

核技术利用建设项目

苏州万祥科技股份有限公司新增 1 台计
算机断层扫描（CT）项目辐射环境影
响报告表

苏州万祥科技股份有限公司
2026 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

苏州万祥科技股份有限公司新增 1 台计算机断层扫描（CT）项目辐射环境影响报告表

建设单位名称：苏州万祥科技股份有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：苏州市吴中经济开发区淞葭路 1688 号

邮政编码：215200

联系人：金娣

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.....	- 18 -
表 9 项目工程分析与源项.....	- 22 -
表 10 辐射安全与防护.....	- 27 -
表 11 环境影响分析.....	- 32 -
表 12 辐射安全管理	- 41 -
表 13 结论与建议	- 46 -
表 14 审批	- 52 -
附图 1 苏州万祥科技股份有限公司地理位置示意图	
附图 2 苏州万祥科技股份有限公司周围环境示意图	
附图 3 苏州万祥科技股份有限公司厂区布置示意图	
附图 4 苏州万祥科技股份有限公司 6#楼一层平面布置示意图	
附图 5 苏州万祥科技股份有限公司 6#楼二层平面布置示意图	
附图 6 苏州市环境管控单元图	
附图 7 苏州市吴中区 2023 年度生态空间管控区域（调整后）图	
附件 1 项目委托书	
附件 2 射线装置使用承诺书	
附件 3 现有辐射安全许可证正副本复印件	
附件 4 本项目工业计算机断层扫描（CT）技术参数声明	
附件 5 本项目工业计算机断层扫描（CT）技术说明书	
附件 6 辐射安全管理机构及制度	
附件 7 本项目辐射环境现状监测报告	
附件 8 监测单位检验检测机构资质认定证书	
附件 9 新增放射工作人员个人剂量协议	
附件10现场踏勘照片	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		苏州万祥科技股份有限公司新增 1 台计算机断层扫描（CT）项目					
建设单位		苏州万祥科技股份有限公司 (统一社会信用代码: 91320506251581655G)					
法人代表姓名		黄军	联系人		联系电话		
注册地址		苏州市吴中经济开发区淞葭路 1688 号					
项目建设地点		苏州市吴中经济开发区淞葭路 1688 号 6#楼测量室					
立项审批部门		/		批准文号	/		
建设项目总投资 (万元)		300	项目环保总投资 (万元)	15	投资比例（环 保投资/总投 资）	5%	
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m ²)	40	
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 苏州万祥科技股份有限公司成立时间为 1994 年，位于苏州市吴中经济开发区淞葭路 1688 号。公司主要经营范围：研发、生产、销售：电子产品、金属制品、汽车零配件、自动化设备、模具；销售：绝缘材料、工业胶带、塑胶制品、包装材料；包装装潢印刷品印刷；其他印刷品印刷；道路货物运输；自营和代理各类商品及技						

术的进出口业务。

为了更好地服务客户，加强产品检测力度，苏州万祥科技股份有限公司拟在公司 6#楼测量室内配备 1 台工业计算机断层扫描（CT）（型号：ZEISS METROTOM 800，最大管电压为 130kV，最大管电流 0.3mA），为Ⅱ类射线装置，该检测装置以 130kV X 射线管为射线源，主要用于开展公司微型锂离子电池及精密结构件的无损检测，本项目工业计算机断层扫描（CT）产品说明书见附件 5。

苏州万祥科技股份有限公司目前已有 2 台 X-RAY 测试仪，为Ⅲ类射线装置，位于公司 D 座 X-Ray 测量室内，与本次新增测量室 CT 室距离超过 50m，该装置已于 2017 年 3 月申请辐射安全许可证，证书编号为苏环辐射证[E1128]，现有效期至 2027 年 1 月 27 日（现有辐射安全许可证信息见附件 3）。苏州万祥科技股份有限公司工业 CT 检测装置厂区位置示意图见附图 3。

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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，苏州万祥科技股份有限公司新增一台工业计算机断层扫描（CT）需进行环境影响评价。受苏州万祥科技股份有限公司的委托，苏州科瑞研环保科技有限公司承担了该单位新增一台工业计算机断层扫描（CT）的项目环境影响评价工作。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令 第 16 号，2021 年版），本项目为新增 1 台计算机断层扫描（CT），属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用Ⅱ类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。苏州科瑞研环保科技有限公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。苏州万祥科技股份有限公司已有 X 射线装置情况及新增 1 台计算机断层扫描（CT）项目情况见下表 1：

表 1 苏州万祥科技股份有限公司新增 1 台计算机断层扫描（CT）情况一览表

射线装置										
序号	射线装置名称	型号	数量	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	射线装置类别	工作场所名称	活动种类	环评手续履行情况	备注
1	计算机断层扫描（CT）	ZEISS METROTOM 800	1	130	0.3	Ⅱ类	测量室 CT 室	使用	本次环评	/
2	X-Ray 测试仪	MVX3000	1	110	0.3	Ⅲ类	D1 座 X-Ray 测量室	使用	已备案登记	/

3	X-Ray 测试仪	MVX3000	1	110	0.3	III类	D1 座 X-Ray 测量室	使用	已备案登记
---	-----------	---------	---	-----	-----	------	----------------	----	-------

人员配置：本项目拟配置 3 名辐射工作人员专职操作本项目 CT，采用单班制，并新增 1 名辐射管理人员，均为公司现有人员，公司应及时做好辐射工作人员管理工作。

工作制度：本项目投入运行后预计每天出束时间不超过 4h，每周不超过 20h，年检测总时间不超过 1000h。

二、项目选址情况

苏州万祥科技股份有限公司位于苏州市吴中经济开发区淞葭路 1688 号，企业厂区东侧为思科赛德电子科技有限公司，南侧隔淞葭路为方达制药(苏州)有限公司及泰信电机（苏州）有限公司，西侧为苏州新华美塑料有限公司，北侧为空地（规划为其他非建设用地），本项目地理位置示意图见附图 1。

本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）装置位于 6#楼一层测量室 CT 室，测量室东侧为电梯间通道、监控室，南侧为厂区内道路及电瓶车停放处、西侧为配电室（上锁，无人值守）、北侧为冲压车间，正上方二层现为闲置车间。本项目苏州万祥科技股份有限公司周围环境示意图见附图 2，企业厂区平面布置图及 6#楼一层、二层示意图见附图 3、附图 4、附图 5。

本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）周围 50m 评价范围无学校、居民区等环境敏感目标，项目运行后的环境保护目标主要为公司辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。

三、原有核技术利用项目许可情况

苏州万祥科技股份有限公司现持有苏州市生态环境局核发的辐射安全许可证（苏环辐证[E1128]），有效期至：2027 年 1 月 27 日，许可种类和范围为“使用 III 类射线装置。”公司辐射安全许可证正副本见附件 3。

苏州万祥科技股份有限公司已开展的核技术利用项目均已履行环保手续，无环保遗留问题。

四、实践正当性分析

本项目的运行，可提高公司技术水平，保障公司产品质量，具有良好的社会效益和经济效益。经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当

性”的原则。

五、分区管控及“三线一单”相符性分析

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《自然资源部生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）、《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评〔2024〕41号）、《江苏省关于加强生态红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880号）和《江苏省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》（江苏省生态环境厅 2024 年 6 月 13 日发布）要求，经苏州市环境管控单元图及苏州市吴中区 2023 年度生态空间管控区域（调整后）图可知，本项目所在地块位于苏州市重点管控单元内，不在苏州市生态保护红线内，详见附图 6、附图 7，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。根据现场监测和环境影响预测，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；本项目为核技术利用项目，对照苏州市重点管控单元管控要求，满足重点管控单元的管控要求。

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

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业计算机断层扫描 (CT)	II 类	1	ZEISS METROTOM 800 型	130	0.3	无损检测	测量室 CT 室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温下约 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015年1月1日起实施； (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日发布施行； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施； (4) 《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日施行； (5) 《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令 第682号，2017年10月1日发布施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），生态环境部令 第20号，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》，环保部令 第18号，2011年5月1日起施行； (9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告2017年 第66号，2017年12月5日起施行； (10) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议，2018年5月1日起实施； (11) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行； (12) 《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10月25日发布； (13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019年 第39号，2019年10月25日发布； (14) 《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，2019年12月24日发布，2020年1月1日起施行； （15）《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； （16）《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142号，2018年6月9日发布，2022年8月16日发布； （17）《生态环境分区管控管理暂行规定》，环环评〔2024〕41号，生态环境部2024年7月8日发布，自公布之日起施行； （18）《江苏省关于加强生态红线监督管理的通知》，苏自然资函〔2023〕880号，2023年10月10日发布； （19）《江苏省2023年度生态环境分区管控动态更新成果公告》（江苏省生态环境厅2024年6月13日发布）； （20）《江苏省辐射事故应急预案》（2020年修订版），苏政办函〔2020〕26号，2020年2月19日发布； （21）《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，2025年8月29日发布； （22）《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》，苏府办〔2020〕59号，2020年3月4日发布。
技术标准	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （2）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； （3）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； （4）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）； （5）《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）； （6）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； （7）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （8）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （9）《辐射防护导论》，方杰主编；

	(10) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020) ;
其他	附图: (1) 苏州万祥科技股份有限公司新增 1 台计算机断层扫描 (CT) 项目地理位置示意图; (2) 苏州万祥科技股份有限公司周围环境示意图; (3) 苏州万祥科技股份有限公司厂区平面布置示意图; (4) 苏州万祥科技股份有限公司 6#楼一层平面布置示意图; (5) 苏州万祥科技股份有限公司 6#楼二层平面布置示意图; (6) 苏州市环境管控单元图; (7) 苏州市吴中区 2023 年度生态空间管控区域 (调整后) 图 附件: (1) 项目委托书; (2) 射线装置使用承诺书; (3) 辐射安全许可证正副本复印件; (4) 本项目工业计算机断层扫描 (CT) 技术参数声明; (5) 本项目工业计算机断层扫描 (CT) 说明书; (6) 辐射安全管理机构及制度; (7) 本项目辐射环境现状监测报告; (8) 监测单位检验检测机构资质认定证书; (9) 本项目新增辐射工作人员个人剂量协议。 (10) 现场踏勘照片

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的规定，结合本项目的特点，确定本项目评价范围为本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）项目工作场所实体屏蔽墙体边界外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。

保护目标

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）、《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评〔2024〕41 号）、《江苏省关于加强生态红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880 号）和《江苏省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》（江苏省生态环境厅 2024 年 6 月 13 日发布）要求，根据苏州市环境管控单位图，详见附图 6 及苏州市吴中区 2023 年度生态空间管控区域（调整后），详见附图 7，本项目所在地块位于苏州市生态环境重点管控单元内，不在苏州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。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。

本项目拟建址周围 50m 范围内均在公司厂区范围内，无学校、居民区等环境敏感目标，项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司其他工作人员和周围公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

保护对象类型	场所	方位/位置	最近距离	人口规模	保护要求
辐射工作人员	测量室 CT 室	控制台	约 2m	3 人	5mSv/a
评价范围内公众 （其他工作人员 及公众）	测量室其他操作位	测量室 CT 室东侧	约 3m	约 12 名	0.1mSv/a
	监控室	测量室 CT 室东侧	约 15m	约 5 名	

	冲压车间	测量室 CT 室北侧	约 5m	流动人员	
	电瓶车停放处	测量室 CT 室南侧	约 5m	流动人员	
	南侧厂区内道路	测量室 CT 室西侧	约 20m	流动人员	
	西侧厂区内道路	测量室 CT 室西侧	约 30m	流动人员	
	闲置车间	测量室 CT 室上方	约 5m	流动人员	
	B 生产车间	测量室 CT 室东侧	约 45m	流动人员	

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。

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv ③眼晶体的年当量剂量，150mSv ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv
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； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。

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。

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：

1 范围

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600 kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

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。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.2 工作前检查项目应包括：

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

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作

人员或设备制造商进行；

- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的

方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.8 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。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）：

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

4、辐射评价标准限值

①综合考虑《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）确定本项目剂量约束值为：职业人员年有

效剂量为 5mSv，公众年有效剂量为 0.1mSv。

②关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；

③屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h（本项目检测装置有用线束向上，检测装置屏蔽顶部（人员不可到达）外 30cm 处周围剂量当量率目标控制水平保守取 2.5 μ Sv/h）。

5、参考资料：

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

江苏省环境天然 γ 辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测量范围	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，评价时采用“测值范围”作为辐射现状评价的参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

苏州万祥科技股份有限公司本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）装置位于 6#楼一层测量室的 CT 室，测量室东侧为电梯间通道、监控室，南侧为厂区内道路及电瓶车停放处、西侧为配电室、北侧为冲压车间。

本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）周围 50m 评价范围无学校、居民区等环境敏感目标，项目选址可行。本项目拟建址周边环境现状见图 8-1～图 8-6。



图 8-1 本项目拟建址（CT 室）



图 8-2 拟建址东侧（监控室）



图 8-3 拟建址南侧（厂区内道路）



图 8-4 拟建址西侧（配电间及通道）



图 8-5 拟建址北侧过道及冲压车间



图 8-6 拟建址正上方闲置车间

二、辐射环境现状调查

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）相关方法和要求，在进行环境现场调查时，对于本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）拟建址周围进行布点，测量本底辐射剂量率。监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-7。

监测单位：江苏海尔森检测技术服务有限公司

检测仪器：FH40G+FHZ672E-10 型 X- γ 辐射周围剂量当量率仪（设备编号：HES-053，检定有效期：2025 年 10 月 9 日—2026 年 10 月 8 日，检定单位：中国计量科学研究院，检定证书编号：DLj2025-12855）

能量范围：48keV~6MeV

测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

监测日期：2025 年 10 月 20 日

天气：晴

温度：22℃

湿度：55%RH

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在测量室 CT 室拟建区域周围布设监测点位，对测量室 CT 室周围环境 γ 辐射剂量率进行检测。

质量控制：本项目监测单位江苏海尔森检测技术服务有限公司已通过检验检测机构资质认定（见附件 8），具备相应的检测资质和检测能力，监测按照江苏海尔森检测技术服务有限公司质量体系和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。环境 γ 辐射剂量率测量结果按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

中公式 $\dot{D} = C_f(E_f \dot{X} - \mu_c \dot{X}_c')$ 计算，其中， C_f 为仪器量程检定/校准因子； E_f 为仪器检验源效率因子； $\dot{X}$ 为现场监测时仪器 n 次读数的平均值（ $n \geq 10$ ）； μ_c 为建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取 0.8，原野、道路取 1； $\dot{X}_c'$ 为测点处仪器对宇宙射线的响应值，修正后取 15nGy/h，，检测时测量室地面材质为砖。

监测人员、监测仪器及监测结果：监测人员均经过考核，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行三级审核。

评价方法：参照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查研究结果，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 新增工业计算机断层扫描（CT）项目拟建址周围 γ 辐射剂量率

测点编号	检测点位描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	CT 拟建区域中部	71.7	室内
2	CT 拟建区域东侧（测量室内）	72.3	室内
3	CT 拟建区域南侧（测量室内）	73.2	室内
4	CT 拟建区域西侧	76.2	室内
5	CT 拟建区域北侧（车间过道）	77.1	室内
6	测量室其他操作位	73.6	室内
7	电瓶车停放处	89.9	室内
8	冲压车间	74.2	室内
9	监控室	89.0	室内
10	厂区内道路	47.0	道路
11	正上方二层车间	71.2	室内

注：1、测量数据已扣宇宙响应值；
2、监测点位见图 8-6，西侧配电间上锁不可进入。

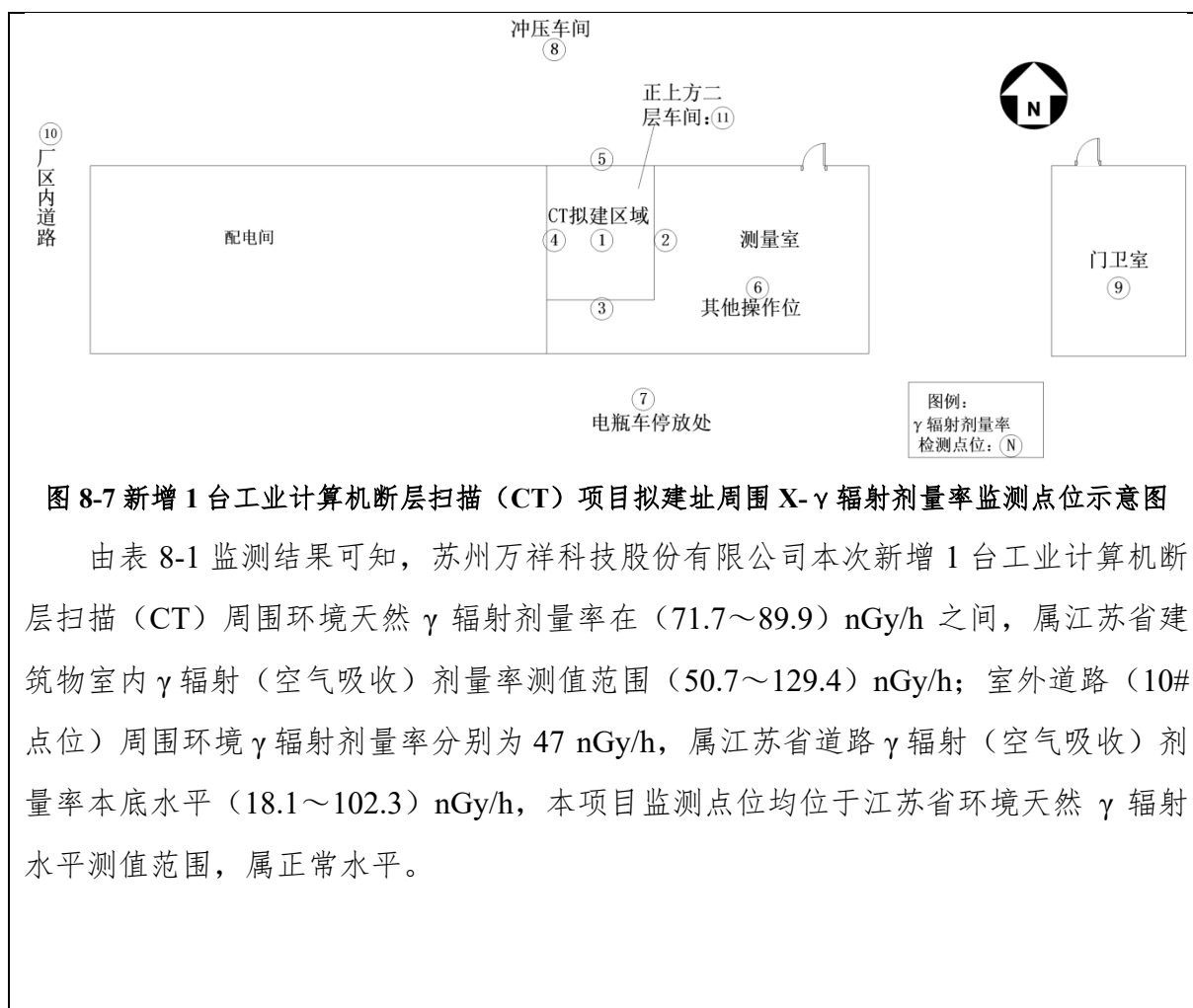


表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、工程设备

因发展需要，苏州万祥科技股份有限公司拟在公司厂区 6#楼测量室 CT 室配备 1 台工业计算机断层扫描（CT）（型号：ZEISS METROTOM 800，最大管电压为 130kV，最大管电流 0.3mA），用于新产品研发分析、品质管控以及失效分析。

公司拟配备的 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）主要由 X 射线源、X 射线成像探测器、样品台、图像采集系统、显示器、操作台等组成，采用铅板以屏蔽体的方式进行辐射防护，装置外形尺寸为：1310 mm（长）×2200 mm（宽）×1960mm（高）。为了清晰地描述工业计算机断层扫描（CT）各面情况，本项目将装置观察窗所在面定义为装置正面，面向装置正面，左手边为装置左面，以此类推，X 射线管主射线方向固定从左向右。

本项目新增 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）中 X 射线管位置位于装置内部左侧偏上，距装置底部屏蔽体 1157mm，X 射线管不可上下左右移动，有用线束出束夹角 45°。本项目拟新增工业计算机断层扫描（CT）外观图见图 9-1，内部结构见图 9-2、图 9-3。

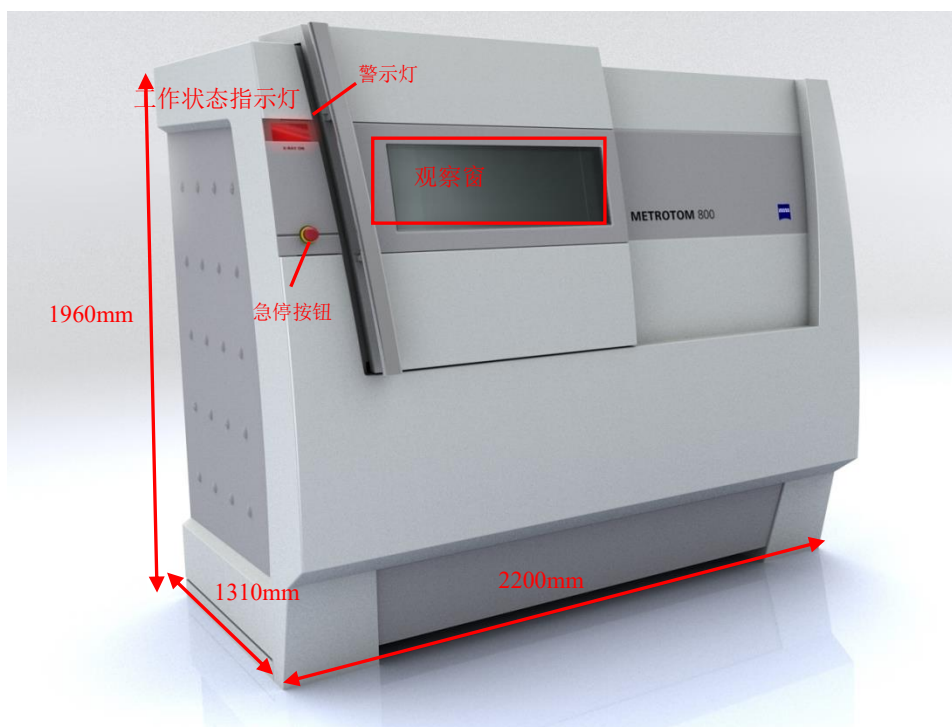
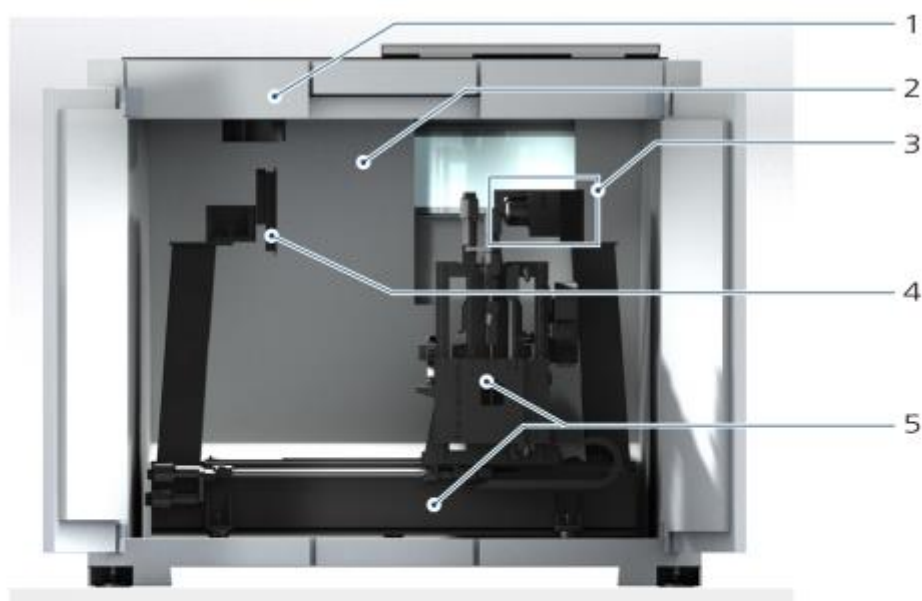


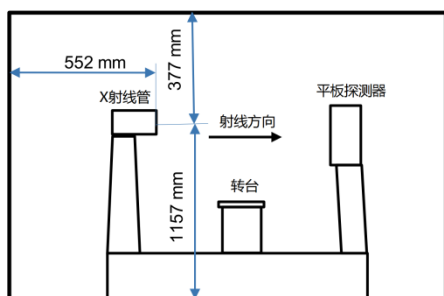
图 9-1 本项目 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）外观图



主要组件, METROTOM 800 背面门敞开的状态

- 1 辐射防护外壳
- 2 X 射线设备内腔，其中有 X 射线系统、定位系统
- 3 X 射线系统
- 4 探测器
- 5 定位系统

图 9-2 本项目 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）内部结构图



如左图，从机器正前方（操作面）来看，射线逸出口距离防护铅房内壁各个方向的距离为：

1. 距右侧防护面（平板探测器侧）为 1289mm;
2. 距左侧防护面为552mm;
3. 距底部防护面为1157mm;
4. 距顶部防护面为377mm;
5. 距后方防护面为500mm;
6. 距前方（操作侧）防护面为475mm;

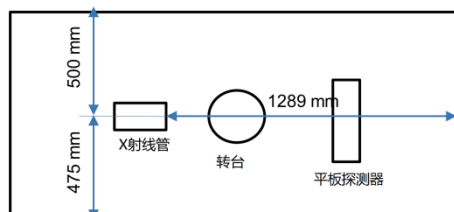


图 9-3 本项目 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）内部距离示意图

二、工作原理及工作流程

1、工作原理

工业计算机断层扫描（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 X 射线，本项目 X 射线管示意图见图 9-4。

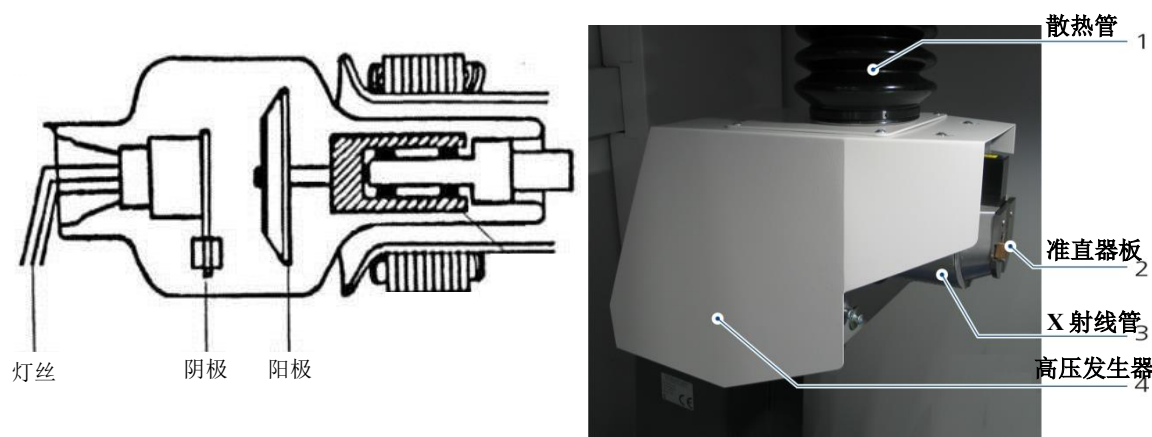


图 9-4 常规 X 射线管及本项目 X 射线管示意图

本项目工业计算机断层扫描（CT）由 X 射线源、X 射线成像探测器、定位系统、图像采集系统、三维图像重建、显示器、控制柜等部件组成。在 X 射线无损检测工程中，由于被检测工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度衰减越大。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控制台，在监视器上实时显示。通过移动工件来获得不同角度的投影，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，就可以判定工件内部的缺陷和结构。

2、工作流程

本项目拟配备的 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）属于 II 类射线装置，非工作状态时不产生 X 射线，进行检测工作时接通设备高压，发射 X 射线。

本项目辐射工作人员将待检测产品（本项目待检测产品为微型锂离子电池及精密结构件）放入检测装置，利用被检测材料对 X 射线吸收后在透射处成像的原理，

采用 X 射线对待检测工件进行透照，并在设备外部连接的显示器上观察、分析被检测件的内部缺陷。工作流程如下：

- (1) 工作前检查（确认安全联锁装置、报警装置及警示装置均正常运行）；
- (2) 打开主控开关，按下电源开关按钮，设备启动进入待检状态；
- (3) 辐射工作人员将待检工件放置在装置载物台上；
- (4) 防护门关闭后进行开机出束检测（此环节产污：X 射线、微量的 O_3 和 NO_x ）；
- (5) 辐射工作人员通过显示器上的成像分析，给出检测结果；
- (6) 检测完成后，停止出束，辐射工作人员取出检测工件。

工业计算机断层扫描（CT）工作流程及产污环节如图 9-5 中所示。

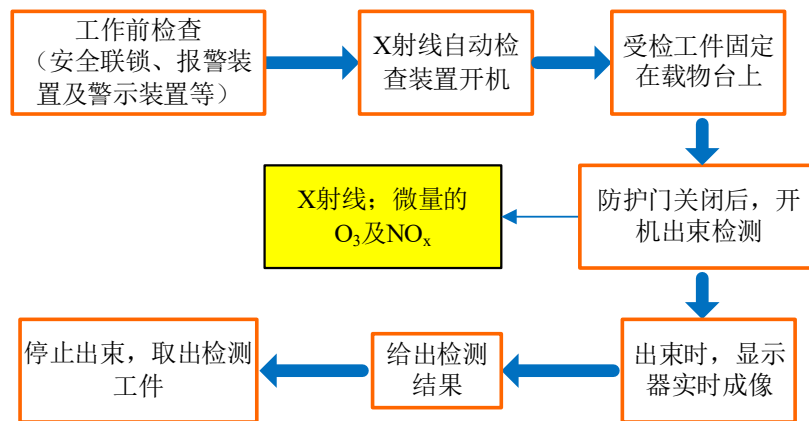


图 9-5 工业计算机断层扫描（CT）工作流程及产污环节示意图

污染源项描述

一、放射性污染

本项目拟配备的工业计算机断层扫描（CT），型号为 ZEISS METROTOM 800 型，最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA，最大功率是 39W。

由工业计算机断层扫描（CT）工作原理可知，X 射线管只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对装置周围的工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线管在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物，主要包括有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。

有用线束辐射：本项目工业计算机断层扫描（CT）主射线和散射线距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据设备厂商及企业提供信息，本项目 CT 在检测时过滤片为 3mm 的 Al，详见附件 4，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZIT 250-2014)中标 B.1，管电压 130kV 时距辐射源点（靶点）1m 处输出量约为 $5.2\text{mSv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}$ ，即 $3.12 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

泄漏辐射：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，靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，取 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，包括 90° 散射辐射、迷路散射及天空反散射等。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZIT 250-2014)表2，工业 X 射线计算机断层扫描装置的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值保守取值为 150kV。

二、非放射性污染

①废气：工业计算机断层扫描（CT）在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ），少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过开关工件门进行换气，然后通过检测装置所在实验室的新风系统进行通风，臭氧常温下约 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

②废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入园区污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

③固体废物：主要是工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局及分区

本项目拟建 CT 室位于苏州万祥科技股份有限公司 6#楼（地上七层，无地下室）一层测量室西侧的 CT 室，测量室东侧为电梯间通道、监控室，南侧为厂区内道路及电瓶车停放处、西侧为配电室（上锁，无人值守）、北侧为冲压车间，正上方二层现为闲置车间。本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）周围 50m 评价范围无学校、居民区等环境敏感目标，项目运行后的环境保护目标主要为公司辐射工作人员、本厂区内其他工作人员及周围公众等。

布局合理性：本项目工业计算机断层扫描（CT）设有检测铅房和操作台，工业计算机断层扫描（CT）有用线束从左向右，控制系统设于检测铅房外，检测铅房通过内嵌铅板及特质混凝土对 X 射线进行屏蔽。仪器运行时，操作人员在 CT 室内的控制台对装置进行操作。本项目控制台避开有用线束照射方向，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并对照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），工业 CT 的控制台置于铅房外，布局设计合理。

辐射防护分区：本项目将计算机断层扫描（CT）（壳体）实体范围内作为控制区，CT 室建筑边界（实体隔墙）范围作为监督区，在监督区边界显著位置设置电离辐射警告标志，人员进入 CT 室工作期间必须佩戴合格的报警仪，除工作人员外，其他无关人员不得入内操作，两区划分示意图见图 10-1。本项目辐射防护分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区管理要求。

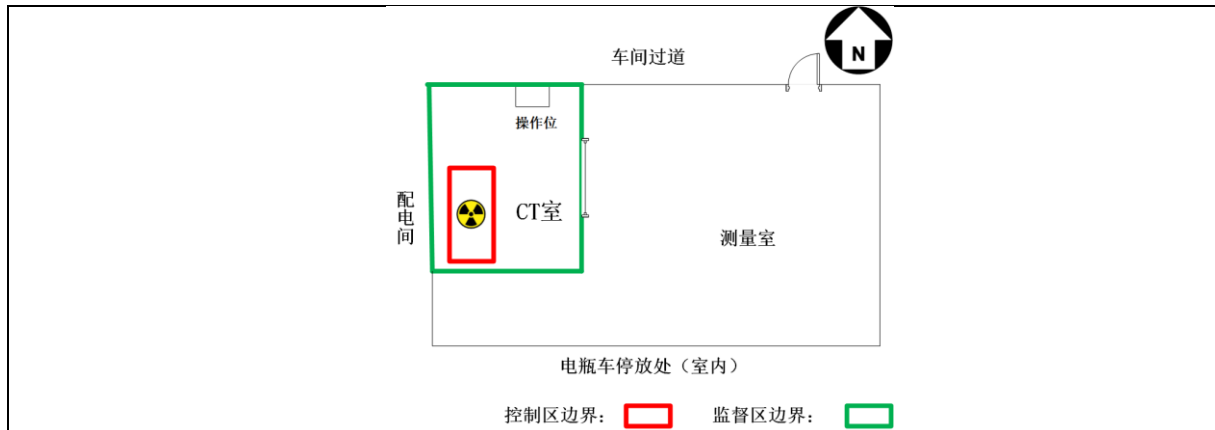


图 10-1 本项目测量室平面布局及辐射工作场所分区示意图

二、辐射防护屏蔽设计

本项目拟配备的 1 台工业计算机断层扫描 (CT) 型号为 ZEISS METROTOM 800 型, 采用铅板、混凝土以屏蔽体的方式进行辐射防护, 外形尺寸约为: 1310 mm (长)×2200 mm (宽)×1960mm (高), 装置各屏蔽面设计示意图见图 10-2, 具体屏蔽设计参数见表 10-1。(屏蔽设计补充: ①工件门与四周屏蔽主体的搭接处皆采用等效 4.5mmPb 当量铅板作为补偿防护措施, 门与屏蔽主体之间搭接距离大于 2mm, 间隙小于 0.2mm, 则门与屏蔽主体之间间隙与搭接比值小于 1/10, 可有效防止门缝处射线泄漏; ②线缆穿孔位于装置后侧面下方, 穿孔处覆盖铅防护罩, 其材质为 4.5mm 厚的铅板, 与屏蔽体厚度一致, 可有效防止射线泄漏。

表 10-1 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描 (CT) 屏蔽体设计参数

序号	位置	主要防护参数	等效铅当量	备注
1	装置前侧面屏蔽体	108mm 混凝土	9mmPb	/
2	设备前侧上下料门	4mm 钢+4.5mm 铅板	4.5mmpb	
3	观察窗	13mm 含铅玻璃	3.5mmpb	/
4	装置后侧面屏蔽体	4mm 钢+4.5mm 铅板	4.5mmpb	/
5	装置左侧面屏蔽体	100mm 混凝土	8.33mmpb	/
6	装置右侧面屏蔽体	100mm 混凝土	8.33mmpb	主射线照射
7	装置底部屏蔽体	100mm 混凝土	8.33mmpb	/
8	装置顶部屏蔽体	120mm 混凝土	10mmPb	/

注: 1: 防护外壳采用重金属成分的特殊类混凝土, 详细说明见附件 4 说明。

三、辐射安全和防护措施

(1) X 射线管安装在屏蔽体的检测装置内部，辐射工作人员无法直接接触到 X 射线管。X 射线管不能单独被打开，只有在连接到机器内部的线路上并通过配套的控制软件才能开启。

(2) 门-机联锁装置。X 射线管与检测装置工件门之间安装有联锁装置，设置两个相互独立的安全开关回路，完全关闭后才能接通 X 射线，后侧设置维修门，工件门设置 2 个开关，维修门设置 4 个开关，此六个开关为机械插销式并进行了串联，只有门全部关好，6 个开关才能全部闭合，射线安全回路才能接通，运行期间锁定，如强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束。

(3) 工作状态指示灯。本项目共设置两道工作状态指示灯，企业拟在 CT 室门口安装预备-照射指示灯，与设备运行状态进行关联。同时工业计算机断层扫描 (CT) 正面左上角设计安装工作状态指示灯，X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近。并在醒目位置处粘贴对指示灯不同状态意义的说明。

(4) 在工业计算机断层扫描 (CT) 附近合适位置安装监视装置，可监视辐射工作人员活动及设备运行情况。

(5) 工业计算机断层扫描 (CT) 控制柜设有 1 个钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(6) 工业计算机断层扫描 (CT) 控制柜及设备前侧各设有 1 个紧急停机按钮，紧急情况下可迅速停机，防止误照射（由于辐射工作人员无法完全进入装置内部，因此内部无急停按钮）。

(7) CT 室门口、工业计算机断层扫描 (CT) 表面显著位置及控制柜设有电离辐射警告标志及中文警示说明。

(8) 控制柜设置有带指示灯的控制器旋转开关，以及操作模式选择开关，并设置有辐射警告标志警告等标识。

(9) 工业计算机断层扫描 (CT) 顶部设有 2 个机械排风装置，单个通风装置的通风量拟设置为 $500\text{m}^3/\text{h}$ ，通风与控制器开关进行联锁，可保证每小时有效通风换气次数 3 次以上。

本项目射线装置安装的辐射安全措施满足本项目辐射安全的需要，本项目设备及控制柜辐射安全设施布设示意图见图 10-2、图 10-3。

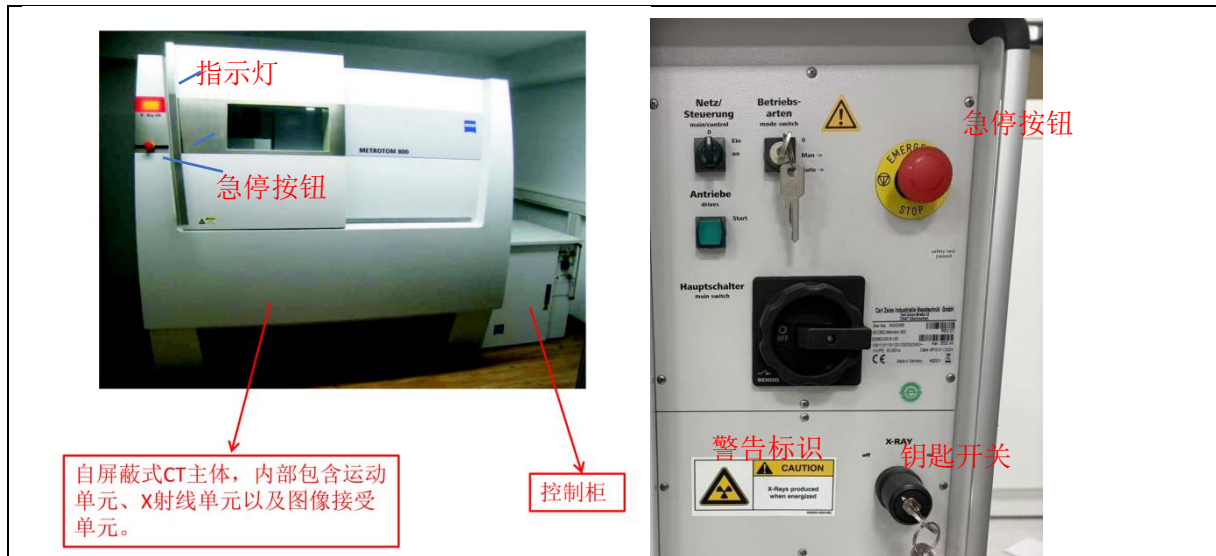


图 10-2 本项目设备及控制柜辐射安全设施布设示意图

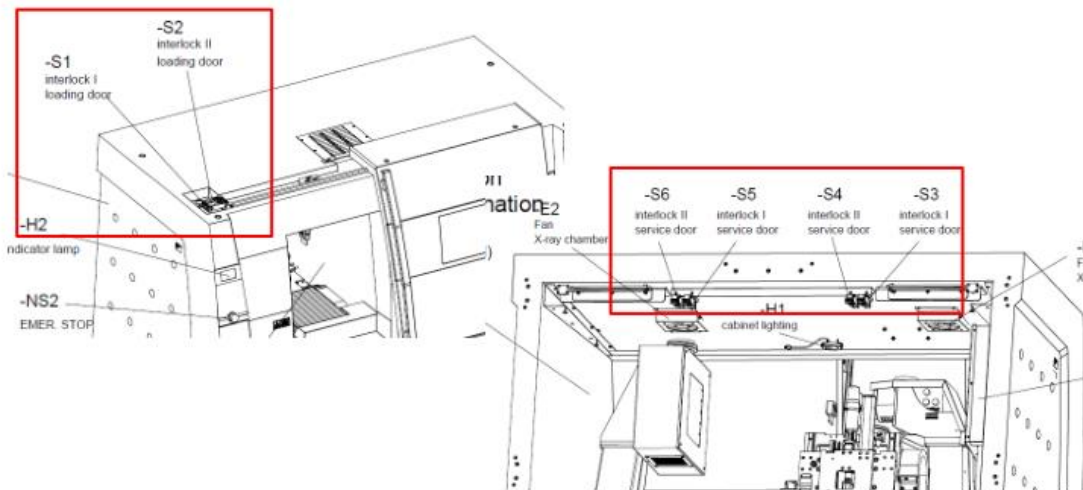


图 10-3 本项目设备内部门机连锁布设示意图

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中 5.12 要求对工业 CT 装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常；辐射工作人员正常使用工业 CT 装置时应检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪；应定期测量铅房外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处；交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员都拟确认铅房内部没有人员驻留并关闭防护门；公司拟对工业 CT 装置的设备维修保养负责，每年至少维护保养一次，维护及维修均由 ZEISS 设备制造厂商执行，负责对 CT 扫描系统及 X 射线系

统维护，我司负责做好设备维护记录不涉及设备的维修。

四、工业 X 射线检测装置设备退役措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）有关规定，当工业 X 射线检测装置不再使用时，应实施退役程序。射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化；X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

五、监测仪器和防护用品

苏州万祥科技股份有限公司使用的工业计算机断层扫描（CT）属于 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

苏州万祥科技股份有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台（R-EGD 型便携式辐射检测仪：测量范围为 $0.01 \mu\text{Sv/h} \sim 15\text{mSv/h}$ ，能量范围为 $48\text{keV} \sim 3\text{MeV}$ ）和个人剂量报警仪 2 台（RG1100 型个人剂量报警仪：测量范围为 $0.01 \mu\text{Sv/h} \sim 10\text{mSv/h}$ ，能量范围为 $48\text{keV} \sim 3\text{MeV}$ ）。辐射工作人员工作时将佩戴个人剂量计，以监测累积受照情况。公司拟定期组织放射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

三废的治理

本项目工业计算机断层扫描（CT）运行过程中，没有放射性废水、废气及固体废物产生，工业计算机断层扫描（CT）顶部设有 2 个机械排风装置，单个通风装置的通风量拟设置为 $500\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时有效通风换气次数约为 3 次以上。

检测装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ），少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过开关工件门进行换气，然后通过检测装置所在实验室的新风系统进行通风，臭氧常温下约 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

工作人员产生的生活污水，进入公司污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网。工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目拟配备的 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）位于苏州万祥科技股份有限公司厂区测量室 CT 室，本项目工业计算机断层扫描（CT）是成套设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，本项目施工期较短、施工量不大，建设期对环境的影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

苏州万祥科技股份有限公司拟在公司厂区测量室 CT 室配备 1 台工业计算机断层扫描（CT）（型号：ZEISS METROTOM 800 型，最大管电压为 130kV，最大管电流 0.3mA），以便更好地控制产品质量，加强产品检验力度。

在预测 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）壳体外各关注点的辐射水平时，按检测装置最高管电压和相应该管电压下的最大管电流（管电压为 130kV，管电流为 0.3mA）运行工况进行预测评价。本项目 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）的射线方向从左向右，有用线束角度为 45°，X 射线管不可上下运动，故本次拟将检测装置右侧按有用线束照射，其余各面按照非有用线束照射进行估算。ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）设计示意图见图 9-2、图 9-3。

本项目依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中推荐的计算模式及相关参数对 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）的辐射环境影响采取理论计算的方法进行分析与评价。

1、有用线束

有用线束所致参考点辐射剂量率利用公式 11-1 计算关注点处剂量率：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \qquad \text{公式 11-1}$$

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，0.3mA；

H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，参考《辐射防护导论》（方杰著）附图 3 中查取，根据设备厂商提供在检测时常用过滤片为 3mm 的铝，管电压 130kV 时

距辐射源点（靶点）1m 处输出量约为 $5.2\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $3.12\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B —屏蔽透射因子，有用线束方向右侧屏蔽体为等效铅当量为 8.33mmPb ，保守按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 表 B.2 中按照 150kV 条件下进行取值，铅的半值层厚度 TVL 为 0.96mm 。则通过公式 11-2 计算得： 8.33mmPb 的屏蔽透射因子 B 为 2.10×10^{-9} ；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

2、非有用线束

辐射屏蔽透射因子 B 按公式 11-2 计算：

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

式中： X —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2。

（1）泄漏辐射

泄漏辐射所致参考点剂量率利用下列公式 11-3 计算：

$$\dot{H}=\frac{\dot{H}_L\cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-3}$$

式中： B —屏蔽透射因子，使用公式 11-2 计算得到；

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 $\mu\text{Sv/h}$ ，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，取 $1\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）散射辐射

散射辐射所致装置外剂量率利用公式 11-4 计算：

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

式中： B —屏蔽透射因子，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，本项目 X 射线 90° 散射辐射最高能量保守按 150kV 取值，确定铅 90° 散射辐射的 TVL 为 0.96mm ，通过公式 11-2 计算；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，选取 150kV 下输出量值，即 $3.12\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ），按 X 射线装置圆锥束中心轴与圆锥边界的夹角为 20° 计算，公式 11-4 中的 $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子保守取值为 50；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ $1m^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

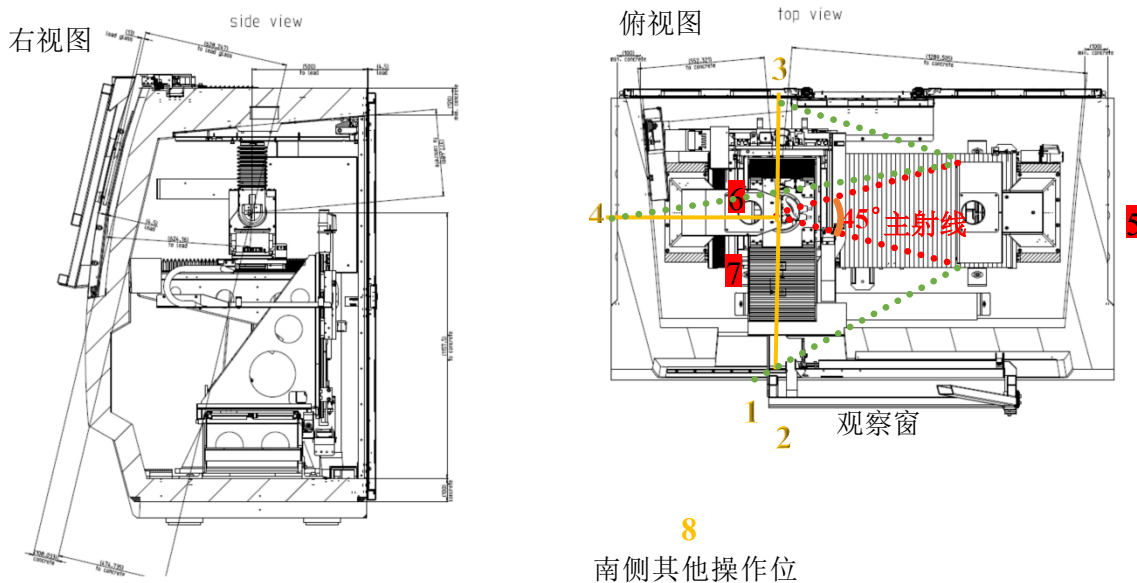


图 11-1 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）辐射防护计算参考点为示意图



图11-2ZEISS METROTOM 800型工业计算机断层扫描（CT）电子束与探测器示意图

3、预测计算结果汇总及评价

本项目 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）射线方向固定从左向右，辐射防护计算参数和计算结果见表 11-1～表 11-3。

表 11-1 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描 (CT) 球管距离屏蔽体外侧距离					
点位序号	点位描述	等效铅当量 ^[1]	源距外壁距离 (m)	剂量核算点位距离 (m)	需防护辐射源类型
①	装置前侧	9mmPb	0.475	0.775	漏射线束、散射线束
②	观察窗	3.5mmPb	0.475	0.775	漏射线束、散射线束
③	装置背面	4.5mmPb	0.5	0.8	漏射线束、散射线束
④	装置左侧面	8.33mmPb	0.552	0.862	漏射线束、散射线束
⑤	装置右侧面	8.33mmPb	1.289	1.589	有用线束
⑥	装置底部	8.33mmPb	1.157	1.457	漏射线束、散射线束
⑦	装置顶部	10mmPb	0.377	0.677	漏射线束、散射线束

注: $R_{\text{前面}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 0.475m+参考点 0.3m=0.775m;
 $R_{\text{观察窗}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 0.475m+参考点 0.3m=0.775m;
 $R_{\text{背面}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 0.5m+参考点 0.3m=0.8m;
 $R_{\text{左侧面}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 0.552m+参考点 0.3m=0.852m;
 $R_{\text{右侧面}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 1.289m+参考点 0.3m=1.589m;
 $R_{\text{顶部}}=X$ 光管至检测装置壳体最短距离 0.377m+参考点 0.3m=0.677m;
 $R_{\text{底部}}=X$ 光管至检测装置壳体最短距离 1.157m+参考点 0.3m=1.457m;
[1]:本项目工业计算机断层扫描 (CT) 屏蔽参数取值保守忽略钢板的屏蔽效果。

表 11-2 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描 (CT) 铅房外有用线束辐射剂量率预测表

点位描述	屏蔽材质及厚度	I (mA)	屏蔽透射因子 B	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	R (m)	H($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
⑤装置右侧面	8.33mmPb	0.3	2.10×10^{-9}	312000	1.589	2.91×10^{-5}	2.5	满足

表 11-3 工业计算机断层扫描 (CT) 铅房外非有用线束辐射剂量率及剂量率汇总预测表

关注点		①前面	②观察窗	③背面	④左侧面	⑤右侧面	⑥底部	⑦顶部	⑧其他操作位
屏蔽材质及厚度		9mmPb	3.5mmPb	4.5mmPb	8.33mmPb	8.33mmPb	8.33mmPb	10mmPb	3.5mmPb
泄漏辐射	B	4.22×10^{-10}	2.26×10^{-4}	2.05×10^{-5}	2.10×10^{-9}	/	2.10×10^{-9}	3.83×10^{-11}	2.26×10^{-4}
	$H_L(\mu\text{Sv/h})$	2500							
	R (m)	0.775	0.775	0.8	0.852	/	1.457	0.677	3
	H($\mu\text{Sv/h}$)	7.02×10^{-7}	3.76×10^{-1}	3.21×10^{-2}	2.90×10^{-6}	/	9.91×10^{-7}	8.36×10^{-8}	2.51×10^{-2}
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	保守取值 150							
	B	4.22×10^{-10}	2.26×10^{-4}	2.05×10^{-5}	2.10×10^{-9}	/	2.10×10^{-9}	3.83×10^{-11}	2.26×10^{-4}

	I (mA)	0.3							
	$H_0 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	312000							
	R (m)	0.775	0.775	0.8	0.852	/	1.457	0.677	3
	$H(\mu\text{Sv/h})$	1.31×10^{-6}	7.04×10^{-1}	6.01×10^{-2}	5.42×10^{-6}	/	1.85×10^{-6}	1.56×10^{-7}	4.70×10^{-2}
	有用辐射 $H(\mu\text{Sv/h})$	/	/	/	/	2.91×10^{-5}	/	/	/
总剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		2.02×10^{-6}	1.08	9.22×10^{-2}	8.32×10^{-6}	2.91×10^{-5}	2.85×10^{-6}	2.40×10^{-7}	7.21×10^{-2}
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)		2.5							
评价		满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

由表 11-2 和表 11-3 可知，ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）在最大工况（即管电压为 130kV，管电流为 0.3mA）运行时，周围距机体外壁 30cm 处剂量率最大为 $1.08 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的标准要求及本项目“工业 CT 检测装置四周屏蔽体周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标限值要求。

4、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 11-2 可知，本项目 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）顶部外 30cm 处辐射剂量率为 $2.40 \times 10^{-7} \mu\text{Sv/h}$ ，经天空反射到达地面辐射剂量率可忽略不计，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

由于本项目工业计算机断层扫描（CT）底部紧邻地面，装置底部剂量率为 $2.85 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/h}$ ，射线在底部经过几次反射后对装置四周影响可忽略不计，因此本项目不对底部反散射进行估算。

5、本项目电缆孔及铅门缝的辐射影响分析

本项目工业计算机断层扫描（CT）拟设置有电缆孔，电缆孔位于装置右侧面下方（见图 10-2），装置内射线朝右侧工件照射时，对于穿线口设计有补偿铅板，射线先经过工件散射一次，再经过至少两次散射才能到达室外，能够保证射线至少经三次散射后穿出，本项目穿墙线管散射路径见图 11-3。

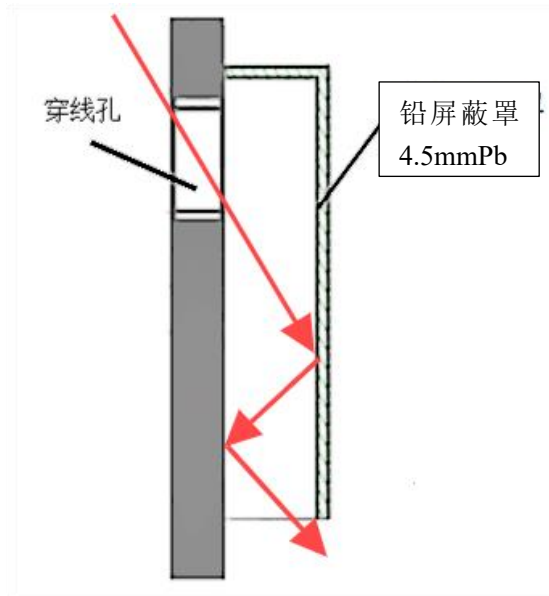


图 11-3 工业计算机断层扫描（CT）穿墙线管散射路径

综合上述工业计算机断层扫描（CT）散射线在电缆管道的内容，可推断本项目电缆孔处的辐射剂量率能够满足要求。

本项目工件门与四周屏蔽主体的搭接处皆采用等效 4.5mmPb 当量铅板作为补偿防护措施，门与屏蔽主体之间搭接距离大于 2mm，间隙小于 0.2mm，则门与屏蔽主体之间间隙与搭接比值小于 1/10，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

二、保护目标周/年有效剂量评价

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

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

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

t —探伤装置年照射时间，单位为 $\text{h}/\text{周}$ ， h/a ；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子，可通过参考《工业 X 射线探伤室

辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 A.1 得到。

表 11-4 辐射工作人员及周围公众周有效剂量计算结果

点位	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/周)	H_c ($\mu\text{Sv/周}$)	剂量约束限值 ($\mu\text{Sv/周}$)	关注对象	评价结果
装置前面	2.02×10^{-6}	1	1	20	4.04×10^{-5}	100	工作人员	满足
观察窗	1.08	1	1	20	21.6	100	工作人员	满足
装置背面	0.093	1	1/4	20	0.48	100	工作人员	满足
装置左侧面	8.32×10^{-6}	1	1/4	20	4.16×10^{-5}	100	工作人员	满足
装置右侧面	2.91×10^{-5}	1	1	20	5.82×10^{-4}	100	工作人员	满足
装置南侧其他操作位	7.21×10^{-2}	1	1	20	1.44	5	公众	满足

表 11-5 辐射工作人员及周围公众年有效剂量计算结果

点位	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/a)	H_c (mSv/a)	剂量约束限值 (mSv/a)	关注对象	评价结果
装置前面	2.02×10^{-6}	1	1	1000	2.20×10^{-3}	5	工作人员	满足
观察窗	1.08	1	1	1000	1.08	5	工作人员	满足
装置背面	0.093	1	1/4	1000	0.024	5	工作人员	满足
装置左侧面	8.32×10^{-6}	1	1/4	1000	2.80×10^{-3}	5	工作人员	满足
装置右侧面	2.91×10^{-5}	1	1	1000	2.92×10^{-2}	5	工作人员	满足
装置南侧其他操作位	7.21×10^{-2}	1	1	1000	0.064	0.1	公众	满足

1. 辐射工作人员周/年有效剂量

本项目投入运行后年工作按 1000 小时（周曝光约 20 小时×50 周）进行估算，根据表 11-4 和表 11-5，本项目辐射工作人员周有效剂量最大为 21.6 $\mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量最大为 1.08mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求（职业人员周有效剂量不超过 100 $\mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量不超过 5mSv/a）。

2. 周围公众年有效剂量

本项目工业计算机断层扫描（CT）检测曝光均在划定监督区范围内，监督区内非

辐射工作人员不得进入。周围公众（其他工作人员）距离本项目检测装置最近约 3m，由表 11-4 和表 11-5 可知，本项目周围公众周有效剂量约 1.44 μ Sv/周，年有效剂量约 0.064mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对公众有效剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求（公众周有效剂量不超过 5 μ Sv/周，年有效剂量不超过 0.1mSv/a）。

三、非放射性“三废”影响分析

1、废气

工业计算机断层扫描（CT）在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），本项目工业 CT 启动时自动开启机械通风，少量臭氧和氮氧化物在装置工作完成后通过开关工件门进行换气（人员无法进入检测装置内部），工件门不朝向车间内人员密集区域，然后通过检测装置所在车间的新风系统进行通风，臭氧常温下约 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

2、废水

主要是工作人员产生的生活污水，将进入园区污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

3、固体废物

工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

事故状态下影响分析

本项目拟配备的 ZEISS METROTOM 800 型工业计算机断层扫描（CT）为Ⅱ类射线装置，Ⅱ类射线装置为中危险射线装置，发生辐射事故时可使受照人员产生较严重放射损伤，可能发生的事故是射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）中规定的事故分类和分级处理原则，此类事故通常属于一般辐射事故。

（1）工业计算机断层扫描（CT）置在对工件进行曝光的工况下，防护铅门机联锁失效，工作人员靠近防护铅门附近；

（2）防护铅门机联锁失效，工件门未完全关闭，工业计算机断层扫描（CT）在对工件进行曝光的工况下对检测装置周围人员造成意外照射；

(3) 工业计算机断层扫描 (CT) 进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

(4) 工业计算机断层扫描 (CT) 防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

为此，苏州万祥科技股份有限公司拟配备的工业计算机断层扫描 (CT) 设置有门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时 X 射线才能出束照射，运行期间强行打开工件门时，X 射线管将自动停止出束；工业计算机断层扫描 (CT) 上设置工作状态指示灯，开机时，设备上红色工作状态指示灯亮；同时壳体上设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。上述安全措施能有效防止误照射。

辐射工作人员随身携带个人剂量报警仪，当出现辐射事故情况时，可立即按下操作台上的急停按钮，X 射线球管停止出束，能有效减少事故情况下周围公众的受照剂量。辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

发生辐射事故时，应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之内向所在地生态环境和公安部门报告，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。在发生辐射事故时，苏州万祥科技股份有限公司应当立即启动辐射事故应急方案，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》，向当地人民政府生态环境主管部门报告。

公司在日常工作中应加强管理，并在实际工作中不断对其相关操作规程和辐射安全管理制度等进行完善和落实；还应加强职工辐射防护知识培训，尽可能避免辐射事故的发生。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

苏州万祥科技股份有限公司拟在公司厂区测量室 CT 室内配备 1 台工业计算机断层扫描（CT）（型号：ZEISS METROTOM 800 型，最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA），以便更好地控制产品质量，加强产品检验力度。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用 II 类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作和管理的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核。

目前，苏州万祥科技股份有限公司根据现有核技术利用项目已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责（见附件 7）。公司应根据本次新增工业计算机断层扫描（CT）项目完善辐射安全与环境保护管理机构及相关管理制度，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。苏州万祥科技股份有限公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，辐射安全管理人员及辐射工作人员须通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，并参加“X 射线探伤”、“辐射安全管理”考核，考核合格后方可上岗；同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

辐射安全管理规章制度

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》的有关要求，使用放射源和射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。苏州万祥科技股份有限公司已经根据公司现有射线装置制定了辐射安全管理相关制度（见附件 7），公司应根据新增工业计算机断层扫描（CT）项目的特点及以下内容修正并完善现有的相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

1) 操作规程：明确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：

①确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作流程操作，防止发生辐射事故；

②从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

③在工作场所严禁吸烟、进食。

2) 岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员的岗位职责，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

3) 辐射防护和安全保卫制度：根据射线装置操作的具体情况制定相应的辐射防护和安全保卫制度。重点是：

①定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全联锁装置、个人剂量报警仪保持良好工作状态；

②工作人员定期开展个人剂量监测和职业健康监护。

4) 设备维修制度：明确射线装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保射线检测装置、安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停按钮）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

5) 人员培训计划和健康管理制：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。项目辐射工作人员应配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案。公司应组织辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

6) 台账管理制度

对 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 X 射线探伤机使用进行严格管理。

7) 监测方案：明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保Ⅱ类射线装置的辐射安全，苏州万祥科技股份有限公司应制定监测方案，重点是：

①明确监测项目和频次；

②辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；

③公司应当按照有关标准、规范的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，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；

④委托有资质监测单位对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射监测

苏州万祥科技股份有限公司现有Ⅲ类射线装置至今仍正常运行，公司定期对周围辐射环境进行自检并记录，已为辐射工作人员开展个人剂量检测和职业健康体检。

根据辐射管理要求，苏州万祥科技股份有限公司已配备辐射巡测仪1台，为本项目配备2台个人剂量报警仪，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

1) 委托有资质的单位定期对项目周围环境X-γ辐射剂量率进行监测，周期：1~2次/年；

2) 辐射工作人员开展个人剂量监测（1次/季），建立个人剂量档案；

3) 定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录；

4) 所有辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，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；

5) 出现外照射事故，立即采取应急措施，并在1小时之内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

苏州万祥科技股份有限公司已根据上述监测计划，明确监测项目，定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检（1月/次），并保留自检记录，每年委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行监测，将监测结果上报生态环境行政主管部门。

苏州万祥科技股份有限公司已为本项目新增辐射工作人员配备个人剂量计，与江苏海尔森检测技术有限公司签订个人剂量协议，详见附件 9，组织辐射工作人员进行个人剂量监测（1次/季）和职业健康体检（1次/2年），并为辐射工作人员建立了职业健康档案和个人剂量监测档案。

苏州万祥科技股份有限公司每年编写射线装置安全和防护状况年度评估报告，包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在公司定期监测或委托监测时发现异常情况时，应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之内向所在地生态环境和公安部门报告，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。在发生辐射事故时，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公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

苏州万祥科技股份有限公司已经制定了《辐射事故应急响应预案》，该预案包括成立辐射事故应急处理领导小组、应急预案领导小组的职责、放射性事故应急处

理的责任划分、放射性事故应急处理程序和放射性事故的调查等内容。由辐射事故应急处理领导小组组织各相关部门，定期（1次/年）开展应急培训演练，在物资、通讯、技术、人员、经费等准备方面均加以落实。公司开展核技术利用项目至今，未发生辐射事故。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

苏州万祥科技股份有限公司新增 1 台工业计算机断层扫描（CT），拟在公司 6# 楼一层测量室 CT 室内新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）（型号为 ZEISS METROTOM 800 型，最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA），属Ⅱ类射线装置，用于新产品研发分析、品质管控以及失效分析。

二、产业政策相符性

本次拟新增 1 台工业计算机断层扫描（CT），对照《产业结构调整指导目录（2021 年修订本）》，不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家现行的产业政策。

三、实践正当性

本项目的运行，可对公司生产的产品开展无损检测工作，控制产品质量，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的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》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、选址合理性

苏州万祥科技股份有限公司位于苏州吴中经济开发区淞葭路 1688 号，企业厂区东侧为思科赛德电子科技有限公司，南侧隔淞葭路为方达制药(苏州)有限公司及泰信电机（苏州）有限公司，西侧为苏州新华美塑料有限公司，北侧为空地（规划为其他非建设用地）。

苏州万祥科技股份有限公司本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）装置位于 6#楼一层测量室 CT 室，测量室东侧为电梯间通道、监控室，南侧为厂区内道路及电瓶车停放处、西侧为配电室、北侧为冲压车间。本项目苏州万祥科技股份有限公司周围环境示意图见附图 2，厂区平面图及测量室平面布置示意图见附图 3、附图 4 及附图 5。

本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）周围 50m 评价范围无学校、居民区等环境敏感目标，项目运行后的环境保护目标主要为公司辐射工作人员、其他工作人员

及周围公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。本项目所在地块位于苏州市生态环境重点管控单元内，不在苏州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目，满足重点管控单元的管控要求（详见附图 6、附图 7）。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。

本项目将计算机断层扫描（CT）（壳体）实体范围内作为控制区，CT 室建筑边界（实体隔墙）范围作为监督区，在监督区边界显著位置设置电离辐射警告标志，人员进入 CT 室工作期间必须佩戴合格的报警仪，除工作人员外，其他无关人员不得入内操作，辐射工作场所分区布局合理。

五、辐射环境现状评价

苏州万祥科技股份有限公司本次新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）周围环境天然 γ 辐射剂量率在（71.7~89.9）nGy/h 之间，属江苏省建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率测值范围（50.7~129.4）nGy/h；室外道路（10#点位）周围环境 γ 辐射剂量率分别为 47 nGy/h，属江苏省道路 γ 辐射（空气吸收）剂量率本底水平（18.1~102.3）nGy/h，本项目监测点位均位于江苏省环境天然 γ 辐射水平测值范围，属正常水平。

六、环境影响评价

根据理论估算结果，苏州万祥科技股份有限公司新增 1 台工业计算机断层扫描（CT）项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，年有效剂量不超过 5mSv；公众周有效剂量不超过 5 μ Sv，年有效剂量不超过 0.1mSv）。

七、“三废”的处理处置

工业计算机断层扫描（CT）在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过开关工件门进行换气，然后通过检测装置所在车间的新风系统进行通风，臭氧常温下约 50min 可自行

分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小；工作人员产生的生活污水，将进入园区污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

八、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

苏州万祥科技股份有限公司拟在公司厂区测量室的 CT 室内配备 1 台工业计算机断层扫描（CT）（型号：ZEISS METROTOM 800 型，最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA），为 II 类射线装置。由工业计算机断层扫描（CT）工作原理可知，X 射线管只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对装置周围的工作人员和公众产生外照射影响。

本项目工业计算机断层扫描（CT）设计有门-机联锁安全装置，防护门关闭后 X 射线装置才能出束，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束；工业计算机断层扫描（CT）装置正面设计安装工作状态指示灯。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近，同时在 CT 室门口安装有预备-照射指示灯。工业计算机断层扫描（CT）控制柜上设有 1 个钥匙开关和 1 个紧急停机按钮，紧急情况下可迅速停机，防止误照射（由于辐射工作人员无法完全进入检测装置内部，因此内部无急停按钮）。装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明等，并在附近合适位置安装监视装置，可监视辐射工作人员活动及设备运行情况。在落实以上措施后，本项目的安全措施满足安全管理要求。

九、辐射安全管理评价

目前，苏州万祥科技股份有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建立符合公司实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

苏州万祥科技股份有限公司已配备 1 台辐射巡测仪，为本项目配备 2 台个人剂量报警仪，还需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。所有辐射工作人员和辐射工作管理人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，只有在其通过考核后才能正式从事相应的辐射工作，并及时安排辐射安全培训证书到期的辐

射工作人员进行再培训及考核。

综上所述，苏州万祥科技股份有限公司新增1台计算机断层扫描（CT）在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1、施工前进行核技术利用建设项目重大变动清单的核查，在项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2、各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

3、公司取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过3个月，最长不超过12个月。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

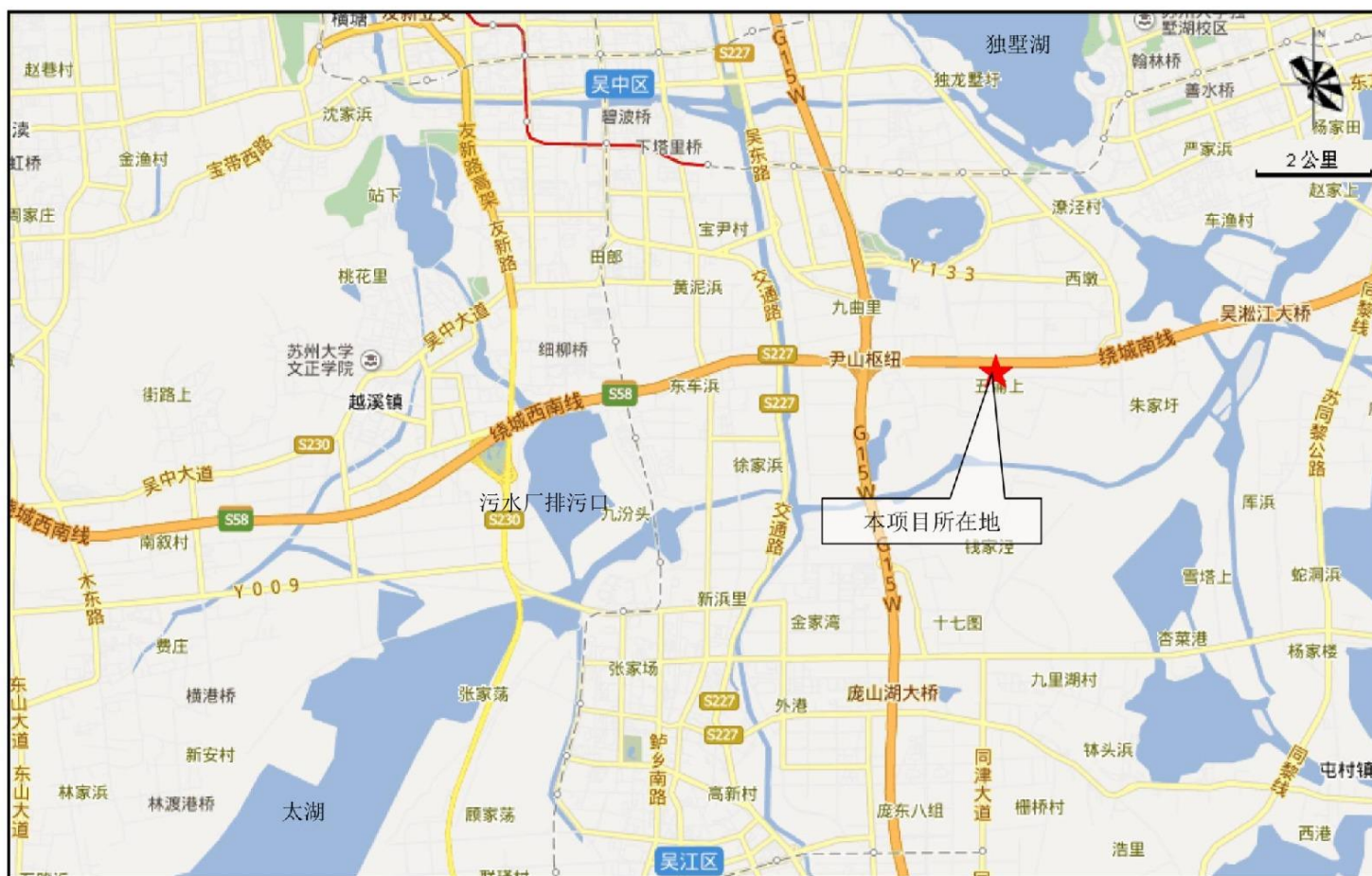
项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。公司已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	本项目工业计算机断层扫描（CT）自屏蔽铅房尺寸约为 1310 mm（长）×2200 mm（宽）×1960mm（高），CT 四周室采用特质混凝土-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，左侧、右侧为 100mm 特制混凝土，等效铅当量 8.33mmPb，前侧为 108mm 特制混凝土，等效铅当量 9mmPb，顶部为 120mm 特制混凝土，等效铅当量 10mmPb，定义观察窗所在面为装置前面。检测装置前侧及后侧均内含 4.5mm 铅板。观察窗内含 3.5mm 铅板。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”要求；满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5μSv/h”的要求；满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	13.5
	本项目工业计算机断层扫描（CT）拟设置： （1）X 射线管安装在屏蔽体的检测装置内部，辐射工作人员无法直接接触到 X 射线管。X 射线管不能单独被打开，只有在连接到机器内部的线路上并通过配套的控制软件才能开启。 （2）门-机联锁装置。X 射线管与检测装置防护门之间安装有联锁装置，防护门关闭后 X 射线装置才能出束，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束。 （3）工作状态指示灯。企业拟在 CT 室门口安装预备-照射指示灯。工业计算机断层扫描（CT）正面设计安装工作状态指示灯，并在醒目位置处粘贴对指示灯不同状态意义的说明。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近。 （4）在工业计算机断层扫描（CT）附近合适位置安装监视装置，可监视辐射工作人员活动及设备运行情况。 （5）工业计算机断层扫描（CT）控制柜设有 1 个钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。	

	出。 (6) 工业计算机断层扫描 (CT) 控制柜及设备前侧各设有 1 个紧急停机按钮, 紧急情况下可迅速停机, 防止误照射 (由于辐射工作人员无法完全进入装置内部, 因此内部无急停按钮)。 (7) CT 室门口、工业计算机断层扫描 (CT) 表面显著位置及控制柜设有电离辐射警告标志及中文警示说明。 (8) 控制柜设置有带指示灯的控制器旋转开关, 以及操作模式选择开关, 并设置有辐射警告标志警告等标识。		
人员配备	拟为本项目配备 3 名辐射工作人员, 辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核, 考核合格后上岗。 辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计, 并定期送检 (两次监测的时间间隔不应超过 3 个月), 加强个人剂量监测, 建立个人剂量档案。 辐射工作人员定期进行职业健康体检 (不少于 1 次/2 年), 并建立辐射工作人员职业健康档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	/
监测仪器和防护用品	已配备辐射巡测仪 1 台。 已配备个人剂量报警仪 2 台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	1.5
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、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度: 根据环评要求, 按照项目的实际情况, 补充相关内容, 建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要求。	/
总计	/	/	15

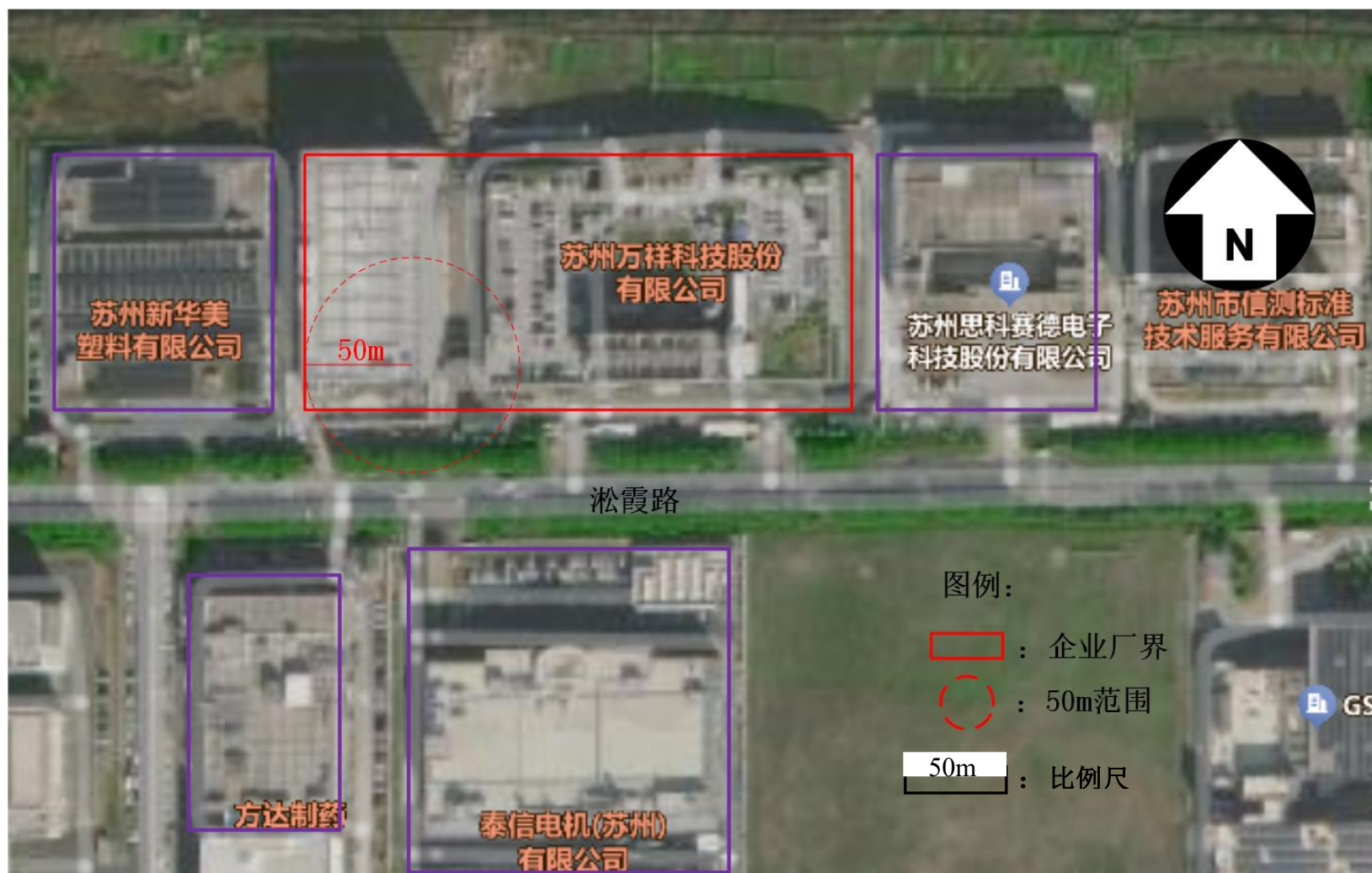
以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14 审批

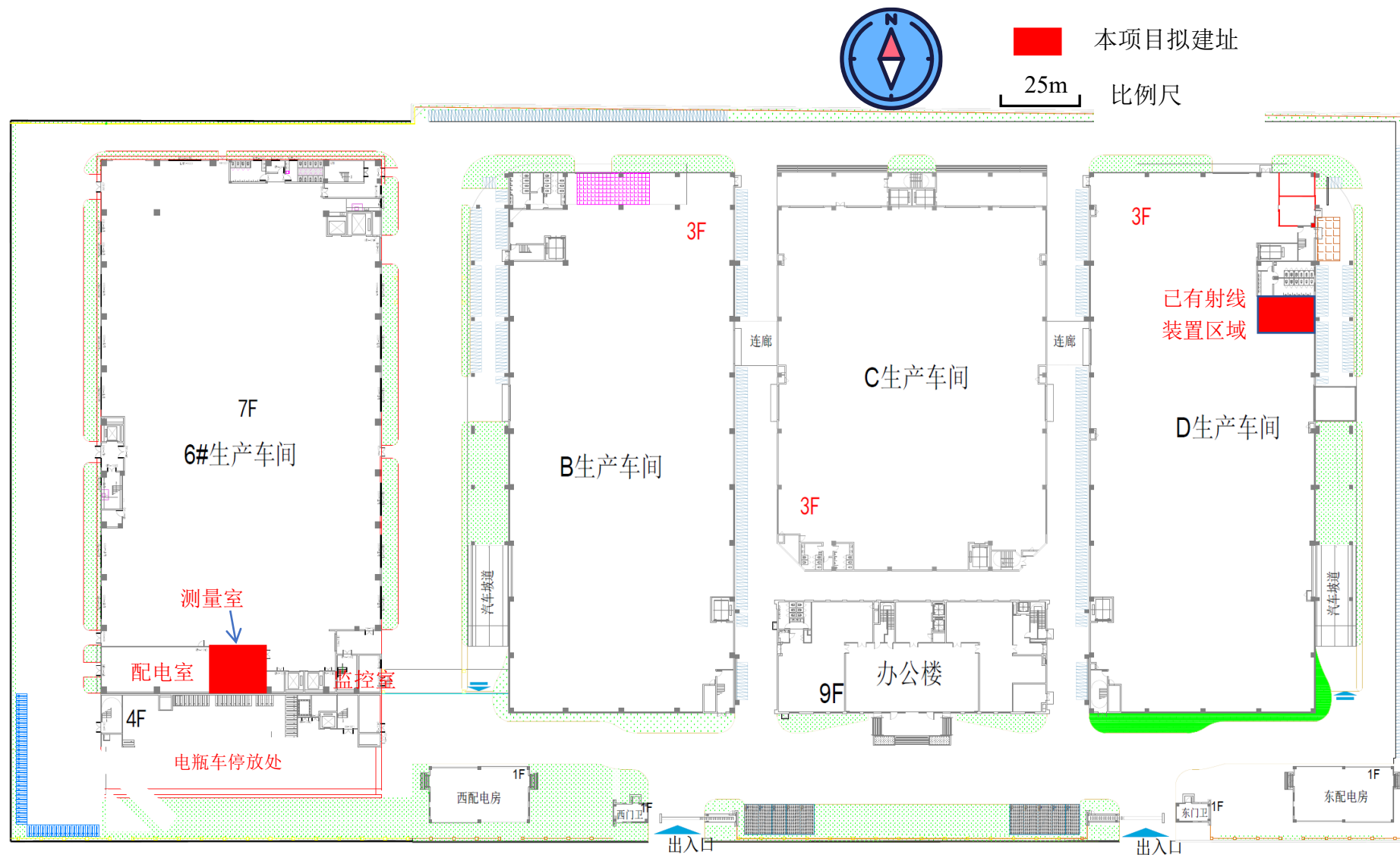
下一级环保部门预审意见：	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见	
经办人	公 章 年 月 日



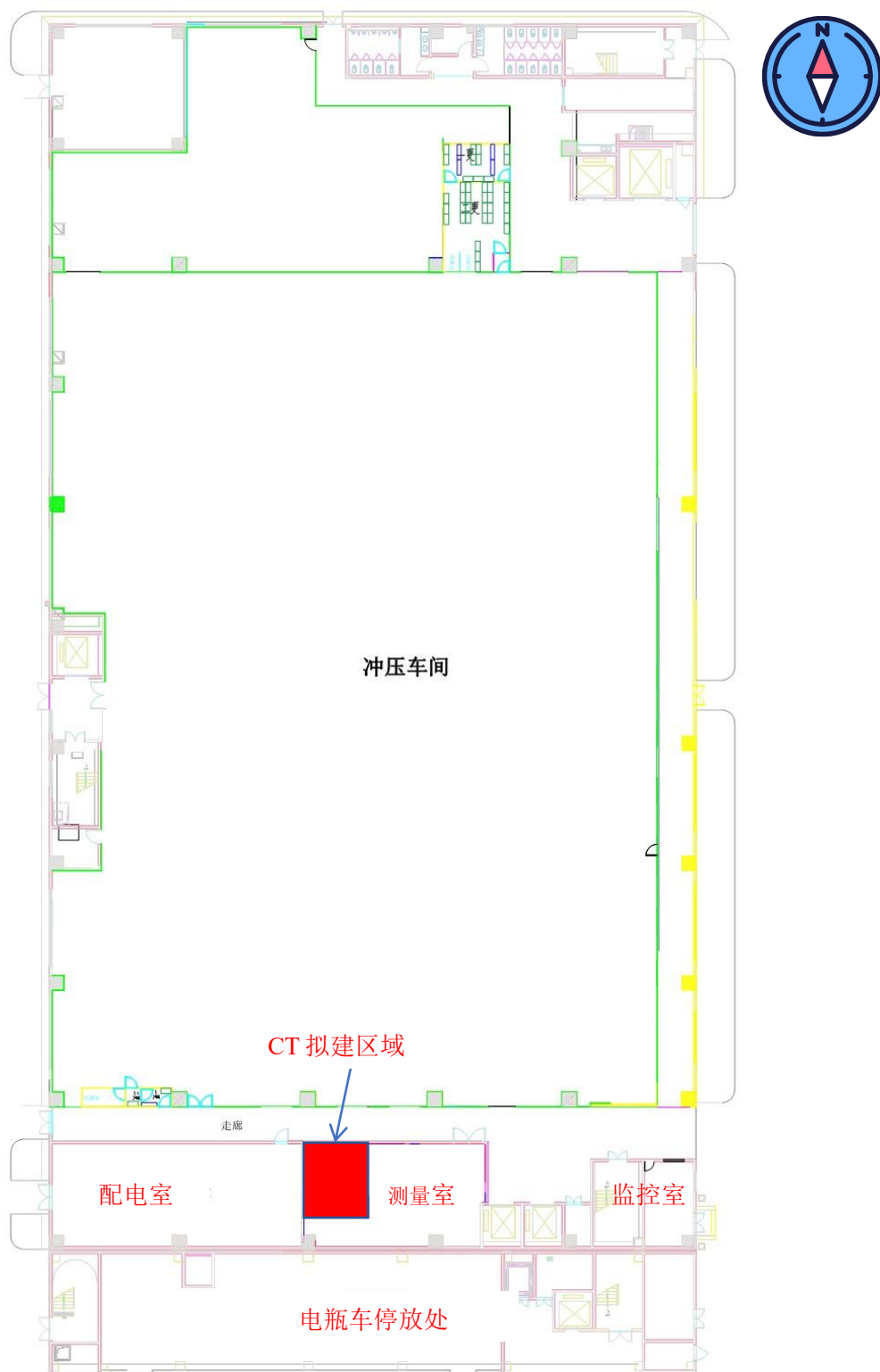
附图 1 苏州万祥科技股份有限公司新增一台计算机断层扫描（CT）项目地理位置示意图



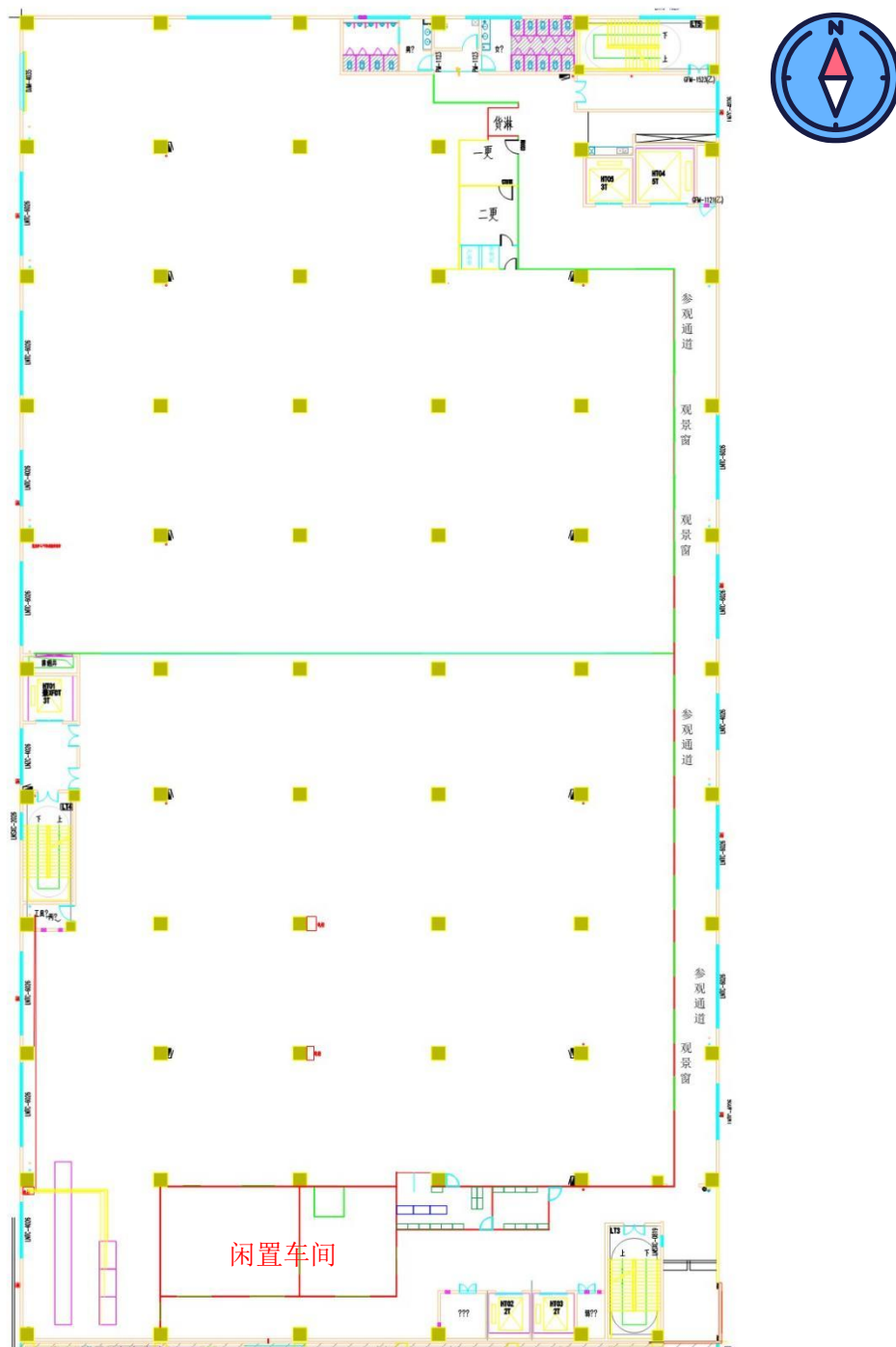
附图2 苏州万祥科技股份有限公司厂区平面布置及周围环境示意图



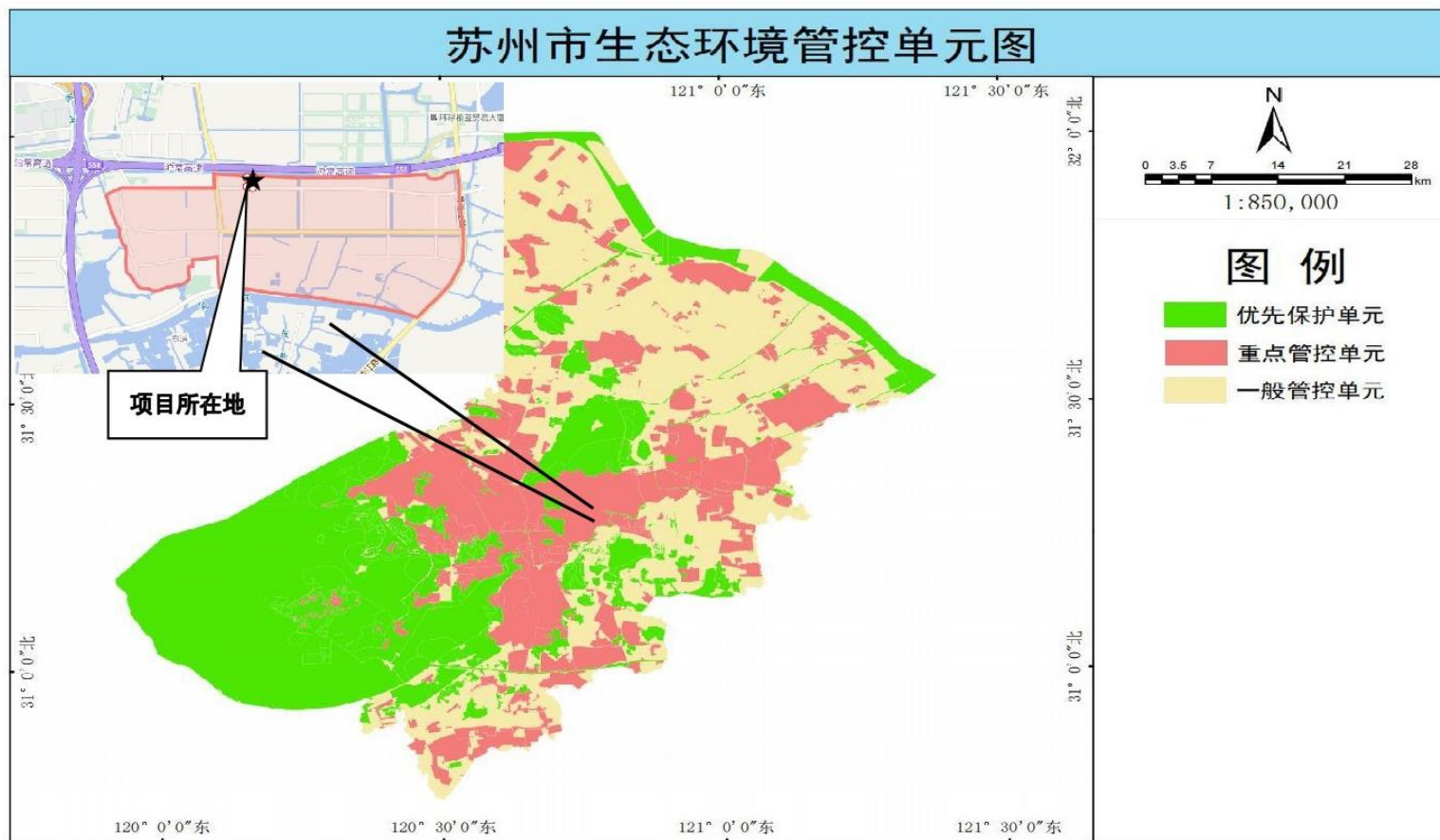
附图 3 苏州万祥科技股份有限公司厂区布置示意图



附图 4 6#楼一层平面布置示意图



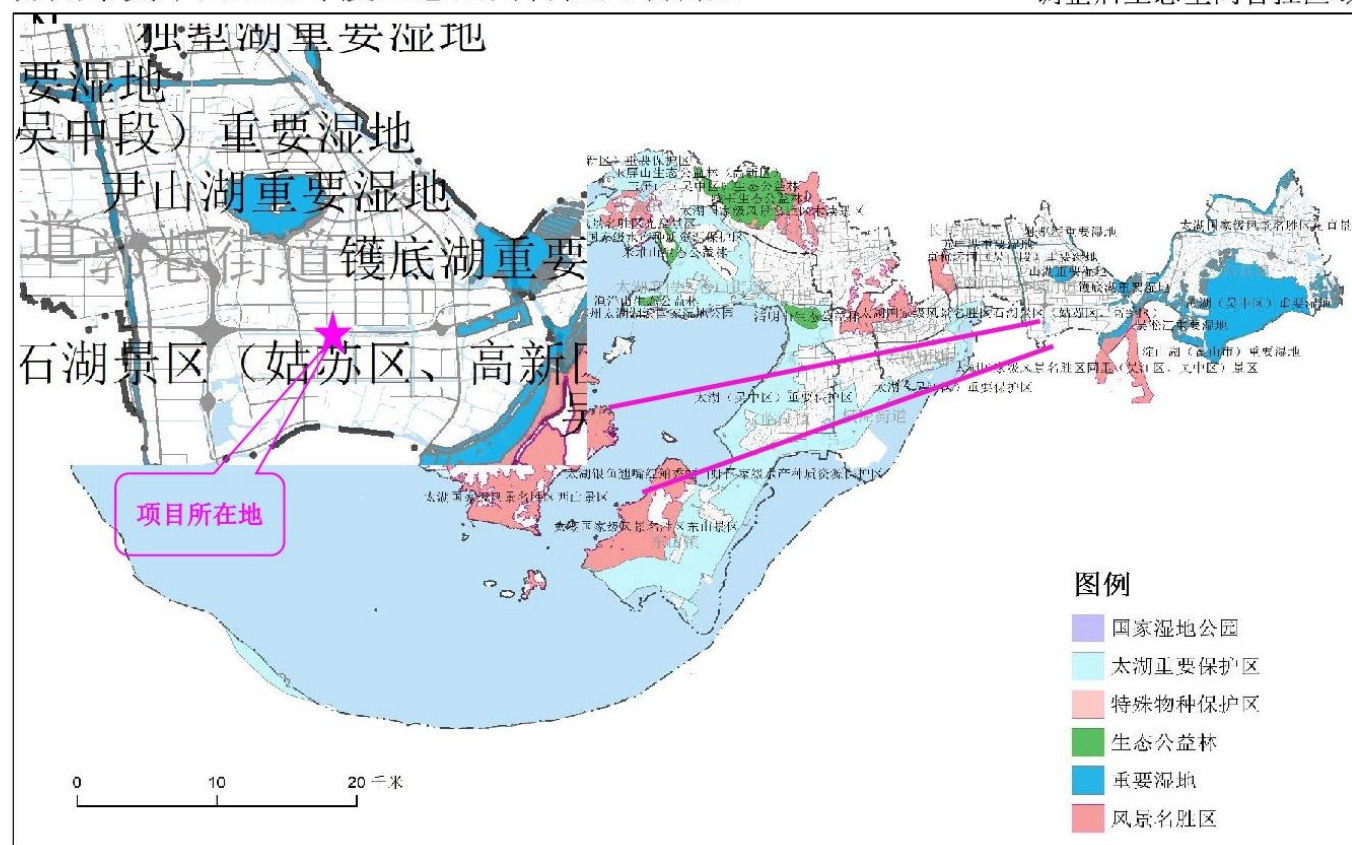
附图 5 6#楼二层平面布置示意图



附图 6 苏州市生态环境管控单元图

苏州市吴中区2023年度生态空间管控区域调整

调整后生态空间管控区域



附图 7 苏州市吴中区 2023 年度生态空间管控区域