

核技术利用建设项目

杭州士兰微电子股份有限公司新建
工业 CT 应用项目
环境影响报告表
(报批稿)

杭州士兰微电子股份有限公司

2022 年 11 月

生态环境部监制

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	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.....	9
表 8 环境质量和辐射现状.....	14
表 9 项目工程分析与源项.....	17
表 10 辐射安全与防护	21
表 11 环境影响分析.....	24
表 12 辐射安全管理.....	32
表 13 结论与建议.....	35

表 1 项目基本情况

建设项目名称		杭州士兰微电子股份有限公司新建工业 CT 应用项目				
建设单位		杭州士兰微电子股份有限公司				
法人代表		陈向东	——	陈凤杰	联系电话	——
通讯地址		浙江省杭州市滨江区滨康路 500 号				
项目建设地点		浙江省杭州市滨江区滨康路 500 号				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		200	项目环保投资 (万元)	10	投资比例（环保 投资/总投资）	5%
项目性质		■新建□改扩建□迁建 □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	/				
	1.1 建设单位基本情况及项目由来 杭州士兰微电子股份有限公司成立于 1997 年 9 月 25 日，地址位于浙江省杭州市滨江区滨康路 500 号。企业经营范围：电子元器件、电子零部件及其他电子产品设计、制造、销售。企业“杭州士兰微电子股份有限公司集成电路测试厂房扩建项目环境影响报告表”于 2003 年 6 月 10 日通过原杭州市环境保护局滨江环境保护分局，审批文号为：环评批[2003]29 号，详见附件 2。 根据生产需要，为提高产品质量，企业拟在厂区内新增 1 台 CT 型 X 射线检测装置用于产品的无损检测。					

1.2 建设内容及规模

表 1-1 本项目内容及规模

序号	装置名称	型号	类别	数量	主要技术参数 (按最大计)	工作场所
1	CT 型 X 射线检测 装置	CHEETAH EVO	II 类	1 台	160kV、1mA	3F 无损检 测室



图 1-1 3F 设备所在位置示意图

1.3 评价目的

- (1) 评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响；
- (2) 评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为生态环境行政主管部门的管理提供依据；
- (3) 通过项目辐射环境影响评价，为建设单位保护环境和公众利益给予技术支持；
- (4) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；
- (5) 评价项目的可行性，从环境保护角度为生态环境主管部门和建设单位进行辐射环境管理提供科学依据。

1.4 项目选址及周边环境保护目标

1.4.1 企业地理位置

企业地址位于浙江省杭州市滨江区滨康路 500 号。

企业东侧为建业路；

南侧为杭州精工技研有限公司、滨康路；

西侧为杭州康恩贝制药有限公司；

北侧为隔怀德街浙江大华技术股份有限公司；

企业周边环境概况详见下图 1-3。



图 1-3 企业周边环境概况图

1.4.2 项目周边环境概况

项目所在建筑共 4F，企业本次拟建 X 射线检测装置位于 3F 无损检测室。设备周边环境概况详见下表 1-2。设备所在车间平面布局图详见附图 4、附图 5。

表 1-2 设备周边环境概况

序号	设备位置	周边环境	
1	3F 无损检测室	东侧	楼梯
		南侧	厂内过道
		西侧	厂内过道
		北侧	墙体
		下方	仓库
		上方	仓库

1.4.3 选址合理性分析

本项目周边 50m 评价范围内主要为本企业厂区，另涉及北侧怀德街及浙江大华技术股份有限公司部分区域。项目运行后的环境保护目标主要为企业辐射工作人员、企业其他工作人员、北侧怀德街及浙江大华技术股份有限公司周围公众等。经辐射环境影响预测，辐射工作人员和公众成员受到的辐射照符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。在此基础上，本项目的选址合理可行。

1.5“三线一单”符合性分析

(1) 与生态保护红线相符性

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》和“杭州市六城区生态保护红线分布图”，项目所在地属于“滨江区滨江高新产业集聚重点管控单元（ZH33010820002）”，不在生态红线范围内。

(2) 与环境质量底线相符性

本项目的主要污染因子为 X 射线，采取一定的辐射防护措施后，周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h，符合环境质量底线要求。

(3) 与资源利用上线的相符性

本项目不涉及能源、水及土地资源的消耗，符合资源利用相关规定要求。

(4) 与生态环境准入清单的相符性

对照《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“滨江区滨江高新产业集聚重点管控单元（ZH33010820002）”。详见附图 6。

空间布局引导：根据产业集聚区块的功能定位，建立分区差别化的产业准入条件。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。

污染物排放管控：工业废水经处理达标后纳入市政管网。

环境风险防控：加强对企业环境风险防控，根据相关要求制定突发环境事件应急预案，保障环境安全。

资源开发效率要求：/。

重点管控对象：滨江高新工业集聚区，长河、西兴和浦沿工业园。

符合性分析：项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，辐射工作人员和周围公众成员所受到的辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“年剂量约束值”的要求。且企业建成后将制定《辐射突发事故应急预案》，设有完善的应急处理措施。因此，本项目符合“三线一单”相关管控要求。

1.6 产业政策符合性

本项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据国家发展和改革委员会 2019 年令第 29 号《产业结构调整指导目录(2019 年本)》相关规定，本项目不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家现行的产业政策。

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
无	无	无	无	无	无	无	无	无

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
无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无

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
无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无

(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	CT 型 X 射线检测装置	II 类	1 台	CHEETAH EVO	160	1	无损检测	3F 无损检测室	自带屏蔽防护铅房

(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	
无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无

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
无	无	无	无	无	无	无	无	无

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说明，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（2014 年修订）》，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 年修订）》，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》，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（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 年修改）》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，生态环境部部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； (8) 《关于发布射线装置分类的公告》，生态环境部、国家卫生健康委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 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》，原国家环境保护总局环发（2006）145 号，2006 年 9 月 26 日起施行； (10) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，生态环境部办公厅环办辐射函（2016）430 号，2016 年 3 月 7 日起施行； (11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起实施； (12) 关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单 2015 年本）》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）》的通知，原浙江省环境保护厅浙环发（2015）38 号，2015 年 10 月 23 日起施行； (13) 关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2019 年本）》的通知，原浙江省生态环境厅浙环发〔2019〕22 号，2019 年 11 月 18 日； (14) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民
------	--

	政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日； （15）《浙江省辐射环境管理办法》（2021 年修正），浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日。
技术标准	（1）《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），2016 年 4 月 1 日实施； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，（GB18871-2002），2003 年 4 月 1 日实施； （3）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单，2017 年 10 月 27 日实施； （4）《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），2015 年 6 月 1 日实施。 （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），2021 年 5 月 1 日实施； （6）《环境γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），2021 年 5 月 1 日实施； （7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），2020 年 4 月 1 日实施。
其他	（1）营业执照，<u>附件 1</u>； （2）企业主体项目环评审批意见，<u>附件 2</u>； （3）建设单位提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的特点，结合《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）的相关规定，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围作为评价范围。因此，确定以设备屏蔽体外 50m 作为本项目的的评价范围。

7.2 保护目标

本项目拟建 X 射线检测装置位于浙江省杭州市滨江区滨康路 500 号，其 50 米评价范围内主要为本企业厂区，另涉及北侧怀德街及浙江大华技术股份有限公司部分区域。因此项目评价范围内保护目标主要为企业辐射工作人员、设备周围活动的本企业其他非辐射工作人员、浙江大华技术股份有限公司活动的公众及其他公众成员。

项目运行后的环境保护目标为公司辐射工作人员、其他工作人员及浙江大华技术股份有限公司等周围公众等。

表 7-1 环境保护目标一览表

序号	环境保护目标	方位	规模	最近距离	年剂量约束值
1	操作位辐射工作人员	南侧	11 人	紧邻	职业：5mSv
2	企业内部车间工作人员	四周	约 30 人	约 1m	公众：0.25mSv
3	浙江大华技术股份有限公司	北侧	约 100 人	约 45m	
4	道路及其他活动公众	四周	流动人员	约 20m	

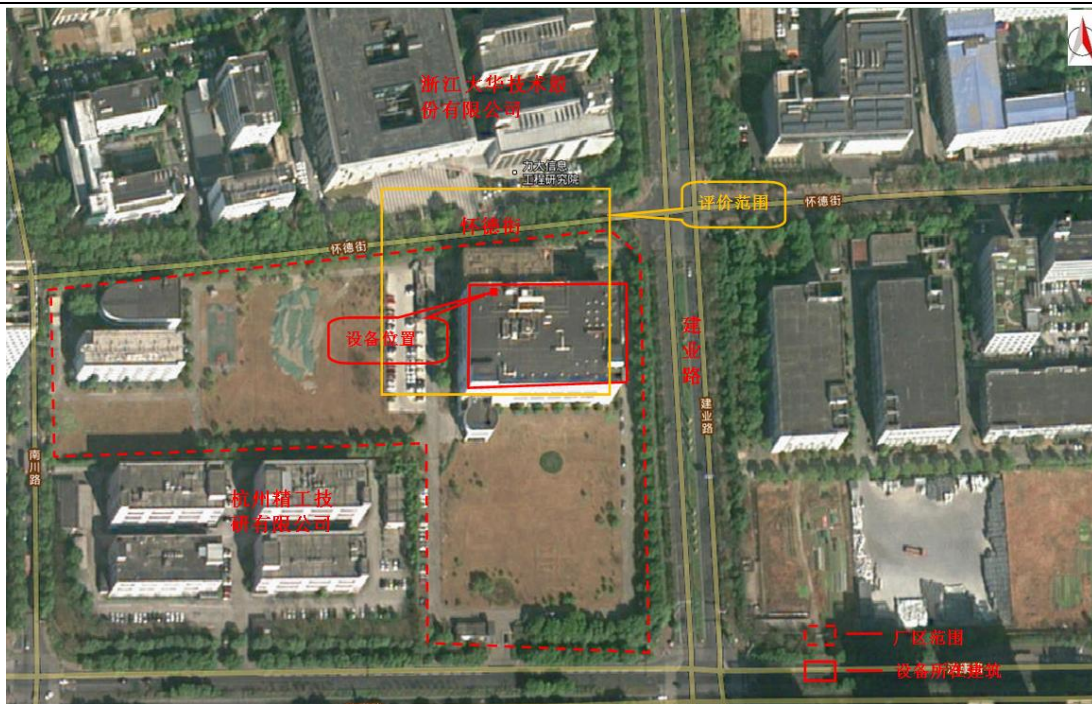


图 7-1 项目评价范围图

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

4.3.3 防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 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：

a)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。

本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a)年有效剂量，1mSv。

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为管理限值。

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

本标准规定了工业 X 射线探伤装置、探伤作业场所及放射工作人员与公众的放射卫生防护要求和监测方法。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/周；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

4.1.4 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 4.1.3。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。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。

4.1.6 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。“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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说

明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 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。

4.2 安全操作要求

4.2.1 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当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。

4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

4.2.4 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。

4.2.5 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。

4.2.6 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大必须开门探伤，应遵循 5.1、5.3、5.4、5.5 的要求。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

1 范围

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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什值层厚度（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

3.3.2 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。

3.3.5 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。

（4）项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）等评价标准，确定本项目的管理目标。

①辐射剂量率控制水平：X 射线检测装置屏蔽体表面外（含顶部）30cm 处剂量率不超过 $2.5\mu\text{ Sv/h}$ 。

②辐射剂量控制水平：职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

杭州士兰微电子股份有限公司新建工业 CT 应用项目位于浙江省杭州市滨江区滨康路 500 号。项目所在地的地理位置图见附图 1，厂区平面布置图见附图 3。

8.2 辐射环境背景监测

杭州士兰微电子股份有限公司新建工业 CT 应用项目拟建址辐射环境质量背景水平采用委托监测的方法进行调查。评价单位于 2022 年 8 月 20 日委托浙江鼎清环境检测技术有限公司对项目拟建址及周边环境进行背景水平监测。

8.2.1 监测方案

评价对象：拟建址辐射环境背景水平。

监测因子：X- γ 射线空气吸收剂量率。

监测点位：设备拟建址及周围，重点考虑人员可能到达的场所。

8.2.2 质量保证措施

①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。

②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。

⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

⑥监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.2.3 监测仪器与规范

监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 X- γ 射线剂量率监测仪器参数

设备名称	多功能手持式核素识别仪
仪器型号	HDS-101G
仪器编号	法国 MGPI

能量范围	30keV~3MeV
量程	10nSv/h~100μSv/h (¹³⁷ Cs)
检定单位	上海市计量测试技术研究院（华东国家计量测试中心）
检定证书	检定证书号：2021H21-10-3910358001
检定有效期	2022 年 6 月 17 日~2023 年 6 月 16 日
监测规范	《辐电离辐射防护与辐射源安全基本标》（GB 18871-2002） 《环境γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

8.3 监测结果及评价

浙江鼎清环境检测技术有限公司于 2022 年 8 月 24 日对设备拟建址周边环境进行了背景水平监测，监测结果见表 8-2。监测点位图见图 8-1。

表 8-2 拟建址及其周围辐射环境背景监测结果

序号	位置	监测点位描述	辐射剂量率（μSv/h）	
			测量值	标准差
▲1	3F 检测室	拟建址东侧	0.11	0.01
▲2		拟建址南侧	0.11	0.01
▲3		拟建址西侧	0.11	0.01
▲4		拟建址北侧	0.09	0.01
▲5		拟建址上方	0.12	0.01
▲6		拟建址下方	0.11	0.01

由表 8-2 的检测结果可知，设备拟建址各监测点位的 γ 辐射剂量率为 0.09~0.12μSv/h（≈90-120nGy/h），根据《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，杭州市室内γ 辐射空气吸收剂量率在 56nGy/h~443nGy/h 范围内，道路 γ 辐射剂量率在 28nGy/h~220nGy/h 之间，可见本项目周围环境γ 辐射剂量率处于当地天然辐射正常水平范围内。



图 8-1 拟建位置监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 X 射线检测工作原理

X 射线无损检测是利用 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由图象增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

X 射线发生装置由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构示意图如图 9-1 所示。

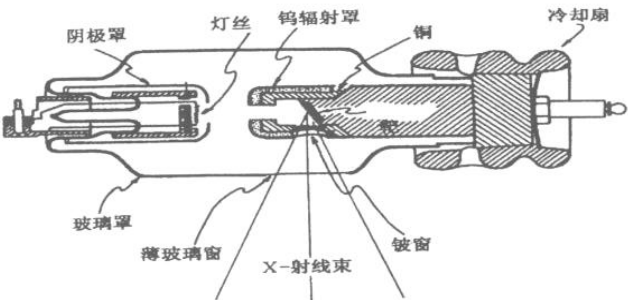


图 9-1 典型的 X 射线管结构示意图

9.1.2 设备组成及工作方式

设备由射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图象重建。与射线源紧密相关的直准器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移，以及射线源、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图象重建、显示及处理等。设备工作原理图见图 9-2。设备外观图见图 9-3。

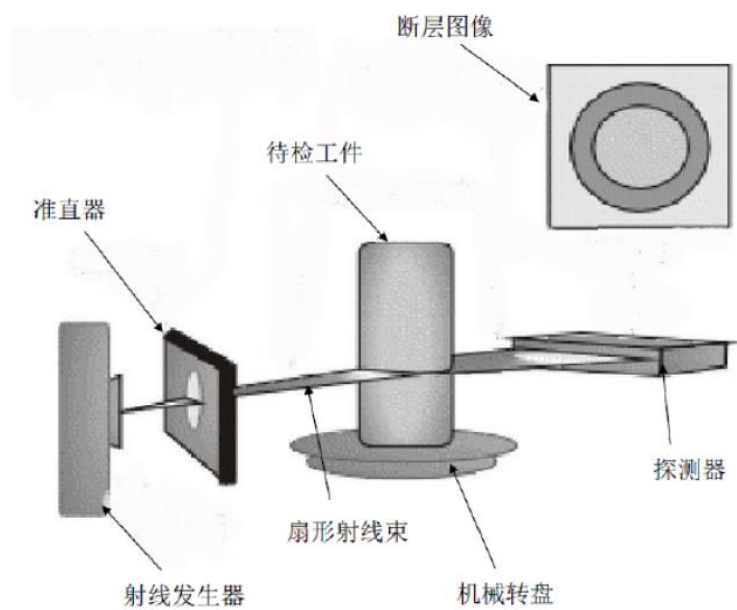


图 9-2 CT 型 X 射线自动检查装置工作原理图



图 9-3 CT 型 X 射线检测装置外观图

9.1.2 工艺流程及产污环节

9.1.3 检测过程及产污环节

该公司的检测工件均在设备自带的固定铅房内进行无损检测，检测前先检查机器并确认其各侧门都已完全关闭，开启设备软件，使程序初始化，然后机器预热。再确认 X 射线关闭的情况下，打开设备门，将待检样品放入铅房内合适位置，关闭装置设备门。然后根据工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和照射时间，检查无误即进行检测，X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由图象增强器接收并转换成数字信号，将检测图像直接显示在显示器屏幕上。检测结束后停止出束，装置门打开取出检测工件。

无损检测工艺流程如图 9-4 所示。

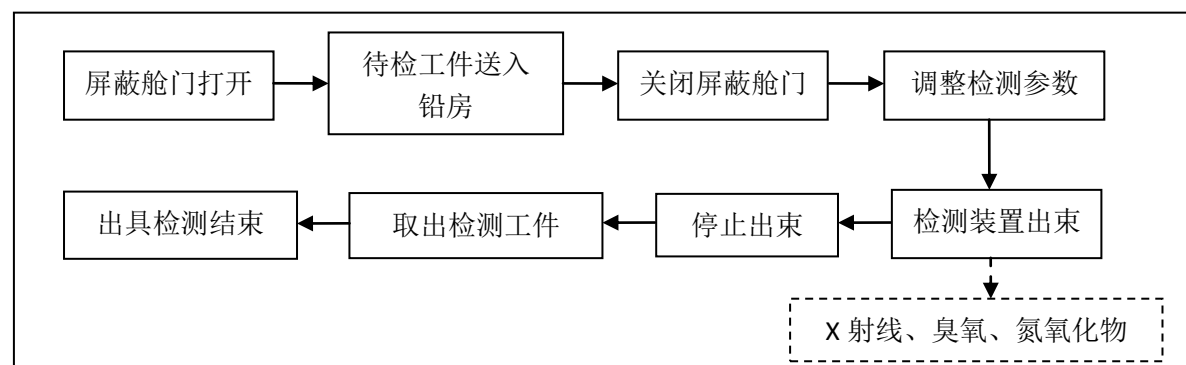


图 9-4 无损检测工艺流程及产污环节示意图

9.2 检测工件及工况

本项目检测工件为线路板，工件最大尺寸为 10cm*5cm。本次拟新增 11 名辐射工作人员。

检测工况为：设备日开机出束检测时间约 4h，年工作 50 周，每周工作 5 天，设备年开机检测 1000h。

9.3 污染源项描述

1、污染因子

(1) X 射线

本项目主要污染因子为装置出束过程中产生的 X 射线，即检测装置通电后 X 射线管阴极钨丝加热产生电子流，发射的电子经球管内两极高压电场加速后，高速轰击阳极靶，发生轫致辐射而产生的 X 射线。

（2）废气

X 射线开机后会产生少量臭氧和氮氧化物，铅房设有通风口，通过铅房自带排风系统排至车间内，再通过车间排风系统在排放至室外。

2、其他污染

本项目无放射性废气、废水、固废产生。项目仅进行无损检测，采用数码成像，不使用胶片，不洗片，无废显影液和废胶片等产生。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，辐射工作场所依据管理的需要，可分为控制区、监督区。其划分原则如下：

（1）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。

（2）把未被定为控制区，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的区域划分为监督区。

本项目 X 射线检测装置辐射工作场所分区管理具体如下：

（1）控制区：本项目 X 射线检测装置屏蔽体内部区域；任何人员不得进入控制区；

（2）监督区：检测室内部区域。非辐射工作人员不得进入监督区。

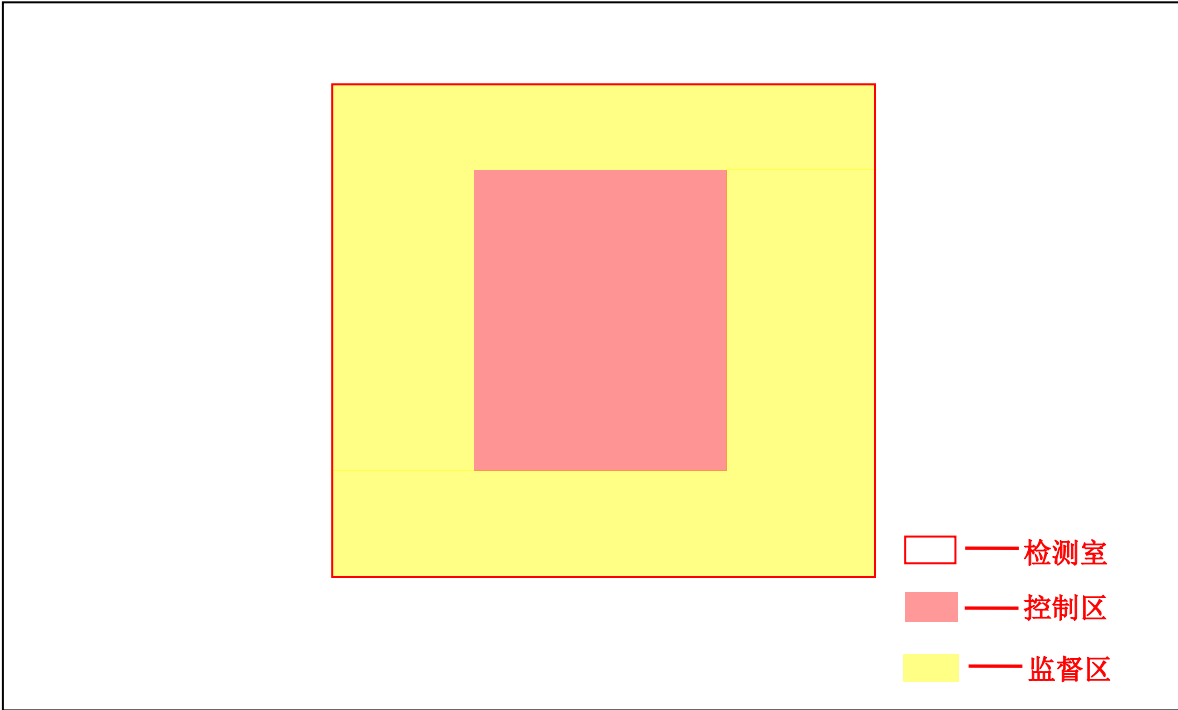


图 10-1 辐射工作场所分区示意图

10.1.2 辐射防护屏蔽设计方案

根据设备资料，本项目使用的 X 射线检测装置采用铅防护结构作为安全屏蔽外壳，设备具体屏蔽情况如下：

表 10-1 设备屏蔽情况一览表

项目	内容
最大管电压/管电流	160kV/1mA
装置尺寸	1100mm×宽 1050mm×2000mm
主射方向	向上
前侧屏蔽体	内含 5mm 铅板（5mmPb）
前侧观察窗	铅玻璃（5mmPb）
左侧屏蔽体	内含 5mm 铅板（5mmPb）
右侧屏蔽体	内含 5mm 铅板（5mmPb）
后侧屏蔽体	内含 5mm 铅板（5mmPb）
底部屏蔽体	内含 5mm 铅板（5mmPb）
顶部	内含 5mm 铅板（5mmPb）
电线管孔	设备设 U 型穿墙线缆管

10.1.3 辐射安全与防护措施

本项目使用的 X 射线检测装置自带屏蔽铅房，设备已具有以下辐射安全与防护措施：

1、控制台

①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。

②设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

③设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后。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。

④设置紧急停机开关。

⑤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。

2、安全防护措施

①X 射线检测装置通过自带铅房进行射线屏蔽，自带的屏蔽铅房和操作台分开。

②防护门设计安装门-机联锁装置，工件门完全关闭后 X 射线才能出束照射。

③铅房顶部设有工作状态指示灯，并与 X 射线机联锁。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近铅房或期周围区域作不必要的逗留。

④铅房表面均贴有电离辐射警告标识和中文警示说明。

⑤铅房和操作台设有紧急停机按钮，紧急事故时能立即停止照射。

⑥X 射线管头组装体上设置与铅房防护门联锁的接口，当所有能进入铅房的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个铅房门开启时能立即切断。

⑦铅房内设有机械排风设施，确保每小时有效通风换气次数不小于 3 次。

⑧操作台室避开有用线束照射的方向。

⑨设备具有“照射”状态的指示灯和声音提示装置，告诫无关人员不得靠近。

3、电线管孔

本项目 X 射线装置后侧设 U 型穿墙线缆管，控制线缆布设在线缆管道内。U 型穿墙线缆管的设置能够避免 X 射线直接照射线缆口，不会破坏屏蔽墙的整体屏蔽效果。

4、需增加的辐射安全与防护措施如下：

①设备所在位置周围划黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。

②辐射工作场所周围设置电离辐射警告标识和中文警示说明。

③各项辐射环境管理制度张贴于工作现场。

④每名辐射工作人员配备个人剂量计，工作期间必须佩戴，个人剂量计编号并定期送检。单台设备配备 1 台个人剂量报警仪，固定于操作位，出现射线泄漏时可及时警报。企业配备一台 X-γ 辐射剂量巡测仪，定期测量铅房外周围区域的辐射水平。

10.2 三废的治理

本项目 X 射线检测装置运行过程中，无放射性废水、废气及固体废物产生，工业 CT 检测装置在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。废气经设备自带排风系统排放至车间，再由车间排风系统排放至室外。X 射线检测装置容积为 4.73m^3 。拟设置的排风装置其通风量不低于 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，X 射线检测室内换气次数不低于 3 次/h。臭氧在常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

X 射线机只有在开机过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。X 射线检测装置在建设安装过程中设备未通电运行，故建设期或安装期不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

11.2 运行阶段对环境的影响

结合本项目设备的使用特点，本次评价采用理论计算的方法分析预测本项目投入使用后的辐射环境影响。

11.2.1 机房屏蔽理论计算

1、理论计算

(1) 主射面屏蔽厚度估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）推荐的计算公式计算透射因子，然后据此可查透射量图得 X 射线初级防护铅屏蔽的厚度。

$$B = (\dot{H}_c \times R^2) / (I \times H_0) \dots\dots\dots (1)$$

其中：

$\dot{H}_c$ ：剂量率参考控制水平，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ；

R：辐射源点至关注点的距离，单位为 m；

I：X 射线管的最大管电流，单位为 mA；

H_0 ：距辐射源点(靶点)1m 处输出量，以 $\text{mSv m}^2 / (\text{mA min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots (2)$$

其中：

H_c ：周剂量率参考控制水平，单位为 $\mu\text{Sv/周}$ ；

T：人员在相关关注点驻留的居留因子；

U：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

t：探伤装置周照射时间，单位为小时每周 (h/周)。

按约束值 0.25mSv/a 、每年 50 周计算，可取周剂量限值为 $0.25\text{mSv}/50\text{W}=0.005\text{mSv/W}$ ；每周照射时间为 20h（每天照射 4h，每周工作 5 天），

居留因子取 1/4，使用因子取 1，则 $\dot{H}_{c,d}$ 为 $1\mu\text{Sv/h}$ 。因此 $\dot{H}_c$ 取 $1\mu\text{Sv/h}$ 。

根据公式（1）计算得出各设备的透射因子，然后查对应电压宽束 X 线对铅的透射曲线图可知主射线方向所需的铅防护的厚度。具体计算结果见表 11-1。

表 11-1 主射方向屏蔽厚度理论计算结果

参数 \ 机型	CHEETAH EVO 型
主射方向	向上
管电压/电流	160kV/1mA
R (m)	1.5 (射线管到屏蔽体顶部距离 1.2m+0.3m)
$H_0 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$	1.22×10^6
透射因子 B	1.84×10^{-6}
查宽束 X 线对铅的透射曲线图所需的铅防护的厚度	4.8mm
屏蔽厚度设计值	5mm
设计是否符合要求	符合

（2）非主射面屏蔽厚度估算

非主射面需要屏蔽的辐射主要考虑散射辐射和泄漏辐射的屏蔽厚度。因设备各侧屏蔽设计相同，故选取距离最小侧估算。

A、散射辐射

散射辐射的透射因子可由式（3）计算得出，可得各设备其他非主射面屏蔽散射辐射所需的铅当量。具体计算结果见表 11-2。

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

其中：

I: X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

$\dot{H}_c$: 剂量率参考控制水平，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ （居留因子取 1/4，使用因子取 1，则 $\dot{H}_{c,d}$ 为 $1\mu\text{Sv/h}$ ）；

H_0 : 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

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；

R_0 : 辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

R_s : 散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

屏蔽体厚度计算可由（4）式得出。

$$X = -TVL \cdot \lg B \dots\dots\dots (4)$$

表 11-2 散射辐射屏蔽厚度理论计算结果

参数 \ 机型	CHEETAH EVO 型
管电压/电流	160kV/1mA
散射 X 射线能量	150kV（保守估计）
R_s (m)	0.825（射线管到屏蔽体前后侧距离 0.525m+0.3m）
$\dot{H}_c$ (μSv/h)	1
H_0 (μSv·m ² /(mA h))	1.22×10^6
R_0^2/Fa	60
透射因子 B	3.35×10^{-5}
TVL (mm) (按散射后能量计)	0.96
铅屏蔽厚度 X (mm)	4.30

B、泄漏辐射

泄漏射线的屏蔽透射因子可由式（5）计算得出。

$$B = R^2 \cdot H / H_L \dots\dots\dots (5)$$

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 m；

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 μSv/h，取值见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1。

H：关注点的剂量当量率（取 1μSv/h）。

则泄漏射线的屏蔽透射因子详见下表 11-3。

表 11-3 漏射辐射屏蔽厚度理论计算结果

参数 \ 机型	CHEETAH EVO 型
管电压/电流	160kV/1mA
R (m)	0.825
H(μSv/h)	1
H_L (μSv/h)	2.5×10^3
透射因子 B	3.97×10^{-4}
TVL (mm)	1.05

铅屏蔽厚度 X (mm)	3.74
--------------	------

C、综合考虑散射和泄漏辐射的屏蔽厚度计算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），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，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度或者更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个什值层时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度。

表 11-4 非主射方向综合屏蔽厚度理论计算结果(综合考虑散射和泄漏辐射)

设备	方向	散射辐射屏蔽厚度计算值	泄漏辐射屏蔽厚度计算值	什值层厚度	半值层厚度	综合理论计算防护厚度	屏蔽厚度设计值	是否符合要求
X 射线检测装置	距离最小侧	4.30mm	3.74mm	1.05mm	0.32mm	4.62mm	5mm	符合

（3）屏蔽设计符合性分析

企业拟配工业 CT 机房的屏蔽设计符合情况详见表 11-5。

表 11-5 工业 CT 机房屏蔽符合情况一览表

设备	项目	理论估算值 (mmPb)	设计屏蔽值 (mmPb)	是否符合
X 射线检测装置	主射面（向上）	4.8	5	符合
	其他侧（距离最小）	4.79	5	符合

综上所述：企业拟建 X 射线检测装置自屏蔽设计符合辐射防护要求。

11.2.2 剂量估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），结合各机房设计屏蔽厚度，计算机房周围的剂量率。

1、主射方向的剂量率计算

关注点的剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按式（6）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (6)$$

式中：I：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，以 $\text{mSv m}^2 / (\text{mA min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

B：屏蔽透射因子；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m。

表 11-6 主射方向的剂量率计算结果

设备	CHEETAH EVO 型
管电压/电流	160kV/1mA
H ₀ 距辐射源点(靶点)1m处输出量(μSv·m ² /(mA·h))	1.22×10 ⁶
主射方向设计厚度	5mmPb
屏蔽透射因子	3×10 ⁻⁶
R 辐射源点(靶点)至关注点的距离(m)	1.45
剂量率计算结果 μSv/h	1.74

2、非主射方向的剂量率计算

非主射方向的剂量率考虑散射和泄漏辐射的叠加影响。

(1) 泄漏辐射剂量率:

泄漏辐射在关注点的剂量率 $\dot{H}$ ，单位为 μSv/h 可按下面公式(7)计算:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

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 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 μSv/h。

B: 相应的辐射屏蔽透射因子

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \dots\dots\dots (8)$$

表 11-7 泄漏辐射剂量率计算结果

设备	CHEETAH EVO 型
管电压/管电流	160kV/1mA
$\dot{H}_L$ 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率 μSv/h	2.5×10 ³
设计厚度	5mm
屏蔽透射因子	1.73×10 ⁻⁵
TVL (mm)	1.05
R 辐射源点(靶点)至关注点的距离(m)	0.825
剂量率计算结果 μSv/h	0.064

(2) 散射辐射剂量率

散射辐射剂量率 $\dot{H}$ (μSv/h) 按公式(9)计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

I: X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H₀: 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，以 μSv·m²/(mA h)为单位的值乘以 6×10⁴；

B: 屏蔽透射因子；

F: R₀ 处的辐射野面积，单位为平方米（m²）；

α: 散射因子；

R₀: 辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

R: 散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

表 11-8 散射辐射剂量率计算结果

设备	CHEETAH EVO 型
管电压/电流	160kV/1mA
H ₀ 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，mGy m ² /(mA min)	1.22×10 ⁶
设计厚度	5mm
屏蔽透射因子	6.19×10 ⁻⁶
TVL（mm）	0.96
R 辐射源点（靶点）至关注点的距离	0.825
$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$	1/60
剂量率计算结果 μSv/h	0.185

（3）非主射方向的剂量计算结果（散射和漏射叠加）

表 11-9 非主射方向的剂量率计算结果（散射和漏射叠加）

设备	CHEETAH EVO 型
方向	距离最小侧
泄漏辐射剂量率计算结果（μSv/h）	0.064
散射辐射剂量率计算结果（μSv/h）	0.22
综合剂量率（μSv/h）	0.284

11.2.3 附加剂量估算

1、估算公式

辐射工作人员和公众年有效剂量的年有效剂量由公式（10）进行估算：

$$E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U \dots\dots\dots (10)$$

式中：E_{eff}: 年有效剂量当量，μ Sv/年；

D: 参考点处辐射剂量率，μ Sv/h；

t: 年工作时间, 单位 h;

T: 居留因子, 本项目取 1;

U: 使用因子, 本项目取 1。

2、估算结果

(1) 辐射工作人员

企业拟配备 11 名辐射工作人员, 单班制。结合检测设备的使用情况做保守假设:

a、每次检测时, 工作人员所在区域的辐射剂量率保守取设备周围计算的最大值处 (因工作人员不到达设备顶部, 故取 $0.284\mu\text{Sv/h}$);

b、每年的开机检测工作时间为 1000 小时。

则根据上式, 因每名辐射工作人员工作量不定, 按最不利条件计 (所有检测工作均由同一位辐射工作人员完成), 可以得出每名辐射工作人员的年附加有效剂量约为 0.284mSv 。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中剂量约束值低于 5mSv 的要求。

(2) 公众成员

检测设备周围活动的公众成员主要为本企业厂房内的工作人员。保守考虑: a、每次探伤时, 公众人员所在区域的辐射剂量率保守取同上述辐射工作人员, 即 $0.284\mu\text{Sv/h}$; b、每年的开机检测工作时间为 1000 小时, 居留因子取 $1/4$ 。则根据上式, 可以计算出该周边活动的公众成员的年附加有效剂量约为 0.071mSv , 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中剂量约束值低于 0.25mSv 的要求。

(3) 设备所在相邻楼层年附加剂量估算

①剂量率计算

根据 11.2.2 章节所列公示计算本项目相邻楼层剂量率。详见表 11-10。

表 11-10 相邻楼层剂量率计算结果

位置	至 4F		至 2F	
	距离 (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
3F 检测室	3.1	0.381 (主射方向)	2.9	0.023 (非主射方向)

②剂量估算

每年接受照射时间为 1000 小时, 居留因子取 $1/2$ (相邻楼层处)。则根据上式, 可以计算出企业内部 4F、2F 处活动的其他非辐射工作人员的年附加有效剂量分别为

0.19mSv、0.012mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量约束值低于 0.25mSv 的要求。

（4）其他环境保护目标年附加剂量估算

根据辐射剂量率与距离成反比，更远处的北侧怀德街及浙江大华技术股份有限公司部分区域活动的公众成员的年附加有效剂量也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量约束值低于 0.25mSv 的要求。

综上所述，本项目设备周围活动的公众成员年附加有效剂量均低于 0.25mSv 的剂量管理约束值，符合《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

11.3 事故影响分析

公司使用的射线装置属 II 类射线装置，可能的事故工况主要有以下情况：

X 射线检测装置对工件进行无损检测时，门-机联锁失效，至使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到曝光室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。或在门-机联锁失效检测期间，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门机连锁装置的定期检查，发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并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，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。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，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用Ⅱ类射线装置的工作单位，应当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；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

12.1.2 辐射人员管理

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，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。本项目新增辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗。辐射工作人员应配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，建立个人剂量档案；应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。建设单位应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查，建立职业健康档案。

12.1.3 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，使用射线装置的单位应当对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，于每年 1 月 31 日前报原发证机关，年度评估报告应当包括射线装置台账、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。

12.3 辐射检测

12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建设单位应配备 1 台 X-γ 辐射剂量率巡检仪，每个辐射工作人员均应配备个人剂量计，单台设备配备剂量报警仪，并建立个人剂量档案。

12.3.2 个人剂量监测

辐射工作人员工作时要求佩戴个人剂量计，且按每季度 1 次的频度送其个人剂量

计至有资质的部门进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，档案终身保存。个人剂量监测档案包括辐射操作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

12.3.1 工作场所及环境辐射监测

公司须委托有资质的单位定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测，监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存，监测数据每年年底向当地生态环境主管部门上报备案。射线装置进行维修前后，应分别进行一次监测。本项目辐射监测计划见表 12-1。

表 12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	X 射线检测装置工作场所	周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行计量检定	射线装置屏蔽体外 30cm 处、操作位等	委托监测
日常监测	X 射线检测装置工作场所	周围剂量当量率	1 次/月	按照国家规定进行计量检定	射线装置屏蔽体外 30cm 处、操作位等	自行监测

另外，射线装置需日常检查常用的安全设备，如工作状态指示灯、报警灯、安全联锁控制显示状况、个人剂量报警仪和辐射监测仪器工作状况等；每月检查紧急停止按钮、安全联锁装置、通风设施等，并建立运行及维修维护记录制度。

12.4 竣工验收

本次评价项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，报告编制完成 5 个工作日内，建设单位应公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位在提出验收意见的过程中，可组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修订）》，使用射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备。发生辐射事故时，使用射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号文），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，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

企业拟在浙江省杭州市滨江区滨康路 500 号新增 1 台 CT 型 X 射线检测装置用于企业自产线路板等产品的无损检测。

13.1.2 实践的正当性

杭州士兰微电子股份有限公司拟建 CT 型 X 射线检测装置用于产品的无损检测，提高产品的质量与生产安全，符合辐射防护“正当实践”原则。因此，该项目使用 X 射线检测装置的目的是正当可行的。

13.1.3 选址合理性分析

本项目周边 50m 评价范围内主要为本企业厂区，另涉及北侧怀德街及浙江大华技术股份有限公司部分区域。经辐射环境影响预测，辐射工作人员和公众成员受到的辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。在此基础上，本项目的选址合理可行。

13.1.4 辐射防护屏蔽能力分析

公司对辐射工作场所实行分区管理，将本项目 X 射线检测装置屏蔽体内部区域划为控制区，检测室内部区域划为监督区。根据理论计算结果，设备屏蔽机房四周、顶棚、底部的屏蔽能力，均能符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

13.1.5 环境影响分析结论

本项目的主要污染因子为 X 射线，本次新增的 X 射线检测装置通过自带铅房进行射线屏蔽。根据理论计算结果，铅房屏蔽设计符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ117-2015 的要求，该公司从事辐射操作的工作人员和公众成员所受到的辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。

13.1.6 辐射环境管理制度

企业须设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，项目从事辐射操作前，必须制订《放射防护安全管理机构及职责》《辐射安全管理制度》《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》《自行检查和年度评估制度》《辐

射工作安全责任书》等规章制度。

13.1.7 安全培训及健康管理

(1) 公司辐射工作人员均应配备个人剂量计，个人剂量仪每 3 个月到相关部门检测一次，并建立了个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量检测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

(2) 公司应当组织辐射工作人员进行岗前体检。上岗后放射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。对于新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；在本单位从事过辐射工作的人员在离开工作岗位时也要进行健康检查。

(3) 公司辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗。

13.1.8 可行性分析结论

杭州士兰微电子股份有限公司新建工业 CT 应用项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划后，该公司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，其运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议

(1) 企业承诺将根据本评价报告和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

(2) 环评报批并建成后，公司应及时向生态环境主管部门申领辐射安全许可证。

(3) 建设项目竣工后，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

审批表

审批意见：

公章

经办人 年 月 日