

核技术利用建设项目

四川航天神坤科技有限公司  
新建 X 射线探伤室项目  
环境影响报告表

(公示本)

四川航天神坤科技有限公司

2022 年 4 月

生态环境部监制

## 核技术利用建设项目

# 四川航天神坤科技有限公司 新建 X 射线探伤室项目 环境影响报告表

建设单位名称：四川航天神坤科技有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：四川省成都市龙泉驿区龙工南路 1566 号

邮政编码：610100

联系人：刘\*\*

电子邮箱：

联系电话：1598\*\*\*\*\*013

## 目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	13
表 3: 非密封放射性物质.....	13
表 4: 射线装置.....	14
表 5: 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	15
表 6: 评价依据.....	16
表 7: 保护目标与评价标准.....	18
表 8: 环境质量和辐射现状.....	20
表 9: 项目工程分析与源项.....	23
表 10: 辐射安全与防护.....	31
表 11: 环境影响分析.....	43
表 12: 辐射安全管理.....	59
表 13: 结论与建议.....	67
表 14: 审批.....	71

本报告附有以下附图、附件：

#### 附图

附图 1 本项目地理位置图

附图 2 本项目所在厂区的平面布置及本项目监测布点图

附图 3 本项目所在厂区的外环境关系图

附图 4 本项目探伤室平面布置图

附图 5 本项目探伤室剖面及排风管道布置图

#### 附件

附件 1 四川航天神坤科技有限公司关于成立辐射安全与环境保护领导小组的决定  
司质（2022）21 号

附件 2 关于本次新增射线装置参数的确认说明

附件 3 关于危险废物处置的承诺书

附件 4 培训承诺书

附件 5 厂房租赁合同

附件 6 四川航天神坤科技有限公司 营业执照

附件 7 四川万星实业有限公司国有土地使用权证

附件 8 四川万星实业有限责任公司钢制品生产加工项目的环境影响评价批复

附件 9 四川万星实业有限责任公司钢制品生产加工项目验收意见

附件 10 四川同佳检测有限责任公司 四川航天神坤科技有限公司新建 X 射线探伤室  
项目辐射环境现状监测报告 同环辐监字（2021）第 500 号

表 1 项目基本情况

建设项目名称	新建 X 射线探伤室项目				
建设单位	四川航天神坤科技有限公司				
法人代表	彭建清				
注册地址	四川省成都市龙泉驿区龙工南路 1566 号				
项目建设地点	成都市经济技术开发区龙工南路 1566 号四川航天神坤科技有限公司厂房内壳段铆接区北侧				
立项审批部门	/	批准文号		/	
建设项目总投资 (万元)	200	项目环保投资 (万元)	62.4	投资比例 (环保投资/总投资 %)	31.2
项目性质	■新建 □改建 □技改 □其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	268.1
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	/			
<b>项目概述</b>					
<b>一、概况</b>					
<b>1、建设单位简介及项目由来</b>					
四川航天神坤科技有限公司(统一社会信用代码: 915101126653315414, 原名四川神坤电液控制技术有限公司, 以下简称“神坤公司”)于 2007 年 9 月 4 日在成都市龙泉驿区市场监督管理局注册。神坤公司经营范围包括: 卫星遥感、航空遥感、地图产品、地理信息产品、平台、三维模型类产品及相关硬、软件及其他高新测绘技术产品、传感器、伺服机构、机电元件、集成电路、微波器件、通信设备 (不含无线电广播电视发射设备及卫星广播电视地面接收设施)、核电成套设备、洗消设备、耐辐照摄像机、耐辐照仪器仪表、机械式遥控操作装置 (遥控机械手)、放射性界面测量装置、自动化控制系统、					

雷达设备、泵、阀门、压缩机及类似机械、通用零部件、仪器仪表、通用设备、专用设备、电线、电缆、光缆及电工器材、非标准件的研发、设计、制造、销售、维修；计算机软硬件及计算机系统集成；测绘服务；智慧城市规划设计、智能化系统工程、环保工程施工服务；仓储服务（不含危险品）；机械设备租赁；房屋租赁（非住宅房屋租赁）、物业管理；以上产品的技术服务、咨询服务和产品售后服务；洗消化工品研发、制造、销售。

2020年9月，神坤公司在四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）龙工南路1566号租赁四川万星实业有限责任公司厂房及办公生活设施建设“航空航天紧固件、精密件及结构件加工项目”，建设一条年产普通材料螺钉螺栓80万件、高温合金、钛合金螺钉螺栓18万件，普通材料螺母60万件，高温合金、钛合金螺母26万件，铆钉类150万件、垫圈类120万件，商业航天结构件100发的零部件加工生产线。

四川万星实业有限责任公司是一家从事钢制品生产的公司，2016年，以“钢制品生产加工基地项目”为项目名，开展厂房及办公设施建设，于2006年10月31日取得了原成都市龙泉驿区环境保护区出具的《关于同意四川万星实业有限责任公司钢制品生产加工基地项目试运行的批复》（龙环建管〔2006〕复字93号），于2007年3月15日通过了竣工环境保护验收并由原成都市龙泉驿区环境保护局出具了验收意见（环验〔2007〕03号）。四川万星实业有限责任公司现有“钢制品生产加工基地项目”已停产，并将空置的厂房及办公生活设施出租给本项目建设单位。

如上文所示，神坤公司在租赁四川万星实业有限责任公司空置的厂房及办公生活设施后，随即开展了“航空航天紧固件、精密件及结构件加工项目”，该项目占用了租用的厂房内的部分区域。

2021年12月起，神坤公司开始在租赁的四川万星实业有限责任公司生产厂房剩余未占用区域内开展“火箭贮箱焊接线建设项目”的建设活动，该项目计划2022年12月竣工，逐步形成年产40个贮箱的生产能力，填补我国商业航天火箭贮箱商业化配套空白。该项目生产的火箭贮箱生活过程中大量应用了自动及手动焊接工艺。

为了保证神坤公司“火箭贮箱焊接线建设项目”生产的火箭贮箱满足质量标准的要求，满足焊缝检测的需求，神坤公司拟在公司现租用的生产厂房内壳段铆接区北侧设置一座X光检测铅房，并在铅房内新增使用1台Titan|neo 160周向X射线探伤机及1台Titan|neo 225定向X射线探伤机，即本项目。

Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA；Titan|neo 225 定向 X 探伤机最大管电压为 225kV，最大管电流为 13mA，两台 X 射线装置均属于 II 类射线装置。工厂只开展铅房内的探伤，不涉及室外或野外探伤。

本次环评内容见表 1-1。

表 1-1 本次新增 X 射线装置一览表

序号	装置名称	主要技术参数	用途	工作场所
1	Titan neo 160 周向 X 射线探伤机	管电压/电流：160kV/3mA	无损探伤	铅房
2	Titan neo 225 定向 X 射线探伤机	管电压/电流：225kV/13mA	无损探伤	铅房

为了加强 X 射线无损检测在应用中的辐射环境管理，防止放射性污染，确保 X 射线机的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设方须对本项目进行环境影响评价，同时建设单位为首次申请四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》，亦需开展环境影响评价。

本项目涉及新增使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令第 18 号）及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部 部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）的相关规定，本项目属于“第五十五—172 条核技术利用建设项目中生产、使用 II 类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。因此，四川航天神坤科技有限公司委托四川鑫百润环保科技有限公司对本项目开展环境影响评价工作。

四川鑫百润环保科技有限公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《四川航天神坤科技有限公司新建 X 射线探伤室项目环境影响报告表》。

## 2、环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取环境保护主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息。

根据以上要求，建设单位于 2022 年 4 月 8 日在环境影响评价公示信息平台上公示

《四川航天神坤科技有限公司新建 X 射线探伤室项目环境影响报告表》全本信息，公示期间未收到公众反馈意见。

公示网址为：

<http://www.js-eia.cn/pubother/detail?pubid=f76a725dffcf75eaf05e8483bc57abcb>，公示界面截图如下：



图 1-1 环境影响报告表全本公示截图

## 二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业探伤领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>有关条款的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家现行产业发展政策。

## 三、项目概况

### （一）项目名称、建设单位、工作方式、性质、建设地点

项目名称：新建 X 射线探伤室项目

建设单位：四川航天神坤科技有限公司

工作方式：室内探伤

性质：新建

建设地点：成都市经济技术开发区龙工南路 1566 号四川航天神坤科技有限公司厂房内壳段铆接区北侧。

## （二）建设内容与规模

四川航天神坤科技有限公司拟在成都市经济技术开发区龙工南路 1566 号四川航天神坤科技有限公司厂房内壳段铆接区北侧新建一座 X 光检测室，进行探伤作业。其中将新建一座铅房作为曝光室主体，占地面积  $178.5\text{m}^2$ ，并配套建设操作室、暗室、评片室、资料室，各配套房间占地面积均为  $22.4\text{m}^2$ ，操作室、暗室、评片室、资料室均为彩钢房结构。

本项目拟在铅房内使用 1 台 Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机及 1 台 Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机。Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机最大管电压为  $160\text{kV}$ ，最大管电流为  $3\text{mA}$ ，属于 II 类射线装置。Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机探伤作业时 X 射线束投向铅房北侧、南侧、地面、顶部，不投向铅房西侧及东侧。

Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机最大管电压为  $225\text{kV}$ ，最大管电流为  $13\text{mA}$ ，属于 II 类射线装置。Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机探伤作业时 X 射线束投向铅房北侧，不投向其他方向。

铅房净空尺寸为  $21\text{m}$ （长） $\times 8.5\text{m}$ （宽） $\times 6.5\text{m}$ （高），采用钢架结构，由于铅房下方无楼层，铅房底部不做防护。北侧屏蔽墙采用  $2\text{mm}$  外钢板+ $14\text{mm}$  铅板+ $2\text{mm}$  内钢板的三层防护结构，东侧、西侧、南侧屏蔽墙均采用  $2\text{mm}$  外钢板+ $9\text{mm}$  铅板+ $2\text{mm}$  内钢板的三层防护结构，铅房顶部采用  $2\text{mm}$  外钢板+ $8\text{mm}$  铅板+ $2\text{mm}$  内钢板的三层防护结构。铅房整体安装于厂房内现有地基之上，铅房地面与四周屏蔽墙连接处配置 L 型  $5\text{mm}$  屏蔽铅板。铅房设置有 1 座工件门及 1 座人员进出门，其中工件门门洞尺寸为  $5\text{m}$ （宽） $\times 5\text{m}$ （高），工件铅防护门尺寸为  $5.3\text{m}$ （宽） $\times 5.3\text{m}$ （高） $\times 0.2\text{m}$ （厚）；人员门门洞尺寸为  $1\text{m}$ （宽） $\times 2\text{m}$ （高），人员铅防护门尺寸为  $1.3\text{m}$ （宽） $\times 2.3\text{m}$ （高） $\times 0.2\text{m}$ （厚）；工件门及人员门的设计均能保证足够的搭接宽度，工件及人员铅防护门均采用地轨道平移开启方式，均采用  $2\text{mm}$  外钢板+ $9\text{mm}$  铅板+ $2\text{mm}$  内钢板三层防护结

构。探伤机电缆穿孔处采用 U 型结构防护，并使用采用 9mmPb 的铅罩。

本项目探伤设备主要用于火箭贮箱的环形焊缝及纵向焊缝的无损探伤检测，火箭贮箱为管状结构，直径为 3350mm，长度为 2m~18m，管壁厚度为 20mm，材质为 2A14 铝合金，工件探伤进出方式为平台轨道直接输送，项目不涉及室外探伤和野外探伤。

项目组成及主要环境问题见下表。

表 1-2 项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题		备注	
			施工期	运营期		
主体工程	铅房尺寸	净空尺寸为 21m（长）×8.5m（宽）×6.5m（高）		生活垃圾、生活废水、固体废物、噪声、X 射线和臭氧（调试过程）	拟购	
	铅房结构	采用钢架结构，整体置于厂区现有地基之上，地面不做防护				
		北侧屏蔽墙	2mm 外钢板+14mm 铅板+2mm 内钢板			
		南侧屏蔽墙	2mm 外钢板+9mm 铅板+2mm 内钢板			
		东侧屏蔽墙				
		西侧屏蔽墙				
		顶部屏蔽体	2mm 外钢板+8mm 铅板+2mm 内钢板			
		工件门	门洞尺寸 5m（宽）×5m（高），工件铅防护门尺寸为 5.3m（宽）×5.3m（高）×0.2m（厚）			
		人员门	门洞尺寸 1m（宽）×2m（高），人员铅防护门尺寸为 1.3m（宽）×2.3m（高）×0.2m（厚）			
	薄弱处屏蔽	电缆穿孔处采用倒 U 型结构防护，并使用采用 9mmPb 的铅罩；排风孔处使用 9mmPb 的铅罩；铅房内地面与四周屏蔽墙连接处配置 L 型 5mm 屏蔽铅板				
X 射线机使用	探伤机参数（共两台）	1 台 Titan neo 160 周向 X 射线探伤机，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA				
		1 台 Titan neo 225 定向 X 射线探伤机，最大管电压为 225kV，最大管电流为 13mA				
	探伤地点	X 射线探伤机在铅房内进行探伤，不涉及室外（野外）探伤				
	曝光时间	Titan neo 160 周向 X 射线探伤机最大曝光时间 110h，Titan neo 225 定向 X 射线探伤机最大曝光时间 133.3h				
辅助工程	操作室、暗室、评片室、资料室，各配套房间占地面积均为 22.4m <sup>2</sup> ，操作室、暗室、评片室、资料室均为彩钢房结构		废显影液、废定影液、废胶片、			

			清洗废水	
公用工程	供水、供电、排水系统依托厂区公用设施		/	依托
环保工程	X 射线	铅房一座	/	新建
	污水处理设施	依托厂区污水处理设施 (8m <sup>3</sup> )	/	依托
	废气处理设施	室内探伤期间产生的臭氧通过铅房设置的排风通道排至车间外	/	新建
	固废处理设施	生活垃圾经收集后,交由市政环卫部门处理;废胶片及废显影液、废定影液、高浓度洗片废水收集暂存后交由有资质单位处理	/	新建
仓储及其他	危废暂存	项目产生的危险废物暂存于厂区危废暂存间内	/	依托

#### 依托情况:

##### (1) 本项目与厂区内现有项目的依托关系

神坤公司于四川省成都经济技术开发区(龙泉驿区)龙工南路 1566 号内生产厂房开展的的项目有已建成的“航空航天紧固件、精密件及结构件加工项目”及在建的“火箭贮箱焊接线建设项目”。上述项目均依托租用的四川万星实业有限责任公司“钢制品生产加工基地项目”建设的厂房及办公生活设施。

本项目的建设是为神坤公司在建的“火箭贮箱焊接线建设项目”服务的,相互依托,共同构成神坤公司火箭贮箱生产体系的组成部分。由于本项目亦建设于租用的四川万星实业有限责任公司“钢制品生产加工基地项目”建设的厂房内,因此本项目部分环保设施也需依托“钢制品生产加工基地项目”已建成的部分环保设施,如生活污水预处理设施、生活垃圾收集设施等。本项目产生的危险固废需依托“航空航天紧固件、精密件及结构件加工项目”建成的危险废物收集暂存设施(危废暂存间)。

本项目厂区内依托情况如下:

①项目产生的生活污水依托四川万星实业有限责任公司“钢制品生产加工基地项目”已建的预处理池处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准后,排入市政污水处理系统。

②项目产生的生活垃圾依托四川万星实业有限责任公司“钢制品生产加工基地项目”已建的生活垃圾收集系统统一收集后由市政环卫部门统一清运。

③产生的危废依托神坤公司“航空航天紧固件、精密件及结构件加工项目”已建的危废暂存间（位于厂区生产车间南侧，占地面积约 20m<sup>2</sup>）暂存。

### （2）项目依托园区的环保设施情况

本项目所在园区为四川省成都经济技术开发区片区之一的“成都市汽车产业综合功能区规划（南区）”，本项目所在工业园区的污水管网现已建成，本项目建成后，项目产生的生活污水将依托的厂区污水收集及处理系统处理后，接驳已建成的市政污水管网，排入陡沟河污水处理厂处理，最终排入陡沟河。

陡沟河污水处理厂由四川鑫海环保股份有限公司投资建设，位于龙泉驿区大面镇龙华村 4 组，目前已建成一期、二期工程，污水处理总规模为 3.9 万 m<sup>3</sup>/d，执行《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》(DB51/2311-2016)中城镇污水处理厂污染物排放标准，排入陡沟河。服务范围包括北泉路以南，南开路以北，龙柏路以西，东风渠以东。工程建成于 2013 年，目前处于正常运行。

### （三）主要设备配置及技术参数

表 1-3 主要设备配置及主要技术参数表

型 号		Titan neo 160 周向 X 射线探伤机	Titan neo 225 定向 X 射线探伤机
电源输入		220V, 50Hz±2%	220V, 50Hz±2%
输 出	X射线最高管电压	160kV	225kV
	X射线最高管电流	3mA	13mA
射线管	焦点尺寸	双焦点 0.4/4.0mm (EN12543)	双焦点 1.0/5.5mm(EN12543)
	辐射角	40°	40°
最大穿透厚度 (Fe)		20mm	30mm
照射方式		周向	定向
靶材料		钨反射靶	钨反射靶
使用场所		室内	室内

### （四）主要原辅材料

表 1-4 主要原辅材料及能耗情况表

类 别	名 称	年耗量	来 源	主要成分
主（辅）料	显影液	100kg/a	外购	米吐尔
	定影液	100kg/a		硫代硫酸钠
	胶片	3600 张/a		溴化银感光药膜

能源	电	3000kW·h	市政电网	/
----	---	----------	------	---

### （五）劳动定员及工作制度

本项目新增配置辐射从业人员 4 人，实行白班单班制，每天工作 8 小时，一周工作 6 天，每年工作 250 天。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，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，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，且每 5 年进行一次再学习和考核。

## 四、项目外环境关系、选址合理性、布局合理性及实践正当性分析

### 1、项目外环境

本项目位于四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）龙工南路 1566 号四川航天神坤科技有限公司厂房内。本项目探伤铅房位于公司厂房内，该厂房为钢结构厂房，厂房长 154m，宽 75m，高 12m。厂房内主要布置了神坤公司铆接区、焊接区、数车区、加工中心区，主要为与金属加工相关的生产区。厂房内人员活动主要集中在厂房南侧。

铅房位于厂房内壳段铆接区北侧，铅房北侧紧邻厂房内安全通道，隔着安全通道外距离铅房 3.5m~10m 范围内为厂房内钳工区域、标准件加工区、刀具及成品库房、包装发货区，隔上述区域外距离铅房 10m~50m 范围内为四川三秦绥丰科技有限公司的防火门窗生产区；铅房东侧外距离铅房 16m~50m 范围内库房、焊接区域、实验室、点焊区域纵缝自动焊接系统等生产区；铅房南侧紧邻厂房内安全通道，隔着安全通道外距离铅房 3.5m~50m 范围内为壳段铆接区域、补焊区、环缝自动焊接区、箱底周转及工装存放区、箱底（椭球底）自动焊接区域、箱底法兰自动焊接区、箱底（锥底）自动焊接区、镗床区；铅房西侧为本项目铅房配套设置的探伤辅助用房（操作室、暗室、评片室、资料室），上述区域西侧外距离铅房 26~50m 范围内壳段铆接区域、冲压及冷镦区域、辅助区等区域。

### 2、选址合理性

根据现场踏勘，探伤铅房及公司外环境周围无学校、医院、疗养院、集中居住区、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点等制约因

素。

本项目所在区域属于成都经济技术开发区，成都经济技术开发区于 2019 年 8 月 12 日取得了中华人民共和国生态环境部办公厅出具的《关于成都经济技术开发区规划环境影响跟踪评价工作有关意见的函》（环办环评函〔2019〕691 号），完成了区域环评工作。本项目所在生产车间于 2006 年 10 月 31 日取得了原成都市龙泉驿区环境保护局出具的《关于同意四川万星实业有限责任公司钢制品生产加工基地项目试运行的批复》（龙环建管〔2006〕复字 93 号），于 2007 年 3 月 15 日通过了竣工环境保护验收并由原成都市龙泉驿区环境保护局出具了验收意见（环验〔2007〕03 号）。

本项目 X 射线探伤铅房位于厂房壳段铆接区北侧，厂房内人员活动主要集中在南侧。整个探伤铅房设置避开了公司内部人群较多的办公场所，且与该区域其它非辐射工作人员活动区保持一定距离，整个探伤铅房相对独立，探伤机工作过程产生的 X 射线经屏蔽墙和屏蔽门屏蔽后并通过距离衰减对周围环境辐射影响是可接受的。铅房在厂区内的选址还综合考虑了环保、安全及消防等要求。

项目室内探伤依托厂区内已建水资源供给系统，室内探伤期间生活污水及低浓度洗片废水依托厂区污水处理设施处理达标后排放，不会对当地水质产生明显影响；本项目产噪设备声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划；本项目产生废显影液、废定影液、前两次洗片废水及废胶片由厂区暂存后交由有资质单位处理；由于本项目铅房内建有排风设施，将铅房室内废气排出，排风口设置铅房顶部，该区域人员不可到达。因此本项目的建设不会对周边产生新的环境污染，项目与周边环境相容。

本项目仅为四川航天神坤科技有限公司生产线的配套建设项目，不新增用地，且项目使用的铅房为专用辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求，满足报告表确定的剂量约束值的要求，从辐射安全防护与环境保护的角度分析，本项目选址是合理的。

### 3、布局合理性

铅房工件门位于东侧，东侧区域外有较多厂房内的预留区域，方便进行工件检测；在铅房西侧设有暗室、操作室等辅助用房，方便探伤、评片工作的开展；本项目依托厂外已建的危废暂存间，为人员不常到的地方，方便危废的放置、存储管理需要。

根据建设单位的布局考虑，铅房平面布置既便于探伤各个工艺的衔接，可以满足安

全生产的需要。铅房的布局设置便于进行分区管理和辐射防护，从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

#### 4、实践正当性分析

X 射线检测作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各种金属及其他材料内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示产品内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，将核技术应用到本项目中，可达到一般非放射性检测方法所不能及的诊断效果，是其它检测项目无法替代的，由于 X 射线无损检测的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在无损检测过程中射线装置的应用可能会造成如下放射性环境问题：

- ①给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响；
- ②射线装置的使用及管理的失误会造成一般辐射安全事故；

四川航天神坤科技有限公司建设本项目的目的是为了保证神坤公司“火箭贮箱焊接线建设项目”生产的火箭贮箱满足质量标准的要求，满足焊缝检测的需求，根据后文环境影响评价分析，其 X 射线运行所致辐射工作人员和周围公众人员的剂量率符合本次评价标准要求，只要按规范操作，该公司所使用的 X 射线机是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。

#### 五、原有核技术利用情况

本项目为新建项目，该公司未从事过任何核技术应用类项目活动，本次为首次申请辐射安全许可证开展的环境影响评价，不存在原有核技术利用遗留的污染和环境问题。

#### 六、评价目的

(1) 对拟建场址周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，以掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状；

(2) 通过环境影响评价，分析建设项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染控制对策，为建设项目的工程设计和环境管理提供科学依据；

(3) 对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”；

(4) 给出明确的环评结论，为有关部门的辐射环境监督管理提供科学依据。

#### 七、评价因子及评价重点

本项目拟使用的 X 射线探伤机为 II 类射线装置，因此项目的主要污染因子为射线装

置使用时产生的电离辐射。本次评价采用 X- $\gamma$ 辐射剂量率、有效剂量作为评价因子，重点评价电离辐射对周围环境和敏感人群的影响。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 3：非密封放射性物质

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

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

表 4：射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	Titan neo 160 周向 X 射线探伤机	II类	1	/	160	3	检测	探伤铅房	/
2	Titan neo 225 定向 X 射线探伤机	II类	1	/	225	13	检测	探伤铅房	/

(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	氘靶情况			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
废胶片	固态	/	/	/	3600 张	/	暂存危废暂存间	暂存后交由有资质的单位回收处置
废显影液	液态	/	/	/	100kg	/		
废定影液	液态	/	/	/	100kg	/		
前两次洗片废水	液态	/	/	/	25kg	/		
臭氧	气态	/	/	/	/	少量	/	大气排放

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废弃物要注明，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

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订实施；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月；</p> <p>(5) 《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，2019 年 3 月 2 日修正；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部令第 18 号，2011 年）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日修订；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(9) 《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 年第 66 号。</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号），2017 年 11 月 22 日起实施；</p> <p>(12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，（环发〔2012〕77 号），原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p> <p>(13) 《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，2020 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(14) 《国家危险废物名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日实施）。</p> <p>(15) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施；</p>
------------------	---

技 术 标 准	<p>(1) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/61-2021）；</p> <p>(4) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(5) 《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB11/T1033-2013）；</p> <p>(6) 《放射工作人员职业健康监护技术规范》（GBZ235-2011）；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(8) 《放射工作人员健康要求》（GBZ98-2017）；</p> <p>(9) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）</p> <p>(10) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响文件的内容和格式》，HJ10.1—2016，环境保护部</p> <p>(11) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)；</p> <p>(12) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(13) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）；</p> <p>(14) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及原环保部公告【2013】第 36 号</p>
其 他	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 四川航天神坤科技有限公司提供的设计资料；</p> <p>(3) 四川万星实业有限责任公司钢制品生产加工基地项目竣工环境保护验收意见，环验〔2007〕03 号</p> <p>(4) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）；</p> <p>(5) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》（2020 版）；</p> <p>(6) 《关于印发&lt;四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）&gt;的通知》（川环办发[2016]1400 号）。</p>

## 表 7：保护目标与评价标准

### 一、评价范围

本项目为新增 X 射线铅房应用项目的环境影响评价，项目主要影响人员是铅房周围的工作人员和公众。本项目为使用II类射线装置，且II类射线装置使用场所有实体边界，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）中的规定，并根据本类项目特点，结合本项目实际，本项目评价范围为铅房屏蔽体边界外 50 米的范围内。

### 二、保护目标

根据本项目拟建地厂房周围的外环境关系、射线装置的平面布局，确定本项目主要环境保护目标为铅房辐射工作人员以及铅房附近的其他工作人员等。保护目标详情详见下表。

表 7-1 主要环境保护目标

保护目标		所在建筑的特征	相对方位	距铅房距离 (m)	人数	年剂量约束值 (mSv)
职业	西侧操作间工作人员	彩钢房结构，高 3.5m	西侧	3.5	2	5
	西侧暗室工作人员		西侧	3.6	1	5
	西侧评片室工作人员		西侧	9.2	1	5
公众	北侧三秦电气有限责任公司工作人员	人员所在建筑为该公司生产厂房，一层，高 8m	北侧	12.4	30	0.1
	北侧标准件加工区等区域工作人员	人员所在建筑为本项目生产厂房，一层，高 12m	北侧	3.6	10	0.1
	东侧工作人员		东侧	4.3	10	0.1
	南侧壳段铆接区域工作人员		南侧	4.1	50	0.1
	西侧冲压及冷镦区域工作人员		西侧	11.6	30	0.1

### 三、评价标准

#### （一）环境质量标准

（1）大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（2）地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

(3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

## （二）污染物排放标准

(1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；

(2) 废水：污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；

(3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准；

(4) 一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单。

## （三）电离辐射剂量限值和剂量约束值

### 1、剂量限值

(1) 职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。本项目环评取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作为职业人员的年剂量约束值。

(2) 公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。本项目环评取上述标准中规定的公众照射年剂量限值的 1/10（即 0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

### 2、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）相关规定，在距离曝光室屏蔽体外表面 30cm 处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 $\mu$ Gy/h。

## （四）臭氧浓度限值

根据《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）室内臭氧符合最高允许浓度 0.30mg/m<sup>3</sup> 的要求；根据《环境空气质量标准》（GB3095—2012）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（0.20mg/m<sup>3</sup>）的要求。

## 表 8：环境质量和辐射现状

### 一、项目场所及地理位置

由本报告表一“四、项目外环境关系、选址合理性、布局合理性及实践正当性分析”可知，项目周边50m范围内无学校、居民区等环境保护目标。本项目踏勘现场时，项目所在区域现状见下图。项目地理位置见附图1。



本项目铅房所在车间



本项目所在厂房北侧围墙外（四川三秦绥丰科技有限公司）

### 二、辐射环境现状调查

本项目为工业 X 射线无损检测项目，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。为掌握项目拟建地辐射水平，评价单位委托四川同佳检测有限责任公司对项目拟建地辐射环境进行了监测，监测报告编号：同环辐监字（2021）第 500 号，见附件，监测为辐射环境本底监测。监测结果列于表 8-1。

#### 1、监测方法与标准

《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）。

#### 2、监测时间

2021年12月28日

#### （3）监测外环境状况

天气状况：阴、温度7.2℃；相对湿度：66%

#### （4）监测仪器

监测项目及仪器见下表：

表 8-1 监测项目及使用设备一览表

监测项目	使用仪器				
	名称及编号	技术指标	校准情况		
X-γ辐射剂量率	名称: 环境监测用 X-γ辐射 空气比释动能率仪 型号:NT6101 编号: TJHJ2021-49	①能量响应: 48KeV~3MeV ②测量范围: 10nSv/h~200μSv/h ③X 射线剂量当量校准因子 $C_F$ , 单位: $\mu\text{Sv/h} \cdot (\mu\text{Gy/h})^{-1}$	X 射线部分: 校准单位:中国测试 技术研究院 校准字 号:202107001906 校准日期: 2021 年 07 月 07 日 有效期至: 2022 年 07 月 06 日 γ射线部分: 校准单位:中国测试 技术研究院 校准字 号:202107000160 校准日期: 2021 年 07 月 01 日 有效期至: 2022 年 06 月 30 日		
		校正因子 $C_F$		不确定度 $U_{rel}/\%(k=2)$	
		1.49		N-60	6
		1.97		N-80	6
		1.56		N-100	6
		1.32		N-120	6
		1.39		N-150	6
		④校准用γ辐射源: $^{137}\text{Cs}$ ⑤γ射线剂量当量校准因子 $C_F$ , 单位: $\mu\text{Sv/h} \cdot (\mu\text{Gy/h})^{-1}$			
		校正因子 $C_F$		不确定度 $U_{rel}/\%(k=2)$	
		0.80		≤7.4	7
1.97	≤34.0	7			
1.56	≤185	7			
温湿度	名称: 数显温湿度表 型号:TH-800 编号: TJHJ2018-19	温度测量范围: -30~+70°C 湿度测量范围: 20%RH~99%RH 分辨率: 0.1°C/1%RH 温度不确定度: $U=0.5^\circ\text{C} (k=2)$ 湿度不确定度: $U=2.3\%\text{RH} (k=2)$	校准单位:德阳市计 量测试所 校准自 号:20210701594 校准日期: 2021 年 07 月 09 日 有效期至: 2022 年 08 月 08 日		

## (5) 监测结果:

表 8-2 项目所在地环境本底 X-γ辐射剂量率监测结果 nGy/h

序号	监测位置	测量值	标准差
1	拟建探伤铅房西北侧	44	4
2	拟建探伤铅房西南侧	51	5
3	拟建探伤铅房西北侧	48	4
4	拟建探伤铅房东北侧	68	5
5	冲压、冷镦工作区	56	6
6	拟建探伤室西北侧标准	66	5

	件加工区		
7	四川三秦电气有限责任公司围墙处	75	4
8	壳段铆接工作区	58	5
9	项目所在生产车间外东侧空地	54	4
注：以上监测数据均未扣除仪器宇宙射线响应值。			

### (6) 质量保证措施

A、合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。

B、监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

C、监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

D、每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

E、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

F、监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

### (7) 项目所在地天然贯穿辐射现状评价：

本次监测中 1-8 号点位可以反映项目周边室内外环境 X- $\gamma$  剂量率，9 号点位能反映项目周边室外环境 X- $\gamma$  剂量率。

本项目监测点位能反映项目区域的辐射环境现状，监测布点合理，监测期间厂区其余设备均处于正常运行状况，监测数据能反映项目所在区域的周围外环境 X- $\gamma$  剂量率外环境现状，监测数据具有代表性。

监测表明：四川航天神坤科技有限公司新建 X 射线探伤室项目拟建探伤铅房及周围外环境 X- $\gamma$  剂量率水平在 44~75nGy/h 之间，与生态环境部辐射环境监测技术中心发布的 2021 年四个季度四川省空气吸收剂量率水平（<121.7nGy/h，根据全川 2021 年四个季度 14 个辐射环境质量监测自动站监测数据整理）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9：项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 一、施工期工艺分析

#### （一）铅房及配套设备安装施工

本项目建设施工主要是铅房的吊装及配套设施的安装，首先根据使用要求进行设计，然后按照设计组织施工，铅房吊装到指定位置后对其他防护设备进行设备安装，地面境界带敷设。在施工过程中有施工噪声、安装废渣、施工废水等，其工艺流程及产污环节如下图所示。

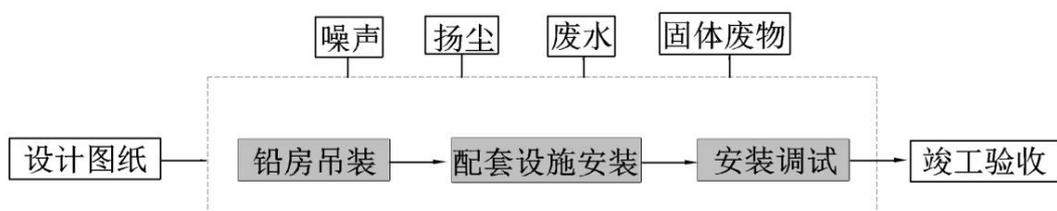


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

#### 1、施工期扬尘

探伤室施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，主要是通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

#### 2、施工期噪声

施工期噪声包括探伤室施工过程、防护设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。

#### 3、施工期废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水，生活污水经预处理后，排入陡沟河污水处理厂进行最终处理，达标后排入陡沟河。

#### 4、施工期固废

施工期固废主要是装修过程中产生的固体废物和施工人员的生活垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与生活垃圾一同依托厂区垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运

#### （二）射线装置安装、调试

本项目 X 射线机安装和调试均由生产厂家专业进行操作，在安装调试阶段，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，在铅

房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房上锁并派人看守。

## 二、营运期工艺分析

### （一）X 射线数字成像系统的工作原理

X射线探伤机通电时通过高压发生器、X光管产生电子束，电子束撞击靶，产生X射线。利用不同物质和不同的物体结构对 X 射线衰减系数不相同。当 X 射线照射工件时，胶片放在工件的底面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位。

从系统管头组装体窗口发出的 X 射线称为主射束或有用线束；通过管头组装体泄漏出的 X 射线称为泄漏辐射。有用线束和泄漏辐射中，有一部分照射到墙面发生散射，称为散射辐射。通常散射辐射的能量小于泄漏辐射，其在建筑物中的衰减远大于初级 X 射线。

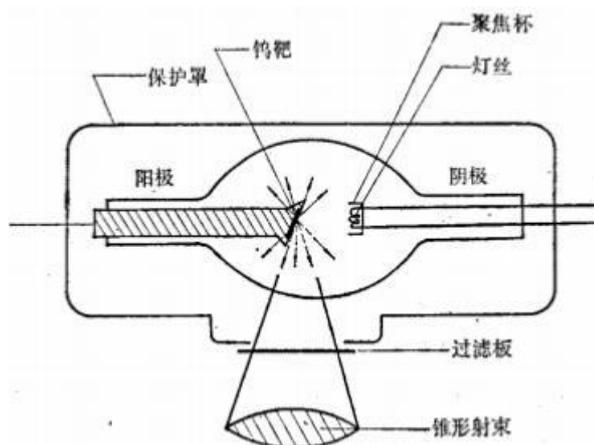
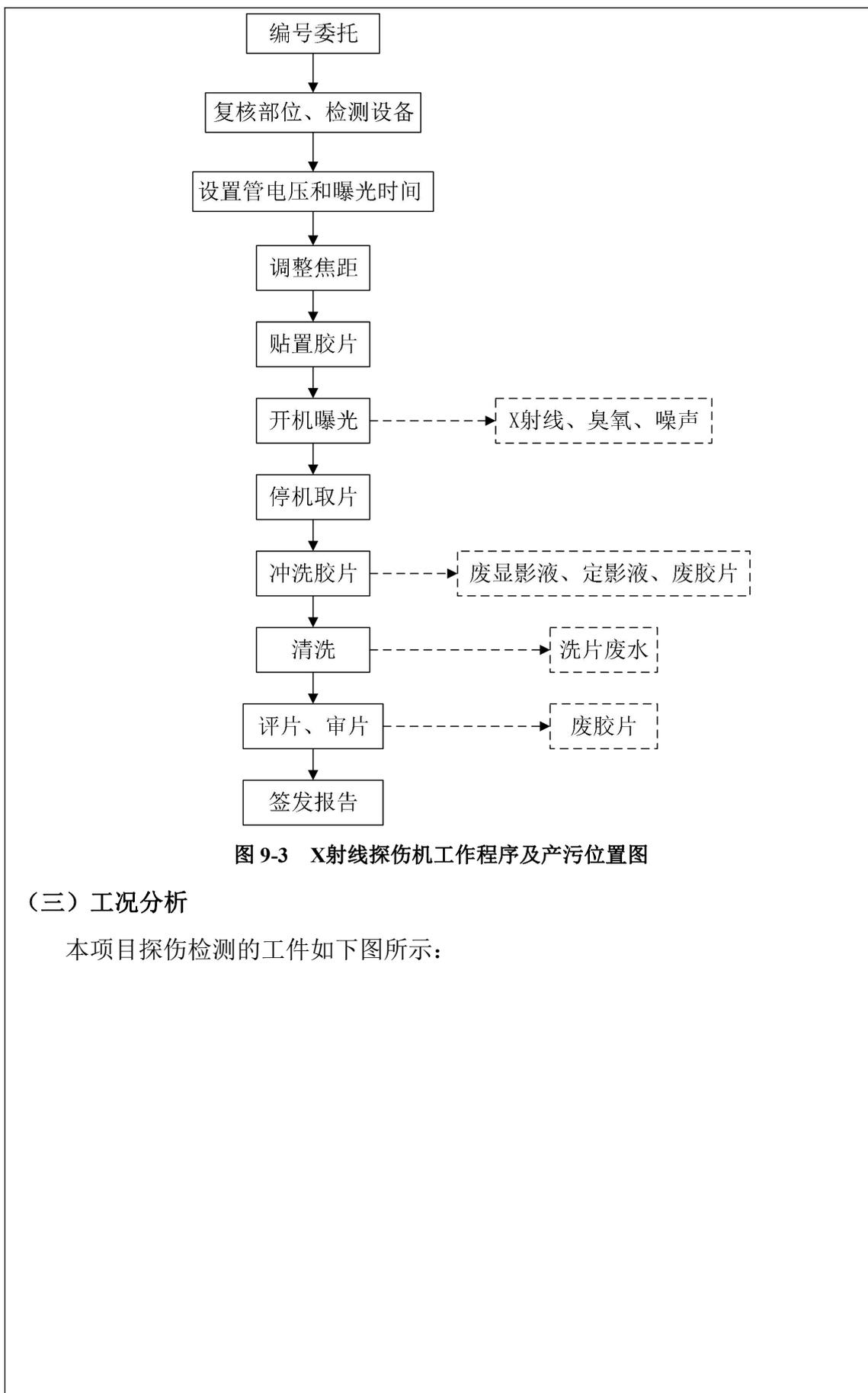


图 9-2 X 射线探伤机工作原理示意图

### （二）操作流程及产污环节分析

本项目是利用X射线对工件进行无损探伤，检测工件的焊缝。其具体的检测流程为：接受委托，待操作准备完毕后，组织进行拍片，将待检工件通过平车轨道或行车送进铅房，固定位置，然后根据探伤要求设置曝光时管电压和曝光时间，根据需探伤的具体部位调整焦距，在探伤部位贴置胶片，铅房内的工作人员撤离，清场。然后打开X射线探伤机，按键曝光进行探伤，曝光结束后，关闭X射线探伤机。取下胶片，送入暗室进行冲洗，冲洗后的胶片用清水清洗，然后进行评片、审片，出具检测报告。

污染因子：X 射线探伤机探伤工序及产污如下图所示：



### (三) 工况分析

本项目探伤检测的工件如下图所示：

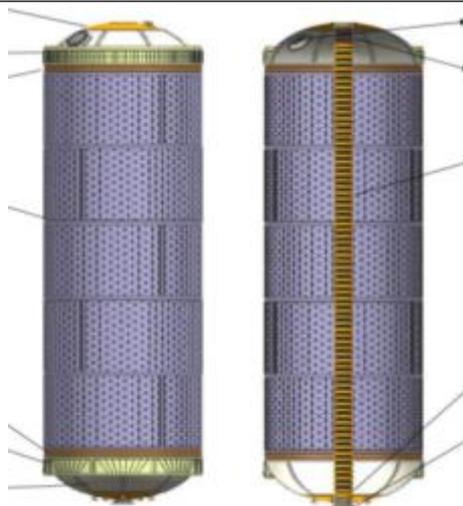


图 9-4 本项目探伤检测工件示意图

该工件为火箭贮箱，为管状结构，直径为 3350mm，长度为 2m~18m，管壁厚度为 20mm，材质为 2A14 铝合金。

本项目主要对火箭贮箱的环形焊缝及纵向焊缝进行无损探伤检测。根据建设单位提供的资料，火箭贮箱的焊缝包括贮箱筒段环形焊缝、箱底环形焊缝、筒段的纵向焊缝、箱底的纵向焊缝。如下图所示：

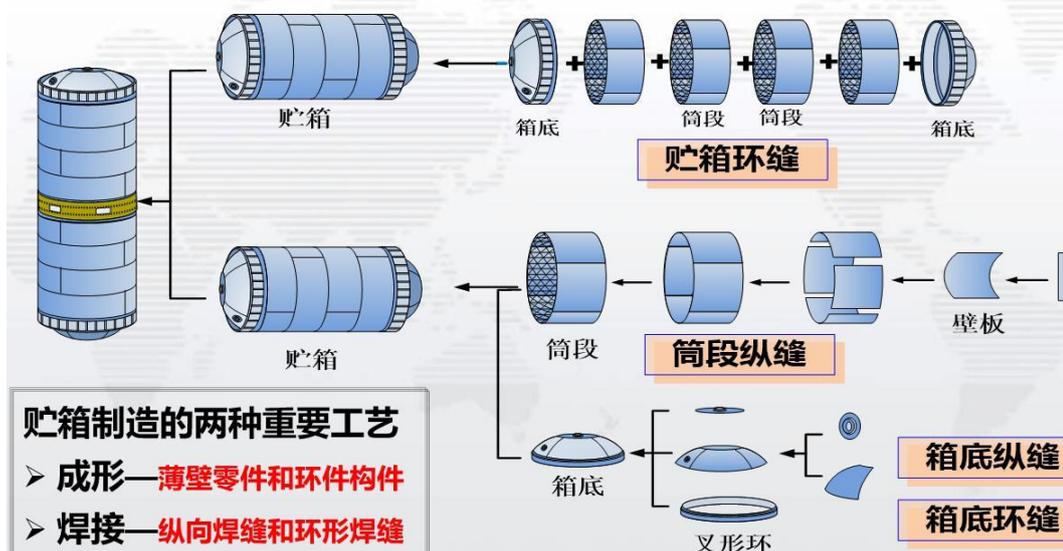


图 9-5 本项目无损探伤检测的焊缝类型图

本项目 X 射线探伤机具体参数如下：

表 9-1 本项目使用的射线装置的相关情况

探伤机型号	生产厂家	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	使用场所	最大穿透厚度 (mm)	辐射角度
Titan neo 160	Baker	160	3	周向	铅房内	20	40°
Titan neo 225	Hughes	225	13	定向	铅房内	30	40°

#### (四) 本项目人流物流途径

本次项目的人员路径、物流路径规划具体如下：

##### (1) 工作人员路径：

工作人员从西侧操作室由人员进出门穿过进入铅房内，完成并准备完毕后原路返回至操作室。

##### (2) 工件路径：

被探伤工件由行车或其他辅助设施经工件门转移至铅房内，在完成拍片后原路返回。

本项目工作场所的人员及物流流动路线见下图。

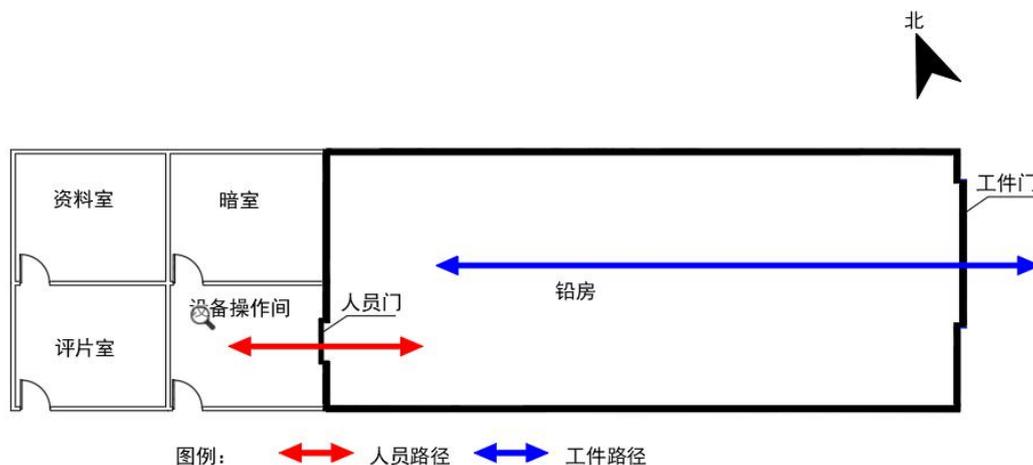


图 9-6 本项目人员流及物流路径示意图

## 污染源项描述

### 一、施工期污染源描述

施工过程中以建筑施工机械噪声、装修和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有建筑渣土、粉尘、噪声和废水，主要会对周围声环境质量产生影响，但因施工期短，施工范围小，通过作业时间控制，加强施工现场的管理等手段，

对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。建设单位应在各机房建设过程中要保证屏蔽墙体没有漏缝，同时要防止噪声扰民。在安装调试阶段，主要环境影响为 X 射线和包装固体废物影响。

## 二、运行期污染源描述

### 1、电离辐射

X 射线机开机工作时，通过高压发生器和光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线。不开机状态不产生辐射。

### 2、废气

X 射线管调试及营运期探伤现场空气中产生少量臭氧和氮氧化物，其中由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的十分之一，同时国家对空气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物。空气在强辐射照射下，会使氧分子重新组合而产生臭氧，臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸。

### 3、废水

本项目营运期产生的废水主要为低浓度洗片废水及生活污水。

#### (1) 低浓度洗片废水

拍片完成后，清洗胶片时有洗片废水产生，洗片废水中含有少量的 AgBr 和显影剂及氧化物。洗片废水包含低浓度和前两次洗片废水（作为危险固废处理），本项目低浓度洗片废水年产生量为 5m<sup>3</sup>/a

#### (2) 生活污水

本项目拟配工作人员 4 人，用水量按 100L/人·天计，生活污水产生量按用水量的 85%计，年工作 250 天，则生活污水产生量约 85m<sup>3</sup>/a。室内探伤期间产生的生活污水依托厂区污水预处理池处理后，排入市政污水管网，经陡沟河污水处理厂处理达标后排放。

### 4、固体废物

本项目营运期固体废物主要为废胶片、废显影液、废定影液、前两次洗片废水及生活垃圾

#### (1) 废胶片、废显影液、废定影液、前两次洗片废水

本项目拍片完成后，在暗室洗片槽洗片过程中将产生废显影液、废定影液和第一遍、第二遍洗片废水，在评片过程中将产生废弃胶片。废显影液中含有溴化钾、无水亚硫酸钠等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和无水亚硫酸钠等化学物质。根据《国家危险废物名录（2021 年本）》（生态环境部令第 39 号，2021 年 1 月 1 日起实施）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为 HW16，在危废储存桶外需贴上标识。由于第一遍和第二遍洗片废水中含有较高浓度的 AgBr、显影剂及强氧化物，亦按危险废物进行管理

本项目探伤活动预计产生废显影液 100kg/a、废定影液 100kg/a、前两次洗片废水 25kg/a。

危废暂存间及暗室需严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）中规定的要求，采取“防渗、防雨、防流失”等措施。具体防渗要求有：危废暂存间及暗室为可密闭房间，具有防雨措施，采用防渗混凝土+HDPE 膜（2.0mm 厚、渗透系数不高于  $1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$  的 HDPE 膜作为防渗层）防渗，暂存间设置围堰，防止危废流失。本项目产生的危险废物暂存于贴有危废标识的专用容器里，放置于危废暂存间内，将与有相应处理资质的单位签订回收合同，不外排。

## （2）生活垃圾

本项目运营期职工人数为 4 人，产生的生活垃圾按  $0.5 \text{kg}/\text{人} \cdot \text{d}$  计算，则项目运营期生活垃圾产生量为  $2 \text{kg}/\text{d}$ （ $0.5 \text{t}/\text{a}$ ）。探伤期间生活垃圾经收集后由当地环卫部门统一清运处理。

## 5、噪声

施工期运输车辆运行中及设备安装过程中将产生噪声。

本项目产噪设备主要为铅房送排风机运行噪声及工作活动噪声，源强一般为 65dB（A）。

## 三、事故工况污染途径

工业 X 射线探伤机属 II 类射线装置，在其工作或维修过程中可能发生的故事工况：

（1）X 射线探伤机在对工件进行探伤曝光的工况下，门机联锁失效，工作

人员误入探伤室，使其受到额外的照射；或者铅防护门未完全关闭，致使 X 射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

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

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和《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》（国家环境保护总局环发[2006]145 号文件）的规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

#### 四、射线装置报废

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目使用的 X 射线机在进行报废处理时，将 X 射线机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将 X 射线机主机的电源线绞断，使 X 射线机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

表 10：辐射安全与防护

## 项目安全设施

### 一、辐射工作场所两区划分

#### 1、分区原则

为便于管理，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）要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。

**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。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

#### 2、控制区和监督区的划分

本次将铅房内部区域划定为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入；操作室、暗室、工件大门外 1m 范围内划为监督区，禁止非辐射工作人员进入，地上用醒目的黄线标识进行划定。

本项目控制区和监督区划分见下表，两区划分示意图见下图。

表 10-1 本项目铅房控制区和监督区划分

项目		控制区	监督区
探 伤 室	分区	铅房内	设备操作间、暗室、工件大门外 1m
	辐射防护措施	仅限工作人员入内，其它人员不能在这些区域停留，控制区的进出口及其他适当位置应设置醒目的电离辐射警告标志	在该区设置电离辐射标志，经常进行剂量监督，确认是否需要专门的防护措施。

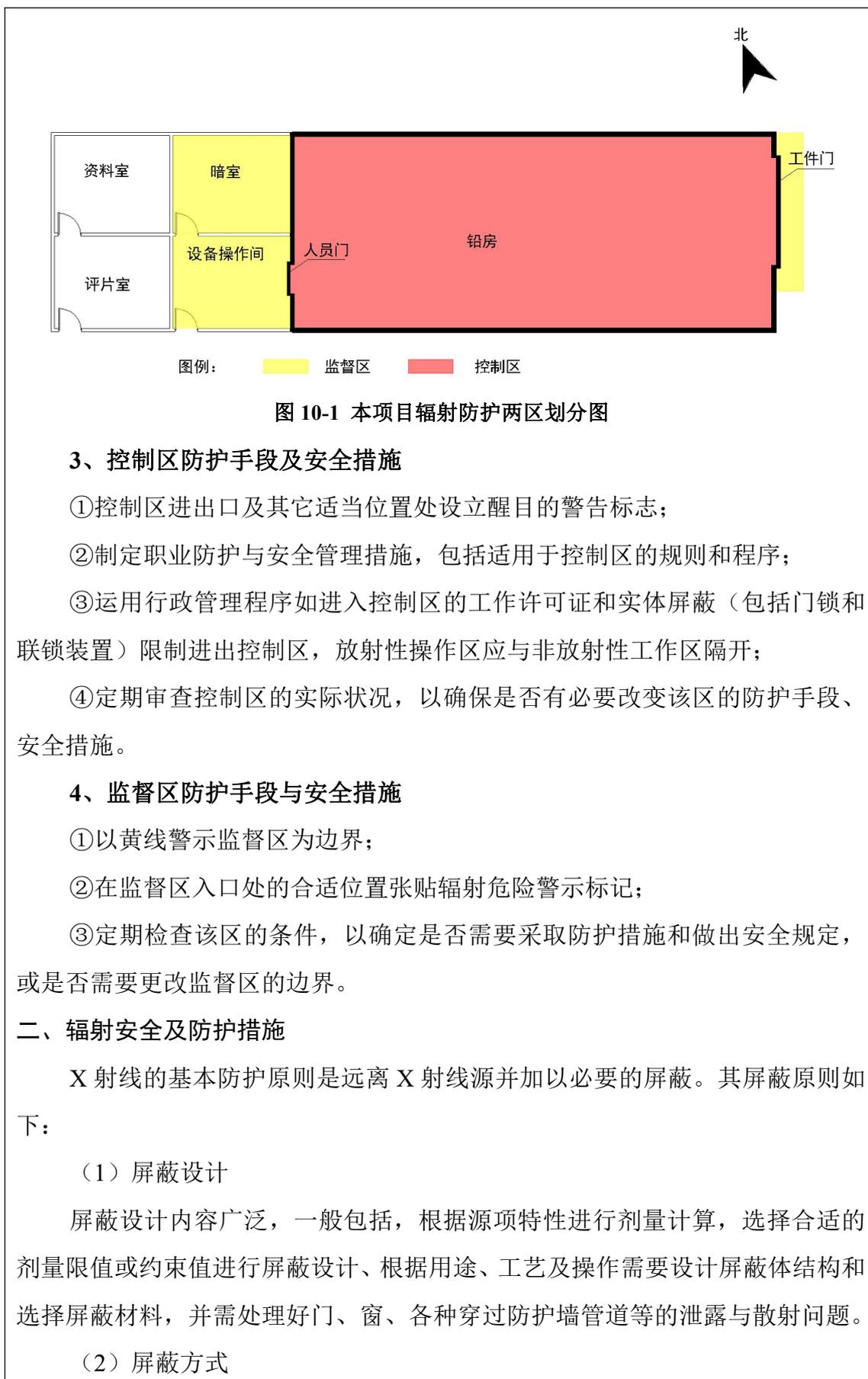


图 10-1 本项目辐射防护两区划分图

### 3、控制区防护手段及安全措施

- ①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志；
- ②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- ③运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开；
- ④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

### 4、监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示监督区为边界；
- ②在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；
- ③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

## 二、辐射安全及防护措施

X 射线的基本防护原则是远离 X 射线源并加以必要的屏蔽。其屏蔽原则如下：

### （1）屏蔽设计

屏蔽设计内容广泛，一般包括，根据源项特性进行剂量计算，选择合适的剂量限值或约束值进行屏蔽设计、根据用途、工艺及操作需要设计屏蔽体结构和选择屏蔽材料，并需处理好门、窗、各种穿过防护墙管道等的泄露与散射问题。

### （2）屏蔽方式

根据防护要求和操作要求的不同，屏蔽体可以是固定的，也可以是移动式的。固定式的如防护墙，防护门等，移动式如防护屏。

### （3）屏蔽材料的选择

在选择屏蔽材料时，必须充分注意辐射与物质相互作用的差别。如果材料选择不当，不仅经济上造成浪费，更重要的是在屏蔽效果上适得其反。

本项目 X 射线探伤工作场所为室内探伤，本项目探伤主要从设备固有安全性、源项、距离、时间、监测、实体防护等方面采取措施，具体辐射防护措施如下：

#### （一）设备固有安全性

本项目使用的 X 射线机自带安全性分析如下。

①钥匙控制开关：在设备控制台设置有安全钥匙控制钥匙，操作系统设置有密码，必须钥匙打开，输入正确密码后，设备才能正常曝光运行。

②开机系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，该探伤机会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

③启动功能：按下开高压按钮启动曝光后，在产生 X 射线之前，在延时阶段，会听到“嘀---嘀”警报声，这时用户也可以按下停高压按钮来停止探伤机的启动。

④当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

⑤当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

⑥设备停止工作 5 小时以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

⑦过失电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值或高压对地放电时，设备会自动切断高压；当管电压低于相关限值时，自动切断高压。

#### （二）源项控制

本项目的 X 射线探伤机对产生的 X 射线采用屏蔽套屏蔽，射线装置泄漏辐射不会超过相应国家标准规定的限值，且射线装置装有可调限束装置，探伤设备采用准直器，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

### **(三) 距离防护**

项目严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，对控制区进行严格控制，禁止非相关人员的进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区边界内停留，以减少不必要的照射。根据 GB22448-2008 规定，控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入 X 射线区”字样的警告标志；监督区为工作人员操作仪器时工作场所，非相关人员也禁止进入，避免受到不必要的照射。

本项目新建 X 射线铅房有实体边界，可以做到实体防护，探伤工作时，应严格按照两区划分管理规定，管控辐射工作人员及公众人员的活动范围。

### **(四) 时间防护**

在确保产品质量的前提下，在每次使用探伤机进行探伤之前，根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。

### **(五) 个人防护设施**

辐射工作人员每人配有 2 个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，并要求工作期间必须佩戴个人剂量计。

### **(六) 拟建场所的安全性**

本项目位置下方无地下室和地下车库，地面经过混凝土硬化，具有一定的承重强度，不会造成地面塌陷。

### **(七) 实体防护设施**

#### **1、铅房实体防护措施**

本项目铅房设计单位为无锡市赛盾辐射防护科技有限公司。根据设计技术方案，铅房防护设计如下：

防护铅房的制作选用标准型号的 8# 槽钢和 8# 角钢并配加强钢板焊接而成，以保证防护铅房牢固度，整体铅房骨架焊接完成经平面处理后，在铅房骨架的内侧墙面铺设辐射防护铅板，再用铆钉把钢板固定在防护铅板表面，形成钢板+铅板+钢板的屏蔽结构。钉眼处用相同厚度的铅条或铅块进行二次补铅防护，铅

板与铅板之间的接缝采用铅特种焊接技术焊接。铅房四周和顶部具有较高的结构强度，不会造成铅房坍塌和顶部下坠的现象。

铅房净空尺寸为 21m（长）×8.5m（宽）×6.5m（高），采用钢架结构，由于铅房下方无楼层，铅房底部不做防护。北侧屏蔽墙采用 2mm 外钢板+14mm 铅板+2mm 内钢板的三层防护结构，东侧、西侧、南侧屏蔽墙均采用 2mm 外钢板+9mm 铅板+2mm 内钢板的三层防护结构，铅房顶部采用 2mm 外钢板+8mm 铅板+2mm 内钢板的三层防护结构。铅房整体安装于厂房内现有地基之上，铅房地面与四周屏蔽墙连接处配置 L 型 5mm 屏蔽铅板。铅房设置有 1 座工件门及 1 座人员进出门，其中工件门门洞尺寸为 5m（宽）×5m（高），工件铅防护门尺寸为 5.3m（宽）×5.3m（高）×0.2m（厚）；人员门门洞尺寸为 1m（宽）×2m（高），人员铅防护门尺寸为 1.3m（宽）×2.3m（高）×0.2m（厚）；工件门及人员门的设计均能保证足够的搭接宽度，工件及人员铅防护门均采用地轨道平移开启方式，均采用 2mm 外钢板+9mm 铅板+2mm 内钢板三层防护结构。探伤机电缆穿孔处采用 U 型结构防护，并使用采用 9mmPb 的铅罩。

本项目探伤机工作时从防护铅门与墙体间隙进气，在铅房底面设置排气口，采用轴流风机进行通风换气，风机每小时换气次数为 4 次，设置两处换气口，换气量为 2×1500m<sup>3</sup>/h，噪声源强小于 65dB（A），排风口采用铅罩进行屏蔽，以确保排气孔无射线泄露。本项目铅房内的臭氧排出铅房后由排风管道引出，在探伤室顶排放。

## 2、配备的安全装置

①门机联锁：铅房防护门与 X 射线机高压电源联锁，如关门不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，门不能正常打开。

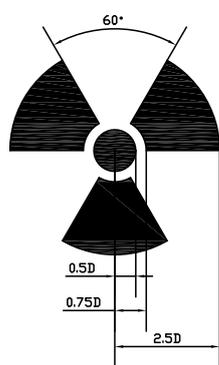
②工作状态指示灯（门灯连锁）：铅房防护门外侧及控制台上拟设置工作状态警示灯，并与门联锁，工作状态指示灯显示正在进行曝光作业时，防护门不能被打开，防止曝光作业期间人员误入发生辐射事故。

③紧急止动装置及紧急逃逸装置：本项目在铅房内墙及操作台上易于接触的地方均设置 1 个紧急止动按钮并有中文标识，铅房出口处门内设置紧急开门按钮并有中文标识，按下按钮，X 射线机高压电源立即被切断，X 射线机停止出束，且防护门可从内侧打开。

④视频监控系统：铅房内安装 4 个无死角高清摄像头，并连接到操作台，工作人员能在操作台内实时监控曝光过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置。

⑤声光报警装置：在射线装置准备出束时，铅房外警示灯处于闪烁状态，且启动声音报警装置，防止人员误入铅房内，每套声光警示包含显示禁止入内的灯箱。

⑥警告标志：铅房防护门外醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。电离辐射警告标志如下图所示。



a. 电离辐射的标志



b. 电离辐射警告标志

图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

本项目安全装置分布示意如下图所示：

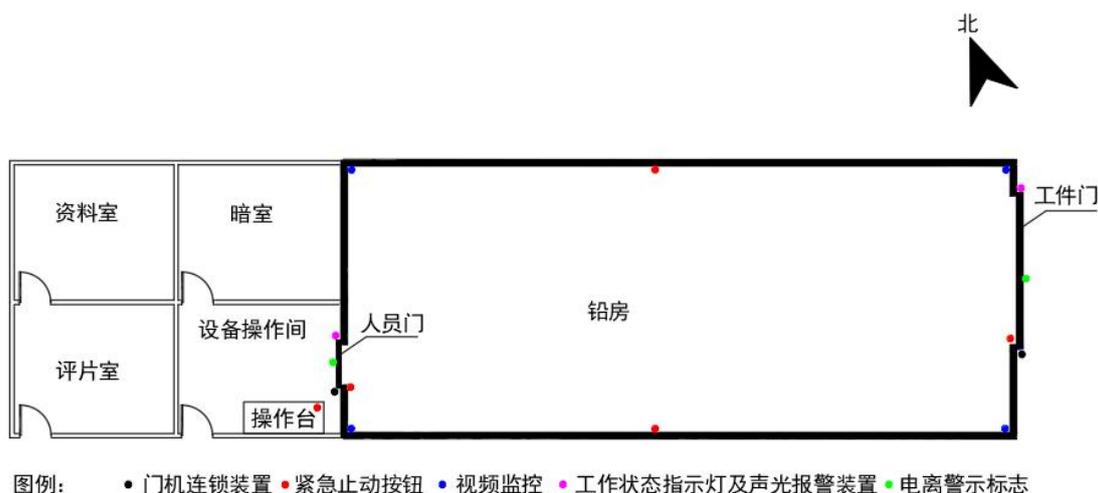


图 10-3 安全装置布置图

### 三、辐射安全防护设施对照分析

根据环保部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第 18 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护

总局令第 31 号)、《环保部监测安全与防护监督检查技术程序》,原四川省环境保护厅《关于 X 射线探伤装置的辐射安全要求》(川环发〔2007〕42 号)和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函〔2016〕1400 号)相关要求,将本项目的设施、措施进行对照分析,见下表。

表 10-2 室内探伤辐射安全措施对照表

项目	具体要求	本项目实际情况
铅房屏蔽设计	铅房(包括辐射防护墙、门、迷道)的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射效应。铅房的设计应有资质的单位承担	铅房的生产厂家为无锡市赛盾辐射防护科技有限公司,该设计满足 X 射线屏蔽要求
门机联锁	铅房工件进出门应与探伤机联锁	铅房设计中已有
门灯联锁	铅房防护门外侧设置工作状态警示灯,并与门联锁,工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时,防护门不能被打开	铅房设计中已有
紧急止动装置	在铅房内墙和操作间操作台上易于接触的地方应设置紧急停止开关并有中文标识,各个紧急停止开关相互串联,按下按钮,探伤机高压电源立即被切断,探伤机停止出束,防护门可从内侧打开	铅房设计中已有
视频监控系统	铅房内安装 1 套实时视频监控系统和对讲装置,并连接到操作间。视频探头安装于铅房内,能拍到铅房内探伤机的工作情况,保证铅房内各个地方都能拍摄到,不留死角;视频监控屏幕位置位于操作间内,工作人员能在操作间内实时监控探伤过程,如果出现异常能迅速启动紧急止动装置	需落实
钥匙控制	探伤机的电源启动钥匙与操作室的钥匙应牢固连接。该串钥匙应与便携式 X 辐射剂量仪连在一起,随操作员进出铅房	铅房设计中已有
警告标志	铅房工作人员入口门外和探伤对象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,应有声光警示,灯箱应醒目显示“禁止入内”。控制区边界应设置明显可见的警告标志	需落实
通风系统	根据铅房空间大小、X 射线机的管电压和管电流、以及探伤作业时间,铅房内应设置相应排风量的通风系统,使臭氧浓度低于国家标准要求	铅房设计中已有
入口处工作状态显示	灯箱应醒目显示“正在工作”	铅房设计中已有
危险废物暂存设施	废显、定影液暂存实施需防渗、防水、防倾倒、防腐等工作,并在四周修筑围堰	依托厂区内已建危废暂存设施

监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	需落实
	个人剂量计	需落实
	个人剂量报警仪	需落实
应急物资	灭火器	需落实

#### 四、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，公司需要投入一定的资金来建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目环保投资估算见下表。

表 10-3 环保投资估算一览表

项目	环保设施	投资金额	备注
屏蔽措施	屏蔽铅房（含工件门及人员门）	50	新增
安全装置	门机联锁装置 1 套	设备自带	新增
	出束声光报警装置 1 套		新增
	紧急止动装置 1 套		新增
	监控摄像装置 1 套	1.0	新增
	工作状态指示灯 1 套	设备自带	新增
	电离辐射警示标志 1 套	0.05	新增
监测仪器及警示装置	便携式辐射监测仪 1 台	2.0	新增
	个人剂量计 8 套	0.35	新增
	个人剂量报警仪 2 个	0.50	新增
废气处理	排风系统 1 套	/	铅房自带
人员培训	辐射工作人员上岗培训及应急培训	2.0	应预留
	应急及救助的资金、物资准备	5.0	应预留
辐射监测	射线装置年度监测费	1.5	应预留
合计		62.4	

本项目总投资 200 万元，环保投资 62.4 元，占总投资的 31.2%。今后建设单位在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合单位实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。建设单位应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

## 三废的治理

### 一、废气

X 射线探伤机在曝光过程中会产生有害气体臭氧,为防止臭氧在铅房内不断累积导致室内臭氧浓度超标,本项目探伤机工作时从防护铅门与墙体间隙进气,在铅房底面设置排气口,采用轴流风机进行通风换气,风机每小时换气次数为 4 次,设置两处换气口,换气量为  $2 \times 1500 \text{m}^3/\text{h}$ ,排风口采用铅罩进行屏蔽,以确保排气孔无射线泄露。本项目排气设施可使探伤产生的臭氧浓度符合室内:《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)中臭氧最高允许浓度  $0.30 \text{mg}/\text{m}^3$ 。由换气设施分析,本项目铅房内的臭氧排出铅房后由排风管道引出,在探伤室顶排放,经自然分解和稀释,也符合《环境空气质量标准》(GB3095—2012)中臭氧小时平均浓度二级标准 ( $0.20 \text{mg}/\text{m}^3$ ) 的要求,不会对环境空气造成明显影响。根据辐射剂量预测分析,该铅房换气系统符合辐射防护要求。

### 二、废水处理设施

本项目营运期产生的废水主要为低浓度洗片废水及生活污水。

#### (1) 低浓度洗片废水

拍片完成后,清洗胶片时有洗片废水产生,洗片废水中含有少量的 AgBr 和显影剂及氧化物。室内探伤过程中低浓度的洗片废水依托厂区预处理池处理后,排入市政污水管网,经陡沟河污水处理厂处理达标后排放。

#### (2) 生活污水

本项目生活污水产生量约  $85 \text{m}^3/\text{a}$ ,生活污水依托厂区污水预处理池处理后,排入市政污水管网,经陡沟河污水处理厂处理达标后排放。

通过采取上述废水处理措施后,外排废水可达标排放,不会对区域内地表水环境造成影响。

#### (3) 项目污水处理依托可行性分析

本项目低浓度洗片废水及室内探伤生活污水依托厂区污水预处理池 ( $8 \text{m}^3$ ) 处理后,排入市政污水管网,经陡沟河污水处理厂处理达标后排放。

#### 项目依托厂区污水收集处理系统、园区污水管网情况介绍:

四川省成都经济技术开发区本项目所在片区污水管网现已建成,本项目建成

后，项目产生的生活污水将依托的厂区污水收集及处理系统处理后，接驳已建成的市政污水管网，排入陡沟河污水处理厂处理，最终排入陡沟河。

### 陡沟河污水处理厂情况介绍

陡沟河污水处理厂由四川鑫海环保股份有限公司投资建设，位于龙泉驿区大面镇龙华村 4 组，目前已建成一期、二期工程，污水处理总规模为 3.9 万 m<sup>3</sup>/d，执行《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》(DB51/2311-2016)中城镇污水处理厂污染物排放标准，排入陡沟河。服务范围包括北泉路以南，南开路以北，龙柏路以西，东风渠以东。工程建成于 2013 年，目前处于正常运行。

## 三、固体废物

本项目产生的固体废物主要为废胶片及作为危险废物处理的废显影液、废定影液、前两次洗片废水及生活垃圾。

### (1) 废胶片

本项目在洗片过程中及评片后将产生废弃的胶片，室内探伤活动预计每年产生废胶片 3600 张/年。废胶片采用专用防水塑料袋统一收集封存，在厂区暗室内设的专用区域暂存，定期与室内探伤产生的废胶片一并送交有处理资质的单位进行处置。

### (2) 废显影液、废定影液、前两次洗片废水

室内探伤活动预计每年产生废显影液 100kg/a、废定影液 100kg/a、前两次洗片废水 25kg/a。室内探伤活动产生废显影液、废定影液、前两次洗片废水收集后直接暂存于项目依托的危废暂存间的专门收集桶之内。室内探伤产生的废显影液、废定影液、前两次洗片废水经暂存收集后一并交有处理资质的单位进行处置。

### (3) 生活垃圾

本项目运营期职工人数为 4 人，产生的生活垃圾按 0.5kg/人·d 计算，则项目运营期生活垃圾产生量为 2kg/d (0.5t/a)。探伤期间生活垃圾经收集后由当地环卫部门统一清运处理。

### (4) 危险废物管理

①应将废显、定影液、前两次洗片废水分开放置于容器内，且容器上应有醒目持久的“废显影液”标识、“废定影液”或“前两次洗片废水”标识；

②产生的废显影液、定影液、前两次洗片废水采用密封桶包装，包装桶的材

质为钢、铁或高密度塑料，所装废显、定影液、前两次洗片废水的液面须距桶盖 10cm，桶重量不能超过 50kg；

③废胶片可用中强度以上的塑料编织袋进行包装装袋完毕、封口严实、贴上标签

④危险废物储存间（本项目暗室）地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造（建筑材料必须与危险废物相容），必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙，储存间要有安全照明设施和观察窗口；

⑤应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的 1/5。

#### （5）危险废物的转移

本项目涉及危废转移防护要求：应按照《危险废物转移管理办法》相关要求执行，由有资质单位进行转运：

①转移废显、定影液、前两次洗片废水和废胶片时，必须按照规定填危险废物转移联单，并向危险废物移出地和接受地的县级以上环境主管部门报告；

②危废储存、转运、处置等环节的管理由专人负责管理，建立完整的台帐，对产生的数量和去向进行严格登记；

③公司应当制定在发生意外事故时采取的应急措施和防范措施；

④运输途中临时停车，运输人员不得全部同时离开，必须保留看护人员；

⑤废显、定影液和前两次洗片废水采用密封桶包装，包装桶的材质为钢、铁和高密度塑料，所装溶液的液面须距桶盖 10cm，防止运输过程中溅出；

⑥在运输时必须采取有效的防震、稳固措施，防止因颠簸等造成废显、定影液或前两次洗片废水的洒漏；

⑦运输时，发生突发性事故必须立即采取措施消除或者减轻对环境的污染危害，及时通报给辐射安全防护领导小组，并向事故发生地县级以上环境保护行政主管部门和有关部门报告，接受调查处理。

#### 四、噪声

室内探伤排风机安装在铅房西北侧，工作时将产生一定的噪声，但建设方拟采用的是低噪音风机，其噪声值不超过 65dB(A)，经过建筑隔声和距离衰减后，厂界噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）3 类

功能区标准限值要求。

### 五、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目使用的 X 射线机在进行报废处理时，将 X 射线机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将 X 射线机主机的电源线绞断，使 X 射线机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

表 11：环境影响分析

## 建设阶段对环境的影响

### 一、施工期的环境影响分析

本项目施工期对环境有影响的因素为施工噪声、固体废弃物及施工废水等。

评价提出如下要求：

①对施工时间、时段、施工进度作精心安排、系统规划；对可能受影响和破坏的对象加以保护；

②施工中应防止机械噪声的超标，特别是应避免机械噪声夜间作业；

③施工中产生的废弃物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）应妥善保管、及时处理；

④保持施工场地清洁卫生，封闭施工。

施工期的环境影响是短期的，并且施工工程量小，施工结束后施工的影响即可消除

### 二、设备安装调试期间的环境影响分析

设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，建设单位不进行安装及调试设备。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，在铅房主体铅门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时，工业 X 射线探伤机必须关机，设置开机和启动密码。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入铅房，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在铅房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。安装结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

## 运行阶段对环境的影响

### 一、铅房屏蔽厚度合理性分析及运行期间环境辐射水平估算

X 射线装置工作时产生的 X 射线对周围环境造成一定的辐射影响。本项目铅房底部下方无楼层，铅房底部不做防护。

Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，探伤作业时 X 射线束投向铅房北侧、南侧、顶面、地面。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）第 3.2 中 3.2.1 条：有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。因此，在分析 Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机工作时本项目铅房所需屏蔽体厚度的时候，铅房北侧、南侧、顶面整个墙面均考虑有用线束屏蔽，铅房东侧面及西侧面考虑散射辐射及泄漏辐射。

Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机最大管电压为 225kV，最大管电流为 13mA，探伤作业时 X 射线束投向铅房北侧，不投向其他方向。在分析 Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机工作时本项目铅房所需屏蔽体厚度的时候，铅房北侧整个墙面均考虑有用线束屏蔽，铅房南侧面、东西侧面及顶面主要考虑散射辐射及泄漏辐射屏蔽。

#### 1、Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机工作时

本项目 Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机工作时，X 射线机靶点距离各墙面最近距离情况详见下表。

表 11-1 X 射线机靶点距离各面墙体最近距离参数表（Titan|neo 160 工作时）

序号	关注点处	最小距离 <sup>①</sup> （mm）	需屏蔽的辐射源
1#	北侧墙体外 30cm 处	3.33	有用线束
2#	东侧墙体外 30cm 处	2.62	散射辐射、泄漏辐射
3#	工件大门外 30cm 处	4.41	散射辐射、泄漏辐射
4#	南侧墙体外 30cm 处	5.17	有用线束
5#	西侧墙体外 30cm 处	1.70	散射辐射、泄漏辐射
6#	工作人员门外 30cm 处	3.32	散射辐射、泄漏辐射
7#	上顶面上方 30cm 处	4.0	有用线束

注①本项目靶点至关注点的距离，均保守考虑为 X 射线管头运动至各侧关注点的最近距离

#### （1）关注点剂量控制水平

各关注点导出控制剂量按下式进行计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_C / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots (式 11-1)$$

式中：

$H_C$ —年剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ，职业工作人员取  $5000\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；公众取  $100\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

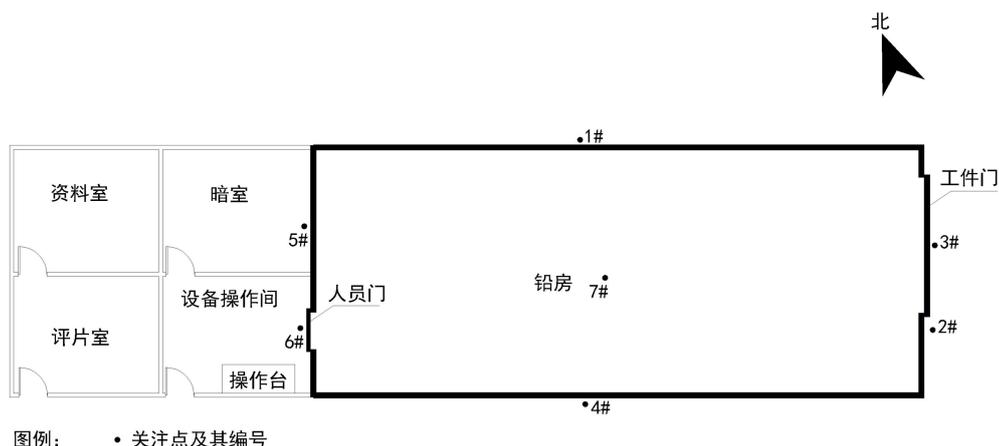
$\dot{H}_{c,d}$ —导出剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$U$ —探伤装置向关注点照射的使用因子；

$T$ —人员在相应关注点驻留的居留因子；

$t$ —探伤装置年最大出束时间， $110\text{h}$ 。

关注点位示意图详见图 11-1。根据式 11-1，铅房周围关注点控制剂量水平计算结果见下表。



图例： • 关注点及其编号

图 11-1 铅房外关注点计算点位示意图 (Titan|neo 160 工作时)

表 11-2 探伤室几何参数及辐射屏蔽参数 (Titan|neo 160 工作时)

## (2) 屏蔽厚度核算

### A、有用线束屏蔽厚度核算

有用线束屏蔽投射因子  $B_1$  根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014) 由式 11-2 计算。

$$B_1 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{I \cdot H_0} \dots\dots\dots (式 11-2)$$

式中：

$\dot{H}$ —剂量率参考控制水平,  $\mu\text{Sv/h}$ , 取值见表 11-3;

$R$ —辐射源点(靶点)至关注点的距离,  $\text{m}$ , 见表 11-1;

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流,  $\text{mA}$ , Titan|neo 160 周向探伤机取  $3\text{mA}$ ;

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

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度, 北侧墙体外  $30\text{cm}$  处、南侧墙体外  $30\text{cm}$  处、上顶面上方  $30\text{cm}$  处有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见下表。

表 11-3 有用线束辐射屏蔽厚度(铅当量)计算参数及结果表(Titan|neo 160 工作时)

### B、泄露辐射屏蔽厚度核算

泄露辐射屏蔽射线因子  $B_2$  根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)由式 11-3 计算。

$$B_2 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{\dot{H}_L} \dots\dots\dots \text{(式 11-3)}$$

式中:  $B_2$ —屏蔽透射因子;

$\dot{H}$ —剂量率参考控制水平,  $\mu\text{Sv/h}$ , 取值见表 11-3;

$R$ —辐射源点(靶点)至关注点的距离,  $\text{m}$

$\dot{H}_L$ —距离靶点  $1\text{m}$  处 X 射线管组装的泄露辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

对于估算出的屏蔽透射因子  $B_2$ , 所需的屏蔽物质厚度  $X$  按式 11-4 计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B_2 \dots\dots\dots \text{(式 11-4)}$$

式中:

$TVL$ —见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)附录表 B.2, 本项目 Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机取  $1.048\text{mm}$ ;

$B_2$ —达到剂量率参考控制水平  $\dot{H}$  时所需的屏蔽透射因子。

东侧墙体外  $30\text{cm}$  处、工件大门外  $30\text{cm}$  处、西侧墙体外  $30\text{cm}$  处、工作人员

门外 30cm 处泄露辐射屏蔽参数选取及计算结果见下表。

表 11-4 泄露辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表（Titan|neo 160 工作时）

### C、散射辐射屏蔽厚度核算

散射辐射屏蔽射线因子  $B_3$  根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）由式 11-5 计算。

$$B_3 = \frac{\dot{H} \cdot R_s}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

式中：

$B_3$  —屏蔽透射因子；

$\dot{H}$  —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值见表 11-3；

$R_s$  —散射点至关注点的距离，m

$R_0$  —靶点至探伤工件的距离，取 0.5m

$I$  —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，Titan|neo 160 周向探伤机取 3mA；

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

$F$  — $R_0$  处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ；

$\alpha$  —散射因子。

对于估算出的屏蔽透射因子  $B_3$ ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式 11-6 计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B_3 \dots\dots\dots \text{（式 11-6）}$$

式中：

$TVL$  见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录表 B.2，本项目 Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机取 1.048mm；

$B_3$  达到剂量率参考控制水平  $\dot{H}$  时所需的屏蔽透射因子。

散射辐射参数选取及计算结果见表 11-5。

表 11-5 散射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表（Titan|neo 160 工作时）

### D、复合分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），泄露辐射的屏蔽厚度与散射辐射的屏蔽厚度相差一个什值层（TVL）厚度或更大时，采用其中较厚的屏蔽；相差不足一个什值层（TVL）厚度时，在较厚的屏蔽上增加一个半值层（HVL）厚度。经计算，本项目散射辐射的屏蔽厚度与泄露辐射的屏蔽厚度相差出现大于一个什值层（TVL）厚度，因此本项目屏蔽体在考虑散射辐射及泄露辐射屏蔽厚度计算时，采用其中较厚的屏蔽，因此，在 Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机工作时，最终该铅房需要的屏蔽厚度按散射辐射的屏蔽厚度考虑，见下表。

**表 11-6 铅房屏蔽厚度计算与实际设计厚度（铅当量）汇总表（Titan|neo 160 工作时）**

根据上表，Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机运行时，铅房设计屏蔽厚度能满足屏蔽要求。

## 2、Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机工作时

本项目 Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机工作时，X 射线机靶点距离各墙面最近距离情况详见下表。

**表 11-7 X 射线机靶点距离各面墙体最近距离参数表（Titan|neo 225 工作时）**

序号	关注点处	最小距离 <sup>①</sup> （mm）	需屏蔽的辐射源
1#	北侧墙体外 30cm 处	4.8	有用线束
2#	东侧墙体外 30cm 处	1.3	散射辐射、泄漏辐射
3#	工件大门外 30cm 处	1.3	散射辐射、泄漏辐射
4#	南侧墙体外 30cm 处	1.5	散射辐射、泄漏辐射
5#	西侧墙体外 30cm 处	1.3	散射辐射、泄漏辐射
6#	工作人员门外 30cm 处	1.3	散射辐射、泄漏辐射
7#	上顶面上方 30cm 处	3.0	散射辐射、泄漏辐射

注①本项目靶点至关注点的距离，均保守考虑为 X 射线管头运动至各侧关注点的最近距离

### （1）关注点剂量控制水平

根据式 11-1，铅房周围关注点控制剂量水平计算结果见下表。

**表 11-8 探伤室几何参数及辐射屏蔽参数（Titan|neo 225 工作时）**

### （2）屏蔽厚度核算

#### A、有用线束屏蔽厚度核算

根据式 11-2 计算有用线束屏蔽透射因子，然后根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录 B.1 的曲线查处相应的屏蔽物质厚度，北

侧墙体外 30cm 处有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见下表。

表 11-9 有用线束辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数及结果表（Titan|neo 225 工作时）

### B、泄露辐射屏蔽厚度核算

根据式 11-3 计算泄露辐射屏蔽透射因子，对于估算出的屏蔽投射因子  $B_2$ ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式 11-4 计算。东侧墙体外 30cm 处、工件大门外 30cm 处、南侧墙体外 30cm 处、西侧墙体外 30cm 处、工作人员门外 30cm 处、上顶面上方 30cm 处泄露辐射屏蔽参数选取及计算结果见下表。

表 11-10 泄露辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表（Titan|neo 225 工作时）

### C、散射辐射屏蔽厚度核算

根据式 11-5 计算泄露辐射屏蔽透射因子，对于估算出的屏蔽投射因子  $B_3$ ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式 11-6 计算。

东侧墙体外 30cm 处、工件大门外 30cm 处、南侧墙体外 30cm 处、西侧墙体外 30cm 处、工作人员门外 30cm 处、上顶面上方 30cm 处散射辐射参数选取及计算结果见下表。

表 11-11 散射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表（Titan|neo 225 工作时）

### D、复合分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），泄露辐射的屏蔽厚度与散射辐射的屏蔽厚度相差一个什值层（TVL）厚度或更大时，采用其中较厚的屏蔽；相差不足一个什值层（TVL）厚度时，在较厚的屏蔽上增加一个半值层（HVL）厚度。经计算，本项目 Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机散射辐射的屏蔽厚度与泄露辐射的屏蔽厚度相差出现大于一个什值层（TVL）厚度，因此本项目 Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机运行时屏蔽体在考虑散射辐射及泄露辐射屏蔽厚度计算时，采用其中较厚的屏蔽，因此，在 Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机工作时，最终该铅房需要的屏蔽厚度按散射辐射的屏蔽厚度考虑见下表。

表 11-12 铅房屏蔽厚度计算与实际设计厚度（铅当量）汇总表（Titan|neo 225 工作时）

关注点	有用线束需蔽厚度 (mm)	泄露辐射屏所需蔽厚度 (mm)	散射辐射屏所需蔽厚度 (mm)	理论计算屏蔽厚度 (mm)	实际设计厚度 (mm)	是否满足要求

北侧墙体外 30cm 处	7.8	/	/	7.8	14.88	满足
东侧墙体外 30cm 处	/	4.9	8.0	8.0	9.88	满足
工件大门外 30cm 处	/	4.9	8.0	8.0	9.88	满足
南侧墙体外 30cm 处	/	4.8	7.8	7.8	9.88	满足
西侧墙体外 30cm 处	/	4.9	8.0	8.0	9.88	满足
工作人员门外 30cm 处	/	4.9	8.0	8.0	9.88	满足
上顶面上方 30cm 处	/	1.6	4.7	4.7	8.88	满足

根据上表，Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机运行时，铅房设计屏蔽厚度能满足屏蔽要求。

## 二、运行期正常工况室内探伤辐射环境影响分析

本项目铅房四周及铅房顶采用铅板进行屏蔽，根据前述分析，对周围辐射影响主要考虑有用线束、泄露辐射及散射辐射的综合影响。

### 1、Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机工作时

#### A、有用线束影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），由式 11-7 和 11-8 计算有用线束辐射影响。

$$\dot{H}_{\text{有}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_1}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-7})$$

$$H = \dot{H}_{\text{有}} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (\text{式 11-8})$$

式中：

$I$ —最大管电流，取 3mA；

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

$B_1$ —有用线束屏蔽投射因子；

$R$ —参考点离靶点的距离，m，见表 11-1；

各参数取值及各关注点有用线束辐射年照射剂量率计算结果见下表。

表 11-13 有用线束照射剂量计算参数及结果表（Titan|neo 160 工作时）

#### B、泄露辐射影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），由式 11-9 和 11-10 计算泄露辐射影响。

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-9})$$

$$H = \dot{H}_{\text{漏}} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (\text{式 11-10})$$

式中：

$B_2$ —泄露辐射屏蔽因子；

$\dot{H}_{\text{漏}}$  预测点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$\dot{H}_L$  距离靶点 1m 处 X 射线管组装的泄露辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；本项目取  $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

$R$ —参考点离靶点的距离，m；

$H$ —年受照射剂量，mSv；

$t$ —年受照射时间，取 110h；

$T$ —居留因子。

各参数取值及各个关注点泄露辐射年照射剂量率计算结果见下表。

表 11-14 泄露辐射照射剂量计算参数及结果表（Titan|neo 160 工作时）

### C、散射辐射影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），由式 11-11 和 11-12 计算散射辐射影响。

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-11})$$

$$H = \dot{H}_{\text{散}} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (\text{式 11-12})$$

式中：

$B_3$ —散射屏蔽因子；

$\dot{H}_{\text{散}}$ —预测点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$R_s$ —散射体至关注点的距离，m；

$R_0$ —靶点至探伤工件的距离，取 0.5m；

$I$ —最大管电流，取 3mA；

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

各参数取值见表 11-15。

表 11-15 散射照射剂量计算参数及结果表（Titan|neo 160 工作时）

#### D、对关注点的综合分析

对处于有用线束照射范围内关注点年照射剂量仅需考虑有用线束照射产生的辐射量，对处于泄露照射及散射照射范围内关注点年照射剂量考虑此两种照射剂量的和值。

表 11-16 本项目铅房关注点处年照射剂量计算结果表（Titan|neo 160 工作时）

综上，本项目 Titan|neo 160 周向 X 射线探伤机职业人员最大受照射剂量为\*\*\*mSv/a，满足 5mSv/a 的剂量约束限值；公众最大受照射剂量为\*\*\*mSv/a，满足 0.1mSv/a 的剂量约束限值。

### 2、Titan|neo 225 定向 X 射线探伤机工作时

#### A、有用线束影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），由式 11-7 和 11-8 计算有用线束辐射影响。

各参数取值及各关注点有用线束辐射年照射剂量率计算结果见下表。

表 11-17 有用线束照射剂量计算参数及结果表（Titan|neo 225 工作时）

#### B、泄露影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），由式 11-9 和 11-10 计算泄露辐射影响。

各参数取值及各个关注点泄露辐射年照射剂量率计算结果见下表。

表 11-18 泄露照射剂量计算参数及结果表（Titan|neo 225 工作时）

#### C、散射辐射影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），由式 11-11 和 11-12 计算散射辐射影响。

各参数取值见表 11-19。

表 11-19 散射照射剂量计算参数及结果表（Titan|neo 225 工作时）

#### D、对关注点的综合分析

对处于有用线束照射范围内关注点年照射剂量仅需考虑有用线束照射产生

的辐射量,对处于泄露照射及散射照射范围内关注点年照射剂量考虑此两种照射剂量的和值。

表 11-20 本项目铅房关注点处年照射剂量计算结果表 (Titan|neo 225 工作时)

综上,本项目 Titan|neo 225 周向 X 射线探伤机职业人员最大受照射剂量为 \*\*\*mSv/a,满足 5mSv/a 的剂量约束限值;公众最大受照射剂量为 \*\*\*mSv/a,满足 0.1mSv/a 的剂量约束限值。

## 二、大气环境影响分析

X 射线与空气中的氧气作用产生少量臭氧和氮氧化合物,其中由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的十分之一,且臭氧是强氧化物,能使材料加速老化,与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸,标准中对大气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物。

根据《辐射防护手册》(三分册),铅房内的臭氧产额  $Q_0$  由下式计算:

$$Q_0 = 0.42D_0RG \dots\dots\dots (式 11-13)$$

$$D_0 = I \cdot \delta \dots\dots\dots (式 11-14)$$

式中:

$Q_0$ —臭氧产额, mg/h;

$D_0$ —距离靶点 1m 处的空气比释动能率, Gy/h;

$\delta$ —距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, ;

$I$ —最大管电流, mA, 考两台探伤机的最大管电流;

$R$ —靶与探伤室间的距离, m;

$G$ —空气每吸收 100eV 辐射能量所产生的臭氧分子数, 此处取 10。

室内臭氧饱和浓度由以下式计算:

$$C = \frac{Q_0 \cdot T_v}{V} \dots\dots\dots (式 11-15)$$

式中:

$C$ —室内臭氧平衡浓度, mg/m<sup>3</sup>;

$T_v$ —臭氧有效清除时间, h;

$V$ —铅房内空间体积, 取 1160.25m<sup>3</sup>;

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \dots\dots\dots \text{(式 11-16)}$$

式中：

$t_v$ —每次换气时间，h；

$t_a$  臭氧分解时间，h，此处取为 0.83h。

经计算，本项目室内探伤 X 射线在曝光过程中臭氧产额为\*\*\*mg/h，则探伤机关机时刻铅房内臭氧浓度为\*\*\*mg/m<sup>3</sup>；该时刻臭氧浓度低于工作场所空气中 0.30mg/m<sup>3</sup> 的臭氧最大允许浓度。

本项目室内探伤机曝光时间较少，臭氧产生量很低，采用换气系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，能够低于《环境空气质量标准》（GB3095—2012）中规定的 0.20mg/m<sup>3</sup> 的二级标准限值要求，故不会对周围大气环境造成明显影响。

### 三、水环境影响分析

本项目营运期产生的废水主要为低浓度洗片废水及生活污水。

#### 1、低浓度洗片废水

拍片完成后，清洗胶片时有洗片废水产生，洗片废水中含有少量的 AgBr 和显影剂及氧化物。洗片废水包含低浓度和前两次洗片废水（作为危险固废处理）。室内探伤过程中低浓度的洗片废水依托厂区预处理池后，排入市政污水管网，经陡沟河污水处理厂处理达标后排放。

#### 2、生活污水

本项目生活污水产生量约 85m<sup>3</sup>/a，探伤生活污水依托厂区污水预处理池处理后，排入市政污水管网，经陡沟河污水处理厂处理达标后排放。

通过采取上述废水处理措施后，废水可达标排放，不会对区域内地表水环境造成影响。

### 四、固废环境影响分析

本项目产生的固体废物主要为废胶片及作为危险废物处理的废显影液、废定影液、前两次洗片废水及生活垃圾。

#### （1）废胶片

本项目在洗片过程中及评片后将产生废弃的胶片，室内探伤活动预计每年产

生废胶片 3600 张/年。废胶片采用专用防水塑料袋统一收集封存，在厂区暗室内设置的专用区域暂存，定期与室内探伤产生的废胶片一并送交有处理资质的单位进行处置。

### (2) 废显影液、废定影液、前两次洗片废水

室内探伤活动预计每年产生废显影液 100kg/a、废定影液 100kg/a、前两次洗片废水 25kg/a。本项目在铅房暗室设置有专门的收集桶收集本项目产生的废显影液、废定影液、前两次洗片废水。室内探伤活动产生废显影液、废定影液、前两次洗片废水收集后直接暂存于暗室设置的专门收集桶之内。室内探伤产生的废显影液、废定影液、前两次洗片废水经暂存收集后一并交有处理资质的单位进行处置。

### (3) 生活垃圾

本项目运营期职工人数为4人，产生的生活垃圾按0.5kg/人·d计算，则项目运营期生活垃圾产生量为2kg/d（0.5t/a）。室内探伤期间生活垃圾经收集后由当地环卫部门统一清运处理。

通过采取上述固处理措施后，固体废物不会对周围环境造成影响。

## 五、声环境影响分析

本项目产噪设备主要为铅房送排风机运行噪声，源强一般在 65dB（A）。通过选用低噪音风机，并在风道安装阻抗式消声器，经厂房建筑隔噪及距离衰减后，厂界噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类功能区标准限值要求。

## 六、射线装置报废

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。

本项目使用的 X 射线机在进行报废处理时，将 X 射线机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将 X 射线机主机的电源线绞断，使 X 射线机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

## 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 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 11-21。

表 11-21 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，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或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

### 二、辐射事故识别

根据污染源分析，本项目环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，X 射线机只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源，X 射线机便不会再有射线产生。本项目辐射工作人员有 4 名，可能发生的辐射事故如下：

（1）室内探伤作业期间，无关人员意外闯入铅房或工作人员滞留在铅房内而造成误照射。

（2）室内探伤作业期间，安全连锁或报警系统失效，人员误入正在运行中的铅房而造成误照射。

（3）室内探伤作业期间，防护门未关闭或未关闭到位造成射线泄漏，对在附近活动的人员造成不必要的照射。

（4）探伤机检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

（5）操作人员违章操作造成误照射。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-22。

表 11-22 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线	X射线超剂量照射	事故状态下受照射有效剂量导致误入人受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故

根据分析，本项目 X 射线机为 II 类射线装置，可能发生的事故为一般辐射事故。

### 三、事故情况下的环境影响分析

假定在事故情况下，人员误入铅房，X 射线直接照射到人员。探伤机管电压越大，受照人员的所受的辐射有效剂量越大。因此偏安全分析，事故情况下，本项目室内探伤时，探伤机按其最大参数运行，人员在距探伤机主射方向不同距离上 X 射线剂量率按下式估算。

$$D = I\delta_x / r^2 \dots\dots\dots \text{(式 11-17)}$$

式中：D—空气吸收剂量率， $\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

I—管电流，mA，本项目取 13mA；

$\delta_x$ —发射率常数；

r—参考点距 X 射线管焦斑的距离，m。

人员受到的有效剂量可用式 11-18 进行计算：

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{(式 11-18)}$$

式中：E—人员受到的有效剂量率， $\text{mSv}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

$W_T$ —组织权重因数，求和为 1；

$W_R$ —辐射权重因数，求和为 1。

根据公式 (11-17) 和 (11-18)，将与射线装置不同距离的 X 射线吸收剂量的估算结果列于表 11-23。

表 11-23 事故情况下周围人员受到的剂量率估算结果

由于 X 射线探伤机只在开机状态下才会产生 X 射线，一旦发现有人误入，只要关闭电源即可解除辐射事故，因此，处理辐射事故的时间较短。假设考虑射线装置运行时人员误入，人员在无其他屏蔽的情况下处于射线装置照射头外 1m 远处的方向，由于铅房内设置有“紧急止动”按钮，只要误入人员按下此按钮就可以停机，或者操作人员按下控制台的紧急停机按钮就可以停机。

由表 11-23 结果可见，在进行探伤作业时，事故工况下，X 射线直接照射到人员身上，误入人员在靠近射线头 1m 处停留 1min。误入人员受照有效剂量高达 \*\*\*mSv，均远超 GB18871-2002 中特殊情况下公众 5 个连续年的年平均剂量限值（1mSv），该事故属于一般辐射事故。

#### 四、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设方应严格执行以下风险预防措施：

（1）定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

（2）建设单位需制定《X 射线机安全操作规程》。凡涉及对 X 射线机进行操作，必须按操作规程执行，曝光作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

（3）每月检查铅房的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保在防护铅门关闭后，X 射线机才能进行照射；

（4）每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

（5）加强控制区和监督区的管理。室内探伤作业期间，在射线装置运行时，应加强对监督区公众的管理，不允许无关人员进入监督区。

（6）加强辐射工作人员的管理，射线装置开机前，必须确保无关人员全部撤离后方可开启。

（7）加强辐射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。建设单位所有辐射工作人员应通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格后方可上岗，所有辐射工作人员均需持证上岗。

## 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、辐射防护与安全管理机构

根据国家环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定要求：建设单位需设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 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。

(1) 建设单位目前已成立了“辐射安全防护领导小组”，其职责包括：

- 1、负责全面组织和协调公司辐射防护与安全的全面工作；
- 2、制定辐射防护与安全的规章制度和安全操作规程，并进行日常的监督检查；
- 3、制定措施，减少辐射危害及防止辐射事故发生；
- 4、发生辐射事故时，审批和决定启动应急预案及处置；
- 5、负责辐射工作人员健康档案的建立及辐射剂量监测、体检的工作。

(2) 辐射安全防护领导小组的分工是：

- 1、组长全面负责小组工作，现场指挥工作；
- 2、副组长具体负责小组工作，收集有关工作信息，各部门之间的协调，管理全公司辐射安全知识宣传工作、管理辐射工作人员的健康工作，辐射事故应急处理期间的后勤保障工作；
- 3、成员负责事发现场安全保卫工作，负责对辐射操作人员和维修人员的日常管理，人员培训工作。

3) 辐射安全防护领导小组下设管理办公室，设在质量安全部。

领导小组及办公室人员设置如下

表 12-1 辐射安全防护领导小组人员设置表

职务	人员
组长	阳**
副组长	党**、任**
成员	刘**、孙**、周**、孙**、李**、胡**

#### 二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

劳动定员：本项目建设单位拟配置 4 名辐射工作人员，其中，3 名操作人员，一名管理人员。工作人员定岗定责，不从事其它辐射工作岗位，不存在剂量叠加

的问题,此外公司有 1 名具有大专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。

公司应当确保探伤操作时至少有 2 名操作人员同时在场,每名操作人员应配备 2 套个人剂量计。个人剂量计应编号定人配戴,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,完善个人剂量监测及健康档案管理制度。辐射工作人员需熟悉专业技术,使之能胜任探伤实践,而且对安全防护与相关法规知识也需作相应了解,实际操作中须按安全操作规程行事,自觉遵守规章制度,努力做好各项安全工作。从事探伤检测的辐射工作人员应严格按照生态环境部 2019 年第 57 号公告的要求,自觉参加生态环境部网上免费学习考核平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 中辐射安全与防护专业知识的学习,考核通过后方能上岗。

## 辐射安全管理规章制度

### 一、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目为新建,根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环保部令 第 3 号)“第十六条”及《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1400 号)的相关要求中的相关规定,建设单位需制定的规章制度,见表 12-2。

表 12-2 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	建设单位新增使用射线装置,尚未取得辐射安全许可证	/
2	从事探伤检测的辐射工作人员应严格按照生态环境部 2019 年第 57 号公告的要求,自觉参加生态环境部网上免费学习考核平台 ( <a href="http://fushe.mee.gov.cn">http://fushe.mee.gov.cn</a> ) 中辐射安全与防护专业知识的学习,考核通过后方能上岗	建设单位需安排辐射工作人员参加辐射安全培训,在项目建成并完成验收后持证上岗	/
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专(兼)职管理人员	建设单位成立了辐射安全与环境保护领导小组	/
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测,监测记录应存档备查	建设单位需配置	/
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险,	建设单位需制定	/

	制定相应辐射事故应急预案，特别应做好 X 射线机的实体保卫及防护措施		
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	建设单位拟建立相应的制度	/
7	辐射工作单位应作好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	建设单位需进行相应的监测并建立档案	/
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	建设单位需配置	/
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	建设单位需要实施	/

## 二、辐射安全管理规章制度要求及落实情况

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》及《四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知》的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表 12-3。

表 12-3 建设单位需制定的辐射安全管理制度一览表

序号	项目	规定的制度	落实情况	备注
1	综合	辐射安全与环境保护管理机构文件	需制定	/
2		辐射安全管理规定（综合性文件）	需制定	文件中关于辐射工作场所安全管理要求的内容应张贴于辐射工作场所墙上
3		X 射线机安全操作规程	需制定	需张贴于辐射工作场所墙上
4		辐射安全防护设备的维护与维修制度	需制定	包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等
5		辐射工作人员岗位职责	需制定	需张贴于辐射工作场所墙上
6		射线装置台账管理制度	需制定	需悬挂于辐射工作场所墙上
7	监测	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定	/
8		监测仪表的使用与校验管理制度	需制定	/
9	人员	辐射工人员培训/再培训管理制度	需制定	/
10		辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定	/

11	应急	辐射事故应急预案	需制定	预案中“辐射事故应急响应程序”张贴于工作场所墙上
<p>公司同时应认真组织学习《核安全文化宣贯推进专项行动教材——核安全文化培训手册》（国家核安全局二零一四年十一月），重视并加强核安全文化建设。</p> <p>在制定规章制度时，需注意以下问题：</p> <p>（1）《辐射监测方案》中应包含：公司应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；公司定期（监测周期为 1 次/月）对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。</p> <p>（2）《辐射工作人员个人剂量管理制度》中应包含：对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认。</p> <p>（3）《辐射工作人员培训制度》中应包括：自觉参加生态环境部网上免费学习考核平台（<a href="http://fushe.mee.gov.cn">http://fushe.mee.gov.cn</a>）中辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能上岗。</p> <p>需要上墙的规章制度：《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。公司应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。</p> <h3>三、档案资料</h3> <p>辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。档案资料可分以下十大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、和“废物处置记录”。建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。</p> <p>建设单位应按《四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知》内要求，落实辐射安全档案资料归档工作。</p>				

#### 四、辐射安全许可证发放条件

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（保护部令第 3 号）中第十六条使用射线装置的单位申领辐射安全许可证时，应当具备一些条件，具体要求见表 12-4。

表 12-4 《辐射安全许可证》发放条件要求

序号	要求	备注
1	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	已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构
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	需落实
3	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	需落实
4	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,包括个人剂量报警仪、辐射测量仪器等	需落实
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案	需落实
6	有完善的辐射事故应急措施	需落实

#### 辐射监测

公司应按照国家规定给辐射工作人员配备个人防护用品、个人剂量计、个人剂量报警仪。个人剂量计及个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度。运行前，应请具有资质的监测单位对使用场所辐射情况进行实测，判断 X 射线机是否处于有效屏蔽，防止意外发生。在个人剂量管理中，应按照如下监测计划执行，明确职业个人剂量管理目标值，对超过剂量管理目标值的情况必须采取有效干预措施，以保证工作人员健康。

##### 一、个人剂量监测

本项目拟配置 4 名辐射工作人员，共需个人剂量计 8 个，四川航天神坤科技有限公司需将个人剂量计定期（每季度一次）送有资质的单位进行检定，并根据四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发【2010】49 号）及《四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知》（川环函〔2016〕1400 号）做好个人剂量管理的工作，目前建设单位辐射工作人员因工作场所还未建成，尚未配备个人剂量计。

①加强检测管理和辐射工作人员职业健康检查管理，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一次，送检周期最长不超过 90 天，专人专戴；

②当单季度辐射工作人员个人剂量检测数值超过 1.25mSv，建设单位要对该工作人员进行干预；当连续一年内个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关；当连续 5 年的平均个人剂量超过 20mSv 或单年个人剂量超过 50mSv 时，需要启动辐射事故应急预案；

③辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128--2019）中职业照射个人剂量档案终生保存，公司应当将个人剂量档案终生保存；

④保证每名辐射工作人员定期进行职业健康检查，没有检查要说明原因，检测结果异常要分析说明原因。

## 二、辐射工作场所及周围环境辐射监测

①监测项目：X- $\gamma$ 射线空气吸收剂量率；

②监测频度：委托有监测资质单位至少每年监测 1 次，建设单位每月自行监测一次，监测数据应存档备案；

③监测范围：见表 12-5；

④监测设备：便携式 X- $\gamma$ 辐射监测仪

⑤监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与公司监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；

b、监测必须采用国家颁布的标准方法或推荐方法；

c、制定辐射环境监测管理制度。

⑥监测设备：X- $\gamma$ 辐射监测仪，建设单位应保证仪器的准确性和可靠性。

项目正式投运前，应由有资质单位验收监测合格后才能投入使用。

## 三、监测计划

根据环保部第 3 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修订）、环保部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、

《四川辐射污染防治条例》、《四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知》及相关管理要求，将本项目监测计划列于表 12-5。

表 12-5 监测计划一览表

项目	监测频次		监测内容
辐射工作场所及周围环境辐射监测	委托监测	委托有资质单位每年监测一次	铅房四周、工件大门外、工件大门缝隙处、铅房通风口处、铅房排风口处
	自我监测	建设单位每月自行监测一次	
个人剂量监测	全部辐射工作人员每季度 1 次		4 名辐射工作人员进行曝光作业时佩戴个人剂量计（个人剂量计应于每季度送检），每次作业时个人剂量计应该佩戴于胸前。

#### 四、年度评估

根据《四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知》，核技术利用单位应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

### 辐射事故应急

#### 一、辐射事故应急相应机构

四川航天神坤科技有限公司已成立辐射安全与环境保护领导小组，负责公司内辐射事故的处理和调查工作。

#### 二、辐射事故应急预案

辐射单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案报所在地人民政府生态环境主管部门备案，并及时予以修订。

辐射事故应急预案的主要内容应包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话），应急保障措施，应急演练计划

##### （1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即停机，根据《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》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、省生态环境部门和公安部门报告，四川省生态

环境厅白天值班电话。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康行政部门报告。

## (2) 辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计。

④应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

公司应当根据以上要求，同时结合本项目实际情况来制定应急预案相关内容，在今后预案的实施过程中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13：结论与建议

## 结论

### 一、项目概况

项目名称：新建 X 射线探伤室项目

建设单位：四川航天神坤科技有限公司

工作方式：室内探伤

性质：新建

建设地点：成都市经济技术开发区龙工南路 1566 号四川航天神坤科技有限公司厂房内壳段铆接区北侧。

### 二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于工业探伤领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉有关条款的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家现行产业政策。

### 三、项目所在地区环境质量现状

本项目运营期对所在区域的大气、地表水、声学环境质量基本无影响，因此本次评价不对项目所在地的大气、地表水、声学环境质量现状进行详细调查评价。

四川航天神坤科技有限公司新建 X 射线探伤室项目拟建探伤铅房及周围外环境 X- $\gamma$ 剂量率水平在 44~75nGy/h 之间，与生态环境部辐射环境监测技术中心发布的 2021 年四个季度四川省空气吸收剂量率水平（ $<121.7\text{nGy/h}$ ，根据全川 2021 年四个季度 14 个辐射环境质量监测自动站监测数据整理）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

### 四、环境影响评价分析结论

#### （一）施工期

本项目施工期较短，通过采取相应的防治措施，对周围环境影响较小。

#### （二）营运期

##### 1、辐射环境影响分析

本项目职业人员、公众所受年有效剂量满足本次评价确定剂量约束值要求；

铅房四周屏蔽体、防护门的设计厚度均满足屏蔽效能校核厚度，能够满足辐射防护要求。

## 2、大气的环境影响分析

室内探伤作业期间，由于产生的臭氧较少，采用机械通排风设施排入大气后，经大气稀释自然扩散后，可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，对周围大气环境影响轻微。

## 3、水环境影响分析

探伤过程中低浓度的洗片废水依托厂区预处理池处理后，排入市政污水管网，经陡沟河污水处理厂处理达标后排放。

通过采取上述废水处理措施后，废水可达标排放，不会对区域内地表水环境造成影响。

## 4、固体废物环境影响分析

废胶片采用专用防水塑料袋统一收集封存，暂存于厂区的危废暂存间，定期送交有处理资质的单位进行处置。

探伤废显影液、废定影液、前两次洗片废水设专用收集桶分别收集贮存，定期送交有处理资质的单位进行处置。

探伤期间生活垃圾经收集后由当地环卫部门统一清运处理。

通过采取上述固处理措施后，固体废物不会对周围环境造成影响。

## 5、声环境影响分析

本项目产噪设备主要为探伤室排风机运行噪声，源强一般在 65dB（A）。通过选用低噪音风机，并在风道安装阻抗式消声器，经厂房建筑隔噪及距离衰减后，厂界噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类功能区标准限值要求。

## 五、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求制订辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

## 六、环保设施与保护目标

建设单位需配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

## 七、辐射安全管理的综合能力

建设单位根据相关法律法规及国家标准的要求，成立辐射安全领导小组，需制定的制度建立后，可以满足安全管理要求，但建设单位务必严格执行，并在项目运营过程中继续修订、补充和完善，以适应后期运行需求。经过采取上述措施工厂具备辐射安全管理的综合能力。

## 八、项目环保可行性结论

**本评价认为：在坚持“三同时”原则，采取切实可行的环保措施，特别是认真落实设计单位及本报告提出的各项防治措施后，本项目建设在辐射安全和环境保护角度是可行的。**

## 建议和承诺

### 一、要求

1、认真学习国家环保法规政策，提高安全文化素养，增强辐射防护意识；要求职工严格执行各项安全管理规章制度和安全技术操作规程；将相关安全操作规程和应急预案等张贴于操作室墙上，提醒工作人员及其公众。操作人员必须持有主管部门、专业部门颁发的操作证，按规定参加培训考核。

2、对探伤设备要做好防火防盗工作。

3、每年对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前上报省生态环境厅，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况；⑨接受环保部门组织的辐射防护知识培训。

4、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。

5、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换辐射安全许可证、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统

中申报。

## 二、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

本工程竣工环境保护验收一览表见表 13-1

**表 13-1 环境保护设施验收一览表**

项目	环保设施	数量	备注
屏蔽措施	屏蔽铅房（含工件门及人员门）	1 座	/
安全装置	门机联锁装置	设备自带	/
	出束声光报警装置		/
	紧急制动装置		/
	监控摄像装置	1 套	/
	工作状态指示灯	设备自带	/
	电离辐射警示标志	1 套	/
监测仪器及警示装置	便携式辐射监测仪	1 台	/
	个人剂量计	8 个	1 人 2 个
	个人剂量报警仪	4 个	1 人 1 个
废气处理	排风系统	1 套	/
规章制度	《辐射安全管理规定》、《操作规程》、《安全防护设备的维护与维修制度》、《监测方案》、《监测仪表施工与校验管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射事故/事件应急预案》	/	/
人员培训	辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训，并取得相应的合格证书	/	辐射从业人员及管理人员均需上岗培训

### 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