

核技术利用建设项目

迪爱影像科技（常州）有限公司
迁建 1 座固定式 X 射线检测铅房项目
环境影响报告表

迪爱影像科技（常州）有限公司

2024 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

迪爱影像科技（常州）有限公司 迁建 1 座固定式 X 射线检测铅房项目 环境影响报告表

建设单位名称：迪爱影像科技（常州）有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：武进国家高新技术产业开发区新雅路 18 号 A2 号厂房西北三层

邮政编码：213164

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

打印编号：1717408366000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	5jqwfh		
建设项目名称	迪爱影像科技（常州）有限公司迁建1座固定式X射线检测铅房项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	迪爱影像科技（常州）有限公司		
统一社会信用代码	91320412MA1P9PQT1P		
法定代表人（签章）	朴文暎		
主要负责人（签字）	徐善锋		
直接负责的主管人员（签字）	徐善锋		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	江苏玖清玖蓝环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91320105MA1MQU5T14		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
吴小平	08353243507320555	BH001785	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
吴小平	表8环境质量和辐射现状表9项目工程分析与源项表10辐射安全与防护表11环境影响分析表12辐射安全管理表13结论与建议	BH001785	
兑浩楠	表1项目基本情况表2放射源表3非密封放射性物质表4射线装置表5废弃物表6评价依据表7保护目标与评价标准	BH057824	

目录

表 1 项目基本概况.....	1
表 2 放射源.....	4
表 3 非密封放射性物质.....	4
表 4 射线装置.....	5
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	6
表 6 评价依据.....	7
表 7 保护目标与评价标准.....	10
表 8 环境质量和辐射现状.....	16
表 9 项目工程分析与源项.....	20
表 10 辐射安全与防护.....	25
表 11 环境影响分析.....	29
表 12 辐射安全管理.....	39
表 13 结论与建议.....	43
表 14 审批.....	49
附图 1 南京云海轻金属精密制造有限公司新厂区地理位置图.....	50
附图 2 南京云海轻金属精密制造有限公司新厂区平面图.....	51
附图 3 南京云海轻金属精密制造有限公司车间平面布局图.....	52
附图 4 南京云海轻金属精密制造有限公司 X 光检测室平面布局及周围环境图.....	53
附件 1 项目委托书.....	54
附件 2 射线装置使用承诺书.....	55
附件 3 屏蔽设计说明.....	56
附件 4 已有核技术利用项目环评批复及验收意见复印件.....	57
附件 5 辐射安全许可证复印件.....	61
附件 6 辐射环境现状检测报告复印件.....	67
附件 7 个人剂量检测报告复印件.....	76
附件 8 2023 年年度检测报告复印件.....	82
附件 9 辐射工作人员培训证书复印件.....	98
附件 10 公司原环评报告 X 射线管参数.....	99

表 1 项目基本概况

建设项目名称		迁建 1 座固定式 X 射线检测铅房项目			
建设单位		迪爱影像科技（常州）有限公司			
法人代表姓名	朴文暎	联系人		联系电话	
注册地址		武进国家高新技术产业开发区新雅路 18 号 A2 号厂房西北三层			
项目建设地点		江苏省常州市武进区武宜南路 377 号 12 号厂房西 1 层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	60	项目环保总投资（万元）	25	投资比例（环保投资/总投资）	41.7%
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 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	/		
		<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 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来

1.1 建设单位基本情况

迪爱影像科技（常州）有限公司原厂区位于武进国家高新技术产业开发区新雅路 18 号 A2 号厂房西北三层（以下简称为老厂区）。公司主要从事 DR 平板探测器的组装生产及销售。公司生产经营平板探测器产品覆盖包括医疗、兽用、齿科、工业等诸多领域，满足客户多样化的影像综合解决方案的需求。现根据公司发展需要，拟将公司整体搬迁至江苏省常州市武进区武宜南路 377 号 12 号厂房西 1、2 层厂区（以下简称为新厂区）。

1.2 项目规模及任务由来

迪爱影像科技（常州）有限公司老厂区成品检测室内建有 1 座固定式 X 射线检测铅房，并配备有 1 台多用途一体化 X 射线装置，型号为 IXS160BP480P030，管电压为 160kV，管电流为 3mA，用于开展公司生产的 DR 用平板探测器的测试工作，原有核技术利用项目均已履行环保手续。现根据公司发展需要，拟将公司整体搬迁至江苏省常州市武进区武宜南路 377 号 12 号厂房西 1、2 层，公司固定式 X 射线检测铅房及使用的多功能 X 射线装置搬迁至新厂区内，原铅房拆解后运至新厂区的拟建址处进行重新组装。本项目固定式 X 射线检测铅房净尺寸为 2.38m 长×2.00m 宽×2.90m 高，搬迁后拟将 X 射线检测铅房防护门朝南摆放于新厂区组装区内，装置主射线拟朝北照射，操作台拟设置于检测铅房东南侧。公司原有 2 名辐射工作人员，本项目拟沿用原 2 名辐射工作人员，设备周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 迪爱影像科技（常州）有限公司评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	工作场所名称	环评情况	许可情况	备注
1	IXS160BP480P030 型多用途一体化 X 射线装置	1	160	3	新厂区组装区检测铅房	本次环评	已许可	主射线朝北侧照射，拟从老厂区搬迁至新厂区内

根据《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》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目环境影响评价分类管理名录》《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许可管理办法》等法律法规的规定，本项目使用 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受迪爱影像科技（常州）有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测和评价分析，编制该项目环境影响评价报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

迪爱影像科技（常州）有限公司老厂区位于武进国家高新技术产业开发区新雅路 18 号 A2 号厂房西北三层，新厂区位于常州市武进区武宜南路 377 号 12 号厂房西 1、2 层，其中 2 层为空置层，暂未规划用途。新厂区东侧依次为常州武南标准厂房投资发展有限公司未出租厂房及华翼航空科技（常州）有限公司，南侧及西侧均为武进国家高新区创新产业园园区内道路，北侧依次为武进国家高新区创新产业园园区内道路及 12B 栋。公司新、老厂区地理位置图见附图 1，平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目固定式 X 射线检测铅房拟从老厂区搬迁至新厂区组装区内，本项目检测铅房拟建址东侧依次为组装区内场所、常州武南标准厂房投资发展有限公司未出租厂房及华翼航空科技（常州）有限公司，南侧依次为组装区、仓库及发货包装区，西侧依次为更衣室、过道、涂层工艺区、武进国家高新区创新产业园园区内道路、清洗区、涂层区及电路板贴片区，北侧依次为过道、茶水间、厂房入口、休息室、接待室、武进国家高新区创新产业园园区内道路、工程师办公室、卫生间、TMP 仓库、办公区、楼梯间、厂长办公室、小会议室、C/S 办公室及 12B 栋。上方为二层空置区域，下方为土层。

本项目固定式 X 射线检测铅房拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及检测铅房拟建址周围评价范围内的公众。

3 已有核技术利用项目许可情况

迪爱影像科技（常州）有限公司目前已申领常州市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证【D0351】”，种类和范围为“使用II类、III类射线装置”，发证日期为2024年1月11日，有效期至：2029年1月10日。公司已有核技术利用项目环评批复及验收意见复印件见附件4，辐射安全许可证正副本复印件见附件5。公司现有核技术应用项目见表1-2。公司原使用的III类射线装已完成网上备案，待本项目取得环评批复后一起申领辐射安全许可证。

表 1-2 公司现有核技术利用项目清单

序号	名称	型号	类别	数量	用途	环评审批	环保验收、许可情况	备注
1	医用诊断 X 射线管组件	E7239X	III	2	医用诊断 X 射线装置	/	已许可	/
2	多用途一体化 X 射线装置	IXS160BP480 P030	II	1	工业用 X 射线探伤装置	常环核审[2022]44号 2022年6月7日	已许可 已自主验收 2022年12月28日	/

4 实践正当性评价

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加检测铅房拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活度种类	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	多用途一体化 X 射线装置	II类	1	IXS160BP480P03 0 型	160	3	工业探伤	检测铅房	主射线朝北侧照射，拟从老厂区搬迁至新厂区内
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	无暂存	通过吸顶式排气扇排出检测铅房，排风扇通过连接管道接入楼体通风系统，直接排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），国家主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订版），2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号公布实施，2018 年 12 月 29 日修订，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》，国家主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订版），2020 年 4 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日施行</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，自 2021 年 1 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、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《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，2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019</p>
------	---

	<p>年 第 39 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(15) 《关于发布《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(16) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修订版)，江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(17) 《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日</p> <p>(18) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日</p> <p>(19) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日</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)</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)</p> <p>(3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及修改单</p>
<p>其它</p>	<p>与本项目相关附件：</p> <p>(1) 项目委托书(附件 1)</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书(附件 2)</p> <p>(3) 辐射防护屏蔽设计说明(附件 3)</p> <p>(4) 已有核技术利用项目环评批复及验收意见复印件(附件 4)</p> <p>(5) 辐射安全许可证复印件(附件 5)</p> <p>(6) 辐射环境现状检测报告复印件(附件 6)</p> <p>(7) 个人剂量检测报告复印件(附件 7)</p>

- | | |
|--|---|
| | <p>(8) 2023 年年度检测报告复印件 (附件 8)</p> <p>(9) 辐射工作人员培训证书复印件 (附件 9)</p> <p>(10) 公司原环评报告 X 射线管参数 (附件 10)</p> |
|--|---|

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“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”相关规定，确定本项目评价范围为检测铅房边界外 50m 区域。

保护目标

对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）及《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。

对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。本项目利用 X 射线进行无损检测，占用资源少，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。本项目固定式 X 射线检测铅房拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及检测铅房拟建址周围评价范围内的公众。

表 7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表

环境保护目标名称		方位	最近距离	规模	环境保护要求
辐射工作人员	操作位	东南侧	紧邻	2 人	职业人员年剂量约束值为 5mSv/a
公众	组装区内场所	东侧	约 1m	约 5 人	公众年剂量约束值为 0.1mSv/a
	未出租厂房		约 5m	流动人群	
	华翼航空科技（常州）有限公司场所		约 32m	约 30 人	
	组装区、仓库、发货包装区	南侧	约 2m	约 20~25 人	
	清洗区、涂层区、电路板	西南侧	约 23m	约 25~30	

	贴片区			人
	更衣室、过道、园区内道路	西侧	约 1m	流动人群
	涂层工艺区		约 5m	约 20 人
	过道、茶水间、厂房入口、休息室、园区内道路	北侧	约 1m	流动人群
	12B 栋		约 45m	约 20 人
	接待室、卫生间、楼梯间	西北侧	约 6m	流动人群
	工程师办公室、TMP 仓库、办公区、厂长办公室、C/S 办公室	东北侧	约 11m	约 10~15 人
	小会议室		约 35m	流动人群
	空置区域	二层	约 3m	流动人群

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	<p>工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：</p> <p>①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；</p> <p>②任何一年中的有效剂量，50mSv。</p>
公众照射 剂量限值	<p>实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：</p> <p>①年有效剂量，1mSv；</p> <p>②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。</p>

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv~0.3mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

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。

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 7-3 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/T 26837 的要求。

表 7-3 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

5.1.2 工作前检查项目应包括:

- a) 探伤机外观是否完好;
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损;
- c) 液体制冷设备是否有渗漏;
- d) 安全联锁是否正常工作;
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行;
- f) 螺栓等连接件是否连接良好;
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求:

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责,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;
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测;
- c) 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;
- d) 应做好设备维护记录。

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“预备”和“照射”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《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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- 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。

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- 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。

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）及修改单

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 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

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° 入射探伤工件的 90° 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。

4 项目管理目标

(1) 综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)等评价标准,本项目职业人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中职业人员年有效剂量值的 1/4,公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中公众照射剂量限值的 10%,即:职业人员年剂量约束值不大于 **5mSv/a**; 公众活动区域相关人员年剂量约束值不大于 **0.1mSv/a**。

(2) 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 μ Sv/周**,对公众场所,其值应不大于 **5 μ Sv/周**;

(3) 检测铅房四周屏蔽体和防护门外 30cm 处关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 **2.5 μ Sv/h**,探伤铅房顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 **100 μ Sv/h**(探伤铅房顶部不需要人员到达)。

5 参考资料

《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(辐射防护 第 13 卷第 2 期,1993 年 3 月),江苏省环境监测站。

表 7-4 江苏省环境天然 γ 辐射水平(单位: nGy/h)

	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差(s)	7.0	12.3	14.0

注: [1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时,参考“测值范围”数值进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

迪爱影像科技（常州）有限公司老厂区位于武进国家高新技术产业开发区新雅路 18 号 A2 号厂房西北三层，新厂区位于常州市武进区武宜南路 377 号 12 号厂房西 1、2 层，其中 2 层为空置层，暂未规划用途。新厂区东侧依次为常州武南标准厂房投资发展有限公司未出租厂房及华翼航空科技（常州）有限公司，南侧及西侧均为武进国家高新区创新产业园园区内道路，北侧依次为武进国家高新区创新产业园园区内道路及 12B 栋。公司新、老厂区地理位置图见附图 1，平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目固定式 X 射线检测铅房拟从老厂区搬迁至新厂区组装区内，本项目检测铅房拟建址东侧依次为组装区内场所、常州武南标准厂房投资发展有限公司未出租厂房及华翼航空科技（常州）有限公司，南侧依次为组装区、仓库及发货包装区，西侧依次为更衣室、过道、涂层工艺区、武进国家高新区创新产业园园区内道路、清洗区、涂层区及电路板贴片区，北侧依次为过道、茶水间、厂房入口、休息室、接待室、武进国家高新区创新产业园园区内道路、工程师办公室、卫生间、TMP 仓库、办公区、楼梯间、厂长办公室、小会议室、C/S 办公室及 12B 栋。上方为二层空置区域，下方为土层。

本项目固定式 X 射线检测铅房拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及检测铅房拟建址周围评价范围内的公众。

本项目检测铅房拟建址周围环境现状见图 8-1。





图 8-1 检测铅房拟建址周围环境现状照片

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：X 射线检测铅房拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在检测铅房拟建址周围布置监测点位，共计 9 个监测点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：在检测铅房拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测时间：2024 年 04 月 10 日

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

监测仪器：FH40G 型辐射剂量检测仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J0317，

检定有效期：2023.10.17~2024.10.16）

检测范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

能量响应范围：48keV~4.4MeV

环境条件：天气：阴；温度 20.3℃、湿度 50.5%RH

监测方法：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20S/Gy。

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检定，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然γ辐射水平调查结果进行评价，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 6。

表 8-1 本项目固定式 X 射线检测铅房拟建址周围γ辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	固定式 X 射线检测铅房拟建址处	76.4	楼房
2	固定式 X 射线检测铅房拟建址东侧	78.5	楼房
3	固定式 X 射线检测铅房拟建址南侧	74.5	楼房
4	固定式 X 射线检测铅房拟建址西侧	77.8	楼房
5	固定式 X 射线检测铅房拟建址北侧	75.4	楼房
6	固定式 X 射线检测铅房拟建址上方	79.2	楼房

7	固定式 X 射线检测铅房拟建址东侧未出租厂房	69.4	楼房
8	固定式 X 射线检测铅房拟建址东侧华翼航空科技（常州）有限公司西侧	67.6	楼房
9	固定式 X 射线检测铅房拟建址北侧 12B 栋厂房南	72.7	道路

注：测量结果已扣除仪器宇宙响应值。

建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取 0.8，原野、道路取 1。



图 8-2 本项目固定式 X 射线检测铅房拟建址周围环境 γ 辐射水平示意图

4 环境现状调查结果评价

由表 8-1 的监测结果可知，本项目拟建辐射工作场所及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路 γ 辐射水平为 72.7nGy/h，室内 γ 辐射水平为（67.6~79.2）nGy/h。根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路 γ 辐射水平为（18.1~102.3）nGy/h，室内 γ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h。可见本项目拟建址周围各监测点位 γ 辐射水平处于江苏省室外道路及室内天然 γ 辐射水平测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

迪爱影像科技（常州）有限公司老厂区成品检测室内建有 1 座固定式 X 射线检测铅房，并配备有 1 台多用途一体化 X 射线装置，型号为 IXS160BP480P030，管电压为 160kV，管电流为 3mA，用于开展公司生产的 DR 用平板探测器的测试工作，现根据公司发展需要，拟将公司整体搬迁至江苏省常州市武进区武宜南路 377 号 12 号厂房西 1、2 层，公司固定式 X 射线检测铅房及使用的多功能 X 射线装置搬迁至新厂区内，原铅房拆解后运至新厂区的拟建址处进行重新组装。

本项目固定式 X 射线检测铅房尺寸为 2.38m 长×2.00m 宽×2.90m 高，防护门拟朝南摆放，操作台拟设置于铅房东南侧。公司原有 2 名辐射工作人员，本项目拟沿用原 2 名辐射工作人员，设备周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

多用途一体化 X 射线装置主要由高压发生器、X 射线管、控制电路等组成，多用途一体化 X 射线装置外观图见图 9-1。使用时多用途一体化 X 射线装置在铅房内不可移动，主射线朝北侧照射，X 射线管出束口距离东侧屏蔽体的距离为 1.10m，距离南侧屏蔽体的距离为 0.90m，距离西侧屏蔽体的距离为 0.90m，距离北侧屏蔽体的距离为 1.48m，距离顶部屏蔽体的距离为 2.00m，距离底部屏蔽体的距离为 1.00m。



图 9-1 多用途一体化 X 射线装置外观图

2 工作原理

2.1 X 射线发生原理

多用途一体化 X 射线装置核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中

一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

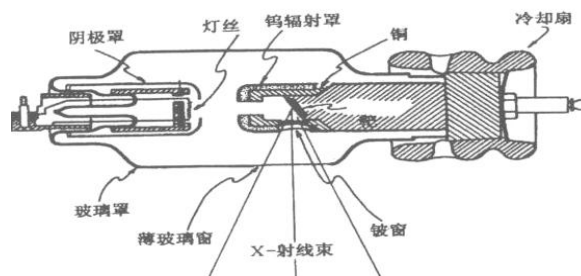


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

2.2 多用途一体化 X 射线装置实时成像原理

本项目对平板探测器进行成像测试，主要在无体模与有体模两种情况下进行测试，测试时体模（即被检工件，根据平板探测器的尺寸选择大小不同的体模）与平板探测器在检测铅房内均设有固定的放置位置，其中体模放置在多用途一体化 X 射线装置与平板探测器之间。在无体模时，多用途一体化 X 射线装置直接对平板探测器进行照射，平板探测器把不可见的 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监视器，在监视器上实时显示，测试平板探测器能否正常成像及像素均值等。在有体模时，多用途一体化 X 射线装置进行测试过程中，由于体模的存在会对射线产生阻挡，物质的密度越大，射线强度减弱越大，故射线穿过体模的路径比穿过体模周围的路径所透过的物质密度大得多，其强度减弱较大，即透过的射线强度较小，透射 X 射线被平板探测器（即为接收器）所接收，平板探测器把不可见的 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监视器，在监视器上实时显示，测试平板探测器（即为接收器）的成像清晰度情况。

3 工艺流程及产污环节

本项目需对公司生产的平板探测器进行两轮测试，第一轮为无体模时，测试平板探测器能否正常成像及像素均值等；第二轮为有体模时，测试平板探测器的成像清晰度情况。

3.1 无体模测试工艺流程及产污环节

测试时辐射工作人员将平板探测器放置在检测铅房内相应的探测器位置上，关闭

防护门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，多用途一体化 X 射线装置出束照射平板探测器，测试平板探测器能否正常成像及像素均值等，其工作流程如下：

- (1) 检查装置安全联锁、急停按钮等防护措施是否处于正常工作状态，只有安全联锁、急停按钮等防护措施处于正常工作状态方可正常工作；
- (2) 辐射工作人员将平板探测器放入检测铅房内相应位置上；
- (3) 关闭防护门，辐射工作人员首先在操作台处将多用途一体化 X 射线装置出束口微调到合适位置，然后开启多用途一体化 X 射线装置，会产生 X 射线及少量 O₃、NO_x；
- (4) 通过操作台处的显像器查看平板探测器能否正常成像及像素均值等；
- (5) 关机，打开防护门，辐射工作人员取出平板探测器。

本项目工作流程及产污环节示意图见图 9-3。

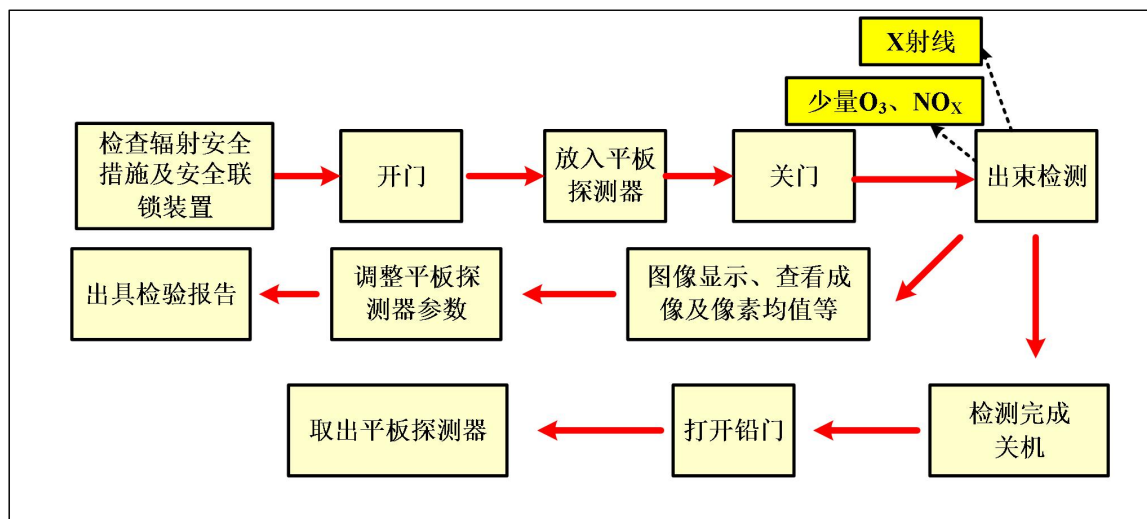


图 9-3 本项目无体膜时工作流程及产污环节分析示意图

3.2 有体模测试工艺流程及产污环节

测试时辐射工作人员将体模及平板探测器放置在检测铅房内各自相应位置上，关闭防护门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，在对体模进行无损检测条件下，清晰、准确、直观地展示被检测物体的状况，其工作流程如下：

- (1) 检查装置安全联锁、急停按钮等防护措施是否处于正常工作状态，只有安全联锁、急停按钮等防护措施处于正常工作状态方可正常工作；
- (2) 辐射工作人员将体模及平板探测器放入检测铅房相应位置上；
- (3) 关闭防护门，辐射工作人员首先在操作台处将多用途一体化 X 射线装置出

束口微调至合适位置，然后开启多用途一体化 X 射线装置进行检测，会产生 X 射线及少量 O₃、NO_x；

(4) 通过操作台处的显像器查看成像清晰度情况；

(5) 关机，打开防护门，辐射工作人员取出体模及平板探测器。

本项目工作流程及产污环节示意图见图 9-4。

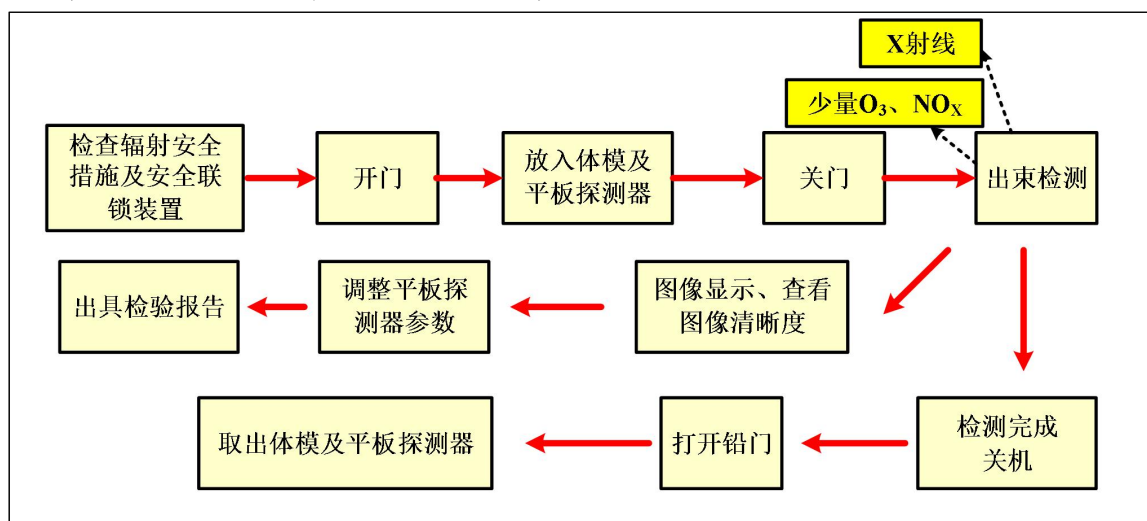


图 9-4 本项目有体膜时工作流程及产污环节分析示意图

4 原有工艺不足及改进情况分析

本项目为迁建项目，公司已有辐射项目已制定相关辐射安全管理制度，配备相应的辐射工作人员，根据公司 2023 年年度检测报告及 2023 年~2024 年度个人剂量检测报告可知，公司厂区内已有辐射工作场所周围的辐射水平无异常，公司已有辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常。迄今为止，公司未发生过辐射安全相关事故，公司已有项目不存在工艺不足情况。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由多用途一体化 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随装置的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目检测期间主要污染物为 X 射线。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于检测的辐射束，又称为主射线束。根据公司原环评报告内参数（详见附件 10），本项目 X 射线管的滤过条件取 2mmAl，本项目多用途一体化 X 射线装置 X 射线管 1m 处的输出量根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规

范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 中 150kV 及 200kV 下 X 射线管输出量较大值，采用插值法计算得出 1m 处的输出量为 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，本项目距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率小于 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到被检物体时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 中 160kV 的 X 射线 90° 散射辐射相应的 X 射线为 150kV。详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目多用途一体化 X 射线装置参数一览表

设备型号	IXS160BP480P030 型多用途一体化 X 射线装置
最大管电压	160kV
最大管电流	3mA
滤过条件	2mmAl
X 射线机的发射率常数	取 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$
泄露辐射剂量率	取 $2500\mu\text{Sv/h}$
90° 散射后能量	取 150kV

2 非放射性污染源分析

多用途一体化 X 射线装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

迪爱影像科技（常州）有限公司拟迁建的 1 座固定式 X 射线检测铅房包括固定式 X 射线检测铅房及操作台等，主射线拟朝北侧照射，防护门拟朝南摆放，操作台拟设于铅房外东南侧，避开了有用线束方向。本项目固定式 X 射线检测铅房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室避开主射线方向、操作室与控制室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将检测铅房作为本项目的辐射防护控制区，在铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将操作位、操作台及铅房防护门外部分区域划分为辐射防护监督区，拟在监督区边界设置围栏，监督区入口位于南侧围栏处，拟在监督区入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及表明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目固定式 X 射线检测铅房分区图见图 10-1，其中红色区域表示控制区，蓝色区域表示监督区。本项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

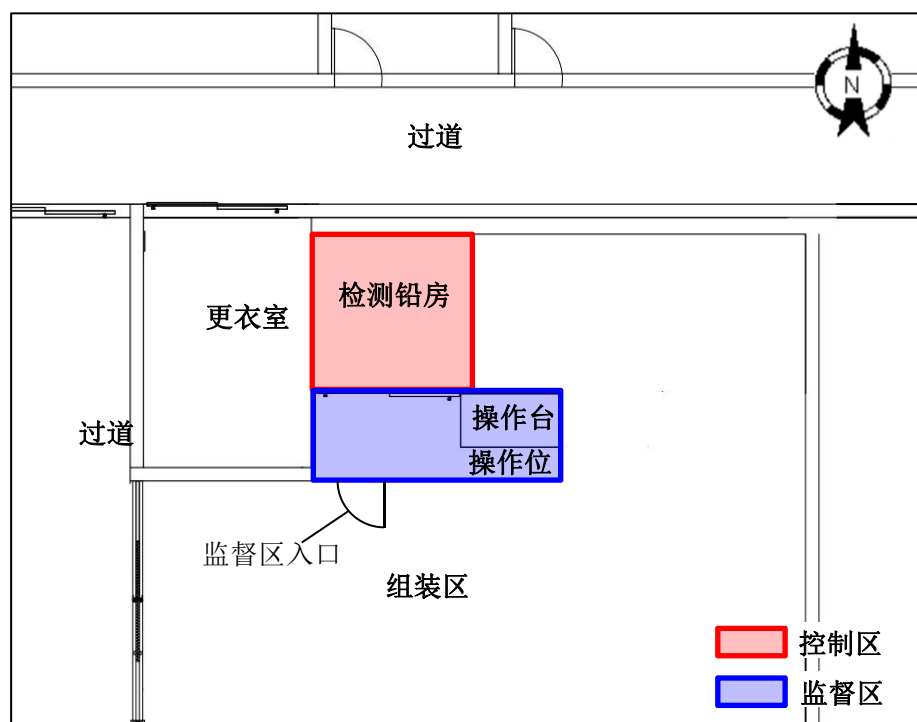


图10-1 本项目平面布局及分区图

2 辐射屏蔽设计

本项目固定式 X 射线检测铅房搬迁前后不改变检测铅房的屏蔽设计，设计见表 10-1，本项目固定式 X 射线检测铅房设计图见附图 3。

表 10-1 本项目固定式 X 射线检测铅房屏蔽设计参数一览表

/		检测铅房
净尺寸		2.38m(长)×2.00m(宽)×2.90m(高)
四周墙体	东侧	6mmPb+4mmFe
	南侧	6mmPb+4mmFe
	西侧	6mmPb+4mmFe
	北侧(有用线束)	8mmPb+4mmFe
顶部		6mmPb+4mmFe
防护门(南侧)		6mmPb+4mmFe
通风管道(顶部)		检测铅房顶部拟设置机械排风扇，通风口处拟设置 6mmPb+4mmFe 防护罩
防护门门缝		本项目检测铅房防护门为 1.05m 宽×2.20m 高，防护门门洞为 0.90m 宽×2.10m 高；防护门左右各搭接 75mm，上下各搭接 50mm，防护门与墙体之间的缝隙宽度均小于 5mm，防护门与墙体重叠部分不小于防护门与墙体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

3 辐射安全措施设计

本项目为搬迁项目，公司拟委托铅房生产厂家将铅房各侧墙体、防护门等进行拆解，同时将急停按钮、指示灯和声音提示装置等安全设施拆除，然后将拆解后的墙体（铅板）、防护门、辐射安全设施等运送至新厂区内，由铅房生产厂家在指定地点对墙体（铅板）、防护门等重新进行组装、拼接，并重新设置辐射安全设施。为确保辐射安全，保障 X 射线装置安全运行，重新组装后的铅房拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求设计相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 辐射防护措施

（1）安装门机联锁装置。检测铅房防护门拟设置门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后才能接通 X 射线管电压。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束。在检测铅房防护门旁拟设置 1 个紧急开门开关，以方便检测铅房内部的人员在紧急情况下离开。

（2）检测铅房拟设计安装指示灯和声音提示装置。防护门上方及检测铅房内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，X 射线装置工作时，指

示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近铅房或在铅房外做不必要的逗留。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保检测铅房内人员安全离开，“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。

(3) 铅房内及防护门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

(4) 检测铅房防护门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

(5) 安装紧急停机按钮。检测铅房内各侧防护墙上拟设置 1 个紧急停机按钮，操作台处设有 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

(6) 操作台处设有钥匙开关，钥匙唯一，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线装置才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(7) 检测铅房顶部拟设置通风口，通风口外拟采用 6mmPb+4mmFe 防护罩。

(8) 检测铅房东侧防护墙上拟设置固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面。

(9) 检测铅房内西北角及东北角均拟设置 1 个摄像头，拟在操作台处设置专用的监视器，可监视检测铅房内人员的活动和装置的运行情况。

本项目固定式 X 射线检测铅房辐射安全与防护措施分布见附图 4。

3.2 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对本项目固定式 X 射线检测铅房进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员正常使用检测铅房时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

(3) 辐射工作人员在进入检测铅房时，除佩戴常规个人剂量计外，还拟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，辐射工作人员立即退出检测铅房，同时防止其他人进入铅房，并立即向辐射防护负责人报告。

(4) 辐射工作人员拟定期测量固定式 X 射线检测铅房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。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(5) 使用便携式 X-γ 剂量率仪前，拟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，则不开始检测工作。

(6) 在每一次照射前，操作人员都应确认固定式 X 射线检测铅房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，才能开始检测工作。

(7) 公司拟对使用的装置的维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

3.3 设备退役措施

当装置不再使用时，拟实施退役程序。

(1) 装置的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

(2) 当检测铅房不再使用时，清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废治理

本项目多用途一体化 X 射线装置工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过吸顶式排气扇排出检测铅房，排风扇通过连接管道接入楼体通风系统，直接排入外环境。本项目检测铅房体积约为 14.28m³，本项目检测铅房排风扇的排风量为 50m³/h，每小时约能对铅房进行 3.5 次换气。能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中铅房每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为搬迁项目，公司拟委托铅房生产厂家将铅房各侧墙体、防护门等进行拆解，同时将急停按钮、指示灯和声音提示装置等安全设施拆除，然后将拆解后的墙体（铅板）、防护门、辐射安全设施等运送至新厂区内，由铅房生产厂家在指定地点对墙体（铅板）、防护门等重新进行组装、拼接，并重新设置辐射安全设施。本项目检测铅房在建设过程中会涉及地面钻孔等作业，会对环境产生如下影响：

大气：本项目在建设施工期需进行的地面钻孔等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：**a.**及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；**b.**车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；**c.**施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。

固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

公司在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1 辐射环境影响分析

本项目固定式 X 射线检测铅房配备 1 台多用途一体化 X 射线装置，型号为 IXS160BP480P030，管电压为 160kV，管电流为 3mA，使用时多用途一体化 X 射线装置在铅房内不可移动，主射线朝北侧照射，X 射线管出束口距离东侧屏蔽体的距离为 1.10m，距离南侧屏蔽体的距离为 0.90m，距离西侧屏蔽体的距离为 0.90m，距离北侧屏蔽体的距离为 1.48m，距离顶部屏蔽体的距离为 2.00m。本次预测中将北侧屏蔽体按照有用线束方向进行预测，将东侧、南侧、西侧、顶部屏蔽体、通风口、防护门按

照非有用线束方向进行预测，计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的计算公式。计算示意图见图 11-1。

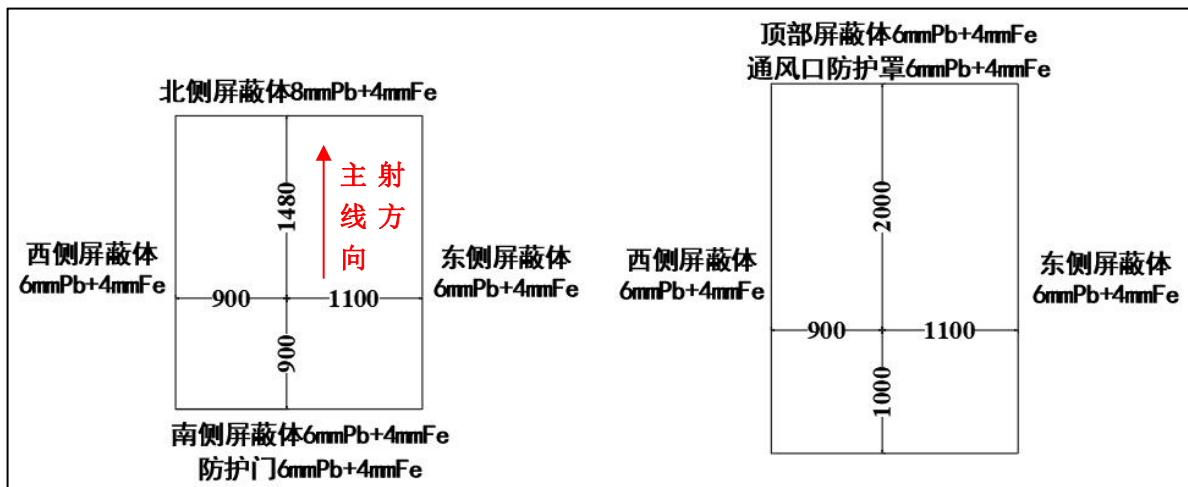


图 11-1 本项目计算预测点位示意图

1. 理论预测公式

1.1 有用线束方向屏蔽效果预测公式

有用线束预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中有用线束屏蔽估算的计算公式：

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

式中： \dot{H} ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.1 中 150kV 及 200kV 下 X 射线管输出量较大值，采用插值法计算得出本项目 X 射线装置 1m 处的输出量为 $20.38 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中图 B.2 无本项目参数对应的曲线，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的表 B.2，采用线性内插得出 160kV 下对应的 TVL 值，然后按公式 (11-2) 计算得出：

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

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL: 屏蔽材料的什值层厚度。

1.2 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中非有用线束屏蔽估算的计算公式:

① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中: \dot{H} : 关注点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

\dot{H}_L : 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的表 1;

R : 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

B : 屏蔽透射因子, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.2, 再按公式(11-2) 计算得出;

② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中: \dot{H} : 关注点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

I : X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流, mA;

H_0 : 距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.1 中 150kV 及 200kV 下 X 射线管输出量较大值, 采用插值法计算得出本项目 X 射线装置 1m 处的输出量为 $20.38 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

B : 屏蔽透射因子, 按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 2 确定 90° 散射辐射的射线能量, 160kV 的 X 射线 90° 散射辐射相应的 X 射线为 150kV, 再按公式(11-2) 计算得出;

F : R_0 处的辐射野面积, m^2 ;

α : 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。与散射物

质有关,在未获得相应物质的 α 值时,可以用水的 α 值保守估计,取值参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中的附录B表B.3;

R_s : 散射体至关注点的距离, m;

R_0 : 辐射源点(靶点)至被检物体的距离, m。

1.3 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \dots\dots\dots (11-5)$$

式中: H_c : 参考点的年剂量水平, mSv/a;

$\dot{H}_{c,d}$: 参考点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

t : 装置年照射时间, h/a;

U : 装置向关注点方向照射的使用因子;

T : 人员在相应关注点驻留的居留因子。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

表 11-1 本项目有用线束屏蔽体屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	TVL (mm)	I (mA)	$H_0^{\text{①}}$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	$B^{\text{②}}$	$R^{\text{③}}$ (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
北侧屏蔽体	8mmPb +4mmFe	1.048	3	$20.38\times 60\times 10^3$	2.32×10^{-8}	1.780	0.027	2.5	满足

① H_0 : 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 B.1 中 150kV 及 200kV 下 X 射线管输出量较大值,采用插值法计算得出本项目 X 射线装置 1m 处的输出量为 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$;

②B 值计算时未考虑 4mmFe 的屏蔽作用;

③R: 本项目多用途一体化 X 射线装置工作时在检测铅房位置固定不变;

$R_{\text{北侧屏蔽体}} = \text{出束口到北侧的距离 } 1.48\text{m} + \text{参考点 } 0.3\text{m} = 1.78\text{m}$

表 11-2 非有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点		东侧屏蔽体	南侧屏蔽体/防护门	西侧屏蔽体	顶部屏蔽体/通风口防护罩
X 设计厚度		6mmPb +4mmFe	6mmPb +4mmFe	6mmPb +4mmFe	6mmPb +4mmFe
泄漏辐射	TVL (mm)	1.048	1.048	1.048	1.048
	$B^{\#}$	1.88×10^{-6}	1.88×10^{-6}	1.88×10^{-6}	1.88×10^{-6}
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5×10^3			
	R^* (m)	1.40	1.20	1.20	2.30
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	0.002	0.003	0.003	0.001

散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	150			
	TVL (mm)	0.96	0.96	0.96	0.96
	B [#]	5.62×10 ⁻⁷	5.62×10 ⁻⁷	5.62×10 ⁻⁷	5.62×10 ⁻⁷
	I (mA)	3			
	H ₀ μSv·m ² /(mA·h)	20.38×60×10 ³			
	F (m ²)	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \text{取} \frac{1}{60}$ (数据取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) B.4.2)			
	α				
	R ₀ (m)				
	R _s [*] (m)	1.40	1.20	1.20	2.30
	Ḣ (μSv/h)	0.018	0.024	0.024	0.006
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 (μSv/h)	0.020	0.027	0.027	0.007	
剂量率参考控制水平 (μSv/h)	2.5	2.5	2.5	100	
评价	满足	满足	满足	满足	

①H₀: 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.1 中 150kV 及 200kV 下 X 射线管输出量较大值, 采用插值法计算得出本项目 X 射线装置 1m 处的输出量为 20.38mGy·m²/(mA·min)。

②B 值计算时未考虑 4mmFe 的屏蔽作用;

③R: 保守取散射距离 R_s 与漏射距离 R 相同

R_{东侧屏蔽体} = 出束口到东侧屏蔽体的距离 1.10m + 参考点 0.3m = 1.40m

R_{南侧屏蔽体/防护门} = 出束口到南侧屏蔽体的距离 0.90m + 参考点 0.3m = 1.20m

R_{西侧屏蔽体} = 出束口到西侧屏蔽体的距离 0.90m + 参考点 0.3m = 1.20m

R_{顶部屏蔽体/通风口防护罩} = 出束口到顶部屏蔽体的距离 2.00m + 参考点 0.3m = 2.30m

R_{底部屏蔽体} = 出束口到底部屏蔽体的距离 1.00m + 参考点 0.3m = 1.30m

从表 11-1 与表 11-2 中预测结果可知, 本项目 IXS160BP480P030 型多用途一体化 X 射线装置满功率运行时, 其四周屏蔽墙体及防护门外的最大辐射剂量率约为 0.027μSv/h, 顶部 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.007μSv/h, 能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) “关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h 及无人员到达的曝光室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为 100μSv/h” 的要求。

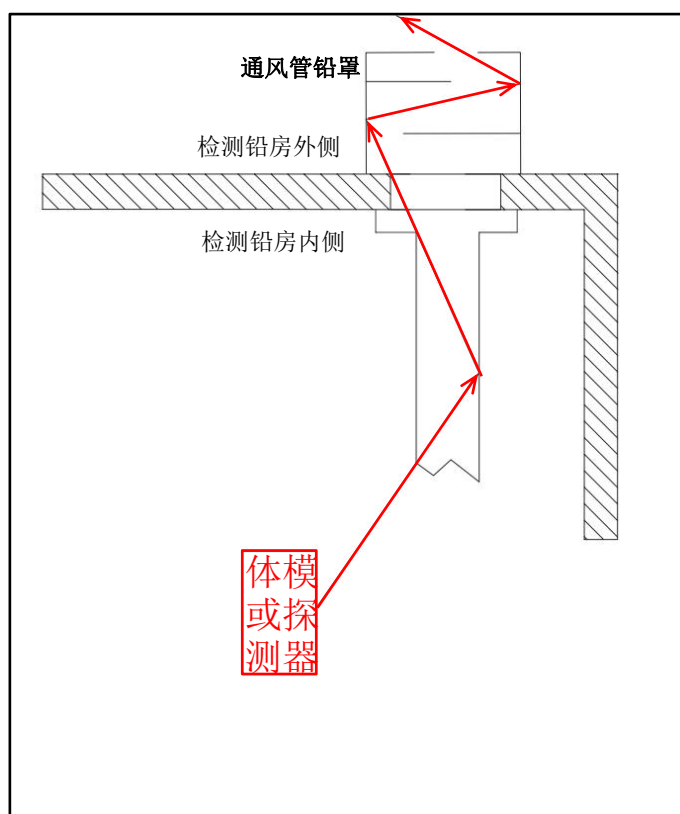
2.2 天空反散射影响分析

由表 11-2 可知, 本项目 IXS160BP480P030 多用途一体化 X 射线装置满功率运行时, 由于顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率为 0.007μSv/h, 穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低, 因此其天空反散射能够满

足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.3 通风管道、电缆管道及防护门缝隙处辐射防护评价

本项目于检测铅房顶部拟设通风口，通风口处拟采用防护铅罩进行屏蔽，防护铅罩的外部屏蔽体及内部隔板均拟采用 $6\text{mmPb}+4\text{mmFe}$ ，防护铅罩的设计能使得 X 射线经工件散射至通风管道机通风口防护罩至少能经过三次散射到达通风口。电缆管道进出口处均拟采用 Z 型迷道设计，X 射线进入电缆管道后至少会经过 3 次散射到达管道口处。根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，可推断通风口及电缆管道口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风管道、电缆管道散射示意图见图 11-2。



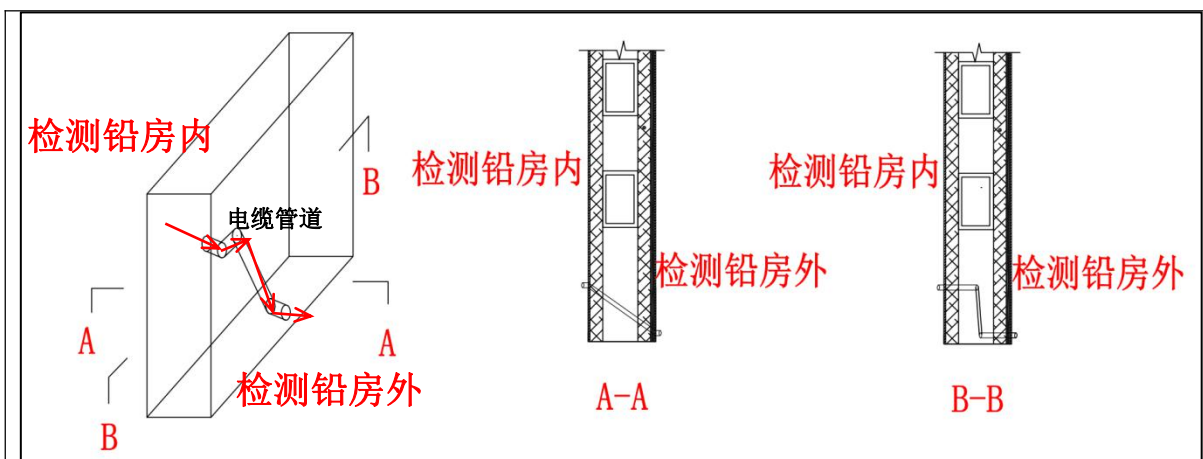


图 11-2 本项目通风口、电缆管道结构散射示意图

本项目检测铅房防护门为 1.05m 宽×2.20m 高，防护门门洞为 0.90m 宽×2.10m 高；防护门左右各搭接 75mm，上下各搭接 50mm，防护门与墙体之间的缝隙宽度均小于 5mm，防护门与墙体重叠部分不小于防护门与墙体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

2.4 有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为固定式 X 射线检测铅房周围 50m 范围内其他人员。本项目操作位位于检测铅房东南侧。

根据表 11-1、11-2 结果代入公式（11-5），对各参考点处最大辐射剂量率值进行周剂量估算及年剂量估算，结果见表 11-3 及 11-4。

表 11-3 本项目固定式 X 射线检测铅房周围人员周受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子* T	剂量率值 (μSv/h)	周工作时间 (h)	周剂量估算值(μSv/周)	剂量约束值 (μSv/周)	评价
1	检测铅房东南侧	1	1 (操作位)	0.027	10	0.270	100 (职业人员)	满足
2	检测铅房东侧	1	1 (组装区内场所)	0.020	10	0.200	5 (公众)	满足
3	检测铅房南侧	1	1 (组装区)	0.027	10	0.270		满足
4	检测铅房西侧	1	1/4 (更衣室)	0.027	10	0.068		满足
5	检测铅房北侧	1	1/4 (过道)	0.027	10	0.068		满足
6	检测铅房上方	1	1 (空置区域)	0.007	10	0.070		满足

*检测铅房上方暂未考虑规划，居留因子保守按照 1 取。

从表 11-3 中预测结果可以看出，本项目固定式 X 射线检测铅房周围辐射工作人

员周有效剂量最大值为 0.270 μ Sv，周围公众周有效剂量最大值为 0.270 μ Sv，能够满足职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，公众周有效剂量不超过 5 μ Sv 的要求。

表 11-4 本项目固定式 X 射线检测铅房周围人员年受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子* T	剂量率值 (μ Sv/h)	年工作时 间 (h)	周剂量估算 值(μ Sv/周)	剂量约束值 (μ Sv/周)	评价
1	检测铅房 东南侧	1	1 (操作位)	0.027	500	0.014	5 (职业人员)	满足
2	检测铅房 东侧	1	1 (组装区内场所)	0.020	500	0.010	0.1 (公众)	满足
3	检测铅房 南侧	1	1 (组装区)	0.027	500	0.014		满足
4	检测铅房 西侧	1	1/4 (更衣室)	0.027	500	<0.001		满足
5	检测铅房 北侧	1	1/4 (过道)	0.027	500	<0.001		满足
6	检测铅房 上方	1	1 (空置区域)	0.007	500	0.004		满足

*检测铅房上方暂未考虑规划，居留因子保守按照 1 取。

从表 11-4 中预测结果可以看出，本项目固定式 X 射线检测铅房周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.014mSv，周围公众成员年有效剂量最大值 0.014mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束限值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

对于本项目检测铅房周围 50m 范围内的其它公众，根据前文理论预测结果，X 射线经厂房屏蔽及距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中，可推断本项目检测铅房周围 50m 评价范围内其他公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求。

3 三废治理评价

本项目多用途一体化 X 射线装置工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过吸顶式排气扇排出检测铅房，排风扇通过连接管道接入楼体通风系统，直接排入外环境。本项目检测铅房体积约为 14.28m³，本项目检测铅房排风扇拟设置为 50m³/h，每小时约能对铅房进行 3 次换气。能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中铅房每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目固定式 X 射线检测铅房只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，X 射线装置事故多为开机误照射事故，主要有：

(1) 由于安全联锁装置失灵，导致工件门未关闭时开机工作，人员误入或误留受到误照射；或在开机检测过程中，安全联锁装置失灵导致工件门被意外打开时不能立刻停止出束，造成人员误照射。

(2) 由于防护门在使用过程中，与墙体、地面连接处产生破损，导致防护门处可能存在漏射线。

(3) 机器调试、检修时误照射。X 射线检测铅房在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

(4) 二人作业，配合失误受照。两个人一起作业时，一人放置待测工件，而另一人却仍误开机导致人员受到误照射。

2 辐射事故预防措施

迪爱影像科技（常州）有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

(1) 公司内部加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每次在开启 X 射线装置前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障情况下开机检测。

(3) 辐射工作人员在进入检测铅房时，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。

(4) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

3 辐射事故处置方法

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可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。本项目拟使用的 X 射线装置属于 II 类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

（1）辐射工作人员或操作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目开展检测使用的设备为多用途一体化 X 射线装置，属Ⅱ类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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，并以文件形式明确管理人员职责。辐射工作人员均应通过生态环境部组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核，通过考核后方可上岗。

迪爱影像科技（常州）有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司已有 2 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人，2 名辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台的“X 射线探伤”类考核。本项目拟沿用原 2 名辐射工作人员，辐射工作人员证书到期后，应再次通过生态环境部培训平台上的“X 射线探伤”类考核方可上岗，辐射防护负责人还应通过“辐射安全管理”类考核。

辐射安全管理规章制度

迪爱影像科技（常州）有限公司已按照《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许可管理办法》中相关要求制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。公司还应针对本项目，对已有辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

操作规程：明确了多用途一体化 X 射线装置操作人员的资质条件要求、多用途一体化 X 射线装置的操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点明确了 X 射线装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

岗位职责：明确了管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任。明确了辐射防护负责人负责辐射安全管理工作，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

辐射防护和安全保卫制度：已有制度中已明确多用途一体化 X 射线装置的管理、

维修等落实到个人，制度中还应明确 X 射线检测铅房辐射安全措施和安全设施的安全管理。

设备检修维护制度：明确了多用途一体化 X 射线装置、辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保 X 射线装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

人员培训计划：制度中明确了培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

监测方案：已制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告。

台账管理制度：对多用途一体化 X 射线装置使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对 X 射线装置使用进行严格管理。

事故应急预案：已依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的要求制定了事故应急预案，并于应急预案中明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，能够满足本项目对辐射安全管理规章制度的需求，公司能够按照辐射安全管理制度要求的辐射活动进行管理。此外，公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

辐射监测

公司使用的多用途一体化 X 射线装置属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对检测铅房周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司现已配备 1 台 X- γ 剂量率巡检仪及 2 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。

公司现有核技术利用项目已委托常州环宇信科环境检测有限公司开展年度检测（年度检测报告见附件7），射线装置监测结果均满足相关标准的要求。本项目运行后，公司应每年请有资质的单位对本项目固定式X射线检测铅房周围环境的辐射水平进行监测，在开展检测作业时，应定期对本项目固定式X射线检测铅房周围的辐射水平进行监测，并做相关记录。

公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，定期送常州环宇信科环境检测有限公司进行个人剂量监测，并建立了个人剂量档案，根据公司最近四个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件7），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；公司已委托常州环宇信科环境检测有限公司每年对工作场所辐射水平进行了监测，由监测报告可知（见附件8），公司工作场所周围辐射水平未见异常，公司已定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立了职业健康档案，每年对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。

本项目运行后，公司应认真落实个人剂量监测及职业健康体检方案，并妥善保管监测档案，应每年对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告，年度评估报告内容包括核技术利用项目新建、改建、扩建和退役，辐射安全和防护设施的运行与维护，辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况。

本项目辐射监测方案见表12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
固定式X射线检测铅房	周围剂量当量率	验收监测	1次	①检测铅房周围各关注点位，如各屏蔽体、工件门、人员门外30cm处；特别是电缆管道口、通风口处。 ②操作位处； ③周围相邻区域人员居留处；
		工作场所年度监测，委托有资质的单位进行	1次/年	
		定期自行开展辐射监测	每3个月/次	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	每3个月/次	/

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，迪爱影像科技（常州）有限公司已针对项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容应包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （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；
- （5）辐射事故信息公开、公众宣传方案。

迪爱影像科技（常州）有限公司已依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。公司已组织应急人员对应急处理措施进行培训，并组织应急人员进行应急演练。公司还应对辐射事故应急预案进行完善，方案中明确辐射事故风险分析。公司的辐射事故应急预案在进一步完善后，能够满足本报告提出的相关要求。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位事故应急预案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

迪爱影像科技（常州）有限公司老厂区位于武进国家高新技术产业开发区新雅路 18 号 A2 号厂房西北三层，新厂区位于常州市武进区武宜南路 377 号 12 号厂房西 1、2 层，其中 2 层为空置层，暂未规划用途。新厂区东侧依次为常州武南标准厂房投资发展有限公司未出租厂房及华翼航空科技（常州）有限公司，南侧及西侧均为武进国家高新区创新产业园园区内道路，北侧依次为武进国家高新区创新产业园园区内道路及 12B 栋。

本项目固定式 X 射线检测铅房拟从老厂区搬迁至新厂区组装区内，本项目检测铅房拟建址东侧依次为组装区内场所、常州武南标准厂房投资发展有限公司未出租厂房及华翼航空科技（常州）有限公司，南侧依次为组装区、仓库及发货包装区，西侧依次为更衣室、过道、涂层工艺区、武进国家高新区创新产业园园区内道路、清洗区、涂层区及电路板贴片区，北侧依次为过道、茶水间、厂房入口、休息室、接待室、武进国家高新区创新产业园园区内道路、工程师办公室、卫生间、TMP 仓库、办公区、楼梯间、厂长办公室、小会议室、C/S 办公室及 12B 栋。上方为二层空置区域，下方为土层。

本项目固定式 X 射线检测铅房拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及检测铅房拟建址周围评价范围内的公众。

1.2 实践正当性评价

本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.3 项目分区及布局

本项目拟将检测铅房作为本项目的辐射防护控制区，在铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将操作位、操作台及铅房防护门外区域划分为辐射防护监督区，拟在监督区边界设置围栏，悬挂“无关人员禁

止入内”警告牌及表明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

1.4 辐射安全措施

本项目检测铅房防护门拟设置有门机联锁装置，拟在检测铅房防护门旁设置紧急开门开关；防护门上方及检测铅房内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线装置进行联锁；铅房内及防护门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；检测铅房防护门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；检测铅房内四周防护墙处拟各设置 1 个紧急停机按钮，操作台处设置有 1 个紧急停机按钮；操作台处设置有钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用；检测铅房东侧防护墙处拟设置固定式辐射剂量探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面；检测铅房内拟设置视频监控。

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对固定式 X 射线检测铅房及装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常；辐射工作人员正常使用装置时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；拟定期测量固定式 X 射线检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；交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员都拟该确认固定式 X 射线检测铅房内部没有人员驻留并关闭防护门；公司拟对装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

当装置不再使用时，拟实施退役程序。X 射线装置的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；退役时拟清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.5 辐射安全管理

迪爱影像科技（常州）有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责，同时已经制定各项辐射安全管理制度。本项目

拟沿用原 2 名辐射工作人员，辐射工作人员均取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核，公司拟对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

本项目固定式 X 射线检测铅房净尺寸为 2.38m 长×2.0m 宽×2.9m 高。检测铅房北侧屏蔽体采用 8mmPb+4mmFe，四周、顶部、通风口防护罩及防护门屏蔽体均拟采用 6mmPb+4mmFe。

根据理论预测结果，本项目固定式 X 射线检测铅房运行时周围的辐射剂量率均能够满足《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）的辐射剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求：职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，公众周有效剂量不超过 5 μ Sv；职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

2.3 三废处理处置

本项目多用途一体化 X 射线装置工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过通过吸顶式排气扇排出检测铅房，排风扇通过连接管道接入楼体通风系统，直接排入外环境。本项目检测铅房体积约为 14.28m³，本项目检测铅房排风扇排风量为 50m³/h，每小时约能对铅房进行 3.5 次换气。能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中铅房每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，迪爱影像科技（常州）有限公司迁建 1 座固定式 X 射线检测铅房项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

- 1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。
- 2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。
- 3) 项目建成后企业应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立辐射安全管理机构,并以文件形式明确各成员职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求,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的要求	/
辐射安全防护措施	本项目固定式 X 射线检测铅房净尺寸为 2.38m 长×2.0m 宽×2.9m 高。检测铅房北侧屏蔽体采用 8mmPb+4mmFe,四周、顶部、通风口防护罩及防护门屏蔽体均拟采用 6mmPb+4mmFe。	检测铅房周围的辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“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”要求及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5μSv/h”的要求	20.0
	本项目检测铅房防护门拟设置门机联锁装置,在检测铅房防护门旁拟设置紧急开门开关;防护门上方及检测铅房内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置,并与 X 射线装置进行联锁;铅房内及防护门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明;检测铅房防护门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明;检测铅房内四周防护墙处各拟设置 1 个紧急停机按钮,操作台处设置有 1 个紧急停机按钮;操作台处设置有钥匙开关,钥匙唯一,仅授权的辐射工作人员方可使用;检测铅房东侧防护墙处拟设置固定式辐射剂量探测报警装置,操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面;检测铅房内拟设置视频监控。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中的相关要求	5.0
人员配备	公司已有 2 名辐射工作人员,本项目拟沿用原 2 名辐射工作人员,辐射工作人员应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗	满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求	定期投入
	公司已委托有资质的单位对 2 名辐射工作人员开展个人剂量检测(1 个月/次,最长不超过 3 个月/次),并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	公司已定期(两次检查的时间间隔不应超过 2 年)组织 2 名辐射工作人员进行职业健康体检,并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案		

监测仪器和防护用品	公司已配置 1 台环境辐射剂量巡测仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	/
	公司已配置 2 台个人剂量报警仪		
辐射安全管理制度	公司已根据相关标准要求，针对本项目制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、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、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案	/

以上措施必须在项目运行前落实。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章
年 月 日

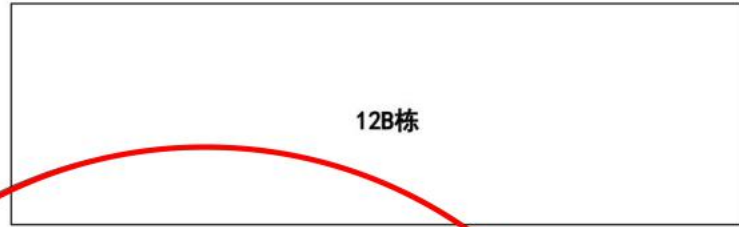
审批意见

经办人

公章
年 月 日



附图 1 本项目新、旧厂区地理位置图



12B栋

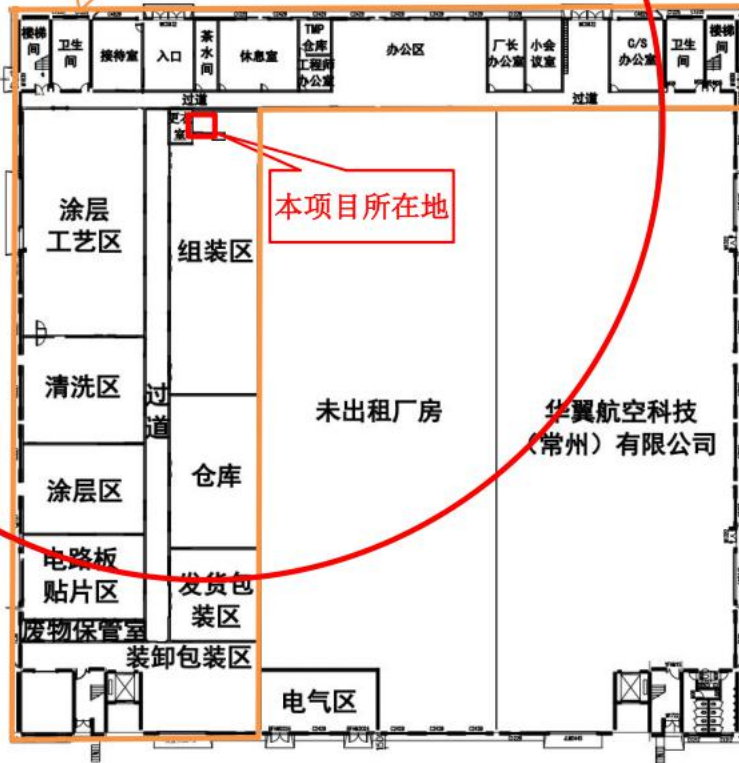
50m 评价范围

本项目新厂区范围

园区内道路

园区内道路

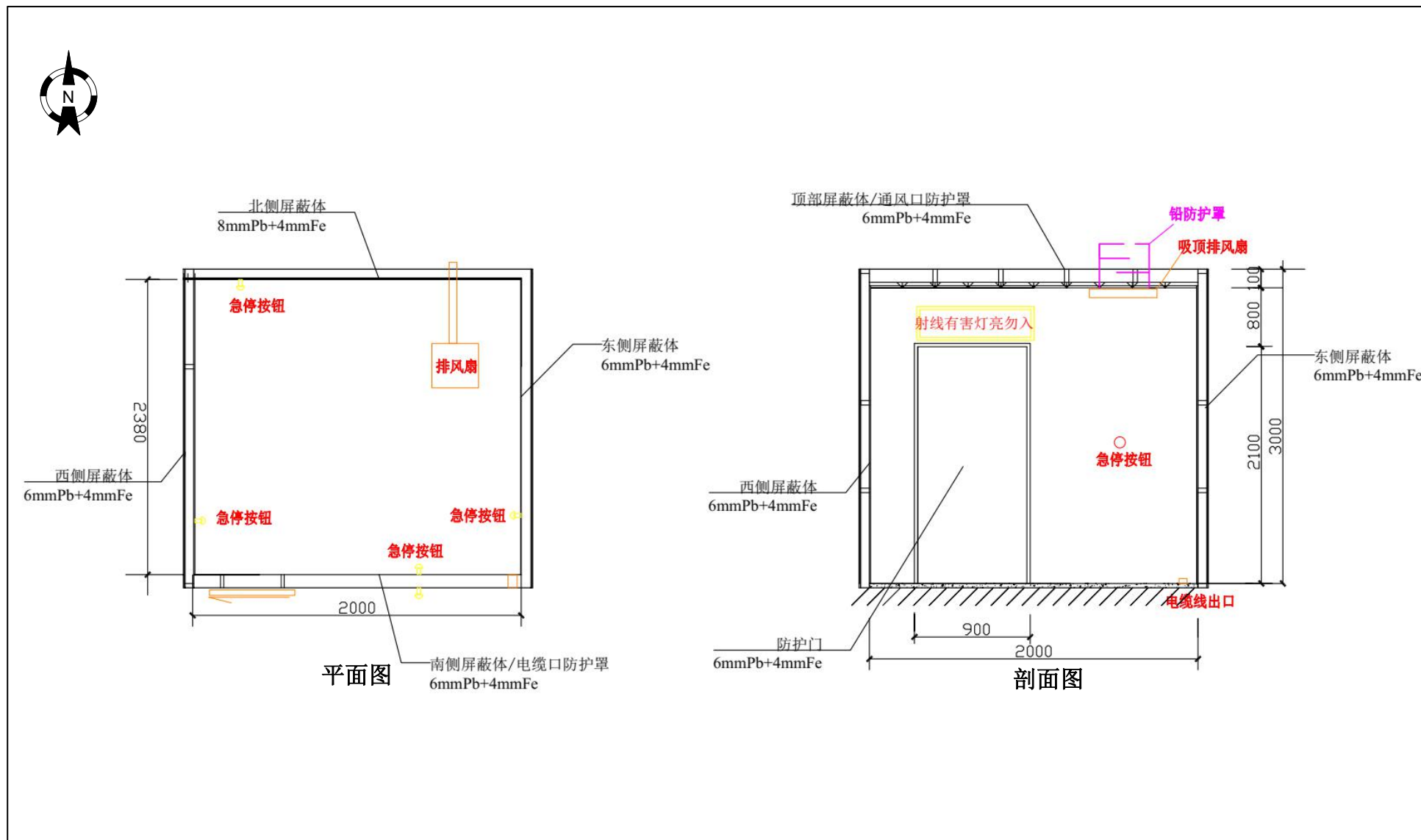
园区内道路



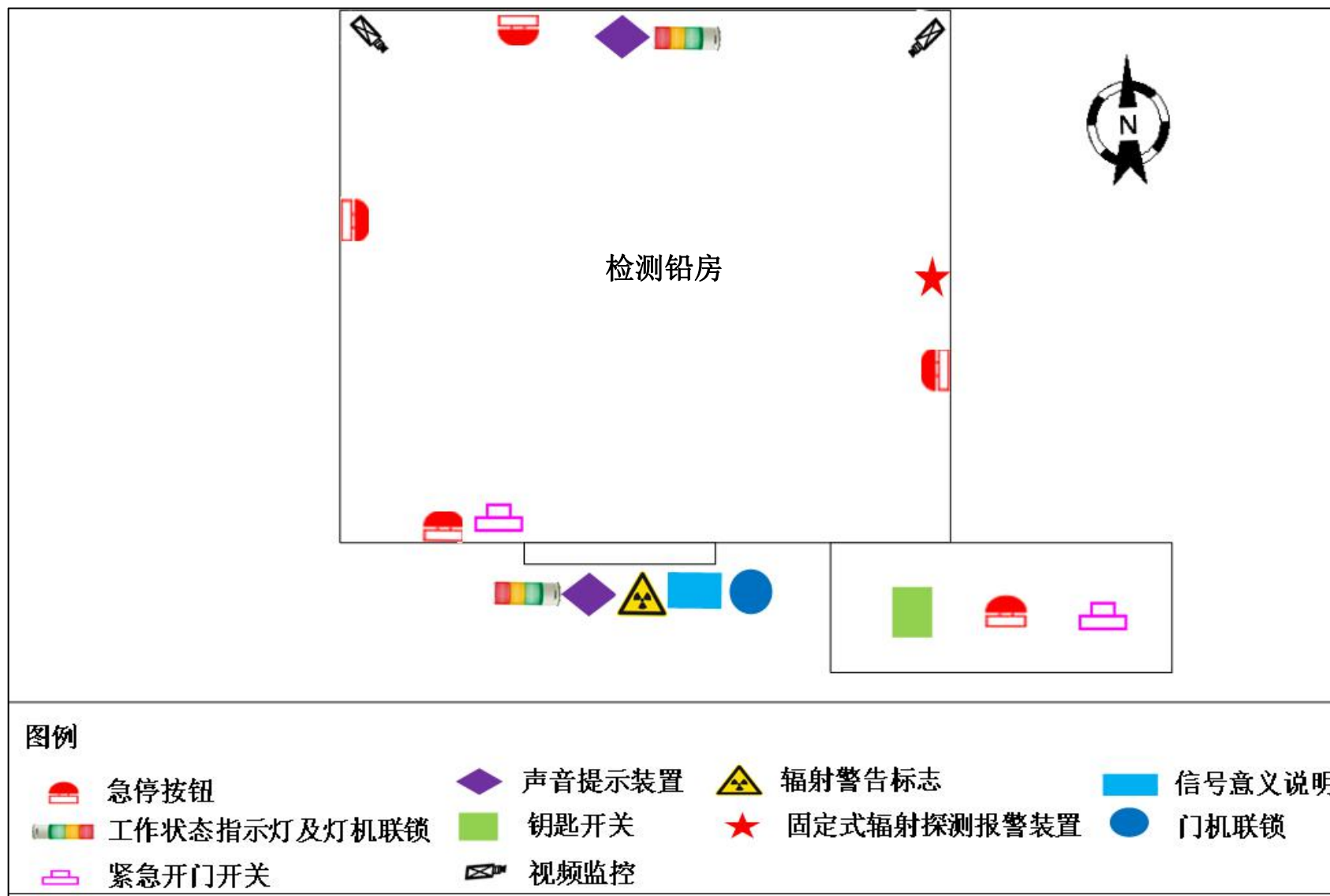
园区内道路

25m

附图 2 本项目新厂区周围环境及车间平面布局图



附图3 本项目固定式 X 射线检测铅房设计图



附图 4 本项目固定式 X 射线检测铅房辐射防护与安全措施布设图