

广汉考古整理基地  
铅房内使用 X 射线探伤项目  
竣工环境保护验收监测报告表

四川省文物考古研究院

2022年12月



单位法人代表：唐亮 (签章)

项目负责人：王冲

填表人：李思凡

建设单位：四川省文物考古研究院 (盖章)

联系人：邓玲

电子邮箱：2277629042@qq.com

邮编：610041

地址：成都市人民南路四段5号



## 目 录

表一 项目概况 .....	1
表二 项目建设内容、源项情况、工程设备与工艺分析 .....	4
表三 辐射安全与防护设（措）施 .....	17
表四 环评报告表及批复落实情况 .....	25
表五 验收监测质量保证和质量控制 .....	29
表六 验收监测内容 .....	31
表七 验收监测 .....	33
表八 验收监测结论与建议 .....	35

**附表:**

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

**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 本项目总平面布置图及两区划分示意图;

附图 4 本项目曝光室平面布置图。

**附件:**

附件 1 环评批复文件;

附件 2 辐射安全许可证;

附件 3 验收监测报告;

附件 4 辐射安全管理规章制度;

附件 5 验收组意见及名单。

表一 项目基本情况

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				
建设单位名称	四川省文物考古研究院				
建设项目性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/>				
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				
源项	放射源 (类别)	非密封放射性物质 (场所等级)	射线装置 (类别)	退役项目	
	/	/	使用 II 类	/	
建设项目 环评批复时间	2020.6.16	开工建设时间	2020.11.24		
取得辐射安全 许可证时间	2022.11.7	项目投入调试 (运行)时间	2022.11.10		
退役污染治理 完成时间 (退役项目)	/	验收现场监测时间	2022.11.17		
环评报告表 审批部门	四川省生态环境厅	环评报告表 编制单位	四川省中栎环保科技 有限公司		
辐射安全与防 护设施 设计单位	江苏奥斯威无损检 测设备有限公司	辐射安全与防护设 施施工单位	江苏奥斯威无损检测设 备有限公司		
投资总概算	355.8 万元	辐射安全与防护设 施投资总概算	118.8 万元	比例	33.4%
实际总概算	355.8 万元	辐射安全与防护设 施实际总概算	128.5 万元	比例	36.1%
验收依据	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订）（中华人民共和国主席令第九号，2015 年 1 月 1 日）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起实施）；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 682 号，2017 年 7 月 16 日修订，2017 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(4) 《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（根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决</p>				

<p>验收依据</p>	<p>定》第二次修订)；</p> <p>(5) 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>(6) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》(原环境保护部公告，2018年第9号公告)；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(中华人民共和国环境保护部令第31号，2021年1月4日修订)；</p> <p>(8) 《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)；</p> <p>(9) 《环境X-γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(10) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(11) 《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)；</p> <p>(12) 《四川省文物考古研究院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》(2020年5月)；</p> <p>(13) 四川省生态环境厅关于《四川省文物考古研究院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的批复》(川环审批[2020]71号)。</p>																
	<p>1、验收执行标准</p> <p>根据《四川省文物考古研究院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》中确定的执行标准，结合最新的法律法规的要求，确定本次验收执行标准。环评和验收执行标准变化见下表1-1：</p> <p style="text-align: center;"><b>表 1-1 环评执行标准与验收执行标准一览表</b></p> <table border="1" data-bbox="443 1601 1372 2020"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>环评执行标准</th> <th>验收执行标准</th> <th>是否一致</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准；</td> <td>《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准；</td> <td>是</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准；</td> <td>《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准</td> <td>是</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准；</td> <td>《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准；</td> <td>是</td> </tr> </tbody> </table>	序号	环评执行标准	验收执行标准	是否一致	1	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准；	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准；	是	2	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准；	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准	是	3	《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准；	《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准；	是
序号	环评执行标准	验收执行标准	是否一致														
1	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准；	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准；	是														
2	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准；	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准	是														
3	《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准；	《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准；	是														

验收监测执行标准、标号、级别、限值	4	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级标准;	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级标准;	是
	5	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准;	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准;	是
	6	噪声执行 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。	噪声执行 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。	是
	7	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)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及原环保部公告【2013】第36号修改单。	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)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及原环保部公告【2013】第36号修改单。	是
	8	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值和环评确定的职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ , 公众 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 的剂量约束值; 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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值和环评确定的职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ , 公众 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 的剂量约束值; 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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。	是
<p>由表 1-1 可知, 本次验收执行标准与环评执行标准和验收执行标准一致, 无变化。</p> <p>2、“三同时”执行要求</p> <p>根据《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第九号, 2015年1月1日), 环保设施要与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。</p>				

## 表二 项目建设内容、源项情况、工程设备与工艺分析

### 2.1 建设单位情况

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。

### 2.2 项目由来

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 射线探伤曝光室并在内开展 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。本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片，只开展曝光室室内探伤，不涉及野外（室外）探伤。

### 2.3 项目地理位置、外环境及平面布置

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三星堆镇府花园；基地西侧为空地；基地北侧紧邻消防通道、约 25m 为足球场（为考古研究院用地）。

本项目地理位置图见附图 1；本项目外环境关系见附图 2。

本项目曝光室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；曝光室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。曝光室 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。

通过对本项目外环境分析可知，曝光室布置相对独立，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，曝光室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。本项目总平面布置图及两区划分示意图见附图 3、本项目曝光室平面布置图见附图 4。

**经验收现场核实，本项目外环境、项目总平面布置、曝光室所在的位置均与环评一致。**

#### **2.4 验收建设内容**

四川省文物考古研究院已在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)一层西北侧新建一座 X 射线探伤曝光室。其中，曝光室室内面积约 12.25m<sup>2</sup>，西墙面采用 5mm 外钢板+14#钢槽框架+55mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；北墙面浇筑 450mm 厚混凝土+7mm 外钢板+14#钢槽框架+25mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；南墙面（主射面）在原有墙体基础上增加 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+35mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；东墙面浇筑 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+20mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；顶部采用 5mm 外钢板+16#钢槽框架+35mm 铅层+5mm 内钢板+4mm 装饰铝板+180mm 厚混凝土；文物进出门及人员进出门均为 55mm 铅当量铅钢防护门。曝光室北侧为控制室。

曝光室内已安装使用 1 套 HD-CR 35 NDT 型 X 射线数字成像检测系统对文物进行检测，该系统包含 1 台 MG452 型定向 X 射线探伤机，最大管电压为 450kV，最大管电流为 10mA，年曝光时间约 360h，属于 II 类射线装置。

**经验收现场核实，本次验收内容与环评建设内容一致。**

#### **2.5 项目组成及主要环境问题**

项目主要建设内容、规模及可能产生的环境问题见表 2-1。

表 2-1 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	运营期	
主体工程	占地面积	曝光室净空面积约 12.25m <sup>2</sup> (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	
	曝光室结构	曝光室室内面积约 12.25m <sup>2</sup> ，西墙面采用 5mm 外钢板+14#钢槽框架+55mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；北墙面浇筑 450mm 厚混凝土+7mm 外钢板+14#钢槽框架+25mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；南墙面（主射面）在原有墙体基础上增加 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+35mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；东墙面浇筑 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+20mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；顶部采用 5mm 外钢板+16#钢槽框架+35mm 铅层+5mm 内钢板+4mm 装饰铝板+180mm 厚混凝土；文物进出门及人员进出门均为 55mm 铅当量铅钢防护门。			
	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	探伤机放置在曝光室内使用，不涉及室外（野外）探伤			/
	曝光时间	360 h/a			/
环保工程	依托基地内已建办公设施、污水预处理设备设施、固体废物收运设施等		生活垃圾、生活污水、固体废物、噪声	/	
办公及生活设施	利用考古整理基地其他办公及生活设施		生活垃圾、生活污水、固体废物、噪声	/	
<p>经验收现场核实，本项目在曝光室的主体工程、环保工程及办公生活设施，主要产生的环境问题均与环评一致。</p> <p><b>2.6 本项目依托情况</b></p> <p>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。</p> <p>本项目依托的主要环保设施有：</p> <p>（1）运营期产生的生活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。</p> <p>（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</p>					

清运。

## 2.7 主要设备配置及主要技术参数

本项目涉及射线装置的情况见表 2-2。

表 2-2 本项目射线装置情况一览表

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	曝光时间(min/次)	备注
MG452	450	10	定向	依科视朗	曝光室	≤40°	50	5	已购

经验收现场核实，本项目使用的探伤机设备型号、生产厂家、主要参数、投射类型、使用场所、辐射角度、曝光时间等均与环评一致。

## 2.8 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 2-3。

表 2-3 主要原辅材料及能耗情况表

	类别	名称	年耗量(单位)	来源
能源	煤(T)	—	—	—
	电(度)	探伤用电	2400 度	市政电网
	气(Nm <sup>3</sup> )	—	—	—
水量	地表水	—	9m <sup>3</sup>	市政水网
	地下水	—	—	—

## 2.9 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。

我单位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。新增人员我单位承诺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。

## 2.10 环评项目建设与实际建设内容的差异

我单位经过仔细研读本项目环境影响评价报告表和环评批复，根据环评报告和批复的要求，仔细对项目现场进行了核对，对项目环评和批复情况与实际建设内容进行了比对，项目环评建设与实际建设内容的差异见表 2-4。

表 2-4 项目环评建设与实际建设内容比对一览表

名称	环评建设内容及规模		实际建设内容及规模	是否一致
主体工程	占地面积	曝光室净空面积约 12.25m <sup>2</sup> (长 3.5m×宽 3.5m)	已建成曝光室净空面积约 12.25m <sup>2</sup> (长 3.5m×宽 3.5m)	是
	曝光室结构	曝光室西墙面采用 5mm 外钢板+14#钢槽框架+55mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；北墙面浇筑 450mm 厚混凝土+7mm 外钢板+14#钢槽框架+25mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；南墙面（主射面）在原有墙体基础上增加 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+35mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；东墙面浇筑 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+20mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；顶部采用 5mm 外钢板+16#钢槽框架+35mm 铅层+5mm 内钢板+4mm 装饰铝板+180mm 厚混凝土；文物进出门及人员进出门均为 55mm 铅当量铅钢防护门。	已建成曝光室西墙面采用 5mm 外钢板+14#钢槽框架+55mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；北墙面浇筑 450mm 厚混凝土+7mm 外钢板+14#钢槽框架+25mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；南墙面（主射面）在原有墙体基础上增加 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+35mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；东墙面浇筑 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+20mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；顶部采用 5mm 外钢板+16#钢槽框架+35mm 铅层+5mm 内钢板+4mm 装饰铝板+180mm 厚混凝土；文物进出门及人员进出门均为 55mm 铅当量铅钢防护门。	
	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	曝光室已使用型号为 MG452 的 1 台定向 X 射线探伤机，最大管电压为 450kV，最大管电流为 10mA	
	探伤地点	探伤机放置在曝光室内使用，不涉及室外（野外）探伤	探伤机放置在曝光室内使用，不涉及室外（野外）探伤	
	曝光时间	定向 X 射线探伤机年曝光时间 360 h/a	定向 X 射线探伤机年曝光时间 360 h/a	
环保工程	依托基地内已建办公设施、污水预处理设备设施、固体废物收运设施等		依托基地内已建办公设施、污水预处理设备设施、固体废物收运设施等	是
办公及生活设施	利用考古整理基地其他办公及生活设施		利用考古整理基地其他办公及生活设施	是

由表 2-4 可知，本项目主体工程、环保工程、办公及生活设施等均与环评中一致，因此本项目建设无重大变更。

## 2.11 环保投资落实情况

本项目环评阶段预算总投资 355.8 万元，实际总投资 355.8 万元，实际环保投资 128.5 万元，实际环保投资占实际总投资的 36.1%，项目环评环保投资与实际投资情况见表 2-5。

表 2-5 辐射安全防护和环保设施(措施)投资落实一览表

项目	环保设施（措施）及数量	环评阶段投资金额（万元）	实际投资金额（万元）	
考古基地曝光室内使用 X 射线探伤项目	独立曝光室整体制作	110.3	120.0	
	实时监控显示系统 4 支			
	准备出束声光提示 2 个			
	LED 语音警示屏 3 套			
	门机联锁 2 套			
	入口处电离辐射警示标志 2 套			
	入口处机器工作状态指示灯 2 套			
	出口处紧急开门按钮 2 个			
	曝光室内紧急停机按钮 4 个			
	操作台上紧急停机按钮 1 个			
	废气处理	排风系统 1 套		
	监测仪器及警示装置	便携式辐射监测仪 1 台	0.5	0.5
		个人剂量计 3 套	1.0	1.0
		个人剂量报警仪 3 个	2.0	2.0
	人员培训	应急培训	1.0	1.0
应急及救助的资金、物资准备		3.0	3.0	
辐射监测	射线装置年度监测	1.0	1.0	
合计		118.8	128.5	

由表 2-5 可知，本项目环评要求的环保投资均已落实到位，实际环保投资金额存在微小变化，本项目环保（设施）措施无重大变更。

## 2.12 环保设施（措施）落实情况

根据验收现场检查，环评报告表和批复提出的环保设施及措施已经落实到位，具体情况见下图：

图 2-1 验收现场照片节选





规章制度上墙



曝光室通排风系统



控制台上锁定开关



控制室摄像头



便携式 X- $\gamma$ 辐射监测仪



个人剂量报警仪



门灯联锁指示灯



灭火器材

## 2.13 本项目保护目标变化情况

### (1) 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2006)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曝光室边界外50m以内的区域。

### (2) 环境保护目标

根据本项目周围的外环境关系、曝光室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曝光室附近的其他岗位工作人员等。保护目标情况详见表 2-6。

表 2-6 本项目主要环境保护目标

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/年)
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

由表 2-6 可知,本项目环评阶段调查确定的主要保护目标与验收调查阶段的环境保护目标一致,无重大变更。

## 2.14 工程设备和工艺分析

### 2.14.1 施工期工艺分析

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:



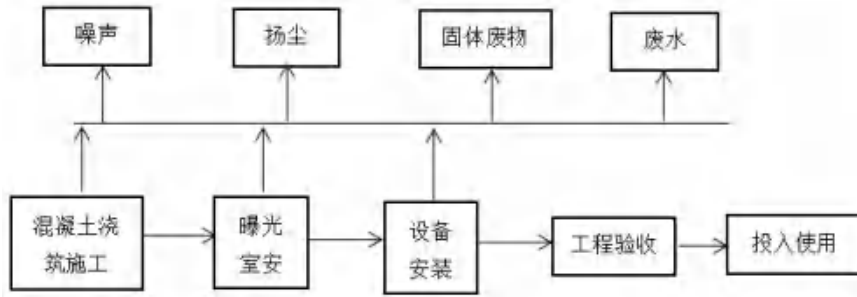


图2-2 施工期工艺流程及产污环节图

经验收现场核实，本项目已建设完成，现场无施工期遗留的环境问题。

### 2.14.2 营运期工艺分析

#### 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 2-3。

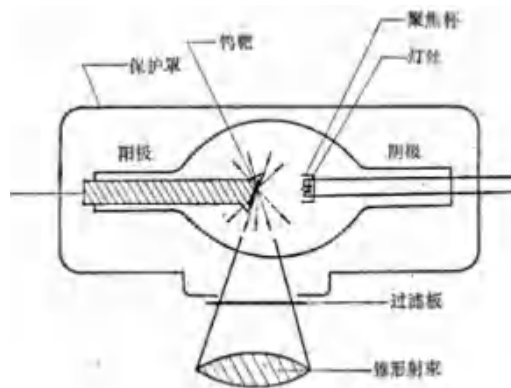


图 2-3 X 射线探伤机工作原理示意图

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  $\gamma$  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。

### **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 $\mu\text{m}$  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 $\mu\text{m}$  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、工艺流程

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 2-4）。



图 2-4 X 射线探伤数字成像系统工艺流程及产污位置图

由图 2-3 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

本项目在曝光室内使用 1 台型号为 MG452 的定向 X 射线探伤机实施探伤作业，用来检测出土文物（直径为 100mm-1000mm），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。曝光室空间尺寸为 3.5m×3.5m×2.5m，年最大曝光时间为 360h。文物进出方式为手动方式直接输送，曝光室内尺寸能满足文物探伤要求，故单位只开展曝光室内的探伤，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或南墙面。

## 2.15 运营期污染源项描述

### 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 9m<sup>3</sup>/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

本项目运营期不使用胶片，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。

### 表三 辐射安全与防护设（措）施

#### 3.1 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。

将曝光室实体区域划为控制区，将曝光室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 3-1。

表 3-1 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	曝光室实体区域内划为控制区。	曝光室文物进出门口前 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：

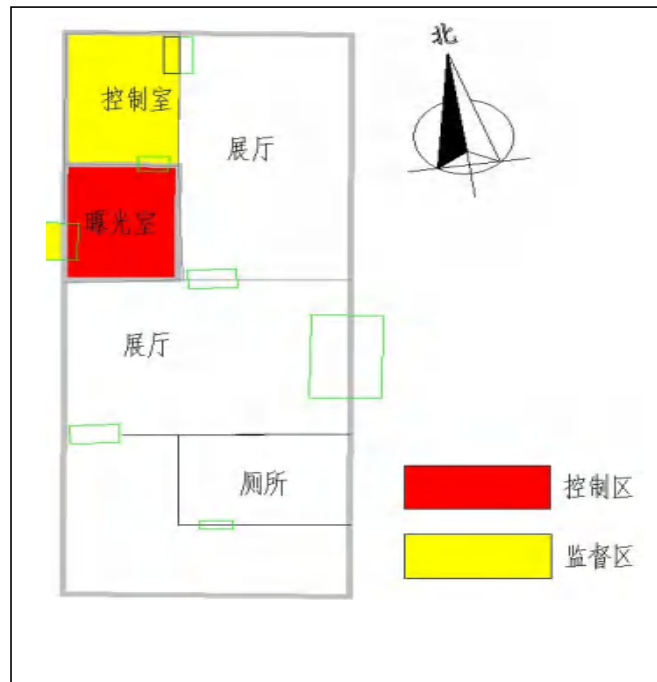


图 3-1 本项目两区划分示意图

### 3.2 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 3-2 曝光室实体防护设施表

曝光室墙体	文物 进出大门	工作人员 进出门	通风口	通风系统
西墙面 55mmPb; 北墙面 25mmPb+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	厚度为 55mmPb	曝光室内靠近曝光室顶部西北侧设置一个"L"型排风洞口	直径 300mm×450 mm 的排气 管道, 风机为 轴流风机

通排风系统：本项目在曝光室顶部西北侧设置一个"L"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，便于抽排曝光室内的臭氧，臭氧通过大楼总排风系统自楼顶排出。本项目轴流风机换气量为 1320m<sup>3</sup>/h，噪声源强小于 60dB (A)。由换气设施分析，该曝光室换气系统符合辐射防护要求。

#### (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

曝光室门与探伤机实现门机联锁、与工作状态指示灯实现门灯联锁，曝光室文物进出大门及工作人员入口处应分别设置有中文标识的电离辐射警示标志和工作状态指示灯，并在曝光室外安装紧急止动装置和监控装置等，避免工作人员和公众受到误照射。

①门机联锁：曝光室防护门与 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）：曝光室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：本项目在曝光室内墙及操作台上易于接触的地方共设置 5 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：曝光室内上方四角各安装 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：曝光室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 3-2 所示。

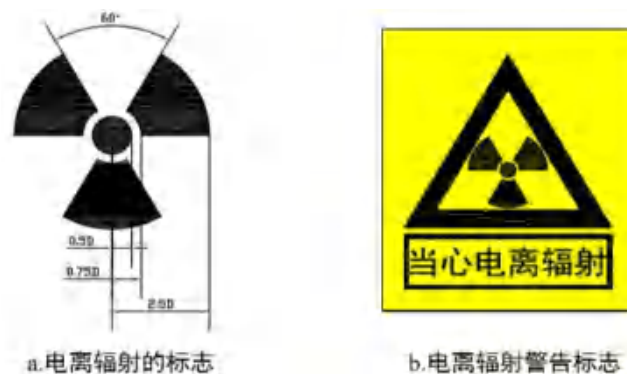


图 3-2 电离辐射警告标志

### 3.3 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》（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》，《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，本项目的设施、措施对照一览表，见表 3-3。

表 3-3 本项目辐射安全防护设施对照一览表

项目	具体要求	本次验收实际情况
场所设施	入口电离辐射警示标志 2 套	已配备
	入口机器工作状态显示 2 套	已配备
	单开防护门 2 套	已配备
	门机连锁系统 2 套	已配备
	曝光室内及监督区监控设备 4 支	已配备
	通风系统 1 套	已配备
	曝光室内紧急停机按钮 4 个	已配备
	操作台上紧急停机按钮 1 个	已配备
	出口处紧急开门按钮 2 个	已配备
	LED 语音警示屏 3 套	已配备



	准备出束声光提示 2 个	已配备
监测设备	便携式辐射监测仪 1 台	已配备
	个人剂量报警仪 3 个	已配备
	个人剂量计 3 套	已配备

根据验收现场踏勘，由上表可知本项目严格按照相关法律法规的要求，已具备辐射防护措施（设施），合理可行。

### 3.4 辐射防护与安全管理机构设置

我单位已成立了辐射防护领导小组，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。

### 3.5 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。曝光室周围不涉及其它辐射工作场所，不存在剂量叠加的问题。

(1)我单位承诺会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)我单位会确保探伤操作时有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员配备了 2 套个人剂量计。

(3)我单位承诺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)辐射工作人员已熟悉专业技术，使之能胜任探伤实践，而且也对安全防护与相关法规知识作了相应了解，实际操作中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。

### 3.4 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。辐射防护监测包括个人剂量监测和工作场所的辐射水平监测。

#### 一、工作场所监测

1、年度监测：已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：我单位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、自我监测

我单位定期（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。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。

#### 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 3-4）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 3-4 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	曝光室四周墙壁外
			曝光室防护门门缝处
			曝光室四周保护目标处

(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，我单位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。

#### 3.5 辐射安全管理规章制度

我单位已经按照环评报告表和《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）的要求修订完善了规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置，具体见表 3-6。

表 3-6 辐射安全管理制度及执行情况

序号	四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）要求的主要规章制度	落实情况	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	已落实	/
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	已落实	已上墙
3	辐射工作设备操作规程	已落实	已上墙

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

我单位承诺根据规章制度内容认真组织实施，并且会根据国家发布最新的法规内容，结合我单位实际情况及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

## 表四 环评报告表及批复落实情况

### 4.1 环境影响报告表评价结论及落实情况

#### 4.1.1 环境影响报告表评价结论：

《四川省文物考古研究院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》中项目环保可行性结论如下：

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。

#### 4.1.2 环评报告表中环境保护措施落实情况

《四川省文物考古研究院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》中提出的环保措施采取的环境保护措施落实情况见表 4-1：

表 4-1 环评报告表中环境保护措施落实情况一览表

建设项目	主要环保措施	实际执行情况	是否落实
考古基地 曝光室内 使用 X 射 线探伤项 目	入口电离辐射警示标志 2 套	已张贴入口电离辐射警示标志	已落实
	入口机器工作状态显示 2 套	已安装入口机器工作状态显示 2 套	已落实
	隔室操作	已建成控制室	已落实
	单开防护门 2 套	已配备单开防护门 2 套	已落实
	控制台有防止非工作人员操作的锁定开关 1 套	已安装锁定开关 1 套	已落实
	门机连锁系统 2 套	已安装门机连锁系统 2 套	已落实
	曝光室内及监督区监控设备 1 套	已安装曝光室内及监督区监控设备 1 套	已落实
	通风系统 1 套	已安装通风系统 1 套	已落实
	曝光室外紧急停机按钮 2 套	已安装曝光室外紧急停机按钮 2 套	已落实
	控制台上紧急停机按钮 1 套	已安装控制台上紧急停机按钮 1 套	已落实
	出口处紧急开门按钮 2 套	已安装出口处紧急开门按钮 2 套	已落实
	LED 语音警示屏 3 套	已安装 LED 语音警示屏 3 套	已落实
准备出束声光提示 2 个	已安装准备出束声光提示 2 个	已落实	
	便携式辐射监测仪 1 台	已购买便携式辐射监测仪 1 台	已落实

监测设备其他	个人剂量计 3 套	已配置个人剂量计 3 套	已落实
	个人剂量报警仪 3 个	已配置个人剂量报警仪 3 个	已落实
	灭火器材 1 套	已配备灭火器材	已落实

由表 4-1 可知，环评报告表中提出的各环保措施均已经按照要求落实到位。

## 4.2 环境影响报告表批复及落实情况

### 4.2.1 环境影响评价报告表批复结论

川环审批[2020]71 号文批复：“该项目系核技术在文物考古检测领域内的具体应用，符合国家产业政策，建设理由正当。该项目严格按照报告表中所列建设项目的性质、规模、工艺、地点和拟采取的环境保护措施建设和运行，X 射线装置产生的电离辐射及其他污染物排放可以满足国家相关标准的要求，职业工作人员和公众照射剂量满足报告表提出的管理限值要求。因此，我厅同意报告表结论。你单位应全面落实报告表提出的各项环境保护对策措施和本批复要求。”

### 4.2.2 项目建设中环评批复要求落实情况

表 4-2 建设中环评批复要求落实情况一览表

建设中环评批复要求	建设中环评批复要求执行情况
严格按照报告表中的内容、地点进行建设，未经批准，不得擅自更改项目建设内容及规模。该项目若存在建设内容、地点、产污情况与报告表不符，必须立即向生态环境主管部门报告。	我单位已严格按照报告表中的内容、地点进行了建设，建设内容及规模跟报告表中一致，目前已建设完成。
项目建设过程中，必须认真落实报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，落实环保措施及投资，确保环保设施与主体工程同步建设，曝光铅房的屏蔽能力满足防护要求，各项辐射防护与安全连锁措施满足相关规定。	项目建设过程中，我单位认真落实了报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，并落实了环保措施及投资，环保设施与主体工程同步建设，经验收监测曝光铅房的屏蔽能力满足防护要求，各项辐射防护与安全连锁措施满足相关规定。
落实项目施工期各项环境保护措施，做好 X 射线装置在安装调试阶段的辐射安全与防护。合理安排施工时间、控制施工噪声，确保噪声不扰民；施工弃渣及时清运到指定场地堆存，严禁随意倾倒。	我单位已落实项目施工期的各项环境保护措施，做好了 X 射线装置在安装调试阶段的辐射安全与防护。施工期已合理安排施工时间、控制了施工噪声，确保了噪声不扰民；施工弃渣及时清运到指定场地堆存，无随意倾倒现象。
应建立和健全单位核与辐射安全管理各项规章制度，明确管理组织机构和责任人，制订有针对性和可操作性的辐射事故应急预案。	我单位已建立了核与辐射安全管理各项规章制度及辐射事故应急预案，已明确管理组织机构和责任人，已制订了有针对性和可操作性的辐射事故应急预案。

应配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品,并制定辐射工作场所的监测计划。	我单位已配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品,并制定了辐射工作场所的监测计划。
辐射从业人员应当按照有关要求,登录国家核技术利用辐射安全与防护培训平台( <a href="http://fushe.mee.gov.cn">http://fushe.mee.gov.cn</a> ),参加并通过辐射安全与防护考核。	我单位辐射从业人员已按照有关要求,登录了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台( <a href="http://fushe.mee.gov.cn">http://fushe.mee.gov.cn</a> ),并通过了辐射安全与防护的考核,均持证上岗。

由表 4-2 可知,环评报告表批复中提出的建设中的各项要求,我单位均已落实,无遗留问题。

#### 4.2.3 项目运行中环评批复要求落实情况

表 4-3 运行中环评批复要求落实情况一览表

运行中环评批复要求	运行中环评批复要求执行情况
项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。公司各辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制在 5mSv/年以内。公众个人剂量约束值为 0.1mSv/年。	我单位已按环评要求对辐射场所进行建设,各项辐射环境安全防护及污染防治措施到位,监测结果显示屏蔽体对射线防护效果良好,我单位承诺项目运行中各辐射工作人员的个人剂量约束值严格控制在 5mSv/年。公众个人剂量约束值控制在 0.1mSv/年。
加强辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护,定期检查 X 射线探伤室的各项安全联锁和辐射防护措施,确保实时有效,防止运行故障发生。严格对辐射工作场所实行合理的分区管理,杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。	我单位已加强对辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护,会定期检查 X 射线探伤室的各项安全联锁和辐射防护措施,确保实时有效,防止运行故障发生。并严格按照报告表的要求,对辐射工作场所进行了两区划分,并设置了电离辐射警示标识标,杜绝射线泄露、公众及工作人员被误照射等事故的发生。
按照制定的辐射环境监测计划,定期开展自我监测,并记录备查。辐射环境年度监测报告应由有相应资质的单位出具。	我单位已制定了辐射环境监测计划,承诺按照监测计划开展自我监测,并记录备查,每年将委托有资质的单位至少开展一次辐射环境监测,将监测结果纳入年度自查评估报告中。
依法对辐射工作人员进行个人剂量监测,建立辐射工作人员的个人剂量档案。个人剂量监测结果超过 1.25mSv/季的应核实,必要时采取适当措施,确保个人剂量安全;发现个人剂量监测结果异常(>5mSv/年)应当立即组织调查并采取措施,有关情况及时报告我厅。	我单位已为每一名辐射工作人员配备了个人剂量计,定期送有资质的单位进行检测,已建立个人剂量档案,承诺发现个人剂量检测结果异常,立即核实和调查,由当事人签字确认,并将有关情况及时报告四川省生态环境厅。
应按有关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告,并于次年 1 月 31 日前经由“全国核技术利用辐射安全申报系统”上报我厅。	我单位承诺,严格按照管理办法要求编制年度评估报告,并每年在 1 月 31 日前在“全国核技术利用辐射安全申报系统”进行申报。

<p>做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息有效完整。</p>	<p>我单位承诺，做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息有效完整。</p>
<p>你单位对 X 射线 CT 机实施报废处置时，应当将其拆解和去功能化。</p>	<p>我单位承诺严格按照《四川省辐射污染防治条例》有关规定，对射线装置实施报废处置时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，过程将摄像、拍照记录并存档。</p>

由表 4-3 可知，环评报告表批复中提出的运行中的各项要求，我单位均已落实。



## 表五 质量保证和质量控制

### 5.1 监测分析方法

监测项目的监测方法及方法来源见表 5-1。

表 5-1 监测方法及方法来源

项目	监测方法	方法来源	监测对象
环境 X-γ辐射剂量率	《环境 X-γ辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021	1 台 X 射线数字成像检测系统的工作场所及周围环境
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021	

### 5.2 监测仪器

本次测量所用的仪器性能参数符合国家标准方法的要求，有有效的国家计量部门检定/校准的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法。本次验收监测所使用的仪器情况见表 5-2。

表 5-2 监测所使用的仪器情况

监测项目	监测设备		
	仪器型号/编号	仪器参数	检定/校准情况
环境 X-γ辐射空气吸收剂量率	AT1123 型 X-γ剂量率仪 编号：YKJC/YQ-36	测量范围 50nSv/h~10Sv/h 15keV~10MeV 响应时间：≥30ms	检定/校准单位： 中国计量科学研究院 检定/校准有效期： 2022.03.09~2023.03.08

### 5.3 质量保证

本项目验收监测委托于四川省永坤环境监测有限公司，该公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数符合国家标准方法的要求，有有效的国家计量部门的检定/校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

#### 5.3.1 计量认证

从事监测的单位四川省永坤环境监测有限公司于 2018 年 1 月通过了四川省质量技术监督局的计量认证，证书编号为：182312050067，有效期至 2024 年 1 月 28 日。

### **5.3.2 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/校准。

### **5.3.3 记录与报告**

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

## 表六 验收监测内容

### 6.1 监测内容及监测频次

表 6-1 监测内容及监测频次

监测内容	环境 X-γ辐射剂量率 (μSv/h)
监测频次	每个监测点在 X 射线探伤机曝光情况下四周监测了 15 个数据, 同时监测了 15 个数据的本底值

### 6.2 监测时间及环境条件

表 6-2 监测时间及环境条件

验收监测时间	2022 年 11 月 17 日
环境条件	天气: 晴、 温度: 16°C 、 湿度: 64%RH

### 6.3 监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时, 污染因子主要为探伤工作时产生的 X 射线, 由此确定本项目监测因子为 X-γ辐射剂量率。根据现场验收情况, X-γ辐射剂量率监测点位主要包括曝光室防护铅门表面门缝、检修口、曝光室四周、曝光室二层、消防通道、仓库一门口及操作室等。监测点位均为距离探伤机最近的区域, 根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律, 以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况, 点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下:

附图 2: MG452 型定向 X 射线探伤机监测设备监测布点示意图。

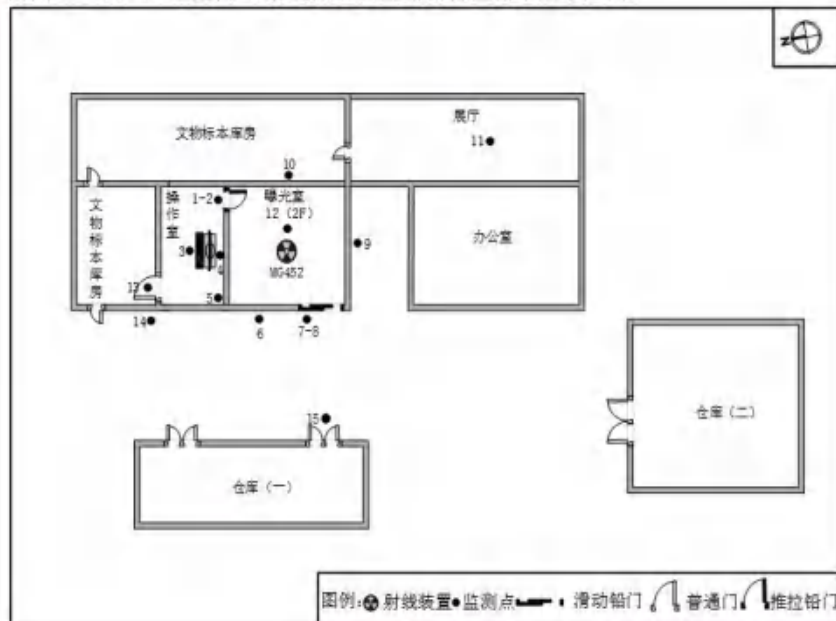


图 6-1 探伤室现场验收监测布点示意图

#### 6.4 监测点位合理性分析

根据《四川省文物考古研究院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》中辐射工作场所监测内容，结合我司实际使用情况，我公司只开展探伤室内的探伤，不涉及室外探伤和野外探伤。监测点位为：曝光室防护铅门表面门缝、检修口、曝光室四周、曝光室二层、消防通道、仓库一门口及操作室等。本项目共布置 15 个监测点位，合理性分析见下表 6-3。

表 6-3 监测点位合理性分析

点位	监测点位描述	环评要求监测范围	合理性分析
1	操作人员进出铅门表面	监督区人员进出铅门表面及缝隙处	监测点位涵盖了曝光室防护铅门、监督区域及曝光室周围环境的 X-γ 辐射剂量率
2	操作人员进出铅门缝隙		
3	操作位	监督区人员操作位	
4	曝光室北侧墙体	监督区北侧墙体距离曝光室最近处	
5	检修口	检修口距离曝光室最近处	
6	曝光室西侧墙体	曝光室西侧墙体距离曝光室最近处	
7	文物进出铅门表面	控制区工件进出铅门表面及缝隙处	
8	文物进出铅门缝隙		
9	曝光室南侧墙体	曝光室南侧墙体距离曝光室最近处	
10	曝光室东侧墙体	曝光室东侧墙体距离曝光室最近处 (标本库房)	
11	展厅	展厅距离曝光室最近处	
12	曝光室二层	控制区正上方距离曝光室最近处	
13	控制室北侧门	监督区操作室北侧门距离曝光室最近处	
14	消防通道	消防通道距离曝光室最近处	
15	仓库一门口	仓库（一）距曝光室最近处	

由表 6-3 可知，本项目验收监测布点涵盖了环评监测范围，且各监测点位能够体现出代表性，故本次监测布点合理。

## 表七 验收监测

### 7.1 监测工况

本项目的各项辐射防护措施均已按要求落实到位，工作条件达到设计预期要求，符合竣工环境保护验收监测的条件。

本项目在探伤室内使用 1 套 HD-CR 35 NDT 型 X 射线数字成像检测系统对文物进行检测，该系统包含 1 台 MG452 型定向 X 射线探伤机，最大管电压为 450kV，最大管电流为 10mA，年曝光时间约 360h，属于 II 类射线装置。探伤机放置在曝光室内使用，不涉及室外（野外）探伤。我司为验证探伤机的辐射防护屏蔽效果，邀请了第三方辐射环境监测单位，对辐射工作场所进行了监测，监测条件为常用最大管电压和最大管电流，监测工况见表 7-1：

表 7-1 本项目射线装置监测工况一览表

序号	装置名称	型号	类别	数量	场所	设备参数	监测参数
1	定向 X 射线数字成像检测系统	MG452	II	1	曝光室	450kV; 10mA	350kV; 5mA

### 7.2 验收监测结果：

本项目对探伤机进行监测，监测单位技术人员在探伤机常用最大工况下，对工件进行曝光条件下进行监测，验收监测报告见附件 3，监测数据见下表 7-2：

表 7-2 环境 X-γ辐射剂量率监测结果

点位	监测位置	X-γ辐射剂量率（单位：μSv/h）				备注
		未曝光时		开机曝光时		
		测量值	标准差	测量值	标准差	
1	操作人员进出铅门表面	0.084	0.002	0.099	0.004	无
2	操作人员进出铅门缝隙	0.086	0.003	0.65	0.021	
3	操作位	0.086	0.003	0.088	0.003	
4	曝光室北侧墙体	0.085	0.004	0.086	0.003	
5	检修口	0.089	0.003	0.110	0.002	
6	曝光室西侧墙体	0.084	0.002	0.089	0.003	
7	文物进出铅门表面	0.085	0.003	0.108	0.002	

8	文物进出铅门缝隙	0.086	0.002	0.37	0.016	无
9	曝光室南侧墙体	0.086	0.003	0.088	0.003	
10	曝光室东侧墙体	0.092	0.003	0.095	0.003	
11	展厅	0.093	0.003	0.093	0.002	
12	曝光室二层	0.095	0.002	0.123	0.004	
13	控制室北侧门	0.087	0.003	0.091	0.003	
14	消防通道	0.086	0.003	0.087	0.002	
15	仓库一门口	0.082	0.003	0.084	0.002	

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

由表 7-1、7-2 可知，本次验收监测中，广汉考古整理基地铅房内使用 X 射线探伤的射线装置曝光时，工作人员区域的环境 X- $\gamma$  辐射剂量率范围为 0.086~0.65  $\mu$  Sv/h，其他公众区域的环境 X- $\gamma$  辐射剂量率为 0.084~0.37  $\mu$  Sv/h。射线装置未曝光时，工作人员区域的环境 X- $\gamma$  辐射剂量率范围为 0.084~0.089  $\mu$  Sv/h，其他公众区域的环境 X- $\gamma$  辐射剂量率范围为 0.082~0.095  $\mu$  Sv/h。满足《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 2.5 $\mu$ Gy/h。

根据《四川省文物考古研究院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》中的内容及结合我司实际使用情况，我司使用探伤机年最大曝光时间约 360h 计算，对于职业人员居留因子取 1，公众人员居留因子取 1/4，则射线装置运行时，所致职业人员年有效剂量最大值 0.234mSv，公众（其他人员）年有效剂量最大值 0.033mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 剂量限值，且满足职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a 的剂量约束值。

## 表八 验收监测结论与建议

### 8.1 验收监测结论

四川省文物考古研究院已在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）一层西北侧新建一座 X 射线探伤曝光室。其中，曝光室室内面积约 12.25m<sup>2</sup>，西墙面采用 5mm 外钢板+14#钢槽框架+55mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；北墙面浇筑 450mm 厚混凝土+7mm 外钢板+14#钢槽框架+25mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；南墙面（主射面）在原有墙体基础上增加 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+35mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；东墙面浇筑 500mm 厚混凝土+5mm 外钢板+14#钢槽框架+20mm 铅层+3mm 内钢板+4mm 装饰铝板；顶部采用 5mm 外钢板+16#钢槽框架+35mm 铅层+5mm 内钢板+4mm 装饰铝板+180mm 厚混凝土；文物进出门及人员进出门均为 55mm 铅当量铅钢防护门。曝光室北侧为控制室。

曝光室内已安装使用 1 套 HD-CR 35 NDT 型 X 射线数字成像检测系统对文物进行检测，该系统包含 1 台 MG452 型定向 X 射线探伤机，最大管电压为 450kV，最大管电流为 10mA，年曝光时间约 360h，属于 II 类射线装置。探伤机放置在曝光室内使用，不涉及室外（野外）探伤。

通过现场验收检查，本项目实际建设内容、建设地点、建设规模、使用的射线装置的数量和型号、工作方式、年曝光时间、使用的地点以及生产工艺流程、污染物产生的种类、采取的污染治理措施均与环评及批复中一致。

根据现场监测结果，本项目射线装置所采取的辐射屏蔽措施均切实有效，目前使用的射线装置在最大常用工况管电流、管电压的情况下，对周围环境的影响符合环评批复文件要求，在距离曝光室屏蔽体外表面 30cm 处满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的相关规定，对职业人员和公众的辐射照射满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）与管理剂量限值 and 剂量约束值的要求，本次验收监测数据合格。

本项目符合《四川省文物考古研究院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》和环评批复的要求，完成了辐射防护及环保设施的建设，制定了相应的辐射安全管理制度及事故应急预案，满足自主验收的条件。

## 8.2 建议

- 1) 更换或报废探伤机时，及时履行环保手续，并变更辐射安全许可证；
- 2) 定期对探伤机的各项辐射防护设施进行检查，确保其正常运行；
- 3) 落实辐射环境监测制度，定期进行监测，并保存监测记录；
- 4) 每年 1 月 31 日前向生态环境主管部门上报上一年度评估报告。



建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位(盖章): 四川省文物考古研究院 填表人(签字): 李思凡 项目经办人(签字): 李冲

项目名称	四川省文物考古研究院 三星堆遗址考古遗址公园(一期)一期西北侧						
行业类别(分类管理名录)	C31 金属制品业 312 条线技术改造项目-使用工类射线装置						
设计生产能力	/						
环评文件审批机关	川环审批[2022]171号	环评文件类型: 辐射安全许可证申领时					
开工日期	2020年11月	2022年11月7日					
环保设施设计单位	江苏奥斯威无损检测设备有限公司	川环辐射【01005】					
自主验收单位	四川省文物考古研究院	最大常用工况: 350kV, 5mA					
投资总概算(万元)	355.8	33.4%					
实际总投资(万元)	355.8	36.1%					
废气治理(万元)	/	其他(万元) /					
新增废水处理设施能力	/	年平均工作时 360h					
运营单位	四川省文物考古研究院						
污染物排放达标总量控制(工业建设项目填)	原有非排放量(1)	本期工程实际排放量(6)	本期工程“以新带老”削减量(8)	本期实际非排放总量(9)	全厂核定非排放总量(10)	区域平衡替代削减量(11)	排放增减量(12)
	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/
与项目有关的其他特征污染物	运营单位统一社会信用代码: 125100004-50715222P						

注: 1. 排放增减量: (+) 表示增加, (-) 表示减少。2. (12)=(9)-(8)-(11), (9) = (4)+(8)-(11)+(1)。3. 计量单位: 废气排放量—万吨/年; 废水排放量—万吨/年; 水污染物排放浓度—毫克/升。本项目所致职业人员和公众年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 剂量限值, 且均低于职业人员 5mSv/a, 公众 0.1mSv/a 的剂量约束值。