

核技术利用建设项目

广汉考古整理基地

铅房内使用 X 射线探伤项目

环境影响报告表

(公示版)

四川省文物考古研究院

2020 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

广汉考古整理基地

铅房内使用 X 射线探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：四川省文物考古研究院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：成都市人民南路四段5号

邮政编码： ***

联系人： ***

电子邮箱： ***

联系电话： ***

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	8
表 3 非密封放射性物质.....	8
表 4 射线装置.....	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	10
表 6 评价依据.....	11
表 7 保护目标与评价标准.....	13
表 8 环境质量和辐射现状.....	15
表 9 项目工程分析与源项.....	17
表 10 辐射安全与防护.....	23
表 11 环境影响分析.....	30
表 12 辐射安全管理.....	47
表 13 结论与建议.....	53
表 14 审批.....	58

附表：建设项目基础信息表

附件：

附件 1 环评委托书

附件 2 本项目环评执行标准

附件 3 本项目成立辐射安全事故应急管理领导小组的通知

附件 4 本项目辐射环境监测报告

附件 5 本项目关于《广汉市环境保护局关于四川省文物考古研究院文物标本库房建设项目环境影响登记表批复》广环建【2014】18 号

附图：

附图 1 本项目地理位置图

附图 2 本项目外环境关系图

附图 3 本项目基地总平面布置图

附图 4 本项目铅房平面布置图

附图 5-1 本项目铅房剖面及通风系统示意图

附图 5-2 本项目铅房剖面及通风系统示意图

附图 6-1 本项目铅房工作状态指示灯示意图

附图 6-1 本项目铅房紧急制动按钮及摄像监控示意图

附图 7 本项目现场照片

表 1 项目概况

建设项目名称		广汉考古整理基地铅房内使用 X 射线探伤项目			
建设单位		四川省文物考古研究院			
法人代表		***	联系人	***	联系电话
注册地址		成都市人民南路四段 5 号			
项目建设地点		四川省德阳市广汉市三星堆大道四川省文物考古研究院广汉考古整理基地文物标本库房（一）一层西北侧			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		***	项目保护投资（万元）	***	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）
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		
	其它	/			

项目概述

一、建设单位简介及项目由来

四川省文物考古研究院（社会信用代码：12510000450715222P）（以下简称研究院）前身为 1953 年成立的四川省文物管理委员会办公室，1958 年与四川省博物馆合署办公，1981 年馆所分离，2004 年更名四川省文物考古研究院，为四川省文化厅直属公益一类事业单位。研究院承担全省范围内文物调查、保护、考古发掘、

研究工作，对市、州、县文物工作进行业务指导。

X 射线探伤作为一种无损分析手段，目前在文物保护领域应用比较广泛，可直观地反映出文物结构、纹饰、病害等信息，常用于揭示文物的制作工艺与内部缺陷，提取文物表面被覆盖的铭文、纹饰等信息，反映文物修复前后的基本情况，提供文物内部信息以分析病害发展状态，有利于文物尤其是出土文物的清理、修复、保护等工作的方案制定与实施，为积极开展文物考古与保护研究提供更直观、更科学的分析结果。

为满足文物保护与科研的需求，提升单位的文物保护与科技水平，四川省文物考古研究院准备在四川省德阳市广汉市三星堆大道四川省文物考古研究院广汉考古整理基地文物标本库房（一）一层西北侧新建一间 X 射线探伤铅房并在内开展 X 射线探伤活动，使用一台型号为 MG452 的定向探伤机，最大管电压 450kV，最大管电流 10mA，年曝光时间约 360h，属于Ⅱ类射线装置。文物标本库房已进行了环境影响评价，并取得了原广汉市环境保护局关于《广汉市环境保护局关于四川省文物考古研究院文物标本库房建设项目环境影响登记表的批复》，文号为广环建[2014]18 号（见附件 5）。

为了加强X射线探伤在应用中的辐射环境管理，确保探伤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，业主单位须对该项目进行环境影响评价。

本项目涉及使用Ⅱ类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部第44号令）和中华人民共和国生态环境部第1号令《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》中第五十项191条核技术利用建设项目中使用Ⅱ类射线装置的规定，本项目应编制环境影响报告表，同时向四川省生态环境厅申请审批，因此，四川省文物考古研究院委托四川省中栎环保科技有限公司对该项目开展环境影响评价工作。四川省中栎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《广汉考古整理基地铅房内使用X射线探伤项目环境影响报告表》。

二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于文物考古检测领域，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、性质、地点

项目名称：广汉考古整理基地铅房内使用 X 射线探伤项目

建设单位：四川省文物考古研究院

建设性质：新建

建设地点：四川省德阳市广汉市三星堆大道四川省文物考古研究院广汉考古整理基地文物标本库房（一）一层西北侧

（二）建设内容与规模

本项目拟在四川省文物考古研究院广汉考古整理基地（下文简称：基地）文物标本库房（一）一层西北侧新建一间 X 射线探伤铅房，使用一台型号为 HD-CR 35 NDT 的 X 射线数字成像检测系统对文物进行检测。该系统包含一台型号为 MG452 的定向探伤机，最大管电压 450kV，最大管电流 10mA，年曝光时间约 360h，属于 II 类射线装置。四川省文物考古研究院只开展铅房内探伤，不涉及野外（室外）探伤，不存在铅房内同时使用 2 台或多台探伤机的情况。X 射线探伤机照射时主射束投向地面或南墙面。

铅房净空面积约 12.25m²（长 3.50m×宽 3.50m），文物进出门体尺寸（宽×高）为 1.95m×2.40m，门洞尺寸（宽×高）为 1.70m×2.20m；工作人员进出门体尺寸（宽×高）为 1.00m×2.40m，门洞尺寸（宽×高）为 0.80m×2.00m。

铅房四面墙体与顶部从外到内防护层具体结构：西墙面采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+55mmPb+14#钢槽框架+5mm 外钢板；北墙面采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+14#钢槽框架+7mm 外钢板+25mmPb+浇筑 450mm 厚混凝土；南墙面（主射面）采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+35mmPb+14#钢槽框架+5mm 外钢板+在原有墙体基础上增加 500mm 厚混凝土；东墙面采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板

+14#钢槽框架+5mm 外钢板+浇筑 500mm 厚混凝土+20mmPb；顶部铺设 35mmPb+二层楼板 180mm 厚混凝土；地下为人员不可到达处，故不做铅防护；文物进出电动防护铅门及工作人员进出电动防护铅门均采用 55mmPb，铅门闭合状态下与左、右屏蔽体搭接处分别重叠 150mm、100mm，与上、下屏蔽体搭接处各重叠 100mm（具体见附图 4）。本项目采用数字成像系统，不产生废显定影液和废胶片。

项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设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		
			施工期	营运期	
主体工程	占地面积	铅房净空面积约 12.25m ² (长 3.5m×宽 3.5m)	噪声、扬尘、生活污水、生活垃圾、固体废物	探伤机工作时产生 X 射线、臭氧、噪声	
	铅房结构	四面墙体与顶部从外到内防护层具体结构：西墙面采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+55mmPb+14#钢槽框架+5mm 外钢板；北墙面采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+14#钢槽框架+7mm 外钢板+25mmPb+浇筑 450mm 厚混凝土；南墙面（主射面）采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+35mmPb+14#钢槽框架+5mm 外钢板+在原有墙体基础上增加 500mm 厚混凝土；东墙面采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+14#钢槽框架+5mm 外钢板+浇筑 500mm 厚混凝土+20mmPb；顶部铺设 35mmPb+二层楼板 180mm 厚混凝土；地下为人员不可到达处，故不做铅防护；文物进出电动防护铅门及工作人员进出电动防护铅门均采用 55mmPb，铅门闭合状态下与左、右屏蔽体搭接处分别重叠 150mm、100mm，与上、下屏蔽体搭接处各重叠 100mm，故不做铅防护。			
	探伤机情况	最大管电压为 450kV，最大管电流为 10mA，型号为 MG452 的 1 台定向 X 射线探伤机			/
	探伤地点	探伤机放置在铅房内使用，不涉及室外（野外）探伤			/
	曝光时间	360 h/a			/
辅助工程	/		生活垃圾、生活污水、固体废物、噪声	/	
环保工程	/				
公用工程	/			/	
办公	利用考古整理基地其他办公及生活设施			生活污水、	

及生活设施			生活垃圾
名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	

（三）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量(单位)	来源	主要化学成分
主(辅)料	—	/	—	—
	—	/	—	—
	—	/	—	—
能源	煤(T)	—	—	—
	电(度)	探伤用电	2400 度	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水量	地表水	—	9m ³	—
	地下水	—	—	—

（四）本项目涉及射线装置

本项目涉及射线装置的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目使用的射线装置的相关情况

设备型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	投射类型	生产厂家	使用场所	辐射角度	穿透厚度铝/铁(mm)	曝光时间(min/次)	备注
MG452	450	10	定向	依科视朗	铅房	≤40°	50	5	拟购

（五）项目外环境关系

本项目位于四川省德阳市广汉市三星堆大道四川省文物考古研究院广汉考古整理基地文物标本库房（一）一层西北侧，基地东侧紧邻绿化带、约21m为三星堆大道；基地南侧紧邻广汉市青什路西外乡政府花园；基地西侧为空地；基地北侧紧邻消防通道、约25m为足球场。

本项目外环境关系见附图 2。

（六）项目选址和平面布局的合理性

1、项目选址的合理性分析

本项目所在的考古整理基地文物标本库房已取得批复，《广汉市环境保护局关于四川省文物考古研究院文物标本库房建设项目环境影响登记表的批复》文号为广

环建[2014]18 号，整体项目选址已得到原广汉市环境保护局的认可，本项目仅在其已许可的土建基础上新建铅房，不新增用地，且拟建设的铅房为专门的辐射工作场所，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周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

2、项目平面布局合理性分析

本项目位于广汉考古整理基地文物标本库房（一）一层西北侧，东侧紧邻展厅；南侧紧邻消防通道、约5m为展厅；西侧紧邻消防通道、约46m为文物标本库房（二）；北侧紧邻控制室；铅房顶部二楼为文物库房、三楼、四楼均为文物整理用房、五楼为工作人员宿舍。本项目远离了考古整理基地人群较多的场所（详情见附图3）。铅房50m范围内公众人员活动较少，通过实体防护和距离衰减，能够较好地减少电离辐射对周围公众的影响，使人员所受剂量在尽可能低的水平。

通过本项目外环境分析可知，铅房布置相对独立，检测过程中产生的X射线经实体屏蔽防护后对周围环境的辐射影响是可以接受的。总体来看，铅房的平面布置既能满足文物检测的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其总平布置是合理的。

本项目现场照片见附图 7。

（七）劳动定员及工作制度

本项目配备辐射工作人员 3 人（2 人操作，1 人管理）。一天工作时间 8 小时，年工作时间为 250 天。

四川省考古研究院可根据今后开展的项目和工作量等实际情况适当增减人员编制。

环评要求：单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

四、原有核技术利用情况

本项目为新建项目，该单位从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，不存在原有核技术利用遗留的污染和环境问题。

五、本项目依托情况

四川省考古研究院已取得原广汉市环境保护局关于《广汉市环境保护局关于四川省文物考古研究院文物标本库房建设项目环境影响登记表的批复》文号为广环建[2014]18号。

本项目依托的主要环保设施有：

（1）运营期产生的生活污水，污水经过管道统一收集，依托基地内的污水处理设施处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后排入市政管网。

（2）产生的生活垃圾依托基地现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

六、环境影响评价报告信息公开

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众参与公开力度，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》的规定，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向环境保护主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

根据以上要求，建设单位四川省文物考古研究院于2020年4月26日在环保之家公示公告栏提交了《广汉考古整理基地铅房内使用X射线探伤项目》的环境影响报告表，对该项目进行了公示。

公示网址为：

公示网站截图如下：

设为首页 收藏本站 邀请码 新人导航



环保之家

ep-home.com

大鱼没有海 | 我的 | 设置 | 消息 | 提醒 | 退出

积分: 14 | 用户组: 新手上路



论坛首页公告公示会员任务招聘求职访问推广企业之家环保超市

快速导航

请输入搜索内容

帖子

热搜: 水十条 大气十条

论坛首页 > 企事业环保服务 > 环评公示与交流 > 广汉考古整理基地 铅房内使用X射线探伤项目 环境影响报 ...

发帖 回复

返回列表

查看: 19 | 回复: 0

[四川] 广汉考古整理基地 铅房内使用X射线探伤项目 环境影响报告表-公示版 (审核中) [复制链接]

发表于 2020-4-26 10:46:10

楼主 电梯直达



4主题

4帖子

52环保币

新手上路

积分 14

大鱼没有海

本贴最后由 大鱼没有海 于 2020-5-11 11:37 编辑

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》的规定，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向环境保护主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

生态环境厅要求，建设单位在向环境保护主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

一、项目基本情况

项目名称：广汉考古整理基地铅房内使用X射线探伤项目

建设单位：四川省文物考古研究院

建设地点：四川省德阳市广汉市三星堆大道四川省德阳市广汉市三星堆大道四川省文物考古研究院广汉考古整理基地文物标本库房（一）一层西北侧

二、联系方式

联系人：赵女士

电话：18980758438

三、征求公众意见的主要事项

为听取社会各界对本项目的环境保护工作的意见和建议，特将本项目环境影响评价报告表进行公示。公众可通过发送电话、传真、信函或者面谈等方式发表对项目公示本的意见和看法，公众提出或反映有关问题的时间为本次信息公示期间。发表意见的公众请注明发表日期、真实姓名和联系方式，以便根据需要反馈。

四、公示时间：2020年4月26日-2020年4月30日

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

8

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》（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	探伤机	II类	1	MG452	450	10	文物探伤	基地文物标本库房（一） 一层西北侧拟建的X射线 探伤铅房内	拟购

（三）中子机，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	—	—	—	—	$7.84 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3$	—	大气环境

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1)《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； (2)《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日实施； (3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； (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 日实施； (5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2019 年 3 月修订； (6)《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； (7)《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）和《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号 2018 年 4 月 28 日实施）； (8)环境保护部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环 2017）评（4 号），2017 年 11 月 22 日起实施； (9)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2019 年 8 月 22 日修改，环境保护部第 3 号令； (10)《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 日起实施； (11)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日）； (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），环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日； (13)《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发[2015]162 号）； (14)《射线装置分类办法》（环境保护部 2017 年第 66 号）；
------	---

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)《环境核辐射监测规定》(GB12379-90); (4)《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993); (5)《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001); (6)《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB21848-2008); (7)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014); (8)《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015); (9)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。
其他	(1) 环评委托书; (2) 德阳市生态环境局出具的《关于四川省文物考古研究院新建 X 射线探伤建设项目执行有关环境标准的通知》; (3)《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽, 原子能出版社, 1987); (4)《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》; (5)《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]1450 号)。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2006）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）对辐射监测技术要求，确定本项目辐射评价范围为以铅房边界外 50m 以内的区域。

保护目标

根据本项目周围的外环境关系、铅房的平面布局及外环境关系，确定本项目主要环境保护目标为辐射工作人员以及铅房附近的其他岗位工作人员等。保护目标情况详见表7-1。

表 7-1 主要环境保护目标

保 护 目 标	相对设备方位	距离（m）	人数	照射类型	年剂量约束值（mSv）
控制室工作人员	北侧面	2	3	职业照射	5.0
消防通道路人	南侧面	1.73	3	公众照射	0.1
展厅其他工作人员	南侧面	10	5	公众照射	0.1
文物标本库房（二） 其他工作人员	西侧面	46	5	公众照射	0.1
展厅其他工作人员	东侧面	1.73	5	公众照射	0.1
文物标本库房（一）二 楼文物库房 其他工作人员	上顶面	1.80	5	公众照射	0.1
文物标本库房（一）其 余楼层工作人员	/	1.72~15	15	公众照射	0.1

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）2 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) 2 类标准；

(4) 一般固废执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

(一) 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。

(二) 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，在距离铅房屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5μGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、本项目所在地 γ 辐射空气吸收剂量现状监测

受四川省中栎环保科技有限公司的委托，四川省辐安环境监测有限公司于 2019 年 12 月 9 日按照委托单位要求对本项目进行了环评监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。监测报告见附件 4。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源

监测项目	监测设备			监测方法	使用环境
	名称及编号	技术指标	检定情况		
环境 X- γ 辐射剂量率	FH40G 多功能辐射测量仪 编号：sb42	①能量响应： 60keV~3MeV ②测量范围： 1nSv/h~100 μ Sv/h	检定结果：合格 检定单位：中国测试技术研究院 检定有效期： 2019.11.20~2020.11.19	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》	符合仪器使用要求

辐射监测仪已由计量部门年检，且在有效期内，测量方法按国家相关标准实施，测量不确定度符合统计学要求，布点合理、人员合格、结果可信，可以作为电离辐射环境现状的科学依据。

二、质量保证

本项目环境现状监测单位四川省辐安环境监测有限公司，通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

四川省辐安环境监测有限公司质量管理体系：

（一）计量认证

四川省辐安环境监测有限公司通过了原四川省质量技术监督局的计量认证（计量认证号：182312050290）。

（二）仪器设备管理

- （1）管理与标准化
- （2）计量器具的标准化
- （3）计量器具、仪器设备的检定

（三）记录与报告

（1）数据记录制度

（2）报告质量控制

三、监测结果

表 8-2 拟铅房及周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 单位：nSv/h

点位号	X- γ 辐射剂量率		监测位置	备注
	测量值	标准差		
1	141.1	5.5	拟建铅房外西侧墙壁处	/
2	125.2	3.2	拟建铅房外北侧墙壁处	
3	130.0	5.5	拟建铅房外东侧墙壁处	
4	104.3	0.8	拟建铅房外南侧墙壁处	
5	136.0	2.3	拟建铅房出口外空地（西侧）	
6	138.9	2.5	拟建铅房隔壁房间内（东侧）	
7	111.6	1.2	拟建铅房二楼库房外	

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值

监测表明：根据现场监测报告，本项目所在区域的 γ 辐射空气吸收剂量率为，本项目所在区域的X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为104.3~141.1nSv/h，在普通生活环境状态下，辐射环境权重因子按1进行考虑，则拟建场所内X- γ 辐射剂量率背景值为104.3~141.1 μ Gy/h，与生态环境部《2018年全国辐射环境质量报告》中四川省环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率（2.4nGy/h~214.0nGy/h）处在同一水平，属于当地正常辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期

本项目施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。具体施工流程产污环节如下所述：

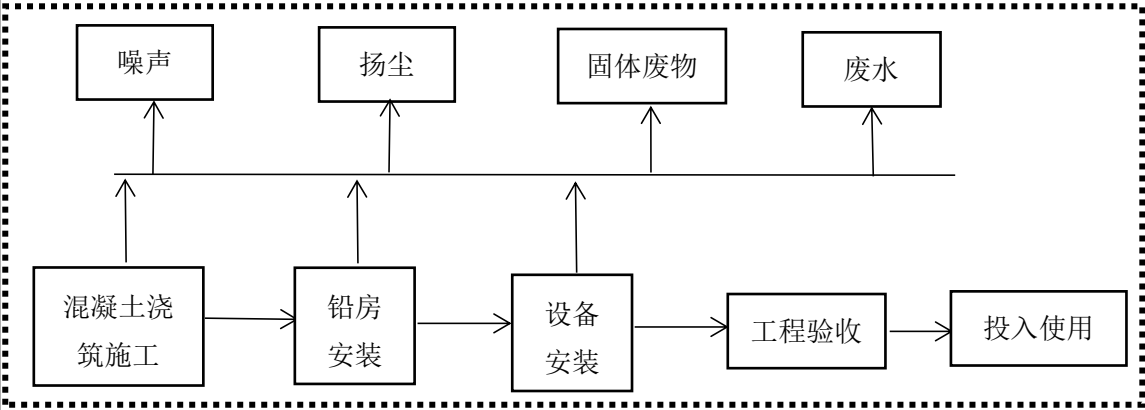


图9-1 施工期工艺流程及产污环节图

（一）噪声

施工期噪声包括铅房施工过程、防护设备安装过程中机械产生的噪声，施工噪声对周围环境的影响较小。

（二）废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水，污水经过管道统一收集，依托基地内的污水处理设施处理后排入市政管网。

（三）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，产生的生活垃圾依托基地现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

（四）扬尘

铅房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。

二、运营期

1、工作原理

X 射线探伤机主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳

中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生韧致 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线。其发射率随靶材料原子序数和电子能量的增加而增加。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，X 射线产生原理见图 9-2。

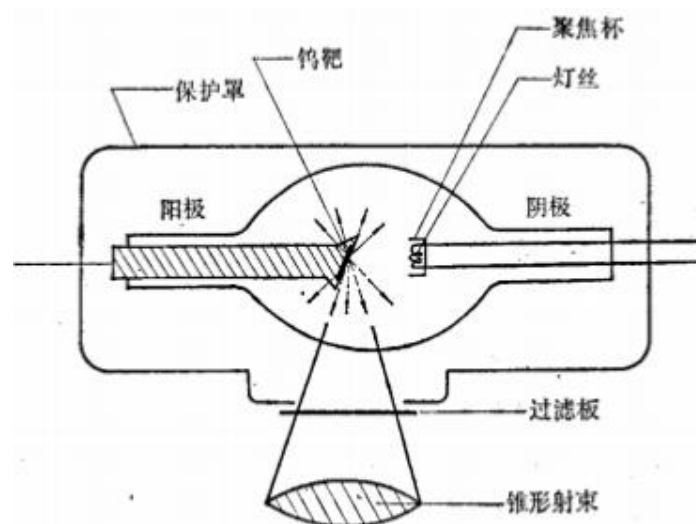


图 9-2 X 射线探伤机工作原理示意图

根据不同材料及厚度对 X 射线吸收程度的差异，通过 X 射线透视摄片，从胶片上显示出材料、零部件及焊缝的内部缺陷。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。本项目所用 X 射线装置的靶材料均为金属钨。

2、数字成像原理分析

数字射线成像技术(CR) 采用数字图像通过使用荧光成像板（IP 板）代替传统胶片。

CR 的主要优势包括：

- 1) IP 板可重复使用
- 2) 不需要暗室和化学试剂

- 3) 缩短了曝光和处理时间
- 4) 使用 D-Tect 软件, 工作流程简化和图像优化
- 5) 容易共享和归档数字信息

CR 技术由 3 个步骤组成

①图像(存储)成像板(IP)通过 X 射线或 γ 射线曝光, 曝光引起 IP 成像板里的含磷层存储 X 射线图像。②在数字成像扫描仪上阅读的过程期间, 聚焦激光束引发存贮的 X 射线图像数据以可视光的形态释放。发射出的光可捕获和探测, 然后转换成数字化的电信号, 最后以数字图像显示在计算机上。③在内部呈直线的擦除器上清除 IP 板的残留数据, 这样就准备好可以进行下次曝光了。

高清晰度的计算机射线照相技术

DURR NDT 是世界上第一家研发 12.5 μm 激光点扫描仪的单位。当与相应的高分辨率的荧光物质存储器成像板配合使用时, 符合 EN 14784 和 ASTM 2446 的所有严格要求。

高分辨率成像板和 HD-CR 装置结合达到独特的 40 μm 的基本的空间分辨率第一次覆盖全系统的各个类型(由 BAM 认证)。

分辨率可调

HD-CR 35 NDT 拥有独特的 TreFoc 技术。通过该技术, 激光光束总是与成像板和被检测对象关联, 从而达到最大分辨率和最佳信噪比。

3、项目流程及产污染环节

X 射线探伤机探伤的数字成像工艺流程主要有: 配戴个人剂量计、携带剂量报警仪、放置固定好探伤文物、待检文物准备、人员撤离并关闭文物进出门、设置电压和曝光时间、调整焦距离、人员撤离、关闭铅门、曝光拍片、数字成像系统和评片归档等(见图 9-3)。

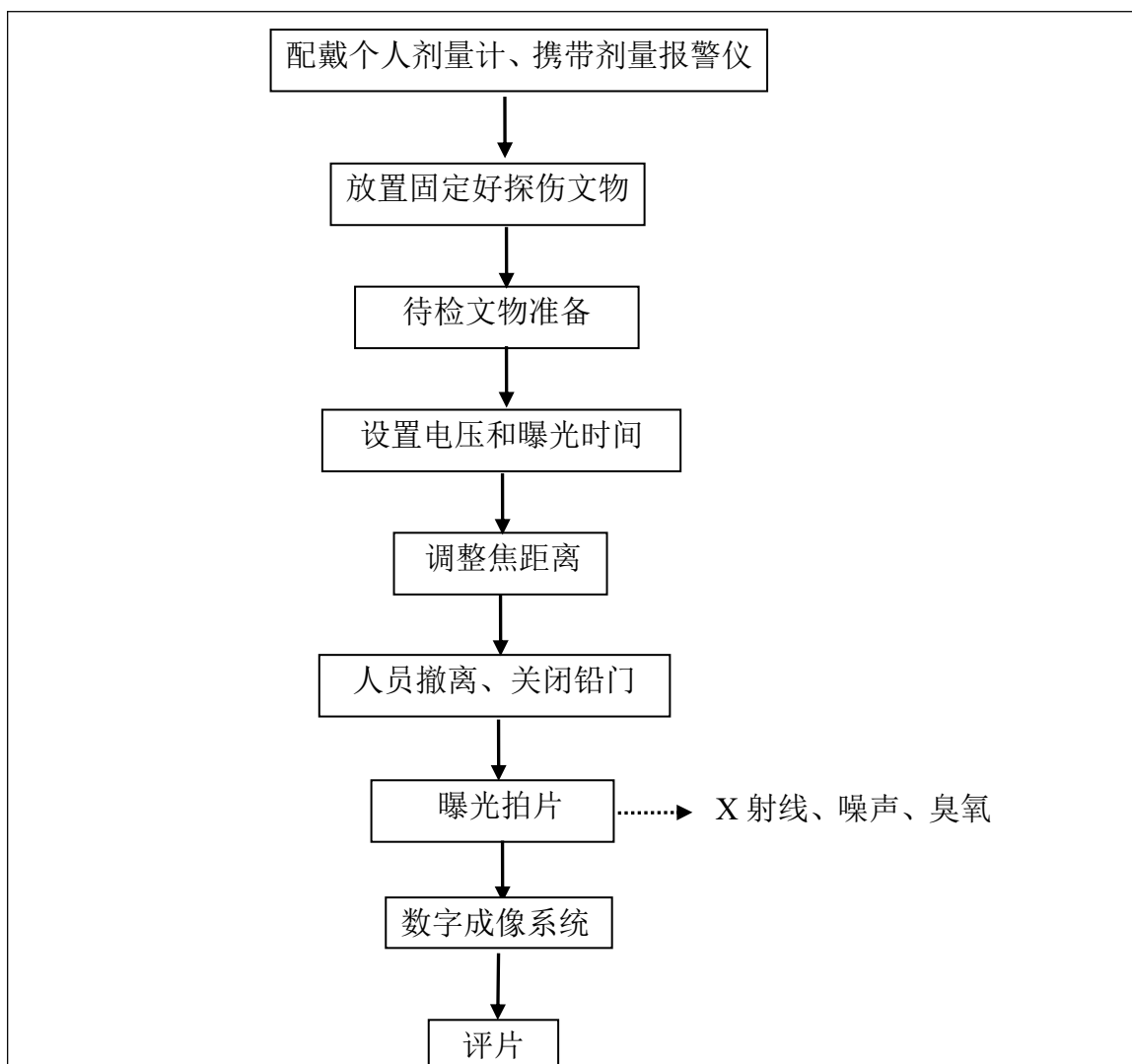


图 9-3 X 射线探伤数字成像系统工艺流程及产污位置图

由图 9-3 可知，本项目营运中产生的主要污染物为探伤机出束曝光过程中产生的 X 射线、噪声、臭氧，数字成像系统不存在使用定、显影液，所以不产生危险污染物。

4、工况分析

本项目在铅房内使用 1 台型号为 MG452 的定向 X 射线探伤机实施探伤作业，用来检测文物直径为 100mm-1000mm，检测文物的材质为金属、木器、瓷器、陶器等。本项目文物直径均小于 1m，采取外照法，探伤曝光时间与探伤物件的厚度成正比。铅房空间尺寸为 3.5m×3.5m×2.5m，年最大曝光时间为 360h。文物进出方式为手推方式直接输送，铅房内尺寸能满足文物探伤要求，故单位只开展铅房内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。定向 X 射线探伤机照射时，主射束垂直地面向下。

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

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	使用场所	辐射角度	穿透钢板 厚度	曝光时间 (min/次)
MG452	450	10mA	定向	铅房内	≤40°	50	5

污染源项描述

一、电离辐射

X射线探伤机开机工作时，通过高压机和X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。

二、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧。

三、废水

本项目工作人员的生活污水约9m³/a，经考古基地预处理设施处理后排入市政管网。

四、固体废物

本项目营运期不使用胶片，因此无废胶片产生；工作人员产生的生活垃圾约1kg/d，经考古基地内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

五、噪声

本项目噪声源主要有工业 X 射线探伤机和通风设备，建设单位拟采用低噪音风机，并且所有设备均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对实验室外界噪声的贡献很小。项目对所在区域声环境影响很小。

六、危险废物

本项目使用数字成像系统，利用X射线穿过文物投射到平板探测器上成像，不使用定显影液，不产生危险废物。

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

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（包括门锁和连锁装置）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。

本次环评将铅房实体区域划为控制区，将铅房外的控制室定为监督区，地上用醒目的红线标识进行划定，在探伤机工作期间不允许非操作人员在此范围内活动。

本项目辐射工作场所两区划分见表 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目	控制区	监督区
X 射线探伤项目	铅房实体区域内划为控制区。	铅房文物进出口前 1m 内区域及控制室划为监督区（地上用醒目的红线标识进行划定）。
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，探伤机在曝光过程中严禁任何人员进入。根据《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》GB21848-2008 规定，控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入”字样的警告标志。	监督区为工作人员操作仪器的工作场所，禁止非职业人员进入，避免受到不必要的照射，并设置橙色“非职业人员禁入”字样。

两区划分示意图见下图：

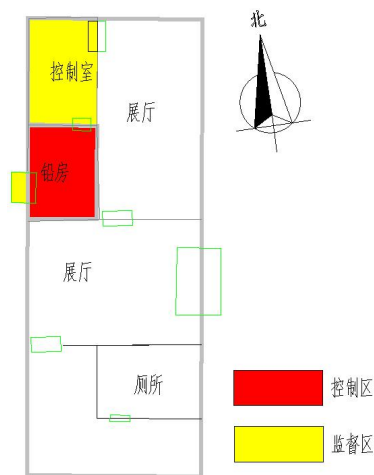


图 10-1 本项目两区划分示意图

二、工作场所实体辐射防护情况及设备固有安全性分析

(1) 工作场所实体辐射防护情况

表 10-2 铅房实体防护设施表

铅房墙体	文物进出 大门	通风口	通风系统	屋顶
西墙面 55mmPb； 北墙面 5mmPb+浇筑 450mm 厚混凝土； 南墙面（主射面）35mmPb+500mm 厚混凝土； 东墙面 500mm 厚混凝土+20mmPb； 顶部铺设 35mmPb+二层楼板 180mm 厚混凝土	厚度为 55mmPb	铅房内靠近铅 房顶部西北侧 设置一个百叶 窗型排风洞口	直径 300mm×450m m 的排气管 道，风机为轴 流风机	35m mPb

通排风系统：本项目在铅房顶部西北侧设置一个百叶窗型排风洞口与文物标本库房一大楼总排风系统相连接并且连接处有铅防护罩防止X射线外泄，并且在排风洞口设置一个低噪音的轴流风机，便于抽排铅房内的臭氧，臭氧通过大楼总排风系统自楼顶排出。本项目轴流风机风量为22m³/min，换气量为1320m³/h，噪声源强小于60dB（A）。由换气设施分析，该铅房换气系统符合辐射防护要求。（具体见5-1、5-2）

(2) 设备固有安全性分析

①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。

②延时启动功能：按下开高压按钮启动曝光后，为了便于操作人员撤离现

场免受X射线的辐射，在产生X射线之前，系统将自己延时30秒，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。

③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。

④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。

⑤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。

（3）应配备的安全装置

铅房门与探伤机实现门机联锁（2套）、与工作状态指示灯实现门灯联锁（2套），铅房文物进出大门及工作人员入口处应分别设置电离辐射警示标志和工作状态指示灯（2套），并在铅房外安装紧急止动装置（2套）和监控装置（4支）等，避免工作人员和公众受到误照射。（具体见附图 6-1、6-2）

①门机联锁：铅房防护门与X射线探伤机高压电源联锁，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探伤作业时，防护门不能被打开，防止探伤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共设置8个紧急停机按钮，且相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，且防护门可从内侧打开，以便工作人员快速逃离事故现场。

④视频监控系统：铅房内上方四角各安装4支高清摄像头，并连接到操作台，工作人员能在操作台内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置。

⑤警告标志：铅房防护门外醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯箱，探伤作业时，应有声光警示，控制区边界应设置明显可见的警告标

志。

电离辐射警告标志如图 10-2 所示。

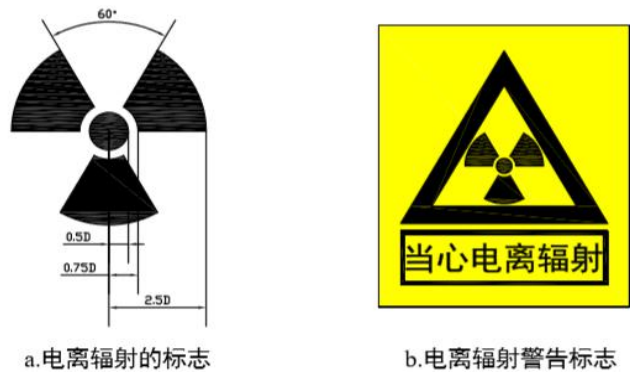


图 10-2 电离辐射警告标志

三、辐射安全防护设施对照分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号)、《环境保护部监测安全与防护监督检查技术程序》，《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]1450 号)相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

序号	项目	规定的措施
1	场所 设施	入口电离辐射警示标志 2 套
2		入口机器工作状态显示 2 套
3		单开防护门 2 套
4		门机连锁系统 2 套
5		铅房内及监督区监控设备 1 套
6		通风系统 1 套
7		铅房内紧急停机按钮 2 套
8		操作台上紧急停机按钮 1 套
9		出口处紧急开门按钮
10		准备出束声光提示 1 套

11	监测 设备	便携式辐射监测仪 1 台
12		个人剂量报警仪 3 个
13		个人剂量计 3 套

建设单位按照表 10-3 中提出的要求落实，本项目辐射防护措施合理可行。

四、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，单位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表 10-4。

表 10-4 环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施		投资金额 (万元)	备注
考古基地 铅房内使用 X 射线探伤项目	安全装置	独立铅房整体制作	***	新增
		实时监控显示系统 1 套		新增
		声光报警装置		新增
		门机联锁 2 套		新增
		入口处电离辐射警示标志 2 套		新增
		入口处机器工作状态指示灯 2 套		新增
		出口处紧急开门按钮 2 套		新增
		操作台上紧急停机按钮 1 套		新增
	废气处理	排风系统 1 套		新增
	监测仪器 及警示装置	便携式辐射监测仪 1 台	***	新增
		个人剂量计 3 套	***	新增
		个人剂量报警仪 3 个	***	新增
	人员培训	辐射工作人员上岗培训及应急培训	***	新增
		应急及救助的资金、物资准备	***	新增
	辐射监测	射线装置年度监测	***	新增
	合计		***	

本项目总投资***万元，环保投资***万元，占总投资的***。今后单位在项目实践中，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。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，因此铅房内需设置强制通风装置。

通排风系统：本项目在铅房顶部西北侧设置一个百叶窗型排风洞口与文物标本库房一大楼总排风系统相连接并且连接处有铅防护罩防止 X 射线外泄，并且在排风洞口设置一个低噪音的轴流风机，便于抽排铅房内的臭氧，臭氧通过大楼总排风系统自楼顶排出。本项目轴流风机风量为 $22\text{m}^3/\text{min}$ ，换气量为 $1320\text{m}^3/\text{h}$ ，噪声源强小于 $60\text{dB}(\text{A})$ 。由换气设施分析，该铅房换气系统符合辐射防护要求。

二、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 $1\text{kg}/\text{d}$ ，经考古基地内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

三、废水

本项目为工作人员的生活污水约 $9\text{m}^3/\text{a}$ ，经考古基地预处理设施处理后进入市政管网。

表 11 环境影响分析

建设期环境影响分析

本项目在施工活动中，会产生施工噪声、施工固废、生活污水，对环境存在一定影响。为此，本评价作如下要求：

（1）对施工时间、时段、施工进度，材料购进时间作精心安排、系统规划；对可能受影响和破坏的对象加以保护；

（2）施工中产生的废弃物（如废渣、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；

（3）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；

（4）生活污水经考古基地污水处理设施预处理后，排入市政管网。

只要工程施工期严格做到以上基本要求，就可以使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响即可消除。

运行期环境影响分析

一、X 射线的环境影响分析

MG452定向X射线机电压为450kV，管电流为10mA，保守估计按管电压450kV来预测。

根据以下（11-1）-（11-13）式可计算出 MG452 定向 X 射线探伤机在年曝光时间 360h 的情况下，其产生的 X 射线束经距离衰减和屏蔽防护后铅房外各点的年剂量，仅开展铅房内的探伤，不涉及室外（野外）探伤，不存在铅房内同时使用 2 台或多台探伤机的情况，采用定向 X 射线探伤机照射时主射束不投向文物进出大门。

本项目运营期的环境影响因素为：X 射线探伤机工作时产生的 X 射线、臭氧，风机产生的噪声。

综合考虑本项目确定的年剂量约束值和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）（距铅房屏蔽体外表面 30cm 外控制目标处剂量值不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），本次评价以两者中相对更严格的剂量水平进行墙体校核，即屏蔽体的厚度校核均采用 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行校核。

1、铅房屏蔽厚度合理性分析

本项目铅房内安装 1 台 MG452 定向 X 射线探伤机，探伤装置独立使用，无其它射线装置干扰，在讨论 X 射线铅房屏蔽体厚度的时候，按最不利情况，将各个方向均当作是主射方向来计算铅房屏蔽体厚度，按探伤机的最大工况进行讨论，曝光时间按照最大曝光时间 360h 计算。X 射线探伤机固定于铅房内中部，X 射线机照射方向固定垂直向下照射地面或者是南墙面。本项目铅房内探伤机安置示意图见图 11-1。

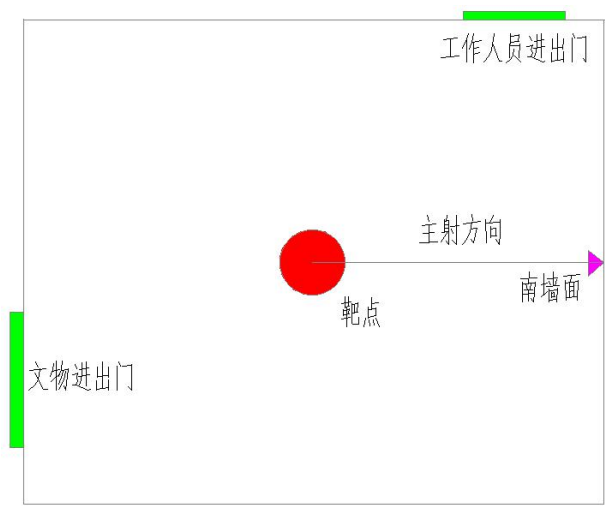


图11-1 铅房内X射线探伤机安置示意图

由图 11-1 可知，铅房地面及南墙面为主射方向，其他墙面为非主射方向，考虑有用线束辐射，但由于铅房地下是岩土层为人员不可到达处，地面故不做辐射剂量预测，仅南墙面考虑有用线束辐射；铅房顶部、北墙面、西墙面、东墙面为非主射面，仅考虑辐射源为漏射辐射和散射辐射。

1.1 关注点计量控制水平

各侧墙体外关注点导出控制剂量按下式进行计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots(\text{式 11-1})$$

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

$\dot{H}_c$ —— 年剂量参考控制水平，职业人员取 $5000\mu\text{Sv/年}$ ，公众取 $100\mu\text{Sv/年}$ ；

U —— 探伤装置向关注点照射的使用因子，此处取 1；

T —— 人员在相应关注点驻留的居留因子；经常有人员停留的地方取

1, 有部分时间有人员驻留的地方取 1/4;

t —— 探伤装置年工作时间, 360h。

各墙面及屋顶参数选取及计算结果见表 11-1、11-2。

表 11-1 关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

关注点	受照类型	使用因子	居留因子	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点的最高剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	本项目剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)
铅房东侧 (30cm)	公众	1	1/4	1.11	2.5	1.11
铅房南侧 (30cm)	公众	1	1/4	1.11	2.5	1.11
铅房 北侧控制室 (30cm)	职业	1	1	13.88	2.5	2.5
铅房北侧人员 通道门外 (30cm)	职业	1	1	13.88	2.5	2.5
文物进出门外 西侧 (30cm)	公众	1	1/4	1.11	2.5	1.11
铅房屋顶上方 库房 (30cm)	公众	1	1/4	1.11	2.5	1.11

注:根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) ①关注点的最高剂量率参考控制水平 ($H_{e,max}$) 为 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 本次评价参考较小水平进行评价。②本项目铅房上方及邻近涉及建筑物, 故要计算剂量率参考控制水平。

(1) 主照面屏蔽厚度核算

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》(GBZ/T250-2014) 由式 (11-1)、(11-2)、(11-3) 计算。

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

$$X = -TVL \cdot \lg B_1 \dots\dots\dots(\text{式11-3})$$

式中:

B_1 ——有用线束屏蔽透射因子;

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，取 10mA；

H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据设备生产厂家提供资料，定向 X 射线探伤机取值为 40.7mGy·m²/(mA·min)，即 2.44×10⁶μGy·m²/(mA·h)；

TVL—屏蔽物的 1/10 值层；依据《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2006）附录 B 中的什值层取值推算出铅的 1/10 值层厚度为 9.3mm，混凝土的 1/10 值层厚度为 110mm。

对于估算出的屏蔽投射因子B_i，所需的屏蔽物质厚度X按式11-3计算，主照面有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见表11-1。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B.1的曲线查处相应的屏蔽物质厚度，主照面有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见表11-2。

表11-2 有用线束辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数及结果表

关注点	受照类型	剂量率参考控制水平（μSV/h）	辐射源点（靶点）至关注点的距离（m）	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度（mm）	实际设计厚度（mm）
铅房南侧（30cm）	公众	1.11	1.73	1.36×10 ⁻⁷	63mmPb	35mmPb+500mm混凝土（相当于80mmPb）

（2）漏射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），当X射线管电压大于200kV 时，距离靶点1m处漏射辐射剂量率为5×10³μSv/h；漏射辐射屏蔽射线因子根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）由式（11-1）、（11-4）计算。

$$B_2 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{\dot{H}_L} \dots\dots\dots(式11-4)$$

式中：B₂—屏蔽透射因子；

$\dot{H}$ —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），与 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 相比较取小值；

$\dot{H}_L$ —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），本项目取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m

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(11-5)计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B_2 \quad \dots\dots\dots(式11-5)$$

式中：

TVL—见《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表B.2，取6.2mm；

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

北墙面、西墙面、南墙面、上顶面、人员通道门及文物进出门漏射辐射屏蔽参数选取及计算结果见表11-3。

表11-3 漏射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

关注点参数及结果	受照者类型	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	理论计算屏蔽厚度（mm）	设计厚度（mm）	是否满足屏蔽要求
铅房后立面东侧（30cm）	公众	1.11	1.73	6.64×10^{-4}	29mmPb	20mmPb +500mm 混凝土 （相当于 65mmPb）	满足屏蔽要求
铅房西侧文物进出门外（30cm）	公众	1.11	2.28	1.15×10^{-3}	27mmPb	55mmPb	
铅房北侧人员通道门（30cm）	职业	2.5	2.47	3.05×10^{-3}	23mmPb	55mmPb	
铅房北侧控制室（30cm）	职业	2.5	2	2.00×10^{-3}	25mmPb	22mmPb +450mm 混凝土 （相当于	

						62mmPb)	
铅房屋顶 上方库房 (30cm)	公众	1.11	1.80	7.19×10^{-4}	29mmPb	35mmPb +180混凝土 (相当于 51mmPb)	

(3) 散射辐射屏蔽厚度核算

散射辐射屏蔽射线因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 由式 (11-1)、(11-6) 计算。

$$B_3 = \frac{\dot{H} \cdot R_s}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \dots\dots\dots(\text{式11-6})$$

式中：

$\dot{H}$ —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，与 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 相比较取小值；

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 —最大管电流，取 10mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据厂家提供的数据，本项目取值为 $40.7\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，经单位换算即 $2.44 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积， 0.31m^2 ；

α —GBZ/T250-2014 中表 2，只记录了最大管电压 400kV 的 90° 散射辐射等效管电压，根据其增长规律，设计最大管电压 450kV 对应的等效管电压为 300kV，按 350kV 等效管电压进行保守估算。

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 11-7 计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B_3 \dots\dots\dots(\text{式11-7})$$

式中：

TVL—屏蔽物的 1/10 值层；依据《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006) 附录 B 中的半值层取值推算出 350kV 铅的 1/10 值层厚度为 6.95mm；

B_3 —达到剂量率参考控制水平时所需的屏蔽投射因子。

表11-4 散射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

关注点参数及结果	受照者类型	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	理论计算屏蔽厚度（mm）	设计厚度（mm）	是否满足屏蔽要求
铅房东侧（30cm）	公众	1.11	1.73	6.81×10^{-6}	35mmPb	20mmPb + 500mm 混凝土（相当于 65mmPb）	满足屏蔽要求
铅房西侧文物进出门外（30cm）	公众	1.11	2.28	5.18×10^{-6}	36mmPb	55mmPb	
铅房北侧人员通道门（30cm）	职业	2.5	2.47	1.26×10^{-5}	34mmPb	55mmPb	
铅房北侧控制室（30cm）	职业	2.5	2	1.02×10^{-5}	34mmPb	22mmPb + 450mm 混凝土（相当于 62mmPb）	
铅房屋顶上方库房（30cm）	公众	1.11	1.80	2.04×10^{-6}	39mmPb	35mmPb + 180mm 混凝土（相当于 51mmPb）	

注：根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表2查得320kV X射线射线90°散射辐射最高能量为250kV。

（3）综合分析

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），漏射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。由表11-5可知，本项目散射辐射的屏蔽厚度与漏射辐射的屏蔽厚度相差大于一个什值层（TVL）厚度，因此本项目屏蔽体在考虑散射辐射及漏射辐射屏蔽厚度计算时采用其中较厚的屏蔽。

表11-5本项目铅房屏蔽厚度计算与实际设计厚度（铅当量）汇总表

关注点结果	有用线束需屏蔽厚度（mm）	漏射辐射需屏蔽厚度（mm）	散射辐射需屏蔽厚度（mm）	理论计算屏蔽厚度（mm）	设计厚度（mm）	备注
铅房南侧（30cm）	63mmPb	/	/	63mmPb	35mmPb+500mm混凝土（相当于80mmPb）	满足屏蔽要求
铅房东侧（30cm）	/	29mmPb	35mmPb	35mmPb	20mmPb+500mm混凝土（相当于65mmPb）	
铅房西侧文物进出门外（30cm）	/	27mmPb	36mmPb	36mmPb	55mmPb	
铅房北侧人员通道门（30cm）	/	23mmPb	34mmPb	34mmPb	55mmPb	
铅房北侧控制室（30cm）	/	25mmPb	34mmPb	34mmPb	22mmPb+450mm混凝土（相当于62mmPb）	
铅房屋顶上 方库房（30cm）	/	29mmPb	39mmPb	39mmPb	35mmPb+180mm混凝土（相当于51mmPb）	

根据表11-5，铅房设计屏蔽厚度能满足屏蔽要求。

（二）运营期正常工况环境影响分析

2.1 辐射环境影响分析

本项目铅房四周及铅房顶部采用铅板和混凝土进行屏蔽，根据前述分析，对周围辐射影响主要考虑有用线束、漏射辐射及散射辐射的综合影响。

（1）有用线束辐射影响

根据《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2015），由式 11-8～11-10 计算有用线束辐射影响。

$$\dot{H}_{有} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_1}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-8})$$

$$B_1 = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (\text{式 11-9})$$

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

式中：

I—最大管电流，取10mA；

H₀ —距辐射源点（靶点）1m处输出量，根据厂家提供的数据，本项目取值为40.7mGy·m²/(mA·min)，经单位换算即2.44×10⁶μGy·m²/(mA·h)；

B₁ —有用线束屏蔽透射因子；

R —参考点离靶点的距离，m；

t —— 探伤装置年工作时间，360h。

关注点有用线束辐射年照射剂量率计算结果见表11-6。

表11-6有用线束照射剂量计算参数及结果表

关注点参数及结果	受照者类型	靶点至预测点的距离(m)	屏蔽透射因子B ₂	预测点剂量率(μSv/h)	居留因子	年受照射剂量(mSv/a)
铅房南侧(30cm)	公众	1.73	2.32×10 ⁻⁹	1.89×10 ⁻²	1/4	1.70×10 ⁻³

（2）漏射辐射影响

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）图B.1查得，由式11-11和11-12计算漏射辐射影响。

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

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

式中：

B₂ —漏射屏蔽因子；

$\dot{H}_{漏}$ —预测点剂量率（μSv/h）；

$\dot{H}_L$ —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），本项目取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

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360h；

T—居留因子。

各参数取值及各个关注点漏射辐射年照射剂量率计算结果见表11-7。

表11-7 漏射照射剂量计算参数及预测结果表

关注点参数及结果	受照者类型	靶点至预测点的距离(m)	屏蔽透射因子 B_2	预测点剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年受照射剂量(mSv/a)
铅房东侧(30cm)	公众	1.73	1.02×10^{-7}	1.70×10^{-4}	1/4	1.53×10^{-5}
铅房西侧文物进出门外(30cm)	公众	2.28	1.22×10^{-6}	1.17×10^{-3}	1/4	1.05×10^{-4}
铅房北侧人员通道门(30cm)	职业	2.47	1.22×10^{-6}	1.00×10^{-3}	1	3.60×10^{-4}
铅房北侧控制室(30cm)	职业	2	2.15×10^{-7}	8.60×10^{-1}	1	3.10×10^{-1}
铅房屋顶上方库房(30cm)	公众	1.80	3.28×10^{-6}	5.06×10^{-3}	1/4	4.55×10^{-4}

(3) 散射辐射影响

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，由式11-13和11-14计算散射辐射影响

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots(\text{式 11-13})$$

$$H = \dot{H}_{\text{漏}} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots(\text{式11-14})$$

式中：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10mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量，根据厂家提供的数据，本项目取值为 $40.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，经单位换算即 $2.44\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积， 0.31m^2 ；

α —散射因子，取0.0475，本次评价保守取 90° 散射因子。

各参数取值见表11-8。

表11-8 散射照射剂量计算参数及预测结果表

关注点参数及结果	受照者类型	靶点至预测点的距离 (m)	屏蔽透射因子	预测点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年受照射剂量 (mSv/a)
铅房东侧 (30cm)	公众	1.73	4.44×10^{-10}	7.23×10^{-5}	1/4	6.51×10^{-6}
铅房西侧文物进出门外 (30cm)	公众	2.28	1.21×10^{-8}	1.13×10^{-3}	1/4	1.02×10^{-4}
铅房北侧人员通道门 (30cm)	职业	2.47	1.21×10^{-8}	9.67×10^{-4}	1	3.48×10^{-4}
铅房北侧控制室 (30cm)	职业	2	1.19×10^{-9}	1.45×10^{-4}	1	5.22×10^{-5}
铅房屋顶上方库房 (30cm)	公众	1.80	1.50×10^{-6}	4.68×10^{-1}	1/4	4.21×10^{-2}

(3) 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，对处于漏射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11-9 本项目铅房关注点处年照射剂量计算结果表

关注点参数及结果	受照者类型	年受有用线束照射剂量 (mSv/a)	年受漏射照射剂量 (mSv/a)	年受散射照射剂量 (mSv/a)	年受照射剂量 (mSv/a)
铅房南侧 (30cm)	公众	1.70×10^{-3}	/	/	1.70×10^{-3}
铅房东侧 (30cm)	公众	/	1.53×10^{-5}	6.51×10^{-6}	2.18×10^{-5}
铅房西侧 文物进出门外 (30cm)	公众	/	1.05×10^{-4}	1.02×10^{-4}	2.07×10^{-4}
铅房北侧 人员通道门 (30cm)	职业	/	3.60×10^{-4}	3.48×10^{-4}	7.08×10^{-4}
铅房北侧 控制室 (30cm)	职业	/	3.10×10^{-1}	5.22×10^{-5}	3.10×10^{-1}
铅房屋顶 上方库房 (30cm)	公众	/	4.55×10^{-4}	4.21×10^{-2}	4.25×10^{-2}

综上，本项目职业人员最大受照射剂量为 $3.10 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，满足 5mSv/a 的剂量约束限值；公众最大受照射剂量为 $4.25 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足 0.1mSv/a 的剂量约束限值。

根据现场调查，本项目周围评价范围内无其他电离辐射源，因此，本项目辐射环境影响分析个人剂量预测不存在叠加影响。

三、臭氧的环境影响分析

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。因此本报告表主要对臭氧的产生及排放进行分析。

臭氧产额的计算公式：

$$Q_0 = 6.5 \times 10^{-3} G \cdot S_0 \cdot R \cdot g \quad (11-15)$$

式中：

Q_0 ：臭氧产额，mg/h；

G : 离辐射源 1m 处的辐射剂量率, 40.7Gy/h;

S_0 : 射束在离源点 1m 处的照射面积, m^2 , 本项目中取值为 1;

R : 射束径迹长度, m, 本项目中取值为 1;

g : 空气每吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 的分子数, 本项目中取值为 10。

如照射时间足够长, 浓度均匀, 则可根据以下公式计算铅房内臭氧的浓度:

$$C = \frac{QT}{V} \dots\dots\dots (11-16)$$

$$T = \frac{t_v \times t_d}{t_v + t_d} \dots\dots\dots (11-17)$$

式中:

C : 室内臭氧平衡浓度, mg/m^3 ;

Q : 臭氧产额, mg/h ;

T : 臭氧有效清除时间, 0.089h;

V : 室内体积, m^3 , 本项目中取值为 $30.62m^3$;

t_v : 平均每次换气时间, 0.1h;

t_d : 臭氧分解时间, h (0.83)。

根据以上公式可计算出使用探伤机工作时, 臭氧产额为 $2.65mg/h$, 铅房内 O_3 的平衡浓度为 $7.84 \times 10^{-3}mg/m^3$ 低于工作场所空气中臭氧的浓度 ($0.30 mg/m^3$) 限值。

通排风系统: 本项目在铅房顶部西北侧设置一个百叶窗型排风洞口与文物标本库房一大楼总排风系统相连接并且连接处有铅防护罩防止X射线外泄, 并且在排风洞口设置一个低噪音的轴流风机, 便于抽排铅房内的臭氧, 臭氧通过大楼总排风系统排出, 排风系统全天工作不断电。本项目轴流风机风量为 $22m^3/min$, 换气量为 $1320m^3/h$, 噪声源强小于 $60dB(A)$ 。由换气设施分析, 该铅房换气系统符合辐射防护要求。由换气设施分析, 该铅房换气系统符合辐射防护要求。本项目采用换气系统排入环境大气后, 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 ($7.84 \times 10^{-3}mg/m^3$) 的要求, 不会对环境空气造成明显影响。

四、危险废物环境影响分析

由于本项目使用数字成像系统，不产生危险废物，故不予评价。

五、射线装置报废处理

按照国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 33 条要求“报废的射线装置应去功能化处理”和《四川省辐射污染防治条例》要求“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”。本项目涉及的 X 射线探伤机涉及报废时，必须进行去功能化（如将探伤机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将探伤机主机的电源线绞断），使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

六、噪声环境影响分析

风机工作时将产生一定噪声，本项目拟采用低噪声设备（噪声源强低于 60dB（A）），使厂界噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值要求。

七、生活污水

本项目为工作人员的生活污水约 9m³/a，经考古基地污水处理设施预处理后，排入市政管网。

八、生活垃圾

工作人员产生的生活垃圾约 1kg/d，经考古基地内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

事故影响分析

一、事故风险识别

本项目所用探伤机属 II 类射线装置，其风险因子为 X 射线，按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-10 中。

表11-10 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

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。

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（表 11-11）：

表11-11 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

二、源项分析及最大可能性事故分析

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 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源，探伤机便不会再有射线产生。

本项目可能发生的辐射事故如下：

①在防护门未关闭的情况下即进行探伤操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射。

②设备检修时，人员在铅房内，射线装置误开机，造成事故照射。

三、辐射事故影响分析

假定在事故情况下，人员误入铅房，X射线直接照射到人员，人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式（11-18）计算：

$$D = I\delta_x / r^2 \dots\dots\dots (11-18)$$

式中：

D：空气吸收剂量率，mGy·min⁻²；

I：管电流，mA；本项目取 10mA；

δ_x ：X 射线机的发射常数为 40.7mGy·m²/(mA·min)；

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（11-19）计算：

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots (11-19)$$

式中：

E：人员受到的有效剂量率，mSv·min⁻¹；

W_T ：组织权重因数，全身为 1；

W_R ：辐射权因数，X 射线为 1。

根据式 11-18 及 11-19，探伤机管电流越大，受照人员的所受的辐射有效剂量越大。由于本项目均在铅房内实施，因此事故情况下，只会局限在铅房内。该铅房长宽尺寸为 3.5m×3.5m，同时由于铅室和操作台内均安装有紧急止动开关按钮，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过铅室或操作台紧急止动开关中断电源，整个处理时间约 10s，单次辐射事故受照射剂量计算结果见表 11-12。

表11-12 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

风险因子	与探伤机靶正面距离（m）	暴露吸收剂量率（mSv/s）
X 射线机	1	6.78
	2	1.69
	3	0.75
	4	0.42

根据表 11-12，在辐射事故状态下，可造成职业人员最大受照射剂量超过连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv 的 3.4 倍，该事故属于一般辐射事故。

根据上述情况及其危害结果，其所引发的放射性事故等级见表 11-13。

表11-13 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

项目装置名称	环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线机	X 射线	X 射线超剂量照射	事故状态下受照射有效剂量最大为 67.8mSv/次，导致误入人员最大受照射剂量超过连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv 的 3.4 倍	一般辐射事故

根据分析，本项目探伤机为II类射线装置，可能发生的事为一般辐射事故。

四、事故防范措施

项目建设单位采取的事故防范措施主要包括设备固有安全设施和辐射安全管理两方面。

1、设备固有安全设施

本项目在运行过程中，探伤实验有可能出现的事故情况及处理措施：

A、探伤设备工作时，安全联锁发生故障及误操作，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

评价要求定期检查铅房门机联锁装置是否能正常工作，充分保证工作警告信号（显示灯）和安全联锁装置等均正常工作，严格按照要求操作。如一旦发生辐射事故，必须马上停机，切断总电源开关，对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应救护措施，其次对仪器设备、设施进行检测，确定其影响状态。

B、人员误入控制区，工作人员启动铅房进行探伤，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

评价要求铅房操作人员遵守相关操作规程，严格细致的开展工作，杜绝此类事故的发生。每次开机必须确认控制区内无人员逗留；如果发生此类事故，操作人员必须马上停机，切断电源开关。其次对相关受照人员进行身体检查，确定对身体是否有损害，以便采取相应救护措施。

C、由于其他原因引起X射线意外事故。

当发生X射线意外事故，应立即关机断电，启动应急预案，同时估计事故剂量，据此判断是否实施医学监护，对可能受辐射损伤的人员立即采取救护措施。设备检测时，必须先切断电源，然后按规定程序对设备进行检测。要求探伤机操作人员遵守相关操作规程，严格细致的开展工作，杜绝事故的发生。

一旦发生事故导致人员受到异常照射的事故单位，必须立即按下紧急停机按钮，切断电源，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，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。根据辐射事故分级上报相应级别的生态环境部门和卫生行政部门。事故处理完成后，应查找事故原因，分清事故责任，避免该类事故再次发生。

为了杜绝上述辐射事故的发生，本项目要求建设方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，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

②凡涉及对X射线数字成像系统进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，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，铅房才能进行照射；

④必须制定 X 射线数字成像系统操作安全防护措施，X 射线数字成像系统工作运行前待人员全部撤离后才进行，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外照射；

⑤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。

⑥建设单位所有辐射工作人员应加强辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习，并通过相关考试，持证上岗。（学习网站为<http://fushe.mee.gov.cn/>）

2、辐射安全管理

（1）建设单位已成立了辐射防护领导小组（见附件3），负责全单位辐射防

护工作的监督、监测、检查、指导和管理；负责收集、整理、分析全单位辐射防护的有关资料，掌握辐射防护的发展趋势，及时制定并采取防护措施；督促各有关人员采取有效的防护措施，合理使用个人防护用品，遵守个人防护守则，使个人辐射剂量保持在最低水平，并对放射工作人员建立健康档案，负责辐射防护的培训、咨询及技术指导。

（2）建设单位应制定辐射事故预防措施及应急处理预案。根据中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第六章第四十三条规定：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位应急方案，做好应急准备”。

应急方案内容应包括：应急机构和职责分工，应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故信息公开、公众宣传方案。项目建设单位应按上述要求制定辐射事故预防措施及应急处理预案。

（3）项目建设单位已制定了辐射防护和安全管理、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。

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

建设单位已成立了辐射防护领导小组（见附件 3），其职责如下：①全面负责单位辐射安全管理工作；②认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合本单位实际制定安全规章制度并检查监督实施；③负责单位辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；④检查安全环保设施，开展环保监测，对单位使用的射线装置安全防护情况进行年度评估；⑤实施辐射工作人员的个人剂量检测并做好个人剂量的档案管理工作；⑥编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；⑦定期向生态环境主管部门报告安全工作，接受环保监督、监测部门检查指导。

二、辐射工作人员配置

本项目配备辐射工作人员 3 人（2 人操作，1 人管理）。一天工作时间 8 小时，年工作时间为 250 天。铅房周围不涉及其它辐射工作场所，不存在剂量叠加的问题。

(1)单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

(2)单位应当确保探伤操作时有 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。

(3)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。个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

(4)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。

辐射安全档案资料管理和规章管理制度

一、档案管理分类

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。档案资料可分以下包括以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“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”。

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。

二、须建立的主要规章制度

建设单位目前已制定了一系列辐射安全规章制度，制度清单分析及执行情况见表 12-1。

表12-1 项目单位辐射安全管理制度及执行情况

序号	需定制度名称	备注
1	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
3	辐射工作设备操作规程	需制定
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需制定
5	辐射工作人员岗位职责	需制定
6	射线装置台账管理制度	需制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定
8	监测仪表使用与校验管理制度	需制定
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	需制定
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定
11	辐射事故应急预案	需制定
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	需制定

环评要求：单位应认真组织学习《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。

在制定规章制度时，需注意以下几个问题：

（1）《辐射监测方案》中应包含：单位应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；单位定期（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。

(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,单位应组织调查,当事人应在调查报告上签字确认;检测数据超过个人剂量年度管理限值 5.0mSv 的,单位应组织调查,查明原因后采取防范措施,并报告发证机关,检测报告及有关调查报告应存档备查。

(3)《辐射工作人员培训制度》中应包括:定期参加辐射安全防护培训和复训。

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。

单位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,结合单位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。

辐射监测

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

一、工作场所监测

1、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;年度监测报告应作为《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。

2、日常自我监测:定期自行开展辐射监测(也可委托有资质的单位进行监测),制定各工作场所的定期监测制度,监测数据应存档备案,监测周期为 1 次/月。

二、个人剂量检测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测,每名辐射工作人员需佩戴个人剂量片,监测周期为 1 次/季。

(1)当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时,建设单位要对该辐射工作人员

进行干预,要进一步调查明确原因,并由当事人在情况调查报告上签字确认;当全年个人剂量超过 5mSv 时,建设单位需进行原因调查,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。检测报告及有关调查报告应存档备查。

(2) 个人剂量检测报告(连续四个季度)应当连同年度监测报告一起作为《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。

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016),辐射主要来自前方,剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置,一般左胸前。

(4) 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。公司应当将个人剂量档案保存终身。

三、公司自我监测

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。做好监测数据的审核,制定相应的报送程序,监测数据及报送情况存档备案。公司可以购买便携式辐射监测仪自行监测,也可以委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。

四、监测内容和要求

(1) 监测内容: x-γ 空气吸收剂量率。

(2) 监测布点及数据管理: 监测布点应参考环评提出的监测计划(表 12-2)或验收监测布点方案。监测数据应记录完善,并将数据实时汇总,建立好监测数据台账以便核查。

表12-2 工作场所监测计划建议

场所	监测项目	监测周期	监测点位
辐射工作场所	x-γ空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测,周期为 1 次/年;自行开展辐射监测,周期 1 次/月	铅房四周墙壁外
			铅房防护门门缝处
			铅房四周保护目标处

(3) 监测范围: 控制区和监督区域及周围环境。

(4) 监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度,并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对,建立监测仪器比对档案;也可到有资质的单位对监测仪器进行校核;

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法,其中自我监测可参照有资质的监测

机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

此外，建设单位需定期和不定期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。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

五、年度监测报告情况

公司应于每年 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》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《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。公司应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。公司必须在“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。延续、变更许可证，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。

辐射事故应急

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，放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。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。

（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。

环评要求：单位应当根据以上要求，同时结合本项目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，结合单位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

(1) 项目名称、性质、地点

项目名称：广汉考古整理基地铅房内使用 X 射线探伤项目

建设单位：四川省文物考古研究院

建设性质：新建

建设地点：四川省德阳市广汉市三星堆大道四川省文物考古研究院广汉考古整理基地文物标本库房（一）一层西北侧

(2) 建设内容与规模

本项目拟在四川省文物考古研究院广汉考古整理基地（下文简称：基地）文物标本库房（一）一层西北侧新建一间 X 射线探伤铅房，使用一台型号为 HD-CR 35 NDT 的 X 射线数字成像检测系统对文物进行检测。该系统包含一台型号为 MG452 的定向探伤机，最大管电压 450kV，最大管电流 10mA，年曝光时间约 360h，属于 II 类射线装置。单位只开展铅房内探伤，不涉及野外（室外）探伤，不存在铅房内同时使用 2 台或多台探伤机的情况。X 射线探伤机照射时主射束投向地面或南墙面。

铅房净空面积约 12.25m²（长 3.50m×宽 3.50m），文物进出门体尺寸（宽×高）为 1.95m×2.40m，门洞尺寸（宽×高）为 1.70m×2.20m；工作人员进出门体尺寸（宽×高）为 1.00m×2.40m，门洞尺寸（宽×高）为 0.80m×2.00m。

四面墙体与顶部从外到内防护层具体结构：西墙面采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+55mmPb+14#钢槽框架+5mm 外钢板；北墙面采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+14#钢槽框架+7mm 外钢板+25mmPb+浇筑 450mm 厚混凝土；南墙面（主射面）采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+35mmPb+14#钢槽框架+5mm 外钢板+在原有墙体基础上增加 500mm 厚混凝土；东墙面采用 4mm 装饰铝板+3mm 内钢板+14#钢槽框架+5mm 外钢板+浇筑 500mm 厚混凝土+20mmPb；顶部铺设 35mmPb+二层楼板 180mm 厚混凝土；地下为人员不可到达处，故不做铅防护；文物进出电动防护铅门及工作人员进出电动防护铅门均采用 55mmPb，铅门闭合

状态下与左、右屏蔽体搭接处分别重叠 150mm、100mm，与上、下屏蔽体搭接处各重叠 100mm。本项目采用数字成像系统，不产生废显定影液和废胶片。

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文物考古检测领域，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、本项目选址合理性分析

本项目所在的考古整理基地文物标本库房已取得批复，《广汉市环境保护局关于四川省文物考古研究院文物标本库房建设项目环境影响登记表的批复》文号为广环建[2014]18 号，整体项目选址合理性已得到原广汉市环境保护局的认可，本项目仅在其已许可的土建基础上新建铅房，不新增用地，且拟建设的铅房为专门的辐射工作场所，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周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

本项目所在区域的 γ 辐射空气吸收剂量率为，本项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 104.3~141.1nSv/h，在普通生活环境状态下，辐射环境权重因子按 1 进行考虑，则拟建场所内 X- γ 辐射剂量率背景值为 104.3~141.1 μ Gy/h，与生态环境部《2018 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率（2.4nGy/h~214.0nGy/h）处在同一水平，属于当地正常辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

1、施工期环境影响分析

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。

2、营运期环境影响分析

（1）电离环境影响

本项目职业人员最大受照射剂量为 3.10×10^{-1} mSv/a，满足 5mSv/a 的剂量约束限值；公众最大受照射剂量为 4.25×10^{-2} mSv/a，满足 0.1mSv/a 的剂量约束限值。

（2）大气环境影响

采用换气系统排入环境大气后，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（ $7.84 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3$ ）的要求，不会对环境空气造成明显影响。

（3）水环境影响

本项目为工作人员的生活污水约 $9 \text{m}^3/\text{a}$ ，经考古基地污水处理设施预处理后，排入市政管网。

（4）固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 $1 \text{kg}/\text{d}$ ，经考古基地内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

六、环保设施与保护目标

按照环评要求落实后，建设单位环保设施配置较全，总体效能良好，可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、事故风险与防范

建设单位按照环评要求修订或制订合理可行的辐射事故应急预案和安全规章制度，并认真贯彻实施，可减少和避免发生辐射事故与突发事件。

八、辐射安全管理的综合能力

按照环评要求落实后，对本项目辐射设备和场所而言，建设单位具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

坚持“三同时”原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

十、项目环保竣工验收检查内容

1、结合《辐射安全许可证》发放条件、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017年修订，环境保护部第31号令），将本项目采用的辐射安全防护措施列于表 13-1。

表 13-1 《辐射安全许可证》发放条件与本项目评价结果

序号	环境保护部第 3 号令要求	项目实际情况	评价结果
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。	按照要求成立辐射安全与环境保护管理领导小组。	按照要求设立后满足要求。
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	组织辐射工作人员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	人员通过考核后，满足要求
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	需配置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等	配置后满足要求
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。	需增加辐射工作人员需配备个人剂量计和便携式辐射监测仪	配备后满足要求
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	需制定《监测方案》和《辐射工作人员个人剂量管理制度》	制定后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	需制定《辐射事故应急预案》	完善后满足要求
7	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	/	/
8	使用射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有 1 名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作	需制定《放射治疗质量保证大纲和质量控制计划》，并由专业人员负责质量保证与质量控制检测工作	制定后满足要求

环评认为，建设单位完成上述内容后，具备《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于使用II类射线装置的许可条件。

环评要求：建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到四川省生态环境厅申请办理相关业务。

2、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十一条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建

设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

(3) 除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

3、根据生态环境部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）规定：

(1) 建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other>）。

(2) 项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

(3) 本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 本项目设计的固体废物污染环境防治设施必须经原审批环境影响保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

(5) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

③验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205>）中备案，同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 13-2 项目环保竣工验收检查一览表

类别	环保设施（措施）
场所设施	入口电离辐射警示标志 2 套
	入口机器工作状态显示 2 套
	隔室操作
	单开防护门 2 套
	控制台有防止非工作人员操作的锁定开关 1 套
	门机连锁系统 2 套

	铅房内及监督区监控设备 1 套
	通风系统 1 套
	铅房外紧急停机按钮 2 套
	控制台上紧急停机按钮 1 套
	出口处紧急开门按钮 2 套
	准备出束声光提示
监测设备	便携式辐射监测仪 1 台
	个人剂量计 3 套
	个人剂量报警仪 3 个
应急物资	灭火器材
管理制度	应急预案、辐射防护安全管理制度、监测计划、档案记录、个人剂量管理、操作人员培训等

要求

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核。公司应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训合格证，今后培训时间超过 4 年的辐射工作人员，需进行再培训，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。
- 3、将个人剂量信息和年度监测报告作为年度评估报告的内容。
- 4、每年要对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，评估结果报送省生态环境厅和当地生态环境主管部门，安全和防护状况年度评估报告要按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。
- 5、定期检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。
- 6、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 7、单位在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），完善相关信息。延续、变更许可证，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。