

核技术利用建设项目

苏州博宇科技有限公司

新建 1 台工业 CT 项目

环境影响报告表

苏州博宇科技有限公司

2026 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

苏州博宇科技有限公司

新建 1 台工业 CT 项目

环境影响报告表

建设单位名称：苏州博宇科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省苏州市漕湖街道倪新路 1 号 2 号厂房

邮政编码：215143 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	15
表 9 项目工程分析与源项	19
表 10 辐射安全与防护	24
表 11 环境影响分析	35
表 12 辐射安全管理	48
表 13 结论与建议	52
表 14 审批	55

附图：

附图 1 本项目地理位置示意图

附图 2 本项目周围环境示意图

附图 3 本项目所在楼层平面布置图和周围环境示意图

附图 4 本项目正上方平面布置图

附图 5 本项目与苏州市相城区生态空间管控区域位置关系示意图

附图 6 本项目与江苏省生态环境分区管控区域位置关系图（江苏省生态环境分区管控综合服务网站截图）

附件：

附件 1 委托书

附件 2 射线装置使用承诺书

附件 3 本项目辐射环境本底检测报告及检测单位资质

附件 4 营业执照

附件 5 销售方辐射安全许可证

附件 6 本项目工业 CT 技术说明书

附件 7 租赁协议

附件 8 专家意见及修改清单

表 1 项目基本情况

建设项目名称		苏州博宇科技有限公司新建 1 台工业 CT 项目			
建设单位		苏州博宇科技有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		江苏省苏州市漕湖街道倪新路 1 号 2 号厂房			
项目建设地点		江苏省苏州市漕湖街道倪新路 1 号（2 号厂房） 苏州博宇科技有限公司 1 楼 CT 检测室			
立项审批部门		/		批准文号 /	
建设项目总投资（万元）		项目环保投资（万元）		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 苏州博宇科技有限公司成立于2010年02月03日，经营范围包括研发、生产、销售：汽车配件、电子类机壳配件、齿轮风扇、五金制品、金属制品、塑胶产品、注塑模具、模具设计、模具配件、普通机械、塑料机械；自营和代理各类商品及技术的进出口业务（国家限定企业经营或禁止进出口的商品和技术除外）（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。 苏州博宇科技有限公司租赁博远（苏州）新能源汽车部件有限公司位于苏州市漕				

湖街道倪新路1号内的2号厂房作为公司厂址（附件7）。苏州市漕湖街道倪新路1号内共有2处厂房（1号厂房和2号厂房），其中2号厂房为4~6层设计（H=27.95m）。

本项目位于2号厂房1楼的CT检测室内（附图2）。

2. 项目建设规模

（1）项目概况

因公司产品质量检测需求，公司拟在1楼测量室的西北角新建1间CT检测室，并配备1台ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3型工业CT（销售商：卡尔蔡司（上海）管理有限公司，沪环辐证[30209]），主要用于对生产的塑胶件进行无损检测。工件直径不超过200mm，厚度约为8mm~16mm。

本项目核技术利用基本情况见表1-1。

表 1-1 本项目基本情况一览表

序号	射线装置型号	数量	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	备注
1	ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3型工业CT	1台	225	3	II	1楼CT检测室内	使用	新建项目 本次环评	最大管功率500W

注：定义面向工件门一侧为前侧，射线固定朝右照射。

（2）人员配置及工作制度

本项目拟配备2名辐射工作人员，共同开展无损检测工作，其中1人兼职辐射防护负责人。本项目辐射工作人员实行白班制，每年工作50周。根据企业提供的资料，本项目CT每天最多检测工件10件，单次检测工作时间约为30min，平均曝光时间约为15min，设备每天曝光时间约为2.5h，每周工作5天，周开机曝光时间约为12.5小时，年工作50周，年开机曝光时间约为625h。

3. 建设项目由来

因公司产品质量检测需求，苏州博宇科技有限公司拟购置1台ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3型工业CT（销售厂家辐射安全许可证见附件5），用于对公司生产的塑胶件进行无损检测。

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》等法律法规的要求，本项目需要进行环境影响评价。

根据《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），本项目配备的ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3型工

业 CT 属于 II 类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“172—核技术利用建设项目”中“使用 II 类射线装置”范畴，应编制环境影响报告表。

受苏州博宇科技有限公司的委托，江苏清全科技有限公司承担该公司新建 1 台工业 CT 项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析，并委托江苏海尔森检测技术服务有限公司对项目拟建场址及周围环境进行了辐射环境本底检测，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

苏州博宇科技有限公司位于苏州市漕湖街道倪新路 1 号 2 号厂房，公司地理位置见附图 1。公司东南侧为博远（苏州）新能源汽车部件有限公司 1 号厂房，西南侧为太东路，西北侧为大福自动搬送设备（苏州）有限公司，东北侧为八方新能源（苏州）有限公司，公司平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目工业 CT 位于公司 1 楼 CT 检测室内。本项目 50m 评价范围内东北侧为公司厂房及厂区道路；东南侧依次为公司厂房、厂区道路及 1 号厂房；西南侧依次为公司厂房、厂区道路及厂区外道路；西北侧均处于公司厂房内；楼上为注塑成品区；楼下无建筑。CT 检测室周围环境示意图见附图 2~附图 4。

本项目 50m 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、公司其他工作人员及流动人员。

本项目拟建址属于相城经济技术开发区（相城经济技术开发区二期（不包括漕湖）），属于苏州市重点管控单元，对照苏州市重点管控单元生态环境准入清单，本项目符合生态环境准入清单的要求。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，本项目的建设符合江苏省生态环境分区管控要求。本项目与江苏省生态空间管控区域位置关系图见附图 5、附图 6。

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

本项目通过对公司生产的塑胶件进行缺陷检测以控制产品质量。其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 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，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，

在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，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，该项目符合《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、现有核技术利用项目许可及辐射安全管理情况

苏州博宇科技有限公司为首次使用核技术利用项目的单位。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 CT	II	1 台	ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3	225	3	无损检 测	CT 检测 室	射线固定朝右侧照射 (定义面向工件门一侧为前 侧) 最大管功率 500W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	/	/	微量	微量	/	不暂存	接至车间排风管道引至楼顶排放到室外，臭氧在常温下 50min 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

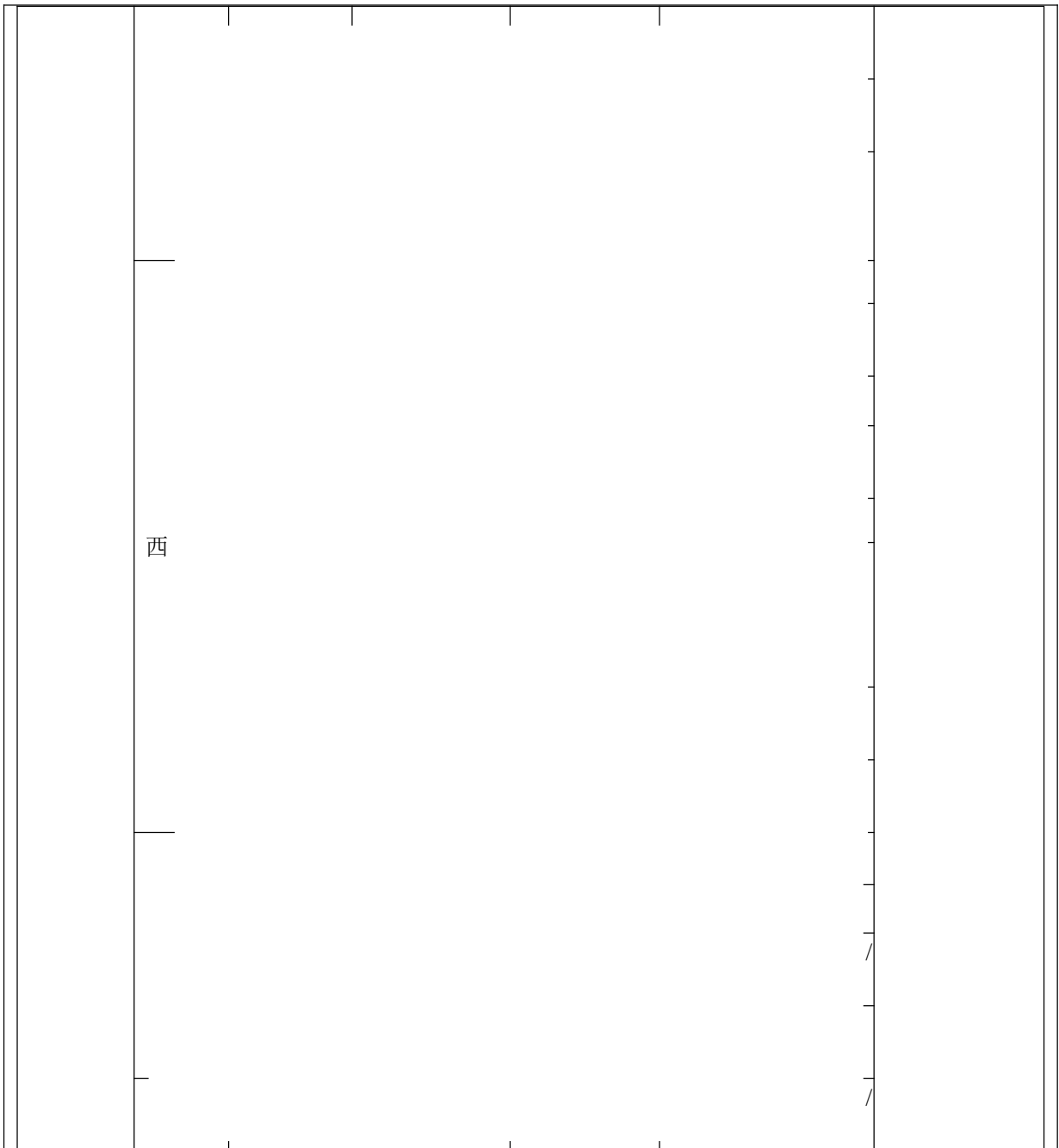
法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日起施行 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行 (4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行 (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修订，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行 (6) 《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，2006 年 9 月 26 日起施行 (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，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 日发布
------	--

	(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) 《关于印发<核技术利用建设项目重大变动清单（试行）>的通知》，环办辐射函〔2025〕313 号 (17) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函〔2016〕430 号 (18) 《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 5 月 1 日起施行 (19) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版），苏政办函〔2020〕26 号 (20) 《市政府办公室关于印发苏州市辐射事故应急预案的通知》，苏州市人民政府（苏府办〔2016〕208 号） (21) 《江苏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 (22) 《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 (23) 《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 (24) 《江苏省自然资源厅关于苏州市相城区生态空间管控区域调整方案的复函》，苏自然资函〔2025〕139 号 (25) 《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域管理办法的通知》，苏政办规〔2026〕1 号 (26) 《江苏省生态环境分区管控实施方案》，苏办发〔2024〕25 号 (27) 《江苏省生态环境分区管控管理实施细则》，苏环办〔2024〕295 号
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) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023） (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

	(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） (6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） (7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） (8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019） (9) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及修改单
其他	附图： 附图 1 本项目地理位置示意图 附图 2 本项目周围环境示意图 附图 3 本项目所在楼层平面布置图和周围环境示意图 附图 4 本项目正上方平面布置图 附图 5 本项目与苏州市相城区生态空间管控区域位置关系示意图 附图 6 本项目与江苏省生态环境分区分区管控区域位置关系图（江苏省生态环境分区分区管控综合服务网站截图） 附件： 附件 1 委托书 附件 2 射线装置使用承诺书 附件 3 本项目辐射环境本底检测报告及检测单位资质 附件 4 营业执照 附件 5 销售方辐射安全许可证 附件 6 本项目工业 CT 技术说明书 附件 7 租赁协议 附件 8 专家意见及修改清单

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 本项目为使用 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外 50m 的范围。本项目评价范围取 CT 装置屏蔽体为边界，外延 50m 范围内的区域。本项目评价范围示意图见附图 2。																							
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及流动人员。本项目周围环境保护目标分布见表 7-1。 表 7-1 本项目 50m 评价范围内环境保护目标分布情况 <table><tr><th>名称</th><th>方位</th><th>场所名称</th><th>距 CT 最近距离</th><th>规模（人数）</th><th>环境保护要求</th></tr><tr><td>辐射工作人员</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>职业人员年剂量约束值为 5mSv/a</td></tr><tr><td>评价范围内公众</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>公众年剂量约束值为 0.1mSv/a</td></tr></table>						名称	方位	场所名称	距 CT 最近距离	规模（人数）	环境保护要求	辐射工作人员					职业人员年剂量约束值为 5mSv/a	评价范围内公众					公众年剂量约束值为 0.1mSv/a
名称	方位	场所名称	距 CT 最近距离	规模（人数）	环境保护要求																		
辐射工作人员					职业人员年剂量约束值为 5mSv/a																		
评价范围内公众					公众年剂量约束值为 0.1mSv/a																		



相关测绘资质的单位提供的数值为准；

评价标准

1. 职业人员和公众年照射剂量限值

本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）执行，剂量限值见表 7-2。

表 7-2 照射剂量限值

	剂量限值
职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：

剂量限值	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。

2. 剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

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；

4.3.4.2 对任何可能向环境释放放射性物质的源，剂量约束还应确保对该源历年释放的累积效应加以限制，使得在考虑了所有其他有关实践和源可能造成的释放累积和照射之后，任何公众成员（包括其后代）在任何一年里所受到的有效剂量均不超过相应的剂量限值。本项目职业人员按年有效剂量的 1/4 取值，公众按照年有效剂量的 1/10 取值，确定本项目剂量约束值如下：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。

3. 周围剂量当量参考控制水平

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/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 100μSv/h。

确定本项目周围剂量当量率参考控制水平如下：

①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；

②CT 装置四周外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h；

③CT 装置顶部外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平保守取不大于 2.5 μ Sv/h（本项目 CT 装置上方在自源点到装置顶内表面边缘立体角区域内存在已建建筑）。

4. 辐射环境质量现状监测评价参考值

《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。

江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

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

注：①测量值已扣除宇宙射线响应值；

②现状评价时，以测量范围为评价依据。

5. 参考资料

（1）《辐射防护导论》，方杰主编

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 苏州博宇科技有限公司位于苏州市漕湖街道倪新路 1 号的 2 号厂房，本项目工业 CT 位于公司 1 楼 CT 检测室内。 本项目工业 CT 拟建址周围环境现状见图 8-1。
--

图 8-1 拟建址及周围环境现状图

二、环境本底检测

本项目为使用 II 类射线装置，射线装置拟安置于 CT 检测室内。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，项目在进行本底调查时，主要调查本项目 CT 检测室内及周围环境的 X- γ 辐射剂量率。

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《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的要求进行检测，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》（HJ 61-2021）有关布点原则并结合本项目评价范围（CT 装置屏蔽体外 50m 范围），确定本项目检测点位为 CT 装置拟建址及周围具有代表性的区域，具体点位见图 8-2。

3. 检测单位、检测时间和检测仪器

表 8-1 检测信息

检测单位	江苏海尔森检测技术服务有限公司
检测时间	2026 年 4 月 15 日
检测因子	X- γ 辐射剂量率
检测仪器	FH40G+FHZ672E-10 型 X- γ 辐射剂量率仪（编号：HES053）
能量响应范围	48keV~6MeV
量程范围	1nSv/h~100 μ Sv/h
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书编号	DLj12025-12855
检定有效期	2025.10.9~2026.10.8
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资质认定（证书编号：231020341602，证书见附件3），具备相应的检测资质和检测能力；

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，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。

5. 检测结果及评价

本项目CT检测室及周围环境辐射水平检测结果见表8-1，检测点位见图8-2，详细检测结果见附件3。

表8-2 本项目拟建址及周围环境辐射剂量率检测结果

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）		地点性质
		平均值	标准偏差	
1	本项目拟建址处（测量室西北角）			
2	本项目拟建址东南侧（测量室内）			
3	本项目拟建址西南侧（测量室内）			
4	本项目拟建址西北侧（机加工区）			
5	本项目拟建址东北侧（智能制造车间）			
6	本项目拟建址上方（注塑成品区）			
7	博远（苏州）新能源汽车部件有限公司 1号厂房西北侧			

k₃ 0.8、 1.0。

根据检测结果可知，本项目拟建址及周围环境辐射水平在（48.9~72.1）nGy/h 范围内。

其中室内环境 γ 辐射剂量率在 48.9nGy/h~66.1nGy/h，对照江苏省室内环境天然 γ 辐射剂量率调查结果，本项目拟建址及周围室内环境辐射剂量率基本处于江苏省室内环境天然 γ 辐射剂量率测值范围内（个别测量值略低于江苏省室内环境天然 γ 辐射剂量率测值），拟建址及周围环境辐射水平未见异常；

道路环境 γ 辐射剂量率为 72.1nGy/h，对照江苏省道路环境天然 γ 辐射剂量率调查结果，本项目拟建址周围道路环境辐射剂量率处于江苏省道路环境天然 γ 辐射剂量率测值范围内，拟建址周围环境辐射水平未见异常。

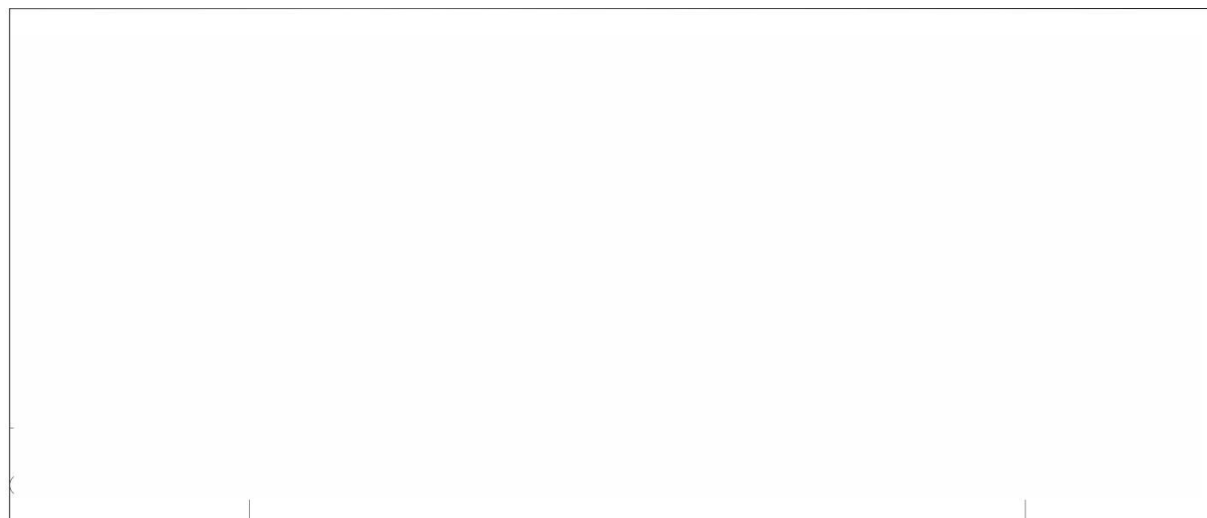


图 8-2 苏州博宇科技有限公司工业 CT 拟建址及周围辐射环境检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析 一、设备组成及工作方式 本项目 ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3 型工业 CT 主要由以下部分组成：带铅板防护的扫描室、电器控制柜、操作面板和数据处理工作站，扫描室内部安装有 X 射线机、载物台、数字平板探测器，其中：
--

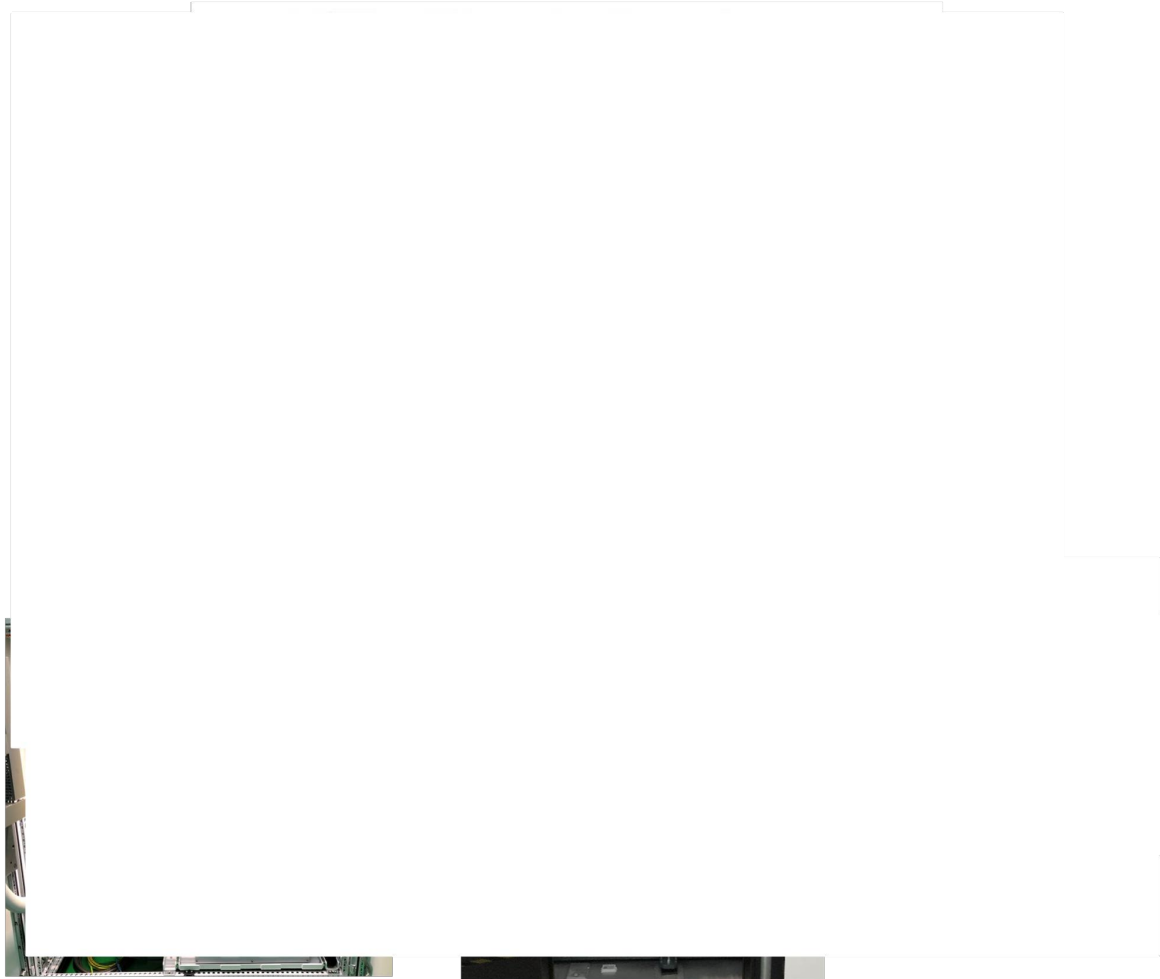


图 9-1 本项目 ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3 型工业 CT 外观示意图

二、工作原理

工业 CT 即工业计算机断层扫描成像，它能在对检测物体无损伤条件下，以二维断层图像或三维立体图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的内部结构、组成、材质及缺损状况。工业 CT 技术是目前世界上先进的无损检测技术之一，是物体内外缺陷测量与统计、结构尺寸测量、设计工艺改进、升级制造技术不可缺少的手段。CT 检测能在不破坏工件结构的情况下实现模具及模具产品的表面和内部结构的几何尺寸以及曲面测量，计算出测量目标的长宽高、面积、表面积、体积等各种几何参数，实现零件与 CAD 模型对比、几何尺寸与公差分析、零件与零件对比。同时可实现产品内部多种缺陷（如裂纹、气泡、夹杂、疏松、脱粘、装配缺陷等）的无损检测和无损质量评价，检测对象也几乎涵盖了各种材质和各种结构类型的模具及模具产品。

本项目工业 CT 核心部件是 X 射线管，它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能

量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生大量 X 射线。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

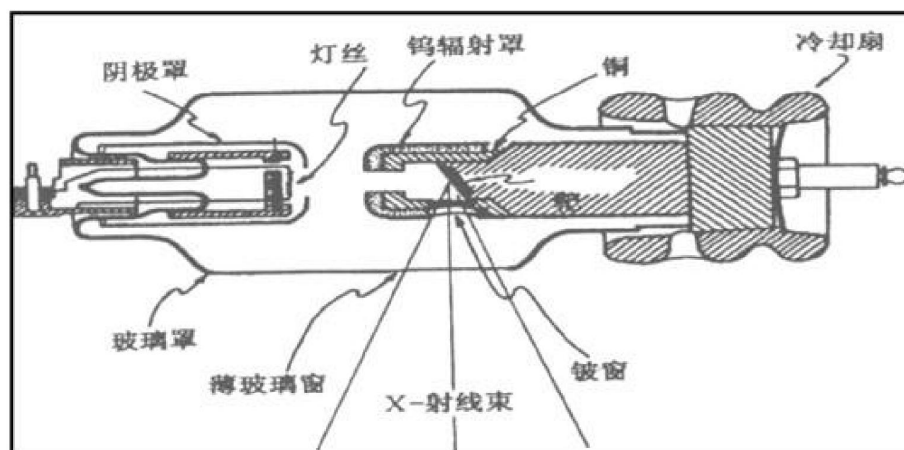


图 9-2 常见典型的 X 射线管结构示意图

工业 CT 工作原理是依据被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质密度越大，射线强度减弱越大，而当工件内部存在缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即穿透的射线强度较大，透射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至数据处理站，在显示器上实时显示。通过移动工件来获得不同角度的投影，使用复杂的计算层析技术，将获得的各个角度的投影进行重建，得到被测工件的三维立体结构图。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。本项目 CT 几何示意图见图 9-3。

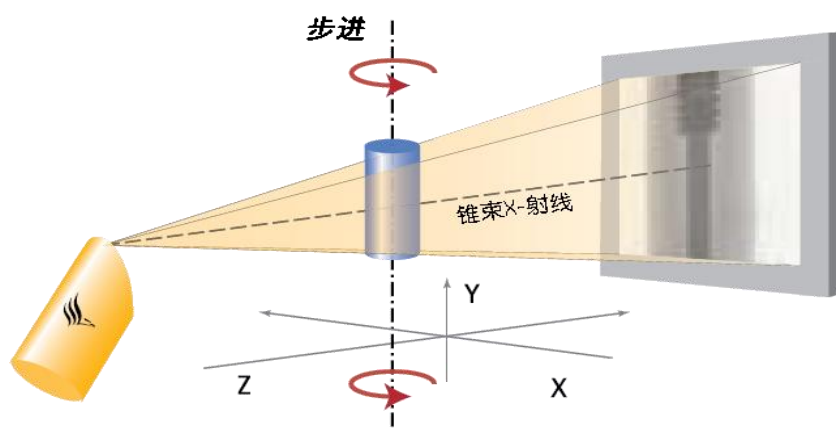


图 9-3 本项目 CT 几何示意图

三、工艺流程及产污环节

工作人员在工件门（检修门）处将被检测工件放置于装置内的载物台上，然后关闭工件门，全程人员无需进入设备内部进行工件的取放。本项目工业 CT 工艺流程及产污环节主要有：

- （1）工作前检查现场环境及安全装置的有效性；
- （2）打开工件门，将待检工件放置在载物台上（人员无需进入内部）；
- （3）摆放好待检工件后，关闭工件门；
- （4）调节载物台至合适位置，打开 X 射线出束开关，开始检测，此过程会产生 X 射线及少量的臭氧和氮氧化物；
- （5）曝光时，数据处理工作站的显示器会实时显示被测工件内部图像，工作人员通过显示器上的图像对工件内部缺陷进行辨别；
- （6）检测结束，关闭射线，打开工件门，取出检测工件。

本项目工业 CT 工艺流程及产污环节如图 9-4 所示：

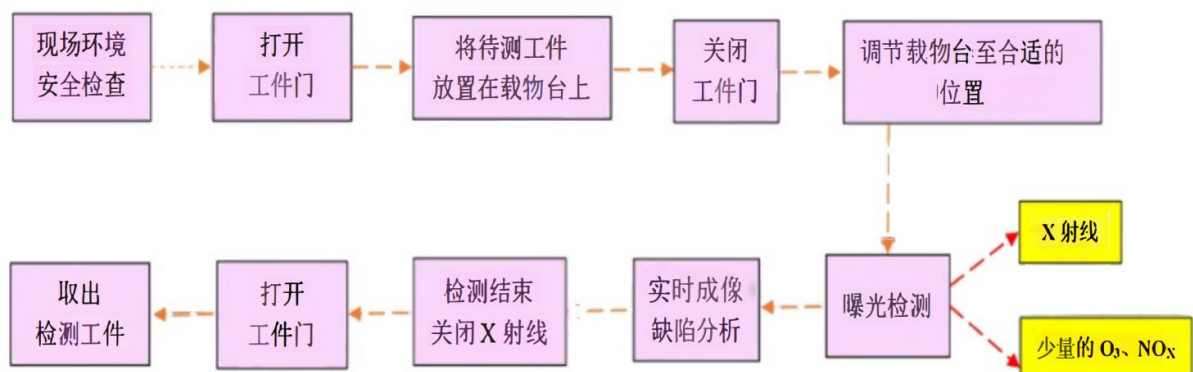


图 9-4 本项目工业 CT 工艺流程及产污环节分析示意图

四、工件参数

本项目工业 CT 主要用于对生产的塑胶件进行无损检测。工件直径不超过 200mm，厚度约为 8mm~16mm。

污染源项描述

1. 辐射污染

由工业 CT 工作原理可知，只有工业 CT 在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，会对 CT 装置外工作人员和公众产生一定外照射，因此工业 CT 在开机检测期间，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。本项

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据厂家提供的装置说明书，在射线管安装防护外壳的条件下，距离射线管 35cm 防护壳外四周泄漏射线值 $\leq 19\mu\text{Sv/h}$ ，根据计算本项目漏射线 1m 处的最大值约为 $2.33\mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，初始射线在 200kV~300kV 之间时，散射辐射能量以 200kV 计。

本项目 CT 装置的右侧屏蔽体主要受到主射线辐射影响，其他各侧屏蔽体主要受到漏射线辐射影响和散射线辐射影响。

表 9-1 本项目射线装置技术参数一览表

射线装置型号	管电压 kV	管电流 mA	滤过材料	锥束角	输出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射能量 kV
Z 8 G3							

2. 其他污染

本项目工业 CT 采用实时成像技术，无需洗片，无显影、定影废液和废胶片产生。本项目工业 CT 在工作状态时，会使 CT 装置中的空气电离产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。

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 ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3 型工业 CT 主要由以下部分组成：带铅板防护的扫描室、电器控制柜、操作面板和数据处理工作站。CT 主射线固定朝右照射，操作面板设置于 CT 装置前侧（与装置一体设计），数据处理工作站位于 CT 装置左前方，均有效避开了主射线方向。本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开设置的要求。 公司拟将工业 CT 装置的内部区域划为控制区（以装置外壳为边界），禁止任何人员在设备出束时进入 CT 装置内部；将 CT 检测室内划为监督区，监督区边界以 CT 检测室实体隔断为边界（东北侧和西北侧依托已有墙体，其余侧为玻璃隔断），CT 检测室设有门锁，并在 CT 检测室出入门外表面处张贴监督区标牌，工作期间禁止无关人员进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目控制区和监督区分示意图见图 10-1。 图 10-1 本项目控制区和监督区分示意图 二、辐射防护屏蔽设计
--

2~图 10-3，具体尺寸图详见附件 6。

表 10-1 本项目工业 C T 装置屏蔽防护参数一览表

位置		防护参数	铅当量*	备注
工业 CT				
、		mm + mm	. mm	

*注 当量，
300 ， 6mm
钢



图 10-2 本项目 CT 屏蔽结构及内部尺寸示意图 1（距离单位：mm）

图 10-3 本项目工业 CT 装置 X 射线管管套防护结构示意图

三、辐射安全和防护措施分析

1. 工作场所辐射安全防护措施：

(1) 钥匙开关。操作面板上设有钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，只有在打开钥匙开关后，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) 门机联锁装置。本项目 CT 装置仅设有 1 个工件门（对开门），因工件门尺寸较大，人员可由此进入，故不单独设置检修门，检修时通过工件门进入设备内部。本项目 CT 装置共设有 2 个双通道安全互锁开关（每扇门 1 个，图 10-6），均与高压连锁。只有当工件门完全关闭后安全回路才会闭合，X 射线机才能出束，门打开时 X 射线立即停止照射，关上门不能自动开始 X 射线照射，须人工开启高压电源后再开启 X 射线开关。门机联锁逻辑图见图 10-4。

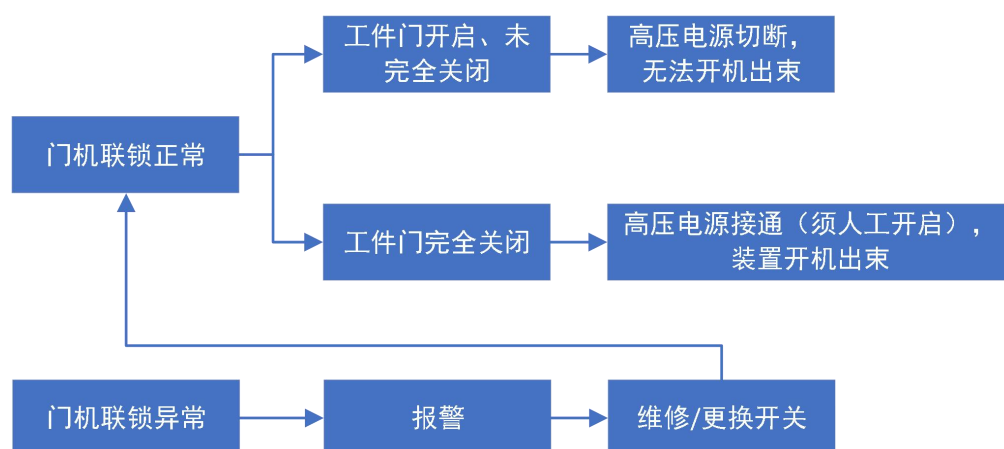


图 10-4 门机联锁逻辑图

(3) 工作状态指示灯和声音提示装置。CT 装置工件门外右侧安装工作状态指示灯，工作状态指示灯与 X 射线机联锁；CT 装置内部安装声光报警装置并与 X 射线机联锁，如指示灯和报警装置出现故障，射线不能出束，并在醒目位置处设置指示灯信号意义的说明。

(4) 电离辐射警告标志。CT 装置表面及 CT 检测室醒目位置处设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿靠近该装置。

(5) 急停按钮。CT 装置外部和内部设置多处急停按钮（操作面板一个，装置内部 2 个）。确保出现紧急事故时，能立即停止照射，同时急停按钮应带有标签，标明使用方法。

(6) 监控装置。CT 装置内部及 CT 检测室内（室内顶部）均设置监控，操作人员可通过装置内部监控实时观察整个 CT 装置内部运行情况，通过 CT 检测室内顶部监控实时观察检测室内辐射工作人员活动情况。

(7) 通风装置。本项目工业 CT 装置采取底部中间位置自然进风，顶部采用风扇机械排风，排风口位于装置顶部。

(8) 固定式剂量报警装置。CT 检测室内拟配备 1 台固定式剂量报警装置（探头设置于工件门附近，根据 CT 检测室内本底测量值，设定报警仪的阈值）。

(9) CT 检测室设有门锁并在检测室门口设置监督区标识牌，禁止非辐射工作人员进入 CT 检测室。本项目辐射安全措施见图 10-5、图 10-6。



图 10-5 本项目辐射安全措施示意图

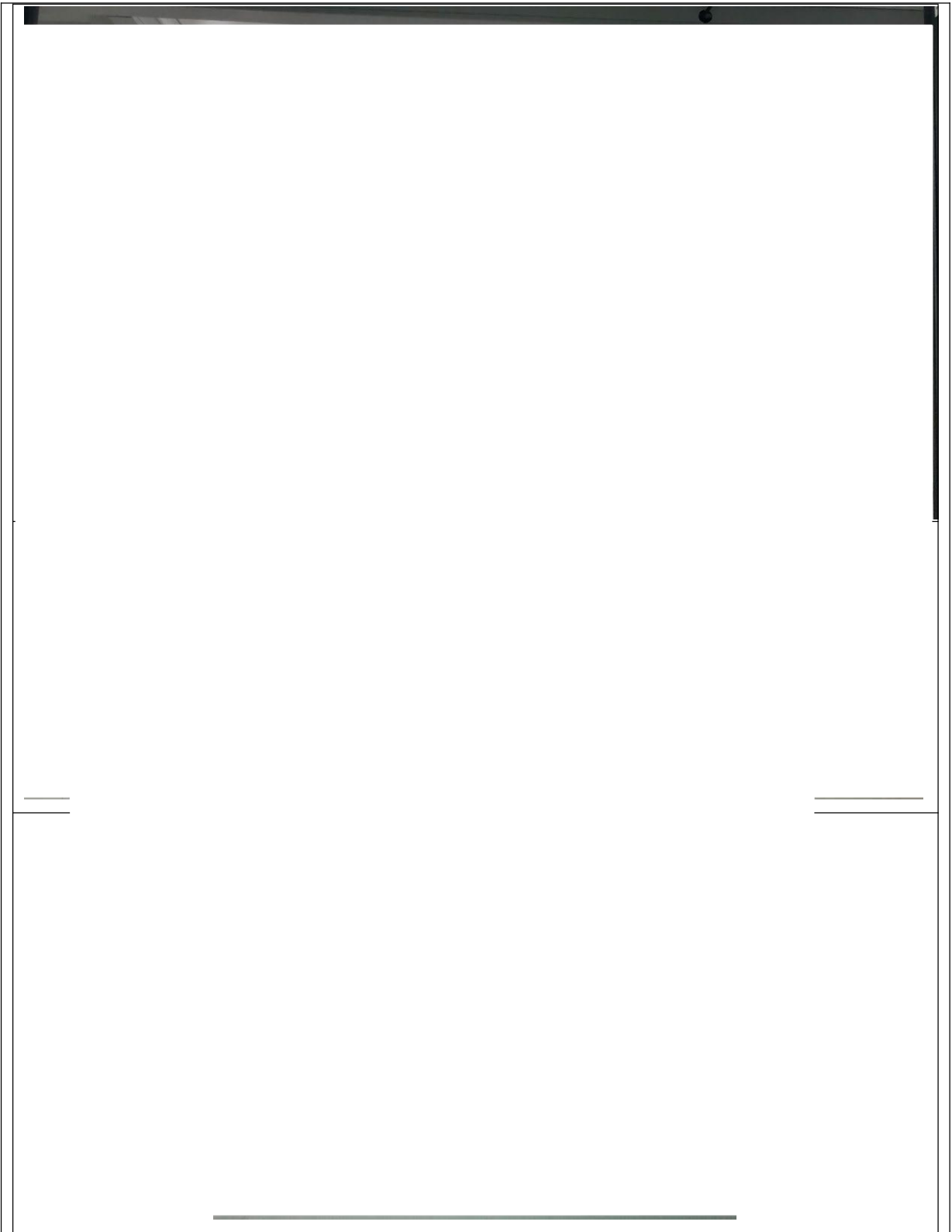


图 10-6 本项目辐射安全措施实物图

2. 操作的放射防护措施

(1) 辐射工作人员工作前应进行安全检查，正常使用 CT 时拟检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。若发现任意一项安全措施异常应立刻停止辐射

工作，排除异常后才能继续工作。每次工作开始前应进行检查的项目包括：射线装置外观是否完好、电缆是否有断裂、扭曲以及破损、工件门是否可以正常关闭、安全联锁是否正常工作、钥匙开关闭合、急停按钮复位是否正常、报警设备和警示灯是否正常运行、螺栓等连接件是否连接良好、固定式报警装置是否正常等。

(2) 辐射工作人员拟定期测量装置周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(3) 开始检测工作前，拟检查便携式辐射巡测仪是否能正常工作。如发现便携式辐射巡测仪不能正常工作，则不开始检测工作。

(4) 在每一次照射前，操作人员都应确认关闭工件门。只有在工件门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。

(5) 公司拟对 CT 装置的维护负责，设备维护应符合下列要求：

① 每年至少维护一次，设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。维护时按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并至少两人参与维修维护工作。

② 维修维护前应采取可靠的断电措施，切断需检修设备的电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志，做好现场管控。

③ 设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检查。

④ 当发现设备有故障或损坏需要更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品。与 X 射线管相关的维修，需由 X 射线管生产厂家负责。若屏蔽体损坏，在更换屏蔽体后应委托第三方有资质的检测机构进行整体检测，检测合格后才能继续使用。

⑤ 维护后通电调试前，应确保安全联锁系统、急停按钮等已正常启动，确保屏蔽体已安装完整，严禁在辐射安全与防护设施未启动、辐射屏蔽体拆卸状态下开机进行调试。

⑥ 建设单位应与维修维护单位签订维修维护合同，在合同中明确双方的安全责任。

3. 设备退役措施

当 CT 装置不再使用时，拟实施退役程序。

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

(2) 当 CT 装置不再使用时，清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

四、辐射安全防护设施与标准对照分析

本项目工业 CT 辐射安全措施设置可参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，对照分析见表 10-2。

表 10-2 本项目辐射安全设施与标准对照分析表

序号	设施	本项目拟采取的辐射安全措施	标准原文（GBZ 117-2022）	满足情况
1	曝光室与操作室分开	本项目有用线束固定朝右照射,操作面板和数据处理工作站均位于装置前侧,已避开有用线束照射方向且与装置分开。	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。	满足
2	两区划分	本项目实行分区管理,将 CT 装置内部作为控制区,将 CT 检测室划为监督区。	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。	满足
3	门-机联锁装置	工件门设有门机联锁装置,只有当防护门完全关闭后才能接通 X 射线管电压,门打开时能立即停止 X 射线照射,关上门不能自动开始 X 射线照射。	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。	满足
4	工作状态指示灯	CT 装置工件门外右侧安装工作状态指示灯,内部安装声光报警装置,均与 X 射线机联锁,如指示灯和报警装置出现故障,射线不能出束,并在醒目位置处设置指示灯信号意义的说明。	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。	满足 因装置尺寸不大,故仅在装置内部设置声光报警装置,报警声音能够覆盖装置内部和周围人员驻留处,确保内部人员安全离开。
5	监视装置	CT 装置内部和 CT 检测室内设置监控,操作人员可通过监控实时观察整个 CT 装置内部情况和辐射工作人员活动情况。	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。	满足
6	电离辐射警告标志	CT 装置表面及 CT 检测室醒目位置处设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及	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。	满足

		中文警示说明，提醒无关人员勿靠近该装置。		
7	急停装置	CT 装置外部和内部设置多处急停按钮（操作面板一个，装置内部 2 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射，同时急停按钮应带有标签，标明使用方法。	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。	满足 因检维修时，维修人员可能需要进入内部，故在内部设置急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。
8	通风装置	本项目工业 CT 装置采用机械排风，排风口位于装置顶部，通风换气次数为 267.8 次/小时。	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。	满足
9	固定式场所辐射探测报警装置	CT 检测室内拟配备 1 台固定式剂量报警装置。	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	满足
10	监测设备	公司拟配备 1 台便携式辐射巡测仪，并为每名辐射工作人员各配备 1 台个人剂量报警仪（报警阈值设为 2.5μSv/h）和 1 枚个人剂量计。	4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。 4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	满足
11	钥匙开关	操作面板上设有钥匙开关，仅授权的辐射工作人员方可使用，只有在打开钥匙开关后，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。	/	满足
12	规章制度	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预案，在工作过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。	4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。 4.6 应制定辐射事故应急预案。	满足

综上所述，本项目在采取上述辐射安全措施后，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中固定 X 射线探伤辐射安全防护的需要。

三废的治理

本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生，也无显影、定影废液和废胶片产生。

工业 CT 装置在工作状态时，会使装置内的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），本项目 ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3 型工业 CT 装置采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护（5mm 铅板+3mm 钢板）。系统配置两个风扇，单个排风量为 900m³/h，正常情况系统总通风量为 1800m³/h。扫描室内体积约为 6.72m³（2166mm×1661mm×1868mm），经估算得出每小时通风次数为 267.8 次，且排风口位于装置顶部（正常情况下人员不可达）。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 次的要求及排风管道外口避免朝向人员活动密集区。同时将装置排风口接车间管道引至楼顶，将臭氧和氮氧化物排至室外，臭氧在常温下 50min 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 本项目工业 CT 为整体定制设备，设备在厂家生产完成后，整体运至现场，无需进行组装，拆解包装过程中会产生少量的噪声和固体废物。 待 CT 装置搬运至现场后，依托测量室原有墙体，在装置的东南侧和西南侧搭建玻璃隔断，玻璃隔断在安装过程中会产生少量的噪声和固体废物。但本项目施工期较短，施工量不大，对周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。		
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工业 CT 工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。本项目型号为 ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3 型工业 CT，最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，最大功率为 500W。工作时主射线固定向右侧照射（定义面向工件门所在面为装置前侧）。本报告以工业 CT 装置最大功率 500W 运行时（最高管电压 225kV 时，电流最大为 2.222mA）对设备四周、顶部、底部和工件门辐射环境影响进行预测。 根据理论计算可知，主射线全部照射至右侧面板。则 CT 装置右侧主要受有用线束的辐射影响，其他各侧主要受非有用线束（漏射、散射）的辐射影响。屏蔽体外各侧关注点见表 11-1，关注点位示意图见图 11-1。		
表 11-1 屏蔽体外各侧关注点		
点位	关注点位置	辐射影响类型
①	CT 右侧表面外 30cm	有用线束
②	CT 前侧表面外 30cm	漏射、散射
③	CT 前侧工件门外 30cm	漏射、散射
④	CT 后侧表面外 30cm	漏射、散射
⑤	CT 左侧表面外 30cm	漏射、散射
⑥	CT 顶部表面外 30cm	漏射、散射
⑦	CT 底部表面外 30cm	漏射、散射



图 11-1 关注点示意图

1. 估算模式选取

本项目 X 射线无损检测采用《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 CT 装置表面 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

(1) 有用线束

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

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，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.2，采用内插法得出 225kV 射线对应的 TVL 值，并按式（11-4）计算得出；

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

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

上式中： B —屏蔽透射因子；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），取值见表 9-1。

②散射线

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

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，单位为毫安（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，同有用线束取值方法；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ 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；

R_0 —辐射源点（靶点）至检测工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（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（11-4）计算：

$$B = 10^{-X/TVL}$$

(11-4)

上式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—什值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2，原始 X 射线在 200kV~300kV 之间时，散射辐射能量以 200kV 计，再根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2 查得对应的 TVL 值。

2. 估算结果

(1) CT 装置主射面屏蔽剂量计算

将相关参数代入公式（11-1），可估算出 CT 右侧屏蔽体外 30cm 处的瞬时剂量，其屏蔽防护计算参数及计算结果见表 11-2。

表 11-2 CT 装置主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体参数		CT 右侧①	
设计厚度			
TVL（mm）			
B			
I（mA）			
H ₀ （μSv·m ² ·mA ⁻¹ ·h ⁻¹ ）			
R（m）			
参考点处剂量率 $\dot{H}$ （μSv/h）	$\dot{H}$ 估算值		
	$\dot{H}_c$ 控制值		
	评价结果		

注

法

， 11-1。

(2) CT 装置其他各面屏蔽剂量率计算

将相关参数代入公式（11-2）、（11-3）、（11-4），可估算出当该工业 CT 在最大管电压 225kV，最大管电流 1mA 工况下运行时，CT 装置前侧、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 CT 装置其他各侧屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体 参数	前侧②	前侧工件门 ③	后侧④	左侧⑤	顶部⑥	底部⑦
-----------	-----	------------	-----	-----	-----	-----

泄 漏 辐 射	设计厚度 (mm)						
	TVL (mm)						
	B						
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$						
	R (m)						
	参考点处泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)						
散 射 辐 射	TVL (mm)						
	B						
	I (mA)						
	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)						
	R_s (m)						
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$						
	参考点处散射辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)						
参考点处 复合辐射 剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}$ 估算值	0.911	0.708	0.606	0.728	0.958	0.500
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注 图

因
即

保

辐
(

, 0, 离室 ×

根据表 11-2~11-3 计算结果可知，当本项目工业 CT 在最大管电压 225kV、最大管电流 2.222mA 工况下运行时，CT 装置四周、顶部及底部均能够满足《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）天空反散射辐射影响分析

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 11-3，本项目工业 CT 装置顶部外 30cm 处辐射剂量率为 $0.958\mu\text{Sv/h}$ ，根据参考点剂量率与距离的平方成反比可以推断顶部 2m 处的辐射剂量率约为 $0.130\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率将更小（小于 $0.130\mu\text{Sv/h}$ ），叠加屏蔽体外关注点处剂量率后仍能够满足《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）地面反散射辐射影响分析

根据表 11-3，本项目工业 CT 装置底部表面辐射剂量率为 $0.500\mu\text{Sv/h}$ ，经地面散射到达其他各侧的辐射剂量率将更小，叠加屏蔽体外关注点处剂量率后仍能够满足《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。

综上所述，通过理论计算可知，本项目工业 CT 装置的屏蔽防护设计能够满足其所配置的 X 射线机的防护要求。

3. 本项目电缆口及门缝的辐射影响分析

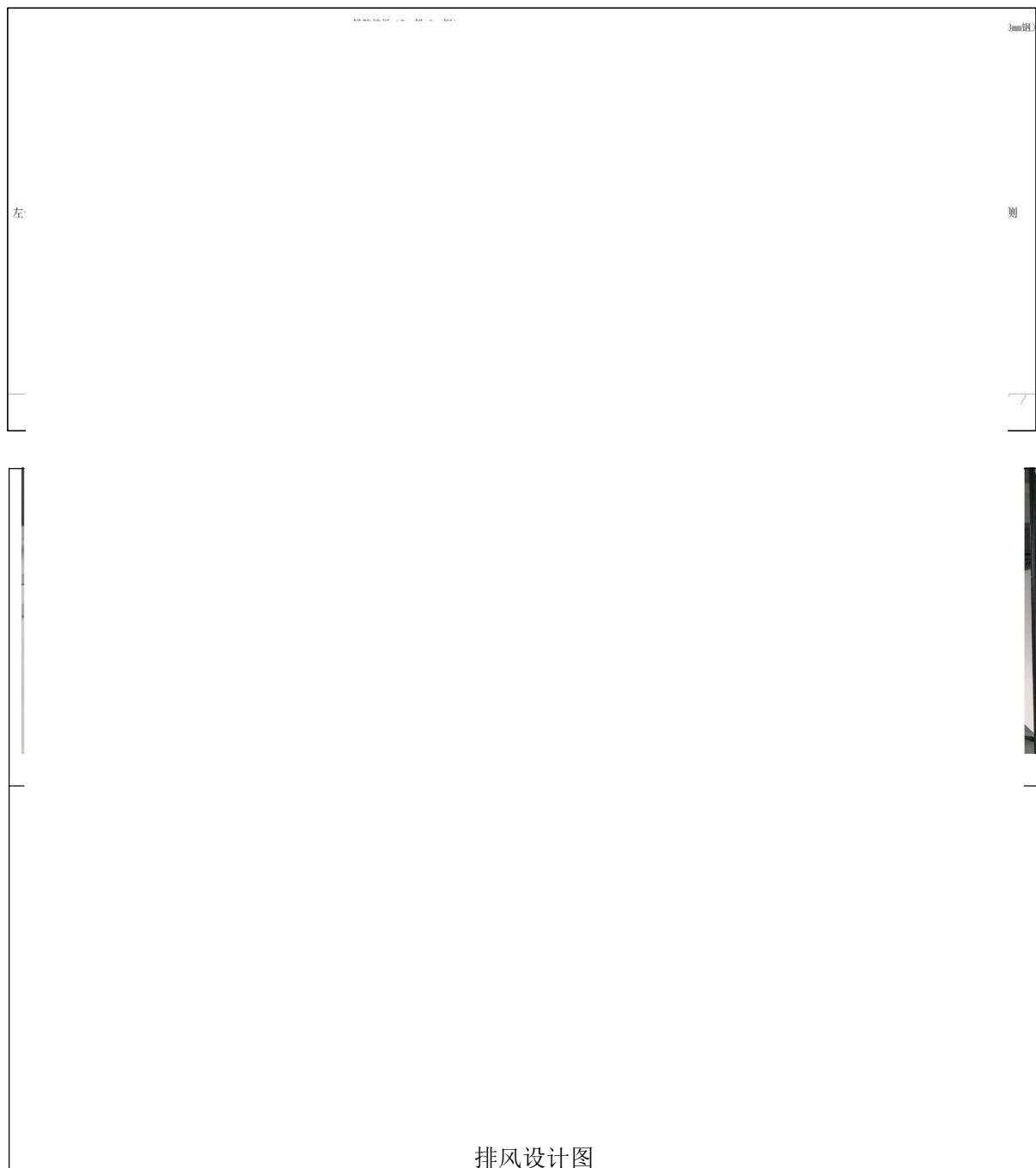
本项目工业 CT 电缆穿孔位于扫描室左侧后方，与控制柜内部直连，从外部不可见。穿孔位置与射线出束方向相反，电缆管道设置为几字型并在出口处设置铅板防护（5mm 铅板+3mm 钢板），射线先经过工件散射 1 次，再经过至少 3 次散射才能到达装置外，能够保证射线至少经三次散射后穿出，电缆口散射路径见图 11-2。

本项目工业 CT 采用底部自然进风，顶部排风扇排风，并在进出风口处设置铅板防护（5mm 铅板+3mm 钢板）。底部进风口设置在底部中间位置，进风口从底部挡板的侧面进风。同样的在顶部排风口位置处增加了全封闭式防护结构，排风扇位于两侧，排风口位于后侧位置，避免射线直接照射进出风口，避免了通风口与外部环境直通，同时进/排风口均位于正常情况下人员不可接触到的底部及顶部，有效地控制了射线泄漏风险。射线将在装置内至少散射 3 次才能到达装置外，利用散射降低进出风口的辐射水

平，最大程度上避免射线泄漏。进/排风口散射路径图见图 11-2，电缆口、通风口设计见图 11-3。

本项目 CT 装置主体结构采用铅板和钢板防护，以保证防护的完整性，工件门与门洞左右搭接宽度为 15mm，搭接缝隙不超过 1mm；工件门与门洞上方搭接宽度为 55mm，搭接缝隙不超过 5mm；工件门与门洞下方搭接宽度为 70mm，搭接缝隙不超过 5mm；2 扇门中间搭接宽度为 45mm，搭接缝隙不超过 4mm；能够确保工件门与门洞的搭接长度不小于门缝大小的 10 倍，防止射线漏出，搭接示意图见图 11-4。

综上所述，防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。



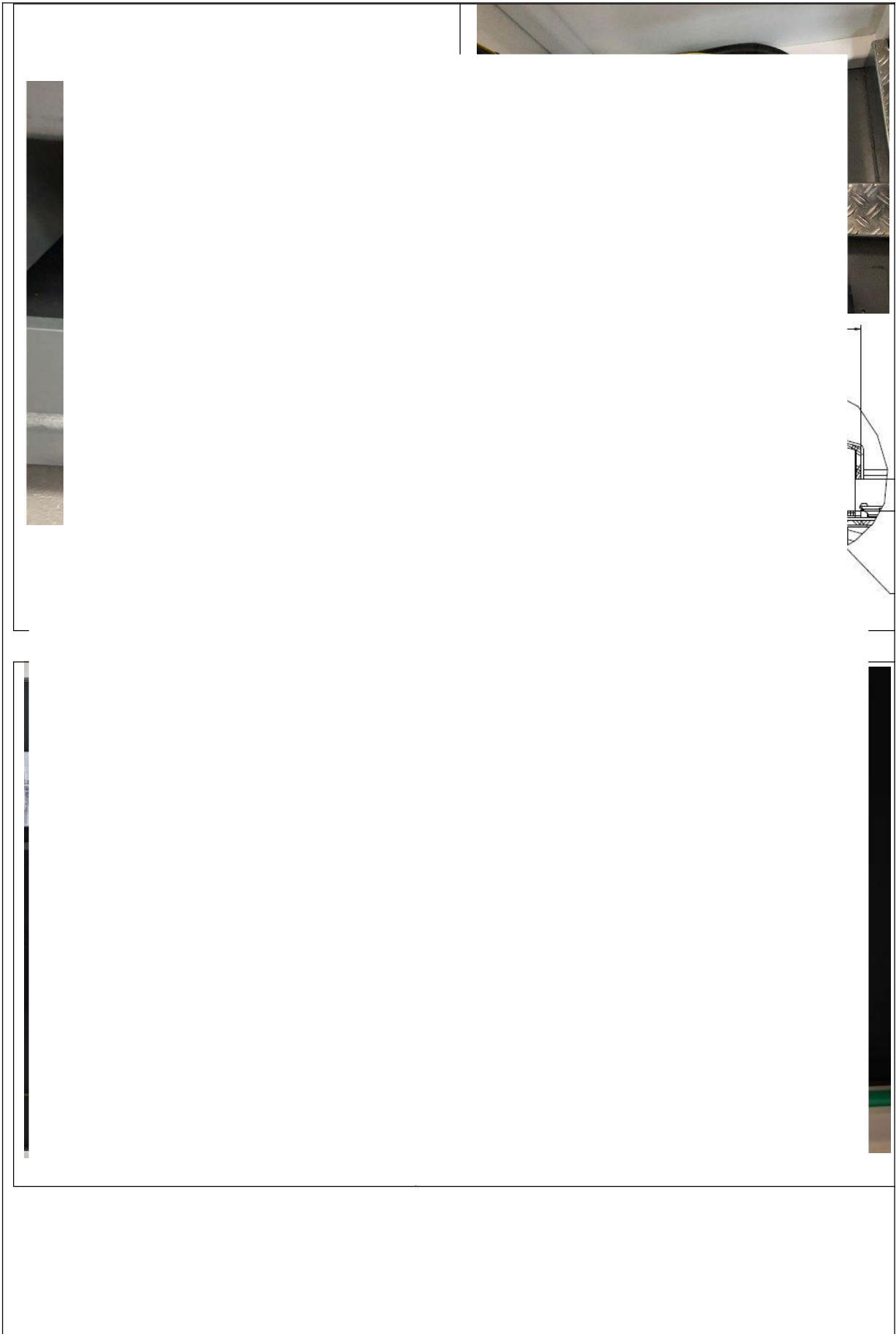




图 11-4 搭接示意图

二、辐射工作人员和公众剂量估算及评价

本项目辐射工作人员和周围公众年受照剂量预测可参考《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：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (11-5)$$

上式中：H—年剂量， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

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

U—使用因子；

T—居留因子；

t—年照射时间，（h/年）。

根据企业提供的资料，设备年开机曝光时间约为 625h。本项目拟配备 2 名辐射工作人员，共同承担无损检测工作。由于辐射工作人员无固定轮岗排班方式，保守以总的曝光时间作为辐射工作人员的工作负荷。故本项目单名辐射工作人员年受照时间不超过 625h。

根据公式（11-5），可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的年受照剂量，预测关注点位图见图 11-5，具体计算参数及计算结果见表 11-4。

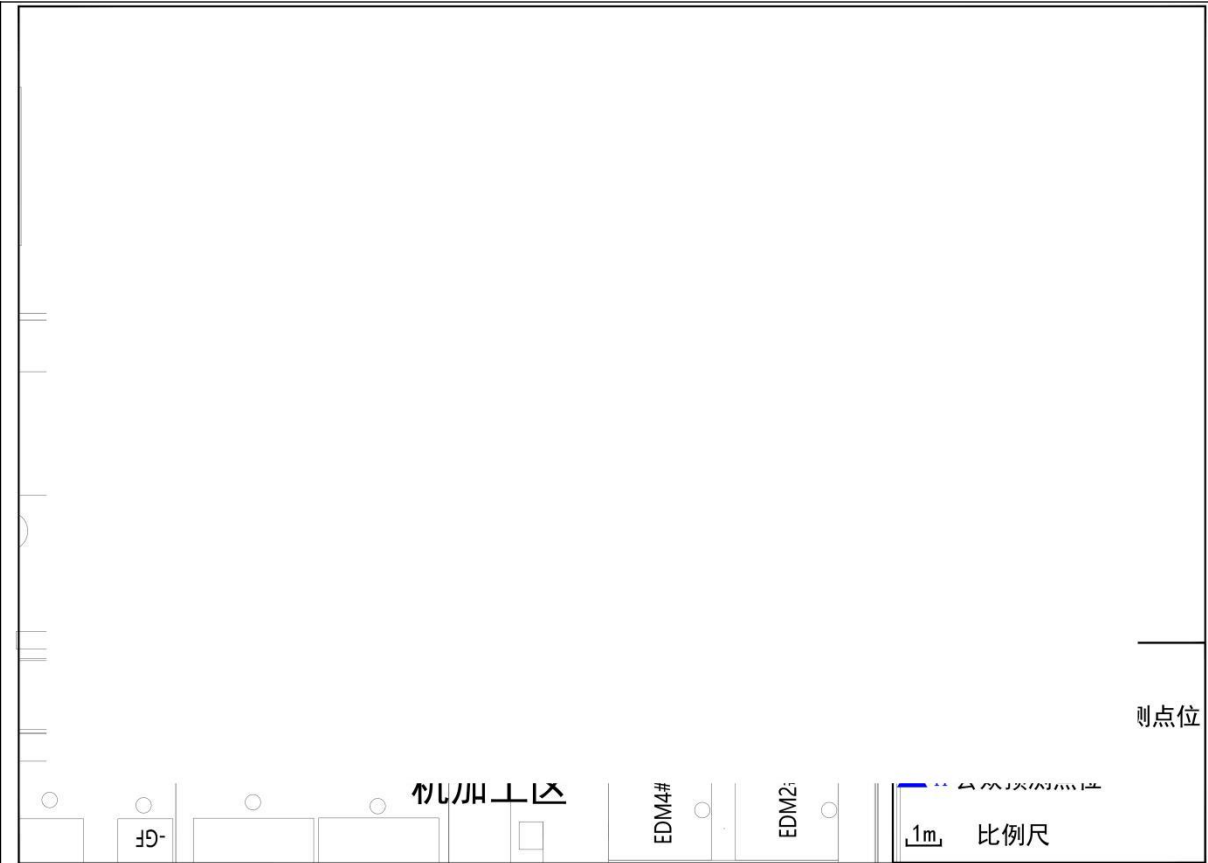


图 11-5 本项目辐射工作人员及周围公众预测点位示意图

表 11-4 本项目所致辐射工作人员和周围公众年受照剂量估算一览表

保护目标	关注点	方位	R _c (m)	R (m)	关注点剂量率 (μSv/h)	年 工 作 时 间 (h)	居留 因子 T	使用 因子 U	年受照剂 量 (mSv)	限 值 (mSv)
辐射工作人员										5
周围公众										0.1
	▲ 8									

事故影响分析

1. 辐射事故分析

工业 CT 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，工业 CT 在对工件进行检测时工件门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到 CT 装置外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

（2）机器检修时误照。工业 CT 在检修过程中，没有采取可靠的断电措施导致 X 射线意外开启、责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使检修人员受到照射。

（3）机器故障，造成超剂量照射。

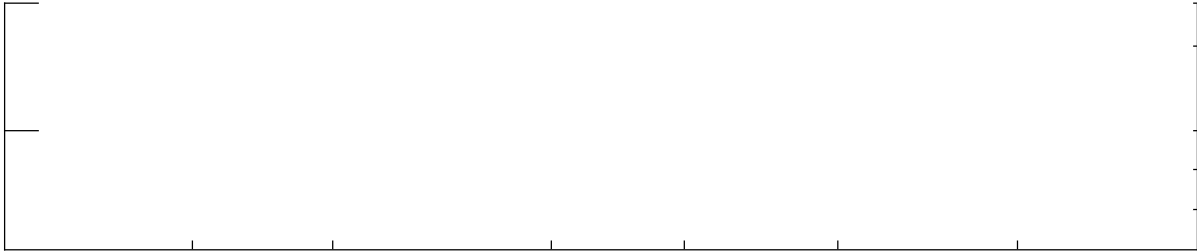
（4）辐射安全管理制度落实不到位，致使辐射工作人员和周围公众受到不必要的照射。

（5）由于屏蔽体铅材料老化，屏蔽体或防护门结构产生细微形变可能导致屏蔽体搭接处有射线泄漏。

2. 事故工况下辐射影响分析

在进行工件检测和设备维护检修期间，建设单位要求辐射工作人员、检修人员佩戴个人剂量计并确保个人剂量报警仪（报警阈值设为 2.5μSv/h）处于开机状态。

2.
算
位
剂
工



根据表 11-5，一次事故下工作人员受照剂量最大为 45.3mSv，此事故所受照剂量是按偏保守计算的。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），本项目可能发生的辐射事故为

一般辐射事故。

在每次使用工业 CT 机前，辐射工作人员需对设备安全联锁装置、出束信号指示灯等安全措施进行检查，发现问题及时整改。设备检修时，维修人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，取下设备开关钥匙，在确保设备电源关闭状态下对工业 CT 机进行检修。

3. 辐射事故预防措施

（1）每次无损检测前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性，定期检测 CT 装置周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。

（2）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），本项目辐射工作人员和辐射防护负责人须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。

（3）公司在实际工作中应不断对辐射安全管理制度进行完善，加强对职工辐射防护知识的培训，定期检查 CT 装置及监测仪器的性能。

（4）公司应加强辐射安全管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行无损检测作业。

（5）辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，装置运行时定期巡测装置周围剂量率水平，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

4. 辐射事故处置方法

（1）切断电源，确保工业 CT 停止出束并确保人员立即转移；

（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；

（4）出现事故后，应尽快组织人力、物力，有组织、有计划的进行处理，要在合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

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，应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，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，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置 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》《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》等法律法规要求，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，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；辐射工作人员和辐射防护负责人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。 苏州博宇科技有限公司拟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管理职责。 本项目运行后，将配备2名辐射工作人员。拟配备的辐射工作人员应当及时通过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）报名参加辐射安全和防护专业知识培训，自主学习并报名参加与本项目相关的考核，通过考核后，方能从事辐射工作。辐射工作人员报考类别为“X射线探伤”。 辐射安全与防护培训合格证书有效期为5年，快到期人员应当及时通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名，重新学习并通过相应考核后，方能继续从事辐射工作。
辐射安全管理规章制度 苏州博宇科技有限公司应根据《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，制定辐射安全管理制度，主要包括《操作规程》《岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《人员培训计划》《台账管理制度》《监测方案》《辐射事故应急预案》及《监测异常报告制度》等，各项辐射安全管理制度的要点如下： 辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是工业CT的安全防护和管理落实到个人。 操作规程：明确操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，重点是明确工业CT的操作步骤，工作前的安全检查，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器。

岗位职责：明确管理人员、操作人员、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，层层落实。

设备检修维护制度：明确工业 CT 的安全联锁装置、工作状态指示灯等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。

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，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

台账管理制度：对工业 CT 装置使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对工业 CT 装置使用进行严格管理。

个人剂量监测和职业健康体检制度：明确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，公司应明确个人剂量计的佩戴和监测周期，将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；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，并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：拟购置环境辐射巡测仪等设备，明确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；并于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告。

辐射事故应急预案：针对可能产生的辐射事故制定辐射事故应急措施，该措施中应明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，公司应当立即启动事故应急预案，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，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

监测异常报告制度：如果发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。如果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，并在一小时内向生态环境行政主管部门报告。

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》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，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。

公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，且定期对便携式辐射巡测仪开展检定/校准工作，项目运行后定期对工业 CT 装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。配备后将能够满足辐射监测仪器配置要求。本项目日常辐射监测仪器见表 12-1。

表 12-1 本项目配置的辐射监测一览表

序号	名称	数量	技术参数	用途
1	便携式辐射巡测仪	1	报警阈值：2.5μSv/h	用于工业 CT 装置周围剂量当量率的日常监测
2	个人剂量报警仪	2	报警阈值：2.5μSv/h	用于警示辐射工作人员

2. 监测方案

苏州博宇科技有限公司应根据辐射管理要求，制定如下监测方案：

（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：每年不少于 1 次；

（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，个人剂量档案应终生保存；

（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），确认可继续从事放射工作，并建立个人职业健康档案。

（4）利用自配备的辐射巡测仪对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行自主监测，建议每季度一次，并记录档案。

本项目监测方案见表 12-2。

表 12-2 本项目监测方案一览表

监测项目	监测类型	监测因子	监测点位和监测频次	监测点位	参考控制水平	异常处理
工作场所监测	竣工环保验收监测	周围剂量当量率	请有资质单位监测，项目建设后试运行 3 个月内	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②工业 CT 装置表面外 30cm 处，工件门四周门缝及表面外 30cm 处； ③人员经常活动的位置	装置表面外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。	一旦发现辐射水平超过 2.5μSv/h 应立即停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好，并经检测确认辐射水平合格后，方可继续工作。
	年度监测	周围剂量当量率	请有资质单位监测，不少于 1 次/年			
	日常监测	周围剂量当量率	自主监测，建议不少于 1 次/季度			

个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测，不少于1次/3个月	/	5mSv/a	发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关、卫生健康部门调查处理。
--------	---	------------	------------------------	---	--------	---

本项目运行后，应落实上述监测方案，方能满足辐射安全管理的要求。

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。本项目为使用II类射线装置，事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

为加强射线装置在无损伤检测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，苏州博宇科技有限公司应制定辐射事故应急预案，应急预案内容主要有：

- （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。

苏州博宇科技有限公司制定的应急预案应有效可行，且具有一定的操作性。公司应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，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动事故应急预案，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，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

表 13 结论与建议

结论 1. 项目概况 因产品质量检测需求，苏州博宇科技有限公司拟在 1 楼测量室的西北角新建 1 间 CT 检测室并配备 1 台 ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3 型工业 CT，主要用于对生产的塑胶件进行无损检测。本项目 ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3 型工业 CT 最大管电压为 225kV、最大管电流为 3mA，为 II 类射线装置。 2. 实践正当性评价 本项目通过对公司生产的塑胶件进行缺陷检测以控制产品质量。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 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，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，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，该项目符合《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 苏州博宇科技有限公司位于苏州市漕湖街道倪新路 1 号 2 号厂房，本项目位于公司 1 楼 CT 检测室内，本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，项目周围无环境制约因素，项目选址合理。 本项目工业 CT 设置有扫描室、电气控制柜、操作面板和数据处理工作站，CT 主射线固定朝右照射，操作面板设置于 CT 装置前侧，与装置设计成一体结构，数据处理工作站位于装置左前方，均有效避开了主射线方向。本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于操作室应避开有用线束照射方向并应与探伤室分开设置的要求。 4. 项目分区 本项目工业 CT 固定在 CT 检测室内使用，公司拟将工业 CT 装置的内部区域划为控制区（包括铅房和电气控制柜），将 CT 检测室内部划为监督区，本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤

放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

5. 辐射防护措施评价

本项目工业 CT 采用自屏蔽铅房对 X 射线进行屏蔽，扫描室右侧面板（主射面）为 12mm 铅板+3mm 钢板；前侧、后侧、左侧及顶部面板为 5mm 铅板+3mm 钢板，底部面板及前侧工件门为 3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板；X 射线管外设计有铅套管，除主射线方向外，其余各面均采用铅钢防护结构，厚度为 5mm 铅板+2mm 钢板，电缆孔及通风口处设置 5mm 铅板+3mm 钢板结构防护罩。根据估算结果，本项目工业 CT 装置的辐射防护设计能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

6. 辐射安全措施评价

本项目将设置如下辐射安全措施：①操作面板上设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用；②CT 装置的工件门（检修门）设置行程开关，与 X 射线机联锁形成门机联锁装置；③CT 装置工件门外右侧安装工作状态指示灯，CT 装置内部安装声光报警装置，均与 X 射线机联锁，并在醒目位置处设置指示灯信号意义的说明；④CT 装置表面及 CT 检测室进出口处醒目位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；⑤CT 装置外部和内部设置多处急停按钮（操作面板一个，装置内部两个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射；⑥CT 装置内部和 CT 检测室内设置监控，操作人员可通过监控实时观察整个 CT 装置内部情况和辐射工作人员活动情况；⑦CT 装置内设置有机排风装置；⑧CT 检测室内拟配备 1 台固定式剂量报警装置。⑨CT 检测室设有门锁并在检测室门口设置监督区标识牌，禁止非辐射工作人员进入 CT 检测室。本项目采取的辐射安全措施满足本项目辐射安全的需要。

7. 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周剂量当量和年受照剂量能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和本项目（职业人员年受照剂量不超过 5mSv；公众年受照剂量不超过 0.1mSv）的剂量约束值要求。

8. 辐射防护监测仪器

公司将为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，配置后将能够满足辐射监测仪器的配置要求。

9. 辐射安全管理评价

苏州博宇科技有限公司拟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，并将以文件形式明确各成员的管理职责。公司辐射安全专职管理人员及辐射工作人员均应参加并通过辐射安全和防护的培训及考核，公司应为辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，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制定各项管理制度，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。采取上述措施后，将满足生态环境保护管理要求。

总结论：

综上所述，苏州博宇科技有限公司新建 1 台工业 CT 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 GB 18871-2002 及 GBZ 117-2022 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）建设单位在建设过程中应对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》，如发生重大变动应按法律法规要求向生态环境主管部门重新申报并办理相关手续，主动接受生态环境主管部门的监督管理。

（2）公司应定期或不定期对工业 CT 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。

（3）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。

（4）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。

（5）公司应根据有关规定及时申领辐射安全许可证。

（6）本项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，在 3 个月内对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入使用。

本项目竣工环保验收“三同时”检查内容见附表。

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	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： 本项目 ZEISS Metrotom 800 225kV HR G3 型工业 CT 装置采用铅板+钢板对 X 射线进行屏蔽，扫描室右侧面板（主射面）为 12mm 铅板+3mm 钢板；前侧、后侧、左侧及顶部面板为 5mm 铅板+3mm 钢板，底部面板及前侧工件门为 5mm 铅板+6mm 钢板；X 射线管外设计有铅套管，除主射线方向外，其余各面均采用铅钢防护结构，厚度为 5mm 铅板+2mm 钢板，电缆孔及通风口处设置 5mm 铅板+3mm 钢板结构防护罩。	CT装置的辐射防护设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于X射线探伤室的屏蔽防护要求（屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h）。辐射工作人员和公众年受照剂量能够满足《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（职业人员年受照剂量不超过5mSv，公众年受照剂量不超过0.1mSv）。	/
	安全措施： ①操作面板上设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用；②CT 装置的工件门（检修门）设置行程开关，与 X 射线机联锁形成门机联锁装置；③CT 装置工件门外右侧安装工作状态指示灯，CT 装置内部安装声光报警装置，均与 X 射线机联锁，并在醒目位置处设置指示灯信号意义的说明；④CT 装置表面及 CT 检测室进出口处醒目位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；⑤CT 装置外部和内部设置多处急停按钮（操作面板一个，装置内部两个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射；⑥CT 装置内部和 CT 检测室内设置监控，操作人员可通过监控实时观察整个 CT 装置内部情况和辐射工作人员活动情况；⑦CT 装置内设置有机械排风装置；⑧CT 检测室内拟配备 1 台固定式剂量报警装置。⑨CT 检测室设有门锁并在检测室门口设置监督区标识牌，禁止非辐射工作人员进入 CT 检测室。	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。	

	工业CT通风量为1800m ³ /h，体积约为6.72m ³ ，经计算得出每小时通风次数约为267.8次，且排风口位于装置顶部。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于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次的要求。	
人员配备	公司辐射工作人员应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。	
	公司辐射工作人员均应配备个人剂量计，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及建立个人剂量监测档案的管理要求。	
	公司辐射工作人员均应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》中辐射工作人员定期进行职业健康体检及建立职业健康监护档案的管理要求。	
监测仪器和防护用品	拟配备1台便携式辐射巡测仪	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。	
	拟配备2台个人剂量报警仪。		
辐射安全管理制度	应制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施、监测异常报告制度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。