

核技术利用建设项目

苏州瑞泰克散热科技有限公司新建 1 台工业用
X 射线探伤装置及 1 台工业 CT 装置项目

环境影响报告表

苏州瑞泰克散热科技有限公司

2026 年 7 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	18
表 9 项目工程分析和源项	25
表 10 辐射安全与防护	41
表 11 环境影响分析	57
表 12 辐射安全管理	77
表 13 结论与建议	86
表 14 审批	90

表 1 项目基本情况

建设项目名称		苏州瑞泰克散热科技有限公司新建 1 台工业用 X 射线探伤装置及 1 台工业 CT 装置项目				
建设单位		苏州瑞泰克散热科技有限公司				
法人代表		岳国东	联系人		联系电话	88
注册地址		苏州市相城区黄埭镇康阳路 368 号				
项目建设地点		苏州市相城区黄埭镇春光路 188 号钎焊车间和高频焊车间				
立项审批部门		苏州市相城区数据局		批准文号	相数据投备[2024]105 号	
建设项目总投资 (万元)			项目环保投资 (万元)		投资比例（环保投资/总投资）	
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m²）	
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	/				
	项目概况 1.1 建设单位概况 苏州瑞泰克散热科技有限公司成立于 2004 年 6 月 7 日，注册地位于苏州市相城区黄埭镇康阳路 368 号，法定代表人为岳国东。 经营范围包括：研发、生产、销售：制冷设备及配件。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）一般项目：货物进出口；技术进出口（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动） 《苏州瑞泰克散热科技有限公司新建生产新能源汽车电池大面冷却液冷板项目环					

1.2 项目概况

苏州瑞泰克散热科技有限公司主要从事制冷设备，配件等业务，根据生产需要，企业计划在钎焊车间新设置 1 台工业用 X 射线探伤装置（最大管电压 160 千伏、最大管电流 3 毫安）、在高频焊车间设置 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置（最大管电压 250 千伏、最大管电流 3 毫安），用于产品无损检测。统一以“X-ray 装置和工业 CT 装置”作为 2 台设备简称。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号），苏州瑞泰克散热科技有限公司购置的 1 台 X-ray 装置和 1 台工业 CT 装置，属 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》（环境保护部令第 47 号）和《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），使用 II 类射线装置的项目应当编制环境影响报告表。因此，苏州瑞泰克散热科技有限公司对其新建 1 台 X-ray 装置及 1 台工业 CT 装置项目委托苏州市宏宇环境科技股份有限公司进行环境影响评价。

苏州瑞泰克散热科技有限公司 1 台 X-ray 装置及 1 台工业 CT 装置情况具体见下表。

表 1-1 本项目 1 台 X-ray 装置及 1 台工业 CT 装置情况一览表

序号	装置名称	类别	设备型号	设备数量	额定电压 (kV)	额定电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X-ray 装置	II 类		1 台	160	3	无损检测（检测不良品）	X-ray 检测室	钎焊车间
2	工业 CT 装置	II 类		1 台	250	3	无损检测（检测不良品）	CT 检测区	高频焊车间

1.3 项目选址及周边保护目标情况

本项目位于苏州市相城区黄埭镇春光路 188 号，用地性质为工业用地，项目所在厂区的东侧为韩渡桥港、南侧为春光路及路劲璞玉澜岸小区、西侧及北侧均为江苏苏鑫装饰有限公司厂房。项目拟建址周围 50 米范围内没有学校、医院、居民点等环境敏感目标。项目厂址地理位置见附图 1，厂区平面布置及周边情况见附图 2。

本项目 X 射线装置使用场所周边情况具体见表 1-2。

表 1-2 本项目 X 射线装置使用场所周边情况一览表

序号	场所名称	位置	场所东侧	场所南侧	场所西侧	场所北侧	场所上方	场所下方
1	X-ray 检测室	7#生产厂房（钎焊车间）	激光切割区	检测区	实验室	厂区内道路	顶棚	水泥地

2	CT 检测区	1#生产厂房 (高频焊车间)	休息区	银奕达货物 暂放区	办公室及物 料放置区	线边库	顶棚	水泥地
---	--------	-------------------	-----	--------------	---------------	-----	----	-----

本项目保护目标为 X 射线装置使用场所及周边 50m 范围内的人员，项目拟建址周围 50 米范围内没有学校、医院、居民点等环境敏感目标，项目 50m 范围内主要为生产区域、内部道路、物料库房等区域，人员主要为操作 X 射线装置的职业工作人员，周边 50m 范围内的其他工作人员及周边偶尔停留的公众人员。

1.4 实践正当性

苏州瑞泰克散热科技有限公司在其厂区内新设置 1 台 X-ray 装置（最大管电压 160 千伏、最大管电流 3 毫安）、在高频焊车间设置 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置（最大管电压 250 千伏、最大管电流 3 毫安），用于产品无损检测。本项目 X 射线装置的应用有利于提高产品质量，具有显著的经济效益和社会效益，且经预测分析，其产生的辐射危害远小于企业和社会从中取得的利益，因此该项目符合《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。

1.5 工作制度及人员配置

公司拟配备 3 名辐射工作人员开展本项目射线装置操作工作，另外配备 1 名辐射安全管理人员。

预计周曝光时间最

预计周曝光时间最大约

1.6 核技术利用项目许可情况

本次环评涉及的 1 台 X-ray 装置及 1 台工业 CT 装置为新建射线装置，苏州瑞泰克散热科技有限公司无核技术利用项目。

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
1	本项目不涉及	/	/	/	/	/	/	/

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
1	本项目不涉及	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（GB18871-2002）。

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
1	本项目不涉及	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	X-ray 装置	II类	1		160	3	无损检测	X-ray 检测室	新建
2	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II类	1		250	3	无损检测	CT 检测区	新建

(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	
1	本项目不涉及	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（2019 年修正版），国务院令第 449 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，2006 年 9 月 26 日起施行； (10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 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 11 月 1 日施行； (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 年修订版），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辐射事故应急预案的通知》，苏州市人民政府（苏府办〔2016〕208 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) 《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； (21) 《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）； (22) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版），苏政办函（2020）26 号,2020 年 2 月 19 日发布； (23) 《苏州市辐射事故应急预案》和《苏州市突发环境事件应急预案》（苏府办〔2020〕59 号） (24) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号）。
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）； (2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； (3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）； (5) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； (6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250—2014）及其第 1 号修改单； (7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128—2019）； (8) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；

	(9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)。
其他	附图 附图 1 项目地理位置图 附图 2 项目厂区总平面布置图 附图 3 项目平面布置图(钎焊车间—X-ray 装置) 附图 4 项目平面布置图(高频焊车间—工业 CT) 附图 5 本项目与江苏省生态空间管控区域位置关系图 附图 6 本项目工业 CT 装置防护屏蔽设计图 附图 7 本项目 X-ray 装置防护屏蔽设计图 附件 附件 1 委托书及技术服务合同 附件 2 射线装置使用承诺书 附件 3 辐射屏蔽防护设计说明 附件 4 辐射环境本底监测报告、监测资质以及检测设备检定报告 附件 5 环境保护措施承诺书 附件 6 营业执照、主体工程立项及环评批复 附件 7 设备供应商辐射安全许可证正本及副本 附件 8 环评申报承诺书 附件 9 其他相关附件资料

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目所用 X 射线装置运行过程中会产生 X 射线,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):“。。。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。。。”,确定本项目评价范围为 X 射线装置屏蔽设施(铅房)外 50m 的范围。项目评价范围及周边环境示意图见附图 2。

保护目标

本项目保护目标主要为 X 射线装置使用场所及周边 50m 范围内的人员，主要为操作 X 射线装置的职业工作人员，周边 50m 范围内的其它工作人员及周边偶尔停留的公众人员。

对照江苏省人民政府《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1 号）要求，本项目评价范围内不涉及江苏省生态空间管控区域；对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74 号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线。

表 7-1 本项目保护目标情况一览表

序号	保护目标名称			方位	距离	人员数量 (个)	人员性质
1	X-ray 装置	辐射工作人员		北侧		1	操作人员
2		厂区内 其他工作人员		东侧		约 2	公众
3						约 3	公众
4						约 1	公众
5				南侧		约 3	公众
6						约 2	公众
7						约 2	公众
8				西侧		约 1	公众
9						流动人员	公众
10						流动人员	公众
11						流动人员	公众
12				北侧		流动人员	公众
13						流动人员	公众
序号	保护目标名称			方位	距离	人员数量 (个)	人员性质
1	工业用 X 射线计算机断层扫描（CT） 装置	辐射工作人员		北侧		1	操作人员
2		厂区内 其他工作人员		东侧		约 8	公众
3						流动人员	公众
4						约 1	公众
5						约 1	公众
6						约 1	公众
7						约 1	公众

8						约 2	公众
9					西侧	流动人员	公众
10						流动人员	公众
11						约 2	公众
12						约 2	公众
13					北侧	约 2	公众
14						流动人员	公众
15					西北侧	约 5	公众
16				区	南侧	流动人员	公众

评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，剂量约束值取值参考 GB18871-2002 中 4.3.4.1 条款：除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。

本项目工作人员职业照射和公众照射剂量限值详见下表：

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	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》(GBZ117-2022)

本标准适用于使用 600kV 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。

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/T250。

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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/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 μ Sv/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。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

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。

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

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。

6.2.1 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。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人员进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条-第 7.4 条的要求。

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：a) 有使用价值的 γ 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照本标准第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行；b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与 γ 射线源一样对待；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；d) 包含低活度 γ 射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行；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。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

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 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻建筑物在自然辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

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透射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。

2) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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

3.3.1 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。

（4）江苏省天然贯穿辐射水平

根据《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，江苏省天然贯穿辐射水平见下表：

表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果（表）（单位：nGy/h）

	原野	道路	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

*现状评价时，按测值范围进行评价，取测值范围数值：即原野为（33.1~72.6）nGy/h；道路为（18.1~102.3）nGy/h；室内为（50.7~129.4）nGy/h。

（5）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）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）评价标准：

（1）辐射剂量率控制水平：本项目设备装置四周、顶部及底部关注点最高周围剂

量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 剂量约束值：本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a ，公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 。

(3) 周剂量：职业人员周剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$ ；公众周剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ 。

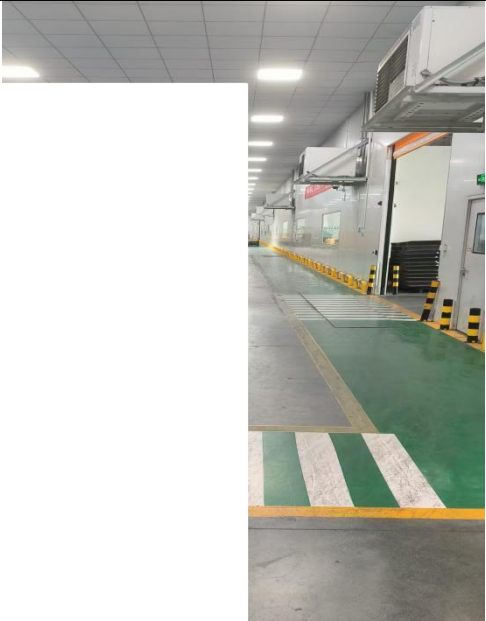
表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理位置和场所位置

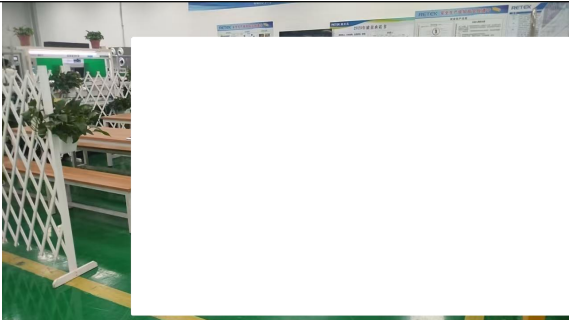
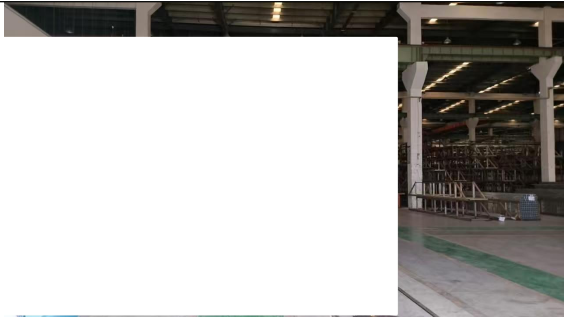
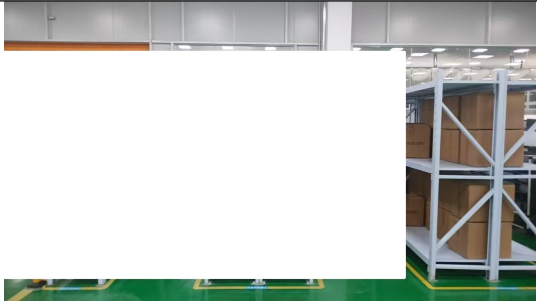
苏州瑞泰克散热科技有限公司位于苏州市相城区黄埭镇春光路 188 号，本项目 X-ray 装置检测室位于钎焊车间北侧，为单层建筑，无地下室，顶部人员不可达。X-ray 装置探测室东侧为激光切割区，南侧为检测区，西侧为实验室，北侧为厂区内部道路。本项目工业 CT 探测区位于高频焊车间南侧，为单层建筑，无地下室，顶部人员不可达。工业 CT 探测区东侧为休息区，南侧为货物暂放区，西侧为办公室及物料放置区，北侧为线边库。

本项目地理位置见附图 1，项目地周边关系见附图 2，项目所在地的环境现状见图 8-1 和 8-2。

	
东侧激光切割区	南侧检测区
	

项目拟建地址	

图 8-1 本项目 X-ray 装置探测区及周边现状照片

	
东侧休息区	南侧银奕达货物暂放区
	
西侧物料放置区	北侧线边库

项目拟建地址	

图 8-2 本项目工业 CT 探测区及周边现状照片

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

监测范围：本项目 X 射线装置拟放置位置周围辐射环境。

监测因子：本项目 X 射线装置拟放置位置周围贯穿辐射剂量率。

监测点位：在 X 射线装置拟放置位置四周布置监测点位，分别位于 X 射线装置拟放置位置以及四周，共计 11 个监测点位。检测布点图见图 8-3 和图 8-4。

表 8-1 本项目检测点位一览表

编号	点位名称		
1			钎焊车间
2	拟建	点位 2	
3	拟	位 3	
4	拟	位 4	
5	拟建场	点位 5	
6			高频焊车间（三车间）
7	拟	位 7	
8	拟	位 8	
9	拟建场址	区点位 9	
10	拟建	10	
11	拟建	位 11	

物流通道

1号门

钎焊车间

北

2号门

(

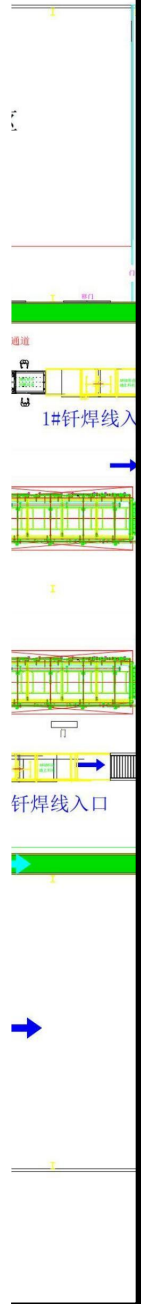




图 8-4 监测布点图（高频焊车间）

3.监测方案、质量保证措施

3.1 监测方案

监测项目：X- γ 剂量当量率；

监测布点：在 X 射线装置拟放置位置四周进行布点，具体见图 8-3 和图 8-4；

监测时间：

监测方法：《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

监测仪器：X-γ辐射空气： NT6101-S75；
制造单位：；
设备编号：Z
仪器测量范0nGy/h~200μGy/h）；
仪器能量响。
检定证书编
检定有效期。

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 20s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

3.2 质量保证措施

监测单位

监测布点射剂

量率测量技术

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的要求，实施全过程质量控制。

具体质量保证措施：

- ①建立完整的内部质量管理体系，确保检测数据准确、有效；
- ②检测仪器定期进行检定或校准，确保在证书有效期内使用；
- ③检测仪器的各项性能指标及测量准确度满足技术规范要求；
- ④每次测量前、后均认真检查仪器的状态，确保其正常工作；
- ⑤检测方法遵照国家现行有效的导则、标准及技术规范要求；
- ⑥现场检测不少于 2 人完成，检测人员均取得岗位合格证书；
- ⑦检测原始记录及数据处理结果均经过严格的内部质量审核。

4.监测结果与环境现状调查结果评价

评价方法：参考表 7-2 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率调查结

果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：监测结果见表 8-2，检测报告见附件。

表 8-2 X 射线装置拟放置位置及周边辐射环境质量现状检测结果表

编号	检测点位置		结果值 D_{γ} (nGy/h)	标准差	备注
①	钎焊车间			2	室内，平房
②		拟	2	3	室内，平房
③				2	室内，平房
④				2	室内，平房
⑤		拟建	位 5	3	室外，道路
⑥	高频焊车间 (三车间)			3	室内，平房
⑦				2	室内，平房
⑧				3	室内，平房
⑨		拟建场	点位 9	2	室内，平房
⑩			0	3	室内，平房
⑪		拟	11	2	室内，平房

根据表 8-2 的监测结果可知，本项目拟建址室内 γ 辐射剂量率检测水平为 41~52nGy/h，室外环境 γ 辐射剂量率检测水平为 36nGy/h，对照江苏省室内天然 γ 辐射剂量率水平射剂量率低于或处于其范围内，对照室外道路，本项目拟建址室外 γ 辐射剂量率水平在其范围

表 9 项目工程分析和源项

工程设备与工艺分析

本项目涉及使用两套 X 射线装置，分别为 X-ray 装置和工业 CT 装置，两套设备及其工艺分析如下：

（一）工业 CT 设备（工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置）

1、工程设备

本项目拟使用 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（ ），该设备是通过 X 射线对工业产品进行无损检测的一种检测装置，它是通过高速电子轰击阳极靶产生 X 射线，透照被检测的工件，并在胶片或其他成像装置上得到被检工件的内部结构图像，能快速准确的判断被检部件的内部结构有无缺陷。

本项目使用的 X 射线装置具有自动化程度高、检测效率高、检测成本低、灵敏度高及功能齐全等显著特点。本项目使用的 X 射线装置（工业 CT 装置）示意图如下。

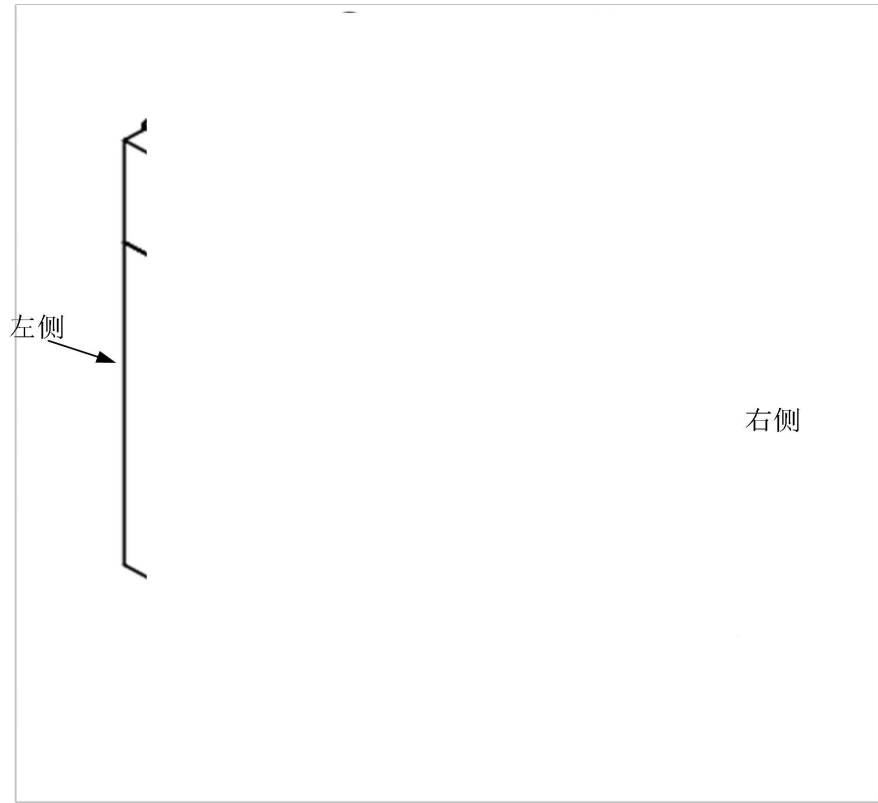


图 9-1 X 射线装置（工业 CT 装置）示意图（供应商提供）

本项目使用的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT 最大管功率 、像显示及处理系统、操作控制台、机械运动系统、射线防护系统及运动控制系统组成，射线方

向定向向左，射线源、平板探测器在水平方向无法移动，在垂直方向可上下移动，移动范围为



图 9-2 X 射线装置（工业 CT 装置）尺寸示意图（单位：mm）

1) 机械运动系统

机械运动系统主要由升降滑台、移动滑台、转台构成。可完成动作有：射线源、平板探测器上下运动；载物台左右移动；载物台 360° 旋转运动。

图 9-3 X 射线装置（工业 CT 装置）内部结构图

2) X 射线检测成像系统

本项目 X 射线实时成像系统由一体化 X 射线管、平板探测器、图像处理软件、PC 显示器控制台、低压控制电缆等五部分组成。

3) 射线管冷却装置

为了更好的使射线管设备正常工作，发挥应有的性能。工业 X 射线管自带强制风冷。

4) 射线防护装置

- a、防护标准满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；
- b、铅门开、关控制回路 with 射线源启动回路采用互锁电路；
- c、当 X 射线开启，铅房铅门意外打开时，铅门上的连锁开关会自动断开，球管停止出束；
- d、设备设有明显可见的警示灯；
- e、铅房内部设有开门按钮和急停开关。

5) 图像显示及处理系统

图形显示及处理系统原理图如下：



本项目 X 射线装置（工业 CT 装置）设备性能参数详见下表。

表 9-1 X 射线装置（工业 CT 装置）设备性能参数一览表

[illegible]

2、工艺分析

(1) X 射线产生工作原理

X 射线装置核心部件是 X 射线管，X 射线管主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如下图所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈

大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程放出，形成 X 光。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特征辐射。

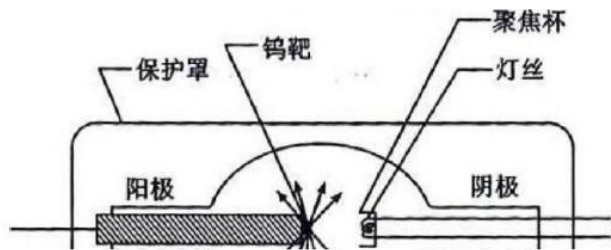
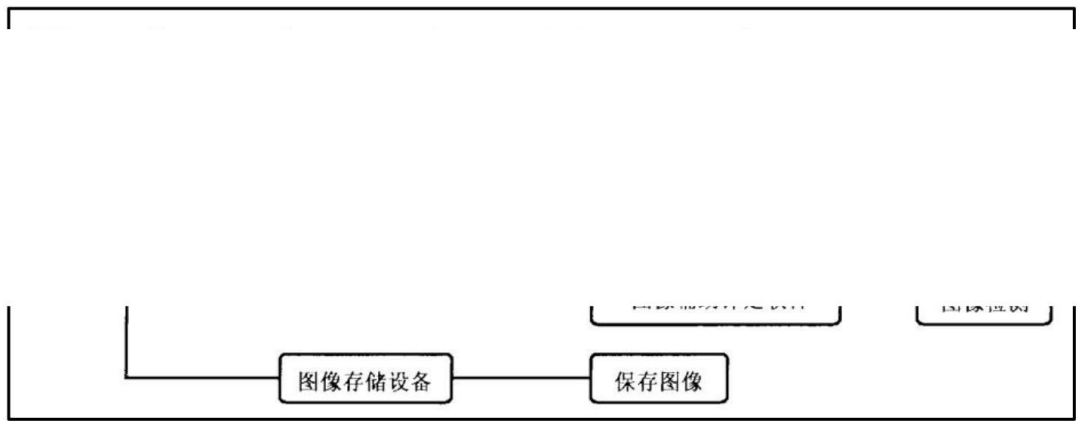


图 9-5 工业 CT 装置 X 射线管线及 X 射线产生的示意图

(2) X 射线实时成像工作原理

X 射线实时成像基本原理是 X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿透金属材料后被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像；用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，再根据图像的灰度对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。X 射线检测装置工作原理示意图见图 9-6。



（3）项目流程及产污环节

本项目 X 射线装置（工业 CT）检测流程如下：

检测时辐射工作人员在检测铅房外将被测工件放置在载物台转台上，此过程辐射工作人员无需进入铅房内，关闭工件门后，辐射工作人员在操作位处进行操作，调整载物台转台至合适位置，对需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

1）接通装置电源，打开钥匙开关，检查门-机联锁装置、照射信号指示灯及其他安全防护措施是否有效，措施有效方可开始检测工作。

2）开机预热，打开工件门，辐射工作人员将被检测工件放在载物台上，关闭工件门；

3）辐射工作人员在操作位处远程控制，将载物台调整到合适位置，然后开启 X 射线实时成像系统进行检测，根据工件的不同，可调整射线管的电压及电流值进行检测；检测过程中会产生 X 射线及少量 O₃、NO_x；

4）通过操作位处的显像器对工件内部缺陷进行辨别；

5）检测完毕后，关机，确认设备停止出束后打开工件门，辐射工作人员取出检测工件。

本项目 X 射线装置检测工艺流程及产污环节如图 9-7 所示，项目运营中产生的主要污染为 X 射线装置工作过程中产生的 X 射线和臭氧。

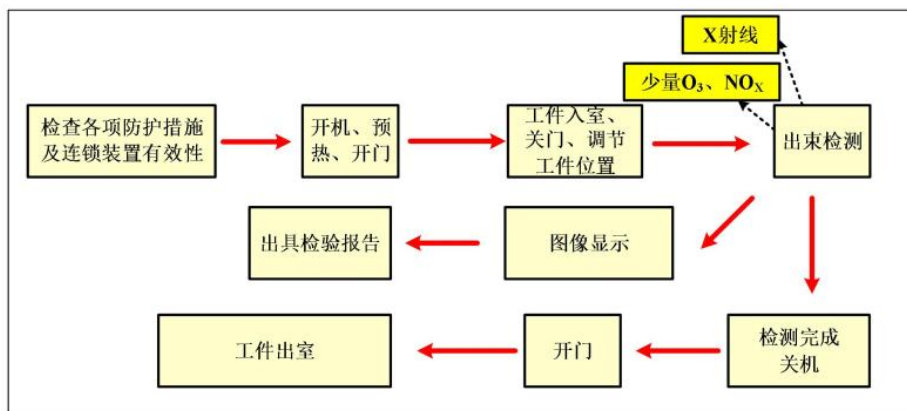


图 9-7 本项目 X 射线装置（工业 CT）检测工艺流程及产污位置图

（二）X-ray 装置

1、工程设备

本项目拟使用 1 台 X-ray 装，该设备是通过 X 射线对工业产品进行无损检测的一种检测装置，它是通过高速电子轰击阳极靶产生 X 射线，透照被检测的工件，并在胶片或其他成像装置上得到被检工件的内部结构图像，能快速准确的判断被检

部件的内部结构有无缺陷。

本项目使用的 X 射线装置具有自动化程度高、检测效率高、检测成本低、灵敏度高及功能

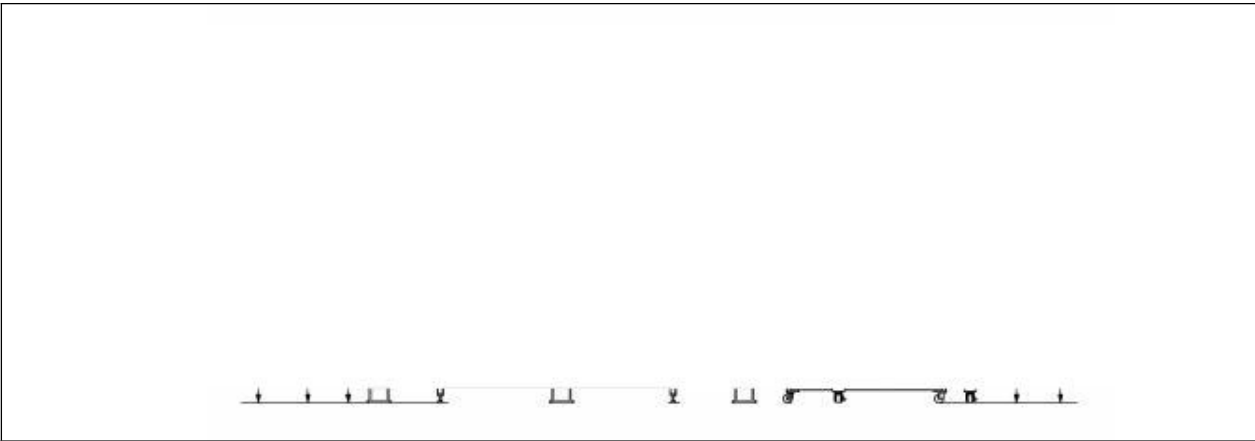


图 9-8 X 射线装置（X-ray）外观示意图（供应商提供）

160k
械运
无法

压为
、机
方向
时可
角为

设备外形尺寸详见下图。



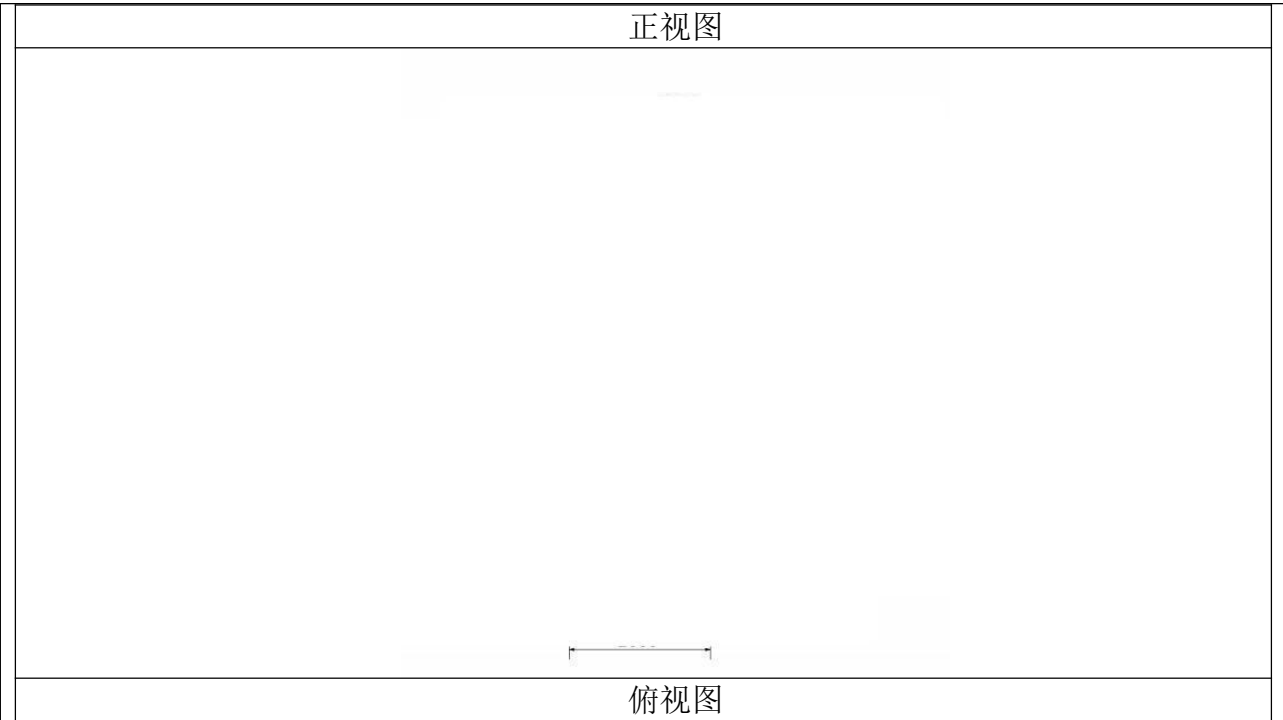


图 9-9 X 射线装置（X-ray 装置）尺寸示意图（单位：mm）

1) 机械运动系统



图 9-10 X 射线装置（X-ray 装置）内部结构图

2) X 射线检测成像系统

本项目 X 射线实时成像系统由一体化 X 射线管、平板探测器、图像处理软件、PC 显示器控制台、低压控制电缆等五部分组成。

3) 射线管冷却装置

为了更好的使射线管设备正常工作，发挥应有的性能。工业 X 射线管自带循环油冷+强制风冷。

4) 射线防护装置

- a、防护标准满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；
- b、铅门开、关控制回路与射线源启动回路采用互锁电路；
- c、当 X 射线开启后在铅房外无法将防护铅门打开，直到把射线源关闭后才能重新打开防护铅门；
- d、设备设有明显可见的警示灯；
- e、铅房内部设有安全按钮。

5) 图像显示及处理系统

图形显示及处理系统原理图如下:

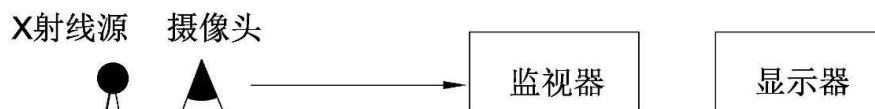


图 9-11 X 射线装置 (X-ray 装置) 显示原理图

本项目 X 射线装置（X-ray 装置）设备性能参数详见下表。

表 9-2 X 射线装置 (X-ray 装置) 设备性能参数一览表

[illegible]



图 9-12 X-ray 装置 X 射线管线及 X 射线产生的示意图

（2）X 射线实时成像工作原理

X 射线实时成像基本原理是 X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿透金属材料后被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像；用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，再根据图像的灰度对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。X 射线检测装置工作原理示意图见下图。

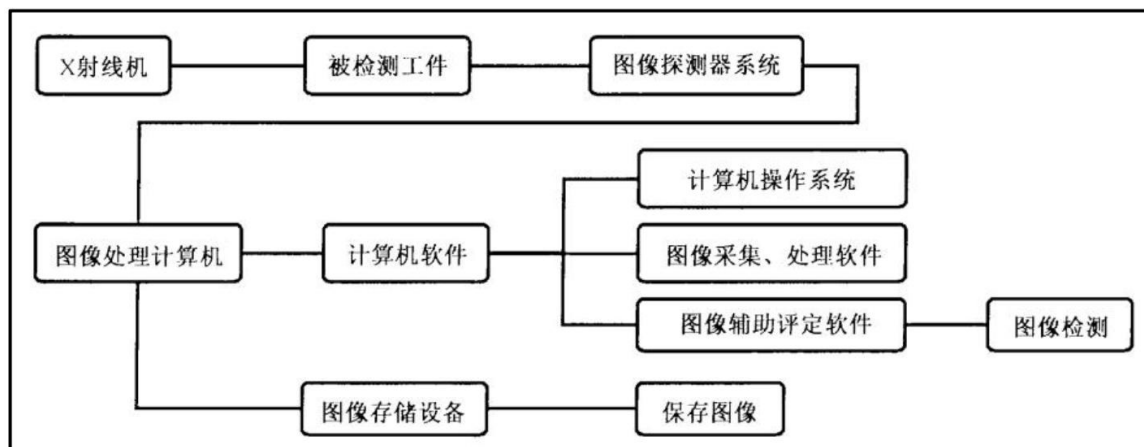


图 9-13 典型 X 射线检测装置工作原理图（X-ray 装置）

（3）项目流程及产污环节

本项目 X 射线装置（X-ray 装置）检测流程如下：

检测时辐射工作人员在检测铅房外将被测工件放置在载物托盘上，此过程辐射工作人员无需进入到铅房内，关闭工件门后，辐射工作人员在操作位处进行操作，调整载物托盘

至合适位置，对需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- 1) 接通装置电源，打开钥匙开关，检查门-机联锁装置、照射信号指示灯及其他防护安全措施是否有效，措施有效方可开始检测工作。
- 2) 开机预热，打开工件门，辐射工作人员将被检测工件放在载物台上，关闭工件门；
- 3) 辐射工作人员在操作位处远程控制，将载物台调整到合适位置，然后开启 X 射线实时成像系统进行检测，根据工件的不同，可调整射线管的电压及电流值进行检测；检测过程中会产生 X 射线及少量 O₃、NO_x；
- 4) 通过操作位处的显像器对工件内部缺陷进行辨别；
- 5) 检测完毕后，关机，确认设备停止出束后打开工件门，辐射工作人员取出检测工件。

本项目 X 射线装置（X-ray 装置）检测工艺流程及产污环节如下图所示，项目运营中产生的主要污染为 X 射线装置工作过程中产生的 X 射线和臭氧。

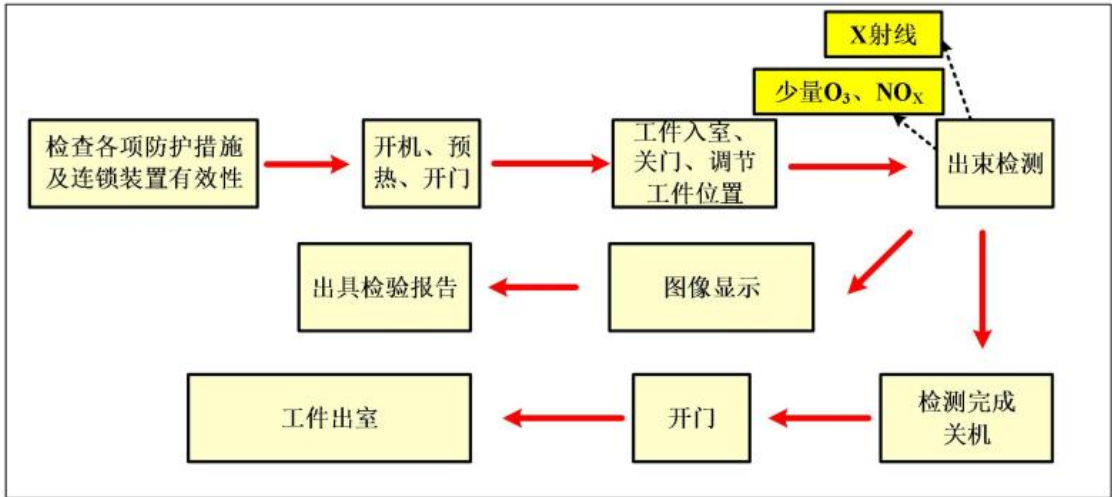


图 9-14 本项目 X 射线装置（X-ray 装置）检测工艺流程及产污位置图

（4）训机工作流程

线
不

训
机

X-ra
产

训机时也会发出 X 射
要先进行训机（停用

灯闪动。待
态。每次训
生产工况下
。仅在短期停
，该设备训机

时间已包含

3、工况分析

安全
中工
操作

射
其
名
及

环保手续的履行等。本项目年工作约 50 周，工作人员按照公司管理要求每周均有休息日，工作负荷较为合理。

本项目设备的工作负荷如下：

表 9-3 本项目工业 CT 装置工作负荷

设备型号	
检测每批次样品最长出束时间	
每天每班工作最多检测样品批次数	
设备每天每班曝光时间	
工作班制	
拟配备辐射工作人员数	
工业CT装置每周曝光时间	
每年工作周数	
工业CT装置年曝光时间	

表 9-4 本项目 X-ray 装置工作负荷

设备型号	
检测每批次样品最长出束时间	
每天每班工作最多检测样品批次数	
设备每天每班曝光时间	
工作班制	
拟配备辐射工作人员数	
X-ray装置每周曝光时间	
每年工作周数	
X-ray装置年曝光时间	

注

污染源项描述

1、电离辐射

本项目工业 CT 装置 为
3mA。本项目 X-ray 装置 A。

X 射线装置开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线。不开机状态不产生辐射。

由 X 射线装置工作原理可知，X 射线装置只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对设备外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此 X 射线装置在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物，包括：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射、天空反散射等。各种辐射污染源项如下：

（1）X 射线机的输出量

X 射线机的输出量和照射量率与 X 管类型、电压和电压波形、靶的材料和形状以及滤过板材料和厚度有关。可以通过查阅有关参数表或图获取。

①工业 CT 装置

250kV 且最
大管 .90Sv/h），
经换

②X-ray 装置

根据 X-ray 装置设备厂家提供的资料，本项目 X-ray 装置 X 射线管最大管电压 160kV 得

①工业 CT 装置

本项目 CT 装置 X 射线管最大管电压 250kV，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》组

②X-ray 装置

本项目 X-ray 装置 X 射线管最大管电压 160kV，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》

(3) 90°散射辐射剂量率

①工业 CT 装置

射屏蔽

规

X 射线

90°

kV

200kV。

②X-ray 装置

屏蔽规

射线 90°

。

2、废气

本项目产生的废气主要是 X 射线电离空气产生的少量臭氧和氮氧化物，检测结束后，打开防护门，设备所在车间设置机械通风，通风良好，少量废气将通过自然通风排至大气环境中，其中臭氧约 50min 后自然分解为氧气，这部分废气对环境影响较小，不作定量分析。

3、废水

本项目所有设备均通过显示器成像，不洗片，无洗片废水；本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水。

4、固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物；本项目辐射工作人员在工作过程中将产生一般生活垃圾。

5、事故工况下污染源分析

X 射线装置的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。

在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

(1) 由于安全联锁装置失灵，X 射线检测装置在开机调试时工件门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到检测装置外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

(2) 机器调试、检修时误照射。X 射线检测装置在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

(3) 由于门机联锁失效，检测装置在作业时，人员误触开门按钮导致工件门打开，导致受到额外的照射。

因此，在事故工况下，可能发生人员超剂量事故，途径为直接外照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

10.1、工作场所布局及分区

(1) 工作场所布局

公司综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响，本项目 X 射线装置布置在车间内，操作位避开了有用线束照射方向，布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

由辐射工作场所平面布局可知，整体布局紧凑，既便于工作，又利于辐射防护，能够有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响。

(2) 分区依据和原则

为防止 X 射线对环境的影响，苏州瑞泰克散热科技有限公司按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相应的要求，对辐射工作场所划分为控制区、监督区，并实行两区管理制度。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的适当位置设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警告标志；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件。

(3) 本项目分区划分依据及管理情况

公司按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关要求，对本项目辐射工作场所进行分区划分与管理，划分情况如下：以设备屏蔽体（铅房）边界作为控制区边界；以 X 射线检测区建筑边界及栅栏隔断边界作为监督区边界。

管理措施如下：控制区边界（铅房）采用实体屏蔽、门机联锁装置，铅房上显著位置设置电离辐射标志，设备上设置工作指示灯，设备开机期间任何人不得打开铅房防护门。操作台设置急停开关和钥匙开关。

监督区边界采用实体隔间，X 射线检测区域入口张贴电离辐射警示标识，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。辐射人员进入监督区内工作期间佩戴合格的报警仪和个人剂量计。未经授权无关人员禁止进入监督区。

本项目工业 CT 装置辐射工作场所分区管理情况如下 。

表 10-1 本项目工业 CT 装置探伤室 “两区” 划分与管理

探伤室	控制区	监督区	
“两区” 划分范围	将 X 射线装置实体（铅房）边界划为 控制区边界	本	栏
辐射防护 措施	在 X 射线检测装置检测铅房工件门外 设置电离辐射警告标志及中文警示说 明，工作时任何人不得进入。	在 督	监 ， 工作时无关人等不得进入。



图 10-1 本项目工业 CT 装置监督区及控制区示意图

本项目 X-ray 装置辐射工作场所分区管理情况如下 。

表 10-2 本项目 X-ray 装置探伤室 “两区” 划分与管理

探伤室	控制区	监督区	
“两区” 划分范围	将 X 射线装置实体（铅房）边界划为 控制区边界	本	。
辐射防护 措施	在 X 射线检测装置检测铅房工件门外 设置电离辐射警告标志及中文警示说 明，工作时任何人不得进入。	在 督	监 ， 工作时无关人等不得进入。

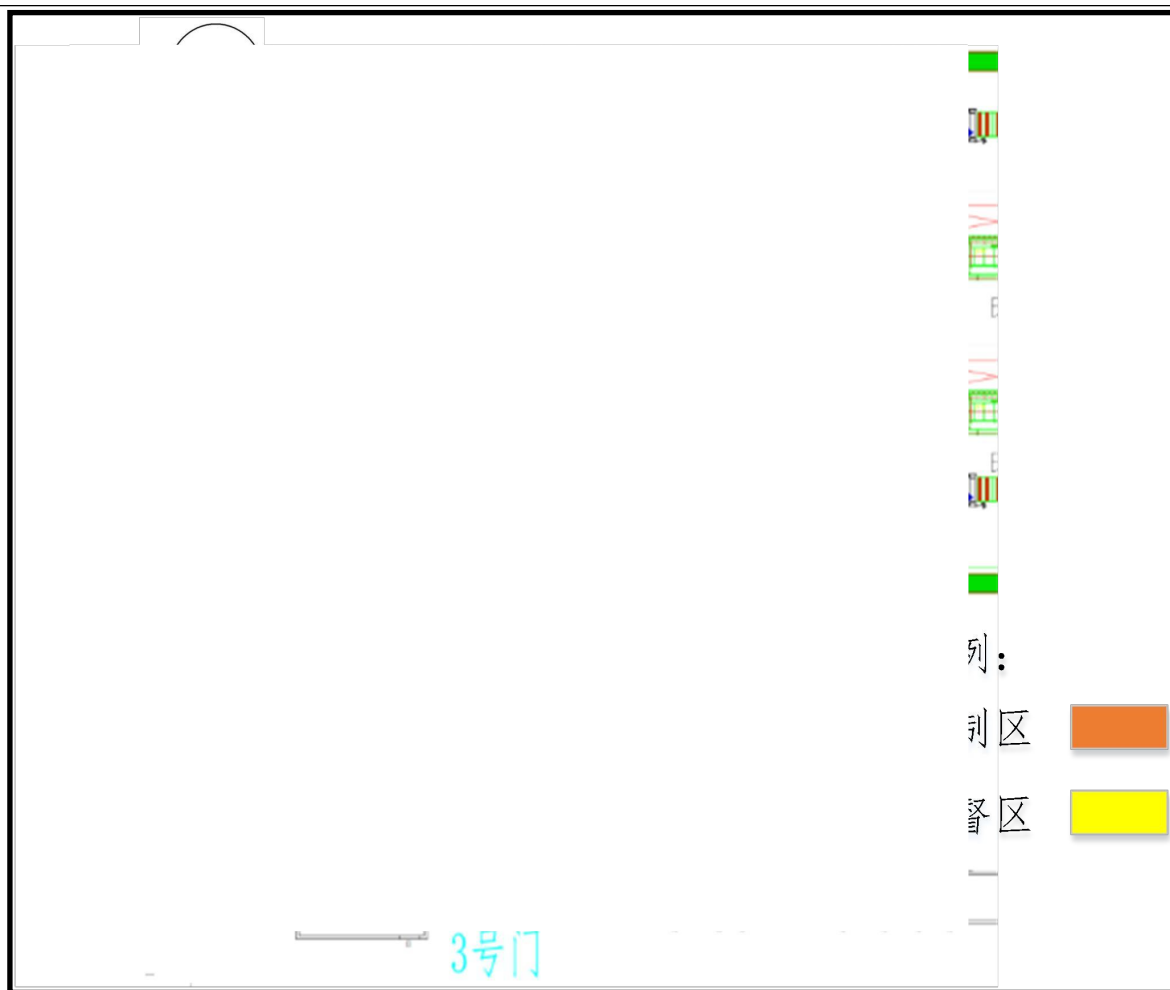


图 10-2 本项目 X-ray 装置监督区及控制区示意图

10.2、X 射线装置辐射防护设施

①工业 CT 装置

本项目所使用工业 CT 装置各位置防护屏蔽参数见下表。

表 10-3 X 射线装置（工业 CT 装置）防护性能参数表

Figure 1

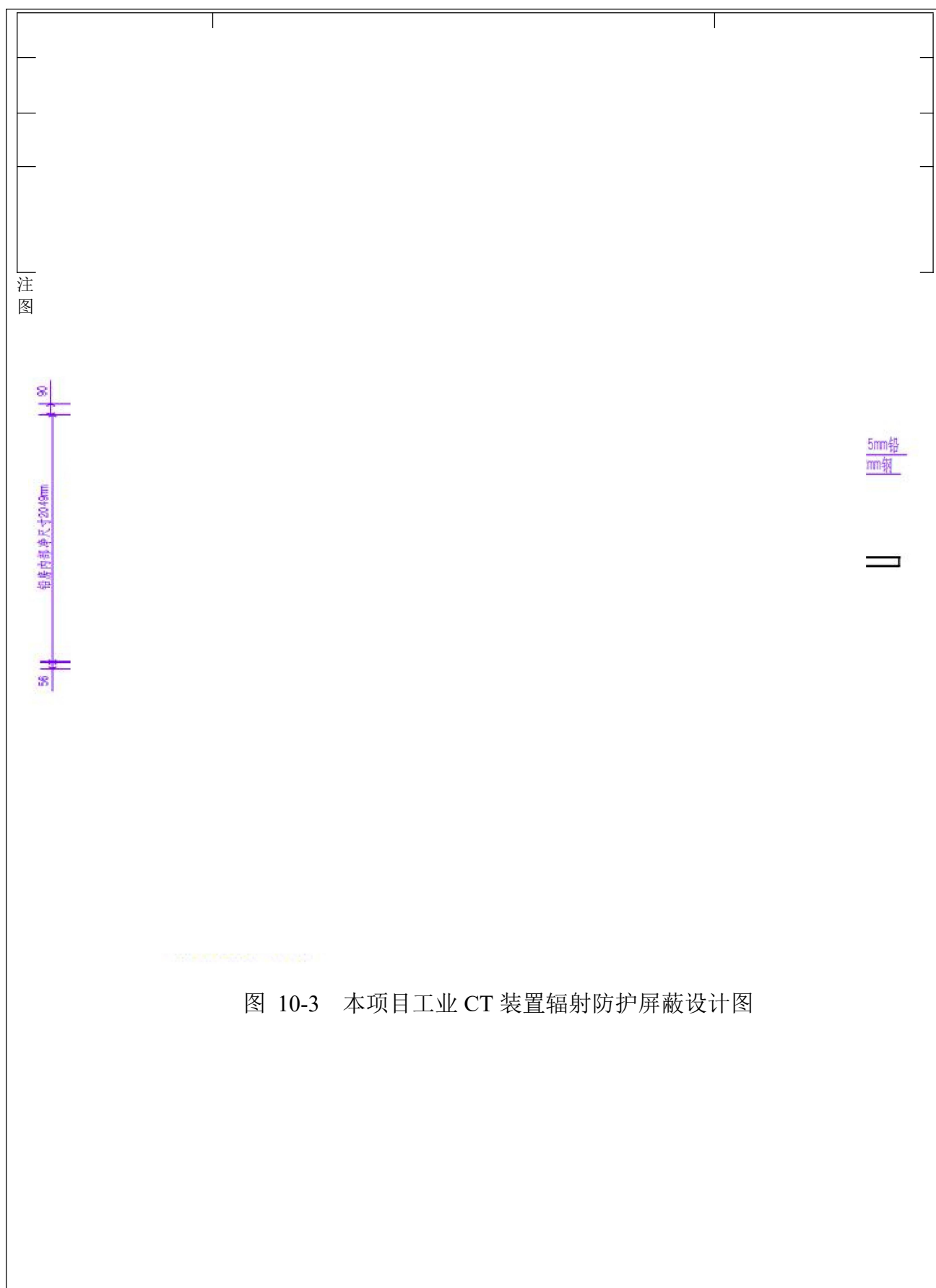
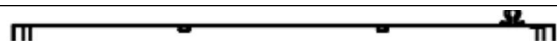


图 10-3 本项目工业 CT 装置辐射防护屏蔽设计图



底部过线口铅防

图 10-4 本项目工业 CT 装置通风孔和线缆孔散射路径示意图

工业 CT 装置的辐射安全保护

本项目 X 射线装置的辐射安全保护设置是通过多个方面来实现的，具体如下。

(1) 安装门机联锁装置。防护铅房工件门拟设置门机联锁装置，即操作位或 X 射线管头组装体上的接口与防护门联锁，只有当工件门完全关闭后才能接通 X 射线管管电压。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；操作位处设紧急开门开关。

(2) X 射线装置工业 CT 装置防护铅房设计安装指示灯装置。指示灯有三种颜色，分别为红色、黄色、绿色，绿色指示灯表示铅门已关闭，设备已准备就绪，可以正常曝光出束；红色指示灯表示设备正在曝光出束；黄色指示灯表示铅门已打开，联锁已断开，设备不能出束。

(3) 防护铅房拟设置照射状态指示装置与 X 射线检测装置进行联锁。

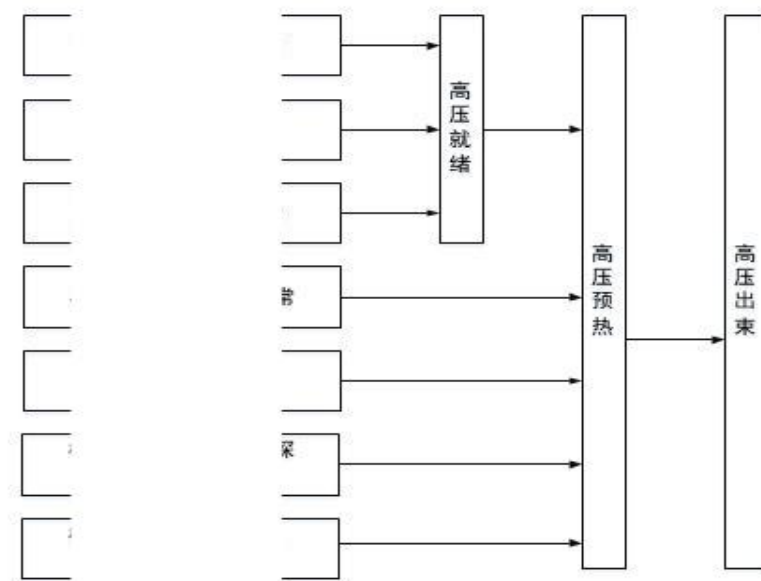
(4) 防护铅房工件门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

(5) 防护铅房工件门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

(6) 安装紧急停机按钮。拟在防护铅房内南侧屏蔽体处拟设置 1 个紧急停机按钮，操作位处设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机按钮应当带有标签，标明使用方法。

(7) 操作位处拟设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，只有在打开操作位钥匙开关后，工业 CT 装置才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。设置 X 射线管电压及高压接通或断开状态的指示装置，以及管电压、管电流、照射时间选取及设定值显示装置；设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(8) 防护铅房内拟设置视频监控，以便辐射工作人员能够在操作位处观察到防护铅房内各个位置情况。本项目辐射安全逻辑关系见下图。



注：”，让它具备产生射线的条件，但未出束。

图 10-5 本项目工业 CT 装置辐射安全联锁逻辑关系图

(9) 其他防护措施

公司会将各项辐射环境管理规章制度及操作规程张贴于车间内墙面醒目位置。



罩

过线孔

外防护罩

6mm铅板

底面：10mm钢板+8mm铅板+3mm钢板

图 10-7 本项目 X-ray 装置辐射防护屏蔽相关设计图

X-ray 装置的辐射安全保护

本项目 X 射线装置的辐射安全保护设置是通过多个方面来实现的，具体如下。

（1）安装门机联锁装置。防护铅房工件门拟设置门机联锁装置，即操作位或 X 射线管头组装体上的接口与防护门联锁，只有当工件门完全关闭后才能接通 X 射线管管电压。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；操作位处设紧急开门开关（项目设备非自屏蔽装置）。

（2）X 射线装置 X-ray 防护铅房设计安装指示灯和声音提示装置。防护铅房外顶部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，X 射线检测装置工作时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠防护铅房或在防护铅房外做不必要的逗留。“预

备”信号应持续足够长的时间，以确保防护铅房周围人员安全离开，“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。

(3) 防护铅房拟设置照射状态指示装置与 X 射线检测装置进行联锁。

(4) 防护铅房工件门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

(5) 防护铅房工件门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

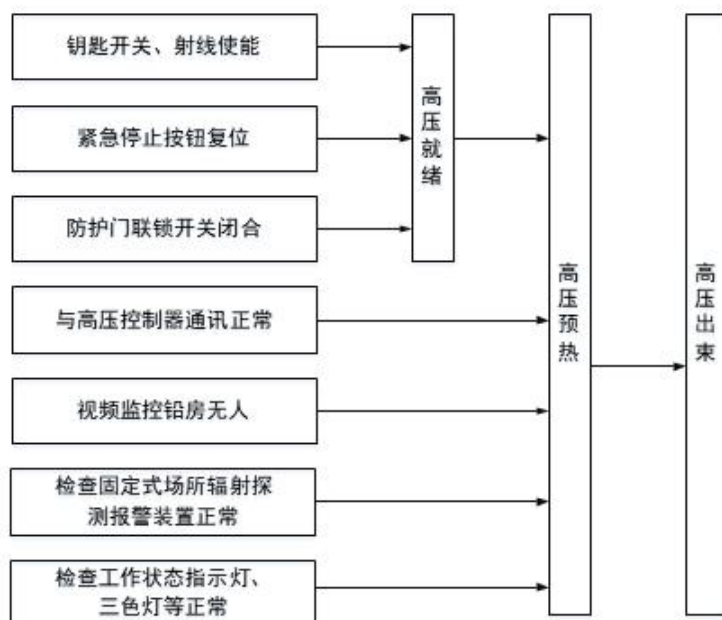
(6) 设备两侧的维修门设置安全开关，配有门机联锁装置。

(7) 安装紧急停机按钮。拟在操作位处设置 1 个紧急停机按钮，载物台两侧设置紧急停机按钮，设置有确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机按钮应当带有标签，标明使用方法。

(8) 操作位处拟设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，只有在打开操作位钥匙开关后，X-ray 装置才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。设置 X 射线管电压及高压接通或断开状态的指示装置，以及管电压、管电流、照射时间选取及设定值显示装置；设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(9) 防护铅房内拟设置视频监控，以便辐射工作人员能够在操作位处观察到防护铅房内各个位置情况。

本项目辐射安全逻辑关系见下图。



注：射线使能即给射线装置“解锁”，让它具备产生射线的条件，但未出束。

图 10-8 本项目辐射安全联锁逻辑关系图

(9) 其他防护措施

公司会将各项辐射环境管理规章制度及操作规程张贴于车间内墙面醒目位置。
本项目 X-ray 装置辐射安全与防护措施分布见下图。



- -ray

公司将加强对辐射工作人员的培训，辐射工作人员将严格按照操作规程操作，避免事故发生。公司拟配备个人剂量报警仪、X-γ 辐射剂量率仪，满足日常人员防护的需求。工作人员使用 X 射线装置时，佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

表 10-5 拟配备防护用品清单

	备注
	/
X-γ	/
	/

- 当 X 射线装置不再使用时，应实施退役程序。
- ①X 射线装置应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。
 - ②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。

③清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.3、辐射安全防护设施对照分析

根据苏州瑞泰克散热科技有限公司及设备厂商提供的相关材料，参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中各项具体要求，对本项目具体的辐射防护设施及措施与标准对照分析，详见下表。

表 10-6 本项目辐射安全防护设施对照分析表（工业 CT 装置）

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）	设计情况		评价结果
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/T250。	本项目X射线有用线束照射的屏蔽墙厚	置）操作室已避开室分开；防护铅房大小、直射、散射、各种因素。	满足要求
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。	按防护要求体内部区域材料内部，设置电离辐射任何人不得侧的栅栏隔	工业CT装置）屏蔽域密封在设备结构检测铅房工件门外警示说明，工作时以检测区东侧和北南侧以实体墙为边	满足要求
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100μSv/周，对公众场所其值应不大于5μSv/周；b）屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。	人员在关注对职业工作于5μSv/周，	率参考控制水平，Sv/周，对公众不大剂量当量率参考控制μSv/h。	满足要求
6.1.4探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a）探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；b）对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取100μSv/h。	本项目工业物，根据天与曝光室顶曝光室外地体的透射辐	顶部上方无建筑过曝光室顶的辐射产生的散射辐射对射和穿出曝光室墙的剂量率总和小于	满足要求
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。	本项目工业闭后才能进行检测时，仅相应参数，X探伤过程中	联锁装置，在门关装置进行无损探伤待检测品，设定好完成检测工作。在开时，能立刻停止	满足要求
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。	X射线装置（工警告标志，操作X射线管中放射置声光	）正面将张贴电离辐射光报警灯，当X射线从，警示灯就会亮起，设备出束联锁。	满足要求

6.1.7探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目工业装置防护体	监控，视图可	满足要求
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。	X射线装置GB18871要	贴符合文警示	满足要求
6.1.9探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	X射线装置设置有紧急人员在装载误关闭）时设	备内部工作人防护门即切断	满足要求
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。	本项目工业排风装置，证装置屏	³ ，自带，可保大于3	满足要求
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。	在每一次照射（工业CT有在X射线全装置系统	线装置。且只护与安才能开	满足要求
6.2.2探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	工作人员进戴常规个人平达到设定员应立即离他人进入	台时佩辐射水工作人阻止其告。	满足要求
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。	本项目将平,包括留处。测高于参考	量率水人员居当测量值射防护负	满足要求
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。	交接班或常工作。	仪是否正能正常工	满足
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。	本项目探操作，佩	操作规程量报警仪，	满足要求
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。	在每一次内部没有防护门正常并正常	X射线装置线装置防统都启动工作。	满足要求
6.3.6.3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：a) 有使用价值的γ放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照本标准第5.2.5条中废旧放射源的处理要求执行；b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与γ射线源一样对待；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；d) 包含低活度γ射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行；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	本项目X定程序进离辐射警物品进行放射源，并确认污染状况。	后将按规除所有电所及相关没有留下	满足要求

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。

表 10-7 本项目辐射安全防护设施对照分析表（X-ray 装置）

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）	设计情况	评价结果	
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/T250。	本项目X射线装置（X-ray 装置）有用线束照射的方向屏蔽墙厚度已充分考虑屏蔽物材料	室已避开有防护铅房的射、散射、。	满足要求
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。	按防护要求，将内部区域划为控制料内部，在X射线装置电离辐射警告何人不得进入。区四	置）屏蔽体设备结构材料工件门外设，工作时任督区以检测	满足要求
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100μSv/周，对公众场所,其值应不大于5μSv/周；b)屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。	人员在关注点的对职业工作人员于5μSv/周，控制水	控制水平，对公众不大量率参考控	满足要求
6.1.4探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a)探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；b)对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取100μSv/h。	本项目X-ray装置根据天空反散射光室顶部上方室外地面附近公透射辐射在相	无建筑物，的辐射与曝射对曝光室墙体的和小于	满足要求
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。	本项目X-ray装置机联锁）装置，射线装置进行无放好待检测品，自动完成检测工外打开	检修门的门探伤作业。在准备期摆射线装置会防护门被意。	满足要求
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。	X射线装置（X-ray）告标志，操作台射线管中放射出声光报	电离辐射警告X射线从X亮起，设置	满足要求
6.1.7探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目X-ray装置防护体内部设显示	频监控，装机视图可以	满足要求
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。	X射线装置（X GB18871要求的说明。	张贴符合中文警示	满足要求

6.1.9探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	X射线装置按钮，在出检修人员在紧急停机按钮	置有紧急停机在装载样品或闭)时，按下电源，X射线	满足要求
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。	本项目X-ray风装置，装置屏蔽	24m ³ ，自带排5m ³ /h，可保证次数大于3次，	满足要求
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。	在每一次照射(X-ray装在X射线装置系统都	认X射线装置驻留。且只有有防护与安全下，才能开始	满足要求
6.2.2探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	工作人员常规个人剂量率达到设定的应立即离开人进入	操作台时佩戴。当辐射水平警，工作人员同时阻止其他责人报告。	满足要求
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。	本项目将平,包括操留处。测量高于参考	域的剂量率水邻区域人员居较。当测量值向辐射防护负	满足要求
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。	交接班或常工作。如	剂量仪是否正仪不能正常工	满足
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。	本项目探操作，佩戴	设备操作规程剂量报警仪，	满足要求
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。	在每一次照射内部没有无防护门正常关并正常运行的情况下，才能开始检测工作。	认X射线装置X射线装置防置系统都启动	满足要求
6.3.6.3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：a) 有使用价值的γ放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照本标准第5.2.5条中废旧放射源的处理要求执行；b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与γ射线源一样对待；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；d) 包含低活度γ射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行；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。	本项目X射线装程序进行处置，辐射警告标志和品进行全面的辐射源	退役后将按规定，清除所有电离役场所及相关物现场没有留下放况。	满足要求

综上可知，本项目满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求。

10.4、环保投资

本项目环保投资情况详见下表。

表 10-8 本项目环保投资一览表

项目	措施	投资 (万元)
辐射安全管理机构	设有专门的辐射学历的技术人员	具有本科以上作。
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：项目工用铅板进行屏蔽	、防护门均采
	安全措施：项目作状态指示灯，紧急事故时，能立心电离辐射”警告行分区管理，控靠近。	置设有显示工钮，确保出现适当位置设“当区和监督区进禁止无关人员
	岗位职责及操作监督区边界。	标明控制区、
人员配备	辐射安全管理人家核技术利用辐识及相关法律法	组织开发的国和防护专业知
	辐射工作人员佩进行监测，建立	送有资质单位
	辐射工作人员定案。	业健康监护档
监测仪器和防护用品	公司拟为项目按	人剂量计等。
辐射安全管理制度	操作规程、岗位度、设备台账和故应急预案。	备检修维护制制度、辐射事
合计		

三废的治理

1、废气

本项目的辐射源是 X 射线发生装置，接通电源时，X 射线装置产生 X 射线；断开电源时，X 射线消失。X 射线装置仅在进行无损检测期间出束，且由主机电脑控制出束成像，直接在显示屏上显示检测结果，不会产生放射性三废。

X 射线装置开机使用时，在 X 射线辐射源的照射下，可能会产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），臭氧在常温常压下极不稳定，会自动分解为氧气，结合 X 射线装置本身的自然进风和主动排风系统以及设备所在车间的换气系统，能将机房内含 O₃ 和 NO_x 气体排至机房外大气中，减少氮氧化物聚积。

本项目工业 CT 装置屏

风装置，系统总有效通风量为

1	3	“每小时有
		体容积约为
2		业探伤放射

防护标准》（GBZ117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

2、废水

本项目所有设备均通过显示器成像，不洗片，无洗片废水；本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水。

3、固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物；本项目辐射工作人员在工作过程中将产生一般生活垃圾。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目建设位置位于苏州市相城区黄埭镇春光路 188 号，厂房的施工建设已完成，不涉及土建施工。此次主要是安装相应的配套辅助设施等，建设阶段的环境影响主要有声环境、环境空气、水环境和固体废物的影响。

本项目只有在使用过程中才会产生 X 射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。在对机房安装相应的配套辅助设施时，会有一定的固废、噪声、施工废水等非电离辐射因素的环境影响，如建筑垃圾、建筑废水、施工噪声等，施工单位应按照规定对建设期产生的一般环境污染进行治理，如：建筑垃圾应分类堆放并及时处理；建筑废水应处理达标后排放；如需使用噪声较大的工具进行施工，应尽量选择周末等人员较少的时间段内短施工，通过以上措施使本项目在施工阶段对周围环境的影响可控。

综上所述，本工程在施工期的环境影响是短暂的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照相关规定采取措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响可控。

运行阶段对环境的影响

本项目涉及使用两台 X 射线装置，分别为工业 CT 装置和 X-ray 装置。

工业 CT 装置型
以该 X 射线装置工作
范围内敏感点的辐射剂量进行核算，同时给出是否满足相关标准限值的结论。

X-ray 装置型号为 KG100
X 射线装置工作时对其屏蔽结
内敏感点的辐射剂量进行核算，同时给出是否满足相关标准限值的结论。

11.1 剂量率参考控制水平

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），铅房屏蔽体和防护门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{cd}$ ）：

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下：职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{cd}$ （ μSv ）按下式计算：

$$\dot{H}_{cd} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

式中：

H_c ——周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）；

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；

t ——探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ：

$$\dot{H}_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

c) 关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

$\dot{H}_c$ 为上述a) 中的 $\dot{H}_{cd}$ 和b) 中的 $\dot{H}_{c,max}$ 二者的较小值。

根据建设单位提供资料，工业CT装置各关注点位剂量参考控制水平见下表。

表11-1关注点剂量率参考控制水平核算表（工业CT装置）

关注点	U	t	T ^①	Hc(μSv/周)	$\dot{H}c \cdot d$ (μSv/h)	剂量率参考控制水平Hc ^② (μSv/h)
设 30	1			100		
设 30	1			100		
设 30c 射	1			100		
设 30	1			100		
设 30	1			100		
正面 外3	1			100		
设 30	1			100		
装置 前侧	1			5		0
装置 左侧 达货	1			5		0
装置 后侧 放	1			5		0
装置 侧	1			5		0.417
注 为 $\dot{H}c \cdot d$ 和 $\dot{H}c \cdot max$ 二者的较小值。						Hc

$\dot{H}c \cdot max$ 二者的较小值，为 2.5μSv/h，其余公众也皆取 $\dot{H}c \cdot d$ 和 $\dot{H}c \cdot max$ 二者的较小值，为 0.417μSv/h。

表11-2关注点剂量率参考控制水平核算表（X-ray装置）

关注点	U	t	T ^①	Hc(μSv/周)	$\dot{H}c \cdot d$ (μSv/h)	剂量率参考控制水平 Hc ^② (μSv/h)
设备 30c						2.5
设备 30c						2.5
设备 30c						2.5
设备						2.5

1		
		2.5
		2.5
		2.5
		0.833
		0.833
		0.833
		1.667
附录 A 保守选取。②: Hc		

根据计算，本项目 X-ray 装置设备周围各关注点剂量率参考控制水平取上述 $\dot{H}_{c-d}$ 和 $\dot{H}_{c-max}$ 二者的较小值，

内部道路剂量率 μv ， $0.833\mu v$ 。

11.2 计算公式

(1) 有用线束屏蔽估算

装置主射线照射方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式（1）计算：

$$H = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \quad (1)$$

式中：

H—屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu Sv/h$ ；

I—工业 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；

R--辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

B—屏蔽透射因子，对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（2）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (2)$$

式中：

X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—相关屏蔽物质半值层或什值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》
(，什值层
厚算，什值
层1.048mm；

(2) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽

装置非有用线束屏蔽体预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中非有用线束屏蔽估算的计算公式计算。

泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式 (2) 计算，然后按式 (3) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 H，单位 (μSv/h)：

$$H = \frac{H_L \times B}{R^2} \quad (3)$$

式中：

H—屏蔽体外关注点的剂量率，μSv/h；

B—屏蔽透射因子，对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式 (2) 计算；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（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 (μSv/h)。

散射辐射屏蔽估算方法如下：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B，按 GBZ/T 250-2014 表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定 90°散射辐射的 TVL，然后按式 (2) 计算。关注点的散射辐射剂量率 H (μSv/h) 按式 (4) 计算：

$$H = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \quad (4)$$

式中：

I—工业 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，μSv·m²/（mA·h）；

B—屏蔽透射因子；对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式 (2) 计算；

F—R₀处的辐射野面积，单位为平方米（m²）；

α --散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）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。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》

（
夹

R₀--辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s--散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

（3）关注点年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (7)$$

式中：

H_c：参考点的年剂量水平，mSv/a；

H_{c,d}：参考点处剂量率，μSv/h；

t：探伤装置周照射时间，h/周；本项目每台设备计算年剂量；

U：探伤装置向关注点方向照射的使用因子，取值 1；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子。

11.2 X 射线装置屏蔽体外关注点剂量率计算

（一）工业 CT 装置

本项目工业 CT 装置靶点至各关注点的距离见下表。

表 11-3 工业CT 装置靶点至关注点的距离一览表

设备型号	关注点	编号	靶点至关注点的距离（m）
SE		①	
		②	
	设备面)	③	
		④	
		⑤	
	正	⑥	
		⑦	
	装区	⑧	
	装置南侧	⑨	
	装置置区	⑩	

注
管至装

本项目工业 CT 装置预测点位分布情况如下图所示：

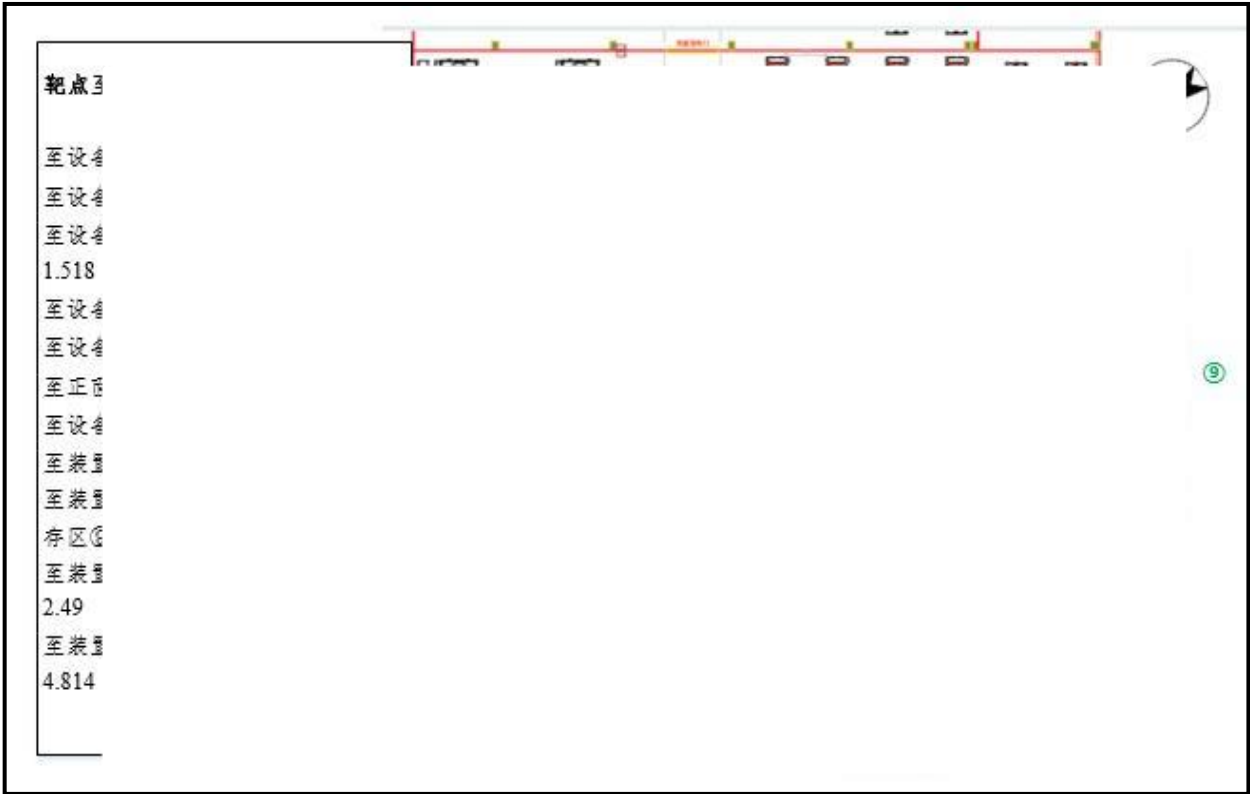


图 11-1 X 射线装置（工业 CT 装置）预测点位分布图

本项目 X 射线管在防护铅房内位置固定，靶点距离防护铅房各个方向的距离见下图所示：



图 11-2 工业 CT 装置靶点距离防护铅房各个方向的距离图

(二) X-ray 装置

本项目 X-ray 装置靶点至各关注点的距离见下表。

表 11-4 X-ray 装置靶点至关注点的距离一览表

设备型号	关注点	编号	靶点至关注点的距离（m）
K			—
			—
			—
			—
			—
			—
			—
			—
			—
			—

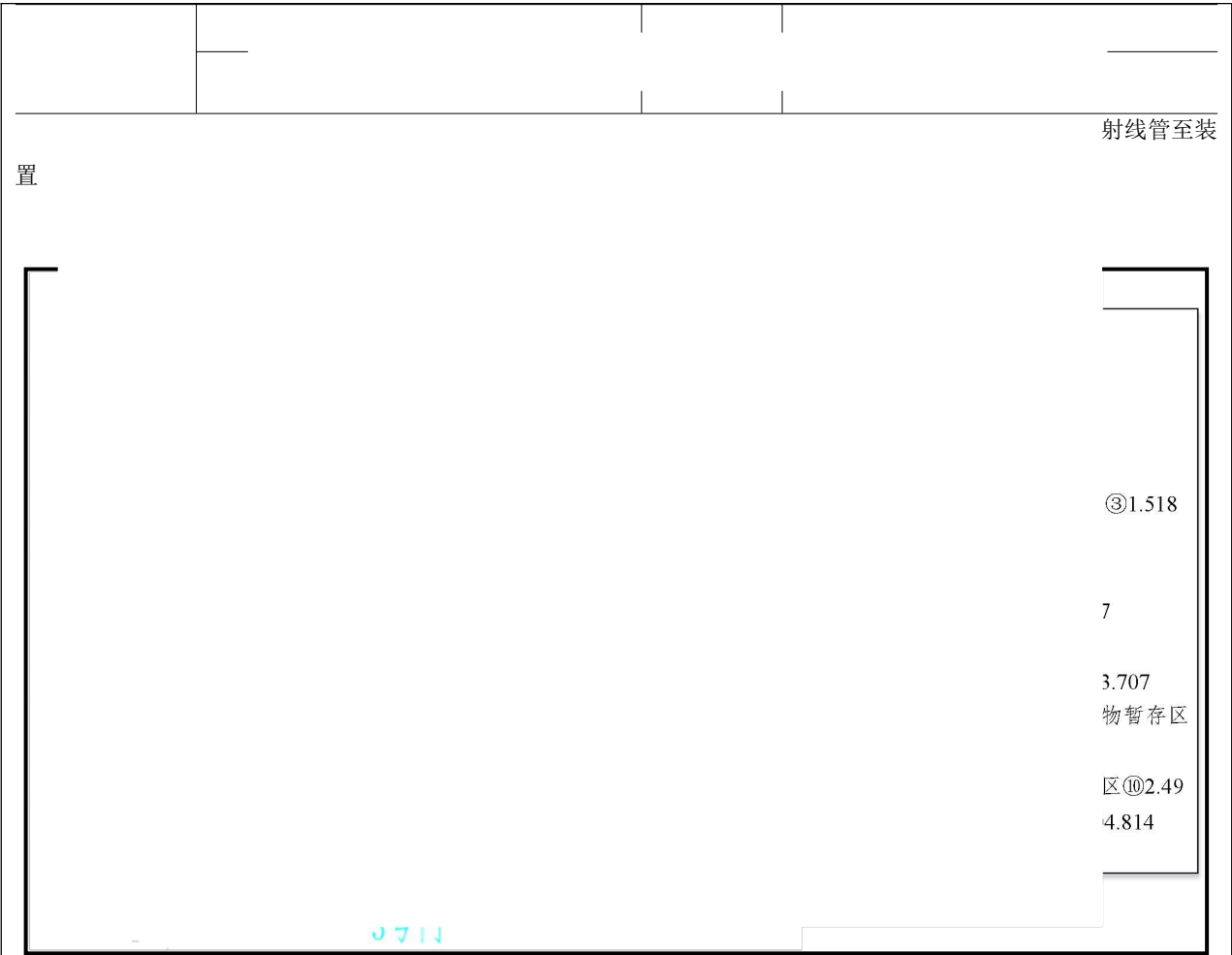


图 11-3 X 射线装置（X-ray 装置）预测点位分布图

本项目 X-ray 装置 X 射线管在防护铅房内位置固定，靶点距离防护铅房各个方向的距离见下图所示：

检修门



图 11-4 X-ray 装置靶点距离防护铅房各个方向的距离图（单位：mm）

辐射剂量率计算结果

①工业 CT 装置

1) 有用线束方向

本项目 X 射线装置有用线束涉及方向的屏蔽体外关注点剂量率计算结果见下表。

表 11-5 X 射线装置（工业 CT 装置）有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	铅当量	I (mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
设 射							2.5	满足
设 30							2.5	满足
设 30							2.5	满足
装 侧 物							0.417	满足

注
辐
业 X
层
和

3mA 时 X 射线在距
/ ($\text{mA}\cdot\text{h}$)；根据《工
电压为 250kV，什值
部区域，故设备顶面

2) 泄漏辐射及散射辐射

本项目 X 射线装置屏蔽体周边非有用线束方向关注点剂量率计算结果见下表。

表 11-6 工业 CT 装置泄漏辐射剂量率计算结果

设备	关注点	屏蔽物质及厚度	B	R (m)	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$	H($\mu\text{Sv/h}$)
					5000	4.45E-02
					5000	4.45E-02
				4	5000	2.24E-02
				7	5000	2.74E-02
				7	5000	2.02E-03
					5000	4.48E-03
				4	5000	1.20E-03

注
1m

T 250-2014) 表 1 可知，管电压大于 200kV 时，X 射线管组装体

表 11-7 工业 CT 装置散射辐射剂量率计算结果

设备	关注点	屏蔽物质及厚度	I (mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h})$	B	$R_s(\text{m})$	$F\cdot\alpha/R_0^2$	$H(\mu\text{Sv/h})$
C								1.64E-06
								1.64E-06
								8.23E-07
								1.01E-06
								7.44E-08
								1.65E-07
								4.41E-08

注
影
一
的

，转台移动会
与 R 距离取值
-) 中附录 B 中

由上表 11-6 和表 11-7 计算得到的散射和泄漏辐射剂量率汇总结果见下表。

表 11-8 工业 CT 装置散射和泄漏辐射剂量率计算结果汇总表

设备	关注点	泄漏辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	辐射剂量率合计($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	评价
					2.5	满足
					2.5	满足
					2.5	满足
					2.5	满足
					0.417	满足
					0.417	满足
					0.417	满足

大工况条件下，X 射
业探伤放射防护标

准》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中要求的各点位辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

②X-ray 装置

1) 有用线束方向

本项目 X-ray 装置 X 射线装置有用线束涉及方向的屏蔽体外关注点剂量率计算结果见下表。

表 11-9 X 射线装置（X-ray 装置）有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	铅当量	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ $(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
设备 10c							2.5	满足

注：
在距
X 射

管电流 3mA 时 X 射线
•h)；本项目 X-ray 装置

2) 泄漏辐射及散射辐射

本项目 X 射线装置屏蔽体周边非有用线束方向关注点剂量率计算结果见下表。

表 11-10 X-ray 装置漏辐射剂量率计算结果

设备	关注点	屏蔽物质及 厚度	B	R (m)	$\dot{H}_L$ ($\mu\text{Sv/h}$)	H($\mu\text{Sv/h}$)
X-			-		2500	1.68E-03
					2500	1.39E-03
					2500	1.06E-03
					2500	9.33E-04
					2500	3.54E-03
					2500	4.06E-04
					2500	1.49E-05
					2500	3.53E-05
					2500	5.07E-05
					2500	4.67E-05

注
管

小于 200kV 时，X 射线
电压为 160kV，利用内

插法计算，什值层厚度铅取 1.048mm。

表 11- 11 X-ray 装置散射辐射剂量率计算结果

设备	关注点	屏蔽物质及 厚度	I (mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ $\text{mA}\cdot\text{h})$	B	Rs(m)	$F\cdot\alpha/R_0^2$	H($\mu\text{Sv/h}$)
							2	1.74E-02
							2	1.44E-02
							2	1.10E-02
							2	9.66E-03
							2	3.66E-02
							2	4.20E-03
							2	1.55E-04
							2	3.65E-04
							2	5.25E-04
							2	4.84E-04

11.3 电缆口、通风口及防护门缝隙处辐射防护评价

本项目工业 CT 装置线缆穿孔位置位于屏蔽体铅房右侧，线缆过线口设置钢铅防护，其屏蔽防护材质主要为厚度 15mm 的铅。本项目 X-ray 装置线缆穿孔位置位于屏蔽体铅房左侧，线缆过线口设置钢铅防护，其屏蔽防护材质主要为厚度 6mm 的铅。综上所述可知，本

后进入电缆

线缆管道口

本项目工业 CT 装置右侧上方位置设置换气通风孔，配有排风扇，在该通风孔有铅板防护，

目 X-ray 装

屏蔽防护材

射线装置在

，，，部通风口，均经铅屏蔽防护体散射，X 射线在通风管道中经至少 3 次散射到达装置外，均可避免 X 射线直接照射进通风口，利用散射降低进出风口的辐射水平，最大程度上避免射线泄漏。

根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，本项目 X 射线经过通风口、电缆孔防护铅罩结构时至少会经过 3 次散射到达管道口处，可推断电缆口及通风口处的辐射剂量率能够满足标准要求。

本项目 m 高，

单扇门 640 泄漏，

拼接处宽度 缝隙

宽度为 2m X-ray

装置铅房工 m 宽

×505m 高； m（单

边）；工件 mm，

工件门与墙体重叠部分不小于工件门与墙体缝隙宽度的 10 倍。综上所述，本项目 X 射线装置门搭接处皆采取阶梯式拼接，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

11.4 辐射工作人员和公众剂量估算评价

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为厂区内其他工作人员。根据上述表内估算结果代入下方公式，两台设备分别选取各参考点处最大辐射剂量率值进行每周周围剂量当量（以下简称周剂量）及年有效剂量估算。

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T$$

- 式中：
- H_c ：周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\mu\text{Sv/周}$ ）；
- $\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；
- t ：探伤装置周照射时间， h/周 ；
- U ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子，取值 1；
- T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

表 11-13 工业 CT 装置设备周边工作人员及公众人员预测参考点位辐射剂量计算结果表

关注点	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	使用因 子	居留因 子	周照射时 间 (h/周)	周剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年有效剂 量 (mSv/年)	目标管理 值 (mSv/ 年)	结论
						34	5	满足
						34	5	满足
						69	5	满足
正						29	5	满足
装						12	0.10	满足
装						47	0.10	满足
装						27	0.10	满足
装						07	0.10	满足

注：根
为 1，
人员不
选取居留因子
，底部和顶部
50 周。

周剂量值
分别为
0.004
本标准》
(GB18871-2002)中的相关要求，低于本项目设定的年有效剂量约束值(工作人员 5mSv/a，
公众 0.10mSv/a)，亦满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求。

表 11-14 X-ray 装置设备周边工作人员及公众人员预测参考点位辐射剂量计算结果表

关注点	剂量率 (μSv/h)	使用 因子	居留 因子	周照射时 间 (h/周)	周剂量 (μSv/周)	年剂量 (mSv/ 年)	目标管理 值 (mSv/ 年)	结论
设						057	5	满足
设						047	5	满足
设						036	5	满足
设						032	5	满足
设						014	5	满足
装置						001	0.10	满足
装置						001	0.10	满足
装置						002	0.10	满足
装置						001	0.10	满足

注：他工
室，

及周边其
，无地下
作 50 周。

量值分

别

0.

（

准》

mSv/a，

公众 0.10mSv/a），亦满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求。

鉴于实际工作中射线装置曝光和操作时间的不确定性，辐射工作人员需要佩戴个人剂量计进行跟踪监测，以准确测定其受照剂量，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求进行佩戴个人剂量计。公司应加强对辐射工作人员的个人剂量监测管理，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。

综上所述，本项目所用工业 CT 装置辐射防护能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众剂量约束值的要求（职业人员剂量约

束值不超过 5mSv/a，公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a）。

11.5 三废治理评价

本项目 X 射线检测装置工作时，会使铅房内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），本项目工业 CT（ ） 1 口，检测铅房内进行换气，排满足每小时有效换气次数，配备轴流风机对检测铅，净体积为 24m³，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。本项目产生的臭氧及氮氧化物通过检测铅房顶部通风口排入厂房内本项目设备所在的检测区，经厂房配套的机械通风排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

11.4 事故风险识别

1) 射线装置类别及风险因子

根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会发布的《关于发布<射线装置分类>的公告》（公告 2017 年第 66 号）对射线装置的分类，本项目拟新建的 2 台 X 射线装置，属于 II 类射线装置，风险因子为 X 射线。

2) 事故的类型

本项目 X 射线装置使用过程中可能出现的辐射事故主要为：

①由于安全联锁装置失灵，X 射线检测装置在开机调试时工件门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到检测装置外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

②机器调试、检修时误照射。X 射线检测装置在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

③由于门机联锁失效，检测装置在作业时，人员误触开门按钮导致工件门打开，导致受到额外的照射。

公司应定期对设备、安全联锁装置等进行维护和检修。该项目发生事故的风险主要在于公司的辐射安全管理，公司应制定完善的管理制度、操作规程，并严格执行，由此可最大程度避免发生辐射事故。

公司辐射工作人员在每次使用 X 射线装置前，需对设备安全联锁装置、出束信号指示灯、声音提示装置等安全措施进行检查，发现问题及时整改。设备检修时，维护人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，在确保设备电源关闭状态下进入铅屏蔽体内进行检修。

3) 事故的预防

为防止辐射事故的发生，本项目设计了实体屏蔽和一系列有效的辐射安全设施，为本项目的安全运行提供了基础条件。

作为使用者和管理者，公司还通过安全管理进一步防止辐射事故的发生。

①每次使用前检查设备的联锁装置、紧急停机开关、报警灯、通风系统和冷却系统等安全设施及其它各项辐射安全与防护设施，保证各项辐射安全与防护设施的正常运行。相关辐射安全与防护设施出现故障或失效时，应停止射线装置的运行并及时通知专

业人员维修，严禁设备带故障运行。

②制定安全管理制度和安全操作规程，严格按照操作规程进行作业，确保安全。

③加强辐射工作人员的辐射安全教育和培训，确保辐射工作人员具备良好的辐射安全文化素质和专业知识。

一旦有辐射事故发生报生态环境主管部门，应及时处理，严格按放射事故处理规定等要求，同时应立即采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，使辐射危害控制在最小范围之内。

4) 事故处理方案：

①一旦设备发生辐射泄漏、人员受到意外照射或其它可能引发辐射事故的情况时，设备操作人员第一时间激活“急停按钮”或者切断设备电源。

②电话通知应急小组负责人，并做好保护现场工作，以免无关人员进入事故现场。

③应急小组负责人接到事故报警电话后，向生态环保、卫生、公安等部门上报事故情况并快速赶往事故现场指导应急工作。

④快速将可能受到意外照射的人员送到指定的医疗机构进行检查、救治。

⑤应急小组积极配合生态环境、卫生、公安等部门开展警戒、救援、调查等工作。

⑥事后做好经验总结、改进工作等措施。成立辐射事故调查小组，分析事故原因，总结事故教训。

5) 小结

公司制定了各项辐射安全规章制度和辐射安全事故应急预案，项目运行期间需重视辐射安全管理，严格执行上述事故的预防和事故的应急措施，保障工作人员和公众的安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，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；辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的培训和考核，其中辐射安全管理人员须考核通过“辐射安全管理”专业考试，辐射工作人员须考核通过“X 射线探伤”专业考试。

苏州瑞泰克散热科技有限公司将成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责，职责如下：

1、负责对本公司射线装置、放射源安全防护工作和辐射环境保护工作（以下称辐射安全与环境管理工作）实施统一监督管理。

2、负责本公司的环境影响评价报告的申报和协助有关部门进行验收；负责本公司辐射安全许可证的申请以及协助相关部门进行审核；负责本公司辐射项目“三同时”制度执行情况进行检查。

3、监督本公司辐射污染的防治工作；负责本公司 X 射线装置设备的日常监督管理；负责本公司辐射安全与环境管理的监察工作；负责本公司辐射污染的流治理整改以及辐射污染纠纷的处理。

4、负责制定本公司各项辐射安全管理制度、辐射事故应急预案；监督检查本单位各项辐射安全管理制度的落实和执行。组织开展一般辐射事故的应急响应工作；配合有关部门对本公司一般以上辐射事故的应急响应、调查处理和定级定性工作。

5、负责对工作场所进行辐射剂量监测，发现问题及时查明原因，采取有效措施消除辐射安全隐患；

6、定期检查设备状况，加强设备保养与维护，填写记录；发生设备故障，及时联系专业人员维修（本项目涉及的射线装置每年检修维护将委托专业人员负责）。

7、负责本公司辐射安全和环境管理队伍的建设。

本项目拟设置 1 名辐射负责人，并设置 3 名辐射工作人员。辐射工作人员需通过《核技术利用辐射安全与防护考核》，专业方向为 X 射线探伤辐射安全与防护，经考核合格后上岗。

辐射安全管理规章制度

一、辐射安全综合管理要求及落实情况

国家环境保护部 2017 年修正的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 47 号）第十六条提出了使用射线装置的单位申请领取许可证，应当具备的相关条件，环境保护部 2011 年发布的《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）也对射线装置的安全与防护管理提出了要求，下面分别就环保部提出的相关要求和苏州瑞泰克散热科技有限公司拟采取的措施进行对比，具体见表 12-1。

表 12-1 环保部令第 47 号及环保部令第 18 号要求及本项目拟采取措施对照表

法规要求		公司拟采取措施
《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第 16 条	（一）使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，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。	本项目使用Ⅱ类射线装置，公司已设专门的辐射安全防护管理机构，设置 1 名辐射安全与环境保护管理负责人（本科以上学历），负责辐射安全与环境保护管理工作，本项目拟设置 3 名辐射工作人员。
	（二）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。	本项目全与环辐射培训和考核。
	（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及。
	（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目 X 射线装置正面张贴电离辐射警告标志、上方设置声光出束指示标识等。此外，X 射线装置上方设有指示灯，表面张贴电离辐射警告标识；X 射线装置操作台上设置了急停开关，可以在任何异常情况下按下，立即切断电源。
	（五）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。	本项目拟设置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等。
	（六）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	公司将制定《辐射事故应急预案》、《X 射线装置操作规程》、《岗位职责》、《辐射安全与防护管理制度》、《辐射环境监测方案》、《人员培训计划》、《设备检修维护制度》等规章制度。
	（七）有完善的辐射事故应急措施。	公司拟制定完善的辐射事故应急措施。
	（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不产生放射性的废气、废液、固体废物。
《放射性同位素与射线装置	射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射	本项目 X 射线装置正面张贴电离辐射警告标志、操作台设置声光出束指示标识等。

安全和防护管理办法》	的安全措施。	
	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	本项目竣工验收后，拟委托有资质的环境监测机构对环境和工作场所周围的辐射水平进行监测。
	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	公司承诺每年按照法规要求的时间及时提交年度评估报告。
	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	本项目辐射工作人员均佩戴个人剂量剂进行个人剂量监测，承诺发现个人剂量监测结果异常的，将立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。
从以上对比可知：苏州瑞泰克散热科技有限公司拟采取的措施符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第47号）第十六条要求应当具备的相关条件及《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）的相关要求，具备从事放射性活动的技术能力。 二、辐射安全管理规则制度 苏州瑞泰克散热科技有限公司为规范辐射安全管理后续将按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，制订一系列相关辐射防护管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射安全与防护管理制度、设备检修维护制度、辐射事故应急预案、监测方案、人员培训计划等。		
辐射工作人员培训 根据生态环境部2019年12月24日印发的《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》（生态环境部公告第57号，2019年）的规定：自2020年1月1日起，辐射安全上岗培训应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（网址：http://fushe.mee.gov.cn）学习相关知识、报名并参加考核。		

在项目运行过程中按要求每年组织辐射工作人员进行 1~2 次的再培训和考核，考核通过后方可从事辐射工作。

辐射监测

（1）环保措施竣工环境保护验收

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），公司是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，公司应按照《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，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

公司应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。若不具备编制验收监测（调查）报告能力，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，公司应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，公司应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（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组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过 12 个月。

（2）工作场所及环境监测方案

公司定期（每年 1 次）委托有资质的单位进行年度辐射环境监测，并出具监测报告。

公司按要求对所有辐射工作场所进行自主监测，以确保屏蔽防护性能的良好。

自主监测的频次：每月至少 1 次。

重点监测位置：应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。

①工业 CT 装置监测关注点应包括：工业 CT 装置四周、顶部及操作位，重点关注防护门缝隙处、通风口、电缆口等，点位选取应具有代表性。

②X-ray 装置监测关注点应包括：X-ray 装置四周、顶部及操作位，重点关注防护门缝隙处、通风口、电缆口等，点位选取应具有代表性。

根据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正订），当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）或者设区的市环境保护行政主管部门报告。

此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用放射源和射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年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。

（3）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，包括个人剂量报警仪、辐射监测等仪器。

本项目拟配备1台辐射巡测仪和4台个人剂量报警仪，辐射工作人员均佩戴个人剂量计工作，对个人剂量计定期送检，建立个人剂量健康档案。项目运行后，公司应使用辐射巡测仪定期对机房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。所用仪器须按国家规定进行剂量检定，检测时须按《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）制定检测方案及实施细则执行。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器能够满足相关管理要求。

（4）职业健康体检

辐射工作人员上岗前应当进行岗前职业健康体检，符合要求的，方可参加相应辐射岗位工作。且项目运行后，建设单位应当定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，时间间隔不应超过2年，对体检结果不宜继续从事放射工作的人员，应当及时调离岗位，并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的辐射工作人员，应当及时予以安排。辐射工作人员脱离岗位时，应对其进行离岗时放射工作人员体检。

辐射事故应急

为了加强对本公司使用辐射装置的安全防护，有效预防并及时控制或消除各类辐射事故，规范突发性辐射事故应急处置工作，提高应对辐射事故的能力，保障群众健康，维护环境安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及其他有关法律及法规的规定，公司结合实际拟定了本方案作为辐射事故应急处理预案。

一、组织体系公司成立辐射事故应急响应领导小组（简称应急领导小组）：

（一）应急领导小组的组成：

辐射事故应急领导小组由组长 1 名，组员 3 名组成。

（二）应急领导小组主要职责

- 1.贯彻执行国家辐射事故应急方针和政策，配合主管部门做好事故应急处理工作；
- 2.负责事故现场的勘察和保护，防止事故的扩大与蔓延，启动应急预案协调指挥各部门的运作；
- 3.填写辐射事故报告表，逐级上报，配合公安机关、生态环境、卫生行政主管部门的调查；
- 4.总结事故发生的原因与改善措施，组织人员应急演练,确保办法有效的执行；

二、辐射事故分类与分级

《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故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。

特别重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故，是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射

线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据辐射事故分类，本公司可能发生的事故类型为一般辐射事故。

三、应急处理要求

（一）发生下列情况之一，应立即启动本预案：

- 1、X 射线装置屏蔽结构破坏，造成射线泄漏；
- 2、人员受到误照射；
- 3、射线装置丢失被盗；
- 4、例行检查发现超过剂量限值。

（二）事故发生后，当事人应立即切断辐射装置的电源，并报告辐射事故应急小组，由应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

（三）辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

（四）向生态环境主管部门、公安机关及时报告事故情况。

四、辐射事故应急救援应遵循的原则：

- 1、迅速报告原则；
- 2、主动抢救原则；
- 3、生命第一的原则；
- 4、科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- 5、保护现场，收集证据的原则。

五、辐射事故应急处理的责任划分

（一）辐射事故应急领导小组组长负责辐射事故应急处理的组织及指挥工作；

（二）副组长负责组织抢险物资和工具的供应，组织车辆运送物资和人员；向应急救援小组及生态环境主管部门、公安部门快速上报，最迟不得超过两小时；

（三）小组成员在抓好辐射事故应急处理工作的同时，协助做好受伤害人员的家属的安抚工作；

（四）要认真做好事故现场的保护工作，协助上级主管部门调查事故、搜集证据，整理资料并做好记录；

（五）参加事故应急救援人员要自觉遵守纪律，服从命令，听从指挥，为完成救援

任务尽职尽责，通过积极工作最大限度地控制事故危害，为尽快恢复生产创造条件；

（六）加强对发生事故现场的治安保卫工作，公司保安部门要密切配合、协助党政领导及上级主管部门做好事故现场的保卫工作，防止现场物资及财产被盗或丢失。

六、辐射事故应急处理程序及报告制度

（一）一旦发生辐射事故，必须切断总电源开关，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报；

（二）对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对设备、设施进行检查，确定其功能和安全性能。

（三）应急救援小组组长应立即召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的辐射事故应急人员的参与下进行。

除上述工作外，辐射事故应急人员还应进行以下几项工作：

1、对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况，对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

2、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

（四）发生辐射事故后，当事员工应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部报告。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。

七、启动应急预案

由辐射安全管理小组统一指挥、工作人员相互配合。

（1）现场控制：切断辐射装置的电源，除了工作人员外，禁止其他人员进出辐射工作场所；

（2）病人救治：对受到辐射伤害的人员进行现场急救，而后转到指定医院治疗；

（3）现场保护：配合公安局、卫生健康委员会（卫健委）、生态环境局等部门进行现场调查；

（4）解除隔离：现场调查结束，查明原因，工作场所没有辐射污染，解除隔离。

江苏省生态环境厅：025-86557655，江苏省卫健委应急办：0512-6522685，公安局：110，苏州市生态环境局：0512-67522172。

八、人员培训和演习计划

1、辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；

1、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年 1~2 次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

九、辐射事故的调查

（一）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（二）配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

表 13 结论与建议

结论			
1.实践正当性			
苏州瑞泰克散热科技有限公司新增 2 台 X 射线装置（分别为 X-ray 装置和工业 CT 装置），对其产品进行无损检测，确保其产品质量。本项目 X 射线装置的应用有利于提高产品质量，具有显著的经济效益和社会效益，且经预测分析，其产生的辐射危害远小于企业和社会从中取得的利益，因此该项目符合《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。			
2.辐射安全与防护分析结论			
1) 选址、布局			
苏州瑞泰克散热科技有限公司位于苏州市相城区黄埭镇春光路 188 号，用地性质为工业用地，项目所在厂区的东侧为韩渡桥港、南侧为春光路及路劲璞玉澜岸小区、西侧及北侧均为江苏苏鑫装饰有限公司厂房。项目拟建址周围 50 米范围内没有学校、医院、居民点等环境敏感目标。			
对照江苏省人民政府《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1 号）要求，本项目评价范围内不涉及江苏省生态空间管控区域；对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74 号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线。			
本项目辐射设备位于生产车间内，为单层建筑，无地下室，顶部人员不可达。项目 2 台 X 射线装置有屏蔽设计，工作场所布局设计基本合理。			
2) 辐射安全措施			
根据表 10 分析可知，本项目 X 射线装置自带的铅屏蔽按相关要求设计，其辐射防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的相关要求。			
3. 辐射环境影响分析结论			
本项目环境现状辐射剂量率： 剂量 内，	本项目拟建址室内 γ 辐射剂量率检测水平为		
	江苏省室内天然 γ 辐射		
	量率低于或处于其范围		
	γ	18.1-102.3 nGy/h	，本项目拟建址室外 γ
辐射剂量率水平在其范围内。。			
本项目使用的 X 射线装置（工业 CT）在最大工况条件下，X 射线装置屏蔽体外各			

关注点处的辐射剂量率最大为 在最
大工况条件下，X 射线装置屏 均满
足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》
（GBZ/T250-2014）中要求的各点位辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

项目运行时，工业 CT 装置工作人员的最大年有效剂量值和周剂量值分别为
0.0534 80 μ Sv/周，公众照射的最大年有效剂量值和周剂量值分别为
0.0047 8 μ Sv/周；X-ray 装置工作人员的最大年有效剂量值和周剂量值分别
为 0.0 1146 μ Sv/周，公众照射的最大年有效剂量值和周剂量值分别为
0.0002 36 μ Sv/周，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
（GB 的相关要求，低于本项目设定的年有效剂量约束值（工作人员
5mSv/a，公众 0.10mSv/a），亦满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关
注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/周，对公
众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周”的要求。

4.辐射环境管理

公司将按规定成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责，同时
明确规定辐射安全与防护管理小组的职责。本次拟配备 4 名辐射工作人员（其中 1 位辐
射管理人员，3 位操作人员），上岗前均应参加并通过辐射安全和防护的培训和考核，
并建立个人剂量监测档案及职业健康监护档案。

5.项目环保可行性结论

苏州瑞泰克散热科技有限公司新建 1 台工业用 X 射线探伤装置及 1 台工业 CT 装置
项目符合实践正当性原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的
年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂
量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所
从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围
环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

6.项目竣工环境保护验收检查内容

本项目建成后，应严格按照环境保护部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂
行办法》的公告”（国环规环评[2017]4 号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。

建设单位是本项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照相关文件规定的程序和

标准，组织对配套建设的环境保护设施和辐射防护措施进行验收，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。

建设单位应在项目竣工后 3 个月内组织竣工环保验收，委托有资质单位进行现场监测，并编制竣工验收监测报告。验收监测应当在确保主体工程调试工况稳定、辐射防护措施安全到位的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。

建设项目配套建设的环境保护设施和辐射防护措施经验收合格后，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。

建议和承诺

(1) 严格落实本项目所提出的各项辐射防护措施。

(2) 加强对职业工作人员的宣传教育和培训，相关岗位人员应取得上岗证及相应资质方可上岗工作。

(3) 项目建成后 3 个月内，建设单位组织完成自验收。

(4) 一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告当地生态环境局和上级主管单位苏州市生态环境局、江苏省生态环境厅。同时上报公安部门，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。

(5) 建设单位须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn/>）中实施申报登记。在申领、延续、更换辐射安全许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息时均应及时在系统中申报。

(6) 项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本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使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

表 14 审批

下一级环境保护行政主管部门审查意见：			
		公章	
经办人：		年	月 日

审批意见：			
		公章	
经办人：		年	月 日

附表

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施		预期效果	投资 (万元)	
辐射安全管理机构	设有专门的机构,或者指派技术人员专职	保护管理机上学历的技术环境保护管	公司拟设专门的辐射安全与环境保护管理机构,全面负责公司的辐射安全和防护工作。		
辐射安全和防护措施	屏蔽措施: 四周、顶部、观察窗采用	台辐射装置,板进行屏蔽,设计参数见	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求。		
	安全措施: 联锁装置,灯,门-机联期检查,确保心电离辐射在其附近出紧急停机按立即停止照	置门-机安全作状态指示态指示灯定面设置“当无关人员勿设计安装有事故时,能动力通风装	能满足《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2022)的管理要求。		
人员配备	辐射安全管过生态环境用辐射安全全和防护专核,考	作人员均通家核技术利学习辐射安法律法规并考岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。	定	入
	辐射工作人(每3个月立个	计,并定期进行监测,建。	按要求佩戴、送检,不超过3个月。	每	入
	辐射工作人检,建	职业健康体档案。	定期体检并建立职业健康监护档案。	每	入
监测仪器和防护用品	公司拟为本仪和	备辐射检测。	满足工作场所日常监测要求及防护要求。		
辐射安全管理制度	根据相关标全管理制度辐射防护和制度、人员培理制度,后续辐射安全管后的实际工作中落实到实处。	系列辐射安、岗位职责、备检修维护案、台账管点针对现有和完善,在之	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》中的有关要求。		
合计					

以上措施必须在项目运行前落实。