

核技术利用建设项目

德阳市恒搏机械设备制造有限公司新增
管屏 X 射线数字成像系统
核技术利用项目

环境影响报告表

(公示本)

德阳市恒搏机械设备制造有限公司

二〇二一年七月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

德阳市恒搏机械设备制造有限公司新增 管屏 X 射线数字成像系统 核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：德阳市恒搏机械设备制造有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省德阳市旌阳区紫金山路北段27号

邮政编码：618000

联系人：黄勇

电子邮箱：15883881312@163.com

联系电话：18016145100

目 录

表 1: 项目基本情况.....	1
表 2: 放射源.....	9
表 3: 非密封放射性物质.....	9
表 4: 射线装置.....	10
表 5: 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6: 评价依据.....	12
表 7: 保护目标与评价标准.....	14
表 8: 环境质量和辐射现状.....	16
表 9: 项目工程分析与源项.....	19
表 10: 辐射安全与防护.....	25
表 11: 环境影响分析.....	34
表 12: 辐射安全管理.....	47
表 13: 结论与建议.....	51
表 14: 审批.....	56

附图

- 附图 1：项目地理位置图；
- 附图 2：本项目外环境关系图；
- 附图 3：本项目厂区平面布置图；
- 附图 4-1~附图 4-3：本项目铅房结构图；
- 附图 5：本项目铅房及操作间平面布置图；
- 附图 6：本项目“两区”划分示意图；
- 附图 7：本项目监测布点图。

附件

- 附件 1：环境影响评价委托书；
- 附件 2：德阳市恒搏机械设备制造有限公司《关于成立辐射安全防护与环境保护领导小组的通知》；
- 附件 3：德阳市恒搏机械设备制造有限公司新增管屏 X 射线数字成像系统核技术利用项目辐射监测报告；
- 附件 4：德阳市恒搏机械设备制造有限公司关于新增管屏 X 射线数字成像系统核技术利用项目设备参数的确认；
- 附件 5：培训承诺；
- 附件 6：厂房租赁协议；
- 附件 7：建设单位营业执照。

表 1：项目基本情况

建设项目名称		新增管屏 X 射线数字成像系统核技术利用项目				
建设单位		德阳市恒搏机械设备制造有限公司				
法人代表	陈勇	联系人	黄勇	联系电话	18016145100	
注册地址		四川省德阳市旌阳区天元镇紫金山路北段西侧 1 幢				
项目建设地点		德阳市旌阳区黄海路东段 5 号德阳市恒搏机械设备制造有限公司租用厂房内				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)		300	项目环保投资(万元)	43.61	投资比例（环保投资/总投资） 14.54%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	其他					
<p>项目概述</p> <p>一、概况</p> <p>1、建设单位简介</p> <p>德阳市恒搏机械设备制造有限公司（统一社会信用代码：91510600555773496T）成立于 2010 年，公司位于四川省德阳市天元开发区，为德阳市高速成长的机电类设备精密加工及结构件焊接的制造型企业。</p> <p>德阳市恒搏机械设备制造有限公司一直秉承“质量第一，预防为主；持续改进，用户满意”的质量方针，持续完善公司的质量管理体系，不断提高产品的质量水平，努力为顾客提供满意的产品。通过持续努力，已与中国电建集团透平科</p>						

技有限公司、东方电气集团东方汽轮机有限公司、东方电气集团东方电机有限公司、东方自控有限公司、东汽电站设备有限公司建立了良好的供应商合作关系，承制了多种大、中型零部件风机叶片、毂盘、叶轮外壳、地铁风机、电厂脱硫脱硝设备、换热器、汽轮机阀门滤网、操纵座、随机工具等零部件生产项目。

2、项目由来

根据国家产业政策、工业产品提档升级要求，为满足公司扩大发展的需要，并确保公司产品的出厂的质量保证，建设单位拟新租用德阳东方科用电站设备制造有限公司现有厂房，并在厂房内开展“新增管屏 X 射线数字成像系统核技术利用项目”，建设 1 套 ZXFlasee B-G 型管屏 X 射线数字成像系统及配套操作间，使用 1 台 PTS225 型高频高压 X 射线机（属于 II 类射线装置）。

为加强射线装置的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置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》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价。根据中华人民共和国生态环境部第 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目涉及使用 II 类射线装置，本项目应编制环境影响报告表。为此，德阳市恒搏机械设备制造有限公司委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）对该项目开展环境影响评价工作（见附件 1）。我院接受委托后，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《德阳市恒搏机械设备制造有限公司新增管屏 X 射线数字成像系统核技术利用项目环境影响报告表》。

3、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；各级环境保护主管部门在受理建设项目环境影响评价报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

根据以上要求，建设单位于 2021 年 6 月 17 日，在环境影响评价公示平台网站上公示了《德阳市恒搏机械设备制造有限公司新增管屏 X 射线数字成像系统核技术利用项目》全本信息，以征求公众意见。

公示网址为：

<http://www.js-eia.cn/project/detail?type=3&proid=940cc9156f4ec846565848c086a08377>，公示网站截图如下：



图 1-1 环境影响报告表全本公示截图

信息公示期间，建设单位和环评单位均未收到相关单位或个人有关项目情况

的反馈意见。

二、项目概况

1、建设规模

德阳市恒搏机械设备制造有限公司拟租用德阳东方科用电站设备制造有限公司现有厂房，厂房位于德阳市旌阳区黄海路东段5号，拟在厂房内开展“新增管屏X射线数字成像系统核技术利用项目”，建设1套ZXFlasee B-G型管屏X射线数字成像系统及配套操作间，使用1台PTS225型高频高压X射线机，属于II类射线装置。

管屏X射线数字成像系统采用钢+铅板（铅帘）结构的铅房进行防护。铅房长7m×宽4.3m×高2.9m，占地面积30.1m²。铅房的中部为主铅房，北侧与南侧为耳房（工件进出口），东侧与西侧均为主铅房的维修门，主铅房埋入地表面以下330mm，采用混凝土浇筑。本项目主铅房长6.86m×宽2.2m×高2.9m，占地面积15.092m²，铅房四周和顶部为方管骨架与防护铅板焊接，四周墙壁均为10mm厚铅板，顶部为6mm厚铅板，东、西两侧维修门尺寸均为宽1m×高1.83m，均为10mm厚铅板；两侧耳房尺寸均为长5.62m×宽1m×高1.4m，占地面积均为5.62m²，两侧耳房顶部、底部、两侧均采用内5mm厚铅板，两侧耳房进出口均采用9层共计6mm铅当量的可上下移动的防护铅帘，两侧耳房用于探伤工件的进出。配套操作间长5.0m×宽3.0m×高2.8m，占地面积15m²，采用彩钢板结构。

管屏X射线数字成像系统的铅房内配套使用1台PTS225型高频高压X射线机，最大管电压为225kV、最大管电流为8mA，年曝光时间约125h，属于II类射线装置，其X射线管固定于铅房内顶部，并向下进行出束，管头能上下、左右、前后平移，出束方向定向向下，出束角度最大为40°，数字平板探测器固定于铅房内底部，用于接收X射线束，探测器随X射线源移动而左右、前后平移。

本项目探伤检测对象为管屏对接焊缝（一个管屏存在有多个焊缝），年最大检测焊接接头数量为45000个（月最大3750个），单个焊接头最长出束检测时间为10s，年最大出束时间为125h。

本项目不涉及野外、室外探伤。本项目的建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目建设内容表

装置名称	射线装置类别	数量（台）	工作场所名称	活动种类	备注
ZXFlasee B-G 型管屏 X 射线数字成像系统（内 PTS225 型定向 X 射线探伤机）	II 类	1 台	探伤室	使用	新增

2、项目组成及主要环境问题

具体项目组成及主要的环境问题见表 1-2。

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	
		施工期	运营期
主体工程	在德阳市恒搏机械设备制造有限公司租用厂房内建设 1 套 ZXFlasee B-G 型管屏 X 射线数字成像系统及配套操作间，使用 1 台 PTS225 型高频高压 X 射线机，最大管电压为 225kV、最大管电流为 8mA，年曝光时间约 125h，属于 II 类射线装置，出束方向定向向下，出束角度最大为 40°。管屏 X 射线数字成像系统采用钢+铅板（铅帘）结构的铅房进行防护，铅房长 7m×宽 4.3m×高 2.9m，占地面积 30.1m ² 。	施工噪声、施工废水、建筑垃圾	X 射线、臭氧、噪声
辅助工程	配套操作间长 5.0m×宽 3.0m×高 2.8m，占地面积 15m ² ，采用彩钢板结构。		/
公用工程	通风、配电、供电和通讯系统等，废水依托租用厂房原有的环保设施收集处理后，经市政污水管网排入污水处理厂；生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运。		/
办公及生活设施	办公用房（依托租用厂房已有房屋）		生活污水、生活垃圾

3、主要设备配置及主要技术参数

本项目新增 1 套 ZXFlasee B-G 型管屏 X 射线数字成像系统，系统内含 1 台 PTS225 型高频高压 X 射线机，属于 II 类射线装置。射线装置和铅房的生产厂家均为丹东锐新射线仪器有限公司。主要的设备配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 主要设备配置及主要技术参数

射线装置		PTS225 型高频高压 X 射线机
生产厂家		丹东锐新射线仪器有限公司
输出	最大管电压（kV）	225
	最大管电流（mA）	8

最大出束角度	40°
过滤片	0.5mmCu
照射方式	定向向下
铅房生产厂家	丹东锐新射线仪器有限公司

4、工作人员及工作制度

(1) 工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 300 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

(2) 人员配置：本项目拟新增 3 名辐射工作人员。

5、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》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”，符合国家产业发展政策。

三、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

1、项目选址合理性分析

项目位于四川德阳旌阳高新技术产业园区，主导产业为新材料、新能源及高端装备制造等产业。本项目拟建于德阳市恒搏机械设备制造有限公司租用德阳东方科用电站设备制造有限公司现有厂房内，根据调查，该厂房产于 2007 年建成，目前已空置多年。建设单位在租用厂房内进行管屏生产，生产工艺为分割、焊接、组装，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“三十、金属制品业 结构性金属制品制造”类别中的其他类除外的仅分割、焊接、组装的生产项目，因此本项目不需要进行环境影响评价。根据调查，该厂房有完善的给排水设施，本项目运行过程中无生产废水产生，项目生活废水经厂区已有排水设施排入园区污水管网，经市政管网排入污水处理站处理。本项目仅为该生产项目的配套建设项目，厂房四周主要为已建、待建企业及商业区，周边 50m 内无学校、居民等敏感点。德阳市恒搏机械设备制造有限公司在厂房内建设本项目已征得德阳东方科用电站设备制造有限公司同意（厂房租赁协议见附件 6）。

本项目位于厂房内的西北角，根据现场调查情况，该厂房为空置状态。本项

目不新增用地，项目水、电、气、通讯设施依托厂房原有设施妥善解决，且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，且与周围各单元间分隔明确，利于辐射防护，同时也可满足生产的要求。因此，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。项目地理位置见附图 1。

2、外环境关系分析

2.1 厂区外环境关系分析

本项目位于德阳市旌阳区黄海路东段 5 号，项目所在地周围均属于工业区，厂区西侧、北侧围墙均紧邻德阳市四通电控设备有限公司，再往北侧约 50m 处分别为德阳市瀚鑫机电设备制造有限公司与石材加工厂，厂区南侧依次为黄海东路、石材市场，厂区东侧依次为阿里山街、德阳恒大国际商贸城，厂区平面布置及外环境关系见附图 2。

2.2 项目外环境关系分析

本项目管屏X射线数字成像系统屏蔽铅房位于德阳市恒搏机械设备制造有限公司租用厂房内，该厂房为单层建筑，本项目铅房位于厂房西北侧，铅房东侧为待检区和已检区，南侧为水压试验区，西侧为厂房外围墙，北侧为厂房空置区。根据工艺平面布置，工件经下料、焊接、总装后，进入待检区，经探伤检测后最后进入成品区，工件在各个区域按照一定的顺序流动，利于生产效率的提高。本项目不新增用地，本项目水、电、气、通讯设施依托该厂区原有设施妥善解决，且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，且与周围各单元间分隔明确，利于辐射防护，同时也可满足生产的要求。因此，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

项目地理位置见附图1，厂区平面布置及外环境关系见附图2。

3、与周边环境的相容性分析

项目利用厂房内现有完善的水资源供给系统，生活污水排入市政污水管网，不会对当地水质产生明显影响；本项目不设风机，不会改变区域声环境功能区规

划。本项目运行阶段产生的电离辐射经铅房有效屏蔽后对周围环境影响较小，同时本项目建设不占用公司消防通道和内部公共设施，与公司内部原有布置及周围环境相容。

4、实践正当性

X 射线探伤检测作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属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，且能较直观地显示工件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，本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，是其它探伤项目无法替代的，由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在探伤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可能会造成辐射安全事故。

建设单位在开展 X 射线探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

四、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

本项目为首次申请《辐射安全许可证》，探伤铅房还未进行建设，该公司之前未进行过跟辐射有关的任何活动，不存在原有污染和环境遗留问题。

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
	无							

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
	无									

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
	无									

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

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	高频高压 X 射线机	II	1	PTS225	225	8	无损检测	探伤室	本项目新增

(三)中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
无								

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

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 01 月 01 日（修订）实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修正）；</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) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）；</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 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令第 709 号）；</p> <p>(7) 《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）；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（中华人民共和国生态环境部第 16 号令）；</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) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）；</p> <p>(11) 《环境保护部关于修改部分规章的决定》（环境保护部令第 47 号，2017 年 12 月 20 日起实施）；</p> <p>(12) 《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，2011 年 5 月 1 日施行）；</p> <p>(13) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省第十二届人大常委会通过，2016 年 6 月 1 日起实施）。</p>
<p>技术</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p>

标准	<p>(2) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008);</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014);</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015);</p> <p>(5) 《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);</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
其他	<p>(1) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》(第三版);</p> <p>(2) 《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);</p> <p>(3) 《关于印发<四川省生态环境厅(四川省核安全管理局)辐射事故应急预案(2020 版)>的通知》(川环发[2020]2 号)。</p>

表 7：保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 II 类射线装置，且射线装置所在场所均有实体边界，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围确定为铅房边界外 50m 范围内。

保护目标

根据铅房拟建地周围的外环境关系，确定本项目主要环境保护目标为铅房的辐射工作人员以及与铅房周围其他工作人员，铅房上方行车无操作人员到达。本项目重点关注的环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 主要环境保护目标

保护名单		人数	位置	距离 X 射线源最近距离		
				水平	垂直	
铅房	职业	操作室	3 人	铅房西侧	2.5m	0.0m
	公众	进料口 4.5m 处（监督区边界）	1 人	铅房南侧	6.3m	0.0m
		出料口 4.5m 处（监督区边界）	1 人	铅房北侧	6.3m	0.0m
		工件待检区、已检区	4 人	铅房东侧	8.0m	0.0m
		水压试验区	5 人	铅房南侧	15.0m	0.0m
		德阳市四通电控设备有限公司厂区工作人员	5 人	铅房西侧	40.0m	0.0m
		德阳市四通电控设备有限公司厂区工作人员	5 人	铅房北侧	22.0m	0.0m

评价标准

1、环境质量标准

(1) 环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；

(2) 地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 IV 类标准；

(3) 声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类功能区标准。

2、污染物排放标准

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

(2) 废水：排入设置有二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准；

(3) 噪声：施工期《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；运营期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类功能区标准。

(4) 固体废物：一般工业固废执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及其修改单中相关标准。

3、剂量约束

(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。项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4 执行，即 5mSv/a。

(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。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

4、工作场所周围剂量率

放射工作场所边界周围剂量率控制水平参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）有关规定，本项目射线装置使用场所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 2.5 μ Sv/h。

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

表 8：环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、场所现状

本项目位于德阳市旌阳区黄海路东段5号，根据现场踏勘，项目拟建地所在厂房已建成，周围主要为道路及已建企业厂房，拟建地周围评价范围内没有其他电离辐射源，周围辐射环境趋于一致。本项目拟建地现场情况见图8-1。



图 8-1 现场监测情况图

2、监测对象、监测因子和监测点位

本项目为使用 II 类射线装置，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，且本项目尚未建设运行，运行期对周围声环境的影响也较小，故本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水、声环境质量进行监测评价，重点对评价区域的辐射环境现状进行了监测评价。根据本项目辐射工作场所布置情况，本次选择在本项目拟建地及周围布设监测点位以反映区域辐射环境质量本底状况，具体见表8-1和附图7。主要监测因子为X- γ 辐射剂量率，本次共布设5个监测点位（详见附图7），能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。

表 8-1 监测布点方案表

序号	监测点位	监测因子	监测频次
1	拟建探伤室处	X-γ辐射剂量率	监测一次
2	拟建探伤室南侧空地	X-γ辐射剂量率	监测一次
3	拟建探伤室西侧空地	X-γ辐射剂量率	监测一次
4	拟建探伤室北侧空地	X-γ辐射剂量率	监测一次
5	拟建探伤室东侧空地	X-γ辐射剂量率	监测一次

3、监测时间及现场环境状况

2021年4月23日，我院监测人员对项目拟建地进行了现场监测，监测时环境温度：23℃~24℃；环境湿度：55%~57%；天气状况：阴。

4、监测方法和仪器

本项目使用的监测仪器见表 8-2。

表 8-2 监测仪器一览表

监测因子	监测方法	方法来源	监测仪器
X-γ辐射剂量率	现场监测	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：015 检出限：1×10 ⁻⁸ Gy/h 能量响应：25keV~3MeV 检定证书编号：检定字第 2021-24 号 检定单位：四川省核工业辐射测试防护设备计量检定站 检定日期：2021年04月08日 有效日期：2022年04月07日

5、质量保证

本次监测单位为四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心），具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证书（证书号：160021181133）、质量管理体系认证及环境管理体系认证，并在允许范围

内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 监测仪器每年按规定定期经计量部门检定。检定合格后方可使用。
- (4) 监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性。
- (5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- (6) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (7) 监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

6、监测结果与评价

本项目监测结果见表 8-3。

表 8-3 X-γ辐射剂量率监测结果

测量点号	测量点位置	X-γ辐射剂量率 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)	标准差 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)
1	拟建探伤室处	9.1	0.24
2	拟建探伤室南侧空地	7.7	0.13
3	拟建探伤室西侧空地	8.9	0.13
4	拟建探伤室北侧空地	9.7	0.20
5	拟建探伤室东侧空地	8.5	0.19

从表 8-3 中得出结论：本项目拟建管屏 X 射线数字成像系统屏蔽铅房及周围 X-γ辐射剂量率范围为 7.7×10^{-8} Gy/h~ 9.7×10^{-8} Gy/h，即 77nGy/h~97nGy/h，属于当地正常本底辐射水平（76.8nGy/h~163nGy/h）（注：参照四川省生态环境厅《2019 年四川省生态环境状况公报》中“辐射环境质量”章节）。

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

1、铅房施工

本项目铅房施工首先根据使用要求进行设计，然后按照设计组织施工，先要组装铅房，施工完成后对铅房内部进行必要的装修和设备安装，最后进行竣工验收。

在施工过程中有施工噪声、施工废渣、施工废水等，其工艺流程及产污环节如下图所示。

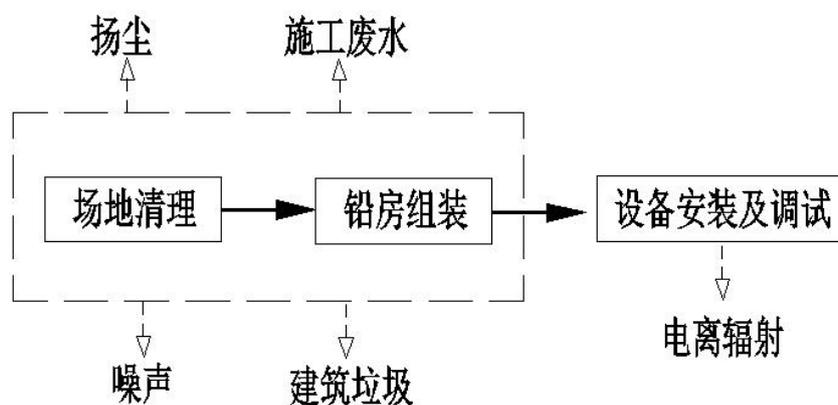


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

2、射线装置安装、调试

本项目管屏 X 射线数字成像系统安装和调试由生产厂家专业人员进行操作，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，醒目位置设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房需上锁并派人看守。

二、营运期工艺分析

1、工作原理

对于 X 射线成像系统，X 射线穿透金属材料后被图像增强器所接受，图像增强器把不可见的 X 射线监测信号转换为光学图像，称为“光电转换”，用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上，显示出材料内的缺陷性质、大小、位置信

息，从而达到检测目的。

2、设备组成

本项目管屏 X 射线数字成像系统主要组成部分包括：射线屏蔽防护室（铅房）、机械系统、电控系统、X 射线机、平板探测器、图像处理系统、监控系统。



图 9-2 同类型设备实景图



图 9-3 射线管支撑机构与平板支撑机构



图 9-4 高压电源



图 9-5 控制器



图 9-6 总操作台



图 9-7 X 射线管

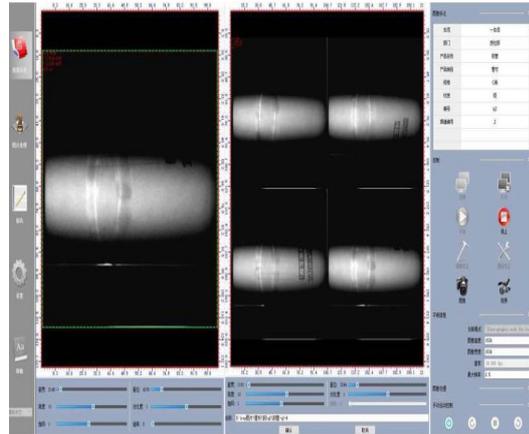


图 9-6 图像处理系统

3、探伤工况及探伤对象

本项目年最大检测焊接接头数量为 45000 个（月最大 3750 个），单个焊接接头最长出束检测时间为 10s，年最大出束时间为 125h。

本项目探伤对象为管屏对接焊缝（一个管屏存在有多个焊缝），管屏管径 38~62mm，壁厚 3.5~7mm，管屏最大宽度 2.5m，管屏最大长度 3.3m。



图 9-10 同类型探伤检测工件实景图

4、操作流程

①被检测工件在铅房南侧经焊接后由机械运输到待检区，由起重机械运送至铅房南侧的进料辊道。

②被检测工件经铅房南侧的进料辊道输入铅房内，通过自动传输装置将要检测的焊缝进行自动摆位。

③摆位完成后，辐射工作人员检查辐射屏蔽体和辐射安全装置情况，主铅房的维修门应关闭，门机/帘机联锁、紧急止动装置、工作状态指示灯等安全装置开启，然后根据探伤要求设置曝光管电压和曝光时间，并根据需检测的具体部位

调整焦距。

④准备就绪后，工作人员在操作间内开机曝光，通过电脑成像对工件的焊缝进行探伤检测，并对探伤检测结果进行审核和评定，曝光结束后，关闭管屏 X 射线数字成像系统。开机曝光期间门机/帘机联锁、紧急止动装置、工作状态指示灯等安全装置开启。

⑤管屏 X 射线数字成像系统关闭后，被检测工件采用机械传输由铅房北侧的出料辊道输出，检测出焊缝的不合格工件由起重机械运送至焊接区，焊接后重复步骤①至④，直至产品合格后，运送至成品区。

检测工序及产污流程如图 9-11 所示。

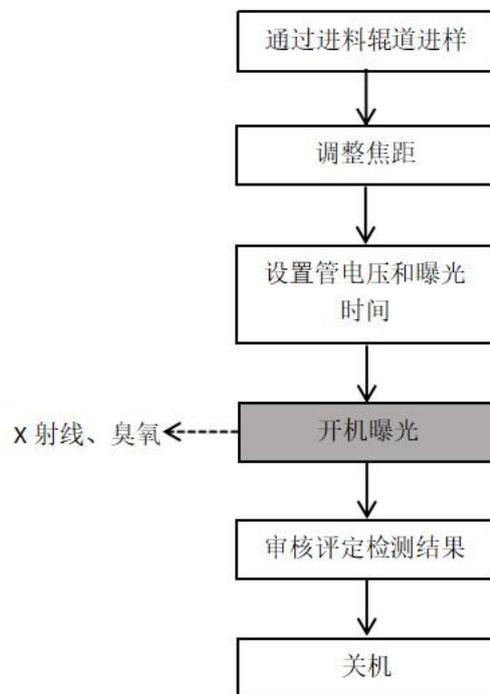


图 9-11 管屏 X 射线数字成像系统工作程序及产污位置图

污染源项描述

一、电离辐射

管屏 X 射线数字成像系统（内含 1 台 PTS225 型高频高压 X 射线机，属于 II 类射线装置）开机工作时，通过高压发生器和 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，本项目产生的 X 射线最大能量为 225kV。不开机状态不产生辐射。

二、废气

铅房内空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧。本项目 X 射线能量不高，产生的臭氧量很小。

三、废水

管屏 X 射线数字成像系统采用电脑成像，在探伤检测过程中无定影液、显影液及清洗废水产生。本项目辐射工作人员会产生少量的生活污水。

四、固体废物

管屏 X 射线数字成像系统采用电脑成像，在探伤检测过程中无废胶片产生。本项目辐射工作人员会产生少量的生活垃圾。

五、噪声

本项目铅房将使用低噪声排风机，自动传输装置在送件过程中会产生一定噪声，噪声值较小，且为间歇噪声。

表 10：辐射安全与防护

项目安全设施

一、平面布置合理性分析

本项目管屏 X 射线数字成像系统位于德阳市恒搏机械设备制造有限公司租用厂房探伤室内，项目区域自南向北依次为进料辊道、屏蔽铅房、出料辊道，操作间位于铅房西侧，铅房上方和下方均无房间和人员停留。本项目铅房及操作间平面布置图见附图 5。

根据本项目工艺平面布置图，工件在焊接区焊接后，经本项目探伤检测后，检验合格的产品运送至成品区，不合格产品再运送至焊接区，各区域紧邻，工件在各区域按照顺序流动，便于各个工艺的衔接，利于生产效率的提高，满足安全生产的需要，便于进行分区管理和辐射防护。本项目避开了人群相对集中的区域，所处位置相对独立，并采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的。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的。本项目工件流通图见 10-1。

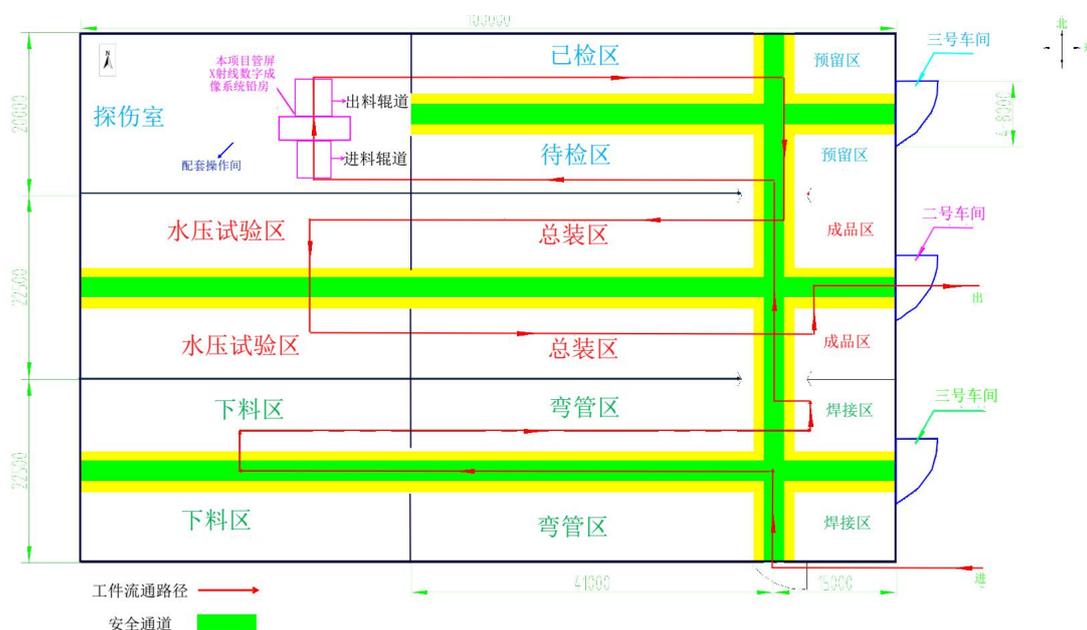


图 10-1 工件流通图

二、工作区域管理

为加强射线装置所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，

在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

本项目属固定工作场所探伤，铅房控制区和监督区划分如下。

表 10-1 铅房“两区”划分与管理

室内探伤	控制区	监督区
“两区”划分范围	主铅房、耳房区域	主铅房东侧 1m 处与耳房外（进出料口外侧 4.5m）处、操作室，主铅房、耳房南侧、铅房与操作室之间的距离围成的除主铅房与耳房的区域。
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，在曝光过程中严禁任何人员进入控制区内，且控制区边界外应有明确的标识。	监督区为工作人员操作设备时的工作场所，非相关人员也限制进入，避免对设备进行误操作。

注：本项目配套的操作间属于监督区。本项目周围有人员停留，为进一步降低本项目辐射影响，避免人员走到本项目铅房周围特别是进、出料口处查看，监督区进行扩大化设置，考虑为操作间、进出料口和铅房周围一定范围内。根据式 11-4~式 11-8，保守按进、出料口铅通道屏蔽体的最薄处 6mm 铅当量防护铅帘进行计算，距离进出料口约 4.13m 处的剂量率处于正常本底辐射水平，因此本项目拟将铅房进出料口 4.5m 内的区域设置为监督区。并拟在本项目铅房四周设置安全防护围栏。

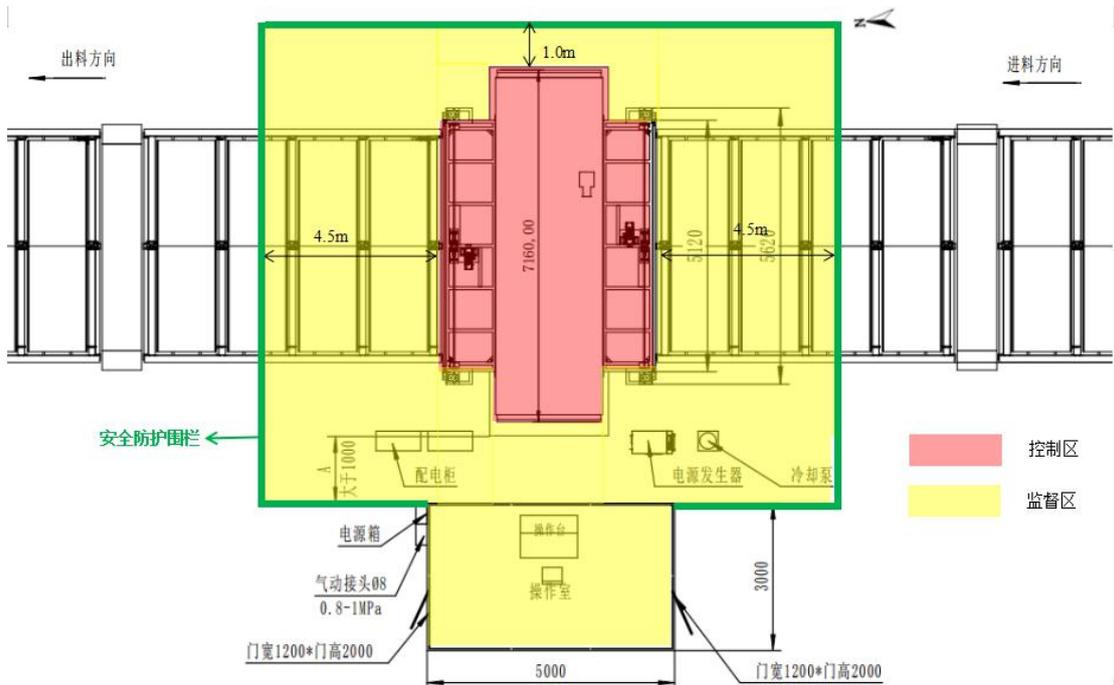


图 10-1 本项目“两区”划分示意图

三、辐射安全及防护措施

（一）设备固有安全性

本项目设备拟购买于正规厂家，各项安全措施齐备，设备本身采取了多种安全防护措施：

(1) 安全钥匙锁开关：当安全钥匙锁处于关闭时，红色“锁闭”指示灯点亮，当安全钥匙锁处于接通时，绿色“接通”指示灯点亮，仅当绿色“接通”指示灯点亮时可开启射线，当安全锁处于关闭时，所有操作被禁止。

(2) 当管屏 X 射线数字成像系统（内含 1 台 PTS225 型高频高压 X 射线机，属于 II 类射线装置）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、冷却器、安全联锁、辐射泄漏等各种参数和状态，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压输出。管屏 X 射线数字成像系统开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，操作者可以进行曝光或训机操作，在曝光或训机阶段出现任何故障或监测异常，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压输出，并通过控制器给出明确的提示信息，操作人员根据提示信息对设备进行检查，无法排除故障后需与厂家联系并维修。

(3) 当曝光正常结束后，系统将自动切断高压进入待机阶段，在此阶段系统仍将实时监测 X 射线发生器、冷却器、安全联锁、辐射泄漏等各种参数和状态，以等待下一次探伤作业或停机。

(4) 主射线限束器：安装在射线管头上使用，将辐照面积缩小 80% 以上，大大缩小了辐照面积，减少不必要的辐射。

(二) 设计采取防护措施

1、铅房蔽体设计

本项目铅房设备拟采购自丹东瑞新射线仪器有限公司，铅房采用钢+铅板（铅帘）结构进行防护，长 7m×宽 4.3m×高 2.9m，占地面积 30.1m²。铅房的中部为主铅房，北侧与南侧为耳房（工件进出口），东侧与西侧均为主铅房的维修门，主铅房埋入地表面以下 330mm，采用混凝土浇筑。本项目主铅房长 6.86m×宽 2.2m×高 2.9m，占地面积 15.092m²，铅房四周和顶部为方管 80 骨架与防护铅板焊接，四周墙壁均为 10mm 厚铅板，顶部为 6mm 厚铅板，东、西两侧维修门尺寸均为宽 1m×高 1.83m，均为 10mm 厚铅板；两侧耳房尺寸均为长 5.62m×宽 1m×高 1.4m，占地面积均为 5.62m²，两侧耳房顶部、底部、两侧均采用内 5mm 厚铅板，两侧耳房进出口均采用 9 层共计 6mm 铅当量的可上下移动的保护铅帘，铅帘尺寸为长 4.22m×高 6.2m，两侧耳房用于探伤工件的进出。电缆在铅房东北侧

穿墙，采取 Z 型管道穿墙，穿墙处采用 10mm 厚铅板进行屏蔽。通风罩位于铅房顶部，采用 6mm 铅板进行屏蔽。

本项目铅房示意图见图 10-2，同类型铅房实景图见图 10-3。

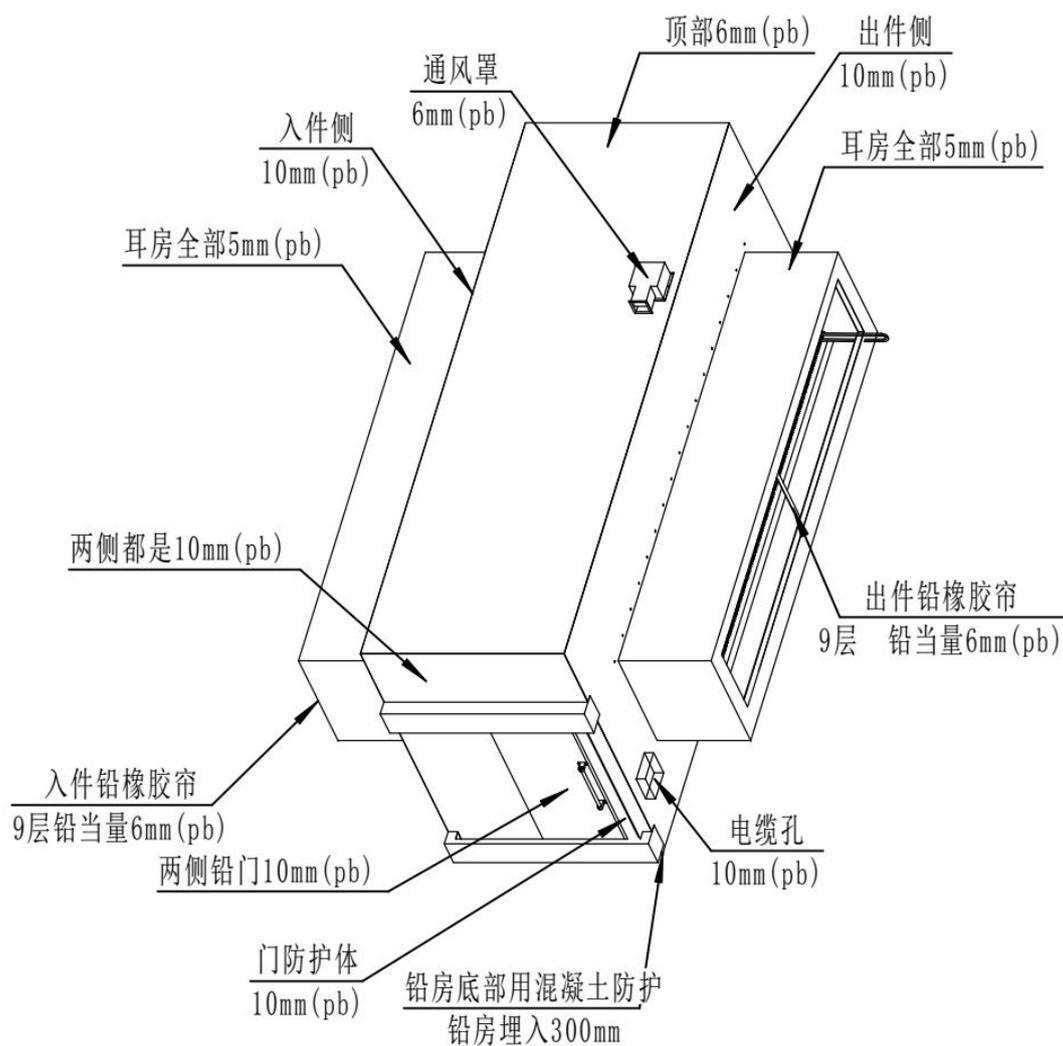


图 10-2-1 本项目管屏 X 射线数字成像系统屏蔽铅房立体示意图

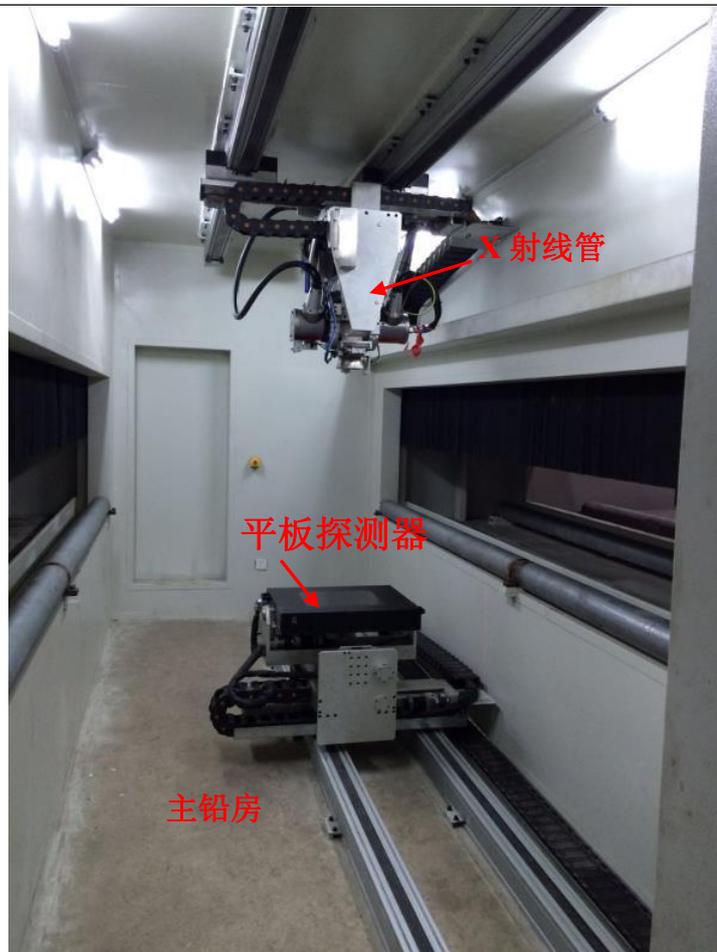


图 10-3 同类型管屏 X 射线数字成像系统屏蔽铅房实景图

2、安全装置

(1) 门机联锁：铅房的两道维修门均与 X 射线高压电源联锁，如维修门关闭不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，维修门不能正常打开。

(2) 帘机联锁：铅房的进出料口处防护铅帘均与 X 射线高压电源联锁，如防护铅帘关闭不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，防护铅帘不能正常打开。

(3) 工作状态指示灯：铅房的顶部设置 1 个工作状态指示灯。工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，维修门不能被打开，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。

(4) 紧急止动装置：在铅房内和操作室操作台上易于接触的地方共设置 3 个紧急止动按钮（有中文标识），且相互串联，按下按钮，高压电源立即被切断并停止出束。铅房内两个紧急止动按钮分别安装在两个维修门旁，高度均为距离地面 1.2m。

(5) 视频监控系统：在进出料口两侧各设 1 个监控摄像头，可以看到铅房

两侧工件情况，铅房内设有 2 个监控摄像头，可以看到铅房内情况。

(6) 准备出束声光提示：管屏 X 射线数字成像系统在开机出束前，铅房外将启动声光提示装置，提醒人员撤离。

(7) 警告标志：铅房的两道维修门外、进出料口上方及醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。

(9) 安全防护围栏：在铅房周围设置安全防护围栏（位于监督区边界），并在防护围栏醒目处张贴“当心电离”警告标志。

铅房具体安全装置布置如图 10-4 所示。

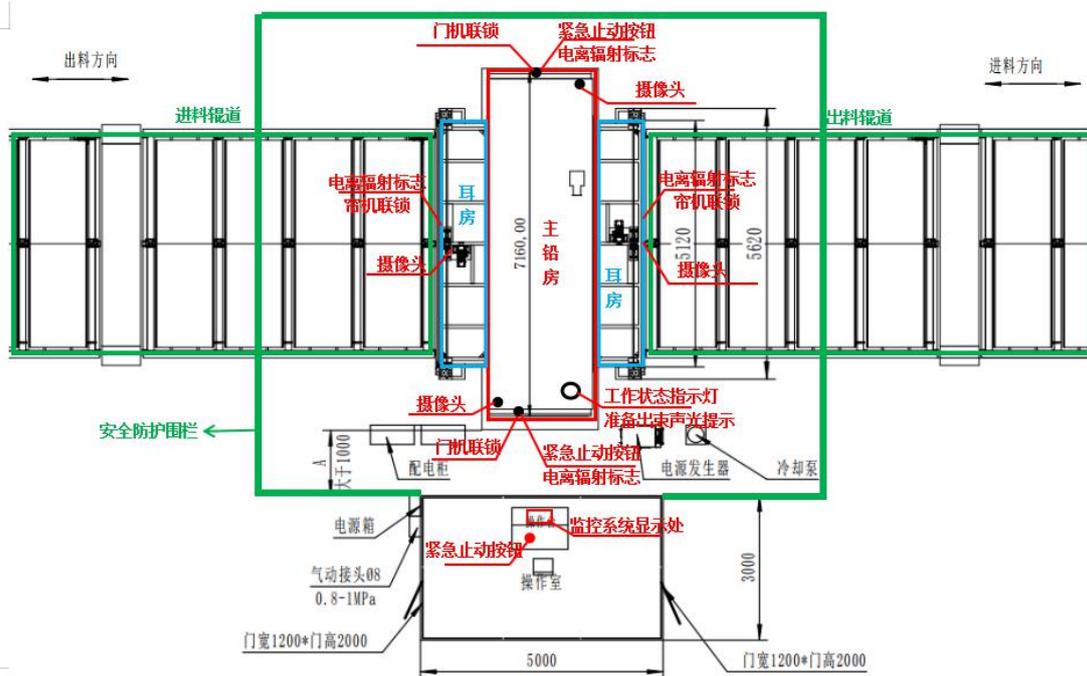


图 10-4 辐射安全装置布置图

3、源项控制

本项目 X 射线装置由有资质的厂家生产，泄漏辐射不会超过相应国家标准规定的限值。且 X 射线装置装有限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

4、距离防护

本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，在曝光过程中严禁任何人员进入控制区内，且控制区边界外应有明确的标识，设置红色的“禁止进入电离辐射区”字样的警告标志。监督区为工作人员操作设备时的工作场所（与铅房隔有一定距离），非相关人员限制进入，避免对设备进行误操作，采用设置警戒线或拉警戒绳等方式划出监督区边界。

5、时间防护

在满足生产要求的前提下，在每次使用射线装置进行探伤前，根据生产要求和工件实际情况制定最优化的照射方案，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。

6、小结

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2106）〉的通知》（川环函[2016]1400号）中对铅房室内探伤的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-2。

表 10-2 铅房辐射安全措施对照表

序号	项目	具体要求	落实情况	备注
1	场所设施	入口电离辐射警示标志	拟配置	/
2		入口机器工作状态显示	已设计	/
3		隔室操作	已设计	/
4		防护门	已设计	/
5		控制台有防止非工作人员操作的锁定开关	已设计	/
6		门机联锁系统	已设计	/
7		照射室内监控设备	已设计	/
8		照射室内紧急停机按钮（有中文标识）	已设计	/
9		控制台上紧急停机按钮（有中文标识）	已设计	/
10		准备出束声光提示	已设计	/
11	监测设备	便携式辐射监测仪表	拟配置	/
12		个人剂量计	拟配置	/
13		个人剂量报警仪	拟配置	/
14	应急物资	灭火器材	拟配置	/

三废的治理

一、废气处理措施

本项目管屏 X 射线数字成像系统运行时产生的臭氧量很少，在正常情况下，本项目工作人员不会进入铅房内。本项目位于厂房三号车间内，通风条件较好，产生的臭氧经自然分解和稀释，不会对周围大气环境造成影响。

二、废水处理措施

管屏 X 射线数字成像系统在运行时无废水产生。本项目运行过程中工作人员产生的少量生活污水依托厂房已有的环保设施收集处理后，经市政污水管网排入污水处理厂。

三、固体废物处理措施

管屏 X 射线数字成像系统在运行时无固废产生。本项目施工及运行过程中工作人员产生的生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运。

四、噪声

本项目铅房不安装风机，均选用低噪声设备，自动传输装置在送件过程中会产生一定噪声，噪声值较小，且为间歇噪声，因此无需采取专门降噪措施。

五、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》第二十九条规定，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。

六、环保投资估算

项目环保投资估算见表 10-3。

表 10-3 辐射安全防护和环保设施(措施)投资一览表

类别	环保设施/措施	数量	投资金额 (万元)	备注	
铅房	屏蔽措施	铅房（包含主铅房、耳房）	1 座	40.0	新增
	安全装置	门机联锁装置	1 套	0.1	新增
		帘机联锁装置	1 套	0.1	新增
		准备出束声光提示	1 套	0.1	新增
		紧急止动装置	3 个	1.8	新增
		监控摄像头	4 个	2.0	新增
		工作状态指示灯	1 个	0.2	新增
		电离辐射警告标志	4 个	0.01	新增
		安全防护围栏	1 套	0.3	新增
其他	监测仪器 及警示装 置	便携式 X 辐射监测仪	1 台	2.0	新增
		个人剂量计	3 个	0.6	新增
		个人剂量报警仪	2 台	1.0	新增
	人员培训	辐射工作人员学习考核及应急培训	/	2.0	预留
		应急和救助的资金、物资准备	/	3.0	
辐射监测	射线装置年度监测费	/	1.0		
合计			43.61	/	

本项目总投资 300 万元，环保投资 43.61 万元，占总投资的 14.54%。

表 11：环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目使用成品铅房，施工时间很短。建设操作间时，土建施工期间可能产生的污染物主要为施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾以及民工生活污水和民工生活垃圾；装修施工期间的污染物主要包括废气、废水、噪声及废弃的装修材料等。

对于土建和装修施工，环评提出如下要求：

(1) 在建设施工过程中应加强施工管理，对施工时间、时段，施工进度，施工原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) 项目施工设备的选择应考虑选择低噪音设备，并在施工中防止机械噪声的超标，避免在夜间进行施工；

(3) 施工中产生的废弃物应妥善保管、及时回收处理；

(4) 在符合建筑设计和辐射防护要求的前提下，装修施工应尽量节约材料，并优先采用环境友好型、资源节约型材料和涂料。

本项目施工期较短，施工量较小，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境的影响较小，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

同时由于射线装置的安装和调试均在已修筑好的铅房内进行，经过屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、铅房屏蔽厚度合理性分析

本项目管屏 X 射线数字成像系统（内含 1 台 PTS225 型高频高压 X 射线机）的 X 射线管固定于铅房内顶部，并向下进行出束，管头能上下、左右、前后平移，出束角度最大为 40°，数字平板探测器固定于铅房内底部，用于接收 X 射线束，探测器随 X 射线源移动而左右、前后平移。管头焦点运动范围为：上下 0.2m，前后 0.6m，左右 4.10m，管头焦点运动范围及有用线束照射范围详见图 11-1。

根据图 11-1，本项目铅房底部为主射方向，由于铅房下方无房间，不考虑主射线束的影响，地面不做特殊防护。本项目铅房四周和顶部均为次射屏蔽体，其

屏蔽厚度核算主要考虑漏射和散射线的影响。

本项目管屏 X 射线数字成像系统用于管屏对接焊缝探伤，其屏蔽合理性分析和辐射环境影响分析参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014) 的要求进行计算。

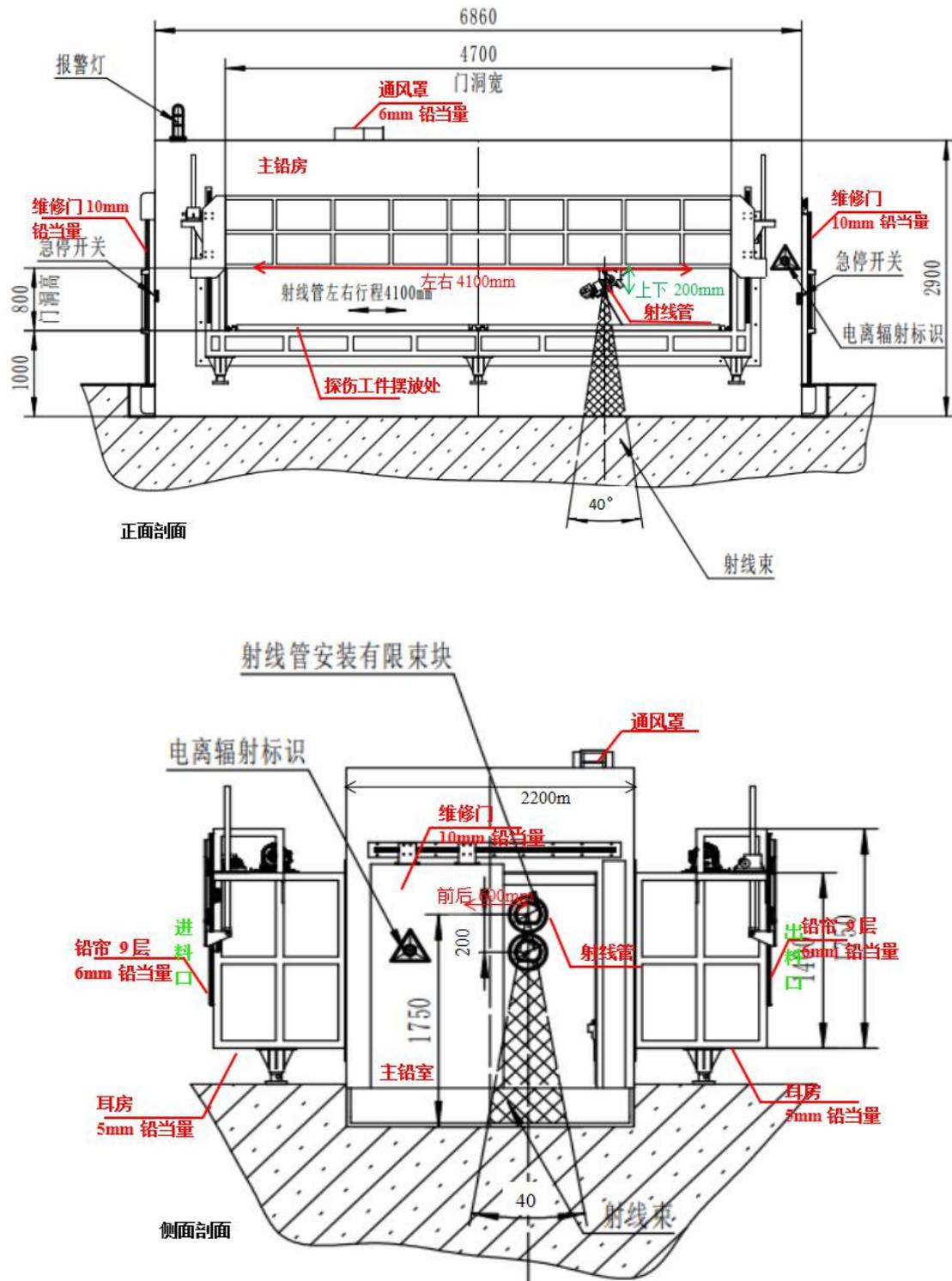


图 11-1 管头焦点运动范围及有用线束照射范围示意图

(1) 关注点剂量控制水平

铅房各侧关注点导出控制剂量按下式进行计算

***** (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 $100\mu\text{Sv/年}$;

年;

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, 125h。

计算点位示意图详见图 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表 11-2。

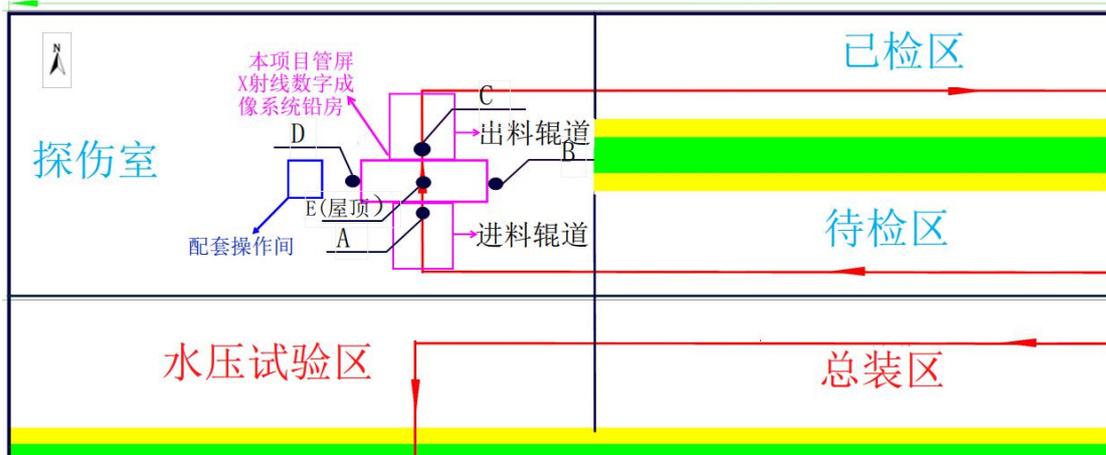


图 11-2 铅房外关注点计算点位示意图

表 11-1 铅房周围关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

铅房	参数	射线类型	使用因子	居留因子	受照射类型	\dot{H}	最高剂量率参考控制水平 ($H_{e,max}$) ^①	关注点剂量率参考控制水平 $\mu\text{Sv/h}$
A	南侧 (进料口)	散射、漏射	/	/	/	/	/	100
B	东侧 (维修门)	散射、漏射	1	1/16	公众	12.8	2.5	2.5
C	北侧 (出料口)	散射、漏射	/	/	/	/	/	100
D	西侧 (维修门)	散射、漏射	1	1	职业	40	2.5	2.5

E 屋顶	散射、漏射	/	/	/	/	/	100
------	-------	---	---	---	---	---	-----

注：（1）根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）3.1.1，关注点的最高剂量率参考控制水平（ $H_{e,max}$ ）为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

（2）根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）3.1.2，“对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶表面外 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ ”，本项目所在厂房为平房，铅房屋顶上方无建筑物，屋顶不需要人员到达，且不借助工具也无法到达，因此铅房顶部按照 $100\mu\text{Sv/h}$ 进行控制，同理，进出料口处也参照该控制水平；

（3）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。

（2）屏蔽厚度核算

A、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 处的漏射辐射剂量率不得大于 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ，漏射辐射屏蔽透射因子由式 11-2 计算。

*****（式 11-2）

式中：

*****（式 11-3）

式中：TVL—X 射线在铅中的什值层厚度，《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2 中没有给出 225kV 电压 X 射线在铅中的什值层厚度，因此根据表 B.2 中不同电压对应的 X 射线在铅中的什值层厚度，作出不同电压 X 射线在铅中的什值层厚度的函数曲线，见图 11-3。

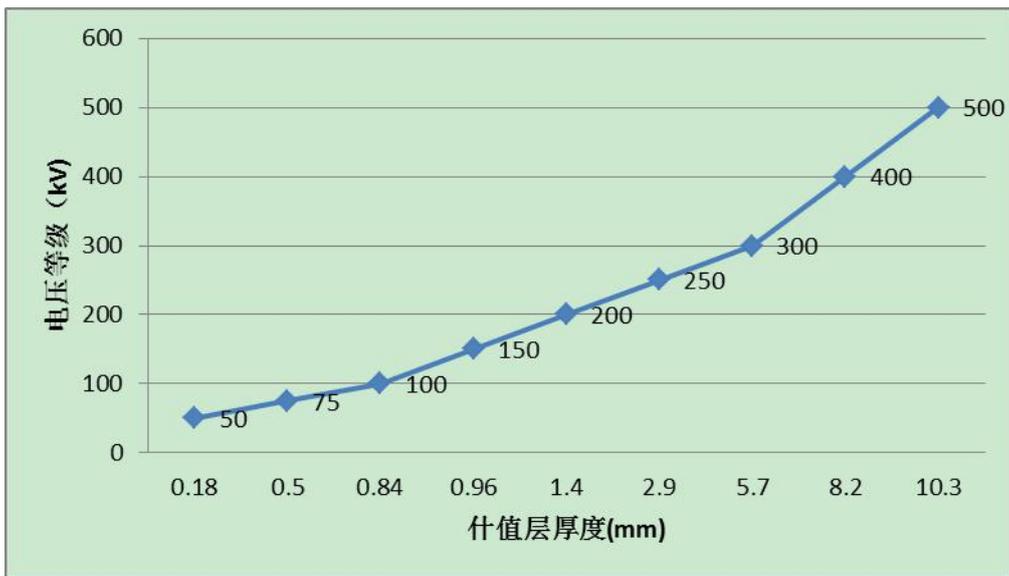


图 11-3 不同电压 X 射线在铅中的什值层厚度相对关系图

通过图 11-3 可知，在电压介于 150kV~250kV 之间，其对应的 X 射线在铅中的什值层厚度大致呈线性关系，因此使用内插法计算出电压为 225kV 的 X 射线在铅中的什值层厚度约为 2.15mm。

根据式 11-2 各墙面及顶部屏蔽参数选取及计算结果见表 11-2。

表 11-2 漏射辐射屏蔽厚度计算参数表

参数 铅房	参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	靶点至关注点 的距离 (m)	透射因子	理论计算屏蔽厚度
A 南侧 (进料口)	100	1.81	6.55E-02	2.54mm 铅
B 东侧 (维修门)	2.5	1.39	9.66E-04	6.48mm 铅
C 北侧 (出料口)	100	1.81	6.55E-02	2.54mm 铅
D 西侧 (维修门)	2.5	1.39	9.66E-04	6.48mm 铅
E 屋顶	100	1.11	2.46E-02	3.46mm 铅

B、散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》(GBZ250-2014)，散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射，散射辐射屏蔽透射因子由式 11-4 计算。

***** (式 11-4)

式中：

*****。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 2 查得；200kV $< kV \leq 300kV$ 原始 X 射线的 90° 散射辐射最高能量为 200kV。因此本项目 225kV 额定管电压 X 射线的 90° 散射辐射最高能量保守取值 200kV，200kV 的 X 射线在铅中的什值层厚度约为 1.4mm。

计算结果见表 11-3。

表 11-3 散射辐射屏蔽厚度计算表

参数 铅房	散射体至关注点 的距离 (m)	B 透射因子	理论计算屏蔽厚度
A 南侧 (进料口)	1.81	2.63E-03	3.61mm 铅
B 东侧 (维修门)	1.39	3.87E-05	6.18mm 铅
C 北侧 (出料口)	1.81	2.63E-03	3.61mm 铅
D 西侧 (维修门)	1.39	3.87E-05	6.18mm 铅

E 屋顶	1.91	2.92E-03	3.55mm 铅
------	------	----------	----------

C、复合分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，当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厚度或者更大时，采用其中较厚的屏蔽；当漏射辐射的屏蔽厚度与散射辐射的屏蔽厚度差值不足一个什值层厚度时，需在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（通过内插法算出管电压为 225kV 的 X 射线什值层厚度为 2.15mm 铅，半值层厚度为 0.64mm 铅）。因此最终该铅房各侧需要的屏蔽厚度情况见表 11-4。

表 11-4 铅房屏蔽厚度计算汇总表

铅房参数	漏射辐射理论计算屏蔽厚度	散射辐射理论计算屏蔽厚度	复合分析屏蔽厚度 (mm)	实际设计厚度	是否满足屏蔽要求
A 南侧（进料口）	2.54mm 铅	3.61mm 铅	4.25mm 铅	6.0mm 铅当量防护铅帘	满足
B 东侧（维修门）	6.48mm 铅	6.18mm 铅	7.12mm 铅	10mm 厚铅板	满足
C 北侧（出料口）	2.54mm 铅	3.61mm 铅	4.25mm 铅	6.0mm 铅当量防护铅帘	满足
D 西侧（维修门）	6.48mm 铅	6.18mm 铅	7.12mm 铅	10mm 厚铅板	满足
E 屋顶	3.46mm 铅	3.55mm 铅	4.19mm 铅	6mm 厚铅板	满足

根据表 11-4，该铅房设计屏蔽厚度能满足屏蔽要求。

二、辐射环境影响分析

当使用管屏 X 射线数字成像系统时，根据照射条件，铅房四周为漏射线和散射线的照射方向，其受照射剂量主要考虑漏射辐射和散射辐射影响，职业人员及公众受照射剂量根据式 11-4~式 11-8 计算。

***** (式 11-4)

***** (式 11-5)

***** (式 11-6)

***** (式 11-7)

***** (式 11-8)

式中：

B_1 —散射辐射屏蔽透射因子；

B_2 —漏射辐射屏蔽透射因子；

H —年受照射剂量，mSv；

t —年受照射时间，取 125h；

T —居留因子；

E —人员受到的有效剂量率，mSv/a；

W_T —组织权重因数，求和为 1。

表 7-1 主要环境保护目标的受照射剂量见表 11-5。计算结果见表 11-5。

表 11-5 铅房外关注点及环境保护目标受照射剂量计算参数表

关注点参数及结果	居留因子	受照射类型	靶点至预测点距离 (m)	B_1	B_2	预测点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年受照射剂量 (mSv/a)
操作室 (西侧)	1	职业	3.89	7.19686E-08	2.23274E-05	7.97103E-03	9.96E-03
南侧进料口 4.5m 处 (监督区边界)	1/16	职业	6.31	5.17947E-05	1.61920E-03	3.65681E-01	2.86E-02
北侧出料口 4.m 处 (监督区边界)	1/16	职业	6.31	5.17947E-05	1.61920E-03	3.65681E-01	2.86E-02
工件待检区、已检区 (东侧)	1/4	公众	9.39	7.19686E-08	2.23274E-05	1.36798E-03	4.27E-04
水压试验区 (南侧)	1/4	公众	16.39	5.17947E-05	1.61920E-03	5.42005E-02	1.69E-02
德阳市四通电控设备有限公司厂区工作人员 (西侧)	1/16	公众	41.39	7.19686E-08	2.23274E-05	7.04081E-05	5.50E-06
德阳市四通电控设备有限公司厂区	1/16	公众	23.81	5.17947E-05	1.61920E-03	2.568284E-02	2.01E-03

工作人员(北侧)						
----------	--	--	--	--	--	--

*注：屏蔽透射因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）式 5 查得。

根据表 11-5 可知，本项目管屏 X 射线数字成像系统运行后，职业人员最大受照射剂量 $2.86 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足 5mSv/a 的剂量约束限值；公众最大受照射剂量为 $1.69 \text{m} \times 10^{-2} \text{Sv/a}$ ，满足 0.1mSv/a 的剂量约束限值。

综上所述，本项目运行后对周围的辐射环境影响很小，是可以接受的。

三、大气环境影响分析

本项目主要考虑 X 射线所致臭氧环境影响分析，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中 X 射线所致臭氧产生量计算方法进行计算：

$$\text{*****} \dots \text{(式 11-9)}$$

$$\text{*****} \dots \text{(式 11-10)}$$

式中：

P —臭氧产率， mg/h ；

D_{10} —X 射线在距靶 1m 处的周围剂量当量率，通过式 11-10 计算出为 6.24Gy/h ；

S —受照射区域的大小，根据辐射角 40° ，机头至探伤工件距离 0.6m ，由此计算出受照射区域最大面积约 0.15m^2 ；

L —X 射线在空气中路径长度，取 0.6m ；

ρ —臭氧密度，取 $2.14 \times 10^3 \text{mg/L}$ ；

经计算，铅房内臭氧产生量为检测臭氧产率为 $2.4 \times 10^{-6} \text{mg/h}$ ，主铅房长 6.86m × 宽 2.2m × 高 2.9m ，体积约为 43.77m^3 ，在不考虑通风的条件下，计算出连续探伤 1h 后主铅房内臭氧浓度为 $5.48 \times 10^{-8} \text{mg/m}^3$ ，臭氧的 1 小时平均值能够满足《工作场所有害因素职业接触限值化学有限因素》（GBZ2.1-2007） 0.3mg/m^3 容许浓度要求，也能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（ $\leq 0.2 \text{mg/m}^3$ ）的标准限值要求。臭氧通过铅房排风机经排风罩排出室外，排风机风量为 $550 \text{m}^2/\text{H}$ ，经大气自然扩散后，对周围的环境影响可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中 1 小时均值 $\leq 0.2 \text{mg/m}^3$ 的标准限值，对

大气环境影响较小。

四、水环境影响分析

本项目管屏 X 射线数字成像系统在运行时无废水产生。本项目 3 名工作人员均为公司新增辐射工作人员，新增辐射工作人员产生的生活污水将利用厂区原有环保设施收集处理后，经市政污水管网排入德阳市石亭江城市生活污水处理厂，对周围水环境影响较小。

五、固体废物环境影响分析

本项目 X 射线数字成像系统在运行时无固废产生。本项目新增的 3 名工作人员产生的生活垃圾经厂区垃圾收集设施收集后，由环卫部门统一清运，对环境影响很小。

六、声环境影响分析

本项目铅房不安装风机，均选用低噪声设备，自动传输装置在送件过程中会产生一定噪声，噪声值较小，且为间歇噪声，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围声环境影响较小。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射性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 11-6。

表 11-6 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

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，见表 11-7。

表 11-7 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、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，本项目设备只有在开机状态下才会产生X射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。本项目新增使用1台探伤设备，其X射线能量不大，曝光时间比较短，采用铅房屏蔽，正常情况下人员不进入铅房内。本项目可能发生的辐射事故如下：

（1）送料机械系统发生故障无法传送工件或未预计到工件尺寸工件在进出料口被卡住，且工作人员在铅房内维修还未撤出铅房，外面人员启动开关进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

（2）安全连锁装置发生故障，射线装置工作时无关人员打开维修门并误入，造成有人员被误照射，引发辐射事故。

（3）进出料口处防护铅帘失效，造成射线泄漏，引发辐射事故。

三、辐射事故后果计算

1、事故（1）或（2）

假定在事故情况下，检修人员以及其他人员进入铅房，位于 X 射线主射方向。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 11-11 计算：

***** (式 11-11)

式中:

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

I —管电流, 取 8mA ;

δ_x —发射率常数, 本项目探伤机取 $13.0\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot(\text{mA}\cdot\text{min})^{-1}$;

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 11-11 进行计算:

***** (式 11-12)

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, X 射线为 1。

由于铅房内安装有 2 个监控摄像头, 可监视铅房内部环境, 且铅房和操作室内均安装有紧急止动按钮, 当发生辐射事故时候, 相关人员可以立即通过铅房和操作室内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 11-8。

表 11-8 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

与探伤机靶正面距离 (m)	受照射剂量 (mSv/10s)
1	17.33
2	4.33
3	1.93
4	1.08
5	0.69

2、事故 (3)

假定铅房工件进出料口处防护铅帘失效, 即帘机联锁发生故障, 防护铅帘未下降到位至覆盖工件便启动高压电源, 造成射线泄漏, 且同时有人员靠近铅帘, 距离 X 射线源最近距离为 1.81m。

进出料口两侧各安装有 1 个监控摄像头, 可监视铅房外部环境, 此外操作室内也安装有紧急止动按钮, 因此当发生辐射事故时候, 相关人员也可以立即通过操作室内紧急止动开关中断电源, 整个处理时间约 10s, 无铅帘防护的散射射线

影响和漏射射线影响根据（式 11-5）、（式 11-6）进行计算，计算结果见下表。

表 11-9 铅房工件进出料口辐射环境影响分析

参数 点位	散射点至预测 点距离 (m)	漏射点至预 测点距离(m)	预测点散射 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	预测点漏射 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	预测点 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	受照射剂量 ($\text{mSv}/10\text{s}$)
工件进 出口处	1.81	1.81	464.58	18.61	483.19	0.81

四、辐射事故环境影响分析

根据表 11-8，在辐射事故（1）或（2）状态下，受照射有效剂量最大为 17.33mSv，可造成公众人员受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 1mSv/a 剂量限值，根据表 11-9，急性放射病的发生率小于 1%，构成一般辐射事故。

根据表 11-9，在辐射事故（3）状态下，受照射有效剂量最大为 0.81mSv，大于公众 0.1mSv/a 的剂量约束限值,构成一般辐射事故。

根据辐射事故危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-10。

表 11-10 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	环境风 险因子	危险因素	危害结果	事故等级
ZXFlasee B-G 型管屏 X 射线数字成像系统 (内含 1 台 PTS225 型高频高压 X 射线 机, 属于 II 类射线装 置)	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 17.33mSv, 导致职业人员或公 众人员受照射剂量超过年剂量限 值, 急性放射病的发生率小于 1%。	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

为了杜绝上述辐射事故的发生,环评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,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) 建设单位应制定《管屏探伤设备操作规程》。凡涉及管屏探伤,必须按操作规程执行,探伤作业时,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，防止误操作；

(3) 每月检查铅房的门机联锁装置、帘机联锁装置和门灯联锁装置，确保在维修门关闭后，射线装置出束才能进行照射；

(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) 建设单位取得辐射安全与防护培训合格证书的人员，应每四年复训一次。

表 12：辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

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全面负责公司内的辐射安全管理工作；
- ②认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合公司实际制定安全规章制度并检查监督实施；
- ③负责公司内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，对公司内使用的辐射设备的安全防护情况进行年度评估；
- ⑤实施放射工作人员的健康体检并做好体检资料的档案管理工作；
- ⑥编制辐射事故应急预案，并妥善处理本公司有可能发生的辐射事故；
- ⑦定期向生态环境部门和主管部门报告安全工作，接受环保监督、监测部门的检查指导。

(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，各科室之间的协调，管理全厂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。

领导小组人员设置如下：

表 12-1 辐射安全防护领导小组人员设置表

职务	人员
组长	陈勇
副组长	程立刚
成员	吕斗富、王明、谢治富、刘兵

辐射安全管理规章制度

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表 12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	项目	规定的制度	落实情况	备注
1	综合	辐射安全管理规定	需制定	/
2		操作规程	需制定	/
3		安全防护设备的维护与维修制度	需制定	/
4	监测	监测方案	需制定	/
5		监测仪表使用与校验管理制度	需制定	/
6	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	需制定	/
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定	/
8		辐射工作人员岗位职责	需制定	/
9	应急	辐射事故/事件应急预案	需制定	/

在辐射安全与防护管理领导小组的领导下，建设单位需进一步补充和完善表 12-2 中罗列的制度，并落实专人负责。建设单位应明确工作人员责任，各项辐射安全管理规章制度落实到位，并定期对辐射安全控制效果进行评议。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，核技术利用单位应根据使用放射性同位素和射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

1. 档案分类

辐射安全档案资料可分以下大类：“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”。

2、 需上墙的规章制度

(1) 《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《管屏探伤设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。

(2) 上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防

护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）和中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

1、个人剂量监测

本项目拟配置 3 名辐射工作人员，建设单位应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，个人剂量计需定期（每季度一次）送有资质的单位进行检定，并根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）做好个人剂量管理的工作，建立个人剂量健康档案。并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决。

根据检查大纲的要求：①项目建成投运后，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，做到专人专戴，做到定期送检；②建立个人剂量档案，个人剂量档案终身保存；③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；当单年个人剂量超过 50mSv 时，需调查超标原因，确认是辐射事故时启动应急预案。

2、射线装置工作场所监测要求

（1）监测内容：X- γ 辐射剂量率；

（2）监测布点及数据管理：监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致，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；

（3）监测频度：建设单位应定期（1 次/月）或不定期进行监测，确保设备正常运行、屏蔽措施到位和环保措施正常运行。同时需另委托有监测资质单位进行年度监测，监测报告附到年度评估报告中，于每年 1 月 31 日前将评估结果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>）。

（4）监测范围

铅房四周屏蔽体外、进出料口、操作间、穿墙孔洞、维修门外以及四周环境保护目标。

（5）监测设备：便携式X- γ 辐射监测仪。

(6) 监测质量保证

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；制定辐射环境监测管理制度。

辐射事故应急

1、建设单位成立了辐射安全与防护管理领导小组，全面负责建设单位的辐射事故应急工作。

2、为了加强对辐射工作场所的安全管理，保障公众健康，保护环境，建设单位需制定较为完善的辐射事故应急处理预案。应急预案应包括：应急机构的设置与职责及联系电话、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障以及事后处理程序等，应急预案应针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时可行。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组按照辐射事故应急预案的程序和要求上报属地生态环境主管部门，同时上报公安部门，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。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13：结论与建议

结论

1、项目概况

项目名称：新增管屏 X 射线数字成像系统核技术利用项目

建设单位：德阳市恒搏机械设备制造有限公司

建设性质：新建

建设地点：德阳市旌阳区黄海路东段 5 号德阳市恒搏机械设备制造有限公司租用厂房三号车间内。

本次评价内容及规模为：在厂房内建设 1 套 ZXFlasee B-G 型管屏 X 射线数字成像系统及配套操作间，使用 1 台 PTS225 型高频高压 X 射线机，最大管电压为 225V、最大管电流为 8mA，年曝光时间约 125h，属于 II 类射线装置。

2、本项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》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”，符合国家产业发展政策。

3、本项目选址合理性分析

项目位于四川德阳旌阳高新技术产业园区，主导产业为新材料、新能源及高端装备制造等产业。本项目拟建于德阳市恒搏机械设备制造有限公司租用德阳东方科用电站设备制造有限公司现有厂房内，根据调查，该厂房于 2007 年建成，目前已空置多年。建设单位在租用厂房内进行管屏生产，生产工艺为分割、焊接、组装，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“三十、金属制品业 结构性金属制品制造”类别中的其他类除外的仅分割、焊接、组装的生产项目，因此本项目不需要进行环境影响评价。根据调查，该厂房有完善的给排水设施，本项目运行过程中无生产废水产生，项目生活废水经厂区已有排水设施排入园区污水管网，经市政管网排入污水处理站处理。本项目仅为该生产项目的配套建设项目，厂房四周主要为已建、待建企业及商业区，周边 50m 内无学校、居民等敏感点。德阳市恒搏机械设备制造有限公司在厂房内建设本项目已征得德阳东方科用电站设备制造有限公司同意（厂房租赁协议见附件 6）。

本项目位于厂房内的西北角，根据现场调查情况，该厂房为空置状态。本项目不新增用地，项目水、电、气、通讯设施依托厂房原有设施妥善解决，且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，且与周围各单元间分隔明确，利于辐射防护，同时也可满足生产的要求。因此，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

4、工程所在地区环境质量现状

本项目拟建管屏 X 射线数字成像系统屏蔽铅房及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 $7.7 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 9.7 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $77 \text{nGy/h} \sim 97 \text{nGy/h}$ ，属于当地正常本底辐射水平（ $76.8 \text{nGy/h} \sim 163 \text{nGy/h}$ ）（注：参照四川省生态环境厅《2019 年四川省生态环境状况公报》中“辐射环境质量”章节）。

5、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，管屏 X 射线数字成像系统投入使用后对工作人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

（2）大气的环境影响分析

本项目设备产生的臭氧经自然分解和稀释，不会对周围大气环境造成明显影响。

（3）废水的环境影响分析

管屏 X 射线数字成像系统在运行时无废水产生。工作人员产生的生活污水利用厂区原有设施收集处理后经市政污水管网排入德阳市石亭江城市生活污水处理厂，对周围水环境影响较小。

（4）固体废物的环境影响分析

管屏 X 射线数字成像系统在运行时无固废产生。工作人员产生的生活垃圾经厂区垃圾收集设施收集后，由环卫部门统一清运，对环境的影响很小。

（5）噪声

本项目设备运行时间短，均选用低噪声设备，噪声值较小，且为间歇噪声，对周围声环境影响较小。

(6) 项目实践正当性分析

本项目为 X 射线探伤，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，该项目的实践是必要的。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

6、事故风险与防范

项目建成投运后，应认真贯彻实施辐射事故应急预案和安全规章制度，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

7、环保设施与保护目标

建设单位需按环评要求配备较全、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。

8、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故，应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对现有场所而言，建设单位也已具备辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，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后，评价认为，本项目在德阳市恒搏机械设备制造有限公司租用厂房内进行建设，从环境保护和辐射防护角度分析是可行的。

建议和承诺

1、要求

(1) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

(2) 项目建成投运后定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，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 日前将评估报告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>），评估报告包括：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；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥存在的安全隐患及其整改情况；⑦其他有关法律、法规规定的落实情况。

(3) 在铅房投运后，一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案，按照辐射事故应急救援程序流程进行处理，并逐级上报主管单位。

(4) 建设单位在对辐射安全许可证进行增项之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息填写。

2、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

类别	环保设施/措施	数量	备注
屏蔽措施	铅房（包含主铅房、耳房）	1 座	/
安全装置	门机联锁装置	1 套	/
	帘机联锁装置	1 套	/
	准备出束声光提示	1 套	/
	紧急止动装置	3 个	铅房内 2 个，控制室内 1 个
	监控摄像头	4 个	进出料口两侧各 1 个、铅房内 2 个
	工作状态指示灯	1 个	铅房顶部
	电离辐射警告标志	4 个	/
	安全防护围栏	1 套	/
监测仪器	便携式 X 辐射监测仪	1 台	/
	个人剂量计	3 个	/
	个人剂量报警仪	2 台	/
台账管理	个人剂量档案	/	单季度无超过 1.25mSv 情况
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	/	其中《辐射工作场所安全管理制度》、《操作规程》、《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》		作人员岗位职责》、《应急响应程序》需张贴上墙
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