

核技术利用建设项目

浙江新毅嘉金属制品有限公司  
工业 X 射线实时成像检测系统建设项目  
环境影响报告表

浙江新毅嘉金属制品有限公司

2023 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江新毅嘉金属制品有限公司  
工业 X 射线实时成像检测系统建设项目  
环境影响报告表

建设单位名称：浙江新毅嘉金属制品有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：施重渊

通讯地址：平湖市独山港镇振港路 355 号

邮政编码：314200

联系人：吴备勇

电子邮箱：/

联系电话：15901796409



## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	7
表 3 非密封放射性物质 .....	7
表 4 射线装置 .....	8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	9
表 6 评价依据 .....	10
表 7 保护目标与评价标准 .....	12
表 8 环境质量和辐射现状 .....	17
表 9 项目工程分析与源项 .....	20
表 10 辐射安全与防护 .....	24
表 11 环境影响分析 .....	28
表 12 辐射安全管理 .....	36
表 13 结论与建议 .....	41
表 14 审批 .....	44

**附图:**

- 附图 1 建设项目地理位置图
- 附图 2 平湖市环境管控单元图
- 附图 3 平湖市“三区三线”图
- 附图 4 项目周边环境概况图
- 附图 5 厂区总平面布置图
- 附图 6 X 光机室所在生产车间平面布置图
- 附图 7 X 光机室平面布置图

**附件:**

- 附件 1 营业执照
- 附件 2 现有项目环评批复
- 附件 3 检测报告
- 附件 4 专家意见及修改清单

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	工业 X 射线实时成像检测系统建设项目				
建设单位	浙江新毅嘉金属制品有限公司				
法人代表	施重渊	联系人	吴备勇	联系电话	15901796409
通讯地址	平湖市独山港镇振港路 355 号				
项目建设地点	平湖市独山港镇振港路 355 号				
立项审批部门	——		批准文号	——	
建设项目总投资(万元)	50	项目环保投资(万元)	3	投资比例(环保投资/总投资)	6.0%
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> )	不新增占地
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 项目概述

### 1.1.1 建设单位情况

浙江新毅嘉金属制品有限公司（以下简称“建设单位”，曾用名平湖弘智金属制品有限公司，于 2023 年 5 月 16 日更名）成立于 2017 年 5 月 27 日，注册资金 5000 万元，主要加工、销售：金属制品、汽车配件、模具、塑料制品、家用电器配件、电动工具；自有房屋租赁；从事各类商品及技术的进出口业务。建设单位于 2019 年 6 月委托杭州忠信环保科技有限公司编制了《平湖弘智金属制品有限公司年产 300 万套铝合金精密铸件建设项目环境影响报告表》，原平湖市环境保护局于同年 7 月 16 日以“嘉（平）环建[2019]125 号”文对该项目进行了批复；2020 年 10 月、2022 年 12 月分别开展 2 次自主验收，生产设施和配套的环保设施运行正常，目前建设单位具备年产 150 万套铝合金精密铸件的生产规模。建设单位于 2021 年 1 月 14 日进行了排污登记（登记编号 91330482MA29FUHN9J002X）。

### 1.1.2 项目建设目的和任务由来

为了满足汽车零部件的结构扫描需求，建设单位拟在模具车间西侧实施工业 X 射线实时成像检测系统建设项目：建设单位拟购置 1 台 XG-160ST 型 X 射线实时成像系统放置于 X 光机室内，用于对其自生产的汽车零配件进行实时成像检测。

建设单位所有的实时成像检测作业仅限于 X 光机室内，不在车间或野外进行作业。对照《关于发布〈射线装置分类〉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），X 射线实时成像检测系统属于工业用 X 射线探伤装置的分类范围，为 II 类射线装置。对照生态环境部《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射”：“172、核技术利用建设项目”。本次评价的内容为使用 II 类射线装置，应编制辐射环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，浙江新毅嘉金属制品有限公司委托浙江问鼎环境工程有限公司对本项目进行辐射环境影响评价。我单位开展了现场踏勘、委托检测、收集资料等工作，并依据《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》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的辐射环境影响报告表。

### 1.1.3 建设内容及规模

经与建设单位核实，本项目拟在模具车间西侧 X 光机室内新增一台 X 射线实时成像系统以及配套操作台，该设备自带防护铅房。

本项目射线装置主要技术参数信息见表 1.1-1。

表 1.1-1 本项目使用工业 X 射线实时检测成像装置技术参数表

序号	设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	防护铅房尺寸 (长×宽×高)	主射线方向
1	X 射线实时成像检测系统	XG-160ST	II 类	1	160	5	1.81m×1.6m×2.05m	自西向东

### 1.1.4 劳动定员及工作制度

本项目拟配备辐射工作人员 3 人，对单位工业 X 射线实时成像装置检测活动进行日常管理，年工作时间为 300 天，一天 8 小时制。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中规定，探伤工作人员

正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。本项目拟配备的辐射工作人员由企业现有员工里面抽取，并进行培训合格后上岗。

### **1.1.5 工作负荷**

本项目设备每周曝光工作时间约为 8h，年工作时间约 45 周，年曝光工作时间约为 360h。

## **1.2 周围环境概况及选址合理性分析**

### **1.2.1 项目地理位置**

浙江新毅嘉金属制品有限公司平湖市独山港镇振业路333号，厂区东侧为瑞力金属（独山港制造基地）、浙江卓众电力科技有限公司、浙江松川机械科技有限公司；南侧为浙江康谷包装制品有限公司；西侧为振港路，路西侧为苏宁物流园区；北侧为浙江万丰上达涂复科技有限公司。

本项目地理位置见附图1，周围环境情况见附图4。

### **1.2.2 项目周边环境关系**

建设单位厂区共计三幢建筑，东南部为综合楼（1F 为食堂，2F 为办公室，3F 目前闲置）；中部为厂房二（由中部连廊分割为东、西两幢车间，连廊东侧局部为 3F（1F 由北向南依次为五金工具库、X 光机室及车间办公室，2F 为办公室，三层预留），主车间为 1F 结构，用于模具贮存、模具维修；西车间为 3F 结构，1F 为机加工车间、包检车间，2F 为成品仓库、包检车间 2，3F 为危废仓库、其余闲置）；北部为厂房一（由中部连廊分割为东、西两幢车间，东车间为 1F 结构，用于压铸加工；西车间为 3F 结构，1F 为后处理整形、抛丸、打磨、研磨清洗、压铸、包检车间，2F 为半成品仓库，后处理车间，3F 计划用于电泳、喷塑车间），具体详见附图 5。

本项目 X 光机室位于厂房二连廊东侧局部三层建筑一层的中部。配备成品防护铅房位于专用 X 光机室西侧，厂房二连廊东侧局部为三层建筑，主车间为 1F 结构，无地下层，用地性质为工业用地。专用 X 光机室东侧为厂房二连廊东侧主车间通道，隔通道为模具贮存区域、模具维修区域，南侧为车间办公室，西侧为车间外过道，北侧为五金工具库，楼上为车间办公室（楼层高约 3.8m），无地下层。具体平面布置见附图 6~7。

### **1.2.3 选址合理性分析**

本项目 X 光机室位于厂房二连廊东侧局部三层建筑内，利用现有场地，不新增用地，用地性质为工业用地。X 光机室 50m 范围内主要包括厂房一、厂房二部分车间、连廊、车间外道路、办公楼和厂区绿化，均为企业内部建筑，无居民住宅、学校等环境敏感目标。本项目建设地点相对独立，既方便工件进出，又尽可能的远离公众以减少辐射对公众的影响；实时成像检测过程中产生的电离辐射，经采取一定防护措施后不会对周围环境和公众造成危害。周围无环境制约因素，影响可接受，因此本项目的选址是合理的。

## **1.3 产业政策符合性分析与实践的正当性分析**

### **1.3.1 产业政策符合性分析**

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 修订），本项目不属于国家限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策；对照《关于公布平湖市工业投资项目禁止、限制准入清单（2017 版）的通知》、《平湖市工业企业投资项目负面清单》，本项目不属于限制和禁止类项目，符合平湖市产业政策。

### **1.3.2 实践的正当性分析**

本项目所有的实时成像检测工作仅在铅房内进行，不在车间或野外进行作业，目的是为了对建设单位生产的汽车零部件进行检测，确保产品质量和使用安全。本项目购置的 X 射线实时成像检测装置配备成品防护铅房，其防护性能符合国家相关标准，只要按规范操作，建设单位使用工业 X 射线实时成像检测装置是符合辐射防护“正当实践”原则。因此，该项目使用工业 X 射线实时成像检测装置的目的是正当可行的。

## **1.4 平湖市“三线一单”符合性分析**

### **1、生态保护红线**

本项目位于平湖市独山港镇振港路 355 号。对照平湖市生态保护红线划定方案以及《平湖市国土空间总体规划 三区三线成果图》（见附图 5），项目评价范围内不涉及生态保护红线，满足生态保护红线要求。

### **2、环境质量底线**

根据环境质量现状监测结果，本项目机房周围环境  $\gamma$  辐射剂量处于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良

影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，不触及环境质量底线。

### 3、资源利用上线目标

本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，本项目符合资源利用上线的要求。

### 4、环境管控单元分类准入清单

根据《平湖市人民政府关于印发<平湖市“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》（平政发〔2020〕86号），本项目位于平湖市独山港镇产业集聚重点管控单元（环境管控单元编码：ZH33048220004），属于产业集聚重点管控单元，具体符合性分析见表 1.4-1。

**表 1.4-1 平湖市独山港镇产业集聚重点管控单元**

管控单元分类	要求	本项目情况	是否符合
产业集聚重点管控单元	<p>空间布局约束</p> <p>1、优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。</p> <p>2、合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，对不符合平湖市重点支持产业导向的三类工业项目禁止准入，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升。</p> <p>3、提高电力、医药、化工、印染、造纸、化纤等重点行业环保准入门槛，控制新增污染物排放量。</p> <p>4、严格限制新、扩建、印染、合成革、工业涂装、包装印刷、塑料和橡胶等涉 VOCs 重污染项目（全部使用新料的塑料制品业、全部使用符合《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53号）文件要求的水性涂料、油墨、胶粘剂等的除外），新建涉 VOCs 排放的工业企业全部进入工业功能区，严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求。</p> <p>5、除热电行业外，禁止新建、改建、扩建使用高污染燃料的项目。</p> <p>6、合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。</p>	<p>本项目为核技术利用项目，不属于三类工业项目，不涉及 VOCs 排放。本项目位于建设单位现有厂房二连廊东侧局部三层建筑内。</p>	符合

污染物排放管控	<p>1、严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。</p> <p>2、新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。</p> <p>3、加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。</p> <p>4、加强土壤和地下水污染防治与修复。</p>	<p>本项目主要污染物为 X 射线及少量臭氧和氮氧化物，落实本报告提出的防治措施后，均可达标排放。</p>	符合
环境风险防控	<p>1、定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险。</p> <p>2、强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。</p>	<p>本项目正式投产后按要求编制辐射事故应急预案，建立常态化隐患排查机制，因此符合环境风险防控要求。</p>	符合
资源开发效率要求	<p>1、推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。</p>	<p>本项目所用能源主要为电能，资源利用效率高。</p>	符合

### 1.5 原有核技术利用项目许可情况

浙江新毅嘉金属制品有限公司目前无核技术利用项目。

**表 2 放射源**

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

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

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

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线实时成像系	II 类	1 台	XG-160ST	160	5	实时成像检测	厂房二连廊东侧 专用 X 光机室	新购置

(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 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	通过车间排风系统排入大气环境。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量为 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/m<sup>3</sup>）或活度（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（2014 年修订）》，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，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（2019 年修改）》，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 20 号修改并实施；</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 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(9) 《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》，原国家环境保护总局环发（2006）145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《关于发布&lt;省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023 年本）&gt;的通知》，浙环发[2023]33 号，2023 年 9 月 9 日起实施；</p> <p>(14) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，2021 年 2 月 10 日修订；</p> <p>(15) 《浙江省辐射环境管理办法》，2021 年 2 月 10 日修订；</p> <p>(16) 《浙江省生态环境保护条例》（2022 年 8 月 1 日起施行）。</p>
-------------	---

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016), 2017年1月1日实施;</p> <p>(2) 《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), 2016年4月1日实施;</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 2003年4月1日实施;</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及第 1 号修改单, 2017年10月27日实施;</p> <p>(5) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022);</p> <p>(6) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021), 2021年5月1日实施;</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021), 2021年5月1日实施;</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019), 2020年4月1日实施。</p> <p>(9) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ 2.1-2019), 2020年4月1日实施;</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书;</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：放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于100m的范围。），结合本项目的辐射污染特点，确定以X射线实时成像系统防护铅房边界50m区域作为本项目的**评价范围**，**评价范围示意图见附图5**。

### 7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目X射线实时成像检测系统铅房边界外50m内主要为建设单位厂房二部分车间、连廊、车间外道路、办公楼和厂区绿化。因此，本项目环境保护目标为评价范围内活动的职业人员、建设单位内部非辐射工作人员和公众人员。主要环境保护目标情况见表7.2-1。

表7.2-1 本项目环评范围内环境保护目标情况一览表

环境保护目标	保护对象		人数	方位	距铅房边界最近距离	年剂量约束值
操作人员	职业	辐射工作人员	3 人	西侧	1.0m	职业： 5mSv
模具车间	公众	生产人员	5-10 人	东侧	1.5m	公众： 0.25mSv
厂房二车间办公室（一层）		工作人员	3 人	南侧	1.8m	
连廊通道		厂区工作人员	10-50 人	西侧	1.8m	
五金仓库		管理人员	2 人	北侧	0.6m	
厂房二车间办公室（二层）		办公人员	5-6 人	上方	3.2m	
办公楼		厂区工作人员	20-50 人	东南侧	26m	
其他车间		生产人员	约 50 人	/	0-50m	

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中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于获准实践中的医疗照射。

## 附录 B

### B1.1 职业照射

B1.1.1.1 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。

本项目取其四分之一，即 **5mSv** 作为年剂量管理约束值。

### B1.2 公众照射

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。

本项目取其四分之一，即不超过 **0.25mSv** 作为公众的年照射剂量约束值。

## 6.4 辐射工作场所的分区

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。

### 6.4.1 控制区

6.4.1.1 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。

### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 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。

本项目铅房四周及顶部外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平取 **2.5μSv/h**。

## 7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和γ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γ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。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

**本项目工业 X 射线实时成像检测系统参照《工业探伤放射防护标准》**

(GBZ117-2022) 使用。

## 5 探伤机的放射防护要求

### 5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下, 距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求, 在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

表 1 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压/kV	漏射线所致周围剂量当量率/mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

## 6 固定式探伤的放射防护要求

### 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 GB 18871 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。

6.1.8 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。

6.1.10 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。

本项目铅房四周及顶部外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平取 **2.5 $\mu$ Sv/h**。

### 6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

### 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 探伤工作人员进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应配备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。测量值应当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，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。

### **7.3.3 《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。

#### **3.2 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平**

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的方向。

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。

表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

浙江新毅嘉金属制品有限公司平湖市独山港镇振业路 333 号，厂区东侧为瑞力金属（独山港制造基地）、浙江卓众电力科技有限公司、浙江松川机械科技有限公司；南侧为浙江康谷包装制品有限公司；西侧为振港路，路西侧为苏宁物流园区；北侧为浙江万丰上达涂复科技有限公司。

本项目 X 光机室位于厂房二连廊东侧局部三层建筑一层的中部。配备成品防护铅房位于专用 X 光机室西侧，厂房二连廊东侧局部为三层建筑，主车间为 1F 结构，无地下层，用地性质为工业用地。专用 X 光机室东侧为厂房二连廊东侧主车间通道，隔通道为模具贮存区域、模具维修区域，南侧为测量室，西侧为车间外过道，北侧为五金工具库，楼上为车间办公室（楼层高约 3.8m），无地下层。具体平面布置见附图 4。

### 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

#### 8.2.1 环境现状评价对象

X 光机室及周边辐射环境。

#### 8.2.2 监测因子

X- $\gamma$ 辐射剂量率。

#### 8.2.3 监测点位

根据项目的平面布局和周围环境情况，监测布点示意图见图 8.2-1。

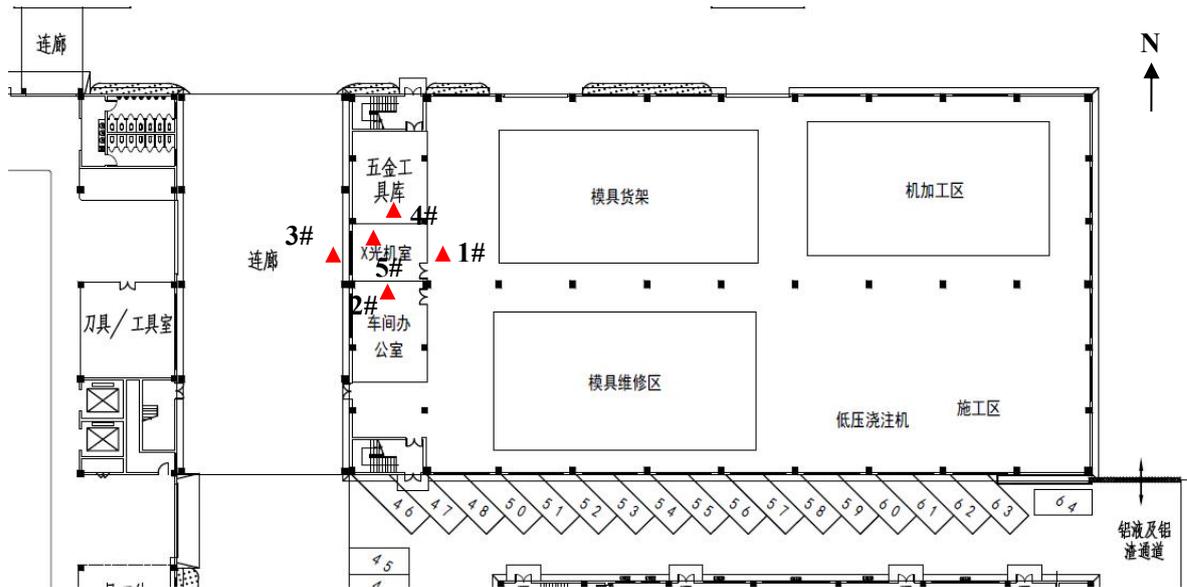


图 8.2-1 监测点位分布图

## 8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

### 8.3.1 监测方案

- 1、监测单位：浙江鼎清环境检测技术有限公司
- 2、监测时间：2023年5月22日
- 3、监测方式：现场检测
- 4、监测依据：《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）等
- 5、监测频次：依据标准予以确定
- 6、监测工况：辐射环境本底
- 7、天气：晴；温度：11~18℃；相对湿度：46~57%。
- 8、监测仪器

表 8.3-1 监测设备参数

仪器型号	HDS-101G
生产厂家	法国 MGPI
仪器编号	SG2012-XJ09
能量范围	30keV~3MeV
量程	10nSv/h~100 $\mu$ Sv/h（137Cs）
检定单位	上海市计量测试技术研究院（华东国家计量测试中心）
校准证书	2022H21-10-3910358001
校准有效期	2022年6月17日~2023年6月16日

### 8.3.2 质量保证措施

- 1、合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- 2、检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。
- 3、检测仪器每年定期经计量部门检定，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，并用检验源对仪器进行校验。
- 5、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- 6、检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

### 8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状监测结果见表 8.3-2。

表 8.3-2 X 光机室及周围环境辐射背景监测结果

点位编号	点位描述	γ辐射剂量率 (μSv/h)	
		平均值	标准差
▲1	X 光机室东侧	0.12	0.01
▲2	X 光机室南侧	0.13	0.01
▲3	X 光机室西侧	0.12	0.01
▲4	X 光机室北侧	0.12	0.01
▲5	X 光机室顶部办公室 (二层)	0.11	0.01

注：上述检测值均未扣除宇宙射线响应。

#### 8.4 环境现状调查结果的评价

由表8.3-2可知：本项目各监测点位的γ辐射剂量率在0.11~0.13μSv/h 之间，经换算后本项目辐射剂量率在92~108nGy/h 之间（Sv与Gy转换系数取1.2）。由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，嘉兴市室内γ辐射剂量率在76~271nGy/h之间，可见项目所在地环境的γ辐射剂量率处于一般本底水平，未见异常。

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 X 射线实时成像系统结构

X射线实时成像系统主要由X射线机、图像增强器和摄像机等组成，在X射线实时成像检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质密度越大，射线强度减弱越大。而当工件内部存在缺陷时，射线穿过有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，透射X射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的X射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至控制台，在监视器上实时显示，可迅速对工件缺陷进行辨别。实物如图9.1-1所示。



图9.1-1 X射线实时成像系统实物图

### 9.1.2 工作原理

本项目X射线实时成像系统运用计算机实时成像原理。由X射线机产生的X射线对生产的工件进行照射，当射线在穿透工件时，由于材料的厚薄不等或者生产质量各异，从而使X射线的穿透量不同。材料与其中裂缝对X射线吸收衰减不同而形成X射线强度分布的潜像，再通过图像增强器将X射线图像转换成标准视频图像，即转换为可见像，从而实现检测缺陷的目的，如果工件质量有问题，在成像中显示裂缝所在的位置，从

而实现实时成像检测的目的。

X射线管主要由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。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。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，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。

典型的X射线管基本结构如图9.1-2所示。

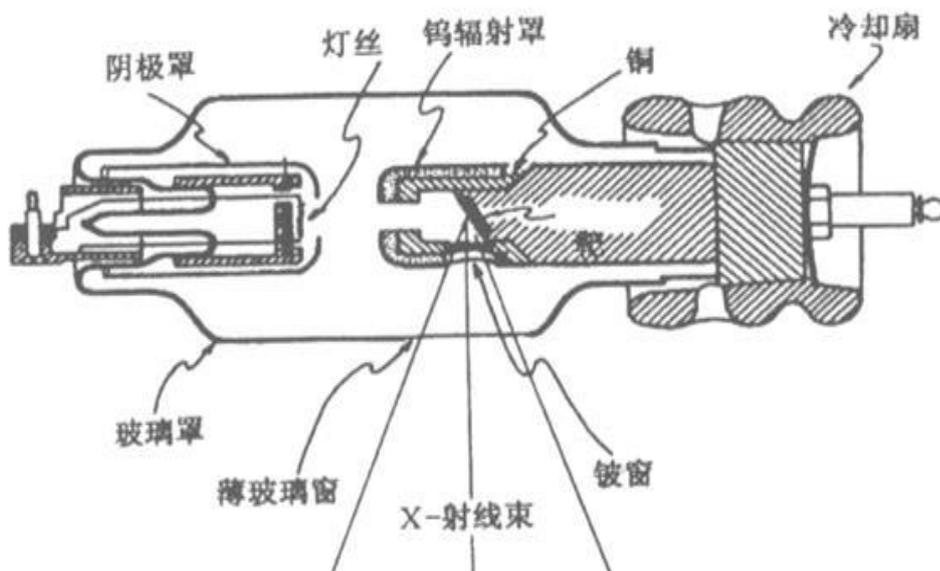


图 9.1-2 典型的 X 射线管结构图

### 9.1.3 X 射线实时成像系统工作流程及产污环节分析

本项目工业X射线实时成像检测装置配备有成品铅房作为辐射屏蔽体，以减少X射线对周边环境的影响。

工业X射线实时成像检测装置的工作流程为：接通电源，进行实时成像检测前，先打开铅房人员防护安全门，并检查铅房内部有无异物，保证检测安全；将待检工件（最大尺寸为300mm×300mm×10mm）放在检测平台上，关闭进件防护门；根据打开X射线机控制器，待测工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调整电压、电流、曝光参数等，检查无误即进行检测，X射线管透过被检测物体后衰减，由图像增强器接收并转换成数字信号，将检测图像直接显示在显示器屏幕上。操作人员根据X射线图像情况，对工件进行连续检测、分析和判断，检测完成后关机。完成一次检测后，

X射线管不变动位置，工作人员通过操作台操作位上的按钮来调控检测平台，从而调整工件的检测位置，重复操作直至完成整个检测工件的检测。检测完成后，工作人员打开铅防护门，工件由操作人员取出，完成一轮检测。检验完成后关机，检查全部完成后，关闭电脑、铅房电源和总电源。

X射线实时成像检测系统工艺流程及产污环节见图9.1-3。

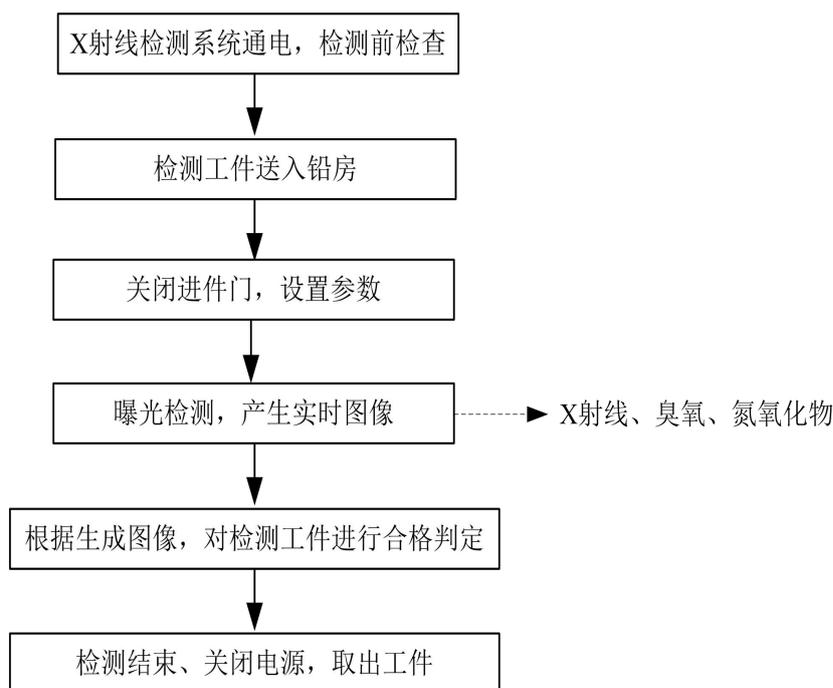


图 9.1-3 X 射线实时成像检测系统工艺流程及产污节点图

由图9.1-3可知，本项目X射线实时成像系统运营中产生的主要污染物为扫描工作过程中产生的X射线、臭氧、氮氧化物。

本项目X射线实时成像系统采用实时成像检测方式，不使用胶片，不会产生废显（定）影液及胶片。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 正常运行工况

#### 1、X射线

本项目X射线实时成像系统为II类射线装置，由X射线装置的工作原理可知，X射线是随机器的开、关而产生和消失。X射线装置在非曝光状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出X射线。因此，正常工况时，在开机曝光时间，放射性污染物为初始X射线以及散射射线、漏射射线。本项目工作期间X射线成为污染环境的主要因子。

## 2、臭氧和氮氧化物

根据X射线的工作原理，X射线实时成像系统在工作时产生X射线，造成防护铅房内空气电离，产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目采用机械排风的措施，将铅房内曝光过程中产生的少量臭氧和氮氧化物及时排出铅房和车间，且每小时通风换气次数不小于3次。臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境影响是可接受的。

## 3、危险废物

本项目使用的X射线实时成像系统采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废。

### 9.2.2事故工况

根据本项目X射线实时成像系统的使用特点，在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量X射线照射：

- 1、当射线装置处于开机运行状态时，人员误入铅房所受到的意外照射事故。
- 2、当射线装置进入工作状态而铅房的防护门未关闭，或进出件口防护门未关闭导致大量射线进入周围环境，对周围的人员产生照射事故。
- 3、当射线装置进行维修时，意外开机导致维修工作人员收到意外照射事故。

**表 10 辐射安全与防护**

## **10.1 项目安全设施**

### **10.1.1 辐射工作场所布局及其合理性**

本项目 X 光机室位于厂房二连廊东侧局部三层建筑一层的中部。配备成品防护铅房位于专用 X 光机室西侧，厂房二连廊东侧局部为三层建筑，主车间为 1F 结构，无地下层，用地性质为工业用地。专用 X 光机室东侧为厂房二连廊东侧主车间通道，隔通道为模具贮存区域、模具维修区域，南侧为车间办公室，西侧为连廊过道，北侧为五金工具库，楼上为车间办公室（楼层高约 3.8m），无地下层。具体平面布置见附图 5~6。

铅房位于 X 光机室西侧，人员防护门位于铅房南侧屏蔽墙上，辐射工作人员操作位位于铅房的东侧。

X 光机室与东侧主车间（模具车间）其他非辐射工作人员活动区相隔一定距离，辐射工作区相对独立，实时成像检测过程中产生的 X 射线经铅屏蔽墙和铅防护门后并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。本项目 X 射线检测工作区的平面布置便于工件运输，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

### **10.1.2 辐射工作场所分区**

#### **1、分区依据及原则**

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

**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处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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

## 2、本项目分区管理情况

**控制区：**将X射线实时成像系统铅房内部划分为控制区

**监督区：**将X射线实时成像系统所在X光机室除控制区以外的区域及操作台划为监督区。

项目辐射工作场所两区划分示意图见图10.1-1。

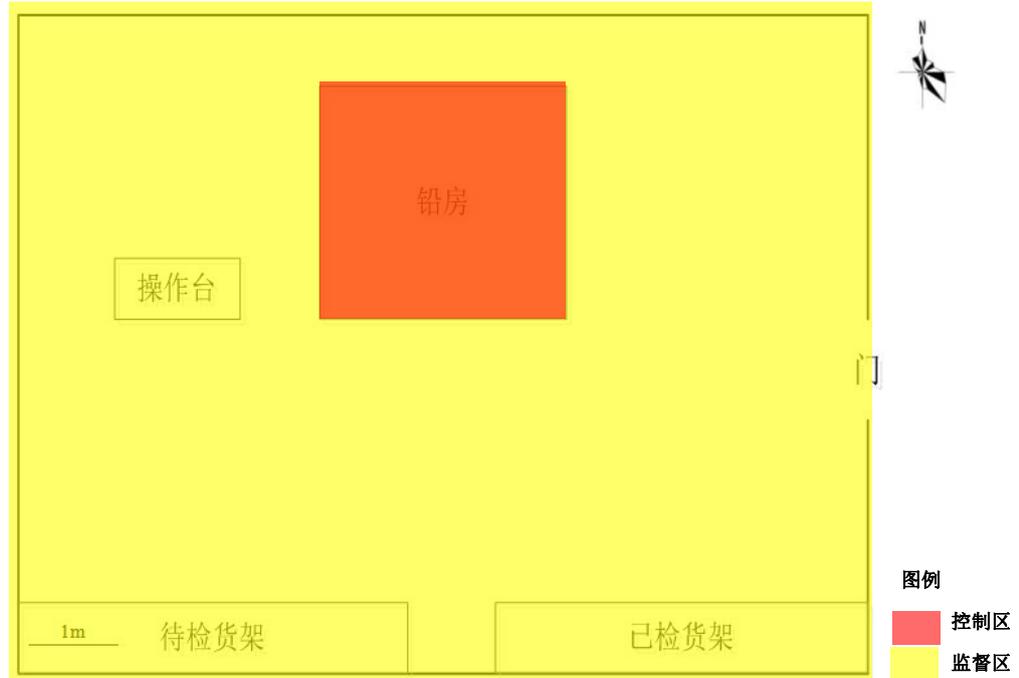


图10.1-1 本项目X射线实时成像系统两区划分示意图

### 10.1.3 辐射防护屏蔽设计方案

根据建设单位提供的资料可知，本项目 X 射线实时成像系统采用设备自带防护铅房进行实体屏蔽，本项目设备自带防护铅房的屏蔽防护设计详见表。

表 10.1-1 X 射线探伤室屏蔽情况一览表

设备名称	铅房尺寸 长×宽×高	屏蔽体	尺寸及材料
X 射线实时成像系统 (XG-160ST) (主射线由西向东)	1.81m×1.6m ×2.05m	铅房东 (主束方向)	8mm 铅+4.5mm 钢
		铅房南	5mm 铅+4.5mm 钢
		铅房西	5mm 铅+4.5mm 钢
		铅房北	5mm 铅+4.5mm 钢
		铅房顶部	5mm 铅+4.5mm 钢
		铅房底部	5mm 铅+4.5mm 钢
		通风口和穿线孔屏蔽防护	防护罩 5mm 铅+4.5mm 钢
		工件防护门屏蔽防护	门洞尺寸 500mm×1085mm, 防护门尺寸 650mm×1367mm, 采用 5mm 铅+4.5mm 钢

### 10.1.3 辐射安全与防护措施

1、实体屏蔽：本项目X射线实时成像系统采用设备自带的防护铅房进行屏蔽，可保证设备运行过程中屏蔽体外剂量率满足标准要求，人员在屏蔽体外远程操作，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。

2、人员防护措施：工作人员进行实时成像检测工作时，佩戴个人剂量报警仪。所有辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，并定期送有资质的单位进行监测。

3、门机联锁：本项目设置有安全联锁装置，铅门与X射线高压控制电路联锁，如门体未关闭时系统无法出束，在作业过程中防护门被误打开，则系统自动关闭并停止出束，以保证人员安全。

4、声光报警装置：防护铅房上方设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与X射线实时成像系统联锁。“预备”和“照射”应有明显区别，且设有对应信号说明，“预备”信号持续足够长时间，以警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留；指示灯故障，射线不能启动。

5、警示标志：铅房表面贴有电离辐射警告标识和中文警示说明。

6、操作台室避开有用线束照射的方向。

### 10.1.4 操作台管理要求

1、操作台设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

2、操作台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。控制台上设置与防护门联锁的接口，当防护门未完全关闭时不能接通X射线管电压；已接通的X射线管电压在防护门开启时能立即切断。

3、操作台设有钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。钥匙和剂量报警仪串连在一起，组成钥匙连锁串，任何情况下，不允许解除钥匙连锁串。

4、操作台设置有紧急停机开关。

### 10.1.5 X射线实时成像系统的检查和维护

1、工作前检查项目应包括：

(1) 防护铅房外观是否完好；

(2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；

- (3) 安全联锁是否正常工作；
- (4) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- (5) 螺栓等连接件是否连接良好。

#### 2、建设单位的定期检查：

- (1) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；
- (2) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；
- (3) 制造商推荐的其他常规检测项目。

#### 3、设备维护应符合下列要求：

- (1) 建设单位应对本项目的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- (2) 设备维护包括X射线实时成像系统的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- (3) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- (4) 应做好设备维护记录。

设备日常检查和定期检查均由建设单位进行；设备维护由设备厂家进行。

### 10.1.6探伤设施退役及报废管理要求

按照《浙江省辐射环境管理办法》和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，建设单位工业探伤设施不再使用或报废时，应实施退役程序。包括以下内容：

- 1、X射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。
- 2、清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

## 10.2 三废的治理

根据 X 射线的工作原理，X 射线实时成像检测系统在工作时产生 X 射线，造成防护铅房内空气电离，产生一定量的臭氧和氮氧化物。由于工作人员不需要进入防护铅房进行摆件，且每次扫描时长很短，防护铅房体积小，防护铅房内产生的臭氧和氮氧化物量也比较少，因此采用自然通风的方式将臭氧和氮氧化物排出防护铅房。X 光机室通过车间内排风系统（车间内每小时有效通风换气次数不小于 3 次），将臭氧和氮氧化物排出室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境影响是可接受的。

表 11 环境影响分析

**11.1 建设阶段对环境的影响**

本项目新购 1 台工业 X 射线实时成像检测装置。工业 X 射线实时成像检测装置包含的 X 射线机、配套铅房等整套设备均直接向生产厂家购买，由厂家负责运输，并安装至建设单位生产车间内，安装过程不涉及土建部分，项目建设期对周边环境无影响。

由于工业 X 射线实时成像检测装置只有在实时成像检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。X 射线实时成像检测设备未通电运行，故不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

**11.2 运行阶段对环境的影响**

**11.2.1 工作场所环境辐射影响分析**

本项目 X 射线实时成像系统最大管电压为 160kV，最大管电流为 5mA，有用射线固定由西向东照射。根据本项目射线装置相关技术参数，为保证射线装置在铅房内进行实时成像检测作业时，本次以装置满功率运行时对铅房的辐射防护效果进行理论校核，预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式，为保守预测，本次预测所有参数计算均按 200kV 管电压进行估算。

**1、预测模式及相关参数的选取**

(1) 有用线束的屏蔽估算公式

关注点的剂量率  $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 按公式 (11-1) 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：

$\dot{H}$  ——辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I——X 射线探伤机在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)，本项目取 5mA；

$H_0$ ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ ，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，滤过条件为 2mm 铝时，管电压为 200kV 的 X 射线在距辐射源点 (靶

点) 1m 处输出量  $H_0$  为  $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{min})$  , 即  $1.722\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 (\text{mA}\cdot\text{h})$  ;

$B$ ——屏蔽透射因子, 依据 GBZ/T250-2014 附录 B 中的图 B.1, 200kV X 射线穿过 8.4mm 铅时的透射因子取  $5.0\times 10^{-7}$ 。

$R$ —— 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为 m; 取值见表 11.2-1。

## (2) 散射辐射和泄漏辐射

### ①屏蔽透射因子

对于给定的屏蔽物质厚度  $X$ , 相应的屏蔽透射因子  $B$  按 (11-2) 计算:

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中:

$X$ ——屏蔽物质厚度, 与  $TVL$  取相同的单位;

$TVL$ ——半值层厚度, 单位 mm;

散射辐射: 查 (GBZ/T 250-2014) 表 2, X 射线  $90^\circ$  散射辐射最高能量相应的 kV 值, X 射线机管电压为 200kV 时, 散射辐射取 150kV。查 (GBZ/T 250-2014) 附录 B 表 B.2, 对于铅屏蔽材料, 150kV 的 X 射线铅半值层厚度为 0.96;

泄漏辐射: 查 (GBZ/T 250-2014) 附录 B 表 B.2, 对于屏蔽材料为铅时, 200kV 的 X 射线铅的半值层厚度为 1.4。

### ②散射辐射屏蔽

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中:

$\dot{H}$ ——关注点处的辐射剂量率,  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ;

$I$ ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位 mA;

$H_0$ ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量,  $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ , 以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ , 查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 2, 200kV 的 X 射线  $90^\circ$  散射辐射能量 150kV, 查附录 B 表 B.1 可知, 滤过条件为 2mm 铝时, 管电压为 150kV 的 X 射线在距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量  $H_0$  为  $18.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{min})$  , 即  $1.098\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 (\text{mA}\cdot\text{h})$  ;

$B$ ——屏蔽透射因子;

$R_s$ ——散射体至关心点的距离, 单位 m;

$R_0$ ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位 m；

$F$ —— $R_0$  处的辐射野面积，单位  $m^2$ ；

$\alpha$ ——散射因子，入射辐射被单位面积（ $1m^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量当量率与该面积上的入射辐射剂量当量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 $\alpha$ 值时，可以用水的 $\alpha$ 值保守估计，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B.4.2， $\frac{R_0^2}{F \times \alpha}$  因子的值可以取 60（150kV）。

### ③ 泄漏辐射屏蔽

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

式中：

$\dot{H}$  ——关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$B$  ——屏蔽透射因子；

$R$  ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位 m；

$\dot{H}_L$  ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，X 射线管电压为 200kV 的时距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率  $\dot{H}_L$  为  $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

## 2、预测点位

依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），根据实际情况，X 射线实时成像系统运行时，辐射工作人员位于操作台，操作台及 X 光机室各侧墙体距离铅房外表面距离大于 30cm，因此，取铅房外表面 30cm 处为关注点，铅房外表面 30cm 处剂量率控制水平取  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。整个照射装置为机械臂结构，可上下移动，各关注点距离根据靶点移动范围以最不利情况考虑。剂量关注点情况见表 11.2-1，关注点的分布情况见图 11.2-1 和图 11.2-2。

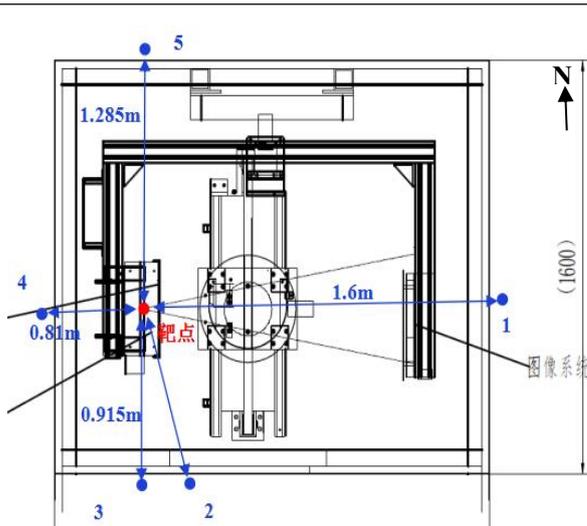


图 11.2-1 铅房关注点示意图（平面图）

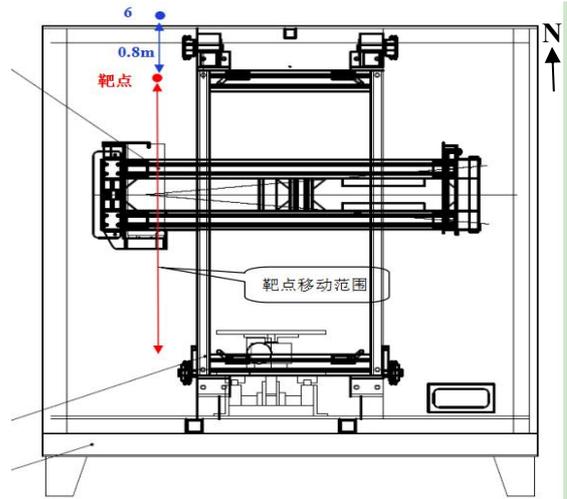


图 11.2-2 铅房关注点示意图（剖面图）

表 11.2-1 剂量关注点情况

编号	关注点位置	与靶点距离	屏蔽参数	需考虑的屏蔽辐射类型
1	铅房东侧外表面 30cm 处	1.60m	4.5mm 钢+8mm 铅板	有用线束
2	工件防护铅门外表面 30cm 处	0.943m	4.5mm 钢+5mm 铅板	泄漏辐射、散射辐射
3	铅房南侧外表面 30cm 处	0.915m	4.5mm 钢+5mm 铅板	泄漏辐射、散射辐射
4	铅房西侧外表面 30cm 处	0.81m	4.5mm 钢+5mm 铅板	泄漏辐射、散射辐射
5	铅房北侧外表面 30cm 处	1.285m	4.5mm 钢+5mm 铅板	泄漏辐射、散射辐射
6	铅房顶部外表面 30cm 处	0.80m	4.5mm 钢+5mm 铅板	泄漏辐射、散射辐射

注：根据《放射防护实用手册》P105 表 6.14，160kV 下 5mm 钢折算约为 0.47mmPb 当量，因此，本项目保守以 4.5mm 钢折算为 0.4mmPb 进行计算。

### 3 辐射影响预测结果

根据公式 (11-1) 计算防护铅房东侧（有用线束方向）外表面 30cm 处主射线辐射剂量率，相关计算参数及计算结果见表 11.2-2。

表 11.2-2 有用线束剂量率预测参数及结果

编号	关注点位置	$H_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	$I$ mA	$R$ m	$B$	$\dot{H}$ $\mu\text{Sv/h}$
1	铅房东侧外表面 30cm 处	$1.722\times 10^6$	5	1.6	$5.0\times 10^{-7}$	1.68

根据公式 (11-2)、(11-3) 计算防护铅房周围散射辐射剂量率，相关计算参数及计算结果见表 11.2-3。

表 11.2-3 散射辐射剂量率预测参数及结果

编号	关注点位置	$H_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	I mA	R m	TVL mm	B	$F\cdot\alpha/R_0^2$	$\dot{H}$ $\mu\text{Sv/h}$
2	工件防护铅门外表面 30cm 处	$1.098\times 10^6$	5	0.943	0.96	$2.37\times 10^{-6}$	1/60	0.244
3	铅房南侧外表面 30cm 处	$1.098\times 10^6$	5	0.915	0.96	$2.37\times 10^{-6}$	1/60	0.259
4	铅房西侧外表面 30cm 处	$1.098\times 10^6$	5	0.81	0.96	$2.37\times 10^{-6}$	1/60	0.331
5	铅房北侧外表面 30cm 处	$1.098\times 10^6$	5	1.285	0.96	$2.37\times 10^{-6}$	1/60	0.131
6	铅房顶部外表面 30cm 处	$1.098\times 10^6$	5	0.80	0.96	$2.37\times 10^{-6}$	1/60	0.339

根据公式 (11-2)、(11-4) 计算防护铅房周围泄漏辐射剂量率, 相关计算参数及计算结果见表 11.2-4。

表 11.2-4 泄漏辐射剂量率预测参数及结果

编号	关注点位置	$\dot{H}_L$ $\mu\text{Sv/h}$	R m	X m	TVL mm	B	$\dot{H}$ $\mu\text{Sv/h}$
2	工件防护铅门外表面 30cm 处	$2.5\times 10^3$	0.943	5.4	1.4	$1.39\times 10^{-4}$	0.391
3	铅房南侧外表面 30cm 处	$2.5\times 10^3$	0.915	5.4	1.4	$1.39\times 10^{-4}$	0.415
4	铅房西侧外表面 30cm 处	$2.5\times 10^3$	0.81	5.4	1.4	$1.39\times 10^{-4}$	0.529
5	铅房北侧外表面 30cm 处	$2.5\times 10^3$	1.285	5.4	1.4	$1.39\times 10^{-4}$	0.210
6	铅房顶部外表面 30cm 处	$2.5\times 10^3$	0.80	5.4	1.4	$1.39\times 10^{-4}$	0.543

表 11.2-5 辐射屏蔽理论估算结果一览表

编号	剂量关注点位置	有用线束 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	标准限值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	铅房东侧外表面 30cm 处	1.68	/	/	1.68	2.5
2	工件防护铅门外表面 30cm 处	/	0.244	0.391	0.635	2.5
3	铅房南侧外表面 30cm 处	/	0.259	0.415	0.674	2.5
4	铅房西侧外表面 30cm 处	/	0.331	0.529	0.86	2.5
5	铅房北侧外表面 30cm 处	/	0.131	0.210	0.341	2.5
6	铅房顶部外表面 30cm 处	/	0.339	0.543	0.882	2.5

根据表 11.2-5 可知，X 射线实时成像系统正常工作下，防护铅房周围环境辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：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”。

### 11.2.2 人员附加剂量估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中 3.1.1 条款中的公式（11-4），人员受照剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \times t \times U \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-5)$$

式中：

H——关注点处的周（或年）剂量当量，mSv/周或 mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点处的辐射剂量率，μSv/h；

t——探伤装置周照射时间/年照射时间，h/周或 h/a；

T——居留因子；

U——使用因子；

10<sup>-3</sup>——μSv 转换为 mSv 的剂量转换系数。

本项目辐射工作人员和公众的年剂量，具体见表 11.2-6。

表 11.2-6 辐射工作人员和公众的年剂量估算结果

关注点		剂量率 (μSv/h)	使用 因子 U	居留 因子 T	探伤机 工作时 间 t	年有效 剂量 (mSv/a)	年有效剂 量约束限 值(mSv/a)
辐射 工作 人员	操作人员 (选取四周最大侧 剂量率计算)	1.68	1	1	360h/a	0.605	5
公 众、 非辐 射工 作人 员	模具车间	5.15×10 <sup>-1</sup>	1	1	360h/a	0.185	0.25
	厂房二车间办公室 (一层)	7.66×10 <sup>-2</sup>	1	1		2.76×10 <sup>-2</sup>	
	连廊通道	8.28×10 <sup>-2</sup>	1	1/4		7.45×10 <sup>-3</sup>	
	五金仓库	1.59×10 <sup>-1</sup>	1	1/4		1.43×10 <sup>-3</sup>	
	厂房二车间办公室 (二层)	2.09×10 <sup>-2</sup>	1	1		7.52×10 <sup>-3</sup>	
	办公楼	6.39×10 <sup>-3</sup>	1	1/4		5.75×10 <sup>-4</sup>	

注：各处环境敏感目标有效剂量计算均选取最近距离计算。

由表 11.2-6 估算结果表明：综上所述，辐射工作人员受照的年有效剂量最大为

0.605mSv，公众受照的年有效剂量最大为 0.185mSv，因 X 射线的辐射剂量率随距离的增加呈现衰减趋势，未考虑墙体屏蔽，本项目 50m 范围内及更远的公众受照的年有效剂量最大值为 0.185mSv，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求和本次评价年剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）的要求。

### 11.2.3 屏蔽能力分析

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，结合该公司拟建 X 射线实时成像系统铅房初步设计数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司拟铅房的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

（1）设计中，铅房的设置已充分考虑周围的放射安全；根据铅房防护门防护性能（5mm 厚铅板+4.5mm 钢板）、铅房东侧防护性能（8mm 厚铅板+4.5mm 钢板）、铅房西、南、北侧及顶部防护性能（5mm 厚铅板+4.5mm 钢板）的防护性能结合理论计算结果可知，能满足辐射防护。

（2）由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受辐射照射年有效剂量可同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求和本次评价年剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）的要求。

因此，该公司铅房屏蔽能力满足 X 射线实时成像检测装置正常工作时的辐射防护要求。

### 11.2.4 非放射性污染环境的影响分析

本项目 X 射线实时成像系统在运行过程中会产生少量的臭氧及氮氧化物，该评价项目进行曝光出束时长约 3min，由于每次扫描时长很短，车间内产生的臭氧量和氮氧化物量也比较少，很快通过 X 光机室西北侧顶部通风口排至车间外，且 X 光机室内每小时有效通风换气次数不小于 3 次，一般情况下人员无法到达车间顶部，因此排风口避开了人员活动的区域。臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境的影响是可接受的。

## **11.3 事故影响分析**

### **11.3.1 可能发生的辐射事故**

根据本项目 X 射线实时成像系统的使用特点，在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射线照射：

1、安全联锁装置发生故障，X 射线实时成像系统防护门未关闭时，外面人员启动检测系统进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

2、安全联锁装置发生故障，无关人员打开 X 射线实时成像系统防护门，造成人员被照射，引发辐射事故。

### **11.3.2 事故防范措施**

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施和应急预案防范措施：

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、每月检查探伤室的门~机联锁装置和门~灯联锁装置，确保在工件门和工作人员进出门同时关闭后，X 射线实时成像系统才能进行照射；

3、每月对使用 X 射线实时成像系统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；

4、建设单位拟制定辐射事故应急预案，包括总则、组织体系、应急救援队的职责、放射性事故应急处理的责任划分、应急响应、善后处理、应急保障、宣传教育、培训和演练等。

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

### 12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用 II 类射线装置的工作单位，应当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；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

本项目为建设单位首次开展核技术利用建设项目，建设单位应成立辐射安全与环境保护管理机构，全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作，并配备相应的成员，确定管理机构领导、成员及辐射防护管理专（兼）职人员，做到分工清晰、职责明确，并在日后运行过程中，根据人事变动情况及时调整机构组成。

### 12.1.2 辐射人员管理

#### 1、个人剂量监测

本项目拟配备辐射工作人员 3 名。建设单位为辐射工作人员配置个人剂量计。个人剂量计常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月送检，并建立个人剂量档案，加强档案管理。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

#### 2、辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，所有辐射工作人员，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加辐射安全与防护培训，并取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单后方可上岗。

建设单位拟组织 3 名新增辐射工作人员到生态环境保护部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加辐射安全与防护培训，并考核成绩合格后方可上岗。

### 3、辐射工作人员职业健康体检

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康体检，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康体检，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康体检。

建设单位拟组织 3 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，并建立个人健康档案。

#### 12.1.3 年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《辐射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。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

为了保障工业 X 射线实时成像检测装置的安全使用，建设单位已制订了《辐射防护及安全保卫制度》、《辐射安全管理制度》、《射线装置使用场所安全措施》、《无损检测操作人员岗位职责》、《X 射线实时成像检测系统操作规程》、《X 射线实时成像检测系统检修维护制度》、《辐射工作人员培训和体检制度》、《辐射事故应急处理预案》等辐射防护制度。

建设单位承诺，在检测系统正式启用前，将张贴悬挂相应规章制度于操作室墙面上。

## 12.3 辐射检测

### 12.3.1 辐射工作人员个人剂量监测

建设单位应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定，为辐射工作人员配备个人剂量计。同时，应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计，并进行个人剂量监测（1 季度 1 次）和职业健康体检（不少于 1 次/2 年），建立个人

剂量监测档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

建设单位须建立辐射工作人员个人剂量监测档案，包括姓名、工作单位、监测周期、监测结果等信息，个人剂量监测档案应保存。

### 12.3.2 辐射工作场所监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。

建设单位拟配备 1 台 X- $\gamma$  辐射剂量率巡测仪，对 X 射线实时成像系统防护铅房外表面和 X 光机室周围辐射环境进行自行监测。

建设单位须定期（每年一次）请有资质的单位对铅房周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地生态环境主管部门上报备案。

建设单位制定了辐射监测计划，拟将每次监测结果记录存档备查。

表 12.3-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	铅房	周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行计量检定	射线装置铅房屏蔽墙体表面 30cm 处、防护门及缝隙表面 30cm 处、辐射工作人员操作位、评价范围内人员经常活动的位置	委托监测
日常监测	铅房	周围剂量当量率	1 次/季度	按照国家规定进行计量检定		自行监测
验收监测	铅房	周围剂量当量率	项目完成 3 个月内	按照国家规定进行计量检定		委托监测

另外，射线装置需日常检查常用的安全设备，如工作状态指示灯、报警灯、安全连锁控制显示状况、个人剂量报警仪和辐射监测仪器工作状态等；每月检查紧急停止按钮、安全连锁装置等，并建立运行及维修维护记录制度。

## 12.4 竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由

设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

## 12.5 辐射事故应急

本项目 X 射线实时成像系统均属于 II 类射线装置，建设单位根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定，制定了《辐射事故应急预案》。建设单位定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，及时对辐射事故应急预案进行完善和修订。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合建设单位的实际情况和事故工况分析，须建立的辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- 1、应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- 2、应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- 3、辐射事故分级与应急响应措施。
- 4、辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告，当发生认为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

- 5、生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- 6、编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

企业应急方案应建立辐射事故报告框图，明确人员及联系电话，以保证事故报告的可操作。

建设单位应定期、具有针对性的对可能发生的辐射事故进行演练，演练内容包括辐射事故应急预案的可操作性、针对性、完整性，并根据实际情况组织修订辐射事故应急预案。

## 12.6 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用射线装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评价详见表 12.6-1。

表 12.6-1 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
(一) 使用 II 类射线装置的，应当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。	建设单位已按要求成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并落实管理职责。
(二) 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	建设单位新增辐射工作人员和辐射工作管理人员拟按规定参加培训和考核。
(三) 使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。
(四) 放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	建设单位已制订了《辐射防护及安全保卫制度》、《辐射安全管理制度》、《射线装置使用场所安全措施》、《无损检测操作人员岗位职责》、《X 射线实时成像检测系统操作规程》等辐射防护制度。
(五) 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	建设单位拟根据要求配备个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X- $\gamma$ 辐射巡测仪等仪器。
(六) 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	按要求拟制定。
(七) 有完善的辐射事故应急措施。	按要求拟制定。
(八) 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

通过对照国家有关要求对本项目从事辐射活动能力的逐项分析，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，在开展核技术应用方面加强了射线装置的使用与安全管理，各种辐射防护设施（措施）较齐全，防护效能可满足辐射防护要求，制定的各种安全管理制度较全面。综上所述，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，浙江新毅嘉金属制品有限公司从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

**表 13 结论与建议**

### **13.1 结论**

#### **13.1.1 项目概况**

浙江新毅嘉金属制品有限公司拟在模具车间西侧实施工业 X 射线实时成像检测系统建设项目：建设单位拟购置 1 台 XG-160ST 型 X 射线实时成像系统放置于 X 光机室内，用于对其自生产的汽车零部件进行内实时成像检测。

#### **13.1.2 辐射安全与防护分析结论**

##### **1、辐射安全防护措施结论**

本项目位于浙江新毅嘉金属制品有限公司模具车间西侧 X 光机室内，拟新增的 X 射线实时成像系统自带防护铅房，根据理论预测，本项目防护铅房各关注点屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）不超过 2.5 $\mu$ Sv/h 及剂量率参考控制水平的要求；本项目 X 射线实时成像系统设有门机联锁、声光报警系统、急停装置、视频监控、警告标识等安全设施，拟为每名辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，辐射安全与防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）防护要求。

##### **2、辐射安全管理结论**

建设单位已成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，明确了管理人员的职责，并将加强监督管理。建设单位已制定了包括《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度，并适时进行修订、完善。建设单位应根据本单位核技术应用项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行。

#### **13.1.3 环境影响分析结论**

##### **1、电离辐射**

本项目运营期主要为电离辐射的环境影响，项目建设均已采取了针对电离辐射有效的防护措施。项目的固有安全特性和各项安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。经理论预测，设备正常运行时，X 射线实时成像系统各关注点屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不超过 2.5 $\mu$ Sv/h。本项目 X 射线实时成像系统辐射工作人员最大年剂量为 0.605mSv，公众最大年剂量

为 0.185mSv，满足工作人员年剂量约束值不大于 5mSv，公众年剂量约束值不大于 0.25mSv 的要求。

## 2、废气环境分析

X 射线实时成像系统工作过程中会产生少量的臭氧和氮氧化物，X 光机室内设置有通风系统，臭氧和氮氧化物可经通风系统排出车间。

### 13.1.4 可行性分析结论

#### 1、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 修订），本项目不属于国家限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策。对照《关于公布平湖市工业投资项目禁止、限制准入清单（2017 版）的通知》、《平湖市工业企业投资项目负面清单》，本项目不属于限制和禁止类项目，符合平湖市产业政策。

#### 2、实践的正当性

本项目所有的检测工作仅在铅房内进行，不在车间或野外进行检测，目的是为了对建设单位生产的汽车零部件进行实时成像检测，确保产品质量和使用安全。本项目购置的 X 射线实时成像检测装置配备成品防护铅房，其防护性能符合国家相关标准，只要按规范操作，建设单位使用工业 X 射线实时成像检测装置是符合辐射防护“正当实践”原则。因此，该项目使用工业 X 射线实时成像检测装置的目的是正当可行的。

#### 3、选址合理性

本项目 X 光机室位于厂房二连廊东侧局部三层建筑内，利用现有场地，不新增用地，用地性质为工业用地。X 光机室 50m 范围内主要包括厂房一、厂房二部分车间、连廊、车间外道路、办公楼和厂区绿化，均为企业内部建筑，无居民住宅、学校等环境敏感目标。本项目建设地点相对独立，既方便工件进出，又尽可能的远离公众以减少辐射对公众的影响；实时成像检测过程中产生的电离辐射，经采取一定防护措施后不会对周围环境和公众造成危害。周围无环境制约因素，影响可接受，因此本项目的选址是合理的。

#### 4、“三线一单”符合性

本项目位于平湖市独山港镇产业集聚重点管控单元（环境管控单元编码：ZH33048220004），符合平湖市“三线一单”生态环境分区管控方案要求，不涉

及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单的要求，满足“三线一单”的要求。

## 5、项目可行性结论

综上所述，浙江新毅嘉金属制品有限公司工业 X 射线实时成像检测系统建设项目选址符合国家相关法律法规，平面布局合理可行。建设单位在落实本报告提出的各项污染防治措施后，其辐射工作场所辐射安全措施及安全管理措施满足从事相应辐射活动的要求，辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，营运期对周围环境产生的辐射影响在可接受范围内，因此本项目运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

## 13.2 建议与承诺

### 13.2.1 建议

- 1、应结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行不断修改和完善；
- 2、每年定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，及时对辐射事故应急预案进行完善和修订；
- 3、应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

### 13.2.2 承诺

- 1、承诺在本项目 X 射线实时成像检测系统正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。
- 2、承诺在 X 射线实时成像检测系统正式启用前，将张贴悬挂相应规章制度于 X 光机室墙面上，并在探伤室外设立符合规范要求的电离辐射警告标志。
- 3、承诺严格执行辐射监测计划，发现隐患及时整改；对门~机连锁装置、警示灯连锁装置等防护设施进行经常性检查，发现防护设施故障或失灵应立即维护、修复。

