

# 核技术利用建设项目

X 射线数字成像检测设备应用项目

## 环境影响报告表

(公示本)

广西玉柴机器股份有限公司

二〇二五年七月



# 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	10
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.....	20
表 9 项目工程分析与源项.....	26
表 10 辐射安全与防护.....	31
表 11 环境影响分析.....	39
表 12 辐射安全管理.....	48
表 13 结论与建议.....	51
表 14 审批.....	54

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		X 射线数字成像检测设备应用项目				
建设单位		广西玉柴机器股份有限公司				
法定代表人		***	联系人	***	联系电话	*****
注册地址		玉林市玉州区天桥西路 88 号				
项目建设地点		玉林市玉州区大南路 1 号铁棚房北 C 区 3 号 X 射线数字成像检测室				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		56	项目环保 投资 (万 元)	10	投资比例 (环 保投资/总投 资)	17.86%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	/
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	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<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					

**1.1 公司简介**

广西玉柴机器股份有限公司是广西玉柴机器集团的核心子公司。公司于 1992 年完成股份制改造，1993 年改制为中外合资企业，1994 年在美国纽约主板上市，是国内行业首家在境外上市的企业。公司拥有总资产 160 多亿元，员工 9000 多人，发动机年生产能力达 70 万台。公司产品包括 10 大平台 27 大系列的微、轻、中、大型柴油发动机和气体发动机，功率覆盖 60~2000kW，是国内产品品种最丰富、型谱最完整的发动机生产企业。

**1.2 建设目的及项目概况**

为了满足公司发动机零配件检测需求，广西玉柴机器股份有限公司拟在玉林市玉州区大南路 1 号铁棚房北 C 区 3 号 X 射线数字成像检测室安装 1 台 ISD-NIX58-E20 型 X 射线数字成像检测设备（自带铅房），开展发动机零配件无损检测工作，该设备仅用于本公司发动机零配件无损检测。

本项目已安装调试完毕，尚未正式投入使用，本次为补办环评手续。项目购置使用的 X 射线数字成像检测设备具体情况见表 1-1。

**表 1-1 公司拟购置使用的 X 射线数字成像检测设备情况一览表**

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电 流 (mA)	备注
1	X 射线数字成 像检测设备	II 类	1 台	ISD-NIX58 -E20	200	2.5	定向，主 射朝东

### 1.3 任务由来

为满足公司发动机零配件检测需求，进一步提高公司生产的发动机性能及品质，更好的服务用户，广西玉柴机器股份有限公司投资建设“X 射线数字成像检测设备应用项目”。依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》等规定，“生产、使用 II 类射线装置的”项目，应当编制环境影响评价报告表，办理辐射环境影响评价审批手续。为保护环境，保障公众健康，广西玉柴机器股份有限公司 X 射线数字成像检测设备应用项目委托广西北部湾环境影响评价公司对该项目进行辐射环境影响评价（委托书见附件 1）。

### 1.4 核技术利用及辐射安全管理现状

公司此前尚无开展核技术利用项目，无《辐射安全许可证》。

### 1.5 项目周边保护目标以及场址选址

本项目位于玉林市玉州区大南路 1 号铁棚房北 C 区 3 号 X 射线数字成像检测室，项目中心坐标：东经 110°8'13.677"，北纬 22°34'58.522"；地理位置见图 1-1。

#### （1）本项目所在建筑物外环境概况

本项目所在铁棚房为标准厂房，东西两侧为 2 层建筑，中部为 1 层。铁棚房东、西、南、北侧均为厂区道路，东侧隔路 30m 为公司物流配送中心厂房；南侧隔路 25m 为公司物流配送中心厂房；西侧隔路 20m 为公司空压机房、低压配电室、盐雾室、清洁度检验室；北侧隔路 15m 为理化楼（6F）。项目所在铁棚房周围环境现状见图 1-9~图 1-11。

#### （2）铅房四周墙体为起点 50m 范围内环境状况

以项目铅房四周墙体为起点 0~50m 范围环境状况：东侧 0~50m 为采购部外

检区（铁棚房）办公区；南侧 0~45m 为采购部外检区（铁棚房）办公区，45~50m 为厂区道路；西侧 0~20m 为厂区道路，20~25m 为空压机房，25~30m 为低压配电室，30~50m 为厂区空地；西南侧 30~40m 为盐雾室，45~50m 为清洁度检验室；北侧 0~10m 为采购部外检区（铁棚房）办公区，10~25m 为厂区道路，25~50m 为理化楼（6F）。项目评价范围见图 1-1。

### （3）拟建项目周边环境概况

本项目铅房位于铁棚房北 C 区 3 号 X 射线数字成像检测室，X 射线数字成像检测室东侧为封存物品存放区；南侧为储物间、起动机试验台等；西侧为厂区道路；北侧为楼梯及精测室三；项目正上方二层为辅料间，项目所在厂房无地下层，铅房与地面相邻建设，下方为实土层；项目周边情况见图 1-6~图 1-12。

### （4）选址合理性分析

本项目以铅房边界为起点 50m 范围内不涉及厂外居民区，涉及人员主要为厂区内的工作人员。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），操作室应避开有用线束照射的方向并应于铅房分开。本项目操作台位于铅房的西南侧 0.5m 处，探伤机有用线束朝向为固定朝向东侧照射，避开操作台方向，可有效减小对周围人员的影响；操作台设置有视频监控系统，便于辐射工作人员观察工件和探伤机状态及防护门开闭情况。铅房屏蔽设计满足相关要求，从辐射安全与防护的角度分析，在射线装置运行时，可有效减少公众人员的附加照射剂量，且本项监督区和控制区划分明确，因此项目选址合理可行。

### （5）周边保护目标

本项目主要环境保护目标为项目辐射工作人员、铅房周围（含上层）工作人员及途经评价范围的其他公众等。

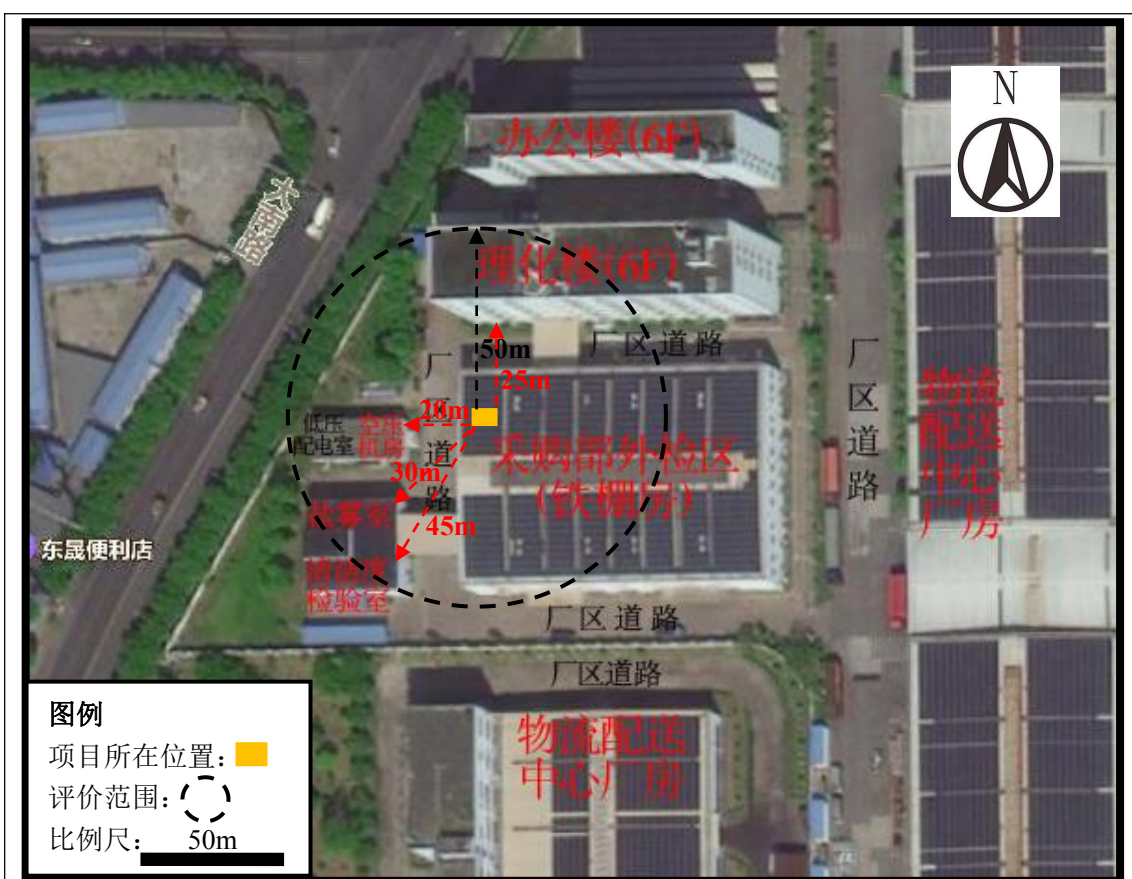


图 1-1 项目地理位置及评价范围示意图



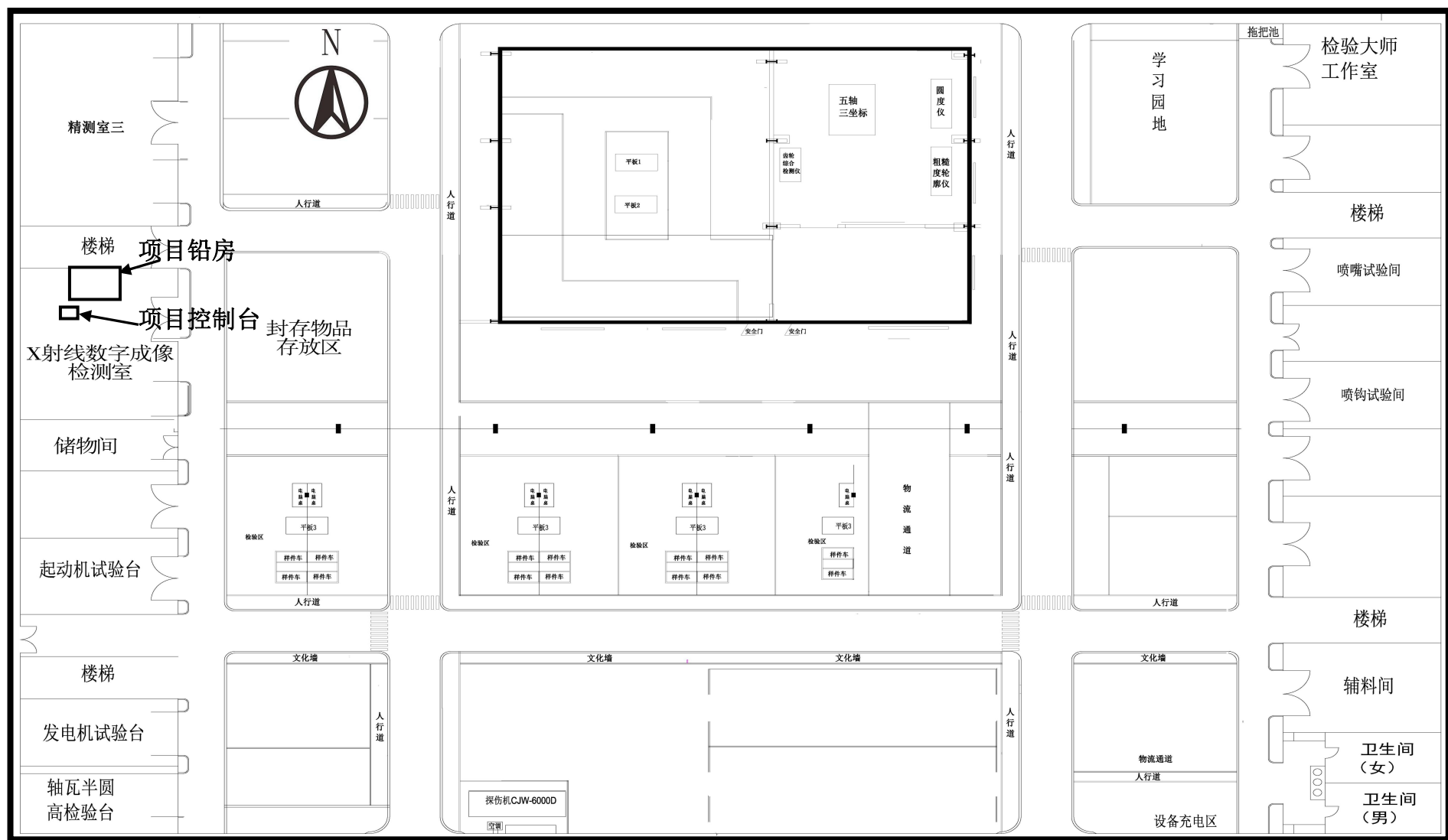


图 1-2 项目所在厂房平面布置图

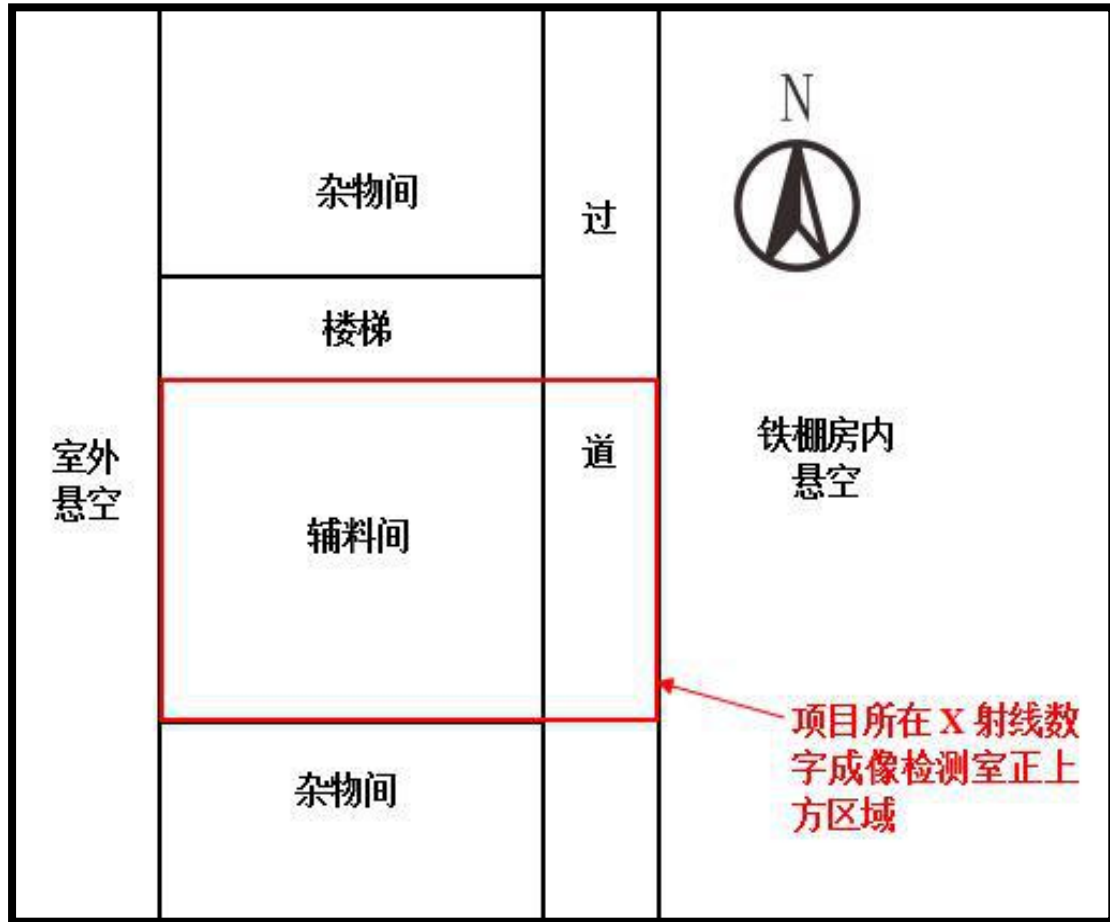


图 1-3 项目正上方二层平面示意图



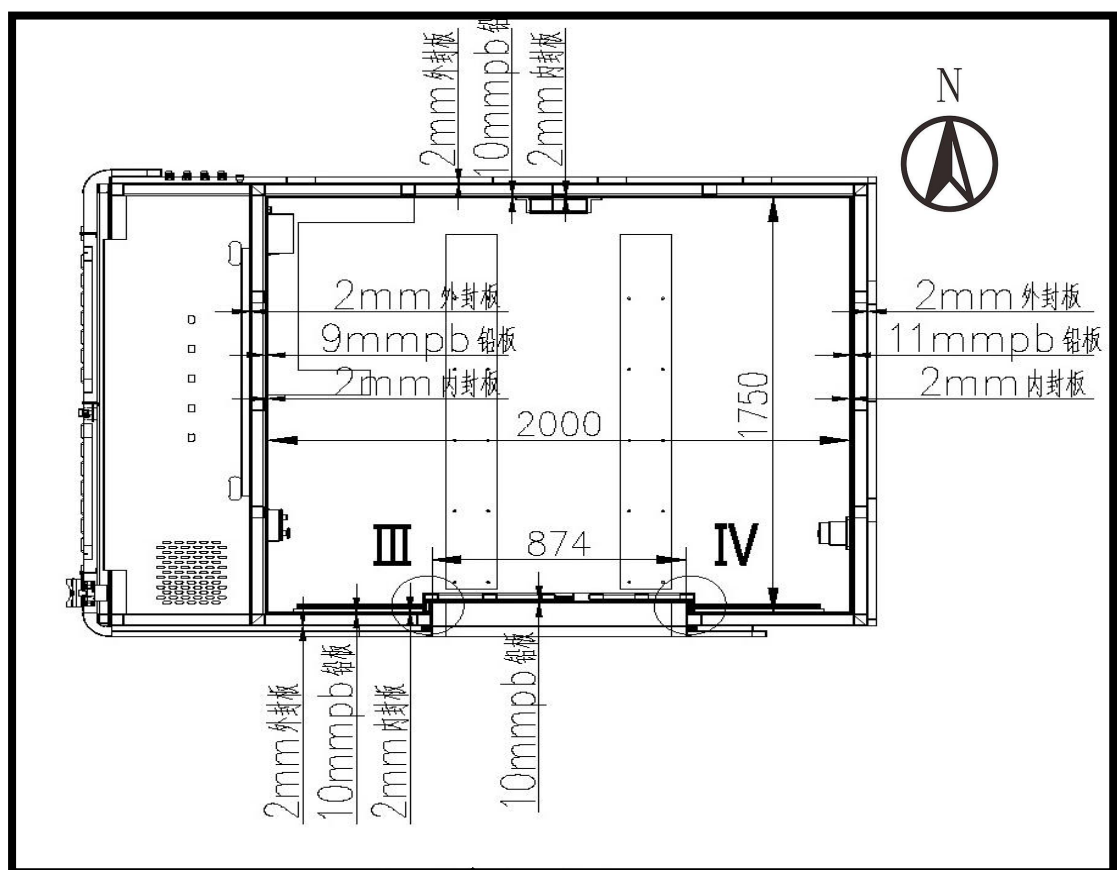


图 1-4 项目铅房平面示意图

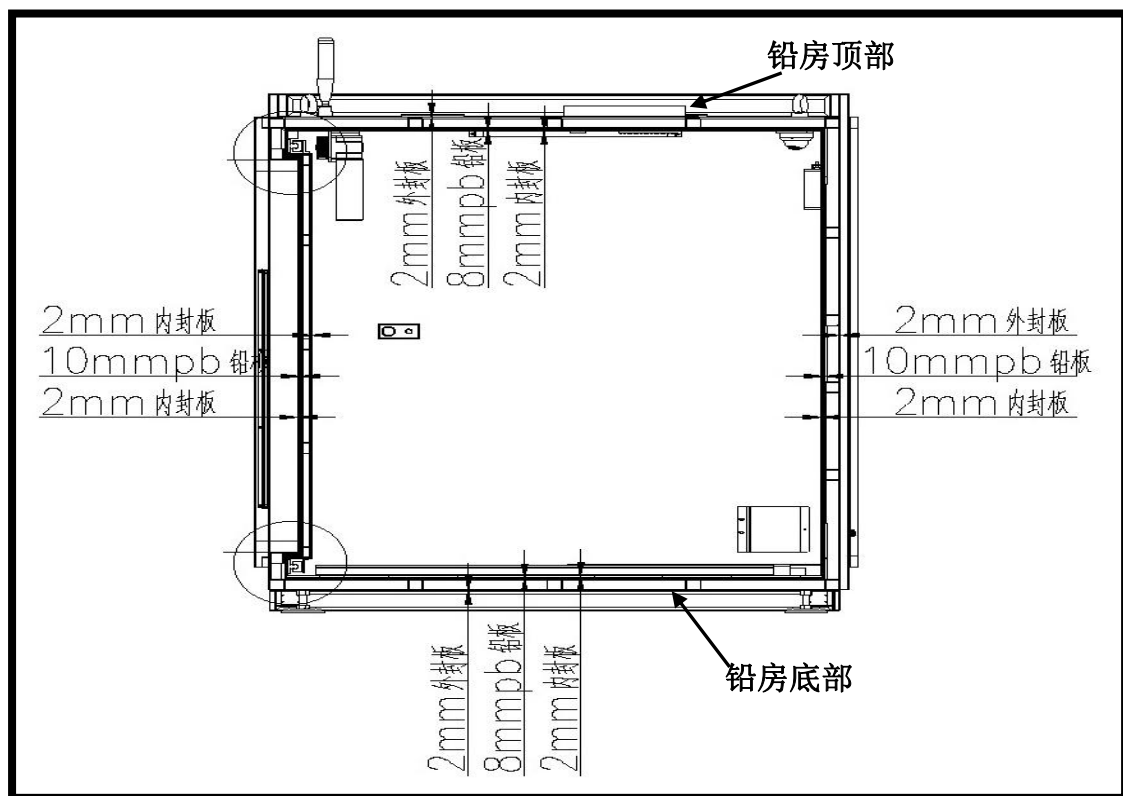


图 1-5 项目铅房剖面示意图



图 1-6 项目所在 X 射线数字成像检测室现状



图 1-7 项目铅房正上方辅料间

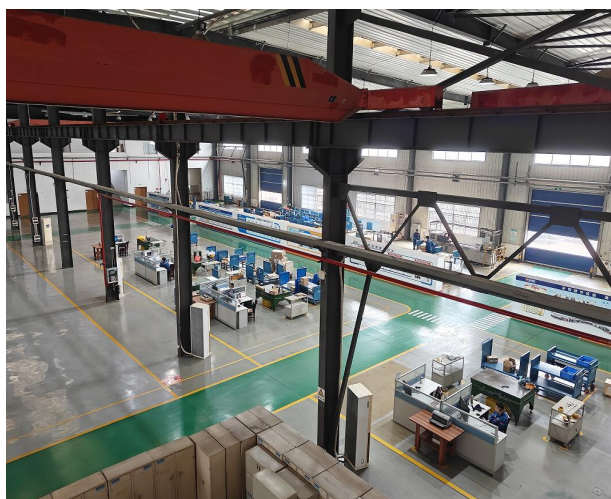


图 1-8 项目所在铁棚房现状



图 1-9 项目所在铁棚房西侧清洁度检验室



图 1-10 项目所在铁棚房西侧空压机房



图 1-11 项目所在铁棚房北侧理化楼



图 1-12 项目铅房及操作台现状

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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



(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	厂家	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成像检测设备	II 类	1 台	ISD-NIX58-E20	杭州睿影科技有限公司	200	2.5	无损检测	玉林市玉州区大南路 1 号铁棚房北 C 区 3 号 X 射线数字成像检测室	定向，主射朝东

(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	备注
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	极少量	极少量	/	/	经铅房机械排风下能迅速排出扩散，不会对周围环境产生不利影响。	/

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

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度（Bq/L，或 Bq/kg，或 Bq/m<sup>3</sup>），年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过;2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订），2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002 年 10 月 28 日通过，自 2003 年 9 月 1 日起施行；2018 年 12 月 29 日第二次修正）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令 第 6 号），2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，（1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令 第 253 号发布施行;2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订，自 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》（国务院第 449 号令，于 2005 年 9 月 14 日发布，自 2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年 3 月 2 日第二次修改）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日经国家环境保护总局令 第 31 号发布，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>(7) 《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 年发布，2011 年 5 月 1 日起施行）；</p> <p>(8) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（中华人民共和国生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号），2006 年 9 月 26 日，国家环保总局；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令 9 号），2019 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(12) 《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 20 日；</p> <p>(13) 《广西壮族自治区环境保护条例》（2019 年修订版），2019 年 7</p>
------	--

	<p>月 25 日公布，自 2019 年 7 月 25 日起施行；</p> <p>（14）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展和改革委员会令第 7 号），2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>（15）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），自 2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>（16）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日施行。</p>
技术标准	<p>（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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>（2）《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）；</p> <p>（3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>（4）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>（5）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>（6）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；</p> <p>（7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。</p>
其他	<p>1、环境影响评价委托书（见附件 1）；</p> <p>2、建设单位提供的其他资料。</p>



**表 7 保护目标与评价标准**

### 7.1 评价范围

根据本项目的特点，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定，确定以本项目设备铅房墙体外 50m 范围作为本项目的的评价范围，详见图 1-1。

### 7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为项目辐射工作人员、铅房周围（含上层）工作人员及途经评价范围的其他公众等。本项目的环境保护目标见表 7-1。

**表 7-1 环境保护目标一览表**

环境保护目标		人数	位置	年剂量约束值
辐射工作人员	本项目辐射工作人员	2 人	操作台	5mSv
公众成员	采购部外检区（铁棚房）	20 人	同一铁棚房	0.1mSv
	空压机房	1 人	项目西侧 20m	
	低压配电室	1 人	项目西侧 25m	
	盐雾室	3 人	项目西南侧 30m	
	清洁度检验室	5 人	项目西南侧 45m	
	理化楼（6F）	20 人	项目北侧 25m	
	路过偶尔或停留的非辐射工作人员	流动人口	铅房屏蔽墙外 50m 范围内	

### 7.3 评价标准

#### （1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

本标准适用于实践和干预人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第4.3.2.1款关于剂量限制的规定：应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准6.2.2规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录B（标准的附录B）中规定的相应剂量限值，不应将剂量限值应用项目于获准实践中的医疗照射。

#### B1 剂量限值

#### B1.1 职业照射

#### B1.1.1 剂量限值

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限

值:

a) 由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；本次评价从辐射防护最优化原则出发，使职业人员尽量避免不必要的附加剂量照射，取其四分之一即5mSv作为职业人员的年剂量管理约束值。

## B1.2 公众照射

### B1.2.1 剂量限值

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下述限值:

a)年有效剂量，1mSv；本次评价取其十分之一即0.1mSv作为公众成员年剂量管理约束值。

## 辐射分区管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

### 第 6.4.1 款 控制区

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

### 第 6.4.2 款 监督区

第 6.4.2.1 款 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

## （2）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了X射线和 $\gamma$ 射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用600kV及以下的X射线探伤机和 $\gamma$ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业CT探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

### 6.1 探伤室放射防护要求

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

性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见GBZ/T 250。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

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

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

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

6.1.8 探伤室防护门上应有符合GB 18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

## 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

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

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

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

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

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

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第7.1条~第7.4条的要求。

### (3) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业X射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于500kV以下工业X射线探伤装置的探伤室。

## 3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平（ $H_c$ ）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{c-d}$ ）：

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平  $H_c$  如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2) 相应  $H_c$  的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 按式 (1) 计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

式中：

$H_c$ ——周剂量参考控制水平，单位为微希每周 ( $\mu\text{Sv/周}$ )；

$U$ ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

$T$ ——人员在相关关注点驻留的居留因子；

$t$ ——探伤装置周照射时间，单位为小时每周 ( $\text{h/周}$ )。

$t$  按式 (2) 计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I}$$

式中：

$W$ ——X 射线探伤的周工作负荷（平均每周 X 射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值）， $\text{mA} \cdot \text{min/周}$ ；

60——小时与分钟的换算关系；

$I$ ——X 射线探伤装置在最高管电压下常用的最大管电流，单位为毫安 ( $\text{mA}$ )。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,\max}$ ：

$$\dot{H}_{c,\max} = 2.5 \mu\text{Sv/h}$$

c) 关注点剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ ：

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

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射，该项辐射和穿出探伤室的透射辐射在相应关注点的剂量率总和应按

3.1.1c) 的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_C$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 加以控制。

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

### 3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

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

### 3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中, 应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

综上, 本次评价结合上述标准以及项目实际情况, 本项目取  $5\text{mSv/a}$  作为辐射工作人员的年剂量约束值, 取  $0.1\text{mSv/a}$  作为公众人员的年剂量约束限值, X 射线探伤室外表面 30cm 处周围剂量率  $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**8.1 项目地理和场所位置**

本项目建设位于玉林市玉州区大南路 1 号铁棚房北 C 区 3 号 X 射线数字成像检测室，地理位置见图 1-1，平面布置图见图 1-2。

**8.2 环境现状评价的对象**

本项目已安装调试完毕，故环境现状评价的对象包括：设备关机状态下，场址及周围辐射环境质量现状；设备开机正常运行时，场址及周围的辐射环境质量现状。

**8.3 环境现状辐射监测**

本项目场址周围环境现状辐射水平采用现场监测的方法进行调查，评价单位委托广西壮族自治区辐射环境监督管理站对本项目拟用机房设备开、关机状态下周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率水平进行监测，监测报告见附件 3、附件 4。

(1) 监测目的

掌握本项目设备开、关机状态下项目场址、评价区域及主要关注点的辐射环境质量现状水平。

(2) 监测因子及监测频次

监测因子： $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率；监测频率：1 次。

(3) 监测点位布设

参考《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）有关布点原则，结合项目机房场址现场条件，评价要求及关注点的情况，合理布点；其中设备关机状态下现状监测布点图见图 8-1、图 8-3，设备开机状态下现状监测布点图见图 8-2、图 8-3。





图 8-1 室内监测点位布置图（设备关机状态下）

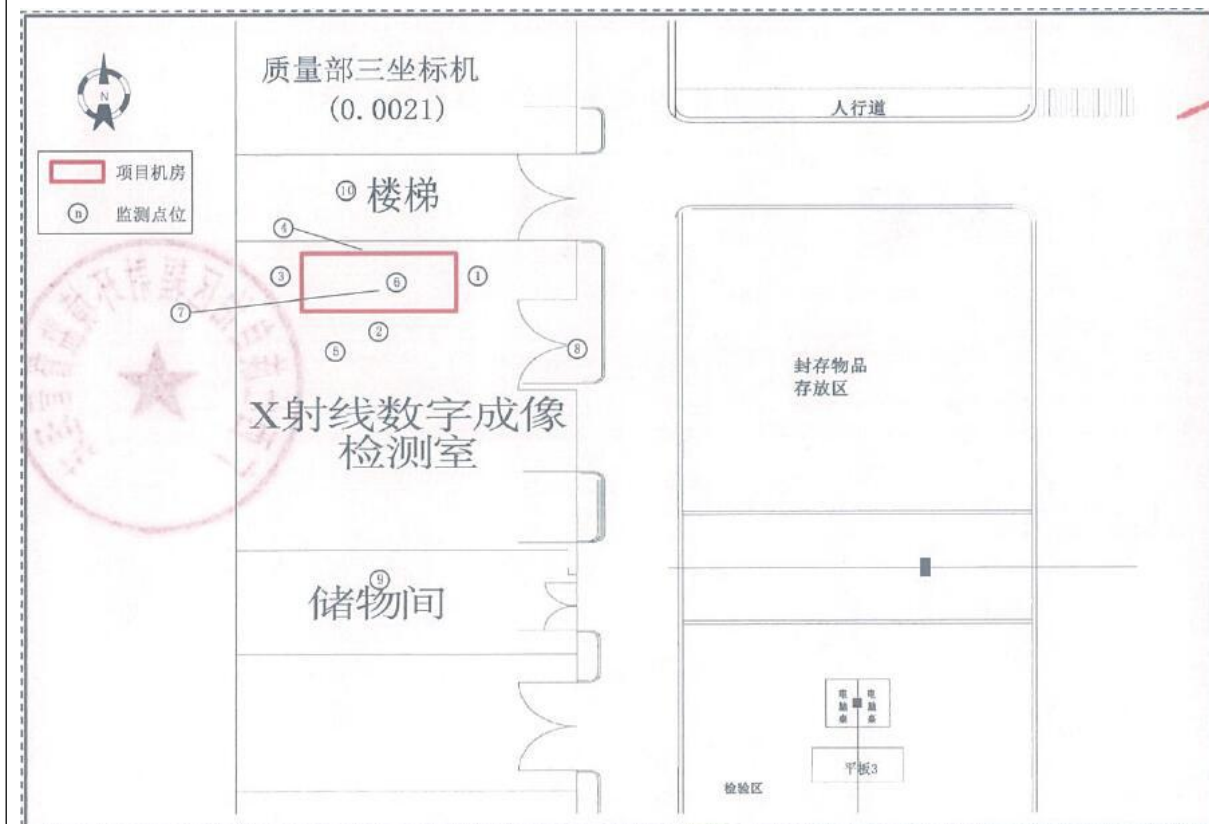


图 8-2 室内监测点位布置图（设备开机状态下）

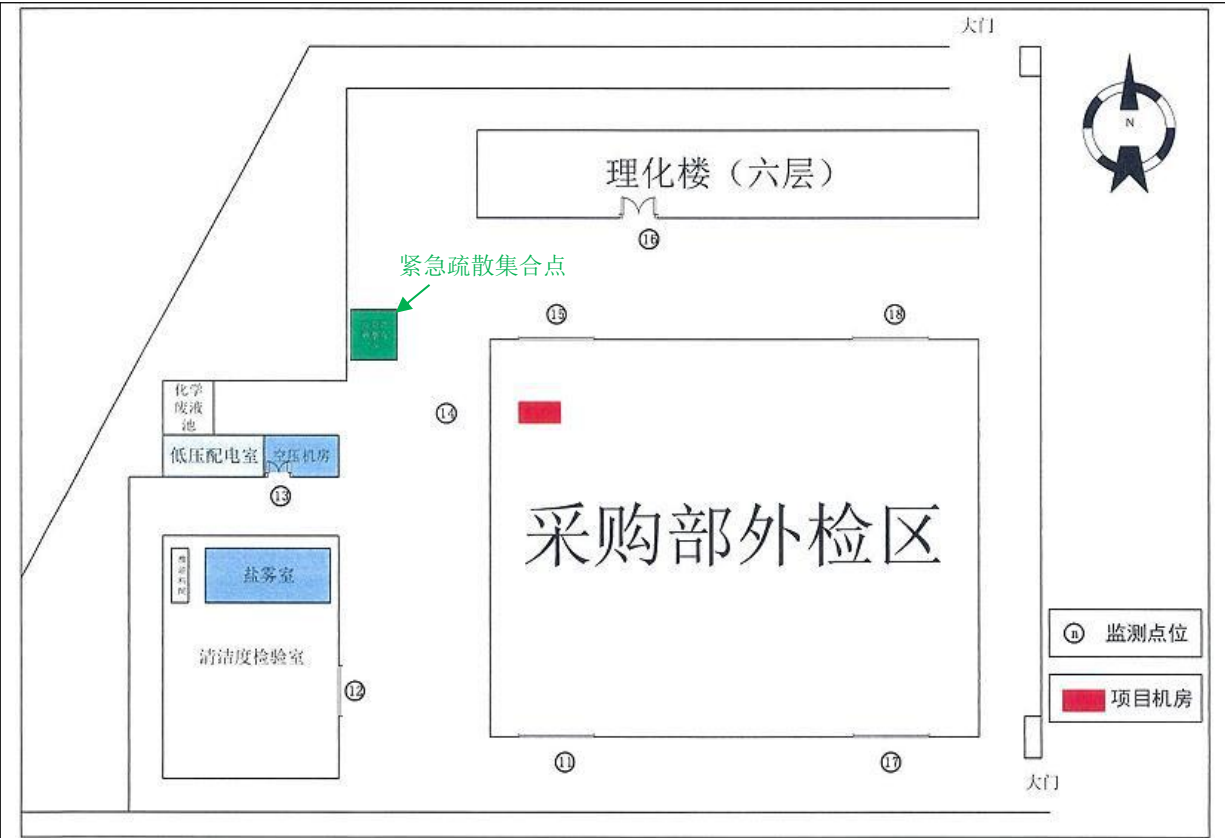


图 8-3 室外监测点位布置图

(4) 监测仪器与规范

监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 X-γ剂量率仪参数与监测规范

监测项目	γ辐射空气吸收剂量率
仪器名称	环境监测 X-γ辐射空气吸收剂量率仪
仪器编号	FH40G-X+FHZ672E-10
出厂编号	50832+17984
生产厂家	Thermo 公司
能量响应	40keV~4.4MeV
量程	1nSv/h~100μSv/h
检定证书	证书编号：DLj12024-14169（检定单位：中国计量科学研究院），有效日期：2024 年 9 月 20 日至 2025 年 9 月 19 日。
监测依据	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

(5) 质量保证措施

①结合现场实际情况及监测点的可到达性，在项目拟建场址内和评价范围内工作人员活动区域、人流量相对较大的区域布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性；

②参考《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）采用即时测量方法进行测量；

③监测仪器每年经有资质的计量部门检定、校准，检定合格后方可使用；

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑤本次监测实行全过程的质量控制，严格按照监测单位的《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗；

⑥监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后授权签字人批准。

#### （6）监测结果

##### ①设备关机状态下

项目设备关机状态下监测时间为 2025 年 3 月 20 日，监测结果见表 8-2。

**表 8-2 项目设备关机状态下场址及周围辐射剂量率监测结果**

监测点号	监测位置	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
①	机房东侧（X 射线数字成像检测室内）			室内二 层楼
②	机房南侧（X 射线数字成像检测室内）			
③	机房西侧（X 射线数字成像检测室内）			
④	机房北侧（X 射线数字成像检测室内）			
⑤	机房内部			
⑥	机房顶部			
⑦	X 射线数字成像检测室正上方（二层辅 料间内）			
⑧	X 射线数字成像检测室进出口			
⑨	机房南侧储物间			
⑩	机房北侧楼梯间			
⑪	采购部外检区南侧出入口 1#门			室外
⑫	清洁度检验室进出口			
⑬	空压机房出入口			
⑭	机房西侧厂区道路			
⑮	采购部外检区北侧出入口 1#门			
⑯	理化楼南侧出入口			
⑰	采购部外检区南侧出入口 2#门			
⑱	采购部外检区北侧出入口 2#门			
室内测值范围				/
室外测值范围				/

注：监测结果已根据 HJ 1157-2021 的要求扣除仪器对宇宙射线的响应值。

由表 8-2 的监测结果可知，项目设备关机状态下，建设场址室内辐射剂量率监测结果值范围为 33.9~89.8nGy/h 之间（已扣除宇宙射线响应值），室外辐射剂量率监测结果值为 36.3~60.0nGy/h（已扣除宇宙射线响应值），根据《广西壮族自治区环境天然贯穿辐射水平调查研究》（《辐射防护》杂志第 12 卷第 5 期，1992 年 9 月，杨名生等著）可知，广西室内 $\gamma$ 辐射剂量率范围在 11.0~304.3nGy/h（已扣除宇宙射线响应值），原野 $\gamma$ 辐射剂量率在 10.7~238.7nGy/h 范围内（已扣除宇宙射线响应值），本项目建设场址各监测点位 $\gamma$ 辐射剂量率在其相应范围内，表明该场所室内和室外辐射环境质量状况未见异常。

### ②设备开机状态下

项目设备开机状态下监测时间为 2025 年 6 月 19 日，监测结果见表 8-3。

**表 8-3 项目设备开机状态下场址及周围辐射剂量率监测结果**

监测点号	监测位置	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率（nSv/h）		备注
		平均值	标准差	
①	距机房东侧（X 射线数字成像检测室内）30cm			工作参数： 200kV， 2.5mA， 主射线朝东。
②	距机房南侧（X 射线数字成像检测室内）30cm			
③	距机房西侧（X 射线数字成像检测室内）30cm			
④	距机房北侧（X 射线数字成像检测室内）30cm			
⑤	操作位（X 射线数字成像检测室内）			
⑥	距机房上方 30cm（X 射线数字成像检测室内）			
⑦	X 射线数字成像检测室正上方（二层辅料间内）			
⑧	X 射线数字成像检测室进出口			
⑨	机房南侧储物间			
⑩	机房北侧楼梯间			
⑪	采购部外检区南侧出入口 1#门			
⑫	清洁度检验室进出口			
⑬	空压机房出入口			
⑭	机房西侧厂区道路			
⑮	采购部外检区北侧出入口 1#门			
⑯	理化楼南侧出入口			
⑰	采购部外检区南侧出入口 2#门			
⑱	采购部外检区北侧出入口 2#门			

注：监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应值。

由表 8-3 的监测结果可知，项目设备开机正常运行时，项目铅房四侧屏蔽体外 30cm

处辐射剂量率监测结果均小于 2.5μSv/h,满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)  
及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)的辐射剂量率控制要求。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

本项目 X 射线数字成像检测系统主要由 X 射线机系统（包括控制器、X 射线管、高压发生器）、数字成像系统、图像处理系统、电器控制系统、视频监控系统、射线防护系统组成。

9.1.2 工作原理

X 射线数字成像检测系统主要由 X 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，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，高速电子轰击靶体产生 X 射线。典型 X 射线管结构图详见图 9-1。

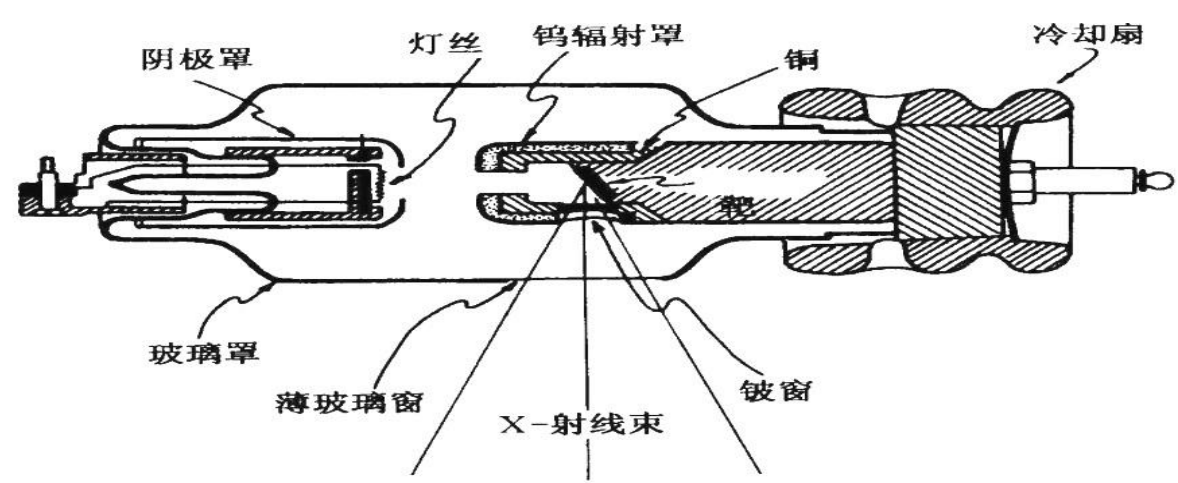


图 9-1 X 射线管结构原理图

本项目选用 X 射线实时成像检测系统取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检物件后衰减，由平板探测器接受并转换成数字信号，利用传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级判定，从而达到无损检测的目的。项目 X 射线数字成像装置原理示意图见 9-2。

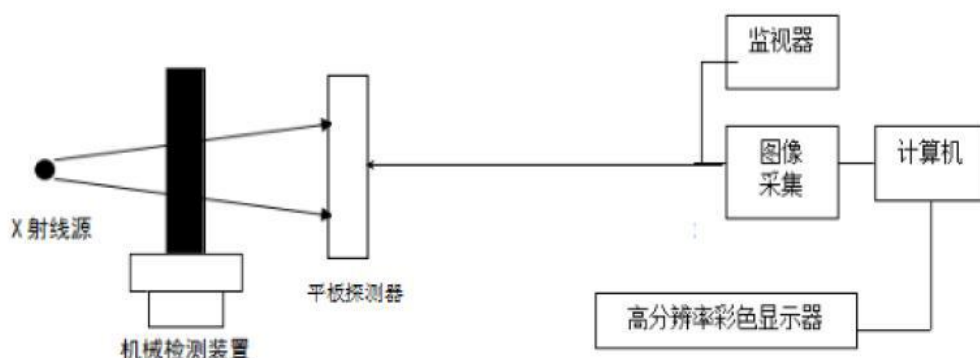


图 9-2 X 射线数字成像检测系统原理示意图

本项目 X 射线数字成像检测设备主要参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线机主要参数一览表

项目	技术参数
X 射线机型号	ISD-NIX58-E20
射线发射类型	定向发射（朝东）
输出电压	50kV~200kV
电流	0.2mA~2.5mA
X 射线管功率	最大连续功率 500W
射线束角	圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20°，射线束形状为 40°锥形口，X 射线机能通过升降模组从距铅房底部内底面 883mm 上升至 1400mm
载物台	载物区域半径 400mm，最大样品重量 100kg，底座可 360°旋转，
铅房主体内部尺寸	2000mm（长）×1750mm（宽）×2000mm（高）
铅房进件门	874mm（宽）×1762mm（高），10mmPb 厚铅板自动门
监视系统	海康高清摄像头、显示（整套系统）
图像处理	海康睿影图像处理软件

### 9.1.3 工作流程及产污环节分析



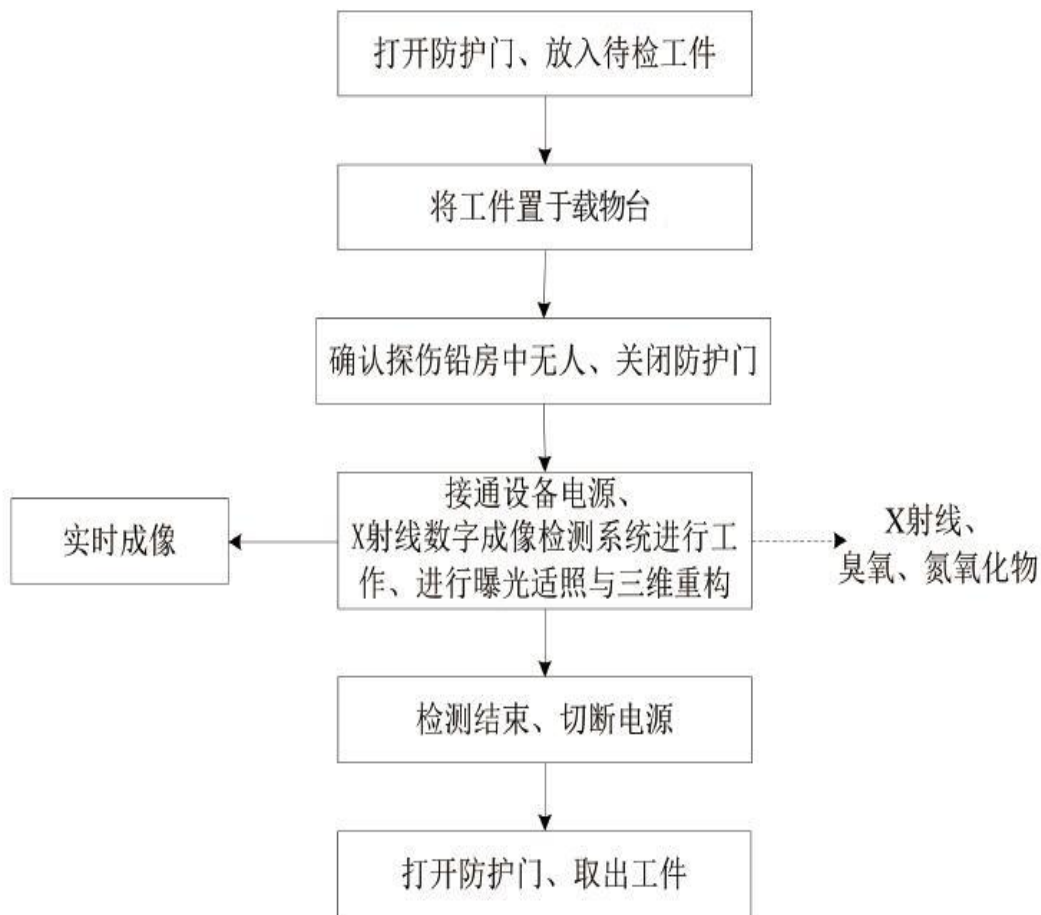


图 9-3 X 射线数字成像检测设备探伤流程及产污环节

项目 X 射线数字成像检测设备操作流程简述：

在工作前必须做好一切准备，根据探伤规范要求，算出曝光时间、焦距、确定焦点位置，非工作人员不得进入铅房区域，以免发生误照事故。

①检测前将系统电源打开，打开计算机图像显示器，环境监视器等，确保检测前载物台无其他物品影响检测。

②打开射线机控制软件和图像采集处理软件。

③工作人员将工件放置在进出工件铅门外载物台的转盘上并进行摆位，再通过载物台配套输送轨道将工件送到铅房内部检测区，所有铅门关闭后，开启 X 射线机出束检测，同步计算机端实时成像。整个出束检测过程中工作人员均在操作台完成操作，无需进入铅房进行工件摆放及其他相关操作。检测完成后，关闭 X 射线机，停止出束，铅门打开，工件通过载物台配套输送轨道原路返回送到铅房外，完成一个工作循环。

④全部工件检测完成，关闭高压电源，分析检测结果，出具分析报告。再关闭软件和计算机，最后关闭总电源。

#### 9.1.4 运行工况及人员配置计划

本项目每天检测发动机零配件 25 件，每次出束时长平均 3min，每周检测 5 天，全年检测周数 50 周，则每周检测时长（工作负荷）约为 6.25h，全年出束检测时长约为 312.5h。

本项目配备 2 名辐射工作人员，轮班工作，正常工况下，探伤检测仅需 1 名辐射工作人员进行操作，故每个辐射工作人员年受照射时间约为 156.3h。

#### 9.2 污染源项描述

本项目使用的 1 台 X 射线数字成像检测设备，最大工况管电压 200kV，管电流 2.5mA。参照 GBZ/T250-2014 附录表 B.1，本项目保守取 200kV 管电压、2mm 铝条件下的输出量  $28.7\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即项目 X 射线机 1m 处的剂量率为  $28.7\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ；参照 GBZ/T 250-2014 表 1，200kV 管电压 X 射线管泄漏辐射剂量率取  $2500\mu\text{Sv/h}$ ，即项目 X 射线机泄漏辐射剂量率为  $2500\mu\text{Sv/h}$ 。

##### 9.2.1 正常工况下污染源分析

###### （1）辐射污染源

由 X 射线数字成像检测系统的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生、消失。因此，公司拟使用的 X 射线数字成像检测系统在关机状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。在对工件进行无损检测时，X 射线在辐射场中可分为三种射线：有用线束、漏射线和散射线。因此，本项目辐射源项主要为 X 射线外照射。

项目为 X 射线探伤检测项目，运行时无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

###### （2）非辐射污染源

X 射线数字成像检测系统在探伤作业时，会使周围空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目铅房设置有换气通风系统，设计通风次数为 6 次/h，能保证室内空气的流通，因此，工作状态产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

X 射线数字成像检测系统采用实时成像技术，不需要对拍摄的感光片进行显（定）影，因此本项目不产生废显（定）影液等危险废物。

##### 9.2.2 事故工况下污染源分析

X 射线数字成像检测系统在事故工况下可能造成的放射性污染包括以下几点：

(1) 铅房防护门安全联锁装置发生故障，出束检测期间有不知情的人员误入铅房引起误照射；

(2) 铅房防护门安全联锁发生故障，射线探伤工作结束后，X射线机没有关闭，工作人员误入铅房而受照射；

(3) 工作人员配合失误，有工作人员还在铅房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤机，使停留在铅房内的工作人员被误照射；

(4) 设备检修期间的事故，维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

**表 10 辐射安全与防护**

**10.1 项目安全设施**

**10.1.1 工作场所布局及分区**

**(1) 工作场所布局**

本项目选址位于玉林市玉州区大南路 1 号铁棚房北 C 区 3 号 X 射线数字成像检测室，东侧为封存物品存放区，南侧为储物间、起动机试验台等，西侧为厂区道路，北侧为楼梯及精测室三，项目正上方二层为辅料间，项目所在厂房无地下层，铅房与地面相邻建设，下方为实土层；购置的 ISD-NIX58-E20 型 X 射线数字成像检测系统自带铅房，铅房南侧设计有 1 个电动防护门方便检测工件进出；操作台布置于铅房外西南侧，项目 X 射线数字成像检测系统为定向出束，主束方向朝东，避开操作台方向，可有效减小对周围人员的影响；项目设计布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 中“探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”的要求。

**(2) 分区**

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中规定，“应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合GB18871的要求”。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的分区要求，把放射工作场所分为控制区、监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

根据标准要求，本项目将铅房设置为控制区（图 10-1 中红色部分）在门口处及四周设立醒目的、符合 GB 18871-2002 附录 F 规定的警告标志，禁止无关人员进入；将铅房所在 X 射线数字成像检测室除铅房外的其他区域及北侧楼梯间划为监督区（图 10-1 中黄色部分），监督区不需要专门的防护手段或安全措施，但应定期对环境辐射水平进行监测。

本项目以铅房边界为起点 50m 范围内不涉及厂外居民区，涉及人员主要为厂区内的工作人员。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），操作室应避开有用线束照射的方向并应于铅房分开。本项目操作台位于铅房的西南侧 0.5m 处，探伤机有用线束朝向为固定朝东侧照射，避开操作台方向，可有效减小对周围人员的影响；操作台设置有视频监控系统，便于辐射工作人员观察工件和探伤机状态及防护门开闭情况。

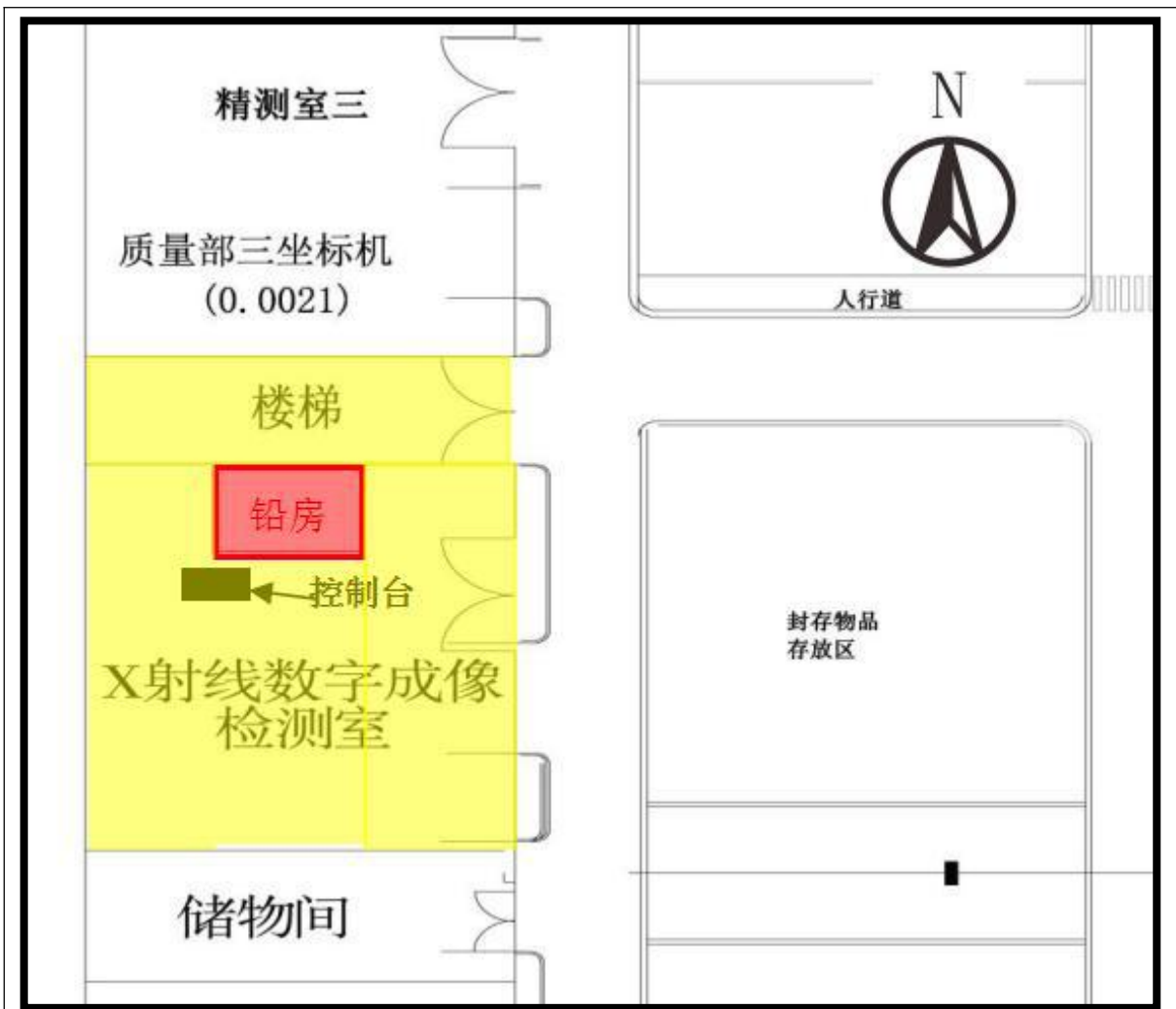


图 10-1 项目工作场所分区示意图

### 10.1.2 辐射安全措施

#### (1) 铅房屏蔽设计

本项目铅房主要屏蔽措施有：东侧屏蔽体拟铺贴 11mmPb 厚铅板，南侧及北侧屏蔽体拟铺贴 10mmPb 厚铅板，西侧屏蔽体拟铺贴 9mmPb 厚铅板，顶部及底部屏蔽体拟铺贴 8mmPb 厚铅板，进件出入口铅门采用 10mmPb 厚铅板自动门。铅房屏蔽防护设计情况见表 10-1，防护设计见图 10-2、图 10-3。铅房风机设置有 8mmPb 厚铅板防护罩（详见图 10-4），线缆口设置有 9mmPb 厚铅板防护罩（详见图 10-5）。

表 10-1 本项目铅房屏蔽设计情况

项目	设计屏蔽参数
铅房主体内部尺寸	2000mm（长）×1750mm（宽）×2000mm（高）
铅房屏蔽厚度	东侧：11mmPb 厚铅板

	<p>南侧：10mmPb 厚铅板</p> <p>西侧：9mmPb 厚铅板</p> <p>北侧：10mmPb 厚铅板</p> <p>顶部：8mmPb 厚铅板</p> <p>底部：11mmPb 厚铅板</p>
铅房进件门	874mm（宽）×1762mm（高），10mmPb 厚铅板自动门

注：铅密度不小于 11.3g/cm<sup>3</sup>。

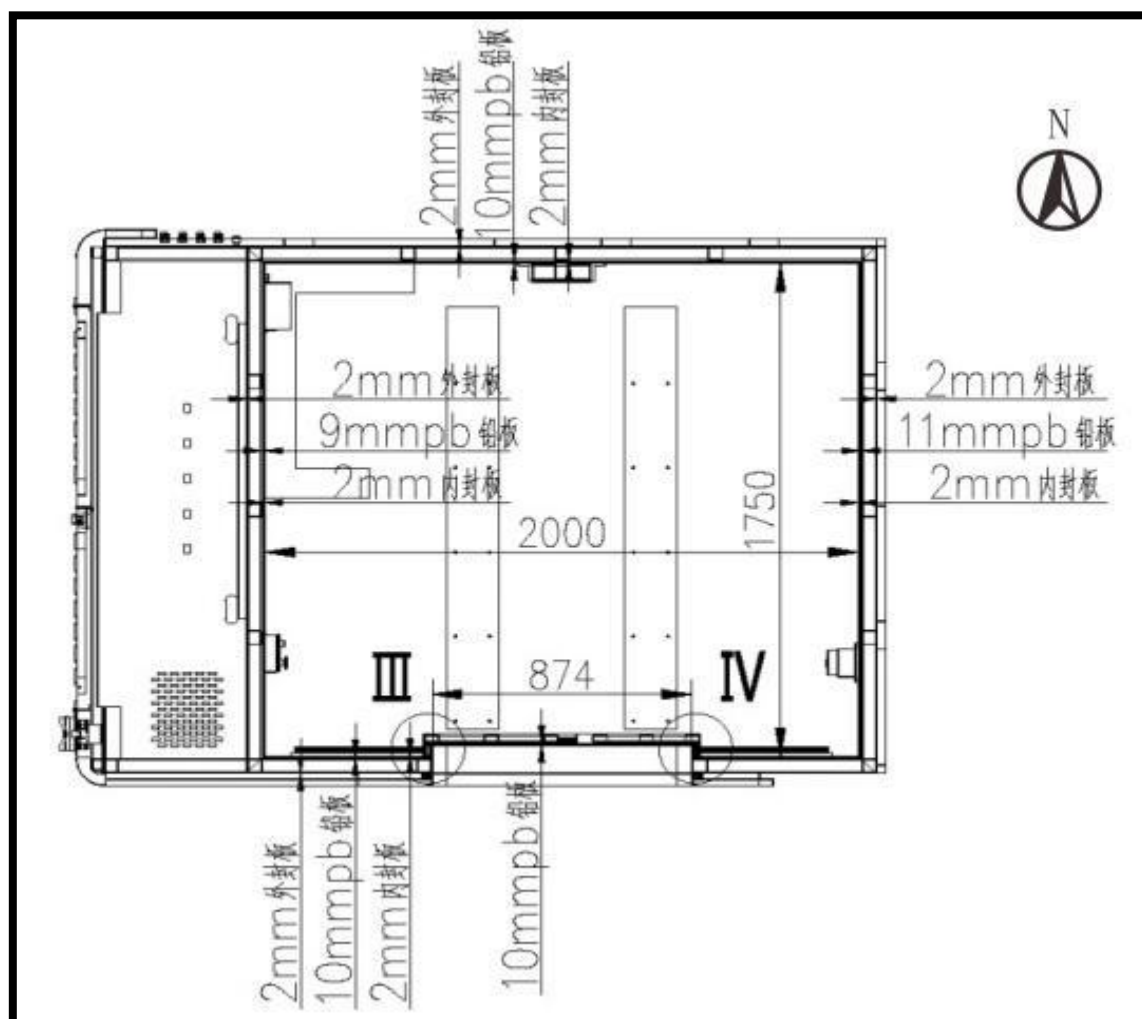


图 10-2 项目铅房平面屏蔽情况

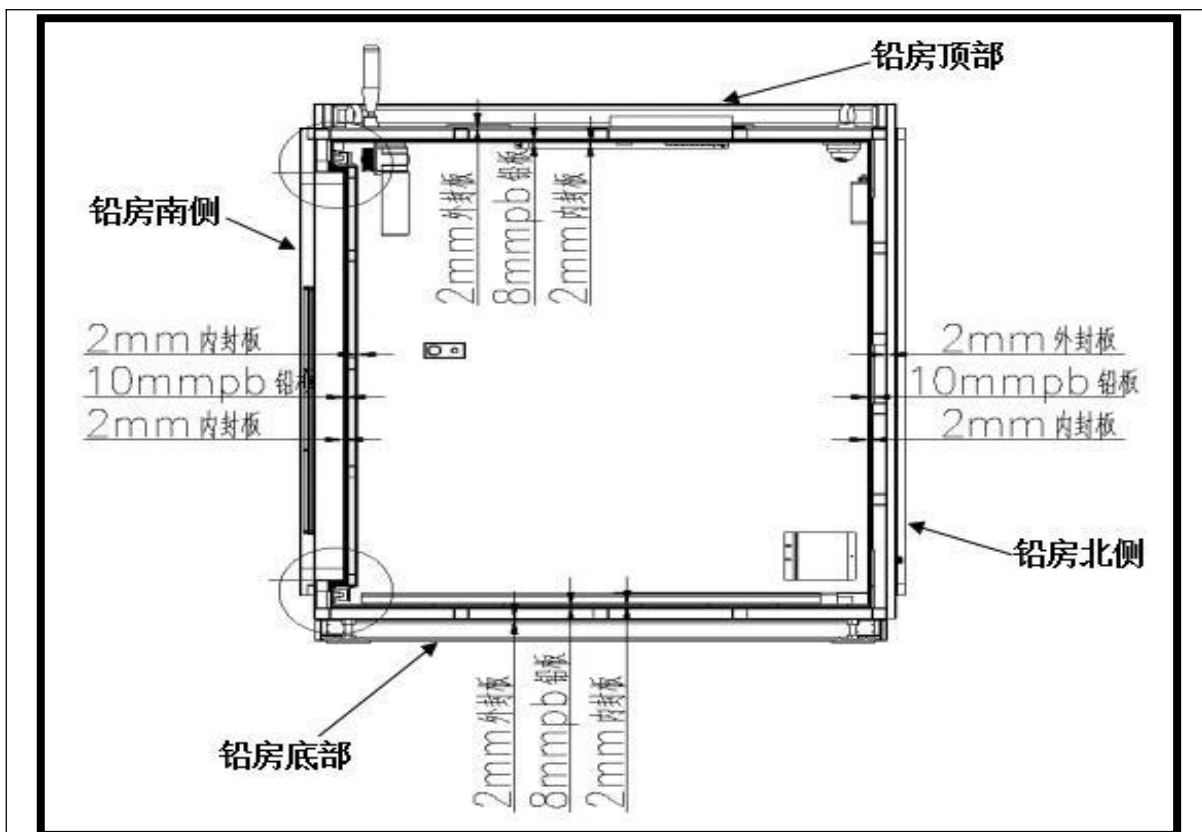


图 10-3 项目铅房立面屏蔽情况

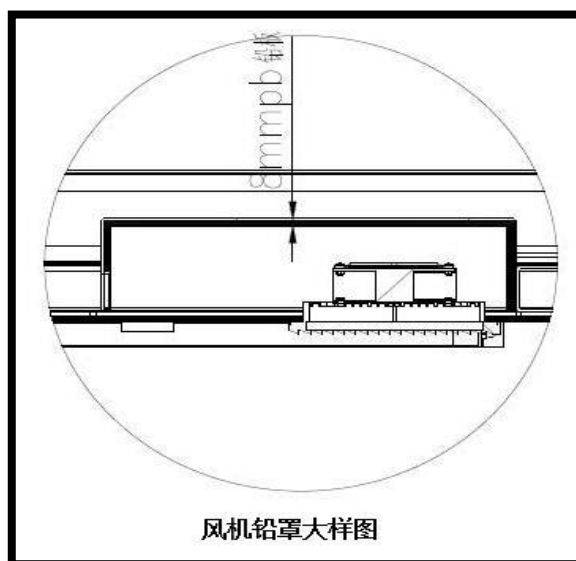


图 10-4 风机防护罩示意图

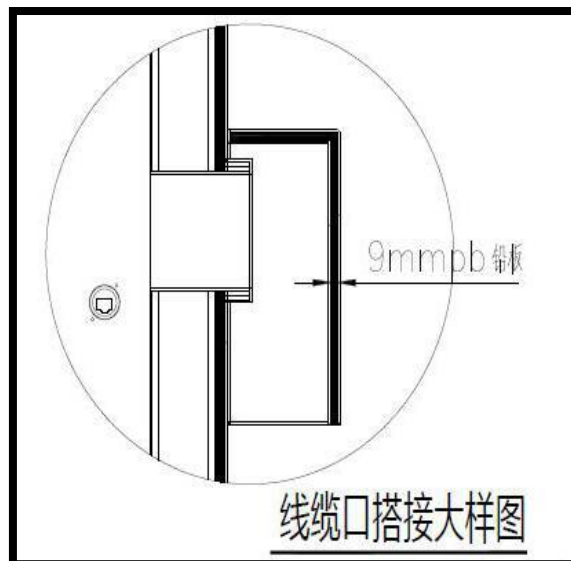


图 10-5 线缆口防护示意图

## (2) 设备安全防护措施

本项目 X 射线数字成像检测系统自带铅房安全防护措施有：

①铅房工件门口和内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置并与探伤机联锁；“预备”信号有持续足够长的时间，以确保检修人员检修或有人员误入铅房时有足够时间安全离开。



②进出门体配备门机联锁装置。当门体未关闭探伤机无法送高压（即无射线释放），当门体被意外打开时，自动断开探伤机高压（即切断射线释放）。

③屏蔽房工件门体关门方向安装安全触边，当进行关门动作时，如有人员或产品靠近门体时，则门体自动停止，保证人员及产品安全。

④铅房内部及操作台配备紧急停止系统，若有人员误入滞留在铅房内部，按下安装于铅房东南及西南侧面的紧急按钮，系统即切断探伤机高压；门体打开供人员逃生。

⑤铅房外部配备 1 套警示灯及当心电离辐射警示标志。

⑥铅房内设置有机机械通风装置，每小时有效通风次数 6 次/h。

⑦铅房与操作台之间安装监控设备，能完全观察铅房内部情况。

⑧铅房东南侧配置固定式场所辐射探测报警装置。

⑨操作人员配备有个人剂量计及个人剂量报警仪，工作场所配置便携式 X-γ剂量率仪。

本项目通过工作场所布局、分区；设备自身的辐射防护屏蔽设计；安全联锁装置、紧急停止系统、视频监控装置、安全警示标志、固定式场所辐射探测报警装置等防护措施进行辐射安全防护（详见图 10-6），能够满足辐射防护需求。

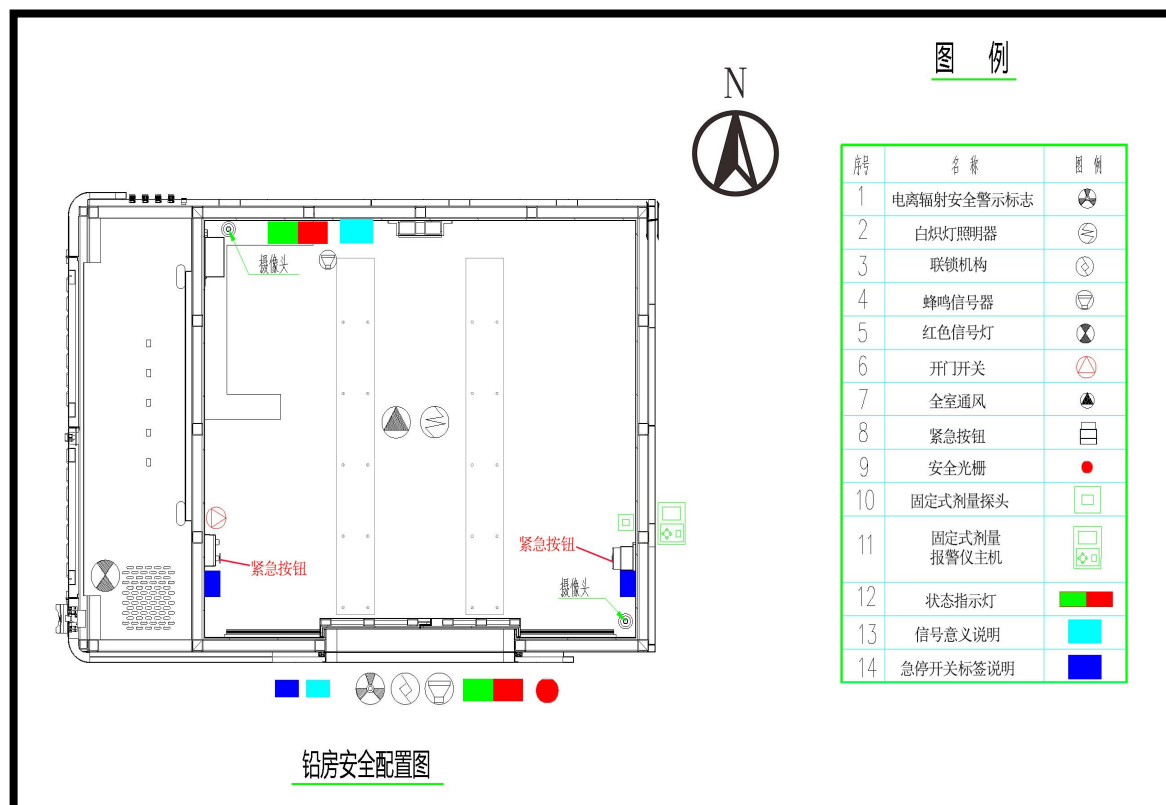


图 10-6 项目铅房安全措施布置示意图



图 10-7 操作台紧急按钮位置示意图

### 10.1.3 工业 X 射线现场探伤放射防护要求符合性分析

本项目铅房设计的辐射安全装置和保护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的符合性分析见表 10-2。

表 10-2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）符合性分析表

标准防护要求	本项目方案	符合性
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。	本项目配套 X 射线机为定向型，主射方向朝东，操作台位于铅房外西南侧，避开有用线束照射的方向并与探伤室分开。经 11.2 章节核算及表 8-3 项目设备开机正常运行时现状监测结果表明，项目铅房四周及各关注点辐射剂量率均满足辐射剂量率控制要求。	符合
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	项目已按 GB18871 的要求对工作场所实行分区管理。	符合
6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：a)关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周；b)屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。	经 11.2 章节核算及表 8-3 项目设备开机正常运行时现状监测结果表明，项目铅房屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率均小于 2.5μSv/h，项目铅房四周及各关注点辐射剂量率均满足辐射剂量率控制要求。	符合
6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；b) 对没有人员到达的探伤室	经 11.2 章节核算及表 8-3 项目设备开机正常运行时现状监测结果表明，项目铅房四周及各关注点辐射剂量率均满足辐射剂量率控制要求。	符合

顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 $\mu$ Sv/h。		
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置, 应在门 (包括人员进出门和探伤工件进出门) 关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中, 防护门被意外打开时, 应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时, 每台装置均应与防护门联锁。	项目防护门设计安装有门-机联锁机构, 当防护门未关闭或防护门在射线机运行过程中打开时, 射线机可立即停止出束。	符合
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间, 以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别, 并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	项目铅房防护门上设计安装有警示灯和“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 并与探伤机联锁, “预备”信号有持续足够长的时间, 以确保检修人员检修或有人员误入铅房时有足够时间安全离开, 并拟在铅房内部北侧及铅房外南侧醒目的位置处张贴有“照射”和“预备”信号意义的说明。	符合
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置, 在控制室的操作台应有专用的监视器, 可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	项目铅房内东南角及西北角各安装有 1 个摄像头, 能做到铅房内无死角全覆盖; 监视器位于操作台, 可实时监视铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。	符合
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	项目铅房防护门外拟张贴电离辐射警示标志和中文警示说明。	
6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。按钮或拉绳的安装, 应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签, 标明使用方法。	项目铅房内东南侧及西南侧均设置有 1 个紧急停机按钮并配有急停开关标签说明, 紧急情况下按下该按钮可停止射线出束。项目铅房尺寸较小, 内部安装完射线机和探测器后, 人员能进入区域仅限于防护门和载物台区域, 故在铅房内东南侧及西南侧各安装 1 个紧急停机按钮即可满足使用要求。	符合
6.1.10 探伤室设置机械通风装置, 排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	项目铅房顶部设置有排风口, 每小时换气次数 6 次, 排风口外加一层 8mmPb 厚铅板防护罩, 防止射线泄漏。排风管道外口位于铅房顶, 避免朝向人员活动密集区。	符合
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	项目铅房设计安装有固定式剂量报警仪。可设置报警阈值, 当辐射剂量率超过阈值时, 警示音响起。	符合
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防	项目定期检查铅房防护门-机联锁装	符合

护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	置、照射信号指示灯等防护安全措施，发现故障及时清除，严禁违规操作。	
6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	项目拟为探伤工作人员配置个人剂量计及个人剂量报警仪，并为工作场所配置便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出铅房，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	符合
6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	项目定期巡测铅房外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处，以确保屏蔽体有足够的屏蔽能力。当测量值高于参考控制水平时，终止探伤工作并立即向公司辐射防护负责人报告。	符合
6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	项目规定使用便携式 X-γ 剂量率仪前，均检查是否能正常工作。发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	符合
6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	项目每次照射前，操作人员都通过监控系统观察确认铅房内无人员驻留后才关闭防护门。并在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才开始探伤工作。	符合
6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。	本项目检测对象仅限于本公司发动机零配件无损检测，铅房尺寸为针对并满足项目检测对象进行设计，项目不进行过大工件的探伤。	符合

由表 10-2 可知，项目铅房采取的辐射安全措施、设施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准中对放射防护的要求。

## 10.2 三废的治理

本项目为 X 射线数字成像检测设备应用项目，使用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

本项目运行过程中，X 射线会使空气中的氧气发生电离继而产生少量的 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>。本项目铅房换气次数按照 6 次/h 设计，铅房内产生的少量臭氧和氮氧化物通过送排风系统和外界空气对流，可改善室内空气中臭氧及氮氧化物问题，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中对于探伤室换气要求。

表 11 环境影响分析

### 11.1 建设、调试阶段对环境的影响

#### 1、建设阶段

本项目所在的厂房已建成，施工期的环境影响主要是探伤室（整体铅房）的设备安装产生的噪声环境影响。

本项目探伤室为整体铅房，由供应商负责运输、安装、调试等相关事项，其建设及安装过程中不涉及土建工程。因此，本项目建设期间除安装噪声外，对周围环境影响较小，项目施工期间，不会对周围环境产生辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

#### 2、调试阶段

在设备调试阶段，虽会产生射线，但调试时间很短。而且，此时铅房屏蔽设施已建好，因此不会对调试人员及周围公众产生明显的辐射影响。项目设备的安装调试应由厂家专业人员进行，该活动调试时间极短，产生的辐射影响对周边环境影响不大。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

为了评价项目运行阶段对周围环境的影响，本次评价采用理论计算的方法评估项目 X 射线数字成像检测设备运行时对周围环境的影响。

#### 11.2.1 辐射剂量率控制值分析

该项目拟使用的 1 台 X 射线数字成像检测设备，最大工况管电压 200kV，管电流 2.5mA。该项目建成后每天检测发动机零配件 25 件，每次出束时长平均 3min，每周检测 5 天，全年检测周数 50 周，则每周检测时长（工作负荷）约为 6.25h，全年出束检测时长约为 312.5h。本项目配备 2 名辐射工作人员，轮班工作，正常工况下，探伤检测仅需 1 名辐射工作人员进行操作，故每个辐射工作人员年受照射时间约为 156.3h。

估算公式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中相关公式：

（1）周剂量参考控制水平（ $H_c$ ）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{c,d}$ ）：

①人员在关注点的周围剂量参考控制水平  $H_c$  如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

②相应  $H_c$  的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )按式（11-1）计算：

$$\dot{H}_c \cdot d = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (11-1)$$

式中：

$H_c$ ——周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）；

$U$ ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

$T$ ——人员在相关关注点驻留的居留因子；

$t$ ——探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）

由以上计算所得的，凡不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的，以其值作为关注点的剂量率控制值，否则选取  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  作为该关注点的剂量率控制值。

根据建设方提供资料，项目射线源距东侧铅房内墙距离为 1413mm，距南侧铅房内墙距离为 814mm，距西侧铅房内墙距离为 587mm，距北侧铅房内墙距离为 936mm，距进件铅门距离为 782mm，距顶部铅房内顶面 1117mm，距底部内底面 883mm，其中通过项目设备自带升降模组，射线机能上升至 1400mm（即离铅房内顶面 600mm），项目所在检测室层高 5m。本项目关注点的布置示意图见图 11-1、图 11-2，剂量率控制值见表 11-1。

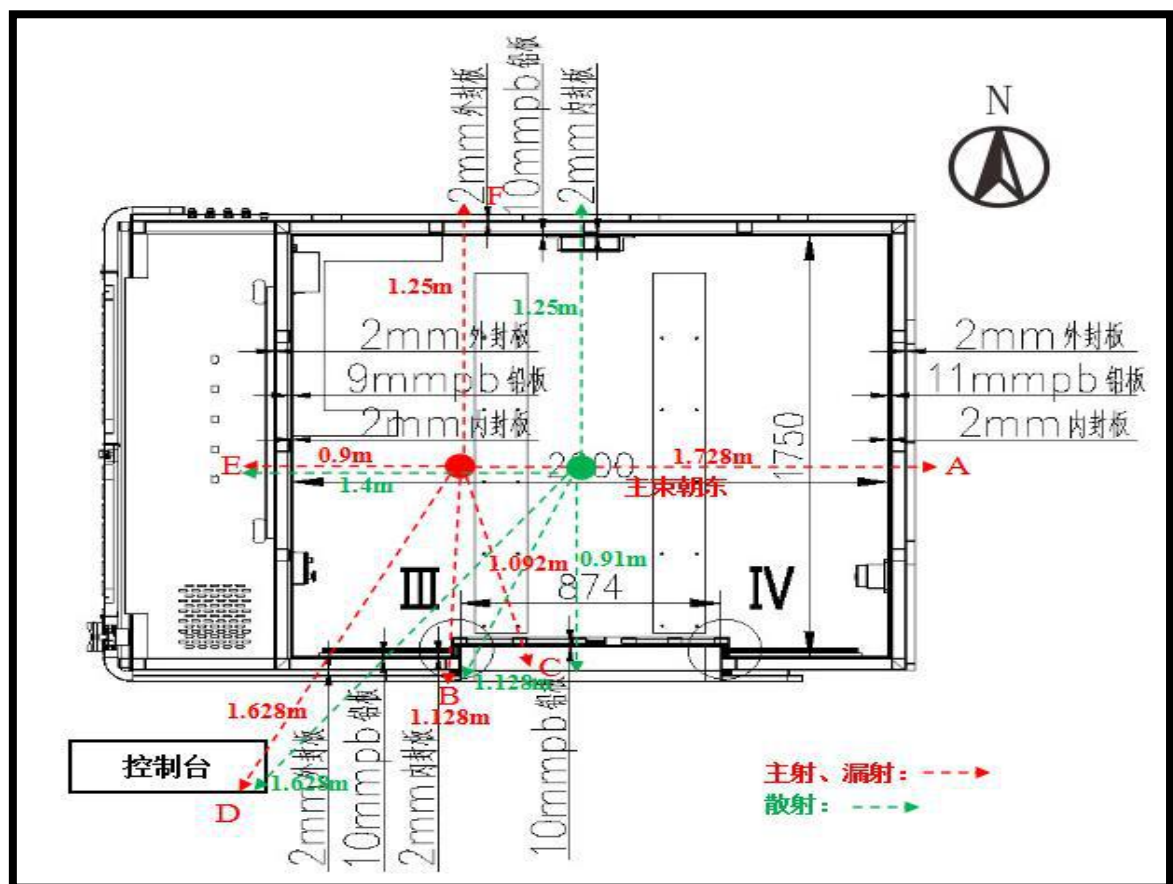


图 11-1 关注点分布示意图（平面）



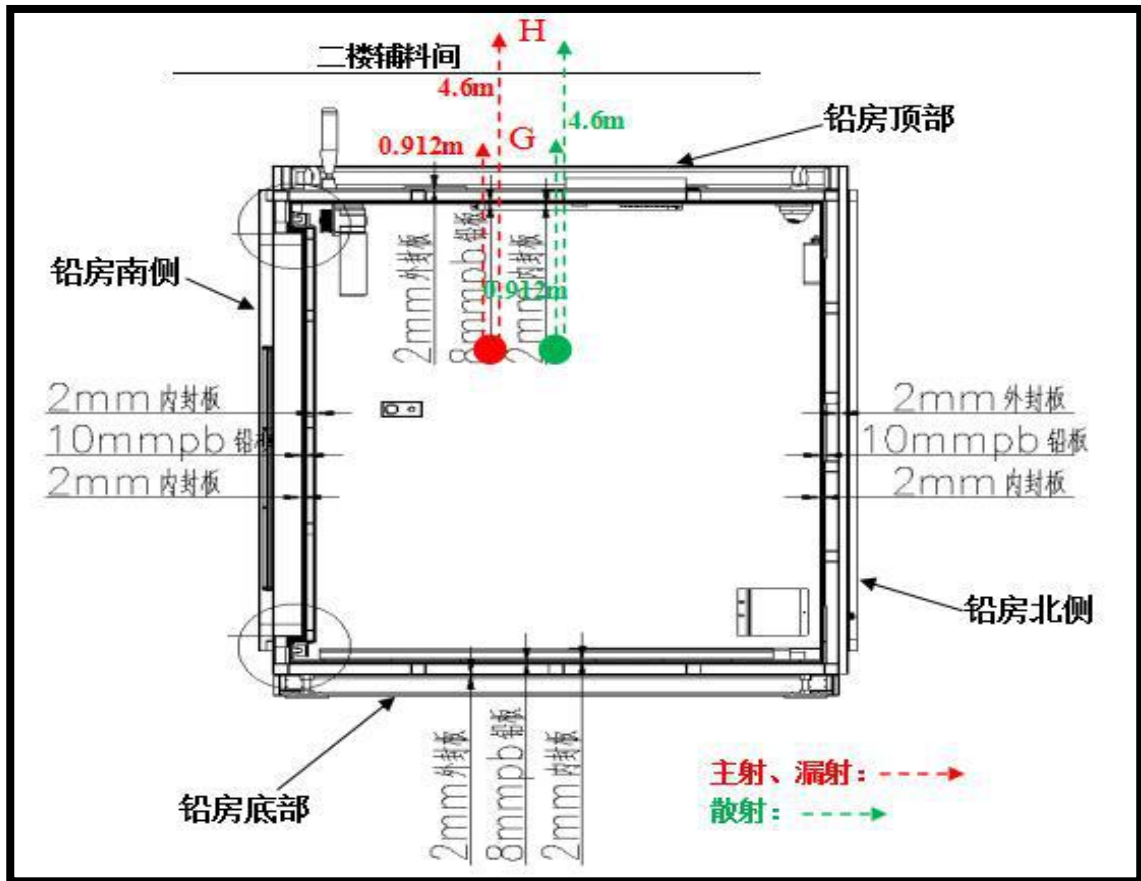


图 11-2 关注点分布示意图（立面，距离取射线机离机房顶部最近处计算）

表 11-1 本项目剂量率参考控制值的选取结果

关注点	t	U	T	$\dot{H}_{c,d}$	关注点最高剂量率 参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$	最终剂量参 考控制水平 $\dot{H}_c$
A 铅房东侧墙外 30cm 处	6.25	1	1	16μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h
B 铅房南侧墙外 30cm 处	6.25	1	1	16μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h
C 铅房南侧进件防护门 外 30cm 处	6.25	1	1	16μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h
D 铅房西南侧控制台	6.25	1	1	16μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h
E 铅房西侧墙外 30cm 处	6.25	1	1	16μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h
F 铅房北侧墙外 30cm 处	6.25	1	1/8	6.4μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h
G 铅房顶部外 30cm 处	6.25	1	1/5	4μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h
H 铅房正上方辅料间地 面 1m 处	6.25	1	1/5	4μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h

注：①居留因子 T 的选取参照国家标准 GBZ/T250-2014 附录 A，铅房北侧外墙外为楼梯取 1/8，铅房顶部正上方为二楼辅料间取 1/5，其余为工作人员活动区域取 1；

②本项目铅房与地面相邻建设，下方为实土层，故不考虑其地面设计屏蔽情况，不设置关注点。

由表 11-1 可知，本项目选取 2.5μSv/h 作为各关注点的剂量率控制值。

### 11.2.2 辐射剂量率水平分析

为了评价项目运行阶段对周围环境的影响，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），估算 X 射线探伤机运行时，探伤室外关注的辐射剂量率水平。根据建设方提供资料，项目主射线照射方向朝东，圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20°，则主射线在东侧铅房内形成半径为 514mm（1413mm×tan20°）的圆，项目射线源距四周墙体、顶面及底部距离均大于 514mm，因此项目主射线不会照到与铅房东侧墙体相邻的其他非主射面上。该项目铅房除东墙受到有用束的直接照射外，其余关注点仅考虑漏射线和散射线的影

#### (1) 有用线束计算

对于有用线束，当关注点达到剂量率参考控制水平 Hc 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 可由下式计算：

$$B = \frac{H_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \dots\dots\dots(11-2)$$

式中：

B——屏蔽透射因子；

Hc——剂量参考控制水平，μSv/h；

H<sub>0</sub>——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h），以 mSv·m<sup>2</sup>/（mA·min）为单位的值乘以 6×10<sup>4</sup>。参照 GBZ/T250-2014 附录表 B.1，本项目保守取 200kV 管电压、2mm 铝条件下的输出量 28.7mSv·m<sup>2</sup>/（mA·min）；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m，见图 11-1；

I——X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目为 2.5mA；

对于给定的探伤室屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 可由下式计算：

$$B = 10^{-\left(\frac{X_0}{TVL}\right)} \dots\dots\dots(11-3)$$

式中：

B——达到剂量参考控制水平 Hc 时所需的屏蔽透射因子；

TVL（什值层）——X 射线透过屏蔽衰减为原来强度的 1/10 所需的厚度，mm，见 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，200kV 管电压铅什值厚度 TVL 为 1.4mm；



有用线束在关注点的剂量率 $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 按公式 (11-4) 进行计算:

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \dots\dots\dots(11-4)$$

## (2) 泄漏和散射射线计算

### 1) 泄漏辐射

对于泄漏辐射的屏蔽, 关注点达到剂量率参考控制水平时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子B可由下式计算:

$$B = \frac{H_C \cdot R^2}{H_L} \dots\dots\dots(11-5)$$

式中:

B——屏蔽透射因子;

H<sub>C</sub>——剂量参考控制水平,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

H<sub>L</sub>——距辐射源点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ , 见 GBZ/T 250-2014 表 1, 200kV 管电压 X 射线管泄漏辐射剂量率取 2500 $\mu\text{Sv/h}$ ;

R——辐射源点(靶点)至关注点的距离, m, 见图 11-1、图 11-2。

泄漏辐射在关注点的剂量率 $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 按公式 (11-6) 计算, 屏蔽透射因子B计算见式 (11-3):

$$\dot{H} = \frac{H_L \times B}{R^2} \dots\dots\dots(11-6)$$

### 2) 散射辐射

对于散射辐射的屏蔽, 关注点达到剂量率参考控制水平时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 可由下式计算:

$$B = \frac{H_C \times R_s^2}{I \times H_0} \times \frac{R_0^2}{F \times \alpha} \dots\dots\dots(11-7)$$

式中:

B——屏蔽透射因子;

H<sub>C</sub>——剂量参考控制水平,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

H<sub>0</sub>——距辐射源点(靶点) 1m 处输出量,  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ , 同式 (11-2);

R<sub>s</sub>——散射体至关注点的距离, m, 本项目取探伤工件为散射体, 项目 X 射

线机为定向设备，主射朝东（水平照射），根据图 11-1、图 11-2，项目散射体至关注点的距离除 C（铅房南侧进件防护门外 30cm 处，0.91m）、E（铅房西侧墙外 30cm 处，1.4m）外，其余散射体至关注点距离均保守参照辐射源点（靶点）至关注点的距离进行计算；

I——X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目为 2.5mA；

$R_0$ ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；

F—— $R_0$  处的辐射野面积， $m^2$ ；

$\alpha$ ——散射因子，入射辐射被单位面积（ $1m^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

根据 GBZ/T 250-2014 B.4.2 中给出“当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为  $20^\circ$  时”， $R_0^2/F \cdot \alpha$  因子的值为 50（200kV~400kV），本项目射线圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为  $20^\circ$ ，故取 50。

$90^\circ$  散射辐射关注点的辐射剂量率按公式（11-8）计算，屏蔽透射因子 B 计算见式（11-3）， $F \cdot \alpha / R_0^2$  的值保守取 1/50：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-8)$$

本项目探伤室外关注点辐射剂量估算结果见表 11-2。

**表 11-2 探伤室外关注点辐射剂量率估算结果**

关注点	距离	照射途径	透视因子 B	设计厚度 (mm)	剂量率控制值	剂量率估算值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
A	1.728m	有用线束	1.39E-08	11mmPb	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	2.00E-02	
B	1.128m	漏射	7.20E-08	10mmPb	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	1.41E-04	1.44E-04
		散射	3.83E-11			2.59E-06	
C	1.092m	漏射	7.20E-08	10mmPb	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	1.51E-04	1.55E-04
	0.91m	散射	3.83E-11			3.98E-06	
D	1.628m	漏射	7.20E-08	10mmPb	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	6.79E-05	6.91E-05
		散射	3.83E-11			1.24E-06	
E	0.9m	漏射	3.73E-07	9mmPb	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	1.15E-03	1.17E-03
	1.4m	散射	4.22E-10			1.85E-05	
F	1.25m	漏射	7.20E-08	10mmPb	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	1.15E-04	1.17E-04
		散射	3.83E-11			2.11E-06	
G	0.912m	漏射	1.93E-06	8mmPb	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	5.80E-03	6.28E-03
		散射	4.64E-09			4.80E-04	

H	4.6m	漏射	1.93E-06	8mmPb	2.5μSv/h	2.28E-04	2.47E-04
		散射	4.64E-09			1.89E-05	

由表11-2估算结果可知，由该项目引起的铅房外各关注点的辐射剂量率估算值均小于剂量率控制值，且根据表8-3的监测结果可知，项目设备开机正常运行时，项目铅房四侧屏蔽体外30cm处辐射剂量率监测结果均小于2.5μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的辐射剂量率控制要求。

### 11.2.3 人员受照剂量分析

该项目建成后每天检测发动机零配件 25 件，每次出束时长平均 3min，每周检测 5 天，全年检测周数 50 周，则每周检测时长（工作负荷）约为 6.25h，全年出束检测时长约为 312.5h。本项目配备 2 名辐射工作人员，轮班工作，正常工况下，探伤检测仅需 1 名辐射工作人员进行操作，故每个辐射工作人员年受照射时间约为 156.3h。

项目周边人员有效受照剂量的计算方法见公式（11-9），相关数值和估算结果见表 11-3。

$$E = \dot{H} \times t \times T \dots\dots\dots (11-9)$$

式中：

E——X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

$\dot{H}$ ——X 射线周围剂量当量率；

t——照射时间，h；

T——居留因子。

**表11-3 人员有效受照剂量估算结果**

关注点	保护目标	受照剂量率 (μSv/h)	年照射 时间	T	受照剂量 (mSv/a)
A 铅房东侧墙外 30cm 处	工作人员	2.00E-02	156.3	1	3.13E-03
B 铅房南侧墙外 30cm 处	工作人员	1.44E-04	156.3	1	2.25E-05
C 铅房南侧进件防护门外 30cm 处	工作人员	1.55E-04	156.3	1	2.42E-05
D 铅房西南侧控制台	工作人员	6.91E-05	156.3	1	1.08E-05
E 铅房西侧墙外 30cm 处	工作人员	1.17E-03	156.3	1	1.83E-04
F 铅房北侧墙外 30cm 处	公众	1.17E-04	312.5	1/8	4.57E-06
G 铅房顶部外 30cm 处	工作人员	6.28E-03	156.3	1/5	1.96E-04
H 铅房正上方辅料间地面 1m 处	公众	2.47E-04	312.5	1/5	1.54E-05

根据表 11-3 估算结果显示，本次评价项目工作人员年受照最大剂量为

3.13E-03mSv/a，公众年受照最大剂量为 1.54E-05mSv/a；满足本评价规定的工作人员受照射剂量约束值 5mSv/a，同时满足本评价规定的公众受照剂量约束值 0.1mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求。

#### 11.2.4 有害气体的环境影响

X 射线数字成像检测系统在探伤作业时，会使周围空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目铅房设置有换气通风系统，设计通风次数为 6 次/h，能保证室内空气的流通，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关要求，因此，工作状态产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

### 11.3 辐射事故影响分析

#### 11.3.1 事故情景

项目 X 射线数字成像检测设备受开机和关机控制，X 射线机关机时没有射线发出。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

（1）铅房防护门安全联锁装置发生故障，出束检测期间有不知情的人员误入铅房引起误照射；

（2）铅房防护门安全联锁发生故障，射线探伤工作结束后，X射线机没有关闭，工作人员误入铅房而受照射；

（3）工作人员配合失误，有工作人员还在铅房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤机，使停留在铅房内的工作人员被误照射；

（4）设备检修期间的事故，维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

#### 11.3.2 辐射事故防范措施

（1）辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计，配备便携式 X-γ辐射剂量仪、铅房内配有固定式剂量报警仪、门-机联锁装置等。不得擅自改变、削弱或破坏 X 射线铅房的屏蔽体和铅防护门，如开空洞、开槽等。

（2）撤离铅房时应清点人数，辐射工作人员用视频监控系统对铅房内进行扫视，确认无人停留在内后才能开始进行操作。同时，如遇 X 射线出束情况下人员滞留铅房内，操作台人员、滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射。

（3）定期检查铅房的门机联锁、灯机联锁装置、声光警示系统的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对项目布置的急停开关进行显著的标识，出现问题时，应就近按下急停开关。对于本项目涉及的安全控制措施及电控系统，制定定期检查和

维护的制度。确保安全装置随时处于正常工作状态。辐射工作场地因某种原因损坏，公司应立即停止使用，修复后再投入使用。

（4）配备便携式 X- $\gamma$ 辐射剂量仪，定期巡测铅房屏蔽体的屏蔽效能，做好记录，重点巡测铅板接缝处、穿墙线洞口位置，以确保屏蔽体有足够的屏蔽能力。若发现问题，应及时解决，不得在屏蔽体出现问题后继续探伤作业。

（5）安排专人负责项目设备的维护保养以及保管，建立严格的设备台账制度，在丢失后应及时报告相关部门，并积极配合调查取证。

此外，辐射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，保证按照相关标准要求进行探伤工作。

### **11.3.3 辐射应急措施**

如发生辐射事故，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取以下应急措施：

（1）第一时间切断设备电源，确保 X 射线机停止出束，现场负责人设置警戒线，组织人员远离，防止无关人员进入，同时将事故情况上报应急领导小组；

（2）应急领导小组初步评估受照剂量，组织人力将受照人员送往医院，并联系市疾控中心进行检测；

（3）现场负责人填写辐射事故现场调查表，随时反馈信息；应急领导小组在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》并上报给所在地生态环境主管部门，必要时向所在地公安部门报告，可能造成人员超剂量照射时应同时向所在地卫生行政部门报告。

**表 12 辐射安全管理**

**12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应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；辐射工作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。

公司成立了以李海滔为组长，陈清锋为副组长，陆红日为成员的辐射安全管理领导小组，明确了辐射安全管理领导小组职责（详见附件 5），满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

**12.2 辐射安全管理规章制度**

公司已严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》核技术利用项目操作规程及环境保护主管部门的对辐射环境管理的要求，针对核技术利用建设项目已制定的规章制度包括：《射线装置操作规程》、《射线装置岗位职责》、《辐射事故应急预案》等规章制度；拟建立的制度有《设备检修维护制度》、《射线防护和安全保卫制度》、《人员培训计划》、《放射性监测方案》等规章制度。

本项目新建 X 射线数字成像检测设备，应在设备投入使用前将相关规章制度落实“制度上墙”张贴在操作人员可看到的显眼位置；并在日后的工作实践中，还应根据单位核技术应用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度执行。

**12.3 人员培训**

本项目配备辐射工作人员 2 名，均已取得辐射安全与防护考核合格证书。满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求。

在后期实际运行中，建设单位若因工作需要增加辐射工作人员，必须组织新增的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，取得合格证书方可从事辐射工作。

**12.4 辐射监测**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，开展辐射工作的单位应当对其工作场所防护以及放射工作人员职业受照情况定期开展自主或者委托监测，以保障辐射工作的正常开展以及人员的健康和安全。

#### （1）工作人员的个人照射累积剂量

建设单位应严格按照国家有关标准、规范，委托第三方检测机构对本公司辐射岗位的工作人员进行个人剂量检测；辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗，定期送检，监测周期最长不超过90天，建立个人剂量档案和健康档案；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；个人剂量档案应当终身保存。

#### （2）工作场所监测

①监测项目：X- $\gamma$ 射线空气吸收剂量率；

②监测频度：至少每年监测1次，监测报告附录到辐射安全和防护状况年度评估报告中，每年1月31日前上报生态环境主管部门，监测数据应存档备案；项目建设单位应确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行。

③监测范围：铅房防护门及缝隙处以及铅房四周关注点（见表11-1）。

#### （3）监测计划

建设单位应在项目完成后委托有资质的监测单位对探伤室的辐射防护设施进行全面验收监测，履行该项目及其辐射防护设施的竣工环保验收，并办理辐射安全许可证后，方可投入使用。项目辐射监测计划见表 12-1。

**表 12-1 辐射监测计划**

监测项目	监测地点	监测周期
X- $\gamma$ 辐射剂量率	操作人员所处的操作台	①竣工验收监测：正式投入使用前监测 1 次；
	铅房四周墙体及铅房顶部表面 30cm 处、防护门表面 30cm 处、铅房正上方辅料间地面 1m 处	②常规监测：每年委托有资质单位监测 1 次；
	屏蔽体穿墙管线、防护门门缝等搭接薄弱位置	③自主监测：建设单位每季度至少监测 1 次； ④其他监测：涉及设备或者防护设施维修后等应进行监测。
个人剂量计	放射性工作人员佩戴的剂量计	每 3 个月送有资质检测机构检测 1 次

### 12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规，建设单位根据可

能发生的辐射事故的风险，制定了本单位的应急预案，做好应急准备。发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防护措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门、公安部门和卫健部门报告。

公司的辐射事故应急预案包括了下列内容（具体内容见附件 7）。

### **1、辐射事故应急机构**

公司成立辐射事故应急小组，应急小组成员名单如下：

组长：李海滔

副组长：陈清锋

成员：陆红日。

### **2、应急预案**

通过定期进行内外部监测、检查，发现设备一旦发生辐射事故，立即采取措施防止事故继续发生和蔓延而扩大危害范围，事故现场人员应立即向事故公司负责人报告，同时将情况上报公司。公司应立即启动本公司应急预案，该预案包括：迅速报告、现场控制、启动预案、现场报告、辐射事故的调查等，具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

### **3、人员培训和演习计划**

针对本公司开展放射技术应用的实际情况和需要，由辐射安全管理领导小组定期组织开展辐射事故应急培训与应急演练，对辐射事故应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，使应急救援人员熟练掌握辐射损伤医疗救治、应急处置、辐射防护等知识，不断提高应急反应及救援能力，确保在突发辐射事故时能够及时、安全、有效开展应急工作。



## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

本项目建设内容为：广西玉柴机器股份有限公司在玉林市玉州区大南路 1 号铁棚房北 C 区 3 号 X 射线数字成像检测室建设 X 射线数字成像检测设备应用项目以及配套的辐射防护设施，为使用 II 类射线装置项目。

#### 13.1.2 实践的正当性分析

本项目使用 X 射线探伤的目的是开展工件无损质量检验，确保公司所购发动机零部件使用安全。该项目建设有利于发展社会经济，为企业和社会带来的利益远大于其可能引起的辐射影响。该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

#### 13.1.3 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于本项目属于“第一类鼓励类”中第十四项“机械”中第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

#### 13.1.4 选址合理性分析

本项目以铅房边界为起点 50m 范围内不涉及厂外居民区，涉及人员主要为厂区内的工作人员。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），操作室应避开有用线束照射的方向并应于铅房分开。本项目操作台位于铅房的西南侧 0.5m 处，探伤机有用线束朝向为固定朝向东侧照射，避开操作台方向，可有效减小对周围人员的影响；操作台设置有视频监控系统，便于辐射工作人员观察工件和探伤机状态及防护门开闭情况。铅房屏蔽设计满足相关要求，从辐射安全与防护的角度分析，在射线装置运行时，可有效减少公众人员的附加照射剂量，且本项监督区和控制区划分明确，因此项目选址合理可行。

#### 13.1.5 辐射环境影响现状评价

项目设备关机状态下，项目场址周围环境的辐射水平未见异常；项目设备开机正常运行时，项目铅房四侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率监测结果均小于 2.5μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的辐射剂量率控制要求。

### 13.1.6 辐射安全与防护

建设单位拟对项目进行分区管理，划分为控制区和监督区；将铅房设置为控制区在门口处及四周设立醒目的、符合 GB 18871-2002 附录 F 规定的警告标志，禁止无关人员进入；将铅房所在 X 射线数字成像检测室除铅房外的其他区域划为监督区。

根据理论计算及表 8-3 项目设备开机正常运行时现状监测结果表明，项目铅房四侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率监测结果均小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，均满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的辐射剂量率控制要求。

本项目通过工作场所布局、分区；设备自身的辐射防护屏蔽设计；安全联锁装置、紧急停止系统、视频监控装置、安全警示标志、固定式场所辐射探测报警装置等防护措施进行辐射安全防护，能够满足辐射防护需求。

### 13.1.7 环境影响分析结论

根据理论计算及表 8-3 项目设备开机正常运行时现状监测结果表明，项目铅房四侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率监测结果均小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，均满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的辐射剂量率控制要求。项目辐射工作人员、公众成员的年附加有效剂量均低于本环评的剂量管理目标要求（辐射工作人员  $5\text{mSv/a}$ ，公众成员  $0.1\text{mSv/a}$ ），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

本项目运行时不产生放射性废水、放射性废气。少量的臭氧及氮氧化物在机械排风下能迅速排出扩散，不会对周围环境产生不利影响。

### 13.1.8 辐射环境管理制度

（1）为了加强项目辐射安全与环境保护工作领导，规范项目射线装置辐射安全及管理，公司成立辐射安全管理领导小组。

（2）公司为了加强对项目 X 射线数字成像检测设备的安全和防护的监督管理，促进项目设备的安全应用，保障辐射工作人员和公众的人体健康，公司制定及拟定了《射线装置操作规程》、《射线装置岗位职责》、《辐射事故应急预案》、《设备检修维护制度》、《射线防护和安全保卫制度》、《人员培训计划》、《放射性监测方案》等规章制度。

（3）为应对探伤作业过程中 X 射线突发辐射事故，公司应成立辐射事故应急小

组，制定《辐射事故应急预案》等规章制度，明确小组人员的职责，设置辐射突发事件应急处理程序，并加强演练。

#### **13.1.9 安全培训及健康管理**

(1) 对所有从事辐射工作的人员进行安全与防护知识教育培训，培训考核合格方能上岗，使工作人员熟练掌握操作技能，减少操作时间，从而达到减少受照剂量。

(2) 所有辐射工作人员均应进行个人累积剂量的监测并建立个人档案，每两年进行一次健康体检。

#### **13.1.10 结论**

综上所述，广西玉柴机器股份有限公司 X 射线数字成像检测设备应用项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施后，其配置的便携式 X 射线探伤机应用项目的运行对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

### **13.2 建议和承诺**

#### **13.2.1 建议**

建议项目单位认真做好以下几项工作：

1、本项目批复后应及时办理辐射安全许可证；设备运行后，应及时开展竣工环境保护验收。

2、公司应安排所有辐射工作人员参加培训并取得辐射安全与防护培训证书，并按规定定期接受复训，做到持证上岗。

3、建设单位应按照规定对公司辐射工作人员进行个人剂量监测，同时应为辐射工作人员建立个人剂量档案和职业健康档案。

#### **13.2.2 承诺**

为保护环境、保障人员健康，公司承诺：

1、按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》要求开展个人剂量监测、工作场所监测以及对本单位射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关及当地生态环境部门提交上一年度的评估报告。

2、接受生态环境部门的监督检查并及时整改检查中发现的问题。

3、完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行。

4、按要求开展竣工环境保护验收。

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