

核技术利用建设项目
生产、销售、使用工业用 X 射线计算机
断层扫描（CT）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（公章）

2023 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
生产、销售、使用工业用 X 射线计算机
断层扫描（CT）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（签字或盖章）： _____

通讯地址： 常州市金坛区金坛大道 66 号

邮政编码 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 | 11 |
| 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 | 29 |
| 表 11 环境影响分析 | 34 |
| 表 12 辐射安全管理 | 44 |
| 表 13 结论与建议 | 48 |
| 表 14 审批 | 52 |
| 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 | 53 |

附图：

- 1) 附图 1 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目地理位置图
- 2) 附图 2 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目周围环境示意图（1）
海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目周围环境示意图（2）
- 3) 附图 3 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目所在厂房一层平面布置图
- 4) 附图 4 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目所在厂房二层平面布置图
- 5) 附图 5 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置防护设计图
- 6) 附图 6 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图
- 7) 附图 7 本项目工程师踏勘现场照片

附件：

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 射线装置承诺书
- 3) 附件 3 建设单位营业执照
- 4) 附件 4 国有建设用地使用权出让合同
- 5) 附件 5 本项目辐射环境现状监测报告及检测单位资质认证证书

表 1 项目基本情况

| | | | | | |
|--|--------------|--|---|-----------------------|------|
| 建设项目名称 | | 生产、销售、使用工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）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 | 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 | | | |
| 建设项目地点 | | 常州市金坛区金坛大道 66 号 | | | |
| 立项审批部门 | | / | | 批准文号 | / |
| 建设项目总投资 (万元) | 5000 | 项目环保投资 (万元) | 600 | 投资比例（环保 投资/总投资） | 12% |
| 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 ） | 55.1 |
| 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>项目概述：</p> <p>1. 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来及原有核技术利用项目许可情况</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，位于常州市金坛区金坛大道 66 号，社会统一信用代码为 91320413MA1PB93K9T。公司从事激光智能设备、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；</p> | | | | | |

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。

根据公司发展需求，海目星激光智能装备（江苏）有限公司计划在公司研发车间 4 中部南侧新建 CT 实验室，并在 CT 实验室中部设置 1 个调试工位（见附图 3），在 CT 实验室内调试工位上进行工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置零部件组装，组装完成后对生产的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置进行调试，调试完毕后对外销售，公司计划年生产、销售、使用 200 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置。公司生产的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置型号分 4 种，分别为 HMX-CT-C101（最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 90W）、HMX-CT-C102（最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 75W）、HMX-CT-C103（最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA，最大管功率 39W）、HMX-CT-C104（最大管电压 90kV，最大管电流 0.2mA，最大管功率 8W）。海目星激光智能装备（江苏）有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员。

在此之前，海目星激光智能装备（江苏）有限公司从未开展过核技术利用项目，本项目为海目星激光智能装备（江苏）有限公司首次开展核技术利用项目。海目星激光智能装备（江苏）有限公司核技术利用项目详见下表：

表 1-1 建设单位核技术利用项目表

| 序号 | 射线装置名称及型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 类别 | 工作场所名称 | 活动种类 | 环评情况及审批时间 | 许可情况 | 年产量 (台) |
|----|-------------------------------------|------------|------------|----|--------|----------|-----------|------|---------|
| 1 | 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 HMX-CT-C101 | 180 | 0.5 | II | CT 实验室 | 生产、销售、使用 | 本次环评 | 未许可 | 50 |
| 2 | 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 HMX-CT-C102 | 150 | 0.5 | II | CT 实验室 | 生产、销售、使用 | 本次环评 | 未许可 | 50 |
| 3 | 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 HMX-CT-C103 | 130 | 0.3 | II | CT 实验室 | 生产、销售、使用 | 本次环评 | 未许可 | 50 |
| 4 | 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 HMX-CT-C104 | 90 | 0.2 | II | CT 实验室 | 生产、销售、使用 | 本次环评 | 未许可 | 50 |

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》和《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，本项目应编制环境影响报告表。受海目星激光智能装备（江苏）有限公司委托，江苏睿源环境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、评价分析，编制该项目环境影响报告表。建设单位委托书见附件 1，射线装置承诺书见附件 2。

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，南侧依次为厂区道路、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实验室拟建于公司研发车间4一楼中部南侧。研发车间4为一栋8层建筑，1、3、4、5层为实验室，仓库；2层为全自动化CNC机台加工中心；6、7层暂未规划；8层为规划办公区。研发车间4东侧为厂区道路，隔厂区道路为办公楼；南侧、西侧为厂区道路；北侧为厂区道路，隔厂区道路为生产厂房5。CT实验室东侧为空调机房、试制一区；南侧为厂区道路；西侧为高压配电房、生活泵房、楼梯间、合用前室及电梯间、入口大厅；北侧为车间过道、试制五区；楼上为二楼生产区，地面下无建筑。本项目地理位置图见附图1，本项目周围环境示意图见附图2，本项目所在厂房一层平面布置图见附图3。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域。

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。

本项目的建设符合江苏省和常州市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

CT实验室拟建址50m范围涉及建筑包括建设单位研发车间4、生产厂房5，另涉及厂区道路、金武快速路。本项目周围环境保护目标主要为从事工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置操作的辐射工作人员及周围公众。

3. 实践正当性

海目星激光智能装备（江苏）有限公司因生产需求，拟新建一间 CT 实验室，在该

房间生产、调试工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从经济角度而言，可以提升产品的竞争力，增加公司利益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置调试期间，工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

4. 与产业政策的相符性

本项目生产工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置，根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021修正本），本项目属于鼓励类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。

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) | 年最大操作量 (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 | 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 | II | 50 台/年 | HMX-CT-C101 | 180 | 0.5 | 生产、销售、使用 | CT 实验室 | 射线管功率 90W |
| 2 | 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 | II | 50 台/年 | HMX-CT-C102 | 150 | 0.5 | 生产、销售、使用 | CT 实验室 | 射线管功率 75W |
| 3 | 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 | II | 50 台/年 | HMX-CT-C103 | 130 | 0.3 | 生产、销售、使用 | CT 实验室 | 射线管功率 39W |
| 4 | 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 | II | 50 台/年 | HMX-CT-C104 | 90 | 0.2 | 生产、销售、使用 | CT 实验室 | 射线管功率 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 | 由装置内排风系统直接排入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。 |
| 生活垃圾 | 固态 | / | / | 20.8kg | 250kg | / | 不暂存 | 由公司统一收集后，交给环卫部门清运 |
| 生活污水 | 液态 | / | / | 1.67m ³ | 20m ³ | / | 不暂存 | 进入厂区污水管道，最终进入厂区污水处理站处理 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |

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.含有放射性的废弃物要注明，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 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行； 9) 《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行； 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》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行； 11) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号，自2019年11月1日起施行）； 12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2019年部令第9号，自2019年11月1日起施行；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，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行； 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》，中华 |
|------|--|

| | |
|--------------------|--|
| | <p>人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；</p> <p>14) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行；</p> <p>15) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行；</p> <p>16) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行；</p> <p>17) 《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》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21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）</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) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>6) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）</p> <p>7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p> |
| <p>其他</p> | <p>附图：</p> <p>1) 附图 1 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目地理位置图</p> <p>2) 附图 2 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目周围环境示意图（1） 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目周围环境示意图（2）</p> <p>3) 附图 3 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目所在厂房一层平面布置图</p> <p>4) 附图 4 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目所在厂房二层平面布置图</p> <p>5) 附图 5 海目星激光智能装备（江苏）有限公司本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置防护设计图</p> <p>6) 附图 6 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图</p> |

7) 附图 7 本项目工程师踏勘现场照片

附件：

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 射线装置承诺书
- 3) 附件 3 建设单位营业执照
- 4) 附件 4 国有建设用地使用权出让合同
- 5) 附件 5 本项目辐射环境现状监测报告及检测单位资质认证证书

表 7 保护目标与评价标准

| 评价范围 | | | | | | | |
|--|-----------|-------------------|--|---------|----------------|--------|---------------|
| <p>本项目为生产、销售、使用工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置项目，拟生产、销售、使用的工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置属II类射线装置。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实验室边界外50m区域。本项目50m评价范围见附图2。</p> | | | | | | | |
| 保护目标 | | | | | | | |
| <p>本项目工业CT实验室拟建址周围50m范围内环境保护目标为：</p> <p>1、从事本项目调试操作的辐射工作人员。</p> <p>2、CT实验室周围公众。</p> <p>核对《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号）以及《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号）后可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域的优先保护单元（见附图6）。</p> | | | | | | | |
| 表7-1 本项目环境保护目标 | | | | | | | |
| 序号 | 保护目标名称 | 所在位置 | | 方位 | 距装置最近距离 | 人员数量 | |
| 1 | 本项目辐射工作人员 | CT 实验室 | | CT 实验室内 | 0.3m | 2 人 | |
| 2 | 周围公众 | 海目星激光智能装备（江苏）有限公司 | | 研发车间 4 | CT 实验室楼上 | 约 3.5m | 约 20 人 |
| 3 | | | | 研发车间 4 | CT 实验室东侧、西侧、北侧 | 约 1m | 约 50 人 |
| 4 | | | | 生产厂房 5 | CT 实验室北侧 | 约 33m | 约 50 人 |
| 5 | | | | 厂区道路 | CT 实验室南侧 | 约 5m | 流动人员（100 人/天） |
| 6 | | | | 厂区道路 | CT 实验室西侧 | 约 40m | 流动人员（100 人/天） |
| 7 | | | | 厂区道路 | CT 实验室北侧 | 约 20m | 流动人员（100 人/天） |
| 8 | | | | 金武快速路 | CT 实验室南侧 | 约 25m | 流动人员（300 人/天） |

评价标准

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

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），20 mSv； ②任何一年中的有效剂量，50 mSv。 |
| 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，1 mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。 |

4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。

2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/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 μ Sv/h。

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

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

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- 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。

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。

2) 《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 500 kV 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半值层厚度（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。

参考资料

1) 《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 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

| 项目 | 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 |

现状评价时，参考“均值 $\pm 3s$ ”数值：原野为（50.4 ± 21.0 ）nGy/h；道路为（47.1 ± 36.9 ）nGy/h；室内为（89.2 ± 42 ）nGy/h。

2) 《辐射防护导论》，方杰主编。

项目管理目标

1) 本项目装置周围剂量当量率参考控制水平：

CT装置表面外（含顶部）30cm周围剂量当量率不超过2.5 μ Sv/h。

综合考虑《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》（GBZ 117-2022）评价标准，确定本项目的管理目标职业人员按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值1/4取值，公众按照1/10取值。

2) 本项目辐射工作人员和公众的剂量约束值：

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**。

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**。

表 8 环境质量和辐射现状

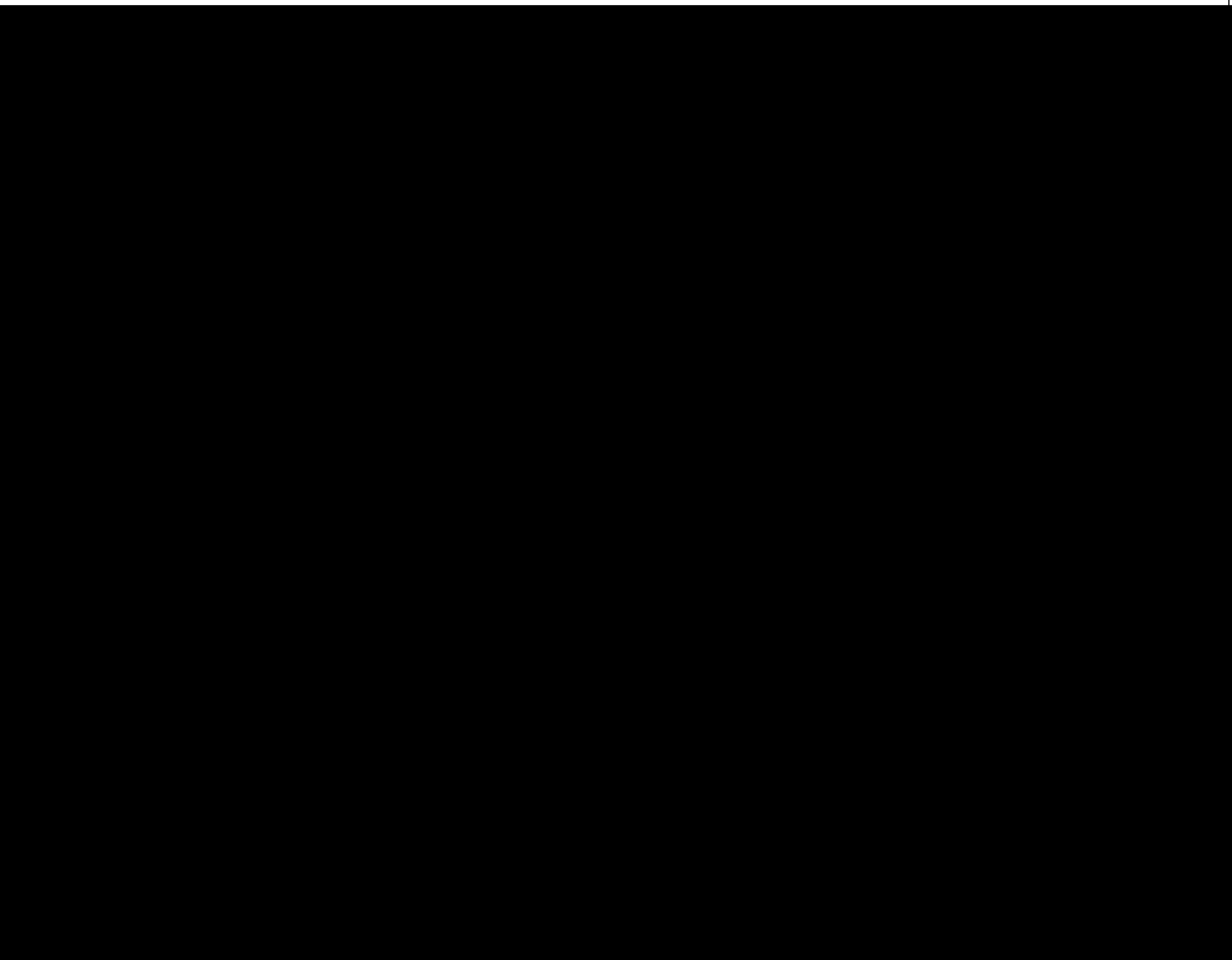
环境质量和辐射现状

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，南侧依次为厂区道路、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实验室拟建于公司研发车间4一楼中部南侧。研发车间4为一栋8层建筑，1、3、4、5层为实验室，仓库；2层为全自动化CNC机台加工中心；6、7层暂未规划；8层为规划办公区。研发车间4东侧为厂区道路，隔厂区道路为办公楼；南侧、西侧为厂区道路；北侧为厂区道路，隔厂区道路为生产厂房5。CT实验室东侧为空调机房、试制一区；南侧为厂区道路；西侧为高压配电房、生活泵房、楼梯间、合用前室及电梯间、入口大厅；北侧为车间过道、试制五区；楼上为二楼生产区，地面下无建筑。本项目地理位置图见附图1，本项目周围环境示意图见附图2，本项目所在厂房一层平面布置图见附图3。

本项目拟建址周围环境照片见图8-1。



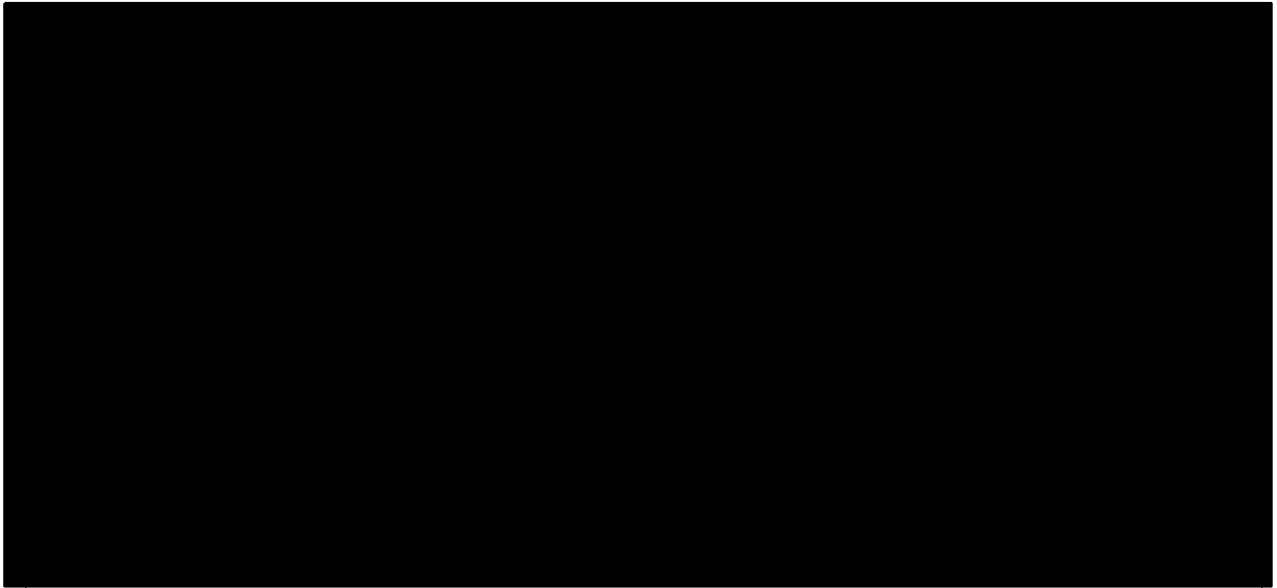


图 8-1 本项目拟建址周围现状

2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目 CT 实验室拟建址及周围辐射环境。
- 监测因子：本项目 CT 实验室拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率。
- 监测点位：在 CT 实验室拟建址及周围保护目标处布置监测点位，共计 14 个监测点位。

3. 监测方案、质量保证措施

- 监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在 CT 实验室拟建址及周围保护目标处布设监测点位，测量 CT 实验室拟建址及周围保护目标处环境 γ 辐射剂量率。
- 质量保证措施：检测单位已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和检测能力；检测单位制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；检测单位所用监测仪器均经过计量部门检定并在检定有效期内，使用前后进行校准或检查，定期参加权威部门组织的仪器比对活动；实施全过程质量控制，全程实验数据及监测记录等均进行存档；检测人员持证上岗规范操作；检测报告实行三级审核。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

监测仪器：X- γ 辐射监测仪 BG9512P（仪器编号：RY-J001）

仪器测量范围：10nGy/h~200 μ Gy/h

仪器能量响应范围：外置探头：25keV~3MeV

校准有效期：2022.6.6—2023.6.5

监测日期：2023 年 4 月 12 日

环境条件：天气：晴 温度：22℃ 湿度：43%

评价方法：参考表 7-3 江苏省天然 γ 辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目 CT 实验室拟建址周围环境 γ 辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 5），监测布点示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目 CT 实验室拟建址周围环境 γ 辐射剂量率

| 序号 | 检测点位 | 检测结果（nGy/h） | 备注 |
|----|------------------|-------------|----|
| 1 | CT 实验室拟建址中部 | 64 | 室内 |
| 2 | CT 实验室拟建址东侧 | 64 | 室内 |
| 3 | CT 实验室拟建址南侧 | 77 | 道路 |
| 4 | CT 实验室拟建址西侧 | 66 | 室内 |
| 5 | CT 实验室拟建址北侧 | 68 | 室内 |
| 6 | CT 实验室拟建址顶部 | 64 | 室内 |
| 7 | CT 实验室拟建址北侧试制五区 | 61 | 室内 |
| 8 | CT 实验室拟建址东侧试制一区 | 63 | 室内 |
| 9 | CT 实验室拟建址西侧高压配电房 | 64 | 室内 |
| 10 | CT 实验室拟建址南侧厂区道路 | 75 | 道路 |
| 11 | CT 实验室拟建址西侧厂区道路 | 78 | 道路 |
| 12 | CT 实验室拟建址北侧厂区道路 | 76 | 道路 |
| 13 | 生产厂房 5 南侧 | 78 | 道路 |
| 14 | 金武快速路 | 78 | 道路 |

注：监测结果已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为13nGy/h）。

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目 CT 实验室拟建址及周围 X- γ 辐射剂量率范围为（61~68）nGy/h（室内）、（75~78）nGy/h（道路），室内、道路环境辐射剂量率均处于江苏省天然 γ 辐射水平涨落范围。

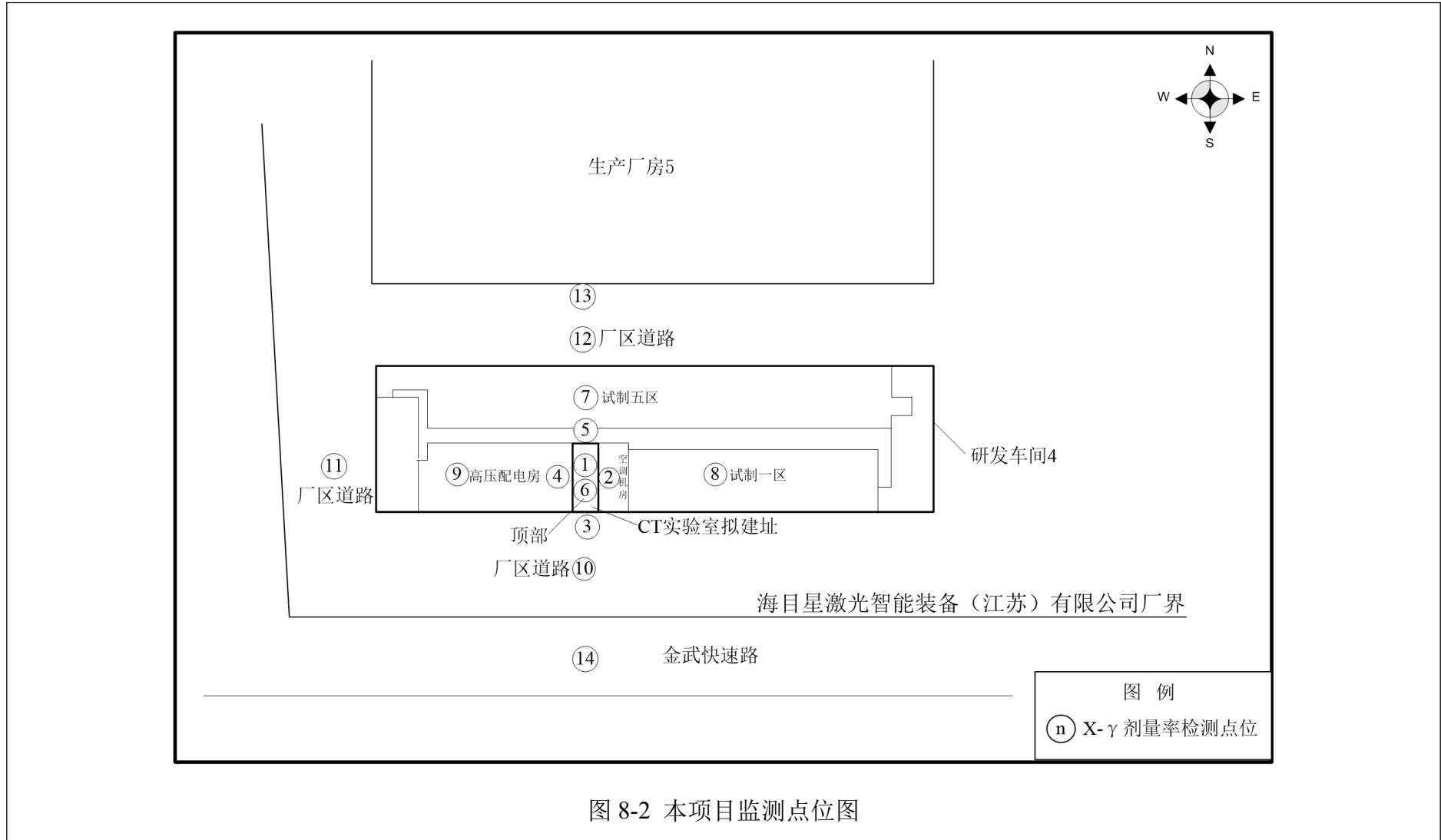


表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备

1.1 系统组成

海目星激光智能装备（江苏）有限公司计划在公司研发车间 4 中部南侧的 CT 实验室生产、调试工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置。公司生产的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置型号分 4 种，分别为 HMX-CT-C101（最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 90W）、HMX-CT-C102（最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 75W）、HMX-CT-C103（最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA，最大管功率 39W）、HMX-CT-C104（最大管电压 90kV，最大管电流 0.2mA，最大管功率 8W）。本项目生产的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置用于客户锂电池质量检测。

本项目生产的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置系统由射线产生系统（X 射线源模块）、控制系统（控制器、控制卡及 IO 控制）、辐射安全系统（摄像头、铅房内外急停按钮、三色灯等）及其他辅助系统（平板探测器、机器人等）组成，系统组成见图 9-1。

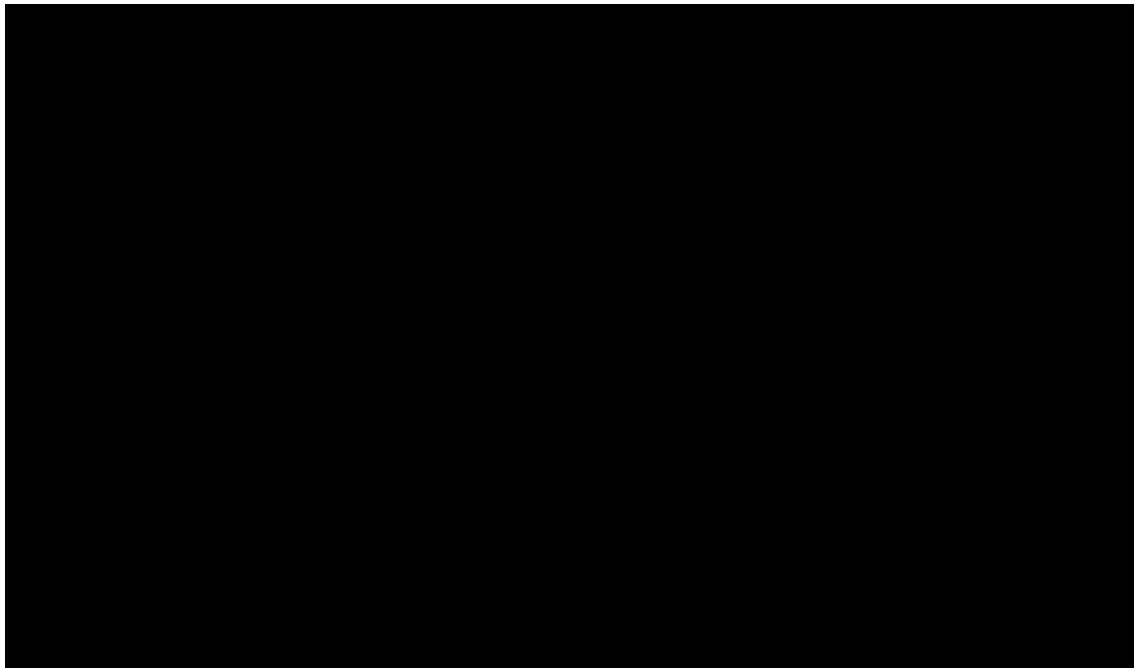


图 9-1 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置系统组成示意图

1.2 设备组成

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置设备由屏蔽体铅房、CT 扫描模组（包括：X 射线机、探测器、滑环、电机）、机器人、夹爪、移载、控制柜、控制面板、成像分析系统等组成。装置参数设定后，由机器人实现电池自动化送料检测，电池检测过程中无需人工操作，装置设备组成结构如图 9-1、9-2 所示。

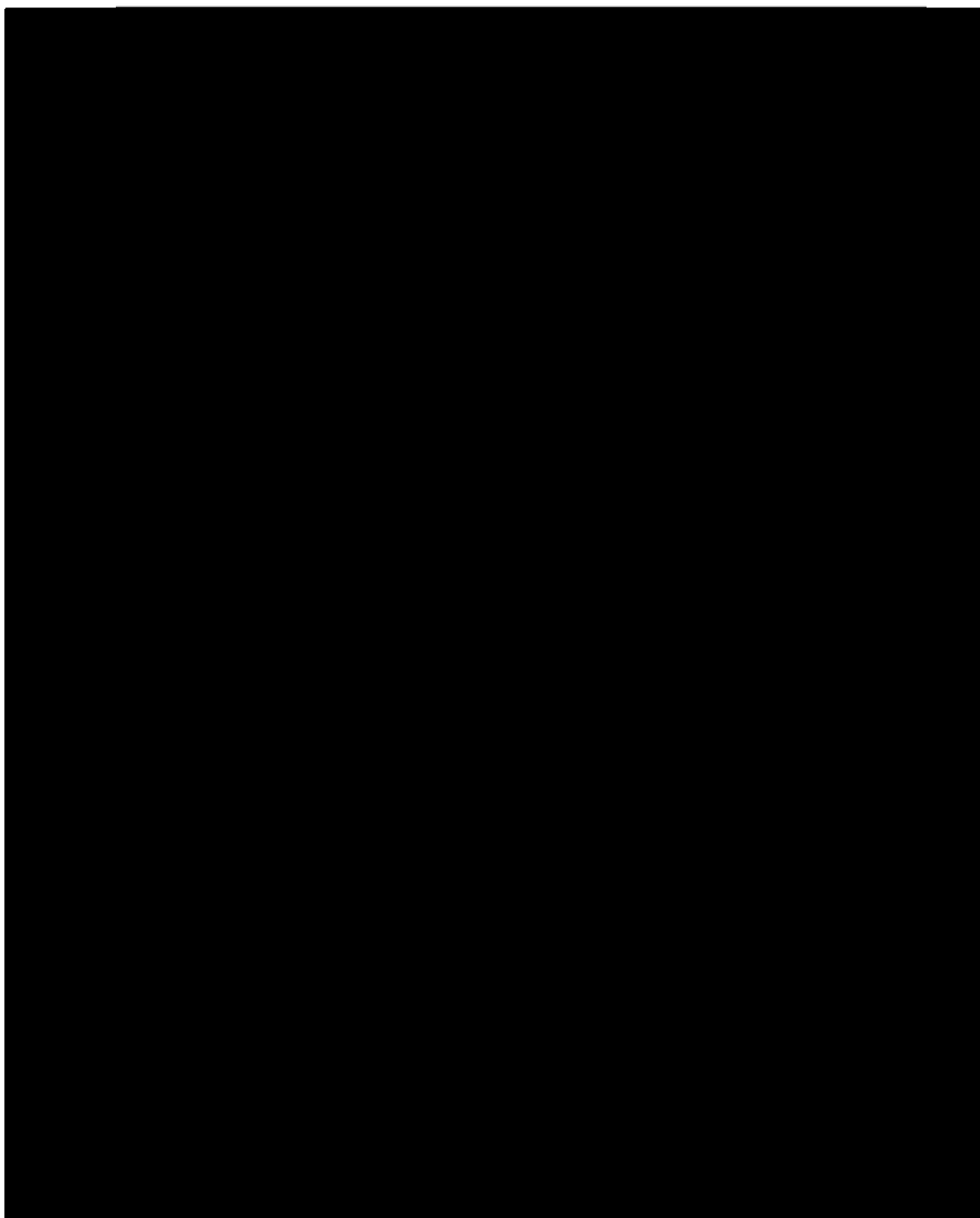


图 9-2 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置设备组成结构图

本项目四种型号工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置外尺寸约为 2.5m（长）×2.0m（宽）×2.0m（高）。装置屏蔽体铅房均采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义进出料升降门所在面为装置前侧。铅房四周屏蔽体、检修门、进出料升降门、顶部、底部均采用 6mmPb，前侧观察窗采用 6mm 铅当量铅玻璃。四种型号装置屏蔽参数一致。本项目组装时由检修门进入装置内部进行组装工作，组装完成后，辐射工作人员位于装置前侧左部分控制面板处进行开机调试。本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置调试时摆放方向未定。

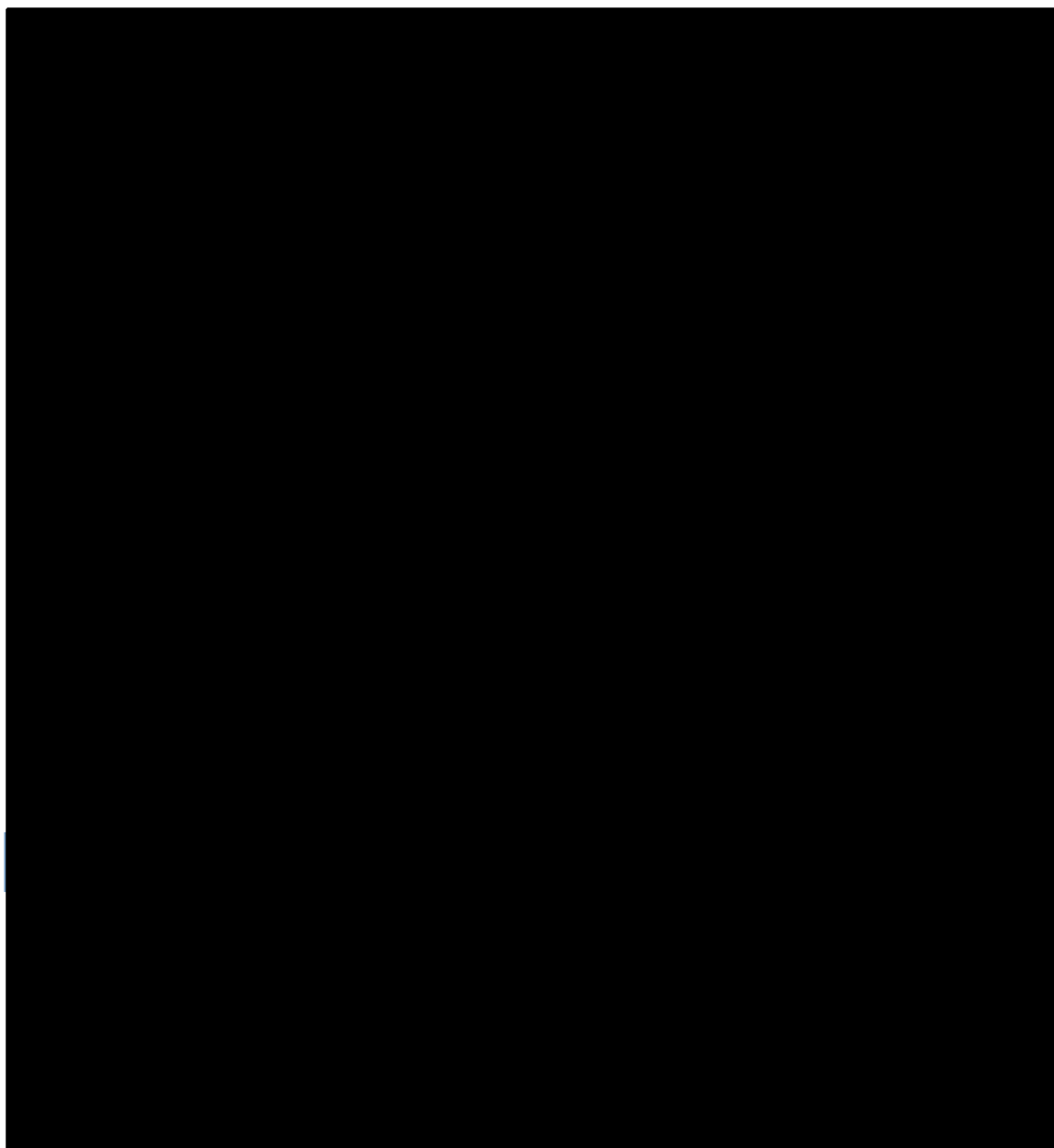
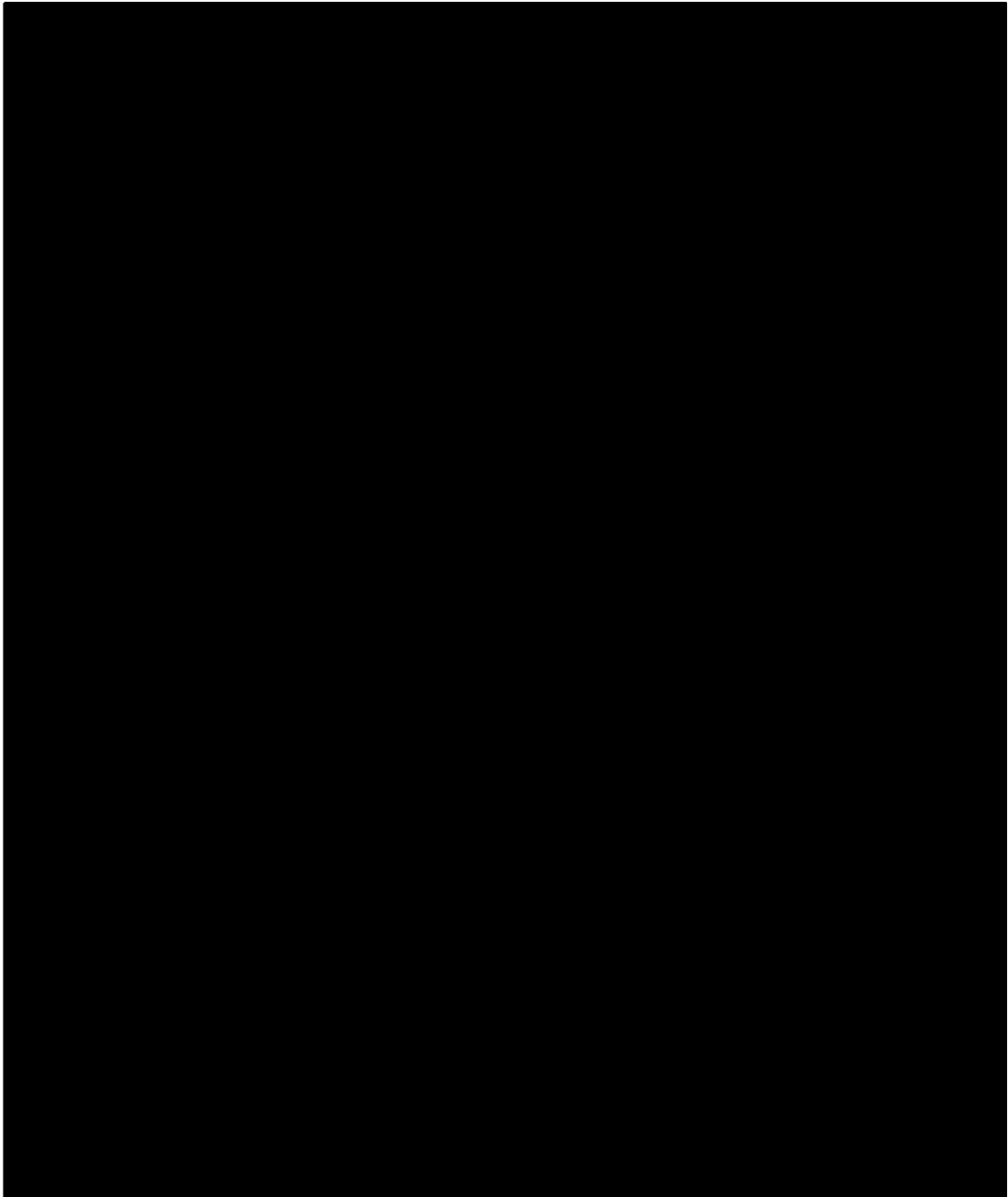


图 9-3 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置外观图

1.3 组件组成

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 CT 扫描模组由滑环机构、1012 探测器、滑环驱动电机、柔性坦克链、X 射线光管及高强度安装基座组成，X 射线光管可在滑环上绕轴旋转，旋转角度相对水平面角度为 $+105^{\circ}$ 到 -105° 。CT 扫描模组安装于装置检修推拉门右侧，X 射线光管出束角度为 67° ，主射线照射方向为前侧、顶部及底部。当射线管朝装置前侧照射时（距射线管距前侧为 1.2m），在前侧形成的照射投影长度为 1.19m，装置前侧长为 2.5m，控制面板位于装置检修推拉门左侧，根据图 9-5 所示，本项目控制面板未在主射线照射范围内。



1.4 辐射安全设施

本项目四种型号工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置将设置如下辐射安全设施，见表 9-1。

表 9-1 本项目辐射安全设施一览表

| 序号 | 设施名称 | 位置 |
|----|---------------------|-----------|
| 1 | 钥匙开关 | 控制面板 |
| 2 | 急停按钮 | 控制面板、铅房内部 |
| 3 | 工作状态指示灯和声音提示装置 | 装置顶部 |
| 4 | “预备”和“照射”信号意义的清晰说明 | 装置表面 |
| 5 | 视频监控 | 装置内部 |
| 6 | “当心电离辐射”警告标志和中文警示说明 | 装置表面 |
| 7 | 门机联锁 | 检修门与进出料门 |
| 8 | 固定式剂量率仪 | 装置内部 |
| 9 | 监督区标牌 | CT 实验室门外 |

1.5 组成生产设备

本项目采购 X 射线机（整体采购，不自行生产组装，拟从上海奕瑞光电子科技股份有限公司或日本滨松光子学株式会社采购）、探测器、电机、机器人、控制柜、滑环机构等部件，并委托其他公司生产屏蔽体铅房（整体采购，不在本项目 CT 实验室内生产，无焊接等工艺）。各零部件购买到位后，在 CT 实验室调试工位上进行组装，组装完成后进行调试，调试合格后销售至客户。本项目组装过程极为简单，涉及到的生产设备仅为简单机械工具，如尖嘴钳、螺丝刀、斜口钳、剥线钳、试电笔、万用表等。

2. 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，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，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子向嵌在金属阳极中的靶体射击，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被靶突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线的波长很短一般为 0.001~10nm。X 射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿过程中有衰减，X 射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。X 射线无损检测过程中，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，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

典型的X射线管结构图见图9-6。

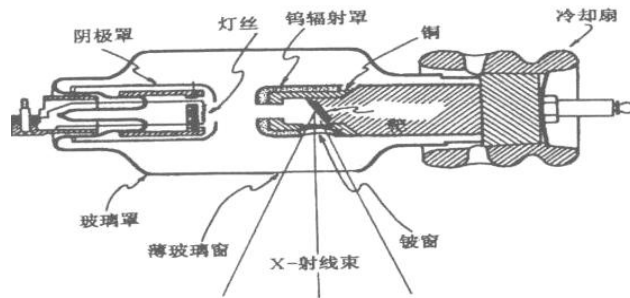


图 9-6 典型的 X 射线管结构图

工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置是将穿过零件的X射线经图像增强器、CCD(电荷耦合器件)摄像系统以及计算机转换成一幅数字图像，这种图像是动态可调的，电压、电流等参数实时可调，同时计算机可对动态图像进行积分降噪、对比度增强等处理，以得到最佳的静态图像。工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置是结合X射线成像技术、计算机图像处理技术、电子技术、机械自动化技术为一体的高科技产品。该系统的自动化程度高，检测速度快，极大地提高了射线探伤的效率，降低了检验成本，检测数据易于保存和查询等优点，多年来该系统已成功应用于航空航天、军工兵器、石油化工、高压容器、汽车造船、锅炉焊管、耐火材料、文物、各种铸件、陶瓷行业等诸多行业的无损检测中。

3.工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置生产、使用、销售工艺流程及产污环节

本项目工作流程包括合同签订、生产、调试、销售（客户现场安装调试）、售后服务（客户现场维修调试），工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的系统组装和调试在 CT 实验室内进行。工作流程及产污环节见图 9-7。

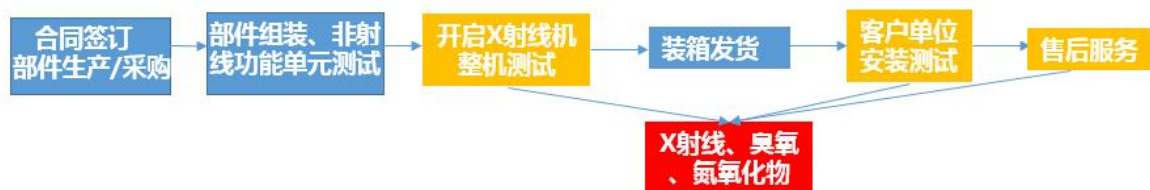


图 9-7 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置生产、使用、销售工艺流程及产污环节

- 1) 合同签订流程：与客户进行业务洽谈并签订CT订购合同。
- 2) 生产流程：采购X射线机（整体采购，不自行生产组装）、探测器、电机、机器人、控制柜，委托生产屏蔽体铅房（整体采购，不在本项目CT实验室内生产，无焊接等工艺）、滑环机构等部件，对各部件进行组装。
- 3) 调试流程：在CT实验室内对CT非射线单元进行测试（包括屏蔽体铅房、滑环机构、机器人、进出料升降门、检修推拉门、操控面板、检修门，监视、连锁安全装置等），此过程X射线机不曝光，不会产生X射线辐射。非射线单元测试通过后，对X射线机及门机连锁、状态指示和声音提示等辐射安全装置进行射线单元测试，此过程X射线机会曝光，产生X射线辐射、臭氧和氮氧化物。调试时，辐射工作人员位于装置屏蔽体铅房外，不进入铅房内。
- 4) 销售流程：调试满足要求后，确认客户是否具有使用拟购买工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置的环保手续，主要审核客户是否取得环评批复，批复中包括的具体项目、种类、范围、有效期等。如用户尚未获得环评批复或批复范围不符合要求的则不销售、安装；
- 5) 将工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置进行装箱发往客户，在客户场地进行工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置安装调试，调试过程中X射线机会短时间工作，产生X射线辐射、臭氧和氮氧化物。
- 6) 需进行售后服务的客户，由公司维修调试人员到客户现场进行维修，维修过程中X射线机可能会工作，产生X射线辐射、臭氧和氮氧化物。

4.人员配置及工作制度

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，实行白班单班制。

开机时间：本项目每周在 CT 实验室内调试工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置时的出束时间不超过 16h，每年出束时间不超过 800h；在客户现场安装调试及维修调试每台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置不超过 4h，每年出束总时间不超过 200h。

人员配置：建设单位拟配备 2 名辐射工作人员，为一班制，每日共同负责本项目生产、调试工作。

污染源项描述

1. 辐射污染源分析

本项目公司生产的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置型号分 4 种，分别为 HMX-CT-C101（最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 90W）、HMX-CT-C102（最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 75W）、HMX-CT-C103（最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA，最大管功率 39W）、HMX-CT-C104（最大管电压 90kV，最大管电流 0.2mA，最大管功率 8W），射线管滤过均为 0.2mmBe+2mmAl。根据《辐射防护导论》附图 3 取得本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置主射线输出量；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1 取得本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置泄漏辐射剂量率；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 取得散射辐射能量；本项目源强汇总见表 9-2。

表 9-2 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置源强一览表

| 序号 | 射线装置 | 型号 | 有用线束辐射 输出量 mGy·m ² /（mA·min） | 泄漏辐射 输出量 （μSv/h） | 散射辐射能量 （kV） |
|----|-----------------------|-------------|---|------------------------|----------------|
| 1 | 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 | HMX-CT-C101 | 20（保守选取 2mmAl） | 2500 | 150 |
| 2 | 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 | HMX-CT-C102 | 15（保守选取 2mmAl） | 2500 | 150 |
| 3 | 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 | HMX-CT-C103 | 11（保守选取 2mmAl） | 1000 | 130 |
| 4 | 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 | HMX-CT-C104 | 8（保守选取 2mmAl） | 1000 | 90 |

由工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置工作原理可知，工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对设备外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。

本项目正常运行时可能产生的 X 射线影响具体包括以下几种：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。故本项目需预测评价因子为：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射和散射辐射。

2.非辐射污染源分析

（1）固体废物

本项目不产生放射性固体废物。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 20.8kg，年排放量为 250kg。

（2）废水

本项目不产生放射性液体废物。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 1.67m³，年排放量为 20m³。

（3）气体废物

工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置在工作状态时，会使装置屏蔽体铅房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

海目星激光智能装备（江苏）有限公司 CT 实验室拟建于公司研发车间 4 一楼中部南侧，CT 实验室为 CT 生产、调试场所。CT 实验室东侧为空调机房、试制一区；南侧为厂区道路；西侧为高压配电房、生活泵房、楼梯间、合用前室及电梯间、入口大厅；北侧为车间过道、试制五区；楼上为二楼生产区，地面下无建筑。工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置调试时辐射工作人员位于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体铅房外，根据表 9 1.3 章节，本项目控制面板不位于主射线照射范围内，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求，布局设计合理。

本项目在 CT 实验室中部设置一个调试工位，在调试工位进行工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的组装，组成完成后进行调试，此调试工位不同时进行组装和调试，组装完成后才进行调试工作。

本项目拟将组装完成的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体作为辐射防护控制区，将 CT 实验室（实体边界，为轻钢龙骨岩棉隔墙）内其他区域作为辐射防护监督区，拟在工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置表面外明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，CT 实验室外粘贴监督区标牌。本项目监督区及控制区示意图见图 10-1。本项目辐射工作场所分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。



图 10-1 本项目两区划分示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

| 项目环节 | 控制区 | 监督区 |
|--------|--|--|
| 两区划分范围 | 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体 | CT 实验室内其他区域 |
| 划分依据 | 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。 | 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1 “注册者或者许可证持有者应将下述区域定位监督区：这种区域未被定位控制区，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”。 6.4.2.2 a) “采取适当的手段划出监督区的边界”。 |
| 分区管理措施 | 对控制区进行严格控制，工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。 | 监督区为工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。 |
| 辐射防护措施 | 装置表面外粘贴电离辐射警告标识。 | CT 实验室入口门外粘贴监督区标牌。 |

2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目四种型号工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体铅房尺寸约为 2.5m（长）×2.0m（宽）×2.0m（高），采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义进出料升降门所在面为装置前侧。四种型号装置及 CT 实验室屏蔽参数见表 10-1。

表 10-2 HMX-CT-C101 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置及 CT 实验室屏蔽设计参数

| 场所名称 | 屏蔽体方位 | 屏蔽体材料及材料厚度 |
|--|------------------------------|------------|
| HMX-CT-C101 型 /HMX-CT-C102 型 /HMX-CT-C103 型 /HMX-CT-C104 型 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 | 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置六面屏蔽体铅房 | 含 6mm 铅板 |
| | 进出料升降门、检修门 | 含 6mm 铅板 |
| | 观察窗 | 6mm 铅当量铅玻璃 |
| CT 实验室 | 四周墙体 | 轻钢龙骨岩棉隔墙 |
| | 顶部 | 200mm 混凝土 |

3. 辐射安全与防护设施和措施

3.1 辐射安全防护设施

建设单位根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）将设置如下辐射安全措施。

(1) 安装门机联锁装置。工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置检修门、进出料门拟设置门机联锁装置，只有当检修门、进出料门完全关闭后才能接通 X 射线机高压进行调试，检修门、进出料门打开后立即切断 X 射线机高压，停止产生 X 射线。

(2) 设计安装工作状态指示灯和声音提示装置。工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置检修门外上方设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。X 射线机出束时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近 CT 或在 CT 周围做不必要的逗留。“预备”信号持续足够长的时间，以确保人员远离 CT，“预备”信号和“照射”信号区别明显，并与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(3) 工作状态指示灯和声音提示装置与 X 射线机进行联锁。

(4) 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

(5) 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置内部和 CT 实验室内拟安装监视装置，在监控室设置专用的监视器，可监视 CT 实验室内人员的活动和 CT 装置内部的运行情况。

(6) 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，CT 实验室入口门外粘贴监督区标牌，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

(7) 安装紧急停机按钮。工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体铅房内（人员可进入装置内部）、控制面板拟安装紧急停机按钮，确保调试中出现紧急事故时，能立即停止照射，按钮带有标签，标明使用方法。

(9) 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置检修门、进出料升降门与屏蔽体的搭接为 30mm，门体与屏蔽体间隙小于 1mm，门体与屏蔽体搭接长度不小于门缝间隙 10 倍，防止射线泄漏。

(10) 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体底部设置电缆孔，顶部设置通风孔。通风孔、电缆孔处设置 6mm 铅防护罩，铅防护罩内采用迷路设计，有效降低辐射影响。

(11) 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置内部拟设置固定式剂量率仪。

(12) 公司拟成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急方案，检测过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。

3.2 辐射安全防护措施

（1）辐射工作人员开机调试工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置前应检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

（2）辐射工作人员在工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置出射线调试时，除佩戴常规个人剂量计外，还携带个人剂量报警仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员立即停止调试，同时防止其他人进入 CT 实验室，并立即向辐射防护负责人报告。

（3）辐射工作人员定期测量工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置周围区域的剂量率水平。工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置表面外（含顶部）30cm 辐射剂量率超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时，立即终止调试工作并向辐射防护负责人报告。

（4）当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，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，禁止开始出射线调试工作。

（5）本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置内部剩余空间较大，每次出射线调试前，辐射工作人员应确认工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体铅房内没有人员驻留和检修门、进出料门关闭。只有在检修门和进出料门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始出射线调试工作。

（6）销售部门对拟购置工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的用户资格进行审查，主要审核客户是否取得环评批复，批复中包括的具体项目、种类、范围、有效期等。如用户尚未获得环评批复或批复范围不符合要求的则不销售，并为购买设备的用户提供辐射防护指导建议，如办理环境影响评价手续等指引。

三废的治理

1. 固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。本项目辐射工作人员产生的生活垃圾由建设单位清洁人员统一收集后，交给环卫部门清运。

2. 废水

本项目运行后不会产生放射性液体废物。本项目辐射工作人员产生的生活污水依托厂区已有的污水管网系统进行处理，最终进入污水处理站处理。

3. 气体废物

本项目运行后不会产生放射性气体废物。工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装

置在工作状态时，会使屏蔽体铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。装置顶部设计排风装置，本项目 CT 室体积为 10.0m^3 ，CT 装置内排风装置的通风量设计为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气不小于 3 次/h，能满足《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。装置检测过程中产生的少量臭氧和氮氧化物通过装置顶部排风装置排至 CT 实验室内，再通过 CT 实验室通风系统排放到室外，臭氧在常温下可以自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

4.探伤设施的退役

当公司不在该场所生产、使用工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置时，本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置及 CT 实验室应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役。

表 11 环境影响分析

| |
|---|
| <p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目拟新建 CT 实验室，CT 实验室所在研发车间 4 主体工程已完工，本项目仅进行内部房间的隔离与建设，施工过程中将产生噪声和固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。</p> <p>（一）施工期噪声</p> <p>施工期噪声包括房间墙体隔离施工过程产生的噪声，由于周围均为企业，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工时拟严格执行《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。</p> <p>（二）施工固废</p> <p>施工期固废主要是装修过程中产生的固体废物和施工人员的办公垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集。</p> <p>该单位在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在公司内局部区域，改建工程施工量较小，对周围环境影响较小。</p> |
| <p>运行阶段对环境的影响</p> <p>本项目四种型号工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行防护，根据公司所提供的数据本项目运行后 CT 实验室内年开机调试曝光时间最大约为 800h；在客户现场安装调试及维修调试每台设备不超过 4h，每年出束总时间不超过 200h。</p> <p>本项目生产的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置型号分 4 种，分别为 HMX-CT-C101（最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 90W）、HMX-CT-C102（最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 90W）、HMX-CT-C103（最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 90W）、HMX-CT-C104（最大管电压 90kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 90W）。工作时 X 射线机安装在滑环机构上，X 射线机可在滑环上绕轴旋转，旋转角度相对水平面角度为+105°到-105°。因此 CT 检测设备的顶部、前侧、底部屏蔽体需屏蔽有用线束，按有用线束计算辐射影响；左侧、右侧、后侧屏蔽体需屏蔽非有用线束，按非有用线束计算辐射影响。</p> |

本项目由于装置四周屏蔽参数一致，调试时调试工位仅放置 1 台装置，本项目保守选取 HMX-CT-C101 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置（最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA，最大管功率 90W）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。

1、工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置四周、顶部、底部屏蔽效果预测

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：

1) 有用线束屏蔽估算：

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

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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取值见表 9-2；

B ：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 图 B.1，6mm 铅板透射因子根据图 B.1，取得 180kV 下 6mm 铅板对应透射因子 2.8E-06（保守使用 200kV 曲线）；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

2) 非有用线束的屏蔽：

① 泄漏辐射

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

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，为 2.5E+03 $\mu\text{Sv/h}$ ；

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）中公式 5 和表 B.2，计算得到 180kV 下 6mm 铅对应透

射因子 5.18E-05（保守使用 200kV 下铅什值层 1.4mm）；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{----- (3)}$$

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，取值见表 9-2；

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，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》中公式 5 和表 B.2，得到散射线 150kV 下 6mm 铅对应透射因子 5.62E-07（保守使用 150kV 下铅什值层 0.96mm）；

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。

3) 参考点的周剂量及年有效剂量水平估算：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{----- (4)}$$

式中： H_c ：参考点的周剂量水平/年剂量水平， $\mu\text{Sv/周}$ ， $\mu\text{Sv/年}$ ；

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

t ：探伤装置周/年照射时间，h/周，h/年；

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。

2、参考点处剂量率理论计算结果

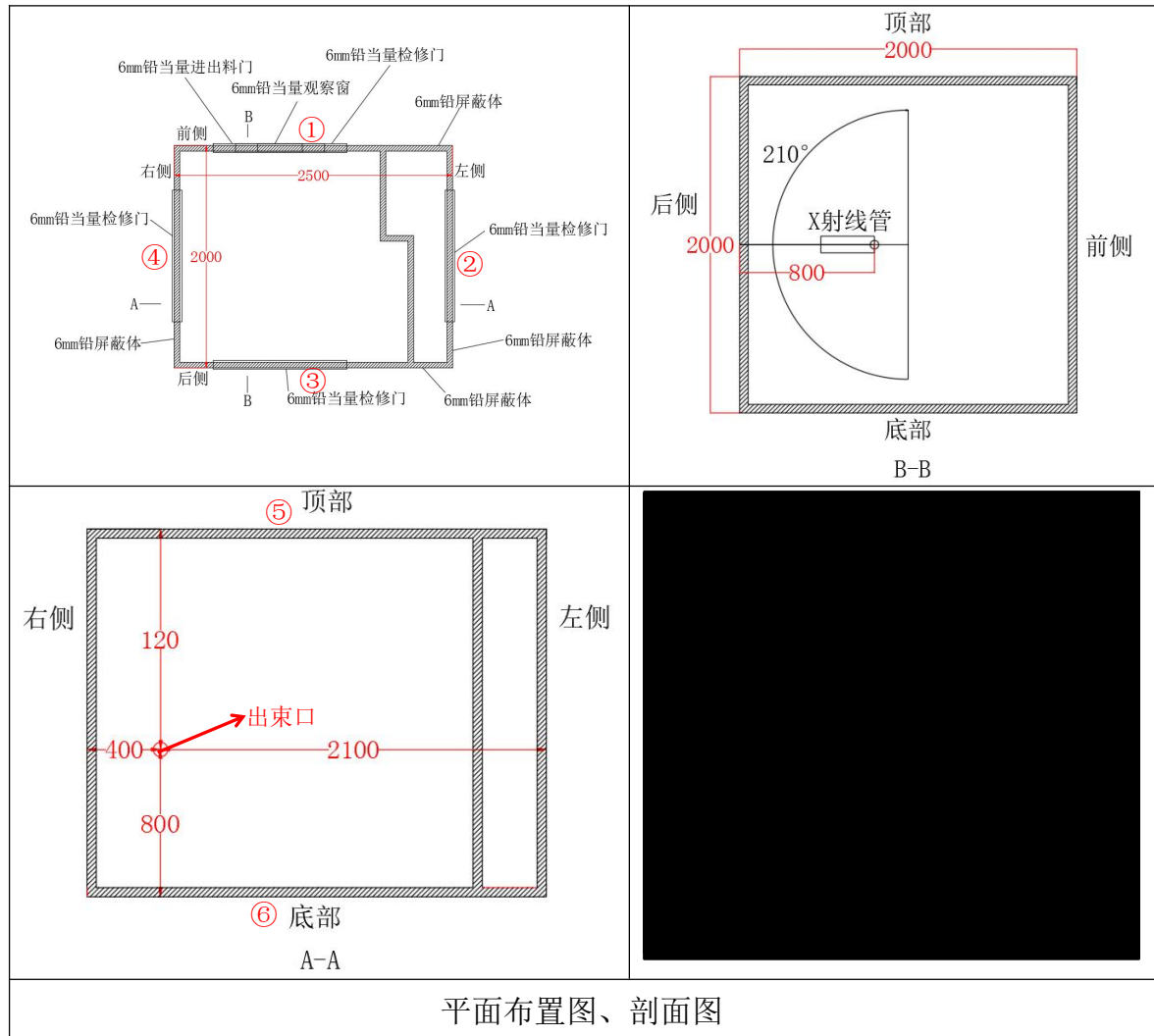


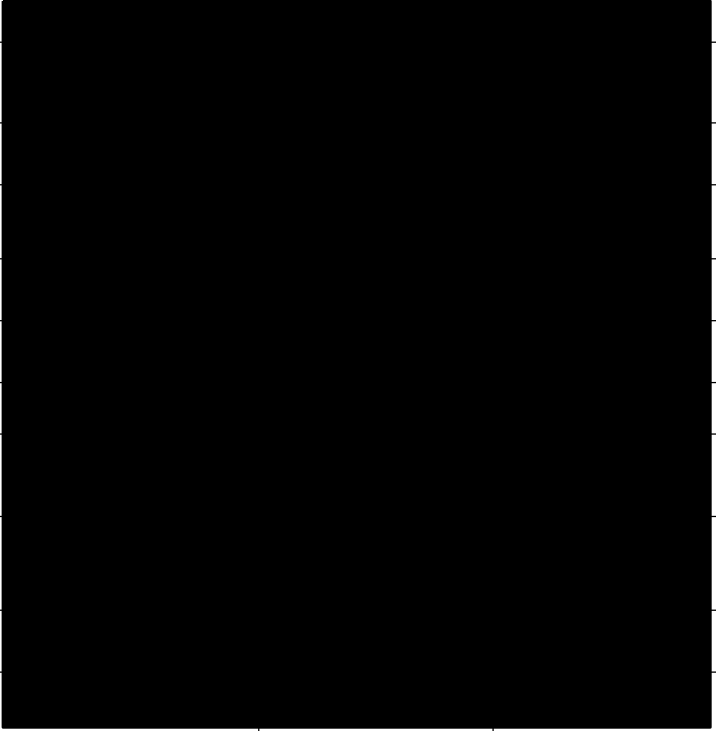
图11-1 本项目关注点示意图

表 11-1 HMX-CT-C101 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置有用线束方向屏蔽效果预测表

| 关注点 | 设计厚度 | I (mA) | H0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ | B | R (m) | \dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) | 剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) | 评价 |
|--------------------|--------------------|------------|--|------------|------------|--|--|----|
| 前侧（含检修门、观察窗、进出料门）① | 6mm 铅板 /6mm 铅玻璃 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | 0.75 | 2.5 | 满足 |
| 顶部③ | 6mm 铅板 | | | | | 0.75 | 2.5 | 满足 |
| 底部⑥ | 6mm 铅板 | | | | | 0.75 | 2.5 | 满足 |

注：①保守不考虑钢板的防护效果，装置前侧、顶部、底部取装置表面外 30cm 为关注点，R 为辐射源至参考点的距离，由设计图量取。

表 11-2 HMX-CT-C101 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

| 参数 | | 关注点位 | | |
|------------------------------------|---|---|---------------|---------------|
| | | 后侧（含检修门） ③ | 左侧（含检修门） ② | 右侧（含检修门） ④ |
| X 设计厚度（mm） | | 6mm 铅 | 6mm 铅 | 6mm 铅 |
| 泄漏辐射 | B1 |  | | |
| | \dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$) | | | |
| | R (m) | | | |
| | \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | | | |
| 散射辐射 | 散射线能量(kV) | | | |
| | B2 | | | |
| | I (mA) | | | |
| | H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$) | | | |
| | $\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$ | | | |
| | R_s (m) | | | |
| | \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | | | |
| 泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$) | | 0.11 | 0.02 | 0.28 |
| 剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$) | | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| 结论 | | 满足 | 满足 | 满足 |

注，保守不考虑钢板防护效果，取装置表面外 30cm 为关注点。

从表 11-1、11-2 中预测结果可以看出，本项目工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置在满功率运行时，装置四周屏蔽及顶部、底部屏蔽表面外 30cm 辐射剂量率能够满足《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）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

3、天空反散射影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1.2 b) 1)穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c)的剂量

率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。”

根据表 11-1，本项目装置顶部外 30cm 处辐射剂量率为 $0.75\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率较小可忽略不计，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）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

4、电缆沟、通风管道辐射影响分析

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体铅房底部设置电缆孔，顶部设置通风口。通风口、电缆孔处设置 6mm 铅防护罩，铅防护罩内采用迷路设计，X 射线至少散射 3 次才能到达屏蔽体外。根据《辐射防护导论》P193 “一般经三次以上散射后 γ 射线的剂量当量率已降得很低了，实例也证明了这一点。”，可推断本项目排风口、电缆孔屏蔽体外辐射剂量率能够满足标准要求。

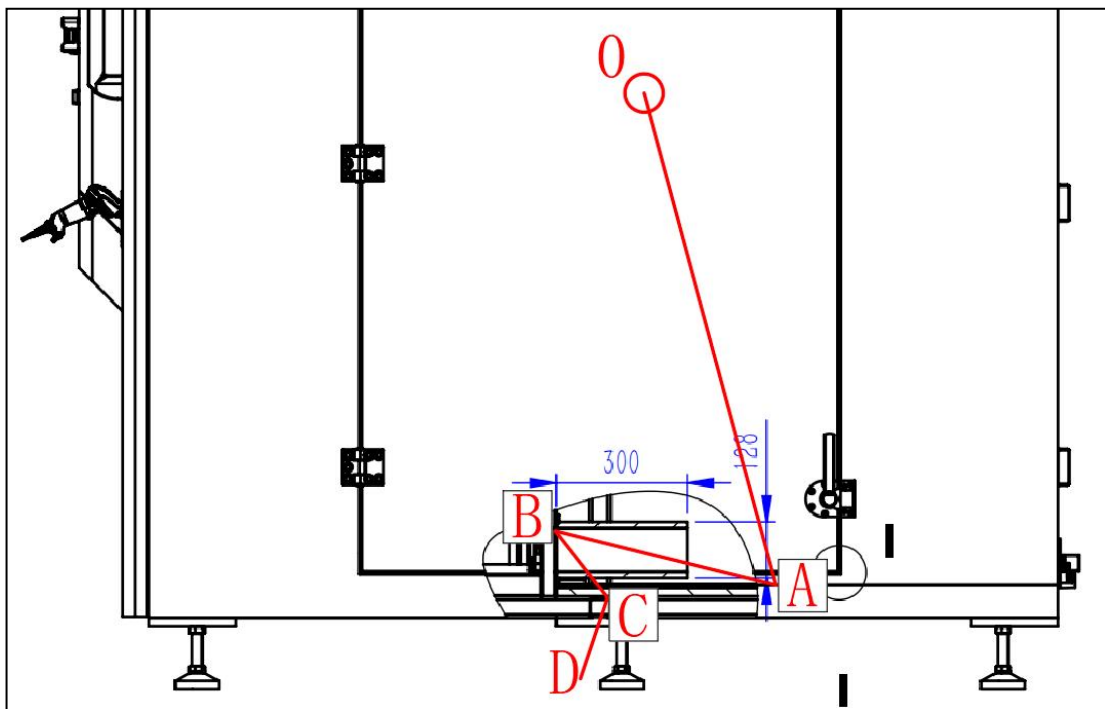


图 11-2 本项目电缆孔散射示意图

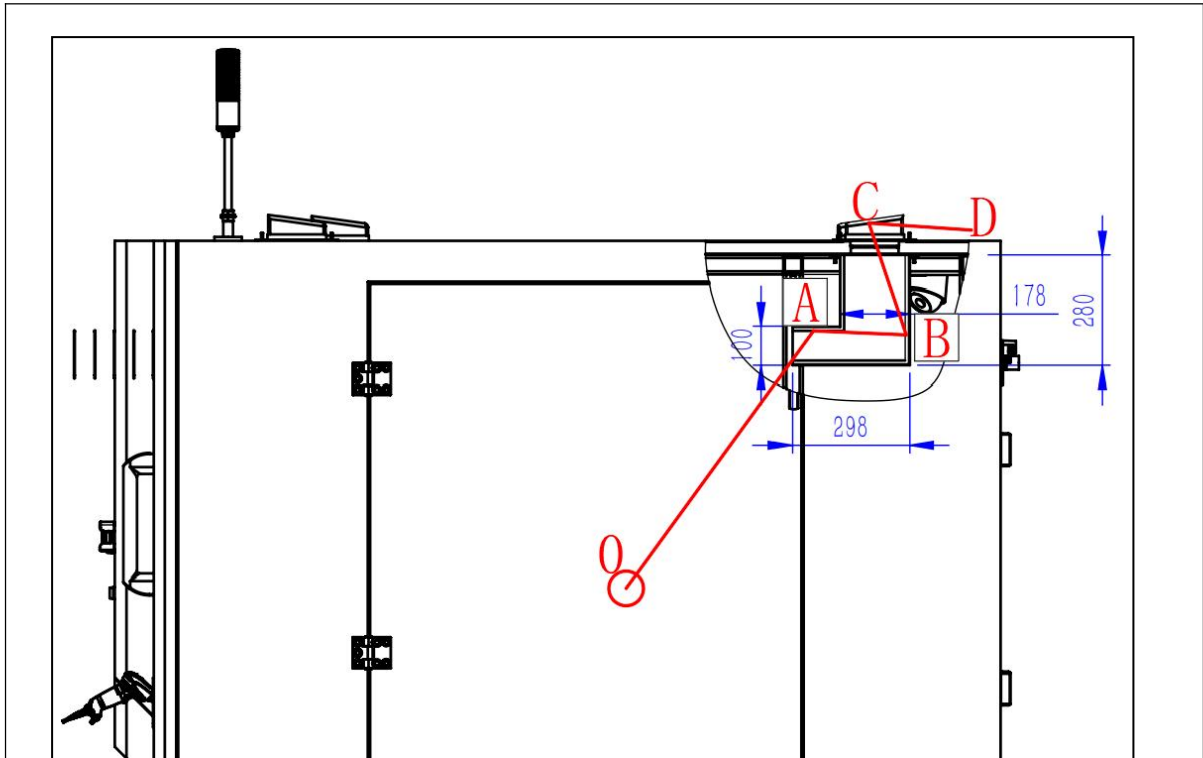


图 11-3 本项目通风孔散射示意图

5、CT 实验室四周、顶部及保护目标处辐射影响分析

本项目 CT 实验室内严禁无关人员进入，根据表 11-1~11-2 的计算结果可知，本项目工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置四周外辐射剂量率最大约为 $0.75\mu\text{Sv/h}$ ，通过距离衰减可以估算出工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置调试期间 CT 实验室外最大辐射剂量率小于 $0.75\mu\text{Sv/h}$ ，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）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。本项目环境保护目标处辐射影响分析见下表：

表 11-3 本项目 CT 实验室四周、顶部保护目标辐射剂量率

| 关注点 | 设计厚度 | I (mA) | H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ | B | R (m) | \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | 剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$) | 评价 | |
|---------------|---------------------------------|-----------|---|---|----------|-----------------------------------|-------------------------------|-----|----|
| CT 实验室 楼上 | 6mm 铅板 +200mm 混凝土 | 0.5 | | | | 3.29E-04 | 2.5 | 满足 | |
| CT 实验 室 | 东侧空调机 房、西侧配 电房、北侧 车间过道 | 6mm 铅板 | | | | 0.5 | 3.47E-01 | 2.5 | 满足 |
| | 东侧试制 一区及其他 区域 | 6mm 铅板 | | | | 0.5 | 5.55E-02 | 2.5 | 满足 |

注：CT 实验室所在一楼层高为 5.5m，顶部为 200mm 混凝土楼板，CT 实验室四周墙体保守厚 100mm，R 为保守取值，本项目顶部楼板混凝土 B 值根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.2 和式 5 计算取得。保守以主射线影响计算。

表 11-4 本项目 CT 实验室周围其他保护目标处的辐射剂量率

| 关注点 | 设计厚度 | I (mA) | H ₀ μSv·m ² / (mA·h) | B | R (m) | \dot{H} (μSv/h) | 剂量率参考 控制水平 (μSv/h) | 评价 |
|----------------|--------|-----------|--|---|----------|----------------------|--------------------------|----|
| CT 实验室北侧生产厂房 5 | 6mm 铅板 | 0.5 | [REDACTED] | | | 1.44E-03 | 2.5 | 满足 |
| CT 实验室南侧厂区道路 | 6mm 铅板 | 0.5 | | | | 4.37E-02 | 2.5 | 满足 |
| CT 实验室西侧厂区道路 | 6mm 铅板 | 0.5 | | | | 9.90E-04 | 2.5 | 满足 |
| CT 实验室北侧厂区道路 | 6mm 铅板 | 0.5 | | | | 3.74E-03 | 2.5 | 满足 |
| CT 实验室南侧金武快速路 | 6mm 铅板 | 0.5 | | | | 2.45E-03 | 2.5 | 满足 |
| | | | | | | | | |

注：保守以主射线影响计算，不考虑屏蔽，仅考虑距离衰减。

从表 11-3、11-4 中预测结果可以看出，本项目工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置在满功率运行时，CT 实验室四周、顶部及周围环境敏感目标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）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

6、人员周/年有效剂量评估

一般情况下，本项目辐射工作人员调试时位于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置前侧控制面板处。本项目辐射工作人员为工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置调试人员，评价辐射工作人员年有效剂量时工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置四周辐射剂量率取 0.75μSv/h。公众主要为 CT 实验室周围的厂区工作人员。公司厂区 CT 生产年出射线调试时间为 800h；在客户现场安装调试及维修调试每台设备不超过 4h，每年出束总时间不超过 200h；每年工作 50 周。根据表 11-1~表 11-4 估算结果，分别选取各参考点处最大辐射剂量率值对辐射工作人员和公众的周剂量、年剂量进行估算，计算结果见下表。

表 11-5 本项目保护目标辐射影响理论估算结果汇总表

| 位置 | | 关注点处 周围剂量 当量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 照射时间 (h) | 居留 因子 | 使用 因子 | 周剂量估 算值 ($\mu\text{Sv/周}$) | 目标管理 值 ($\mu\text{Sv/}$ 周) | 年剂量估 算值 (mSv/年) | 目标管理值 (mSv/年) | |
|---|------------------------|---|-------------|----------|----------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------|
| 本项目 控制面板 | | 0.75 | 1000/年 | 1 | 1 | 15 | 100 (工作 人员) | 0.75 | 5 (工作 人员) | |
| | | | 20/周 | | | | | | | |
| 海目星 激光 智能 装备 (江苏) 有限 公司 | CT 实验室 楼上 | 3.29E-04 | 800/年 | 1 | 1 | 5.26E-03 | 5 (公众) | 2.63E-04 | 0.1 (公众) | |
| | | | 16/周 | | | | | | | |
| | C T 实 验 室 | 东侧空 调机 房、西 侧配 电房、北 侧车 间过 道 | 3.47E-01 | 800/年 | 1/8 | 1 | | 6.94E-01 | | 3.47E-02 |
| | | | | 16/周 | | | | | | |
| | | 东侧试 制一 区及 其他 区域 | 5.55E-02 | 800/年 | 1 | 1 | | 8.88E-01 | | 4.44E-02 |
| | | | | 16/周 | | | | | | |
| | CT 实验室 北侧生产 厂房 5 | 1.44E-03 | 800/年 | 1/8 | 1 | 2.88E-03 | | 1.44E-04 | | |
| | | | 16/周 | | | | | | | |
| CT 实验室 南侧厂 区道 路 | 4.37E-02 | 800/年 | 1/8 | 1 | 8.74E-02 | 4.37E-03 | | | | |
| | | 16/周 | | | | | | | | |
| CT 实验室 西侧厂 区道 路 | 9.90E-04 | 800/年 | 1/8 | 1 | 1.98E-03 | 9.90E-05 | | | | |
| | | 16/周 | | | | | | | | |
| CT 实验室 北侧厂 区道 路 | 3.74E-03 | 800/年 | 1/8 | 1 | 7.48E-03 | 3.74E-04 | | | | |
| | | 16/周 | | | | | | | | |
| CT 实验室南侧金 武快速路 | 2.45E-03 | 800/年 | 1/8 | 1 | 4.90E-03 | 2.45E-04 | | | | |
| | | 16/周 | | | | | | | | |
| 客户安装现场 周围 | 0.75 | 4/年 | 1 | 1 | 3 | 3.00E-03 | | | | |
| | | 4/周 | | | | | | | | |

注：居留因子取自《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录A表A.1引用的原文NCRP144的P185。保护目标处参考点剂量率取该方位最大值根据距离衰减进行计算。

根据理论计算结果，本项目辐射工作人员周有效剂量最大为 $15\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 0.75mSv ，周围公众及环境保护目标周有效剂量最大为 $3\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $3.00\text{E-}03\text{mSv}$ ，均能够满足《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）中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员（0.1mSv/周、5mSv/年）和公众（0.005mSv/周、0.1mSv/年）剂量约束值要求。

事故影响分析

1) 主要事故风险

①工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置门机连锁失效，设备检修门未关闭就对工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置进行出束调试，致使人员受到意外照射；

②工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置门机连锁失效，设备进行曝光时辐射工作人员误打开防护门，人员受到意外照射。

2) 事故处理方法及预防措施

本项目针对上述可能出现的主要事故建议性的给出处理方法或者预防措施：

①公司应加强管理，加强辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程，防止人员误入误留在装置内；

②每次操作前检查门机连锁装置，确保无损检测工作正常进行；

③发生事故时应按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；

④对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗；

⑤协助专业人员对受照人员进行受照剂量估算，并协助进行身体检查和医学观察；

⑥事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置操作，每次操作前检查工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置门机连锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，制定切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；使用射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。海目星激光智能装备（江苏）有限公司在项目运行前将成立相应的辐射安全管理机构，并将以文件形式明确各成员管理职责；本项目拟配备 2 名辐射工作人员要求上岗前通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核。建设单位应为其建立职业健康档案和个人剂量监测档案。

以后如有新增辐射工作人员，建设单位应及时组织其自主学习后，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台或者微信小程序“HJSLY”报名并参加定期组织的考核（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。建设单位所有辐射工作人员必须通过考核后方能正式进行辐射工作，且将确保辐射安全管理机构人员中持有辐射安全与防护考核合格证。此外，担任本项目辐射防护负责人的相关工作人员仍需通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

射线装置生产、安装、调试、维修人员，应优先报名“X射线探伤”类别，可选报名“科研、生产及其他”类别；辐射防护负责人应报名“辐射安全管理”。

辐射安全管理规章制度

本次项目为生产、销售、使用工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置项目。建设单位应制定如下制度：

表 12-1 制度要求一览表

| 序号 | 规定的制度 |
|----|----------------------|
| 1 | 成立辐射安全与环境保护管理机构的正式文件 |
| 2 | 操作规程 |
| 3 | 岗位职责 |
| 4 | 辐射防护和安全保卫制度 |
| 5 | 射线装置使用登记、台帐管理制度 |
| 6 | 设备检修维护制度 |

| | |
|---|----------|
| 7 | 人员培训计划 |
| 8 | 辐射事故应急措施 |
| 9 | 监测方案 |

海目星激光智能装备（江苏）有限公司应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定制定相关的辐射安全管理制度及调试操作规程。本报告对各项管理制度要点提出如下建议：

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、设备操作流程及操作过程中应采取的具体辐射安全措施。调试工作的操作防护要求需按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的 6.2 条款进行制定。

辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

人员培训计划：制定人员培训计划，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。本项目辐射工作人员应持证上岗。

岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、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。

监测方案：建设单位应针对本项目辐射工作场所制定定期监测方案，方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。按照《江苏省污染防治条例》，“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环境保护、卫生部门调查处理”。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，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行政主管部门报告。

设备检修维护制度：制定设备检修维护制度，明确本项目工业 CT 各项安全联锁装置、照射信号指示器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、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

辐射事故应急措施：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》（环发〔2006〕145 号文）的要求结合本项目可能发生的辐射事故完善事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演练计划；辐射事故分级与应急

响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序。

海目星激光智能装备（江苏）有限公司制定以上相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

辐射监测

1. 监测方案

（1）请有资质的单位定期对本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1~2 次；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质单位进行监测，建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，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、卫生健康部门调查处理；

（3）工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置进行作业时公司辐射安全管理人员定期对工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，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行政主管部门报告。

2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等要求，使用 II 类射线装置的单位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，包括个人剂量测量报警仪、辐射监测仪等仪器；公司拟为本项目配置 1 台辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，项目运行后公司应定期对工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

根据《便携式 X、γ 辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪》（JJG 393-2018），便携式 X、γ 辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪的计量性能须满足下表要求。

表12-2 计量性能要求

| 计量性能 | 技术要求 | 测量条件 |
|--------|-----------------------|--|
| 相对固有误差 | -15%~+22% | 有效测量范围内，至少覆盖3个数量 |
| 重复性 | $1.4 (16-H/H_0) \%$ | $H_0 \leq H \leq 11H_0$ |
| | $1.255 (16-H/H_0) \%$ | $H_0 \leq H \leq 11H_0$ ，响应时间 $\leq 10s$ |
| 能量相应 | -23%~+43% | 80keV~1.5MeV |

注1：剂量当量率有效测量范围须包含 $10\mu\text{Sv/h}$ ，测量当量须包含 $100\mu\text{Sv}$ 。

注2： H_0 、 H_0 分别为剂量当量和剂量当量率有效测量范围的下限。

公司为本项目拟配备2名辐射工作人员，公司应在项目运行前委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并定期组织职业健康体检，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。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器能够满足相关管理要求。

辐射事故应急

海目星激光智能装备（江苏）有限公司应针对本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）应急演习计划；
- （4）辐射事故分级与应急响应措施；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

海目星激光智能装备（江苏）有限公司依据《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》（环发〔2006〕145号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常进行辐射工作场所周围的环境辐射剂量率监测，确保辐射工作安全有效运转。

表 13 结论与建议

结论

1. 实践正当性

海目星激光智能装备（江苏）有限公司因生产需求，拟新建一间 CT 实验室，在该房间生产、调试工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从经济角度而言，可以提升产品的竞争力，增加公司利益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

2. 与产业政策的相符性

本项目生产工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 修正本），本项目属于鼓励类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。

3. 辐射安全与防护分析结论

1) 选址、布局合理性

海目星激光智能装备（江苏）有限公司位于常州市金坛区金坛大道 66 号，公司厂区东侧为月湖路，南侧依次为厂区道路、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 实验室拟建于公司研发车间 4 一楼中部南侧。研发车间 4 为一栋 8 层建筑，1、3、4、5 层为实验室，仓库；2 层为全自动化 CNC 机台加工中心；6、7 层暂未规划；8 层为规划办公区。研发车间 4 东侧为厂区道路，隔厂区道路为办公楼；南侧、西侧为厂区道路；北侧为厂区道路，隔厂区道路为生产厂房 5。CT 实验室东侧为空调机房、试制一区；南侧为厂区道路；西侧为高压配电房、生活泵房、楼梯间、合用前室及电梯间、入口大厅；北侧为车间过道、试制五区；楼上为二楼生产区，地面下无建筑。本项目地理位置图见附图 1，本项目周围环境示意图见附图 2，本项目所在厂房一层平面

布置图见附图3。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域。

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。

本项目的建设符合江苏省和常州市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

CT实验室拟建址50m范围涉及建筑包括建设单位研发车间4、生产厂房5，另涉及厂区道路、金武快速路。本项目周围环境保护目标主要为从事工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置操作的辐射工作人员及周围公众。

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置设计有屏蔽体铅房和操作台，操作台位于屏蔽体铅房外，本项目工作场所布局基本合理。

2) 辐射防护措施

本项目 CT 实验室占地面积 55.1m²，工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置检测室四周屏蔽体、检修门、进出料升降门、顶部、底部均采用 6mmPb，前侧观察窗采用 6mm 铅当量铅玻璃。

3) 辐射安全措施

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的检修门、进出料门设置门机联锁装置；工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置检修门内、外设置状态的指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯和声音提示装置与 X 射线机进行联锁；CT 实验室设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置内、控制面板安装紧急停机按钮；工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置内和 CT 实验室安装监视装置，监控室安装监视器；工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置内部安装固定式剂量率仪。出射线调试工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置时应检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。出射线调试时，除佩戴常规个人剂量计外，还携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪；定期测量工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置周围区域的剂量率水平；当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，检查是否能正常工作；每次出射线调试前，辐射工作人员确认

工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体铅房内没有人员驻留和检修门、进出料门关闭。场所退役时 X 射线机处置至无法使用，清除所有电离辐射警告标志和安全告知。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。

4. 辐射环境影响分析结论

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置通过铅板对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目拟生产、销售、使用的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置以最大功率运行时其表面 30cm 处周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）剂量率限值要求。

根据理论计算结果，本项目辐射工作人员周有效剂量、年有效剂量及周围公众周有效剂量、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》（GB18871-2002）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员（0.1mSv/周、5mSv/年）和公众（0.005mSv/周、0.1mSv/年）剂量约束值要求。

5. 辐射环境管理

1) 建设单位将委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；

2) 建设单位将购入辐射剂量监测仪器，定期对工作场所辐射水平进行检测；

3) 建设单位将委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均要求佩戴个人剂量计，并定期按时送检。

4) 建设单位将安排辐射工作人员进行岗前职业健康体检，并定期安排复检和离岗前体检，将为辐射工作人员建立职业健康管理档案。

5) 如果有新增辐射工作人员，将在上岗前组织其进行职业健康体检；同时将委托有资质单位对其开展个人剂量监测。将其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。

6) 建设单位将成立辐射防护管理机构，并将以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前将制定辐射安全管理制度；本项目辐射工作人员取得辐射安全与防护知识考核合格成绩单后方能上岗。

综上所述，海目星激光智能装备（江苏）有限公司生产、销售、使用工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防

护措施适当，工作人员及公众受到的周/年有效剂量符合国家标准中关于“剂量限值”的要求及本项目管理目标。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，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，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

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，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) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，本项目拿到环评批复并建设完成后，应及时申领辐射安全许可证并开展自主竣工环保验收。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人

公 章
年 月 日

审批意见：

经办人

公 章
年 月 日

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 | 预期投资 (万元) |
|--------|--|--|--------------|
| 辐射防护措施 | <p>本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置主要通过铅板对 X 射线进行防护。工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置屏蔽体铅房、检修门、进出料升降门、顶部、底部均采用 6mmPb, 前侧观察窗采用 6mm 铅当量铅玻璃。</p> | <p>装置表面外 30cm 处周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 剂量率限值要求。 职业人员周剂量参考控制水平不超过 100μSv/周、年有效剂量约束值不超过 5mSv; 公众周剂量参考控制水平不超过 5μSv/周、年有效剂量约束值不超过 0.1mSv。</p> | 450 |
| 污染防治措施 | <p>废气: 臭氧在常温常压下稳定性较差, 可自行分解为氧气。工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置拟设置通风设施, 可通过顶部排风机将臭氧及氮氧化物抽排出工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置屏蔽体铅房, 能确保每小时有效通风换气次数不小于 3 次。且每次更换工件都将打开防护门, 也可实现通风。产生的臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。</p> | <p>能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 相应标准。本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气, 其产生臭氧和氮氧化物环境影响较小。</p> | 50 |
| | <p>废水: 本项目产生的生活污水进入厂区污水管道, 最终进入污水处理站处理。</p> <p>固废: 本项目产生的生活垃圾由公司统一收集, 交给环卫部门清运。</p> | <p>本项目产生的生活污水及生活垃圾能够妥善处理, 对周围环境影响较小。</p> | |
| 辐射安全措施 | <p>工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置的检修门、进出料门设置门机联锁装置; 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置检修门内、外设置状态的指示灯和声音提示装置, 工作状态指示灯和声音提示装置与 X 射线机进行联锁; CT 实验室设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明; 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置内、控制面板安装紧急停机按钮; 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置内和 CT 实验室安装监视装置, 监控室安装监视器。出射线调试工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置前应检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。出射线调试时, 除佩戴常规个人剂量计外, 还携带个人剂量报警仪; 定期测量工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置周围区域的剂量率水平; 当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前, 检查是否能正常工作; 每次出射线调试前, 辐射工作人员确认工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置屏蔽体铅房内没有人员驻留和检修门、进出料门关闭。工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置内部设置固定式剂量率仪。场所退役时 X 射线机处置至无法使用, 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p> | <p>分区满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 辐射防护措施满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 辐射安全防护要求。</p> | 99 |
| | <p>拟配备1台辐射巡测仪及2台个人剂量报警仪。</p> | <p>根据《辐射环境监测技术规</p> | 1.0 |

| | | | |
|--------|---|---|------|
| | | 范》(HJ61-2021)及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。 | |
| 辐射安全管理 | 建设单位将成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。 | 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》成立安全管理机构。 | / |
| | 管理制度：制定操作规程、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、事故应急制度等。 | 满足辐射安全管理要求。 | / |
| | 配备的2名辐射工作人员应通过辐射安全与防护知识考核。(每5年重新参加考核) | 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《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》，辐射工作人员应持有培训合格证或考核合格证 | / |
| | 将委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。辐射工作人员均要求佩戴个人剂量计。(常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月。个人剂量档案长期保存) | 根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)辐射工作人员正常开展个人剂量检测，根据《放射工作人员职业健康管理办法》，个人剂量档案应长期保存。 | 每年投入 |
| | 职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。 | 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人职业健康检查，建立职业健康监护档案 | 每年投入 |

以上措施必须在项目运行前落实。