

核技术利用建设项目

知行汽车科技（苏州）股份有限公司

新建2台工业用CT装置项目

环境影响报告表

（公示本）



知行汽车科技（苏州）股份有限公司

2026年06月

生态环境部监制

表1 项目基本情况

建设项目名称		知行汽车科技（苏州）股份有限公司 新建2台工业用CT装置项目			
建设单位		知行汽车科技（苏州）股份有限公司			
法人代表姓名	宋阳	联系人		联系电话	
注册地址		苏州工业园区科教创新区东堰里路西、钱家田路南上市产业园二期			
项目建设地点		苏州工业园区科教创新区东堰里路西、钱家田路南上市产业园二期生产厂房3楼洁净车间			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	400	项目环保总投资（万元）	30	投资比例(环保投资/总投资)	7.5%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积(m ²)	10
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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	1 项目概述				
1.1 建设单位基本情况					
<p>知行汽车科技（苏州）股份有限公司成立于2016年12月27日，注册地位于苏州工业园区金鸡湖大道88号人工智能产业园G2栋，目前主要进行科技推广和应用服务业。</p> <p>知行汽车科技（苏州）股份有限公司自成立以来，持续深耕人工智能自动驾驶领域，自动驾驶是人工智能汽车电子、信息通信等行业深度融合的新兴产业，是全球创新热点和中国未来发展的制高点，它将引发汽车产业的深度变革，具有广阔的市场前景和巨大的增长潜力。</p>					
1.2 项目规模及任务由来					

公司拟投资50000万元，在苏州工业园区科教创新区东堰里路西、钱家田路南上市产业园二期地块建设智能汽车零部件的生产及其相应软件功能研发项目，主要包括自动驾驶中央控制器和前置摄像头等汽车部件的生产。为满足对产品的质控需求，公司计划在厂区内生产厂房3楼新建2台工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置（以下简称工业用CT装置），待检产品主要为35mm厚，规格为128mm*230mm左右的玻璃纤维及环氧树脂材质的汽车自动驾驶域控制器等产品。

本项目拟配备5名辐射工作人员，其中4名操作人员，1名辐射安全防护负责人。企业计划每周工作6天，年工作300天，实行1班制，每班8小时。本项目2台工业用CT装置的周曝光时间每台不超过36h，年曝光时间每台不超过1800h。

本项目工业用CT装置由专业设备商承担检修、维护、故障处理及联锁校验等专业工作并负主要安全责任；本单位辐射工作人员仅负责日常检查、保养、清洁，严禁擅自拆机维修。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表1-1：

表1-1 知行汽车科技(苏州)股份有限公司本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压kV	最大管电流mA	最大功率W	射线装置类别	工作场所名称	装置用途	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	1#X750型工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置	1台	130	0.3	39	II类	生产厂房3楼洁净车间东南侧	无损检测	本次环评	未许可	/
2	2#X750型工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置	1台	130	0.3	39	II类	生产厂房3楼洁净车间西北侧	无损检测	本次环评	未许可	/

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》和《射线装置分类公告》等法律法规的规定，使用II类射线装置的单位应当在申请许可证前编制环境影响报告表。受知行汽车科技(苏州)股份有限公司委托，我司承担该项目的环境影响评价工作，通过资料调研、现场监测（委托江苏中衍检测技术有限公司）和评价分析，编制该项目环境影

响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

本项目建设地址位于苏州工业园区科教创新区东堰里路西、钱家田路南上市产业园二期，项目地理位置图见附图1。知行汽车科技（苏州）股份有限公司厂区四周为相邻的工业企业和道路，厂界东北侧为东堰里路、苏州光格科技股份有限公司，西北侧为钱家田路、苏州久泰精密技术股份有限公司，西南侧为东港河、规划弹性用地，东南侧为规划道路，公司厂区布局及周围环境图见附图2。

本项目2台工业用CT装置拟建于生产厂房三楼洁净车间，生产厂房为四层建筑。1#工业用CT装置拟建址东北侧为生产区域、车间过道、厂区道路和东堰里路，西北侧为车间过道、生产区域、厂区过道和钱家田路，东南侧为车间过道、设备房、备品室、钢网/刮刀放置区、RAM房、厂区道路和研发办公楼，西南侧为生产区域、车间过道、连廊和立体仓库。一楼、二楼正对区域均为生产车间，四楼正对区域为更衣室。2#工业用CT装置拟建址东北侧为生产区域、仓边线、车间过道、楼梯、厂区道路和东堰里路，西北侧为车间过道、电梯间、厂区过道和钱家田路，东南侧为车间过道、生产区域、风淋室、休息室、厂区道路和研发办公楼，西南侧为生产区域、车间过道、连廊和立体仓库。一楼、二楼正对区域均为生产车间，四楼正对区域为仓库。工业用CT装置拟建址周围50m范围主要为洁净车间内部、厂区道路、立体仓库、研发办公楼和厂外道路，评价范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及工业用CT拟建址周围评价范围内的公众。

3 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，知行汽车科技(苏州)股份有限公司之前未开展过与辐射有关的工作，无原有核技术利用项目许可情况。

4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效地控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可

能对环境造成的影响，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。

表2 放射源

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

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

表3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表4 射线装置

(一)加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量(MeV)	额定电流(mA)/剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二)X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	2台	X750	130	0.3	无损检测	生产厂房3楼洁净车间	有用线束朝顶部照射，额定功率为39W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度(Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物(重点是放射性废弃物)

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过闸门排入车间，依托车间通风系统排入外环境，臭氧常温下50min左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订本）：“国家主席令第9号公布”，2015年1月1日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018修正版），2018年12月29日修订，2018年12月29日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》：“国家主席令第6号公布”，2003年10月1日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019修订版），2005年9月14日国务院令第449号发布，修订版于2019年3月2日国务院令第709号发布施行；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第16号公布，自2021年1月1日起施行；</p> <p>(7) 《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正）生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(10) 《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，自2019年11月1日起施行；</p> <p>(11) 《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》国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(12) 《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> <p>(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10月</p>
-------------	--

	<p>24日；</p> <p>(14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日印发；</p> <p>(15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第2号，2018年5月1日起施行；</p> <p>(16) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日；</p> <p>(17) 《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号2018年6月9日；</p> <p>(18) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日；</p> <p>(19) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》（苏环办〔2021〕187号），2021年11月9日；</p> <p>(20) 《江苏省自然资源厅关于苏州工业园区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资涵〔2024〕979号）。</p> <p>(21) 《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）</p>
<p>技术标准</p>	<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γ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》（GB18871-2002）；</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)及1号修改单；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。</p>
<p>其他</p>	<p>与本项目相关附图：</p>

- (1) 项目地理位置示意图（附图1）
- (2) 本项目厂区布局及周边环境示意图（附图2）
- (3) 车间平面布置图（附图3）
- (4) 本项目与生态保护红线和生态空间管控区域的相对位置示意图（附图4）
- (5) 本项目与苏州市生态空间管控区域范围的相对位置示意图（附图5）

与本项目相关附件：

- (1) 项目委托书（附件1）
- (2) 射线装置使用承诺书（附件2）
- (3) 射线装置情况说明（附件3）
- (4) 设备供应商辐射安全许可证（附件4）
- (5) 知行汽车科技（苏州）股份有限公司建设自动驾驶中央控控制器、前置摄像头研发及生产环评批复（附件5）
- (6) 辐射环境现状检测报告（附件6）

表7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（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工业用CT装置屏蔽物（铅房）边界外50m范围区域。

保护目标

本项目2台工业用CT装置周围50m范围主要为洁净车间内部、厂区道路、研发办公室和厂外道路，评价范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目评价范围内未涉及《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号）中划分的环境管控单元中的优先保护单元。对照《江苏省自然资源厅关于苏州工业园区生态空间管控区域调整方案的复函》苏自然资函〔2024〕979号，本项目评价范围内不涉及苏州工业园区生态空间管控区域（24年调整后）。评价范围内没有国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022），本项目不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可直接进行生态影响简单分析。本项目运行后的环境保护目标主要为辐射工作人员及铅房周围评价范围内的公众。

表7-1 本项目50m评价范围内敏感保护目标情况一览表

设备名称	场所	方位	最近距离	保护目标	规模	剂量约束值
1#X750型工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置	工业用CT装置操作台	东南	紧邻	辐射工作人员	2人	5mSv/a
	车间过道		1m	公众	流动人员	0.1mSv/a
	设备房		3m		1人	
	备品室		3m		1~2人	
	钢网/刮刀放置区		7.8m		1人	
	RAM房		6.6m		1~2人	
	厂区过道		12.7m		流动人员	
	研发办公楼		28m		10~20人	
	生产区域（产线）	西南	1m	公众	5~10人	
	车间过道		29m	流动人员		
	连廊		32m	流动人员		
	立体仓库		42m	1~2人		

	生产区域 (产线)	东北	1m	公众	5~10人	
	车间过道		13m		流动人员	
	厂区过道		15m		流动人员	
	东堰里路		25m		流动人员	
	车间过道	西北	1m	公众	流动人员	
	生产区域 (测试区)		2.4m		5~10人	
	生产区域 (仓边线)		21.7m		1~2人	
	厂区过道		30m		流动人员	
	钱家田路		42m		流动人员	
	生产车间 (一楼)	楼下	11.5m	公众	5~10人	
	生产车间 (二楼)		5.5m		5~10人	
	更衣室(四楼)	楼上	5.5m	公众	流动人员	
	2#X750型 工业用X 射线计算 机断层扫 描(CT) 装置	工业用CT装置操 作台	西北	紧邻	辐射工作 人员	
车间过道		1m		公众	流动人员	0.1mSv/a
电梯间		3.7m			流动人员	
厂区过道		13m			流动人员	
钱家田路		25m			流动人员	
生产区域 (产线)		西南	1m	公众	2~3人	
车间过道			5.8m		流动人员	
连廊			7.8m		流动人员	
立体仓库			18.5m		1~2人	
生产区域 (产线)		东北	1m	公众	2~3人	
仓边线			10.2m		2~3人	
车间过道			29m		流动人员	
楼梯			33m		流动人员	
厂区过道			38m		流动人员	
东堰里路			48m		流动人员	
车间过道			1m		公众	
生产区域 (产线)		4.8m	5~10人			
风淋室		20	1~2人			
休息室		25	2~3人			
厂区过道		30m	流动人员			
研发办公楼		45m	10~20人			
生产车间		楼下	11.5m	公众		

	(一楼)				
	生产车间 (二楼)		5.5m		5~10人
	仓库(四楼)	楼上	5.5m	公众	1~2人

评价标准

1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中个人剂量限值，如下表：

表7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类型	剂量限值
职业照射剂量限	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	实践使公众有关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv；

2 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

本标准适用于使用600 kV及以下的X射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业CT探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见GBZ/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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

3 剂量约束值

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“11.4.3.2·剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv~0.3mSv）的范围之内。”的要求，职业人员按年剂量限值1/4取值，公众按照其年剂量限值的1/10取值，确定本项目剂量约束值如下：

a.职业人员剂量约束值不大于5mSv/a；

b.公众活动区域相关人员剂量约束值不大于0.1mSv/a。

4 关注点的剂量率控制水平

(1) 职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“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”的要求，确定本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平如下：

a.职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于100 μ Sv/周。

b.公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于5 μ Sv/周。

(2) 工业用CT装置屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：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。”以及“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。”的要求确定本项目工业用CT装置屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

本项目工业用CT装置四周屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h。工业用CT装置正上方四楼人员可达，顶部外表面30cm处剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h。

5 辐射环境质量现状检测评价参考值

1) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，（辐射防护第13卷第2期，1993年3月，江苏省环境监测站）确定本项目拟建址的辐射环境质量现状检测评价参考值如下：

表7-3 江苏省天然 γ 辐射水平调查结果*（单位：nGy/h）

项目	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差(s)	7.0	12.3	14.0

*：结果已扣除宇宙射线电离成分所致（空气吸收）剂量率

本项目现状评价时，参考测值范围数值进行评价。

2) 《辐射防护导论》，方杰主编。

3) 《辐射防护手册》第一、三分册，李德平、潘自强主编。

表8 环境质量和辐射现状

<p>1 项目地理和场所位置</p> <p>本项目建设地址位于苏州工业园区科教创新区东堰里路西、钱家田路南上市产业园二期，项目地理位置图见附图1。知行汽车科技(苏州)股份有限公司厂区四周为相邻的工业企业和道路，厂界东北侧为东堰里路、苏州光格科技股份有限公司，西北侧为钱家田路、苏州久泰精密技术股份有限公司，西南侧为东港河、规划弹性地块，东南侧为规划道路。公司厂区布局及周围环境示意图见附图2。</p> <p>本项目工业用CT装置拟建于生产厂房三楼洁净车间，生产厂房为四层建筑。1#工业用CT装置拟建址东北侧为生产区域、车间过道、厂区道路和东堰里路，西北侧为车间过道、生产区域、厂区过道和钱家田路，东南侧为车间过道、设备房、备品室、钢网/刮刀放置区、RAM房、厂区道路和研发办公楼，西南侧为生产区域、车间过道、连廊和立体仓库。2#工业用CT装置拟建址东北侧为生产区域、仓边线、车间过道、楼梯、厂区道路和东堰里路，西北侧为车间过道、电梯间、厂区过道和钱家田路，东南侧为车间过道、生产区域、风淋室、休息室、厂区道路和研发办公楼，西南侧为生产区域、车间过道、连廊和立体仓库。一楼、二楼正对区域均为生产车间，四楼正对区域为仓库。车间平面布局图见附图3。工业用CT装置拟建址周围50m范围主要为洁净车间内部、厂区道路、研发办公室和厂外道路，评价范围内没有居民区、学校等环境敏感目标</p> <p>本项目工业用CT装置拟建址周围环境现状见图8-1。</p>	
1#工业用CT拟建址东北侧（生产区域）	1#工业用CT拟建址东南侧（过道）

1#工业用CT拟建址东南侧（维修间内）	1#工业用CT拟建址西南侧（生产区域）
1#工业用CT拟建址西北侧（过道、生产区域）	2#工业用CT拟建址西南侧（车间过道、连廊）
2#工业用CT拟建址东南侧（车间过道、生产区域）	2#工业用CT拟建址西北侧（车间过道、电梯间）

2#工业用CT拟建址东北侧（生产区域）	一楼车间
二楼车间	四楼车间

图8-1 本项目工业用CT装置拟建址周围环境现状

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CT装置拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在工业用CT装置拟建址周围布置监测点位，共计21个监测点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率。

监测布点：在工业用CT装置拟建址周围进行布点，具体点位见图8-2~图8-4

监测时间：2025年12月26日。

监测单位：江苏中衍检测技术有限公司。

监测仪器：X- γ 射线辐射检测仪MR-50 EXP（检定有效期：2025年05月16日~2026年5月15日）。

仪器编号：ZYYQ-442

检测范围：0.01 μ Sv/h~100 μ Sv/h

能量响应范围：20keV~3MeV

监测方法：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)

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。根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中5.5方法进行换算，使用¹³⁷Cs作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy。

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏中衍检测技术有限公司，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》（HJ61-2021）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》（HJ61-2021）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并持有检测上岗证，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过核查，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：参照江苏省天然贯穿辐射剂量水平调查结果，监测结果见表8-1，详细检测结果见附件6。

表8-1 本项目工业用CT装置拟建址周围γ辐射空气吸收剂量率测量结果

测点编号	测点位置描述	空气吸收剂量率 (nGy/h)	测点位置	监测点位与屏蔽实体的最近距离
1	1#工业用CT拟建址处 (三楼)	60.1	室内	前侧壁：0.57m
2	1#工业用CT拟建址西 北侧（三楼）	57.3	室内	后侧壁：0.3m
3	1#工业用CT拟建址东 北侧（三楼）	70.2	室内	右侧壁：0.3m
4	1#工业用CT拟建址东 南侧（三楼）	78.2	室内	前侧壁：0.3m
5	1#工业用CT拟建址西 南侧（三楼）	79.5	室内	左侧壁：0.3m
6	1#工业用CT拟建址一 楼正对处	71.3	室内	前侧壁：0.57m
7	1#工业用CT拟建址二 楼正对处	42.4	室内	前侧壁：0.57m
8	1#工业用CT拟建址四	92.3	室内	前侧壁：0.57m

	楼正对处			
9	2#工业用 CT 拟建址处 (三楼)	63.8	室内	前侧壁: 0.57m
10	2#工业用 CT 拟建址西 北侧 (三楼)	73.6	室内	前侧壁: 0.3m
11	2#工业用 CT 拟建址东 北侧 (三楼)	81.4	室内	左侧壁: 0.3m
12	2#工业用 CT 拟建址东 南侧 (三楼)	72.7	室内	后侧壁: 0.3m
13	2#工业用 CT 拟建址西 南侧 (三楼)	61.5	室内	右侧壁: 0.3m
14	2#工业用 CT 拟建址一 楼正对处	73.9	室内	前侧壁: 0.57m
15	2#工业用 CT 拟建址二 楼正对处	76.0	室内	前侧壁: 0.57m
16	2#工业用 CT 拟建址四 楼正对处	53.1	室内	前侧壁: 0.57m
17	测试区	50.0	室内	1#CT后侧壁: 2.7m
18	休息区域	67.3	室内	1#CT前侧壁: 19.36m
19	线边仓	63.0	室内	2#CT左侧壁: 19.53m
20	焊接区	67.4	室内	1#CT后侧壁: 8.97m
21	研发办公楼	81.1	室内	1#CT前侧壁: 23.06m

注: 1.检测结果均已扣除宇宙射线响应值。

2.楼房对宇宙射线的屏蔽修正因子取0.8, 平房对宇宙射线的屏蔽修正因子取0.9, 原野、道路对宇宙射线的屏蔽修正因子取1。地面材料为混凝土, 表面铺设环氧地坪。

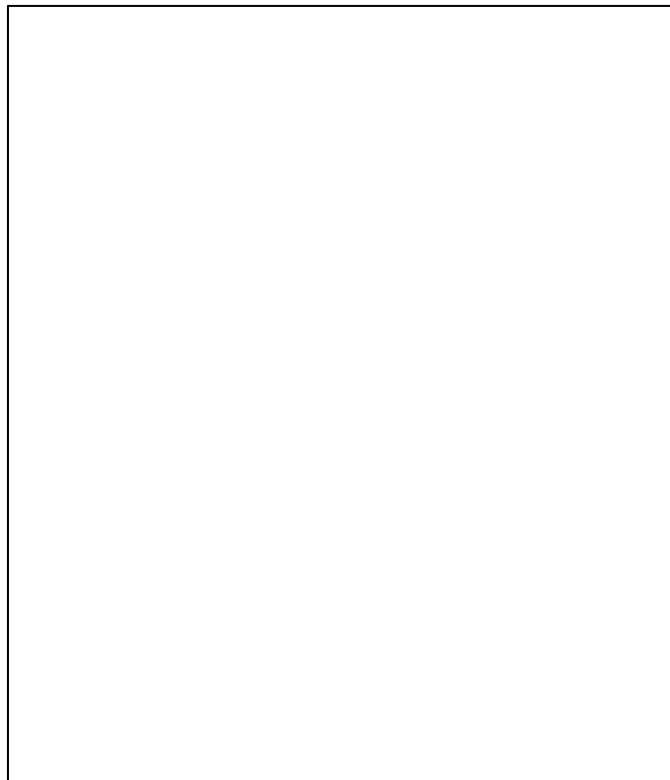


图8-2 工业用CT拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图 (1)

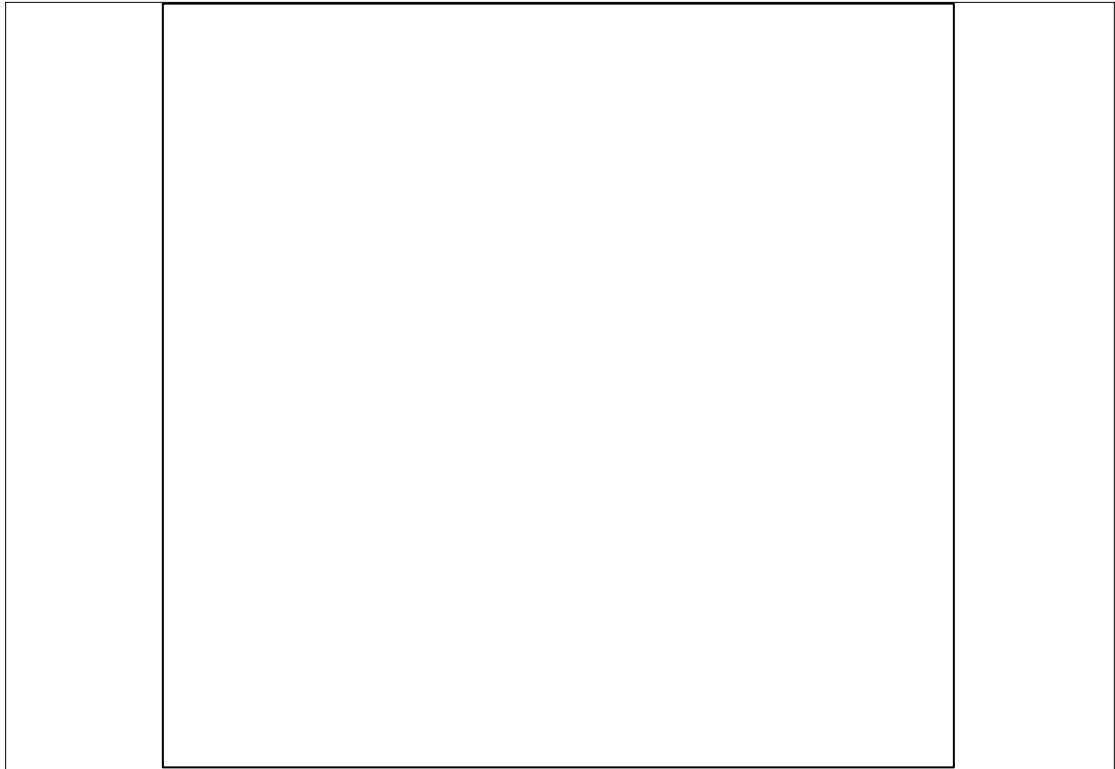


图8-3 工业用CT拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图（2）

图8-4 工业用CT拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图（3）

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目工业用CT装置拟建址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（42.4~92.3）nGy/h，受车间环氧地坪对地表 γ 射线的微弱屏蔽效应影响，测点略低于江苏省室内环境天然 γ 辐射剂量率测值范围下限值50.7nGy/h，基本处于江苏省天然 γ 辐射水平测值范围内。

表9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

知行汽车科技（苏州）股份有限公司拟于生产厂房3楼洁净车间新建2台工业用CT装置，满足对产品的质控需求。本项目两台工业用CT装置为同型号设备，主要由检测铅房、X射线管、数字平板探测器、计算机图像处理系统及操作台组成，操作台位于前侧面板右部，铅房内部安装有载物轨道、X射线管与数字平板探测器、监视系统。

本项目拟建的2台工业用CT装置型号均为X750，最大管电压为130kV，最大管电流为0.3mA，工作时主射线朝上照射。铅房外尺寸为1.925m（长）×1.550m（宽）×1.645m（高），设备采用传送带将工件送入铅房内部。铅房顶部面板（主射面）为5mm铅板；铅房底部面板、左侧面板、右侧面板、前侧面板以及后侧面板均为5mm铅板；工件进出口防护门为5mm铅板，电缆孔处设置5mm铅防护罩。设备两侧物料进出口拟朝东西方向放置，任何情况下人员都无法整体进入装置内部，设备外观示意图见图9-1。



图9-1 本项目工业用CT装置外观示意图

本项目X射线管能够在水平方向进行移动，水平方向移动范围为：左右方向650mm，前后方向835mm，X射线管靶点距装置左侧最近距离为450mm，距装置右侧最近距离为450mm，距装置前侧最近距离为360mm，距装置后侧最近

距离为730mm，距装置底部最近距离为695mm，距装置顶部最近距离为870mm。射线管出束角度为45°，射线管移动范围及射线出束范围见图9-2。

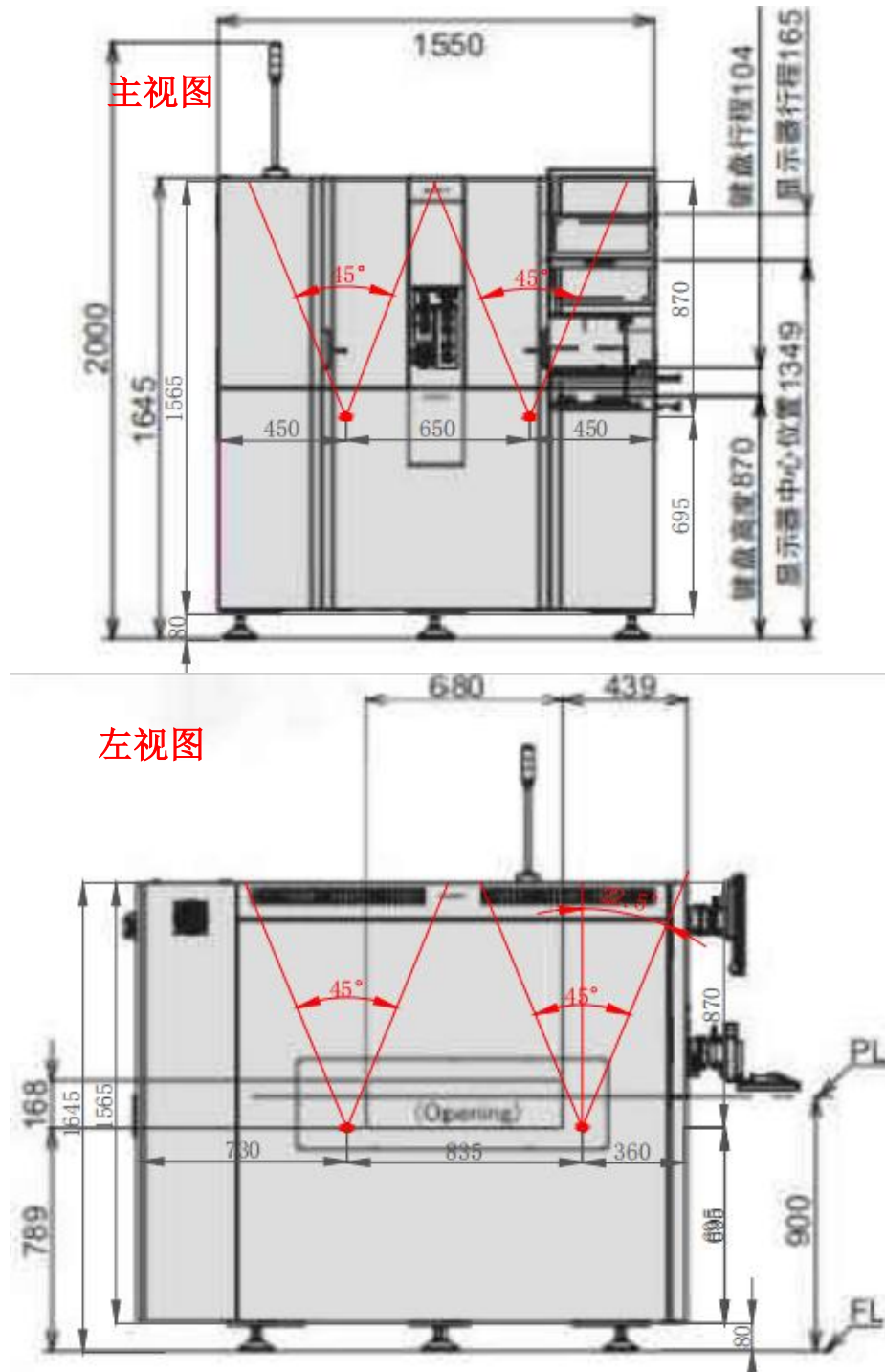


图9-2 本项目工业用CT装置射线管移动范围及射线出束范围图

设备工作时，待检工件通过传送带，由铅房左侧的工件入口处进入铅房内部，待工件进出口防护门关闭后开始检测，检测结束后，由铅房右侧的工件出口送出，工件传输示意图见图9-3。

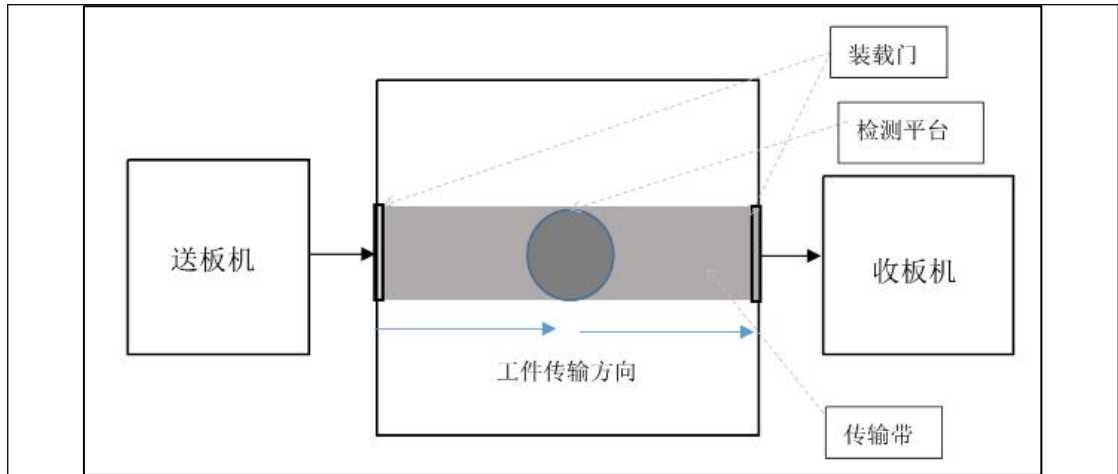


图9-3 工件传输俯视图

2 工作原理

本项目工业用CT装置的核心部件是X射线管，它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生X射线。常见典型的X射线管结构图见图9-4。

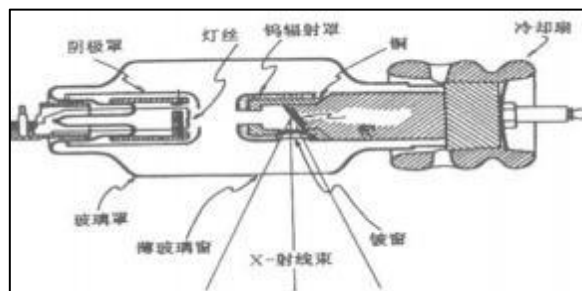


图9-4 典型的X射线管结构图

工业用CT装置工作原理是由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质密度越大，射线强度减弱越大，X射线穿透被检工件后被数字平板探测器所接收，数字平板探测器把不可见的X射线检测信号转换为光学图像，按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面一薄层无影像重叠的断层扫描（CT）图像，重复上述过程又可获得一个新的断层图像，当测得足够多的二维断层图像就可重建出三维图像。同时，可根据三维图像查看工件内部的缺陷性质、大小、位置等信息，可迅速对工件缺陷进行辨别，从而达到无损检测的目的。

3 工业CT装置工艺流程及产污环节

本项目X750型工业CT装置工作时，辐射工作人员将被检测工件放置于装置左侧传送带上，通过传送带运送至铅房内，辐射工作人员在装置前侧操作台处进行操作，对工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- (1) 辐射工作人员工作前检查装置辐射防护措施的有效性；
- (2) 确保各辐射安全装置可以有效工作后，辐射工作人员将待检测工件放于工业CT装置左侧传送带上；
- (3) 辐射工作人员在操作台处控制工业CT装置，打开左侧工件门；
- (4) 待检测工件通过传送带运输至铅房内，关闭左侧工件门；
- (5) 辐射工作人员在操作台处控制工件测试平台按钮，将工件测试平台调整到合适位置；
- (6) 加高压、打开X射线出束开关，开始检测。检测期间X射线管发出X射线，X射线电离铅房中的空气产生少量臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)；
- (7) 检测结束，关闭X射线；
- (8) 辐射工作人员在操作台处控制工业CT装置，打开右侧工件门；
- (9) 已检测工件通过传送带运出铅房，关闭右侧工件门；
- (10) 辐射工作人员通过操作台处的显像器对工件内部缺陷进行辨别；
- (11) 启动下一个检测程序。

本项目工业用CT开展无损检测时，其工作流程及产污环节如图9-5所示。

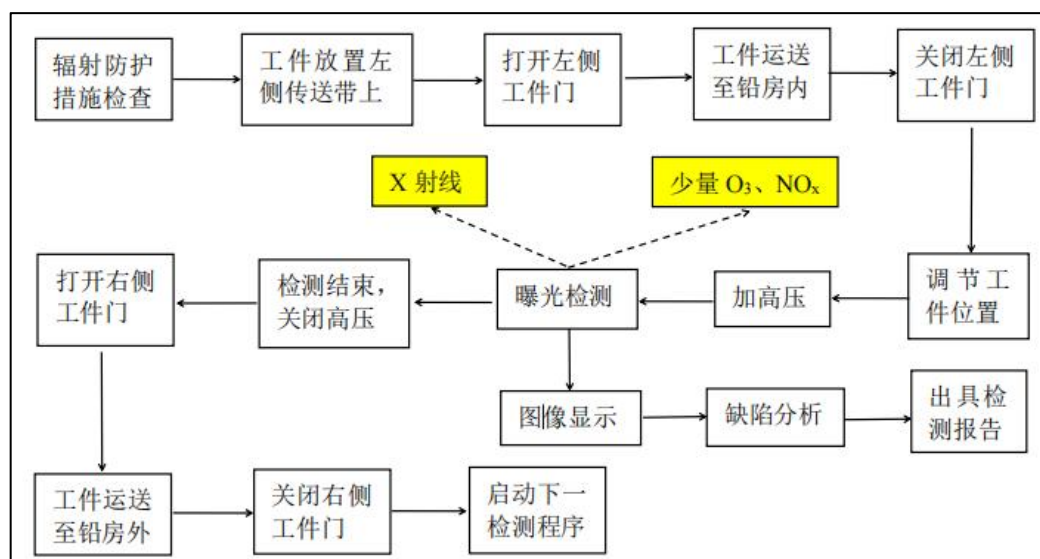


图9-5 工业用CT装置工作流程及产污环节示意图

4 工作机制

本项目拟配备5名辐射工作人员，其中4名为操作人员，1名为辐射安全防护负责人。每台设备配备2名操作人员，其中1人负责设备操作，另1名人员负责操作传送带传送货物和控制区及监督区的辐射剂量率巡测及装置周围的巡视。企业计划每周工作6天，年工作300天，实行1班制，每班8小时。本项目2台工业用CT装置的周曝光时间每台不超过36h，年曝光时间每台不超过1800h。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由工业用CT装置的工作原理可知，工业用CT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，对曝光室外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此CT在开机曝光期间，本项目的辐射源项主要包括有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。

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。根据厂家提供的参数，本项目X射线采用0.5mmBe+1mmAl滤过，参考《辐射防护导论》附图3，保守取130kV下1mmAl滤过条件的X射线管输出量为 $19.0\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

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X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中表1，X射线管电压小于150kV时，本项目距X射线机辐射源点（靶点）1m处的泄漏辐射剂量率取 $1\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射。本项目工业CT最大管电压为130kV，无法根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表2中取值，预测时仍取130kV（保守不考虑能量损失）进行计算，详细参数见表9-1。

表9-1 本项目工业用CT装置参数一览表

设备型号	X750型工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置
最大管电压	130kV
最大管电流	0.3mA
滤过条件	0.5mmBe+1mmAl
X射线机的发射率常数	取 $19.0\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$
泄漏辐射剂量率	取 $1000\mu\text{Sv/h}$
90° 散射后能量	130kV
出束角	45°

2 非放射性污染源分析

工业CT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。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

本项目检测结果实时成像，不洗片，无洗片废水及废胶片。

表10 辐射安全与防护

1 项目安全措施

1.1 项目布局及分区合理性分析

本项目两台工业用CT装置均与产线相连接，操作台与检测铅房分开独立设置，设备运行时X射线固定朝顶部照射，1#工业用CT装置的操作台位于设备的南侧，2#工业用CT装置的操作台位于设备的北侧。本项目两台工业用CT布局均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并与探伤室分开的要求。

本项目拟将工业用CT装置铅房作为本项目的辐射防护控制区（图10-1中红色区域），在铅房表面醒目位置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；拟将工业用CT装置铅房边界外1m范围区域作为辐射防护监督区(图10-1中黄色区域)，监督区边界拟设置1.5m高实体围栏，悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目两台工业用X射线CT装置平面布局及分区均一致，见图10-1、图10-2。

本项目辐射防护分区的划分符合《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2022)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

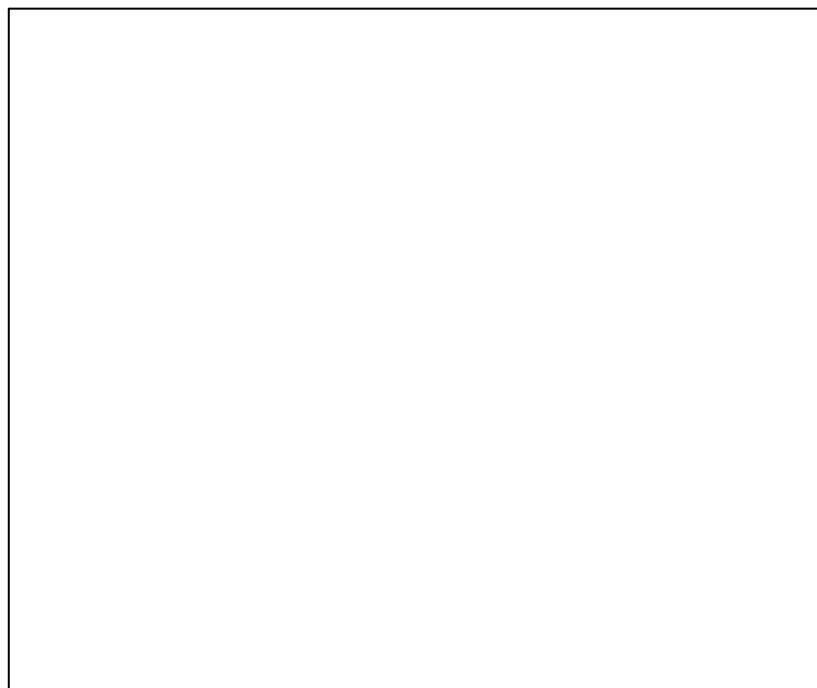


图10-1 1#CT辐射工作区域平面布局及分区示意图

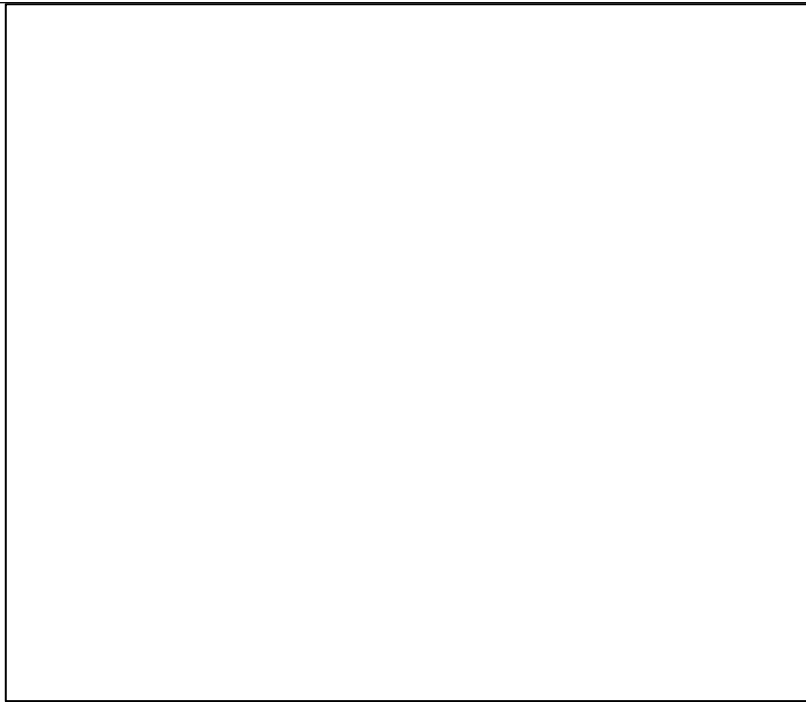


图10-2 2#CT辐射工作区域平面布局及分区示意图

1.2 辐射屏蔽设计

本项目2台射线装置X750型工业用CT外尺寸为1.925m（长）×1.550m（宽）×1.645m（高）；工业用CT装置主射线方向固定朝向设备顶部。工业CT装置屏蔽设计参数见表10-1。

铅房的工件进出口防护门与四周搭接长度约为80mm，工件进出口闸门、维修门与曝光室屏蔽体缝隙约为3mm，防护门与门洞的搭接长度不小于门缝大小的10倍，防止射线漏出。

本项目在检测铅房的右侧面板下方设置电缆孔，孔洞直径约为120mm，并在电缆孔处设置5mm铅板结构防护罩进行屏蔽。

表10-1 本项目工业用CT装置屏蔽参数一览表

序号	名称	尺寸	位置	设计参数（Pb）	主射线方向
1	X750型工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置	1.925m（长）*1.550m（宽）*1.645m（高）	前侧壁（包含检修门）	5mm	主射线朝顶部照射（以操作台方向为前侧）
			后侧壁（包含检修门）	5mm	
			左侧壁	5mm	
			右侧壁	5mm	
			顶部	5mm	
			底部	5mm	
			工件进出口闸门（	5mm	

			左侧、右侧)		
			工件进出口闸门、维修门与曝光室屏蔽体缝隙约为3mm，搭接长度约为80mm		
			铅房的右侧面板下方设置电缆孔，孔洞直径约为120mm，并在电缆孔处设置5mm铅板结构防护罩进行屏蔽。		

1.3 辐射防护措施

为确保辐射安全，保障工业用CT装置安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）设计相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

- (1) **屏蔽防护**：2台工业用CT装置采用铅板的防护设计对X射线进行防护。
- (2) **联锁装置**：2台工业用CT装置左右两侧工件闸门与前后两侧检修门均设置门机联锁装置，每扇门均配置2个欧姆龙标准限位开关，并与高压系统直接联锁。只有在闸门、检修门完全关闭时工业CT装置才能出束照射，防护门打开时立即停止X射线照射，关上时不能自动开始X射线照射。

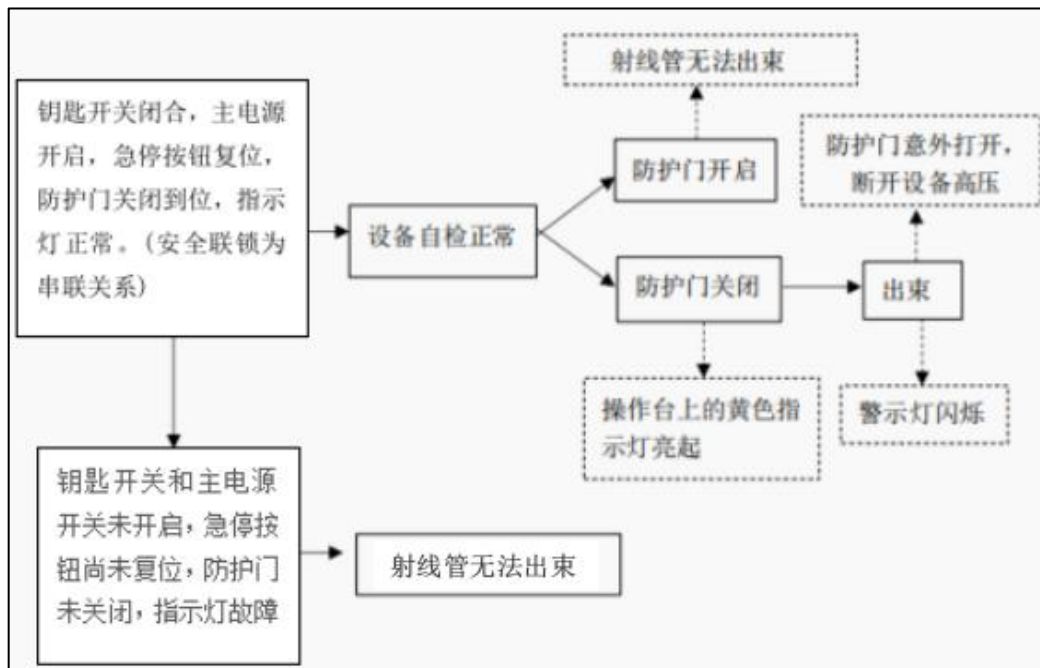


图10-3 联锁逻辑图

(3) **工作状态指示灯**：2台工业用CT装置顶部醒目位置设有工作状态指示灯和声音提示装置，并与X射线管联锁。设备出束期间工作状态红灯亮起，声音提示装置开始报警，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并与工作场所内使用的其他

报警信号有明显区别。

(4) **电离辐射警告标志**：2台工业用CT装置铅房外醒目位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员此处有电离辐射危害。

(5) **急停按钮**：2台工业用CT装置铅房正面醒目位置处设置急停按钮，发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止X射线出束。急停按钮带有标签，标明使用方法。

(6) **钥匙开关**：2台工业用CT装置操作台处设置钥匙开关，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。

(7) **监视装置**：2台工业用CT装置铅房内部设有监控探头，可覆盖整个铅房内部情况，监控器设置在操作台处，操作人员可通过监控器实时观察铅房内部情况。

注：本项目工业用CT装置内部结构紧凑，人员不可达，故无需安装固定式场所辐射探测报警装置。

本项目2台工业用CT装置的辐射安全和防护措施示意图见图10-4。

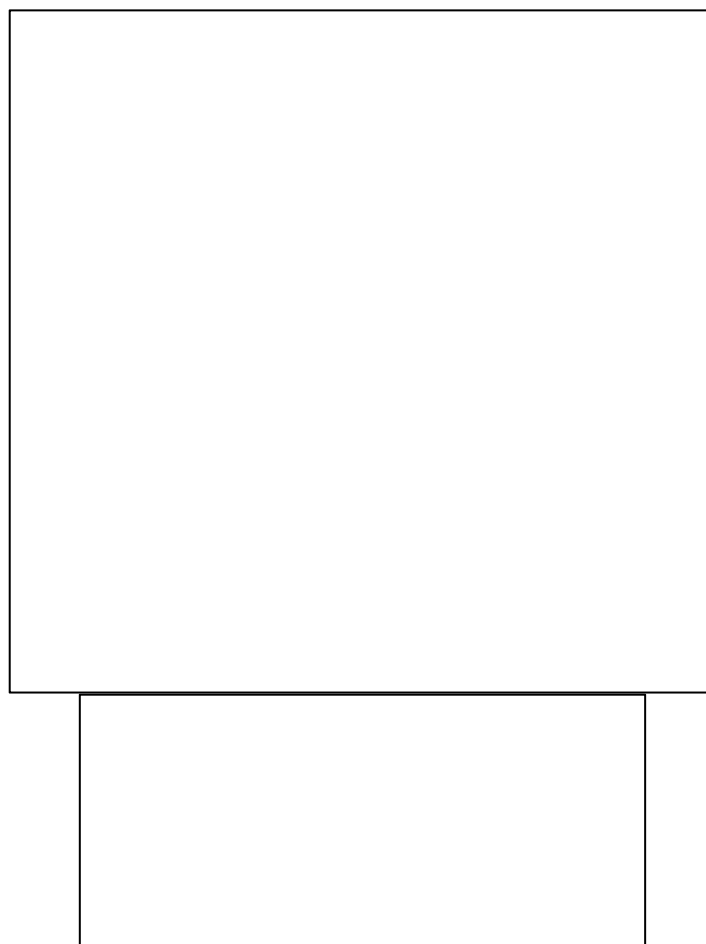


图10-4 工业用CT装置安全措施布置图

1.4 操作防护措施

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中5.12要求对工业用CT装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常；辐射工作人员正常使用工业CT装置时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；辐射工作人员在开机工作时，除佩常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪；应定期测量铅房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；当班使用便携式X- γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；设备维护由设备供应商负责，每年至少维护一次，并做好设备维护记录。

1.5 退役措施

当工业用CT装置不再使用时，应实施退役程序。工业CT装置的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；退役时应清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废治理

本项目工业用CT装置，工作时产生的X射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，本项目工业用CT装置人员不可进入，辐射工作人员通过开关工件门进行通风换气，再利用密闭车间负压排风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为50分钟，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较少。**洁净车间内每小时换气大于6次**，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中探伤室每小时有效通风换气次数不小于3次的要求。

本项目检测结果实时成像，不洗片，无洗片废水及废胶片。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。

表11 环境影响分析

<p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目工业用CT装置是由检测铅房和操作台等组成的一体式设备，拟由专业供应商直接运送到指定区域并用支架固定在地面，因此本项目仅做室内区域的整改。</p> <p>本项目建设阶段会产生一定的噪声和包装垃圾等污染物，但本工程施工量不大，且位于公司厂房内，施工期对周围环境影响较小。</p>
<p>运行阶段对环境的影响</p> <p>1 辐射环境影响分析</p> <p>本项目拟建2台工业用CT装置型号均为X750，本项目工业用CT装置投入运行后每台周平均曝光时间约36小时，每台年曝光时间为1800小时。工业用CT装置的最大管电压为130kV，最大管电流为0.3mA，额定功率为39W。本次评价选取工业用CT装置满功率运行时的工况进行预测。因工业用CT装置运行时主射线朝顶部照射，故计算时将曝光室顶部屏蔽体按照有用线束照射进行预测计算，将右侧、前侧、左侧、后侧、底部屏蔽体均按照非有用线束照射进行预测计算。计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式。</p> <p>本项目工业用CT装置的X射线管可在水平方向移动，竖直方向不可移动。左右方向移动范围为650mm，在前后方向移动范围为835mm，X射线管距左侧屏蔽体外侧最近距离为450mm，距右侧屏蔽体外侧最近距离为450mm，距后侧屏蔽体外侧最近距离为730mm，距前侧屏蔽体外侧最近距离为360mm，距顶部屏蔽体外侧最近距离为870mm，距底部屏蔽体外侧最近距离为695mm，本项目计算点位示意图见图11-1~图11-5。</p> <p>1.1 有用射束方向屏蔽效果预测</p> <p>铅房预测计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：</p> $\dot{H}=I \cdot H_0 \cdot B / R^2 \quad (1)$ <p>式中：\dot{H}：关注点处剂量率，$\mu\text{Sv/h}$； I：X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，0.3mA；</p>

H_0 : 距辐射源点（靶点）1m处输出量，取值参考《辐射防护导论》附图3。在1mmAl过滤条件下距辐射源点1m处输出量保守取值为 $19.0\text{mSv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ，因此本项目 $H_0=1.14\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$

R : 辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B : 屏蔽透射因子，无量纲；

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

式中： X : 屏蔽物质厚度，mm；

TVL : 本项目工业用CT最大管电压为130kV，取值参考ICRP33表3，插值计算130kV下铅的 TVL 为0.912mm。

1.2 非有用线束屏蔽效果预测

非有用线束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/T250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

$$\dot{H}=\dot{H}_L\cdot B/R^2 \quad (3)$$

式中： \dot{H} : 关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_L : 距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率，取值参考《工业X射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表1，故 $\dot{H}_L=1000\mu\text{Sv/h}$ ；

R : 辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B : 屏蔽透射因子，计算公式同（2）。

② 散射辐射

$$\dot{H}=(I\cdot H_0\cdot B/Rs^2)\cdot (F\cdot\alpha/R_0^2) \quad (4)$$

式中： \dot{H} : 关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I : X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，0.3mA；

H_0 : 距辐射源点（靶点）1m处输出量，取值参考《辐射防护导论》附图3。在1mmAl过滤条件下距辐射源点1m处输出量保守取值为 $19.0\text{mSv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ，因此本项目 $H_0=1.14\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B : 屏蔽透射因子，计算公式见（2）。

TVL -本项目散射能量保守仍取130kV，取值参考ICRP33表3，插值计算130kV下铅的 TVL 为0.912mm；

R_s : 散射体至关注点的距离, m;

R_0 : 辐射源点(靶点)至探伤工件的距离, 单位为m;

F : R_0 处的辐射野面积, 单位为 m^2 。

α : 散射因子。入射辐射被单位面积($1m^2$)散射体散射到距其1m处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关, 在未获得相应物质的 α 值时, 可以用水的 α 值保守估计, 取值参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的附录B表B.3;

1.3 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (5)$$

式中: H_c : 参考点的年剂量水平, $\mu Sv/a$;

$\dot{H}_{c,d}$: 参考点处剂量率, $\mu Sv/h$;

t : 探伤装置年照射时间, h/a;

U : 探伤装置向关注点方向照射的使用因子;

T : 人员在相应关注点驻留的居留因子。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

(1) 参考点处剂量率理论计算结果

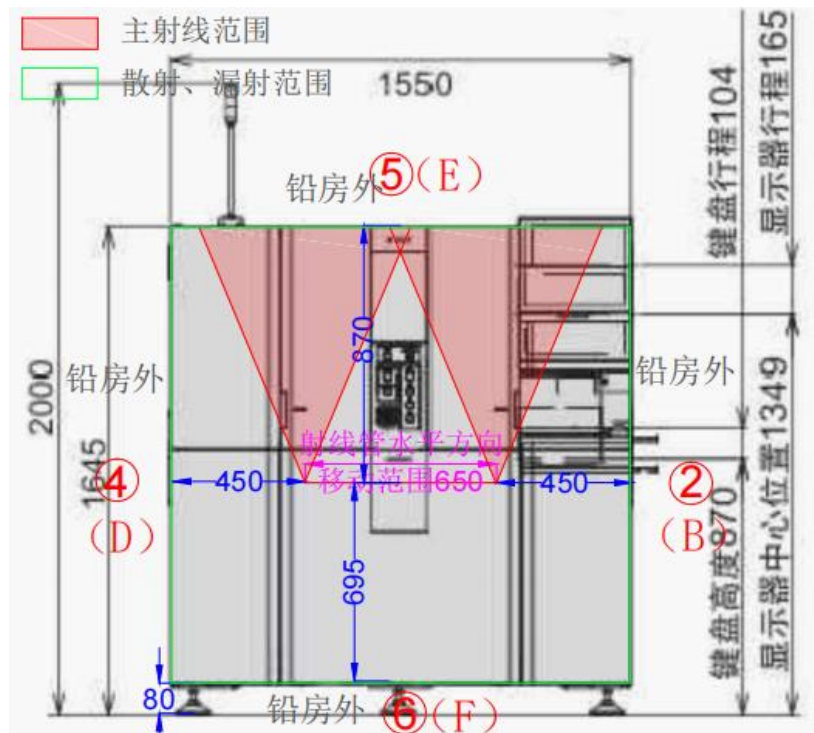


图11-1 X750铅房屏蔽计算点位图(主视图)

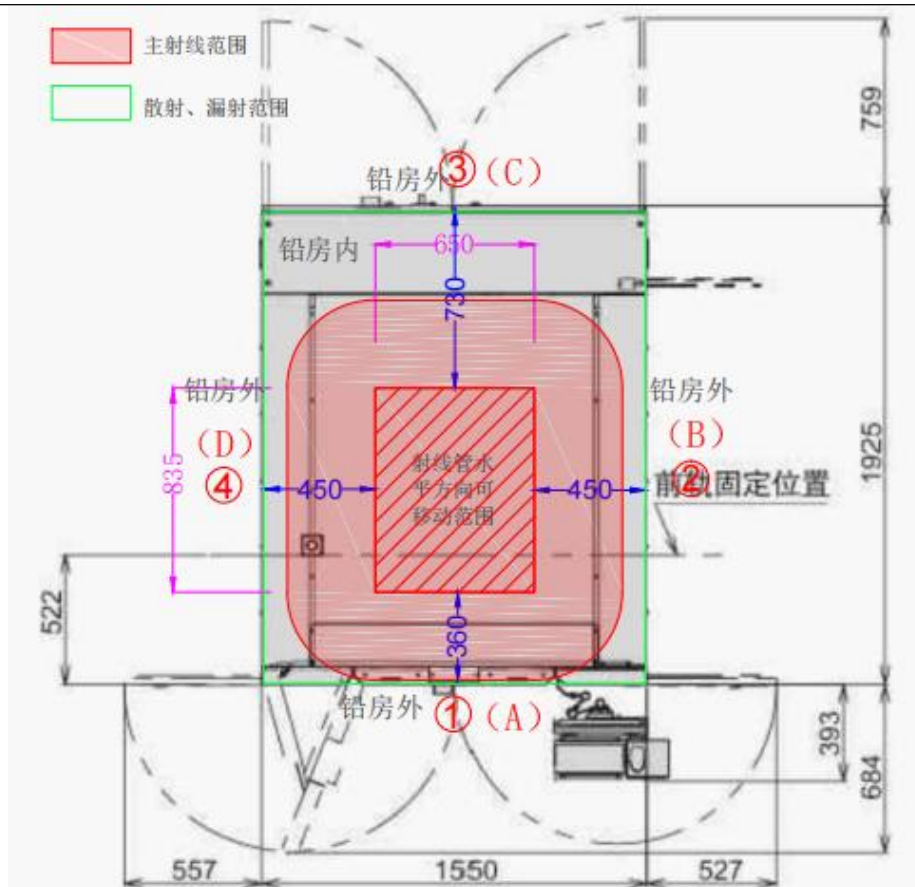


图11-2 X750铅房屏蔽计算点位图（俯视图）

表11-1 X750铅房有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

序号	关注点	设计厚度 (Pb)	I (mA)	H_0^* ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	评价
⑤ (E)	顶部	5mm铅	0.3					2.5	满足

注： $R_{\text{顶部}} = X$ 射线管距顶部最小距离0.87m+参考点0.3m=1.17m。

表11-2 X750铅房非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

序号	① (A)	② (B)	③ (C)	④ (D)	⑥ (F)
关注点	前侧壁	右侧壁	后侧壁	左侧壁	底部
X设计厚度 (mm)					
泄漏辐射	B				
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)				
	R (m)				
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)				
散射辐射	散射后能量对应的kV值				
	X设计厚度 (mm)				
	B				
	I (mA)				
H_0					

($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)					
$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	2				
R_s (m)					
\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)					
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)					
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足

注：① $R_{\text{前侧壁}}=R_s_{\text{前侧壁}}=X$ 射线管距前侧壁（检修门）最小距离 $0.36\text{m}+$ 参考点 $0.3\text{m}=0.66\text{m}$ 。
② $R_{\text{右侧壁}}=R_s_{\text{右侧壁}}=X$ 射线管距右侧壁最小距离 $0.45\text{m}+$ 参考点 $0.3\text{m}=0.75\text{m}$ 。
③ $R_{\text{后侧壁}}=R_s_{\text{后侧壁}}=X$ 射线管距后侧壁最小距离 $0.73\text{m}+$ 参考点 $0.3\text{m}=1.03\text{m}$ 。
④ $R_{\text{左侧壁}}=R_s_{\text{左侧壁}}=X$ 射线管距左侧壁最小距离 $0.45\text{m}+$ 参考点 $0.3\text{m}=0.75\text{m}$ 。
⑥ $R_{\text{底部}}=R_s_{\text{底部}}=X$ 射线管距底部面板最小距离 $=0.695\text{m}$ 。

(1) 本项目出束角为 45° ， $F=\pi (\tan 22.5^\circ \times R_0)^2$

(2) 取值参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的附录B表B.3，散射因子保守取为 $a_w=10000/400$ ，150kV电压下 a_w 取 1.6×10^{-3} 。本项目管电压为130kV， a_w 保守取 1.6×10^{-3} 。

从表11-1、11-2中预测结果可知，当本项目工业用CT装置满功率运行时，其四周屏蔽体、顶部及底部外关注点处的最大辐射剂量率 $1.546\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(2) 关注点处剂量率理论计算结果

1#CT

图11-3 1#CT四周关注点位图（设备周围）

2#CT

图11-4 2#CT四周关注点位图（设备周围）

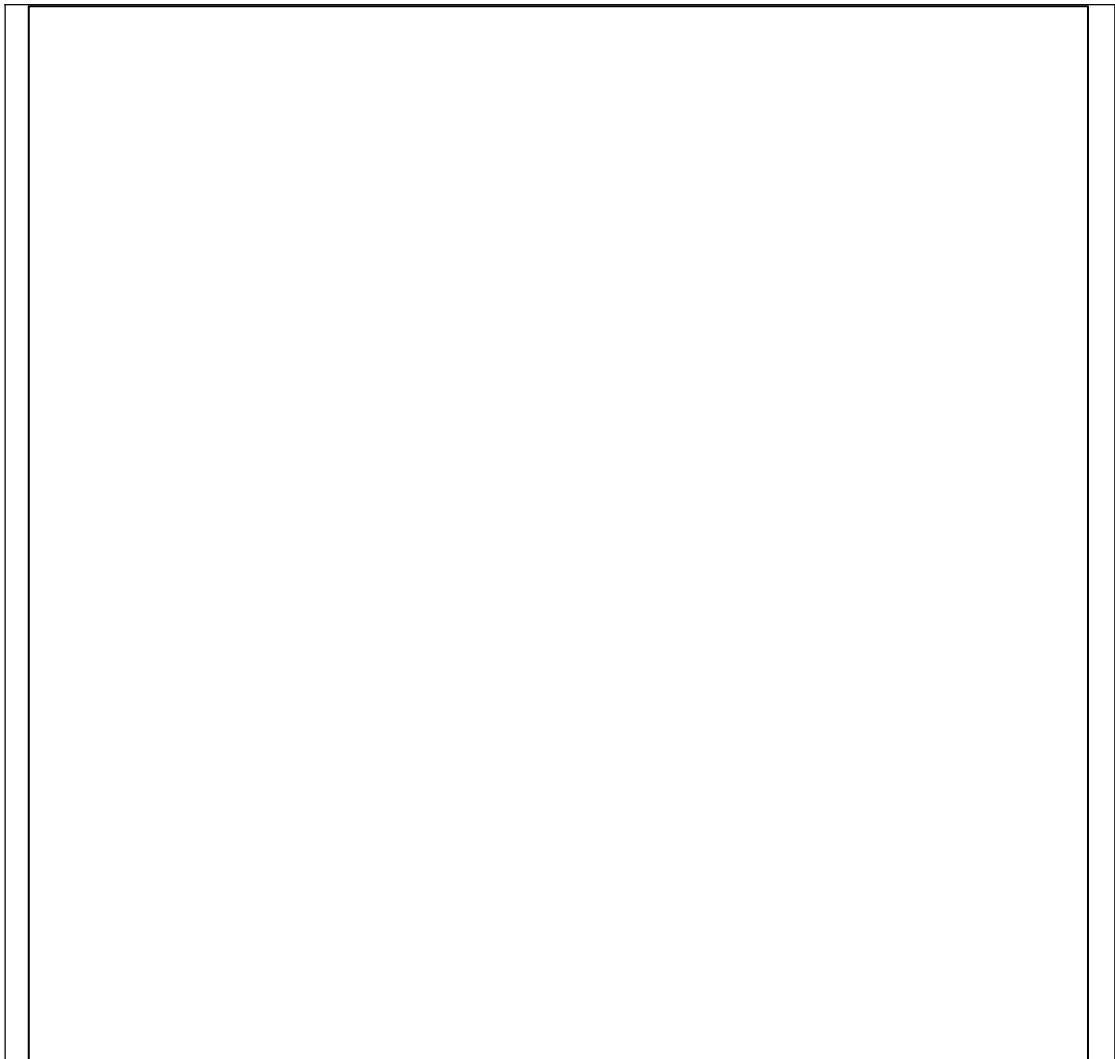


图11-5 评价范围内关注点位图

根据剂量率与距离的平方成反比公式可得到各个关注点处辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (6)$$

式中：H₁：距射线源R₁处的剂量率，μSv/h；

H₂：距射线源R₂处的剂量率，μSv/h；

R₁：工业用CT装置屏蔽体外30cm处距射线源的距离，m；

R₂：工业用CT装置四周各关注点位距射线源的距离，m。

根据以上公式，可理论计算出本项目两台工业用CT装置单独运行时四周关注点处的辐射剂量率，结果见表11-3。

表11-3 屏蔽计算关注点参数列表

设备	点位描述	方位	射线类型	射线源至关注点距离R ₁ (m)	装置四周参考点处剂量率值H ₁	射线源至关注点距离R ₂ (m)	关注点处剂量率值H ₂ (μSv/h)

					($\mu\text{Sv/h}$))
1# CT	①前侧壁	东南(前)侧	漏射线、散射线	0.66	0.065	0.66	0.065
	②右侧壁	东北(右)侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	0.75	0.05
	③后侧壁	西北(后)侧	漏射线、散射线	1.03	0.026	1.03	0.026
	④左侧壁	西南(左)侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	0.75	0.05
	⑤顶部	顶部	有用线束	1.17	0.823	1.17	0.823
	⑥底部	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	0.695	0.058
	⑦车间过道	东南(前)侧	漏射线、散射线	0.66	0.065	1.36	0.015
	⑧产线	东北(右)侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	1.45	0.013
	⑨车间过道	西北(后)侧	漏射线、散射线	1.03	0.026	1.73	0.009
	⑩产线	西南(左)侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	1.45	0.013
	⑪一楼(车间)	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	10.58	<0.001
	K一楼(车间)	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	28.26	<0.001
	⑫二楼(车间)	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	4.58	0.001
	L二楼(车间)	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	26.6	<0.001
	⑬四楼(更衣室)	顶部	有用线束	1.17	0.823	4.73	0.05
	M四楼(仓库)	顶部	有用线束	1.17	0.823	26.62	0.002
	⑭测试区	西北(后)侧	漏射线、散射线	1.03	0.026	3.43	0.002
	⑮线边仓	西北(后)侧	漏射线、散射线	1.03	0.026	22.73	<0.001
	⑯电梯间	西南(左)侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	31.58	<0.001
	⑰2#CT1m处	西南(左)侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	26.65	<0.001
	⑱休息区域	西南(左)侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	17.45	<0.001
	⑲备品室	东南(前)侧	漏射线、散射线	0.66	0.065	3.36	0.003
	⑳研发办公楼	东南(前)侧	漏射线、散射线	0.66	0.065	22.36	<0.001
㉑三楼2台设备中点	西南侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	13.32	<0.001	
㉒四楼2台设备中点	顶部	有用线束	1.17	0.823	14.02	0.006	
㉓二楼2台设备中点	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	14.02	<0.001	

	⑭一楼2台设备中点	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	16.96	<0.001
2# CT	A前侧壁	西北（前）侧	漏射线、散射线	0.66	0.065	0.66	0.065
	B右侧壁	西南（右）侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	0.75	0.05
	C后侧壁	东南（后）侧	漏射线、散射线	1.03	0.026	1.03	0.026
	D左侧壁	东北（左）侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	0.75	0.05
	E顶部	顶部	有用线束	1.17	0.823	1.17	0.823
	F底部	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	0.695	0.058
	G车间过道	东南（后）侧	漏射线、散射线	1.03	0.026	1.73	0.009
	H产线	东北（左）侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	1.45	0.013
	I车间过道	西北（前）侧	漏射线、散射线	0.66	0.065	1.36	0.015
	J产线	西南（右）侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	1.45	0.013
	K一楼（车间）	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	10.58	<0.001
	⑪一楼（车间）	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	28.260	<0.001
	L二楼（车间）	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	4.58	0.001
	⑫二楼（车间）	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	26.600	<0.001
	M四楼（仓库）	顶部	有用线束	1.17	0.823	4.73	0.05
	⑬四楼（更衣室）	顶部	有用线束	1.17	0.823	26.620	0.002
	N测试区	东北（左）侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	24.29	<0.001
	O线边仓	东北（左）侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	19.79	<0.001
	P电梯间	西北（前）侧	漏射线、散射线	0.66	0.065	4.39	0.001
	Q休息区域	东南（后）侧	漏射线、散射线	1.03	0.026	25.7	<0.001
	R备品室	东南（后）侧	漏射线、散射线	1.03	0.026	30.81	<0.001
T1#CT1m处	东北（左）侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	26.61	<0.001	
S研发办公楼	东北（左）侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	47.21	<0.001	
U三楼2台设备中点	东北（左）侧	漏射线、散射线	0.75	0.05	13.25	<0.001	
V四楼2台设备中点	顶部	有用线束	1.17	0.823	14.02	0.006	
W二楼2台设备中点	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	14.02	<0.001	
X一楼2台设备中点	底部	漏射线、散射线	0.695	0.058	16.96	<0.001	

注：1#CT运行时：

- ⑦ $R_{\text{车间过道}}=1\text{m}$ （装置东南侧距关注点距离）+0.36m（射线源距东南外表面最近距离）=1.36m
 ⑧ $R_{\text{产线}}=1\text{m}$ （装置东北侧距关注点距离）+0.45m（射线源距东北外表面最近距离）=1.45m
 ⑨ $R_{\text{车间过道}}=1\text{m}$ （装置西北侧距关注点距离）+0.73m（射线源距西北外表面最近距离）=1.73m
 ⑩ $R_{\text{产线}}=1\text{m}$ （装置西南侧距关注点距离）+0.45m（射线源距西南外表面最近距离）=1.45m
 ⑪ $R_{\text{一楼车间}}=11.5\text{m}$ （一、二楼层高）+0.775m（装置底部距地面距离）-1.7m（人员高度）=10.58m
 E：1#CT和2#CT水平距离26.16m，1楼和3楼垂直距离10.58m，勾股定理得出 $R_{\text{一楼（车间）}}=28.26\text{m}$
 ⑫ $R_{\text{二楼车间}}=5.5\text{m}$ （二楼层高）+0.775m（装置底部距地面距离）-1.7（人员高度）=4.58m
 F：1#CT和2#CT水平距离26.16m，2楼和3楼垂直距离4.58m，勾股定理得出 $R_{\text{二楼（车间）}}=26.6\text{m}$
 ⑬ $R_{\text{四楼更衣室}}=5.5\text{m}$ （三楼层高）-0.775m（装置底部距地面距离）=4.73m
 G：1#CT和2#CT水平距离26.16m，4楼和3楼垂直距离4.73m，勾股定理得出 $R_{\text{四楼（仓库）}}=26.62\text{m}$
 ⑭ $R_{\text{测试区}}=2.7\text{m}$ （装置西北侧距关注点距离）+0.73m（射线源距西北外表面最近距离）=3.43m
 ⑮ $R_{\text{仓边线}}=22\text{m}$ （装置西北侧距关注点距离）+0.73m（射线源距西北外表面最近距离）=22.73m
 ⑯ $R_{\text{电梯间}}=30.85\text{m}$ （装置西北侧距关注点距离）+0.73m（射线源距西北外表面最近距离）=31.58m
 ⑰ $R_{\text{2#CT处}}=26.2$ （装置西南侧距关注点距离）+0.45m（射线源距西南外表面最近距离）=26.65m
 ⑱ $R_{\text{休息区域}}=17\text{m}$ （装置西北侧距关注点距离）+0.45m（射线源距西北外表面最近距离）=17.45m
 ⑲ $R_{\text{备品室}}=3\text{m}$ （装置东南侧距关注点距离）+0.36m（射线源距东南外表面最近距离）=3.36m
 ⑳ $R_{\text{研发办公楼}}=22\text{m}$ （装置东南侧距关注点距离）+0.36m（射线源距东南外表面最近距离）=22.36m
 ㉑ $R_{\text{三楼2台设备中点}}=12.8\text{m}$ （装置西南侧距关注点距离）+0.45m（射线源距西南外表面最近距离）=13.25m
 ㉒1#CT和中点距离13.25m，4楼和3楼垂直距离4.58m，勾股定理得出 $R_{\text{四楼2台设备中点}}=14.02\text{m}$
 ㉓1#CT和中点距离13.25m，2楼和3楼垂直距离4.58m，勾股定理得出 $R_{\text{四楼2台设备中点}}=14.02\text{m}$
 ㉔1#CT和中点距离13.25m，1楼和3楼垂直距离10.58m，勾股定理得出 $R_{\text{四楼2台设备中点}}=16.96\text{m}$

2#CT运行时：

- (G) $R_{\text{车间过道}}=1\text{m}$ （装置东南侧距关注点距离）+0.36m（射线源距东南外表面最近距离）=1.36m
 (H) $R_{\text{产线}}=1\text{m}$ （装置东北侧距关注点距离）+0.45m（射线源距东北外表面最近距离）=1.45m
 (I) $R_{\text{车间过道}}=1\text{m}$ （装置西北侧距关注点距离）+0.73m（射线源距西北外表面最近距离）=1.73m
 (J) $R_{\text{产线}}=1\text{m}$ （装置西南侧距关注点距离）+0.45m（射线源距东北外表面最近距离）=1.45m
 (K) $R_{\text{一楼车间}}=11.5\text{m}$ （一、二楼层高）+0.775m（装置底部距地面距离）-1.7m（人员高度）=10.58m
 ⑪：1#CT和2#CT水平距离26.16m，1楼和3楼垂直距离10.58m，勾股定理得出 $R_{\text{一楼（车间）}}=28.26\text{m}$
 (L) $R_{\text{二楼车间}}=5.5\text{m}$ （二楼层高）+0.775m（装置底部距地面距离）-1.7（人员高度）=4.58m
 ⑫：1#CT和2#CT水平距离26.16m，2楼和3楼垂直距离4.58m，勾股定理得出 $R_{\text{二楼（车间）}}=26.6\text{m}$
 (M) $R_{\text{四楼仓库}}=5.5\text{m}$ （三楼层高）-0.775m（装置底部距地面距离）=4.73m
 ⑬：1#CT和2#CT水平距离26.16m，4楼和3楼垂直距离4.58m，勾股定理得出 $R_{\text{四楼（更衣室）}}=26.62\text{m}$
 (N) $R_{\text{测试区}}=23.84$ （装置东北侧距关注点距离）+0.45m（射线源距东北外表面最近距离）=24.29m
 (O) $R_{\text{仓边线}}=19.34$ （装置东北侧距关注点距离）+0.45m（射线源距东北外表面最近距离）=19.79m
 (P) $R_{\text{电梯间}}=3.66$ （装置西北侧距关注点距离）+0.73m（射线源距西北外表面最近距离）=4.39m
 (Q) $R_{\text{休息区域}}=25.34$ （装置东南侧距关注点距离）+0.36m（射线源距东南外表面最近距离）=25.7m
 (R) $R_{\text{备品室}}=30.45$ （装置东南侧距关注点距离）+0.36m（射线源距东南外表面最近距离）=30.81m
 (S) $R_{\text{1#CT处}}=26.16$ （装置东北侧距关注点距离）+0.45m（射线源距东北外表面最近距离）=26.61m
 (T) $R_{\text{研发办公楼}}=46.76$ （装置东北侧距关注点距离）+0.45m（射线源距东北外表面最近距离）=47.21m
 (U) $R_{\text{三楼2台设备中点}}=12.8\text{m}$ （装置东北侧距关注点距离）+0.45m（射线源距东北外表面最近距离）=13.25m
 (V) 2#CT和中点距离13.25m，4楼和3楼垂直距离4.58m，勾股定理得出 $R_{\text{四楼2台设备中点}}=14.02\text{m}$
 (W) 2#CT和中点距离13.25m，4楼和3楼垂直距离4.58m，勾股定理得出 $R_{\text{四楼2台设备中点}}=14.02\text{m}$
 (X) 2#CT和中点距离13.25m，4楼和3楼垂直距离10.58m，勾股定理得出 $R_{\text{四楼2台设备中点}}=16.96\text{m}$

(3) 叠加影响分析

本项目两台工业用CT装置同时运行时四周关注点处的辐射剂量率叠加结果见表11-4。

表11-4 两台设备同时运行时屏蔽计算关注点参数列表

点位描述	1#CT运行时关注点处的剂量率值 H_1 ($\mu\text{Sv/h}$)	2#CT运行时关注点处的剂量率值 H_2 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加关注点处剂量率值 H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)
1#CT1m处	0.015	<0.001	0.015
1#CT操作台处	0.065	<0.001	0.065

2#CT1m处	<0.001	0.015	0.015
2#CT操作台处	<0.001	0.065	0.065
⑪一楼车间	<0.001	<0.001	<0.001
K一楼（车间）	<0.001	<0.001	<0.001
⑫二楼车间	0.001	<0.001	0.001
L二楼（车间）	<0.001	0.001	0.001
⑬四楼更衣室	0.05	0.002	0.052
M四楼（仓库）	0.002	0.05	0.052
⑭（N）测试区	0.002	<0.001	0.002
⑮（O）线边仓	<0.001	<0.001	<0.001
⑯（P）电梯间	<0.001	0.001	0.001
⑰（Q）休息区域	<0.001	<0.001	<0.001
⑱（R）备品室	0.003	<0.001	0.003
⑳（S）研发办公楼	<0.001	<0.001	<0.001
㉑（U）3楼2台设备中点	<0.001	<0.001	<0.001
㉒（V）4楼2台设备中点	0.006	0.006	0.012
㉓（W）2楼2台设备中点	<0.001	<0.001	<0.001
㉔（X）1楼2台设备中点	<0.001	<0.001	<0.001

从表11-4中预测结果可知，当本项目两台工业用CT装置满功率运行时，评价范围内关注点处的最大辐射剂量率0.065 μ Sv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 μ Sv/h”的要求。

2.2 电缆管道口辐射防护评价

本项目工业用CT装置电缆口位于设备后侧下方，避免X射线直射。电缆口处拟采用5mm铅防护罩进行防护，铅防护罩采用迷宫式设计，利用散射降低电缆管道口的辐射水平。X射线进入线缆管道后散射示意图见图11-6。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”，可推断本项目电缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。

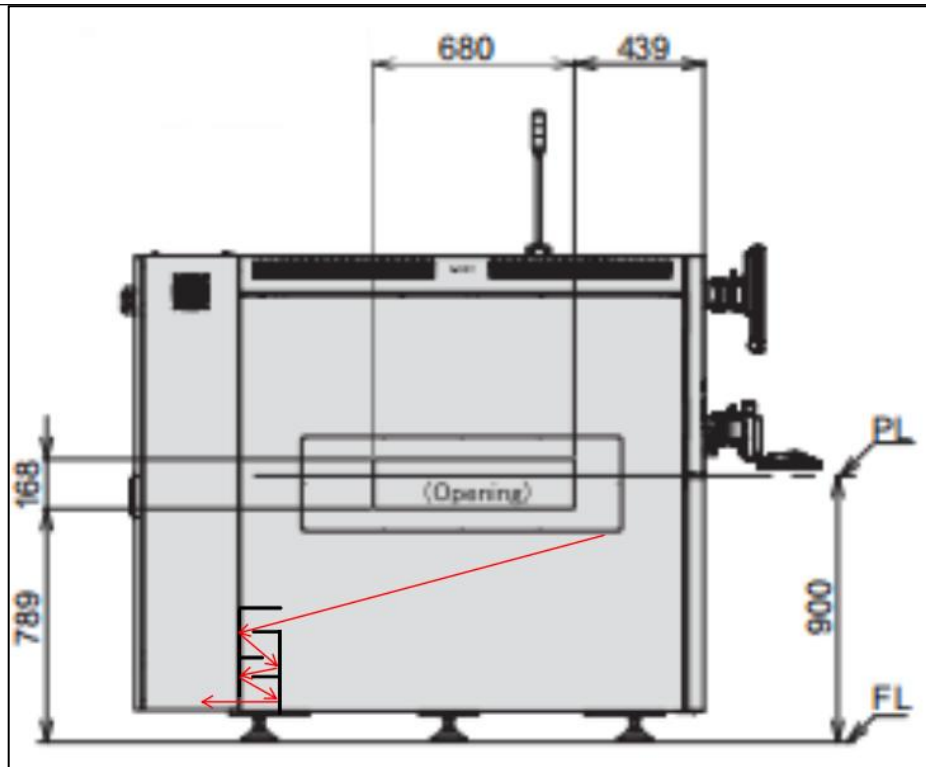


图11-6 电缆管道示意图

2.3 年/周有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为CT室周围50m范围内其他人员。本项目按照两台工业用CT装置同时工作的情况下保守计算，根据表11-1到表11-4的估算结果代入公式（8）。

表11-5 本项目铅房周围人员年受照有效剂量结果评价

X750型工业用CT装置											
序号	保护目标	使用因子U	居留因子T	剂量率值(μSv/h)	周受照时间(h)	年受照时间(h)	周剂量估算值(μSv/周)	年剂量估算值(mSv/a)	周剂量约束值(μSv/周)	年剂量约束值(mSv/a)	评价
辐射工作人员											
1	CT操作人员	1	1	0.065	36	1800	2.34	0.117	100	5	满足
公众											
7(G)	过道流动人员	1	1/4	0.015	36	1800	0.135	0.007	5(公众)	0.1(公众)	满足
8(H)	车间内其他员工	1	1	0.013	36	1800	0.468	0.023	5(公众)	0.1(公众)	满足
9(I)	过道流动人员	1	1/4	0.009	36	1800	0.081	0.004	5(公众)	0.1(公众)	满足
10(J)	车间内其他员工	1	1	0.013	36	1800	0.468	0.023	5(公众)	0.1(公众)	满足
11	一楼车间内员工	1	1	<0.001	36	1800	<0.001	<0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足
K	一楼车间内员工	1	1	<0.001	36	1800	<0.001	<0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足
12	二楼车间内员工	1	1	0.001	36	1800	0.036	0.002	5(公众)	0.1(公众)	满足

L	二楼车间内员工	1	1	0.001	36	1800	0.036	0.002	5(公众)	0.1(公众)	满足
13	四楼更衣室内员工	1	1/4	0.052	36	1800	0.468	0.023	5(公众)	0.1(公众)	满足
M	四楼仓库内员工	1	1/4	0.052	36	1800	0.468	0.023	5(公众)	0.1(公众)	满足
14(N)	测试区员工	1	1	0.002	36	1800	0.072	0.004	5(公众)	0.1(公众)	满足
15(O)	线边仓员工	1	1	<0.001	36	1800	<0.001	<0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足
16(P)	电梯间	1	1/4	0.001	36	1800	0.009	<0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足
18(Q)	休息区域员工	1	1	<0.001	36	1800	<0.001	<0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足
19(R)	备品房员工	1	1/4	0.003	36	1800	0.027	0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足
20(S)	研发办公楼员工	1	1	<0.001	36	1800	<0.001	<0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足
⑳(U)	3楼2台设备中点	1	1	<0.001	36	1800	<0.001	<0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足
㉑(V)	4楼2台设备中点	1	1	0.012	36	1800	0.432	0.022	5(公众)	0.1(公众)	满足
㉒(W)	2楼2台设备中点	1	1	<0.001	36	1800	<0.001	<0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足
㉓(X)	1楼2台设备中点	1	1	<0.001	36	1800	<0.001	<0.001	5(公众)	0.1(公众)	满足

从表11-5中预测结果可以看出，本项目铅房周围辐射工作人员年有效剂量最大值为0.117mSv/a，周有效剂量最大值为2.34 μ Sv/周；公众年有效剂量最大值为0.023mSv，周有效剂量最大值为0.468 μ Sv，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对个人年有效受照剂量（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a）的要求和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中人员周剂量（职业工作100 μ Sv/周公众5 μ Sv/周）控制要求，并低于本项目剂量约束值：职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a。

2.4 三废治理措施评价

本项目工业用CT工作时，操作人员无法进入装置内部，铅房内未单独设置通风装置，检测结束后，通过开关工件出口防护门排出铅房内的气体，再利用密闭车间负压将臭氧和氮氧化物排出室外，洁净车间内每小时通风次数大于6次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于3次的要求，臭氧常温下50min内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

生活垃圾将与公司内产生的生活垃圾一并委托环卫公司处理，辐射工作人员产生的生活垃圾不会对周围环境产生影响。

生活污水排入城市污水管网，辐射工作人员产生的生活污水不会对周围环境产生影响。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目工业用CT装置只有在开机曝光时才产生X射线，因此，X射线探伤事故多为开机误照射事故，主要有：

(1) 在探伤过程中，由于安全联锁装置失灵，防护门被意外打开时，不能立刻停止出束或回源，造成误照射；由于安全联锁装置失灵，防护门未完全关闭时辐射工作人员开机工作，致使探伤房周围人员受到误照射。

(2) 机器调试、检修时误照射。工业CT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。

本项目最严重的辐射事故是情景(1)：在探伤过程中，由于安全联锁装置失灵，防护门被意外打开时，不能立刻停止出束或回源，造成误照射；由于安全联锁装置失灵，防护门未完全关闭时辐射工作人员开机工作，致使探伤房周围人员受到误照射。假设受照人员距出束口的1m，人员从开始受照到听到个人剂量报警仪报警并按需急停按钮的持续时间为10s，本项目工业用探伤装置距靶点1m处的输出量为 $3.564 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 计算可得该事故情形下人员受照剂量为0.99mSv。

参照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第449号)第四十条的分级规定评估各种事故可能的类别，本项目可能发生的辐射事故为“射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”的类别，属于一般辐射事故。

知行汽车科技(苏州)股份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操作，并在实际工作中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，尽可能避免辐射事故的发生。

2 事故预防措施

本项目拟使用的工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置属于II类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》环发〔2006〕145号及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在

发生事故后：

(1) 辐射工作人员或操作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

(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。

(4) 检查设备，必要时请设备厂家进行检修，检测合格后方可继续使用。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，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。

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许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规要求，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，并明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，取得相应岗位的上岗证书。

根据上述要求，知行汽车科技(苏州)股份有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。知行汽车科技(苏州)股份有限公司应根据本次使用工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置编写相关文件，明确相关辐射项目的管理人员及其职责。本项目拟配备的5名辐射工作人员须通过生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名，辐射防护负责人参加“辐射安全管理”类，辐射工作人员参加“X射线探伤”类学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，并参加考核，考核合格后方可上岗。同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）等法规要求，使用放射源和射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、工业用CT装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确工业用CT装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是X射线检测室的运行和维修时辐射安全管理。

设备维修制度：明确工业用CT装置、辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。本项目工业用CT装置由专业设备商承担检修、维护、故障处理及联锁校验等专业工作并负主要安全责任；本单位辐射工作人员仅负责日常检查、保养、清洁，严禁擅自拆机维修。维修流程为日常巡检发现异常立即停机上报，设备商派持证人员进场，在本单位监护下规范维修，完成联锁校验与验收合格后方可投入使用，确保辐射安全可控。

人员培训计划：制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

监测方案：制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。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部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，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。

台账管理制度：建立健全的射线装置使用台账制度，并在日常工作中落实到位，对公司使用的X射线发生器、X射线管型号、规格、数量、去向及日期等均需记录在台账上，做到有据可查。

职业健康监护管理制度：辐射工作人员上岗前、在岗期间及离岗后均需进行职业健康检查。

事故应急预案：依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号文）及《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）等法规要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在1小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

知行汽车科技(苏州)股份有限公司拟根据工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置的特点及以上内容制定《射线装置操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置定期检查与维护制度》《射线装置使用登记、台账管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量监测制度》《辐射环境剂量监测制度》《辐射事故应急处理预案》，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

本次拟定的各项辐射安全管理制度体系完整、内容全面，完全符合国家现行放射性同位素与射线装置相关法规标准要求，要素齐全、合规性良好，可作为企业辐射安全管理的正式制度体系执行。

辐射监测

公司使用的工业用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》及《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）等法规要求，本项目须配置至少1台环境辐射剂量巡测仪，以满足工业X射线计算机断层扫描（CT）装置运行时，对设备周围的辐射水平进行监测。

项目施工前须对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）开展核技术利用项目重大变动核查，重点核查辐射工作场所位置、总平面布置、射线装置参数、辐射屏蔽与防护措施等是否与环评文件一致；经核查确认不属于重大变动后方可开工建设，如判定为重大变动，应依法重新报批环评文件。

公司拟配备1台环境辐射剂量巡测仪，用于对本项目X射线检测装置日常运行时周围的辐射水平进行监测，能量响应范围为20keV~7MeV，相对响应之差 $< \pm 30\%$ 。量程：剂量当量率为 $0.1\mu\text{Sv/h} \sim 1\text{Sv/h}$ ，累积剂量当量为 $0 \sim 999.99\text{mSv}$ 。公司拟为本项目辐射工作人员配备4台个人剂量报警仪，能量响应范围为48keV~3MeV，相对响应之差 $< \pm 30\%$ 。量程：剂量当量率为 $0.01\mu\text{Sv/h} \sim 10\text{mSv/h}$ ，累积剂量当量为 $0 \sim 999.99\text{mSv}$ 。报警阈值均设为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，当剂量率达到设定的报警阈值时，将会报警警示工作人员。

此外公司拟制定如下辐射监测方案，辐射监测计划见表12-1。

(1) 委托有资质的单位对项目所在场所周围环境X- γ 辐射剂量率进行1次竣

工验收监测：

(2) 委托有资质的单位对项目所在场所周围环境X-γ辐射剂量率进行年度监测，监测频次：1~2次/年；

(3) 定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录，监测频次：1次/3个月；

(4) 委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测(1次/3个月)，建立个人剂量档案。

表12-1 辐射监测计划表

监测项目		监测频次	监测点位	结果评价
X-γ辐射剂量率	竣工验收监测	1次	铅房四周墙体处、顶部、底部、防护门外、门缝隙处、操作台处、电缆线孔。	铅房四周、顶部及底部外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h。
	场所年度监测，委托有资质单位进行	1~2次/年		
	定期自行开展辐射监测	每3个月1次		
个人剂量监测	委托有资质单位进行	每3个月1次	/	年有效剂量不超过5mSv。

公司在项目运行过程中拟根据情况完善监测计划的频次及监测内容，同时对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日前向全国核技术利用辐射安全申报系统上传评估报告，年度评估发现安全隐患的，立即整改。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，知行汽车科技(苏州)股份有限公司应针对可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

知行汽车科技(苏州)股份有限公司应依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》环发〔2006〕145号及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定辐射事故应急预案，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。公司应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位事故应急预案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表13 结论与建议

<p>结论</p> <p>1 辐射安全与防护分析结论</p> <p>1.1 项目位置</p> <p>本项目建设地址位于苏州工业园区科教创新区东堰里路西、钱家田路南上市产业园二期地块。知行汽车科技(苏州)股份有限公司厂区四周为相邻的工业企业和道路，厂界东北侧为东堰里路、苏州光格科技股份有限公司，西北侧为钱家田路、苏州久泰精密技术股份有限公司，西南侧为东港河、规划弹性用地，东南侧为规划道路，公司厂区布局及周围环境图见附图2。</p> <p>本项目工业用CT装置拟建于生产厂房3楼洁净车间，本项目铅房周围50m范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及工业用CT装置周围评价范围内的公众。</p> <p>1.2 项目分区及布局</p> <p>本项目拟将两台工业用CT的铅房边界作为控制区边界，在设备表面明显位置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；将工业用CT装置曝光室周围1m范围区域作为辐射防护监督区，监督区边界拟设置1.5m高实体围栏，悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。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。</p> <p>1.3 辐射安全措施</p> <p>本项目将在每台工业用CT设置如下辐射安全措施：</p> <p>(1)本项目2台工业用CT装置左右两侧工件闸门与前后两侧检修门均设置门机联锁装置，每扇门均配置2个欧姆龙标准限位开关，并与高压系统直接联锁。</p> <p>；</p> <p>(2)本项目2台工业用CT装置顶部醒目位置设有工作状态指示灯和声音提示装置，并与X射线管联锁。设备出束期间工作状态红灯亮起，声音提示装置开始报警，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并与工作场所内使用的其他报警信号有明</p>

显区别。

(3)2台设备铅房外醒目位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员此处有电离辐射危害；

(4)操作台均设有急停按钮，发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止X射线出束。急停按钮应带有标签，标明使用方法；

(5)操作台处均设置钥匙开关，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)本项目2台设备铅房内部设有监控探头，可覆盖整个铅房内部情况，监控器设置在操作台处，操作人员可通过监控器实时观察铅房内部情况；

注：本项目工业用CT装置内部结构紧凑，人员不可达，故无需安装固定式场所辐射探测报警装置。

本项目采取的辐射安全措施满足本项目辐射安全的需要。

1.4 辐射安全管理

知行汽车科技(苏州)股份有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。本项目拟配备5名辐射工作人员，辐射工作人员和辐射防护负责人须通过生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名，辐射防护负责人参加“辐射安全管理”类，辐射工作人员参加“X射线探伤”类学习学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，并参加考核，考核合格后方可上岗。同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

公司拟为本项目配备1台环境辐射剂量巡测仪和4台个人剂量报警仪，均能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

本项目两台工业用CT装置采用铅房对X射线进行屏蔽，设备外尺寸为1925mm(长)×1550mm(宽)×1645mm(高)，设备采用传送带将工件送入检测铅房

内，传送带进出口尺寸为680mm(长)×168mm(宽)，任何情况下人员都无法进入检测铅房内部。铅房顶部面板(主射面)为5mm铅板；铅房底部面板、左侧面板、右侧面板、前侧面板（包含检修门）及后侧面板（包含检修门）均为5mm铅板；工件进出口防护门为5mm铅板，电缆孔处设置5mm铅板结构防护罩。

上述防护措施可使屏蔽体达到良好防护效果。

根据理论预测结果，本项目工业用CT装置运行后铅房周围的辐射剂量率均能够满足《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）的辐射剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众周/年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对个人年有效受照剂量（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a）、周有效受照剂量（职业人员100μSv/周，公众5μSv/周）的要求，并低于本项目剂量约束值：职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a。

2.3 三废处理处置

本项目工业用CT装置在工作时产生的X射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过工件门的开关排出铅房，再通过车间内新风系统排出室外，臭氧在空气中短时间内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中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。

3 可行性分析结论

综上所述，知行汽车科技(苏州)股份有限公司新建2台工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

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) 公司应按照《建设项目环境保护管理条例》规定及时进行环境保护设施竣工环保验收。

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	成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	1
	本项目两台工业用CT装置型号均为X750，铅房外尺寸为1.925m（长）×1.55m（宽）×1.645m（高），设备采用传送带将工件送入铅房内部。铅房顶部面板（主射面）为5mm铅板；铅房底部面板、左侧面板、右侧面板、前侧面板（包含检修门）以及后侧面板（包含检修门）均为5mm铅板；工件进出口防护门为5mm铅板，电缆孔处设置5mm铅防护罩。铅房的工件进出口防护门与四周搭接长度为80mm，检测铅房在设计安装时，应尽可能地减小防护门与门洞之间的缝隙，确保防护门与门洞的搭接长度不小于门缝大小的10倍，防止射线漏出。铅房的右侧面板下方设置电缆孔，孔洞直径约为120mm，并在电缆孔处设置5mm铅板结构防护罩进行屏蔽。	铅房表面外30cm处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h”的要求。辐射工作人员和周围公众年受照剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求；职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv。	20
辐射安全和防护措施	本项目2台工业用CT装置左右两侧工件闸门与前后两侧检修门均设置门机联锁装置，每扇门均配置2个欧姆龙标准限位开关，并与高压系统直接联锁；设备顶部醒目位置设有工作状态指示灯和声音提示装置，并与X射线管联锁。设备出束期间工作状态红灯亮起，声音提示装置开始报警，“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别；铅房外醒目位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员此处有电离辐射危害；操作台处设置钥匙开关，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；本项目铅房内部设有监控探头，可覆盖整个铅房内部情况，监控器设置在操作台处，操作人员可通过监控器实时观察铅房内部情况。本项目工业用CT装置内部结构紧凑，人员不可达，故无需安装固定式场所辐射探测报警装置。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求	2
人员配备	本项目拟配备5名辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上	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	5

	岗。 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期送检（1次/季），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。 辐射工作人员定期（不少于2年1次）进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。	射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	
监测仪器和防护用品	拟配置1台环境辐射剂量巡测仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目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、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	1
	拟配置4台个人剂量报警仪		1
辐射安全管理制度	公司拟根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，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、监测方案、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，公司在之后的实际工作中应不断根据法律法规及实际情况对各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	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，使用射线装置的单位要健全《射线装置操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置定期检查与维护制度》《射线装置使用登记、台账管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量监测制度》《辐射环境剂量监测制度》等，并有完善的《辐射事故应急处理预案》	/
总计	-	-	30

以上措施必须在项目运行前落实。

表14 审批

<p>下一级环保部门预审意见</p> <p>经办人</p> <p>公章</p> <p>年 月 日</p>
<p>审批意见</p> <p>经办人</p> <p>公章</p> <p>年 月 日</p>