

表 1 项目基本情况

建设项目名称		陕西泰诺特检测技术有限公司无损检测探伤室（含放射源库）项目			
建设单位		陕西泰诺特检测技术有限公司			
法人代表		李德升	联系人		联系电话
注册地址		陕西省西咸新区空港新城昭容南街 8 号中南高科西安临空产业港 9 号楼 2 单元			
项目建设地点		陕西省西咸新区空港新城昭容南街 8 号中南高科西安临空产业港 9 号楼 2 单元			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		70	项目环保投资（万元）	31.7	投资比例（环保投资/总投资） 45.3%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ） 576
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☒ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位简介

陕西泰诺特检测技术有限公司是一家具有独立法人资格的第三方检验机构，公司以承接无损检测、理化实验、热处理工程为主，兼营无损检测设备材料的销售维修。本项目位于陕西省西咸新区西咸新区空港新城昭容南街 8 号中南高科西安临空产业港 9 号楼 2 单元。

1.1.2 建设规模

陕西泰诺特检测技术有限公司拟新建 1 间探伤室、1 间储源库及辅助用房等，配备 6 台 II 类工业射线装置，储源库最多设计存放 30 枚放射源，10 枚 Se-75 放射源（单枚活度 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ ）、20 枚 Ir-192 放射源（单枚活度均为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ ）。

1.1.3 项目由来

随着公司的发展，为满足无损检测工作需要，陕西泰诺特检测技术有限公司拟在西咸新区空港新城昭容南街8号中南高科西安临空产业港9号楼2单元厂房1楼西南角建设1座曝光室和1座放射源库。其中曝光室配套建设操作室、暗室等辅助工程，配备6台Ⅱ类工业射线装置，对客户委托的管材、板材、压力容器等开展X射线室内探伤无损检测工作，根据《射线装置分类》（2017年12月5日），本项目使用的探伤机属于Ⅱ类射线装置。放射源库存放10枚Se-75放射源（单枚活度 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ）、20枚Ir-192放射源（单枚活度 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ），共计30枚密封放射源，总活度为 $1.11\times 10^{14}\text{Bq}$ 。根据《放射源分类办法》（2005年12月23日），均属于Ⅱ类放射源，用以开展室外现场探伤作业。该密封放射源库建成后，陕西泰诺特检测技术有限公司利用自建的密封放射源库进行Ⅱ类密封放射源 γ 射线探伤机的贮存，委托有资质单位负责运输，本次评价范围不包括室外探伤作业，室外探伤作业需另行环评。本次项目环评内容仅涉及密封放射源库部分。

根据《中华人民共和国环境保护法》（主席令2014年第9号）、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修订）以及《建设项目环境保护管理条例》（国务院令682号）的规定，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）》，本项目为“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目—使用Ⅱ类、Ⅲ类放射源的；生产、使用Ⅱ类射线装置”，故应编制环境影响报告表。

为此，陕西泰诺特检测技术有限公司委托中陕核工业集团综合分析测试有限公司（以下简称“我公司”）对《陕西泰诺特检测技术有限公司无损检测曝光室（含放射源库）项目》进行环境影响评价工作（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项目进行了实地踏勘，同时收集相关基础资料，并依据《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》（HJ10.1-2016）的相关要求，编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.4 评价目的

对项目拟建地及周围进行辐射环境质量现状监测，了解辐射环境现状水平，并对拟开展的核技术应用项目运行后的环境影响进行预测评价，掌握其运行后项目周围的辐射水平，对不利影响和存在的问题提出防治措施，把环境影响减少到“可合理达到的尽可能低水平”，为该项目的辐射环境管理提供科学依据，最终满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求。

1.2 项目概况

1.2.1 建设内容

陕西泰诺特检测技术有限公司拟租用临空产业港 9 号楼 2 单元厂房新建 1 间探伤室、1 间储源库及辅助用房等。项目组成情况见表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

名称		建设项目及规模
主体工程	探伤室	新建混凝土结构探伤室 1 座，位于公司厂房内一层西南角源库北侧，探伤室内部净尺寸为 5.0m×4.0m×3.1m（长×宽×高），有效使用面积 24m ² 。探伤室内部拟设置机械排风系统。
	探伤室四周墙体	探伤室四周屏蔽体为 800mm 混凝土。
	探伤室顶部	探伤室顶棚为 800mm 混凝土，顶部为企业办公室、耗材库。
	探伤室地面	探伤室所在区域无地下层，探伤室下方为实土层。
	探伤室工件防护门	探伤室工件防护门为 55mmPb 电动推拉防护门。门洞尺寸为 3000×3000（H）mm。门体尺寸为 3800×3400（H）mm。
	探伤室人员防护门	探伤室人员防护门为 10mmPb 电动推拉防护门。门洞尺寸：800×2000（H）mm。门体尺寸：1300×2300（H）mm。
	源库	源库 1 座，位于公司厂房内一层西南角探伤室南侧，源库内部净尺寸为 6.0m×4.0m×3.6m（长×宽×高），有效使用面积 24m ² 。源库内部拟设置机械排风系统。源库内设置 6 个源坑，源坑内径尺寸：600mm*700mm*400mm（长×宽×深），源坑外层为 100mm 厚混凝土浇筑，每坑存放 5 台γ探伤机。源坑盖板材质：外层钢板+内层铅板；大小：800mm*900mm，厚度 10mm（2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板）。
	源库四周墙体	源库东南西侧屏蔽体为 300mm 混凝土。北侧与探伤室共用墙体 800mm。
	源库顶部	源库顶棚为 300mm 混凝土，顶部为企业办公室、耗材库。
	源库地面	源库所在区域无地下层，探伤室下方为实土层。
	源库防护门	源库防护门为 20mm 铅防护门，尺寸为：1200mm*2050mm。
辅助工程	操作室	操作室位于探伤室北侧，建筑约面积 18m ² 。
	评片室	位于探伤室北侧，用于洗片工作。占地面积约 14.2m ² 。
	暗室	位于探伤室北侧，用于洗片工作。占地面积约 14.2m ² 。
	设备库房	位于探伤室东侧，占地面积约 48m ² 。
	监控室	位于探伤室东侧，占地面积约 10m ² 。
公用工程	给水	接入园区给水管网。
	供电	接入园区供配电系统，厂房用电来源于市政供电。
	排水	生活污水依托园区化粪池处理后排入空港新城北区污水处理厂。
	供暖	空调制热。
	制冷	空调制冷。
环保工程	X 射线、γ射线	采用足够厚度的混凝土墙壁和防护门进行屏蔽防护。
	探伤室、源库通风	探伤室、源库排气口安装风机，设置机械通风。
	污水处理	辐射工作人员生活污水依托园区化粪池处理后排入空港新城北区污水处理厂。
	固体废物	探伤室工作人员生活垃圾依托园区生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

		危险废物	废定影液、废显影液、清洗废水、废胶片统一收集存放于危废贮存间，设置专用贮存容器、托盘，危险废物定期交由有相应资质的单位处置。
--	--	------	--

（一）计划工作量

根据建设单位提供资料，本项目预计探伤全年曝光总次数不大于 2000 次，每次曝光时间根据工件的厚度确定，通常每次曝光时间不超过 5min。本项目年工作 50 周，每周工作 5 天，则全年曝光总次数不大于 2000 次，年曝光时间不大于 167h。项目计划工作量见表 1-4 所示。

表 1-4 项目计划工作量

探伤机型号	射束	最大管电压	最大管电流	年工作量（次）	年工作时间（h）（最大）	周工作时间（h）（最大）
XT2005D	周向	200kV	5mA	200	16.67	0.33
XT2505D	周向	250kV	5mA	200	16.67	0.33
XXG3005T	定向	300kV	5mA	400	33.33	0.67
XXGH3005Z	周向	300kV	5mA	400	33.33	0.67
XXG2505T	定向	250kV	5mA	400	33.33	0.67
XXQ1605D	定向	160kV	5mA	400	33.33	0.67
合计					167	3.33

（二）原辅材料

使用定向机探伤时单次曝光需2张胶片，定向机探伤机年曝光次数约1200次；周向探伤机置于管道内部进行检查，单次曝光贴胶片的数量结合胶片大小及压力管道周长确定，平均一次曝光约10张胶片。周向机探伤机年最大曝光次数约800次。本项目合计曝光胶片约10400张。根据建设单位提供资料，显影液和定影液每次分别配制20L，可洗片约400张。本项目主要原辅材料见表1-2。

表 1-2 原辅材料消耗一览表

序号	名称	年最大使用量	单位	储存方式	主要化学成分
1	显影液	520	L/a	桶装	米吐尔（N-甲基-对氨基苯酚硫酸盐）、菲尼酮、对苯二酚、无水硫酸钠（Na ₂ SO ₄ ）、碳酸钠（Na ₂ CO ₃ ）
2	定影液	520	L/a	桶装	卤化银、硫代硫酸钠（Na ₂ S ₂ O ₃ ）
3	胶片	10400	张/a	硬纸盒包装	卤化银和涤纶

（三）主要设备

根据建设单位提供的资料。探伤室配备6台II类X射线装置用于探伤室内探伤。6台射线装置均在同一个曝光室内开展工作，但不同时使用。

储源库最多存放 30 枚Ⅱ类放射源（10 枚 Se-75 放射源、20 枚 Ir-192 放射源）。每枚放射源均置于手提式γ探伤机内放入源库。

设备参数见表 1-3，1-4。

表 1-3 本项目放射源贮存种类及使用量一览表

工作场所	放射源名称	出厂活度（Bq）	枚数	用途
野外	Se-75	3.7×10^{12}	10	无损检测
	Ir-192	3.7×10^{12}	20	无损检测

表 1-4 本项目 X 射线装置情况一览表

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	射束	备注
1	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XT2005D	200kV	5mA	无损检测	探伤室	周向	/
2	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XT2505D	250kV	5mA	无损检测	探伤室	周向	/
3	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXG3005T	300kV	5mA	无损检测	探伤室	定向	/
4	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXGH3005Z	300kV	5mA	无损检测	探伤室	周向	/
5	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXG2505T	250kV	5mA	无损检测	探伤室	定向	/
6	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXQ1605D	160kV	5mA	无损检测	探伤室	定向	/

备注：①探伤机不使用时存放于一楼设备库房。

（四）探伤工件情况

本项目探伤工件主要为压力管道、压力容器、钢板等，工件材质为钢，厚度 20~65mm；工件参数见表 1-5。

表 1-5 主要探伤工件外形尺寸一览表

序号	工件名称	材质	厚度 mm
1	压力管道	低合金钢，高合金钢和耐热钢，低温钢	20-65
2	压力容器		
3	钢板		

1.2.3 工作制度及劳动定员

（一）探伤室

根据建设单位提供资料，本项目预计探伤全年曝光总次数不大于 2000 次，每次曝光时间根据工件的厚度确定，通常每次曝光时间不超过 5min。本项目年工作 50 周，每周工作 5 天，则全年曝光总次数不大于 2000 次，年曝光时间不大于 167h。本项目曝光室每次探伤时只使用 1 台探伤设备。

本项目 X 射线室内探伤配置 4 名辐射工作人员，每两人分为 1 组，共 2 组，从事本次 X 射线无损检测工作。辐射工作人员同时承担洗片、评片、存档等工作。

（二）源库

放射源库管理配置 4 名辐射工作人员，每 2 人分为 1 组，共 2 组。全年每天 24h 专人值守。管理人员存取过程共计 1000 次/年。办公地点均位于暂存库值班室从事放射源存取及值班工作。

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，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。从事本项目工作人员不再从事其他辐射岗位的工作。

1.3 项目产业政策符合性及实践正当性分析

本项目系核技术用于工业检测领域，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于“鼓励类”中“十四、机械，1、.....三维超声波探伤仪等无损检测设备”项目，符合国家产业政策。

本项目主要用于陕西泰诺特检测技术有限公司的无损检测，产生的辐射危害远小于其给企业和社会取得的利益，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。

1.4 项目选址及周边环境关系

1.4.1 地理位置

陕西泰诺特检测技术有限公司位于陕西省西咸新区昭容南街 8 号中南高科西安临空产业港 9 号楼 2 单元。公司所在地地理位置优越，交通便利，路网发达，临空产业港东侧为翼泓路，南侧为腾霄五路，西侧邻天茂大道，北侧邻昭容南街。陕西泰诺特检测技术有限公司地理位置图见图 1-1。

咸阳市地图

陕西省地级市标准地图·政区版



审图号:陕S(2021)023号

2021年8月 陕西省测绘地理信息局制

图 1-1 陕西泰诺特检测技术有限公司地理位置图

1.4.2 周边环境关系

陕西泰诺特检测技术有限公司探伤室和放射源源库位于陕西省西咸新区空港新城昭容南街8号中南高科西安临空产业港9号楼2单元厂房内1层西南角。东侧为8#楼（西安汇创达电气技术有限公司、西安欧亚电气设备集团有限公司），南侧为14#楼（陕西天和包装有限公司），西侧为9#楼1单元（陕西信恒检测科技有限公司），北侧为7#楼（陕西菲斯特电器设备有限公司，西安爱姆加半导体设备有限公司）。项目在公司位置见图1-2。



图 1-2 本项目拟建探伤室在园区位置示意图

1.4.3 平面布置

项目拟建探伤室位于陕西泰诺特检测技术有限公司厂房1楼，拟新建1间探伤室和放射源源库。探伤室和放射源源库西侧紧邻厂房西墙，墙外为邻厂陕西信恒检测科技有限公司，南侧紧邻厂房南墙，墙外为园区道路，东侧为工件周转区，北侧由西向东依次为卫生间、评片室、暗室（危废贮存间）。正上方为企业耗材库及办公室，地下无建筑、为实土层。平面布置见附图1。

1.5 选址的合理性分析

陕西泰诺特检测技术有限公司于 2023 年 2 月租赁了中南高科西安临空产业港 9 号楼 2 单元，本项目占地为工业用地，厂房租赁合同见附件 2，工业用地证明为见附件 3。本项目建设地点位于公司厂区 1 楼西南角，有利于无损检测工作的开展。

（1）本项目源库地理位置位于陕西省咸阳市，区域降水量较稳定。根据现场调查，项目周边地势较为平坦，不位于地势低洼地区，项目所在区域发生洪灾以及其它自然灾害的可能较小，受其影响的可能性也较小。

（2）陕西省咸阳市在大地构造单元上位于祁吕贺山字型前弧顶部东翼转折部位，居于东西向秦岭北侧断裂带和新华夏沉降带的交接地带。项目所在中南高科西安临空产业港周围地势平坦发生地质灾害的可能性较小。

（3）本项目拟建源库位于公司厂区 1 楼西南角，园区严格执行实行雨污分流。源库地面高于园区道路可有效防止雨水倒灌，防止雨水在密封放射源库周边蓄集。

源库设计防火、防盗（抢）、防丢失、防渗、防爆、防腐蚀等安全设施及相关辐射防护措施。在采取以上措施以及加强日常管理后，可确保密封放射源暂存的安全性。

本次新建探伤室及储源库位于公司厂房 1 楼西南角，探伤室及储源库 50m 范围内主要为临空产业港生产企业，无居民点和学校等环境敏感点，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，周围无环境制约因素，故本项目选址合理可行。

参照《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术规范》（HJ1258-2022）第五章对库址选址做出了要求，具体如下：

5.1 库址选择应符合区域的主体功能区规划、工业布局、城乡总体规划、土地利用总体规划及相关法律法规规定的要求。

5.2 库址应具有方便、经济的交通运输条件。

5.3 库址宜选择人口密度低、开发前景小的地区。

5.5 库址应具有满足废物库近期规划所必需的场地面积，并应根据废物库远期发展规划的需要适当留有余地。

5.6 库址选择应避开下列地段和地区： a) 城市规划中的人口稠密区；

b) 风景名胜区、生态红线区、水源保护区、自然保护区和其他需要特别保护的环境敏感地区；

- c) 存在泥石流、滑坡、塌陷、溶洞等潜在地质灾害影响的地区；
- d) 存在爆炸等外部事件危险，并可能危及库址的地区；
- e) 可能受到水库、尾矿库、废料堆场等溃坝事故影响的地区；
- f) 受地震断裂带影响的地区。

本项目密封放射源库拟建地位于中南高科西安临空产业港 9 号楼 2 单元，项目用地属于工业用地，现阶段用地符合区域的主体功能区规划、工业布局、城乡总体规划、土地利用总体规划及相关法律法规规定的要求。密封放射源库拟建地位于中南高科西安临空产业港已开发完成，周边 50m 范围内均为其他企业办公人员。拟建地所处位置人口密度较低且再开发前景较小。根据现场踏勘，拟建密封放射源库、拟建值班室以及配套建设的辅助设施所需占用面积小于建设方租用面积，能够支撑该项目建设。项目所在地不属于城市规划中的人口稠密区，不涉及风景名胜区、生态红线区、水源保护区、自然保护区和其他需要特别保护的环境敏感地区。该拟建地所处地区未见泥石流、滑坡、塌陷、溶洞等潜在地质灾害，经过实地调查，拟建地四周不存在加油站、油气储存装置等可能发生爆炸事故的设施，密封放射源库建成运行过程中不会受到爆炸等外部事件危险影响。经调查拟建地四周未建设有水库、尾矿库、废料堆场等设施，不会发生溃坝等事故。综上所述，本项目受自然、地质灾害影响的可能性较小，周边无项目建设制约因素，项目选址符合《核技术利用放射性 废物库选址、设计与建造技术规范》（HJ1258-2022）（参照执行）。

本项目环评不包含放射源运输，放射源运输委托有资质单位负责运输。本次环评规定园区内运输车辆行驶路线为图 1-3 所示，园区中途禁止停车。

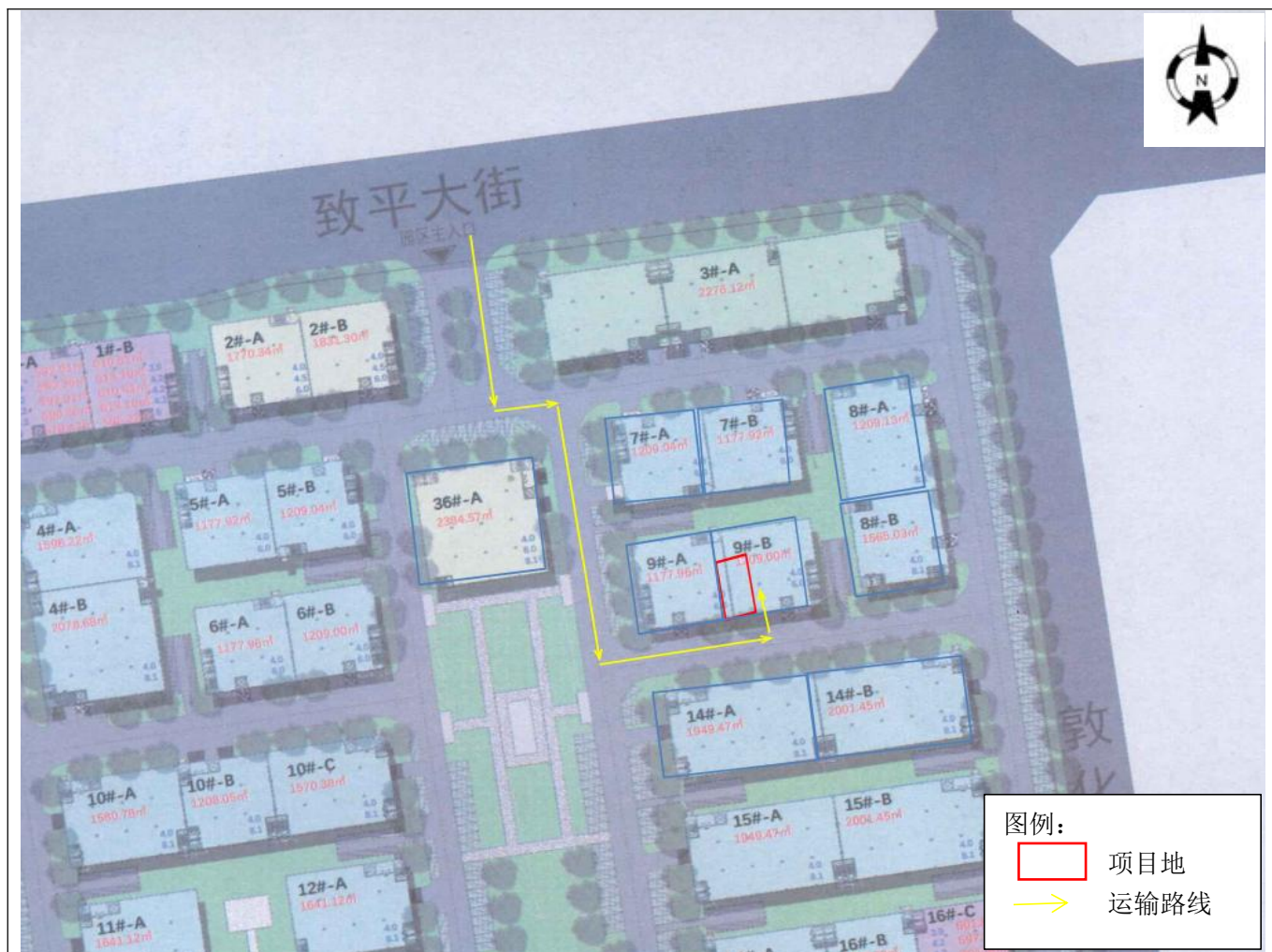


图 1-3 运源车辆园区运输路线图

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	贮存方式及地点	备注
1	Se-75	$3.7 \times 10^{12} \times 10$	II类	使用	室外无损检测	室外	探伤机、本项目 储源库储源坑	/
2	Ir-192	$3.7 \times 10^{12} \times 20$	II类	使用	室外无损检测	室外		/

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加速器

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

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XT2005D	200kV	5mA	室内无损检测	探伤室	周向
2	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XT2505D	250kV	5mA	室内无损检测	探伤室	周向
3	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXG3005T	300kV	5mA	室内无损检测	探伤室	定向
4	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXGH3005Z	300kV	5mA	室内无损检测	探伤室	周向
5	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXG2505T	250kV	5mA	无损检测	探伤室	定向
6	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXQ1605D	160kV	5mA	室内无损检测	探伤室	定向

(三) 中子发生器：包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
退役/废旧的 Ir-192 放射源	固态	Ir-192	/	/	/	/	/	与厂家签订退役放射源返回协议，由厂家进行回收
退役/废旧的 Se-75 放射源	固态	Se-75	/	/	/	/	/	
少量 O ₃ 、NO _x	气态	/	/	/	/	/	/	经通风系统直接排入大气环境
废显影液	液态	/	/	/	520L	/	收集存放于公司拟建危险废物贮存间内，液体设置专用贮存容器、托盘。	危险废物定期交由有相应资质的单位处置。
废定影液	液态	/	/	/	520L	/		
洗片废水	液态	/	/	/	1040L	/		
废旧胶片	固体	/	/	/	10kg	/		

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，气态单位为 mg/m³；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/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日起施行）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 24 号 2018 年修订，2018 年 12 月 29 日起施行）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行）； (4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）； (5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行，2014 年 7 月 29 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订）； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第 20 号修正，自 2021 年 1 月 4 日起施行）； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行）； (9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行）； (10)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（国家环保总局，环发〔2006〕145 号）； (11) 《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号）； (12) 《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； (13) 《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；
------	--

	(14) 《放射性废物的分类》，原环境保护部、工业和信息化部与国防科工局公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行； (15) 《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； (16) 《国家危险废物名录》（2025 年版）； (17) 《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，2018 年 6 月 7 日）； (18) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019 年修正）。
技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； (4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (5) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； (6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单； (7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (8) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）； (9)《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)； (10) 《γ射线探伤机》（GB/T14058-2023）； (11) 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）； (12) 《核技术利用单位反恐怖防范要求》（GA1807-2022）； (13) 《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA1002-2012）。
其他	(1) 环境影响评价委托书（见附件 1）； (2) 建设单位提供的其他资料。

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》（HJ10.1-2016）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）”，考虑到该项目的实际情况，本项目评价范围为探伤室和储源库屏蔽体边界外延 50m 的区域。具体范围见图 7-1。



图 7-1 项目评价范围图

7.2 保护目标

根据本项目外环境关系、曝光室及储源库的平面布局，按企业实际使用工况，本项目评价范围内为曝光室和源库屏蔽体边界外延 50m 的区域，该区域内无居民楼、学校、写字楼等特殊敏感目标。因此，本项目环境保护目标主要为本项目辐射工作人员和周边公众，其中公众主要包括本公司及周围企业职工。项目探伤室周围环境保护目标统计见表 7-1，本项目评价范围图见图 7-1。

表 7-2 环境保护目标情况

评价项目	敏感区域	方向	位置关系(m)	基本情况	敏感人群	影响因素	控制目标
探伤室	操作室	探伤室北侧	约 2.6	4 人	辐射工作人员	X 射线	年受照剂量不大于 5mSv/a
	操作室北侧过道	探伤室北侧	约 5.0	本企业其他工作人员紧邻 2-4 人	公众人员		年受照剂量不大于 0.1mSv/a
	库房 1	探伤室北侧	约 6.8				
	卫生间	探伤室北侧	约 6.8				
	暗室	探伤室北侧	约 7.2				
	评片室	探伤室北侧	约 6.8				
	库房 2	探伤室东北侧	约 11				
	工作周转区	探伤室东侧	约 3.8				
	监控室	探伤室东侧	约 8.5				
	设备库房	探伤室东侧	约 12				
	前厅	探伤室东南侧	约 8.3				
	电梯间	探伤室东南侧	约 5.8				
	源库	探伤室西侧	紧邻	其他企业活动人员紧邻 2~10 人	公众人员		年受照剂量不大于 0.1mSv/a
	探伤室西侧走廊	探伤室西侧	紧邻				
9#-A（陕西信恒检测科技有限公司）	探伤室西侧	约 1.2					

	企业二层耗材库	探伤室上方	紧邻	本企业, 活动人员约 紧邻 2~10 人			
	企业二层办公区域		紧邻				
	企业三层办公区域		约 4				
	8#-A、8#-B 楼（西安汇创达电气技术有限公司、西安欧亚电气设备集团有限公司）	厂房东侧	约 15-60	其他企业活动人员 紧邻 20-30 人			
	14#-A、14#-B 楼（陕西天和包装有限公司）	厂房南侧	约 15-50	其他企业活动人员 紧邻 20~40 人			
	7#-A、7#-B 楼（陕西菲斯特电器设备有限公司、西安爱姆加半导体设备有限公司）	厂房北侧	约 18-55	其他企业活动人员 紧邻 20~30 人			
储源库	暗室	源库北侧	约 12.6	本企业其他工作人员 紧邻 2-4 人	公众人员	γ 射线	
	评片室	源库北侧	约 12.6				
	库房 2	源库东北侧	约 15				
	工作周转区	源库东侧	约 4.8				
	监控室	源库东侧	约 10.8				
	设备库房	源库东侧	约 11.9				
	前厅	源库东侧	约 8.3				
	电梯间	源库东侧	约 5.8				
	探伤室	源库北侧	紧邻	紧邻 4 人	辐射工作人员		年受照剂量不大于 5mSv/a
	源库南侧走廊	源库南侧	紧邻	本企业其他工作人员 紧邻 2-4 人	公众人员		年受照剂量不大于 0.1mSv/a
源库西侧走廊	源库西侧	紧邻					

	9#-A（陕西信恒检测科技有限公司）	源库西侧	约 1.2	其他企业活动人员 紧邻 2~10 人			γ 射线
	园区南侧道路	源库南侧	约 1.5				
	企业二层耗材库	源库上方	紧邻	本企业，活动人员约 紧邻 2~10 人			
	企业二层办公区域		紧邻				
	企业三层办公区域		约 4				
	8#-A、8#-B 楼（西安汇创达电气技术有限公司、西安欧亚电气设备集团有限公司）	厂房东侧	约 15-60	其他企业活动人员 紧邻 20-30 人			
	14#-A、14#-B 楼（陕西天和包装有限公司）	厂房南侧	约 15-50	其他企业活动人员 紧邻 20~40 人			
7#-A、7#-B 楼（陕西菲斯特电器设备有限公司、西安爱姆加半导体设备有限公司）	厂房北侧	约 18-55	其他企业活动人员 紧邻 20~30 人				

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》（GB18871-2002）相关内容

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求。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源的安全。

本标准不适用于非电离辐射（如微波、紫外线、可见光及红外辐射等）对人员可能造成的危害的防护。

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

附录 B 剂量限值 and 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生涯照射水平进行控制，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 条规定：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。

（二）环评要求年受照剂量约束值

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值相关规定，结合该项目对职业人员、公众产生的辐射影响，从辐射防护最优化角度，确定该项目所致职业人员年附加有效剂量限值为 5mSv、公众年附加有效剂量限值为 0.1mSv。

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 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。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

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

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-3 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

表 7-3 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

管电压 (kV)	漏射线空气比释动能率 (mSv/h)
<150	<1
150~200	2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全连锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

5.2γ射线探伤机

5.2.1 源容器及其传输导管

5.2.1.1 当源容器装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且装配好保护盖（若有）时，源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率应不超过表 7-4 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。

表 7-4 源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值

探伤机类别	探伤机代号	最大周围剂量当量率 mSv/h	
		离源容器表面 5cm 处	离源容器表面 100cm 处
便携式	P	0.5	0.02
移动式	M	1	0.05
固定式	F	1	0.1

5.2.3 放射源的贮存和领用

5.2.3.1 使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤机）的贮存库。

5.2.3.3 放射源贮存设施应达到如下要求：

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

b) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；

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

d) 贮存设施的门应保持在锁紧状态，实行双人双锁管理；

e) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。

5.2.3.4 放射源的储存应符合 GA1002 的相关要求。

5.2.3.5 使用单位应制定放射源领用及交还制度，建立领用台帐，明确放射源的流向，并有专人负责。

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

5.2.4 放射源的运输和移动

5.2.4.2 含源装置应置于储存设施内运输，只有在合适的源容器内正确锁紧并取出钥匙后方能移动。

5.2.4.3 在不涉及公用道路的厂区内移动时，应使用小型车辆或手推车，使含源装置处于人员监视之下。

5.2.5 废旧放射源的处理

使用单位应与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

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

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示

装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

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

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

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

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

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

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

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行检定/校准，取得相应证书。使用前对辐射检测仪器进行查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

8.5 辐射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修），应按照 GBZ128 的相关要求进行外照射个人监测。

7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单相关内容

本标准规定了工业 X 射线探伤室屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

7.3.4 《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

三、使用探伤装置单位的要求

（一）至少有 1 名以上专职人员负责辐射安全管理工作。

（三）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。

（四）必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。

（五）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。

（六）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。

（七）制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度。定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时应有 2 人在场，核实记录应妥善保存，并建立计算机管理档案。

（八）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。

（九）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。

（十）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。

（十五）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。

（十六）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。

(十七)使用固定 γ 射线探伤室的单位可参照从事移动 γ 射线探伤工作的单位进行管理。固定 γ 射线探伤室应满足下述要求：

1.探伤室建筑（包括辐射防护墙、门、辐射防护迷道）的防护厚度应充分考虑 γ 射线直射、散射效应。

2.探伤室应安装固定式辐射剂量仪，剂量率水平应显示在控制机房内，并与门连锁。

3.应配置便携式辐射检测报警仪，该报警仪应与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。

4.探伤室工作人员入口门外和被探伤物件出入口门外应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱。探伤作业时，应由声音警示，灯箱应醒目显示“禁止入内”。

5. γ 射线探伤室的各项安全措施必须定期检查，并做好记录。

7.3.5《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术规范》（HJ1258-2022）（参照执行）

6 废物库设计

6.2.2 废物库库房设计应符合以下要求：

a) 废物贮存区是废物库库房内用于贮存放射性废物和废源的区域，可根据当地条件采用地面、地下、半地下的形式；

d) 废物包装容器应采用标准包装容器，并应将尺寸较小的废物包放在大的外包装内；

g) 废物库库房内临近大门处应布置放射性废物和废（旧）放射源的接收与检测区域，场地应满足人员操作和运输车辆安全进出。

6.3.2.5 废物库的室内地坪标高，应高出室外场地地面设计标高，且不应小于 0.3m，可根据需要加大建（构）筑物的室内外高差，但应与库内道路标高相协调。

6.3.3.3 在山坡地带建库时，应在库区上方设置山坡截水沟。截水沟至库区挖方坡顶的距离，不宜小于 5m。当挖方边坡不高或截水沟铺砌加固时，此距离不应小于 2.5m。

本项目拟建密封放射源库为地上建筑，所储存放射源均安装在 γ 射线探伤机内， γ 射线探伤机放置在源库储源间内，能够有效防止射线泄漏。在密封放射源库动侧设置放射源交接区，值班人员在交接区对拟交接放射源进行辐射监测并记录数值，随后将储源箱交给放射源运输人员完成放射源交接。交接区域能够满足人员操作。本项

目拟建源库位于公司厂区1楼西南角，厂区严格执行实行雨污分流。源库地面高于园区道路可有效防止雨水倒灌，防止雨水在密封放射源库周边蓄集，可有效防止雨水倒灌，对密封放射源库造成影响。

7.3.6《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA1002-2012）

5治安防范要求

5.1人力防范要求

5.1.1值守人员应符合以下条件

a)年龄18周岁（含）以上，不宜超过60周岁；

b)应具有完全民事行为能力，身体健康，无精神病等不能控制自己行为能力的疾病病史，无酗酒、赌博等不良嗜好；

c)应品行良好，无收容教育、强制戒毒、收容教养、劳动教养、刑事处罚和开除公职、开除军籍的记录；

d)应具有初中以上文化程度，经过培训考核能掌握值守岗位所需要的化学、辐射防护、技术防范等知识，能熟练操作技术防范设备和自卫器具。

5.1.2值守人员应认真履行岗位职责，对进出存放场所人员进行检查，制止非法侵入；应严格执行交接班制度，并有记录。

5.1.3保卫值班室应24h有专人值守。值守人员应每两个小时对存放场所周围进行一次巡查，巡查时携带自卫器具。

5.1.4敞开式存放场所（部位）等不宜单独设置保卫值班室的，单位总值班室等其他房间可兼用为保卫值班室，其监控中心宜设在保卫值班室内。

5.1.5应设置治安保卫机构或者配置专人，对治安防范措施开展日常检查，及时发现、整改治安隐患，并保存检查、整改记录。

5.1.6 应建立剧毒化学品、放射源防盗、防抢、防破坏及技术防范系统发生故障等状态下的应急处置预案，并每年开展一次针对性的应急演练。

5.1.8 放射源应单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放。应由专人保管，并做好贮存领取、使用、归还情况的登记，登记资料至少保存1年。含放射源装置暂停使用期间，应存放在专用仓库内。

5.1.9 应每天核对、检查剧毒化学品、放射源存放情况。发现剧毒化学品、放射源的包装、标签、标识等不符合安全要求的，应及时整改账务不符的，应及时查找，查找不到下落的，应立即报告单位主管部门和所在地公安机关。

5.2 实体防范要求

5.2.2 存放场所（部位）的防盗安全门应符合 GB17565 的要求，其防盗安全级别为乙级（含）以上防盗锁应符合 GA/T73 的要求；防盗保险柜应符合 GB10409 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。警告标志应符合 GB18871 的要求。

5.2.4 一、二级风险的库房墙壁应采用混凝土墙或实心砖墙建造，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，厚度应不小于 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，壁厚不小于 2mm 的钢管，钢板栅栏应采用单根横截面不小于 8mm×20mm 的板。相邻钢筋(钢管、钢板)间隔应小于 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 的膨胀螺旋固定，安装应牢固可靠。

5.3 技术防范要求

5.3.2 一般要求

技术防范一般包含以下要求；

a)技术防范由视频监控系统、入侵报警系统、出入口控制系统、电子巡查系统等组成，其设计应符合 GB50348 的要求；

b)技术防范所使用的产品和服务应符合国家法规和现行相关标准；

c)技术防范系统应由具有相应资质的单位设计和施工；

d)技术防范系统应预留与有关部门远程监控中心报警联网的接口；

e)入侵报警系统、视频监控系统和出入口控制系统应具备联动功能；

f)安装在有爆炸性质的剧毒化学品场所（部位）的设备应符合防爆要求；

g)系统校准时，系统的时间误差应小于等于 5s,与北京时间误差小于等于 30s。

5.3.3 三级技术防范要求

a)库房出入口应设置入侵报警装置和视频监控装置，监视及回放图像应能清楚辨别进出人员的体貌特征；

b)存放场所(部位)应设置入侵报警装置和视频监控装置，监视及回放图像应能清晰显示人员的活动状况；

c)保卫值班室应配备通讯工具并保持 24h 畅通，安装紧急报警装置，出现紧急情况时能人工触发报警；

d)应设置监控中心，可设在保卫值班室内，监控中心应配备通讯工具，安装紧急报警装置和监控中心设备，出现紧急情况时能人工触发报警，监视及回放图像应能清楚辨别人员的体貌特征。

5.3.4 二级技术防范要求

除了符合 5.3.3 的要求外，还应符合下列要求：

a)库房出入口应设置出入口控制装置；

b)库房窗口、通风口应设置入侵报警装置和视频监控系统，监视回放图像应清晰辨别人员的体貌特征；

c)监控中心和保卫值班室宜合用，应为专用工作间。

5.4.1 视频监控系统

5.4.1.1 视频监控系统应符合 GB50395 的相关要求。

5.4.1.2 模拟视频监视图像分辨率应不低于 420TVL，回放图像分辨率应不低于 270TV；数字视频格式分辨率应不低于 352×288 像素。

5.4.1.3 视频图像应实时记录，记录保存时间应不少于 30 天。

5.4.1.4 当报警发生时，视频监控系统应能对报警现场进行图像复核，记录报警触发前图像信息，预录时间可设定且不少于 5s。

5.4.1.5 视频监控系统应设置备用电源，断电时应保证对视频监控设备供电不少于 1h。

5.4.2 入侵报警系统

5.4.2.1 入侵报警系统应符合 GB50294 的相关要求。

5.4.2.2 入侵报警系统布放、撤防、报警、故障等信息的保存时间应不少于 30 天。

5.4.2.3 紧急报警装置应设置独立防区，应有防误触发措施且 24h 处于设防状态。

5.4.2.4 应能按时间、区域、部位等因素灵活编程设防或撤防。

5.4.2.5 应具有防破坏功能，可对设备运行状态进行检测，能显示和记录报警发生的位置、区域、地点及警情数据。

5.4.2.6 声光报警装置安装在防盗报警控制器外，报警声音应不小于 100dB。

5.4.2.7 入侵报警系统报警响应时间应小于等于 2s。

5.4.2.8 入侵报警系统应设置备用电源，断电时应保证对报警系统供电不少于 8h。

5.4.3 出入口控制系统

5.4.3.1 出入口控制系统应符合 GB50396 的相关要求。

5.4.3.2 应具有对时间、地点、人员等信息的显示、记录、查询、打印等功能，时间误差应在 $\pm 30s$ 以内，记录存储时间应不少于 30 天。

5.4.3.3 不同的出入口应设置不同的出入权限，应采用双人双锁的管理模式。

5.4.3.4 出入口控制系统应满足人员逃生时的相关要求，当需要紧急疏散时，各闭锁通道应开启，保障人员迅速安全通过。

5.4.3.5 出入口控制系统应设置备用电源，断电时应保证对出入口控制设备供电不少于 48h。

7.3.7 辐射评价标准汇总

综上所述，本次环评结合上述标准以及项目实际情况，本项目取 5mSv/a 作为辐射工作人员的年剂量约束值，取 0.1mSv/a 作为公众人员的年剂量约束限值。同时根据项目实际情况，确定本项目年有效剂量管理目标及污染物排放指标如表 7-5 所示。

表 7-5 本项目管理目标值及辐射评价标准汇总表

序号	项目	控制值	执行标准
1	年剂量管理目标值	辐射工作人员：5mSv/a；公众人员：0.1mSv/a	GB18871-2002
2	X 射线探伤机要求	①管电压>200kV 时，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率：<5mSv/h；②管电压为 150~200kV 时，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率：<2.5mSv/h。	GBZ117-2022
3	X 射线探伤室	X 射线探伤室外表面 30cm 处周围剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	GBZ/T250-2014
4	X 射线探伤室	关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 $\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu\text{Sv/周}$	GBZ117-2022
5	X 射线探伤室	屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。	GBZ117-2022
6	γ 射线探伤机要求	便携式 γ 射线探伤机离源容器表面 5cm 处最大周围当量剂量率<5mSv/h，离源容器表面 100cm 处最大周围当量剂量率<0.02mSv/h。	GBZ117-2022
7	源库	屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。	GBZ117-2022
8	通风要求	探伤室及源库有效通风换气次数应不小于 3 次/h	GBZ117-2022

表 8 环境质量和辐射现状

本项目辐射环境质量现状由中陕核工业集团综合分析测试有限公司开展监测，监测时间为 2025 年 3 月 5 日，监测报告（ZSH（2025）0271FS）详见附件 4。

8.1 监测因子及监测点位

- (1)监测因子：X、γ辐射剂量率。
- (2)监测点位：
环境本底（室内）、环境本底（室外）。共布设 2 个监测点位，见图 8-1。

8.2 监测使用仪器及监测方法

监测使用仪器及监测方法见表 8-1。

表 8-1 监测使用仪器及监测方法一览表

仪器名称	X、γ剂量率仪		
仪器型号	FH40G-L10+FHZ672E-10/X	仪器编号	SHZC-YJ003
检定单位	中国计量科学研究院	检定证书	DLj12024-15222
检定有效期	2024.10.24~2025.10.23		
监测方法	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）		

8.3 质量保证措施

监测按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）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。

8.4 环境质量现状监测结果及分析

场址室内外 X、γ辐射剂量率监测结果见表 8-2。

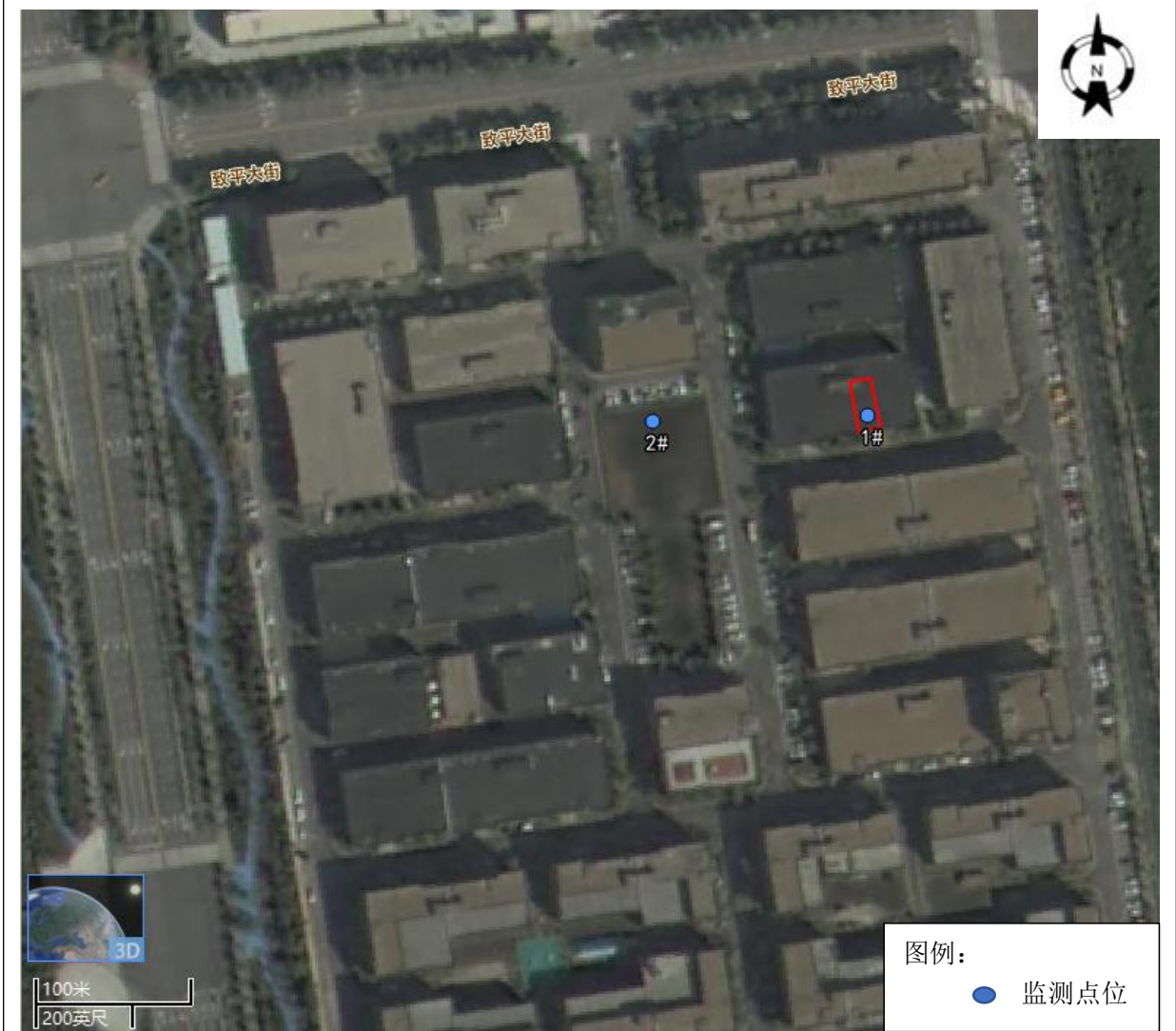


图 8-1 场址室内外 X、 γ 辐射剂量率监测点位示意图

表 8-2 场址室内外 X、 γ 辐射剂量率监测结果

序号	检测点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)				备注
		最小值	最大值	平均值	标准偏差	
1	环境本底 (室内)	0.09	0.09	0.09	0	/
2	环境本底 (室外)	0.07	0.08	0.07	0	/

说明：1.以上检测结果均已校准，且未扣除本底值，本底值包含宇宙射线影响；
2.空气比释动能率和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，当仪器使用 Cs-137 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy。

表 8-2 所列监测结果为经校准后的 γ 辐射剂量率值，所测地室内 γ 辐射剂量率为 $0.09\mu\text{Gy/h}$ ，室外 γ 辐射剂量率为 $0.07\mu\text{Gy/h}$ 。

根据《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（陕西省环境保护科学研究所，1988 年 11 月）表 5 中“咸阳市道路 γ 辐射剂量率范围为 $32.0\sim68.0\text{nGy/h}$ ，室内 γ 辐射剂量率

范围为 87~123nGy/h”。经对比，项目拟建地周边环境的空气比释动能率与咸阳市天然环境 γ 剂量率处于同一水平，属天然辐射本底波动水平。可见项目所在区域辐射环境现状质量良好。

表 9 项目工程分析及源项

9.1 施工期工艺分析

本项目使用已建成的厂房，施工期主要工作为探伤室和源库地基开挖、屏蔽体浇筑、设备线缆、风机安装、配套用房及探伤室内部装修、设备调试等。土建施工规模小，施工时间短，施工位置位于项目所在厂区厂房内，因此施工活动对外环境影响较小，且其影响随着施工结束而消失。

设备安装调试过程中主要污染物包括设备的包装废物和调试时产生的 X 射线及臭氧和氮氧化物。安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在机房门外设立辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 设备配置情况

本项目拟建 1 间探伤室和 1 间储源库，探伤室配备 6 台 X 射线探伤机，且探伤室内不存在两台及两台以上探伤机同时开机运行的工况。探伤机在曝光室内使用，不用时放于库房内。储源库最多存放 30 枚放射源。

Ir-192、Se-75 密封源在探伤机出厂时就已安装在探伤机内。探伤机不工作时放射源位于探伤机内贮存位置，密封源发射的 γ 射线通过探伤机自身的贫铀结构屏蔽和防护。放射源退役和换源均由源生产单位负责。

本项目使用的工业 X 射线探伤机技术参数见表 1-3，本项目拟存放的放射源技术参数表 1-4。

9.2.2 X 射线探伤机工作原理和探伤工作工作流程

探伤设备主要由控制器、X 射线探伤机、电源电缆、连接电缆等附件组成，其中 X 射线探伤机为组合式结构，一般由 X 射线管、高压变压器（包括 X 射线管灯丝绕组）和绝缘气体（SF₆）一起密封在桶状铝壳内。X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接射向嵌在金属阳极中的靶体，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度，这些高速电子轰击靶物质，与其靶物质作用产生韧致辐射，释放

出 X 射线，X 射线探伤所利用的就是其释放出的 X 射线。

X 射线管结构及原理示意图见图 9-1。

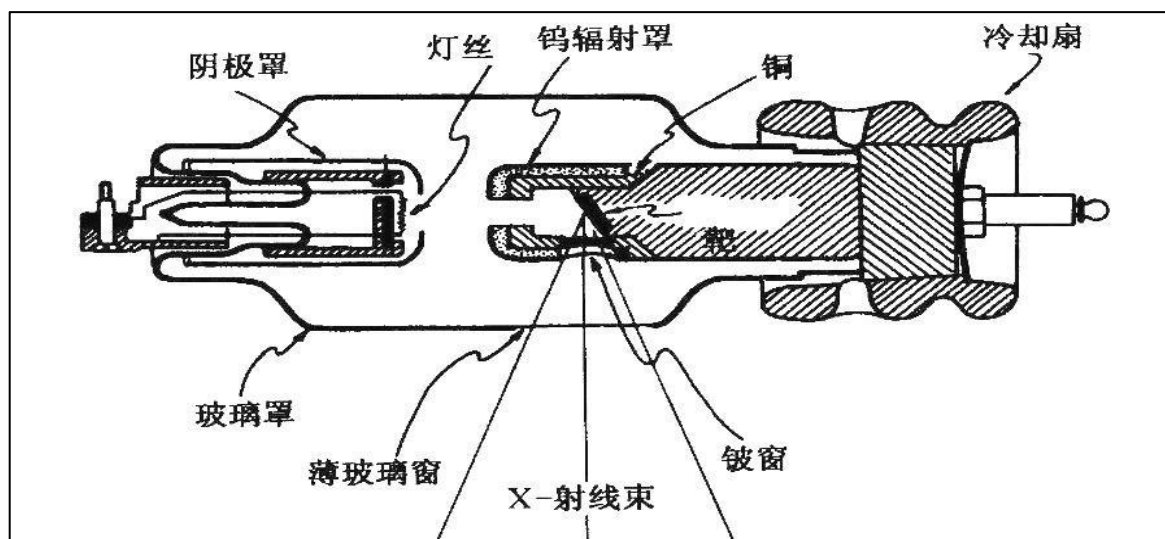


图 9-1 典型 X 射线管结构图

（二）X 射线探伤机

根据探伤机射线出束方位角度的不同，探伤机分为定向、周向两种类型。定向型探伤机辐射方向是固定的，射线束辐射圆锥角一般在 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 范围；周向型探伤机辐射射线束是在与 X 射线管轴线成垂直方向的 360° 圆周上同时辐射 X 射线，这对于检测大口径管件和球形容器的环形焊缝，通过一次曝光可以完成整个焊缝的探伤照相工作，因而可以大大地提高检测效率。典型定向、周向 X 射线探伤机见图 9-2。

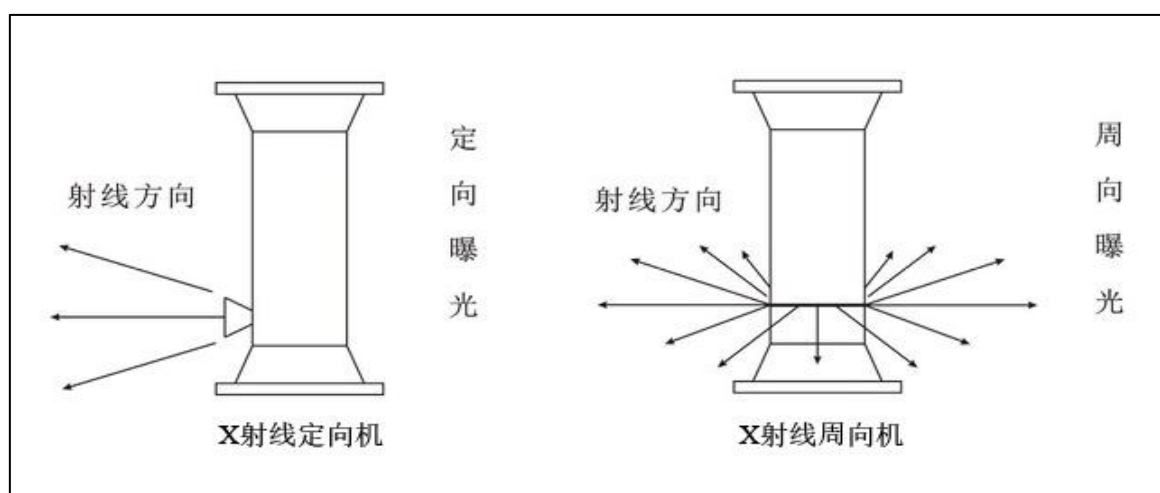


图 9-2 典型定向、周向 X 射线探伤机

（1）设备组成

本项目采用的工业 X 射线探伤机由控制器、X 射线发生器、连接电缆、电源电缆组成。

①控制器

探伤机控制器为立式结构。所有操作均由面板上的按键式开关进行。电缆插座、电源开关及接地端子设置在接线盒内。控制器由控制板、电容板、供电电源板、前面板、电感线圈、IGBT 斩波模块构成。

②X 射线发生器

探伤机 X 射线发生器为组合式，X 射线管、高压发生器与绝缘气体（SF₆）一起封装在桶状铝壳内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器。X 射线发生器由 X 射线管、高压变压器、温度继电器、气体压力表、连接电缆插座、警示灯、X 射线管冷却风扇、充、放气阀部件构成。

（2）成像原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对工件进行透射拍片的检测装置。X 射线通过物质时，其强度逐渐减弱，X 射线还有个重要性质，就是能使胶片感光，当 X 射线穿透照射胶片时，与普通光线一样，能使胶片乳剂层中的卤化银产生潜象中心，经过显影和定影后就黑化，接收射线越多的部位黑化程度越高，这个作用叫做射线的照相作用。把这种曝光过的胶片在暗室中经过显影、定影、水洗和干燥，再将干燥的底片放在观灯片上观察，根据底片上有缺陷部位与无缺陷部位的黑度图像不一样，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等，这就是射线照相探伤的原理。

X 射线穿透工件焊缝在 X 胶片上成像，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接收的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，对 X 胶片进行显影、定影，根据 X 胶片上显示图像颜色的差异判断检测工件是否符合要求，从而达到无损检测的目的。

（3）工作流程

本项目工业 X 射线探伤机采用拍片的方式进行无损检测，辐射工作人员在工作前必须做好一切准备，根据探伤规范要求，算出曝光时间、焦距、确定焦点位置，非工作人员不得进入探伤室区域，以免发生误照事故。

①由辐射工作人员将需要无损检测的工件放置在探伤室工件平台车上，工件平台车通过导轨将工件送至探伤室；

②根据探伤工件型号、大小、尺寸，确定探伤机的布置位置、照射角度；

③选择合适的位置，铺设胶片于需探伤工件或部件；

④人员撤离探伤室，关闭铅门；

⑤根据探伤规范要求，开启控制器电源，确认数码管显示与拨号盘一致、初级电压指示表指针在一半位置上，否则严禁开启高压；当电源电压正常时，调节千伏选择按钮，调整到需要的值；调节时间按钮，选择需要的曝光时间，准备进行下一步骤；

⑥确认探伤室内无人，关闭防护门后，启动高压，按下高压按钮并持续 1 秒钟，即可启动曝光操作，同时操作面板上的射线警示灯闪动，时间显示窗口开始倒计时，X 射线发生器开始工作，向外辐射 X 射线；当数码管显示“0.0”时，曝光结束。仪器自动切断高压，喇叭鸣叫 3 声，并进入休息，数码管显示预选值，准备下一次曝光，此时，“准备”灯灭，等到与上次工作时间相等时，“准备”灯亮；

⑦探伤结束时，关闭 X 射线探伤机；

⑧确认 X 射线探伤机关闭后，开启防护门；工件平台车通过导轨将工件运出探伤室，由辐射工作人员取下胶片并更换待检测工件。

⑨全部工件检测完成，关闭高压电源，填写设备运行记录。

⑩取下的胶片在暗室内进行冲洗，本项目采用手工洗片。

⑪进行评片和审片，评定合格的底片填写评定报告，评定不合格的产品，返修检测。本项目工业 X 射线室内探伤工作流程见图 9-3。

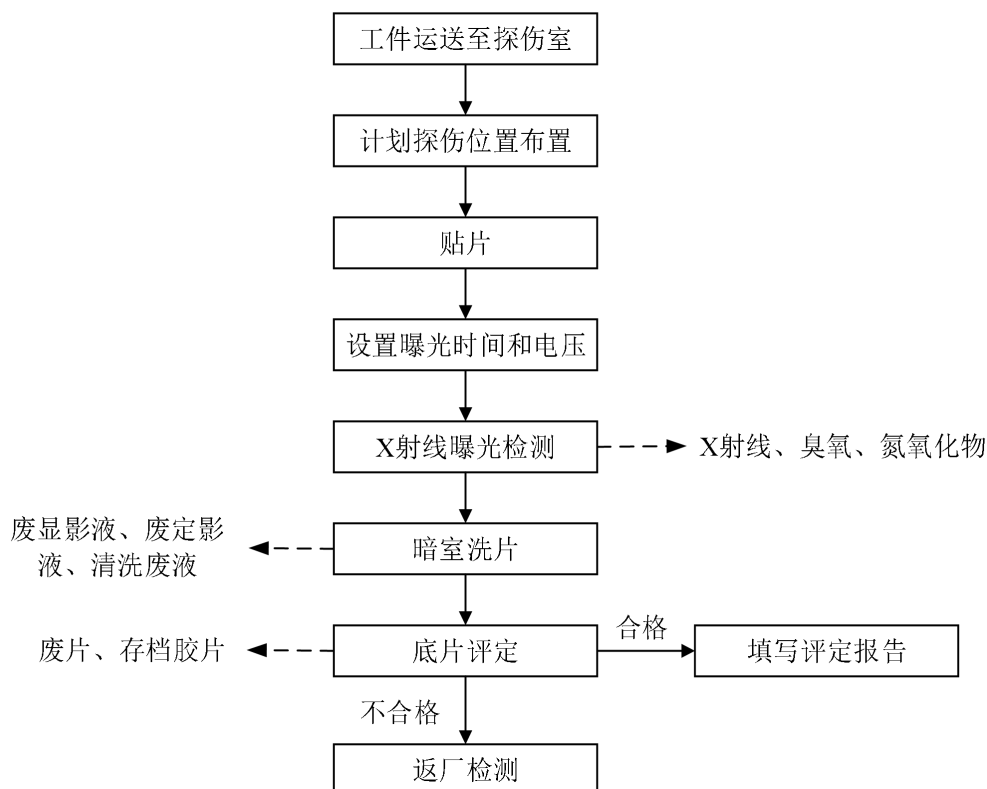


图 9-3 X 射线室内探伤工作流程简图

(5) 胶片冲洗工艺流程

①显影：显影池内注入配好的显影液，将洗片夹放入显影池内频繁抖动，保持胶片膜面的药液流动更新，使显影均匀。显影时间控制在胶片规定的时间范围内；

②停显：洗片夹自显影液中取出后，再显影池上方停留 2~3 秒以使滞留的药液流离洗片夹，放入清洗池用清水将其上面的显影液冲洗干净至停显。

③定影：定影池内注入配置好的定影液，将停显后的底片放入定影液中晃动定影，按规定控制定影时间。

④水洗、干燥：底片定影后放入另一个清洗池内水洗，冲洗时间不少于 20 分钟，水温一般为常温。底片水洗后进行干燥处理，方法一般有自然晾干或烘箱烘干，本项目采用自然晾干。

胶片冲洗过程中产生的废显（定）影液、洗片废水、废胶片等危险废物由专用容器收集，放置于危险废物暂存间，定期交由有资质单位进行处置。

本项目洗片工艺流程及产污环节如图 9-4 所示。

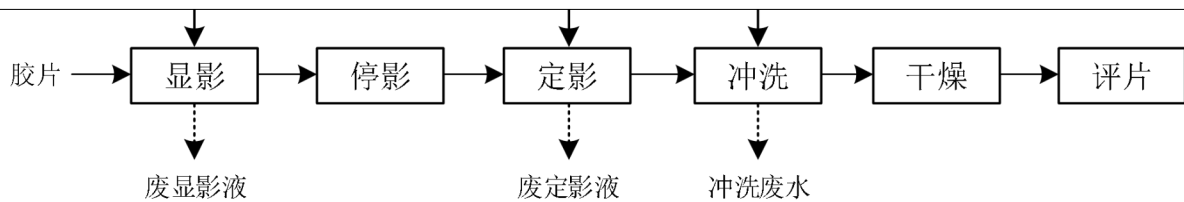


图 9-4 洗片工艺流程图

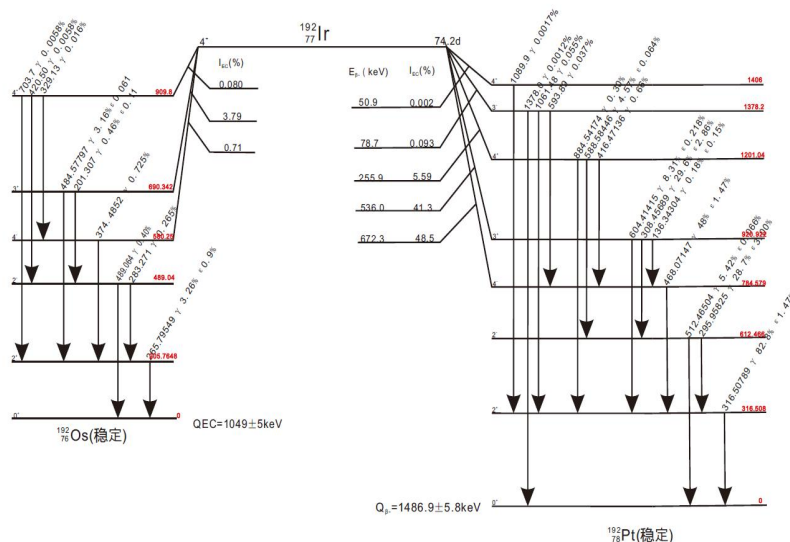
9.2.3 源库

(一) 放射源类型

本项目拟建暂存库最多存放 30 台 γ 射线探伤机，每台探伤机内各设 1 枚活度为 $3.70 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 Ir-192 密封放射源或 Se-75 密封放射源。

(1) Ir-192 特性

半衰期 73.827d。β射线的主要能量有：258.65keV（5.605%）、538.78keV（41.76%）、675.12keV（48.03%）；γ射线的主要能量有：316.51keV（83.0%）、468.07keV（47.7%）、308.46keV（29.3%）、295.96keV（28.3%）。衰变纲图见图 9-5。



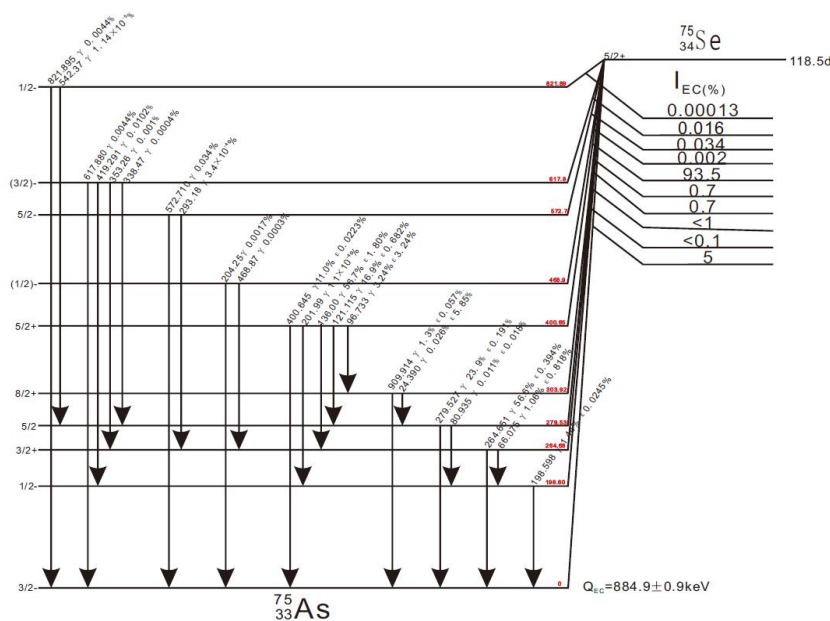


图 9-6 Se-75 衰变纲图

(二) 放射源存、取流程

(1) 新入库放射源手续

新入库放射源需按有关要求办理入库手续，使用人员应按照存储协议如实完整填写放射源入库交接单，值班人员负责放射源的表面监测，确定放射源在探伤机内，并拍照记录工作，同时录入放射源的编号、编码、活度、生产厂家等有关信息资料，建立该放射源档案，纳入暂存库统一管理；待双方确认无误签字确认后，把放射源放入指定的放射源储存坑内，并用锁具锁住指定储源坑，储源坑钥匙由使用单位负责保管。

(2) 储存

①使用单位放射源交接人员将放射源运送至暂存库，由使用单位放射源交接人员先登记，暂存库值班人员核对放射源信息，并使用监测仪器确认放射源的存在，使用单位负责储源罐表面检查，双方确认无误签字后，并如实填写《放射源出入库登记表》。

②暂存库值班人员打开暂存库门，放射源交接人员穿戴防护用品入库操作，使用单位放射源交接人员打开本单位源坑锁头（双人双锁）。

③将密封放射源从运源车上铅箱（罐）中取出，移送至暂存库内的放射源储存坑中。

④使用单位人员与暂存库值班人员依次锁上源坑锁头、暂存库门，返回值班室；运源车驶离。

(3) 领取

①运源车辆到达暂存库门口，使用单位放射源交接人员先登记。

②暂存库值班人员核对放射源信息，并使用监测仪器确认放射源的存在，使用单位负责储源罐表面检查，双方确认无误签字后，并如实填写《放射源出入库登记表》。

③密封放射源暂存库值班人员打开暂存库大门，放射源交接人员穿戴防护用品入库操作，使用单位人员打开本单位源坑锁头（双人双锁），取出放射源。

④将源转至运源车运走，值班人员返回值班室。

（4）贮存

放射源贮存于暂存库内，暂存库采取 24h 专人值守。

放射源储存、领取流程如图 9-7 所示。

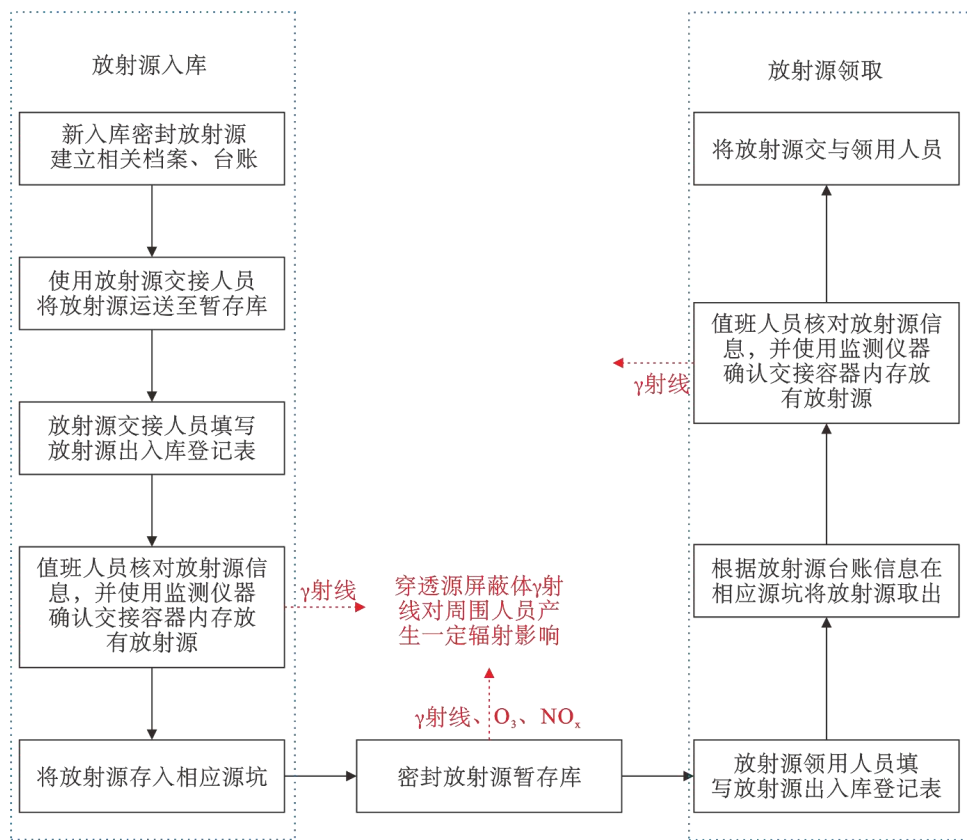


图 9-7 放射源入库、领取流程及产污环节

9.2.4 人流物流路径

工作人员：工作人员通过操作间及迷道防护门进出探伤室。

物流：待检工件通过工件门运至检测室内，并利用室内吊轨被运至检测位置进行检测，检测完毕后被运出。

路径图见图9-8。

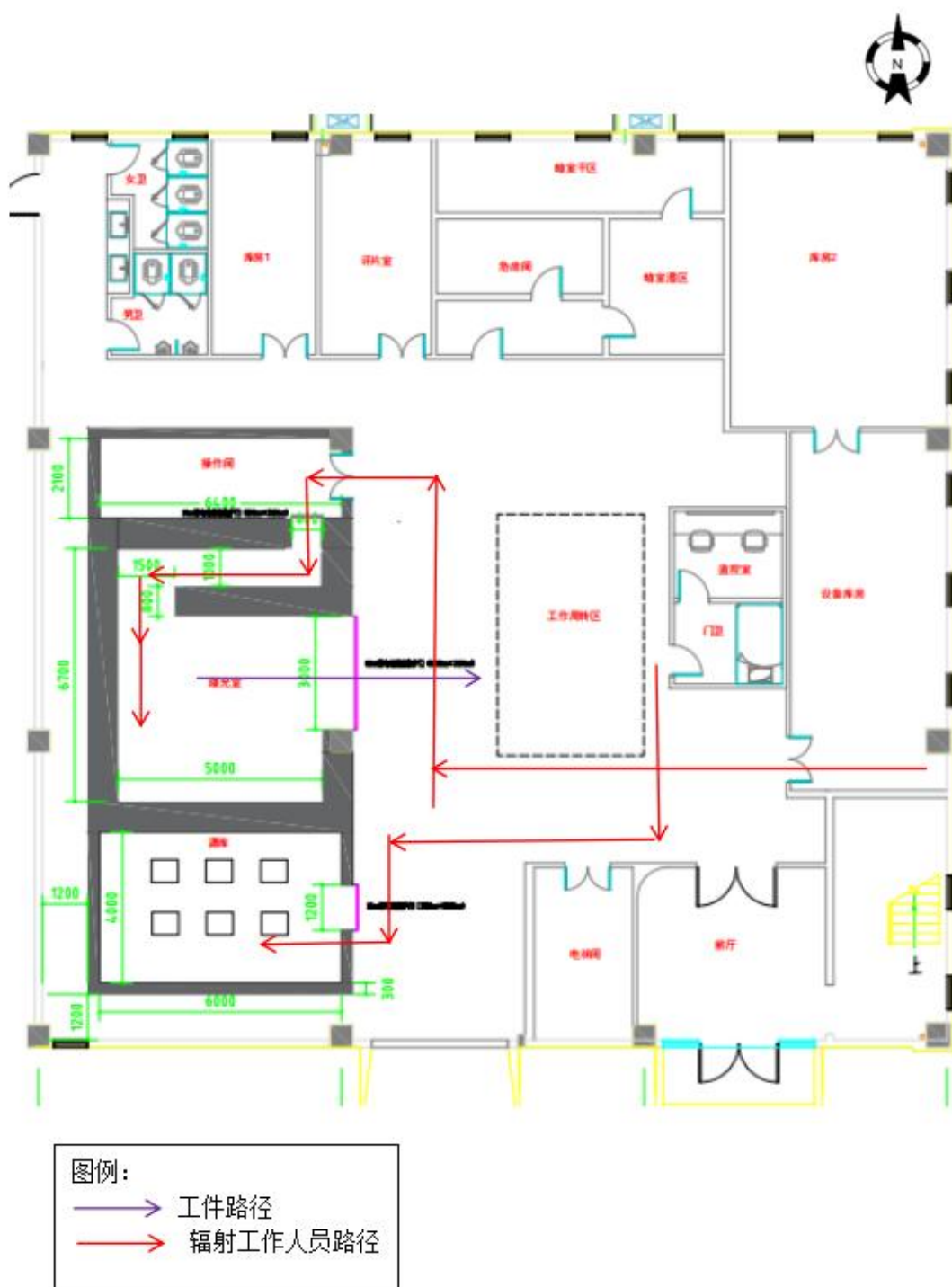


图 9-8 本项目人流物流图

9.3 污染源项描述

9.3.1 放射性污染

（一）X射线

由X射线探伤机工作原理可知，X射线是随机器的开、关而产生和消失，本项目使用的X射线探伤机只有在开机状态，并且其X射线探伤机组件处于出线状态时（曝光状态）才会发出X射线，因此，在开机曝光期间，X射线成为污染环境的主要污染因子。

根据项目X射线探伤工作流程，X射线探伤机与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为X射线球管出束照射工件期间，它产生的X射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与X射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的X射线包括有用线束、漏射线和散射线。

①有用线束：直接由X射线管产生的电子通过打靶获得X射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。其射线能量、强度与X射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数，加在X射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。

②漏射线：由X射线管发射的透过X射线管组装体的射线。

③散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、射线接收装置、地面、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与X射线能量、X射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。

（二） γ 射线

γ 射线探伤机中安装有Ir-192或Se-75放射源，在储源状态下产生的 γ 射线污染途径为放射源发射出的 γ 射线穿过探伤机防护层产生的泄漏辐射，对周围环境辐射影响较小。

（三） β 射线

Ir-192放射源能释放 β 射线，由于 β 射线穿透能力很弱，设备的外包装可以完全屏蔽，使 β 射线不能释放到环境中，因此 β 射线对外环境的影响可以忽略。

（四）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”。

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Ir-192约6个月更换一次，Se-75约3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。

9.3.2非放射性污染

根据本项目探伤的工作原理，主要污染物分析如下：

（一）臭氧和氮氧化物

本项目X射线探伤机和 γ 射线探伤机产生的X、 γ 射线会使空气电离，产生一定量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。本项目探伤室拟安装机械通排风系统，在开机状态下持续通风，在良好通风条件下，O₃和NO_x很快弥散在大气环境中，O₃在自然环境下分解成氧气。

（二）废显（定）影液与废胶片

根据陕西泰诺特检测技术有限公司提供资料，本项目X射线探伤室每年最多使用胶片10400张，在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520L，显影液使用量520L，则废显（定）影液产生量1040L；洗片过程产生冲洗废水，经胶片显影冲洗废水循环处理设备处理后循环使用，最终产生含高浓度定（显）影液的洗片废水，平均每张胶片冲洗约产生0.1L的冲洗废水，年产生量1040L。完好的胶片由公司定期建档备查。

本项目危废产生量及处理措施见下表9-10。

表 9-10 本项目危废产生量及处理处置措施

废物名称	危险废物类别及代码	产生量	形态	主要成分	有害成分	处置量	危险特性	处置措施
废显影液	HW16: 900-019-16	520L/a	液态	硫酸、硝酸、苯、甲醇、卤化银、硼酸、对苯二酚等	重金属银	520L/a	T	专用容器分类收集，转移至危险废物
废定影液	HW16: 900-019-16	520L/a	液态	硫代硫酸钠、乙酸、硼酸等	重金属银	520L/a	T	

洗片 废水	HW16: 900-019-16	1040L/a	液 态	硫酸、硝酸、苯、 甲醇、卤化银、硼 酸、对苯二酚、硫 代硫酸钠、乙酸、 硼酸等	重金 属银	1040L/a	T	贮存间。 所危险 废物定 期交由 有相应 资质的 单位处 置。
废胶 片	HW16: 900-019-16	10kg/a	固 态	明胶、卤化银	重金 属银	10kg/a	T	

环评要求暗室不得设置下排水系统，暗室内新建1间危废贮存间，用于贮存探伤作业产生的废显（定）影液与废胶片等危险废物。危险废物定期委有资质的单位处理，位于暗室内，建筑面积约2m²，危废贮存间应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）进行修建。

污染控制要求：

①贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

②贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。

③贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少1m厚黏土层（渗透系数不大于10⁻⁷cm/s），或至少2mm厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于10⁻¹⁰cm/s），或其他防渗性能等效的材料。

④同一贮存设施宜采用相同的防渗、防腐工艺（包括防渗、防腐结构或材料），防渗、防腐材料应覆盖所有可能与废物及其渗滤液、泄漏液等接触的构筑物表面；采用不同防渗、防腐工艺应分别建设贮存分区。

⑤贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入。

容器和包装物污染控制要求：

①容器和包装物材质、内衬应与盛装的危险废物相容。

②针对不同类别、形态、物理化学性质的危险废物，其容器和包装物应满足相应的防渗、防漏、防腐和强度等要求。

③使用容器盛装液态、半固态危险废物时，容器内部应留有适当的空间，以适应因温度变化等可能引发的收缩和膨胀，防止其导致容器渗漏或永久变形。

④容器和包装物外表面应保持清洁。

危险废物收集后定期由有相应资质的单位收集处理。公司建立危废台账，记录危废产生量、处置量及去向，并按照危险废物联单制度进行管理。

9.3.3 事故工况的污染途径

（一）X射线探伤

①安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，无关人员在工作状态误入探伤室内，由X射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害；或者防护门未完全关闭，致使X射线泄漏到探伤检测室外，给周围活动的人员造成额外误照射。

②检修过程中，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害；

③操作人员违规操作造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（二） γ 射线探伤

①源库的环境风险因子为 γ 射线，危害因素为射线超剂量照射。主要考虑在存取过程中发生密封放射源从探伤机中掉落会对工作人员造成超剂量辐射事故。

②管理人员疏忽或人为故意造成放射源丢失或偷盗事故，将造成严重的安全隐患。

③人为故意引起的辐射照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 场所布局

本项目探伤室和源库位于陕西泰诺特检测技术有限公司厂房内西南角，位置较为独立，周边人员活动相对较少。项目主要由探伤室、操作室、暗室、评片室、储源库、卫生间等组成。操作间、暗室、评片室位于探伤室东侧，迷道位于探伤室东北角。探伤室东墙设置工件门，便于工件进出。探伤室与操作间设有迷道（“L”型）和人员通道铅防护门，便于工作人员进出探伤室，并通过迷道多次散射降低工作人员受照剂量。储源库位于探伤室南侧，用于单独贮存 γ 射线探伤机，源库为单独房间。源库入口设置为电动推拉防护门，源库不设置窗户。源库实行双人双锁管理。源库内均不与爆炸物品、腐蚀性物品一起存放。本项目探伤室及源库布局设计符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，布局合理。

10.1.2 辐射分区管理

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。将需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。本项目工作场所控制区和监督区划分如下：

控制区：探伤室、储源库；

监督区：探伤室边界外 1m 和源库边界外 1m。控制区和监督区的分布如图 10-1 所示。

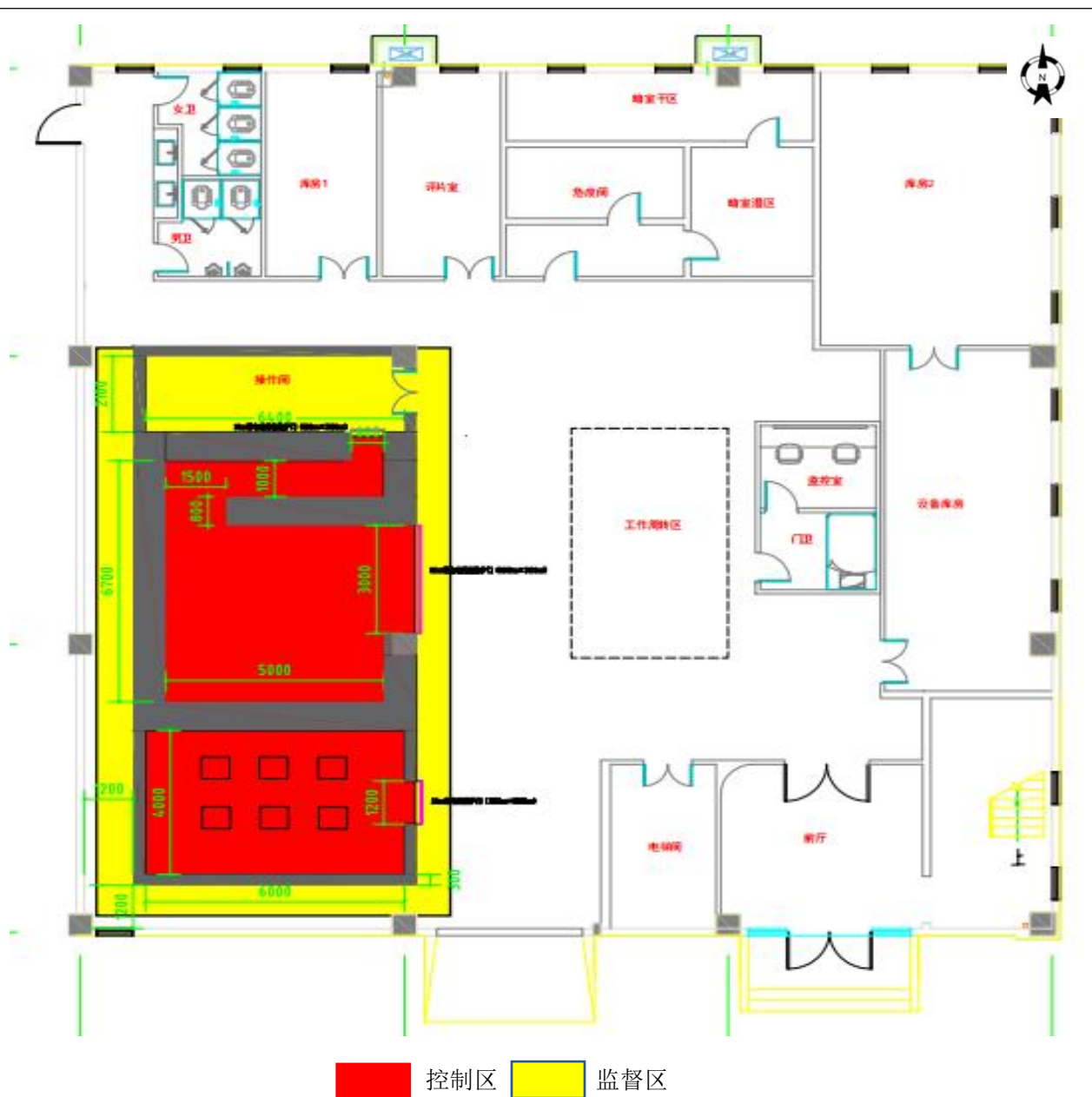


图 10-1 工作场所分区示意图

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的资料，探伤室及储源库屏蔽设计参数见表 10-1。

表 10-1 本项目曝光室及储源库屏蔽设计情况

项目	屏蔽材料及厚度	备注
探伤室		
内部尺寸（内部净尺寸）	宽 4m×长 5m×高 3.1m（不含迷道）	/
东墙	800mm 混凝土	/
南墙	800mm 混凝土（与源库共用墙体）	/
西墙	800mm 混凝土	/
北墙	800mm 混凝土	/
屋顶	800mm 混凝土	/

迷道	迷道南墙、北墙 800 混凝土	/
工件门	探伤室工件防护门为 55mmPb 电动推拉防护门。工件防护门门洞尺寸为 3000×3400 (H) mm。工件防护门门体尺寸为 3800×3800 (H) mm。工件防护门与墙体搭接尺寸：左、右侧各为 400mm，上部为 250mm，下部为 150mm。工件进出防护门与探伤机进行门-机联锁控制。	/
迷道外侧防护门	10mmPb 电动推拉防护门	/
电缆	地下 U 形电缆管	
通风	探伤室顶设置通风口，机械通风	
储源库		
内部尺寸（内部净尺寸）	内部尺寸：4.0m（宽）×6.m（长）×3.6m（高）	/
东墙	300mm 混凝土	
南墙	300mm 混凝土	
西墙	300mm 混凝土	
北墙	800mm 混凝土（与探伤室共用墙体）	
屋顶	300mm 混凝土	
防护门	20mmPb 电动推拉防护门	
电缆	地下 U 形电缆管	/
通风	探伤室顶设置通风口，机械通风	/
注：表中混凝土密度不低于 2.35g/cm ³ ，铅密度不低于 11.36g/cm ³ 。		

10.2 探伤室作业辐射安全与防护措施

为保障本项目探伤室内 X 射线探伤机的安全运行，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《关于γ射线探伤装置的辐射安全要求》（环发〔2007〕8 号文）的相关要求，本项目探伤室设计有相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

①门机安全联锁：探伤室设置门-机联锁装置，只有当防护门关闭，设备才能进行探伤作业；门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室有多台探伤装置时，每台装置均与防护门联锁。每次探伤作业开始前应检查，确保门机连锁其能正常工作。确保在防护门关闭后，射线装置才能进行照射。环评要求曝光室设置一套门机联锁确保同时只能有一台探伤机工作。

②工作指示灯及声音提示装置：

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

③紧急停机按钮：

探伤室设置 6 个紧急停机按钮，其中操作间操作台设 1 个，机房内四侧墙壁共设 4 个，迷道口内侧设 1 个，各紧急停机按钮处应有明显标识和使用说明。确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。

④监控装置：

探伤室室内、工件防护门、迷道外均设有 1 个视频监控探头，监视器位于控制台，操作间工作人员可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

⑤电离辐射警告标志：

探伤室防护门、监督区边界和控制区边界处须设置明显的电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

⑥辐射监测设备：

探伤室内拟安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置，并与防护门联锁，在探伤室内设置固定式辐射剂量监测仪探头，该监测系统能够显示机房内实时剂量率，并有报警功能，其显示单元设置在操作间。当剂量探头监测探伤室内剂量升高，防护门无法从外部打开，只有探伤室内剂量水平下降至安全阈值以下，防护门才能从外部打开。

⑦人员安全与防护：

本项目配备辐射工作人员均须通过辐射安全与防护考核，并配备个人剂量计和个人剂量报警仪。辐射工作人员进入探伤室须佩戴个人剂量计，并携带个人剂量报警仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射管理负责人报告。同时配置个人防护用品，如铅衣、铅手套、铅防护眼镜等。

⑧通风设置：

当 X 射线探伤装置运行时，X 射线与空气相互作用，可使机房内空气电离，产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）等有害气体。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 4.1.11 条的要求：“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”。

本项目曝光室设置机械排风系统。废气排放管道位于曝光室南侧，排风口穿墙位置设置于曝光室西侧墙地下，穿越防护墙的管道采用“U”型穿越曝光室。排气管道向西穿越曝光室在厂房南墙沿着厂房外墙向上引至楼顶处，产生的废气经排气管道引至厂房楼顶排

放，穿墙接口在屏蔽体的基座建设时进行预留。项目穿墙管道示意图见下图。

拟配置的排风风扇风量均为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，工作状态通风装置均持续开启。拟建探伤室与源库体积均约为 96m^3 ，通风效率保守取 50%，则每小时有效通风次数为 5 次。

⑨电缆设置：

本项目电缆通过探伤室东墙的地下进入探伤室内，室内电缆布设于电缆沟内。电缆沟穿墙部分呈“U”型，地下电缆通道埋深不小于 40cm，因此控制电缆的布设方式基本不会减弱屏蔽墙的屏蔽效果。

其他要求：探伤室内安装应急照明装置，设火灾自动报警装置，操作室墙体张贴各项规章制度等。

探伤室及源库安全联锁及防护措施布局见图 10-2，项目通风管道（左）及电缆（右）穿墙方式示意图见图 10-3。

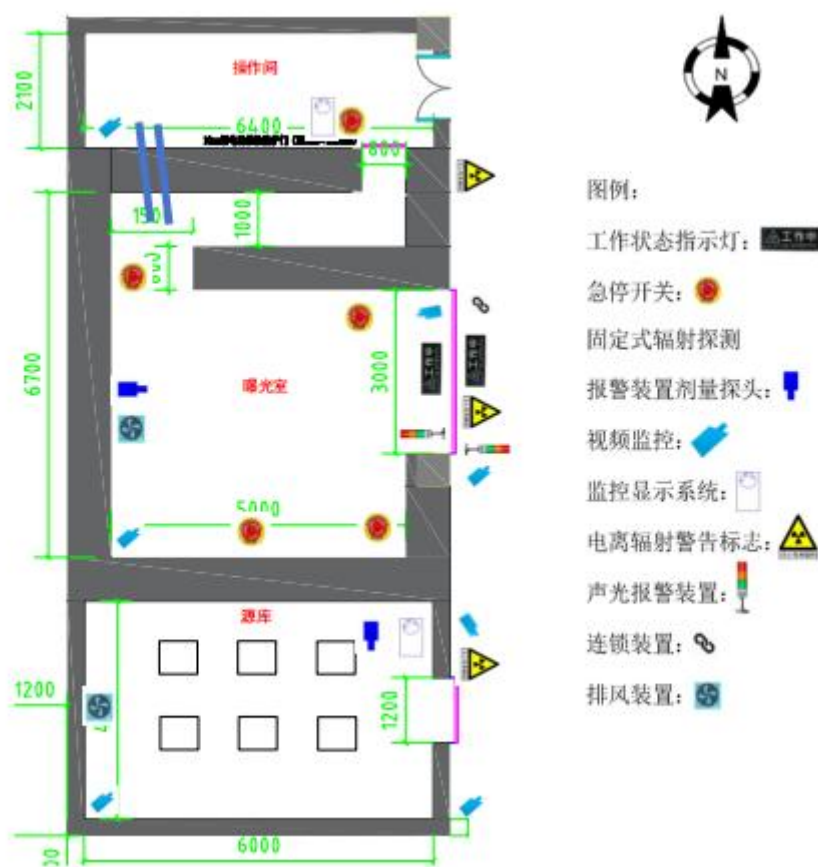


图 10-2 探伤室及源库安全联锁及防护措施布局图

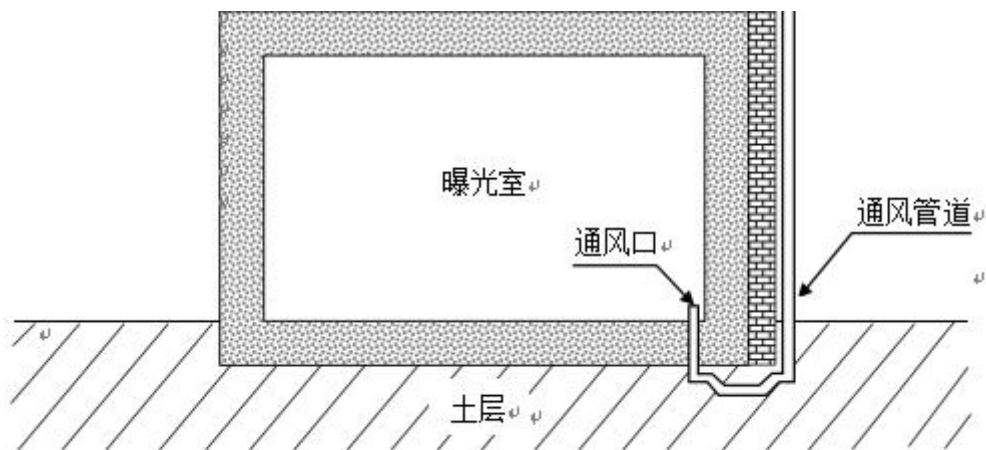


图 10-3 项目通风管道（左）穿墙方式示意图

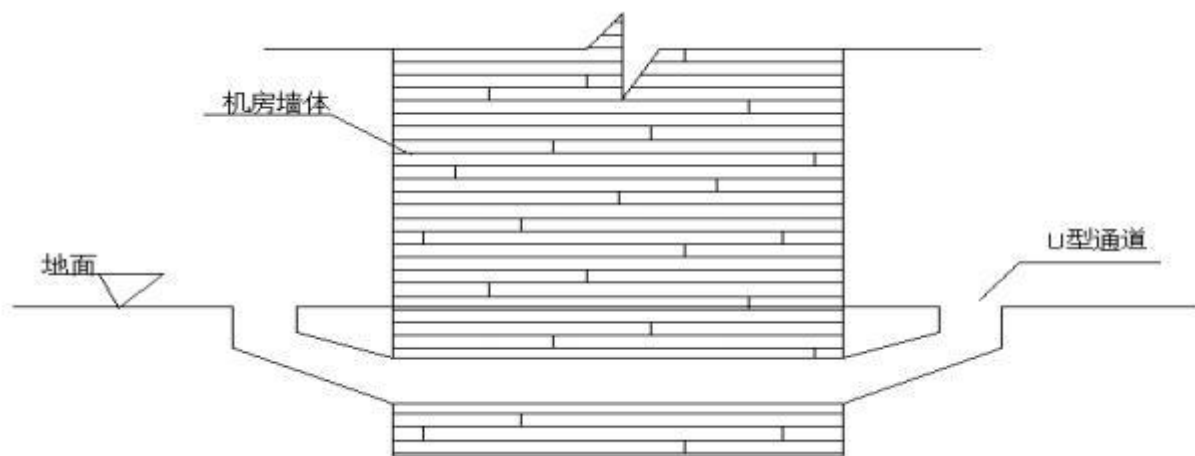


图 10-4 项目电缆（右）穿墙方式示意图

10.3 源库辐射安全防护措施

本项目 γ 射线探伤机（含放射源）的存放于新建的储源库，该源库为单独的专用的放射源（带源的探伤机）的贮存库，其设计已考虑“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的基本要求，不存放易燃、易爆、腐蚀性等物品。

①源库墙体结构上防火，库内严禁烟火，配备灭火器，满足源库的“防火”要求。

②源库的地面采用水泥硬化处理，并设置防潮层以防渗。

③源库出入口的防护门设防盗锁，不设窗户，并指定 4 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；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源放射源暂存库内及附近严禁存放易燃易爆和腐蚀性物品，源库四周主要为探伤

室、操作间、厂房内道路，均不涉及易燃易爆物质及危险化学品等存放，满足源库的“防爆”要求。

⑤放射源暂存库的东墙、南墙、西墙为 300mm 混凝土，储源库北墙与探伤室公用墙体 300mm 混凝土，顶棚为 300mm 混凝土。经辐射环境影响预测，处于最大贮存工况时候，放射源暂存库周围环境辐射剂量率均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 或者审管部门批准的控制水平”的要求。其辐射屏蔽防护性能有效可行，满足源库的“防射线泄漏”要求。同时，要求放射源暂存库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源库内设有固定式剂量率监测装置，实时监控源库内辐射剂量率；放射源暂存库出入口的防护门设置显著的电离辐射警示标志，告诫无关人员请勿靠近。

⑦领用含放射源的源容器时，进行放射性水平测量，确认放射源在源容器内。工作完毕交还时，再进行放射性水平测量，确认放射源在其中，并将放射源及其容器放回源库存放，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。

⑧本项目为II类放射源，放射源在源库内储存期间的防范要求应符合 GA1002 二级风险等级。

⑨暂存库通风：暂存库顶部东北侧设置通风口 1 处，设机械排风装置，有效通风量为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，可保持暂存库良好的通风；通风口设置防盗栅栏，防盗栅栏采用直径不小于 12mm 的实心钢筋，设置机械排风装置，同时在通风口外设置铅防护罩，防止射线泄露，铅防护罩具有 20mmPb 当量。

⑩公司拟制定放射源的领取、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，核实记录应妥善保管，并建立计算机管理档案。同时，源库墙体外张贴源库发生应急事故的处理措施和报告流程。

环评要求：除了上述辐射安全和防护措施，建设单位还应做到以下要求：

（1）本项目拟配备值班人员应满足《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA1002-2012）人力防范要求。

（2）本项目源库、值班室使用的防盗安全门应符合《防盗安全门通用技术条件》（GB17565-2008）相关要求。

(3) 入侵报警系统、视频监控系统和出入口控制系统应具备联动功能。

(4) 视频监控系统应设置备用电源，断电时应保证对视频监控设备供电不少于 1h。

本项目密封放射源库防护设施位置图见图 10-2。

10.4 法规符合情况

10.4.1 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目与“18 号令”要求的对照情况见表 10-2。

表 10-2 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表

序号	安全和防护管理办法要求	建设单位情况	符合情况
1	第五条： 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。 射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目探伤室工件防护门、迷道出入口防护门、储源库门外拟设置电离辐射警告标识和中文警示说明，防护门外拟设置工作状态指示灯，防护门拟设置门机连锁装置，工作场所拟设置钥匙开关、急停按钮、紧急开门按钮、通风系统、监视对讲等安全措施。	符合
2	第七条： 放射性同位素和被放射性污染的物品应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。 贮存、领取、使用、归还放射性同位素时，应当进行登记、检查，做到账物相符。对放射性同位素贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施。 对放射源还应当根据其潜在危害的大小，建立相应的多重防护和安全措施，并对可移动的放射源定期进行盘存，确保其处于指定位置，具有可靠的安全保障。	本项目放射源贮存于储源库，安排专人保管。并建立探伤机与放射源的档案和台帐，贮存、使用探伤机时及时进行登记、检查，做到帐物相符，储源库采取了防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施。	符合
3	第九条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	委托有资质的监测单位辐射工作场所进行辐射监测，监测数据记录存档；现有辐射监测仪定期开展自行监测。	符合

4	第十二条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	建设单位每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	符合
5	第十七条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	环评要求现有辐射工作人员通过环保部门认可的培训机构组织的辐射安全和防护培训考核，并取得合格成绩报告单。	符合
6	第二十三条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	建设所有从事辐射工作的人员均配备个人剂量计，并委托有资质的监测机构进行个人剂量监测，每季度送检1次。	符合
7	第二十四条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	建设单位已委托有资质的单位进行辐射工作人员个人剂量检测。	符合
8	第二十九条： 使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源的单位应当在放射源闲置或者废弃后三个月内，按照废旧放射源返回协议规定，将废旧放射源交回生产单位或者返回原出口方。确实无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交具备相应资质的放射性废物集中贮存单位（以下简称“废旧放射源收贮单位”）贮存，并承担相关费用。废旧放射源收贮单位，应当依法取得环境保护部颁发的使用（含收贮）辐射安全许可证，并在资质许可范围内收贮废旧放射源和被放射性污染的物品。	本项目实施后，废旧放射源暂存于储源库内，建设单位与供源单位签订废旧放射源回收协议，由供源单位回收处理。	符合

10.4.2 对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修订版）第十六条的规定，对使用射线装置的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与法规要求的对照检查见表10-3。

10-3 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

序号	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求	落实情况	符合情况
1	使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，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。	建设单位拟成立了辐射安全与环境保护管理机构，并设有专职管理人员全面负责的辐射安全管理工作。	符合

2	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。	环评要求本项目拟配备的辐射工作人员须报名参加辐射安全与防护考核,通过考核后方可从事辐射工作。	符合
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目设有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库。	符合
4	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目探伤室工件防护门、迷道出入口防护门、储源库门外拟设置电离辐射警告标识和中文警示说明,并在机房门口设置工作状态指示灯,机房防护门拟设置门机连锁装置,工作场所拟设置钥匙开关、急停按钮、紧急开门按钮、通风系统、监视对讲等安全措施。	符合
5	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。	从事放射性场所工作的工作人员拟配备个人剂量计,拟配备4台便携式X-γ剂量率仪探伤室及储源库各配备1台固定式剂量率监测仪。	符合
6	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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	环评要求建设单位需有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	符合
7	有完善的辐射事故应急措施。	环评要求建设单位编制辐射事故应急预案。	符合
8	产生放射性废气、废液、固体废物的,应具有确保放射性废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目实施后,废旧放射源暂存于储源库内,建设单位与供源单位签订废旧放射源回收协议,由供源单位回收处理。	符合

10.4.3 对照《核技术利用单位反恐怖防范要求》要求的满足情况

根据《核技术利用单位反恐怖防范要求》(GA 1807-2022)对核技术利用单位反恐怖防范的重点目标和重点部位、总体防范要求、常态防范要求、非常态防范要求以及安全防范系统技术要求。陕西泰诺特检测技术有限公司为重点目标管理单位,本项目与反恐怖防范工作与管理相关要求对照情况见表10-4。

表 10-4 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	本项目情况	符合情况
总体防范要求	5.1新建、改建、扩建重点目标的安全防范系统应与主体工程同步规划、同步设计、同步建设、同步验收、同步运行。	本项目属于新建项目,重点目标的安全防范系统应主体工程同步规划、同步设计、同步建设、同步验收、同步运行。	符合
	5.2重点目标管理单位应定期开展重点目标涉恐安全风险评估,综合运用人力防范、实体防范、电子防范等手段,按常态防范与非常态防范的不同要求,落实各项安全防范措施。	本项目环评要求建设单位定期对源库周界、出入口、监控室开展风险评估,设置4名专职人员24小时值守。源库四周采用混凝土实体防护,安装红外报警装置,落实各项安全防范措施。	符合

		5.3重点目标管理单位应建立健全反恐怖防范管理档案和台账，包括重点目标的名称、地址或位置、平面布局图、结构图、单位负责人、重点目标负责人、安全保卫负责人、现有的人力防范、实体防范、电子防范措施等。	本项目环评要求单位建立健全反恐怖防范管理档案和台账，包括重点目标的名称、地址或位置、平面布局图、结构图、单位负责人、重点目标负责人、安全保卫负责人、现有的人力防范、实体防范、电子防范措施等。	符合
		5.4重点目标管理单位应对重点岗位人员进行安全背景审查。	本项目环评要求建设单位对源库辐射管理人员进行安全背景审查。	符合
		5.5重点目标管理单位应制定重点目标防范和应对处置恐怖活动的应急预案，并与核技术利用单位辐射应急预案衔接，应组织开展相关培训和定期演练。	本项目环评要求建设单位制定重点目标防范和应对处置恐怖活动的应急预案，并与核技术利用单位辐射应急预案衔接，组织开展相关培训和定期演练。	符合
		5.6重点目标管理单位应建立重点目标安全防范系统运行与维护的保障体系和长效机制，定期对安全防范系统进行维护，及时排除故障，保持安全防范系统处于良好的运行状态。	本项目环评要求建设单位建立重点目标安全防范系统运行与维护的保障体系和长效机制，定期对安全防范系统进行维护，及时排除故障，保持安全防范系统处于良好的运行状态。	符合
		5.7重点目标管理单位应设立反恐怖防范专项资金，将反恐怖防范涉及费用纳入单位预算，保障反恐怖防范工作机制运转正常。	本项目环评要求建设单位设立反恐怖防范专项资金，将反恐怖防范涉及费用纳入单位预算，保障反恐怖防范工作机制运转正常。	符合
		5.8重点目标管理单位应根据公安机关等政府有关部门的要求，提供重点目标的相关信息和重要动态。	本项目环评要求建设单位根据公安机关等政府有关部门的要求，提供重点目标的相关信息和重要动态。	符合
		5.9重点目标管理单位应与当地公安等政府有关部门建立联防、联动、联治工作机制。	本项目环评要求建设单位与当地公安等政府有关部门建立联防、联动、联治工作机制。	符合
		5.10重点目标管理单位应建立反恐怖与安全生产、运行管理等有关信息的共享和联动机制。	本项目环评要求建设单位建立反恐怖与安全生产、运行管理等有关信息的共享和联动机制。	符合
		5.11重点目标管理单位安全防范系统中涉及公民个人信息的，应依法依规进行处理，包括收集、存储、使用、加工、传输、提供、公开、删除等。	本项目环评要求建设单位安全防范系统中涉及公民个人信息的，应依法依规进行处理，包括收集、存储、使用、加工、传输、提供、公开、删除等。	符合
		5.12重点目标管理单位的非常态防范要求应在常态防范要求的基础上执行。	本项目环评要求建设单位非常态防范要求应在常态防范要求的基础上执行。	符合
常态防范要求	人力防范要求	6.1.1.1应设置与安全保卫任务相适应的反恐怖工作保卫机构，配备专（兼）职安全保卫人员，建立健全值守、巡逻、培训、检查、考核、安全防范系统运行与维护等制度。	建设单位设置与安全保卫任务相适应的反恐怖工作保卫机构，配备4名专（兼）职安全保卫人员，建立健全值守、巡逻、培训、检查、考核、安全防范系统运行与维护等制度。	符合
		6.1.1.2安全保卫人员应熟悉国家有关法律法规、单位规章制度、应急	本项目环评要求建设单位安全保卫人员必须熟悉国家有关法律法规、单位规章制	符合

		预案等。保卫值勤人员应掌握必备的专业知识和技能,并经培训上岗。	度、应急预案等。保卫值勤人员应掌握必备的专业知识和技能,并经培训上岗。	
		6.1.1.3 应对外来人员、车辆进行核查和信息登记。	本项目环评要求建设单位对进入厂区内的外来人员、车辆进行核查和信息登记。	符合
		6.1.1.4 安防监控室应24h值守,每班不少于2人,值守人员应能熟练操作监控设施及相关软件,处置报警信息	本项目安防监控室设置24h值守,每班2人共4人,值守人员应能熟练操作监控设施及相关软件,处置报警信息。	符合
		6.1.1.5 保卫值勤人员应对重点部位进行日常巡逻,巡逻周期间隔应不大于24h。	本项目环评要求建设单位保卫值勤人员每日对源库4周进行日常巡逻,巡逻周期间隔不大于2h。	符合
		6.1.1.6 保卫值勤人员应配备棍棒、钢叉、防刺背心、头盔、盾牌等防卫防护装备器材和对讲机等必要的通信工具。	本项目环评要求建设单位保卫值勤人员配备棍棒、钢叉、防刺背心、头盔、盾牌等防卫防护装备器材和对讲机等必要的通信工具。	符合
		6.1.1.7 应每年至少组织1次反恐怖教育培训及反恐怖应急预案演练。	本项目环评要求建设单位每年至少组织1次反恐怖教育培训及反恐怖应急预案演练。	符合
		6.1.1.8 库房应实行双人双锁。	本项目源库设置电动铅门,源坑盖板实行双人双锁。	符合
	实体防范要求	6.2.2.1 放射源生产场所应采用钢筋混凝土、钢筋混凝土楼板、混凝土墙或实心砖墙等实体屏蔽墙体建造。	本项目源库使用混凝土墙体实体防护。	符合
	实体防范要求	6.2.2.2 放射源生产场所、放射源存放区、安防监控室的门防盗安全等级不应低于 GB17565—2022 中 3 级的规定。	本项目环评要求源库、监控室的门防盗安全等级不应低于GB17565—2022中3级的规定。	符合
	电子防范要求	6.2.3.1 生产场所出入口应设置视频监控装置,监视及回放图像应能清晰显示进出人员的体貌特征。应设置出入口控制装置,对进出人员进行权限识别及对车辆进行出入控制。应设置辐射监测设备,对场所的辐射水平异常情况进行监测和预警。	本项目生产场所出入口应设置视频监控装置,监视及回放图像应能清晰显示进出人员的体貌特征。设置出入口控制装置,对进出人员进行权限识别及对车辆进行出入控制。设置辐射监测设备,对场所的辐射水平异常情况进行监测和预警。	符合
	电子防范要求	6.2.3.2 放射源生产和存放区应设置视频监控装置,监视及回放图像应能清晰显示区域人员和车辆的活动情况及放射源装卸、存取全过程。	本项目放射源源库设置视频监控装置,监视及回放图像能清晰显示区域人员和车辆的活动情况及放射源装卸、存取全过程。	符合
	电子防范要求	6.2.3.4 安防监控室应设置视频监控装置,监视及回放图像应能清晰显示人员进出及室内人员活动情况。	本项目监控室设置视频监控装置,监视及回放图像应能清晰显示人员进出及室内人员活动情况。	符合
	电子防范要求	6.2.3.5 安防监控室应设置出入控制装置。	本项目安防监控室应设置出入控制装置。	符合

非常态防范要求	人力防范要求	7.1.1 重点目标管理单位应启动应急响应机制，组织开展反恐怖防范动员，单位负责人或其授权人应带班组织 24h 防范工作，在常态防范基础上加强保卫力量。	本项目环评要求建设单位启动应急响应机制，组织开展反恐怖防范动员，单位负责人应带班组织24h防范工作，在常态防范基础上加强保卫力量。	符合
		7.1.2 应加强对出人人员、车辆及所携带物品的安全检查，对外来人员携带物品进行检查；加大巡逻的频次。	本项目环评要求建设单位加强对出人人员、车辆及所携带物品的安全检查，对外来人员携带物品进行检查；加大巡逻的频次。	符合
	实体防范要求	7.2.1 应加强防护器具、救援器材、应急物资以及重点部位的门、窗、锁、车辆阻挡装置等设施的有效性检查。	本项目环评要求建设单位加强防护器具、救援器材、应急物资以及重点部位的门、窗、锁、车辆阻挡装置等设施的有效性检查。	符合
		7.2.2 应加强检查确认车辆阻挡装置保持在阻截状态，严格控制外部车辆进入重点部位。	本项目环评要求建设单位加强检查确认车辆阻挡装置保持在阻截状态，严格控制外部车辆进入重点部位。	符合
	电子防范要求	7.3.1 应加强电子防范设施、通信设备的检查和维护，确保安全防范系统正常运行及通信设备正常使用。	本项目环评要求建设单位加强电子防范设施、通信设备的检查和维护，确保安全防范系统正常运行及通信设备正常使用。	符合
		7.3.2 应提高出入口控制系统对各受控区的出入识别权限与核验规则配置，应采取降低受控区可停留人数、降低访客比例等措施，强化出入口控制系统对各区域的人员管理。	本项目环评要求建设单位提高出入口控制系统对各受控区的出入识别权限与核验规则配置。采取降低受控区可停留人数、降低访客比例等措施，强化出入口控制系统对各区域的人员管理。	符合

三废的治理

（一）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”。

本项目使用的Ⅱ类密封放射源，其退役时产生废旧放射源。建设单位拟在购置密封放射源时与厂家签订退役放射源返回协议并在产生废旧放射源后3个月内将废旧放射源交回生产单位。

（二）非放射性三废

①O₃、NO_x

本项目X射线探伤机和γ射线探伤机产生的X、γ射线会使空气电离，产生一定量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），本项目探伤室拟安装机械通排风系统，在开机状态下持续通风，在良好通风条件下，O₃和NO_x很快弥散在大气环境中，O₃在自然环境下分解成氧气。

②废显（定）影液、洗片废水、废旧胶片

本项目使用的X射线探伤机拍片后洗片，将产生废显（定）影液共1040L/a，洗片废水1040L/a，废旧胶片10kg/a。废显（定）影液、废旧胶片为危险废物，属于《国家危险废物名录》中“HW16感光材料废物”。

项目产生的废显（定）影液、洗片废水和废旧胶片使用专用容器收集，每天工作结束后转移至危废贮存间。

③生活污水

本项目共计8名辐射工作人员，废水仅包括工作人员办公期间产生的生活污水，生活用水量参考《陕西省行业用水定额（修订稿）》（DB61/T943-2020），关中地区大城市居民生活用水定额取120L/（人·d），工作人员生活用水量为0.96m³/d（240m³/a），生活污水量按用水量的80%计算，则运行期生活污水产生量为0.768m³/d（192m³/a）。本项目建成

后，生活污水依托园区化粪池处理后排入空港新城北区污水处理厂。

④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。生活垃圾产生系数 $0.5\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，则产生量为 $4\text{kg}/\text{d}$ （ $1\text{t}/\text{a}$ ），设垃圾桶集中收集后，交由环卫部门统一清运处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设阶段包括探伤室及储源库建设、设备安装和项目配套的洗片室和暗室的建设。

项目建设期间对环境的影响主要为配套的洗片室、暗室、X 射线检测间等土建施工所产生的扬尘、噪声、建筑垃圾以及工人生活废水。扬尘主要来源于建筑材料运输、施工过程，运输、施工过程使用篷布对建筑材料进行覆盖可有效降低扬尘。本项目施工现场位于厂房内，且周围无村庄居民点，施工噪声对周围环境影响较小。建筑垃圾和生活废水产生量较小，生活污水依托园区污水处理设施处理，建筑垃圾在施工结束后统一运至建筑垃圾填埋场处置。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响较小。

综上所述，本项目建设阶段对环境产生影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 X 射线探伤

本项目共 6 台 X 射线装置，运行期主要环境影响为 X 射线装置工作期间 X 射线对探伤室四周屏蔽面、顶面、防护门外各关注点形成的外照射。本次采用理论估算的方法分析外照射环境影响，首先核算各辐射工作场所屏蔽设计是否满足防护需求，再估算运行期各关注点的剂量率及个人年有效剂量。

（一）辐射防护屏蔽理论估算模式

理论计算模式按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）进行，该标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室防护性能估算。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），具体计算如下：

1、屏蔽体辐射屏蔽的剂量参考控制水平

设备四周屏蔽体和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

（1）确定屏蔽体各方向外关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad \text{公式 (11-1)}$$

式中：

H_c ——周剂量参考控制水平，单位为 $\mu\text{Sv/周}$ ，职业工作人员 $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ，公众 $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ ；

U ——射线装置向关注点方向照射的使用因子；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子；

t ——射线装置周照射时间，单位为 h/周。

（2）关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c, \max}$ ：

$$H_{c, \max} = 2.5 \mu\text{Sv/h} \quad \text{公式 (11-2)}$$

（3）关注点剂量率参考控制水平：

$\dot{H}_c$ 为上述 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $H_{c, \max}$ 二者的较小值。

2、设备屏蔽体顶部的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

（1）探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角内

的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同公式（11-1）。

（2）除（1）的条件外，应考虑下列情况：

①穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按公式（11-1）的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）加以控制。

②对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 $\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目探伤室顶部人员可到达，因此，本次设备屏蔽体顶部辐射屏蔽的剂量取 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

3、有用线束屏蔽估算

（1）关注点剂量率达到参考控制水平 $\dot{H}_c$ 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按公式（11-3）计算，然后由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度 X：

$$B = \dot{H}_c \cdot R^2 / (I \cdot H_0) \quad \text{公式（11-3）}$$

式中：

B——为屏蔽所需透射因子；

$\dot{H}_c$ ——为剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R——为辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I——为 X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H_0 ——为距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。

（2）对于给定屏蔽物质 X 时，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按下式计算：

$$\dot{H} = (I \cdot H_0 \cdot B) / R^2 \quad \text{公式（11-4）}$$

式中：

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H_0 ——距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

B——屏蔽透射因子；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

4、泄漏辐射和散射辐射屏蔽

（1）屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

屏蔽厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的关系见公式（11-5）、公式（11-6），根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2 的查出 TVL：

①对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算：

$$B=10^{-X/TVL} \quad \text{公式（11-5）}$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——屏蔽物质的什值层厚度。

②对于估算出的屏蔽透射因子 B，所需的屏蔽物质厚度 X 按下式计算：

$$X=-TVL \cdot \lg B \quad \text{公式（11-6）}$$

式中：

TVL——为屏蔽物质的什值层厚度，mm；

B——为达到剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 时所需的屏蔽透射因子。

（2）泄漏辐射屏蔽

泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

①关注点剂量率达到参考控制水平 $\dot{H}_c$ 时所需的屏蔽透射因子 B 按下式计算，然后按公式（11-6）计算出所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B=\dot{H}_c \cdot R^2/H_L \quad \text{公式（11-7）}$$

式中：

$\dot{H}_c$ ——剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

H_L ——距离辐射源点（靶点）1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，其典型值见表 11-1。

表 11-1 X 射线探伤机的泄露辐射剂量率

X 射线管电压（kV）	距离辐射源点（靶点）1m 处泄漏辐射剂量率 H_L （ $\mu\text{Sv/h}$ ）
<150	1×10^3

150≤kV≤200	2.5×10 ³
>200	5×10 ³

②在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（11-5）计算，泄漏辐射在关注点的剂量率 $\dot{H}$ 按下式计算：

$$\dot{H} = (H_L \cdot B) / R^2 \quad \text{公式（11-8）}$$

式中：

B——屏蔽透射因子；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

H_L ——距离辐射源点（靶点）1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，其典型值见表 11-1。

（3）散射辐射屏蔽

散射辐射屏蔽估算方法如下：

①90° 散射辐射的 TVL

X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，使用该散射线 X 射线最高能量相应的 X 射线（见表 11-2）的 TVL（见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2）计算其在屏蔽物质中的辐射衰减。

表 11-2 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线（kV）	散射辐射（kV）
150≤kV≤200	150
200<kV≤300	200
300<kV≤400	250

②关注点剂量率达到参考控制水平 $\dot{H}_c$ 时所需的屏蔽透射因子 B 按下式计算。按表 11-2 对应的 90°散射辐射（kV），并确定相应的 TVL，然后按照公式（11-6）计算出所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{(\dot{H}_c \cdot R_s^2)}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad \text{公式（11-9）}$$

式中：

$\dot{H}_c$ ——剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R_s ——散射体至关注点的距离，m；

R_0 ——辐射源点至探伤工件的距离，m；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H_0 ——距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

F—— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ——散射因子，入射辐射被单位面积散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 的 B.4；

③在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B，按表 11-2 对应的 90° 散射辐射（kV），并确定相应的 TVL，然后按公式（11-5）计算。关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ 按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{(I \cdot H_0 \cdot B)}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{公式 (11-10)}$$

式中：

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H_0 ——距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子；

F—— R_0 处的辐射野面积；

R_s ——散射体至关注点的距离，m；

R_0 ——辐射源点至探伤工件的距离；

α ——散射因子。

（4）泄漏辐射和散射辐射的复合作用

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中 3.2.3 条款，即“当可能存在泄露辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄露辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽；当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）”。

5、年有效剂量计算

年有效剂量可按下式计算：

$$P_{\text{年}} = H \cdot U \cdot T \cdot t \quad \text{公式 (11-11)}$$

式中：

$P_{\text{年}}$ ——年有效剂量， mSv/a ；

t——年工作时间，h/a。

T——居留因子。

（二）屏蔽能力分析

（1）理论估算参数

根据建设单位提供的资料，本项目探伤室拟配置 6 台 X 射线装置均为便携式设备，探伤室内每次仅开启一台探伤机进行探伤，不允许同时开启两台及两台以上探伤机及同时探伤。包括 3 台周向探伤机（最大管电压为 300kV、最大管电压下最大管电流 5mA）和 3 台周向探伤机（最大管电压为 300kV、最大管电压下最大管电流 5mA）。

本项目 6 台 X 射线探伤机均为便携式设备，本次评价选取 XXGH3005Z 最大管电压为 300kV、最大管电压下最大管电流 5mA 周向射线探伤机作为评价对象进行理论计算。便携式探伤机具有可移动性，故本次保守考虑最不利情况，X 射线探伤机曝光时有用线束对距离探伤室四周、顶部屏蔽体最近处的屏蔽效果，不考虑对泄露射线、散射线屏蔽。本项目探伤机在探伤室使用时仅放置在地面使用，考虑被检工件尺寸，本项目划定了探伤范围，即 X 射线机射线源点到四周屏蔽墙、防护门、顶部屏蔽体的距离均取 1.5m。

设备周最长照射时间 3.33h，年照射 50 周，年最长照射时间 167h。

距辐射源点 1m 处输出量保守取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中管电压 300kV、3mm 铝滤过条件下的输出量 $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

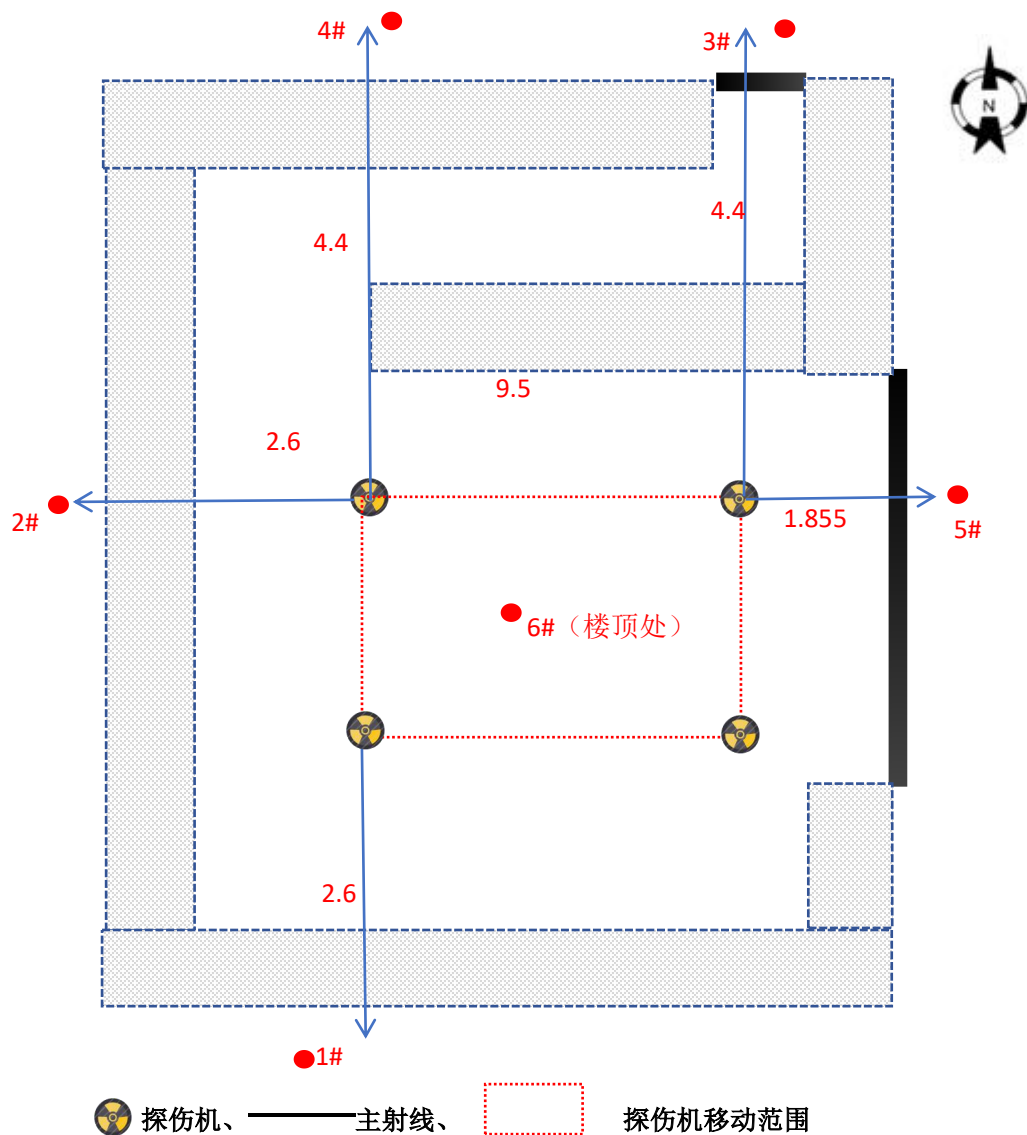


图 11-1 探伤室有用线束周围尺寸示意图

屏蔽核算有用线束距离核算情况见表 11-3。

表 11-3 各方向核算距离一览表

考察点				核算距离 m
南面屏蔽墙 (拟建源库)	拟建源库	1#南面屏蔽墙外 30cm 处	主射	$1.5+0.8+0.3=2.6$
西面屏蔽墙 (邻厂)	走廊	2#西面屏蔽墙外 30cm 处	主射	$1.5+0.8+0.3=2.6$
北面(操作室) 内迷道	操作室	3#北面人员防护门外 30cm 处	主射	$1.5+0.8+1+0.8+0.3=4.4$
北面(操作室) 外迷道	操作室	4#北面屏蔽墙外南侧 30cm 处	主射	$1.5+0.8+1+0.8+0.3=4.4$
东面防护门 (周转区)	工件周转区	5#东面屏蔽墙外 30cm 处	主射	$1.5+0.055+0.3=1.855$
顶部屏蔽墙 (会议室)	办公室	6#顶面屏蔽墙外 30cm 处	主射	$1.5+0.8+0.3=2.6$

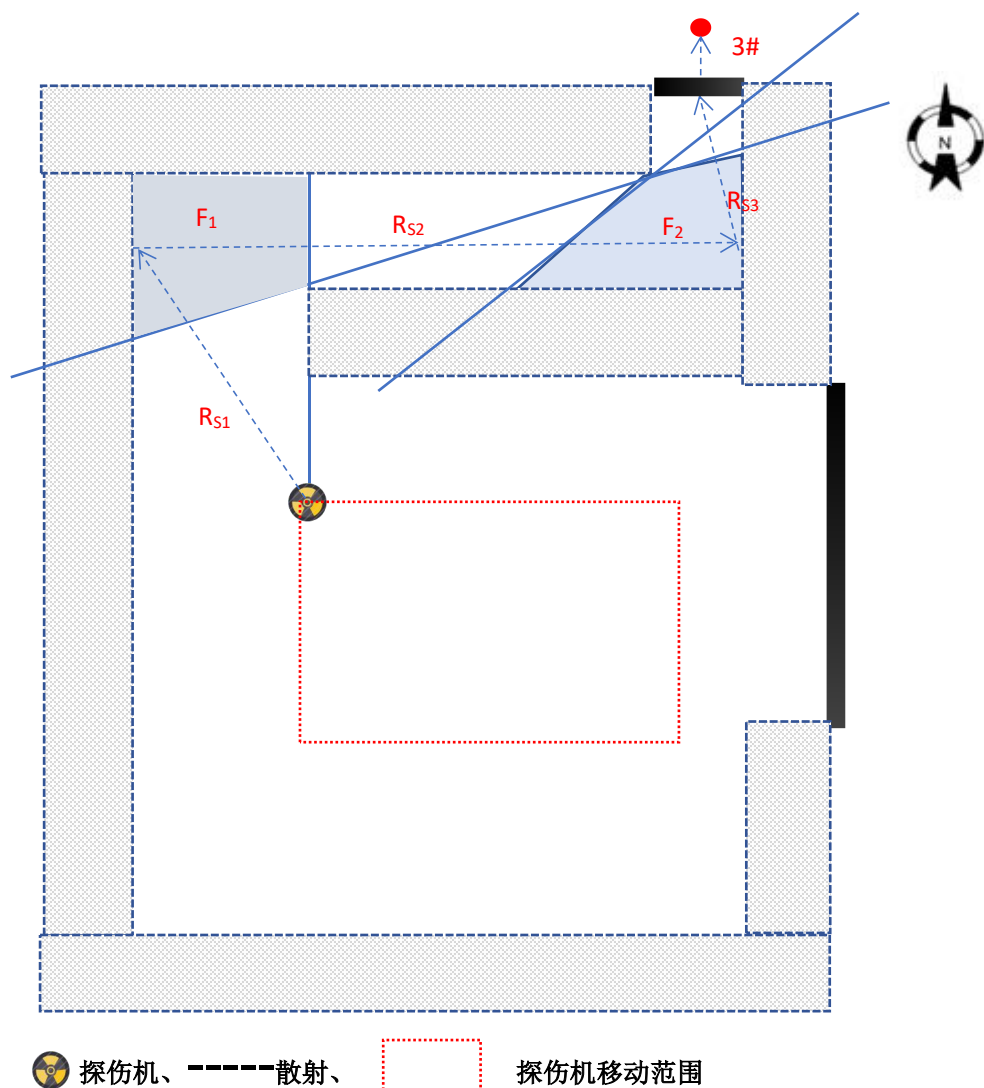


图 11-2 探伤室散射周围尺寸示意图

屏蔽核算散射距离核算情况见表 11-4。

表 11-4 各方向核算距离一览表

考察点				结果	备注
北面人员 防护门	操作 室	3#北面人员防护 门外 30cm 处	R _{S1} （m）	3.2	/
			R _{S2} （m）	5.0	散射点取西墙散射面的中心 点
			R _{S3} （m）	1.3	散射点取东墙散射面的中心 点
			F ₁ （m ² ）	7.16	辐射野面积取至距顶部屏蔽 体 1.5m
			F ₂ （m ² ）	7.32	辐射野面积取至距顶部屏蔽 体 1.5m

各关注点的距离 R、T、U 等因子取值见表 11-5。

表 11-5 探伤室各参数及辐射屏蔽参数

序号	关注点位置		使用因子 U	居留因子 T	周照射时间 t (h)	剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	关注点导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c.d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	本项目关注点剂量率参考控制水平 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	考虑屏蔽的辐射
1	1#南面屏蔽墙外 30cm 处	拟建源库	1	1/40	3.33	100	1201.20	2.5	2.5	有用线束
2	2#西面屏蔽墙外 30cm 处	走廊	1	1/5	3.33	5	7.51	2.5	2.5	有用线束
3	3#北面人员防护门外 30cm 处	操作室	1	1	3.33	100	30.03	2.5	1.25	有用线束
4	3#北面人员防护门外 30cm 处	操作室	1	1	3.33	100	30.03	2.5	1.25	散射
5	4#北面屏蔽墙外南侧 30cm 处	操作室	1	1	3.33	100	30.03	2.5	2.5	有用线束
6	5#东面屏蔽墙外 30cm 处	工件周转区	1	1/2	3.33	5	6.01	2.5	2.5	有用线束
7	6#顶面屏蔽墙外 30cm 处	办公室	1	1	3.33	5	1.50	2.5	1.50	有用线束

注：①：根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录A，南面为拟建源库，属于偶然居留，居留因子取1/40；西面为走廊，属于部分居留，居留因子取1/5；北面为操作室，属于全居留，居留因子取1；东面为工件周转区，属于部分居留，居留因子取1/2；顶部为会议室，属于全居留，居留因子取1。

②各屏蔽体实际受到辐射照射的时间占辐射源总工作时间的比例为100%，故使用因子取1。

③： $\dot{H}_c$ 为 $\dot{c}.d$ 和 $\dot{c}.max$ 二者的较小值。

④：计算的时间按所有设备在探伤室内的总时间计算。

⑤：探伤室底部无屏蔽，探伤室紧贴地面，地面下方为土层，无需计算底部屏蔽厚度；

⑥：各关注点距离 R 取 X 射线源距离该方向屏蔽体最近时的距离。

本项目屏蔽体核算过程中的相应其他参数见表 11-6 所示。

表 11-6 屏蔽体核算相关参数

参数	XXGH3005Z 型 X 射线探伤机数值		
电压 (kV)	300		
电流 (mA)	5		
G (mGy·m ² /mA·min) ①	20.9 (300kV, 3mm 铝滤过条件下)		
90°散射辐射最高能量相应的电压 (kV)	200		
α ②	1.9×10^{-3}		
泄漏辐射剂量率 HL (μ Sv/h)	5×10^3		
什值层 (TVL) 和半值层 (HVL) ③	铅		
	电压等级 kV	TVL (mm)	HVL (mm)
	300	5.7	1.7
	200 (散射)	1.4	0.42
	混凝土		
	电压等级 kV	TVL (mm)	HVL (mm)
	300	100	30
	200 (散射)	86	26

①根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表B.1当电压为300kV, 3mm铝滤过条件下, 离靶1米处的发射率为20.9mGy·m²/mA·min;

②根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 在未获得相应物质的 α 时, 可以根据水的 α 值保守估计, 根据附录B表B.3, 管电压为300kV时, 90°散射辐射 α 取 1.9×10^{-3} 。

(2) 探伤室防护核算结果

根据公式 1~10, 计算各考察点到达剂量率参考控制水平 H_c 后, 计算屏蔽设计所需的屏蔽因子 B, 然后按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度。探伤室屏蔽体的主照面屏蔽效能核算见表 11-7。

表 11-7 探伤室主照面屏蔽效能复核结果

考察点	剂量率参考控制水平 (μ Sv/h)	辐射源点 (靶点) 至关注点的距离 (m)	屏蔽透射因子	考虑屏蔽的辐射	查表厚度 (mm)	设计厚度 (mm)	复核结果
1#南面屏蔽墙外 30cm 处	2.5	2.6	2.695E-06	有用线束	530	800 混凝土	符合
2#西面屏蔽墙外 30cm 处	2.5	2.6	2.695E-06	有用线束	530	800 混凝土	符合
3#北面人员防护门外 30cm 处	1.25	4.4	3.860E-06	有用线束	520	800 混凝土	符合
4#北面屏蔽墙外南侧 30cm 处	2.5	4.4	7.719E-06	有用线束	500	800 混凝土	符合
5#东面屏蔽墙外 30cm 处	2.5	1.855	1.372E-06	有用线束	23.5	55 铅	符合

6#顶面屏蔽墙 外 30cm 处	1.50	2.6	1.619E-06	有用线束	550	800 混凝土	符合
---------------------	------	-----	-----------	------	-----	---------	----

本项目探伤室迷道采用“L”型设计，利用散射降低迷道外的辐射水平，避免 X 射线直接照射迷道入口。本次评价保守考虑，选择散射次数最少的路径进行预测，则散射在迷道内需通过至少 2 次以上散射才能到达迷道门，具体散射路径示意图见图 11-3。

本次计算关注点位置示意图见 11-2。根据公式 11-9，两次散射后屏蔽透射因子公式为：

$$B = \frac{(H_c \cdot R_{s1}^2)}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_{s2}^2}{F1 \cdot \alpha} \cdot \frac{R_{s3}^2}{F2 \cdot \alpha}$$

式中：

H_c ——剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R_{s1} ——辐射源点至第一散射物质关注点的距离，m；

R_{s2} ——第一散射物质关注点与第二散射物质的距离，m；

R_{s3} ——第二散射物质关注点与关注点的距离，m；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H_0 ——距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F_1 —— R_1 处的辐射野面积， m^2 ；

F_2 —— R_2 处的辐射野面积， m^2 ；

α ——散射因子，入射辐射被单位面积散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 的 B.4；

探伤室屏蔽体的主照面屏蔽效能核算见表 11-8。

表 11-8 探伤室散射照面屏蔽效能复核结果

考察点	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射源点（靶点）至关注点的距离 (m)	屏蔽透射因子	考虑屏蔽的辐射	估算厚度 (mm)	查表厚度 (mm)	设计厚度 (mm)	复核结果
3#北面人员 防护门外 30cm 处	1.25	9.5	0.46	散射	/	1	10 铅	符合

根据计算结果可知，探伤机工作时，探伤室的四周屏蔽体、顶棚、防护门的设计厚度均能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求。

(3) 工作场所辐射剂量率估算

按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中相关公式估算探伤室屏蔽体及防护门外 30cm 处各关注点剂量率，探伤室屏蔽体外各关注点剂量率估算结果见表 11-9。

表 11-9 探伤室屏蔽体各关注点剂量率估算结果

方位	外环境	敏感人群类别	需屏蔽的辐射源	预测点瞬时剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大曝光时间	居留因子	剂量估算 (mSv/a)
1#南面屏蔽墙外 30cm 处	拟建源库	辐射工作人员	主射	9.28E-03	167	1/40	3.87E-05
3#北面人员防护门外 30cm 处	操作室	辐射工作人员	主射	3.24E-03	167	1	5.58E-04
3#北面人员防护门外 30cm 处	操作室	辐射工作人员	散射	1.00E-04	167	1	
4#北面屏蔽墙外南侧 30cm 处	操作室	辐射工作人员	主射	3.24E-03	167	1	5.41E-04
2#西面屏蔽墙外 30cm 处	走廊	公众成员	主射	9.28E-03	167	1/5	3.10E-04
5#东面屏蔽墙外 30cm 处	工件周转区	公众成员	主射	4.09E-04	167	1/2	3.41E-05
6#顶面屏蔽墙外 30cm 处	办公室	公众成员	主射	9.28E-03	167	1	1.55E-03

注：167h 为所有探伤机的室内探伤时间。本次计算较保守，按最大管电压的 XXGH3005Z 型周向 X 射线探伤机在距离探伤室四周、顶部屏蔽体最近处曝光计算。

①辐射工作人员

建设项目配备 4 名辐射工作人员，分为两组。本项目 X 射线探伤装置配置到位后，按探伤室四周屏蔽体外最大瞬时剂量进行估算，辐射工作人员所受的最大年有效剂量为最大为 3#北面人员防护门外 30cm 处 $5.58\text{E-}04\text{mSv/a}$ ，远低于本评价管理目标值 5mSv/a ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

②公众人员

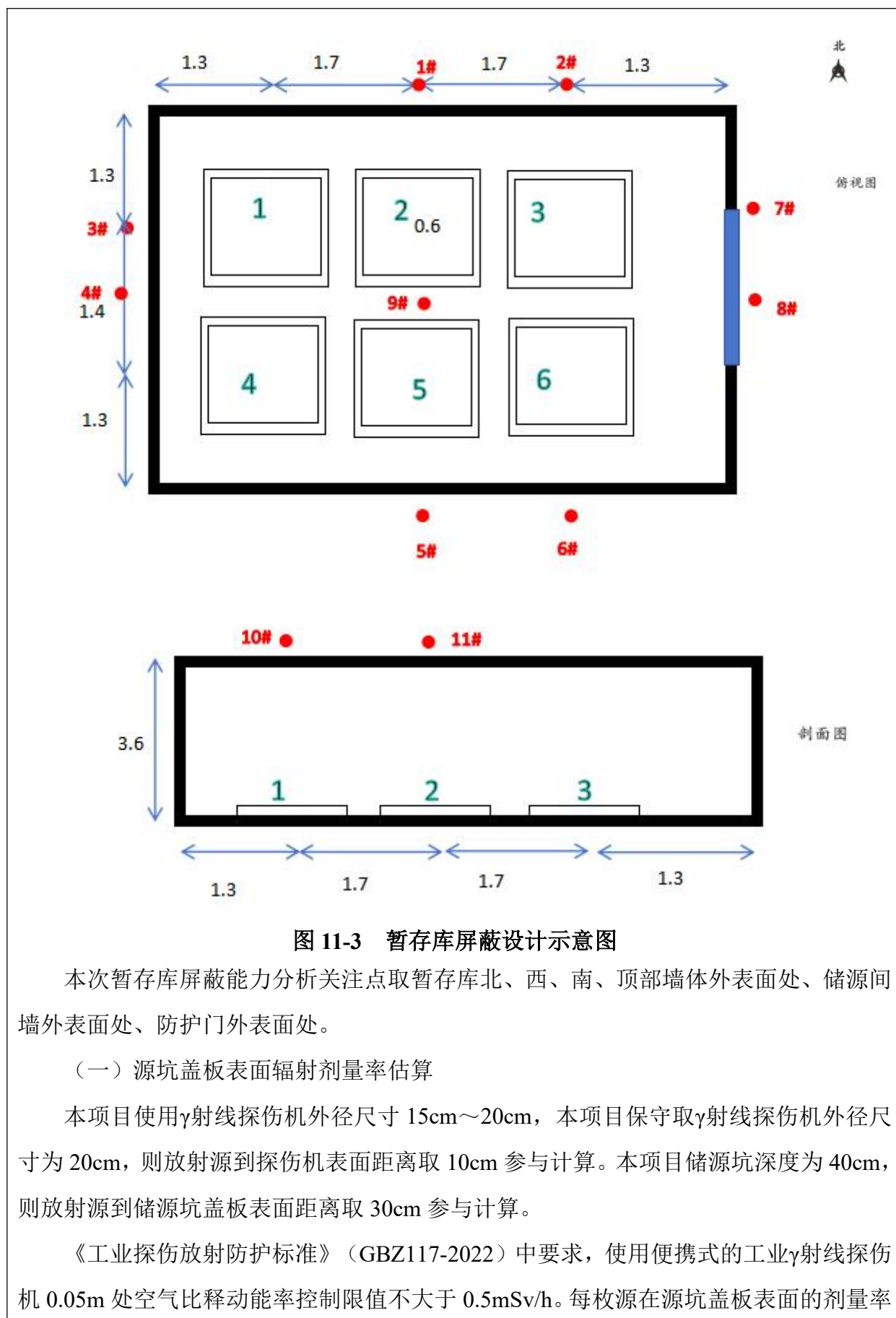
表 11-10 探伤室代表性敏感点剂量率估算结果

方位	辐射源点 (靶点)至 关注点的 距离 (m)	敏感人群 类别	需屏蔽的 辐射源	预测点瞬 时剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大 曝光时 间	居留 因子	剂量估算 (mSv/a)
陕西信恒 检测科技 有限公司	$2.6+1.2=3.8$	公众成员	主射	$4.34\text{E-}03$	167	1	$7.25\text{E-}04$
工作周转 区	$1.855+3.8=5.655$	公众成员	主射	$4.40\text{E-}05$	167	0.5	$3.67\text{E-}06$
探伤室上 方	2.6	公众成员	主射	$9.28\text{E-}03$	167	1	$1.55\text{E-}03$

根据表 11-10 可知, 项目使用周向 X 射线探伤机开展无损检测工作时, 在探伤室周围活动的公众成员所受的最大有效剂量为探伤室上方处 $1.55\text{E-}03\text{mSv/a}$, 远低于本评价剂量管理目标值 0.1mSv/a , 符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 剂量限值的要求, 探伤室屏蔽措施满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 要求。

11.2.2 放射源库

根据建设单位提供资料, 本项目 Ir-192 探伤机和 ^{75}Se 探伤机为手提式, 暂存库内储存的放射源主要用于现场探伤。本项目每个储源坑分别存放 5 台 γ 射线探伤机, 暂存库最大储存量为 30 台 γ 射线探伤机 (包括 20 枚 Ir-192 放射源、10 枚 ^{75}Se 放射源)。本次评价按暂存库最大储存 30 台 γ 射线探伤机进行评价。暂存库屏蔽设计示意图见图 11-1。



根据剂量率与距离衰减公式 11-12 估算。

$$X_1 = X_0 (R_0/R)^2 \quad (11-12)$$

式中：X₀为距离源 R₀ 米处的剂量率，μSv/h，本项目为 0.5mSv/h；

R₀ 为与放射源的距离，m，本项目取 0.15m；

R 为计算点与放射源的距离，m，本项目为 0.3m；

X₁为距离源 R 米处的剂量率，μSv/h。

根据以上公式，源坑盖板表面处单枚源的剂量率约为 125μSv/h。

使用半值层法估算放射源经屏蔽材料后的剂量率，n 个半值层的屏蔽厚度可使辐射减弱至 1/2ⁿ 倍，暂存库源坑盖板表面剂量率（X₂）估算按式 11-13 估算。

$$X_2 = X_1 \times (1/2^n) \times N \quad (11-13)$$

式中：X₁为距离源 R 米处的剂量率，μSv/h，为 125μSv/h；

n 为盖板厚度/半值层厚度；

N 为单个源坑中源的数量。

经查《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）附录 A 表 A.2，相应核素和屏蔽材料的半值层厚度详见表 11-11。

表 11-11 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）	
	Ir-192	Se-75
铝	50	30
混凝土	50	30
钢	14	9
铅	3	1
钨	2.5	-
铀	2.3	-

本项目储源库内设置 6 个储源坑（源坑盖板材质为外层钢板+内层铅板，厚度 10mm：为 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板）用于存放γ射线探伤机，东、南、西侧墙体为 300mm 混凝土、顶部为 300mm 混凝土结构，设 1 道 20mmPb 当量的铅防护门。

根据表 11-12 和公式 11-13 估算，储源坑盖板表面处辐射剂量率见表 11-12。

表 11-12 储源坑盖板屏蔽计算参数

放射源	材料	屏蔽厚度	半值层厚度	半减弱层数目 n	单枚源盖板表面剂量率值 (μSv/h)	单个储源坑盖板表面剂量率叠加值 (μSv/h)
Ir-192	铅	6mm	3mm	2	25.64	79.78
	钢	4mm	14mm	0.29		
Se-75	铅	6mm	1mm	6	1.44	
	钢	4mm	9mm	0.44		

经 10mm 盖板屏蔽衰减后，源坑盖板上表面单枚 Ir-192 源的剂量率约为 25.64μSv/h，单枚 Se-75 源的剂量率约为 1.44μSv/h；单个储源坑（均含 3 枚 Ir-192 和 2 枚 Se-75）盖板表面的剂量率叠加值为 79.78μSv/h。

（二）源库外剂量率估算

考虑放射源经源坑盖板屏蔽衰减及源坑内的距离衰减（源坑盖板处表面剂量率见表 11-2）及源坑盖板至外墙间的距离衰减及围墙、屋顶的屏蔽衰减作用，估算暂存库四周围墙、屋顶、铅防护门外的剂量率。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）附录 A 表 A.2，Ir-192 放射源半值层混凝土厚度为 50mm，Se-75 放射源半值层混凝土厚度为 30mm。

暂存库外各关注点处剂量率估算结果见表 11-13，各关注点位置见图 11-3。

表 11-13 暂存库外各关注点处剂量率估算结果

序号	源坑编号	放射源与关注点距离 R (m)	距离屏蔽前	屏蔽体材料	屏蔽体厚度 (mm)	单枚 Ir-192 屏蔽衰减后剂量率 (μSv/h)	单枚 Se-75 屏蔽衰减后剂量率 (μSv/h)	单个源坑屏蔽衰减后剂量率 (μSv/h)	关注点处剂量率叠加值 (μSv/h)
1# (北墙中心)	源坑 1	2.55	25.64	混凝土	800	5.42E-06	1.87E-10	1.62E-05	0.08
	源坑 2	1.90	25.64	混凝土	800	9.75E-06	3.36E-10	2.93E-05	
	源坑 3	2.55	25.64	混凝土	800	5.42E-06	1.87E-10	1.62E-05	
	源坑 4	3.71	25.64	混凝土	800	2.55E-06	8.80E-11	7.66E-06	
	源坑 5	3.30	25.64	混凝土	800	3.23E-06	1.11E-10	9.70E-06	
	源坑 6	3.71	25.64	混凝土	800	2.55E-06	8.80E-11	7.66E-06	

2# (北 墙东 侧)	源坑 1	3.89	25.64	混凝土	300	2.38E-03	8.32E-06	7.15E-03	0.08
	源坑 2	2.55	25.64	混凝土	300	5.55E-03	1.94E-05	1.67E-02	
	源坑 3	1.90	25.64	混凝土	300	9.99E-03	3.49E-05	3.00E-02	
	源坑 4	4.74	25.64	混凝土	300	1.61E-03	5.62E-06	4.83E-03	
	源坑 5	3.71	25.64	混凝土	300	2.62E-03	9.15E-06	7.87E-03	
	源坑 6	3.30	25.64	混凝土	300	3.31E-03	1.16E-05	9.95E-03	
3# (西 墙北 侧)	源坑 1	1.95	25.64	混凝土	300	9.48E-03	3.32E-05	2.85E-02	0.07
	源坑 2	3.65	25.64	混凝土	300	2.71E-03	9.47E-06	8.14E-03	
	源坑 3	5.35	25.64	混凝土	300	1.26E-03	4.41E-06	3.79E-03	
	源坑 4	2.40	25.64	混凝土	300	6.26E-03	2.19E-05	1.88E-02	
	源坑 5	3.91	25.64	混凝土	300	2.36E-03	8.25E-06	7.09E-03	
	源坑 6	5.53	25.64	混凝土	300	1.18E-03	4.12E-06	3.54E-03	
4# (西 墙中 心)	源坑 1	2.07	25.64	混凝土	300	8.40E-03	4.70E-04	2.61E-02	0.08
	源坑 2	3.72	25.64	混凝土	300	2.61E-03	1.46E-04	8.12E-03	
	源坑 3	5.40	25.64	混凝土	300	1.24E-03	6.93E-05	3.85E-03	
	源坑 4	2.07	25.64	混凝土	300	8.40E-03	4.70E-04	2.61E-02	
	源坑 5	3.72	25.64	混凝土	300	2.61E-03	1.46E-04	8.12E-03	
	源坑 6	5.40	25.64	混凝土	300	1.24E-03	6.93E-05	3.85E-03	
5# (南 墙中 心)	源坑 1	3.71	25.64	混凝土	300	2.62E-03	9.15E-06	7.87E-03	0.09
	源坑 2	3.30	25.64	混凝土	300	3.31E-03	1.16E-05	9.95E-03	
	源坑 3	3.71	25.64	混凝土	300	2.62E-03	9.15E-06	7.87E-03	
	源坑 4	2.55	25.64	混凝土	300	5.55E-03	1.94E-05	1.67E-02	
	源坑 5	1.90	25.64	混凝土	300	9.99E-03	3.49E-05	3.00E-02	
	源坑 6	2.55	25.64	混凝土	300	5.55E-03	1.94E-05	1.67E-02	
6#	源坑 1	4.74	25.64	混凝土	300	1.61E-03	5.62E-06	4.83E-03	0.08

(南 墙东 侧)	源坑 2	3.71	25.64	混凝土	300	2.62E-03	9.15E-06	7.87E-03	
	源坑 3	3.30	25.64	混凝土	300	3.31E-03	1.16E-05	9.95E-03	
	源坑 4	3.89	25.64	混凝土	300	2.38E-03	8.32E-06	7.15E-03	
	源坑 5	2.55	25.64	混凝土	300	5.55E-03	1.94E-05	1.67E-02	
	源坑 6	1.90	25.64	混凝土	300	9.99E-03	3.49E-05	3.00E-02	
7# (东 墙北 侧)	源坑 1	5.30	25.64	混凝土	300	1.28E-03	7.19E-05	3.99E-03	0.08
	源坑 2	3.60	25.64	混凝土	300	2.78E-03	1.56E-04	8.66E-03	
	源坑 3	1.90	25.64	混凝土	300	9.99E-03	5.59E-04	3.11E-02	
	源坑 4	5.48	25.64	混凝土	300	1.20E-03	6.72E-05	3.73E-03	
	源坑 5	3.86	25.64	混凝土	300	2.42E-03	1.35E-04	7.52E-03	
	源坑 6	2.36	25.64	混凝土	300	6.47E-03	3.62E-04	2.01E-02	
8# (防 护门 外)	源坑 1	5.35	25.64	铅门	20	7.95E-04	4.45E-05	2.47E-03	0.05
	源坑 2	3.67	25.64	铅门	20	1.69E-03	9.45E-05	5.25E-03	
	源坑 3	2.02	25.64	铅门	20	5.54E-03	3.10E-04	1.72E-02	
	源坑 4	5.35	25.64	铅门	20	7.95E-04	4.45E-05	2.47E-03	
	源坑 5	3.67	25.64	铅门	20	1.69E-03	9.45E-05	5.25E-03	
	源坑 6	2.02	25.64	铅门	20	5.54E-03	3.10E-04	1.72E-02	
9# (顶 部中 心)	源坑 1	4.81	25.64	混凝土	300	1.56E-03	5.45E-06	4.68E-03	0.03
	源坑 2	4.50	25.64	混凝土	300	1.78E-03	6.23E-06	5.35E-03	
	源坑 3	4.81	25.64	混凝土	300	1.56E-03	5.45E-06	4.68E-03	
	源坑 4	4.81	25.64	混凝土	300	1.56E-03	5.45E-06	4.68E-03	
	源坑 5	4.50	25.64	混凝土	300	1.78E-03	6.23E-06	5.35E-03	
	源坑 6	4.81	25.64	混凝土	300	1.56E-03	5.45E-06	4.68E-03	
10# (顶 部 1)	源坑 1	4.50	25.64	混凝土	300	1.78E-03	6.23E-06	5.35E-03	0.03
	源坑 2	4.81	25.64	混凝土	300	1.56E-03	5.45E-06	4.68E-03	

号坑正上方)	源坑 3	5.64	25.64	混凝土	300	1.13E-03	3.97E-06	3.41E-03	
	源坑 4	4.71	25.64	混凝土	300	1.62E-03	5.68E-06	4.88E-03	
	源坑 5	4.83	25.64	混凝土	300	1.54E-03	5.41E-06	4.65E-03	
	源坑 6	5.66	25.64	混凝土	300	1.13E-03	3.94E-06	3.39E-03	
11# (顶部 2 号坑正上方)	源坑 1	4.81	25.64	混凝土	300	1.56E-03	5.45E-06	4.68E-03	0.03
	源坑 2	4.50	25.64	混凝土	300	1.78E-03	6.23E-06	5.35E-03	
	源坑 3	4.81	25.64	混凝土	300	1.56E-03	5.45E-06	4.68E-03	
	源坑 4	4.83	25.64	混凝土	300	1.54E-03	5.41E-06	4.65E-03	
	源坑 5	4.71	25.64	混凝土	300	1.62E-03	5.68E-06	4.88E-03	
	源坑 6	4.83	25.64	混凝土	300	1.54E-03	5.41E-06	4.65E-03	

本项目储源坑沿储源间中心成对称分布，且每个储源坑均存放 3 枚 Ir-192 和 2 枚 Se-75，因此中心线两侧对称位置关注点处剂量一致。由表 11-3 可知，暂存库运行期间，在放射源储量最大的情况下，各注点处的剂量率在 $0.03\mu\text{Sv/h}\sim 0.09\mu\text{Sv/h}$ 之间，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关条款的要求（屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。

（三）对辐射人员年附加有效剂量估算

（1）值班过程

本项目暂存库管理人员值班室位于暂存库东侧的监控室内，值班室位置（暂存库缓冲间外墙到值班室距离取 10m） γ 辐射剂量率计算参数取表 11-3 中暂存库四周墙体屏蔽计算参数进行计算，计算结果见表 11-14。

表 11-14 值班室位置屏蔽效果理论计算结果

源坑	放射源与值班室的距离 R (m)	屏蔽体材料	屏蔽体厚度 (mm)	单枚 Ir-192 屏蔽衰减后剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	单枚 Se-75 屏蔽衰减后剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	单个源坑屏蔽衰减后剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点处剂量率叠加值 ($\mu\text{Sv/h}$)
源坑 1	14.70	混凝土	300	1.67E-04	1.07E-09	5.00E-04	0.004
源坑 2	13.00	混凝土	300	2.13E-04	1.24E-09	6.40E-04	
源坑 3	11.30	混凝土	300	2.82E-04	1.45E-09	8.47E-04	
源坑 4	14.70	混凝土	300	1.67E-04	1.08E-09	5.00E-04	
源坑 5	13.00	混凝土	300	2.13E-04	1.25E-09	6.40E-04	

源坑 6	11.30	混凝土	300	2.82E-04	1.46E-09	8.47E-04	
注：①计算距离取最不利情况下所有放射源与值班室的直线距离； ②屏蔽体厚度为 300mm 混凝土。							
根据表 11-4 可知，值班室位置辐射剂量率为 $0.004\mu\text{Sv/h}$，本项目暂存库管理人员为 4 人，每班 2 人，全年每天 24h 专人值守，则暂存库每名管理人员年值班时间为 $24\times 365/2=4380\text{h}$，则暂存库每名管理人员值班过程每年受到辐射剂量为 $0.004\times 4380/1000=0.012\text{mSv}$。 (2) 辐射管理人员巡检 环评要求源库值班人员每 2 小时巡检源库四周一次，时间取 2min，则暂存库每名管理人员年巡检时间为 $12\times 365\times 2/60/2=73\text{h}$，巡检是辐射剂量率取源库屏蔽体外 0.3m 处最大值 $0.087\mu\text{Sv/h}$ 则暂存库每名管理人员巡检源库过程每年受到辐射剂量为 $0.087\times 73/1000=0.063\text{mSv}$。 (3) 暂存库内存取过程（存源过程与取源过程相反） 根据表 11-2 可知，同等条件下 Ir-192 密封放射源对管理人员辐射环境影响较大，本次评价以存入 Ir-192 密封放射源过程进行管理人员年附加有效剂量保守估算。以取源为例，主要包括管理人员进入暂存库取源过程、储源坑取源过程、密封放射源搬运过程以及确认过程。 ①进入暂存库取源过程 密封放射源取源过程最大受 30 枚密封放射源叠加辐射影响，时间取 1min，管理人员与 30 个探伤机表面距离保守均取 50cm（储源坑盖板表面 30cm 处），根据公式 11-1 估算，距 Ir-192 探伤机表面 50cm 处辐射剂量率为 $14.42\mu\text{Sv/h}$，距 Se-75 探伤机表面 50cm 处辐射剂量率为 $0.81\mu\text{Sv/h}$，则管理人员每次取源过程受到辐射剂量为 $(20\times 6.41+10\times 0.36)\times 2/60=2.20\mu\text{Sv}$。 ②储源坑取源过程 根据表 11-3 可知，暂存库顶部 2#储源坑正上方剂量率大于 1#储源坑正上方剂量率，则在 2#储源坑表面盖板处受到其他源坑的叠加影响最大，以 2#储源坑为例计算从储源坑取源过程中受到的辐射剂量。 储源坑取源过程除被取密封放射源影响外还受同一储源坑内其他 4 枚密封放射源及其他 5 个储源坑叠加辐射影响，时间取 0.5min，管理人员与被取探伤机表面距离取 50cm，与同一储源坑内其他 4 枚探伤机表面距离保守均取 60cm（储源坑盖板表面处），根据							

公式 11-1 可知距探伤机表面 50cm 处辐射剂量率为 31.25 μ Sv/h，60cm 处辐射剂量率为 22.96 μ Sv/h，则管理人员受到 2#储源坑内密封放射源辐射剂量最大为

$$(31.25+4\times 22.96)\times 0.5/60=1.026\mu\text{Sv}。$$

在 2#储源坑取源时受到其他 5 个储源坑叠加影响辐射剂量最大为

$$(3\times 4.248+2\times 9.89)\times 0.5/60=0.156\mu\text{Sv}。$$

则管理人员从储源坑取源过程受到总辐射剂量最大为 2.20+0.156=2.356 μ Sv。

③密封放射源搬运过程

密封放射源搬运过程除被取密封放射源影响外还受其他 29 枚密封放射源叠加辐射影响，时间取 1min，管理人员与被取探伤机表面距离取 50cm，与其他 29 枚探伤机表面距离保守均取 90cm（储源坑盖板表面 30cm 处），根据公式 11-1 估算，距探伤机表面 50cm 处辐射剂量率为 31.25 μ Sv/h 则管理人员每次搬运过程受到辐射剂量最大为

$$(19\times 2.31+10\times 0.13+1\times 31.25)\times 1/60=1.27\mu\text{Sv}。$$

④密封放射源确认过程

密封放射源在出库交接，对密封放射源确认过程受被取密封放射源辐射影响，时间取 1min，管理人员与探伤机表面距离取 50cm，则管理人员确认过程受到辐射剂量为

$$31.25\times 1/60=0.521\mu\text{Sv}。$$

根据建设单位提供资料，管理人员存取过程共计 1000 次；管理人员为 4 人，每班 2 人，则每名管理人员每年在存取密封放射源过程受照射剂量为（2.20+2.356+1.27+0.521） $\times$ 1000 $\times$ 2/4/1000=3.1735mSv。

综上所述，源库 4 名管理人员每年受照射剂量为 3.1735+0.012+0.063=3.2485mSv。

低于本次设置的辐射工作人员剂量约束值 5mSv/a。源库 4 名工作人员不同时从事其他辐射工作，因此不需要叠加其他岗位辐射剂量。

公众年有效剂量估算

（1）本次评价选取公众可到达源库位置主要为陕西信恒检测科技有限公司厂房、探伤工件周转区、顶部 2 号坑正上方办公区域。存源期间暂存库外各主要关注点处剂量率估算结果见表 11-15。

表 11-15 存源期间暂存库外各关注点处剂量率估算结果

序号	源坑编号	放射源与关注点距离	屏蔽体材料	屏蔽体厚度（mm）	5 枚源屏蔽衰减后剂量率	关注点处剂量	年停留时间	居留因子	年有效剂量
----	------	-----------	-------	-----------	--------------	--------	-------	------	-------

		R(m)			($\mu\text{Sv/h}$)	率叠 加值 ($\mu\text{Sv/h}$)			(Sv)
陕西信 恒检测 科技有 限公司 厂房	源坑 1	3.05	混凝土	300	1.17E-02	0.04	2000	1.00	0.07
	源坑 2	4.75	混凝土	300	4.80E-03				
	源坑 3	6.45	混凝土	300	2.61E-03				
	源坑 4	3.36	混凝土	300	9.63E-03				
	源坑 5	4.95	混凝土	300	4.42E-03				
	源坑 6	6.60	混凝土	300	2.49E-03				
探伤工 件周转 区	源坑 1	8.80	铅门	20	1.05E-02	0.02	2000	0.50	0.02
	源坑 2	7.10	铅门	20	1.62E-02				
	源坑 3	6.40	铅门	20	1.99E-02				
	源坑 4	8.91	铅门	20	1.03E-02				
	源坑 5	7.24	铅门	20	1.56E-02				
	源坑 6	6.55	铅门	20	1.90E-02				
11#(顶 部 2 号 坑正上 方)	源坑 1	4.81	混凝土	300	4.68E-03	0.02	2000	1.00	0.05
	源坑 2	4.50	混凝土	300	5.35E-03				
	源坑 3	4.81	混凝土	300	4.68E-03				
	源坑 4	8.41	混凝土	300	1.53E-03				
	源坑 5	4.71	混凝土	300	4.88E-03				
	源坑 6	8.41	混凝土	300	1.53E-03				

(2) 存取过程中暂存库外各主要关注点处剂量率估算

单枚放射源从源坑取出至搬运至转运车上共耗时 2.5min，本次评价共存取源 1000 次，按 Ir-192 放射源 600 次，Se-75 放射源 400 次。

表 11-16 存取过程暂存库外各关注点处剂量率估算结果

序号	放射源	放射源与关注点最近距离 R(m)	距离源 R 米处的剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	屏蔽体材料	屏蔽体厚度 (mm)	单枚源屏蔽衰减后剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年停留时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (Sv)
陕西信 恒检测 科技有 限公司 厂房	Ir-192	3.05	1.21	混凝土	300	8.68E-03	25	1	2.26 E-04
	Se-75	3.05	1.21	混凝土	300	5.43E-04	16.7	1	
探伤工 件周转 区	Ir-192	6.40	0.27	铅门	20	2.66E-03	25	0.5	1.99 E-05
	Se-75	6.40	0.27	铅门	20	2.57E-07	16.7	0.5	

11#(顶部 2 号坑正上方)	Ir-192	4.50	0.56	混凝土	300	8.75E-03	25	1	1.37E-04
	Se-75	4.50	0.56	混凝土	300	5.47E-04	16.7	1	

(3) 公众人员有效剂量合计见下表:

表 11-17 暂存库外各关注点处剂量率估算合计结果

敏感区域	存源期间年有效剂量 (Sv)	存取过程年有效剂量 (Sv)	年有效剂量 (Sv)
陕西信恒检测科技有限公司厂房	0.07	2.26E-04	0.0702
探伤工件周转区	0.02	1.99E-05	0.0200
11#(顶部 2 号坑正上方)	0.05	1.37E-04	0.0501

11.2.3 有效剂量

本项目辐射人员和公众人员最大有效剂量统计见下表:

表 11-18 关注点年有效剂量结果

敏感区域	敏感人群	存源期间年有效剂量 (Sv)	存取过程年有效剂量 (Sv)	X 射线探伤年有效剂量 (Sv)	年有效剂量合计 (Sv)	控制目标
陕西信恒检测科技有限公司厂房	公众人员	0.07	2.26E-04	0.0702	0.0710	0.1mSv/a
探伤工件周转区	公众人员	0.02	1.99E-05	0.02	0.0200	0.1mSv/a
探伤室上方	公众人员	0.05	1.37E-04	0.0501	0.0517	0.1mSv/a
X 射线探伤辐射工作人员		1.55E-03				5mSv/a
源库管理人员		3.2485				5mSv/a

根据计算结果, 探伤室 X 射线探伤机在最大工作状态下, 辐射工作人员所受的最大年有效剂量最大为 1.55E-03mSv/a, 远低于本评价管理目标值 5mSv/a, 暂存库运行期间, 在放射源储量最大的情况下, 公众人员受到的年有效剂量最大为陕西信恒检测科技有限公司厂房 0.0710mSv, 低于本次评价提出公众的年有效受照剂量约束值 (0.1mSv)。

事故影响分析

11.3.1 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 11-17。

表 11-17 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 Ir-192、Se-75 属 II 类放射源，可能发生特别重大辐射事故、重大辐射事故。

11.3.2 辐射风险识别

（1）X 射线探伤辐射事故风险识别

①安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，无关人员在工作状态误入探伤室内，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害；或者防护门未完全关闭，致使 X 射线泄漏到探伤检测室外，给周围活动的人员造成额外误照射。

②检修过程中，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害；

③操作人员违规操作造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（2） γ 射线探伤辐射事故风险识别

①放射源在贮存过程中 γ 射线探伤机中的放射源从容器中掉出来或放射源容器磨损、破裂，会对操作人员及可能到达的公众成员产生很强的辐射照射。

②人为故意引起的放射源丢失、被盗。

11.3.3 辐射事故应急处置措施

（一）X 射线探伤辐射事故

发现探伤过程中，现场工作人员或公众受到超剂量的外照射后，立即停止作业，切

断射线装置电源。现场控制组调查事故原因。应急监测组配合专家技术组对疑似受照人员进行剂量评估，对事故进行定性定级。人员抢救组联系临潼四一七医院，护送受照人员抵达医院进行医学检查治疗。应急保障组协调事故现场物资和人员调动，通讯联络组保障应急指挥部和各应急组联络正常。

（二）屏蔽设施失效导致人员受到超剂量照射

①人员抢救组尽快安排救治受超剂量照射人员。

②应急监测组根据《辐射事故应急监测技术规范》（HJ1155-2020），划分为内警戒区和外警戒区边界。

③本单位人员仅在抢救人员、重大财产时允许进入内警戒区，进入内警戒区应穿戴铅防护用品。

④与应急处置无关的人员应撤离出外警戒区。

⑤应急处置组进入内警戒区恢复屏蔽或收贮放射源。

⑥请求外部支援。

⑦在政府辐射事故应急指挥部到达现场后，本单位所有辐射应急处置人员接受其指挥，配合各专业队伍进行侦查、监测、处置等工作。

（三）放射源在贮存过程中 γ 射线探伤机中的放射源从容器中掉出或放射源容器磨损、破裂

①辐射工作人员立即上报监测异常数据。

②应急监测组和专家技术组开展放射源搜寻工作。

③现场控制组划定警戒区，布置安全警戒，并对事故现场无关人员疏散，开展放射源收纳、现场洗消工作和放射性废物处置工作。

④事故调查组调查事故原因。

⑤专家技术组对疑似受照人员进行剂量评估，对事故进行定性定级。人员抢救组联系临潼四一七医院，护送受照人员抵达医院进行医学检查治疗。

⑥应急保障组配合通讯联络组协调事故现场物资和人员调动。

（四）人为故意引起的放射源丢失、被盗

①封锁涉事地点，在公安机关到达现场前，后续一切行动以保护现场为基本要求，所有人员不得离开涉事地点，所有设施和物品尽量维持原状。

②应急监测组根据便携式X、 γ 辐射监测仪的监测数据（ $<2.5\mu\text{Sv/h}$ ）先确定一安全

区域，将与应急处置无关的人员集中到安全区域停留。

③应急监测组使用便携式 X、γ 辐射监测仪进行地毯式搜索，尝试搜寻放射源。

④请求外部支援。

⑤在政府辐射事故应急指挥部到达现场后，本单位所有辐射应急处置人员接受其指挥，配合各专业队伍进行侦查、监测、处置等工作。

11.3.4 风险防范措施

(一) X 射线探伤风险防范措施

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

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

③射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

(二) γ 射线探伤风险防范措施

以 Se-75 密封放射源为例，假设发生事故使 3.7×10¹²Bq(100Ci)的 Se-75 放射源处于裸露的情况下，按下列公式估算出在放射源完全裸露的情况下，在不同距离接受不同时间的照射所产生的有效剂量。

$$\dot{K}_a = \frac{A \cdot \Gamma_k}{R^2}$$

式中： $\dot{K}$ ——距点源 Rm 处的空气比释动能率，Sv/s；

A——点源活度，Bq；

R——距离，m；

Γ_k ——空气比释动能率常数，Se-75 为 0.072μSv•m²(MBq.h)⁻¹。

表 11-16 Se-75 放射源完全裸露时不同距离、不同接触时间的有效剂量

时 间 \ 距离	0.05m	0.5m	1.0m	5.0m
-------------	-------	------	------	------

空气比释动能率 (Sv/h)	223	2.23	0.558	0.021
空气比释动能率 (Sv/min)	3.7167	0.0372	0.0093	0.0004
1min	3.7167	0.0372	0.0093	0.0004
5min	18.58	0.19	0.05	0.00
10min	37.17	0.37	0.09	0.00
30min	111.50	1.12	0.28	0.01
60min	223.00	2.23	0.56	0.02

通过上表可以看出：近距离接触放射源，在 1min 内就可对人体造成损伤，几分钟内便可以致人死亡。

风险防范措施：

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、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拟在暂存库内设置 1 套防盗报警装置、1 套摄像监控系统，值班室建立了 24h 轮班值守制度，并安装视频监控、移动电话、对讲机以及监控设备一套。

③定期进行放射源暂存库的环境监测，发现问题及时整改，防止环境风险的发生。

④加强对放射源的管理，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制定应急预案并加强应急演练，防止环境风险的发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

环评要求陕西泰诺特检测技术有限公司成立以公司主要领导为组长，项目负责人为成员的安全委员会，负责公司日常辐射安全监管和协调工作，并安排专业人员负责该公司辐射安全管理工作，并根据陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化相关规定，明确公司决策层、辐射防护负责人、放射性作业人员相关工作职责。

公司拟制定的辐射安全管理机构主要职责为：

- 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，定期组织对射线装置工作场所和设备进行辐射防护监测和年度评估，发现安全隐患的，及时进行整改、确保设备正常使用、安全有效；
- 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记录公司发生的辐射事故并及时报告生态环境、卫生等相关主管部门。

12.2 辐射安全管理规章制度

环评要求陕西泰诺特检测技术有限公司制定较为完善的辐射安全管理制度和操作规程，通过不断完善相关的辐射安全管理制度，确保射线装置的安全使用。逐步需制定的制度有：《辐射管理程序》《X 射线探伤工安全操作规程》《X 射线应力分析仪试验员安全操作规程》《射线安全操作自查制度》《辐射作业人员岗位职责》《射线机设备使用及维护程序》《X 射线探伤检验员职责》等规章制度，用于公司辐射安全的管理；建立辐射安全管理标准化档案，主要包括：《射线设备自主维护点检表》《个人剂量计管理表》《职业健康体检管理表》《监测仪器管理表》以及个人培训档案、监测档案等。

根据陕环办发〔2018〕29 号关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知，核技术利用单位应进行辐射安全管理标准化建设。陕西

泰诺特检测技术有限公司辐射安全管理部分与标准化建设相关要求对照情况见表 12-1。
拟采取的辐射安全防护措施详见表 12-2。

**表 12-1 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	有/无
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	拟设置
		年初工作安排和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容	拟设置
		明确涉辐部门和岗位辐射安全职责	拟设置
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障	拟设置
人员管理	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	拟设置
		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	拟设置
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	拟设置
		建立辐射环境安全管理档案	拟设置
		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	拟设置
	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	拟设置
		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	拟设置
		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	拟设置
		熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况时，能有效处理	拟设置
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	拟设置
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		拟设置
	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		拟设置
	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		拟设置
	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		拟设置
	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		拟设置
	建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性		拟设置
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）		拟设置
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案		拟设置

	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案	拟设置
应急管理	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练	拟设置
	应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序	拟设置

表 12-2 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	本项目情况	
工业 X 射线探伤	控制台安全性能		X射线管头应具有制造厂商、型号及出厂编号、额定管电压电流等标志	拟设置	
			控制台设有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示装置	拟设置	
			控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置	拟设置	
			控制台或X射线管头组装体上设置探伤室门联锁接口	拟设置	
			控制台设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X射线管才能出束	拟设置	
			控制台设有紧急停机开关	拟设置	
	探伤作业场所		分区	按标准要求划分控制区、监督区	拟设置
				控制区：探伤室墙围成的内部区域	拟设置
				监督区：探伤室墙壁外部相邻的区域	拟设置
			布局	操作室与探伤室分开，并尽量避开有用线束照射的方向	拟设置
			通风	探伤室设置机械通风装置，排风管道外口避开朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次	拟设置
			标志及指示灯	探伤室防护门上设置电离辐射警示标志和中文警示说明	拟设置
				探伤室门口和内部同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，照射状态指示装置与X射线探伤装置联锁	拟设置
				探伤室内、外醒目位置处设置清晰的“预备”和“照射”信号意义说明	拟设置
			辐射安全与连锁	探伤室设置门-机联锁装置	拟设置
				探伤室内设置紧急停机按钮或拉绳，并带有标签，标明使用方法	拟设置
	※监测设备及个人防护用品			X-γ剂量率监测仪、表面沾污监测仪、中子剂量当量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅背心、铅帽、铅护颈等。	拟设置

注：表中标注有“※”内容为根据不同场所，选用不同的监测仪表及个人防护用品

综上，本项目辐射安全防护设施基本符合标准化建设要求，运行期应加强相关管理，定期检查并确保防护设施的有效性。

12.3 人员培训和健康管理

12.3.1 人员培训

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第 16 条第 2 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 28 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、使用活动的工作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。

本项目拟配置辐射工作人员 8 名，陕西泰诺特检测技术有限公司应组织辐射工作人员参加辐射防护知识培训和考核，并取得合格证书后方可上岗。环评要求辐射安全与防护培训证书到期前应及时参加再培训及考核，确保证书到期前取得新的合格证书。公司应建立辐射工作人员培训档案，档案内容包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等。

12.3.2 健康管理

环评要求，陕西泰诺特检测技术有限公司建立辐射工作人员健康体检档案，辐射工作人员均需进行职业健康体检，体检合格后方可上岗；公司为辐射工作人员配备个人剂量计，建立辐射工作人员个人剂量档案。

12.3.3 辐射监测

为了保证本项目运行过程的安全，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剂量合理尽可能低。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》（HJ61-2021）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。

12.3.4 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。

陕西泰诺特检测技术有限公司需依据相关规定开展个人剂量监测工作，从事辐射工作的人员均配备个人剂量计，并按每季度一次的频度委托有资质的机构开展个人剂量监测。环评要求陕西泰诺特检测技术有限公司根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第 55 号）的要求建

立放射工作人员个人剂量档案并终生保存。

辐射工作人员进行个人剂量监测时如发现监测结果异常的（每季度超出 1.25mSv/a），应当立即核实和调查，并将有关情况进行文字记录；对于年度内个人剂量检测数据累计超过 5mSv 的，要开展调查，撰写调查报告，并要求采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，同时上报辐射安全许可证发证机关。

12.3.5 工作场所辐射水平检测

（一）年度监测

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

（二）日常自行监测

陕西泰诺特检测技术有限公司拟配备 4 台 RP6000 型 X-y 剂量率仪，定期对对工作场所周围的辐射水平开展自行监测。本项目投入使用后，应制定各工作场所的定期监测制度，利用已配备的 X-γ剂量率仪定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），监测数据应存档备案。

表 12-3 辐射环境监测计划表

监测内容	监测区域及点位		监测频次
X-γ吸收剂量率	防护性能检测	探伤室屏蔽墙体外表面 30cm 处、防护门及缝隙外表面 30cm 处、工作人员操作位、管线口处及通风口处等； 源库四周墙外及防护门外 30cm 处、顶棚 30cm 处等	每月自检 4 次， 每年由有资质的单位监测一次，竣工验收监测一次
	周围环境巡检	对放射性工作场所周围进行巡测	每月自检 1 次
安全连锁、警示标志等	对各放射性工作场所的警示标志、声光报警、监视器、对讲机、紧急按钮、便携式 X-γ剂量率仪等运行功能的检验		每月自检一次
个人剂量	辐射工作人员个人剂量监测		有资质的单位 每三个月

12.5 辐射事故应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（2019 年修订）（国务院第 449 号令）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。本项目使用 II 类射线装置，可能发生的辐射事故主要为人员受到不必要的误照射，导致辐射工作人员和公众成员可能受到超过年剂量照射限值，事故等级为一般辐射事故。第四十一条的规定：“使用射线装置的单位，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”。

环评要求，陕西泰诺特检测技术有限公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修订）（国务院第449号令）以及原陕西省环境保护厅《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29号）相关规定制定突发环境污染事故应急预案，并在生态环境局进行备案。预案中设立辐射事故应急领导小组作为应急响应机构，明确公司运行过程中可能发生的辐射事故类型，并制定相应的事故应急响应措施；事故发生后由应急领导小组启动应急预案，严格按照预案规定的事故应急处理程序开展事故应急工作，采取应急处置措施；明确事故状态下信息报告与联系方式。

日常工作中，加强对公司辐射事故应急机构成员的培训，提高领导小组成员应对辐射突发公共事件的知识和能力。针对辐射工作人员，加强教育，严格按照操作规程操作，提高核安全文化素养。

应急预案中规定公司应每年组织相关部门开展一次辐射事故应急演练，应根据国家发布的最新法律法规、标准内容，结合公司实际情况，不断对辐射事故应急预案补充修改、完善，提高事故应急处置能力，保证发生辐射事故两小时内将《辐射事故初始报告表》交于生态环境局、公安局。

12.6 项目环保投资及竣工环境保护验收

12.6.1 项目环保投资估算

本项目总计投资 70 万元，其中环保投资 31.7 万元，占总投资的 45.3%，主要用于环保设施、辐射安全防护设施建设，个人防护用品购置等。环保投资估算见表 12-4。

表 12-4 项目环保投资估算表

实施时段	类别		污染源	污染防治措施或设施	费用
运营期	辐射防护措施	屏蔽措施		探伤室防护铅板及防护门	20.5
		安全措施		连锁装置、监控设施、警示标志、工作指示灯等	
		防护用品		配置铅衣、铅手套、铅帽等、铅防护眼镜、个人计量报警仪、个人剂量计等	
		NO _x 、O ₃ 废气治理		机房设置动力排风装置，保持良好通风	
		辐射防护与安全 培训和考核		辐射工作人员均应参加辐射安全和防护专业知识及 相关法律法规的培训，并在通过考核后方可从事相 关工作	1.5
	辐射安全管理制度			结合项目实际情况，制定和完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记、台账管理制度、监测方案和辐射事故应急预案	3.5
	非放防护	生活垃圾	垃圾桶	0.2	
		危险废物	危废贮存间	1	
	竣工环境保护验收	/		/	3.5
环境监测	工作场所定期监测				1.0
	个人剂量定期监测				0.5
总投资（万元）					31.7

12.6.2 项目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，建设单位应及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，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 12-5。

表 12-5 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	验收内容	防护措施
1	辐射安全管理	对工作场所进一步完善操作规程、岗位职责、监测制度、应急预案等，使其满足《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号）等要求，避免辐射事故的发生。
2	剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目公众年有效剂量约束值取 0.1mSv，职业人员年有效剂量管理约束值取 5mSv。按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），探伤室外各关注点最高周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，探伤室顶部周围剂量当量率小于 100μSv/h。
3	辐射安全	布局合理，划定控制区及监督区，设置明显的分区标识。

	防护措施	项目 X 射线检测间的建设和布局符合环评报告描述；探伤室门-机联锁、电离辐射警示标志、状态指示指示灯及声音报警装置、紧急停机按钮、监控装置等正常有效、运行良好；探伤室外设置工作状态指示装置意义说明。
4	辐射监测	X-γ剂量率监测仪定期进行巡测并建立监测档案，每年委托有资质单位检测不少于 1 次。
5	人员培训	辐射工作人员进行辐射安全和防护知识培训，并取得合格证，到期前应及时培训，合格后再上岗。
6	职业健康体检	辐射工作人员至少每 2 年进行 1 次职业健康体检，建立职业健康监护档案。
7	通风	本项目 1 间探伤室应配备通排风装置，有效通风次数需满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求；探伤室排风管道出风口位于厂房顶部。
8	个人剂量检测	为 8 名辐射工作人员配备个人剂量计、剂量报警仪，作业时按要求佩戴，定期进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。
9	固定式辐射报警仪	本项目配备固定式辐射报警仪、移动剂量率检测仪。
10	防护用品	铅衣、铅手套、铅帽等、铅防护眼镜。
11	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》、《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》、《暂存库台账管理制度》、《放射探伤机领用入库台账制度》等规章制度。
12	事故应急	《辐射事故应急预案》。
13	射安全管理标准化	辐射安全管理标准化建设。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

项目名称：陕西泰诺特检测技术有限公司无损检测探伤室（含放射源库）项目

建设单位：陕西泰诺特检测技术有限公司

建设性质：新建

建设内容：拟在西咸新区空港新城昭容南街 8 号中南高科西安临空产业港 9 号楼 2 单元厂房 1 楼西南角建设 1 座探伤室和 1 座放射源库。其中探伤室配套建设操作室、暗室等辅助工程，配备 6 台 II 类工业射线装置，对客户委托的管材、板材、压力容器等开展 X 射线室内探伤无损检测工作；放射源库存放 10 枚 Se-75 放射源（单枚活度 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ ）、20 枚 Ir-192 放射源（单枚活度 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ ），共计 30 枚密封放射源，总活度为 $1.11 \times 10^{14} \text{Bq}$ ，均属于 II 类放射源，用以开展室外现场探伤作业，本次评价范围不包括室外探伤作业。

本项目总计投资 70 万元，其中环保投资 31.7 万元，占总投资的 45.3%。

13.1.2 辐射环境影响分析

（1）根据核算，本项目 6 台 X 射线探伤机在最大工作状态下，探伤室屏蔽体四周、防护门及顶部的设计防护厚度均大于估算所需防护厚度，本项目 1 间探伤室的设计防护厚度均可以满足防护要求。

（2）根据估算，探伤室 X 射线探伤机在最大工作状态下，探伤室四周屏蔽体、顶棚及防护门外 30cm 处各关注点剂量率范围为 $(3.10\text{E-}04 \sim 1.55\text{E-}03) \mu\text{Sv/h}$ ；探伤室 X 射线机在最大工作状态下，均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 6.1.3 条款的要求，即“探伤室墙体和门的辐射屏蔽应满足：b）屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。”

（3）根据估算，探伤室 X 射线探伤机在最大工作状态下，辐射工作人员所受的最大年有效剂量最大为 $1.55\text{E-}03 \text{mSv/a}$ ，远低于本评价管理目标值 5mSv/a ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

（4）根据估算，暂存库运行期间，在放射源储存量最大的情况下，各注点处的剂

量率在 $0.03\mu\text{Sv/h}\sim 0.09\mu\text{Sv/h}$ 之间，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关条款的要求（屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。

各关注点公众人员受到的年有效剂量最大为 0.0710mSv ，均低于本次设置的公众人员剂量约束值 0.1mSv 。

综上运行期，职业人员及公众年有效剂量均满足本次环评提出的剂量约束值（职业工作人员 $<5\text{mSv/a}$ ，公众 $<0.1\text{mSv/a}$ ）。

13.1.3 辐射安全管理综合分析

陕西泰诺特检测技术有限公司拟成立辐射安全领导小组，并设有辐射安全与防护专职管理人员，已制定了《全国核技术利用辐射安全系统运行管理制度》、《放射性同位素与射线装置管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》、《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》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射环境监测制度》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《辐射事故应急预案》等各项辐射安全与防护管理规章制度。陕西泰诺特检测技术有限公司针对本项目制定并完善现有的辐射安全管理制度、操作规程，并将其纳入监测方案的管理，更新辐射事故应急预案使其具有较强的针对性和可操作性。公司拟配备的辐射工作人员须报名参加辐射安全与防护考核，通过考核后方可从事辐射工作。

13.1.4 可行性分析结论

陕西泰诺特检测技术有限公司无损检测探伤室（含放射源库）项目在落实报告中提出的防护措施后，其产生的辐射影响可以达到合理的尽量低水平，满足辐射防护最优化原则。项目运行所致工作人员和公众年附加有效剂量满足本次环评提出的剂量约束限值要求。从辐射环境保护角度，本项目可行。

13.2 建议和要求

13.2.1 要求

- （1）在本项目工作场所日常监测中，应重点监测探伤室搭接处、线缆口处的辐射剂量率，确保探伤室外周围剂量当量率满足相关限值要求；
- （2）加强对探伤室安全联锁系统的检查维护，确保各种安全防护设施的正常使用；
- （3）定期对本项目辐射工作人员的个人剂量进行检测，定期按照监测计划对本项目探伤室及周边环境进行环境辐射水平监测，所有监测数据归档备查；

(4) 定期进行辐射事故应急演练，不断完善辐射事故应急预案；

(5) 每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关提交本单位上一年度的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况环境评估报告。

13.2.2 建议

不断完善各项辐射安全管理规章制度，完善对事故的预防、处理等安全措施，定期开展辐射事故应急演练，总结演练过程中出现的问题，不断细化辐射事故应急预案，确保其具有较好的适用性和可操作性。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:			
公章			
经办人	年	月	日
审批意见:			
公章			
经办人	年	月	日