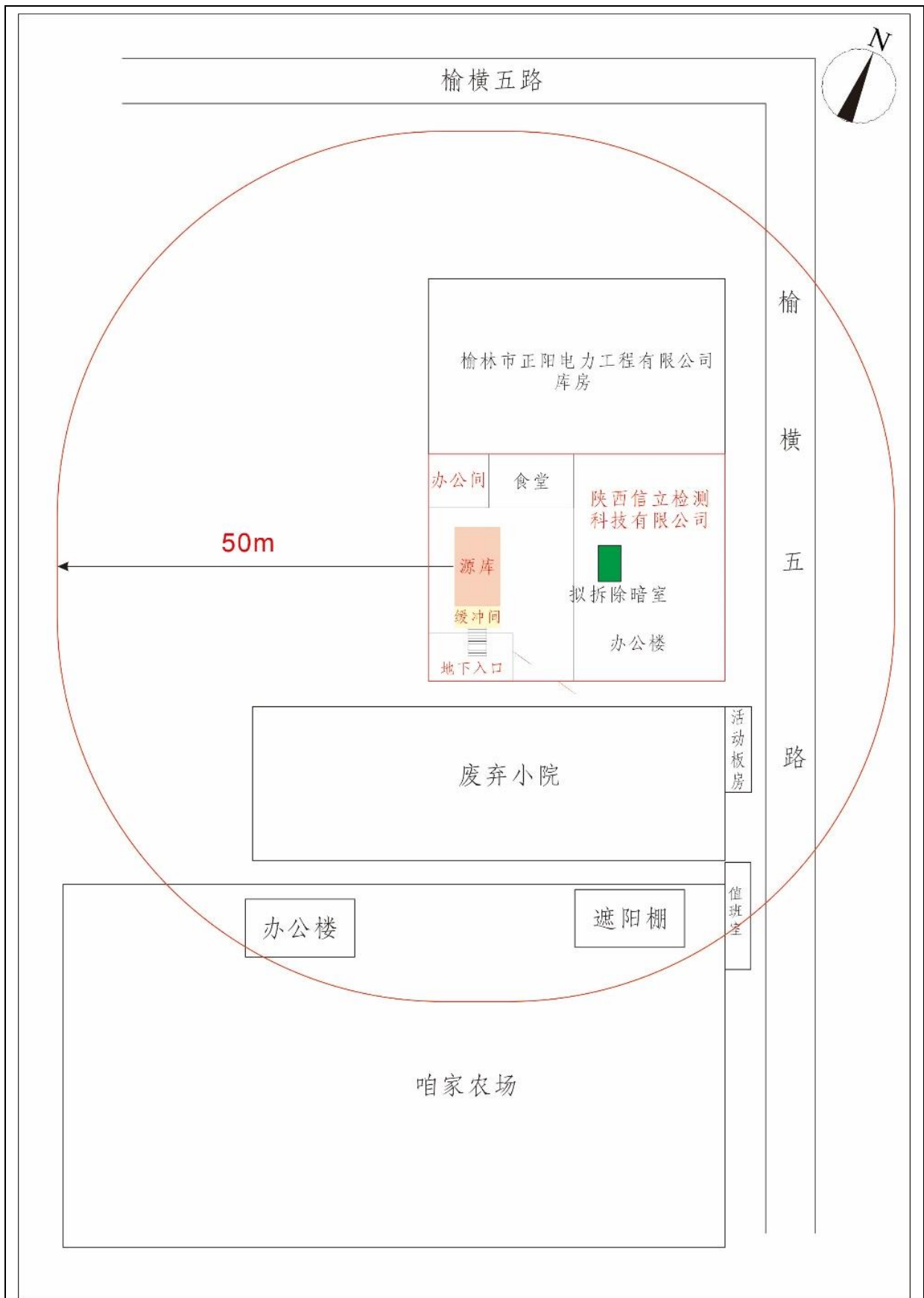


图 1-3 陕西信立监测科技有限公司密封源库平面布置图

2、项目规模

(1) 源库

本项目拟在陕西信立监测科技有限公司厂内西侧建设 1 座密封放射源库，密封源库为地下一层建筑，平面布置见图 1-3；根据建设单位提供存储计划和放射源库设计资料，项目地下源库建筑面积 32.67m<sup>2</sup>（长 9.9m×宽 3.3m×高 2.9m），其中储源间建筑面积为 26.07m<sup>2</sup>（长 7.9m×宽 3.3m×高 2.9m）、缓冲间建筑面积为 6.6m<sup>2</sup>（长 2.0m×宽 3.3m×高 2.9m）。其中储源间内设置 20 个源箱用于存放含源探伤机，设 1 道 10mmPb 当量的铅防护门。南侧缓冲间设防盗门，项目密封源库屏蔽设计见图 1-5。

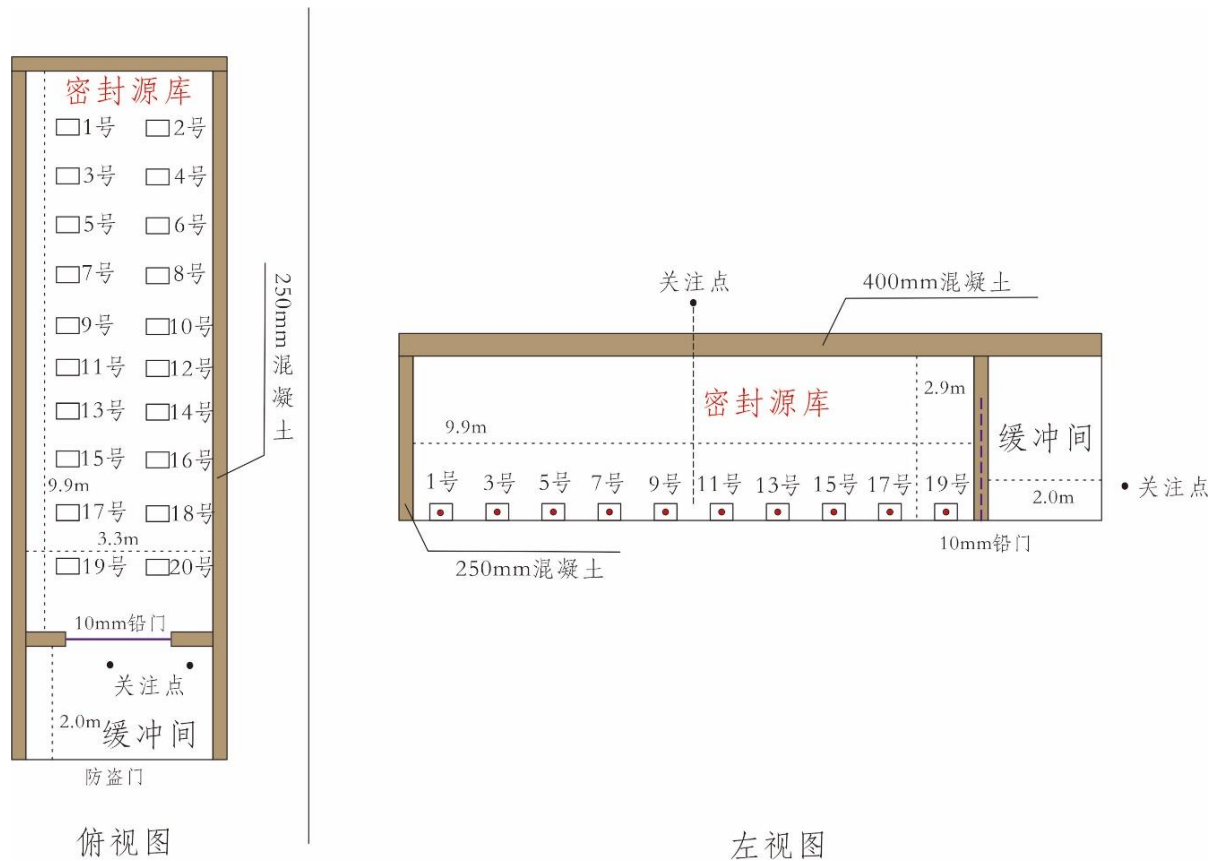


图 1-5 密封源库设计示意图

(2)  $\gamma$  射线探伤机

陕西信立检测科技有限公司拟新增 20 台  $\gamma$  射线探伤机用于榆林市境内的现场探伤作业。拟使用的探伤机信息、型号、参数等技术参数见表 1-2，放射源参数见表 1-3。

表 1-2 本项目拟新增使用  $\gamma$  射线探伤机技术参数表

含源名称	数量	活度 (Bq) × 枚数	型号	性质	工作场所
<sup>192</sup> Ir	15 台	5.55×10 <sup>12</sup> ×15	YG-192	II类 $\gamma$ 放射源	探伤作业施工 现场
<sup>75</sup> Se	5 台	3.7×10 <sup>12</sup> ×5	YS-75	II类 $\gamma$ 放射源	

**表 1-3 放射源主要技术参数**

放射源名称	<sup>192</sup> Ir	<sup>75</sup> Se
存在形式	化合物	氧化物
物理性质	铱属于铂系金属，和铂一样呈白色，但夹杂少许黄色，固体。熔点 2466℃，沸点 4428℃，密度 22.56g/cm <sup>3</sup> ，熔化热 41.12kJ/mol，汽化热 563kJ/mol，比热容 25.10J/mol·K	硒可形成几种同素异形体，它们随温度变化而相互转换，并与温度变化的速率有关。固体，熔点 221℃，沸点 685℃；晶体硒密度 4.28g/cm <sup>3</sup> ，红硒密度 4.39g/cm <sup>3</sup> ，灰硒密度 4.81g/cm <sup>3</sup> ；熔化热（灰硒） 6.69kJ/mol，汽化热 59.48kJ/mol，比热容 25.363J/mol·K
化学性质	铱是抗腐蚀性最强的金属之一：它能够在高温下抵御几乎所有酸、王水、熔融金属和硅酸盐。但是某些熔融盐，如氰化钠和氰化钾以及氧和卤素（特别是氟）在高温下还是可以侵蚀铱的	硒可以和硝酸或硫酸反应。硒可以在空气中燃烧，产生二氧化硒，伴有蓝色火焰。硒也可以和大多数金属反应
半衰期	73.827d	119.779d
主要射线类型	可能放出的射线为 β 射线和 γ 射线；主要 γ 射线的能量为 0.317MeV，β 射线的能量为 0.67MeV	可能放出的射线为 γ 射线；主要 γ 射线的能量为 0.264MeV
照射厚度（钢 mm）	10~100	5~40

(3) 暗室和危废暂存间

根据榆阳区尤家峁水库饮用水水源地划分范围，陕西信立监测科技有限公司位于尤家峁水库水源地准保护区内。根据《陕西省饮用水水源保护条例》（2021 修订），在地表水饮用水水源准保护区内禁止“设置化工原料、危险废物和易溶性、有毒有害废弃物的暂存及转运站”，陕西信立检测科技有限公司拟拆除厂区内现有暗室，本次项目现场探伤过程产生的探伤胶片拟依托公司项目部现有暗室进行洗片，并利用现有房间改造为危废暂存间。

(4) γ 放射源运输

陕西信立检测科技有限公司拟新增放射源委托运输资质单位运输，目前已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了委托运输协议，浙江省科学器材进出口有限责任公司现已取得道路运输经营许可证（杭字 330101200129 号），经营范围包括：货运：经营性危险货物运输（第 7 类-放射性物质）（剧毒化学品、国家特别管控危险化学品除外），运输车辆已取得道路运输证（浙交运管危字 330106100962 号），运输驾驶人员已取得放射性物品道路运输从业资格，本项目委托运输可行。运输协议及道路运输经营许可证等见附件。

#### (5) 现场探伤

本项目业务拟在榆林市境内开展，具体现场探伤地点根据实际用户委托情况确定，一般情况现场探伤周围以荒地、郊外为主，距周边学校、居民以及办公楼等敏感目标较远。项目现场探伤过程产生的探伤胶片带回公司项目部暗室进行洗片工作，显（定）影液暂存于专用容器内，容器下方设置托盘防止废显（定）影液泄漏，废显（定）影液和胶片暂存于公司项目部危废暂存间，定期委托有资质单位定期处置。

### 3、工作制度

根据建设单位提供的资料，项目密封源库存源期间采取三班制（24h 全天）值班， $\gamma$  射线现场探伤工作预计最多同时有 10 个场所同时开展探伤工作，现场探伤工作实行双人共同操作，不允许单独作业。

### 4、劳动定员及

根据项目任务安排，本次拟新增 23 名从事辐射工作人员（源库管理人员 3 人，从事  $\gamma$  射线现场探伤人员 20 人），增加后辐射工作人员共计 39 人。本次评价要求：新增人员应根据《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》（公告 2019 年 第 57 号）要求，需参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核后方可上岗。

### 4、工作制度

根据建设单位提供资料，项目密封源库建成后实行全年（365d）派专人进行管理，源库管理人员轮流值守（2 人一组，另 1 人调休）； $\gamma$  射线现场探伤工作每天工作 8h，年工作约 250d； $\gamma$  射线现场探伤工作年承接检测任务约 600 次，每次探伤工作拍片 20~30 张，合计每年拍片数量最多为 18000 张。

### 三、产业政策符合性

陕西信立检测科技有限公司拟本项目新增 20 台  $\gamma$  射线探伤机（新建密封源库用于存储  $\gamma$  射线探伤机）对物体/工件进行无损探伤，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的“鼓励类”、“三十一、科技服务业”中“1、工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务、科技普及”项目，符合国家产业政策。

### 四、实践正当性

本项目放射源（置于便携式 $\gamma$ 射线探伤机内）在暂存过程和进行工业 $\gamma$ 射线现场探伤过程中对工作人员及周围环境造成一定的辐射影响。建设单位在放射源暂存过程和开展 $\gamma$ 射线现场探伤过程对放射源的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并对放射源的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理放射源的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。陕西信立检测科技有限公司新增 20 台 $\gamma$ 射线探伤机（内含II类放射源）是为了为有需求的企业提供的无损检测服务，在上述制度、辐射防护措施保障下，该项目的开展所带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的“实践的正当性”原则。

## 2、源库选址合理性分析

(1) 榆阳区地处鄂尔多斯台地东部，属于典型的大陆性边缘季风气候，四季冷暖分明，干湿各异。年平均降水量 365.7mm，年平均气温 8.3℃。冬季处在强大的西伯利亚冷气团控制之下，气候寒冷干燥少雨雪。本项目处于榆阳区苏酸路北，区域降水量较少。根据现场调查，项目周边地势较为平坦，项目所在区域发生洪灾以及其他自然灾害的可能较小，受其影响的可能性也较小。

(2) 榆林市榆阳区在大地构造单元上属鄂尔多斯台向斜陕北台凹东冀地区，地质活动相对稳定，地震较少。根据现场调查，拟建密封源库周边地势较为平坦，发生地质灾害的可能极小。

(3) 根据现场调查，项目密封源库位于陕西信立检测科技有限公司厂区西南侧，为地下独立建筑，密封源库设计防火、防盗（抢）、防丢失、防水、防爆、防腐蚀等安全设施，西南侧为缓冲间，东南侧、西北侧、东北侧均为土层；公司厂区西北侧紧邻榆林市正阳电力工程有限公司（库房），东北侧隔路为空地，东南侧隔路约 4m 为废弃小院（废弃小院内为菜地，临路有活动板房），西北侧为空地，源库的周边环境关系见图 1-3。周边 50m 范围内无其他敏感建筑，在采取屏蔽措施以及加强日常管理后，对周边环境影响较小。

(4) 根据现场调查，拟建密封源库位于陕西信立检测科技有限公司厂内西侧，入库通道能够满足运源车及消防车通行，周边交通较为便利。

(5) 根据现场调查，本项目拟建密封源库位于尤家峁水库水源地准保护区内，密封源库设计防火、防盗（抢）、防丢失、防水、防爆、防腐蚀等安全设施；本次按《密

封放射源 一般要求和分级》(GB4075-2009)选定  $\gamma$  射线探伤机,环评要求本项目选用的装置中源级别不低于 43313 级,可有效应对设备高温、高压或低压、钢锤冲击、共振以及穿刺等冲击,通过加强密封源库日常管理及台账记录,可有效防止密封源库内  $\gamma$  射线探伤机内放射源丢失、被盗对尤家峁水库水源地造成环境影响。

综上,本项目拟建场地周围 50m 范围内无居民住宅等敏感目标;交通较为便利,能够满足运源车通行;项目受自然、地质灾害影响的可能性较小,周边无项目建设的制约因素;本项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小,从环境保护角度看,项目选址基本可行。

### 3、平面布置及合理性分析

本项目拟建密封源库为独立地下建筑,源库建筑面积 32.67m<sup>2</sup> (长 9.9m×宽 3.3m×高 2.9m),墙体为 250mm 混凝土结构,顶部为 400mm 混凝土结构,其中储源间建筑面积为 26.07m<sup>2</sup> (长 7.9m×宽 3.3m×高 2.9m)、缓冲间建筑面积为 6.6m<sup>2</sup> (长 2.0m×宽 3.3m×高 2.9m),其中储源间内设置 20 个源箱(12mmPb 当量铅板)用于存放含源探伤机,设 1 道 10mmPb 当量的铅防护门;南侧缓冲间设防盗门。密封源库位于陕西信立检测科技有限公司厂内西南侧,设源库管理人员专人负责管理,24 小时轮班值守,采用严格的门卫管理制度,无关人员不得靠近密封源库。项目密封源库平面布置较为合理,布置可行。

## 五、核技术利用现状

### (1) 环保手续履行情况

2015 年 7 月 5 日,榆林市信立检测科技有限公司取得了陕西省生态环境厅(原陕西省环境保护厅)关于 X 射线探伤项目环境影响报告表的批复,项目内容为:4 台工业 X 射线探伤机(属 II 类射线装置),用于现场探伤作业,批复文号为(2015)305 号;该项目已取得陕西省生态环境厅(原陕西省环境保护局)关于榆林市信立检测科技有限公司 X 射线探伤项目竣工环境保护验收的批复。因验收时检测业务不足,仅配置了 1 台工业 X 射线探伤机,故验收内容为:1 台工业 X 射线探伤机,用于现场探伤,批复文号:(2016)406 号;2016 年 9 月 30 日取得了陕西省环境保护厅关于榆林市信立检测科技有限公司申请辐射安全许可证的批复,批复文号为陕环批复(2016)528 号,许可内容为使用 1 台工业 X 射线探伤机。

2020 年因检测业务增加，陕西信立检测科技有限公司拟新增 7 台 X 射线探伤机，并准备了辐射安全许可证变更申请相关资料，经陕西省生态环境厅审核，该变动属于“已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置的”情况，于 2020 年 9 月 22 日为其变更了辐射安全许可证，许可编号为陕环辐证（60211），有效期至 2025 年 9 月 21 日，种类和范围包括使用 II 类射线装置，许可内容为使用 8 台工业 X 射线探伤机。根据 2020 年辐射安全年度评估报告，陕西信立检测科技有限公司，陕西信立检测科技有限公司自持证运营以来未收到相关单位或个人的辐射投诉。辐射安全许可证明细见表 1-3。

**表 1-3 辐射安全许可证明细**

序号	装置名称	规格型号	类别	场所
1	X 射线装置	XXG-3005	II 类	野外或厂区
2	X 射线探伤机	XXG-3005	II 类	野外或厂区
3	X 射线探伤机	XXG-2505	II 类	野外或厂区
4	X 射线探伤机	XXG-2505	II 类	野外或厂区
5	X 射线探伤机	XXG-2505	II 类	野外或厂区
6	X 射线探伤机	XXG-2505	II 类	野外或厂区
7	X 射线探伤机	XXGH-2505	II 类	野外或厂区
8	X 射线探伤机	XXG-3006	II 类	野外或厂区

(2) 辐射安全管理现状

公司目前已成立了放射装置安全管理领导小组，目前已制定了一系列辐射环境管理规章制度，包括《X 射线探伤机运行安全操作规程》、《辐射工作场所监测制度》、《监测仪器管理制度》、《应急与辐射安全防护培训制度》、《辐射工作人员培训再培训管理制度》、《放射性仪器设备维护保养管理制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》，确保辐射作业中的安全防护。

(3) 工作人员培训情况

公司现有从事辐射工作人员共 16 人，均已取得陕西省辐射工作人员辐射安全与防护培训证书，公司现有取得证书或培训平台考核情况见表 1-4。

**表 1-4 放射工作人员取得证书情况一览表**

序号	类别	姓名	性别	培训证书编号	发证日期
1	工业探伤	程军	男	H1932104	2019.12.25
2		戴洪金	男	H1932110	2019.12.25
3		李玉贵	男	H1932097	2019.12.25
4		刘刚	男	H1932103	2019.12.25
5		鲁尽庭	男	H1932096	2019.12.25

**续表 1-4 放射工作人员取得证书情况一览表**

序号	类别	姓名	性别	培训证书编号	发证日期
6	工业探伤	彭越	男	H1932102	2019.12.25
7		田培栋	男	H1932095	2019.12.25
8		王乾	男	H1932107	2019.12.25
9		杨天录	男	H1932100	2019.12.25
10		张群丰	男	H1932098	2019.12.25
11		周奎	男	H1932111	2019.12.25
12		王宏武	男	H1932108	2019.12.25
13		赖文武	男	H1932099	2019.12.25
14		安超凡	男	H1903048	2019.12.25
15		王永刚	男	H1932114	2019.12.25
16		刘治良	男	H1932109	2019.12.25

(4) 个人剂量检测情况

根据建设单位提供资料，公司现有从事辐射工作人员 16 人，根据职业性外照射个人剂量检测报告（见附件），现有辐射工作人员近一年内（2020 年 10 月至 2021 年 10 月）累计剂量为 0.24~0.47mSv，年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值。

(5) 职业健康体检情况

公司现有从事辐射工作人员 16 人均已进行职业健康体检，完成职业人员健康档案记录，根据职业健康检查结果，现有辐射工作人员均可从事放射性作业岗位，体检报告见附件。

(6) 日常监测

公司目前已制定《辐射工作场所监测制度》，定期委托有资质单位对公司 X 射线现场探伤进行监测其中，2020 年辐射场所监测报告见附件。

**六、评价目的**

(1) 对该公司新增  $\gamma$  射线探伤机（内含 II 类放射源）工作时产生的辐射环境影响进行预测分析，得出采取的辐射安全防护措施是否能达到要求，环境影响是否可接受；

(2) 针对该项目运行中对周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

(3) 为该公司辐射环境保护管理提供科学依据。



**表 2 放射源**

序号	核素名称	活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式及地点	备注
1	<sup>192</sup> Ir	5.55×10 <sup>12</sup> ×15	II类	使用	无损检测	探伤作业 施工现场	不使用时暂存于 本次拟建密封放 射源库内	拟新建
2	<sup>75</sup> Se	3.7×10 <sup>12</sup> ×5	II类	使用				
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：密封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	贮存方式及地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

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

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析仪等用途

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

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
退役/废旧的 $^{192}\text{Ir}$ 放射源	固态	$^{192}\text{Ir}$	/	/	/	/	暂无	由厂家进行回收或送城市放射性废物库
退役/废旧的 $^{75}\text{Se}$ 放射源	固态	$^{75}\text{Se}$	/	/	/	/		
废显（定）影液	液态	/	/	/	420kg	/	专用容器分类收集，暂存在公司项目部危废暂存间内；定期交由有资质单位处置	交由有资质的单位处置
废旧胶片	固态	/	/	/	10kg	/		
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

**表 6 评价依据**

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修订），2018 年 12 月 29 日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》国务院 449 号令，2005 年 12 月 1 日起实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(9) 《放射性物品运输安全管理条例》，国务院第 562 号令；</p> <p>(10) 《放射性物品运输安全许可管理办法》，环保部 11 号令；</p> <p>(11) 《交通运输部关于修改&lt;放射性物品道路运输管理规定&gt;的决定》（中华人民共和国交通运输部令 2016 年第 71 号）；</p> <p>(12) 《放射物品道路运输管理规定》，交通运输部令 2010 年第 6 号；</p> <p>(13) 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号，2005 年 12 月 23 日；</p> <p>(14) 《放射性物品分类和名录》（试行），国家环境保护总局公告 2010 年第 31 号，2010 年 3 月 4 日；</p> <p>(15) 《射线装置分类》，环境保护部 国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 第 66 号，2017 年 12 月 6 日；</p> <p>(16) 《关于进一步加强流动放射性同位素和射线装置应用监督管理工作的通知》，陕环函〔2012〕681 号；</p> <p>(17) 《关于印发&lt;关于 <math>\gamma</math> 射线探伤装置的辐射安全要求&gt;的通知》，环发〔2007〕8 号；</p> <p>(18) 《关于进一步加强 <math>\gamma</math> 射线移动探伤辐射安全管理的通知》，环办函〔2014〕1293 号</p>
-------------	---

	<p>(19) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019年7月31日修正）；</p> <p>(20) 《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的&lt;陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表&gt;的通知》，陕环办发〔2018〕29号。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《工业<math>\gamma</math>射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）；</p> <p>(3) 《<math>\gamma</math>射线探伤机》（GB/T14058-2008）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；</p> <p>(6) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(7) 《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）；</p> <p>(8) 《关于发布&lt;放射性废物分类&gt;的公告》（公告 2017 年 第 65 号）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书（附件 1）；</p> <p>(2) 运输服务合同（附件 2）</p> <p>(3) 浙江省科学器材进出口有限责任公司道路运输经营许可证（附件 5）</p> <p>(4) 建设单位提供的其他资料。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**评价范围**

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定，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）。

本项目为密封源库评价范围为源库所在场所实体屏蔽物边界50m的范围；项目γ射线现场探伤，按无实体屏蔽边界确定，故确定评价范围为移动探伤时放射源至监督区边界区域（评价范围不低于100m）。

**保护目标**

本项目环境保护目标主要为陕西信立检测科技有限公司密封源库及现场探伤的操作人员，周围活动其他公众人员，其所接受的年附加有效剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求和本次评价提出的剂量约束值。

项目源库为地下建筑，南侧为缓冲间，东侧、西侧、北侧均为土层，根据现场调查，周边无地下建筑，因此本次评价将源库正上方 50m 范围内的工作人员及公众作为本次密封源库环境保护目标，周边环境关系见图 7-1。

陕西信立检测科技有限公司拟为本项目新增 23 名辐射工作人员，其中 3 人为源库管理人员，开展 γ 现场探伤为 20 人。本项目环境保护目标见表 7-1、表 7-2。

**表 7-1 密封源库主要环境保护目标一览表**

保护对象	人数	相对方位	与密封源库正上方距离/m	保护内容	剂量约束值
办公间（值班室）	2 人	西北侧	1	年有效剂量	5mSv/a
陕西信立检测科技有限公司办公楼、食堂	10~15 人	东北侧	1~26		0.1mSv/a
榆林市正阳电力工程有限公司	16~40 人	北侧	6~45		0.1mSv/a
废弃小院	/	东南侧	8~44		0.1mSv/a
咱家农场（无人居住）	/	东南侧	32~50		0.1mSv/a

**表 7-2 γ 射线现场探伤主要环境保护目标一览表**

保护对象	人数	相对方位	距放射源距离/m	保护内容	剂量约束值
γ 射线探伤机操作人员	10	/	控制区外	年有效剂量	5mSv/a
γ 射线探伤机安全人员	10	/	控制区外、监督区内		

工程施工现场其他工作人员及公众	临时路过流动人群	/	监督区外		0.1mSv/a
-----------------	----------	---	------	--	----------

注：每次开展现场探伤时，最多同时使用 10 台  $\gamma$  射线探伤机，拟配备 20 名工作人员

### 榆阳区尤家峁水库饮用水水源地

榆阳区尤家峁水库饮用水水源地为榆林市市级集中式生活饮用水水源（湖库型），保护范围为：一级保护区（面积：2.70km<sup>2</sup>）：水域：正常水位线（1094.25m）以下全部水域。陆域：水库向水坡（不超过分水岭），以及水库输水管道（西沙渠 23.5km、李家梁水库输水管道 18km）。二级保护区（面积：0.402 km<sup>2</sup>）：水域：库尾河道部分（约 2.0km）；陆域：库尾河道左右两岸各延伸 100m 范围左右。准保护区（面积：32.50 km<sup>2</sup>）水库坝址以上沙河汇流区域（不超过分水岭）。

本项目密封源库位于陕西省榆林市榆阳区苏酸路北陕西信立检测科技有限公司厂内西南侧，位于尤家峁水源保护区准保护区内。项目建成后依托暗室和危废暂存间位于榆林市榆阳区榆补路芹河镇政府南侧 60m 处的公司项目部，距尤家峁水源保护区准保护区 4.48km。

## 评价标准

本项目电离辐射防护要求执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；放射源暂存库设计、建设和安全防护执行《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）的相关规定。

标准适用性分析见表 7-3。

表 7-3 评价标准适用性分析表

标准名称	标准适用范围	本项目情况	标准适用性
电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）	本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全（以下简称“防护与安全”）的基本要求。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的安全。	本项目新建密封放射源库 1 座，源库可存放 20 枚放射源（置于便携式 $\gamma$ 射线探伤机内），分别为 15 枚 $^{192}\text{Ir}$ 和 5 枚 $^{75}\text{Se}$ ；在密封放射源暂存过程中衰变产生 $\gamma$ 射线穿过暂存库屏蔽物会对职业人员和公众产生电离辐射照射。	适用
《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）	本标准规定了工业 $\gamma$ 射线探伤机的防护性能及探伤作业中的防护、监测以及事故应急等要求。本标准适用于工业 $\gamma$ 射线探伤机的生产与使用。其中第 8 条为“放射源的安全”	本项目建设密封放射源暂存库 1 座，用于公司现场探伤所用密封源的暂存。	适用

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

#### 1、标准相关内容

11.4.3.2 剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30%的范围之内。

标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平：B1.1.1.1 条规定：应对任何工作人员的  
职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：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。

B1.2.1 规定：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

#### 2、根据环评预测评价结果给出约束值

##### (1) 年剂量管理约束值

综合考虑陕西信立检测科技有限公司核技术利用项目的现状，并着眼于长期发展，为其它辐射设施和实践活动留有余地，本次评估分别对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别进行了设定：

① 取职业照射年有效剂量限值的 1/4，作为放射性工作人员的年受照剂量约束值，即 5mSv/a；

② 取公众年有效剂量限值的 10%，作为公众的年受照剂量约束值，即 0.1mSv/a。



## 二、《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）相关内容

### 4 $\gamma$ 射线探伤机的放射防护性能要求

4.1 源容器应符合 GB/T 14058-1993 中第 5.3 条的要求，照射容器周围的空气比释动能率不超过表 1（表 7-4）中的数值。

表 7-4 照射容器周围空气比释动能率控制值

探伤机类别与代号		距容器外表面不同距离处空气比释动能率控制值/mGy·h <sup>-1</sup>		
		0cm	5cm	100cm
手提式	P	2	0.5	0.02
移动式	M	2	1	0.05
固定式	F	2	1	0.1

4.3  $\gamma$  射线探伤机的源容器及其中的密野源应有符合 GB/T14058-1993 中 8.1.1、8.1.2 要求的标志。

4.4  $\gamma$  射线探伤机的安全锁，联锁装置、源的位置指示等安全装置的性能按 GB/T14058-1993 中 5.4 要求。

4.5 用电动控制放射源传输的  $\gamma$  射线探伤机应具有与探伤机房门的开关状态联锁的接口。

4.6 源托的安全性应符合 GB/T14058-1993 中 5.5 要求。

4.7 在满足探伤工作的情况下，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能迅速返回源容器的屏蔽位置。装置快门形式参见附录 B。

### 5 $\gamma$ 射线探伤的通用防护要求

5.1 应使用为  $\gamma$  探伤设计的专用设备，探伤人员应全面熟悉所用设备，以及操作方法和潜在的问题。

5.2 所用放射源的核素和活度应优化选择，在保证工作人员的剂量符合“合理达到尽可能低的水平”原则（ALARA）的同时，获得足够的诊断信息，应采用先进的成像技术如影像增强屏或快速片屏组合。

5.3 探伤作业人员应佩戴符合审管部门要求的个人剂量计（包括热释光或 LD 剂量计和直读式剂量计），每一个工作小组应至少配备一台具有检验源的便携式剂量仪，并配备能在现场环境条件下被听见、看见或产生震动信号的个人报警剂量仪。

5.4 探伤作业之前，应对探伤机做如下的检查：

a) 检查源容器和源传输管的照射末端是否损伤、磨损或者有污物；

- 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) 检查源容器和源导管是否连接牢固;
- f) 检查输源导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结;
- g) 检查警告标签和源的标注内容是否清晰;
- h) 测量紧靠源容器表面的空气比释动能率是否符合标准4.1要求，并确认放射源处于屏蔽状态。如发现以上情况与正常状态不一致，应在更换或维修设备后投入使用。

## 7 移动式探伤的附加要求

7.1 现场探伤作业应使用合适的准直器并充分考虑 $\gamma$ 射线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。

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

7.3 进行探伤作业前，应先将工作场所划分为控制区和监督区。

7.3.1 控制区边界外空气比释动能率应低于 $15\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

7.3.2 在控制区边界上用现存的结构如墙、暂时的屏障或绳索、带子制作的警戒线等围住控制区。

7.3.3 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“禁止进入放射工作场所”标牌。

7.3.4 探伤作业期间应安排人员对控制区边界进行巡逻，未经许可人员不得进入边界内。

7.3.5 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

位置在此方向或者辐射束的方向发生改变时，如有必要可调整控制区的边界。

7.3.6 监督区位于控制区外，允许与探伤相关的人员在此区活动，培训人员或探访者也可进入该区域。其外边界空气比释动能率应不大于 $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，边界处应有电离辐射警告标志标牌，公众不得进入该区域。

7.4 控制放射源传输的地点应尽可能设置于控制区外，同时应保证操作人员之间有效交流。

## 8 放射源的安全

### 8.1 放射源的选用和退役

8.1.1 按GB4075选定密封源的级别。对于工业 $\gamma$ 探伤，无保护的密封源为43515级、装置中源为43313级。

8.1.2 退役或不用的放射源按照事先达成的协议退还给设备制造商或其他经授权的废物管理单位进行处置，并有详细的记录归档保存。

### 8.2 放射源的储存和领用

8.2.1 探伤使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤装置）的储存库。储存库应为单独的建筑，不能和爆炸物品、腐蚀性物品一起存放。储存库的相应位置设置电离辐射警告标志。源容器出入源库时应进行监测并有详细记录。

8.2.2 工作间歇临时储存含源源容器或放射源、控制源，应在专用的储存设施内贮存。放射源储存设施应能做到：

a) 严格限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，储存设施外应有警告提示；

b) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；

c) 如其外表面能接近公众，其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 或者审管部门批准的水平；

d) 门应保持在锁紧状态，钥匙仅由授权人员掌管；

e) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。

8.2.3 储存要求按国家有关规定执行。

8.2.4 探伤使用单位应设立放射源管理组织，制定领用及交还制度，建立放射源领用台账，明确放射源的流向，并有专人负责。

8.2.5 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。

### 8.3 放射源和照射装置的运输和移动

8.3.1 放射源的货运运输要求按GB11806有关规定执行，应满足A类与B类运输货包要求。

8.3.2 在公路上运送照射装置时，司机和车辆应符合国家和国际对其有关的要求。

8.3.3 照射装置应置于储存设施内运输，只有在合适的容器内正确锁紧并取出钥匙后方能移动。

8.3.4 在工作地点移动时应使用小型车辆或手推车，使照射装置处于人员监视之下。

## 9 $\gamma$ 探伤装置的维修保养和换源

9.1 定期对 $\gamma$ 探伤装置中涉及放射防护的部件进行检查维护，发现问题及时维修。

9.2 维修 $\gamma$ 探伤装置时，应将放射源倒入换源器后进行。

9.3 应经常对 $\gamma$ 探伤装置的控制组件包括摇柄、输源导管进行润滑擦洗，齿轮应经常添加润滑剂。经常对输源管接头进行擦洗，避免灰尘和砂粒。

9.4 放射源的更换应在控制区内，由授权人员进行。

## 10 事故应急要求

10.1  $\gamma$ 探伤应用单位应成立应急组织，并明确参与应急准备与响应的每个人、小组或组织的角色和责任。

10.2  $\gamma$ 探伤应用单位应制定出合适的应急预案及其中必要的应急程序，应急预案和程序应简单、容易理解且尽可能减少源对附近人员的照射。应指明需要采取的应急行动及其主要特征和必需物品。

10.3 应急程序中应确定参与应急响应的人员，如辐射防护负责人、监管机构、临床医生、制造商、应急服务组织、合格专家和其他人员，并包括其姓名、电话号码等必要信息。

10.4 应制定应急计划培训、演习计划，定期对人员进行培训和演习，提高执行应急程序的能力。

10.5  $\gamma$ 探伤应用单位应保证对外联络畅通，以确保与公安、消防和医学救治部门的

联络。

10.6  $\gamma$ 探伤应用单位应配备适当的应急响应设备，参见附录D。

## 11 放射防护监测要求

### 11.6 移动探伤控制区、监督区边界剂量率的监测

#### 11.6.1 检测方法结果评定

在探伤机处于照射状态，用便携式辐射测量仪从探伤位置四周由远及近测量空气辐射剂量率，直到 $15\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 为控制区边界，到 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 为监督区边界。回收放射源至屏蔽位置后，在探伤位置四周以该剂量的等剂量线为基础，确定控制区边界和监督区边界。

#### 11.6.2 监测周期

每次移动探伤作业前，凡属下列情况之一应由有资质的放射卫生技术服务机构进行此项监测：

- a) 新开展现场 $\gamma$ 射线探伤的单位；
- b) 每年抽检一次；
- c) 在居民区进行的现场探伤；
- d) 发现个人季度剂量（3个月）可能超过 $5\text{mSv}$ 。

### 11.7 放射工作人员的个人监测

11.7.1  $\gamma$ 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照GBZ128的要求进行个人外照射监测。

11.7.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急剂量监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。

11.7.3 使用单位防护负责人应事先制定人员受照的调查水平，当作业人员受到的照射超过此水平时应通知防护负责人。

## 三、《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及其修改单相关内容

本标准适用于所有危险废物（尾矿除外）贮存的污染控制及监督管理，适用于危险废物的产生者、经营者和管理者；

### 4 一般要求

4.1 所有危险废物产生者和危险废物经营者应建造专用的危险废物贮存设施，也可利用原有构筑物改建成危险废物贮存设施；

4.3 在常温常压下不水解的、不挥发的固体危险废物可在贮存设施内分别堆放；

4.4 除 4.3 规定外，必须将危险废物装入容器内；

4.5 禁止将不相容（相互反应）的危险废物在同一容器内混装；

4.6 无法装入常用容器的危险废物可用防漏胶袋等盛装；

4.7 装载液体、半固体危险废物的容器内须留足够空间，容器顶部与液体表面之间保留 100mm 以上的空间；

4.9 盛装危险废物的容器上必须粘贴符合本标准附录 A 所示的标签（见图 2）；

## **5 危险废物贮存容器**

5.1 应当使用符合标准的容器盛装危险废物；

5.2 装载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求；

5.3 装载危险废物的容器必须完好无损；

5.4 盛装危险废物的容器材质和衬里要与危险废物相容（不相互反应）；

## **6 危险废物贮存设施的选址与设计原则**

### **6.3 危险废物的堆放**

6.3.1 基础必须防渗，防渗层为至少 1m 厚粘土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2mm 厚的其他人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s。

6.3.3 衬里放在一个基础或底座上。

6.3.4 衬里要能够覆盖危险废物或其溶出物可能涉及到的范围。

6.3.5 衬里材料与堆放危险废物相容。

6.3.9 危险废物堆放要防风、防雨、防晒。

6.3.11 不相容的危险废物不能堆放在一起。

6.3.12 总贮存量不超过 300kg（L）的危险废物要放入符合标准的容器内，加上标签，容器放入坚固的柜或箱中，柜或箱应设有多个直径不少于 30mm 的排气孔。不相容危险废物要分别存放或者存放在不渗透间隔分开的区域内，每个部分都应有防漏裙脚或储漏盘，防漏裙脚或储漏盘的材料要与危险废物相容。

危险废物标签应符合《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的相关要求。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**环境质量和辐射现状**

**一、公司地理位置和项目场所位置**

**1、公司地理位置**

陕西信立检测科技有限公司位于陕西省榆林市榆阳区苏酸路北 150m 处，地理位置见图 1-1。

**2、项目场所位置**

拟建密封源库位于陕西省榆林市榆阳区苏酸路北 150m 处陕西信立检测科技有限公司厂内西南侧。项目业务为现场探伤项目，属流动式作业，不在某一场所长期作业。 $\gamma$  射线现场探伤项目场所位置位于榆林市区域内需要进行无损检测的场地。

**3、暗室位置**

项目暗室和危废暂存间位于榆林市榆阳区榆补路芹河镇政府南侧 60m 处公司现有项目部，地理位置图见图 1-2。

**二、环境质量和辐射现状**

**1、项目以及监测点位**

(1) 监测因子： $X$ 、 $\gamma$  辐射剂量率。

(2) 监测点位：在拟建源库、拟建源库西北侧办公间、拟建源库北侧食堂、拟建源库北侧空房间、拟建源库西北侧空地、拟建源库东侧办公楼、通道、拟建源库缓冲间、榆林市正阳电力工程有限公司，以人员活动处为主的原则进行布点，共布设 9 个监测点位。

**2、监测使用仪器及监测方法**

监测仪器详情见表 8-1。

**表 8-1 X、 $\gamma$  辐射监测仪器**

仪器名称	便携式辐射检测仪		
仪器型号	AT1123	仪器编号	XAZC-YQ-010
检定单位	上海市计量测试技术研究院	检定证书号	2021H21-20-3358997001
有效期至	2021.6.23~2022.6.22	量程	50nSv/h~10Sv/h
监测规范	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 《环境监测用 X、 $\gamma$ 辐射测量仪 第一部分 剂量率仪型》（EJ/T 984-95）		

**3、质量保证措施**

监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2001）等监测方法，实施全过程质量控制。

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- (2) 监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；
- (3) 所用监测仪器全部经过计量部门检定并在有效期内；
- (4) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- (5) 监测数据严格实行审核制度。

#### 4、环境质量现状监测结果及分析

密封源库及其周边区域 X、 $\gamma$  辐射剂量率现状监测数据见表 8-2，监测布点图见 8-1。

表 8-2 密封源库及其周边区域 X、 $\gamma$  辐射剂量率监测结果

监测点位	点位描述	X、 $\gamma$ 辐射辐射率 (nSy/h)	
		均值	标准偏差
1	拟建源库（地下）	84	1
2	拟建源库西北侧办公间	105	1
3	拟建源库北侧食堂	105	1
4	拟建源库北侧空房间	105	1
5	拟建源库西北侧空地	121	1
6	拟建源库东侧办公楼	122	1
7	通道	121	1
8	拟建源库缓冲间（地下）	84	1
9	榆林市正阳电力工程有限公司	128	1

注：未扣除仪器对宇宙射线影响值



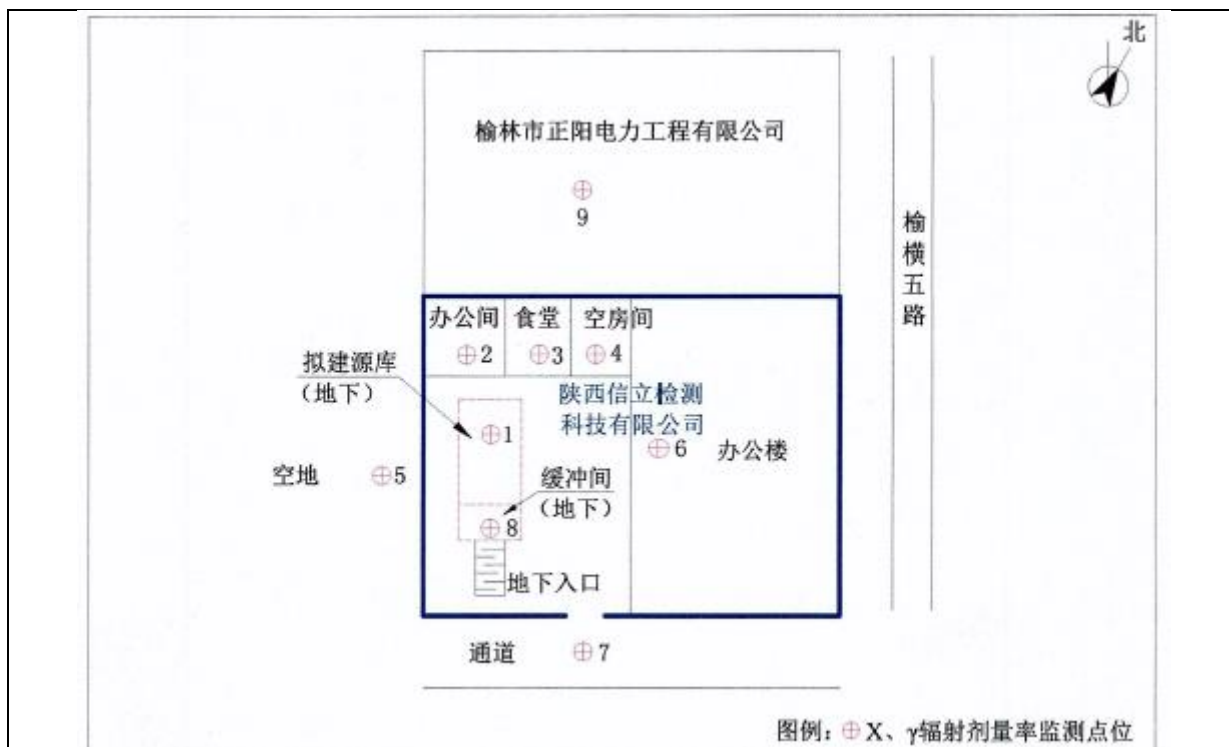


图 8-1 拟建密封源库 X、 $\gamma$  辐射剂量率监测点位示意图

根据监测结果可得，经现场监测，拟建密封源库及周围场所各监测点位 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值范围为（84~128）nSv/h；西南侧空地及东南侧通道监测点位 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值为 121nSv/h。

依据《便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪》（JJG 393-2018），使用  $^{137}\text{Cs}$  作为检定/校准参考辐射源时，周围剂量当量与空气比释动能转换系数取 1.20Sv/Gy，则拟建密封源库及周围场所各监测点位 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值范围为（70~107）nGy/h；西南侧空地及东南侧通道监测点位 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值为 101nGy/h。

项目  $\gamma$  射线现场探伤为流动作业，无法进行现状监测。

根据《2021 年三季度陕西省辐射环境质量》，2021 年一、二、三季度，全省辐射环境监测点监测结果在正常水平内波动，辐射环境质量状况良好。

我省 12 个辐射环境自动监测站的空气吸收剂量率监测范围在 66.7~131.2nGy/h；9 月份陕西省受降雨影响，导致数据以往偏高，但在正常涨落范围内波动。对我省 5 个辐射环境自动监测站与 23 个陆地监测点开展  $\gamma$  辐射累积剂量监测，监测范围为 77.1~132nGy/h，未见异常，与往年相比在正常涨落范围内波动。

根据《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护，第 14 卷第 4 期，1994 年 7 月），榆林地区室内  $\gamma$  辐射剂量率为 56.0~129.0nGy/h，平均值为 91.0nGy/h；原野  $\gamma$  辐射剂量率为 33.0~87.0nGy/h，平均值为 55.0nGy/h；道路  $\gamma$  辐射剂量率为 33.0~82.0nGy/h，平均值为 56.0nGy/h。

可见，榆林地区的辐射环境本底值处于正常水平，辐射环境现状良好。

**表 9 项目工程分析与源项**

**工程设备和工艺分析**

陕西信立监测科技有限公司拟新建密封源库用于存放公司内  $\gamma$  探伤装置（含反射源），在密封放射源的存放过程中发生衰变产生  $\gamma$  射线穿过源库屏蔽物，对周围环境和暂存库值班室工作人员产生影响，存取过程以及现场探伤过程中也会对检测单位放射性工作人员造成一定影响。

**一、工程设备**

**1、放射源类型**

本项目涉及 20 台  $\gamma$  射线探伤机，其中 15 台探伤机内设 1 枚活度为  $5.55 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{192}\text{Ir}$ 、5 台探伤机内各设 1 枚活度为  $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$  的  $^{75}\text{Se}$ 。设备信息、型号、参数等技术参数见表 9-1。

**表 9-1 本项目使用  $\gamma$  射线探伤机技术参数表**

含源名称	数量	活度 (Bq) × 枚数	型号	性质	工作场所
$^{192}\text{Ir}$	15 台	$5.55 \times 10^{12} \times 15$	YG-192	II类 $\gamma$ 放射源	探伤作业施工
$^{75}\text{Se}$	5 台	$3.7 \times 10^{12} \times 5$	YS-75	II类 $\gamma$ 放射源	现场

(1)  $^{192}\text{Ir}$  特性

半衰期73.827d，衰变方式为衰变。 $\beta$ 射线的主要能量有：258.65keV（5.605%）、538.78keV（41.76%）、675.12keV（48.03%）； $\gamma$ 射线的主要能量有：316.51keV（83.0%）、468.07keV（47.7%）、308.46keV（29.3%）、295.96keV（28.3%）。 $^{192}\text{Ir}$ 衰变纲图：见图9-1。

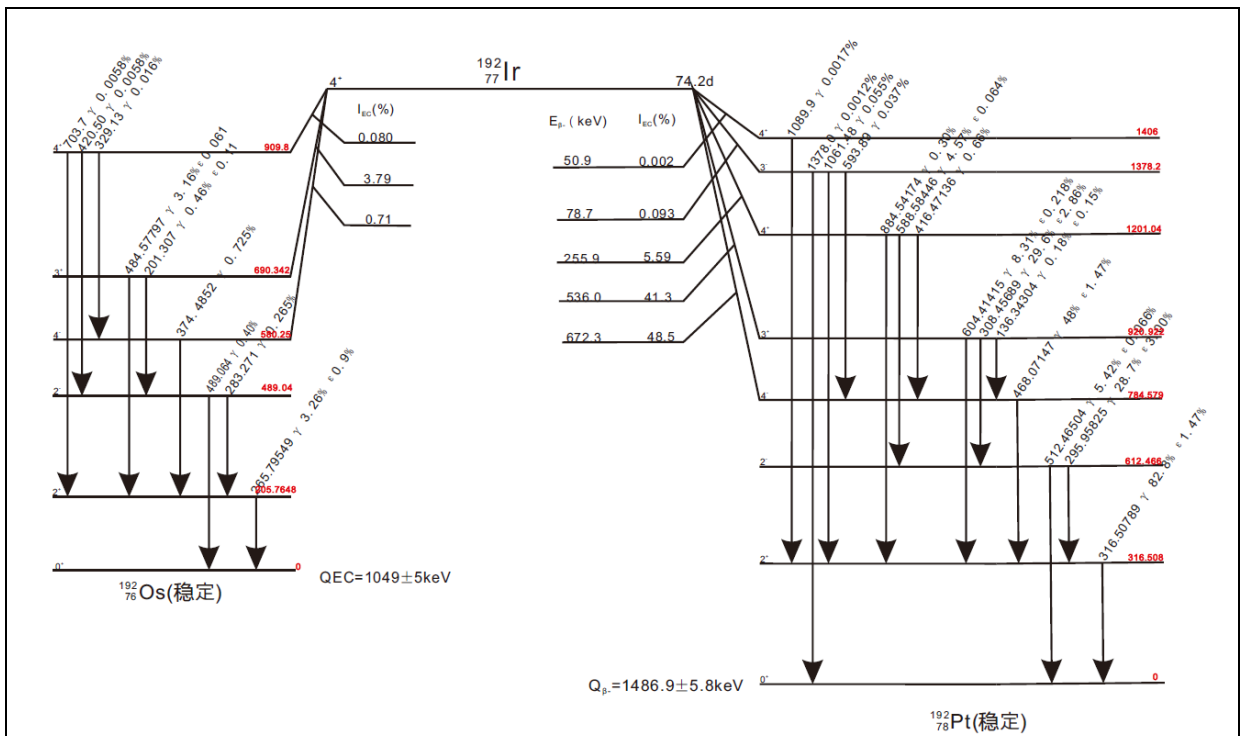


图9-1  $^{192}\text{Ir}$ 衰变纲图

(2)  $^{75}\text{Se}$ 特性

半衰期 119.779d。衰变方式：EC=100%。 $\gamma$ 射线的主要能量有：400.66keV (15%)、279.54keV (28%)、264.66keV (54%)。 $^{75}\text{Se}$ 衰变纲图：见图9-2。

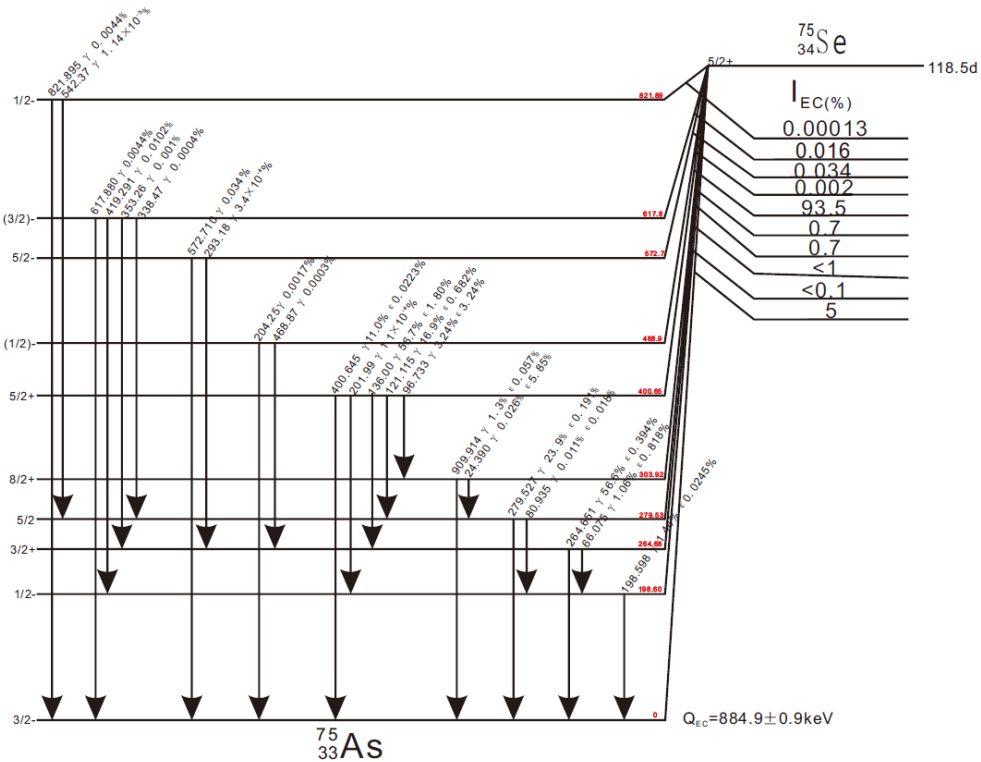


图9-2  $^{75}\text{Se}$ 衰变纲图

## 2、 $\gamma$ 射线探伤

### (1) 工作原理

$\gamma$  射线探伤机是利用  $\gamma$  放射源发出的  $\gamma$  射线穿过被检物体时发生衰减，由于在被检物的缺陷部位和其他部位射线减弱的程度不同，故能够将焊接件、铸件等被检物中的缺陷显现出来，通过评定胶片或影像信息以确定缺陷的位置、大小、形状。

$\gamma$  射线有很强的穿透性， $\gamma$  射线探伤就是利用  $\gamma$  射线的穿透性和直线性来探伤的。 $\gamma$  射线可使照相底片感光，也可用特殊的接收器来接收。当  $\gamma$  射线穿过（照射）物质时，该物质的密度越大，射线强度减弱得越多，即射线能穿透该物质的强度就越小。此时，若用照相底片接收，则底片的感光量就小；若用仪器来接收，获得的信号就弱。因此，用  $\gamma$  射线来照射待探伤的零部件时，若其内部有气孔、夹渣等缺陷，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度就减弱得少些，即穿过的强度就大些；若用其他接收器也同样可以用仪表发现裂纹，或者说， $\gamma$  射线探伤对裂纹是不敏感的。 $\gamma$  射线探伤对气孔、夹渣、未焊等体积型缺陷最敏感，即  $\gamma$  射线探伤事宜用于体积型缺陷探伤，而不适宜面积型探伤。

### (2) $\gamma$ 射线探伤机构造

$\gamma$  射线探伤机主要由探伤机机体、控制机构（曲柄、控制栏、控制缆）、输源管及其他附件组成。探伤机机体主要用于屏蔽  $\gamma$  射线，采用屏蔽材料，设计有双保险等多种安全联锁装置；控制机构用于远距离驱动放射源，装有放射源行程指示器；输源管保证放射源始终在管内移动，并设有曝光探头。支承架用于固定输源管，确保放射源处于曝光焦点位置；准直器用于限制射线束方向。探伤机不工作时放射源在探伤机的储存位置， $\gamma$  射线通过探伤机机体以及存放暂存设施屏蔽。探伤机工作时，通过控制摇盘手柄驱动钢丝进入源罐，钢丝推动放射源在输源管道内前进，出探伤机机体后继续推动放射源到达探头位置进行曝光照相。曝光完毕后，再次通过摇盘手柄将放射源回收至探伤机内，当放射源返回探伤机的同时，带动联锁系统，放射源到位后，闭锁系统自动关闭。

根据建设单位提供资料，项目使用探伤机控制缆长度约 15m，输源管长度约 7m。

$\gamma$  射线探伤机内部构造示意图见图 9-3。

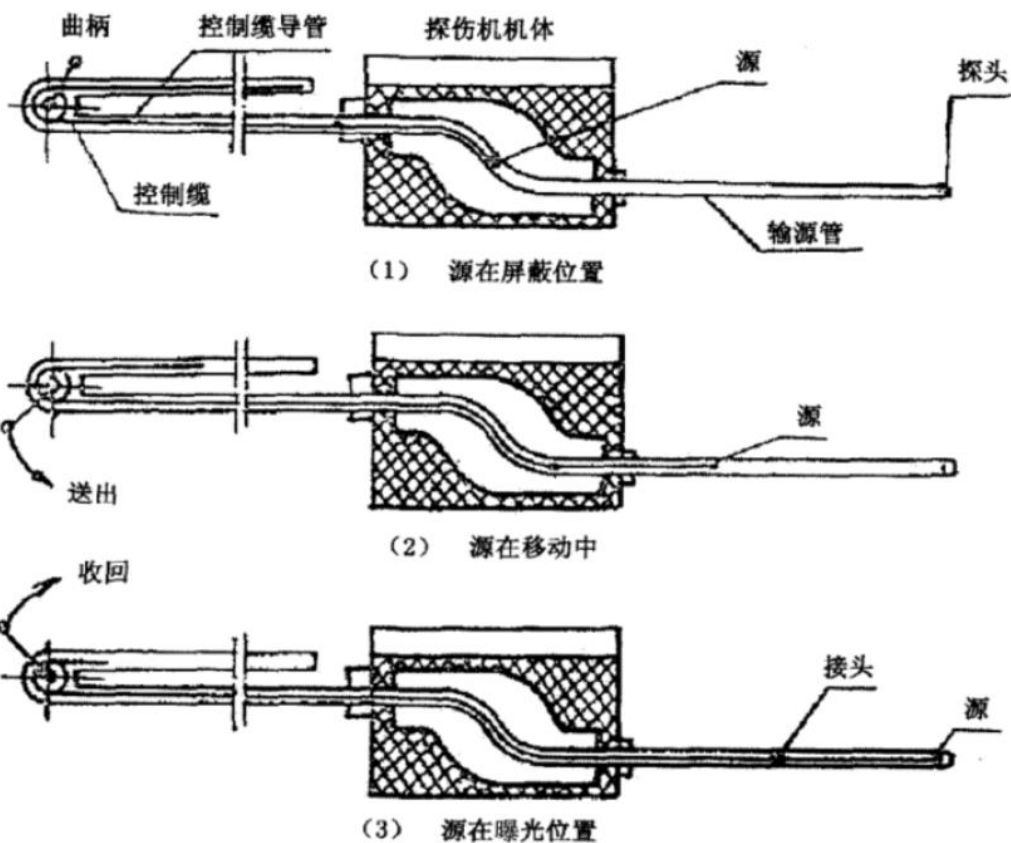


图 9-3  $\gamma$  射线探伤机结构及工作原理示意图

## 2、工作流程

接受无损检测委托任务后，根据现场探伤具体场所及检测对象情况制定现场探伤计划书。计划书含本次现场探伤任务的人员安排、检测时间安排、检测人员职责及探伤现场辐射防护方案和辐射事故应急预案等内容。

### (1) 取源

① 完成现场探伤计划书后，联系运输单位（浙江省科学器材进出口有限责任公司），由运输单位组织运输人员开展  $\gamma$  射线探伤机（含密封放射源）运输工作，源库管理人员做好  $\gamma$  射线探伤机（含密封放射源）出库交接，并进行记录。

② 运输人员和源库管理人员双方一同用检测仪对  $\gamma$  射线探伤机（含密封放射源）进行核实，确定放射源在探伤机内。

③ 出库交接手续及检测完成后由专职管理人员及运输人员采用推车将源箱（含放射源射线机）一同搬运至运输车内，由运输人员确认后取源过程完成。

运输人员按照要求，按时将  $\gamma$  射线探伤机（含密封放射源）送至探伤作业现场。运源车为专用车辆，运输车内设放射源储源箱。

## (2) 开展现场探伤

① 在  $\gamma$  射线探伤机（含密封放射源）入场前，陕西信立检测科技有限公司探伤工作人员穿戴铅防护服，对区域内的无关人员进行清场，做好准备工作。

② 运源车进入探伤现场后，由运输单位和建设单位规定的专职人员共同进行探伤机表面剂量检测，确定放射源在探伤机内，核对放射源信息，完成放射源交接的台账记录工作。探伤作业班组将  $\gamma$  射线探伤机（含密封放射源）置于待检区域，由现场安全全员负责看管。

③ 作业班组《操作人员及安全员》根据探伤工件位置，操作人员铺设放射源驱动装置、输源管及准直器。

④ 挂接完成后，安全员对挂接情况进行检查，确认挂接牢靠后，对输源管和驱动装置进行检查，检查是否有挤压、弯折或其他异常情况。

⑤ 操作人员将放射源曝光头固定在待检测器件上后，进行第一次摇源。

⑥ 放射源摇出至指定位置后，安全员由远及近迅速测量关键点辐射剂量率，以空气比释动能率  $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$  作为划定监督区边界范围，以空气比释动能率  $15\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$  作为划定控制区边界范围；

⑦ 放射源回收至屏蔽位置后，设置控制区和监督区，并设置控制区、监督区警戒线，线高约 1m；在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”标志牌；在控制区边界设置“禁止进入放射工作场所”标志牌，在监督区边界放置“禁止公众进入”标志牌，警示无关人员不可误入作业现场，作业期间，安全员对作业区边界上的实时剂量率进行巡测，并做好记录；并对监督区进行巡视，严禁未经许可人员进入。

⑧ 作业班组的操作人员开始无损检测作业：在待测器件上固定好底片和曝光头，并调好曝光焦距后，作业班组躲避至屏蔽有效位置；通过确定装置将放射源摇出，并开始计时，进行曝光。

⑨ 曝光时间结束后，将放射源收回至源容器内，一次无损检测作业结束；换下底片和改变曝光位置后，开始下一次无损检测作业。

⑩ 作业结束后，操作人员将放射源收回至源容器内，拆除并盘收驱动装置和输源管；确认放射源回收至源容器后，通知安全员对源容器及其周围剂量进行实时检测，确认放射源正常回收至源容器内。

## (3) 存源

① 通知运源单位（浙江省科学器材进出口有限责任公司）准备交接  $\gamma$  射线探伤机（含密封放射源），交接过程中，应一同检测，确保放射源在探伤机内；

② 运源单位运回将  $\gamma$  射线探伤机（含密封放射源）后，由运输人员和源库管理人员双方一同用检测仪对  $\gamma$  射线探伤机（含密封放射源）进行核实，确定放射源在探伤机内。

③ 入库交接手续及检测完成后由专职管理人员及运输人员采用推车将源箱（含放射源射线机）一同搬运至密封源库内，由公司专职管理人员确认后存源过程完成，并进行记录。

## 二、工艺分析

$\gamma$  射线探伤机移动探伤工作流程如图 9-4 所示。

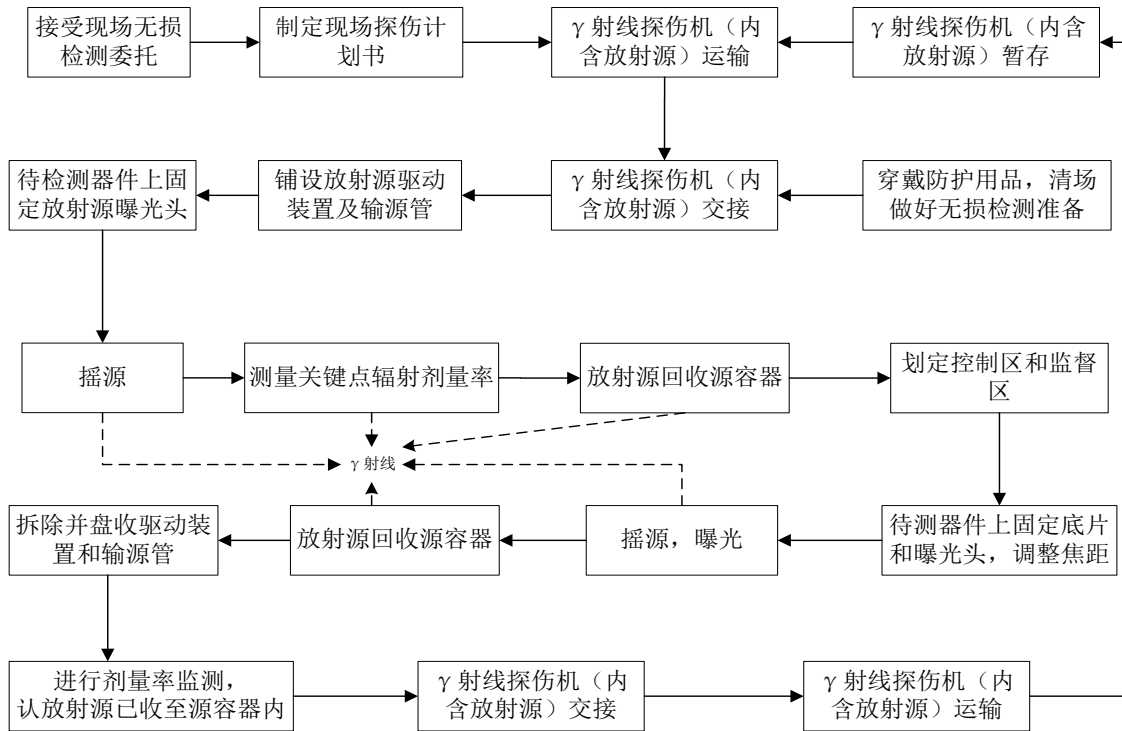


图 9-4  $\gamma$  射线探伤机移动探伤工作流程示意图

## 污染源项描述

### 一、正常工况

#### 1、生活废水

本项目新增 23 名工作人员，本次新增人员办公地点位于榆林市榆阳区榆补路芹河镇政府南侧 60m 处的公司项目部，废水主要为员工产生的生活废水，生活用水量参考《行业用水定额》（陕西省地方标准 DB61/T943-2020）中“行政办公及可研院所”



用水定额（ $25\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{d}$ ），工作人员生活用水量为  $2.3\text{m}^3/\text{d}$ （ $575\text{m}^3/\text{a}$ ）；生活废水量按用水量的 80% 计算，则运行期生活废水产生量为  $1.84\text{m}^3/\text{d}$ （ $460\text{m}^3/\text{a}$ ），生活废水依托办项目部内现有生活废水处理设施进行处理。

## 2、生活垃圾

本项目生活垃圾主要包括员工平时办公产生的废纸屑、瓜果皮等办公生活垃圾。参考《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，榆林市类别属五区 1 类城市，生活垃圾产生量按  $0.34\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$  计，因此本项目生活垃圾产生量为  $7.82\text{kg}/\text{d}$ （ $1.96\text{t}/\text{a}$ ）。生活垃圾依托公司项目部内现有垃圾桶进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统。

## 3、 $\gamma$ 射线

$\gamma$ 射线探伤机中安装有 $^{192}\text{Ir}$ 或 $^{75}\text{Se}$ 放射源，在贮源状态下产生的 $\gamma$ 射线污染途径为放射源发射出的 $\gamma$ 射线穿过探伤机防护层逃逸产生的泄漏辐射，对周围环境辐射影响较小。在工作状态下，将放射源导入施源管中相应的驻留位置上进行照射，无屏蔽措施，将产生有用线束、散射辐射等，对工作场所周围环境可能造成一定辐射影响。

## 4、 $\beta$ 射线

$^{192}\text{Ir}$ 能释放 $\beta$ 射线，由于 $\beta$ 射线穿透能力很弱，设备的外包装可以完全屏蔽，使 $\beta$ 射线不能释放到环境中，因此 $\beta$ 射线对外环境的影响可以忽略。

## 5、退役放射源

根据《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）：放射性废物是指“来自实践或干预的、预期不会再利用的废弃物（不管其物理形态如何），它含有放射性物质或被放射性物质污染，并且其活度或活度浓度大于审管部门规定的清洁解控水平”；“采取有效的控制措施，确保放射性废物及其管理活动所引起的对工作人员和公众的辐射照射不超过国家有关法规和标准的规定，并保持在可合理达到的尽量低水平”。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号）的要求：“生产、进口放射源的单位销售 I 类、II 类、III 类放射源给其他单位使用的，应当与使用放射源的单位签订废旧放射源返回协议”。

本项目源库内 II 类密封放射源，其退役时产生废旧放射源。评价要求建设单位在购置放射源时与厂家签订退役放射源返回协议并在 3 个月内将废旧放射源交回生产单位或原出口方；确实无法交回生产单位的，送交城市放射性废物库。

## 6、O<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>

该项目探伤机工作时，产生的 $\gamma$ 射线使空气电离产生的少量有害气体，主要为O<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>。

## 7、废显（定）影液及废胶片

本项目现场探伤所拍的胶片运回公司洗片室进行洗片操作，洗片过程中产生废显（定）影液和废胶片。废显（定）影液和废胶片属于《国家危险废物名录》中HW16（废物代码900-019-16）感光材料废物，为危险废物。废显（定）影液和废胶片使用专用容器收集，暂存于危废暂存间内，最终交由有资质单位处置。

根据建设单位提供资料，项目建成后每年最多使用胶片18000张，在现场探伤过程中废胶片产生量约1000张，每张片子平均约10g，共计10kg/a；定影液使用量210L，显影液使用量210L，则废显（定）影液产生量420L。

本项目危险废物产生和处置措施情况见表9-2。

表9-2 本项目危险废物产生及处置措施一览表

危险废物名称	危险废物类别及代码	产生量	形态	主要成分	处置量	处置措施
废显影液	HW16: 900-019-16	210L	液态	硫酸、硝酸、苯、甲醇、卤化银、硼酸、对苯二酚等	210L	专用容器分类收集，暂存在公司项目部危废暂存间内；定期交由有资质单位处置
废定影液	HW16: 900-019-16	210L	液态	硫代硫酸钠、乙酸、硼酸等	210L	
废胶片	HW16: 900-019-16	10kg	固态	明胶、卤化银	10kg	

## 二、事故工况

### (1) $\gamma$ 射线探伤

① 探伤机工作状态下，“卡源”或“源脱”事故发生，回源装置失效，工作人员手动回源，造成工作人员不必要的照射；

② 放射源划破或磨损腐蚀、火灾等使源容器破损等，可造成一定区域内的环境放射性污染；

③ 放射源被盗或丢失，使公众人员受到超剂量照射；

④ 在探伤现场未做好警戒工作，工作人员和公众误留在警戒区内，使工作人员或公众造成不必要照射；

⑤ 工作人员不按要求穿戴个人剂量计或防护用品，造成超剂量照射。

**表 10 辐射安全与防护**

## **项目安全设施**

### **一、工作场所及区域划分**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。本次环评中根据国际放射防护委员会第 103 号出版物对控制区和监督区的定义：

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

**监督区：**未被确定为控制区、通常不需采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

#### **1、密封源库**

陕西信立监测科技有限公司新建密封源库位于公司现有围墙内，为地下独立建筑，源库设置红外报警装置、在线监控装置，储源库内严禁存放其他物品，源库设计防火、防盗（抢）、防丢失、防水、防爆、防腐蚀等安全设施。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本次评价将密封源库内储源间设置为控制区，将源库外缓冲间以及密封源库正上方空地划为监督区。项目分区情况见图 10-1。

在控制区设置“禁止进入放射工作场所”标识，禁止无关人员进入；在监督区设置电离辐射警告标志标牌，公众不得进入该区域。

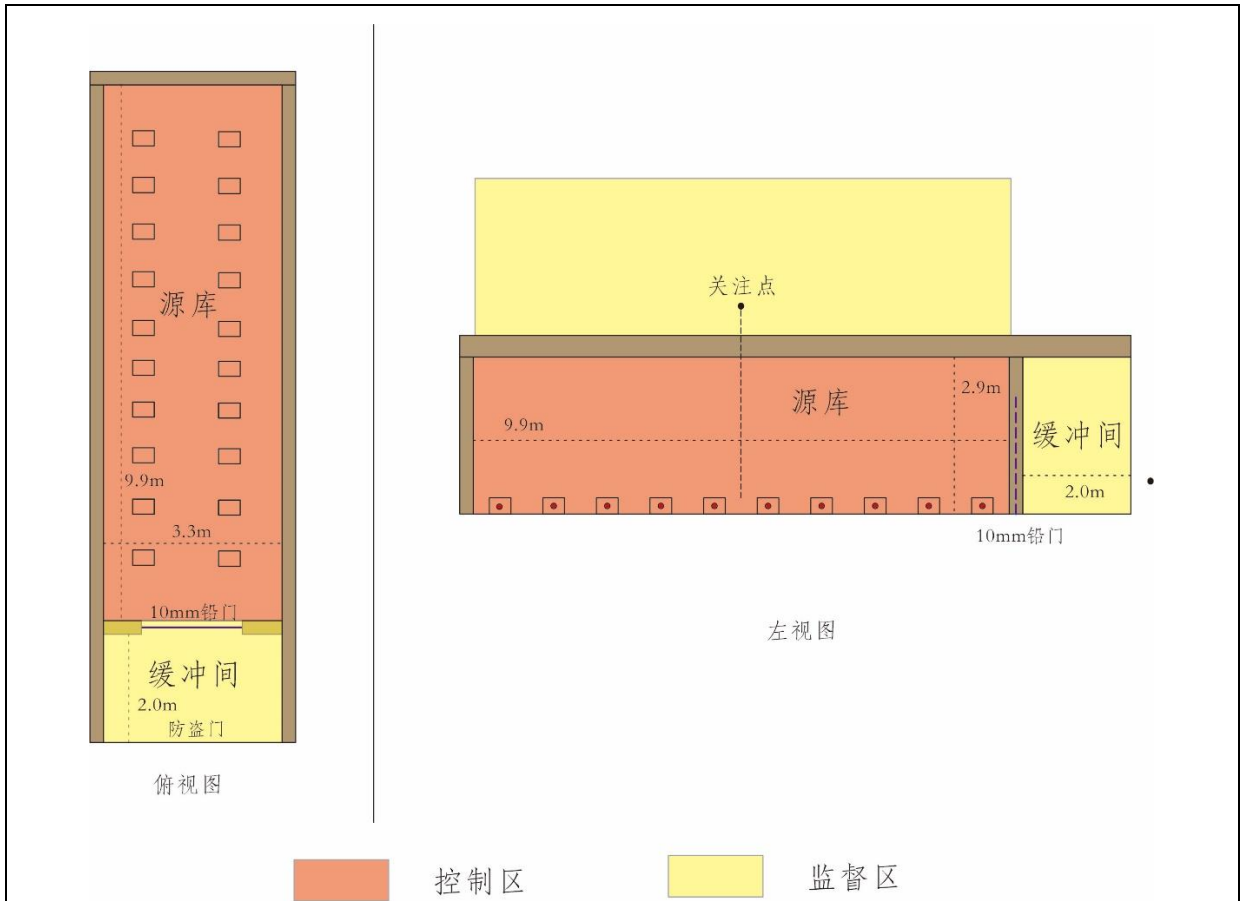


图 10-1 源库分区示意图

## 2、 $\gamma$ 现场探伤

### (1) $\gamma$ 现场探伤控制区、监督区的理论划分

根据《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）：“控制区边界外空气比释动能率应低于  $15\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ”、“监督区位于控制区外，允许与探伤相关的人员在此区活动，培训人员或探访者也可进入该区域。其外边界空气比释动能率应不大于  $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，边界处应有电离辐射警告标志标牌，公众不得进入该区域。”本项目将空气比释动能率大于  $15\mu\text{Gy}/\text{h}$  的范围内划分为控制区，将空气比释动能率  $2.5\sim 15\mu\text{Gy}/\text{h}$  的范围内划分为监督区。

#### ① 控制区距离概念

根据《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）附录 C，放射源的 $\gamma$ 射线向各个方向辐射的不同情况，应确定三类不同的控制区距离。如图 10-2 示。

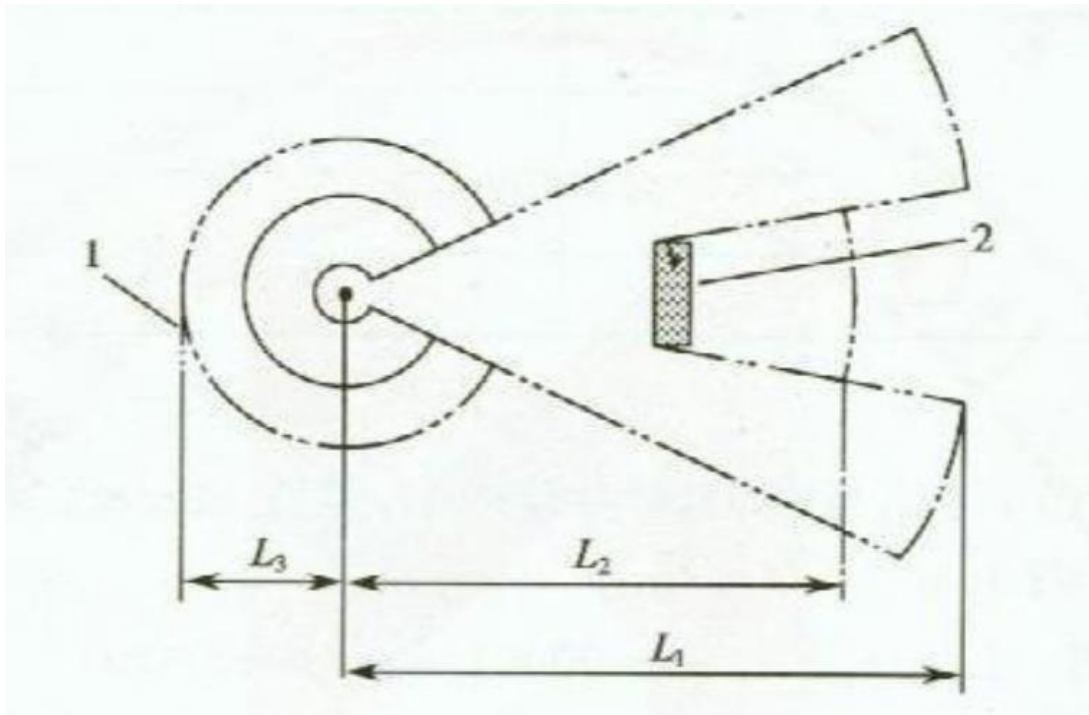


图 10-2 应用屏蔽物的控制区

图中：

1-----源容器屏蔽；

2-----探伤对象；

$L_1$ -----辐射没有任何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。

## (2) 控制区划分

对于现场探伤，控制区边界当量剂量率为  $15\mu\text{Sv/h}$ ，可由如下评定各控制区距离的大小：

$$L_1 = a_1 \times 1.63 \quad \text{公式 (11-3)}$$

式中：

$a_1$ -----边界剂量率为  $40\mu\text{Sv/h}$  的控制区距离（没有衰减时）；

1.63---边界剂量率从  $40\mu\text{Sv/h}$  调整为  $15\mu\text{Sv/h}$  的修正；

$L_1$ -----根据  $a_1$  值修正后得到的控制区距离值。

$a_1$  根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）附录 C-图 C·2 取值； $L_2$  和  $L_3$  分别由  $L_1$  乘以《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）附录-表 C.2（表 10-1）中不同半值层数相对应的因子而获得（根据屏蔽物的厚度，除以表 10-1 中相应核素和屏蔽材料的半值层厚度，求出其半值层数，进而查《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）附录-表 C.2（表 10-2）可得相应的因子）。

表 10-1 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)			
	$^{60}\text{Co}$	$^{192}\text{Ir}$	$^{169}\text{Yb}$	$^{75}\text{Se}$
铝	70	50	27	30
混凝土	70	50	27	30
钢	24	14	8.5	9
铅	13	3	0.8	1
钨	10	2.5	--	--
铀	6	2.3	--	--

表 10-2 用于控制区确定时衰减在有衰减时计算  $L_2$  和  $L_3$  的因子

半值层数	因子
0.5	0.9
1	0.7
1.5	0.6
2	0.5
3	0.4
4	0.3
5	0.2
8	0.1
10	0.05
12	0.01

陕西信立检测科技有限公司拟购置 5 枚  $^{192}\text{Ir}$  和 15 枚  $^{75}\text{Se}$  放射源用于现场探伤。在探伤时，应设定控制区和监督区。探伤工件一般为厚度 30mm~100mm 的钢工件。检测工作时，放射源从探伤机机体推出至探头，此时采用准直器对放射源进行屏蔽，参考同型号  $\gamma$  射线探伤机， $^{192}\text{Ir}$  探伤机准直器屏蔽材料为钨，厚度约 25mm； $^{75}\text{Se}$  探伤机准直器屏蔽材料为铅，屏蔽厚度为 10mm。据此计算出主射线方向和非主射线两种情况下控制区的距离（详见表 10-3）。

表 10-3 计算参数及结果（控制区）

名称	γ 射线探伤机 (内置放射源 <sup>192</sup> Ir)	γ 射线探伤机 (内置放射源 <sup>75</sup> Se)	备注
a <sub>1</sub>	150	75	根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 附录 C-图 C•2 取值
检测对象的半值层厚度 (mm)	14	9	检测对象材质主要为钢, 根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 附录 C-表 C•1 取值
检测对象的厚度 (mm)	30	30	/
检测对象的半值层数	2.1	3.3	半值层数=材料厚度/半值层厚度
计算 L <sub>2</sub> 因子	0.5	0.4	根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 附录 C-表 C•2 取值
屏蔽材料半值层厚度 (mm)	2.5	1	根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 附录 C-表 C•1 取值, <sup>192</sup> Ir 使用钨为屏蔽材料的半值层厚度取 2.5mm; <sup>75</sup> Se 使用铅为屏蔽材料的半值层厚度取 1mm。
屏蔽材料的厚度 (mm)	25	10	/
屏蔽材料的半值层数	10	10	半值层数=材料厚度/半值层厚度
计算 L <sub>3</sub> 的因子	0.05	0.05	根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 附录 C-表 C•2 取值
<b>L<sub>1</sub> (m)</b>	<b>244.5</b>	<b>122.3</b>	L <sub>1</sub> =a <sub>1</sub> ×1.63
<b>L<sub>2</sub> (m)</b>	<b>122.3</b>	<b>48.9</b>	L <sub>2</sub> =L <sub>1</sub> ×计算 L <sub>2</sub> 的因子
<b>L<sub>3</sub> (m)</b>	<b>12.2</b>	<b>6.1</b>	L <sub>3</sub> =L <sub>1</sub> ×计算 L <sub>3</sub> 的因子

③ 对于各类监督区距离的理论计算

主射线方向和非主射线两种情况下监督区的距离可由下式计算:

$$R = \sqrt{\frac{H_{\text{控制}}}{H_{\text{监督}}}} \times L \quad (\text{公示 } 10-2)$$

式中: H<sub>控制</sub>--控制区边界剂量, 15μGy/h;

H<sub>监督</sub>--监督区边界剂量, 2.5μGy/h;

L-----控制区距离, m;

R-----监督区距离, m。

据此计算出主射线方向和非主射线两种情况下监督区的距离 (详见表 10-4)。

表 10-4 计算参数及结果（监督区）

名称	$\gamma$ 射线探伤机（内置放射源 $^{192}\text{Ir}$ ）	$\gamma$ 射线探伤机（内置放射源 $^{75}\text{Se}$ ）	备注
$R_1$ (m)	598.9	299.5	/
$R_2$ (m)	299.5	119.8	/
$R_3$ (m)	30.0	15.0	/

由上述预测结果，主射线方向上，辐射没有任何衰减（即裸源照射）时， $^{192}\text{Ir}$  探伤机控制区距离为 244.5m，监督区距离为 598.9m； $^{75}\text{Se}$  探伤机控制区距离为 122.3m，监督区距离为 299.5m。主射线方向上，经探伤工件屏蔽后： $^{192}\text{Ir}$  探伤机控制区距离为 122.3m，监督区距离为 299.5m； $^{75}\text{Se}$  探伤机控制区距离为 49.8m，监督区距离为 119.8m；有用线束方向以外，经准直器屏蔽后， $^{192}\text{Ir}$  探伤机控制区距离为 12.2m，监督区距离为 30.0m； $^{75}\text{Se}$  探伤机控制区距离为 6.1m，监督区距离为 15.0m。

#### (2) $\gamma$ 现场探伤实际探伤过程中控制区和监督区的划分

实际探伤时，一方面由于源的衰减，另一方面由于探伤工件厚度的变化，控制区和监督区边界随着现场情况的不同其距离也不同。一般的做法是：(1) 首先根据理论计算保守的设定控制区和监督区边界；(2) 然后保持操作人员与现场安全员联系畅通，在操作人员将源摇至准直器后，现场安全员使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量空气辐射剂量率，到  $2.5\mu\text{Sv/h}$  划定监督区边界，到  $15\mu\text{Sv/h}$  划定控制区边界，收回源至屏蔽位置后，在探伤位置四周以该剂量的等剂量线为基础，确定控制区边界和监督区边界。探伤过程中，安全员使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪进行监督监测。

探伤作业期间，在控制区、监督区边界上用警戒绳设置警戒区，在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”；在控制区边界还应放置“禁止进入放射工作场所”标牌，在监督区边界放置“禁止公众进入”标牌，警示无关人员不可误入作业现场。设安全员对控制区边界进行巡逻，未经许可人员不得进入边界内，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者辐射束的方向发生改变时，如有必要需要调整控制区的边界。

由于无屏蔽状态控制区边界距离较大，不便于管理，为缩短控制区边界距离，建设单位工作人员在现场探伤作业时工作人员需避开主射方向，并需考虑现场探伤外环境情况，若无法满足上述监督区划定条件时，可在准直器主射方向设置铅屏风，用于缩短控制区与监督区的距离，当探伤现场周边人员较密集时，则除设置铅屏风外，还应缩短探伤工作时间。



综上所述，建设单位拟采取措施达到两区：划分距离要求：加长源鞭子或输源管长度，安排合理的工程区布置和工作时间；设置必要的屏蔽措施。

## 二、拟采取的辐射安全防护措施

### 1、密封源库辐射安全防护设施

本项目拟建密封源库为独立地下建筑，墙体为250mm混凝土结构，顶部为400mm混凝土结构，储源间内设置20个源箱（12mmPb当量铅板）用于存放含源探伤机，设1道10mmPb当量的铅防护门；西南侧缓冲间设防盗门。密封源库设源库管理人员专人负责管理，24小时轮班值守，采用严格的门卫管理制度，无关人员不得靠近密封源库。源库设计参数见表10-5。

表10-5 密封放射源库设计参数一览表

序号	项目	内容
1	源库尺寸	长7.9m，宽3.3m，高2.9m，面积26.07m <sup>2</sup>
2	缓冲室	长2m，宽3.3m，高2.9m，面积6.6m <sup>2</sup>
3	源库墙体	四面墙体采用250mm混凝土墙
4	源箱尺寸	400mm（长）×280mm（宽）×300mm（高）
5	源箱防护	2mm钢板+12mm铅板+2mm钢板
6	源库顶层	400mm混凝土
7	铅门	10mmPb当量防护门

### 2、γ现场探伤辐射安全防护设施

#### (1) γ射线探伤机固有防护措施

γ射线探伤机主要由探伤机机体、控制机构（曲柄、控制栏、控制缆）、输源管及其他附件组成。其中γ射线探伤机机体、准直器均采用屏蔽材料对放射源进行屏蔽。

#### ① 探伤机机体的屏蔽性能

探伤机机体设有源容器，主要用于屏蔽γ射线，采用屏蔽材料，设计有双保险等多种安全联锁装置，可以使γ射线有控制地输出。γ射线探伤机实物照片见图10-4。



美国铯-137 SENTINEL 660 型



海门铯-137 DLTS-B 型



海门铯-137 DL-11C 型



丹东铯-137 YG-137 型



海门铯-137 DL-VC 型



丹东铯-137 YG-75 型

图 10-4  $\gamma$  射线探伤机实物照片

根据《 $\gamma$  射线探伤机》(GB/T14058-2008) 要求：“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，其周围当量剂量率不超过表 1 规定的限值”。其中便携式  $\gamma$  射线探伤机在源容器外表面最大周围当量剂量率不超过

2mGy/h，离容器表面 50mm 处最大周围当量剂量率不超过 0.5mGy/h，离容器表面 1m 处最大周围当量剂量率不超过 0.02mGy/h。陕西信立检测科技有限公司拟购置的  $\gamma$  射线探伤机源容器的屏蔽性能应符合《 $\gamma$  射线探伤机》（GB/T14058-2008）要求。

## ② 准直器屏蔽性能

准直器用于限制射线束方向，准直器实物照片见图 10-5。



图 10-5 准直器实物照片

$\gamma$  射线探伤机准直器屏蔽物一般为铅或钨，根据建设单位提供资料， $^{192}\text{Ir}$  探伤机准直器屏蔽材料为钨，厚度约 25mm； $^{75}\text{Se}$  探伤机准直器屏蔽材料为铅，屏蔽厚度为 10mm。

## (2) 移动现场探伤辐射安全防护设施

① 每台探伤设备配备 2 名操作人员，工作前应穿戴好防护用品，携带个人剂量报警仪和热释光个人剂量计和直读式剂量计。

② 每个现场探伤作业场所应至少配备 1 台便携式辐射环境监测仪，该监测仪应定期检定。

③ 探伤作业之前，应对探伤机性能等情况进行检查，确保源容器和源传输管的照射末端无损伤、无污物，零配件无损伤，放射源锁紧装置工作正常，源容器和源导管连接牢固。

④ 探伤装置用毕不能及时返回放射源库保管时，现场探伤作业场所应配备 1 个保险柜，用于  $\gamma$  射线探伤机的现场暂存，并安排专人 24h 值守，保险柜表面明显位置应设电离辐射警告标志。

⑤ 通过增加操作人员与检测点距离来实现减少受照剂量。控制放射源传输的地点应尽可能设置于控制区外，同时应保证操作人员之间有效的交流；对于  $\gamma$  射线探伤尽量增加输源管的长度，使操作者有足够的时间远离射线发生器。

⑥ 每台探伤设备均安装定位追踪装置，有效防止探伤设备丢失、被盗。

### 三、安全管理措施

#### 1、移动探伤过程中应采取的辐射安全管理措施

(1) 将空气比释动能率大于  $15\mu\text{Gy/h}$  的范围内划分为控制区，将空气比释动能率  $2.5\sim 15\mu\text{Gy/h}$  的范围内划分为监督区。

(2) 作业控制区和监督区边界设置警戒线，并设置“当心电离辐射”的警示标志。 $\gamma$  射线现场探伤时，控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入放射工作场所”的标牌，在监督区边界放置“禁止公众进入”标牌；专人警戒，并由作业班组的安全员负责巡视，避免无关人员进入。

(3) 应尽量避免在人群密集区和居民区进行现场探伤，无法避免时，应划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外，设专人警戒，防止无关人员进入监督区和控制区，引起不必要的意外照射。在无法疏散时，必须采取防护措施，保证无关人员所处位置的剂量当量率不超过  $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。

(4) 现场探伤操作人员必须经过操作业务培训，熟练掌握操作方法后方可开展移动探伤工作。

(5)  $\gamma$  现场探伤时，作业现场边界外公众可达地点应放置安全信息公示牌，并应满足以下要求：

① 公示牌面积不小于  $2\text{m}^2$ ；

② 公示牌信息内容包括辐射安全许可证、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；

③ 公示信息采取喷绘（印刷）的方式进行制作；

④ 公示牌信息应实时更新，禁止涂改、污损。

#### 2、其他辐射环境管理措施

(1) 该公司为保证移动探伤辐射防护措施的落实和现场探伤作业的安全，保证操作人员的辐射剂量满足个人剂量限值的要求，应按照国家标准和法律法规的要求，完善相关管理制度。

(2) 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》（公告 2019 年 第 57 号），本项目在建成运行前，陕西信立检测科技有限公司拟组织新从事辐射活动的人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习报名并通过考核后方可上岗。

(3) 放射性工作人员上岗前应先进行身体检查，体检合格后方可上岗，上岗后要根据国家标准的相关规定定期体检，建立健康档案；公司应为放射性工作人员配备热释光个人剂量计和直读式剂量计，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测 1 次，做到定期送检，专人专戴，建立个人剂量档案。

(4) 每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关报送辐射环境年度评估报告。

### **3、 $\gamma$ 射线探伤机作业异地作业备案**

到外省、自治区、直辖市利用  $\gamma$  射线探伤机作业时，公司应当根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）中“第二十五条 使用放射性同位素的单位需要将放射性同位素转移到外省、自治区、直辖市使用的，应当持许可证复印件向使用地省、自治区、直辖市人民政府环境保护主管部门备案，并接受当地环境保护主管部门的监督管理”规定，于活动实施前先向使用地省级环境保护主管部门备案后，到陕西省生态环境厅备案。

### **四、源库辐射污染防治措施及台账要求**

(1) 储源库内严禁存放其他物品，源库设计应考虑“防火、防盗（抢）、防丢失、防水、防爆、防腐蚀”的基本要求；

(2) 要求源库内不得居住或放置易燃、易爆等其他危险品，避免火灾事故的发生。

(3) 源库门口应设置明显的“当心电离辐射”警告标志，防止无关人员靠近；

(4) 源库两扇门应实行双人双锁，同时实行探伤机出入库的登记工作，定期检查，做好帐物相符；

(5) 密封放射源贮存库设置防盗报警装置、视频监控装置及计量报警仪，并设立值班室，配备报警专用通讯电话，建立了 24 小时专人值班管理制度，严格按照密封放射源贮存库的分区要求，禁止无关人员进入密封放射源库相关区域；

(6) 源库管理办公室内应张贴相应的管理制度和源库发生应急事故的处理措施和报告流程；

(7) 源库内有专用通风设置，在存、取放射源前进行密封放射源贮存库通风，在进行密封放射源存、取过程中应在密封放射源贮存库周围进行警戒，防止无关人员闯入受到不必要的照射；

(8) 放射源台账应明确，新存入的放射源和放射源贮存情况，资料分别由主管部门、使用单位或保管单位保存，定期进行核查，并计入台账；

(9) 密封放射源出、入库时应对密封放射源源壳进行检定，确定密封放射源在源壳内，防止密封放射源的丢失；

(10) 公司须配备相应的个人防护用品和辅助防护设施：a.每个辐射工作人员各配备一枚热释光个人剂量计和直读式剂量计；b.11 台巡测仪（源库配备 1 台，现场探伤配备 10 台）；c.22 套铅衣、铅手套，铅眼镜等。

#### 五、现场探伤应急措施及其他防护措施

##### (1) Y 射线探伤安全应急措施

①使用便携式  $\gamma$  射线探伤机，必须根据受照情况划出控制区和监督区，探伤前告知附近其他施工队及相关人员。

②控制区边界空气比释动能率应低于  $15\mu\text{Gy/h}$ ，在边界必须悬挂清晰可见的“禁止进入放射性工作场所”警示标志。未经许可人员不得进入该范围，可采用绳索、链条和类似的方法或安排监督人员实施人工管理。

③监督区位于控制区外，边界剂量率不大于  $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，边界处应有“当心电离辐射”警示标志，公众不得进入该区域。

④用警戒绳将监督区合围，形成一个封闭的区域，警戒绳的高度大致在  $0.8\sim 1.0$  米左右。至少在警戒绳的四个方向悬排警示标志（注明：正在进行射线探伤，禁止入内）且派人巡视，严禁无关人员进入或停留。

⑤夜间工作同样应设警戒线，警戒线上必须设置红色工作灯并派人在警戒线巡视，防止其他无关人员误入。

⑥检测工作人员必须熟悉从事放射工作的性质，严格执行各项管理制度和操作规程。

⑦经常检查和维护射线装置，发现问题及时处理。⑧合理使用防护用品，坚持先示警后开机的操作程序。

⑨每次探伤工作结束后都要对贮源容器进行监测，确保源已回到贮源器内。

## (2) 现场使用的污染防治和安全防护应急措施

①探伤机机体是放射源的储存装置。内装有专用的屏蔽材料，当放射源被锁闭在探伤机机体的安全位置时，该屏蔽体能有效控制 $\gamma$ 射线。同时 $\gamma$ 射线探伤机设有系统故障时的安全装置、防止违章操作等安全装置。

## 三废的治理

本项目不产生放射性废气和废水，主要的污染有：退役/废旧放射源、 $O_3$ 、 $NO_x$ 、废显（定）影液、废旧胶片。

### (1) 退役/废旧放射源

根据《中华人民共和国放射性污染防治法释义》第三十二条：生产放射源的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定回收和利用废旧放射源；使用放射源的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定将废旧放射源交回生产放射源的单位或者送交专门从事放射性固体废物贮存、处置的单位；《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第18号）的要求：“生产、进口放射源的单位销售I类、II类、III类放射源给其他单位使用的，应当与使用放射源的单位签订废旧放射源返回协议”。

本项目新增使用II类放射源，其退役时产生废旧放射源； $\gamma$ 探伤源使用年限不得超过10年，一般在使用该核素3~5个半衰期之后需要进行更换。评价要求建设单位在购置放射源时与厂家签订退役放射源返回协议并在3个月内将废旧放射源交回生产单位或原出口方；确实无法交回生产单位的，送交城市放射性废物库。

### (2) $O_3$ 和 $NO_x$

本项目 $\gamma$ 射线探伤机运行过程中，放射源 $^{192}Ir$ 可释放 $\beta$ 、 $\gamma$ 射线，放射源 $^{75}Se$ 可释放 $\gamma$ 射线。X射线探伤机和 $\gamma$ 射线探伤机产生的 $\gamma$ 射线会使空气电离，产生少量 $O_3$ 、 $NO_x$ 。本项目探伤过程一般位于室外，地形较为开阔，通风条件良好，且现场探伤时控制区内无人员停留，基本不会对职业人员和公众造成危害。

### (3) 废显（定）影液和废旧胶片

本项目探伤拍片后依托公司项目部现有暗室进行洗片，洗片产生的废显（定）影液和废旧胶片为危险废物，属于《国家危险废物名录》中HW16（废物代码900-019-16）感光材料废物。现场探伤的胶片拟依托公司项目部暗室进行洗片，产生废显（定）影液和废胶片暂存于专用容器内，暂存在公司项目部危废暂存间内；定期交由

有资质单位处置陕西信立检测科技有限公司已与榆林市德隆环保科技有限公司签订危废处置技术服务合同，项目建成后可交由该公司定期处置。

根据建设单位提供资料，项目建成后每年最多使用胶片 18000 张，在现场探伤过程中废胶片产生量约 1000 张，每张片子平均约 10g，共计 10kg/a；定影液使用量 210L，显影液使用量 210L，则废显（定）影液产生量 420L。

根据现场调查，公司项目部现有暗室现状见图 10-6。



项目部空房间



暗室现状

**图 10-6 公司项目部现有暗室现状**

本项目危废暂存间要求由专人（兼）负责管理，钥匙由专人进行保管。暂存间内应配备照明设施、消防设施。门外应张贴符合标准的危险废物警示标志及危险废物标签，屋内张贴《危险废物管理制度》；公司项目部暗室地面应在容器下方设置不锈钢托盘进行防渗，防止显影（定）液发生泄漏对周边环境造成影响。

危废暂存间地面采用混凝土+环氧树脂地坪防渗，用警戒线分出各类危险废物存放区，各类危险废物采用专用容器进行装载，容器外张贴危险废物标签。盛装液体的容器下方设托盘。暂存间设置危险废物管理台账，记录危险废物种类及出入库情况等。

采取以上措施后，项目产生的固体废物可得到合理处置，不会对环境产生不利影响。



表 11 环境影响分析

### 建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要包括在陕西信立检测科技有限公司厂内新建 1 座密封源库，在公司项目部对危废暂存间的改造建设。暗室依托公司项目部现有暗室进行洗片（本次不涉及该部分建设内容），建设时将产生施工噪声、粉尘、废水和少量建筑垃圾污染，主要影响对象为周围公众，施工时对环境会产生如下影响：

#### 一、施工废气

施工过程主要包括对土石方开挖、回填以及建筑材料装卸、运输等施工活动产生的粉尘。施工扬尘对施工区域周围 50~100m 范围以外的贡献值符合环境空气质量二级标准，但在大风（>5 级）情况下，施工粉尘对施工区域周围 100~300m 范围以外的 TSP 才能满足二级标准；危废暂存间改造施工均在室内进行，因此废气影响仅局限在施工现场。本工程工程量较小，施工时间短，施工过程在厂内（院内）进行，对周边环境影响较小。

为减小施工期间扬尘对周围环境的影响，施工单位应做到以下几点：加强施工现场运输车辆管理，运输粉状物料及渣土的车辆进出施工场地时进行冲洗；大风（四级及四级以上）情况下停止施工；土石方开挖、回填等产尘较大的施工过程，进行洒水抑尘处理，防止施工过程扬尘对周边环境造成影响。

采取上述措施后扬尘会得到有效控制，对周围环境影响很小。

#### 二、废水

项目施工期间废水主要为施工人员产生的少量生活污水及混凝土养护废水。根据《建设工程施工场地文明施工及环境管理暂行规定》的要求，应在施工区设置单体沉淀池 1 个，用于处理施工过程产生的废水，经沉淀处理后用于洒水降尘，不外排。施工人员生活污水依托公司现有化粪池处理，定期委托周边居民进行拉运。采取以上措施后，项目在施工过程无施工废水排放，对周边水环境影响较小。

#### 三、噪声

本工程施工包括土方、底板及结构、装修阶段。各阶段采用不同的施工机械及交通运输车辆，产生施工噪声。施工过程中主要机械设备为混凝土振捣器、混凝土输送泵、电焊机、角磨机、手电钻及运输车辆等施工期噪声源强为 80~96dB(A)，施工过

程主要以人工为主，无大型及高噪声设备。由于各施工阶段使用施工机械类型、数量、地点常发生变化，作业时间也不定，从而导致噪声产生具有随机性、无组织性，属不连续产生。

为最大限度减少施工期的噪声影响，评价要求施工期应采取以下噪声防治措施：

(1) 工程应严格控制高噪声设备运行时间段，加强施工管理，合理安排施工作业时间；

(2) 施工设备选型时尽量采用低噪声设备；

(3) 进行施工作业时，建筑材料的装卸过程产生的金属撞击声和落料声等均会产生较大距离的声环境影响，因此要杜绝人为敲打、野蛮装卸现象，规范物料进出车辆进出场地高速行驶、鸣笛等；

(4) 施工前及时做好沟通工作，加大宣传和教育，使工人做到文明施工、绿色施工，树立以人为本、以己及人的思想。

综上，在做好沟通工作，合理安排施工时段，缩短施工周期的前提下，施工噪声影响可得到有效控制。在采取评价提出的以上措施后，施工噪声对环境的影响将会减小到最小。

#### 四、固体废物

施工期产生的固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾及施工人员产生的生活垃圾。

##### (1) 建筑垃圾

本项目建筑工程量较小、建设材料较少，产生的建筑垃圾主要是一些废弃钢结构材料、砖块及混凝土结块等，本工程建筑垃圾产生量参照《建筑垃圾的产生与循环管理》（《环境卫生工程》2006年8月第14卷第4期），在单栋建筑物的建造过程中，单位建筑面积的建筑垃圾产生量约为20~50kg/m<sup>2</sup>。本工程为建筑物建造，建筑垃圾产生量取30kg/m<sup>2</sup>，本工程变电站总建筑面积约为39.6m<sup>2</sup>，建筑垃圾产生量为1.188t。本工程产生的建筑垃圾收集后堆放于指定地点，有综合利用价值的外售给废品站，无法综合利用的建筑垃圾运往当地政府指定的建筑垃圾填埋场，严禁随意丢弃。

##### (2) 施工人员生活垃圾

本工程平均施工人员约5人，参考《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，榆林市类别属五区5类城，本工程施工人员生活垃圾产生量按0.34kg/人·d

计，即为 1.7kg/d。生活垃圾依托公司现有生活设施处理，统一纳入当地垃圾清运系统。

通过上述措施后，本工程施工期产生固体废弃物均得到合理妥善处置，处置率 100%，对环境的影响较小。

## 运行阶段对环境的影响

### 一、源库的辐射环境影响分析

#### 1、源库屏蔽能力分析

根据建设单位提供资料，本项目  $^{192}\text{Ir}$  探伤机和  $^{75}\text{Se}$  探伤机为手提式，源库内储存的放射源主要用于现场探伤，移动探伤现场一般位于室外，且探伤检测工期较长，一般储源数量不会达到设计定额，本项目每个源箱分别存放 1 台含源探伤机，源库最大储存量为 20 台含源（15 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源、5 枚  $^{75}\text{Se}$  放射源）探伤机。本次评价按源库最大储存 20 台含源探伤机进行评价。源库设计示意图见图 11-1。

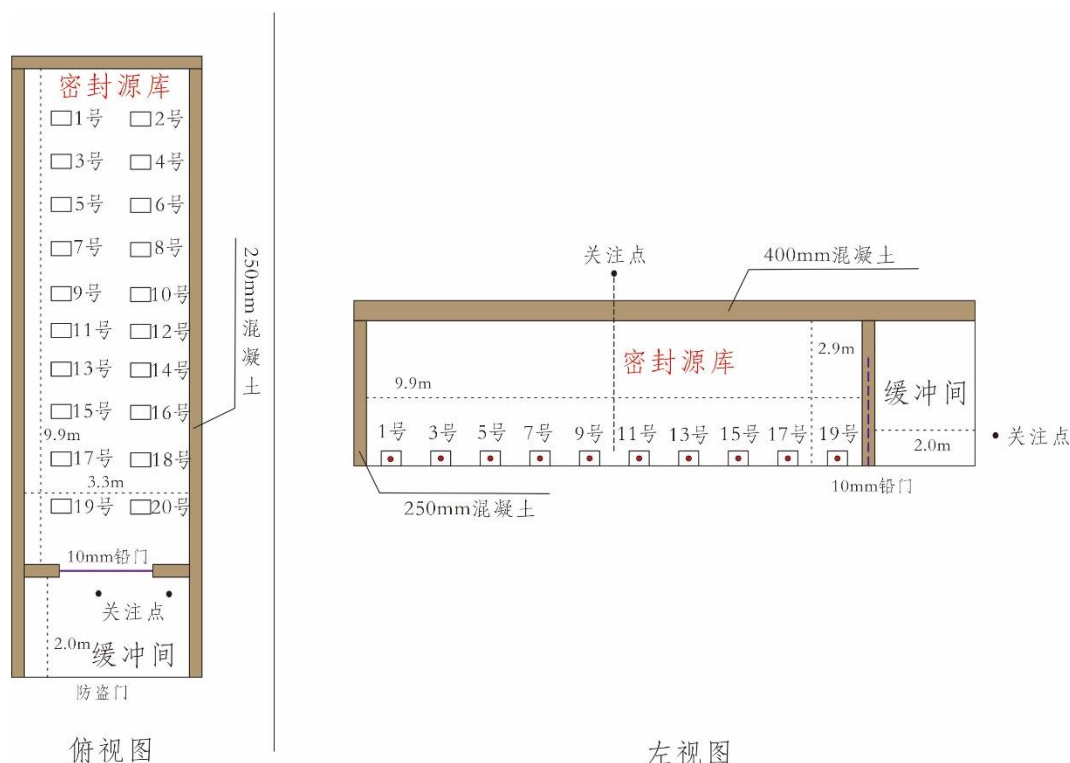


图 11-1 密封源库设计示意图

本次密封源库屏蔽能力分析关注点取密封源库正上方 30cm 处、缓冲间墙外 30cm 处、防护门外 30cm 处和缓冲间外 30cm 处。

根据《辐射剂量与防护》工业和信息化部“十二五”规划教材（电子工业出版社）中第六章“ $\gamma$ 射线与X射线的防护”中，利用减弱倍数计算：

$$K = \frac{e^{\mu d}}{B} \quad (\text{公式 1})$$

$$H = H_0 \frac{1}{R^2} \cdot B e^{-\mu d} = H_0 \frac{1}{R^2} \cdot \frac{1}{K} \quad (\text{公式 2})$$

式中：

H：预测点的 $\gamma$ 辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$H_0$ ：距放射源 1m 处的 $\gamma$ 辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ，本次评价《工业 $\gamma$ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008），手提式探伤机选取源容器表面 100cm 处的空气比释动能率不应超过 0.02mGy/h 为限值进行计算；

R：预测点与放射源的距离

对于 $\gamma$ 射线通过屏蔽厚度为 d 的屏蔽层吸收剂量的减弱倍数用 K 表示。

利用“半减弱厚度计算”中：半减弱层数目 n 与剂量减弱倍数 K 的关系为  $K=2^n$ 。

半减弱层数目为屏蔽材料厚度与半减弱层厚度的比值，根据下表进行计算：

表 12-1  $\gamma$ 射线的半减弱层厚度 单位：cm

$E_\gamma/\text{MeV}$	水	混凝土	钢	铅
0.5	7.4	3.7	1.1	0.4
0.6	8.0	3.9	1.2	0.49
0.7	8.6	4.2	1.3	0.59
0.8	9.2	4.5	1.4	0.70
0.9	9.7	4.7	1.4	0.80
1.0	10.3	5.0	1.5	0.90
$^{192}\text{Ir}$	0.4（在铀中）	4.1	1.3	0.6
$^{75}\text{Se}$ （0.4）	7.4	3.7	1.1	0.4

根据建设单位提供资料，本项目密封源库储源间内设置 20 个源箱（10mmPb 当量铅板）用于存放含源探伤机内，墙体为 250mm 混凝土结构，顶部为 400mm 混凝土结构，设 1 道 10mmPb 当量的铅防护门。项目密封源库为地下建筑，源库东侧、西侧、北侧均为土层，无人到达，南侧设置缓冲间，顶部地面上方为空地，

表 11-2 密封源库顶部屏蔽计算参数

放射源	材料	屏蔽厚度	半减弱层厚度	半减弱层数目	总半减弱层数目	减弱倍数 K
$^{192}\text{Ir}$	铅	1.2cm	0.6cm	2.00	11.75	3444
	混凝土	40cm	4.1cm	9.75		
$^{75}\text{Se}$	铅	1.2cm	0.4cm	3.00	13.80	14263
	混凝土	40cm	3.7cm	10.80		

**表 11-3 密封源库墙外屏蔽计算参数**

放射源	材料	屏蔽厚度	半减弱层厚度	半减弱层数目	总半减弱层数目	减弱倍数 K
<sup>192</sup> Ir	铅	1.2cm	0.6cm	2.00	8.10	274
	混凝土	25cm	4.1cm	6.10		
<sup>75</sup> Se	铅	1.2cm	0.4cm	3.00	9.76	867
	混凝土	25cm	3.7cm	6.76		

**表 11-4 密封源库防护门外屏蔽计算参数**

放射源	材料	屏蔽厚度	半减弱层厚度	半减弱层数目	总半减弱层数目	减弱倍数 K
<sup>192</sup> Ir	铅	1.2cm	0.6cm	2.00	3.67	12.7
	铅	1cm	0.6cm	1.67		
<sup>75</sup> Se	铅	1.2cm	0.4cm	3.00	5.50	45.3
	铅	1cm	0.4cm	2.50		

根据表 11-2、表 11-3 和表 11-4，已知密封源库各关注位置减弱倍数 K，源库最大容量（含 20 枚放射源）下，根据公式 2 计算密封源库各关注点剂量率，计算结果见表 11-5、表 11-6 和表 11-7。

**表 11-5 密封源库顶部屏蔽效果理论计算结果** 单位：μGy/h

放射源	源强	放射源与关注点的距离 R, m	减弱倍数 K	剂量率贡献值	关注点剂量率
<sup>192</sup> Ir -1 号	20	3.3	3444	5.33E-04	8.64E-03
<sup>192</sup> Ir -2 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -3 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -4 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -5 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -6 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -7 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -8 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -9 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -10 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -11 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -12 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -13 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -14 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>192</sup> Ir -15 号	20	3.3	3444	5.33E-04	
<sup>75</sup> Se -1 号	20	3.3	14263	1.29E-04	
<sup>75</sup> Se -2 号	20	3.3	14263	1.29E-04	
<sup>75</sup> Se -3 号	20	3.3	14263	1.29E-04	
<sup>75</sup> Se -4 号	20	3.3	14263	1.29E-04	
<sup>75</sup> Se -5 号	20	3.3	14263	1.29E-04	
计算距离取最不利情况下所有放射源与关注点的垂直距离（2.9+0.4+0.3-0.3=3.3m）					

放射源	源强	放射源与关注点的距离 R, m	减弱倍数 K	剂量率贡献值	关注点剂量率
$^{192}\text{Ir}$ -1 号	20	10	274	7.30E-04	9.59E-02
$^{192}\text{Ir}$ -2 号	20	10	274	7.30E-04	
$^{192}\text{Ir}$ -3 号	20	9	274	9.01E-04	
$^{192}\text{Ir}$ -4 号	20	9	274	9.01E-04	
$^{192}\text{Ir}$ -5 号	20	8	274	1.14E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -6 号	20	8	274	1.14E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -7 号	20	7	274	1.49E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -8 号	20	7	274	1.49E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -9 号	20	6	274	2.03E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -10 号	20	6	274	2.03E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -11 号	20	5	274	2.92E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -12 号	20	5	274	2.92E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -13 号	20	4	274	4.56E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -14 号	20	4	274	4.56E-03	
$^{192}\text{Ir}$ -15 号	20	3	274	8.11E-03	
$^{75}\text{Se}$ -1 号	20	3	867	2.56E-03	
$^{75}\text{Se}$ -2 号	20	2	867	5.77E-03	
$^{75}\text{Se}$ -3 号	20	2	867	5.77E-03	
$^{75}\text{Se}$ -4 号	20	1	867	2.31E-02	
$^{75}\text{Se}$ -5 号	20	1	867	2.31E-02	
计算距离取最不利情况下所有放射源与关注点的水平距离					

放射源	源强	放射源与关注点的距离 R, m	减弱倍数 K	剂量率贡献值	关注点剂量率
$^{192}\text{Ir}$ -1 号	20	10.0	12.7	1.57E-02	1.92
$^{192}\text{Ir}$ -2 号	20	10.0	12.7	1.57E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -3 号	20	9.0	12.7	1.94E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -4 号	20	9.0	12.7	1.94E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -5 号	20	8.0	12.7	2.46E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -6 号	20	8.0	12.7	2.46E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -7 号	20	7.0	12.7	3.21E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -8 号	20	7.0	12.7	3.21E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -9 号	20	6.0	12.7	4.37E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -10 号	20	6.0	12.7	4.37E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -11 号	20	5.0	12.7	6.30E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -12 号	20	5.0	12.7	6.30E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -13 号	20	4.0	12.7	9.84E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -14 号	20	4.0	12.7	9.84E-02	
$^{192}\text{Ir}$ -15 号	20	3.0	12.7	1.75E-01	
$^{75}\text{Se}$ -1 号	20	3.0	45	4.92E-02	

<sup>75</sup> Se- 2 号	20	2.8	45	1.11E-01	
<sup>75</sup> Se- 3 号	20	2.8	45	1.11E-01	
<sup>75</sup> Se- 4 号	20	1.0	45	4.42E-01	
<sup>75</sup> Se- 5 号	20	1.0	45	4.42E-01	

计算距离取最不利情况下所有放射源与关注点的水平距离

**表 11-8 密封源库缓冲间门外屏蔽效果理论计算结果** 单位:  $\mu\text{Gy/h}$

放射源	源强	放射源与关注点的距离 R, m	减弱倍数 K	剂量率贡献值	关注点剂量率
<sup>192</sup> Ir -1 号	20	12.0	10	1.39E-02	7.27E-01
<sup>192</sup> Ir -2 号	20	12.0	10	1.39E-02	
<sup>192</sup> Ir -3 号	20	11.0	10	1.65E-02	
<sup>192</sup> Ir -4 号	20	11.0	10	1.65E-02	
<sup>192</sup> Ir -5 号	20	10.0	10	2.00E-02	
<sup>192</sup> Ir -6 号	20	10.0	10	2.00E-02	
<sup>192</sup> Ir -7 号	20	9.0	10	2.47E-02	
<sup>192</sup> Ir -8 号	20	9.0	10	2.47E-02	
<sup>192</sup> Ir -9 号	20	8.0	10	3.13E-02	
<sup>192</sup> Ir -10 号	20	8.0	10	3.13E-02	
<sup>192</sup> Ir -11 号	20	7.0	10	4.08E-02	
<sup>192</sup> Ir -12 号	20	7.0	10	4.08E-02	
<sup>192</sup> Ir -13 号	20	6.0	10	5.56E-02	
<sup>192</sup> Ir -14 号	20	6.0	10	5.56E-02	
<sup>192</sup> Ir -15 号	20	5.0	10	8.00E-02	
<sup>75</sup> Se -1 号	20	5.0	32	2.50E-02	
<sup>75</sup> Se -2 号	20	4.0	32	3.91E-02	
<sup>75</sup> Se -3 号	20	4.0	32	3.91E-02	
<sup>75</sup> Se -4 号	20	3.0	32	6.94E-02	
<sup>75</sup> Se -5 号	20	3.0	32	6.94E-02	

计算距离取最不利情况下所有放射源与关注点的水平距离

根据表 11-5、表 11-6、表 11-7 和表 11-8 可知, 拟建密封源库储源量达到最大情况下 (20 台含源探伤机均处于源库内), 密封源库正上方 30cm 处关注点剂量率为  $0.00864\mu\text{Gy/h}$ , 密封源库墙外 (缓冲间内) 30cm 处关注点剂量率为  $0.0959\mu\text{Gy/h}$ , 密封源库防护门外 (缓冲间内) 30cm 处关注点剂量率为  $1.92\mu\text{Gy/h}$ , 密封源库缓冲间门外 30cm 处关注点剂量率为  $0.727\mu\text{Gy/h}$ 。各关注点  $\gamma$  辐射剂量率均符合《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 规定的限值 (其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于  $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ) 的要求。

### 3、对管理人员的影响分析

密封源库管理人员对密封源库每天巡查 2 次，在密封源库缓冲间外及上方巡查，其最大  $\gamma$  辐射剂量率为  $0.727\mu\text{Gy/h}$ ，每次巡查 10min，因此管项目密封源库管理人员巡查过程年附加有效剂量（365d）约  $0.088\text{mSv}$ 。

当放射源入库或出库时，由管理人员对设备表面剂量进行监测，监测时距离约 1m，根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）的要求，距离照射容器外 1m 处的空气比释动能率控制值为  $0.02\text{mGy/h}$ ，按每年 600 次任务存、取来计算，每次交接搬运及监测时间约 3min，则每年监测期间受照射时间约 60h，则监测时受到的年附加有效剂量为  $1.20\text{mSv}$ 。其余时间管理人员在值班室内对源库进行视频监控，不近距离接触。

综上所述，项目密封源库管理人员受到的总年有效剂量为  $1.288\text{mSv}$ ，低于本次评价放射性工作人员年有效控制目标值（ $5\text{mSv}$ ），实际工作过程中， $\gamma$  射线探伤机位于源箱内，监测期间打开时间较短，且管理人员工作期间会佩戴铅防护用品，可以使放射源存储和管理过程对源库管理人员的个人年有效剂量贡献值进一步减小。

#### 4、对公众的辐射影响分析

拟建密封源库位于陕西省榆林市榆阳区苏酸路北陕西信立检测科技有限公司厂区西侧，源库为地下建筑，源库东侧、西侧、北侧均为土层，源库上方为空地，基本无公众停留。

距离本项目密封源库最近为公司食堂（关注点与放射源距离取  $4.4\text{m}$ ），因此对公众辐射影响进行预测，见表 11-5。

表 11-9 公众屏蔽效果理论计算结果 单位： $\mu\text{Gy/h}$

放射源	源强	放射源与关注点的距离 R, m	减弱倍数 K	剂量率贡献值	关注点剂量率
$^{192}\text{Ir}$ -1 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	4.86E-03
$^{192}\text{Ir}$ -2 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -3 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -4 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -5 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -6 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -7 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -8 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -9 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -10 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -11 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	
$^{192}\text{Ir}$ -12 号	20	4.3	3444	$3.00\text{E-}04$	



<sup>192</sup> Ir -13 号	20	4.3	3444	3.00E-04
<sup>192</sup> Ir -14 号	20	4.3	3444	3.00E-04
<sup>192</sup> Ir -15 号	20	4.3	3444	3.00E-04
<sup>75</sup> Se -1 号	20	4.3	14263	7.24E-05
<sup>75</sup> Se -2 号	20	4.3	14263	7.24E-05
<sup>75</sup> Se -3 号	20	4.3	14263	7.24E-05
<sup>75</sup> Se -4 号	20	4.3	14263	7.24E-05
<sup>75</sup> Se -5 号	20	4.3	14263	7.24E-05

根据表 11-9，本项目密封源库距离最近处  $\gamma$  辐射剂量率为 0.00486 $\mu$ Gy/h，因此公众（居留因子取 1）受到的年有效剂量为 0.0097mSv，低于本次评价公众个人有效剂量控制目标值（0.1mSv）。

## 2、放射源运输过程辐射环境影响分析

根据《交通运输部关于修改<放射性物品道路运输管理规定>的决定》（中华人民共和国交通运输部令2016年第71号）中“道路运输放射性物品的承运人（以下简称承运人）应当取得相应的放射性物品道路运输资质，并对承运事项是否符合本企业或者单位放射性物品运输资质许可的运输范围负责”规定，本项目 $\gamma$ 射线探伤机（内含放射源）的运输根据现场无损检测需求拟新增放射源委托运输资质单位运输，目前已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了委托运输协议，浙江省科学器材进出口有限责任公司现已取得道路运输经营许可证（杭字330101200129号），经营范围包括：货运：经营性危险货物运输（第7类 放射性物质）（剧毒化学品、国家特别管控危险化学品除外），运输车辆已取得道路运输证（浙交运管危字330106100962号），运输驾驶人员已取得放射性物品道路运输从业资格，本项目委托运输可行。。

## 3、 $\gamma$ 射线探伤机探伤过程辐射环境影响分析

公司现场探伤工作人员为均 2 人 1 组（操作人员 1 名，安全人员 1 名），人员间不会交叉作业本项目  $\gamma$  射线探伤机探伤过程主要包括职业人员近距离接触探伤机、送源和收源（裸源）以及探伤过程的辐射影响。

### (1) 近距离接触探伤机情况下辐射环境影响

由《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）的要求和厂家提供的技术指标得，距离探伤机表面 5cm 处的剂量率为 0.5mGy/h，本次在近距离接触探伤机的过程中接受的照射均按 0.5mGy/h 计。现场探伤工作人员近距离接触探伤机主要为包括将探伤机从车内（车内有屏蔽箱）到探伤地点、连接输源管以及工作期间搬运等过程，根据建设单位提供资料，平均每次任务期间近距离搬运为 2 次，每次探伤工作人员的近

距离接触探伤机的时间约为 2min（包括将探伤机从车内（车内有屏蔽箱）到探伤地点、连接输源管等过程），平均每年每组人员接受任务约 60 次，因此项目现场探伤过程操作人员近距离接触探伤机时间为 4h/a。

(2) 送源和收源（裸源）情况下辐射环境影响

根据建设单位提供资料，本项目使用探伤机控制缆长度约 15m，输源管长度约 7m，送源和收源平均距离取 20m。项目现场探伤过程每次任务期间探伤送源和收源时间共计 30s，平均每年每组人员接受任务约 60 次，则收源和送源过程照射时间为 0.5h/a。

根据《辐射防护导论》（原子能出版社，方杰著）， $\gamma$  放射源裸源状态的剂量当量指数率按下式进行计算：

$\gamma$  射线：距点源其他距离处的  $\gamma$  照射剂量率可按照以下公式计算：

$$\dot{X}_r = \dot{X}_1 / r^2 \dots\dots\dots \text{（公式 11-3）}$$

$$\dot{D} = 8.73 \times 10^{-3} \dot{X}_r \dots\dots\dots \text{（公式 11-4）}$$

式中： $\dot{X}_r$ ——距放射源 r m 处的照射量率，R/h；

$\dot{X}_1$ ——距放射源 1m 处的照射量率，R/h；

对于  $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$  均为放射  $\gamma$  源， $\dot{X}_1 = A\Gamma$ 。其中 A 为放射源的放射性活度（Ci）， $\Gamma$  为放射性核素的照射量率常数。由《 $\gamma$  射线屏蔽参数手册》中表 3-1 中查得： $^{192}\text{Ir}$  照射量率常数取  $0.48\text{R}\cdot\text{m}^2/\text{h}\cdot\text{Ci}$ ， $^{75}\text{Se}$  照射量率常数取  $0.20\text{R}\cdot\text{m}^2/\text{h}\cdot\text{Ci}$ 。

r——计算点与源的距离，m；

$\dot{D}$ —— $\gamma$  辐射空气吸收剂量率，Gy/h。

表 11-10 裸源情况下空气比释动能率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）

距离（m）	$^{192}\text{Ir}$	$^{75}\text{Se}$
1	6.32E+05	1.76E+05
2	1.58E+05	4.39E+04
3	7.02E+04	1.95E+04
4	3.95E+04	1.10E+04
5	2.53E+04	7.02E+03
10	6.32E+03	1.76E+03
15	2.81E+03	7.80E+02
20	1.58E+03	4.39E+02

(3) 探伤过程的职业人员辐射环境影响

根据建设单位提供资料，每次任务曝光零件约 10 个，每个零件曝光时间（最大活度下）约 10min，平均每年每组人员接受任务约 60 次，因此现场探伤过程每组人员照射时间为 100h/a。

由“表 10 的  $\gamma$  现场探伤控制区、监督区的理论划分”可知，主射线方向上，辐射没有任何衰减（即裸源照射）时， $^{192}\text{Ir}$  探伤机控制区距离为 244.5m，监督区距离为 598.9m； $^{75}\text{Se}$  探伤机控制区距离为 122.3m，监督区距离为 299.5m。主射线方向上，经探伤工件屏蔽后： $^{192}\text{Ir}$  探伤机控制区距离为 122.3m，监督区距离为 299.5m； $^{75}\text{Se}$  探伤机控制区距离为 49.8m，监督区距离为 119.8m；有用线束方向以外，经准直器屏蔽后， $^{192}\text{Ir}$  探伤机控制区距离为 12.2m，监督区距离为 30.0m； $^{75}\text{Se}$  探伤机控制区距离为 6.1m，监督区距离为 15.0m。现场探伤过程可保证项目探伤操作人员探伤过程在经准直器屏蔽后，活动范围位于监督区外；项目安全员负责在控制区外进行巡逻。

综上所述，本则使用放射源  $^{192}\text{Ir}$  或  $^{75}\text{Se}$  现场探伤过程中操作人员年附加有效剂量见表 11-10。

表 11-10 现场探伤过程操作人员受照射剂量估算表

放射性核素	Ir-192			Se-75		
	近距离接触	送源、收源	现场探伤	近距离接触	送源、收源	现场探伤
年受照射时间 (h)	4	0.5	100	4	0.5	100
操作人员居留位置当量剂量率 (mGy/h)	0.5	1.52	0.0025	0.5	4.39	0.0025
辐射权重因子 (Sv/Gy)	1	1	1	1	1	1
操作人员年受照射剂量 (mSv/a)	2.0	0.76	0.25	2.0	2.20	0.25
	3.01			4.65		

根据建设单位提供资料，每次操作人员进行探伤时，安全员在控制区外巡逻，并进行控制区、监督区划分，空气比释动能率按  $15\mu\text{Gy}/\text{h}^{-1}$  计；每次任务最多进行 2 次区域划分工作，每次在控制区边界停留时间约 30s，此时安全员在控制区边界，空气比释动能率按  $15\mu\text{Gy}/\text{h}^{-1}$  计。

因此项目安全员年受照射剂量见表 11-11。

**表 11-11 安全员受照射剂量估算表**

放射性核素	Ir-192		Se-75	
	操作人员进行探伤	控制区划分	操作人员进行探伤	控制区划分
年受照射时间 (h)	104.5	1.7	104.5	1.7
职业人员居留位置当量剂量率 (mGy/h)	0.015	0.015	0.015	0.015
辐射权重因子 (Sv/Gy)	1	1	1	1
职业人员年受照射剂量 (mSv/a)	1.568	0.026	1.568	0.026
	1.594		1.594	

根据表 11-10 和表 11-11 可知，本项目现场探伤过程操作人员年受照射剂量最大为 4.65mSv/a，安全员受照射剂量为 1.594mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射限值和本环评提出的年管理剂量约束值（5mSv）。实际工作过程中，每组 2 名工作人员均可进行轮换作业，且根据公司要求，现场探伤工作人员需穿着铅衣进行操作，铅衣的厚度为 0.5mm，本项目对职业人员的辐射影响会进一步减小。

#### ② 公众受照射剂量

根据“ $\gamma$ 射线探伤机探伤过程辐射环境影响分析”章节分析，本项目现场探伤过程单次任务放射源照射时间约 1.77h，单次作业过程公众所在位置空气比释动能率按  $2.5\mu\text{Gy}/\text{h}^{-1}$  计（监督区边界），因此单次作业过程公众受照射剂量为 0.0044mSv。低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射限值和本环评提出的年管理剂量约束值（0.1mSv）

由于该公司移动探伤工作现场比较偏僻，探伤前预先划定了控制区和监督区，在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”，在控制区边界还应放置“禁止进入放射工作场所”标牌，在监督区边界放置“禁止公众进入”标牌，公众人员不得进入；一般情况下在，公司  $\gamma$  射线探伤机只在其他工作人员下班后的夜间使用，且探伤过程有专人警戒，防止无关人员进入施工现场；现场探伤多为流动式作业，不会在同一位置长期作业，故一般情况探伤过程对公众的影响甚微。

### 四、“三废”影响分析

本项目不产生放射性废气和废水，主要的污染有：退役/废旧放射源、 $\text{O}_3$ 、 $\text{NO}_x$ 、废显（定）影液、废旧胶片。

#### 1、退役/废旧放射源

根据《中华人民共和国放射性污染防治法释义》第三十二条：生产放射源的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定回收和利用废旧放射源；使用放射源的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定将废旧放射源交回生产放射源的单位或者送交专门从事放射性固体废物贮存、处置的单位。

评价要求公司购进放射源时与厂家签订放射源回收协议，退役/废旧放射源由厂家回收。并应委托有资质的单位运输，任何情况下废放射源不得私自处置。

$\gamma$ 射线探伤机换源由放射源厂家负责，如需在贮源库进行换源，应在贮源库周围设置警戒区，由放射源厂家相关授权人员进行换源操作和警戒，并携带铅粒包等应急用品，其他人员禁止进入。如需将探伤机运回厂家，在厂家进行换源，应委托有资质的单位进行运输。

## **2、O<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>**

本项目 $\gamma$ 射线探伤机运行过程中，放射源<sup>192</sup>Ir可释放 $\beta$ 、 $\gamma$ 射线，放射源<sup>75</sup>Se可释放 $\gamma$ 射线。 $\gamma$ 射线探伤机产生的X、 $\gamma$ 射线会使空气电离，产生少量O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>。本项目探伤过程一般位于室外，地形较为开阔，通风条件良好，且现场探伤时控制区内无人员停留，基本不会对职业人员和公众造成危害。

## **3、废显（定）影液及废旧胶片**

本项目现场探伤所拍的胶片运回公司洗片室进行洗片操作，洗片过程中产生废显（定）影液和废胶片。废显（定）影液和废胶片属于《国家危险废物名录》中HW16（废物代码900-019-16）感光材料废物，为危险废物。废显（定）影液和废胶片使用专用容器收集，暂存在公司项目部危废暂存间内，最终交由有资质单位处置。

根据建设单位提供资料，项目建成后每年最多使用胶片18000张，在现场探伤过程中废胶片产生量约1000张，每张片子平均约10g，共计10kg/a；定影液使用量210L，显影液使用量210L，则废显（定）影液产生量420L。

## **4、对尤家峁水库水源地的环境影响分析**

根据现场调查，本项目密封源库位于陕西省榆林市榆阳区苏酸路北陕西信立检测科技有限公司厂内西南侧，位于尤家峁水源保护区准保护区内。项目建成后暗室和危废暂存间位于榆林市榆阳区榆补路芹河镇政府南侧60m处的公司项目部，距尤家峁水源保护区准保护区4.48km。公司现有厂区、暗室和危废暂存间与尤家峁水源保护区的位置关系见图1-2。

根据建设单位提供资料，项目拟建密封源库设计防火、防盗（抢）、防丢失、防水、防爆、防腐蚀等安全设施；本次按《密封放射源 一般要求和分级》（GB4075-2009）选定  $\gamma$  射线探伤机，环评要求本项目选用的装置中源级别不低于 43313 级，可有效应对设备高温、高压或低压、钢锤冲击、共振以及穿刺等冲击，通过加强密封源库日常管理及台账记录，可有效防止密封源库内  $\gamma$  射线探伤机内放射源丢失、被盗对尤家崄水库水源地造成环境影响。

根据《陕西省饮用水水源保护条例》（2021修订），在地表水饮用水水源准保护区内禁止“设置化工原料、危险废物和易溶性、有毒有害废弃物的暂存及转运站”，陕西信立检测科技有限公司拟拆除厂区内现有暗室，也不再存放废定影液、显影液等危险废物，消除环境风险因素。

## 事故影响分析

### 一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：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，详见表 11-11。

表 11-11 辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
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，或者放射源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 人以上（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

本项目  $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}\gamma$  属 II 类放射源，可能发生特别重大辐射事故、重大辐射事故。

### 二、 $\gamma$ 现场探伤事故影响分析

#### 1、可能的风险事故

本项目的环境风险因子为  $\gamma$  射线，危害因素为射线超剂量照射。

$\gamma$  放射源使用过程中可能发生的辐射事故主要包括以下几点：

(1) 探伤现场选择及现场控制区、监督区划分不合理，检测过程中未对两区边界辐射水平进行监测，对工作人员和现场周围公众造成照射；

(2) 射线探伤前清场不完全或在探伤过程，警戒工作不到位，致使探伤工作人员或公众误入控制区和监督区，使其受到超剂量的外照射；

(3) 操作人员出现误操作，对探伤工作人员和现场周围公众造成照射；

(4) 管理不善导致放射源损坏或丢失，导致接触放射源的人员受到超剂量照射；

(5)  $\gamma$ 射线探伤时由于机器设备原因出现卡源而导致操作人员受到超剂量照射。

## 2、辐射事故影响分析

### (1) 放射源丢失事故影响分析

本项目放射源内置于  $\gamma$  探伤机中，探伤机机体主要用于屏蔽  $\gamma$  射线，采用屏蔽材料，设计有双保险等多种安全联锁装置；但由于其野外作业等诸多因素，可能存在现场保管不善，发生放射源丢失、被盗，造成公众超剂量辐射事故。根据《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中：对于手提式  $\gamma$  射线探伤机，距容器外表面 5cm 处空气比释动能率控制值 0.5mGy/h；权重因数取 1，如果事故持续发生 2.0h，将造成公众受到超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 1mSv/a 剂量限值。

### (2) 放射源丢失后裸源事故影响分析

由于公众对于放射源认识不足，可能存在  $\gamma$  射线探伤机被拾取或偷盗后，探伤机机体遭到破坏或放射源被取出，造成公众超剂量辐射事故。

根据表 11-10，放射源裸露状态下裸源情况下空气比释动能率。距放射源 1m 处， $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}$  最大辐射剂量率为 632mSv/h、176mSv/h，经计算如果  $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{75}\text{Se}$  裸露事故持续发生 5.70s、20.5s，将造成公众受到超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“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算值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv”规定剂量限值。

### (3) “卡源”或“源脱”事故影响分析

当“卡源”或“源脱”事故发生后，应采取以下措施：

① 如果现场条件允许，应控制辐射区域，还可采用铅板压盖的方法减少辐射区域范围，禁止无关人员进入控制区，直到防护组或专家到达现场，对现场情况进行处理。

② 如现场条件复杂、狭小、无法做到迅速撤离辐射现场周边公众成员，此时必须立即采取措施，减少对公众的影响，现场工作人员须在专业人员或专家的指导下，可借助前端带抓钩的长杆（或其他辅助工具）迅速将源辫塞入铅罐内，或利用现场条件进行屏蔽（如：沟槽、深井等）。在工作人员处理以上情况时，必须佩戴个人剂量报警仪和热释光个人剂量计和直读式剂量计。

压盖铅板和采用抓钩将源塞入铅罐内的过程，保守估算辐射工作人员距离放射源最近距离约为2m，操作时间为30s。相同活度、相同距离下， $^{192}\text{Ir}$ 比 $^{75}\text{Se}$ 产生的辐射环境影响大，因此在不利情况下，以 $^{192}\text{Ir}$ 放射源计算该事故的辐射剂量率。

根据表11-10，距放射源 $^{192}\text{Ir}$ 在2m处的空气吸收剂量率为158mSv/h，剂量转换因子为1，则工作人员在30s内所受剂量约为1.32mSv/h，按照每年该事故发生3次计，辐射工作人员的年有效剂量约为3.96mSv/a。

在处理事故过程必须尽快对处理卡源、脱源事故，对工作人员的个人剂量计进行检测。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，尽量避免此类卡源事故的发生。

(2) 配置必要的辐射监测仪器对探伤机周围实施必要的监测，及时发现使用过程中射线的泄露；

(3) 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年的探伤装置，做好探伤机的贮存工作。

(4) 加强对 $\gamma$ 射线探伤机的贮存、使用现场的管理，防止探伤机被盗、丢失。

(5) 制定严格的规章制度，加强安全防护意识，在探伤现场搞好警戒工作，严防工作人员和公众误留在警戒区内。

(6) 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，改善防护条件或措施。

### 3、风险防范措施

由于本项目存在发生事故的风险，所以必须制定相应的风险防范措施。

(1) 公司应制定严格的放射源管理制度， $\gamma$ 射线探伤机运抵探伤现场后，应及时进行接收登记，并安排专人看管，防止 $\gamma$ 射线探伤机处于无人监控的状态。

(2) 应严格按照操作规程进行，对未经培训的探伤工作人员严禁进行探伤操作。



(3) 定期对探伤机的各个组成部分，特别是输源管、控制缆及连接接头部位进行检查，对发现有问题的部件应及时更换或维修（本项目更换或维修由设备厂家负责实施）。

(4) 制定放射源事故风险的应急预案，一旦发生事故能及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

**一、辐射安全与环境保护管理机构**

根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）中对核技术利用单位辐射安全管理的标准化建设提出了要求（见表 10-2），目前，陕西信立检测科技有限公司已成立以公司法人（王镇）为组长，项目负责人为成员的辐射安全与环境保护管理小组，负责公司日常辐射安全监管和协调工作，并安排专业人员兼职负责该公司辐射安全工作（见附件）。

更换放射源时，使用单位应向所在地省级环保主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。放射源使用单位、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。

定期核实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，并建立管理档案。定期对源库安全防护措施进行检查、维护，发现问题及时维修，并做好记录。

**二、辐射安全与环境保护管理小组主要职责**

- (1) 认真贯彻落实国家法律法规的有关规定；
- (2) 对公司使用的放射源和射线装置的安全和防护工作负责，并依法对其造成的放射性危害承担责任；
- (3) 组织制定并落实辐射防护相关管理制度；
- (4) 按照国家有关规定，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，发现安全隐患的应及时进行整改，确保设备正常使用；
- (5) 组织对放射性操作人员进行辐射与安全防护培训，进行个人剂量检查、职业健康检查，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案；
- (6) 制定辐射事故应急预案并定期组织演练；
- (7) 记录公司发生的放射事故并及时报告卫生行政部门、环境保护主管部门。

**三、人员配备与职能**

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求，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。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

陕西信立检测科技有限公司拟为本项目新增 22 名从事辐射工作人员（源库管理人员 2 人，从事  $\gamma$  射线现场探伤人员 20 人），增加后辐射工作人员共计 38 人。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》（公告 2019 年 第 57 号）要求，新从事辐射活动的人员，应当经国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核后方可上岗。

### 辐射安全管理规章制度

根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29 号），对核技术利用单位辐射安全管理和辐射安全防护措施的标准化建设提出了要求，详见表 12-5 和表 12-6，评价要求，建设单位应按要求进行标准化建设。

**表 12-5 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分**

管理内容		管理要求	是否符合
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作	符合
		年初工作安排的和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容	符合
		明确涉辐部门和岗位的辐射安全职责	符合
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障	符合
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识	符合
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告	符合
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	需完善
		建立辐射环境安全管理档案	符合
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录	符合
	直接从事放射工作的作业人员	岗前进行职业健康体检，结果无异常	需完善
		参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗	符合
		了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺	符合
		熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况后，能有效处理	符合

机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人	符合
制度建立与执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整	需完善
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账	需完善
制度建立与执行	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案	需完善
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案	符合
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	需完善

表 12-6 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（五）—辐射安全防护措施部分  
—工业探伤类

项目		具体要求
工业 $\gamma$ 射线探伤	辐射安全管理措施	$\gamma$ 探伤机必须符合国家标准要求
		探伤机的安全使用期限不得超过 10 年
		探伤机的放射源容器表面应有固定的金属铭牌，铭牌上铭刻内容包括：电离辐射警示标志、探伤机生产厂名称、产品名称、出厂编号及日期、放射源核素名称、设计的最大装源活度
		探伤机应设有安全连锁装置。非工作状态时，源辫应锁闭在源容器内；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
		监理探伤机检查、维护、维修记录档案，每年对探伤机的配件进行检查、维护，每三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
		监理探伤机性能检查记录档案，每次探伤作业前，对探伤机的安全锁、连锁装置、位置显示器、输源管、驱动装置等性能进行检查
		探伤作业时，每台探伤机至少配备 2 名持证操作人员同时在场
	源库或临时储存设施	作业结束后，现场开展辐射水平检测，确定放射源收回源容器后，方可携带探伤机离开，建立检测、检查记录档案
		存放 III 类以上放射源的源库或设施应安装在线监控系统，并设置专用的保险箱等临时储源设施。放射源不得与易燃、易爆、腐蚀物品等一起存放
		源库或临时储源设施外设置电离辐射警示标志
		放射源库或临时储源设施具有防火、防水、防盗（防抢）、防丢失、防破坏、放射线泄漏等安全防护措施
	移动式探伤管理要求	放射源库或临时储源设施明确 2 名以上经培训考核合格的持证人员专职负责，双人双锁，建立台账、登记、检查、检测及定期盘点等记录。做到财务相符，并建立计算机管理档案
		探伤装置使用结束不能及时返回放射源库储存的，在工作现场要利用保险柜临时储存，并派专人 24 小时值守。
移动式探伤作	分区	从事移动探伤作业单位，应配置 5 台以上符合国家标准要求的 $\gamma$ 探伤机。
		III 类以上放射源安装定位跟踪装置。
		按标准要求划分控制区、监督区，
		控制区边界设置警戒线、警示灯、电离辐射警示标志和“禁止进入放射工作场所”标牌。

	业场所	标志及指示灯	监督区边界设置电离辐射警示标志和“禁止公众进入”标牌。
		辐射安全措施	在作业点移动 $\gamma$ 探伤装置时应使用小型车辆或手推车，使探伤装置处于人员监视之下。 作业现场边界外公众可达地点应放置安全信息公示牌，并应满足以下要求：①公示牌面积不小于 2m <sup>2</sup> ；②公示牌信息内容包括辐射安全许可证、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；③公示信息采取喷绘（印刷）的方式进行制作；④公示牌信息应实时更新，禁止涂改、污损。
	监测设备及个人防护用品		便携式辐射检测仪、热释光个人剂量计和直读式剂量计、个人剂量报警仪、铅衣、铅手套等
<p>本项目使用 <math>\gamma</math> 射线探伤机进行现场探伤，根据相关法律法规要求，陕西信立检测科技有限公司公司已制定了《X 射线探伤机运行安全操作规程》、《辐射工作场所监测制度》、《监测仪器管理制度》、《应急与辐射安全防护培训制度》、《辐射工作人员再培训管理制度》、《放射性仪器设备维护保养管理制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》等制度，还应补充及完善以下制度：《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《<math>\gamma</math> 射线装置管理制度》、《<math>\gamma</math> 射线装置岗位职责、操作规程》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员职业健康体检管理制度》、《辐射安全防护设施的维护与维修制度》、《源库台账管理制度》、《放射探伤机领用入库台账制度》、《<math>\gamma</math> 源购买、使用、维护管理制度》。</p> <p>陕西信立检测科技有限公司需在取得《辐射安全许可证》且通过项目竣工环境保护验收合格后方可投入使用，现场探伤过程中应严格按照规章制度执行，按照监测计划对辐射环境进行监测，编制年度辐射安全与环境管理评估报告。</p>			
<p><b>辐射监测</b></p> <p><b>一、辐射监测</b></p> <p>为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的相关规定，本项目监测内容包括：个人剂量监测、工作场所监测。</p> <p><b>1、监测仪器</b></p> <p>陕西信立检测科技有限公司应配备如下监测仪器：</p> <p>(1) 11 台便携式辐射检测仪，用于环境辐射剂量率的监测；</p>			

- (2) 为 22 名辐射工作人员共配备 22 台热释光个人剂量计和直读式剂量计；  
 (3) 为辐射工作人员配备 11 台个人剂量报警仪。

## 2、监测计划

陕西信立检测科技有限公司  $\gamma$  射线现场探伤作业特点，制定辐射环境监测计划。工作场所监测的监测内容、监测点位布设及监测频次见表 12-1、12-2。

表 12-1  $\gamma$  现场探伤辐射环境监测计划表

序号	工作场所	监测项目	监测点位	监测频次	监测目的
1	源库	X、 $\gamma$ 辐射剂量率	源库门口、源库南侧墙外和正上方 30cm 处巡测以及出、入库监测	每月自检 1 次，每年由有资质单位监测 1 次	确保源库屏蔽效果完好
2	探伤设备		距离源容器表 5cm、1m 处	放射源入库前后各监测一次，每年由有资质单位监测 1 次	确保伤设备完好性以及放射源在探伤机中
3	无损检测现场		探伤作业现场	现场探伤前、后放射源交接时各监测 1 次，每年由有资质单位监测 1 次	确认放射源位于探伤机中
			探伤作业现场--警戒线边界处	控制区、监督区边界确定时监测 1 次；现场探伤期间，对控制区进行巡测	确定控制区、监督区边界，并确保周边剂量符合要求

## 二、环保投资估算

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求中的相关规定，并根据项目实际情况，本项目环保设施（措施）要求及投资估算见表 12-3。

本项目总投资 300 万元，环保投资 23.8 万元，占总投资的 7.9%。

表 12-3 项目环保投资估算表

类别	环保设施/措施	数量	投资金额（万元）	备注
放射源存放	源箱	20 个	5.0	
防护设施	铅衣、铅手套等	22 套	8.0	/
	大功率喊话器	10 个	0.5	/
	个人剂量报警仪	11 个	1.4	/
	安全警戒线	10 盘	0.6	/
	警示标志	若干	0.6	/
监测	便携式辐射检测仪	11 台	6.0	/
	热释光个人剂量计	22 个	0.7	
	直读式剂量计	22 个		/
其他	管理人员及工作人员培训	若干	1.0	
合计			23.8	/

### 三、竣工环境保护验收内容及要求

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-4。

**表 12-4 项目竣工环境保护验收清单（建议）**

序号	验收内容	防护措施	验收效果和环境预期目标
1	放射源库	源库屏蔽墙体、防盗门外和源库正上方辐射剂量率	源库外监测点位辐射剂量率应满足不大于 2.5 $\mu$ Gy/h
2		源库墙体为 250mm 混凝土，顶部为 400mm 混凝土，20 个源箱（源箱采用 12mm 铅板），防护门	按环评及设计进行
3		双人双锁，电离辐射警示标志、视频监控系统、红外报警装置、报警电话、警用器械、建立放射源在线监测系统	安全设施配备到位，能够有效使用
4	现场探伤	警戒绳、告示牌、警示灯、电离辐射警示牌	每个探伤现场均需按要求配备
5	防护用品或监测仪器	个人剂量、 $\gamma$ 辐射剂量率监测仪、剂量报警仪、个人防护用品（铅衣、铅眼镜、铅手套等）；检查辐射监测仪器配置，仪器检定证书及仪器完好率	每名辐射工作人员须各配备 1 枚个人剂量计和直读式剂量计；配备 $\gamma$ 辐射剂量率监测仪器 11 台，剂量报警仪 11 台，铅防护用品 22 套
6	辐射管理机构	机构是否完整、职责是否明确	机构完整、人员配备到位，职责分配明确
7	监测计划	监测项目、频次、监测点位依据表 12-1 进行制定	监测仪器在有效期范围内，按照监测计划对源库、现场探伤及周边环境进行监测
8	规章制度	《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《 $\gamma$ 射线装置管理制度》、《 $\gamma$ 射线装置岗位职责、操作规程》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员职业健康体检管理制度》、《辐射安全防护设施的维护与维修制度》、《源库台账管理制度》、《放射探伤机领用入库台账制度》、《 $\gamma$ 源购买、使用、维护管理制度》	各项辐射环境管理制度陕环办发〔2018〕29 号要求；依据项目实际情况进行制定，可操作性强、能够较好的贯彻落实，保证放射源库储源安全，保障放射性人员健康
9	人员培训	放射工作人员及放射源库管理人员	经符合防护和安全培训，安全上岗
10	事故应急	制定辐射事故应急预案，明确应急领导机构和人员职责，明确人员组织与培训、物资准备、应急响应程序、辐射事故报告和处理程序等内容	应急预案符合实际情况，应急预案切实可行，具备可操作性

11	辐射环境保护档案	是否建立档案管理制度及其执行记录	落实辐射环境各项档案是否完整，确保辐射环境管理制度贯彻落实
12	辐射安全管理标准化	是否进行辐射安全管理标准化建设	密封源库和现场探伤项目按陕环办发〔2018〕29号文要求进行建设

### 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条之规定：“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备。”陕西信立检测科技有限公司已编制辐射事故应急预案，主要针对公司现有 X 射线探伤机辐射安全以及公司探伤洗片产生的洗片废显（定）影液和废胶片等危险废物发生突发环境事件时的应急处置，预案主要包括辐射安全事故领导组织机构、辐射安全事故报告制度、辐射安全突发事故的预案、辐射安全突发事故的处置原则、辐射防护监测计划及污染防治措施等相关章节。

本项目密封源库和  $\gamma$  射线探伤机（含源）项目建成后，应结合公司实际运行情况和本项目事故工况分析，继续完善《辐射事故应急预案》。

#### 二、辐射事故应急预案启动与报告

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）中要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取应急措施，并在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府环境保护主管部门报告；还应当同时向当地人名政府、公安部门和卫生主管部门报告。

根据现场调查，陕西信立检测科技有限公司目前尚未发生辐射应急事故。

#### 三、应急演练及应急预案修订

应急预案编制后，陕西信立检测科技有限公司应当定期组织开展应急演练，并根据演练中发现的问题，完善修订应急预案，维持应急能力。



**表 13 结论与建议**

**一、结论**

**1、项目概况**

(1) 项目名称：陕西信立检测科技有限公司密封源库及  $\gamma$  射线现场探伤项目

(2) 密封源库位置：位于陕西省榆林市榆阳区苏酸路北陕西信立检测科技有限公司厂内西南侧。拟建密封放射源暂存库场址中心坐标：北纬 38.2488126°，东经 109.6910185°。拟建项目地理位置见图 1-1。

(3)  $\gamma$  射线现场探伤项目场所位置：榆林市境内需要进行无损检测的场地。

(4) 暗室位置：本次陕西信立检测科技有限公司厂内现有暗室及危废暂存间进行拆除，依托榆林市榆阳区榆补路芹河镇政府南侧 60m 处公司现有暗室进行洗片，显（定）影液暂存于专用容器内，容器下方设置托盘防止废显（定）影液泄漏，废显（定）影液和胶片暂存于公司项目部危废暂存间，定期委托有资质单位定期处置。地理位置图见图 1-2。

环保投资：本项目总投资 300 万元，其中环保投资 23.8 万元，占总投资 7.9%。

陕西信立检测科技有限公司拟在厂内西侧建设 1 座密封放射源库，源库为地下一层建筑（设置 20 个源箱用于存放含源探伤机），并新增 20 台  $\gamma$  射线探伤机用于榆林市境内的现场探伤作业。放射源运输委托浙江省科学器材进出口有限责任公司承担（运输服务合同见附件，放射源委托保管协议见附件）

**2、实践正当性结论**

本项目放射源（置于便携式  $\gamma$  射线探伤机内）在暂存过程和进行工业  $\gamma$  射线现场探伤过程中对工作人员及周围环境造成一定的辐射影响。建设单位在开展  $\gamma$  射线现场探伤过程中对放射源的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并对放射源的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理放射源的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。陕西信立检测科技有限公司新增 20 台  $\gamma$  射线探伤机（内含 II 类放射源）是为了为有需求的企业提供的无损检测服务，在上述制度、辐射防护措施保障下，该项目的开展所带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的“实践的正当性”原则。

**3、辐射安全防护结论**

#### (1) 源库选址及布局合理性结论

本项目拟建场地周围 50m 范围内无居民住宅等敏感目标；交通较为便利，能够满足运源车通行；项目受自然、地质灾害影响的可能性较小，周边无项目建设的制约因素；本项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，从环境保护角度看，项目选址基本可行。

#### (2) 源库防护屏蔽设计可行性结论

本项目拟建密封源库为独立地下建筑，源库建筑面积 32.67m<sup>2</sup>（长 9.9m×宽 3.3m×高 2.9m），墙体为 250mm 混凝土结构，其中储源间建筑面积为 26.07m<sup>2</sup>（长 7.9m×宽 3.3m×高 2.9m）、缓冲间建筑面积为 6.6m<sup>2</sup>（长 2.0m×宽 3.3m×高 2.9m），其中储源间内设置 20 个源箱用于存放含源探伤机，设 1 道 10mmPb 当量的铅防护门；南侧缓冲间设防盗门。

拟建密封源库拟采取相关的屏蔽措施，并设置电离辐射警示标志、红外报警装置、视频在线监控装置等安全设施，根据预测结果可知，源库外墙面辐射剂量率满足《工业  $\gamma$  射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中规定的限值（2.5 $\mu$ Sv/h）。

#### (3) 现场探伤防治措施可行性结论

现场探伤用  $\gamma$  放射源存于探伤机的源容器中，探伤现场安排安全员专人看管，并严格台账管理制度。现场探伤操作人员，穿戴符合要求的专用工作服、口罩和手套等个人防护用品，并进行统一保管和处理。作业控制区、监督区边界设置警戒线，在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”；在控制区边界还应放置“禁止进入放射工作场所”标牌，在监督区边界放置“禁止公众进入”标牌；专人警戒，并由作业班组的安全员负责巡视，避免无关人员进入。

本项目将空气比释动能率大于 15 $\mu$ Gy/h 的范围内划分为控制区，将空气比释动能率 2.5~15 $\mu$ Gy/h 的范围内划分为监督区。

### 4、环境影响分析结论

#### (1) 源库环境影响分析

##### ① 源库职业人员年附加有效剂量

项目密封源库管理人员受到的总年有效剂量为 1.288mSv，低于本次评价放射性工作人员年有效控制目标值（5mSv），实际工作过程中， $\gamma$  射线探伤机位于源箱

内，监测期间打开时间较短，且管理人员工作期间会佩戴铅防护用品，可以使放射源存储和管理过程对源库管理人员的个人年有效剂量贡献值进一步减小。

#### ① 源库公众年附加有效剂量

项目密封源库公众受到的年有效剂量为 0.0097mSv，低于本次评价公众个人有效剂量控制目标值（0.1mSv），项目建成后对公众的影响较小。

#### (2) 现场探伤环境影响分析

##### ① $\gamma$ 射线现场探伤职业人员年附加有效剂量

本项目现场探伤过程操作人员年受照射剂量最大为 2.53mSv/a，安全员受照射剂量为 0.287mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射限值和本环评提出的年管理剂量约束值（5mSv）。实际工作过程中，每组 2 名工作人员均可进行轮换作业，且根据公司要求，现场探伤工作人员需穿着铅衣进行操作，铅衣的厚度为 0.5mm，本项目对职业人员的辐射影响会进一步减小。

##### ② 现场探伤公众年附加有效剂量

由于该公司移动探伤工作现场比较偏僻，探伤前预先划定了控制区和监督区，在控制区和监督区边界放置“当心电离辐射”，在控制区边界还应放置“禁止进入放射工作场所”标牌，在监督区边界放置“禁止公众进入”标牌，公众人员不得进入；一般情况下在，公司  $\gamma$  射线探伤机只在其他工作人员下班后的夜间使用，且探伤过程有专人警戒，防止无关人员进入施工现场；现场探伤多为流动式作业，不会在同一位置长期作业，故一般情况探伤过程对公众的影响甚微。

#### (2) “三废”影响分析

##### ① 退役/废旧放射源

评价要求本项目新增使用 II 类放射源，其退役时产生废旧放射源； $\gamma$  探伤源使用年限不得超过 10 年，一般在使用该核素 3~5 个半衰期之后需要进行更换。评价要求建设单位在购置放射源时与厂家签订退役放射源返回协议并在 3 个月内将废旧放射源交回生产单位或原出口方；确实无法交回生产单位的，送交城市放射性废物库。

##### ② $O_3$ 和 $NO_x$

本项目  $\gamma$  射线探伤机运行过程中，放射源  $^{192}Ir$  可释放  $\beta$ 、 $\gamma$  射线，放射源  $^{75}Se$  可释放  $\gamma$  射线探伤机产生的 X、 $\gamma$  射线会使空气电离，产生少量  $O_3$ 、 $NO_x$ 。本项目探伤

过程一般位于室外，地形较为开阔，通风条件良好，且现场探伤时控制区内无人员停留，基本不会对职业人员和公众造成危害。

### ③ 废显（定）影液及废旧胶片

本项目现场探伤所拍的胶片运回公司洗片室进行洗片操作，洗片过程中产生废显（定）影液和废胶片。废显（定）影液和废胶片属于《国家危险废物名录》中HW16（废物代码 900-019-16）感光材料废物，为危险废物。废显（定）影液和废胶片使用专用容器收集，暂存于公司项目部危废暂存间，最终交由有资质单位处置。

## 5、环境影响可行性结论

陕西信立检测科技有限公司只要严格执行国家相关法律法规和标准要求，建立健全各项规章制度，加强运行管理；切实落实本报告表中提出污染防治措施和建议，本项目对工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内，其所带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。因此从辐射环境保护角度分析，该项目可行。

## 二、建议和承诺

(1) 本次评价建议设置铅屏风或铅皮以便于应对突发辐射事故或项目开展过程无法满足监督区划定条件时使用。

(2) 辐射操作人员必须通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核，考核合格后才能上岗。

(3) 加强对员工的核与辐射安全知识培训，增强员工的安全意识和自我保护意识。每年开展一次辐射事故应急演练，增强事故应急能力，常备不懈。

(4) 在每年1月31日前向当地市县区生态环境部门提交上年度放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，并及时更新完善核技术利用监管系统相关数据信息。

表 14 审批

预审意见:

经办人:

单位公章

年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

经办人：

单位公章

年 月 日