

核技术利用建设项目

苏州一目万相科技有限公司扩建生产、销售、使用工业用 X 射线 CT 及工业用 X 射线探伤装置项目环境影响报告表

(公示本)

苏州一目万相科技有限公司

2026 年 4 月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况 1

表 2 放射源 6

表 3 非密封放射性物质 6

表 4 射线装置 7

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 8

表 6 评价依据 9

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 21

表 10 辐射安全与防护 30

表 11 环境影响分析 37

表 12 辐射安全管理 51

表 13 结论与建议 56

表 14 审批 62

附图：

- 附图 1 苏州一目万相科技有限公司地理位置
- 附图 2 苏州一目万相科技有限公司周围环境示意图
- 附图 3 苏州一目万相科技有限公司平面布置图
- 附图 4 本项目与江苏省生态空间保护区域相对位置关系示意图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		苏州一目万相科技有限公司扩建生产、销售、使用工业用 X 射线 CT 及工业用 X 射线探伤装置项目			
建设单位		苏州一目万相科技有限公司			
法人代表		张全红	联系人		联系电话
注册地址		太仓市经济开发区东亭北路 111 号 9 幢			
项目建设地点		太仓市经济开发区东亭北路 111 号 9 幢			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		2000	项目环保投资 (万元)	180	投资比例 (环保投资/总投资)
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m ²)
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类 (医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☒ 生产	☒ II 类 ☐ III 类		
		☒ 销售	☒ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

项目概述

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

1、建设单位基本情况

苏州一目万相科技有限公司（以下简称“公司”）成立于 2021 年 7 月，公司注册地址位于太仓市经济开发区东亭北路 111 号 9 幢。公司厂房及办公区均租赁自太仓智创智能制造有限公司，房屋租赁合同复印件见附件 8。目前公司主要专注于数字化 X 射线成像和 CT 技术的研发，应用在工业无损检测领域：为工业无损检测客户打造高分辨率、全自动、智能化在线和离线检测系统。

2、项目由来及建设规模

因业务发展需要，苏州一目万相科技有限公司拟在原址（东亭北路 111 号 9 幢）扩建生产、销售、使用工业用 X 射线 CT 及工业用 X 射线探伤装置项目（以下均统称为“射线装置”），公司新设计的 4 款射线装置与原已许可“生产、销售、使用”的工业 CT（最大管电压 450kV，最大管电流 15mA）射线管参数不同、检测铅房尺寸、规格、铅屏蔽厚度均不同，属于新型号射线装置，应另外履行环保手续。

本期仍利用已建设的调试区、调试工位及辐射工作人员。本项目射线装置基本情况见表 1-1，已配备的辐射工作人员情况见表 1-2。

表 1-1 本项目射线装置基本情况一览表

序号	射线装置型号	数量 (台/年)	射线装 置类别	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	最大管功率 (W)	性质	活动种类	环评情况
1	WX-DR-160L 型工业用 X 射 线探伤装置	10	II	160	11.25	1800	新建	生产、销 售、使用	本次环评
2	WX-DR-160E 型工业用 X 射 线探伤装置	10	II*	160	1	50	新建		
3	WX-1 型工业 用 X 射线 CT	10	II	130	0.3	39	新建		
4	WX-5 型工业 用 X 射线 CT	10	II	240	3	500	新建		

注*: WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置工件门洞大小为 400mm (长)×500mm (高)，任何情况下，人员都无法滞留在装置中，属“自屏蔽式 X 射线探伤装置”，其生“生产、销售”活动应按 II 类射线装置管理，其“使用”活动应按 III 类射线装置管理。

表 1-2 本项目已配备的辐射工作人员一览表

序号	姓名	培训合格证书编号
1	毛仪骁	FS23JS0101461
2	王展	FS23BJ1200920
3	刘海龙	FS23BJ0101116
4	蒋伟	FS23JS1200153

公司设计、生产的各类型射线装置，射线管在工作时，固定不可移动，客户确定需求后，在公司内组装成整机，再整体发往客户单位。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境保护法》《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和防护管理办法》等法律法规的规定，公司应办理核技术利用项目环境影响评价手续。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（2017 年修订版），本项目为生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置及工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，均属 II 类射线装置。公司新设计的 4 款射线装置与原已许可“生产、销售、使用”的工业 CT（最大管电压 450kV，最大管电流 15mA）射线管参数不同、检测铅房尺寸、规格、铅屏蔽厚度均不同，属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）中生产、销售、使用 II 类射线装置的扩建项目，应编制《环境影响报告表》。

受苏州一目万相科技有限公司的委托，江苏清全科技有限公司（以下简称“我公司”）

承担本项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析，并委托南京宁亿达环保科技有限公司对调试区及周围环境进行了辐射环境本底监测，在此基础上编制了本项目环境影响报告表。

二、项目周边保护目标及项目选址情况

苏州一目万相科技有限公司厂区地址位于江苏省太仓市东亭北路 111 号 9 幢，公司地理位置图见附图 1。公司厂区东北侧依次为园区道路、停车场及东亭北路，东南侧依次为德恩科电机（太仓）有限公司厂房及园区道路，西南侧依次为德恩科电机（太仓）有限公司厂房、园区道路及日精树脂工业科技（太仓）有限公司厂房，西北侧为变电房、园区道路及迪美斯（中国）总部厂房，公司厂房为一层建筑、楼下无建筑，办公区为两层建筑。公司周围环境图见附图 2，平面布置图见附图 3。

公司已在厂房东南部设置射线装置调试区，调试区东北侧依次为通道、办公区、园区道路 1 及停车场，东南侧依次为通道、组装区、德恩科电机（太仓）有限公司厂房及园区道路 2，西南侧依次为通道、发货区、原材料库房、德恩科电机（太仓）有限公司厂房及园区道路 3，西北侧依次为通道、发货区、变电房、园区道路 4 及迪美斯（中国）总部厂房，楼上、楼下均无建筑。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，本项目周围环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司内其他工作人员、其他公司工作人员以及园区道路上的流动人员。

对照《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）、《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）、《江苏省自然资源厅关于太仓市 2021 年度生态空间管控区域优化调整方案的复函》（苏自然资函〔2021〕1587 号），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和江苏省生态空间管控区域。并根据现场监测与环评预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

综上所述，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

三、本项目实践正当性分析

苏州一目万相科技有限公司扩建生产、销售、使用工业用 X 射线 CT 及工业用 X 射线探伤装置，符合公司的发展规划，可满足购方单位对检测设备的需要，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够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）“实践的正当性”的原则。

四、本项目产业政策相符性分析

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类”项目，符合当前国家及江苏省的产业政策。

五、现有核技术利用项目情况

1、现有核技术利用项目环保手续履行情况

①前期项目环评情况

苏州一目万相科技有限公司于 2023 年 5 月编制了《苏州一目万相科技有限公司生产、使用、销售工业 CT 装置项目环境影响报告表》，于 2023 年 6 月 19 日通过苏州市生态环境局的环评批复（苏环核评字[2023]E019 号）。

②前期项目许可及验收情况

于 2024 年 9 月 5 日首次取得辐射安全许可证，编号为苏环辐证[E2356]，许可项目为“生产、销售、使用Ⅱ类射线装置；使用Ⅲ类射线装置”，并于 2023 年 12 月 3 日通过竣工环境保护验收。

③最近一期许可证重新申领情况

公司“生产、销售、使用Ⅲ类射线装置项目”于 2023 年 6 月 25 日编制了环境影响登记表（备案号：202332058500000189）；公司于 2025 年 3 月 6 日重新申领并取得辐射安全许可证，编号为苏环辐证[E2356]，有效期至 2028 年 9 月 4 日，许可项目为“生产、销售、使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置”，详见表 1-3。

表 1-3 现许可项目情况

序号	活动种类和范围				数量/台 （套）	最大管电压 （kV）	最大管电 流（mA）
	辐射活动场 所名称	装置名称	类别	活动种类			
1	工业 CT 调 试区	WX 型工业 CT 装置	Ⅱ类	生产、销 售、使用	50/年	450	15
2	医用移动式 C 形臂调试 间（1 号，2 号）	WIL Meta 型 移动式 C 形 臂 X 射线装 置测试机	Ⅲ类	生产、销 售、使用	100/年	150	50

2、公司辐射安全管理情况

（1）公司已成立了辐射防护管理领导小组，并制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括《辐射防护安全管理机构及职责》《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》《人员培训计划制度》《射线装置使用登记、台账管理制度》《个人剂量与辐射环境监测制度》及《辐射事故应急预案》等。

公司现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足公司从事相

关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

本项目建成后，可依托公司现有比较健全的管理组织机构，本项目开展后，辐射管理成员为同一套班子成员，目前公司的管理人员也能满足配置要求。

(2) 公司目前在职从事调试作业的辐射工作人员共计 4 人，已为每一名辐射工作人员配备个人剂量计，并严格按照规范佩戴，定期送检。已建立有个人剂量健康档案并终生存档保存，个人剂量计最长不超过 3 个月送检一次。在运行过程中企业根据员工流动情况，及时委托有资质的单位对新入职的员工进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。

(3) 在职实际从事调试作业的辐射工作人员均已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加辐射安全考核取得了考核成绩报告单，公司严格执行辐射工作人员培训制度，根据《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）和《关于进一步优化辐射安全考核公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），及时组织辐射工作人员参加生态环境部在线平台的辐射防护与安全培训并考核合格，并明确在合格成绩单五年到期后重新考试。

(4) 公司严格按照要求对所有辐射工作人员开展岗前、在岗期间和离岗职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据公司提供的职业健康体检报告，在岗的所有辐射工作人员均可继续从事放射性工作。

(5) 公司现有辐射工作场所的电离辐射警示牌、报警装置、门机联锁装置、紧急按钮、视频监控和工作状态指示灯等安全措施运行良好。运行以来未发生辐射事故及人员超剂量照射事故。

(6) 公司每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度监测，根据建设单位所提供的年度监测报告，辐射工作场所周围的 X- γ 辐射剂量当量率均能够满足标准要求。

(7) 辐射应急演练和年度评估

公司已制定有《辐射事故应急预案》，经与企业核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故，且公司每年进行辐射应急演练。公司执行有年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并及时提交至原辐射安全许可证发证机关。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量 (台/	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 射线探伤装置	II	10	WX-DR-160L	160	11.25	生产、销售、使用	调试 区	最大管功率 1800W
2	工业用 X 射线探伤装置	II	10	WX-DR-160E	160	1	生产、销售、使用		最大管功率 50W；“生产、销售”活动按II类射线装置管理，“使用”活动按III类射线装置管理
3	工业用 X 射线 CT	II	10	WX-1	130	0.3	生产、销售、使用		最大管功率 39W
4	工业用 X 射线 CT	II	10	WX-5	240	3	生产、销售、使用		最大管功率 500W；可额外搭载 1 台 160kV 或 190kV 射线管
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	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	最终排入大气，臭氧常温下在50min内可自行分解为氧气，对环境的影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1)《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 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 年修正版), 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》, 2003 年 10 月 1 日起施行 (4)《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院令第 682 号, 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条例》, 国务院令第 449 号, 2005 年 12 月 1 日起施行; 2019 年修改, 国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行 (6)《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, 自 2021 年 1 月 4 日起施行 (7)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行 (8)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 原环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行 (9)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 国家环境保护总局文件, 环发[2006]145 号文 (10)《关于发布<射线装置分类>的公告》, 原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日起施行 (11)关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知, 环办[2013]103 号, 2014 年 1 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》, 生态环境部令第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行 (13)《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 (14)《生态环境部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 10 月 25 日生成 (15)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 57 号, 2020 年 1 月 1 日起施行 (16)《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修订版), 江苏省人大常委会公告第 2 号, 2018 年 3 月 28 日修改, 2018 年 5 月 1 日起施行 (17)《市政府办公室关于印发苏州市突发水污染事件应急预案等五个应急预
------	---

	案的通知》，苏州市人民政府（苏府办[2020]59 号） （18）《江苏省国家级生态保护红线规划》，江苏省人民政府（苏政发[2018]74 号），2018 年 6 月 9 日发布 （19）《江苏省生态空间管控区域规划》，江苏省人民政府（苏政发[2020]1 号），2020 年 1 月 8 日发布 （20）《江苏省自然资源厅关于太仓市 2021 年度生态空间管控区域优化调整方案的复函》（苏自然资函[2021]1587 号） （21）《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（苏政发[2020]49 号），2020 年 6 月 21 日发布 （22）《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 号文）
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016） （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》（HJ 10.1-2016） （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） （4）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） （5）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） （6）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） （7）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）
其他	报告附件： 附件 1：项目委托函 附件 10：射线管销售商辐射安全许可证 附件 2：射线装置使用承诺书 附件 11：专家意见及修改清单 附件 3：X 射线管及铅板来源说明 附件 4：前期项目环保手续履行情况 附件 5：2024 年度监测报告 附件 6：公司已制定的规章制度 附件 7：辐射工作人员证书 附件 8：厂房租赁合同 附件 9：检测报告及资质认定证书

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为生产、销售、使用 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》（HJ10.1-2016）的要求：“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 50m 的范围”，因本项目各型号射线装置检测铅房大小不一，本期保守取以调试区边界为起点，外延 50m 范围内的区域。本项目评价范围及周边环境示意图见附图 2 及附图 3。

保护目标

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。本项目进行射线装置的生产、使用及销售，占用资源少，不会降低管控区的水、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。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，本项目周围环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司内其他工作人员、其他公司工作人员以及园区道路上的流动人员。

本项目周围环境保护目标分布见表 7-1。

表 7-1 本项目周围环境保护目标分布情况

主要环境保护目标	方位	性质	场所名称	最近距离	规模
本项目辐射工作人员*	/	辐射工作人员	调试区	/	4 名
流动人员	东北侧	公众	通道	1.2m	不定
办公区工作人员			办公区	3m	5 名
流动人员			园区道路 1	10m	不定
流动人员			停车场	26m	不定
流动人员	东南侧		通道	2.8m	不定
组装区工作人员			组装区	4.6m	2 名
德恩科电机（太仓）有限公司工作人员			德恩科电机（太仓）有限公司	8m	50 名
流动人员			园区道路 2	44m	不定
流动人员	西南侧		通道	1.1m	不定
发货区工作人员			发货区	4.5m	2 名
流动人员			原材料库房	4.5m	不定
德恩科电机（太仓）有限公司工作人员			德恩科电机（太仓）有限公司	22m	50 名
流动人员			园区道路 3	44m	不定

流动人员	西北 侧		通道	1.7m	不定
发货区工作人员			发货区	4.5m	2 名
流动人员			变电房	7m	不定
流动人员			园区道路 4	19m	不定
迪美斯（中国）总部厂 房内工作人员			迪美斯（中国）总 部厂房	37m	50 名

注：本项目辐射工作人员与客户现场维修、调试、培训工作人员为同一批工作人员。

评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

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/a~0.3mSv/a）的范围之内。

（2）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

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

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

人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

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

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

b)关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$ ： $\dot{H}_{c,\max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c)关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ： $\dot{H}_c$ 为上述 a)中 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b)中的 $\dot{H}_{c,\max}$ 二者的较小者。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a)探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻近建筑物在自然辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立

体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b)除 3.1.2 a) 的条件外，应考虑下列情况：

1)穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1 c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

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

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需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。

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。

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) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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 GB18871 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。

（4）本项目辐射剂量约束值

综合考虑 GB18871-2002、GBZ/T250-2014 和 GBZ117-2022，本项目管理目标为：

①**辐射剂量率控制水平：**检测铅房四周、工件门、顶部及底部表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

②**周有效剂量约束值：**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 $5\mu\text{Sv}$ 。

③**年有效剂量约束值：**职业人员年有效剂量不超过 5mSv ；公众年有效剂量不超过

过 0.1mSv。

(5) 参考资料

- ① 《辐射防护导论》，原子能出版社，1991 年 6 月，方杰主编。
- ② 《医用外照射源的辐射防护》（ICRP.33）。
- ③ 《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。

江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果（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

注：测量值已扣除宇宙射线响应值；本项目取测值范围作为评价依据。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

苏州一目万相科技有限公司厂区地址位于江苏省太仓市东亭北路 111 号 9 幢，公司地理位置图见附图 1。公司厂区东北侧依次为园区道路、停车场及东亭北路，东南侧依次为德恩科电机（太仓）有限公司厂房及园区道路，西南侧依次为德恩科电机（太仓）有限公司厂房、园区道路及日精树脂工业科技（太仓）有限公司厂房，西北侧为变电房、园区道路及迪美斯（中国）总部厂房，公司厂房为一层建筑、楼下无建筑，办公区为两层建筑。公司周围环境图见附图 2，平面布置图见附图 3。

公司已在厂房屋南部设置射线装置调试区，调试区东北侧依次为通道、办公区、园区道路 1 及停车场，东南侧依次为通道、组装区、德恩科电机（太仓）有限公司厂房及园区道路 2，西南侧依次为通道、发货区、原材料库房、德恩科电机（太仓）有限公司厂房及园区道路 3，西北侧依次为通道、发货区、变电房、园区道路 4 及迪美斯（中国）总部厂房，楼上、楼下均无建筑。

本项目调试区及周围环境现状见图 8-1~8-10。

 图 8-1 本项目调试区	 图 8-2 调试区东北侧办公区
 图 8-3 调试区东南侧组装区	 图 8-4 调试区西南侧原材料库房



图 8-5 调试区西南侧发货区



图 8-6 调试区西北侧发货区



图 8-7 公司东北侧
(园区道路)



图 8-8 公司东南侧
(德恩科电机(太仓)有限公司内)

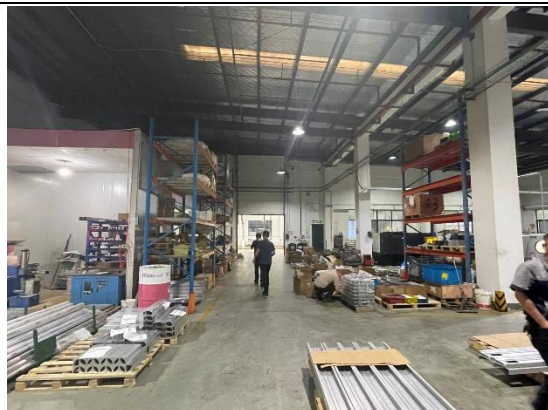


图 8-9 公司西南侧
(德恩科电机(太仓)有限公司内)



图 8-10 公司西北侧
(迪美斯(中国)总部)

二、环境现状检测

本项目为生产、销售、使用 II 类射线装置。根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线，项目在进行现状调查时，主要调查本项目调试区及周围环境的辐射水平。

1、检测因子、检测方法

检测因子：X- γ 辐射剂量率

检测方法：按照《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 中的要求进行，检测时仪器探头水平距离地面 1m，每组读 10 个数据，取算术平均值计算结果。

2、检测点位布设

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)有关布点原则进行布点,共计布点11个,重点调查调试区及周围环境 γ 辐射剂量率,具体点位见图8-11。

3、检测单位、检测时间和检测仪器

检测单位:南京宁亿达环保科技有限公司

检测时间:2025年5月19日

检测天气:晴

检测仪器:AT1120型辐射剂量率仪

仪器编号:12116

生产厂家:ATOMTEX

量程范围:0.01 μ Sv/h~150 μ Sv/h

能量响应范围:20keV~7MeV

检定单位:江苏省计量科学研究院

检定证书编号:Y2024-0108984

检定有效期:2024.10.29~2025.10.28

校准参考辐射源: ^{137}Cs

4、质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证,具备有相应的检测资质和检测能力,其计量认证证书及检测能力证书见附件9;

②委托的检测机构制定有质量体系文件,所有活动均按照质量体系文件要求进行,实施全过程质量控制;

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定/校准合格,并在检定有效期内;

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核;

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查;

⑥南京宁亿达环保科技有限公司检测报告实行三级审核。

5、检测结果及评价

本项目调试区及周围环境X- γ 辐射剂量率检测点位见图8-11,检测结果见表8-1,详细检测结果见附件9。

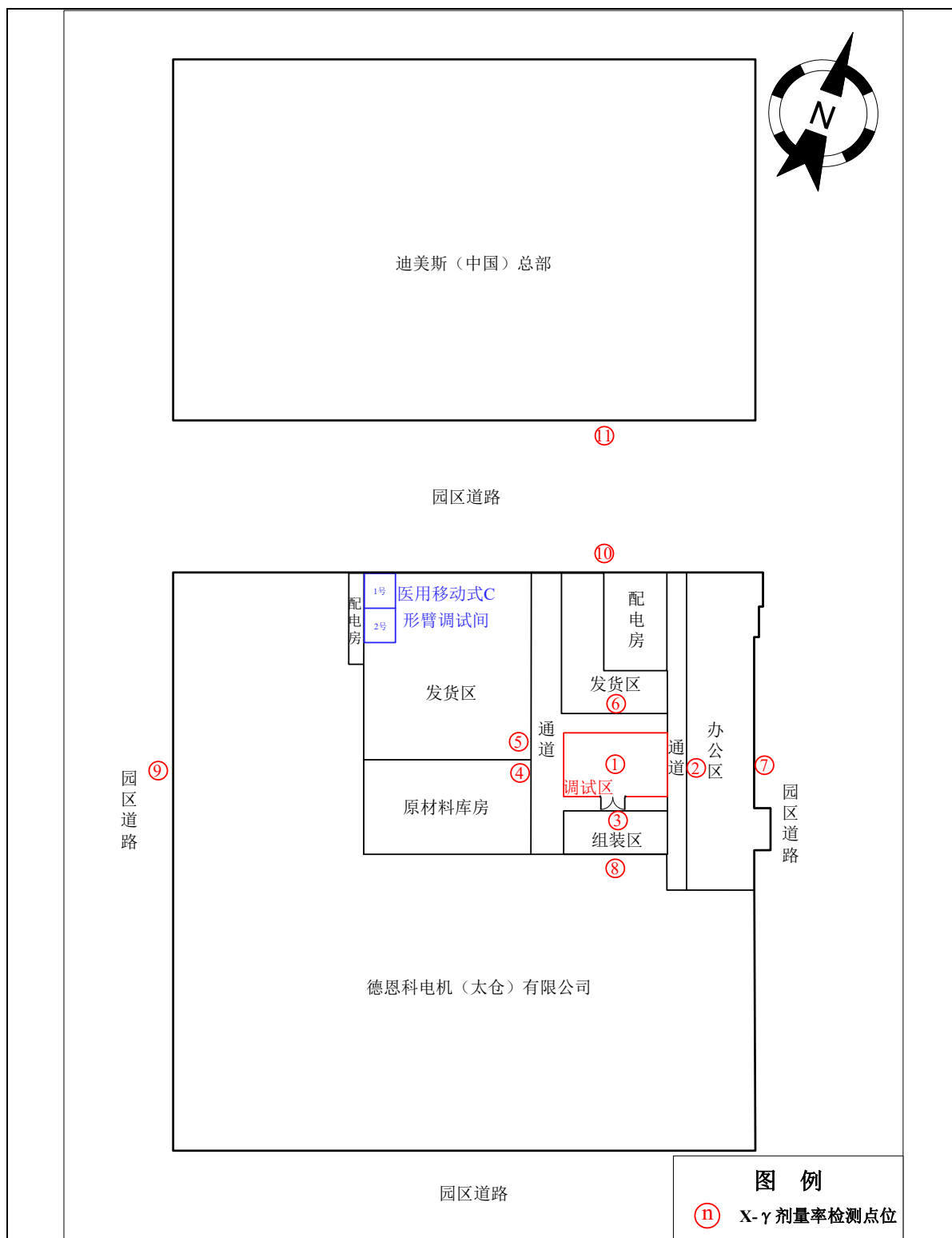


图 8-11 调试区及周围辐射环境本底检测点位示意图

表 8-1 本项目调试区及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果

序号	检测点位描述	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)	备注
1	调试区中部	0.109	室内（一层厂房）
2	苏州一目万相科技有限公司办公区内	0.150	室内（二层厂房）
3	苏州一目万相科技有限公司组装区内	0.169	室内（一层厂房）
4	苏州一目万相科技有限公司原材料库房内	0.122	室内（一层厂房）
5	苏州一目万相科技有限公司西南侧发货区内	0.128	室内（一层厂房）

6	苏州一目万相科技有限公司西北侧发货区内	0.155	室内（一层厂房）
7	苏州一目万相科技有限公司东北侧 （园区道路）	0.091	道路
8	苏州一目万相科技有限公司东南侧 （德恩科电机（太仓）有限公司内）	0.114	室内（一层厂房）
9	苏州一目万相科技有限公司西南侧 （园区道路）	0.084	道路
10	苏州一目万相科技有限公司西北侧 （园区道路）	0.070	道路
11	迪美斯（中国）总部东南侧 （园区道路）	0.072	道路

注：[1]上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值并进行建筑物修正（楼房取 0.8、平房取 0.9、道路取 1）；

[2]检测时，公司医用移动式 C 形臂调试间及本项目调试区均无射线装置开机调试；

[3]数据来自附件 9。

根据检测结果可知，本项目调试区及周围室外道路环境辐射水平在（0.070～0.091） $\mu\text{Gy/h}$ 范围内，处于江苏省道路环境天然 γ 辐射剂量率水平统计涨落范围内；室内环境辐射水平在（0.109～0.169） $\mu\text{Gy/h}$ 范围内，略高于江苏省环境天然室内 γ 辐射水平，可能是因为室内地面混凝土硬化及大理石铺装导致。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工程设备

苏州一目万相科技有限公司拟扩建生产、销售、使用的射线装置型号有 4 种，分别为 WX-DR-160L、WX-DR-160E、WX-1、WX-5，该项目投入运行后，年计划生产、销售、使用 4 种类型射线装置共 40 台。

本项目拟生产、销售、使用的射线装置及其可能搭载的射线管基本情况见表 9-1。

表 9-1 本项目射线装置基本情况一览表

序号	射线装置名称	射线管型号 ^②	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	最大管功率 (W)	产能 (台/年)	每台出束调试时间 (h)	每台现场培训+售后时间 (h)
1	WX-DR-160L 型 X 射线探伤装置	VJX-160	160	3	480	10	1	0.5+0.5
		Comet MXR-160HP/11	160	11.25	1800			
2	WX-DR-160E 型 X 射线探伤装置	Libra09	90	0.2	8	10	1	0.5+0.5
		Libra11	110	0.3	33			
		Libra13	130	0.3	39			
		WorX XWT-160-TCNF	160	1	25			
		WorX XWT-160-TCNF Plus	160	1	50			
3	WX-1 型工业用 X 射线 CT	Libra09	90	0.2	8	10	1	0.5+0.5
		Libra13	130	0.3	39			
4	WX-5 型工业用 X 射线 CT ^①	射线管 1	WorX XWT-225-CT	225	3	10	1	0.5+0.5
			WorX XWT-225-CT Plus	225	3			
			WorX XWT-240-CT	240	3			
			WorX XWT-240-CT Plus	240	3			
			FineTec 240RT	240	3			
		射线管 2	WorX XWT-160-TCNF	160	1			
			WorX XWT-190-TCNF	190	1			

注：①除 WX-5 型工业用 X 射线 CT 外，其余型号射线装置均只能选配 1 台 X 射线管；WX-5 型工业用 X 射线 CT 可额外搭载一个低电压射线管，两个 X 射线管不能同时出束；

②VJX 系列射线管购于伟杰科技（苏州）有限公司、Libra 系列射线管购于海宁精奕电子有限公司、Comet、WorX、FineTec 系列射线管直接由国外进口；公司拟在所购的 X 射线管前方加装准直器等限束部件，确保射线锥束照射范围避开工件门及操作位。

公司根据客户需求将 X 射线管、检测铅房等相应的材料和部件，自行组装成完整的射线装置（各型号射线装置检测铅房结构、尺寸、屏蔽材料及厚度固定不可调整），然后在调试区对组装完成的射线装置进行调试，调试完成后，将组装完成的射线装置整体打包发往客户。公司不单独对 X 射线管进行调试，仅对组装完成的射线装置进行调试。

WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置采用的检测铅房内尺寸为 1500mm（长）×1300mm（宽）×1802mm（高），工件门门洞大小为 702mm（长）×1602mm（高），门板大小为 805mm（长）×1720mm（高），不另设检修门。X 射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧，铅房右侧面板（主射面）为 7mm 铅板，左侧面板为 5mm 铅板，前侧、后侧、顶部及底部面板均为 6mm 铅板；工件门位于前侧，为 6mm 铅板。该型号计划安装内部摄像头，无观察窗。WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置射线管及载物台均固定不可移动。产品设计示意图见图 9-1。

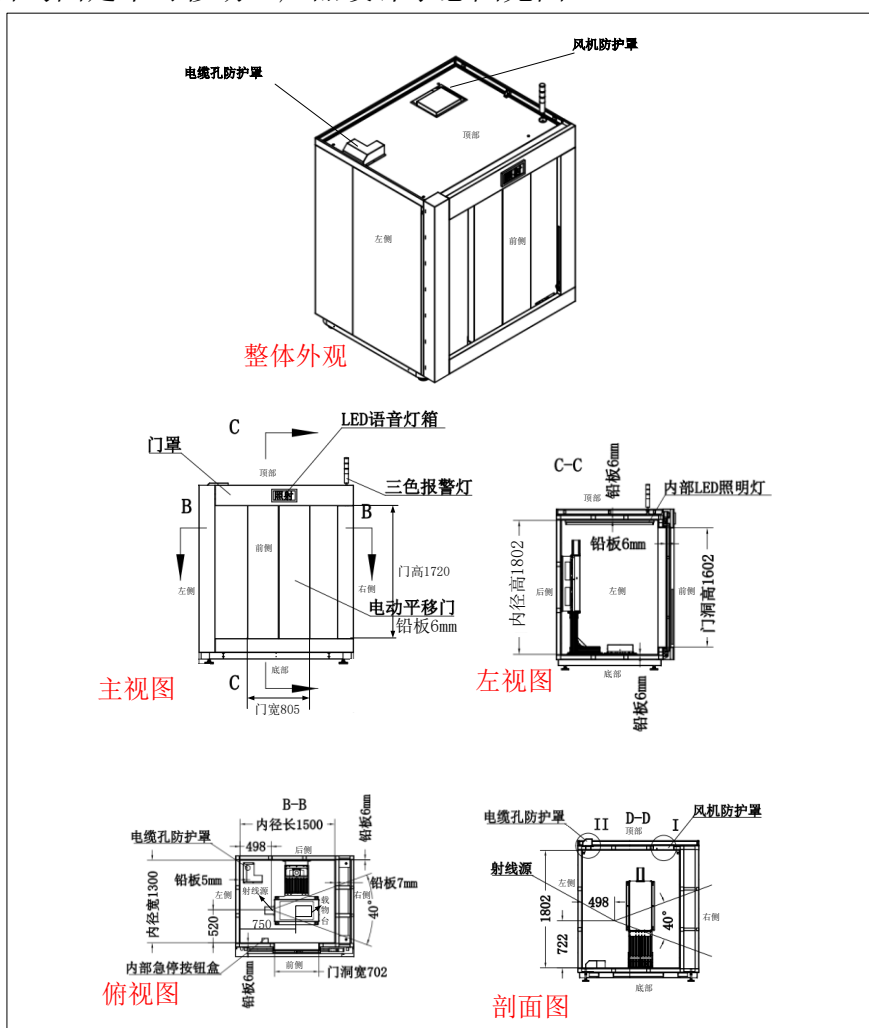


图 9-1 本项目 WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置设计示意图

WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置采用的检测铅房内尺寸为 1040mm（长）×940mm（宽）×1900mm（高），局部长 640mm，工件门门洞大小为 400mm（长）×500mm（高），门板大小为 500mm（长）×650mm（高），不另设检修门。X 射线主射线方向固定为从底部朝向顶部，铅房顶部面板（主射面）为 8mm 铅板，前侧面板、后侧面板、左侧面板、右侧面板均为 6mm 铅板，底部面板为 5mm 铅板；工件门位于前侧，为 6mm 铅板；观察窗位于前侧，为 6mm 铅当量铅玻璃。WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置射线管及载物台均固定不可移动。产品设计示意图见图 9-2。

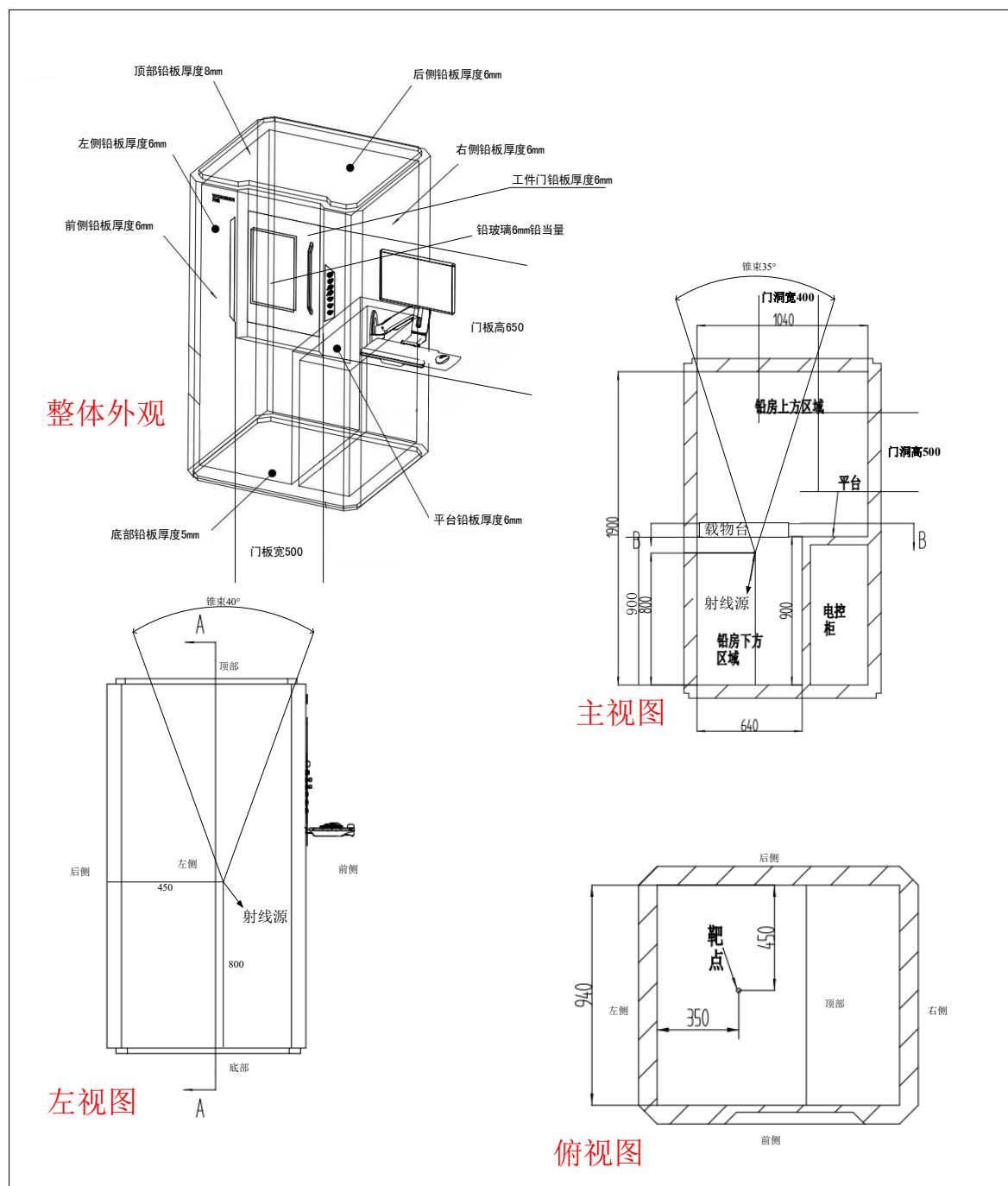


图 9-2 本项目 WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置设计示意图

WX-1 型工业用 X 射线 CT 采用的检测铅房内尺寸为 1090mm（长）×490mm（宽）×445mm（高），局部宽 390mm，工件门门洞大小为 370mm（长）×340mm（宽）×370mm（高），门板大小为 490mm（长）×380mm（宽）×425mm（高）（“L”型门），不另设检修门。X 射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧，铅房右侧面板、顶部面板、底部面板均为主射面，右侧面板为 6mm 铅板，其余各侧面板均为 5.5mm 铅板，工件门位于前侧及顶部（“L”型），为 5.5mm 铅板。该型号计划安装内部摄像头，无观察窗。WX-1 型工业用 X 射线 CT 射线管及载物台均固定不可移动。产品设计示意图见图 9-3。

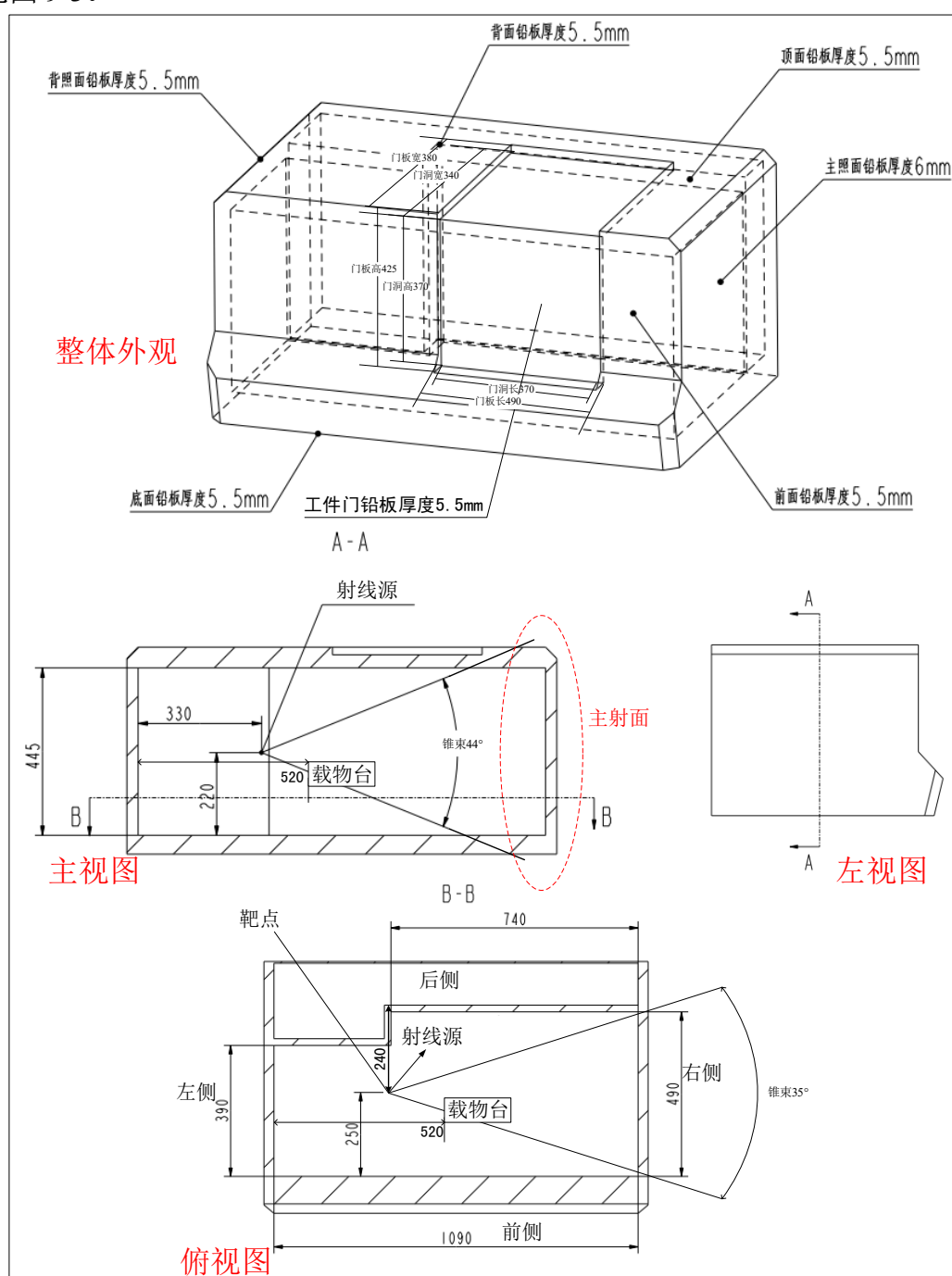


图 9-3 本项目 WX-1 型工业用 X 射线 CT 设计示意图

WX-5 型工业用 X 射线 CT 采用的检测铅房内尺寸为 1700mm（长）×1200mm（宽）×1850mm（高），工件门门洞大小为 800mm（长）×1700mm（高），门板大小为 900mm（长）×1800mm（高），检修门位于铅房后侧，门洞大小为 1775mm（长）×1600mm（高），门板大小为 1875mm（长）×1760mm（高）。X 射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧，铅房右侧面板为主射面，为 17mm 铅板，左侧面板为 11mm 铅板，前侧面板、后侧面板、顶部面板及底部面板均为 12mm 铅板；工件门位于前侧，为 12mm 铅板。该型号计划安装内部摄像头，无观察窗。WX-5 型工业用 X 射线 CT 搭载的 2 台射线管采用水平切换模式，射线管到达设定位置方可开启，此时射线管固定不可移动，2 台射线管左右相对位置为 100mm，载物台可在“前后”、“左右”、“上下”移动。产品设计示意图见图 9-4~图 9-5。

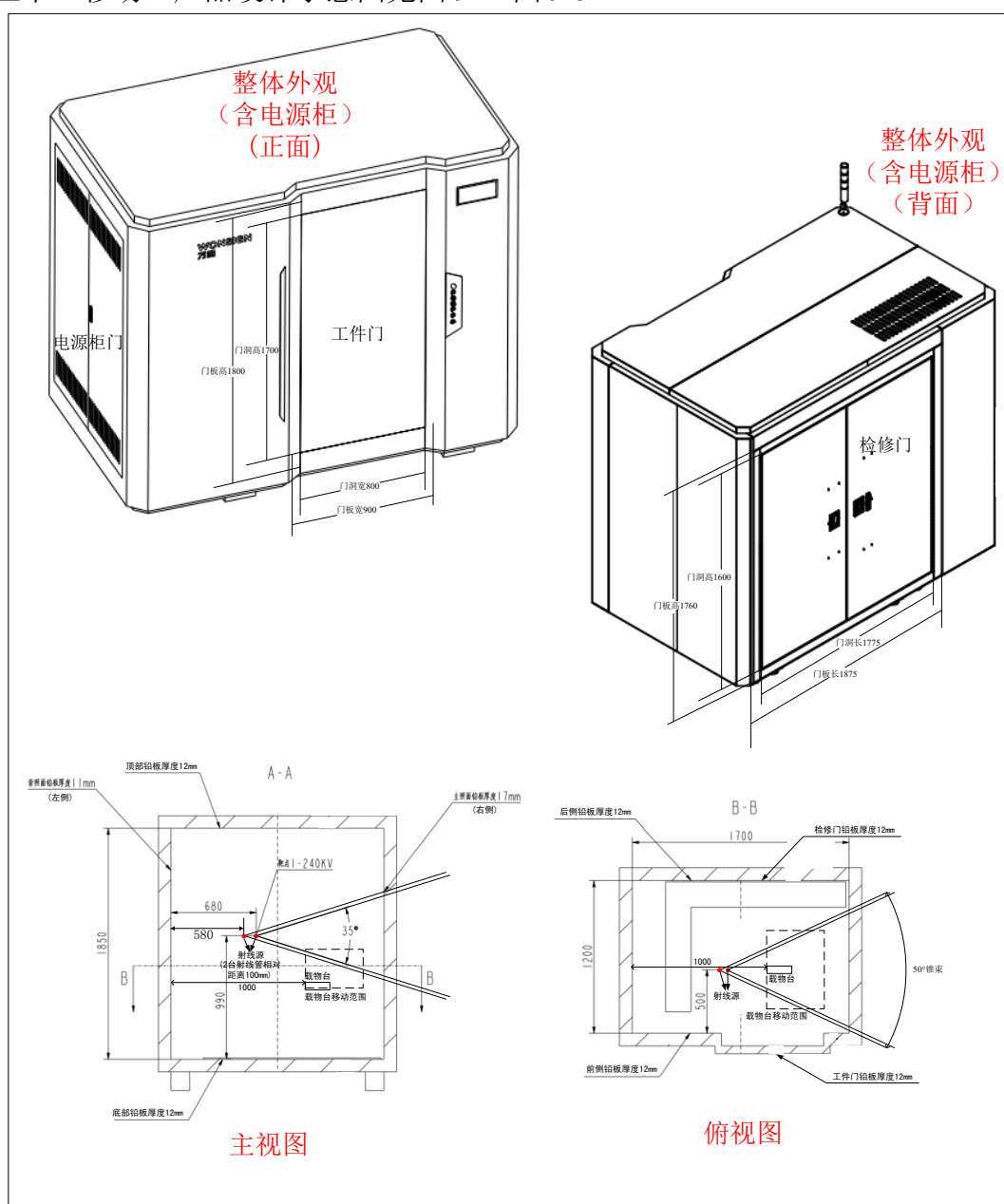


图 9-4 本项目 WX-5 型工业用 X 射线 CT 设计示意图

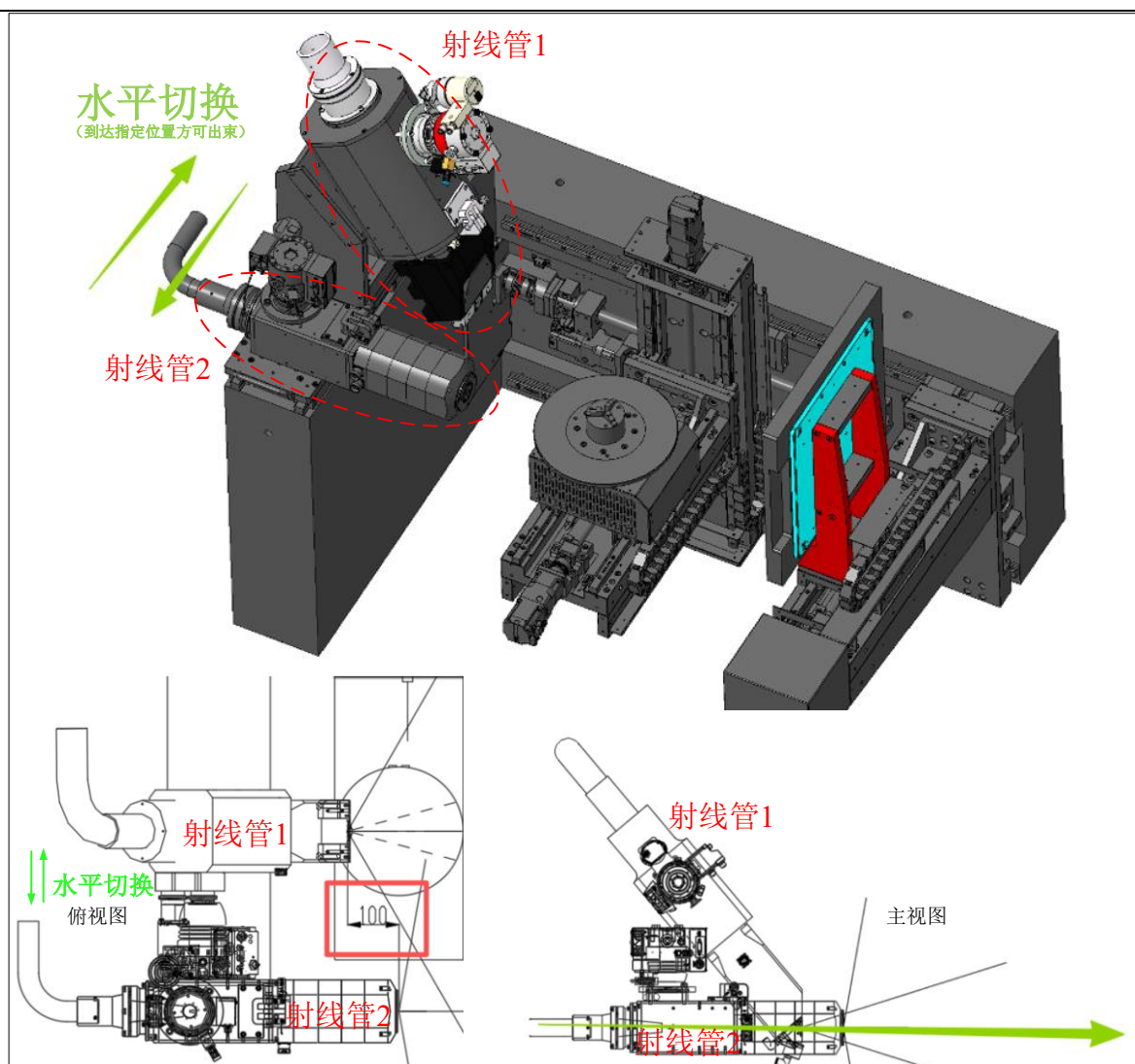


图 9-5 本项目 WX-5 型工业用 X 射线 CT 双射线管排列示意图

二、调试区

本项目调试区内净尺寸为 10000mm（长）×6000mm（宽），调试区的四周使用围栏围挡，地面为原地面。

三、工作原理

本项目生产、销售、使用的射线装置主要由检测铅房、X 射线管、数字平板探测器、计算机图像处理系统及操作台组成，其中核心部件为 X 射线管，X 射线管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，阴极的灯丝加热致发射电子。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，产生大量 X 射线。

工业用 X 射线探伤装置由曝光箱控体（包括箱体内部固定的 X 线发生器及影像接受器、连接电缆等）、显示器、控制台等组成，利用受检材料对 X 射线吸收并成像

的原理，采用 X 射线进行透照，并在设备外部连接的工业电视显示器上观察、分析被检测件的内部缺陷。

工业用X射线CT工作原理是由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质密度越大，射线强度减弱越大，X射线穿透被检工件后被数字平板探测器所接收，数字平板探测器把不可见的X射线检测信号转换为光学图像，按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面一薄层无影像重叠的断层扫描（CT）图像，重复上述过程又可获得一个新的断层图像，当测得足够多的二维断层图像就可重建出三维图像。同时，可根据三维图像查看工件内部的缺陷性质、大小、位置等信息，可迅速对工件缺陷进行辨别，从而达到无损检测的目的。

四、工作流程

根据公司提供的资料，公司在厂区内只进行装置的组装及调试。

1) 合同签订流程：公司了解客户购买意向，与客户进行业务洽谈确定购买的射线装置型号及搭载的X射线管的型号，签订合同，并建立客户档案。

2) 原材料收货，检查入库：根据需求从合格供应商定制选购原材料，并委托铅房供应商对射线装置的各侧铅板、防护门等进行组装，组装完成后送至公司收货组。收货组将供应商送来的射线装置进行常规检验后合格入库。

3) 领料：公司工作人员根据需要，在原材料库房领取材料。

4) 设备安装：领料后，在组装区对射线装置的内部框架进行组装，安装好后，对购买的X射线管加装准直器，随后将X射线管装入框架并连接线缆，最后安装检测单元、显示屏和操作软件。射线装置安装过程中，根据图纸和表格对所要装配的物料进行检查整理；安装完成后，对组装区进行环境整理。

5) 调试过程：确认调试区内无其他人员停留后，进行整机调试，调试过程首先进行机械平台和运动控制部分调试，之后开机对系统性能逐项进行测试，依次开展安全连锁、电气安全、设备自检、测试条件选择、辐射泄漏测试和成像测试。其中，安全连锁、设备自检、选择测试条件、辐射泄漏测试和成像测试环节会产生X射线及少量的O₃、NO_x。每项测试完成评定后，进入下一项测试。全部测试完，进行综合评定，以确认射线范围、精度、辐射泄漏、成像等是否满足要求。

6) 销售流程：包括前期确认客户到后期客户维保的整个过程，具体内容包括：

①销售人员联系客户，确认客户型号需求；

②审核客户单位资质，是否办理相关环评手续；

③客户单位资质齐全后，公司确认客户数量需求；

- ④签订合同；
- ⑤客户付定金，公司准备材料并组装生产射线装置；
- ⑥发货前客户交尾款，公司将射线装置整体打包发货；
- ⑦货到客户处，安装人员上门服务，在客户指定场地内进行操作培训，经客户验收合格后交付给客户，并完善客户档案；
- ⑧完成销售流程。

销售过程中，在客户现场培训调试时及售后维修过程中有X射线出束，其他情况无X射线出束，不会对相关人员造成外照射影响。客户在使用工业用X射线探伤装置发生故障时，生产商将派辐射工作人员前往故障现场进行维修。维修时，辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

本项目工作流程及产污环节见图9-6。

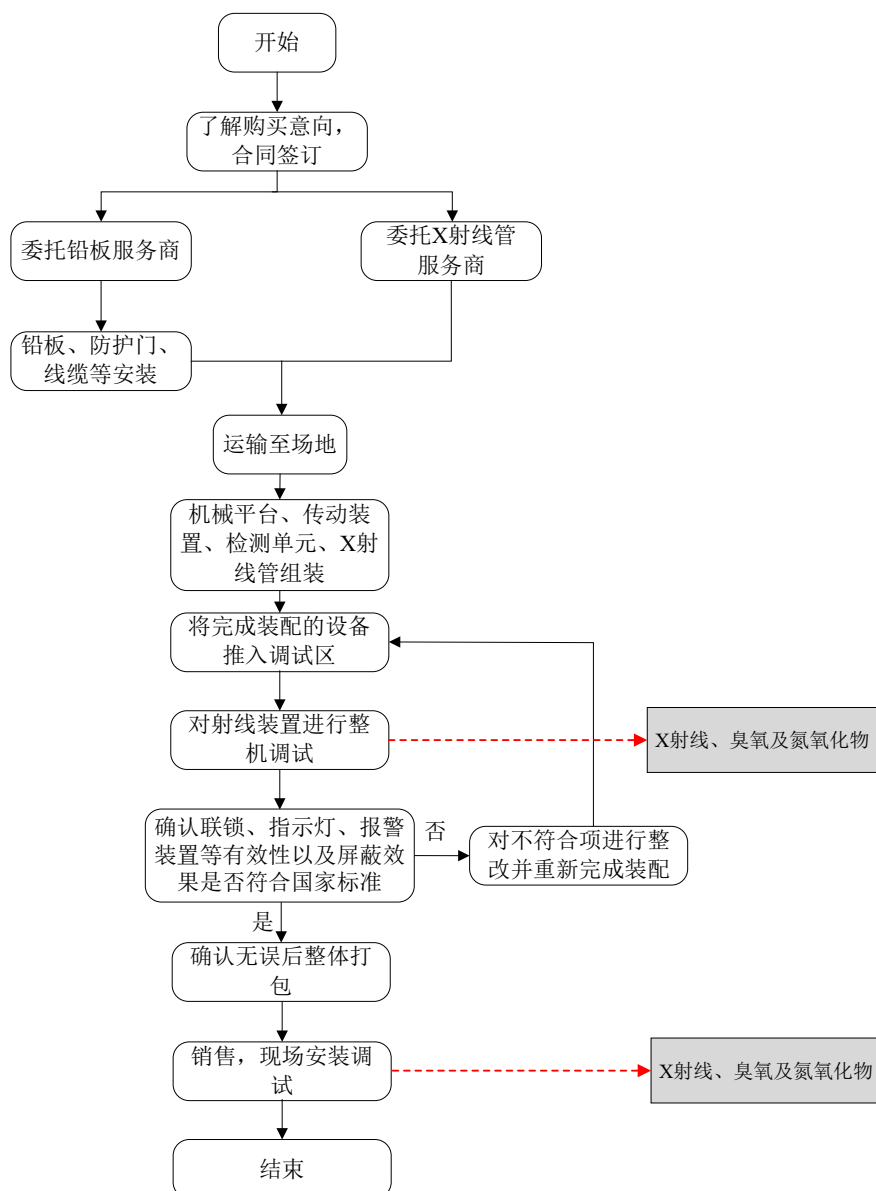


图 9-6 本项目生产、销售、使用射线装置工作流程和主要产污环节示意图

污染源项描述

1、放射性污染

由射线装置工作原理可知,射线装置只有在开机并出束状态下才会发出 X 射线,若 X 射线未完全被屏蔽,则会对装置外工作人员和公众产生一定外照射,因此射线装置在开机出束期间,X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类:

有用线束辐射: X 射线机发出的用于工件检测的辐射束,又称为主射线束。

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。

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向的散射辐射。

本项目射线装置参数见表 9-2。

表 9-2 本项目射线装置参数一览表

射线装置型号	最大管电压 kV	最大管电流 mA	滤过材料	输出量 ^① mGy·m ² / (mA·min)	泄漏辐射剂量率 μSv/h ^②
WX-DR-160L 型 工业用 X 射线探伤 装置	160	11.25	0.5mm 铜	6.0	2.5×10 ³
WX-DR-160E 型 工业用 X 射线探伤 装置	160	1	0.5mm 铜	6.0	2.5×10 ³
WX-1 型 工业用 X 射线 CT	130	0.3	0.5mm 铜	3.5	1×10 ³
WX-5 型 工业用 X 射线 CT	240	3	0.5mm 铜	15	5×10 ³

注: ①除射线管固有滤过外, 本项目将对每种射线管加装 0.5mm 铜的额外滤过片, 滤过片不可拆卸, 本项目保守不考虑射线管原有滤过材料的效果, 输出量参考《辐射防护导论》(方杰)附图 3、附图 4: 管电压为 160kV、130kV、240kV 的输出量分别为: 6.0mGy·m²/(mA·min)、3.5mGy·m²/(mA·min)、15mGy·m²/(mA·min);

②泄漏辐射剂量率值取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 1。

2、其他污染

本项目射线装置在调试时, 会使检测铅房内的空气电离产生臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)。本项目射线装置单次开机调试时间较短, 产生的臭氧和氮氧化物较少。臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气, 其产生的臭氧和氮氧化物对周围环境空气质量影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所布局与分区

本项目生产、销售、使用的各类型射线装置均设置有操作台和检测铅房，操作台与检测铅房分开独立设置。其布局满足《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的要求。

本项目生产的各型号射线装置仅在调试区内开机测试，公司将射线装置检测铅房划为控制区，将控制区边界外调试区内部区域划为监督区，并在调试区外醒目位置设置电离辐射警告标志，调试区设置门锁，禁止非辐射工作人员进入。该分区管理能够满足《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。本项目辐射防护分区示意图见图 10-1。

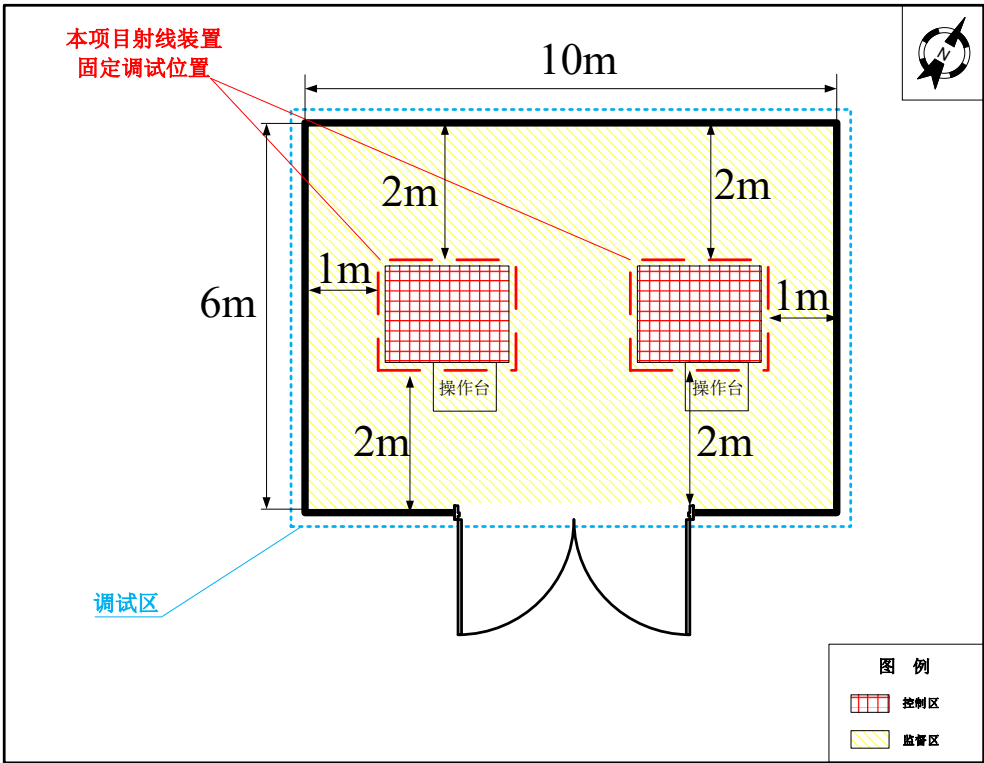


图 10-1 本项目控制区和监督区划分示意图

二、辐射防护屏蔽设计

(1) 检测铅房屏蔽防护设计

本项目生产、销售、使用的WX-DR-160L型工业用X射线探伤装置采用的检测铅房内尺寸为1500mm（长）×1300mm（宽）×1802mm（高），工件门门洞大小为702mm（长）×1602mm（高），门板大小为805mm（长）×1720mm（高），不另设检修门。X射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧，铅房右侧面板（主射面）为7mm铅板，左侧面板为5mm铅板，前侧、后侧、顶部及底部面板均为6mm铅板；工件门位于前侧，

为6mm铅板。该型号计划安装内部摄像头，无观察窗。

WX-DR-160E型工业用X射线探伤装置采用的检测铅房内尺寸为1040mm（长）×940mm（宽）×1900mm（高），局部长640mm，工件门门洞大小为400mm（长）×500mm（高），门板大小为500mm（长）×650mm（高），不另设检修门。X射线主射线方向固定为从底部朝向顶部，铅房顶部面板（主射面）为8mm铅板，前侧面板、后侧面板、左侧面板、右侧面板均为6mm铅板，底部面板为5mm铅板；工件门位于前侧，为6mm铅板；观察窗位于前侧，为6mm铅当量铅玻璃。

WX-1型工业用X射线CT采用的检测铅房内尺寸为1090mm（长）×490mm（宽）×445mm（高），局部宽390mm，工件门门洞大小为370mm（长）×340mm（宽）×370mm（高），门板大小为490mm（长）×380mm（宽）×425mm（高）（“L”型门），不另设检修门。X射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧，铅房右侧面板、顶部面板、底部面板均为主射面，右侧面板为6mm铅板，其余各侧面板均为5.5mm铅板，工件门位于前侧及顶部（“L”型），为5.5mm铅板。该型号计划安装内部摄像头，无观察窗。

WX-5型工业用X射线CT采用的检测铅房内尺寸为1700mm（长）×1200mm（宽）×1850mm（高），工件门门洞大小为800mm（长）×1700mm（高），门板大小为900mm（长）×1800mm（高），检修门位于铅房后侧，门洞大小为1775mm（长）×1600mm（高），门板大小为1875mm（长）×1760mm（高）。X射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧，铅房右侧面板（主射面）为17mm铅板，左侧面板为11mm铅板，前侧面板、后侧面板、顶部面板及底部面板均为12mm铅板；工件门位于前侧，为12mm铅板。该型号计划安装内部摄像头，无观察窗。

铅房各侧面板屏蔽参数见表10-1，相关设计图纸见图9-1~图9-4。

表10-1 本项目各型号射线装置检测铅房各侧面板屏蔽参数

铅房位置	设计参数			
	WX-DR-160L	WX-DR-160E	WX-1	WX-5
前侧面板	6mm铅板	6mm铅板	5.5mm铅板	12mm铅板
工件门	6mm铅板（前侧）	6mm铅板（前侧）	5.5mm铅板（前侧、顶部）	12mm铅板（前侧）
检修门	/	/	/	12mm铅板（后侧）
观察窗	/	6mm铅当量铅玻璃	/	/
后侧面板	6mm铅板	6mm铅板	5.5mm铅板	12mm铅板
左侧面板	5mm铅板	6mm铅板	5.5mm铅板	11mm铅板
右侧面板	7mm铅板（主射面）	6mm铅板	6mm铅板（主射面）	17mm铅板（主射面）

顶部面板	6mm铅板	8mm铅板 (主射面)	5.5mm铅板 (主射面)	12mm铅板
底部面板	6mm铅板	5mm铅板	5.5mm铅板 (主射面)	12mm铅板

三、辐射安全和防护措施分析

本项目拟生产、销售、使用的射线装置和调试区将根据国家相关标准要求设计安装相应的辐射安全和保护装置，主要有：

(1) 生产、销售、使用的射线装置

1、4 个型号射线装置均设置独立操作台，操作台上设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线机才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

2、4 个型号射线装置前侧面板安装有工作状态指示灯、WX-DR-160L 型 X 射线探伤装置及 WX-5 型工业用 X 射线 CT 顶部额外设置工作状态指示灯，设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保调试区内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

3、操作台处设置有高压接通时的指示装置，提醒操作人员设备电源处于接通状态，谨慎操作。

4、铅房的工件门及检修门设置行程开关，均与射线机联锁形成门机联锁装置，只有当工件门完全关闭后 X 射线机才能出束，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。

5、操作台处设置禁止非授权使用的警示标识，提醒其他人员勿擅自操作。

6、操作台处设有急停按钮，按下急停按钮，会立刻停止出束，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

7、检测铅房表面设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿靠近该装置。

8、各型号射线装置检测铅房内均安装固定式辐射探测报警装置，确保射线管出束时，操作人员能及时知晓。

9、体积较大的设备（WX-DR-160L 型 X 射线探伤装置及 WX-5 型工业用 X 射线 CT）内部设置急停按钮，确保有人员误留时可以及时停止照射

10、WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置、WX-1 及 WX-5 型工业用 X 射线 CT 内部安装监控装置，可实时查看射线管及内部组件状态。

(2) 调试区

1、调试区外显眼位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿靠近。

2、调试区设置门锁，禁止非辐射工作人员进入。

3、建设单位已配备 1 台辐射巡检仪、4 台个人剂量报警仪，建设单位也制定了相关的规章制度保证调试工作能安全有效的进行；

4、调试区安装固定式剂量报警装置（配 3 个探头），可实时监控场所的辐射环境，并设置阈值（一般为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），辐射工作人员能够及时发现调试区的剂量变化情况。

（3）客户现场

辐射工作人员在客户现场进行培训、维修时，佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪。

本项目拟生产、销售、使用的射线装置及调试区拟采取的辐射安全措施满足本项目辐射安全的需要。

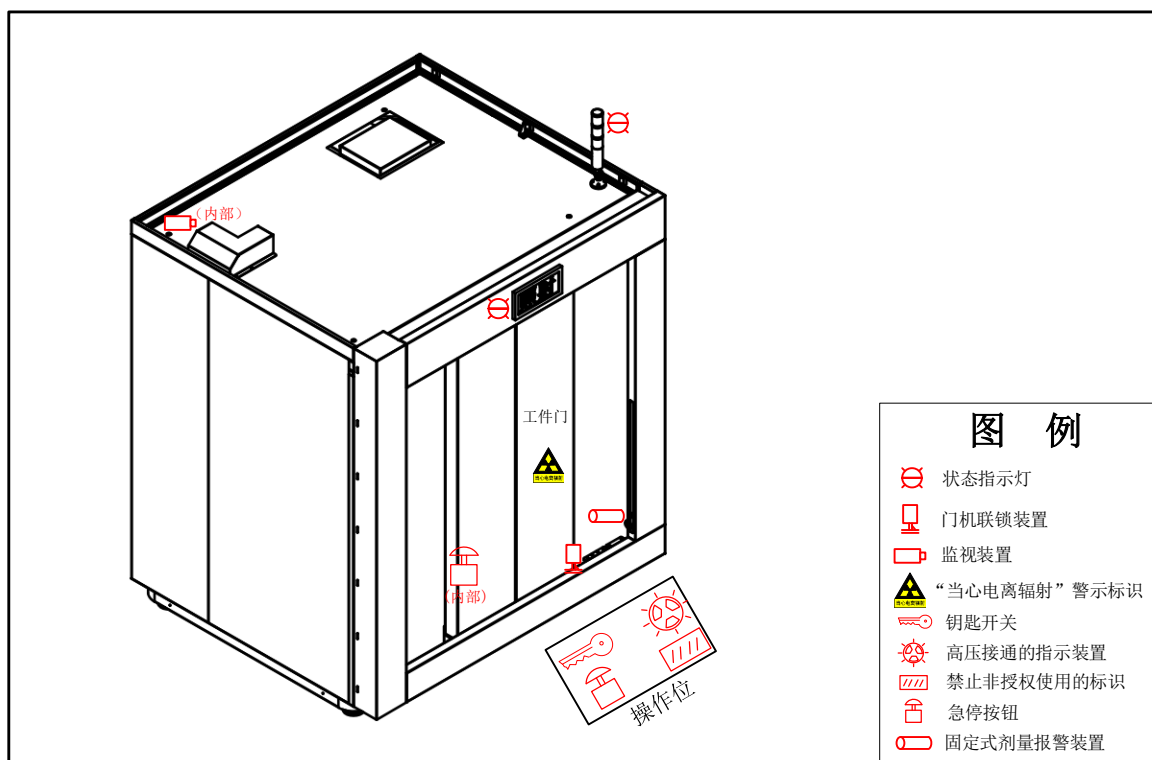


图 10-2 WX-DR-160L 型 X 射线探伤装置辐射安全措施布置示意图

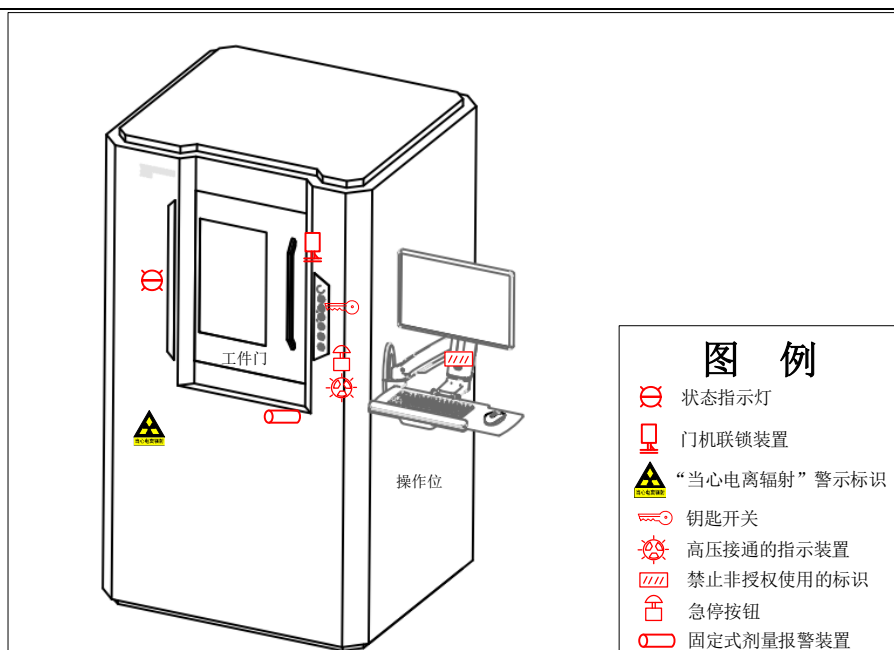


图 10-3 WX-DR-160E 型 X 射线探伤装置辐射安全措施布置示意图

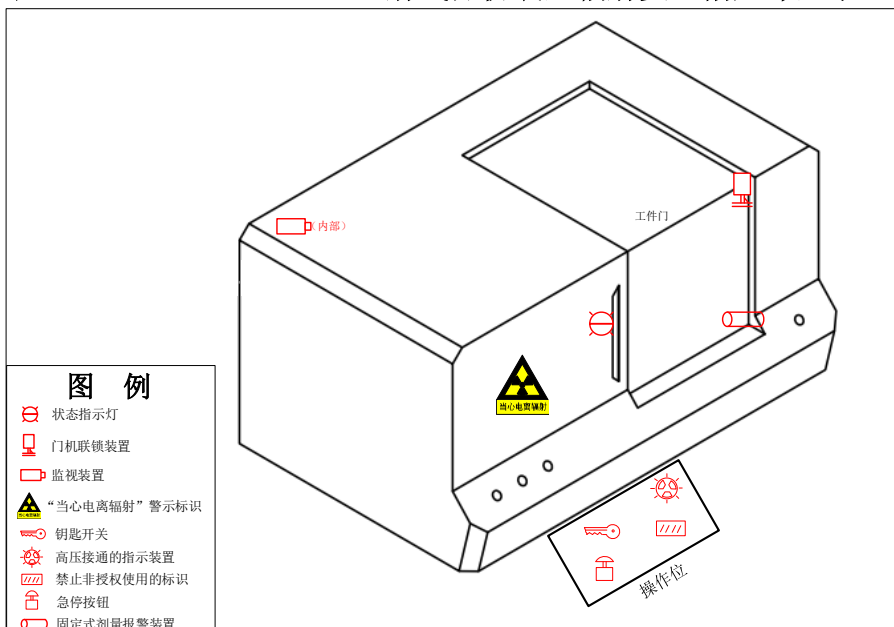


图 10-4 WX-1 型工业用 X 射线 CT 辐射安全措施布置示意图

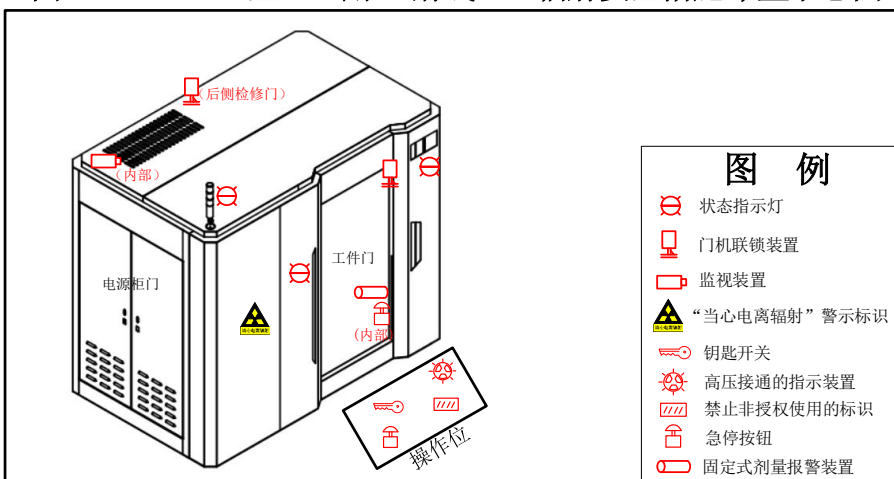
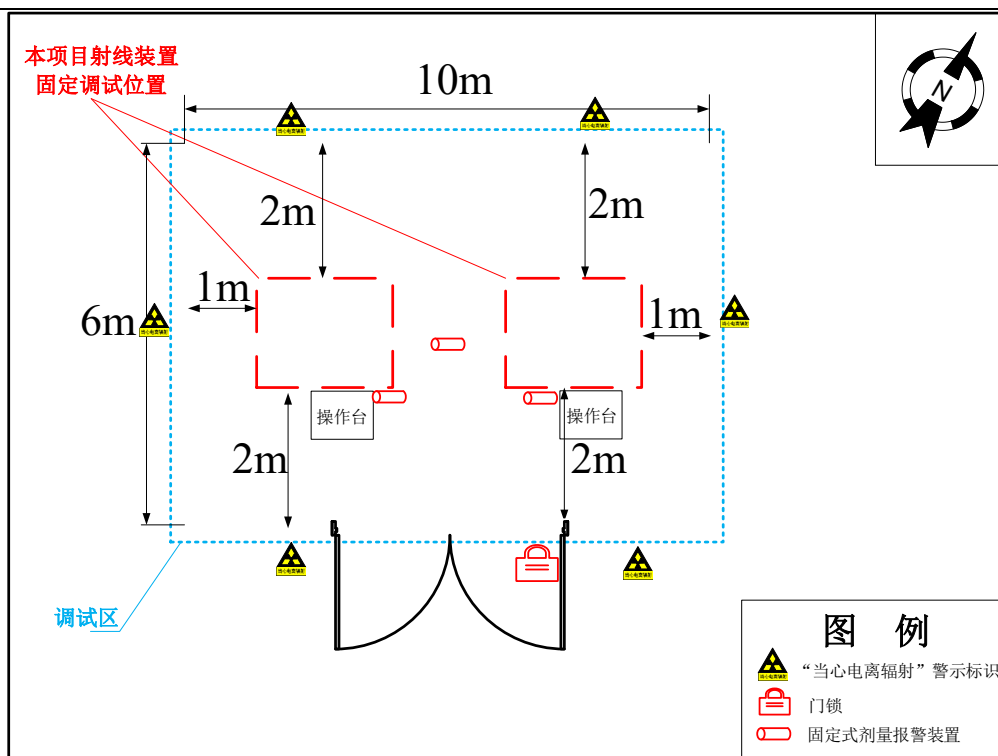


图 10-5 WX-5 型工业用 X 射线 CT 辐射安全措施布置示意图



四、电缆孔及排风口屏蔽补偿设置

本项目生产、销售、使用的各型号射线装置检测铅房设置有电缆孔及排风口，且电缆孔/排风口均避开主射线方向，避免 X 射线直接照射，电缆孔及排风口外侧均设置铅防护罩（不低于该侧铅板厚度），铅防护罩具有迷宫式设计，X 射线至少散射 3 次才能到达防护罩外，可确保电缆孔和排风口不破坏检测铅房的整体防护效果。本项目电缆孔及排风口处铅防护罩示意图见图 10-7。

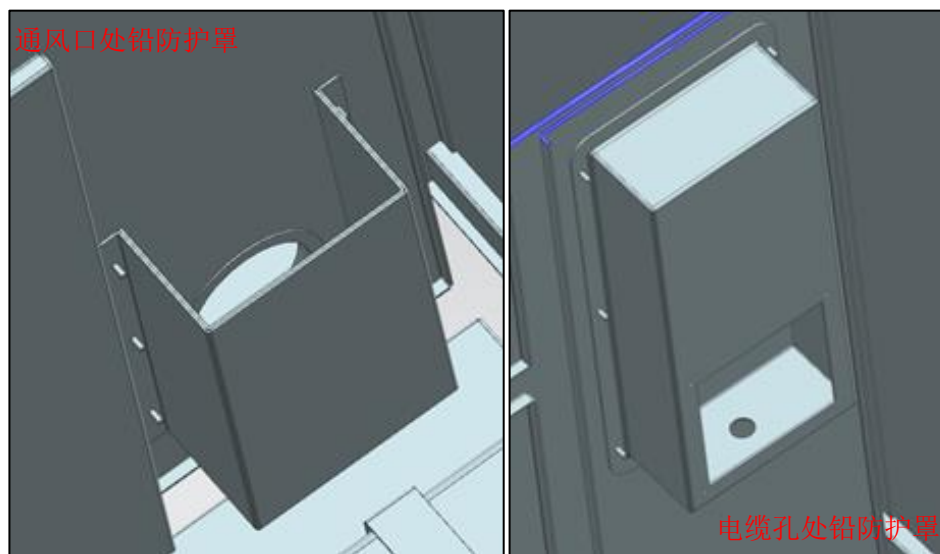


图 10-7 本项目电缆孔及排风口处铅防护罩设计示意图

三废的治理

射线装置在调试时，会使检测铅房内的空气电离产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。本项目 4 个型号射线装置均配备有机械排风装置，排风量均不小于 $100m^3$ /小时，4 种射线装置铅房最大约为 $4m^3$ ，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。调试过程中产生的臭氧及氮氧化物的量较少，且臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目调试区已建设完成，其建设阶段的环境影响已消失。本项目生产射线装置所需要的材料、部件均在专业厂家购买和定制，运至公司现场进行组装，组装期间不通电，不会产生 X 射线，在调试区调试合格后，再整体装箱发往客户。

运行阶段对环境的影响

一、正常运行工况下辐射环境影响分析

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是射线装置在调试时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。本报告对本项目的辐射环境影响采取理论计算的方法来进行分析与评价，理论计算时，保守以射线装置可能搭载的功率最大的 1 台射线管进行预测，具体见下表：

表 11-1 本项目预测参数选取一览表

序号	名称	搭载射线管型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	最大管功率 (W)
1	WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置	Comet MXR-160HP/11	160	11.25	1800
2	WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置	WorX XWT-160-TCNF Plus	160	1	50
3	WX-1 型工业用 X 射线 CT	Libra13	130	0.3	39
4	WX-5 型工业用 X 射线 CT	WorX XWT-240-CT Plus 或 FineTec 240RT	240	3	500

(一) 估算模式选取

本项目采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的计算公式估算检测铅房表面 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

(1) 有用线束

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

上式中： $\dot{H}$ —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

B —屏蔽透射因子，无量纲；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(2) 非有用线束

①漏射线

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

上式中：B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

② 散射线

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

上式中：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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

B—屏蔽透射因子，无量纲；

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，无量纲；

R_0 —辐射源点（靶点）至检测工件的距离，m；

R_s —散射体至关注点的距离，m。

③ 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（4）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (4)$$

上式中：X—屏蔽物质厚度，mm；

TVL—X 射线在屏蔽物中的什值层厚度，mm。

（二）估算结果

1、WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置

本项目生产、销售、使用的 WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA，最大管功率为 1800W。

（1）检测铅房主射面屏蔽剂量计算

根据图 9-1，WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置射线源距检测铅房右侧面板最近为 1.002m，将相关参数带入公式（1），可估算出检测铅房右侧面板外 30cm 处的辐射剂量率，计算结果见表 11-2。

表 11-2 WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置检测铅房主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		右侧面板
参数		
设计厚度		7mm 铅
I (mA) ^①		11.25
H ₀ (μSv·m ² ·mA ⁻¹ ·h ⁻¹) ^②		3.6×10 ⁵
B ^③		2.09×10 ⁻⁷
R (m) ^④		1.302
参考点处剂量率 $\dot{H}$ (μSv/h)	$\dot{H}$ 估算值	0.499
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5
	评价结果	满足

注：①本项目生产、销售、使用的 WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置 X 射线管的滤过条件为 0.5mm 铜，参考《辐射防护导论》（方杰）中附图 3：管电压为 160kV，滤过条件为 0.5mm 铜的输出量为：6.0mGy·m²/mA·min，即 3.6×10⁵μSv·m²·mA⁻¹·h⁻¹；

②参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，先用内插法计算出 160kV 管电压下铅的 TVL 值为 1.048mm，再计算得出屏蔽材料为 7mm 铅条件下，B 的值为 2.09×10⁻⁷；

③R 右侧面板=X 射线管源点距右侧面板最小距离 1.002m+参考点 0.300m=1.302m。

（2）检测铅房其他各面屏蔽剂量计算

正常开机检测时，本项目 WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置射线源距检测铅房前侧面板（工件门）的最小距离约为 0.520m、距后侧面板最小距离约为 0.780m、距左侧面板最小距离约为 0.498m、距顶部面板最小距离约为 1.080m、距底部面板最小距离约为 0.722m。计算时，均保守取 X 射线源距检测铅房各侧面板最小距离来评价该装置运行时的辐射影响。

将相关参数带入公式（2）、（3）、（4），可估算出当 WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置以最大管电压 160kV，最大管电流 11.25mA 运行时，检测铅房前侧、后侧、左侧、顶部及底部外 30cm 处参考点的辐射剂量率，计算结果见表 11-3。

表 11-3 WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置检测铅房其他面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		前侧面板 (工件门)	后侧面板	左侧面板	顶部面板	底部面板
参数						
泄漏辐射	设计厚度 (mm)	6mm 铅	6mm 铅	5mm 铅	6mm 铅	6mm 铅
	TVL (mm)	1.048	1.048	1.048	1.048	1.048
	B	1.88×10 ⁻⁶	1.88×10 ⁻⁶	1.69×10 ⁻⁵	1.88×10 ⁻⁶	1.88×10 ⁻⁶
	$\dot{H}_L$ (μSv/h)	2.5×10 ³	2.5×10 ³	2.5×10 ³	2.5×10 ³	2.5×10 ³

	R (m)	0.820	1.080	0.798	1.380	1.022
	参考点处泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.007	0.004	0.066	0.002	0.004
散射辐射	TVL (mm)	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	B	5.62×10^{-7}	5.62×10^{-7}	6.19×10^{-6}	5.62×10^{-7}	5.62×10^{-7}
	I (mA)	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
	$H_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$	3.6×10^5	3.6×10^5	3.6×10^5	3.6×10^5	3.6×10^5
	R_s (m)	0.820	1.080	1.050	1.380	1.022
	$F \cdot \alpha / R_0^2$	1/60	1/60	1/60	1/60	1/60
	参考点处散射辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.056	0.033	0.379	0.020	0.036
参考点处复合辐射剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	$\dot{H}$ 估算值	0.063	0.037	0.445	0.022	0.040
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足

注：①泄漏辐射 TVL 值:参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 B.2, 用内插法计算出 160kV 管电压下铅的 TVL 值为 1.048mm; 散射辐射 TVL 值:《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 B.2, 150kV 射线对应铅的 TVL 值约为: 0.96mm;

② $\dot{H}_L$ 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 1, X 射线管电压在 150kV~200kV 之间时, 距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$;

③ $R_{\text{前侧面板}}=R_s$ 前侧面板=X 射线管源点前侧面板最小距离 0.520m+参考点 0.300m=0.820m;

④ $R_{\text{后侧面板}}=R_s$ 后侧面板=X 射线管源点距后侧面板最小距离 0.780m+参考点 0.300m=1.080m;

⑤ $R_{\text{左侧面板}}=X$ 射线管源点距左侧面板最小距离 0.498m+参考点 0.300m=0.798m;

⑥ $R_{s \text{ 左侧面板}}=$ 检测工件距左侧面板最小距离 0.750m+参考点 0.300m=1.050m;

⑦ $R_{\text{顶部面板}}=R_s$ 顶部面板=X 射线管源点距顶部面板最小距离 1.080m+参考点 0.300m=1.380m;

⑧ $R_{\text{底部面板}}=R_s$ 底部面板=X 射线管源点距底部面板最小距离 0.722m+参考点 0.300m=1.022m;

⑨ $R_0^2/F \cdot \alpha$ 的值取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的推荐值 60。

从表 11-2 及表 11-3 中预测结果可知, WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置以最大管电压 160kV, 最大管电流 11.25mA 运行时, 检测铅房四周屏蔽体、顶部及底部外 30cm 处的最大辐射剂量率为 $0.499 \mu\text{Sv/h}$, 能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2、WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置

本项目生产、销售、使用的 WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置最大管电压为 160kV, 最大管电流为 1mA, 最大管功率为 50W。

(1) 检测铅房主射面屏蔽剂量计算

根据图 9-2, WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置射线源距顶部面板最近为

1.100m，将相关参数带入公式（1），可估算出检测铅房顶部及四周面板外 30cm 处的辐射剂量率，计算结果见表 11-4。

表 11-4 WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		顶部面板
参数		
设计厚度		8mm 铅
I (mA) ^①		0.3125
H ₀ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) ^②		3.6×10^5
B ^③		2.32×10^{-8}
R (m) ^④		1.400
参考点处剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}$ 估算值	0.001
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5
	评价结果	满足

注：①该型号射线装置最大管功率为 50W，在最大管电压（160kV）下，最大管电流以 0.3125mA 计；

②本项目生产、销售、使用的 WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置 X 射线管的滤过条件为 0.5mm 铜，参考《辐射防护导论》（方杰）中附图 3：管电压为 160kV，滤过条件为 0.5mm 铜的输出量为： $6.0\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ，即 $3.6\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

③参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，先用内插法计算出 160kV 管电压下铅的 TVL 值为 1.048mm，再计算得出屏蔽材料为 8mm 铅条件下，B 的值为 2.32×10^{-8} ；

④R_{顶部面板}=X 射线管源点距顶部面板最小距离 1.100m+参考点 0.300m=1.400m。

（2）检测铅房其他各面屏蔽剂量计算

正常开机检测时，本项目 WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置的 X 射线源距检测铅房前侧面板最近为 0.490m，距离后侧面板最近距离为 0.450m，距离左侧面板最近距离为 0.350m，距离右侧面板最近距离为 0.690m、距底部面板最小距离约为 0.800m。计算时，均保守取 X 射线源距检测铅房各侧面板最小距离来评价该装置运行时的辐射影响。

将相关参数带入公式（2）、（3）、（4），可保守估算出当 WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置以最大管电压 160kV，最大管电流 0.3125mA 运行时，检测铅房前侧、后侧、左侧、右侧及底部外 30cm 处参考点的辐射剂量率，计算结果见表 11-5。

表 11-5 WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置检测铅房其他面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		前侧面板	后侧面板	左侧面板	右侧面板	底部面板
参数						
泄	设计厚度 (mm)	6mm 铅	6mm 铅	6mm 铅	6mm 铅	5mm 铅

漏 辐 射	TVL (mm)	1.048	1.048	1.048	1.048	1.048
	B	1.88×10^{-6}	1.88×10^{-6}	1.88×10^{-6}	1.88×10^{-6}	1.69×10^{-5}
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$	2.5×10^3	2.5×10^3	2.5×10^3	2.5×10^3	2.5×10^3
	R (m)	0.790	0.750	0.650	0.990	1.100
	参考点处泄漏辐射 剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.008	0.008	0.011	0.005	0.035
散 射 辐 射	TVL (mm)	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	B	5.62×10^{-7}	5.62×10^{-7}	5.62×10^{-7}	5.62×10^{-7}	6.19×10^{-6}
	I (mA)	0.3125	0.3125	0.3125	0.3125	0.3125
	$H_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$	3.6×10^5	3.6×10^5	3.6×10^5	3.6×10^5	3.6×10^5
	R_s (m)	0.790	0.750	0.650	0.990	1.200
	$F \cdot \alpha / R_0^2$	1/60	1/60	1/60	1/60	1/60
	参考点处散射辐射 剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.002	0.002	0.002	0.001	0.008
参考点处 复合辐射 剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	$\dot{H}$ 估算值	0.010	0.010	0.013	0.006	0.043
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足

注：①泄漏辐射 TVL 值：参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，用内插法计算出 160kV 管电压下铅的 TVL 值为 1.048mm；散射辐射 TVL 值：《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，150kV 射线对应铅的 TVL 值约为：0.96mm；

② $\dot{H}_L$ 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 1，X 射线管电压在 150kV~200kV 之间时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

③ $R_{\text{前侧面板}}=R_s_{\text{前侧面板}}=X$ 射线管源点距前侧面板最小距离 0.490m+参考点 0.300m=0.790m；

④ $R_{\text{后侧面板}}=R_s_{\text{后侧面板}}=X$ 射线管源点距后侧面板最小距离 0.450m+参考点 0.300m=0.750m；

⑤ $R_{\text{左侧面板}}=R_s_{\text{左侧面板}}=X$ 射线管源点距左侧面板最小距离 0.350m+参考点 0.300m=0.650m；

⑥ $R_{\text{右侧面板}}=R_s_{\text{右侧面板}}=X$ 射线管源点距右侧面板最小距离 0.690m+参考点 0.300m=0.990m；

⑦ $R_{\text{底部面板}}=X$ 射线管源点距顶部面板最小距离 0.800m+参考点 0.300m=1.100m；

⑧ $R_s_{\text{底部面板}}$ =检测工件距底部面板最小距离 0.900m+参考点 0.300m=1.200m；

⑨ $R_0^2/F \cdot \alpha$ 的值取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的推荐值 60。

从表 11-4 及表 11-5 中预测结果可知，WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置以最大管电压 160kV，最大管电流 0.3125mA 运行时，检测铅房四周屏蔽体、顶部及底部外 30cm 处的最大辐射剂量率为 $0.043 \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

3、WX-1 型工业用 X 射线 CT

本项目生产、销售、使用的 WX-1 型工业用 X 射线 CT 最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA，最大管功率为 39W。

（1）检测铅房主射面屏蔽剂量计算

根据图 9-3，WX-1 型工业用 X 射线 CT 可以直射到铅房的右侧面板、顶部面板

及底部面板，射线源距检测铅房右侧面板最近为 0.760m，距离顶部面板最近为 0.225m，距离底部面板最近为 0.220m；将相关参数带入公式（1），可估算出检测铅房右侧面板外 30cm 处的辐射剂量率，计算结果见表 11-6。

表 11-6 WX-1 型工业用 X 射线 CT 检测铅房主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体 参数		右侧面板	顶部面板	底部面板
设计厚度		6mm 铅	5.5mm 铅	5.5mm 铅
I (mA)		0.3	0.3	0.3
$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1})$		2.1×10^5	2.1×10^5	2.1×10^5
B		2.64×10^{-7}	9.32×10^{-7}	9.32×10^{-7}
R (m)		1.060	0.525	0.520
参考点处剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	$\dot{H}$ 估算值	0.015	0.213	0.217
	$\dot{H}_c$ 控制	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足

注：①本项目生产、销售、使用的 WX-1 型工业用 X 射线 CT 的 X 射线管的滤过条件为 0.5mm 铜，参考《辐射防护导论》（方杰）中附图 3：管电压为 130kV，滤过条件为 0.5mm 铜的输出量为： $3.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $2.1\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

②参考《医用外照射源的辐射防护》（ICRP33）中表 3，先用内插法计算出 130kV 管电压下铅的 TVL 值为 0.912mm，再计算得出屏蔽材料为 6mm 铅条件下，B 的值为 2.64×10^{-7} 、屏蔽材料为 5.5mm 铅条件下，B 的值为 9.32×10^{-7} ；

③ $R_{\text{右侧面板}} = X \text{ 射线管源点距右侧面板最小距离 } 0.760\text{m} + \text{参考点 } 0.300\text{m} = 1.060\text{m}$ ；

④ $R_{\text{顶部面板}} = X \text{ 射线管源点距顶部面板最小距离 } 0.225\text{m} + \text{参考点 } 0.300\text{m} = 0.525\text{m}$ ；

⑤ $R_{\text{底部面板}} = X \text{ 射线管源点距底部面板最小距离 } 0.220\text{m} + \text{参考点 } 0.300\text{m} = 0.520\text{m}$ 。

（2）检测铅房其他各面屏蔽剂量计算

正常开机检测时，本项目 WX-1 型工业用 X 射线 CT 射线源距检测铅房前侧面板（工件门）的最小距离约为 0.250m、距后侧面板最小距离约为 0.240m、距左侧面板最小距离约为 0.330m。计算时，均保守取 X 射线源距检测铅房各侧面板最小距离来评价该装置运行时的辐射影响。

将相关参数带入公式（2）、（3）、（4），可估算出当 WX-1 型工业用 X 射线 CT 以最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA 运行时，检测铅房前侧、后侧及左侧外 30cm 处参考点的辐射剂量率，计算结果见表 11-7。

表 11-7 WX-1 型工业用 X 射线 CT 检测铅房其他面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体 参数		前侧面板	后侧面板	左侧面板
泄 漏 辐 射	设计厚度 (mm)	5.5mm 铅	5.5mm 铅	5.5mm 铅
	TVL (mm)	0.912	0.912	0.912
	B	9.32×10^{-7}	9.32×10^{-7}	9.32×10^{-7}
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$	1×10^3	1×10^3	1×10^3
	R (m)	0.550	0.540	0.630

	参考点处泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值($\mu\text{Sv/h}$)	0.003	0.003	0.002
散射辐射	TVL (mm)	0.85	0.85	0.85
	B	3.38×10^{-7}	3.38×10^{-7}	3.38×10^{-7}
	I (mA)	0.3	0.3	0.3
	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\text{h}^{-1})$	2.1×10^5	2.1×10^5	2.1×10^5
	R_s (m)	0.550	0.540	0.820
	$F\cdot\alpha/R_0^2$	1/60	1/60	1/60
	参考点处散射辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值($\mu\text{Sv/h}$)	0.001	0.001	0.001
参考点处复合辐射剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	$\dot{H}$ 估算值	0.004	0.004	0.003
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足

注：①泄漏辐射 TVL 值:参考《医用外照射源的辐射防护》(ICRP.33) 中表 3，先用内插法计算出 130kV 管电压下铅的 TVL 值为 0.912mm；散射辐射 TVL 值：参考《辐射防护手册第一分册》中康普顿散射公式 $\frac{E}{E_0} = \frac{1}{1+\frac{E_0}{0.511}(1-\cos\theta)}$ 计算得出 130kV 管电压经 90°散射后以 104kV 计，再参考《医用外照射防护》(ICRP.33)，104kV 射线对应铅的 TVL 值约为：0.85mm；

② $\dot{H}_L$ 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 1，X 射线管电压小于 150kV 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率取 $1\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；

③ $R_{\text{前侧面板}}=R_s_{\text{前侧面板}}=X$ 射线管源点前侧面板最小距离 0.250m+参考点 0.300m=0.550m；

④ $R_{\text{后侧面板}}=R_s_{\text{后侧面板}}=X$ 射线管源点距后侧面板最小距离 0.240m+参考点 0.300m=0.540m；

⑤ $R_{\text{左侧面板}}=X$ 射线管源点距左侧面板最小距离 0.330m+参考点 0.300m=0.630m；

⑥ $R_s_{\text{左侧面板}}=检测工件距左侧面板最小距离 0.520m+参考点 0.300m=0.820m$ ；

⑦ $R_0^2/F\cdot\alpha$ 的值取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的推荐值 60。

从表 11-6 及表 11-7 中预测结果可知，WX-1 型工业用 X 射线 CT 以最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA 运行时，检测铅房四周屏蔽体、顶部及底部外 30cm 处的最大辐射剂量率为 $0.217\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

4、WX-5 型工业用 X 射线 CT

本项目生产、销售、使用的 WX-5 型工业用 X 射线 CT 最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA，最大管功率为 500W。

(1) 检测铅房主射面屏蔽剂量计算

根据图 9-4，WX-5 型工业用 X 射线 CT 射线源距检测铅房右侧面板最近为 1.020m，将相关参数带入公式 (1)，可估算出检测铅房右侧面板外 30cm 处的辐射剂量率，计算结果见表 11-8。

表 11-8 WX-5 型工业用 X 射线 CT 检测铅房主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		右侧面板
参数		
设计厚度		17mm 铅
I (mA) ^①		2.083
H ₀ (μSv·m ² ·mA ⁻¹ ·h ⁻¹) ^②		9.0×10 ⁵
B ^③		2.89×10 ⁻⁷
R (m) ^④		1.320
参考点处剂量率 $\dot{H}$ (μSv/h)	$\dot{H}$ 估算值	0.311
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5
	评价结果	满足

注：①该型号射线装置可搭载双射线管，2 个射线管不可同时出束，射线管最大管功率为 500W，在最大管电压（240kV）下，最大管电流以 2.083mA 计；

②本项目生产、销售、使用的 WX-5 型工业用 X 射线 CT X 射线管的滤过条件为 0.5mm 铜，参考《辐射防护导论》（方杰）中附图 4：管电压为 240kV，滤过条件为 0.5mm 铜的输出量为：15mGy·m²/mA·min，即 9.0×10⁵μSv·m²·mA⁻¹·h⁻¹；

③参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，先用内插法计算出 240kV 管电压下铅的 TVL 值为 2.6mm，再计算得出屏蔽材料为 17mm 铅条件下，B 的值为 2.89×10⁻⁷；

④R_{右侧面板}=X 射线管源点距右侧面板最小距离 1.020m+参考点 0.300m=1.320m。

（2）检测铅房其他各面屏蔽剂量计算

正常开机检测时，本项目 WX-5 型工业用 X 射线 CT 射线源距检测铅房前侧面板/工件门的最小距离约为 0.500m、距后侧面板最小距离约为 0.700m、距左侧面板最小距离约为 0.580m、距顶部面板最小距离约为 0.860m、距底部面板最小距离约为 0.990m。计算时，均保守取 X 射线源距检测铅房各侧面板最小距离来评价该装置运行时的辐射影响。

将相关参数带入公式（2）、（3）、（4），可估算出当 WX-5 型工业用 X 射线 CT 以最大管电压 240kV，最大管电流 2.083mA 运行时，检测铅房前侧、后侧、左侧、顶部及底部外 30cm 处参考点的辐射剂量率，计算结果见表 11-9。

表 11-9 WX-5 型工业用 X 射线 CT 检测铅房其他面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		前侧面板/ 工件门	后侧面板	左侧面板	顶部面板	底部面板
参数						
泄 漏 辐 射	设计厚度 (mm)	12mm 铅	12mm 铅	11mm 铅	12mm 铅	12mm 铅
	TVL (mm)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
	B	2.42×10 ⁻⁵	2.42×10 ⁻⁵	5.88×10 ⁻⁵	2.42×10 ⁻⁵	2.42×10 ⁻⁵
	$\dot{H}_L$ (μSv/h)	5×10 ³	5×10 ³	5×10 ³	5×10 ³	5×10 ³
	R (m)	0.800	1.000	0.880	1.160	1.290
	参考点处泄漏辐射	0.189	0.121	0.380	0.090	0.073

	剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)					
散 射 辐 射	TVL (mm)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	B	2.68×10^{-9}	2.68×10^{-9}	1.39×10^{-8}	2.68×10^{-9}	2.68×10^{-9}
	I (mA)	2.083	2.083	2.083	2.083	2.083
	$H_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$	9.0×10^5	9.0×10^5	9.0×10^5	9.0×10^5	9.0×10^5
	R_s (m)	0.800	1.000	1.300	1.160	1.290
	$F \cdot \alpha / R_0^2$	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50
	参考点处散射辐射 剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
参考点处 复合辐射 剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	$\dot{H}$ 估算值	0.189	0.121	0.380	0.090	0.073
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足

注：①泄漏辐射 TVL 值:参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 B.2, 用内插法计算出 240kV 管电压下铅的 TVL 值为 2.6mm; 散射辐射 TVL 值:《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 B.2, 200kV 射线对应铅的 TVL 值约为: 1.4mm;

② $\dot{H}_L$ 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 1, X 射线管电压大于 200kV 时, 距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$;

③ $R_{\text{前侧面板}} = R_s \text{前侧面板} = X$ 射线管源点前侧面板最小距离 0.500m+参考点 0.300m=0.800m;

④ $R_{\text{后侧面板}} = R_s \text{后侧面板} = X$ 射线管源点距后侧面板最小距离 0.700m+参考点 0.300m=1.000m;

⑤ $R_{\text{左侧面板}} = X$ 射线管源点距左侧面板最小距离 0.580m+参考点 0.300m=0.880m;

⑥ $R_{\text{右侧面板}} = \text{检测工件距右侧面板最小距离 } 1.000\text{m} + \text{参考点 } 0.300\text{m} = 1.300\text{m}$;

⑦ $R_{\text{顶部面板}} = R_s \text{顶部面板} = X$ 射线管源点距顶部面板最小距离 0.860m+参考点 0.300m=1.160m;

⑧ $R_{\text{底部面板}} = R_s \text{底部面板} = X$ 射线管源点距底部面板最小距离 0.990m+参考点 0.300m=1.290m;

⑨ $R_0^2 / F \cdot \alpha$ 的值取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的推荐值 50。

从表 11-8 及表 11-9 中预测结果可知, WX-5 型工业用 X 射线 CT 以最大管电压 240kV, 最大管电流 2.083mA 运行时, 检测铅房四周屏蔽体、顶部及底部外 30cm 处的最大辐射剂量率为 $0.311 \mu\text{Sv/h}$, 能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(三) 叠加影响

根据公司近 3 年的年度监测报告 (2024 年度~2026 年度, 详见附件 5), 当 WX 型工业 CT 装置正常开机运行时, 周围最大监测值为 $0.203 \mu\text{Sv/h}$; 当医用移动式 C 形臂以管电压 120kV、管电流 4mA 运行时, 周围辐射剂量率测值最大为 $0.256 \mu\text{Sv/h}$ (医用移动式 C 形臂调试间距离本项目调试区最近约 20m, 考虑距离衰减后, 其辐射影响基本湮灭在本底辐射水平中, 故不再考虑医用移动式 C 形臂与本项目射线装置同时调试的剂量叠加问题)。

结合本项目新增的 4 款型号射线装置周围最大预测值：0.499 μ Sv/h，当有 2 台射线装置同时调试时，辐射工作人员所受最大辐射剂量率为：0.998 μ Sv/h（保守不考虑两台射线装置操作位距离的衰减；该情况发生在同时调试 2 台 WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置时），能够满足本项目管理目标“2.5 μ Sv/h”的限值要求。

二、辐射工作人员和公众剂量估算及评价

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式（1）来估算，估算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (5)$$

上式中：H—年剂量， μ Sv/年；

$\dot{H}$ —参考点处剂量率， μ Sv/h，本项目操作台位于工业用 X 射线 CT 前侧，根据表 11-2、表 11-4， $\dot{H}$ 保守取距前侧面板 30cm 处的辐射剂量率；

U—使用因子；

T—居留因子；

t—年照射时间，（h/年）。

根据公式（5）可估算出本项目生产、销售、使用的工业用 X 射线 CT 调试过程所致人员的受照剂量，计算参数及计算结果见表 11-10。

表 11-10 本项目辐射工作人员的受照剂量一览表

序号	射线装置名称	产能 (台/年)	每台出束 调试时间 (h)	客户现场 培训/售后 时间 (h)	辐射剂量 率 (μ Sv/h)	周受照剂 量 (μ Sv)	年受照剂 量 (mSv)
1	WX-DR-160L 型 X 射线探伤装置	10	1	0.5+0.5	0.499	0.998	9.98×10^{-3}
2	WX-DR-160E 型 X 射线探伤装置	10	1	0.5+0.5	0.043	0.086	8.60×10^{-4}
3	WX-1 型 工业用 X 射线 CT	10	1	0.5+0.5	0.217	0.434	4.34×10^{-3}
4	WX-5 型 工业用 X 射线 CT	10	1	0.5+0.5	0.311	0.622	6.22×10^{-3}
总和						2.140	0.021

注：①建设单位一年至多调试各 10 台设备，此处保守按照一周各调试 1 台设备进行保守估计；

②辐射剂量率取各型号设备周围最大预测值进行保守估算；

③根据公司现已许可的“生产、销售、使用工业用 X 射线 CT 项目”，每台射线装置的调试时间约为 1h，在客户现场的培训/售后时间均为 0.5h。

（1）辐射工作人员剂量估算

根据前期项目年度监测报告（附件 5），前期工程 WX 型工业 CT 调试时，装置周围辐射剂量率测值最大为 0.203 μ Sv/h，则前期造成的辐射工作人员周剂量最大为 0.406 μ Sv（周产 1 台），年剂量最大为 0.020mSv（年产 50 台）。

本项目保守按 4 名辐射工作人员均参与所有射线装置的调试、售后工作进行估算，则根据表 11-10 可知，单名辐射工作人员周有效剂量最大约为 2.546 μ Sv（0.406 μ Sv+2.140 μ Sv）（T 取 1），能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv 的限值要求；年有效剂量最大约为 0.041mSv（0.020mSv+0.021mSv）（T 取 1），能够满足《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不超过 5mSv 的限值要求。

公司应加强对个人剂量计的管理，并及时关注辐射工作人员的个人剂量检测结果，若测量结果有异常或超过个人剂量管理限值，应及时查明原因并及时为其调换岗位。

（2）周围公众剂量估算

根据表 11-2~表 11-9 可知，WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置检测铅房表面 30cm 处的辐射剂量率最大为 0.499 μ Sv/h，WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置检测铅房表面 30cm 处的辐射剂量率最大为 0.043 μ Sv/h，WX-1 型工业用 X 射线 CT 检测铅房表面 30cm 处的辐射剂量率最大为 0.217 μ Sv/h，WX-5 型工业用 X 射线 CT 检测铅房表面 30cm 处的辐射剂量率最大为 0.311 μ Sv/h。调试工位与调试区边界最小距离为：1m，在经过调试区距离衰减之后，周围辐射剂量率最大分别为：0.211 μ Sv/h、0.017 μ Sv/h、0.039 μ Sv/h、0.133 μ Sv/h。计算结果见表 11-11

表 11-11 本项目周围公众的受照剂量一览表

序号	射线装置名称	产能 (台/年)	每台出束 调试时间 (h)	辐射剂量率 (μ Sv/h)	周受照剂 量 (μ Sv)	年受照剂 量 (mSv)
1	WX-DR-160L 型 X 射线探伤装置	10	1	0.211	0.211	2.1 $\times 10^{-3}$
2	WX-DR-160E 型 X 射线探伤装置	10	1	0.017	0.017	1.7 $\times 10^{-4}$
3	WX-1 型 工业用 X 射线 CT	10	1	0.039	0.039	3.9 $\times 10^{-4}$
4	WX-5 型 工业用 X 射线 CT	10	1	0.133	0.133	1.33 $\times 10^{-3}$
总和					0.400	0.004

注：①建设单位一年至多调试各 10 台设备，此处保守按照一周各调试 1 台设备进行保守估计；

②辐射剂量率取各型号设备周围最大预测值进行保守估算；

③因本项目工业用 X 射线 CT 在客户现场培训单次开机时间短，且每次培训时周围的公众不定，故不考虑现场培训时对周围公众造成的剂量影响。

本项目工业用 X 射线 CT 在客户现场培训单次开机时间短，且每次培训时周围的公众不定，故不考虑现场培训时对周围公众造成的剂量影响。

根据前期项目年度监测报告（附件 5），调试区周围公众保守按设备周围最大监

测值 $0.203\mu\text{Sv/h}$ 计算, 则周围公众每周受照剂量最大为 $0.203\mu\text{Sv}$ (1 台), 每年受照剂量率最大为 0.010mSv (50 台)。故本项目投运后, 每周最多对周围公众造成 $0.603\mu\text{Sv}$ ($0.400\mu\text{Sv}+0.203\mu\text{Sv}$) (T 取 1) 的附加剂量, 每年最多对周围公众造成 0.014mSv ($0.004\text{mSv}+0.010\text{mSv}$) (T 取 1) 的附加剂量。

综上, 本项目辐射工作人员和周围公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 及《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目管理目标值的要求(职业人员年周有效剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$, 年有效剂量不超过 5mSv , 公众周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$, 年有效剂量不超过 0.1mSv)。

事故影响分析

1、辐射事故分析

射线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, 射线装置在调试时, 工件门未能完全关闭, 致使 X 射线泄漏到检测铅房外, 给周围活动的人员造成不必要的照射。

(2) 由于门机联锁失效, 射线装置在调试时, 工作人员或其他人员误留或误入检测铅房, 使其受到额外的照射。

(3) 由于射线装置检测铅房在组装过程中出现质量问题, 在开机调试时, 致使 X 射线泄漏到检测铅房外, 造成人员超剂量照射。

(4) 射线装置调试、客户现场培训、维修时误照。射线装置在调试或检修过程中, 责任者脱岗, 不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

2、辐射事故处置方法及预防措施

(1) 切断电源, 确保 X 射线机停止出束;

(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。

苏州一目万相科技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调试, 每次进行调试前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性, 定期检测铅房周围的辐射水平, 确保工作安全有效运转。公司已制定辐射安全管理制度, 同时, 公司在实际工作中应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, 定期检查设备及监测仪器的性能, 尽可能避免辐射事故的发生。

苏州一目万相科技有限公司已制定辐射事故应急预案，发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 1 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，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，生产、销售、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；专职的辐射安全负责人及辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

苏州一目万相科技有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并明确了各成员的管理职责。辐射安全与环境保护管理机构主要职责包括：

- (1) 全面负责公司辐射安全管理工作；
- (2) 认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合公司实际情况制定安全规章制度并检查监督实施；
- (3) 制定公司员工培训计划和培训方案，负责公司员工辐射防护知识的培训和考核；
- (4) 建立培训档案，完善培训记录；
- (5) 组织辐射工作人员的健康体检并做好体检资料的档案管理工作；
- (6) 编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；
- (7) 负责审核用户单位在辐射安全许可方面的资质，避免将产品销售给不具备资质的用户单位使用；
- (8) 定期向生态环境主管部门报告安全工作，接受生态环境部门的监督和检查。

公司前期已配备4名辐射工作人员，4名辐射工作人员均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并通过考核。公司后期若新增辐射工作人员，则新增工作人员也应参加辐射安全和防护专业知识的培训，考核合格后方可上岗。

辐射安全管理规章制度

苏州一目万相科技有限公司已根据《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的相关要求制定了辐射安全管理制度，如《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》《台账管理制度》《环境监测方案》及《辐射事故应急预案》《监测异常报告制度》等。公司制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，能够满足本次核技术利用项

目对辐射安全管理规章制度的需求，同时在实际工作中还应不断对其进行补充和完善。公司已制定的各项管理制度情况如下：

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对射线装置的安全防护和调试、维修要落实到个人。

操作规程：明确了辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是明确射线装置的操作步骤，工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪，避免事故发生。

岗位职责：明确了管理人员、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，层层落实。

设备检修维护制度：明确了各项安全联锁装置、工作状态指示灯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、个人剂量报警仪必须保持良好工作状态。

台账管理制度：建立了健全的台账制度，并在日常工作中落实到位，对公司生产、调试和销售出的射线装置的型号、规格、数量、去向及日期等均需记录在台账上，做到有据可查。

人员培训计划：明确了培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

个人剂量监测方案：明确了辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，明确了个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标；明确了辐射工作人员进行职业健康体检的周期，公司建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测方案：购置了环境辐射巡检仪等设备，明确了日常工作的监测项目和监测频次，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，生产、销售、使用射线装置的单位，应当对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向辐射安全许可证发证机关提交上一年度的评估报告。

辐射事故应急预案：公司已成立以单位负责人为领导的放射性事故应急领导小组。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，明确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。发生辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并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，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。

监测异常报告制度：明确了按照相关标准要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，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部门报告；当发现个人剂量监测结果异常的，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。

本项目辐射工作人员应在公司辐射安全与防护领导小组的领导下，明确各人员岗位职责，严格落实辐射安全管理规章制度，定期对设备的安全措施进行检查。操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度已张贴于调试区四周的醒目处。

辐射监测

1、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》要求，生产、销售、使用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、辐射监测等仪器。

公司已配置 1 台辐射巡检仪、4 台个人剂量报警仪，每年送有资质单位对其进行检定/校准，确保设备在检定/校准有效期内；设备检定/校准期间，公司应暂停辐射相关工作；同时，公司需定期对辐射巡检仪、个人剂量报警仪进行维护，确保设备能够正常响应，周期为 1 次/月。公司已根据相关规定对辐射工作人员进行个人剂量监测，定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，并建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

2、监测方案

苏州一目万相科技有限公司已根据辐射管理要求，制定了如下监测方案：

（1）请有资质单位定期对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，周期为 1 次/年；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，均定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案。

(4) 每次对射线装置开机调试均应利用自配备的辐射巡检仪对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行自主监测，并记录档案。

本项目监测点位如下：

表 12-1 公司日常监测及防护设施检查计划

检测对象	监测项目		监测周期	监测点位
调试区内设备铅房	X-γ 辐射剂量率	竣工验收监测	1 次	①通过巡测发现的辐射水平异常高的位置； ②射线装置检测铅房门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； ③射线装置检测铅房四周壳体或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每侧至少测 3 个点； ④人员经常活动的位置。
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	每次对射线装置开机调试时	
辐射工作人员	个人剂量监测	委托有资质的单位进行	1 次 3 个月	/
	职业健康体检	委托有资质的单位进行	不少于 1 次/2 年	/

日常监测时，检测铅房四周、工件门、顶部及底部表面 30cm 处辐射剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，应当立即采取措施，第一时间停止出束，同时对受照人员所处的位置和受照时长进行剂量估算，辐射工作人员也可进行个人剂量监测。如人员受照剂量超过年剂量限值，公司应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和卫生行政部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告。如人员受照剂量小于年剂量限值，按辐射事件进行处理，对受照人员进行个人受照剂量调查，明确事件发生的原因，填写剂量调查登记表，由相关人员和单位签字盖章确认后存档。

根据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修改版），当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，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；当发现个人剂量监测结果异常的，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。本项目落实以上措施后，本项目的监测仪器配备及监测方案将满足环保要求。

辐射事故应急

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。本项目可能发生的事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

为加强射线装置在工作过程中的辐射安全和管理，预防和控制放射性突发事件的发生而造成的危害，保障公司员工及社会公众的健康与安全，苏州一目万相科技有限公司已制定事故应急预案，应急预案内容包括：

- (1) 应急机构、组成人员以及职责分工；
- (2) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (3) 应急人员的组织、培训及联系方式；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 应急演练计划。

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）的要求，明确了辐射事故应急领导小组的组织机构、组成人员及职责；明确了应急人员培训内容及培训周期等；明确了辐射应急救援响应措施；明确了事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化；明确了应急演练制度；加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演练，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

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》和《江苏省辐射污染防治条例》，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 1 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，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

苏州一目万相科技有限公司拟在原址（东亭北路 111 号 9 幢）扩建生产、销售、使用工业用 X 射线 CT 及工业用 X 射线探伤装置项目，仍利用已建设的调试区、调试工位及辐射工作人员。公司年计划生产、销售、使用 WX-DR-160L 型、WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置、WX-1 型、WX-5 型工业用 X 射线 CT 各 10 台，其中 WX-DR-160L 型最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA，最大管功率 1800W；WX-DR-160E 型最大管电压为 160kV，最大管电流为 1mA，最大管功率 50W；WX-1 型最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA，最大管功率 39W；WX-5 型最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA，最大管功率 500W。

2、实践正当性评价

苏州一目万相科技有限公司扩建生产、销售、使用工业用 X 射线 CT 及工业用 X 射线探伤装置，符合公司的发展规划，可满足购方单位对检测设备的需要，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够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）“实践的正当性”的原则。

3、选址、布局合理性评价

苏州一目万相科技有限公司位于东亭北路 111 号 9 幢，调试区四周主要为公司内其他区域及园区内的其他公司，正上方、正下方均无建筑。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域，符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

本项目 WX-DR-160L 型、WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置、WX-1 型、WX-5 型工业用 X 射线 CT 均设计有检测铅房和独立的操作台，操作台在检测铅房外侧，主射线均避开工件门，其布局能够满足《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的要求。

4、辐射防护措施评价

本项目拟生产、销售、使用的 WX-DR-160L 型、WX-DR-160E 型工业用 X 射线探伤装置、WX-1 型、WX-5 型工业用 X 射线 CT 均设计有相应的屏蔽防护措施，根据理论预测可知，本项目各型号射线装置检测铅房的辐射防护设计能够满足《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/T250-2014）的要求。

5、辐射安全措施评价

射线装置辐射安全措施：

- ①设置独立的操作台，操作台上设置钥匙开关；
- ②前侧面板安装工作状态指示灯；
- ③操作台处设置有高压接通时的指示装置；
- ④铅房的工件门及检修门设置行程开关；
- ⑤操作台处设置禁止非授权使用的警示标识；
- ⑥操作台处设有急停按钮；
- ⑦检测铅房表面设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；
- ⑧检测铅房内均安装固定式辐射探测报警装置；
- ⑨WX-DR-160L 型 X 射线探伤装置及 WX-5 型工业用 X 射线 CT 内部设置急停按钮；
- ⑩WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置、WX-1 及 WX-5 型工业用 X 射线 CT 内部安装监控装置，可实时查看射线管及内部组件状态。

调试区辐射安全措施：

- ①调试区外设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；
- ②调试区禁设置门锁；
- ③建设单位已配备 1 台辐射巡检仪、4 台个人剂量报警仪；
- ④调试区安装固定式剂量报警装置。

客户现场辐射安全措施：

辐射工作人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪。

本项目拟生产、销售、使用的射线装置和调试区采取以上措施后，能够满足辐射安全防护要求。

6、保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目的剂量约束值要求（职业人员年周有效剂量不超过 100 μ Sv、年有效剂量不超过 5mSv，公众周有效剂量不超过 5 μ Sv、有效剂量不超过 0.1mSv）。

7、辐射防护监测仪器

公司拟为本项目配置 1 台辐射巡检仪、4 台个人剂量报警仪，满足本项目辐射监测仪器的配置要求。

8、辐射安全管理评价

苏州一目万相科技有限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，并以文件形式明确各成员的管理职责。本项目配备的辐射工作人员均已参加并通过辐射安全和防护的培训及考核，公司已为辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，后续定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，建立个人剂量档案及职业健康档案。公司还应根据本项目具体情况完善各项管理制度，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。

总结论：

综上所述，苏州一目万相科技有限公司扩建生产、销售、使用工业用 X 射线 CT 及工业用 X 射线探伤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，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，项目对环境和公众的影响满足 GB18871-2002 及 GBZ117-2002 相关要求，其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，该项目的建设运行是可行的。

建议与承诺

（1）公司应定期或不定期针对射线装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保仪器的完好和有效。

（2）针对本项目可能出现的辐射事故，公司应加强辐射工作人员的安全思想教育，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故的发生。

（3）企业应认真保管好射线装置的各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。

（4）项目建成后企业应及时重新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》等有关规定在投入试生产 3 个月内进行自主环境保护验收。

附表

“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (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,并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用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管理要求。	/
辐射安全 和防护 措施	屏蔽措施: WX-DR-160L型工业用X射线探伤装置采用的检测铅房内尺寸为1500mm(长)×1300mm(宽)×1802mm(高),工件门门洞大小为702mm(长)×1602mm(高),门板大小为805mm(长)×1720mm(高),不另设检修门。X射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧,铅房右侧面板(主射面)为7mm铅板,左侧面板为5mm铅板,前侧、后侧、顶部及底部面板均为6mm铅板;工件门位于前侧,为6mm铅板。该型号计划安装内部摄像头,无观察窗。 WX-DR-160E型工业用X射线探伤装置采用的检测铅房内尺寸为1040mm(长)×940mm(宽)×1900mm(高),局部长640mm,工件门门洞大小为400mm(长)×500mm(高),门板大小为500mm(长)×650mm(高),不另设检修门。X射线主射线方向固定为从底部朝向顶部,铅房顶部面板(主射面)为8mm铅板,前侧面板、后侧面板、左侧面板、右侧面板均为6mm铅板,底部面板为5mm铅板;工件门位于前侧,为6mm铅板;观察窗位于前侧,为6mm铅当量铅玻璃。 WX-1型工业用X射线CT采用的检测铅房内尺寸为1090mm(长)×490mm(宽)×445mm(高),局部宽390mm,工件门门洞大小为370mm(长)×340mm(宽)×370mm(高),门板大小为490mm(长)×380mm(宽)×425mm(高)(“L”型门),不另设检修门。X射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧,铅房右侧面板、顶部面	检测铅房的辐射防护设计满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中关于X射线探伤室的屏蔽防护要求。 辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和本项目剂量管理目标的限值要求(职业人员年有效剂量不超过 5mSv,公众年有效剂量不超过 0.1mSv)。	射线装置辐射安全和防护措施每年投入约 180.0 万

	板、底部面板均为主射面，右侧面板为6mm铅板，其余各侧面板均为5.5mm铅板，工件门位于前侧及顶部（“L”型门），为5.5mm铅板。该型号计划安装内部摄像头，无观察窗。 WX-5型工业用X射线CT采用的检测铅房内尺寸为1700mm（长）×1200mm（宽）×1850mm（高），工件门门洞大小为800mm（长）×1700mm（高），门板大小为900mm（长）×1800mm（高），检修门位于铅房后侧，门洞大小为1775mm（长）×1600mm（高），门板大小为1875mm（长）×1760mm（高）。X射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧，铅房右侧面板（主射面）为17mm铅板，左侧面板为11mm铅板，前侧面板、后侧面板、顶部面板及底部面板均为12mm铅板；工件门位于前侧，为12mm铅板。该型号计划安装内部摄像头，无观察窗。		
	安全措施： 工业用 X 射线 CT 辐射安全措施： 1、操作台上设置钥匙开关； 2、前侧面板安装有工作状态指示灯； 3、操作台处设置有高压接通时的指示装置； 4、铅房的工件门设置行程开关； 5、操作台处设置禁止非授权使用的警示标识； 6、操作台处设有急停按钮； 7、检测铅房表面设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明； 8、检测铅房内均安装固定式辐射探测报警装置； 9、WX-DR-160L 型 X 射线探伤装置及 WX-5 型工业用 X 射线 CT 内部设置急停按钮； 10、WX-DR-160L 型工业用 X 射线探伤装置、WX-1 及 WX-5 型工业用 X 射线 CT 内部安装监控装置。 调试区辐射安全措施： 1、调试区外设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明； 2、调试区设置门锁；	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于X射线探伤室的安全措施的设置要求。	

	3、建设单位已配备 1 台辐射巡检仪、4 台个人剂量报警仪； 4、调试区安装固定式剂量报警装置。 客户现场辐射安全措施： 辐射工作人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪。 建设单位也制定了相关的规章制度保证调试工作能安全有效的进行。		
人员配备	辐射安全负责人及辐射工作人员参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中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的管理要求。	/
	公司辐射工作人员配备个人剂量计，每 3 个月定期送检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测的管理要求。	/
	公司辐射工作人员定期进行职业健康体检，不少于 1 次/2 年，并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展职业健康体检的管理要求。	/
监测仪器和防护用品	已配备 1 台辐射巡检仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器配置要求。	/
	已配备 4 台个人剂量报警仪。		
辐射安全管理制度	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、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等辐射安全管理制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

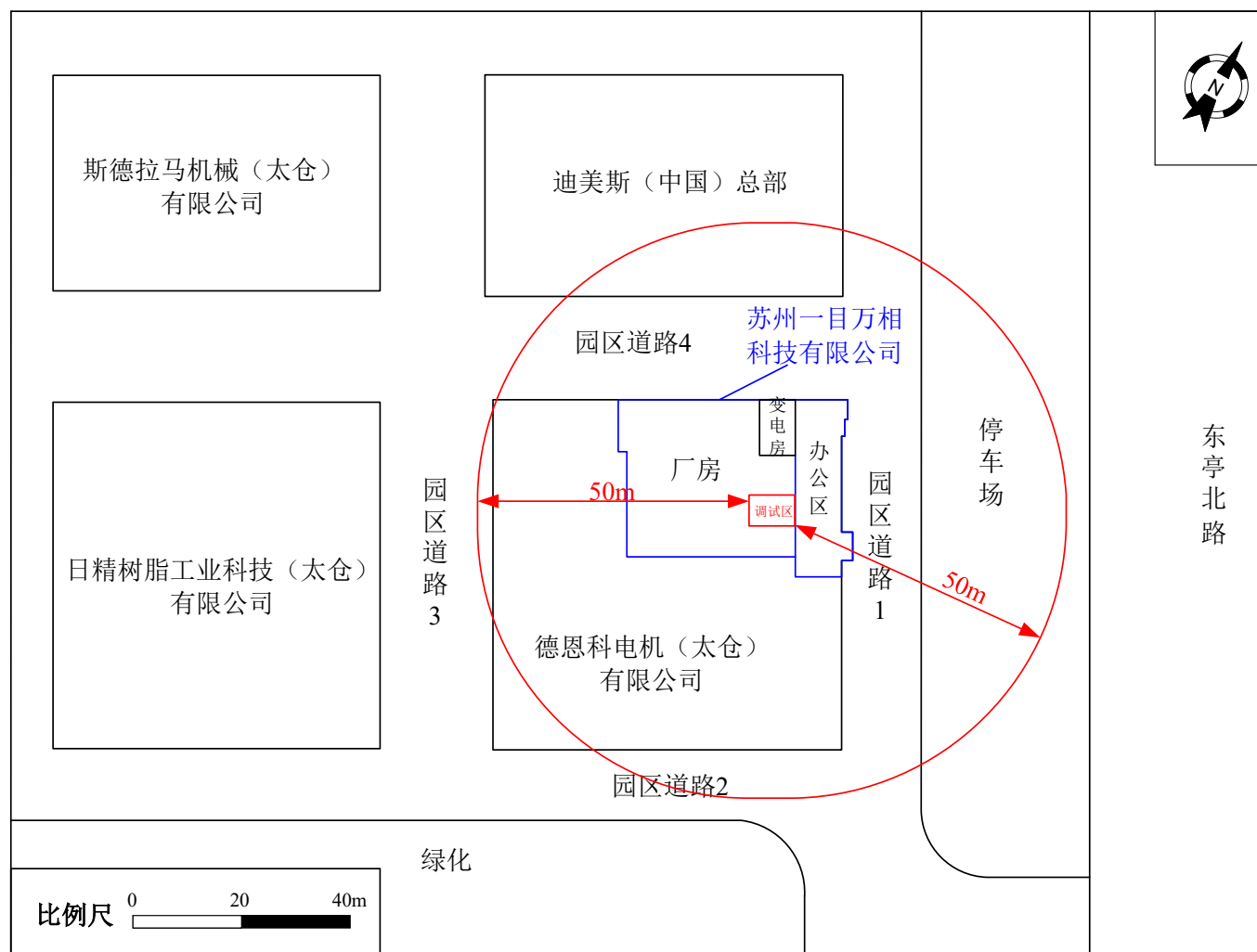
表 14 审批

下一级环保部门预审意见	
经办人	公 章 年 月 日

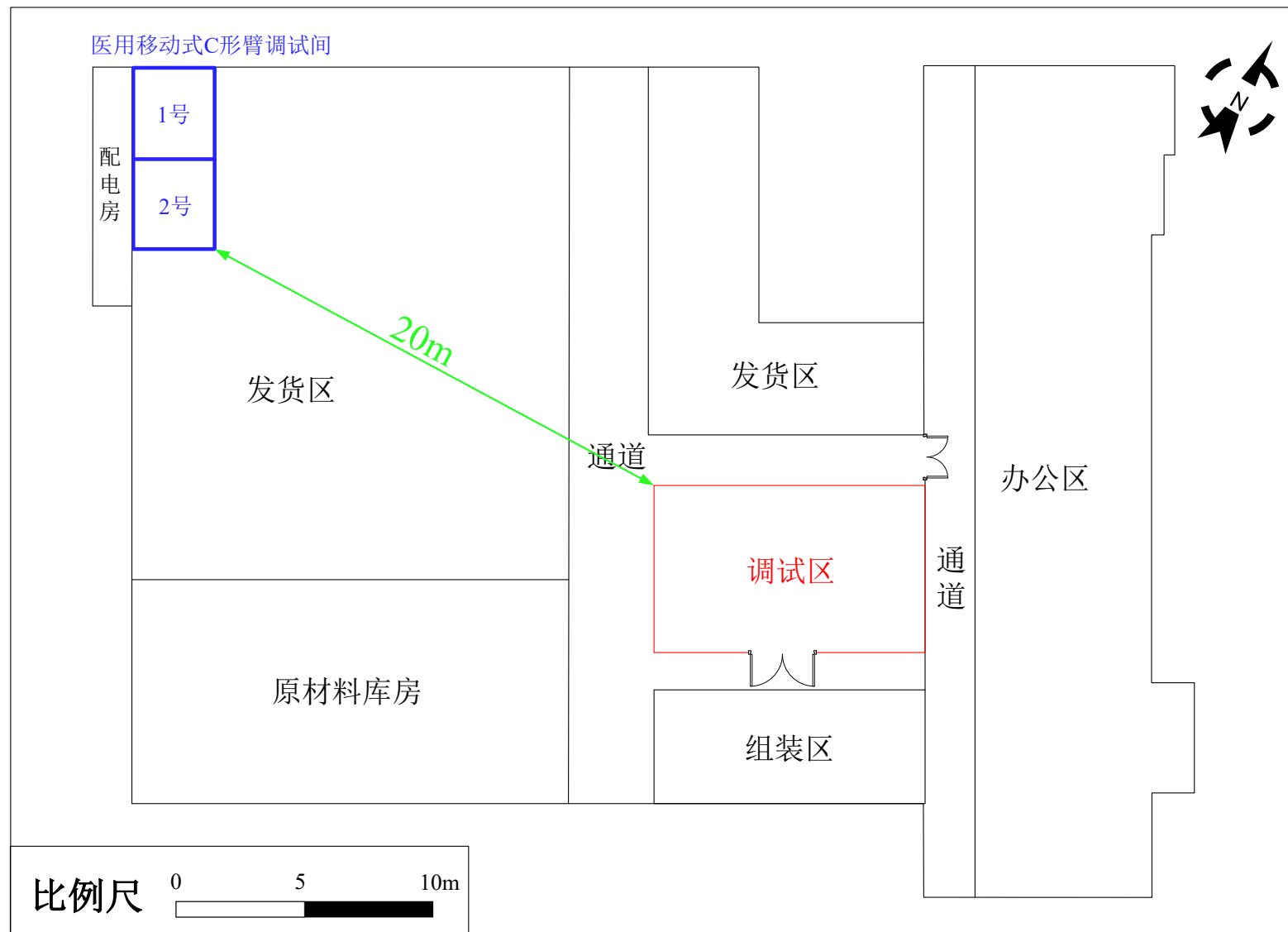
审批意见	
经办人	公 章 年 月 日



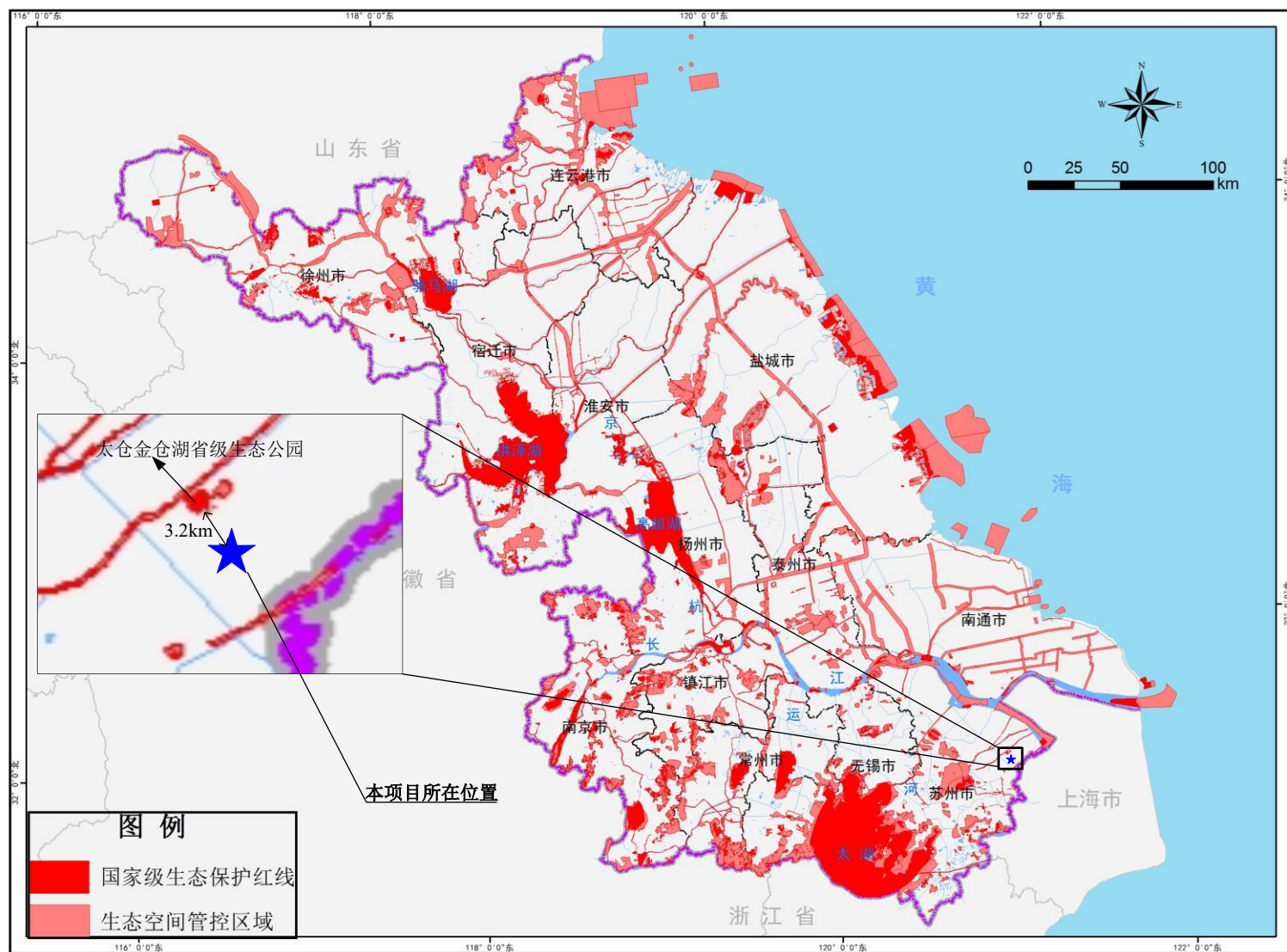
附图 1 苏州一目万相科技有限公司地理位置示意图



附图 2 苏州一目万相科技有限公司周围环境示意图



附图3 苏州一目万相科技有限公司平面布置图



附图 4 本项目与江苏省生态空间保护区域相对位置关系示意图