

核技术利用建设项目

海目星激光智能装备（江苏）有限公司
生产、使用、销售 X 射线实时成像装置项目
环境影响报告表

海目星激光智能装备（江苏）有限公司（盖章）

2024 年 4 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

海目星激光智能装备（江苏）有限公司 生产、使用、销售 X 射线实时成像装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：海目星激光智能装备（江苏）有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：常州市金坛区金坛大道 66 号

邮政编码：213299

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

目录

表 1	项目基本情况.....	- 1 -
表 2	放射源.....	- 5 -
表 3	非密封放射性物质.....	- 5 -
表 4	射线装置.....	- 6 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	- 7 -
表 6	评价依据.....	- 8 -
表 7	保护目标与评价标准.....	- 10 -
表 8	环境质量和辐射现状.....	- 14 -
表 9	项目工程分析与源项.....	- 18 -
表 10	辐射安全与防护.....	- 24 -
表 11	环境影响分析.....	- 29 -
表 12	辐射安全管理.....	- 43 -
表 13	结论与建议.....	- 47 -
表 14	审批.....	- 52 -
附图 1	海目星激光智能装备（江苏）有限公司厂区地理位置图.....	- 53 -
附图 2	海目星激光智能装备（江苏）有限公司平面布局及周围环境图.....	- 54 -
附图 3	海目星激光智能装备（江苏）有限公司研发车间 4 一层平面布局图.....	- 55 -
附图 4	海目星激光智能装备（江苏）有限公司研发车间二层平面布局图.....	- 56 -
附图 5	本项目 1-2 号 X 射线实时成像装置设计示意图.....	- 57 -
附图 6	本项目 3-7 号 X 射线实时成像装置设计示意图.....	- 58 -
附件 1	项目委托书.....	- 59 -
附件 2	射线装置使用承诺书.....	- 60 -
附件 3	屏蔽设计说明.....	- 61 -
附件 4	辐射安全许可证复印件.....	- 63 -
附件 5	现有核技术利用项目环评批复及竣工环保验收意见复印件.....	- 67 -
附件 6	辐射环境现状检测报告复印件.....	- 72 -
附件 7	辐射工作人员培训证书复印件.....	- 81 -
附件 8	个人剂量监测报告复印件.....	- 82 -
附件 9	年度环境检测报告复印件.....	- 84 -
附件 10	本项目 X 射线管技术参数说明.....	- 92 -

表 1 项目基本概况

建设项目名称		生产、使用、销售 X 射线实时成像装置项目			
建设单位		海目星激光智能装备（江苏）有限公司			
法人代表姓名	周逸	联系人		联系电话	
注册地址		常州市金坛区金坛大道 66 号			
项目建设地点		常州市金坛区金坛大道 66 号研发车间 4 一层南部			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	1000	项目环保总投资（万元）	120	投资比例（环保投资/总投资）	12%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	<p>1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来</p> <p>1.1 建设单位基本情况</p> <p>海目星激光智能装备（江苏）有限公司成立于 2017 年 7 月 4 日，注册地址位于常州市金坛区金坛大道 66 号，经营范围包含：激光智能设备、激光器及相关核心部件、元器件、自动化设备及相关核心零部件、工业机器人成套设备及相关核心零部件、锂电设备及相关配套设备的设计、开发、生产及销售；计算机软件及控制系统的开发和销售；机械加工；设备租赁、维修安装；自营和代理各类商品和技术的进出口业务。</p>				

1.2 项目规模及任务由来

目前，海目星激光智能装备（江苏）有限公司在研发车间 4 一层南部建有 1 间 CT 实验室，并设有 1 个调试工位（1#调试工位），用于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置及 III 类 X 射线检测装置的调试。因业务发展需要，公司拟增加开展 7 种型号 X 射线实时成像装置的调试，公司拟在该 CT 实验室增加 1 个调试工位（2#调试工位），用于本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置的调试。

本项目 X 射线实时成像装置的原材料、外协加工零件和组装件（含 X 射线管）均拟外购。每台 X 射线实时成像装置均配备自屏蔽铅房，在公司生产厂房 1 内进行 X 射线实时成像装置零部件组装，组装完成后设备移入 CT 实验室，在 2#调试工位上进行调试，调试时拟将各装置工件门朝东摆放在 2#调试工位内。本项目 1-2 号 2 种型号 X 射线实时成像装置的铅房屏蔽设计参数及尺寸一致，3-7 号 5 种型号 X 射线实时成像装置的铅房屏蔽设计参数及尺寸一致。

本项目投入运行后，7 种型号 X 射线实时成像装置年生产、使用和销售总量约为 70 台，公司现有 2 名辐射工作人员，拟新增 2 名辐射工作人员专职负责本项目调试工作。每台装置厂区内开机调试曝光时间约 2 小时，客户厂区开机调试曝光时间约 1 小时，客户厂区内检维修约 1 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 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	年生产、使用、销售数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	额定功率 W	射线装置类别	工作场所名称	备注*
1	HMX-TS240 型 X 射线实时成像装置（1 号装置）	10 台	240	0.5	96	II	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝右
2	HMX-TS225 型 X 射线实时成像装置（2 号装置）	10 台	225	3	320	II	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝右
3	HMX-TS180 型 X 射线实时成像装置（3 号装置）	10 台	180	0.5	90	II	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝前后上下旋转照射
4	HMX-TS150 型 X 射线实时成像装置（4 号装置）	10 台	150	0.5	75	II	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝前后上下旋转照射
5	HMX-TS130 型 X 射线实时成像装置（5 号装置）	10 台	130	0.3	39	II	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝前后上下旋转照射
6	HMX-TS100 型 X 射线实时成像装置（6 号装置）	10 台	100	0.2	20	II	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝前后上下旋转照射

7	HMX-TS090 型 X 射线实时成像装置 (7号装置)	10 台	90	0.2	8	II	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝前后上下旋转照射
---	-------------------------------	------	----	-----	---	----	---------------	--------------

*以设备工件门所在面为正面

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》《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》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目生产、使用、销售的 X 射线实时成像装置为 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受海目星激光智能装备（江苏）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境影响评价工作。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报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

海目星激光智能装备（江苏）有限公司厂区位于常州市金坛区金坛大道 66 号，公司地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为月湖路，南侧为金武快速路，西侧为常州嘉霖灯饰有限公司，北侧为珠山路。公司平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目 CT 实验室建于公司研发车间 4 一层南部，研发车间 4 共 8 层，其中 1、3、4、5 层为实验室，2 层为全自动化 CNC 机台加工中心，6、7 层空置，8 层为办公区。CT 实验室建址东侧为空调机房及试制一区，南侧为厂内道路及金武快速路，西侧为高压配电房、楼梯电梯间及厂内道路，北侧为通道、试制五区、实验室 1~3、仓库、卫生间、厂内道路及生产车间 6，正上方为 2 层原材料区，正下方无建筑。研发车间 4 一层平面布局图见附图 3，二层平面布局图见附图 4。

本项目 CT 实验室建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及 CT 实验室建址周围评价范围内公众。

3 原有核技术利用项目情况

海目星激光智能装备（江苏）有限公司于 2023 年 12 月 2 日取得了常州市生态环境局颁发的辐射安全许可证（苏环辐证[D0653]，见附件 4），有效期至 2028 年 7 月 16 日，许可范围为：生产、销售、使用 II 类、III 类射线装置。公司现有核技术应用项目均已履行环保手续，环评批复及竣工环保验收意见复印件见附件 5。现有核技术利用项目统计见表 1-2。

表 1-2 现有核技术利用项目一览表

射线装置									
序号	名称	型号	数量/台	技术参数	类别	工作场所名称	活动种类	环评及审批时间	验收、许可情况
1	工业 DR 机	Hmx-DR110	200	管电压 110kV 管电流 200mA	III 类	CT 实验室 1#调试 工位	生产、 销售、 使用	已备案	已许可
2		Hmx-DR150		管电压 150kV 管电流 500mA					
3		Hmx-DR130		管电压 130kV 管电流 500mA					
4		Hmx-DR090		管电压 90kV 管 电流 200mA					
5	工业 CT 检测设备	HMX-CT-C103	200	管电压 130kV 管电流 0.3mA	II 类	CT 实验室 1#调试 工位	生产、 销售、 使用	常环核审 [2023]44 号	已许可 已验收 2023.10
6		HMX-CT-C102		管电压 150kV 管电流 0.5mA					
7		HMX-CT-C104		管电压 90kV 管 电流 0.2mA					
8		HMX-CT-C101		管电压 180kV 管电流 0.5mA					

4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加 CT 实验室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	X 射线实时成像装置	II	年生产、使用、销售约 10 台	HMX-TS240 型	240	0.5	无损检测	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝北，额定功率 96W
2	X 射线实时成像装置	II	年生产、使用、销售约 10 台	HMX-TS225 型	225	3	无损检测	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝北，额定功率 320W
3	X 射线实时成像装置	II	年生产、使用、销售约 10 台	HMX-TS180 型	180	0.5	无损检测	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝东西顶底旋转照射，额定功率 90W
4	X 射线实时成像装置	II	年生产、使用、销售约 10 台	HMX-TS150 型	150	0.5	无损检测	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝东西顶底旋转照射，额定功率 75W
5	X 射线实时成像装置	II	年生产、使用、销售约 10 台	HMX-TS130 型	130	0.3	无损检测	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝东西顶底旋转照射，额定功率 39W
6	X 射线实时成像装置	II	年生产、使用、销售约 10 台	HMX-TS100 型	100	0.2	无损检测	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝东西顶底旋转照射，额定功率 20W
7	X 射线实时成像装置	II	年生产、使用、销售约 10 台	HMX-TS090 型	90	0.2	无损检测	CT 实验室 2#调试工位	主射线朝东西顶底旋转照射，额定功率 8W

(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	/	不暂存	通过通风口排入外环境，臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，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

<p>法规文件</p>	<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 年修正版），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) 《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>(5) 《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 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修订，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《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>(7) 《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，2017 年 12 月 6 日起施行</p> <p>(8) 《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>(9) 《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 5 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》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《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>(13) 《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 年 第 39 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《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>(15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省第十三届</p>
-------------	--

	<p>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>(16) 《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>(17) 《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>(18) 《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>(19) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号，2021 年 11 月 9 日</p> <p>(20) 《江苏省自然资源厅关于常州市金坛区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》，苏自然资函〔2023〕209 号，2023 年 4 月 4 日发布</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》（HJ 2.1-2016）</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》（HJ 19-2022）</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>(5) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</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》（GBZ 117-2022）</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）</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) 屏蔽设计说明（附件 3）</p> <p>(4) 辐射安全许可证复印件（附件 4）</p> <p>(5) 现有核技术利用项目环评批复及竣工环保验收意见复印件（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) 辐射工作人员培训证书复印件（附件 7）</p> <p>(8) 个人剂量监测报告复印件（附件 8）</p> <p>(9) 年度环境检测报告复印件（附件 9）</p> <p>(10) 本项目 X 射线管技术参数说明（附件 10）</p>

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>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》（HJ 10.1-2016）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 CT 实验室建址外 50m 区域。</p>					
<p>保护目标</p> <p>本项目评价范围内不涉及自然保护区、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）、《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）及《江苏省自然资源厅关于常州市金坛区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕209 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、常州市金坛区生态空间管控区域。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），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。</p> <p>本项目进行 X 射线实时成像装置的生产、使用及销售，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 CT 实验室建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目保护目标主要为辐射工作人员、CT 实验室建址周围 50m 范围内其他公众。</p>					
<p>表 7-1 本项目 CT 实验室建址评价范围内保护目标情况一览表</p>					
保护目标名称	保护目标位置	方位	最近距离	规模	环境保护要求
辐射工作人员	操作位	CT 实验室内	紧邻	4 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	空调机房	东侧	紧邻	流动人员	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	试制一区		约 5m	约 4 人	
	厂内道路	南侧	紧邻	流动人员	
	金武快速路		约 22m	流动人员	
	高压配电房	西侧	紧邻	流动人员	
	楼梯电梯间		约 32m	流动人员	
	厂内道路		约 42m	流动人员	
	通道	北侧	紧邻	流动人员	

	试制五区		约 3m	约 8 人	
	实验室 1~3		约 9m	约 6 人	
	仓库		约 16m	流动人员	
	卫生间		约 35m	流动人员	
	厂内道路		约 17m	流动人员	
	生产车间 6		约 34m	约 20 人	
	研发车间 2-8 层	楼上	紧邻	约 40 人	

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

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	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： 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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	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： ①年有效剂量，1mSv； 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。

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~0.3 mSv) 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》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 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 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 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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

4 项目管理目标

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，确定本项目的管理目标：

（1）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 $5\text{mSv}/\text{a}$ ；公众活动区域相关人员年剂量约束值不大于 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 。

（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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

（3）本项目X射线实时成像装置自屏蔽铅房屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，顶部外表面30cm处的剂量率参考控制水平保守取 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ （调试过程中辐射工作人员可能接触设备顶部）。

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 7-3 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“均值 \pm 3s”数值: 原野为 (50.4 \pm 21.0) nGy/h; 道路为 (47.1 \pm 36.9) nGy/h; 室内为 (89.2 \pm 42.0) nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

海目星激光智能装备（江苏）有限公司厂区位于常州市金坛区金坛大道 66 号，公司地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为月湖路，南侧为金武快速路，西侧为常州嘉霖灯饰有限公司，北侧为珠山路。公司平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目 CT 实验室建于公司研发车间 4 一层南部，研发车间 4 共 8 层，其中 1、3、4、5 层为实验室，2 层为全自动化 CNC 机台加工中心，6、7 层空置，8 层为办公区。CT 实验室建址东侧为空调机房及试制一区，南侧为厂内道路及金武快速路，西侧为高压配电房、楼梯电梯间及厂内道路，北侧为通道、试制五区、实验室 1~3、仓库、卫生间、厂内道路及生产车间 6，正上方为 2 层原材料区，正下方无建筑。研发车间 4 一层平面布局图见附图 3，二层平面布局图见附图 4。

本项目 CT 实验室建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及 CT 实验室建址周围评价范围内公众。

本项目 CT 实验室周围环境现状见图 8-1。





图 8-1 本项目 CT 实验室建址及周围环境现状照片

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：CT 实验室建址及周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在 CT 实验室建址周围布置监测点位，共计 6 个点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：FH40G 型多功能辐射测量仪（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：48keV~4.4MeV）

环境条件：天气：晴 温度：-4 $^{\circ}$ C 湿度：61.2%RH

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：在 CT 实验室建址及周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测时间：2024 年 1 月 23 日

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 20s，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 1.20Sv/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》（HJ 61-2021）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，所有监测仪器均经过计量部门检定，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 CT 实验室建址及周围 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	CT 实验室建址处	43.5	楼房
2	CT 实验室建址东侧（空调机房）	44.2	楼房
3	CT 实验室建址南侧（厂内道路）	41.5	道路
4	CT 实验室建址西侧（高压配电房）	44.6	楼房
5	CT 实验室建址北侧（通道）	44.8	楼房
6	CT 实验室建址正上方（2 层原材料区）	45.0	楼房

注：测量数据已扣除仪器宇宙射线响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取 0.8，道路取 1。
现场检测时，CT 实验室 1#调试工位未进行设备调试。



图 8-2 本项目 CT 实验室建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目 CT 实验室建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为 (43.5~45.0) nGy/h，室外道路 γ 辐射水平为 41.5nGy/h，根据《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），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为 (47.2~131.2) nGy/h，道路 γ 辐射水平为 (10.2~84.0) nGy/h，本项目 CT 实验室建址周围室内监测点位 γ 辐射水平略低于江苏省环境天然 γ 辐射水平室内辐射水平涨落范围，属于异常值，可能原因为墙体中钢材料及 CT 实验室装饰材料对 γ 辐射有一定的屏蔽作用，室外道路监测点位 γ 辐射水平处于江苏省环境天然 γ 辐射水平道路辐射水平涨落范围内，属于正常辐射水平。

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

海目星激光智能装备（江苏）有限公司在研发车间 4 一层南部建有 1 间 CT 实验室，并设有 1 个调试工位（1#调试工位），用于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置及 III 类 X 射线检测装置的组装及调试。因业务发展需要，海目星激光智能装备（江苏）有限公司拟开展 7 种型号 X 射线实时成像装置的调试，公司拟在研发车间 4 一层 CT 实验室增加 1 个调试工位（2#调试工位），用于本项目 X 射线实时成像装置的调试。每台 X 射线实时成像装置均配备自屏蔽铅房，在生产厂房 1 完成组装后移入 CT 实验室 2#调试工位上进行 X 射线实时成像装置调试，调试时拟将各装置工件门朝东摆放在 2#调试工位内。本项目 X 射线实时成像装置主要由 X 射线管、探测器、准直器、平板探测器、显示屏等组成，包含射线产生系统、控制系统、实时成像显示系统及其他辅助系统。

（1）HMX-TS240 型/HMX-TS225 型（1-2 号）

本项目 HMX-TS240 型 X 射线实时成像装置的最大管电压为 240kV，最大管电流为 0.5mA，额定功率为 96W；HMX-TS225 型 X 射线实时成像装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，额定功率为 320W；1-2 号 X 射线实时成像装置调试时主射线朝北照射。

本项目 1-2 号 2 种型号 X 射线实时成像装置的铅房屏蔽设计参数及尺寸一致，样式图见图 9-1。1-2 号 X 射线实时成像装置 X 射线管可在竖直方向上移动，移动范围为 1020mm，距顶部最近距离均为 722mm，距底部最近距离为 937mm。X 射线管移动范围见附图 5。

（2）HMX-TS180 型/HMX-TS150 型/HMX-TS130 型/HMX-TS100 型/HMX-TS090 型（3-7 号）

本项目 HMX-TS180 型 X 射线实时成像装置的最大管电压为 180kV，最大管电流为 0.5mA，额定功率为 90W；HMX-TS150 型 X 射线实时成像装置最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA，额定功率为 75W；HMX-TS130 型 X 射线实时成像装置最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA，额定功率为 39W；HMX-TS100 型 X 射线实时成像装置最大管电压为 100kV，最大管电流为 0.2mA，额定功率为 20W；HMX-TS090

型 X 射线实时成像装置最大管电压为 90kV，最大管电流为 0.2mA，额定功率为 8W；
3-7 号 X 射线实时成像装置主射线朝东西顶底旋转照射。

本项目 3-7 号 X 射线实时成像装置的铅房屏蔽设计及尺寸一致，样式图见图 9-2。X 射线管可朝东西顶底旋转照射，旋转半径为 95mm，旋转圆心距东侧距离均为 1101mm，距西侧距离均为 1052mm，距顶部距离均为 1222mm，距底部距离均为 864mm。X 射线管移动范围见附图 6。



图 9-1 1-2 号 X 射线实时成像装置样式图



图 9-2 3-7 号 X 射线实时成像装置样式图

2 工作原理

2.1 X 射线产生工作原理

X 射线实时成像装置核心部件是 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 9-3。

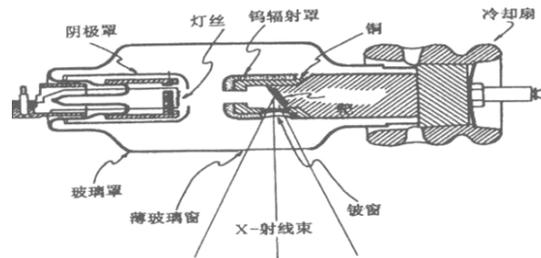


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

2.2 X 射线实时成像装置工作原理

X 射线实时成像装置主要由 X 射线管、探测器、准直器、平板探测器、显示屏等组成，在使用 X 射线实时成像装置进行无损检测过程中，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，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，投射 X 射线被平板探测器所接收，平板探测器把不可见的 X 射线检测信息转换为数字图像后传输至显示屏，在显示屏上实时显示，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构进行判别。

3 工艺流程及产污环节

①合同签订流程：公司发现潜在客户并了解客户合作意向，建立客户档案进行分析，呈报公司上级领导待批准后与客户进行业务洽谈并签订合同。

②生产流程：购买 X 射线实时成像装置的原材料、外协加工零件和组装件（本项目 X 射线管均拟外购），材料入场检验（射线管不单独进行调试），确认无问题后材料移入生产厂房 1 内进行产品整机组装（组装过程无焊接工序，无明火产生），组装完成后将设备移入 CT 实验室 2#调试工位进行调试；

③调试流程：设备移入 CT 实验室后，在 2#调试工位对组装后的 7 种型号 X 射线实时成像装置进行调试，调试顺序依次为辐射安全调试（包括安全联锁、射线防护等）、

整机性能调试（包括系统定位、稳定性等），所有调试均于调试工位各型号装置的自屏蔽铅房内进行。调试过程中会产生 X 射线及少量臭氧、氮氧化物。

④销售流程：调试满足要求后，将装置进行装箱，对客户的辐射安全许可资质进行审核确认，凭客户单位的辐射安全许可资质文件将装置发往客户，X 射线实时成像装置在客户指定场地内进行安装及调试，通过客户验收后完成销售流程。调试过程中会产生 X 射线及少量臭氧、氮氧化物。

⑤客户涉及售后维修服务的，由公司维修调试人员到客户现场进行维修，维修过程中 X 射线实时成像装置可能会工作，产生 X 射线及臭氧、氮氧化物。

本项目 X 射线实时成像装置生产、调试和销售流程见图 9-4。



图 9-4 本项目 X 射线实时成像装置生产、调试和销售流程主要环节示意图

4 原有工艺不足和改进情况

海目星激光智能装备（江苏）有限公司现许可核技术利用项目为“生产、销售、使用 II 类、III 类射线装置”，辐射工作场所均具有完善的环保手续。

公司现有辐射工作场所辐射安全与防护措施及相关制度齐全。现有辐射工作人员辐射安全与防护考核均在有效期内，公司已为其建立个人剂量监测档案及职业健康管理档案。

公司现有核技术利用项目已开展年度环保检测，根据检测结果可知，公司现有辐射工作场所周围剂量当量率能满足相关标准的要求。

综上所述，原有工艺不存在不足和需要改进情况。

5 工作机制

本项目每台 X 射线实时成像装置调试约 3-4 天，厂区内开机调试曝光时间约 2 小时，客户厂区开机调试曝光时间约 1 小时，客户厂区内检维修约 1 小时。公司现有 2 名辐射工作人员，拟新增 2 名辐射工作人员专职负责本项目调试工作。本项目辐射工作人员年调试、维修 X 射线实时成像装置台数不超过 70 台，1 周最多调试、维修 2 台设备。则本项目每名辐射工作人员周调试曝光时间不超过 8 小时（公司厂区内调试 4 小时，客户厂区内调试 2 小时，维修 2 小时），年调试曝光时间不超过 280 小时（公司厂区内调试 140 小时，客户厂区内调试 70 小时，维修 70 小时）。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由 X 射线实时成像装置工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，正常开机出束期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目工作期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：射线装置发出的用于检测的辐射束，又称为主射线束。根据 X 射线管生产单位上海奕瑞光电科技股份有限公司提供材料（见附件 10），为了过滤低能 X 射线，本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置射线管滤过均采用 1mmAl，X 射线管 1m 处的输出量见表 9-1。

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。参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，本项目 90kV、100kV、130kV 的 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ，150kV、180kV 的 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ，225kV、240kV 的 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，90kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量不超过 90kV；100kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量不超过 100kV；130kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量不超过 130kV；参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，150kV、180kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 X 射线均为 150kV；225kV、240kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 X 射线均为 200kV。详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目理论预测 X 射线实时成像装置参数一览表

序号	型号	最大管电压 kV	最大管电流 mA	出束角	滤过材料	发射率常数 mGy·m ² / (mA·min)	泄漏辐射剂量率 μSv/h	90° 散射后能量 kV
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

2 非放射性污染源分析

本项目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

海目星激光智能装备（江苏）有限公司在研发车间 4 一层南部建有 1 间 CT 实验室，已设置 1 个调试工位（1#调试工位）用于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置及 III 类 X 射线检测装置的调试，拟新增 1 个调试工位（2#调试工位），用于 7 种型号 X 射线实时成像装置的调试。每台 X 射线实时成像装置均配备自屏蔽铅房，调试时拟将各装置工件门朝东摆放在 2#调试工位内，1-2 号 X 射线实时成像装置主射线朝北照射，3-7 号 X 射线实时成像装置主射线朝东西顶底旋转照射，操作面板均位于装置铅房东侧，其中 3-7 号装置 X 射线管靠近铅房北侧，操作面板靠近铅房南侧，根据附图 5、附图 6 射线照射范围可知，操作面板均避开有用线束方向，X 射线实时成像装置布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置及操作室应避开有用线束照射方向的要求，布局设计合理。

公司拟将 1#~2#调试工位设置为控制区，在各装置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；将装置所在的 CT 实验室设置为监督区，入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，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 CT 实验室平面布局及分区图见图 10-1。

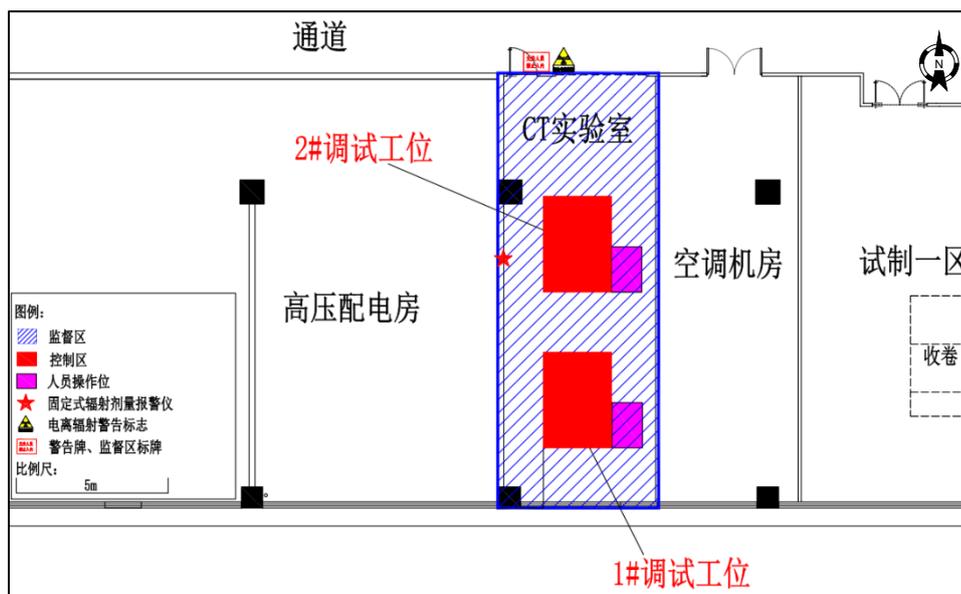


图 10-1 本项目 CT 实验室平面布局及分区图

本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定，企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理。

2 辐射屏蔽设计

本项目7种型号X射线实时成像装置的屏蔽防护设计见表10-1，设计图见附图5、6。

表 10-1 本项目 X 射线实时成像装置自屏蔽铅房屏蔽设计参数一览表

序号	型号	铅房外尺寸	屏蔽设计	
1 2	HMX-TS240 型 HMX-TS225 型	3.178m(长) × 1.620m (宽) ×2.799m (高)，底座 高 0.12m	东侧屏蔽体	10mmPb+4mmFe
			南侧屏蔽体	10mmPb+4mmFe
			西侧屏蔽体	10mmPb+4mmFe
			北侧屏蔽体	15mmPb+4mmFe
			顶部屏蔽体	10mmPb+4mmFe
			底部屏蔽体	10mmPb+4mmFe
			工件门（东侧）	10mmPb+4mmFe
			维修门（西侧）	10mmPb+4mmFe
			观察窗（东侧）	10mm 铅当量
			电缆口铅罩（南侧）	10mmPb+4mmFe
			通风口铅罩（南侧）	10mmPb+4mmFe
			通风口铅罩（北侧）	15mmPb+4mmFe
3 4 5 6 7	HMX-TS180 型 HMX-TS150 型 HMX-TS130 型 HMX-TS100 型 HMX-TS090 型	2.660m(长) × 2.153m (宽) ×2.249m (高)，底座 高 0.163m	东侧屏蔽体	10mmPb+6mmFe
			南侧屏蔽体	10mmPb+6mmFe
			西侧屏蔽体	10mmPb+6mmFe
			北侧屏蔽体	10mmPb+6mmFe
			顶部屏蔽体	10mmPb+6mmFe
			底部屏蔽体	10mmPb+6mmFe
			工件门（东侧）	10mmPb+4mmFe
			维修门（西侧/北侧）	10mmPb+4mmFe
			观察窗（东侧）	10mm 铅当量
			电缆口铅罩（底部）	10mmPb+4mmFe
通风口铅罩（顶部）	10mmPb+4mmFe			
工件门及维修门与四周搭接长度不小于 30mm，工件门及维修门与屏蔽体缝隙宽度小于 1mm				

3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，海目星激光智能装备（江苏）有限公司拟对公司生产的每台X射线实时成像装置及CT实验室设计相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 X射线实时成像装置

(1) 本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置自屏蔽铅房东侧拟设置操作面板，操作面板处拟设置 1 个紧急停机按钮；确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮带有标签，表明使用方法。

(2) 1-2 号 X 射线实时成像装置操作面板处拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，3-7 号 X 射线实时成像装置铅房顶部拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯和声音提示装置均拟与 X 射线管联锁。装置调试时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。“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) 7 种型号 X 射线实时成像装置自屏蔽铅房工件门及维修门均拟设置门机联锁装置，只有当工件门及维修门完全关闭后 X 射线才能出束，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

(4) 7 种型号 X 射线实时成像装置自屏蔽铅房表面明显位置拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(5) 7 种型号 X 射线实时成像装置自屏蔽铅房内拟设置 1 个视频监控，以监视设备运行情况。

(6) 7 种型号 X 射线实时成像装置自屏蔽铅房操作面板处拟设置固定式辐射剂量报警仪。

(7) 本项目 1-2 号 X 射线实时成像装置最大体积约为 14.4m^3 ，通风装置的通风量拟设置为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时有效通风换气次数约为 6 次；本项目 3-7 号 X 射线实时成像装置最大体积约为 12.8m^3 ，通风装置的通风量拟设置为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时有效通风换气次数约为 7 次，均能够满足探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

(8) 正常运行情况下人员无法进入装置内部，故装置内未设置急停按钮及工作状态指示灯等措施。

1-2 号 X 射线实时成像装置辐射防护措施示意图见图 10-2，3-7 号 X 射线实时成像装置辐射防护措施示意图见图 10-3。

3.2 CT 实验室

(1) CT 实验室入口拟悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，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。

(2) CT 实验室西侧墙体拟设固定式辐射剂量报警仪（见图 10-1）。

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。

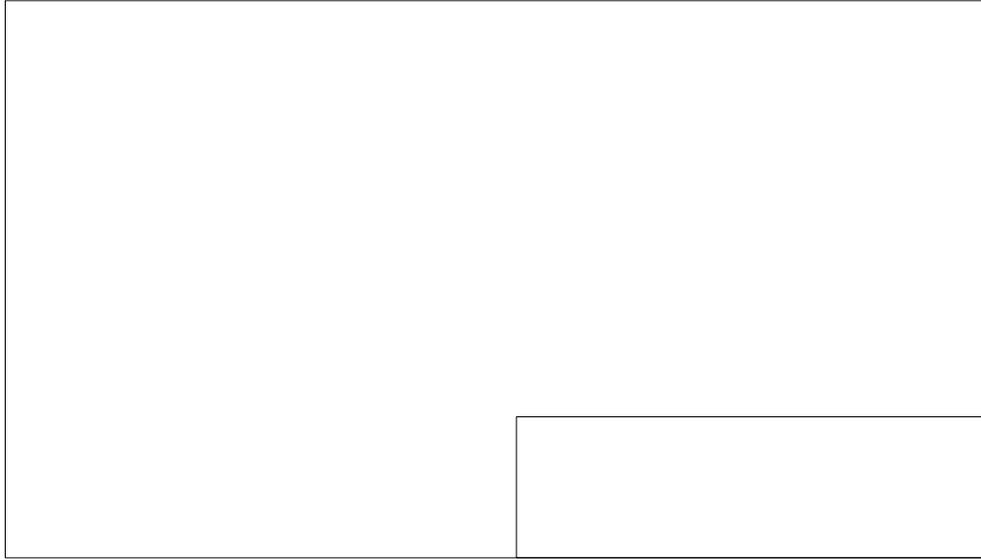


图 10-2 1-2 号 X 射线实时成像装置辐射防护措施示意图

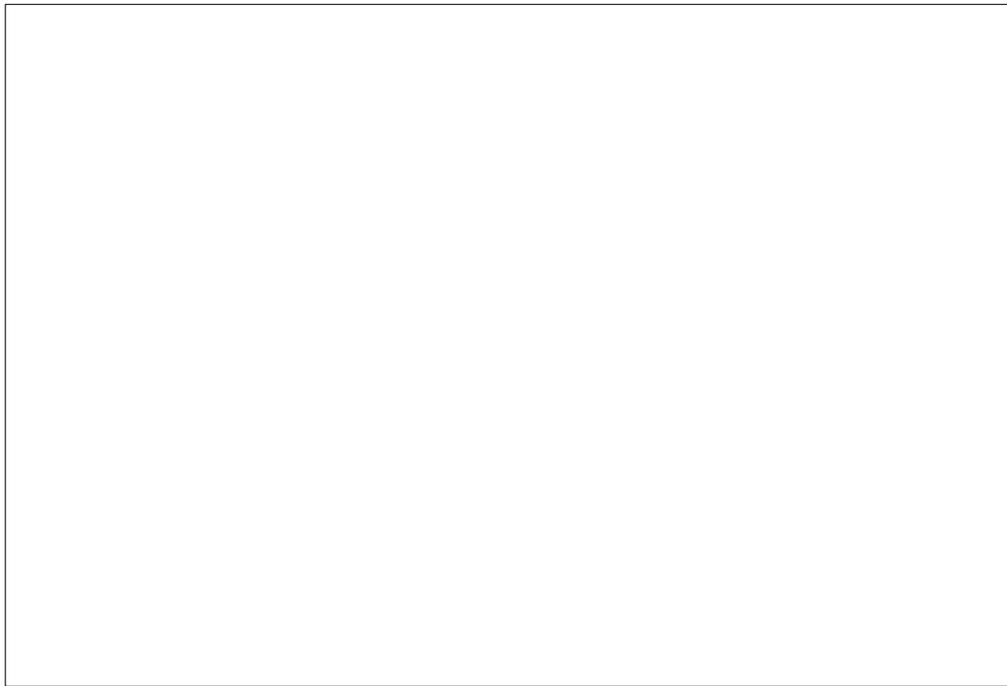


图 10-3 3-7 号 X 射线实时成像装置辐射防护措施示意图

三废治理

本项目无放射性三废产生，和项目有关的非放射三废主要包括臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。

本项目 X 射线实时成像装置在进行调试工作时，会使装置铅房内部的空气电离产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。少量臭氧和氮氧化物可通过通风口排出到铅房外，CT 实验室设有新风系统，臭氧和氮氧化物最终通过 CT 实验室排风系统排入外环境。本项目 1-2 号 X 射线实时成像装置最大体积约为 $14.4m^3$ ，通风装置的通风量拟设置为

100m³/h，每小时有效通风换气次数约为 6 次；本项目 3-7 号 X 射线实时成像装置最大体积约为 12.8m³，通风装置的通风量拟设置为 100m³/h，每小时有效通风换气次数约为 7 次，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。臭氧常温下约 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，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

本项目在公司已建成的 CT 实验室内开展核技术利用项目，X 射线实时成像装置自屏蔽铅房为定制设备进行组装，无需开展混凝土浇筑等土建施工，因此不存在施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响

1 辐射环境影响分析

1.1 理论预测公式

本项目拟生产、使用、销售 7 种型号 X 射线实时成像装置，在调试使用过程中的辐射环境影响为本项目主要辐射环境影响，因此对调试过程中 7 种型号 X 射线实时成像装置屏蔽防护能力进行分析计算。

本项目每台 X 射线实时成像装置厂区内调试约 2 小时，客户厂区调试约 1 小时，客户厂区内检维修约 1 小时。本项目投入运行后，每种型号 X 射线实时成像装置年生产、使用和销售总量各为 10 台，7 种型号总计 70 台。

(1) HMX-TS240 型/HMX-TS225 型（1-2 号）

本项目 1-2 号 2 种型号 X 射线实时成像装置的铅房屏蔽设计参数及尺寸一致，本次评价拟分别选取 HMX-TS240 型及 HMX-TS225 型 X 射线实时成像装置在最大电压下满功率运行时的工况进行预测（HMX-TS240 型最大功率 96W，240kV 电压对应电流为 0.4mA；HMX-TS225 型最大功率 320W，225kV 电压对应电流为 1.42mA），因 1-2 号 X 射线实时成像装置调试时主射线朝北照射，故计算时将装置自屏蔽铅房北侧屏蔽体及北侧通风口铅罩按照有用线束照射进行预测计算，将东侧、南侧、西侧、顶部、底部屏蔽体、电缆口铅罩、南侧通风口铅罩、工件门、维修门及观察窗均按照非有用线束照射进行预测计算。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 11-1。

(2) HMX-TS180 型/HMX-TS150 型/HMX-TS130 型/HMX-TS100 型/HMX-TS090 型（3-7 号）

本项目 3-7 号 X 射线实时成像装置的铅房屏蔽设计参数及尺寸一致，由于 5 种型号中 HMX-TS180 型 X 射线实时成像装置额定功率及管电压均为最大，本次评价拟选取 HMX-TS180 型 X 射线实时成像装置在最大电压下满功率运行时的工况进行预测

(最大功率 90W, 180kV 电压对应电流为 0.5mA), 因 X 射线实时成像装置调试时主射线朝东西顶底旋转照射, X 射线管出束角最大为 69°×69°, 主射线可照射到北侧屏蔽体, 故计算时将装置自屏蔽铅房东侧、西侧、北侧、顶部、底部屏蔽体、电缆口铅罩、通风口铅罩、维修门、工件门及观察窗按照有用线束照射进行预测计算, 将南侧屏蔽体按照非有用线束照射进行预测计算。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 11-2。

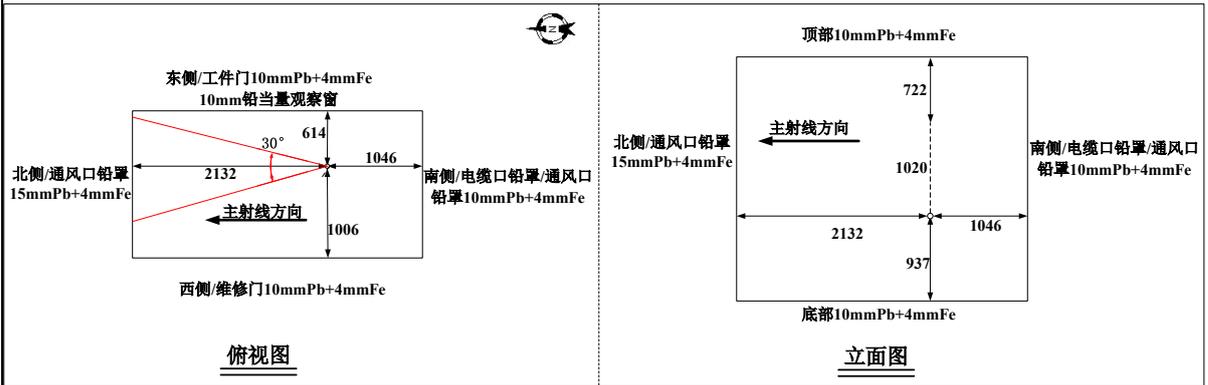


图 11-1 本项目 HMX-TS240 型 X 射线实时成像装置计算示意图

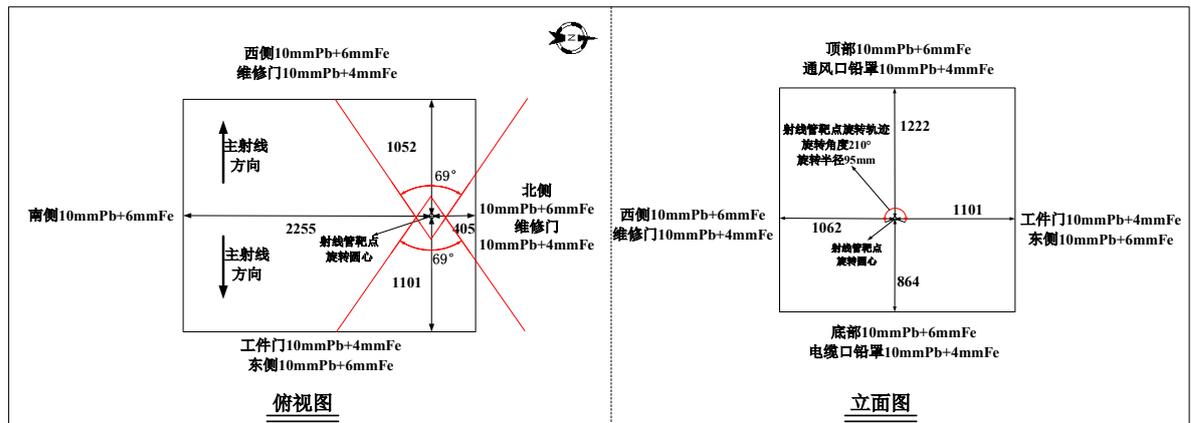


图 11-2 本项目 HMX-TS180 型 X 射线实时成像装置计算示意图

1.1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

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 射线探伤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, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

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.1 无本项目参数对应的曲线，按公式（11-2）计算得出；

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

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。

1.1.2 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

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

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；

B ：屏蔽透射因子，根据公式（11-2）计算得出；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

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

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

I ：X 射线探伤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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

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，然后按公式（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 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）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)至探伤工件的距离, m。

1.1.3 参考点的年剂量水平估算

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

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 : 年照射时间, h/a;

U : 探伤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。

1.2 X 射线实时成像装置屏蔽计算分析

1.2.1 HMX-TS240 型

表 11-1 有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	I (mA)	$H_0^{①}$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	$B^{②}$	$R^{③}$ (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/通风口铅罩	15mmPb +4mmFe	0.4	$43.4\times 60\times 10^3$	1.70×10^{-6}	2.432	0.300	2.5	满足

表 11-2 非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点	东侧屏蔽体/工件门/观察窗	南侧屏蔽体/电缆口铅罩/通风口铅罩	西侧屏蔽体/维修门	顶部屏蔽体	底部屏蔽体	
X 设计厚度	10mmPb +4mmFe	10mmPb +4mmFe	10mmPb +4mmFe	10mmPb +4mmFe	10mmPb +4mmFe	
泄漏辐射	TVL (mm)	2.6				
	$B^{③}$	1.43×10^{-4}				
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$	5.0×10^3				
	$R^{④}$ (m)	0.914	1.346	1.306	1.022	0.937
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	0.853	0.393	0.418	0.682	0.812
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	200kV				
	TVL (mm)	1.4				
	$B^{③}$	7.20×10^{-8}				
	I (mA)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

$H_0^{②}$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	43.4×60×10 ³				
F (m^2)	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \text{取} \frac{1}{50}$ (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)					
$R_s^{①}$ (m)	0.914	1.346	1.306	1.022	0.937
\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	0.855	0.394	0.419	0.683	0.814
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足

从表 11-1 及表 11-2 中计算结果可以看出，当本项目 HMX-TS240 型 X 射线实时成像装置满功率运行时，该装置自屏蔽铅房四周、顶部、底部屏蔽体及防护门外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.855 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，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 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”要求及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。

1.2.2 HMX-TS225 型

表 11-3 有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	I (mA)	$H_0^{①}$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$B^{②}$	$R^{③}$ (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	评价
北侧屏蔽体/通风口铅罩	15mmPb+4mmFe	1.42	39.2×60×10 ³	1.06×10 ⁻⁷	2.432	0.060	2.5	满足

表 11-4 非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点	东侧屏蔽体/工件门/观察窗	南侧屏蔽体/电缆口铅罩/通风口铅罩	西侧屏蔽体/维修门	顶部屏蔽体	底部屏蔽体	
X 设计厚度	10mmPb +4mmFe	10mmPb +4mmFe	10mmPb +4mmFe	10mmPb +4mmFe	10mmPb +4mmFe	
泄漏辐射	TVL (mm)	2.15				
	$B^{\text{③}}$	2.23×10^{-5}	2.23×10^{-5}	2.23×10^{-5}	2.23×10^{-5}	2.23×10^{-5}
	$\dot{H}_L (\mu\text{Sv/h})$	5.0×10^3	5.0×10^3	5.0×10^3	5.0×10^3	5.0×10^3
	$R^{\text{④}}$ (m)	0.914	1.346	1.306	1.022	0.937
	$\dot{H} (\mu\text{Sv/h})$	0.134	0.062	0.065	0.107	0.127
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	200kV				
	TVL (mm)	1.4				
	$B^{\text{③}}$	7.20×10^{-8}	7.20×10^{-8}	7.20×10^{-8}	7.20×10^{-8}	7.20×10^{-8}
	I (mA)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	$H_0^{\text{②}}$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$72.0 \times 60 \times 10^3$				
	F (m^2)	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ 取 $\frac{1}{50}$				
	α	(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)				
	R_0 (m)					
	$R_s^{\text{①}}$ (m)	0.914	1.346	1.306	1.022	0.937
$\dot{H} (\mu\text{Sv/h})$	0.006	0.003	0.003	0.005	0.005	
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.140	0.065	0.068	0.112	0.132	
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
评价	满足	满足	满足	满足	满足	

从表 11-3 及表 11-4 中计算结果可以看出, 当本项目 HMX-TS225 型 X 射线实时成像装置满功率运行时, 该装置自屏蔽铅房四周、顶部、底部屏蔽体及防护门外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $0.140\mu\text{Sv/h}$, 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ” 要求及《工

业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 2.5 μ Sv/h”的要求。

1.2.3 HMX-TS180 型

表 11-5 有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	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
东侧屏蔽体/工件门	10mmPb +6/4mm Fe	0.5	$32.0\times 60\times 10^3$	7.41×10^{-9}	1.496	0.003	2.5	满足
西侧屏蔽体/维修门	10mmPb +6/4mm Fe	0.5	$32.0\times 60\times 10^3$	7.41×10^{-9}	1.457	0.003	2.5	满足
北侧屏蔽体/维修门	10mmPb +6/4mm Fe	0.5	$32.0\times 60\times 10^3$	7.41×10^{-9}	0.705	0.014	2.5	满足
顶部屏蔽体/通风口铅罩	10mmPb +6/4mm Fe	0.5	$32.0\times 60\times 10^3$	7.41×10^{-9}	1.617	0.003	2.5	满足
底部屏蔽体/电缆口铅罩	10mmPb +6/4mm Fe	0.5	$32.0\times 60\times 10^3$	7.41×10^{-9}	0.959	0.008	2.5	满足

表 11-6 非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点		南侧屏蔽体
X 设计厚度		10mmPb+6mmFe
泄漏辐射	TVL (mm)	1.23
	$B^{\text{③}}$	7.41×10^{-9}
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$	2.5×10^3
	$R^{\text{①}}$ (m)	2.555
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	<0.001
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	150
	TVL (mm)	0.96
	$B^{\text{③}}$	3.83×10^{-11}

	I (mA)	0.5
	$H_0^{②}$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$32.0\times 60\times 10^3$
	F (m^2)	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$ 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)	
	$R_s^{①}$ (m)	
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	2.555
	泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$)	<0.001
	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	< 0.001
	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	2.5
	评价	满足

从表 11-5 及表 11-6 中计算结果可以看出，当本项目 3-7 号 5 种型号 X 射线实时成像装置满功率运行时，该装置自屏蔽铅房四周、顶部、底部屏蔽体及防护门外 30cm 处的最大辐射剂量率为 0.014 $\mu\text{Sv/h}$ ，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 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”要求及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

1.2.4 天空反散射影响分析

本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置满功率运行时，装置自屏蔽铅房顶部 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.683 $\mu\text{Sv/h}$ ，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，因此其天空反散射均能够满足“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。

1.2.5 通风口、电缆口及防护门缝隙辐射防护评价

本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置通风口及电缆口处均拟安装铅防护罩，根据表 11-1 至表 11-6 计算结果可知，通风口及电缆口处铅防护罩表面 30cm 处的剂量率最大约为 0.394 $\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中“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。

本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置通风口及电缆口处铅防护罩均采用迷宫式设计，X 射线至少经过 3 次散射才能到达铅房外，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口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口及电缆口 X 射线散射路径示意图见图 11-3。

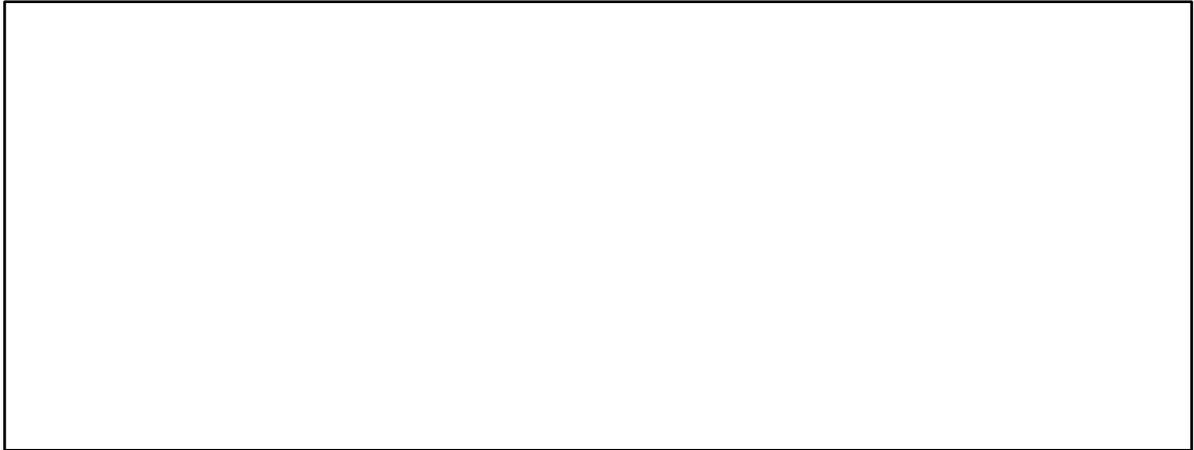


图 11-3 通风口及电缆口 X 射线散射路径示意图

本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置工件门及维修门与四周屏蔽体搭接均不小于 30mm，工件门及维修门与屏蔽体之间的缝隙宽度均小于 1mm，工件门、维修门与屏蔽体重叠部分不小于工件门、维修门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断工件门及维修门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

1.2.6 CT 实验室周围剂量率叠加分析

由于本项目 CT 实验室共设 1#~2#两个调试工位，两个调试工位可能同时进行射线装置调试，因此需考虑同时调试时的叠加辐射剂量率影响。根据表 11-1 至表 11-6 计算结果，本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置中辐射影响最大为 HMX-TS240 型 X 射线实时成像装置，四周及顶部外最大剂量率为 0.855 μ Sv/h，故 2#调试工位叠加计算时装置四周外辐射剂量率保守均取 HMX-TS240 型装置各侧屏蔽体外 30cm 处最大剂量率值；根据现有核技术利用项目验收检测报告（见附件 9），公司已许可的工业 CT 检测设备屏蔽体外 30cm 处最大剂量率值为 0.458 μ Sv/h，故 1#调试工位叠加计算时装置四周外辐射剂量率保守均取 0.458 μ Sv/h。根据剂量率与距离的平方呈反比公式：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (11-6)$$

式中： H_1 —距射线源点 R_1 处的剂量率， μ Sv/h；

H_2 —距射线源 R_2 处的剂量率， μ Sv/h；

R_1 —装置屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R_2 —叠加计算点位距射线源的距离，m。

CT 实验室周围叠加计算点位见图 11-3。叠加辐射剂量率计算结果见表 11-7。

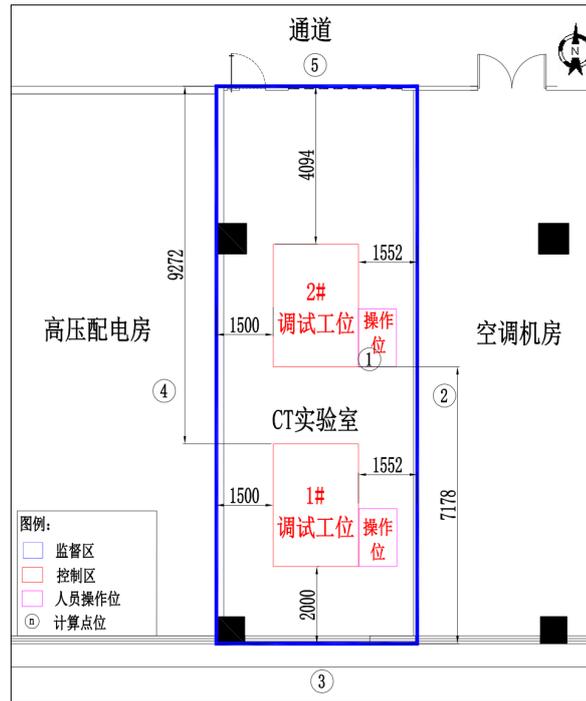


图 11-3 本项目 CT 实验室周围叠加辐射剂量率估算点位示意图

表 11-7 各参考点处叠加剂量率预测表

预测点位	H_1 ($\mu\text{Sv/h}$)	R_1 (m)	$R_2^{\#}$ (m)	H_2 ($\mu\text{Sv/h}$)
① (2#调试工位操作位)	1#调试工位装置北侧	0.458	/	1.313
	2#调试工位装置东侧	0.855	/	
② (CT 实验室东侧)	1#调试工位装置东侧	0.458	0.5	0.145
	2#调试工位装置东侧	0.855	0.914	
③ (CT 实验室南侧)	1#调试工位装置南侧	0.458	0.5	0.028
	2#调试工位装置南侧	0.394	1.346	
④ (CT 实验室西侧)	1#调试工位装置西侧	0.458	0.5	0.119
	2#调试工位装置西侧	0.419	1.306	
⑤ (CT 实验室北侧)	1#调试工位装置北侧	0.458	0.5	0.050
	2#调试工位装置北侧	0.350	2.432	
⑥ (楼上 2 层原材料区)	1#调试工位装置顶部	0.458	0.5	0.097
	2#调试工位装置顶部	0.684	1.022	

#: 装置顶部距二层地面约 2m, 1#调试工位内装置 X 射线管靶点距屏蔽体外 30cm 处距离保守取 0.5m

根据表 11-7 的预测结果可知, 本项目 CT 实验室内 2#调试工位操作位叠加剂量率最大值约为 $1.313\mu\text{Sv/h}$, CT 实验室外叠加剂量率最大约为 $0.145\mu\text{Sv/h}$ 。

2 年有效剂量估算

2.1 辐射工作人员年有效剂量估算

一般情况下, 本项目辐射工作人员调试时主要位于 2#调试工位操作位, 本项目每

种型号 X 射线实时成像装置年生产、使用、销售约 10 台，7 种型号合计 70 台，每台厂区内开机调试曝光时间约 2 小时，客户厂区内开机调试曝光时间约 1 小时，客户厂区内检维修约 1 小时。客户厂区关注点辐射剂量率保守取装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率最大值（0.855 μ Sv/h）。

本项目辐射工作人员年调试、维修 X 射线实时成像装置台数不超过 70 台，1 周最多调试、维修 2 台设备。则本项目每名辐射工作人员周调试曝光时间不超过 8 小时（公司厂区内调试 4 小时，客户厂区内调试 2 小时，维修 2 小时），年调试曝光时间不超过 280 小时（公司厂区内调试 140 小时，客户厂区内调试 70 小时，维修 70 小时）。将相关参数带入公式（11-5）计算得到辐射工作人员年有效剂量值见表 11-8。

表 11-8 辐射工作人员年受照有效剂量结果评价

关注点		使用因子 U	居留因子 T	剂量率值* (μ Sv/h)	周工作时间(h)	年工作时间(h)	周剂量估算值 (μ Sv/周)		年剂量估算值 (mSv/a)	
							-	合计	-	合计
X 射线实时成像装置调试人员操作位	公司厂区内调试	1	1	1.313	4	140	5.252	8.672	0.184	0.304
	客户厂区内调试	1	1	0.855	2	70	1.71		0.060	
	客户厂区内维修	1	1	0.855	2	70	1.710		0.060	

*：为简化计算，70 台 X 射线实时成像装置保守均按 HMX-TS240 型号进行考虑，公司厂区内调试时所受剂量率值考虑 1#调试工位调试射线装置的叠加影响

从表 11-8 中预测结果可知，本项目辐射工作人员周有效剂量最大约为 8.672 μ Sv，年有效剂量最大约为 0.304mSv，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中职业人员的要求：职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，年有效剂量不超过 5mSv。

2.2 公众人员年有效剂量估算

(1) CT 实验室周围公众人员年有效剂量估算

本项目 X 射线实时成像装置在进行调试时，CT 实验室内禁止公众进入，公众周最大受照时间为 4 小时，年受照时间为 140 小时（取 2#调试工位年调试 70 台设备，每台设备厂区内开机调试曝光时间约 2 小时）。将相关参数带入公式（11-5）计算得到公众年有效剂量值见表 11-9。

表 11-9 CT 实验室周围公众人员年受照有效剂量结果评价

关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值# ($\mu\text{Sv/h}$)	周工作 时间(h)	年工作 时间(h)	周剂量估算 值($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算 值(mSv/a)
CT 实验室东 侧	1	1/8 (空调机房)	0.145	4	140	0.073	0.003
CT 实验室南 侧	1	1/8 (厂内道路)	0.028	4	140	0.014	<0.001
CT 实验室西 侧	1	1/8 (高压配电房)	0.119	4	140	0.060	0.002
CT 实验室北 侧	1	1/8 (通道)	0.050	4	140	0.025	0.001
CT 实验室楼 上二层	1	1/4 (原材料区)	0.097	4	140	0.097	0.003

#：本项目射线装置在公司厂区内调试时周围公众所受剂量率值考虑 1#调试工位调试射线装置的叠加影响

从表 11-9 中预测结果可知，本项目 CT 实验室建址周围及楼上二层公众周有效剂量最大约为 $0.097\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大约为 0.003mSv ，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中公众人员的要求：公众周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量不超过 0.1mSv 。

本项目 CT 实验室建址周围其他公众距调试区相对较远，经距离的进一步衰减后，其有效剂量将更低，可推断 CT 实验室建址周围评价范围内公众年有效剂量能够满足公众年剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

（2）客户厂区调试场所周围公众人员年有效剂量估算

当本项目 X 射线实时成像装置在客户厂区许可场所内安装调试时，每台设备最大开机调试曝光时间约为 1 小时，设备四周最大辐射剂量率约为 $0.855\mu\text{Sv/h}$ ，设备调试期间禁止无关人员靠近，客户厂区周围公众居留因子保守取 1，则客户厂区调试场所周围公众人员所受年有效剂量约为 0.001mSv ，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中公众人员的要求：年有效剂量不超过 0.1mSv 。

3 销售过程环境影响评价

本项目销售过程中射线装置不会通电，不构成辐射源，销售过程也不会产生废气、废液以及固体废物等，对环境无影响。但是本项目在销售过程中，需严格按照国家有关规定做好以下安全管理工作：对客户的辐射安全许可资质进行审核确认，凭客户单位的辐射安全许可资质文件出售射线装置。认真执行销售台账登记制度，记载销售设备的时间、合同号、名称、型号、类别、销售数量、使用单位名称、记录人等事项。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目 X 射线实时成像装置只有在开机出束时才产生 X 射线，因此，本项目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，X 射线实时成像装置调试时工件门及维修门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

(2) 机器调试、检修时误照。X 射线实时成像装置在调试过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到误照射。

(3) 由于门机联锁失效，X 射线实时成像装置在调试时，人员误开工件门及维修门，导致受到额外的照射。

2 辐射事故预防措施

海目星激光智能装备（江苏）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) 企业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。在进行射线装置调试前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障的情况下开机调试。

(3) 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。本项目拟生产、使用、销售的射线装置包括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。通常情况下属于一般辐射事故。

在发生事故后：

(1) 辐射工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，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，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

本项目拟生产、使用、销售的射线装置为II类装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，生产、使用、销售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。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。

海目星激光智能装备（江苏）有限公司已成立辐射安全防护管理小组，负责辐射安全与防护管理工作，名单如下：

负责人：王浩

核辐射防护负责人：郑永明

成员：何威

辐射安全防护管理小组明确各自的岗位职责，层层分解辐射安全责任，把辐射安全责任落实到每个辐射工作岗位。

辐射安全防护管理小组，全面负责公司辐射安全管理工作。并组织对核技术项目的辐射安全管理，全面负责核技术项目的防护、使用、辐射事故的应急处理，当前辐射安全管理相对有序，公司应在实践中不断提高辐射安全意识和安全管理水平。

公司现有 2 名辐射工作人员（包含 1 名辐射防护负责人），均通过生态环境部培训平台上的线上考核（见附件 8）。公司拟为本项目新增 2 名辐射工作人员，新增辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核。辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

辐射安全管理规章制度

公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度，包括《射线装置安全操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作人员培训制度》《辐射防护和安全保卫制度》《射线装置检修维护制度》《监测方案》《射线装置使用登记及台账管理制度》等，并严格按照规章制度执行。

公司针对已有核技术利用项目已制定了《辐射安全事故应急制度》，制度中明确了应急指挥机构、人员组成及分工、应急部门及人员职责、应急器材，发生辐射事故时的报告、应急处置方式等，公司制定的事故应急预案较全面，并具有可行性，公司

开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。

在实际工作中公司还应针对本项目对其进行补充和完善，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完善要点提出如下建议：

操作规程：明确调试人员的资质条件要求、操作的具体流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确调试的流程及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

岗位职责：明确管理人员、调试人员、维修人员的岗位责任，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：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置调试和维修时的辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确 X 射线实时成像装置的各项安全联锁装置、辐射监测设备维修计划、在日常调试过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪等仪器必须保持良好工作状态。

人员培训计划：完善人员培训计划，明确培训对象、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：完善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：建立健全的台账制度，并在日常工作中落实到位，对公司生产、调试和出售的射线装置型号、规格、数量、去向及日期等均需记录在台账上，做到有据可查。

事故应急预案：针对 X 射线实时成像装置调试过程中可能产生的辐射事故制定辐射事故应急预案或应急措施，该预案或措施中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，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时，还应同时报告当地卫生健康部门。

辐射监测

公司拟生产、使用、销售的射线装置为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》，本项目须配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置调试时，对射线装置周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司现有 1 台 FLUKE 451P 型环境辐射剂量巡测仪及 4 台 SPD-300 型个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

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，并每三个月送南京科安环境检测技术服务有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2023 年~2024 年辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 8），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；公司已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

公司现有核技术利用项目已委托南京科安环境检测技术服务有限公司开展验收检测（验收检测报告见附件 9），根据检测结果可知，公司射线装置外的周围剂量当量率能满足相关标准的要求。

公司已于每年 1 月 31 日前上报上一年度辐射安全年度评估报告。

本项目运行后，公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在进行调试作业时，公司拟定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。同时公司拟定期（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，并建立职业健康档案。公司还拟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。

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
X 射线实时成像装置	周围剂量当量率	竣工验收监测	1 次	①四周屏蔽体及观察窗外 30cm 处；
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	②防护门外 30cm 处及门缝隙处；
		定期自行开展辐射监测	1 次/周	③操作位处； ④通风口、电缆口外； ⑤CT 实验室周围。

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，海目星激光智能装备（江苏）有限公司已针对核技术利用项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容应包括：

- (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。

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，明确建立了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。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事事故应急方案，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

海目星激光智能装备（江苏）有限公司厂区位于常州市金坛区金坛大道 66 号。公司厂区东侧为月湖路，南侧为金武快速路，西侧为常州嘉霖灯饰有限公司，北侧为珠山路。

本项目 CT 实验室建于公司研发车间 4 一层南部，研发车间 4 共 8 层，其中 1、3、4、5 层为实验室，2 层为全自动化 CNC 机台加工中心，6、7 层空置，8 层为办公区。CT 实验室建址东侧为空调机房及试制一区，南侧为厂内道路及金武快速路，西侧为高压配电房、楼梯电梯间及厂内道路，北侧为通道、试制五区、实验室 1~3、仓库、卫生间、厂内道路及生产车间 6，正上方为 2 层原材料区，正下方无建筑。

本项目 CT 实验室建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及 CT 实验室建址周围评价范围内公众。

1.2 项目分区及布局

公司拟将 CT 实验室 1#~2#调试工位设置为控制区，在各装置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；将装置所在的 CT 实验室设置为监督区，入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，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《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定，企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理。

1.3 辐射安全措施

本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置自屏蔽铅房东侧均拟设置操作面板，操作面板处拟设置 1 个紧急停机按钮；1-2 号 X 射线实时成像装置操作面板处拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，3-7 号 X 射线实时成像装置铅房顶部拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，并拟与 X 射线管联锁；“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；7 种型号装置自屏蔽铅房工件门及维修门均拟设置门机联锁装置；7 种型号装置自屏蔽铅房表面明显位置拟设置“当心电离辐射”

的电离辐射警告标志及警示说明；7种型号装置自屏蔽铅房内拟设置1个视频监控；自屏蔽铅房操作面板处拟设置固定式辐射剂量报警仪。

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。

1.4 辐射安全管理

公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责，同时拟在项目运行前完善各项辐射安全管理制度。公司现有2名辐射工作人员（包含1名辐射防护负责人），均通过生态环境部培训平台上的线上考核。公司拟为本项目新增2名辐射工作人员，新增辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核。公司拟对本项目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。

公司现有1台环境辐射剂量巡测仪及4台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

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

根据理论预测结果，本项目7种型号X射线实时成像装置铅房各侧屏蔽体外30cm处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）的剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

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 $100\mu\text{Sv}$ ，公众周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ ；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

本项目无放射性三废产生。

本项目X射线实时成像装置在进行调试工作时，会使装置内部的空气电离产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。少量臭氧和氮氧化物可通过通风口排出到铅房外，最终通过CT实验室排风系统排入外环境。臭氧常温下约50min可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，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，海目星激光智能装备（江苏）有限公司生产、使用、销售 X 射线实时成像装置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 and 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) 取得环评批复后企业应及时申领辐射安全许可证，并按照《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

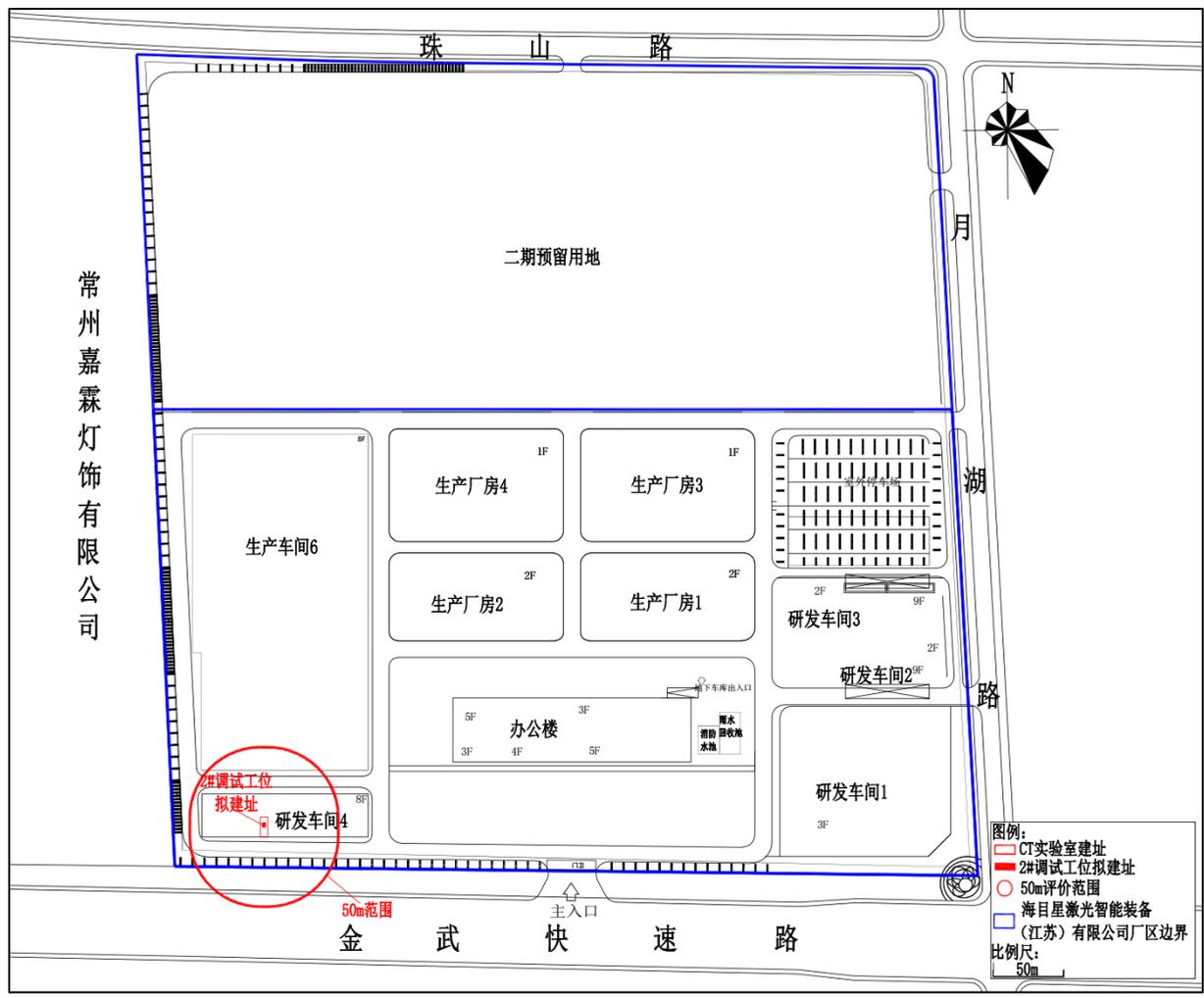
项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
辐射安全和防护措施	<p>辐射防护设计：</p> <p>(1) HMX-TS240 型/HMX-TS225 型 铅房外尺寸均为 3.178m(长)×1.620m(宽)×2.799m(高)，底座高 0.12m；铅房东侧、西侧、南侧、顶部、底部屏蔽体、工件门及维修门均拟采用 10mmPb+4mmFe；北侧屏蔽体拟采用 15mmPb+4mmFe；观察窗拟采用 10mm 铅当量铅玻璃；铅房南侧拟设电缆口，采用 10mmPb+4mmFe 铅防护罩进行防护；铅房南侧拟设通风口，采用 10mmPb+4mmFe 铅防护罩进行防护；北侧拟设通风口，采用 15mmPb+4mmFe 铅防护罩进行防护；</p> <p>(2)HMX-TS180 型/HMX-TS150 型/HMX-TS130 型/HMX-TS100 型/HMX-TS090 型 铅房外尺寸均为 2.660m(长)×2.153m(宽)×2.249m(高)，底座高 0.163m；铅房四周、顶部、底部屏蔽体均拟采用 10mmPb+6mmFe；工件门及维修门拟采用 10mmPb+4mmFe；观察窗拟采用 10mm 铅当量铅玻璃；铅房底部拟设电缆口，采用 10mmPb+4mmFe 铅防护罩进行防护；铅房顶部拟设 2 个通风口，采用 10mmPb+4mmFe 铅防护罩进行防护</p> <p>辐射安全措施： 本项目 7 种型号 X 射线实时成像装置自屏蔽铅房东侧均拟设置操作面板，操作面板处拟设置 1 个紧急停机按钮；1-2 号 X 射线实时成像装置操作面板处拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，3-7 号 X 射线实时成像装置铅房顶部拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，并拟与 X 射线管联锁；“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；7 种型号装置自屏蔽铅房工件门及维修门均拟设置门机联锁装</p>	铅房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)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求	120

	置; 7 种型号装置自屏蔽铅房表面明显位置拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明; 7 种型号装置自屏蔽铅房内拟设置 1 个视频监控; 自屏蔽铅房操作面板处拟设置固定式辐射剂量报警仪		
人员 配备	<p>公司现有 2 名辐射工作人员 (包含 1 名辐射防护负责人), 均通过生态环境部培训平台上的线上考核。公司拟为本项目新增 2 名辐射工作人员, 新增辐射工作人员均应在上岗前参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核, 通过考核后方可上岗</p> <p>拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测, 送检周期为 3 个月, 并建立辐射工作人员个人剂量监测档案</p> <p>拟定期组织辐射工作人员进行职业健康体检, 体检周期为 2 年, 并建立职业健康监护档案</p>	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
监测 仪器 和 防护 用品	已配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 4 台个人剂量报警仪	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	/
辐射安 全管理 制度	公司已根据相关标准要求, 制定了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。	/

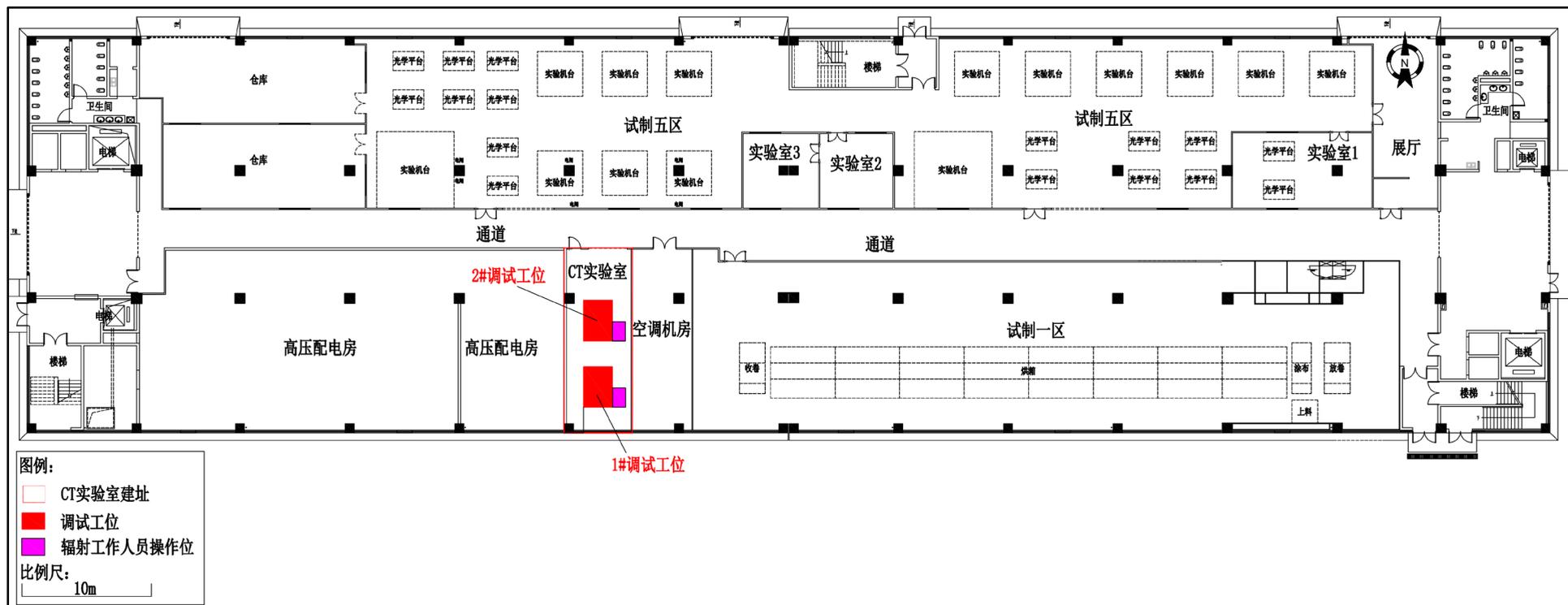
以上措施必须在项目运行前落实。



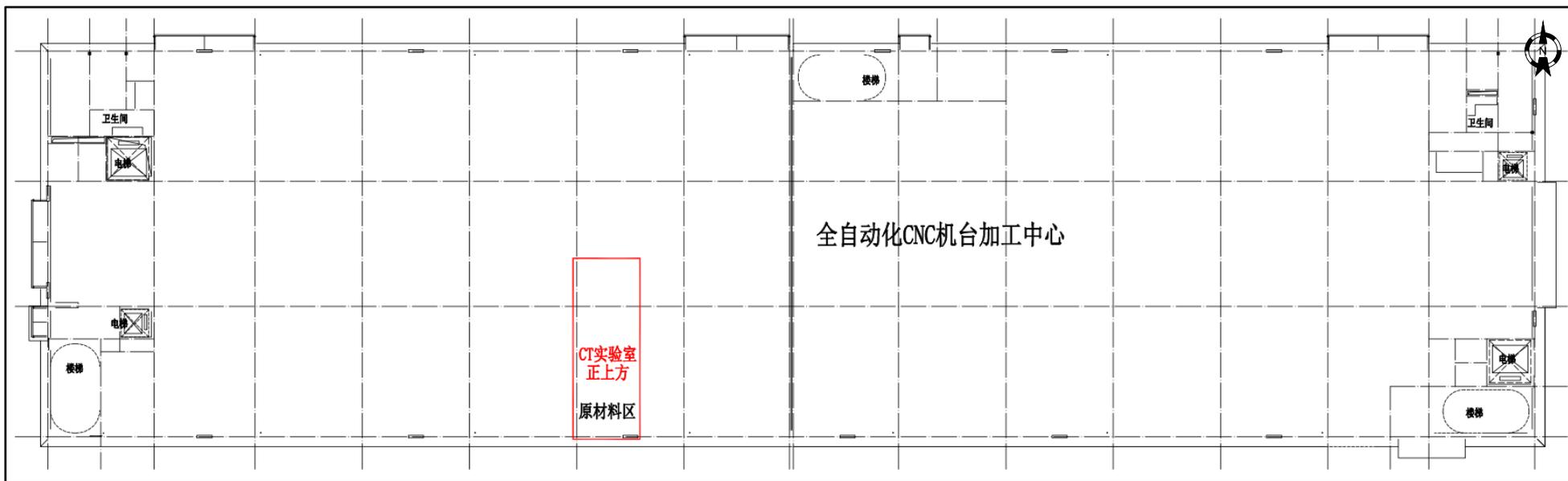
附图 1 海目星激光智能装备（江苏）有限公司厂区地理位置图



附图2 海目星激光智能装备（江苏）有限公司平面布局及周围环境图



附图 3 海目星激光智能装备（江苏）有限公司研发车间 4 一层平面布局图



附图4 海目星激光智能装备（江苏）有限公司研发车间二层平面布局图