

核技术利用建设项目

西门子数控（南京）有限公司
新增一台工业 CT 检测装置项目
环境影响报告表

（公示版）

西门子数控（南京）有限公司

2023 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

西门子数控（南京）有限公司 新增一台工业 CT 检测装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：西门子数控（南京）有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：



通讯地址：南京市溧水经济开发区润淮大道 18 号

邮政编码：211200

联系人：郑峰

电子邮箱：zheng.feng@siemens.com 联系电话：18795928816

Power of Attorney 授权书

I, the undersigned, in the capacity of the Legal Representative of Siemens Numerical Control Ltd., Nanjing ("Company"), hereby appoint:

本人，下述署名者，谨以西门子数控（南京）有限公司（简称“公司”）法定代表人的身份，代表公司正式授权在下面签字的：

Mr. Zhou Yu Rong / 周郁荣 先生
General Manager of Company
公司总经理

Mr. Juergen Braun/ 博朗 先生
Commercial Manager of Company
公司商务经理

(collectively as "Attorneys")
(统一称作“被授权人”)

whose signatures appear below to be true and lawful attorneys, and authorize the said Attorneys to jointly act in the name and on behalf of the Company by means of discussions, negotiations, representations, signing on bidding documents, contracts and agreements or other acts as may be deemed necessary, in connection with the business operation of the Company.

为公司真实合法代理人，就本公司业务活动，共同以公司名义进行磋商、谈判、发布声明、标书文件签字、合同和协议的签字以及进行其它必要的行为。

Documents in relation to business operation can be valid only upon joint signatures of the two Attorneys. 与业务有关之文件应由上述被授权人共同签署方可生效。

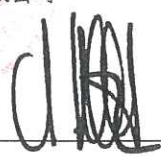
The Attorneys may delegate their power of attorney for a temporary period of time or for a specific project related purpose as follows: Mr. Zhou Yu Rong may delegate his power of attorney to Mr. Marc Schwerdtner and Mr. Juergen Braun may delegate his power of attorney to Mr. Hu Kun.

被授权人可在某段时期或为某一具体事项按照下述方式再转授权他人：周郁荣先生可授权 Marc Schwerdtner 先生，博朗先生可授权 胡坤先生。

This power of attorney shall be valid from Oct. 1st, 2022 until Sep. 30th, 2023 and shall replace the previous power of attorney executed by Mr. Achim Peltz on Sep. 30th, 2021.

本授权书于二零二二年十月一日生效直至二零二三年九月三十日，并将取代 Achim Peltz 先生于二零二一年九月三十日所签署的前一份授权书。

Siemens Numerical Control Ltd., Nanjing
西门子数控（南京）有限公司

Signature of Principal: 

委托人签字

Mr. Achim Peltz, Legal Representative
Achim Peltz 先生，法定代表人

Unrestricted

编制单位和编制人员情况表

项目编号	a49ky9		
建设项目名称	西门子数控（南京）有限公司新增一台工业CT检测装置项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	西门子数控（南京）有限公司		
统一社会信用代码	91320115608956676P		
法定代表人（签章）	PELTZ ACHIM		
主要负责人（签字）	周郁荣		
直接负责的主管人员（签字）	郑峰		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	南京瑞森辐射技术有限公司		
统一社会信用代码	91320106694645355K		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
陈朝晖	2014035320352013321405000117	BH019830	陈朝晖
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
郭文政	表1 项目基本情况 表2 放射源 表3 非密封放射性物质 表4 射线装置 表5 废弃物 表6 评价依据 表7 保护目标与评价标准 表8 环境质量与辐射现状	BH051806	郭文政
陈朝晖	表9 项目工程分析与源项 表10 辐射安全与防护 表11 环境影响分析 表12 辐射安全管理 表13 结论与建议	BH019830	陈朝晖

环评项目负责人职业资格证书



HP00014263

姓名: 陈朝晖

Full Name

性别:

Sex

出生年月:

Date of Birth

专业类别:

Professional Type

批准日期:

Approval Date

持证人签名:

Signature of the Bearer

2014035320352013321405000117

文件号:
File No.

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2014 年 09 月 04 日

Issued on

江苏省社会保险权益记录单 (参保单位)

参保单位全称: 南京瑞森辐射技术有限公司

现参保地:

统一社会信用代码: 91320106694645355K

查询时间: 202212-202305

共1页, 第1页

单位参保险种		养老保险		工伤保险		失业保险	
缴费总人数		34		34		34	
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)		缴费起止年月		缴费月数	
1	郭文政			202212 - 202305		6	
2	陈朝晖			202212 - 202305		6	

说明:

1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息, 单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章, 请勿加盖鲜章。
4. 本权益单记录单出具后有效期为(6个月), 如需核对真伪, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证(可多次验证)。



目 录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 5 -
表 3 非密封放射性物质	- 5 -
表 4 射线装置	- 6 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 7 -
表 6 评价依据	- 8 -
表 7 保护目标与评价标准	- 11 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 16 -
表 9 项目工程分析与源项	- 20 -
表 10 辐射安全与防护	- 24 -
表 11 环境影响分析	- 29 -
表 12 辐射安全管理	- 38 -
表 13 结论与建议	- 43 -
表 14 审批	- 49 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		西门子数控（南京）有限公司新增一台工业 CT 检测装置项目					
建设单位		西门子数控（南京）有限公司 (统一社会信用代码：91320115608956676P)					
法人代表姓名		PELTZ ACHIM	联系人	郑峰	联系电话	18795928816	
注册地址		南京市溧水经济开发区润淮大道 18 号					
项目建设地点		南京市溧水经济开发区润淮大道 18 号厂区 EF 电子车间 SMT 单元					
立项审批部门		南京市溧水区行政审批局		批准文号	溧审批投备[2023]45 号		
建设项目总投资 (万元)		240	项目环保总投资 (万元)		20	投资比例（环 保投资/总投 资）	8.3%
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 西门子数控（南京）有限公司为中外合资公司，成立时间为 1996 年，位于南京市溧水区经济开发区润淮大道 18 号。公司主要经营范围：开发、设计、生产机床数控系统、交流伺服驱动系统、电气传动系统、伺服电机、齿轮电机及工厂自动化产品；销售自产产品和相关西门子产品的维修、技术咨询、售后服务等。						

为了更好的服务客户，加强产品检测力度，西门子数控（南京）有限公司拟在公司厂区 EF 电子车间内 SMT 单元配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：VT-X750 型，最大管电压为 130kV，最大管电流 0.3mA，设备拟安装位置见附图 2、附图 3），为 II 类射线装置，该 X 射线自动检查装置以 130kV X 射线管为射线源，本项目工业 CT 检测装置产品说明书见附件 6。

西门子数控（南京）有限公司已为《新增一台工业 CT 检测装置项目》进行立项备案，并于 2023 年 2 月 8 日获得南京市溧水区行政审批局核准的投资备案证，项目代码为：2302-320117-89-03-736992，详见附件 5。

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，西门子数控（南京）有限公司新增一台工业 CT 检测装置项目需进行环境影响评价。受西门子数控（南京）有限公司的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位新增一台工业 CT 检测装置项目的环境影响评价工作。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），本项目为新增一台工业 CT 检测装置项目，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。我公司通过资料调研、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。该公司新增一台工业 CT 检测装置项目情况见下表：

表 1-1 西门子数控（南京）有限公司新增一台工业 CT 检测装置项目情况一览表

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	工业 CT 检测装置 (VT-X750 型)	1	130	0.3	II 类	EF 电子车间 SMT 单元	使用	本次环评	/

二、项目选址情况

西门子数控（南京）有限公司位于南京市溧水区经济开发区润淮大道 18 号，东侧隔沂湖路为南京睿实消防安全设备有限公司和南京华创，南侧隔润淮大道为闲置用地，西侧为京东智能产业园在建项目公司，北侧为闲置用地和幸福路，本项目地理位置示意图见附图 1。

本次新增一台工业 CT 检测装置位于 EF 电子车间，为地上一层建筑，EF 电子车间东侧为厂区道路和厂区边界，EF 电子车间南侧为厂区道路及办公楼，EF 电子车间西侧为厂区绿化及生产车间，EF 电子车间北侧隔厂区道路为成品仓库及卡车停车场。公司现有两台Ⅲ类射线装置分别位于本项目西北侧的生产车间及成品仓库内。西门子数控（南京）有限公司周围环境示意图见附图 2。

本项目 EF 电子车间内划分为四个单元区域（CU 单元、SMT 单元、AD 单元及 SD 单元）。本项目工业 CT 检测装置安置在 SMT 单元，其中 SMT 单元东侧为隔车间通道为 SD 单元和 AD 单元区域，南侧为通道及 CU 单元区域，西侧为通道及 EF 办公区域，北侧为通道及 EF 电子车间墙体边界。公司 EF 电子车间平面布置示意图见附图 3。

本次新增一台工业 CT 检测装置项目周围 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、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。

四、“三线一单”相符性分析

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。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；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目与南京市生态空间保护区域位置关系图见附图 4。

五、原有核技术利用项目履行环保手续情况

西门子数控（南京）有限公司已于 2022 年 1 月 5 日取得辐射安全许可证（见附件 3），种类和使用范围：使用Ⅲ类射线装置，有效期至 2027 年 1 月 4 日。公司现有核技术利用项目见表 1-2。

表 1-2 西门子数控（南京）有限公司现有核技术利用情况一览表

射线装置

序号	射线装置 名称型号	数量	射线装 置类别	工作场所名称	活动 种类	环保手续 履行情况	备注
1	电子元器件镀层膜厚检测仪 (FISCHERSCOPE 型)	1	III类	成品仓库	使用	已许可、 监测	/
2	电子元器件内部结构检测装置 (DAGE XD7600NT 型)	1	III类	生产车间	使用	已许可、 监测	/

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 CT 检测装置	II 类	1	VT-X750 型	130	0.3	检测	电子车间 SMT 单元	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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》，生态环境部部令 第9号，2019年11月1日起施行； （16）《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，2018年6月9日发布； （17）《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，2020年1月8日发布； （18）《江苏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》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日发布； （19）《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，江苏省生态环境厅办公室，2021年5月31日印发。
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。
其他	附图： （1）西门子数控（南京）有限公司新增一台工业 CT 检测装置项目地理位置示意图； （2）西门子数控（南京）有限公司周围环境示意图； （3）西门子数控（南京）有限公司 EF 电子车间平面布置及周围环境示意图； （4）本项目与南京市生态空间保护区域位置关系示意图。

	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）原有核技术利用项目基本情况一览表； （5）本项目投资备案证； （6）本项目工业 CT 检测装置技术参数声明； （7）辐射安全管理机构及制度； （8）本项目辐射环境现状监测报告； （9）监测单位检验监测机构资质认定证书。
--	---

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一台工业 CT 检测装置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

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》(苏政发〔2018〕74 号)、《江苏省生态空间管控区域规划》(苏政发〔2020〕1 号), 本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》(苏政发〔2020〕49 号), 本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目拟建址评价范围内不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。本项目与南京市生态空间保护区域位置关系图见附图 4。

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

编号	保护目标名称	方位及周围情况		距离	人口规模
1	辐射工作人员	西侧	工业 CT 检测装置操作台	/	2 人
2	其他工作人员	东侧	SMT 单元、通道及 AD 单元	5~50m	约 15 人
3		南侧	车间内通道及 CU 单元	5~50m	约 15 人
4		西侧	SMT 单元、通道及 EF 车间办公区域	5~50m	约 5 人
5		北侧	SMT 单元、通道、厂区绿化及生产车间	5~50m	约 5 人

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。
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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 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。

6.1.8 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）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

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）确定本项目的管理目标，本项目剂量约束值为：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv；职业人员周有效剂量不超过 100μSv，公众周有效剂量不超过 5μSv。工业 CT 检测装置屏蔽体外 30cm 处及装置底部下方剂量率目标控制值为 2.5μSv/h，由于工业 CT 检测装置高度约为 1.6m，故本项目对不需要人员到达的检测装置屏蔽顶部外 30cm 处剂量率目标控制值保守取 2.5μSv/h。

4、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
评价时参考范围取标准差 $\pm 3s$			
（均值 $\pm 3s$ ）*	50.4 ± 21.0	47.1 ± 36.9	89.2 ± 42.0

注：*：评价时采用“均值 $\pm 3s$ ”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

西门子数控（南京）有限公司位于南京市溧水区经济开发区润淮大道 18 号，本次新增一台工业 CT 检测装置放置在公司厂区内 EF 电子车间 SMT 单元。

本次新增一台工业 CT 检测装置项目周围 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 8-7。



图 8-1 本项目拟建址（SMT 单元）



图 8-2 拟建址东北侧（SD 单元）



图 8-3 拟建址东南侧（车间内通道）



图 8-4 拟建址西南侧（车间内通道）



图 8-5 拟建址西北侧（SMT 单元内通道）

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，于本次新增一台工业 CT 检测装置项目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 8-6。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

检测仪器：6150AD6/H+6150AD-b/H 型 X- γ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-126，检定有效期：2022 年 11 月 14 日~2023 年 11 月 13 日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2022-0109288）

能量范围：20keV~7MeV

测量范围：1nSv/h~99.9 μ Sv/h

监测日期：2023 年 2 月 8 日

天气：小雨

温度：5°C

湿度：81%RH

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件 9），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》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。

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。

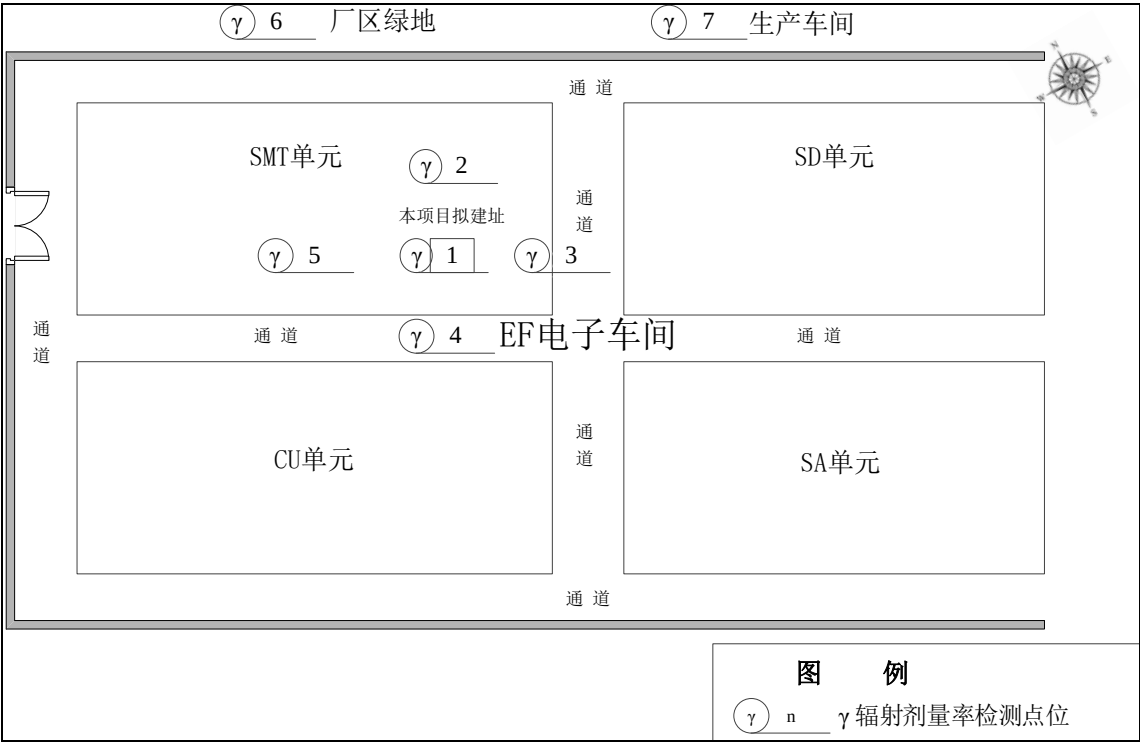
表 8-1 新增一台工业 CT 检测装置项目拟建址周围 γ 辐射剂量率

测点编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	新增工业 CT 检测装置项目拟建址	49	室内
2	新增工业 CT 检测装置拟建址东北侧	46	室内
3	新增工业 CT 检测装置拟建址东南侧	41	室内
4	新增工业 CT 检测装置拟建址西南侧	41	室内
5	新增工业 CT 检测装置拟建址西北侧	47	室内
6	新增工业 CT 检测装置项目拟建址西北侧 (厂区绿地)	51	原野
7	新增工业 CT 检测装置项目拟建址北侧 (生产车间)	48	室内

注：1、测量数据已扣宇宙响应值；

2、现场监测时现有射线装置均处于关机状态；

3、监测点位见图 8-6。



由表 8-1 监测结果可知，西门子数控（南京）有限公司新增一台工业 CT 检测装置周围环境 γ 辐射剂量率在 41nGy/h~51nGy/h 之间，由于室内建筑材料的屏蔽效果影响，部分室内测量点位剂量率低于江苏省室内及原野 γ 辐射（空气吸收）剂量率，其余测量点位剂量率在江苏省室内及原野 γ 辐射（空气吸收）剂量率水平涨落之间。

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，西门子数控（南京）有限公司拟在公司厂区 EF 电子车间 SMT 单元内配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：VT-X750 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。

公司拟配备的 VT-X750 型工业 CT 检测装置为高分辨率 X 射线检测系统，主要由 X 射线源、X 射线成像探测器、样品台、图像采集系统、三维图像重建、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：1925 mm（长）×1550 mm（宽）×1645 mm（高）（设备支撑腿小于 100mm）。本项目工业 CT 检测装置中 X 射线管初始位置位于装置中心偏下约 550mm 处，以 X 射线管初始位置为坐标原点构建坐标系，X 射线管在 X 轴、Y 轴、Z 轴各方向来回移动距离约 100mm。本项目拟新增的工业 CT 检测装置外观图见图 9-1。

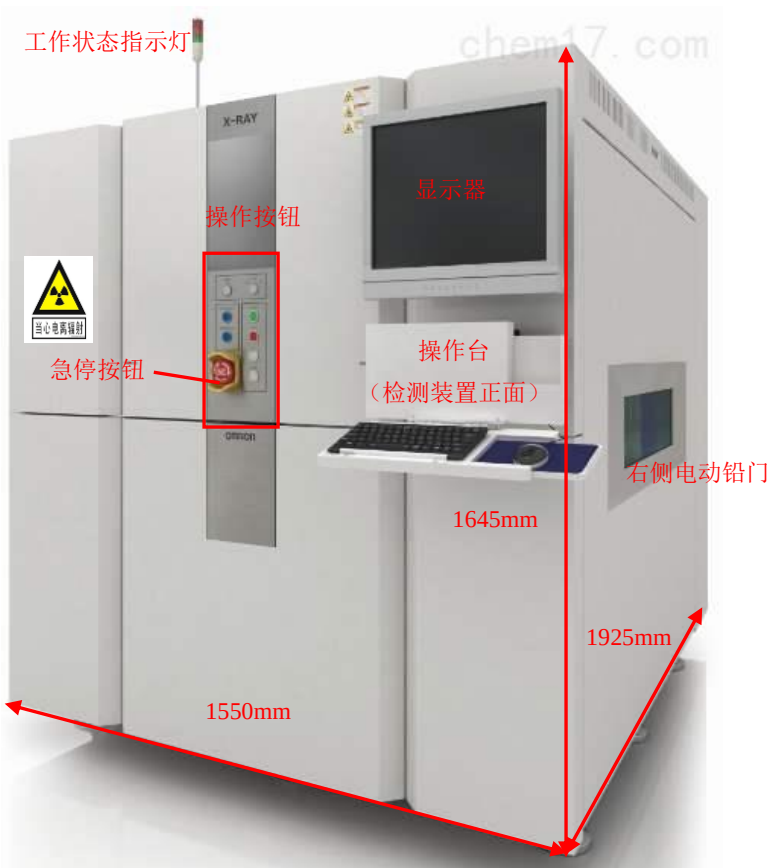


图 9-1 本项 VT-X750 型工业 CT 检测装置外观图

西门子数控（南京）有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，投入运行后预计每天出束时间不超过 2h，每周不超过 10h，年检测总时间不超过 500h。

二、工作原理及工作流程

1、工作原理

工业 CT 检测装置核心部件是 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。

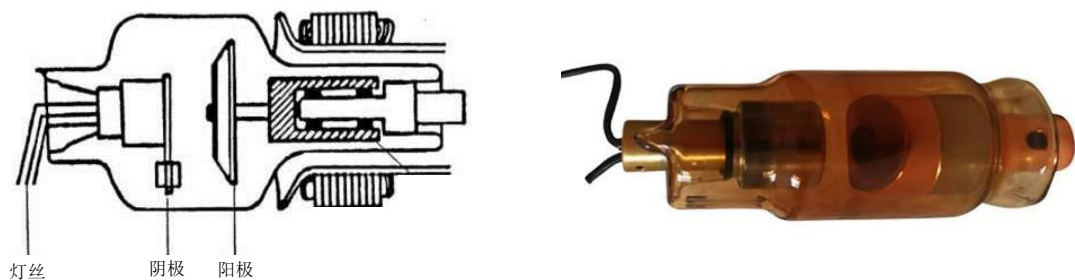


图 9-2 X 射线管示意图

本项目工业 CT 检测装置由 X 射线源、X 射线成像探测器、样品台、图像采集系统、三维图像重建、显示器、操作台等部件组成。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 VT-X750 型工业 CT 检测装置属于 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电路板，最大尺寸约为 610mm×515mm）放入工业 CT 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（确认安全联锁设置、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左侧载物传送带上；
- ④ 待检工件通过装置左侧电动铅门传送进入铅房，停滞在检测位置；
- ⑤ 电动铅门关闭后进行开机出束检测（此环节产污：X射线、微量的O₃和NO_x）；
- ⑥ 辐射工作人员通过显示器上的成像分析，给出检测结果；
- ⑦ 检测完成后，关闭X射线，装置右侧电动铅门打开，受检工件经由传送带移出铅房，辐射工作人员取出检测工件，电动铅门关闭。

工业 CT 检测装置工作流程及产污环节如图 9-3 中所示。

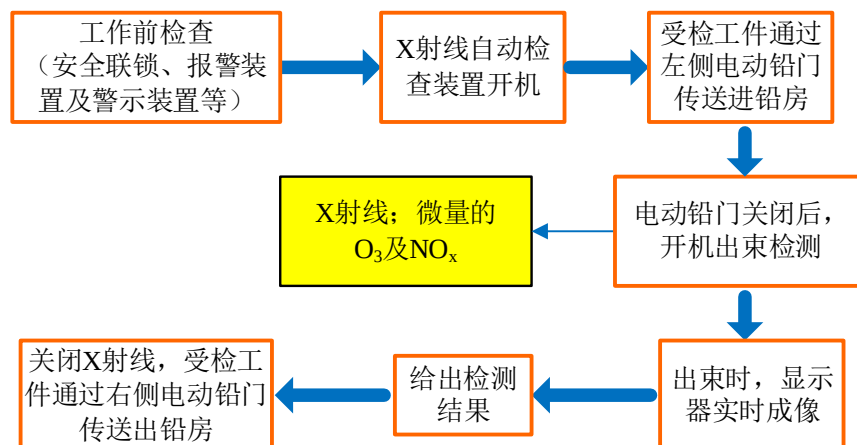


图 9-3 工业 CT 检测装置工作流程及产污环节示意图

污染源项描述

一、放射性污染

本项目拟配备的工业 CT 检测装置，型号为 VT-X750 型，最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA。

由工业 CT 检测装置工作原理可知，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。

本项目工业 CT 检测装置主射线和散射线距辐射源点（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 2mm 的铝（见附件 6），管电压 130kV 时距辐射源点（靶点）1m 处输出量约为 $15 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，查《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，取 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

二、非放射性污染

①废气：工业 CT 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：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 西门子数控（南京）有限公司位于南京市溧水区经济开发区润淮大道 18 号，本次新增一台工业 CT 检测装置放置在公司厂区内 EF 电子车间 SMT 单元。本项目 EF 电子车间内划分为四个单元区域（CU 单元、SMT 单元、AD 单元及 SD 单元）。本项目工业 CT 检测装置安置在 SMT 单元，其中 SMT 单元东侧为隔车间通道为 SD 单元和 AD 单元区域，南侧为通道及 CU 单元区域，西侧为通道及 EF 办公区域，北侧为通道及 EF 电子车间墙体边界，项目周围 50m 范围内无学校、居民区等环境敏感目标。 布局合理性：本项目工业 CT 检测装置设有检测铅房和操作台，工业 CT 检测装置有用线束向上，操作台设于检测铅房外，检测铅房通过内嵌铅板及钢板对 X 射线进行屏蔽。仪器运行时，操作人员在检测室外的操作台对装置进行操作。本项目操作台避开有用线束照射方向并与检测室分开设置，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，布局设计合理。 辐射防护分区：本项目将检测铅房（壳体）实体范围内作为控制区，检测铅房（壳体）及操作台周围 1m 范围作为监督区，监督区边界拟用栅栏与外部隔离，监督区入口拟设置在正对操作台一侧，并入口处设置监督区标牌，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。

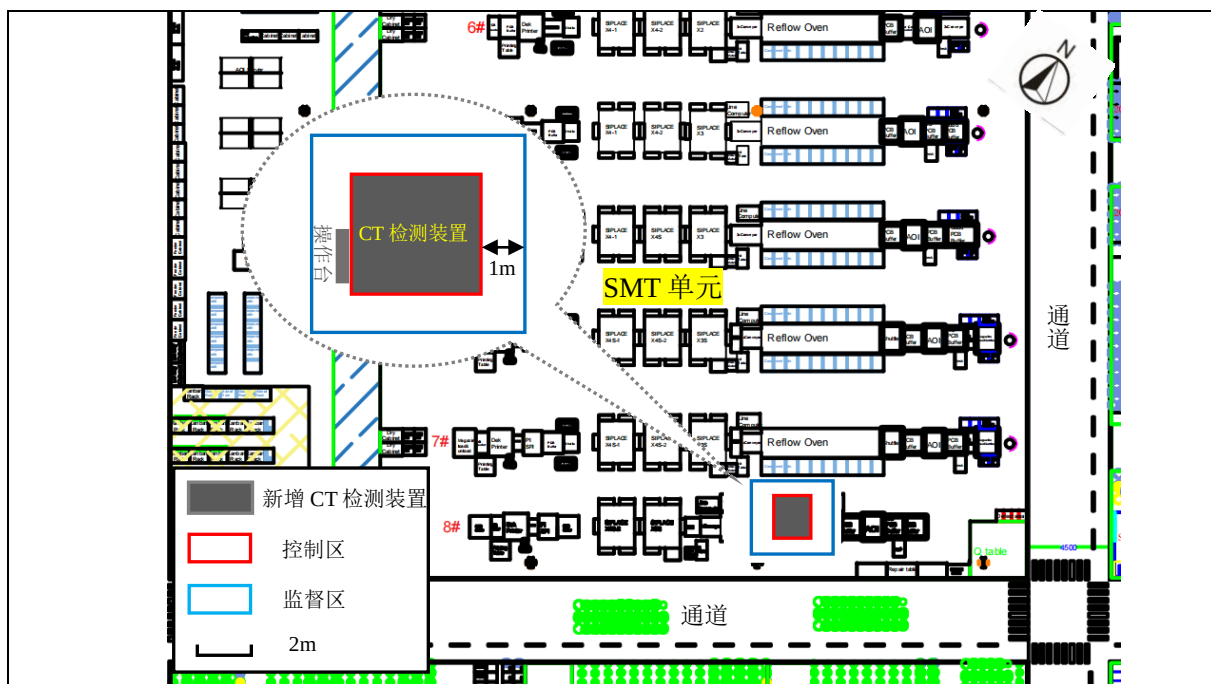


图 10-1 本项目 EF 电子车间 SMT 单元平面布局及分区示意图

二、辐射防护屏蔽设计

本项目拟配备的 1 台工业 CT 检测装置型号为 VT-X750 型，采用铅板以屏蔽体的方式进行辐射防护，铅房的外形尺寸约为：1925 mm（长）×1550 mm（宽）×1645 mm（高），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 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线缆采用在开口处的装置内侧补充覆盖“几”字形防护铅板结构的辐射防护措施，该铅板厚度与墙体厚度一致，可有效防止射线泄漏。

表 10-1 VT-X750 型工业 CT 检测装置屏蔽体设计参数

序号	防护参数*		备注
1	装置前面屏蔽体	3mm 钢板+5mm 铅板	/
2	装置后面屏蔽体	3mm 钢板+5mm 铅板	/
3	装置左面屏蔽体 (含电动铅门)	3mm 钢板+5mm 铅板	/
4	装置右面屏蔽体 (含电动铅门)	3mm 钢板+5mm 铅板	/
5	装置底部屏蔽体	3mm 钢板+5mm 铅板	/

6	装置顶部屏蔽体	3mm 钢板+5mm 铅板	主射线方向
---	---------	---------------	-------

注：*本项目将操作台所在位置作为工业 CT 检测装置前面；面对检测装置时，左手边为装置左面，右手边为装置右面。

三、辐射安全和防护措施

为确保辐射安全，保障工业 CT 检测装置安全运行，西门子数控（南京）有限公司拟为该检测装置设计有相应的辐射安全装置和防护措施。主要有：

（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，工件门关闭后 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）指示灯-机联锁装置。工业 CT 检测装置正面设计安装工作状态指示灯（预备状态时黄色指示灯亮，照射时红色指示灯亮）和声音提示装置，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 CT 检测装置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 CT 检测装置操作位设有 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 CT 检测装置操作台上设有 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）工业 CT 检测装置表面设置有电离辐射警告标志及中文警示说明。

（8）控制台设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置，并设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

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，本项目辐射安全设施布设示意图见图 10-2。

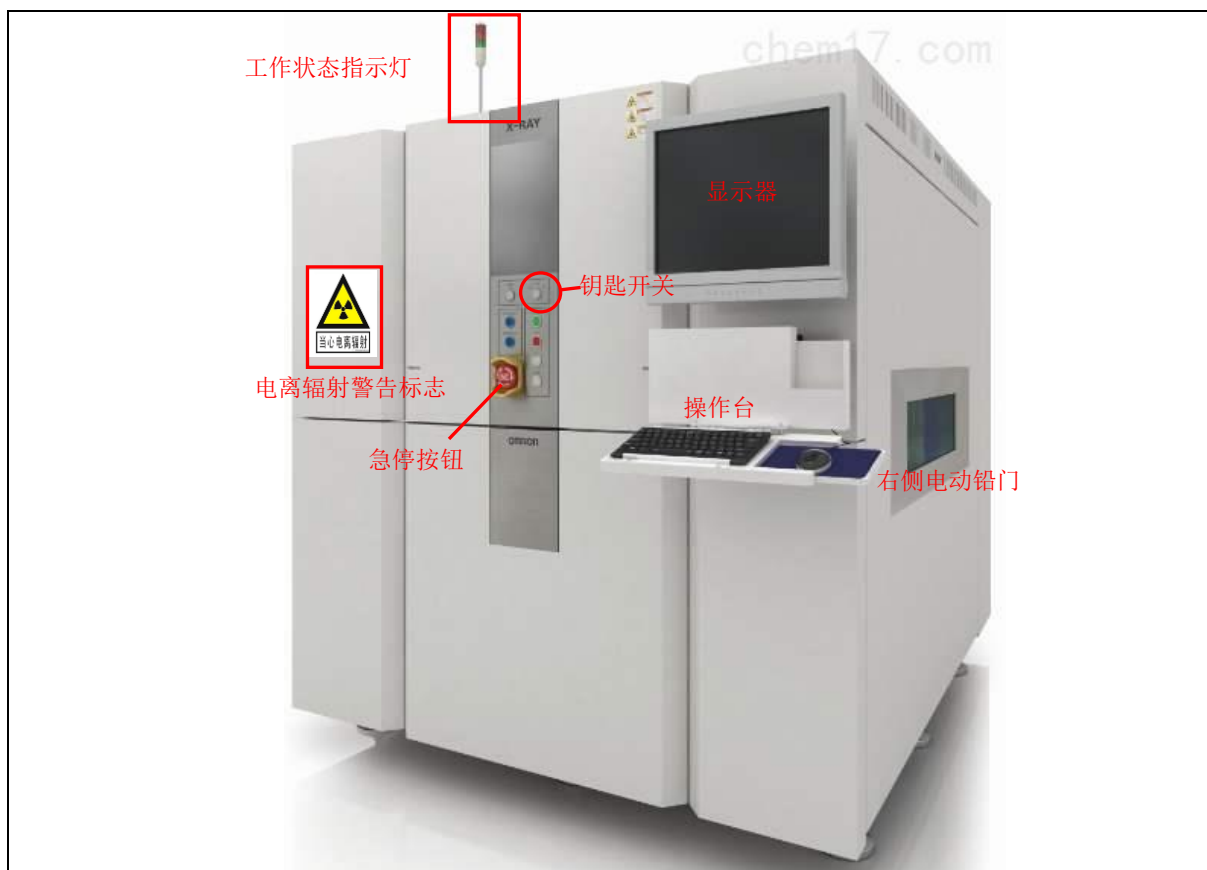


图 10-2 本项目辐射安全设施布设示意图

四、监测仪器和防护用品

西门子数控（南京）有限公司使用的工业 CT 检测装置属于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。

西门子数控（南京）有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台和个人剂量报警仪 2 台。辐射工作人员工作时将佩带个人剂量计，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放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 CT 检测装置运行过程中，没有放射性废水、废气及固体废物产生，工业 CT 检测装置设有机排风装置，检测装置在工作状态时，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，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

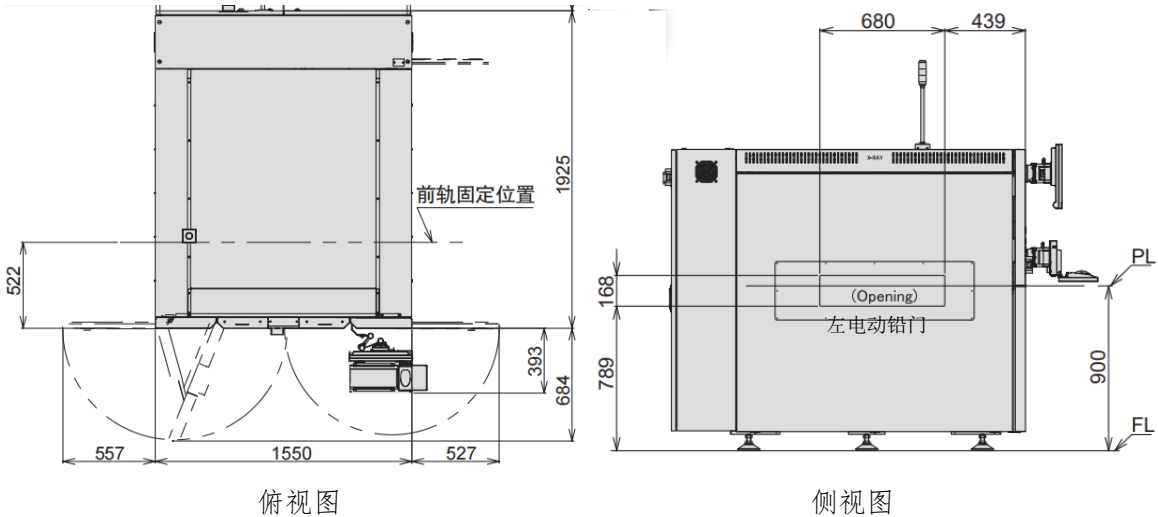
本项目拟配备的 VT-X750 型 CT 检测装置位于西门子数控（南京）有限公司厂区 EF 电子车间内 SMT 单元，且本项目工业 CT 检测装置是成套设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，不存在建设期环境影响。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

西门子数控（南京）有限公司拟在公司厂区 EF 电子车间内 SMT 单元配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：VT-X750 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 VT-X750 型工业 CT 检测装置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。本项目工业 CT 检测装置的射线方向固定向上，拟将顶部按有用线束照射，其余各面按照非有用线束照射进行估算。VT-X750 型工业 CT 检测装置设计示意图见图 11-1。



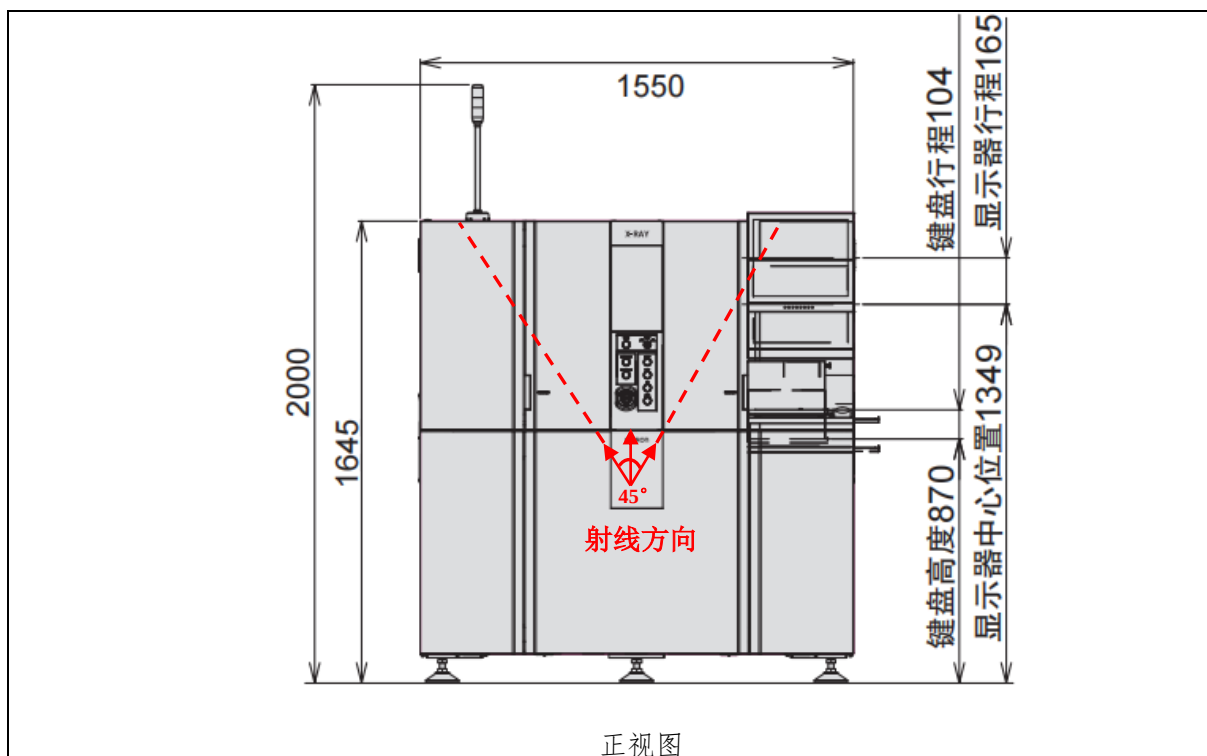


图 11-1 VT-X750 型工业 CT 检测装置设计示意图

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 VT-X750 型工业 CT 检测装置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：

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

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；

H_0 —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 2mm 的铝，管电压 130kV 时距辐射源点（靶点）1m 处输出量约为 $15 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，即 $9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B—屏蔽透射因子，屏蔽体为 5mm 铅板，可通过从《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 表 B.2 查取，本项目保守取 150kV 条件下的铅的什值层厚度 TVL 为 0.96mm，再采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 公式 5 计算所需 B 值。

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：

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

式中： X —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL —见附录 B 表 B.2，本项目保守按 150kV 管电压下，铅的半值层 TVL 取 0.96mm。

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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，铅屏蔽厚度 5mm 的透射因子为 6.19×10^{-6} ，使用公式 11-2 计算得到；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，选取 130kV 下输出量值，即 $9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

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）。

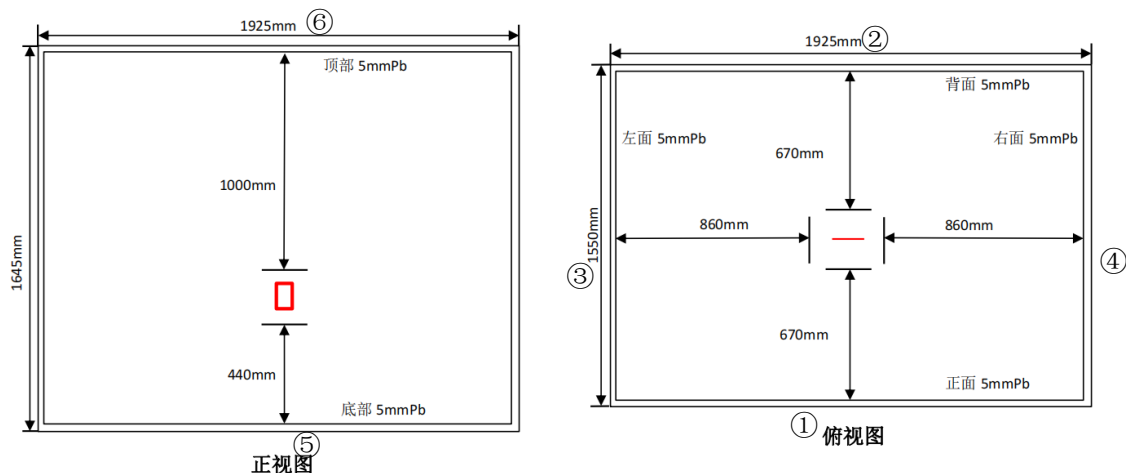


图 11-2 VT-X750 型工业 CT 检测装置辐射防护计算参考点为示意图

3、预测计算结果汇总及评价

本项目 VT-X750 型工业 CT 检测装置射线方向固定向上，辐射防护计算参数和计算结果见表 11-1～表 11-3。

表 11-1 VT-X750 型工业 CT 检测装置铅房球管距离外侧距离

点位序号	点位描述	屏蔽材料及厚度 ^[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	装置前面	5mmPb	0.67	0.97	漏射线束、散射线束
②	装置后面	5mmPb	0.67	0.97	漏射线束、散射线束
③	装置左面 （含电动铅门）	5mmPb	0.86	1.16	漏射线束、散射线束
④	装置右面 （含电动铅门）	5mmPb	0.86	1.16	漏射线束、散射线束
⑤	装置底部	5mmPb	0.44	0.54	漏射线束、散射线束
⑥	装置顶部	5mmPb	1.0	1.30	有用线束

注： $R_{\text{前面}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 0.67m+参考点 0.3m=0.97m；
 $R_{\text{后面}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 0.67m+参考点 0.3m=0.97m；
 $R_{\text{左面}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 0.86m+参考点 0.3m=1.16m；
 $R_{\text{右面}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 0.86m+参考点 0.3m=1.16m；
 $R_{\text{顶部}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 1.0m+参考点 0.3m=1.3m；
 $R_{\text{底部}}=X$ 光管至检测装置壳体距离 0.44m+检测装置壳体距离地面约 0.1m=0.54m；
[1]:本项目工业 CT 检测装置屏蔽参数保守取 5mmPb。

表 11-2 VT-X750 型工业 CT 检测装置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 (μSv·m ² / (mA·h))	R (m)	H(μSv/h)	剂量率参考控制水平 (μSv/h)	评价
⑥装置顶部	5mmPb	0.3	6.19×10 ⁻⁶	900000	1.3	0.99	2.5	满足

表 11-3 VT-X750 型工业 CT 检测装置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背面	③左面	④右面	⑤底部	⑥顶部
屏蔽材质及厚度		5 mmPb	5 mmPb	5 mmPb	5 mmPb	5 mmPb	5 mmPb
泄露辐射	B	6.19×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	/
	H _L (μSv/h)	1000					
	R (m)	0.97	0.97	1.16	1.16	0.54	/
	H(μSv/h)	6.58×10 ⁻³	6.58×10 ⁻³	4.60×10 ⁻³	4.60×10 ⁻³	2.12×10 ⁻²	/
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	150					
	B	6.19×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	/
	I (mA)	0.3					
	H ₀ (μSv·m ² / (mA·h))	900000					
	R (m)	0.97	0.97	1.16	1.16	0.54	/
	H(μSv/h)	3.55×10 ⁻²	3.55×10 ⁻²	2.48×10 ⁻²	2.48×10 ⁻²	1.15×10 ⁻¹	/
有用辐射	H(μSv/h)	/	/	/	/	/	0.99
总剂量当量率 (μSv/h)		4.21×10 ⁻²	4.21×10 ⁻²	2.94×10 ⁻²	2.94×10 ⁻²	1.36×10 ⁻¹	0.99
剂量率参考控制水平 (μSv/h)		2.5					
评价		满足	满足	满足	满足	满足	满足

由表 11-2 和表 11-3 可知，VT-X750 型工业 CT 检测装置在最大工况（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 0.99μSv/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 2.5μSv/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 VT-X750 型工业 CT 检测装置顶部外 30cm 处辐射剂量率为 $1.01\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反射到达地面辐射剂量率远小于 $1.01\mu\text{Sv/h}$ ，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 CT 检测装置底部距离地面小于 10cm，装置底部剂量率为 $1.36\times 10^{-1}\mu\text{Sv/h}$ ，射线在底部经过几次反射后对装置四周影响远小于 $1.36\times 10^{-1}\mu\text{Sv/h}$ ，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 CT 检测装置拟设置有电缆孔，电缆孔位于背面下方，孔洞处拟采用铅补偿屏蔽。装置内射线朝上方工件照射时，对于电缆管道设计为“几”字形而言，射线先经过工件散射一次，再经过三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。

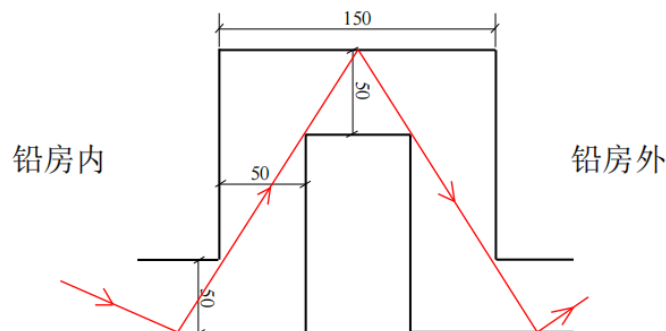


图 11-3 工业 CT 检测装置穿墙线管散射路径

综合上述工业 CT 检测装置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 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， $\mu\text{Sv/周}$ ， $\mu\text{Sv/a}$ ；

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

t —探伤装置年照射时间，单位为 h/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《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
装置前侧	4.21×10^{-2}	1	1	10	0.42	100	工作人员	满足
装置后侧	4.21×10^{-2}	1	1/4	10	0.11	100	工作人员	满足
装置左侧	2.94×10^{-2}	1	1/4	10	0.07	100	工作人员	满足
装置右侧	2.94×10^{-2}	1	1/4	10	0.07	100	工作人员	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
装置前侧	4.21×10^{-2}	1	1	500	2.11×10^{-2}	5	工作人员	满足
装置后侧	4.21×10^{-2}	1	1/4	500	5.28×10^{-3}	5	工作人员	满足
装置左侧	2.94×10^{-2}	1	1/4	500	3.68×10^{-3}	5	工作人员	满足
装置右侧	2.94×10^{-2}	1	1/4	500	3.68×10^{-3}	5	工作人员	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 500 小时（周曝光约 10 小时×50 周）计，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 $0.42\mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量最大为 $2.11 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ 。由于装置顶部人员无法到达，所以辐射工作人员周有效剂量远小于 $0.42\mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量远小于 $2.11 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，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管理目标要求（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 CT 检测装置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。周围公众距离本项目检测装置最近约 1m，由表 11-4 和表 11-5 可知，本项目周围公众周有效剂量远小于 $0.63\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，年有效剂量远小于 $3.16\times 10^{-2}\text{mSv}/\text{a}$ ，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管理目标限值要求（公众周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，年有效剂量不超过 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ ）。

三、非放射性“三废”影响分析

1、废气

工业 CT 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（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 VT-X750 型工业 CT 检测装置为 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。

（1）工业 CT 检测装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 CT 检测装置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 CT 检测装置进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

(4) 工业 CT 检测装置防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

为此，西门子数控（南京）有限公司拟配备的工业 CT 检测装置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 CT 检测装置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，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

西门子数控（南京）有限公司拟在公司厂区 EF 电子车间内 SMT 单元配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：VT-X750 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，西门子数控（南京）有限公司已根据现有核技术利用项目（使用 III 类射线装置）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一台工业 CT 检测装置项目（为使用 II 类射线装置）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。西门子数控（南京）有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，其中一名辐射工作人员兼任辐射安全管理工作，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”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”。西门子数控（南京）有限公司已经根据公司现有 III 类射线装置制定了辐射安全管理相关制度（见附件 7），公司应根据新增一台工业 CT 检测装置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、维修人员的岗位职责，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检测和职业健康监护。

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、方式以及考核的办法等内容，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。

目前该项目拟配备的 2 名辐射工作人员还在考证中。

6) 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

部门。为了确保Ⅱ类射线装置的辐射安全，该单位应制定监测方案，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

西门子数控（南京）有限公司现有2台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，西门子数控（南京）有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪1台和个人剂量报警仪2台，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，以排出职业禁忌症。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。

西门子数控（南京）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，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，监测结果上报生态环境行政主管部门。

西门子数控（南京）有限公司已为现有辐射工作人员配备个人剂量计，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。

西门子数控（南京）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，辐射事故应急方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。

西门子数控（南京）有限公司已经制定了《辐射事故应急响应预案》，该预案已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，暂未发生辐射事故。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

西门子数控（南京）有限公司拟在公司厂区电子车间 SMT 单元配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：VT-X750 型，最大管电压为 130kV，最大管电流 0.3mA），为 II 类射线装置。

二、产业政策相符性

本项目新增一台工业 CT 检测装置，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

西门子数控（南京）有限公司位于南京市溧水区经济开发区润淮大道 18 号，东侧隔沂湖路为南京睿实消防安全设备有限公司和南京华创，南侧隔润淮大道为闲置用地，西侧为京东智能产业园在建项目公司，北侧为闲置用地和幸福路。

本次新增一台工业 CT 检测装置位于 EF 电子车间，为地上一层建筑，EF 电子车间东侧为厂区道路和厂区边界，EF 电子车间南侧为厂区道路及办公楼，EF 电子车间西侧为厂区绿化及生产车间，EF 电子车间北侧隔厂区道路为成品仓库及卡车停车场。

本项目 EF 电子车间内划分为四个单元区域（CU 单元、SMT 单元、AD 单元及 SD 单元）。本项目工业 CT 检测装置安置在 SMT 单元，其中 SMT 单元东侧为隔车间通道为 SD 单元和 AD 单元区域，南侧为通道及 CU 单元区域，西侧为通道及 EF 办公区域，北侧为通道及 EF 电子车间墙体边界。

本次新增一台工业 CT 检测装置项目周围 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。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目拟建址评价范围内不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。

本项目拟将检测铅房（壳体）实体范围内作为控制区，检测铅房（壳体）及操作台周围 1m 范围作为监督区，监督区边界拟用栅栏与外部隔离，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

西门子数控（南京）有限公司新增一台工业 CT 检测装置周围环境 γ 辐射剂量率在 41nGy/h~51nGy/h 之间，在江苏省室内及原野 γ 辐射（空气吸收）剂量率水平涨落之间。

六、环境影响评价

根据理论估算结果，西门子数控（南京）有限公司新增一台工业 CT 检测装置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 CT 检测装置在工作状态时，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

西门子数控（南京）有限公司拟在公司厂区电子车间 SMT 单元配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：VT-X750 型，最大管电压为 130kV，最大管电流 0.3mA），为 II 类射线装置。由工业 CT 检测装置工作原理可知，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 CT 检测装置设计有门-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 CT 检测装置设有指示灯-机联锁装置，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。工业 CT 检测装置操作台上设有钥匙开关和 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，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，西门子数控（南京）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。

西门子数控（南京）有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台和个人剂量报警仪 2 台，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，西门子数控（南京）有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，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、该项目运行中，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 CT 检测装置自屏蔽铅房尺寸约为 1925 mm（长）×1550 mm（宽）×1645 mm（高），检测室采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义操作台所在面为装置前面。检测装置四周、顶部及底部屏蔽体（包括工件门）均内含 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。	18.5
	本项目工业 CT 检测装置放置拟设置： （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 射线管与检测装置工件门之间安装有联锁装置，工件门关闭后 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）指示灯-机联锁装置。工业 CT 检测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。 （4）工业 CT 检测装置操作台上设有 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检测装置内部，因此内部无急停按钮）。 （5）工业 CT 检测装置表面设置有电离辐射警告标志及中文警示说明。 （6）控制台设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。	

人员配备	拟为本项目配备 2 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。	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。	/
	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），并建立放射工作人员职业健康档案。		
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪 1 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
	拟配备个人剂量报警仪 2 台。		
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	/	/	20

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

印 数	第 册 共 册
项目编号	RSHP-NJ-2023011303
日期-版本号	2023. 05. 24-C4
备 注	/