

核技术利用建设项目

集萃新材料研发有限公司

新建 1 台工业 CT 项目

环境影响报告表

(公示本)

集萃新材料研发有限公司

2026 年 6 月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况.....1

表 2 放射源.....4

表 3 非密封放射性物质.....4

表 4 射线装置.....5

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....6

表 6 评价依据.....7

表 7 保护目标与评价标准.....10

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.....23

表 11 环境影响分析.....28

表 12 辐射安全管理.....36

表 13 结论与建议.....40

附图：

- 附图 1：集萃新材料研发有限公司地理位置示意图
- 附图 2：集萃新材料研发有限公司厂区平面及周边概况图
- 附图 3-1：1 号楼负 1 层平面布局图
- 附图 3-2：1 号楼 1 层平面布局图
- 附图 3-3：1 号楼 2 层平面布局图
- 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		集萃新材料研发有限公司新建 1 台工业 CT 项目			
建设单位		集萃新材料研发有限公司			
法人代表		李倩	联系人		联系电话
注册地址		苏州市相城区高铁新城青龙港路 286 号长三角国际研发社区启动区 1 号楼 A 座 1 层、2 层、12 层			
项目建设地点		苏州市相城区高铁新城青龙港路 286 号长三角国际研发社区启动区 1 号楼 1 层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		120	项目环保投资 (万元)	45	投资比例(环保 投资/总投资)
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 新建 ☐ 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 集萃新材料研发有限公司成立于 2018 年 5 月 25 日, 公司位于苏州市相城区高铁新城青龙港路 286 号长三角国际研发社区启动区 1 号楼 A 座。经营范围包括新材料技术推广服务、高新技术项目的研究、检验检测服务等。 本项目位于长三角国际研发社区启动区 1 号楼 1 层, 其下方负一层为无震区 B (人防工程), 正上方二层为休闲交流区。 2、项目由来及建设规模 因公司生产需要, 公司拟于卡尔蔡司(上海)管理有限公司新购置 1 台 xradia 620 versa 型工业 CT (显微 CT) (销售方辐射安全许可证编号: 沪环辐证[30209], 详见附件				

5)，安置于长三角国际研发社区启动区 1 号楼 1 层的 X 射线衍射与成像实验室内（为租赁场所），用于对公司研发的各类铝合金材料进行无损检测，工件尺寸通常在 300mm（长）×20mm（宽）×300mm（厚）以内。

本次新增的工业 CT 满足该公司近期生产需求。本项目射线装置基本情况见表 1-1。

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	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	xradia 620 versa 型工业 CT	1	160	0.16	II	X 射线衍射与成像实验室	使用	新建项目 本次环评	新购

注：工业 CT 最大管功率为 25W，辐射角度为 40°×40°。

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。

本项目 xradia 620 versa 型工业 CT 为 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），应编制环境影响报告表。受集萃新材料研发有限公司的委托，江苏清全科技有限公司（以下简称“我公司”）承担集萃新材料研发有限公司新建 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，并委托南京宁亿达环保科技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

集萃新材料研发有限公司位于苏州市相城区高铁新城青龙港路 286 号长三角国际研发社区启动区 1 号楼 A 座 1 层、2 层、12 层，公司地理位置示意图见附图 1。1 号楼东侧为长三角国际研发社区启动区二期，南侧为青龙港路，西侧为 2 号楼，北侧为 5 号楼。公司周围环境见附图 2。

本项目新建的 1 台工业 CT 位于长三角国际研发社区启动区 1 号楼 1 层西北部的 X 射线衍射与成像实验室内，50m 评价范围内东侧依次为前厅、中庭二、卫生间、设备平台、实验室、1 号楼 B 座（地上 10 层、地下 1 层）；南侧依次为楼梯间、走廊、电气间、电梯间、1 号楼 C 座（地上 7 层、地下 1 层）；西侧依次为 1 号楼边界、园区内道路；北侧依次为实验室、1 号楼边界、园区内道路、5 号楼（地上 13 层、地下 1 层）；正下方为无震区

B，正上方为休闲交流区，X 射线衍射与成像实验室所在 1 号楼负一层、一层、二层平面布局图见附图 3-1 至附图 3-3。

长三角国际研发社区启动区 1 号楼整体属于江苏集萃科技服务有限公司，长三角先进材料研究院租用江苏集萃科技服务有限公司部分场所作为科研场地。长三角先进材料研究院为苏州市相城区举办的省属事业单位，集萃新材料研发有限公司是长三角先进材料研究院分析表征平台市场化运营主体。因此，集萃新材料研发有限公司使用长三角先进材料研究院场地 1 号楼 1 层西北部房间新建了 1 台工业 CT，用于对公司研发的新型材料无损检测后进行科学研究，无工业用途。由于本项目开机时间短，根据后文预测，本项目对周围造成的辐射影响较低，在落实各项辐射安全措施后，本项目对周围环境的影响很小。

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

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，不涉及优先保护单元，符合生态环境准入清单要求，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

本项目的建设和运行满足了企业的生产需求，提高了产品的质量，在做好辐射防护的基础上，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、产业政策相符性分析

本项目利用 X 射线对工件进行无损检测，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类“十四、机械 1.科学仪器和工业仪表”中“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”。因此，本项目符合国家产业政策。

五、现有核技术利用项目情况

本项目为集萃新材料研发有限公司首次开展核技术利用建设项目，尚无辐射安全许可证。

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	xradia 620 versa	160	0.16	无损检 测	X 射线衍射与成像 实验室	新购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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
辐射工作人员产生的生活污水	液态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过园区污水管道汇入城市污水管网
辐射工作人员产生的生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	不暂存	分类收集后由环卫部门定期清运
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 年修正版), 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苏州市相城区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕814 号），2023 年 9 月 18 日 （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）（参照） （7）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单 （8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128—2019）

其他	报告附图： 附图 1：集萃新材料研发有限公司地理位置示意图 附图 2：集萃新材料研发有限公司厂区平面及周边概况图 附图 3-1：1 号楼负 1 层平面布局图 附图 3-2：1 号楼 1 层平面布局图 附图 3-3：1 号楼 2 层平面布局图 附图 4：本项目与江苏省生态空间保护区相对位置关系示意图 附件： 附件 1：项目委托函 附件 2：射线装置使用承诺书 附件 3：环境辐射水平检测报告及检测单位计量认证证书 附件 4：设备参数及屏蔽设计说明 附件 5：销售方辐射安全许可证 附件 6：公司租赁协议 附件 7：用地情况说明 附件 8：CT 设备公共区域辐射防护措施及投诉处置方案 附件 9：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。故本项目评价范围为工业 CT 检测铅房外 50m 范围内区域。本项目评价范围及周边环境示意图见附图 2。							
保护目标 本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，不涉及生态保护目标，周围环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、园区内其他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 7-2、图 7-1。 表 7-1 本项目工业 CT 周围环境保护目标分布一览表							
保护目标		方位	最近距离 ^[1]	规模	保护对象	照射类型	剂量限值 (mSv/a)
名称	类别						
操作台处	辐射工作人员	/	/	2 名	辐射工作人员	职业照射	5
前厅	公众	东侧	10.5m	不定	流动人员	公众照射	0.1
中庭二			1.8m	不定	流动人员		
卫生间			24.1m	不定	流动人员		
实验室			36.3m	2 名	实验室工作人员		
1 号楼 B 座			19.2m	约 200 名	B 座工作人员		
楼梯间		南侧	5.5m	不定	流动人员		
走廊			8.9m	不定	流动人员		
电气间			11.1m	不定	流动人员		
电梯间			11.1m	不定	流动人员		
1 号楼 C 座			14.1m	约 150 名	C 座工作人员		
园区内道路		西侧	3.5m	不定	流动人员		
实验室		北侧	0.7m	2 名	实验室工作人员		
园区内道路			10.1m	不定	流动人员		
5 号楼		负一层	27.2m	约 200 名	5 号楼工作人员		
无震区 B ^[2] 、停车场			4.0m	不定	流动人员		
休闲交流区 ^[3] 、1 号楼 B 座、卫生间、实验室、楼梯间、电气间、1		二层	4.0m	不定	流动人员		

号楼 C 座、长材 院活动室							
-------------------	--	--	--	--	--	--	--

注：[1]表中距离为参考位置距离工业 CT 外表面的距离；
[2]工业 CT 正下方为无震区 B；
[3]工业 CT 正上方为休闲交流区。

表 7-2 评价范围内入驻企业一览表

1 号楼	B 座	负一层	长三角先进材料研究院
		1 层	长三角先进材料研究院
		2 层	长三角先进材料研究院
		3 层	汇专科技集团股份有限公司
			苏州钢优仿技术服务有限公司
			苏州澜途科技有限公司
		4 层	微略信息科技（上海）有限公司
			苏源智慧物联（江苏）有限公司
		5 层	空置
		6 层	江苏集萃功能材料研究所有限公司
		7 层	苏州同萃聚才企业管理有限公司
		8 层	苏州和光同耀智能科技有限公司
		9 层	迈宝智能科技（苏州）有限公司
		10 层	苏州英视智能科技有限公司
	C 座	负一层	长三角先进材料研究院
		1 层	长三角先进材料研究院
		2 层	长三角先进材料研究院
		3 层	苏州澜途科技有限公司
		4 层	长三角先进材料研究院
		5 层	长三角先进材料研究院
		6 层	长三角先进材料研究院
		7 层	长三角先进材料研究院
5 号楼	独栋	负一层	长三角先进材料研究院
		1 层	长三角先进材料研究院
		2 层	长三角先进材料研究院
		3 层	涌氢（深圳）能源科技有限公司
		4 层	空置
		5 层	纳特斯（苏州）科技有限公司
		6 层	晶焱防务科技（苏州）有限公司
		7 层	空置
		8 层	空置
		9 层	集萃功能材料研究所
		10 层	集萃功能材料研究所
		11 层	集萃功能材料研究所
		12 层	长三角先进材料研究院
			苏州绿希科技有限公司
		13 层	长三角先进材料研究院

注：为简化描述，后文不再对评价范围内每个公司进行叙述。

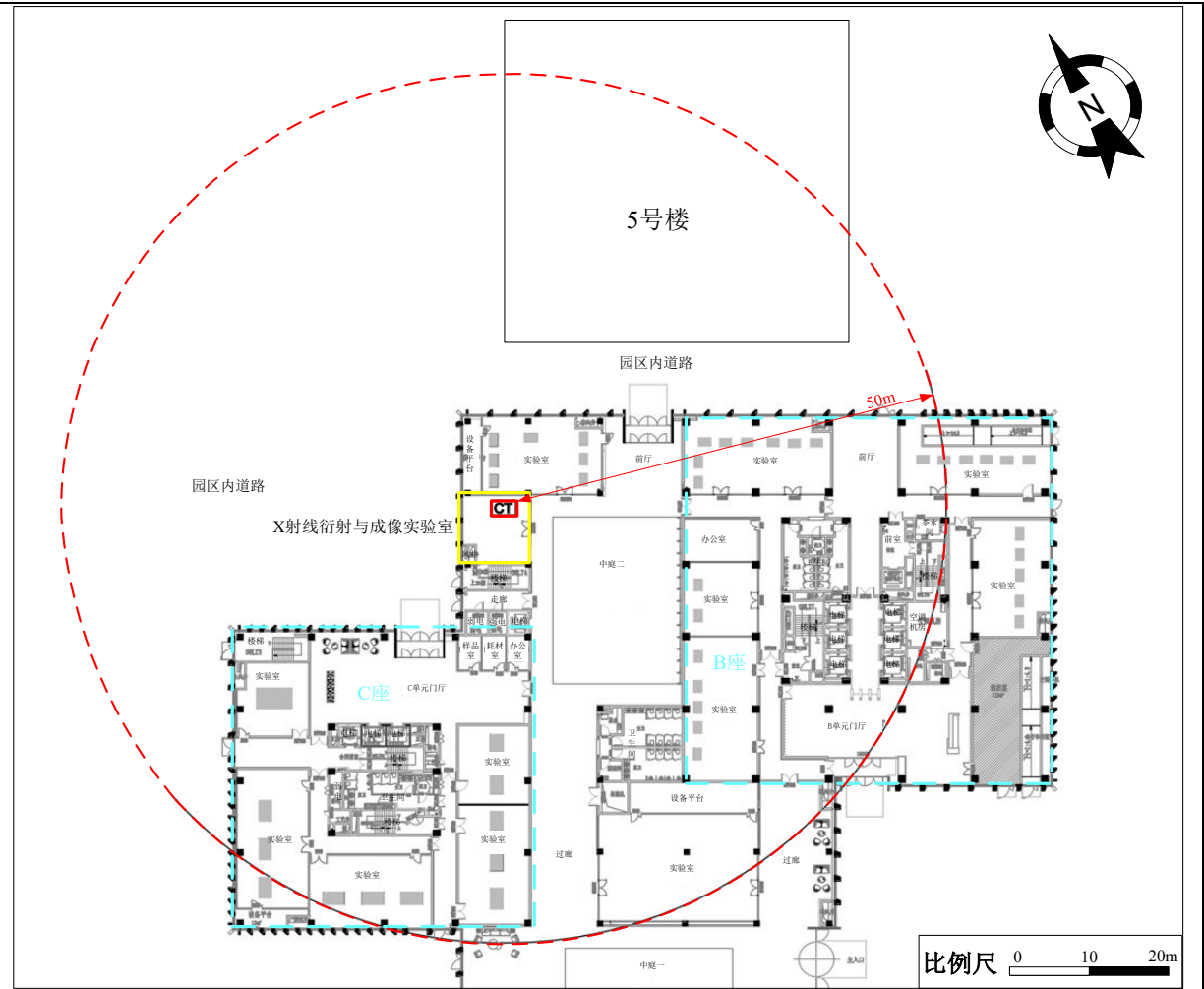


图 7-1 本项目工业 CT 周围环境保护目标分布图

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。

(2) 《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 GB18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

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。

6.1.8 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。

6.1.10 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。

(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。

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。

(4) 本项目管理目标

综合考虑 GB 18871-2002 和 GBZ 117-2022，本项目管理目标为：

①**辐射剂量率控制值**：检测铅房四周、顶部、底部及防护门表面 30cm 处辐射剂量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ （顶部存在人员活动场所，故顶部控制值按 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 执行）；

②**关注点的周围剂量当量参考控制水平**：对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ，本项目周工作时间约为 1.25h，经过计算周围辐射剂量率限值远大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，本项目取①中 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为辐射剂量率控制限值。

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 0.1mSv 。

(5) 参考资料

①《辐射防护导论》，方杰主编。

②《医用外照射防护》（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。

表 7-2 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；本项目以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 集萃新材料研发有限公司位于苏州市相城区高铁新城青龙港路 286 号长三角国际研发社区启动区 1 号楼 A 座，公司地理位置示意图见附图 1。1 号楼东侧为长三角国际研发社区启动区二期，南侧为青龙港路，西侧为 2 号楼，北侧为 5 号楼。公司周围环境见附图 2。 本项目新建的 1 台工业 CT 位于长三角国际研发社区启动区 1 号楼 1 层西北部的 X 射线衍射与成像实验室内，50m 评价范围内东侧依次为前厅、中庭二、卫生间、设备平台、实验室、1 号楼 B 座；南侧依次为楼梯间、走廊、电气间、电梯间、1 号楼 C 座；西侧依次为 1 号楼边界、园区内道路；北侧依次为实验室、1 号楼边界、园区内道路、5 号楼；正下方为无震区 B，正上方为休闲交流区，X 射线衍射与成像实验室所在 1 号楼负一层、一层、二层平面布局图见附图 3-1 至附图 3-3。 本项目工业 CT 拟建场址及周围环境现状见图 8-1~8-6。	
	
图 8-1X 射线衍射与成像实验室 CT 拟建址	
	
图 8-2 拟建址东侧（中庭）	图 8-3 拟建址南侧（楼梯间）



图 8-4 拟建址西侧（园区道路）



图 8-5 拟建址北侧（实验室 2）



图 8-6 拟建址正上方（休闲）



图 8-7 拟建址正下方（无震区 B）

二、环境现状检测

本项目为使用 II 类射线装置，新建的 1 台工业 CT 拟安置于 X 射线衍射与成像实验室内。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，项目在进行现状调查时，主要调查工业 CT 拟建场址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《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《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）有关布点原则进行布点，重点调查拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率，具体点位见图 8-5。

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 4 月 7 日

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：137Cs

4、质量保证措施

①委托的检测机构已通过资质认定，具备有相应的检测资质和检测能力，其计量资质认定及检测能力证书见附件 3；

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制度。

5、检测结果及评价

本项目工业 CT 拟建场址及周围环境 γ 辐射水平检测结果见表 8-1，检测点位见图 8-8，详细检测结果见附件 3。

表 8-1 本项目 X 射线衍射与成像实验室及周围环境辐射水平检测结果

序号	检测点位描述	检测结果 μ Gy/h	测点位置
1	X 射线衍射与成像实验室内 CT 拟建址	0.082	楼房
2	X 射线衍射与成像实验室东北侧	0.094	楼房
3	X 射线衍射与成像实验室东南侧	0.073	楼房
4	X 射线衍射与成像实验室西南侧	0.058	道路
5	X 射线衍射与成像实验室西北侧	0.079	楼房
6	X 射线衍射与成像实验室正下方（负 1 层）	0.063	楼房

7	X 射线衍射与成像实验室正上方（2 层）	0.086	楼房
---	----------------------	-------	----

注：上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值并进行了建筑物对宇宙射线的屏蔽修正（楼房修正系数取 0.8）。

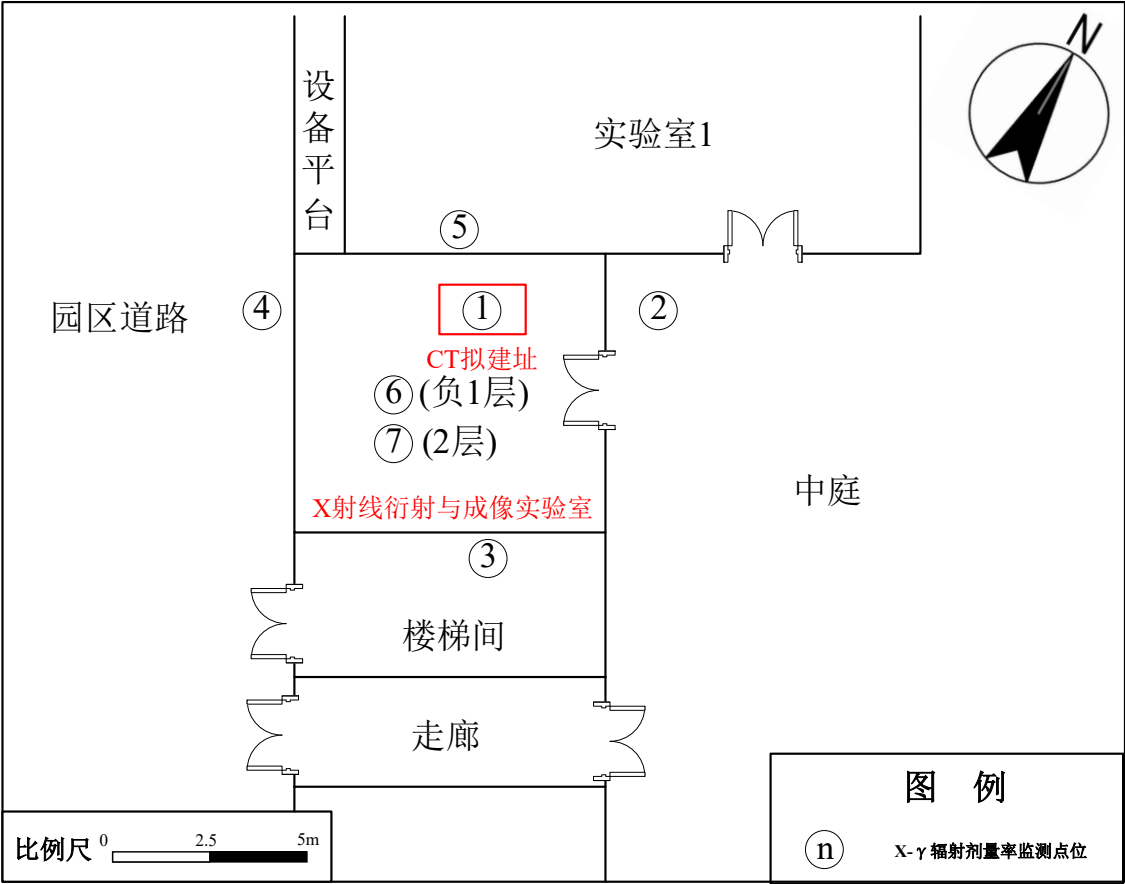


图 8-8 本项目拟建场址及周围辐射环境本底检测点位示意图

根据检测结果可知，本项目新建的 1 台工业 CT 拟建场址及周围室内环境辐射水平在（63～94）nGy/h 范围内，道路环境辐射水平为 58nGy/h，分别处于江苏省天然 γ 辐射水平中室内及道路天然 γ 辐射水平范围中。

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

本项目工业 CT 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，操作台位于前侧面板左部，铅房内部安装有载物台、X 射线管与数字平板探测器。

本项目新建的 1 台 xradia 620 versa 型工业 CT 采用铅房对 X 射线进行屏蔽，铅房外尺寸为 1875mm（长）×960mm（宽）×823mm（高），工件门为整个前侧面板，设备门洞较小，人员无法进入到工业 CT 内部。本项目工业 CT 的 X 射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧，照射角度为 40°×40°，射线仅能直射到右侧面板，铅房右侧面板（主射面）为 4mm 钢板+9mm 铅板+1.2mm 钢板；铅房前侧面板、后侧面板、左侧面板均为 4mm 钢板+6mm 铅板+1.2mm 钢板（工件门为整个前侧面板）；顶部面板为 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板；底部面板为 6mm 钢板+6mm 铅板+6mm 钢板；电缆孔位于左侧面板，通风口位于顶部面板，电缆孔及通风口处设置 6mm 铅板结构防护罩。X 射线管朝右照射，最大管电压为 160kV、最大管电流为 0.16mA，滤过条件为 2mm 铝。

本项目工业 CT 外观示意图见图 9-1。



图 9-1 本项目工业 CT 外观示意图

本项目工业 CT X 射线管距前侧面板最近约 322mm，距后侧面板最近约 638mm，距左侧面板最近约 742mm，距右侧面板（主射面）最近约 932mm，距顶部面板最近约 352mm，距底部面板最近约 471mm。

本项目工业 CT 的 X 射线管距各侧面板距离示意图见图 9-2。

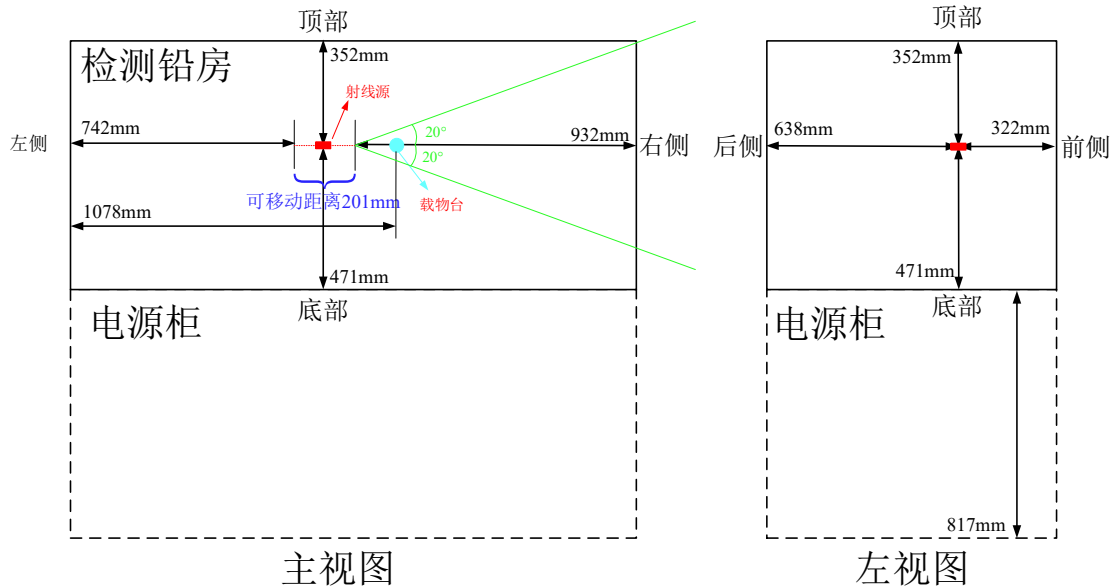


图 9-2 X 射线管距各侧面板距离示意图

二、工作原理

本项目工业 CT 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、探测系统及图像处理系统，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 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。

三、工作流程及产污环节

本项目使用工业CT具体工作流程如下：

- (1) 检查各安全装置有效性;
- (2) 接通电源, 打开工件门;
- (3) 将待检工件放至铅房内的载物台上;
- (4) 关闭工件门, 辐射工作人员首先在操作台处控制载物台按钮, 将载物台调整到合适位置, 然后开启工业 CT 进行检测, 检测时会产生 X 射线、少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x);
- (5) 通过控制台处的显像器对工件内部缺陷进行辨别;
- (6) 检测结束, 关闭高压;
- (7) 打开工件门取出工件。

本项目工业 CT 开展无损检测时, 其工作流程及产污环节如图 9-3 所示:

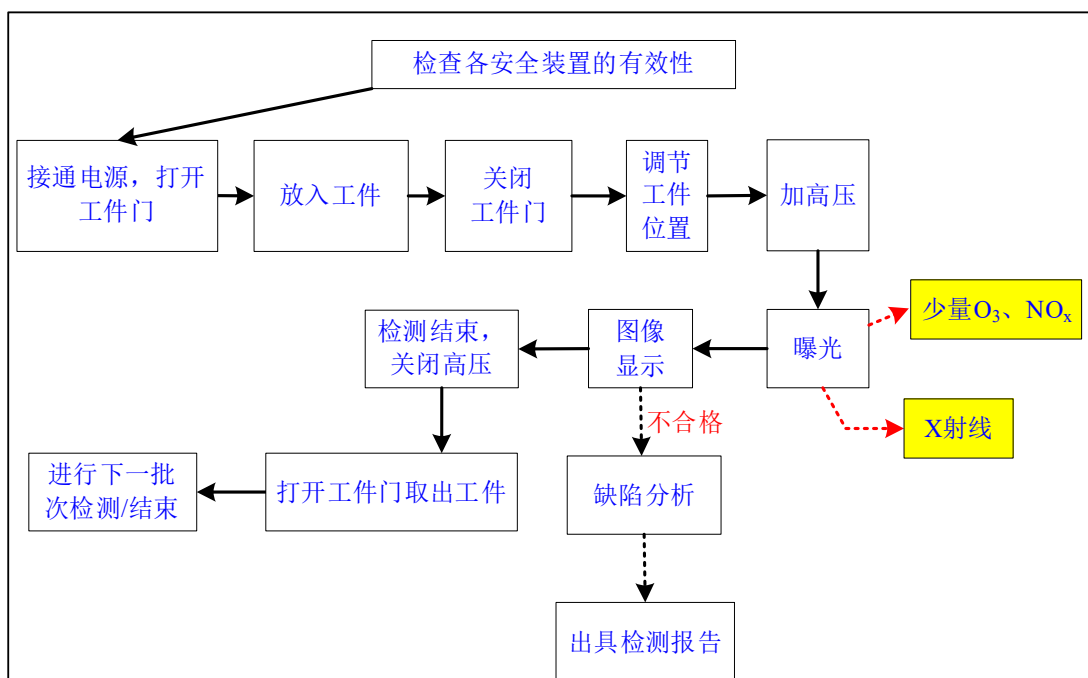


图 9-3 本项目工业 CT 工作流程及产污环节分析示意图

公司拟为本项目配备 1 名辐射安全管理人员及 2 名辐射工作人员、1 台固定式剂量报警仪、1 台便携式辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪。本项目建设单位为研发企业, 只需进行工件实验测试, 2 名辐射工作人员一周工作 5 天 (辐射安全管理人员不操作设备), 工业 CT 每天检测工件数约为 5 件, 平均每件工件开机曝光时间约为 3 分钟, 则每日开机曝光时间为 0.25 小时, 每周开机曝光时间为 1.25 小时, 全年工作 50 周, 则人均工作时间为 62.5h/a。

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，对检测铅房外工作人员和公众产生一定外照射，因此本项目工业 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。本项目 X 射线管最大管电压为 160kV，滤过条件为 2mm 铝，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.1，用内插法求得 160kV 管电压，滤过材料为 2mm 铝的输出量为： $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的辐射剂量率约为 $1.2228\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 1， $150\text{kV}\leq X$ 射线管电压 $\leq 200\text{kV}$ 时，距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

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。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2， $150\text{kV}\leq X$ 射线管电压 $\leq 200\text{kV}$ 时，散射辐射能量以 150kV 计。

根据厂家提供资料，X 射线主射线方向为朝向右侧，所以本项目检测铅房右侧面板主要受到主射线辐射影响，检测铅房前侧、后侧、左侧、顶部及底部面板主要受到漏射线辐射影响和散射线辐射影响。本项目工业 CT 参数见表 9-1。

表 9-1 本项目工业 CT 参数一览表

射线装置型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	输出量* $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
xradia 620 versa 型工业 CT	160	0.16	20.38	2.5×10^3

注：*输出量根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.1，用内插法求得。

2、其他污染

本项目工业 CT 在工作状态时，产生的 X 射线会使检测铅房中的空气电离产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。本项目工业 CT 的管电压、管电流较小，单次开机检测时间较短，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。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生少量生活垃圾和生活污水，生活垃圾将与厂区内产生的生活垃圾一并委托环卫公司处理，生活污水排入市政污水管网，辐射工作人员产生的生活垃圾和生活污水不会对周围环境产生影响。

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

本项目工业 CT 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，操作台位于前侧，X 射线朝向右侧照射，操作台避开了 X 射线主射线方向。本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“操作室应避开有用线束照射的方向并与探伤室分开”的要求。

本项目拟将工业 CT 固定在 X 射线衍射与成像实验室内使用，公司拟将工业 CT 检测铅房作为本项目控制区（图 10-1 中红色区域），并在工业 CT 外表面及实验室醒目位置设置电离辐射警告标志，禁止非辐射工作人员擅自操作。将 X 射线衍射与成像实验室内其他区域设置为监督区（图 10-1 中黄色区域），监督区拟设置实体隔断并设置门锁，钥匙由专人保管，非工作人员不得进入，监督区入口处拟设立表明监督区的标牌。本项目控制区和监督区划分示意图见图 10-1。

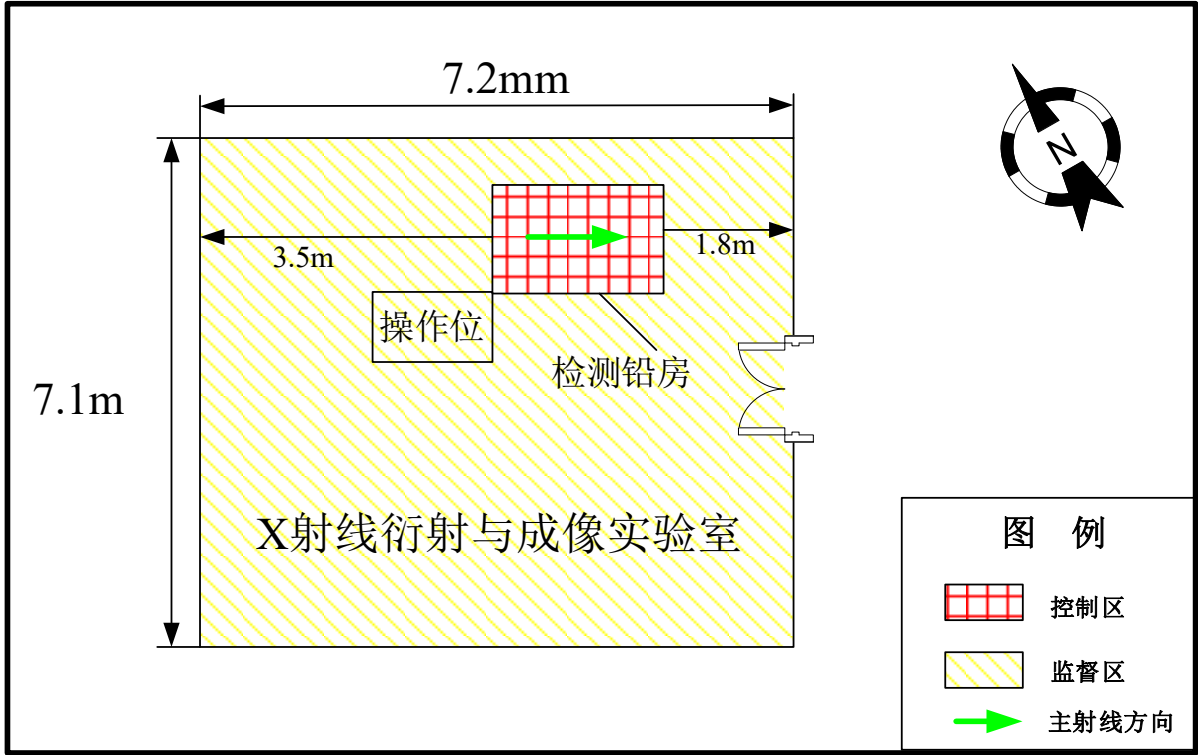


图 10-1 本项目控制区和监督区划分示意图

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）的要求。

二、辐射防护屏蔽设计

(1) 检测铅房屏蔽防护设计

本项目新建的 1 台 xradia 620 versa 型工业 CT 采用铅房对 X 射线进行屏蔽，铅房外尺寸为 1875mm（长）×960mm（宽）×823mm（高），工件门为整个前侧面板，X 射线主射线方向固定为从左侧朝向右侧；电缆孔及通风口处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/通风口不破坏检测铅房的整体防护效果。工件门门洞尺寸为：1700mm（长）×840mm（高），工件门尺寸为：1830mm（长）×950mm（高），检测铅房工件门与四周搭接长度不小于 50mm，检测铅房在设计安装时，应尽可能的减小防护门与门洞之间的缝隙，确保防护门与门洞的搭接长度不小于门缝大小的 10 倍，防止射线泄漏。

表 10-1 xradia 620 versa 型工业 CT 铅房各侧面板屏蔽参数

铅房位置	设计参数	备注
前侧面板 (工件门)	4mm 钢板+6mm 铅板+1.2mm 钢板	/
后侧面板	4mm 钢板+6mm 铅板+1.2mm 钢板	/
左侧面板	4mm 钢板+6mm 铅板+1.2mm 钢板	/
右侧面板	4mm 钢板+9mm 铅板+1.2mm 钢板	主射面
顶部面板	2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板	/
底部面板	6mm 钢板+6mm 铅板+6mm 钢板	/
电缆孔防护罩	6mm 铅板	位于左侧面板
通风口防护罩	6mm 铅板	位于顶部面板

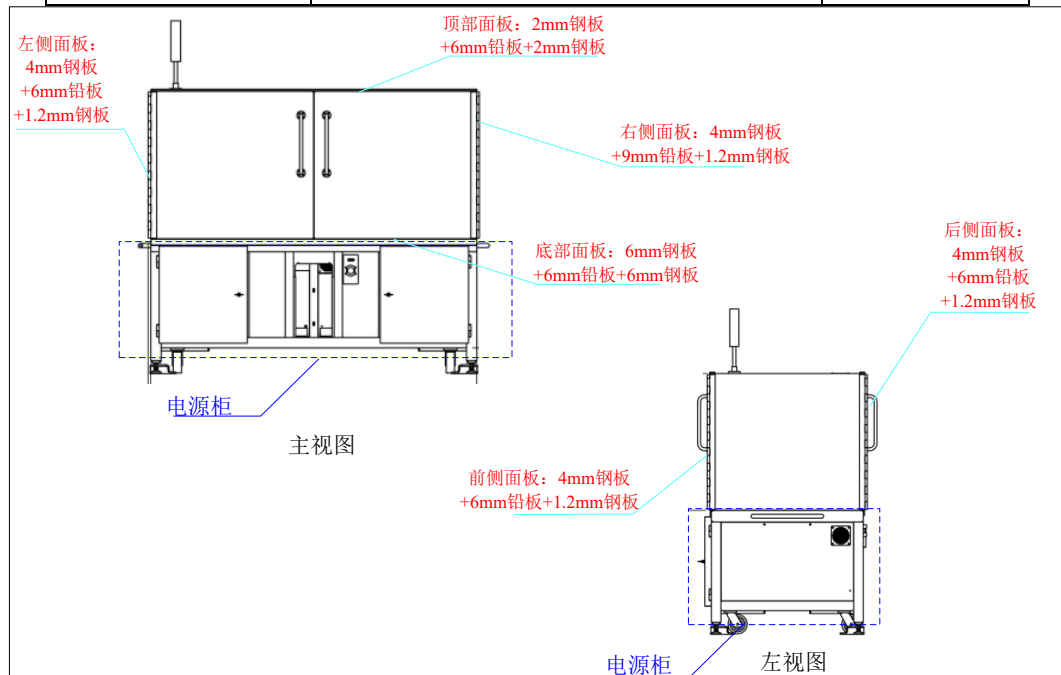


图 10-2 xradia 620 versa 型工业 CT 铅房屏蔽设计示意图

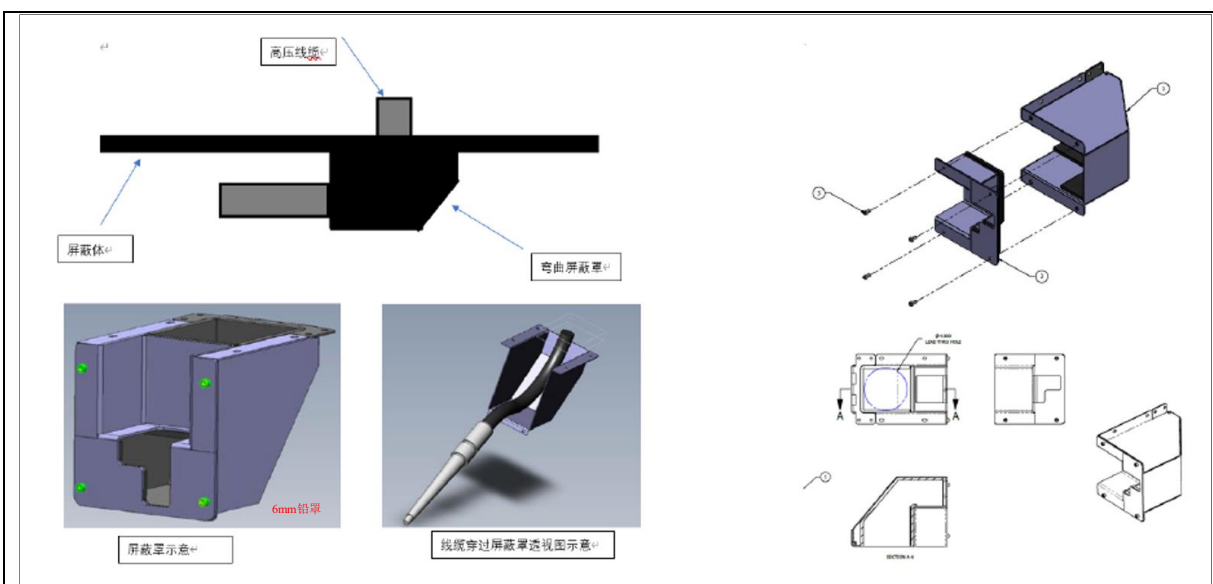


图 10-3 xradia 620 versa 型工业 CT 电缆孔处补偿设计示意图

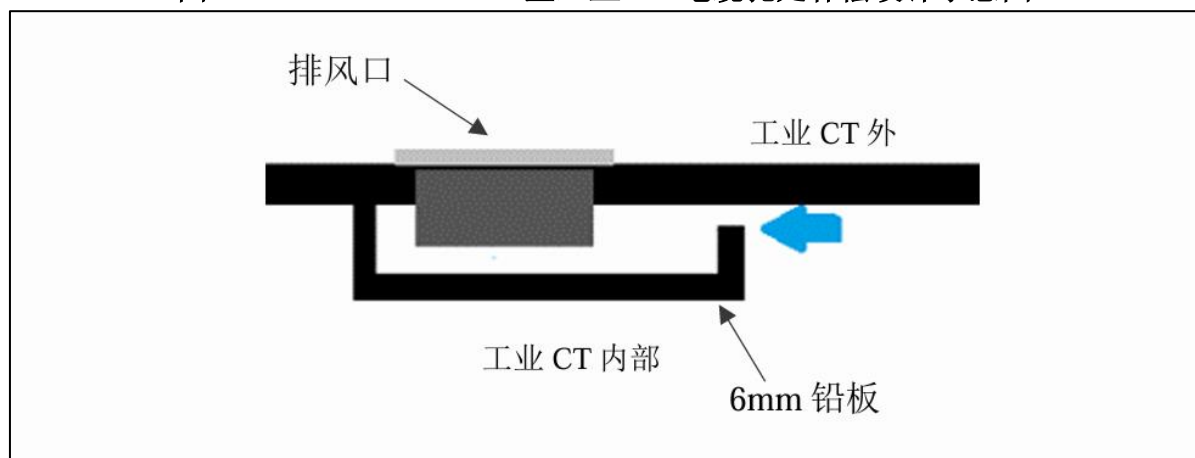


图 10-4 xradia 620 versa 型工业 CT 通风口处补偿设计示意图

三、辐射安全和防护措施分析

本项目将设置如下辐射安全措施：

(1) 监督区设置实体隔断并设置门锁，钥匙由专人保管，非工作人员不得进入，监督区入口处设立表明监督区的标牌。

(2) 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。

(3) 检测铅房顶部安装工作状态指示灯，当 X 射线机开机出束时，红灯亮，警告无关人员勿靠近工业 CT 或在附近做不必要的逗留。

(4) 操作台处安装有声音提示装置，当开启射线时，发出提示，警示辐射工作人员谨慎操作，同时警告无关人员勿靠近工业 CT 或在附近做不必要的逗留。

(5) 检测铅房的工件门设置行程开关，与 X 射线机联锁形成门机联锁，只有当

防护门完全关闭后 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。

（6）工业 CT 内部安装有监控装置，辐射工作人员可在操作台处实时查看铅房内部情况；

（7）检测铅房外表面及实验室醒目位置设置电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员此处有电离辐射危害。

（8）工件门下方及操作台处安装有急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

（9）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。

（10）拟购买 1 台固定式剂量报警装置安置在操作台处，可实时监控操作位处的剂量率，剂量过大时发出警报，可使操作人员能够及时关机并撤离。

本项目工业CT正常工作时，工作人员位于检测铅房外操作工业CT运行，无需进入检测铅房内部，故未在检测铅房内部设置工作状态指示灯、声音提示装置、急停按钮和开门按钮。本项目辐射安全和防护措施见图10-5、表10-2。

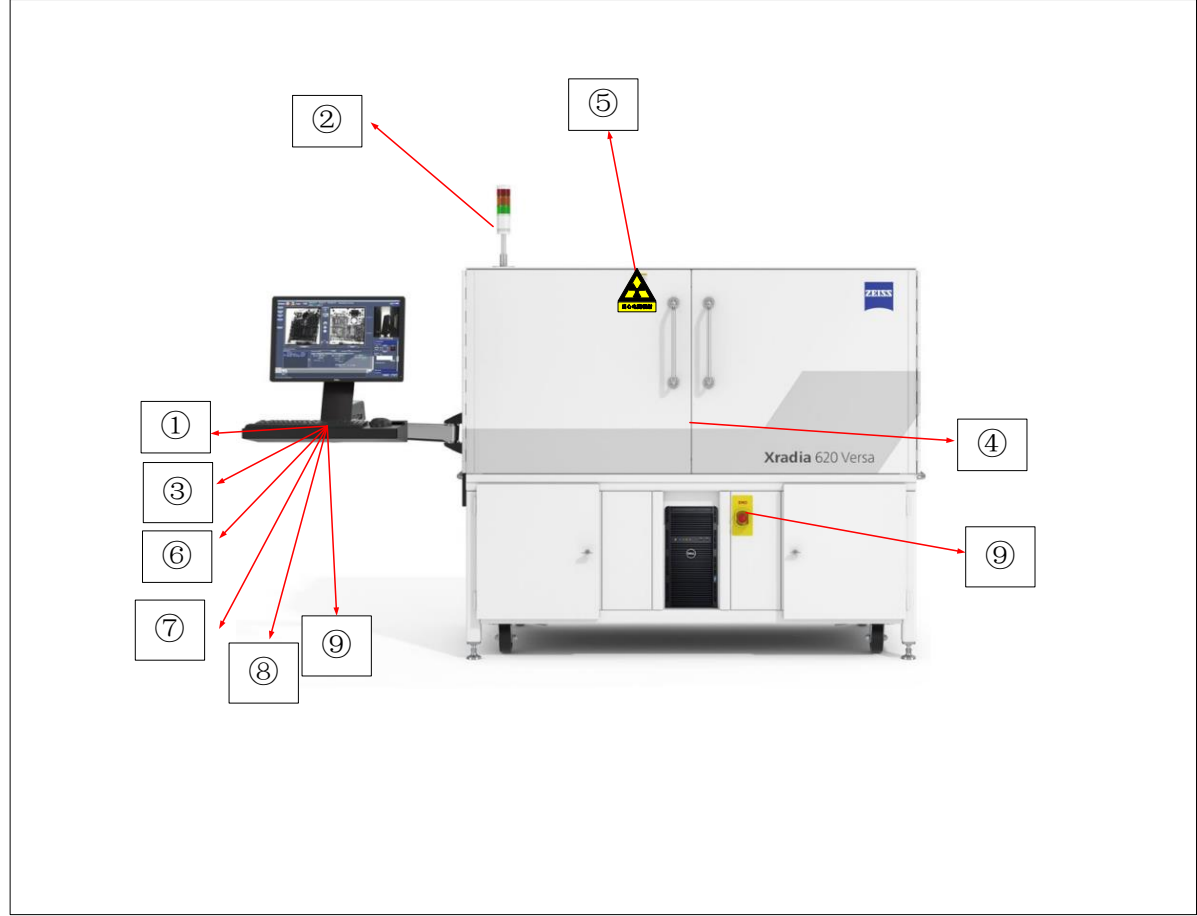


图10-5 辐射安全和防护措施示意图

表10-2 辐射安全和防护措施一览表

序号	辐射安全和防护措施
①	钥匙开关
②	工作状态指示灯（工作时亮红灯，未工作亮绿灯）
③	高压接通指示装置
④	门机联锁装置
⑤	警告标志及警示说明
⑥	急停按钮
⑦	声音提示装置
⑧	禁止非授权使用的警示标识
⑨	急停按钮

本项目采取上述辐射安全措施后，能够满足本项目辐射安全的需要。

三废的治理

①废气

本项目运行过程中无放射性废气产生。工业 CT 在工作状态时，会使检测铅房中的空气电离产生臭氧和氮氧化物。

本项目新建的 xradia 620 versa 型工业 CT 在铅房顶部安装有通风装置，通风量为 138CFM，约 234.6m³/h，检测铅房体积约为 1.48m³，可使铅房内每小时通风约 158 次，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，同时，排出铅房的气体通过 X 射线衍射与成像实验室内新风系统排出室外，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。

②废水

本项目运行过程中无放射性废水产生。本项目产生的废水主要为辐射工作人员产生的生活污水，经园区管道汇入城市污水管网，对周围环境影响较小。

③固废

本项目运行过程中无放射性固体废物及危险废物产生。本项目产生的固废主要为辐射工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后由环卫部门清运，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 本项目新建的 xradia 620 versa 型工业 CT 是由检测铅房和操作台等组成的一体式设备，拟由专业供应商直接运送到指定区域并用支架固定在地面，实验室的施工仅做室内区域整改，无土建施工。 本项目建设阶段会产生一定的噪声和包装垃圾等污染物，但本工程施工量不大，且位于公司租赁场地内部，施工期对周围环境影响较小。
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。 1、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 $\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$ 上式中：$\dot{H}$—参考点处剂量率，$\mu\text{Sv/h}$； I—X 射线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，$\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$，输出量根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.1，用内插法求得； 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）公式（5）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（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

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；

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

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（5）计算得出：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-4)$$

上式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2，初始射线在 150kV~200kV 之间时，散射辐射能量以 150kV 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）检测铅房主射面辐射剂量率计算

根据图 9-2，本项目工业 CT 的 X 射线管距检测铅房右侧面板最近为 0.932m；将相关参数代入公式（11-1），可估算出检测铅房右侧面板外 30cm 处的辐射剂量率，其屏蔽防护计算参数及计算结果见表 11-1。

表 11-1 检测铅房主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

参数 \ 屏蔽体	右侧面板
设计厚度	4mm 钢板+9mm 铅板+1.2mm 钢板
I (mA)	0.16

$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1})$		1.2228×10^6
B		2.58×10^{-9}
R (m)		1.232
参考点处剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}$ 估算值	3.32×10^{-4}
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5
	评价结果	满足

注：①本项目工业 CT 最大管功率为 25W，最大管电压下的最大管电流保守取 0.16mA；

②保守不考虑钢板的防护效果；

③本项目 X 射线管最大管电压为 160kV，滤过条件为 2mm 铝，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.1，用内插法求得 160kV 管电压，滤过材料为 2mm 铝的输出量为： $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的辐射剂量率约为 $1.2228\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

④B 参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，用内插法求得 160kV 管电压下铅的 TVL 值：1.048mm，再计算得出屏蔽材料为 9mm 铅的条件下，B 值为 2.58×10^{-9} ；

⑤ $R_{\text{右侧面板}}=X$ 射线管距右侧面板最小距离 0.932m+参考点 0.300m=1.232m。

（2）检测铅房其他各面辐射剂量率计算

正常开机检测时，本项目工业 CT 的 X 射线管距检测铅房前侧面板的最小距离为 0.322m、距后侧面板最小距离为 0.638m、距左侧面板最小距离为 0.742m、距顶部面板最小距离为 0.352m、距底部地板最小距离为 0.471m（对照图 9-2）。计算时，均保守取 X 射线管距检测铅房各侧面板最小距离来评价本项目工业 CT 运行时的辐射影响。

将相关参数代入公式（2）、（3）、（4），可保守估算出当工业 CT 以最大管电压 160kV，最大管电流 0.16mA 运行时，检测铅房前侧、后侧、左侧，顶部、底部及工件门外 30cm 处参考点的辐射剂量率，计算结果见表 11-2。

表 11-2 检测铅房其他各面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体 参数		前侧面板/工 件门	后侧面板	左侧面板	顶部面板	底部面板
泄 漏 辐 射	设计厚度/材料	4mm 钢板 +6mm 铅板 +1.2mm 钢板	4mm 钢板 +6mm 铅板 +1.2mm 钢板	4mm 钢板 +6mm 铅板 +1.2mm 钢板	2mm 钢板 +6mm 铅板 +2mm 钢板	6mm 钢板 +6mm 铅板 +6mm 钢板
	TVL (mm)	1.048				
	B	1.88×10^{-6}				
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$	2500				
	R (m)	0.622	0.938	1.042	0.652	0.771

	参考点处泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值($\mu\text{Sv/h}$)	0.012	0.005	0.004	0.011	0.008
散射辐射	TVL (mm)	0.96				
	B	5.62×10^{-7}				
	I (mA)	0.16				
	$H_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$	1.2228×10^6				
	R_s (m)	0.622	0.938	1.378	0.652	0.771
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	1/60				
	参考点处散射辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值($\mu\text{Sv/h}$)	0.005	0.002	9.65×10^{-4}	0.004	0.003
参考点处复合辐射剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	$\dot{H}$ 估算值	0.017	0.007	0.005	0.015	0.011
	$\dot{H}_c$ 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保守不考虑钢板的防护效果；

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，用内插法求得 160kV 管电压对应铅的 TVL 值：1.048mm；再根据表 2，初始射线能量为 160kV，经 90° 散射后以 150kV 计，再根据表 B.2，150kV 射线对应铅的 TVL 值取：0.96mm；

③ $\dot{H}_0$ 的值根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中的表 1 得出；

④ $R_{\text{前侧面板}} = R_s_{\text{前侧面板}} = X$ 射线管距前侧面板最小距离 0.322m+参考点 0.300m=0.622m；

⑤ $R_{\text{后侧面板}} = R_s_{\text{后侧面板}} = X$ 射线管距后侧面板最小距离 0.638m+参考点 0.300m=0.938m；

⑥ $R_{\text{左侧面板}} = X$ 射线管距左侧面板最小距离 0.742m+参考点 0.300m=1.042m；

⑦ $R_{\text{右侧面板}} = X$ 射线管距右侧面板最小距离 1.078m+参考点 0.300m=1.378m；

⑧ $R_{\text{顶部面板}} = R_s_{\text{顶部面板}} = X$ 射线管距顶部面板最小距离 0.352m+参考点 0.300m=0.652m；

⑨ $R_{\text{底部面板}} = R_s_{\text{底部面板}} = X$ 射线管距底部地板最小距离 0.471m+参考点 0.300m=0.771m；

⑩ $R_0^2/F \cdot \alpha$ 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 11-1 及表 11-2 中预测结果可知，本项目工业 CT 以最大管电压 160kV，最大管电流 0.16mA 运行时，检测铅房四周屏蔽体、顶部外 30cm 处，以及底部地板处的最大辐射剂量率为 0.017 $\mu\text{Sv/h}$ ，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) 天空、地面反散射辐射影响分析

本项目工业 CT 产生的辐射通过顶部面板泄漏，再经过天空中大气的反散射，返回至检测铅房周围的地面附近，形成附加的辐射场，这种现象称为天空反散射。天空反散射是由于顶部屏蔽不足，光子被空气反散射下来造成的，由表 11-2 估算结果可知，本项目检测铅房顶部 30cm 处的辐射剂量率为 0.015 $\mu\text{Sv/h}$ 、底部地板处的辐射剂量

率为 0.011μSv/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 2.5μSv/h”的要求。根据参考点剂量率与距离的平方成反比的规律，可以推断顶部 2m 处的辐射剂量率约为 0.001μSv/h，由此散射到地面关注点的剂量很小，产生的天空反散射影响很小；地板处的辐射剂量率为 0.011μSv/h，由此经过地板散射产生的地面反散射影响也很小。

（4）防护门搭接缝隙屏蔽效果分析

检测铅房的前侧面板为一整扇对开工件门，工件门均匀搭接在门洞上，防护门与四周搭接长度均不小于 50mm，检测铅房在设计安装时，防护门与门洞之间的缝隙小于 5mm，可以保证防护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，不会破坏检测铅房的屏蔽效果。

（5）电缆孔、通风口处防护罩屏蔽效果分析

本项目在检测铅房底部面板设置电缆孔防护罩，在顶部面板设置通风口防护罩，孔洞直径约为 60mm，并在电缆孔、通风口处设置 6mm 铅板结构防护罩进行屏蔽，孔洞均避开了主射线方向，并可保证射线至少经过 3 次散射才能到达检测铅房外。由此可以推断，本项目检测铅房设置的电缆孔/通风口不会破坏检测铅房的整体屏蔽效果。

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：

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

上式中：H—年剂量，μSv/年；

$\dot{H}$ —参考点处剂量率，μSv/h；

U—使用因子；

T—居留因子；

t—年照射时间，(h/年)。

根据公式 11-1~11-4，参考点剂量率与距离的平方成反比，可计算出各场所人员所受辐射剂量率，再根据公式（11-5），可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的周剂量当量及年有效剂量，具体计算参数及计算结果见表 11-3~表 11-5。

表 11-3 本项目所致工业 CT 周围辐射工作人员和周围公众辐射剂量率估算一览表

保护目标	预测点位	性质	最近距离 (m)	辐射剂量率 (μSv/h)
本项目辐射工作人员	▲1	辐射工作人员	0.3	0.017
中庭流动人员	▲2	公众	1.8	0.001

1 号楼 B 座工作人员	▲3		19.2	1.87×10^{-5}
楼梯间流动人员	▲4		5.5	1.94×10^{-4}
1 号楼 C 座工作人员	▲5		14.1	3.16×10^{-5}
园区内道路流动人员	▲6		3.5	3.77×10^{-4}
实验室 2 工作人员	▲7		0.7	3.44×10^{-3}
园区内道路流动人员	▲8		10.1	5.34×10^{-5}
5 号楼工作人员	▲9		27.2	7.95×10^{-6}
负 1 层无震区 B 流动人员	▲10		4	3.27×10^{-4}
2 层休闲交流区流动人员	▲11		4	3.37×10^{-4}

注：表中距离为预测点到工业 CT 外表面的距离，预测值考虑衰减时应加上源点到工业 CT 外表面的距离。

表 11-4 本项目所致工业 CT 周围辐射工作人员和周围公众周剂量估算一览表

保护目标	预测点位	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	使用因子	居留因子	周工作时间 (h)	周有效剂量 μSv	周受照剂量 限值 μSv
本项目辐射工作人员	▲1	0.017	1	1	1.25	0.021	100
中庭流动人员	▲2	0.001	1	1/16		7.81×10^{-5}	5
1 号楼 B 座工作人员	▲3	1.87×10^{-5}	1	1		2.34×10^{-5}	5
楼梯间流动人员	▲4	1.94×10^{-4}	1	1/16		1.52×10^{-5}	5
1 号楼 C 座工作人员	▲5	3.16×10^{-5}	1	1		3.95×10^{-5}	5
园区内道路流动人员	▲6	3.77×10^{-4}	1	1/16		2.95×10^{-5}	5
实验室 2 工作人员	▲7	3.44×10^{-3}	1	1		0.004	5
园区内道路流动人员	▲8	5.34×10^{-5}	1	1/16		4.17×10^{-6}	5
5 号楼工作人员	▲9	7.95×10^{-6}	1	1		9.94×10^{-6}	5
负 1 层无震区 B 流动人员	▲10	3.27×10^{-4}	1	1/16		2.55×10^{-5}	5
2 层休闲交流区流动人员	▲11	3.37×10^{-4}	1	1/4		1.05×10^{-4}	5

注：使用因子均保守取 1。

表 11-5 本项目所致工业 CT 周围辐射工作人员和周围公众年剂量估算一览表

保护目标	预测点位	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	使用因子	居留因子	年工作时间 (h)	年有效剂量 mSv	年照剂量 限值 mSv
本项目辐射工作人员	▲1	0.017	1	1	62.5	0.001	5
中庭流动人员	▲2	0.001	1	1/16		3.91×10^{-6}	0.1
1 号楼 B 座工作人员	▲3	1.87×10^{-5}	1	1		1.17×10^{-6}	0.1
楼梯间流动人员	▲4	1.94×10^{-4}	1	1/16		7.58×10^{-7}	0.1
1 号楼 C 座工作人员	▲5	3.16×10^{-5}	1	1		1.98×10^{-6}	0.1
园区内道路流动人员	▲6	3.77×10^{-4}	1	1/16		1.47×10^{-6}	0.1
实验室 2 工作人员	▲7	3.44×10^{-3}	1	1		2.15×10^{-4}	0.1
园区内道路流动人员	▲8	5.34×10^{-5}	1	1/16		2.09×10^{-7}	0.1
5 号楼工作人员	▲9	7.95×10^{-6}	1	1		4.97×10^{-7}	0.1

负1层无震区B流动人员	▲10	3.27×10^{-4}	1	1/16		1.28×10^{-6}	0.1
2层休闲交流区流动人员	▲11	3.37×10^{-4}	1	1/4		5.27×10^{-6}	0.1

注：使用因子均保守取 1。

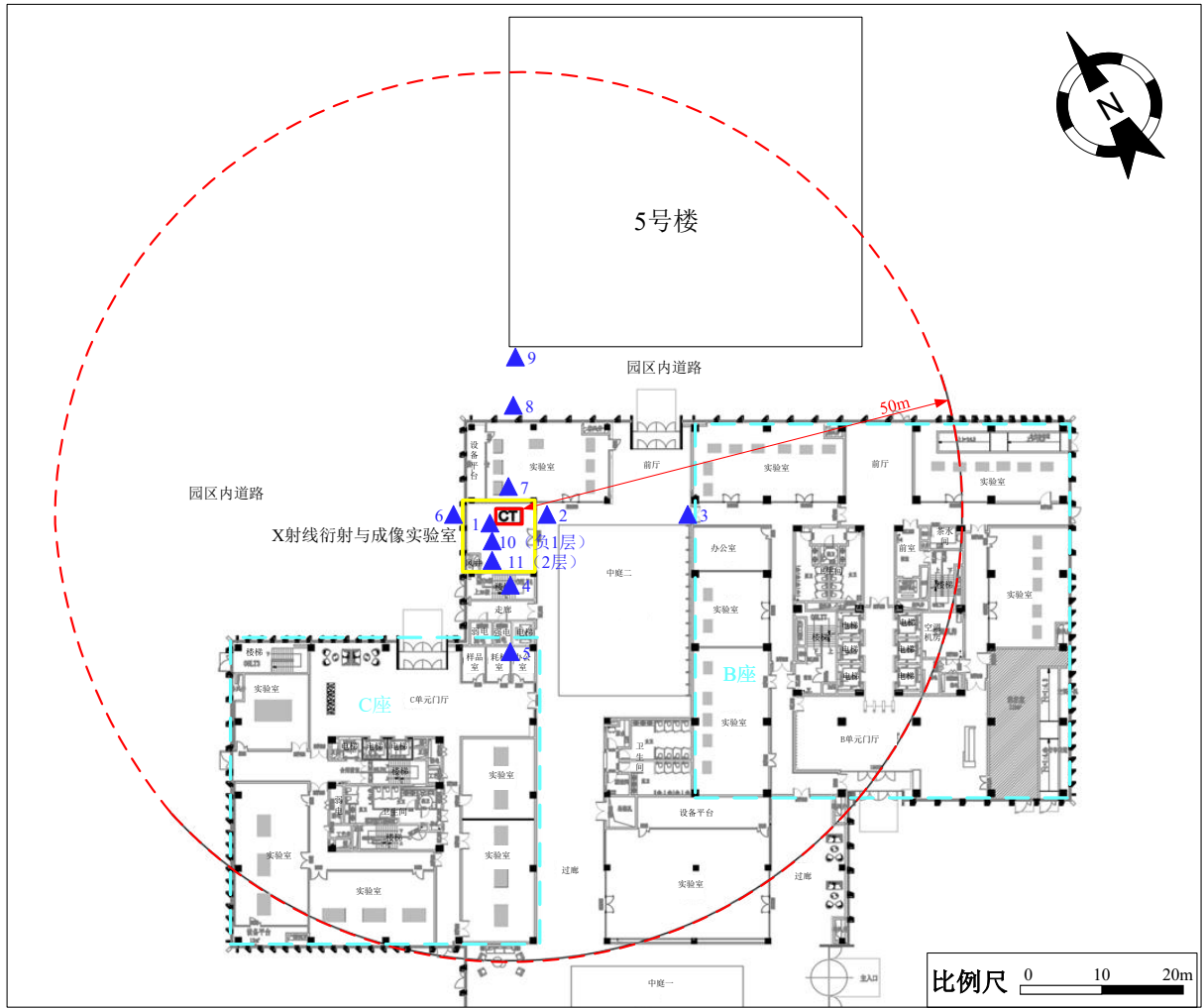


图 11-3 本项目周围预测点位示意图

根据表 11-4~11-5 估算结果可知，本项目所致辐射工作人员周剂量当量最大约 0.021μSv，年有效剂量最大约 0.001mSv；所致周围公众周剂量当量最大约 0.004μSv，年有效剂量最大约 2.15×10⁻⁴mSv。均能够满足《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（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）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

三、通风措施评价

本项目新建的 xradia 620 versa 型工业 CT 在铅房顶部安装有通风装置，通风量为 138CFM，约 234.6m³/h，检测铅房体积约为 1.48m³，可使铅房内每小时通风约 158

次，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，同时，排出铅房的气体通过 X 射线衍射与成像实验室内新风系统排出室外，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。

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 工件门未能完全关闭，仍能开启 X 射线对工件进行检测，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）由于安全联锁装置失灵，打开防护门，X 射线未能停止出束，导致工作人员受照。

（3）机器调试、检修时误照。工业 CT 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。

（4）设备检修时，没有采取可靠的断电措施，意外开机致使检修人员意外受照。

2、辐射事故预防措施

（1）严格要求辐射工作人员按照操作规程进行检测作业，每次检测前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性；

（2）定期检测铅房周围的辐射水平，确保工作安全有效运转；

（3）公司拟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；

（4）定期检查工业 CT 及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

当发生误照射时，应该立即切断电源，确保 X 射线机停止出束，并向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入。对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

集萃新材料研发有限公司拟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 本项目新建的1台xradia 620 versa型工业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》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。从事辐射工作的人员及辐射安全管理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。 集萃新材料研发有限公司拟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。公司拟为本项目配备1名辐射安全管理人员及2名辐射工作人员，新增辐射工作人员应通过生态环境部培训平台上的线上考核，管理人员考核类型为“辐射安全管理”，辐射工作人员考核类型为“X射线探伤”。各工作人员线上考核证书到期后应当重新参加生态环境部培训平台上的线上考核，考核通过后方可重新上岗。
辐射安全管理规章制度 集萃新材料研发有限公司拟根据《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。公司拟制定的辐射安全管理规章制度应具有一定的针对性和可操作性，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。 公司将制定如下管理制度： 辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况制定了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 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，确保工业 CT、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

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

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。

个人剂量监测方案：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，公司明确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：购置环境辐射巡测仪等监测设备，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。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用射线装置的单位应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，将年度评估报告电子版（包含附件）上传至全国核技术利用辐射安全管理系统。

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，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，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。

监测异常报告制度：明确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。

设备上新制度：购买辐射设备前，先确认销售方有销售辐射设备的资质，确保设备来源合法，履行相应的环保手续后，设备方可进场，确保设备使用合规。

设备退役制度：工业 CT 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，并清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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。此外，对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于实验室四周的醒目处。

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，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 台固定式剂量报警仪、1 台便携式辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，配备后将能够满足辐射监测仪器配置要求。

2、监测方案

集萃新材料研发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 1~2 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；

（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）定期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，并记录档案。

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	监测时间	监测周期	监测点位
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设备铅房门外 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设备铅房壳体墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 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	1 次/月	

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	/
本项目落实上述监测方案后，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。 为加强工业 CT 在无损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，集萃新材料研发有限公司拟制定事故应急预案，应急预案内容应包括： （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。 公司应明确辐射事故应急领导小组的组织机构、组成人员及职责；应明确应急人员培训内容及培训周期等；应明确辐射应急救援响应措施；应明确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；应该明确应急演练制度。 公司应在今后的日常工作中加强管理，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 因生产需要，集萃新材料研发有限公司拟新建 1 台 xradia 620 versa 型工业 CT，安置于长三角国际研发社区启动区 1 号楼 1 层的 X 射线衍射与成像实验室内，用于对公司研发的各类铝合金材料进行无损检测，该装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.16mA，属于Ⅱ类射线装置。 2、实践正当性评价 本项目的建设和运行满足了企业的生产需求，提高了产品的质量，在做好辐射防护的基础上，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 集萃新材料研发有限公司 X 射线衍射与成像实验室位于长三角国际研发社区启动区 1 号楼 1 层西北部，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。 本项目工业 CT 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。本项目布局满足《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。 公司拟将工业 CT 检测铅房作为本项目控制区，实验室内的其他区域设置为监督区。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》（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。 4、辐射防护措施评价 本项目新建的 1 台 xradia 620 versa 型工业 CT 采用铅房对 X 射线进行屏蔽，铅房外尺寸为 1875mm（长）×960mm（宽）×823mm（高），工件门为整个前侧面板，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 4mm 钢板+9mm 铅板+1.2mm 钢板；铅房前侧面板、后侧面板、左侧面板均为 4mm 钢板+6mm 铅板+1.2mm 钢板（工件门为整个前侧面板）；顶部面板为 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢
--

板；底部面板为 6mm 钢板+6mm 铅板+6mm 钢板；电缆孔及通风口处设置 6mm 铅板结构防护罩。

根据估算结果，本项目新建的 1 台 xradia 620 versa 型工业 CT 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）的要求。

5、辐射安全措施评价

本项目将在工业 CT 设置如下辐射安全措施：

- （1）监督区设置实体隔断并设置门锁。
- （2）操作台上设置钥匙开关。
- （3）检测铅房顶部安装工作状态指示灯。
- （4）检测铅房的工件门设置行程开关。
- （5）检测铅房外表面及实验室醒目位置设置电离辐射警告标志及警示说明。
- （6）工件门下方及操作台处安装有急停按钮。
- （7）操作台处设置禁止非授权使用的警示标识。
- （8）操作台处设置固定式剂量报警装置。
- （9）X 射线衍射与成像实验室钥匙由专人保管。

本项目采取的辐射安全措施满足本项目辐射安全的需要。

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）和本项目剂量约束值（职业人员周剂量当量不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、年有效剂量不超过 5mSv ，公众周剂量当量不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、年有效剂量不超过 0.1mSv ）的要求。

7、辐射防护监测仪器

公司将为本项目配备 1 台固定式剂量报警仪、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。

8、臭氧环境影响分析

本项目新建的 xradia 620 versa 型工业 CT 在铅房右侧安装有通风装置，通风量为 138CFM，约 $234.6\text{m}^3/\text{h}$ ，检测铅房体积约为 1.48m^3 ，可使铅房内每小时通风约 158 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，对周围环境空

气质量影响较小。

9、辐射安全管理评价

集萃新材料研发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的管理职责。公司拟为本项目配备 1 名辐射安全管理人员及 2 名辐射工作人员，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补充和完善各项管理制度，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。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，集萃新材料研发有限公司新建 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）公司应定期或不定期针对工业 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。

（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）企业应定期对工业 CT 所在场所及周围剂量率进行监测，重点关注设备四周、工件门处的剂量率水平。

（4）企业应认真保管好工业 CT 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）项目建成后企业应及时申领辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

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： 本项目新建的1台xradia 620 versa型工业CT采用铅房对X射线进行屏蔽，铅房外尺寸为1875mm（长）×960mm（宽）×823mm（高），工件门为整个前侧面板，X射线主射线方向固定为从左侧朝向右，铅房右侧面板（主射面）为4mm钢板+9mm铅板+1.2mm钢板；铅房前侧面板、后侧面板、左侧面板均为4mm钢板+6mm铅板+1.2mm钢板（工件门为整个前侧面板）；顶部面板为2mm钢板+6mm铅板+2mm钢板；底部面板为6mm钢板+6mm铅板+6mm钢板；电缆孔及通风口处设置6mm铅板结构防护罩。	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）和本项目剂量约束值要求（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）。	41.0
	安全措施： （1）监督区设置实体隔断并设置门锁。 （2）操作台上设置钥匙开关。 （3）检测铅房顶部安装工作状态指示灯。 （4）检测铅房的工件门设置行程开关。 （5）检测铅房外表面及实验室醒目位置设置电离辐射警告标志及警示说明。 （6）工件门下方及操作台处安装有急停按钮。 （7）操作台处设置禁止非授权使用的警示标识。 （8）操作台处设置固定式剂量报警装置。 （9）X射线衍射与成像实验室钥匙由专人保管。	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要求。	
	通风措施： 本项目新建的 xradia 620 versa 型工业 CT 在铅房右侧安装有通风装置，通风量为 138CFM，约 234.6m³/h，检测铅房体积约为 1.48m³，可使铅房内每小时通风约 158 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，臭氧常温下	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。	

	50min 内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。		
人 员 配 备	公司拟为本项目配备 1 名辐射安全管理人员及 2 名辐射工作人员，公司辐射工作人员均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。	1.0
	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的管理要求。	0.5
	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》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测的管理要求。	0.5
监 测 仪 器 和 防 护 用 品	拟配备 1 台辐射巡测仪。	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。	2.0
	拟配备 1 台固定式剂量报警仪。		
	拟配备 2 台个人剂量报警仪。		
辐 射 安 全 管 理 制 度	拟制定操作规程、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，在以后的工作中不断补充完善。	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

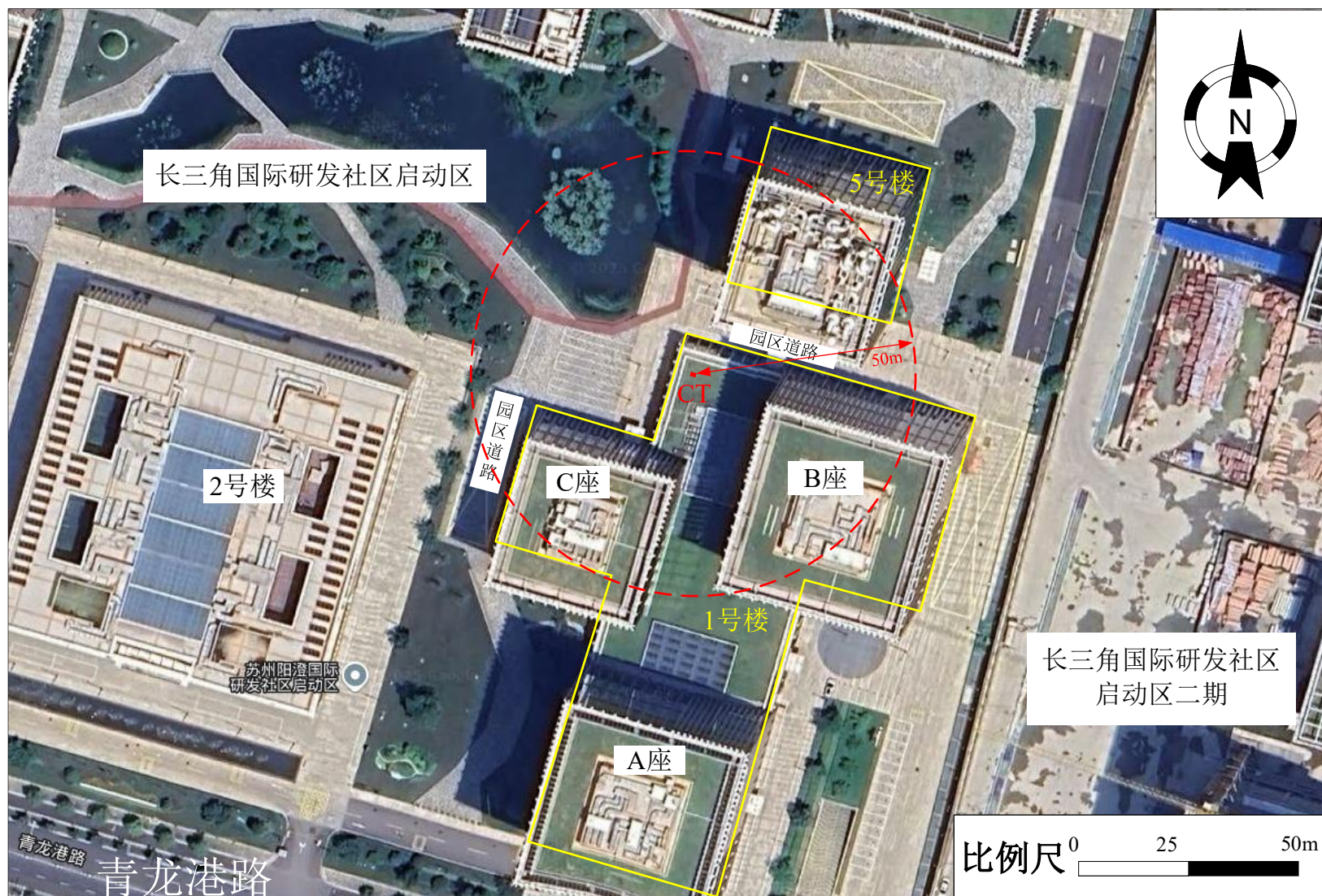
表 14 审批

下一级环保部门预审意见	
公 章	
年 月 日	经办人

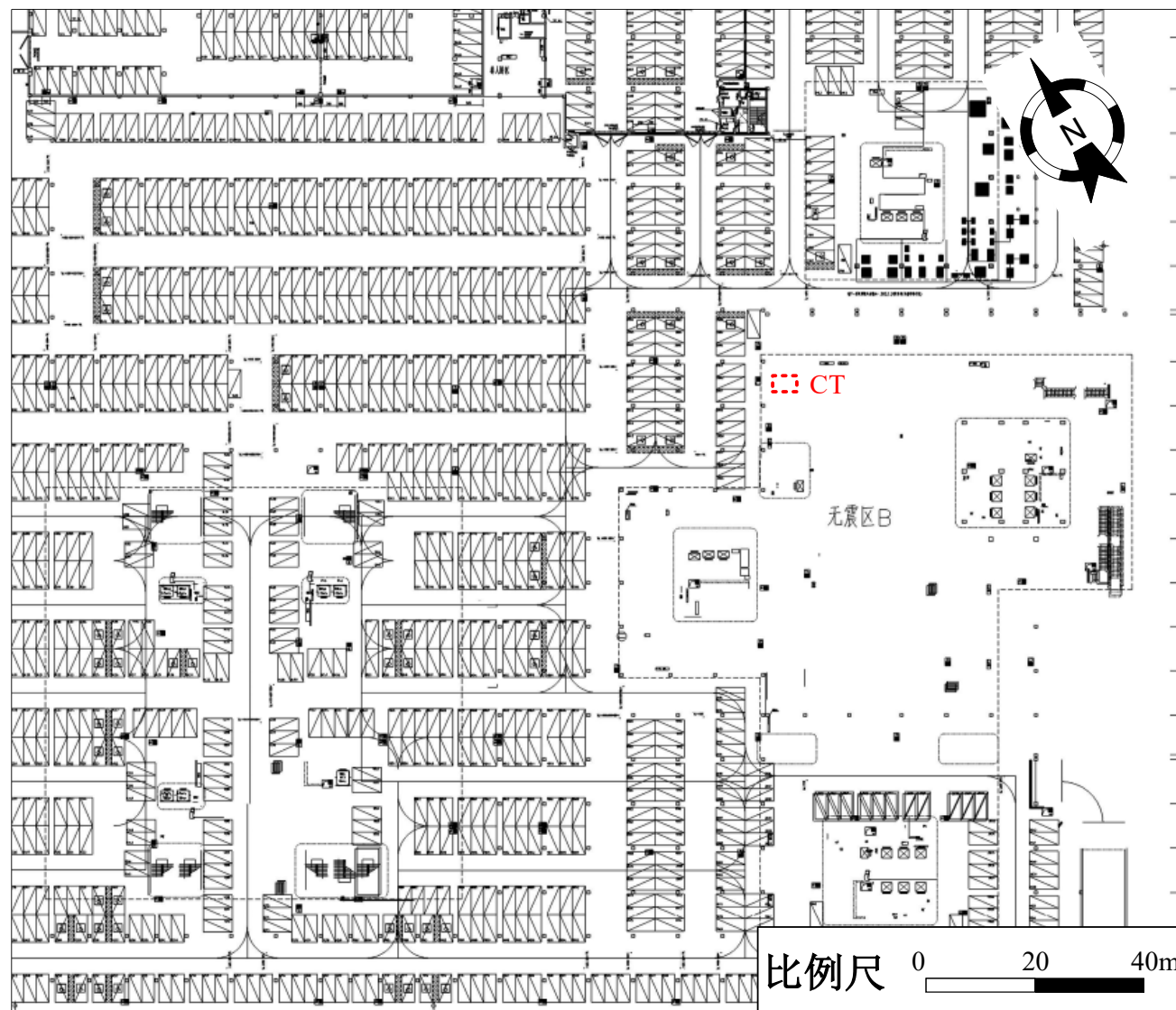
审批意见	
公 章	
年 月 日	经办人



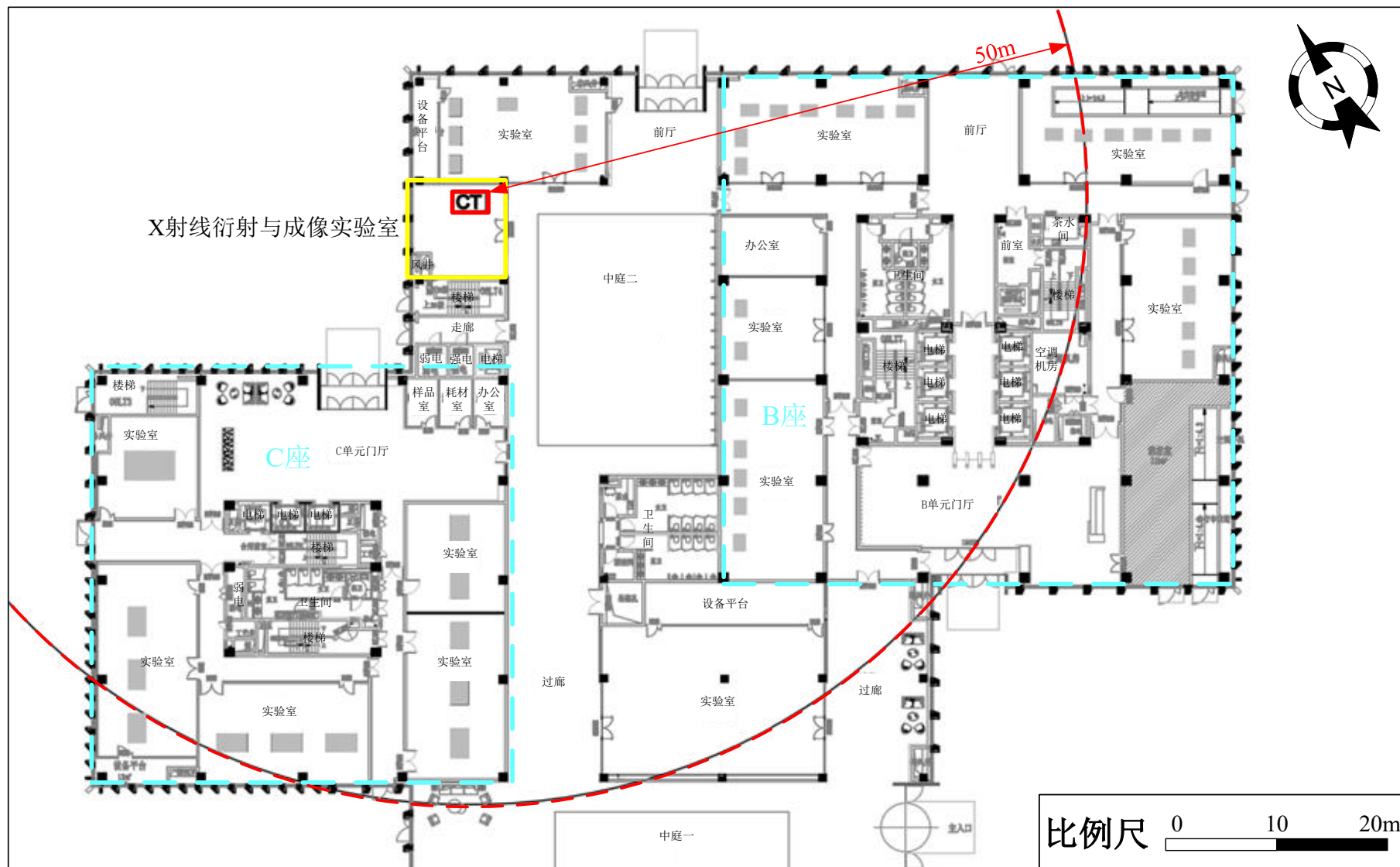
附图 1 集萃新材料研发有限公司地理位置示意图



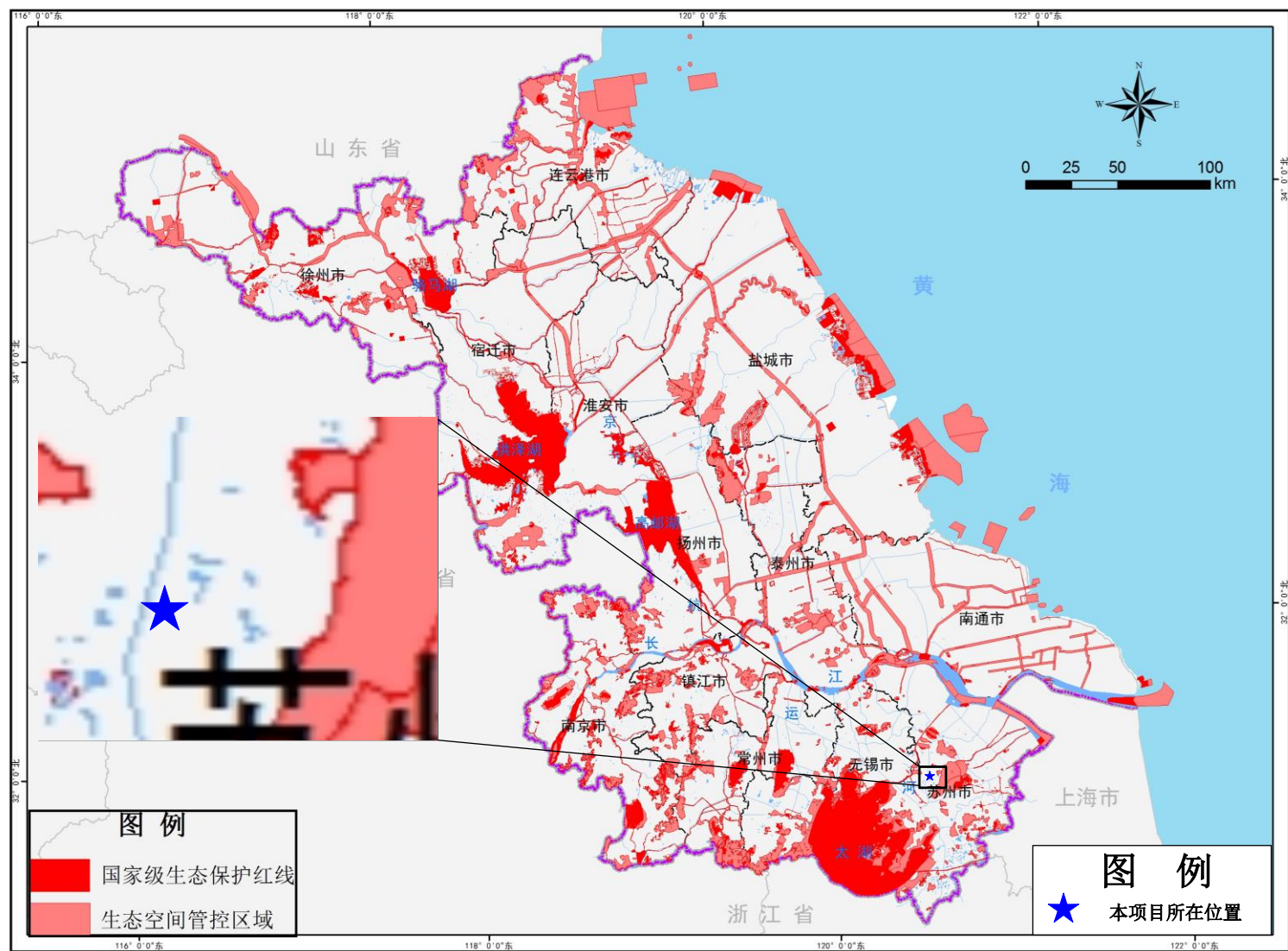
附图 2 集萃新材料研发有限公司厂区平面及周边概况图



附图 3-1 1号楼负1层平面布局图



附图 3-2 1号楼 1层平面布局图



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