

核技术利用建设项目

统昆注塑（苏州）有限公司

使用 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置项目

环境影响报告表

统昆注塑（苏州）有限公司

2024 年 12 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

统昆注塑（苏州）有限公司

使用 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：统昆注塑（苏州）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：苏州高新区华山路 140 号

邮政编码：215000

电子邮箱：ehs@kh-unikun.cn

联系人：

联系电话：

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	9
表 8	环境质量和辐射现状	14
表 9	项目工程分析与源项	19
表 10	辐射安全与防护	25
表 11	环境影响分析	31
表 12	辐射安全管理	37
表 13	结论与建议	42
表 14	审批	46
附表		47

附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目评价范围及周围环境示意图
- 附图 3 项目 1#厂房 1 层平面图
- 附图 4 项目生态红线图
- 附图 5 苏州市生态环境管控单元图

附件

- 附件 1 辐射建设项目环境影响评价报告表审批申请书
- 附件 2 项目委托书
- 附件 3 射线装置使用情况承诺书
- 附件 4 报批申请书
- 附件 5 营业执照
- 附件 6 法人身份证
- 附件 7 现有辐射安全许可证
- 附件 8 环境辐射水平现状监测报告
- 附件 9 防护检测报告
- 附件 10 现有辐射工作人员个人剂量检测报告
- 附件 11 设备生产厂家辐射安全许可证
- 附件 12 屏蔽设计参数
- 附件 13 项目主动公开信息一览表
- 附件 14 公示无删减说明
- 附件 15 环境保护措施承诺
- 附件 16 环评技术合同

表 1 项目基本情况

建设项目名称	统昆注塑（苏州）有限公司使用 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置项目				
建设单位	统昆注塑（苏州）有限公司				
法人代表	Axel Zuleeg	联系人		联系电话	
注册地址	苏州高新区华山路 140 号				
项目建设地点	苏州高新区华山路 140 号 1#厂房 1 楼 CT 室				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	294	项目环保投资（万元）	10	投资比例（环保投资/总投资）	3.4%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其他（补办）			占地面积（m ² ）	25.9
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

项目概述

1、建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来及原有核技术利用项目许可情况

统昆注塑（苏州）有限公司（以下简称“统昆注塑”）成立于 2003 年 07 月 17 日，研究开发家电、电子通讯用新型机电元件及相关产品，生产各类注塑模具，销售自产产品并提供相关技术和售后服务。

统昆注塑于 2019 年向卡尔蔡司（上海）管理有限公司购买了 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 METROTOM 800 130kV，按 III 类射线装置进行了环境影响登记表登记，并取得辐射安全许可证，证书编号：苏环辐证[E1426]，有效期至 2024 年 7 月 29

日，许可内容为使用 III 类射线装置。

在辐射安全许可证办理延续时，发现使用工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置为 II 类射线装置，为不影响企业设备的正常使用，目前该设备已正常办理延续，证书编号：苏环辐证[E1426]（附件 7），有效期：2024 年 7 月 16 日—2029 年 7 月 15 日，许可内容为使用 III 类射线装置。按照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），使用 II 类射线装置应编制环境影响报告表，为规范环保手续、准确预测射线装置的影响并进行有效防护，统昆注塑（苏州）有限公司需补办环境影响报告表，并委托苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司承担该项目的环评工作。

统昆注塑使用工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置对公司生产的塑料件进行探伤，检测工件大小约为 275*360mm，X 射线装置常白班运行，每天曝光时间不超过 5h，每年工作约 246 天（约 49 周），年曝光时间约为 1230h。

本项目位于统昆注塑（苏州）有限公司 1#厂房 1 楼 CT 室，1#厂房共两层，1 楼层高约 4m，无地下室。

统昆注塑目前对现有 1 台 X 射线计算机断层扫描（CT）装置按照 III 类射线装置管理，配备了 1-2 名辐射工作人员专门从事 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的辐射工作，按照 III 类射线装置对辐射工作人员进行自主培训，但未通过“核技术利用辐射安全与防护考核”。

本项目 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置核技术应用情况见表 1-1。

表 1-1 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置核技术应用情况表

序号	射线装置名称、型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	额定功率 W	类别	工作场所名称	活动种类
1	METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	1	130	0.3	39	II 类	1#厂房 1 楼 CT 室	使用

注：此次为补办环评，上表中装置为已购设备，已取得辐射安全许可证（苏环辐证[E1426]）并按照 III 类射线装置进行管理。

2、项目周边保护目标及项目选址情况

本项目位于统昆注塑（苏州）有限公司 1#厂房 1 楼 CT 室。

统昆注塑（苏州）有限公司厂区东侧为德宏电子(苏州)有限公司，西侧为苏州新微溪生物医药有限公司，南侧为华山路，隔路为中核苏阀科技实业股份有限公司，北侧为苏州金像电子有限公司，本项目地理位置图见附图 1，厂区总平面布置图及周围环境示意图及

评价范围见附图 2。

本次 1 台 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置位于 1#厂房 1 楼 CT 室, CT 室东侧为室内过道和测量室、南侧为前台、西侧为楼梯间和生产办公室、北侧为卫生间和室内过道。1#厂房共两层, 1 楼层高约 4m, 无地下室, 项目正上方为卫生间, 本项目评价范围见附图 2, 1#厂房 1 层平面布局见附图 3。

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置周围 50m 评价范围基本在统昆注塑 (苏州) 有限公司厂区范围内, 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。项目周围环境保护目标主要为从事本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置操作的辐射工作人员及设备周围公众。

3、实践正当性

统昆注塑 (苏州) 有限公司拟在厂区内使用 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置对公司生产的塑料件进行探伤, 确保产品质量。虽然在运行期间, 工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响, 但公司在做好各项辐射防护措施, 严格按照规章制度运营本项目的情况下, 可将上述辐射影响降至尽可能小。因此, 在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后, 其对受照个人和社会所带来的利益足以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》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

(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	工业用 X 射线计算机 断层扫描 (CT) 装置	II	1	METROTOM 800 130kV	130	0.3	探伤	1#厂房 1 楼 CT 室	使用
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (μ A)	中子强 度	用途	工作场 所	氚靶情况			备注
										活度	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过打开上下料门排出，经CT室排风装置排入室外。臭氧常温下可自行分解为氧气，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 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

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修正通过），2015 年 1 月 1 日起实施； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正本），2018 年 12 月 29 日起实施； 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》（2019 年修订本），2019 年 3 月 2 日； 5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订本），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 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 年修正本），生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日公布实施； 7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），2021 年 1 月 1 日起实施； 8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部令第 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》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日印发； 10) 《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 日印发； 11) 《江苏省辐射污染防治条例》（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第 2 号公告公布，2018 年 5 月 1 日起实施； 12) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告第 39 号，2019 年 10 月 25 日印发）； 13) 《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； 14) 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（生态环境部公告第 38 号，2019 年 10 月 25 日印发）； 15) 《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发（2018）74 号），2018 年 6 月 9 日印发； 16) 《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发（2020）1 号），2020 年 1 月 8 日印发；
-------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>17)《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），2020年6月21日印发；</p> <p>18)《关于印发〈苏州市“三线一单”生态环境分区管控方案〉的通知》（苏环办字〔2020〕313号），2020年12月31日印发；</p> <p>19)《江苏省自然资源厅关于苏州高新区(虎丘区)2023年度生态空间管控区域调整方案的复函》(苏自然资函〔2023〕664号)；</p> <p>20)《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，2021年5月31日印发；</p> <p>21)《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。</p>
技术标准	<p>1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</p> <p>2)《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）</p> <p>3)《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>4)《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>6)《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p> <p>7)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）</p> <p>8)《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128 2019）</p> <p>9)《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）</p>
其他	<p>报告附件：</p> <p>1) 附件 7 现有辐射安全许可证</p> <p>2) 附件 8 环境辐射水平现状监测报告</p> <p>3) 附件 9 防护检测报告</p> <p>4) 附件 10 现有辐射工作人员个人剂量检测报告</p> <p>5) 附件 11 设备生产厂家辐射安全许可证</p> <p>6) 附件 12 屏蔽设计参数</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置属 II 类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）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”相关规定，确定本项目评价范围为本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽体边界外 50m 区域。本项目评价范围示意图见附图 2。

保护目标

本项目建设地点位于苏州高新区华山路 140 号 1#厂房 1 楼 CT 室，核对《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）、《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发[2020]49 号）以及《江苏省自然资源厅关于苏州高新区(虎丘区)2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》(苏自然资函 [2023]664 号)后可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域的优先保护单元。同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》第三条中的环境敏感区。本项目 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

- 1、工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置周围公众。
- 2、从事工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置操作的辐射工作人员。

表 7-1 项目保护目标一览表

主要环境保护目标	方位	场所名称	距 X 射线计算机断层扫描（CT）装置最近距离	规模	环境保护要求
本项目辐射工作人员	/	1#厂房 1 楼 CT 室	0.3m	2 人	年剂量约束值 5mSv/a
项目评价范围内公众	CT 室东侧	室内过道	1.5m	厂区流动人员	年剂量约束值 0.1mSv/a
		测量室	4m	4 名固定工作人员	
		实验室	15m	6 名固定工作人员	
		室外走道	37m	厂区流动人员	
	CT 室南侧	前台	2.5m	1 名固定工作人员	

		停车场	22m	厂区流动人员
	CT 室西侧	楼梯间	1.8m	厂区流动人员
		生产办公室	12m	20 名固定工作人员
		室外走道	27m	厂区流动人员
		2#楼办公室	40m	12 名固定工作人员
		CT 室北侧	卫生间	7m
		室内过道	12m	厂区流动人员
	CT 室正上方 (2 楼)	2 楼卫生间	4m	厂区流动人员

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类型	限值	剂量限值
职业照射 剂量限值		工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
公众照射 剂量限值		实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，50mSv。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

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。

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/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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，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。

6.1.6 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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/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。

3.2 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。

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，常用的材料为特殊混凝土、铅和钢板等。

4、本项目辐射剂量管理限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），确定本项目管理目标为：

（1）本项目职业人员剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中职业人员年有效剂量值的 $1/4$ ，即 5mSv/a ，公众活动区域相关人员剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中公众年有效剂量值的 $1/10$ ，即 0.1mSv/a ；

（2）工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置四周屏蔽体外关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ；

（3）工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置四周和门外 30cm 处周围剂量当量率

参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

5、参考资料

- ① 《辐射防护导论》，方杰主编；
- ② 《中国环境天然放射性水平》：江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平。

表 7-3 江苏省环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
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
(均值 \pm 3s)	50.4 \pm 21.0	47.1 \pm 36.9	89.2 \pm 42.0

注：按测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理和场所位置

统昆注塑（苏州）有限公司厂区东侧为德宏电子(苏州)有限公司，西侧为苏州新微溪生物医药有限公司，南侧为华山路，隔路为中核苏阀科技实业股份有限公司，北侧为苏州金像电子有限公司，本项目地理位置图见附图 1，厂区总平面布置图及周围环境示意及评价范围见附图 2。

本次 1 台 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置位于 1#厂房 1 楼 CT 室，CT 室东侧为室内过道和测量室、南侧为前台、西侧为楼梯间和生产办公室、北侧为卫生间和室内过道。1#厂房共两层，1 楼层高约 4m，无地下室，项目正上方为卫生间。

工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置拟建场址和周边环境现状见图 8-1。





图 8-1 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置拟建场址和周边环境

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置拟建址周围辐射环境

监测因子：环境 γ 辐射剂量率

监测点位：在拟建址周围布置监测点位，共计 9 个监测点位

3、监测方案、质量保证措施及监测结果

（1）监测方案

监测项目：环境 γ 辐射剂量率

监测布点：在工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置拟建址周围布置监测点位，具体点位见图 8-2

监测时间：2024 年 10 月 25 日

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司

监测仪器：FH40G-L10 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号 FHZ 672E-10）
（设备编号：SDWH 3082，检定有效期：2023.08.03~2024.08.02）

监测方法：a、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

b、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

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。

监测工况：监测时工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置处于关机状态。

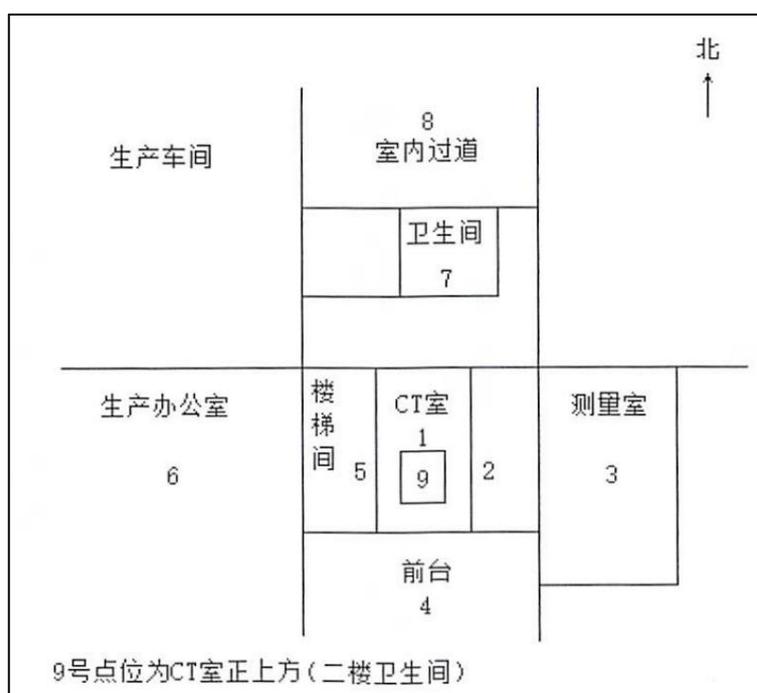


图 8-2 拟建址周围环境 γ 辐射剂量率监测点位示意图

(2) 质量保证措施

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定

监测布点质量保证：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

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）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质量保证：监测人员均经过考核，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行三级审核

(3) 监测结果

本项目现状监测结果已进行了建筑物对宇宙射线的屏蔽修正，监测仪器为 FH40G 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号 FHZ 672E-10），X- γ 辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源，折算系数为 1.2Sv/Gy。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。

评价方法：参照江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平调查结果，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 8。

表 8-1 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率测量结果

检测点位描述			检测结果（nGy/h）		备注
测点编号	位置	属性	平均值	标准差	
1#	项目拟建场址 CT 室	室内（楼房）	93.4	2.4	本底监测
2#	CT 室东侧 1（室内过道）	室内（楼房）	93.1	2.4	
3#	CT 室东侧 2（测量室）	室内（楼房）	92.1	1.6	
4#	CT 室南侧（前台）	室内（楼房）	87.4	1.9	
5#	CT 室西侧 1（楼梯间）	室内（楼房）	92.9	1.3	
6#	CT 室西侧 2（生产办公室）	室内（楼房）	95.4	1.9	
7#	CT 室北侧 1（卫生间）	室内（楼房）	89.1	1.5	
8#	CT 室北侧 2（室内过道）	室内（楼房）	90.6	2.4	
9#	CT 室正上方（2 楼卫生间）	室内（楼房）	88.9	2.5	

注：测量数据已扣除宇宙射线响应值，检测仪器的宇宙射线响应值为 8.61nGy/h。

4、环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目拟建址及周围的测点均位于室内（楼房），环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 87.4~95.4nGy/h，处于江苏省环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果中室内的涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置情况介绍

本项目 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，型号为 METROTOM 800 130kV，最大管电压 130kV，最大管电流为 0.3mA，用于公司生产塑料件的探伤。

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置主要由 X 射线管、X 射线探测器、定位系统、控制柜和计算机图像处理系统等构成，定义装置操作面为正面（前侧），X 射线管主射线方向固定由左向右照射，X 射线装置设计参数见表 9-1。

表 9-1 项目II类 X 射线装置设计参数表

型号	最大管电压 kV	最大管电流 mA	长 mm	宽 mm	高 mm	射线方向	最大出束角	滤过材料	备注
METROTOM 800 130kV	130	0.3	2190	1310	1960	固定由左向右照射	45°	2mm 铝	定义装置操作面为正面（前侧）

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置样式图见图 9-1、装置外观尺寸图见图 9-2。



图 9-1 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）外观图

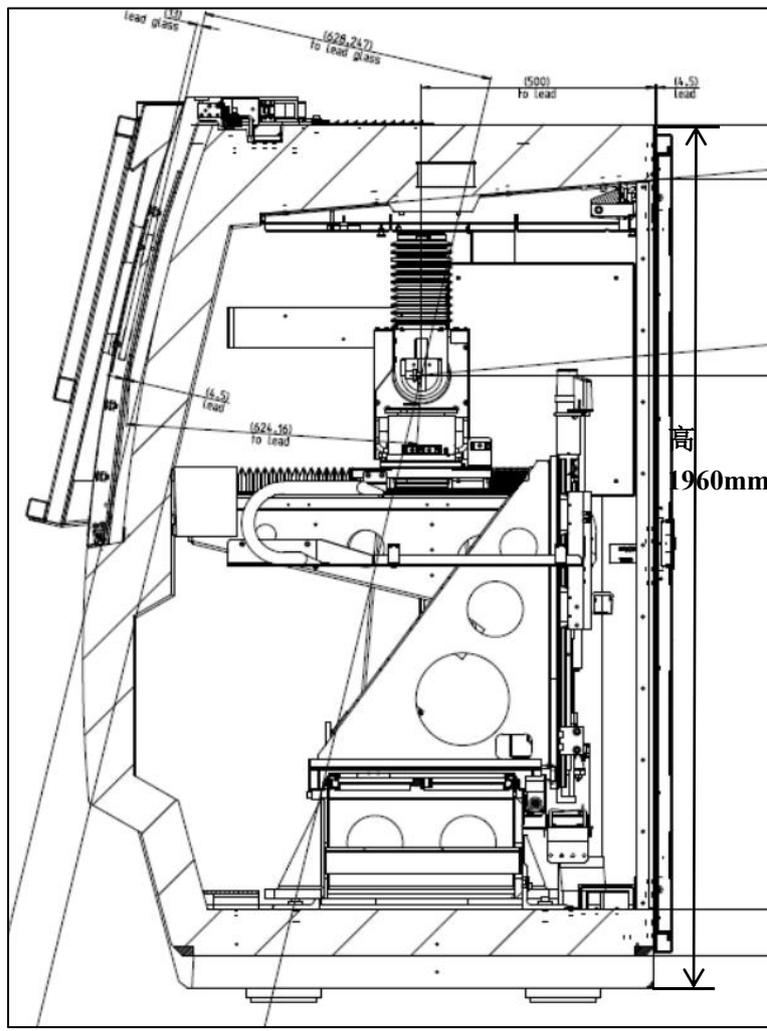
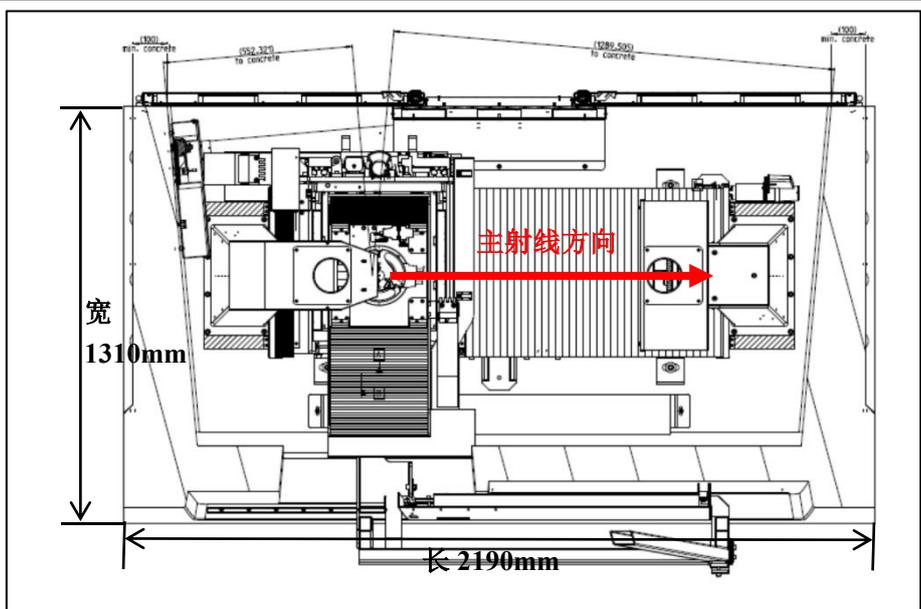


图 9-2 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置内部结构图

根据生产厂家提供资料, 从机器正前方 (操作面) 来看, 射线逸出口距离防护铅房内壁各个方向的距离如下所示, 具体见图 9-3。

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

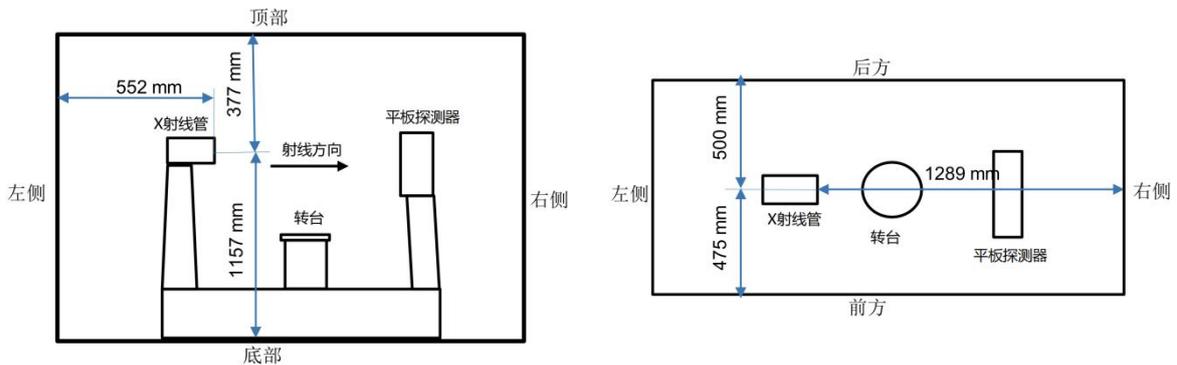


图 9-3 X 射线距各防护面距离示意图

2、工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（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被靶突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线的波长很短一般为 0.001~0.1nm。X 射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿透过程中有衰减，X 射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

典型的 X 射线管结构图见图 9-4。

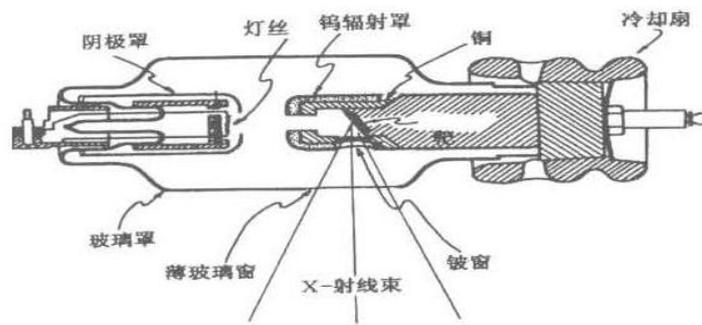


图 9-4 典型的 X 射线管结构图

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置工作基本原理是通过平板探测器获取大量不同角度被测对象受 X 射线照射后的断层扫描图像，再将这些图像按照重建算法重构得到完整的三维数模，最终利用分析软件对测得的三维模型进行处理解析，从而获取全面的产品内外质量数据，有效地反映出内部结构，缺陷形状、尺寸及分布位置情况等信息。

3、工艺流程及产污环节

本项目 X 射线计算机断层扫描（CT）装置工作流程如下：

（1）准备：工作人员巡视设备周围情况，检查设备安全装置有效性，须所有辐射安全措施均有效情况下才能进行工件检测；

（2）产品入室：接通电源，打开上下料门；辐射工作人员将待检工件放至装置内的载物台上，此过程辐射工作人员位于 X 射线计算机断层扫描（CT）装置外侧，无需进入装置内部；关闭上下料门，辐射工作人员首先在操作面板处控制载物台按钮，将载物台调整到合适位置；

（3）曝光检测：设置管电压、管电流、曝光时间等参数后，打开 X 射线出束开关，启动曝光，进行无损检测，检测期间 X 射线管发出 X 射线电离曝光室中的空气产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），达到预定的曝光时间后关机，停止出束，完成曝光作业；

（4）性能分析：操作台根据接收到的图像给出性能测试结果，不合格被检工件进行缺陷分析，出具检测报告；

（5）关机：确定防护门关闭且 X 射线不在发送状态下，将控制单元的总开关逆时针旋转，由“ON”转换为“OFF”，X 射线工作结束。

（6）产品出室：打开上下料门，辐射工作人员人工将检测后的产品拿出 CT 装置。

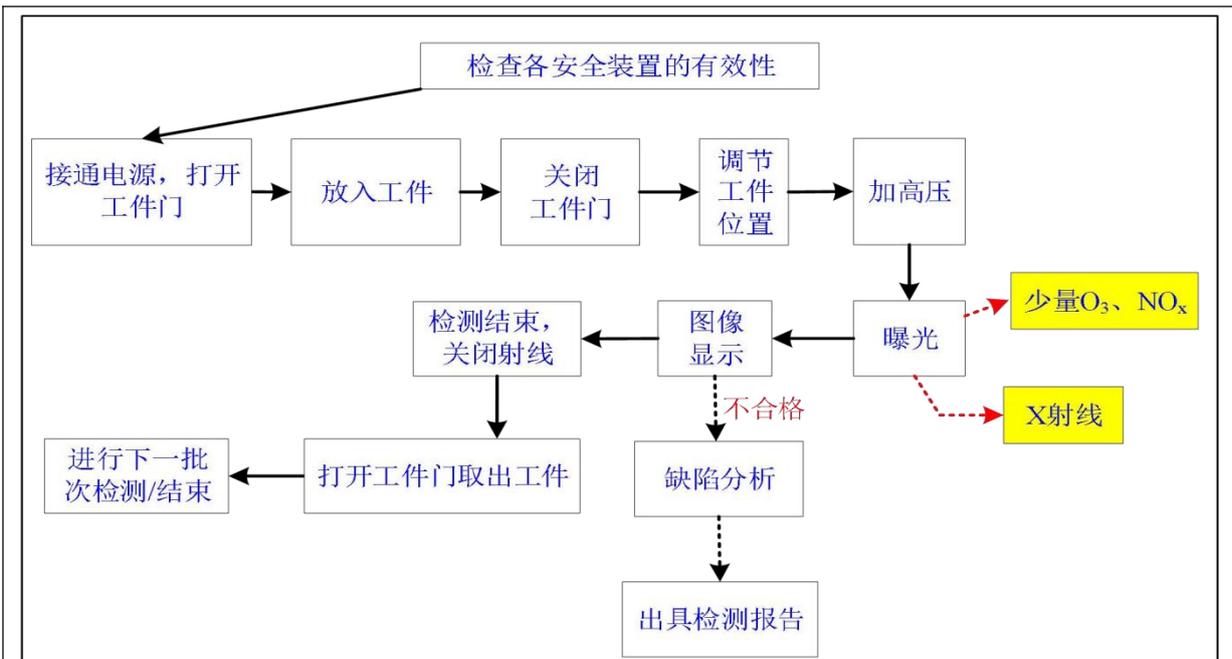


图 9-5 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置工艺流程及产污环节分析示意图

4、人员配置及工作制度

本次使用工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置单班制运行，每天曝光时间不超过 5h，每年工作约 246 天（约 49 周），年曝光时间约为 1230h。

统昆注塑目前对本项目申报的 X 射线计算机断层扫描（CT）装置按照 III 类射线装置管理，配备了 1-2 名辐射工作人员专门从事 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的辐射工作，佩戴个人剂量计进行剂量监控，按照 III 类射线装置对辐射工作人员进行自主培训，但未通过“核技术利用辐射安全与防护考核”。

本项目拟配备 2 名辐射工作人员、1 台便携式 X-γ剂量率仪、2 台个人剂量报警仪、2 台个人剂量计。

5、原有工艺不足和改进情况

统昆注塑目前对本项目申报的 X 射线计算机断层扫描（CT）装置按照 III 类射线装置管理，已制定相应的辐射管理制度，每年对射线装置进行防护检测，定期对辐射工作人员进行培训，辐射工作人员佩戴个人剂量计，最新连续四季度个人剂量结果 < 1.44mSv，满足辐射工作人员 5mSv 的年剂量约束值，已为辐射工作人员建立个人剂量监测档案及职业健康管理档案。

公司配备的辐射工作人员未通过“核技术利用辐射安全与防护考核”，项目应配备通过“核技术利用辐射安全与防护考核”的辐射管理人员及工作人员。

污染源项描述

1、辐射污染源分析

由工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置工作原理可知, 只有工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线, 若未完全屏蔽会对曝光室外工作人员和公众产生一定外照射, 因此工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置在开机检测期间, X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类:

有用线束辐射: X 射线机发出的用于工件检测的辐射束, 又称为主射线束。本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置型号为 METROTOM 800 130kV, 装置最大管电压为 130kV, 最大管电流为 0.3mA, 功率为 39W, 滤过条件为 2mm 铝; 参考《辐射防护导论》(方杰主编) 中的附图 3, 读取曲线后计算得 2mm 铝滤过条件下, 输出量 (H_0) 约为 $15 \text{ mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})=15\times 6\times 10^4\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})=9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$;

漏射线辐射: 由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117—2022) 中表 1, 本项目距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应小于 1mSv/h ($1\times 10^3\mu\text{Sv/h}$)。

散射线辐射: 当主射线照射到检测工件时, 会产生散布于各个方面上的散射辐射, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), X 射线经检测工件 90° 散射后, 散射线能量和辐射剂量率远小于主射线能量和辐射剂量率。

2、非辐射污染源分析

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置运行时无放射性废气、放射性废水和放射性固体废物产生。检测装置在工作状态时, 产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置未设置机械排风装置, 检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过打开上下料门排入 CT 室 (项目监督区范围, 实体墙隔断划分), CT 室设有排风装置, 经排风装置排入室外, 车间换气次数大于 3 次/小时, 满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117—2022) 标准要求。

臭氧常温下可自行分解为氧气, 对环境影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、工作场所布局及分区

本项目为使用 1 台 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置项目, 主要由自屏蔽 CT 装置、控制柜和数据处理工作站 (操作台) 构成, 操作台位于自屏蔽 CT 装置西北侧。

本项目 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置位于 1#厂房 1 楼 CT 室, CT 室与周围环境使用实体边界进行分隔。企业将辐射工作场所进行分区管理, 以 CT 装置外壳边界作为控制区边界, 以 CT 室建筑边界 (实体隔墙) 作为监督区边界。

控制区 (CT 装置) 采用门机联锁装置, CT 装置显著位置设置电离辐射标志, CT 装置设置工作指示灯, 检测期间任何人不能打开 CT 装置防护门; 监督区为实体墙隔成的区域, 应加强出入口管理, 在 CT 室外适当位置设置电离辐射标志、“禁止进入”的警示标识和警戒线, 设置门禁, 禁止非辐射工作人员进入。

本项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中关于辐射工作场所的分区规定。企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的, 可有效加强辐射安全管理。对照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 本项目工业 CT 的操作台置于 CT 装置外, 操作位避开有用线束照射方向, 布局设计合理。

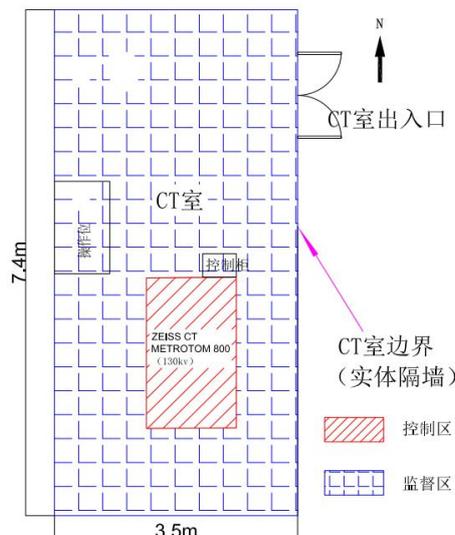


图 10-1 项目工业 CT 装置监督区及控制区示意图

2、工作场所辐射屏蔽设计及射线装置主要参数

本项目为使用 1 台 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置项目，主要由自屏蔽 CT 装置、控制柜和数据处理工作站（操作台）构成，操作台位于自屏蔽 CT 装置西北侧。

该 CT 装置尺寸为 2190mm（长）×1310mm（宽）×1960mm（高），定义装置操作面为正面（前侧，按照装置摆放位置位于东侧），主射线方向固定由左向右照射，最大出束角 45°，滤过材料为 2mm 铝。

项目 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽设计参数见表 10-1，屏蔽结构示意图如图 10-2。

表 10-1 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置屏蔽设计参数

装置型号背面 面板（西侧）， 含检修门	装置尺寸参数 2mm 钢板+4.5mm 铅板+2mm 钢板	曝光室屏蔽参数	
		位置	屏蔽体材料及厚度
METROTOM 800 130kV	2190mm（长） ×1310mm（宽） ×1960mm（高）	前面面板（东侧）	108mm 特殊混凝土，等效于 9mm 铅板
		上下料门（东侧）	2mm 钢板+4.5mm 铅板+2mm 钢板
		观察窗（东侧）	13mm 含铅玻璃，在 130KV 能量射线下等效于 3.5mm 的铅板
		左侧面板（南侧）	≥100mm 特殊混凝土，等效于 ≥8.3mm 铅板
		右侧面板（北侧）	≥100mm 特殊混凝土，等效于 ≥8.3mm 铅板
		顶部	≥100mm 特殊混凝土，等效于 ≥8.3mm 铅板
		底部	100mm 特殊混凝土，等效于 8.3mm 铅板
		背面面板（西侧）， 含检修门	2mm 钢板+4.5mm 铅板+2mm 钢板
		电缆口	4.5mm 铅板

注：根据厂家提供材料，本项目屏蔽采用含重金属成分的特殊类混凝土材料，其在最高管电压 130kV 情况下能达到以下防护铅当量：即 12mm 特殊混凝土=1mm 铅板

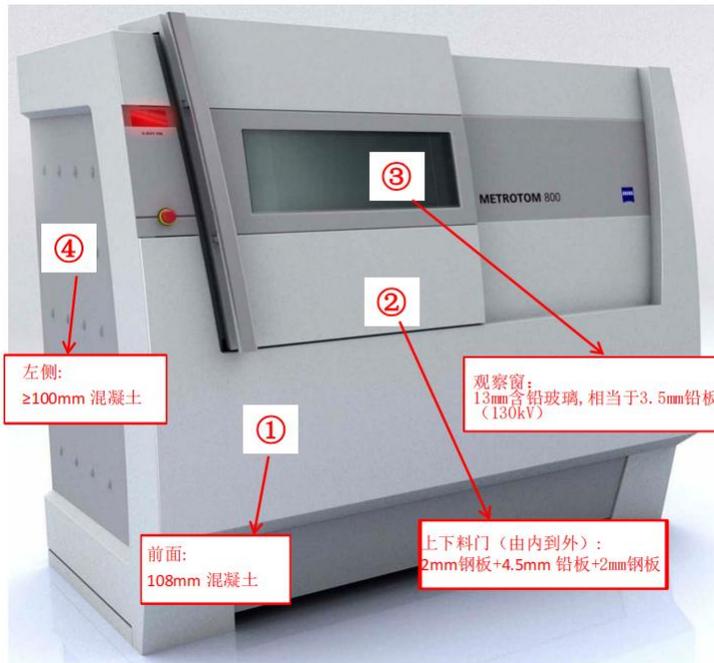




图 10-2 项目屏蔽结构示意图

3、工作场所辐射安全措施

本项目设计的辐射安全装置和保护措施，主要有：

（1）安装门机联锁装置。CT 装置正面有 1 扇上下料门，用于工件进出，上下料防护门与 X 射线发生器设置门机联锁。上下料防护门未完全关闭时，CT 装置内部 X 射线发生器不能接通高压出束。操作期间误打开防护门，可以立即实现 X 射线停止出束。

（2）安装指示灯。工业 CT 检测装置防护门上方设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯，检测装置工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。“预备”信号应持续足够长的时间，“预备”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“预备”和“照射”信号意义的说明。

（3）工业 CT 装置设备表面及 CT 室门口适当位置设置“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逗留。

（4）安装紧急停机按钮。工业 CT 装置在控制柜面板和正面左侧各安装 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止 X 射线出束急停开关使用后，需复位后方可进行下一次检测工作。

（5）工业 CT 装置控制柜面板设置钥匙开关，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 装置未设置机械排风装置，检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过打开上下料门排入 CT 室（项目监督区范围，实体墙隔断划分），CT 室设有排风装置，经排风装置排入室外，车间换气次数大于 3 次/小时，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ

117—2022)标准要求。

(7) 项目工业 CT 装置为自屏蔽装置,检测时工作时人员不进入工业 CT 装置内部,故无需在装置内部设置监视装置和固定式场所辐射探测报警装置。

项目辐射安全和防护措施平面布局如下图。

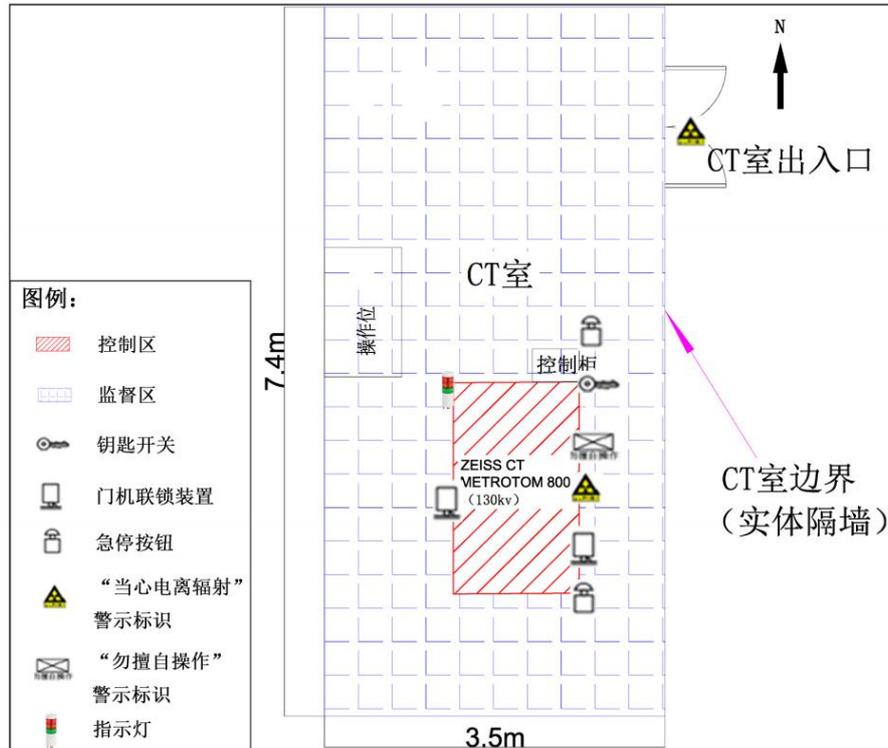


图 10-3 项目辐射安全和防护措施平面布置示意图

4、探伤操作的放射防护措施

(1) 正常使用时,辐射工作人员应检查装置防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效。

(2) 项目工业 CT 装置正常进行检测时工作人员无需进入检测室内部,工业 CT 需定期进行检修,检修时,关闭 X 射线出束装置,工作人员佩戴常规个人剂量计,携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪由背面检修门进入设备内部进行检修。

(3) 定期测量工业 CT 装置周围区域的剂量率水平,包括辐射工作人员工位和 CT 室外公众居留处,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,应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 辐射工作人员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。

(5) 在每一次照射前,辐射工作人员都应该确认工业 CT 装置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。

5、探伤设施的退役要求

(1) 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。

(2) 清除本项目涉及的所有电离辐射警告标志和安全告知。

(3) 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。

三废的治理

1、固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

2、液体废物

本项目运行后不会产生放射性液体废物。

3、气体废物

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置运行时无放射性废气、放射性废水和放射性固体废物产生。检测装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置未设置机械排风装置，检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过打开上下料门排入 CT 室 (项目监督区范围，实体墙隔断划分)，CT 室设有排风装置，经排风装置排入室外，车间换气次数大于 3 次/小时，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117—2022) 标准要求。

臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目属于补办环评项目，项目实际已建成，无建设阶段环境影响。

运行阶段对环境的影响

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置位于统昆注塑 1# 厂房 1 楼 CT 室，型号为 METROTOM 800 130kV，最大管电压 130kV，最大管电流为 0.3mA，滤过条件为 2mm 铝；主射线方向固定由左向右照射，装置最大出束角度为 45° 。

定义装置操作面为正面（前侧），根据生产厂家提供资料，从机器正前方（操作面）来看，射线逸出口距离防护铅房内壁各个方向的距离如图 9-3 所示，计算得出主射线照射范围如下图所示。

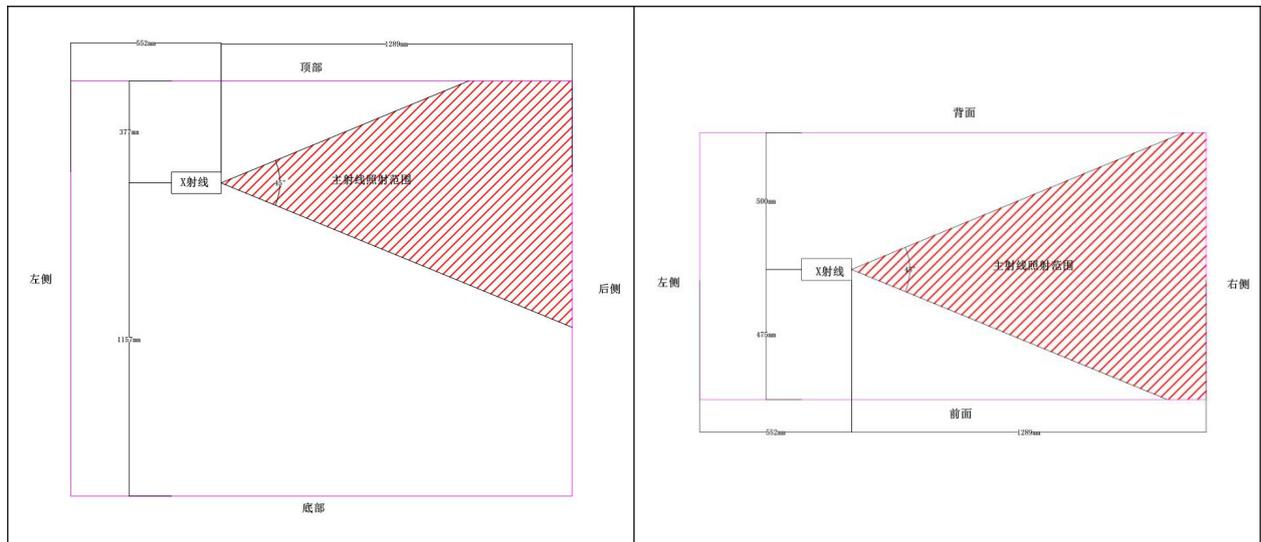


图 11-1 工业 CT 装置 X 射线管点到各侧屏蔽体内侧最近距离及主射线范围示意图

由上图可知，装置右侧（北侧）、前面（东侧）、背面（西侧）、顶部受有用线束照射，装置左侧（南侧）、底部受非有用线束照射。

1、实测数据

由于本项目为补办环评，为准确预测装置运行室 X 射线的影响，本次环评阶段在设备运行时按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）进行了防护检测，本次环评以实测数据作为设备源强分析，具体见监测报告（附件 9），监测点位见图 11-2，监测结果见表 11-1。

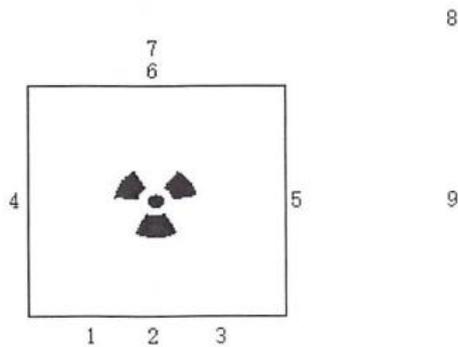


图 11-1 工业 CT 装置防护检测点位图

表 11-1 工业 CT 装置防护检测结果

测点编号	测点描述	项目	测量结果 (μSv/h)		扣除宇宙射线响应的测量结果 (μSv/h)
			平均值	标准差	
1	前视窗 30cm 处	X、γ辐射剂量率	0.11	0.01	0.0716
2	前门缝	X、γ辐射剂量率	0.12	0.02	0.0816
3	前面 30cm 处	X、γ辐射剂量率	0.10	0.03	0.0616
4	左面 30cm 处	X、γ辐射剂量率	0.11	0.02	0.0716
5	右面 30cm 处	X、γ辐射剂量率	0.11	0.02	0.0716
6	后面 30cm 处	X、γ辐射剂量率	0.11	0.03	0.0716
7	上方 30cm 处	X、γ辐射剂量率	0.10	0.04	0.0616
8	操作位	X、γ辐射剂量率	0.10	0.02	0.0616
9	公众区	X、γ辐射剂量率	0.11	0.02	0.0716

备注：1、此次检测工业 CT 装置处于正常开机曝光状态，满功率运行。

2、上表中测量结果未扣除宇宙射线响应值，检测仪器的宇宙射线响应值为 0.04uGy/h，本项目计算扣除宇宙射线响应值的监测值，作为本次关注点计算的实测数据源强。

根据监测结果，当本项目工业 CT 装置满功率运行时，射线装置表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率的控制要求。

2、关注点处剂量率理论计算结果

本项目屏蔽计算关注点位如图 11-2，屏蔽计算参数见表 11-2。

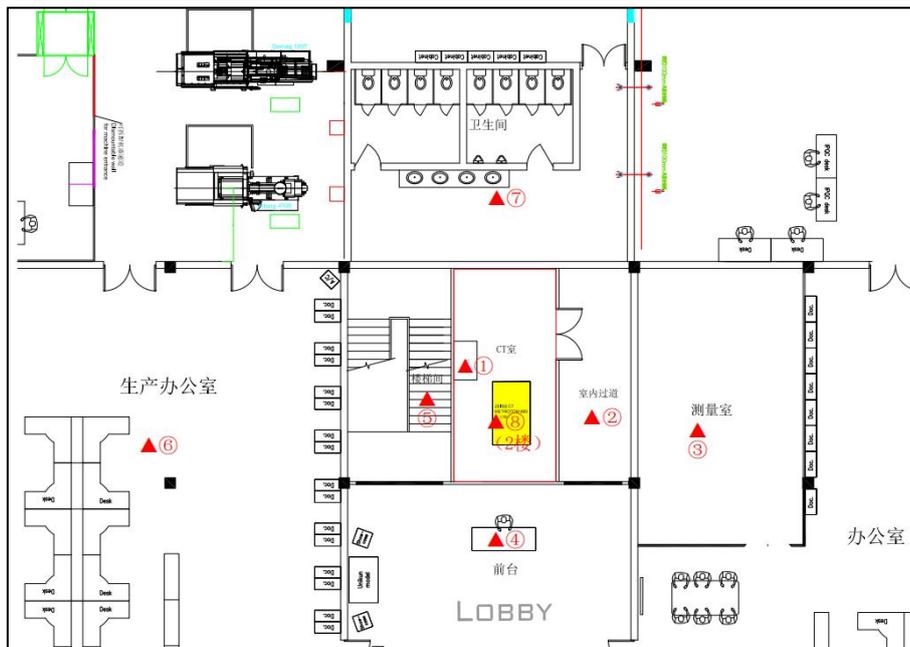


图 11-2 屏蔽计算关注点示意图

表 11-2 屏蔽计算关注点参数列表

射线类型	方位	关注点		影响人员类型
		点位描述	射线源至关注点距离 (m)	
漏射线、散射线	西北	①操作位	约 2.5m	职业人员
漏射线、散射线	东	②室内过道 (东)	约 2m	公众
漏射线、散射线	东	③测量室 (东)	约 4.5m	公众
漏射线、散射线	南	④前台 (南)	约 3m	公众
漏射线、散射线	西	⑤楼梯间 (西)	约 2.3m	公众
漏射线、散射线	西	⑥生产办公室 (西)	约 12.5m	公众
有用线束线	北	⑦卫生间 (北)	约 8.3m	公众
有用线束线	正上	⑧卫生间 (2 楼)	约 2.7m	公众

注： $R_{②}$ 室内过道 (东) = 约 0.5m (辐射源距东侧外表面最近距离) + 1.5m (装置东侧距关注点②距离) = 约 2m
 $R_{③}$ 测量室 (东) = 约 0.5m (辐射源距东侧外表面最近距离) + 1.5m (装置东侧距关注点③距离) = 约 4.5m
 $R_{④}$ 前台 (南) = 约 0.5m (辐射源距南侧外表面最近距离) + 2.5m (装置南侧距关注点④距离) = 约 3m
 $R_{⑤}$ 楼梯间 (西) = 约 0.5m (辐射源距西侧外表面最近距离) + 1.8m (装置西侧距关注点⑤距离) = 约 2.3m
 $R_{⑥}$ 生产办公室 (西) = 约 0.5m (辐射源距西侧外表面最近距离) + 12m (装置西侧距关注点⑥距离) = 约 12.5m
 $R_{⑦}$ 卫生间 (北) = 约 1.3m (辐射源距北侧外表面最近距离) + 7m (装置北侧距关注点⑦距离) = 5.47m
 $R_{⑧}$ 卫生间 (2 楼) = 约 4m (楼层高度) - 1.3m (辐射源距底部屏蔽体最短距离) = 2.7m

本项目辐射工作人员主要是装置操作人员，公众主要为装置周围其他非辐射工作人员。根据装置表面 30cm 实际监测结果，参考点剂量率与距离的平方成反比，可估算出本项目关注点处的剂量率，具体估算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目关注点处剂量率估算结果

方位	实测点			关注点		
	点位描述	射线源至关注点距离 (m)	实测剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	点位描述	射线源至关注点距离 (m)	预测剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
西北	操作位	/	0.0616	①操作位	/	0.0616
东	前面 30cm 处	约 0.8m	0.0616	②室内过道 (东)	约 2m	0.0099
				③测量室 (东)	约 4.5m	0.0019
南	左面 30cm 处	约 0.8m	0.0716	④前台 (南)	约 3m	0.0051
西	后面 30cm 处	约 0.8m	0.0716	⑤楼梯间 (西)	约 2.3m	0.0087
				⑥生产办公室 (西)	约 12.5m	0.0003
北	右面 30cm 处	约 1.6m	0.0716	⑦卫生间 (北)	约 8.3m	0.0027
2 楼	上方 30cm 处	约 0.7m	0.0616	⑧卫生间 (2 楼)	约 2.7m	0.0041

3、电缆穿屏蔽体对散射辐射防护效果分析

本项目 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置电缆管道位于装置底部, CT 主机自屏蔽外壳和控制柜的连接电缆口及通道上覆盖有电缆防护罩, 电缆束经外壳后侧底部中间进入, 经防护罩后由两侧穿出, 从而避免电缆入口直接暴露在射线环境中, 该电缆防护罩由 4.5mm 铅板构成, 利用散射降低电缆管道口的辐射水平, X 射线至少经过三次散射才能到达管道口, 可确保电缆口铅防护罩不破坏 CT 装置的整体防护效果。

4、防护门搭接设计对散射辐射防护效果分析

本项目上下料门 (滑移门) 与屏蔽体的间隙约为 0.1cm, 上下料门与屏蔽体四周搭接长度为 1.5cm, 上校料门与屏蔽体四周搭接处重叠宽度大于上下料门 (滑移门) 与屏蔽体的间隙宽度的 10 倍, 确保工件防护门、检修防护门不破坏曝光室的整体防护效果, 可有效防止射线漏出。

5、保护目标剂量评价

根据公司提供的现有辐射工作人员近一年的个人剂量检测报告 (见附件 10) 可知, 公司现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理限值 5mSv/a, 满足环保相关管理要求。

本项目辐射工作人员和周围公众受照剂量预测可参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的公式 (1) 来估算, 估算公式如下:

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

式中： H_C ：参考点的剂量水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

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

t ：探伤装置照射时间， $\text{h}/\text{周}$ 、 $\text{h}/\text{年}$ ；

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。

根据上述公式，可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的年受照剂量，具体计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 工业 CT 装置所致辐射工作人员和周围公众年受照剂量估算表

保护目标	关注点	使用因子 U	居留因子 T	最大剂量率值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	周剂量估算值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	目标管理值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	年剂量估算值 ($\text{mSv}/\text{年}$)	目标管理值 ($\text{mSv}/\text{年}$)	结论
辐射工作人员	①操作位	1	1	0.0616	1.540	100	0.0758	5	满足
周围公众	②室内过道（东）	1	1/4	0.0099	0.062	5	0.0030	0.1	满足
	③测量室（东）	1	1	0.002	0.049	5	0.0024	0.1	满足
	④前台（南）	1	1	0.0051	0.127	5	0.0063	0.1	满足
	⑤楼梯间（西）	1	1/8	0.0087	0.027	5	0.0013	0.1	满足
	⑥生产办公室（西）	1	1	0.0003	0.007	5	0.0004	0.1	满足
	⑦卫生间（北）	1	1/8	0.0027	0.008	5	0.0004	0.1	满足
	⑧卫生间（2楼）	1	1/8	0.0041	0.013	5	0.0006	0.1	满足

注：本次使用工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置单班制运行，每天曝光时间不超过 5h，每年工作约 246 天（约 49 周），年曝光时间约为 1230h。装置周围公众以装置四周最大剂量率考虑距离衰减进行计算。

从表 11-4 中预测结果可以看出，当本项目 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置满功率运行时，辐射工作人员所受年有效剂量最大为 0.0758mSv，周围公众年有效剂量最大为 0.0063mSv，50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中。人员受照剂量能够满足《电

离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求(职业人员:20mSv/a、公众 1mSv/a),也满足本项目管理目标限值要求(职业人员年剂量约束值 5mSv、公众年剂量约束值 0.1mSv)。

事故影响分析

1、主要事故风险

工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置只有在开机出束时才产生 X 射线,因此,本项目事故多为开机误照射事故,主要有:

(1) 门-机联锁装置失灵,上下料门、检修防护门未关闭就进行检测探伤作业或者检测探伤时上下料门被意外打开,致使 X 射线泄漏到 CT 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。工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置在调试或检修过程中,责任者脱岗,不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

(3) 二人作业,配合失误照射。两人一起作业时,一人放置待测工件,而另外一人却仍误开机导致人员受到误照射。

2、辐射事故处置方法及预防措施

(1) 切断电源,确保 X 射线机停止出束;

(2) 立即向单位领导汇报,并控制现场区域,防止无关人员进入;

(3) 对可能受到大剂量照射的人员,及时送医院检查和治疗。

统昆注塑(苏州)有限公司应加强管理,严格要求辐射工作人员按照操作规程进行无损检测作业,每次探伤前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性,定期曝光室周围的辐射水平,确保工作安全有效运转。同时,公司在实际工作中应不断对辐射安全管理制度进行完善,加强职工辐射防护知识的培训,定期检查探伤设备及监测仪器的性能,尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时,应当立即启动本单位的辐射事故应急方案,采取必要的防范措施,并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告,造成或者可能造成人员超剂量照射的,还应当同时向卫生健康部门报告。同时,在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》,向当地生态环境部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

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》、《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》等法律法规要求，使用射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，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安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。统昆注塑（苏州）有限公司已成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确了各成员管理职责。

统昆注塑拟为本设备配备 2 名专有辐射工作人员，专门从事项目申报工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

本项目辐射安全与环境保护管理工作人员和辐射工作人员均需通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加核技术利用辐射安全与防护考核，通过考核后，方能从事本项目辐射工作。

核技术利用辐射安全考核内容包括公共科目和专业科目两部分。公共科目包括《核技术利用辐射安全法律法规》、《电离辐射安全与防护基础》，专业科目辐射安全与环境保护管理工作人员报考类别为“辐射安全管理”，辐射工作人员报考类别为“X 射线探伤”。

辐射安全管理规章制度

统昆注塑（苏州）有限公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的相关要求，并针对现有核技术利用项目具体情况制定了辐射安全管理制度，主要包括《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《台账管理制度》、《监测方案》及《辐射事故应急预案》等。公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。

公司还应根据本项目具体情况补充制定《工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置操作规程》、《监测异常报告制度》，并对现有的辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性，现对各项辐射安全管理制度需补充和完善的要点提出如下建议：

辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的安全防护和管理落实到个人。

操作规程：补充制定工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作步骤以及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的操作步骤，工作前的安全检查，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器。

岗位职责：完善岗位职责，明确工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置操作人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

设备检修维护制度：完善设备检修维护制度，明确工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的安全联锁装置、工作状态指示灯等在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

人员培训计划：完善人员培训计划，明确工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置操作人员的培训内容、周期、方式以及考核的办法等内容，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

个人剂量监测和职业健康体检制度：完善个人剂量监测和职业健康体检制度，明确工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置操作人员开展辐射工作时应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标，明确工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置操作人员进行职业健康体检的周期，并建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测方案：完善辐射环境监测方案，明确工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置日常工作的监测项目和监测频次，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。

辐射事故应急预案：针对工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置可能产生的辐射事故完善辐射事故应急预案，明确工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，公司应当立即启动事故应急预案，采取必要的

防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

监测异常报告制度：补充制定监测异常报告制度，明确按照相关标准要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告；当发现个人剂量监测结果异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置操作人员应在公司辐射安全与防护领导小组的领导下，明确各人员岗位职责，严格落实辐射安全管理规章制度，定期对设备的安全措施进行检查。此外，对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急方案响应程序等制度应张贴于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置拟建处附近的醒目处。

辐射监测

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。公司拟为本项目配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪、2 台个人剂量报警仪、2 台个人剂量计，满足辐射监测仪器配置要求。

2、监测方案

统昆注塑（苏州）有限公司已根据辐射管理要求，制定了如下监测方案：

（1）请有资质单位定期对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，周期：每年 1~2 次；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案，长期保存；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，均定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），确认可继续从事放射工作，并建立个人职业健康档案。

（4）利用自配备的辐射巡测仪对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行自主监测，建议每季度一次，并记录档案。

表 12-1 项目监测计划一览表

监测项目	监测类型	监测因子	监测单位和监测频次	监测点位
工作场所及 周围环境监 测	竣工环保验 收监测	X-γ辐射剂量率	请有资质单位监测，取得辐射 安全许可证后 3 个月内，最长 不得超过 1 年	操作位、工业 CT 检 测装置四周表面 30cm、工件门表面 30cm、周边关注点
	年度监测	X-γ辐射剂量率	请有资质单位监测，不少于 1 次/年	
	日常监测	X-γ辐射剂量率	自主监测，建议不少于 1 次/ 季度	
个人剂量监 测	/	职业性外照射 个人剂量	定期送有资质部门进行监测， 不少于 1 次/三个月	/

公司每年请有资质监测单位对现有辐射工作场所及周围环境辐射水平进行了监测。现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托有资质单位定期进行监测，现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理限值 5mSv/a，定期组织辐射工作人员进行了职业健康体检并已按相关要求建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

本项目运行后，也应落实上述监测方案，方能满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目为使用 II 类射线装置，事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

为加强射线装置在探伤过程中的辐射安全和管理，预防和控制放射性突发事件的发生而造成的危害，保障公司员工及社会公众的健康与安全，统昆注塑（苏州）有限公司已制定了辐射事故应急方案，应急方案内容主要有：

- (1) 应急机构、组成人员以及职责分工；
- (2) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (3) 应急人员的组织、培训及联系方式；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 应急演习计划。

公司应针对本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置可能产生的辐射事故指定辐射事故应急方案，明确工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置辐射防护措施及事故处理程序等，使其具有一定的操作性；加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演习，发现问题及时解决，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，应当立即启动事故应急预案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

统昆注塑于 2019 年向卡尔蔡司（上海）管理有限公司购买了 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 METROTOM 800 130kV，按 III 类射线装置进行了环境影响登记表登记，并取得辐射安全许可证，证书编号：苏环辐证[E1426]，有效期至 2024 年 7 月 29 日，许可内容为使用 III 类射线装置。在辐射安全许可证办理延续时，发现使用工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置为 II 类射线装置，按照管理规定进行此次补办环评。

本项目 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，型号为 METROTOM 800 130kV，最大管电压 130kV，最大管电流为 0.3mA，用于公司生产塑料件的探伤，主射线方向固定由左向右照射，最大出束角度 45°，滤过材料为 2mm 铝，属于 II 类射线装置。

2、实践正当性评价

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

3、选址、布局合理性评价

统昆注塑（苏州）有限公司厂区东侧为德宏电子(苏州)有限公司，西侧为苏州新微溪生物医药有限公司，南侧为华山路，隔路为中核苏阀科技实业股份有限公司，北侧为苏州金像电子有限公司。

本次 1 台 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置位于 1#厂房 1 楼 CT 室，CT 室东侧为室内过道和测量室、南侧为前台、西侧为楼梯间和生产办公室、北侧为卫生间和室内过道。1#厂房共两层，1 楼层高约 4m，无地下室，项目正上方为卫生间。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。根据现场检测与环评预测，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

本项目工业 CT 装置主要由自屏蔽 CT 装置、控制柜和数据处理工作站（操作台）构成，操作台位于自屏蔽 CT 装置西北侧。将辐射工作场所进行分区管理，项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理。对照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），本项目工业 CT 的操作台置于 CT 装置外，操作位避开有用线束照射方向，布局设计合理。

4、辐射防护措施评价

本项目工业 CT 装置通过自带铅板、特殊混凝土材料的外壳对 X 射线进行屏蔽。根据实际监测结果，项目配备的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置以最大功率运行时其表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率限值要求（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。

本项目 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置位于 1#厂房 1 楼 CT 室，CT 室与周围环境使用实体边界进行分隔。企业将辐射工作场所进行分区管理，以 CT 装置外壳边界作为控制区边界，以 CT 室建筑边界（实体隔墙）作为监督区边界。

控制区（CT 装置）采用门机联锁装置，CT 装置显著位置设置电离辐射标志，CT 装置设置工作指示灯，检测期间任何人不能打开 CT 装置防护门；监督区为实体墙隔成的区域，应加强出入口管理，在 CT 室外适当位置设置电离辐射标志、“禁止进入”的警示标识和警戒线，设置门禁，禁止非辐射工作人员进入。

5、辐射安全措施评价

本项目拟落实的辐射安全措施包括：工业 CT 装置设置门机联锁装置；工业 CT 检测装置设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯，并与 X 射线管联锁；工业 CT 检测装置设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止射线照射；工业 CT 装置设备表面及 CT 室门口适当位置设有“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；工业 CT 装置按照控制区和监督区进行分区管理，控制区内禁止任何人员进入，监督区内禁止无关人员靠近。

公司拟为本项目配置有 1 台便携式 X- γ 剂量率仪、2 台个人剂量报警仪、2 台个人剂量计，用于对工业 CT 检测装置工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

6、保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应的剂量限值要求（职业人员：20mSv/a、公众 1mSv/a），也满足本项目管理目标限值要求（职业人员年剂量约束值 5mSv、公众年剂量约束值 0.1mSv）。

7、三废处理处置

本项目无放射性三废产生。

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置未设置机械排风装置，检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过打开上下料门排入 CT 室（项目监督区范围，实体墙隔断划分），CT 室设有排风装置，经排风装置排入室外，车间换气次数大于 3 次/小时，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）标准要求。臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

8、辐射环境管理

- （1）委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；
- （2）公司配置辐射剂量监测仪器，定期对工作场所辐射水平进行检测；
- （3）在项目运行前，公司委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均配带个人剂量计，定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案；
- （4）在项目运行前对辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立职业健康监护档案。

公司需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。同时项目运行前制定相关的辐射安全管理制度；公司为本项目拟配备的辐射管理人员、辐射工作人员均需参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核，进行个人剂量监测和职业健康体检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。

综上所述，统昆注塑（苏州）有限公司使用 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（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）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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。

建议与承诺

(1) 该项目运行后，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) 各项环保设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。

(3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

(4) 建议项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

附表

“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	成立专门的辐射安全与环境保护管理机构,指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作,并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的管理要求。	/
辐射安全和防护措施	<p>屏蔽措施:本项目曝光室采用铅板、特殊混凝土对 X 射线进行屏蔽。型号为 METROTOM 800 130kV 型工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置,定义装置操作面为正面(前侧),具体屏蔽材料</p> <p>前面面板: 108mm 特殊混凝土</p> <p>上下料门: 2mm 钢板+4.5mm 铅板+2mm 钢板</p> <p>观察窗: 13mm 含铅玻璃,在 130KV 能量射线下等效于 3.5mm 的铅板</p> <p>左侧面板、右侧面板、顶部: ≥100mm 特殊混凝土</p> <p>底部: 100mm 特殊混凝土</p> <p>背面面板: 2mm 钢板+4.5mm 铅板+2mm 钢板</p> <p>电缆口: 4.5mm 铅板</p>	装置表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 剂量率限值要求。辐射工作人员及周围公众受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中相应的剂量限值要求(职业人员: 20mSv/a、公众 1mSv/a),也满足本项目管理目标限值要求(职业人员年剂量约束值 5mSv、公众年剂量约束值 0.1mSv)。	10
	<p>安全措施:工业 CT 装置设置门机联锁装置;工业 CT 检测装置设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯,并与 X 射线管联锁;工业 CT 检测装置设置紧急停机按钮,确保出现紧急事故时,能立即停止射线照射;工业 CT 装置设备表面及 CT 室门口适当位置设有“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明;工业 CT 装置按照控制区和监督区进行分区管理,控制区内禁止任何人员进入,监督区内禁止无关人员靠近。</p>	能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 的管理要求。	
	<p>岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。标明控制区、监督区边界。</p>		
污染防治措施	废气:臭氧在常温常压下稳定性较差,可自行分解为氧气。臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置未设置机械排风装置,检测时产生的少量臭氧和氮氧化	/

		物通过打开上下料门排入 CT 室（项目监督区范围，实体墙隔断划分），CT 室设有排风装置，经排风装置排入室外，车间换气次数大于 3 次/小时，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）标准要求。臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。	
人员配备	公司辐射工作人员均参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的管理要求。	/
	公司辐射工作人员均配备个人剂量计，每 3 个月定期送检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测及建立个人剂量监测档案的管理要求。	/
	公司辐射工作人员均定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员定期进行职业健康体检及建立职业健康监护档案的管理要求。	/
监测仪器和防护用品	配备 1 台辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器配置要求。	/
	配备 2 台个人剂量报警仪。		
辐射安全管理制度	对已制定的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案等辐射安全管理制度进行补充和完善。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。