

核技术利用建设项目

福霸汽车天线（苏州）有限公司 新增1台X射线CT自动检查装置项目 环境影响报告表

福霸汽车天线（苏州）有限公司

2025年5月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

福霸汽车天线（苏州）有限公司 新增1台X射线CT自动检查装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：_____福霸汽车天线（苏州）有限公司_____

建设单位法人代表（签名或签章）：_____

通讯地址：_____吴江经济技术开发区庞金路西侧、云龙东路南侧_____

邮政编码：_____215200_____ 联系人：_____

电子邮箱：_____ / _____ 联系电话：_____



江苏省社会保险权益记录单 (参保人员)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

姓名	瞿晓怡	公民身份号码 (社会保障号)	320	629	性别	女
----	-----	-------------------	-----	-----	----	---

共1页, 第1页

参加社会保险基本情况								
险种	养老保险	工伤保险	失业保险					
参保状态	参保缴费	参保缴费	参保缴费					
现参保单位全称	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司			现参保地	虎丘区			
出具证明前13个月缴费情况 (202405-202505)								
年	月	单位全称	养老保险		失业保险		工伤保险	备注
			缴费基数 (元)	个人缴费 (元)	缴费基数 (元)	个人缴费 (元)		
2024	05	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8880.00	710.40	8880.00	44.40	8880.00	
2024	06	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8880.00	710.40	8880.00	44.40	8880.00	
2024	07	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8880.00	710.40	8880.00	44.40	8880.00	
2024	08	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8880.00	710.40	8880.00	44.40	8880.00	
2024	09	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8880.00	710.40	8880.00	44.40	8880.00	
2024	10	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8880.00	710.40	8880.00	44.40	8880.00	
2024	11	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8880.00	710.40	8880.00	44.40	8880.00	
2024	12	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8880.00	710.40	8880.00	44.40	8880.00	
2025	01	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8890.00	711.20	8890.00	44.45	8890.00	
2025	02	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8890.00	711.20	8890.00	44.45	8890.00	
2025	03	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8890.00	711.20	8890.00	44.45	8890.00	
2025	04	苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司	8890.00	711.20	8890.00	44.45	8890.00	

- 说明:
- 本权益单信息为打印时参保情况, 供参考, 由参保人员自行保管。
 - 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
 - 如需核对真伪, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证 (可多次验证)。



编制主持人现场踏勘照片

拍摄时间：2025年3月20日

拍摄地点：福霸汽车天线（苏州）有限公司门口和项目拟建场址

编制主持人：瞿晓怡

职业资格证书管理号：2014035320352014320406000422



公司厂区门口



项目拟建场址

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	15
表9 项目工程分析与源项	20
表10 辐射安全与防护	25
表11 环境影响分析	29
表12 辐射安全管理	37
表13 结论与建议	41
表14 审批	44
附表	45
“三同时”措施一览表	45

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项目一层平面布局图

附图4项目二层平面布局图

附图5项目位置与江苏省生态环境分区管控综合服务系统对比图

附件:

附件1 项目委托书

附件2 射线装置使用情况承诺书

附件3 报批申请书

附件4 营业执照

附件5 法人身份证

附件6 设备生产厂家资质

附件7 环境辐射水平现状检测报告

附件8 射线装置屏蔽设计参数

附件9 项目主动公开信息一览表

附件10 射线装置情况说明

附件11 环评技术合同

表1 项目基本情况

建设项目名称	新增1台X射线CT自动检查装置项目				
建设单位	福霸汽车天线（苏州）有限公司				
法人代表	GOECKEDE ANDREAS STEFAN	联系人		联系电话	
注册地址	吴江经济技术开发区庞金路西侧、云龙东路南侧				
项目建设地点	吴江经济技术开发区庞金路859号16栋生产车间一楼SMT3线线尾				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目投资 （万元）	285	项目环保投资 （万元）	10	投资比例（环保 投资/总投资）	3.5%
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 ）		/
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用放射性物质		
		<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	/			

项目概述

1、建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来

福霸汽车天线（苏州）有限公司成立于2016年2月4日，公司厂址位于江苏省吴江经济技术开发区庞金路西侧、云龙东路南侧，经营范围包括研发、设计、制造、加工汽车天线接收系统及汽车电子产品，从事与本公司生产产品同类商品，电子产品，系统集成及其零配件，电路板组件，各类基板及插件的批发、佣金代理（拍卖除外）及进出口业务（不涉及国营贸易管理商品，涉及配额、许可证管理商品的，按国家有关规定办理申请）。从事与汽车行业相关的软件及信息系统的开发及应用，并提供相关的技术服务及售后服务。（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）

动)。

福霸汽车天线(苏州)有限公司未开展过核技术利用项目, 现因产品生产检测需要, 拟新增1台X射线CT自动检查装置, 用于对电子产品PCBA板进行无损检测。本次新增X射线CT自动检查装置两班制运行, 检测时间范围: 25.4s~87s/大板(平均时间约为1min), 每天产品的最大检测数量为120大板(有2/4/6/8连板), 则每天曝光时间不超过2h, 每班曝光时间不超过1h, X射线CT自动检查装置年曝光时间约为460h, 每半年曝光时间不超过230h。

本项目拟新增2名辐射工作人员专门从事本项目X射线CT自动检查装置的辐射工作, 不再从事其他辐射工作, 本项目核技术利用项目详见表1-1:

表1-1福霸汽车天线(苏州)有限公司本次环评核技术应用情况表

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	VT-X750型X射线CT自动检查装置	1	130	0.3	39	II	生产车间一楼SMT3线线尾	使用

本项目为使用X射线CT自动检查装置, 属于“172核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”, 对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版), 本项目应编制环境影响报告表。受福霸汽车天线(苏州)有限公司委托, 苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、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

本项目选址于吴江经济技术开发区庞金路859号16栋(E120° 40' 20.86”, N31° 06' 34.97”), 厂房东面为吉帝士电子(苏州)有限公司, 厂房南面为碧家国际社区, 厂房西面为京杭运河, 厂房北面为一幢空置厂房。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见附图2。

本项目X射线CT自动检查装置放置于生产车间一楼SMT3线线尾, 装置拟建址东侧依次为产线、办公室, 南侧依次为电子仓库、包装房、仓库, 西侧依次为SMT3线、配电房, 北侧依次为产线、空调机组房, 一层层高4.2米, 楼上为成品仓库, 楼下无地下建筑。本项目评价范围见附图3。

本项目X射线CT自动检查装置周围50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标, 本项目X射线CT自动检查装置50m范围内涉及一幢北侧空置厂房。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线CT自动检查装置操作的辐射工作人员及周围公众。

3、实践正当性分析

福霸汽车天线（苏州）有限公司使用X射线CT自动检查装置对公司的电子产品PCBA板进行无损检测，确保其产品质量。虽然在运行期间，X射线CT自动检查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	X射线CT自动检查装置	II	1	VT-X750型	130	0.3	无损检测	生产车间一楼SMT3线线尾	功率39W；主射线向上

(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	通过打开基板投入口、基板取出口排入外环境，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，年排放总量用kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排浓度、年总量分别用比活（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) 《射线装置分类》，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) 《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，2024年2月1日起施行； 12) 《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； 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，生态环境部公告第38号，2019年10月25日印发； 14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告第39号，2019年10月25日印发； 15) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令第9号，2019年11月1日起施行；
-------------	---

	<p>16) 《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；</p> <p>17) 《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> <p>18) 《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>19) 《江苏省生态空间管控区域监督管理办法》，苏政办发（2021）20号，2021年5月1日起实施；</p> <p>20) 《江苏省人民政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域调整管理办法的通知》，苏政办发（2021）3号，2021年1月6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>
<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）</p> <p>8) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ T 250 -2014）第1号修改单</p> <p>9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128 2019）</p>
<p>其他</p>	<p>报告附件：</p> <p>1) 项目委托书，附件1</p> <p>2) 射线装置使用情况承诺书，附件2</p> <p>3) 设备生产厂家资质，附件6</p> <p>4) 环境辐射水平现状检测报告，附件7</p> <p>5) 屏蔽设计参数，附件8</p>

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本项目1台X射线CT自动检查装置屏蔽体边界外50m范围内的区域。

本项目评价范围及周边环境示意图见附图2。

保护目标

本项目建设地点位于吴江经济技术开发区庞金路859号16栋生产车间一楼SMT3线线尾，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）以及《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发[2020]49号）、《江苏省自然资源厅关于苏州市吴江区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函[2024]439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。

根据项目周边情况，本项目1台X射线CT自动检查装置拟放置区50m评价范围内没有居民区、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、X射线CT自动检查装置周围公众。
- 2、从事X射线CT自动检查装置装置操作的辐射工作人员。

本项目周围环境保护目标分布见表7-1。

表7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标	方位	场所名称	最近距离	规模
本项目辐射工作人员	南侧	X射线CT自动检查装置操作位	紧邻	2名固定工作人员
项目评价范围内公众	东侧	东侧产线	6m	90名固定工作人员
		办公室	30m	25人固定工作人员
	南侧	电子仓库	1m	厂区内流动人员
		室内员工走道	1m	厂区内流动人员
		天线杆车间	10m	6名固定工作人员
		包装房	8m	8名固定工作人员

		仓库	10m	22名固定工作人员
		室外走道	24m	厂区内流动人员
		碧家国际社区道路	48m	小区内流动人员
	西侧	SMT3#	1m	4名固定工作人员
		SMT2#	4m	4名固定工作人员
		SMT1#	8m	4名固定工作人员
		休息室	22m	厂区内流动人员
		备件房	18m	厂区内流动人员
		配电房	36m	厂区内流动人员
		清洗房	37m	厂区内流动人员
		室内员工走道	40m	厂区内流动人员
		室外走道	47m	厂区内流动人员
	楼上	2层仓库	2m	厂区内流动人员
		2层东侧办公室	40m	48名固定工作人员
	北侧	北侧产线	8m	8名固定工作人员
		室内员工走道	10m	厂区内流动人员
		空调机组房	15m	厂区内流动人员
		空压机房	18m	厂区内流动人员
		室外走道	19m	厂区内流动人员
		一幢空置厂房	24m	0人

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《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 \ 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	<p>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：</p> <p>①年有效剂量，1mSv；</p> <p>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；</p> <p>③眼晶体的年当量剂量，15mSv；</p> <p>④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，50mSv。</p>
----------	---

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，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）

本标准规定了X射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用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 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基板进出门）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。

3.1.2 控制台

3.1.2.1应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或X射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压；已接通的X射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5应设置紧急停机开关。

3.1.2.6应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个TVL时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3其他要求

3.3.1探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。搬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管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

4、项目管理目标限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）等评价标准，确定本项目管理目标为：

（1）本项目剂量率控制水平

本项目X射线CT自动检查装置外面外（含顶部）30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 **$2.5 \mu\text{Sv/h}$** 。

（2）本项目辐射工作人员和公众的剂量约束值

本项目职业人员管理目标限值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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管理目标值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众年有效剂量值的1/10，即 **0.1mSv/a** ；

人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 **$100 \mu\text{Sv/周}$** ，对公众不大于 **$5 \mu\text{Sv/周}$** ；

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）

项目	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。

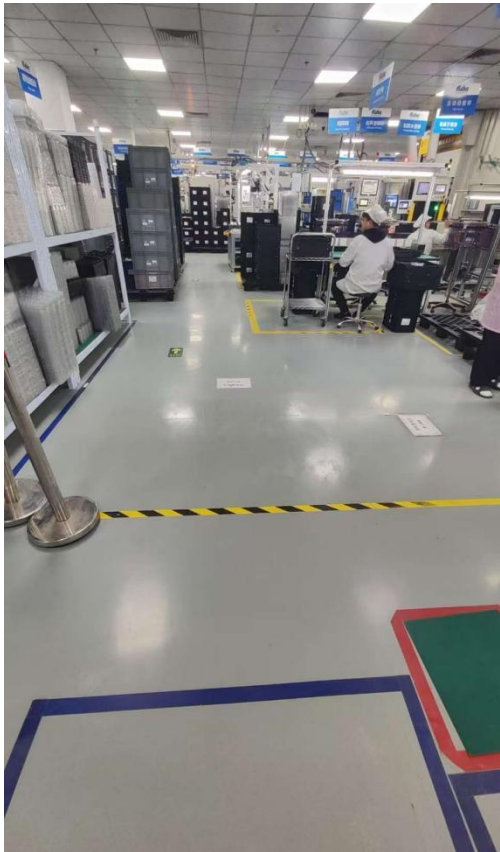
表8 环境质量和辐射现状

1、项目地理位置及场所位置

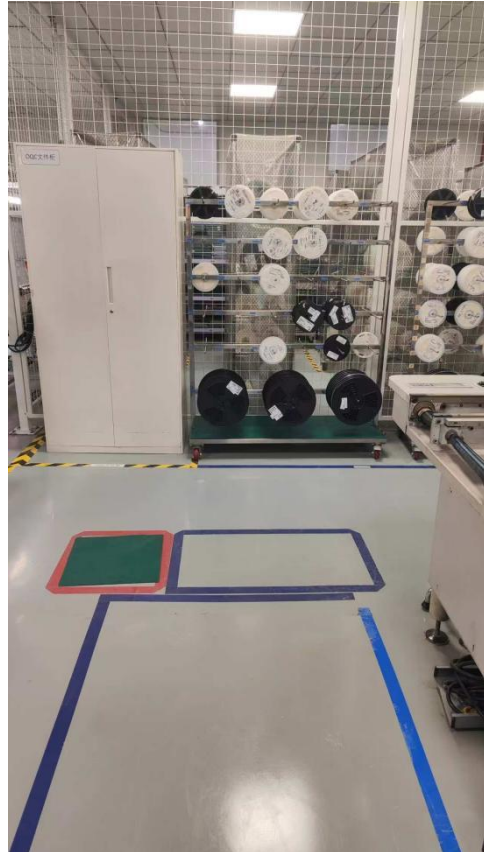
本项目建设地址位于江苏省吴江经济技术开发区庞金路859号16栋生产车间一楼SMT3线线尾，项目地理位置见附图1。福霸汽车天线（苏州）有限公司厂房东面为吉帝士电子（苏州）有限公司，厂房南面为碧家国际社区，厂房西面为京杭运河，厂房北面为一幢空置厂房，厂区周围环境图见附图2。

本项目X射线CT自动检查装置放置于生产车间一楼SMT3线线尾，装置拟建址东侧为产线，南侧为电子仓库，西侧为SMT3线，北侧为产线，楼上为成品仓库，楼下无地下建筑。本项目1台X射线CT自动检查装置所在1层生产车间平面布局图见附图3。

本项目1台X射线CT自动检查装置拟建址及周围环境现状见图8-1。



项目拟建址及东侧



项目拟建址及南侧



项目拟建址及西侧



项目拟建址及北侧



项目拟建址楼上

图8-1本项目拟建址及周围环境现状照片

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目X射线CT自动检查装置拟建址及周围辐射环境

监测因子：本项目X射线CT自动检查装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率

监测点位：在X射线CT自动检查装置拟建址及周围布置监测点位，共计9个监测点位

3、监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测项目： γ 辐射剂量率

监测布点：在X射线CT自动检查装置拟建址及周围布置监测点位，具体点位见图8

-2

监测时间：2025年3月26日

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司

监测仪器：FH40G型便携式X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号FHZ672E-10）（设备编号：SDWH2442，检定有效期：2024. 11. 05~2025. 11. 04）

监测依据：a、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

B、《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。

3.2 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，具备相应的检测资质和检测能力。

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：苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司制定有质量体系文件，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，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在检定有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行三级审核

3.3 监测结果

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FHZ672E-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，评价该项目周围环境辐射水平。

本项目X射线CT自动检查装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率监测结果见表8-1，详细检测结果见附件7，监测布点示意图见图8-2。

表8-1本项目X射线CT自动检查装置拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率水平

测点 编号	检测点描述		测量结果 (nGy/h)	
	位置	属性	平均值	标准差
1	工业CT检测装置拟建址处 (生产车间一楼SMT3线线尾)	室内 (楼房)	105	1
2	工业CT检测装置拟建址东侧 (生产车间一楼产线)	室内 (楼房)	114	1
3	工业CT检测装置拟建址南侧 (生产车间一楼电子仓库)	室内 (楼房)	112	1
4	工业CT检测装置拟建址南侧 (生产车间一楼OQC)	室内 (楼房)	113	1
5	工业CT检测装置拟建址西侧 (生产车间一楼SMT3线)	室内 (楼房)	102	1
6	工业CT检测装置拟建址北侧 (生产车间一楼SMT2线)	室内 (楼房)	111	1
7	工业CT检测装置拟建址北侧 (生产车间一楼产线)	室内 (楼房)	109	1
8	工业CT检测装置拟建址楼上 (生产车间二楼成品仓库)	室内 (楼房)	112	1
9	工业CT检测装置拟建址楼上 (生产车间二楼办公室)	室内 (楼房)	119	1

注：测量结果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。

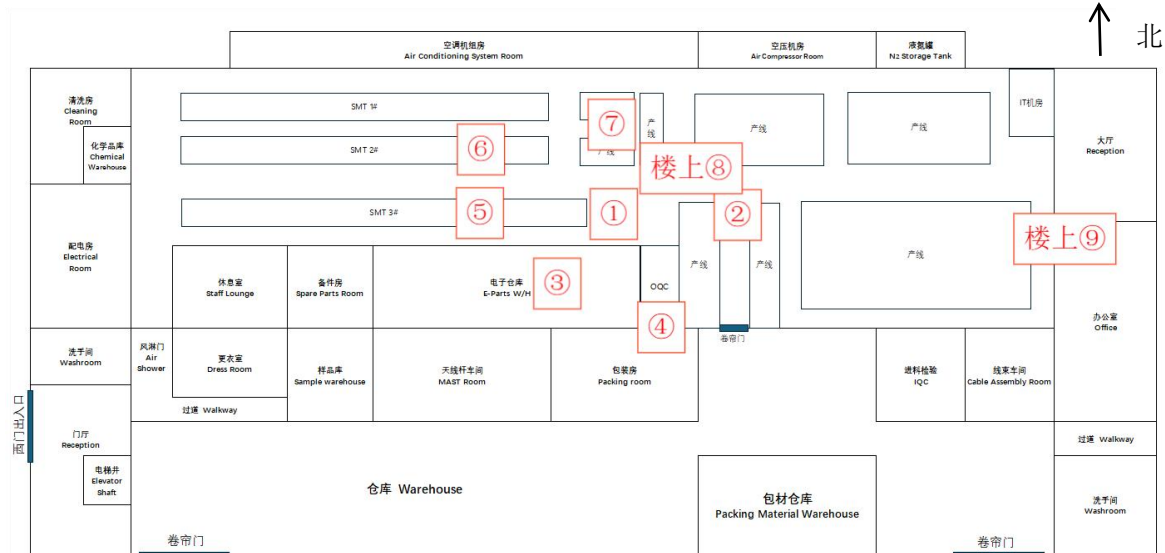


图8-2 拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率监测点位示意图

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，环境 γ 辐射空气吸收剂量率为(102~119) nGy/h，处于江苏省室内环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量

率调查结果中室内的涨落范围内 (50.7~129.4) nGy/h。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、X射线CT自动检查装置情况介绍

根据生产、检测需要，福霸汽车天线（苏州）有限公司拟在生产车间一楼SMT3线线尾新增1台X射线CT自动检查装置，用于对公司产品PCBA板进行无损检测工作。

X射线CT自动检查装置曝光室外尺寸为1.925m（长）×1.55m（宽）×1.645m（高）。曝光室采用铅板对X射线进行屏蔽，定义操作面板所在面为装置前侧，曝光室四周、顶部、底部、基板投入口、基板取出口、前侧维修门、后侧维修门及电缆口铅罩屏蔽材料均采用5mmPb+4mmFe。基板投入口、基板取出口、维修门与曝光室屏蔽体缝隙约为3mm，搭接长度约为80mm。本项目工业CT配置的X射线管朝上照射，最大管电压为130kV，最大管电流为0.3mA，功率为39W，滤过条件为0.5mm铍+1mm铝，本项目滤过条件保守取1mm铝。主射线方向由下向上照射，照射角度为45°。装置的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。

X射线CT自动检查装置样式图见图9-1。装置外观尺寸图见图9-2。

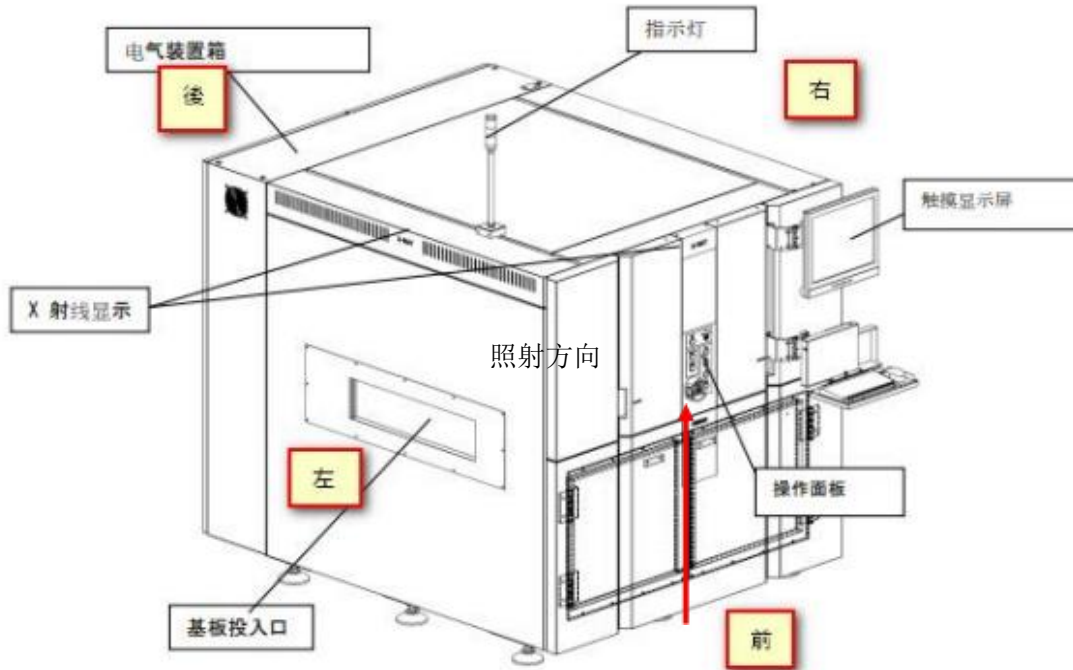


图9-1 X射线CT自动检查装置样式图

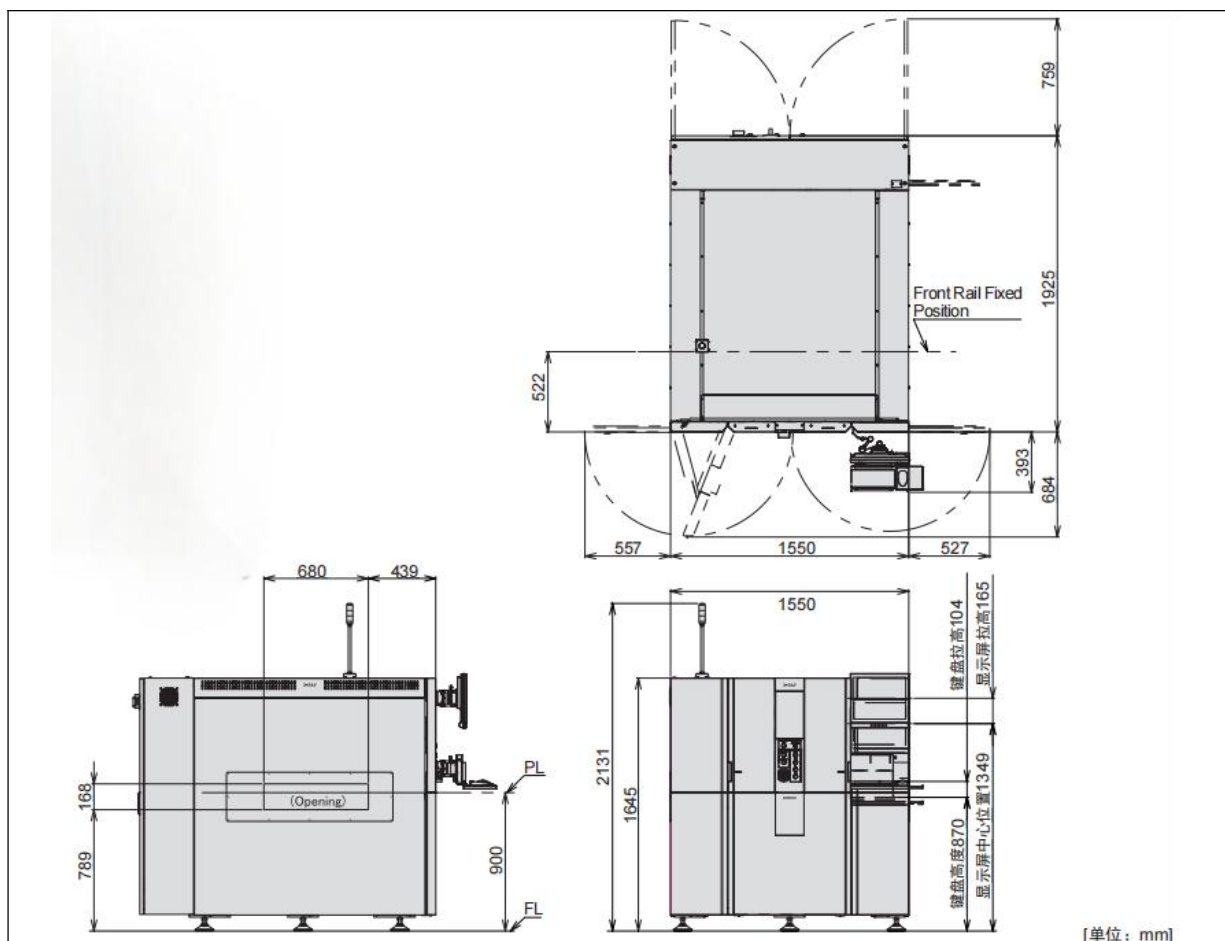


图9-2 VT-X750型工业CT检测装置外观尺寸图

2、工业CT装置工作原理

本项目X射线CT自动检查装置核心部件是X射线管。X射线管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。

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。

常见典型的X射线管结构图见图9-3。

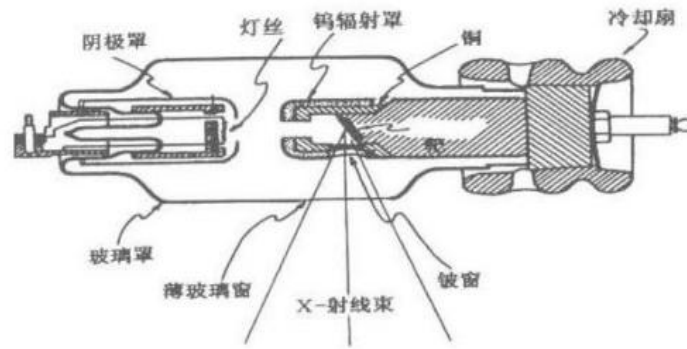


图9-3 典型的X射线管结构图

3、工作流程及产污环节

X射线CT自动检查装置工作时，辐射工作人员将被检测工件放置于装置左侧传送带上，通过传送带运送至曝光室内，辐射工作人员在装置前侧操作台处进行操作，在对检测物体无损伤条件下，以三维立体图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的缺损状况，其工作流程如下：

(1) 准备：工作人员巡视设备周围情况，检查设备安全装置情况，须所有辐射安全措施均有效情况下才能进行工件检测，根据待检工件的材质、厚度选取曝光条件、确定曝光参数；

(2) 放置工件：确保各辐射安全装置可以有效工作后，辐射工作人员将被测工件放于CT装置左侧传送带上，通过传送带将被测工件运输至曝光室内；

(3) 曝光检测：加高压、打开X射线出束开关，开始检测；根据工件特性，单次出束检测时间约25.4s~87s；检测期间X射线管发出X射线，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）；

(4) 读片：通过操作台处的显像器对工件内部缺陷进行辨别；

(5) 工件取出：检测完成后，关闭X射线出束开关，待X射线不再出束后，打开CT右侧工件出口防护门，通过传送带将工件取出。

本项目X射线CT自动检查装置工作流程及产污环节如图9-4。

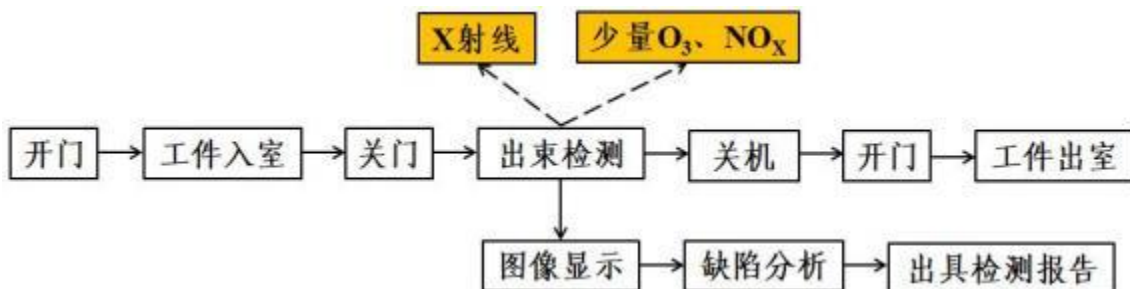


图9-4 本项目X射线CT自动检查装置工作流程及产污环节示意图

4、人员配备及工作制度

福霸汽车天线（苏州）有限公司未开展过核技术利用项目，现因产品生产检测需要，拟新增1台X射线CT自动检查装置，用于对电子产品PCBA板进行无损检测。本次新增X射线CT自动检查装置两班制运行，检测时间范围：25.4s~87s/大板（平均时间约为1min），每天产品的最大检测数量为120大板（有2/4/6/8连板），则每天曝光时间不超过2h，每班曝光时间不超过1h，X射线CT自动检查装置年曝光时间约为460h，每班年曝光时间不超过230h。

福霸汽车天线（苏州）有限公司拟为本项目新增配备2名辐射工作人员，不再从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

污染源项描述

1、放射性污染源分析

本项目新增1台X射线CT自动检查装置，装置最大管电压为130kV，最大管电流0.3mA。

由X射线CT自动检查装置的工作原理可知，只有在X射线CT自动检查装置开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出X射线，若未完全屏蔽会对检测室外工作人员和公众产生一定外照射，因此X射线CT自动检查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X射线CT自动检查装置型号为VT-X750，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0.5mm铍+1mm铝，本项目滤过条件保守取1mm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1mm铝滤过条件下，输出量(H_0)约为 $20\text{mGy}/(\text{mA} \cdot \text{min})=20 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})=1.2 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

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，X射线管电压小于150kV时，本项目距X射线管焦点100cm处的漏射线所致周围剂量当量率应小于 $1\text{mSv}/\text{h}$ （ $1 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ）。

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/T 250-2014），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。本项目散射能量保守取同主射线能量。

根据厂家提供资料，X射线主射线方向为朝向顶部，所以本项目检测曝光室顶部面

板主要受到主射线辐射影响，检测曝光室左侧、右侧、前侧、后侧及底部面板主要受到漏射线辐射影响和散射线辐射影响。

本项目射线装置参数见表9-1。

表9-1 本项目射线装置参数一览表

射线装置型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	输出量 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
VT-X750	130	0.3	1.2×10^6	1×10^3

2、非放射性污染源分析

本项目X射线CT自动检查装置未设置机械排风装置。X射线CT自动检查装置在工作状态时，产生的X射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过打开基板投入口、基板取出口排入所在生产车间，车间设有排风装置，经车间排风装置排入室外。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。

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X射线CT自动检查装置设置有曝光室（主机）及操作台等，操作台与曝光室分开设置，操作台位于曝光室的南侧，X射线管主射线朝上照射。

本项目拟将X射线CT自动检查装置的曝光室边界作为本项目的辐射防护控制区边界，工作期间禁止任何人员进入；将X射线CT自动检查装置外60cm区域划定警示线作为的辐射防护监督区边界，工作期间禁止无关人员进入。X射线CT自动检查装置控制区及监督区划分见图10-1，其中红色线范围为控制区，蓝色线范围为监督区。

本项目辐射防护分区的划分符合《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）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目X射线CT自动检查装置控制区和监督区划分示意图见图10-1，两区划分情况见表10-1。

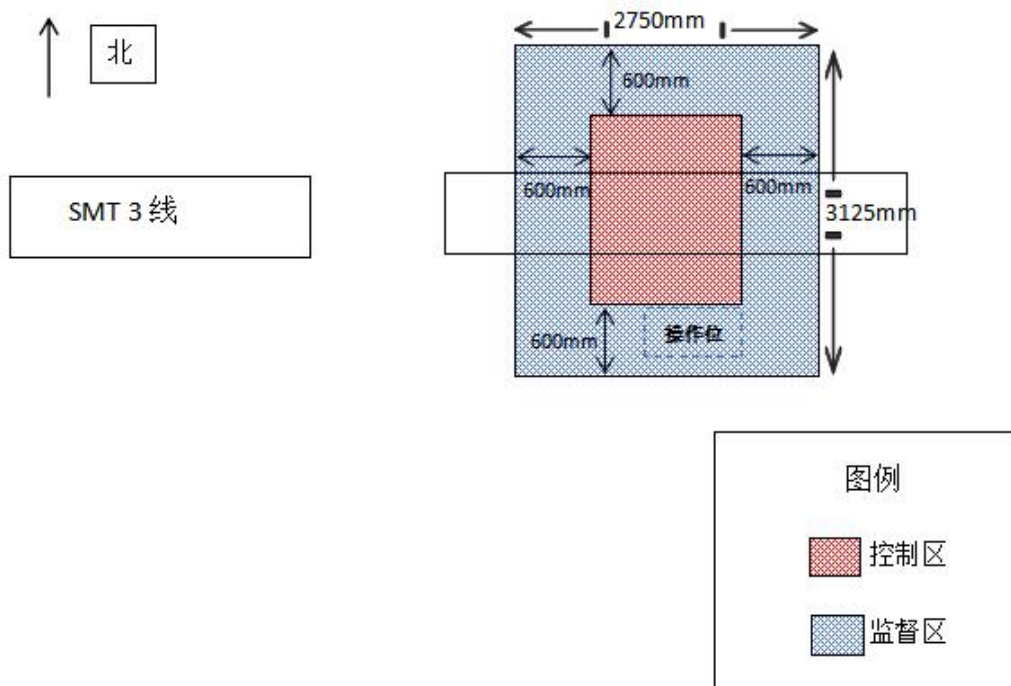


图10-1 本项目1台X射线CT自动检查装置平面布局及分区图

布局合理性分析：

本项目X射线CT自动检查装置设计有检测室及操作台，操作台位于检测室前侧且

与曝光室相连，辐射工作人员位于操作台前进行作业，项目装置主射线方向由下向上照射，辐射工作人员操作位置避开有用线束照射方向，项目布局合理。

2、工作场所辐射屏蔽设计及射线装置主要参数

本项目X射线CT自动检查装置曝光室外尺寸为1.925m（长）×1.55m（宽）×1.645m（含底座高），底座高0.08m，曝光室采用铅板对X射线进行屏蔽，该装置曝光室屏蔽防护参数见表10-2。

表10-2 本项目X射线CT自动检查装置屏蔽防护参数一览表

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度
VT-X750型X射线CT自动检查装置	曝光室前侧	5mm 铅板
	曝光室后侧	5mm 铅板
	曝光室左侧	5mm 铅板
	曝光室右侧	5mm 铅板
	曝光室顶部	5mm 铅板
	曝光室底部	5mm 铅板
	左侧基板投入口	5mm 铅板
	右侧基板取出口	5mm 铅板
	电缆口铅罩	5mm 铅板
	后侧维修门	5mm 铅板
	前侧维修门	5mm 铅板

3、工作场所辐射安全措施

本项目辐射工作人员在装置工作时无法进入工业CT检测装置内部（仅检修时可进入），设计的辐射安全装置和保护措施，主要有：

①本项目X射线CT自动检查装置通过自带5mm铅板对X射线进行防护。

②安装门机联锁装置。本项目X射线CT自动检查装置前侧检修防护门、后侧检修防护门、基板投入口防护门、基板取出口防护门均设置门机联锁装置，只有在所有防护门完全关闭时扫描装置才能出束照射，门打开时立即停止X射线照射，关上门时不能自动开始X射线照射。

③安装工作状态指示灯。本项目X射线CT自动检查装置上方拟设置工作状态指示灯。扫描装置工作时，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。

④本项目X射线CT自动检查装置表面拟设置“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逗留。

⑤本项目X射线CT自动检查装置操作台拟设置钥匙开关，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安装紧急停机按钮。本项目X射线CT自动检查装置拟在装置前侧和后侧各安装1个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

⑦本项目X射线CT自动检查装置工件门、检修门与屏蔽体的间隙约为3mm，设置搭接长度约为80mm，工件门、检修门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的10倍，防止射线泄漏。

⑧工业CT检测装置设置工作状态指示灯与扫描装置高压联锁。

⑨工业CT检测装置设置固定式场所辐射探测报警装置。

⑩工业CT检测装置所在位置安装监视装置，可监视人员的活动和设备的运行情况。

本项目辐射安全和防护措施示意图见图10-2。

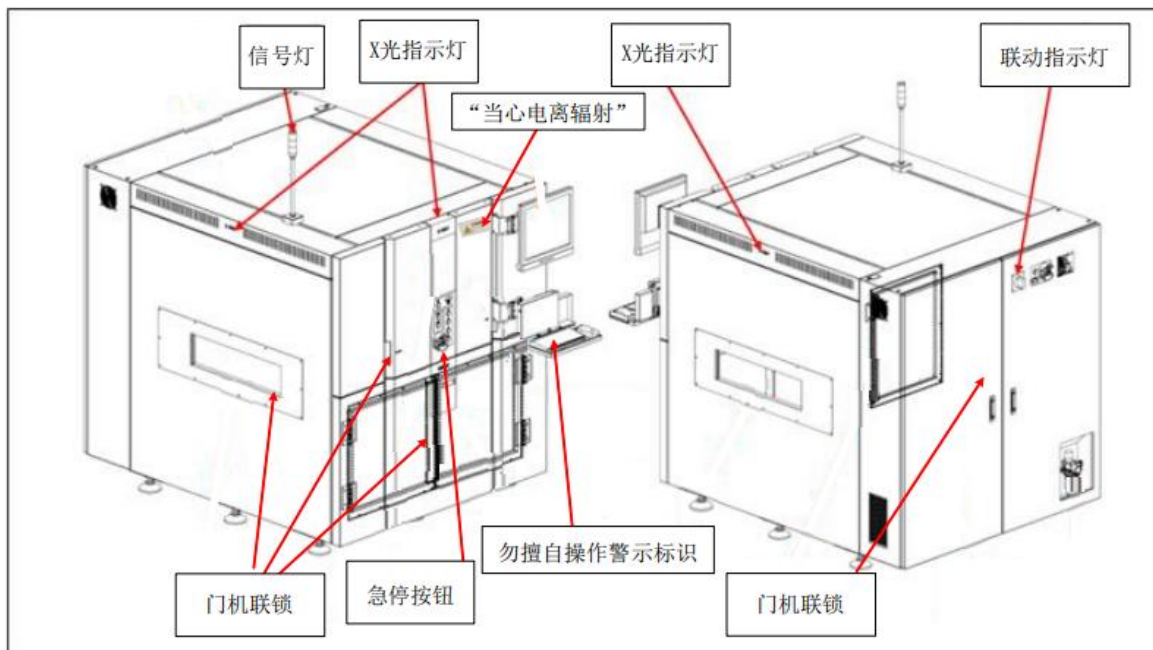


图10-2 本项目X射线CT自动检查装置辐射安全和防护措施示意图

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X射线CT自动检查装置正常进行检测时工作人员无需进入检测室内部，X射线CT自动检查装置需定期进行检修，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 剂量率仪由前侧检修防护门进入设备内部进行检修。

(3) 定期测量检测装置周围区域的剂量率水平，包括辐射工作人员工位和X-RAY检测室外公众居留处，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检测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

项目X射线CT自动检查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基板投入口防护门、基板取出口防护门排入生产车间，生产车间设有排风装置，经车间排风装置排入室外。

臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

表11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目X射线CT自动检查装置建设项目，在生产工厂内组装完成，仅在厂内完成安装，过程中会产生少量的噪声和固体废物。但本项目施工期较短，施工量不大，对车间厂房周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

运行阶段对环境的影响

1、辐射环境影响分析

本项目新增1台VT-X750型X射线CT自动检查装置，通过含铅板的曝光室对X射线进行防护，工作时主射线固定朝顶部照射。本次评价选取1台X射线CT自动检查装置在满功率运行时的工况进行预测。

本项目X射线CT自动检查装置运行时，X射线管能够进行前、后、左及右方向移动。根据厂家提供资料，辐射源到顶部外表面最近距离为870mm，到底部外表面最近距离为695mm，到左、右部外表面最近距离均为450mm，到前部外表面最近距离为360mm，到后部外表面最近距离为730mm。主射线朝顶部照射，故计算时将曝光室顶部按照有用线束照射进行预测计算，将东、南、西、北侧、底部及各防护门均按照非有用线束照射进行预测计算。本项目预测计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式。本项目X射线CT自动检查装置计算示意图见图11-1。

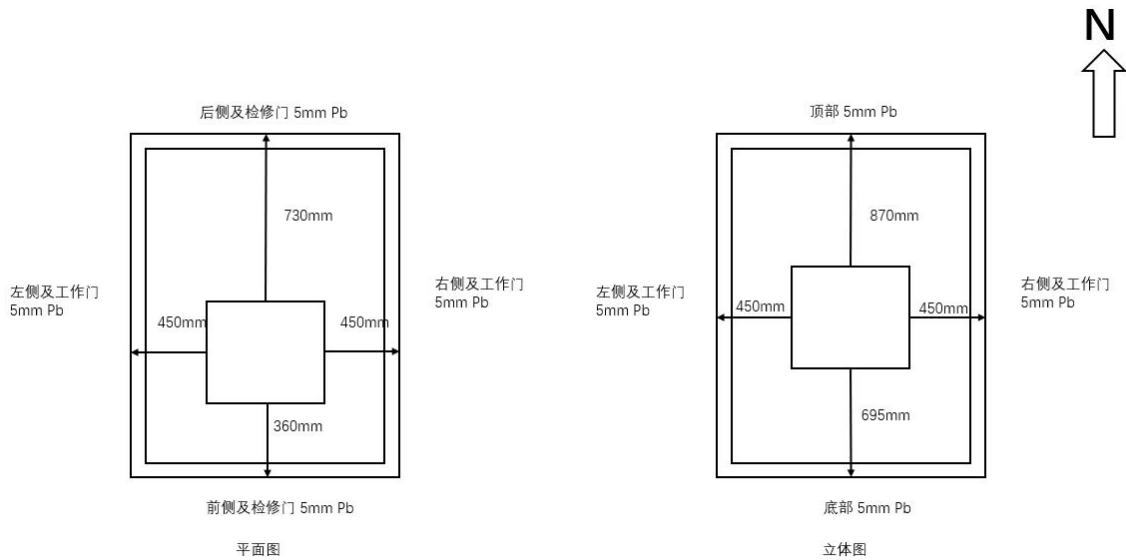


图11-1本项目扫描装置辐射源点到各侧屏蔽体最近距离示意图

1.1、有用线束方向屏蔽效果预测

本项目X射线CT自动检查装置有用线束屏蔽预测计算模式采用《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：

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

式中：

I：X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）。

H₀：距辐射源点（靶点）1m处输出量，单位为μSv·m²/（mA·h）。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1mm铝滤过条件下，距辐射源点（靶点）1m处输出量（H₀）为1.2×10⁶ μSv·m²/（mA·h）。

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，参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表3.5，管电压100kV时，TVL为0.84mm铅，管电压150kV时，TVL为0.96mm铅，内插法计算得管电压130kV时，TVL为0.912mm铅，然后按下列公式（2）计算得出项目屏蔽透射因子为3.29×10⁻⁶。

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

式中：

X：屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位。

TVL：什值层厚度，mm。

1.2、非有用线束方向屏蔽效果预测

X射线CT自动检查装置非有用线束屏蔽预测计算模式采用《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泄露辐射

漏射辐射屏蔽计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式：

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

式中：

\dot{H}_L ：距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。取值参考《工业X射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的表1，取 $1.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

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，本项目取 3.29×10^{-6} 。

②散射辐射

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

式中：

\dot{H} ：关注点处剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。

I：扫描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，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。同有用线束距辐射源点（靶点）1m处输出量计算，本项目为 $1.2 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

B：屏蔽透射因子，本项目取 3.29×10^{-6} 。

F： R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ 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射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录B4.2；经查，本项目 $\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ 取值为1/60。

R_s ：散射体至关注点的距离，单位为米（m）；本项目 R_s 保守取值取辐射源点（靶点）至关注点的距离R。

R_0 ：辐射源点（靶点）至散射体的距离，单位为米（m）。

2、参考点处剂量率理论计算结果

2.1、检测曝光室主射面辐射剂量率计算

根据图11-1，本项目X射线CT自动检查装置X射线管距检测曝光室顶部面板最近为0.87m。将相关参数代入公式（1），可估算出检测曝光室顶部面板外30cm处的辐射剂

量率，其屏蔽防护计算参数及计算结果见表11-1。

表 11-1 检测曝光室主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		顶部面板
参数		
设计厚度		5mmPb
I (mA)		0.3
$H_0 (\mu Sv \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot h^{-1})$		1.2×10^6
B		3.29×10^{-6}
R (m)		1.17
屏蔽体顶部30cm处	H 估算值	0.865
剂量率	H_c 控制值	2.5
H ($\mu Sv/h$)	评价结果	满足

$$R=0.87m (\text{辐射源距顶部外表面最近距离}) + 0.3m (\text{顶部表面距关注点}) = 1.17m$$

2.2、检测曝光室其他各面屏蔽剂量计算

根据图11-1，正常开机检测时，本项目X射线CT自动检查装置的X射线管距检测曝光室前侧面板（操作面）的最小距离为0.36m、距后侧面板最小距离为0.73m、距左侧面板最小距离为0.45m、距右侧面板最小距离为0.45m、距底部面板最小距离为0.695m、距基板进出口防护门最小距离为0.45m，距后侧电缆口最小距离为0.73m。计算时，均保守取X射线管距检测曝光室各侧面板最小距离来评价本项目X射线CT自动检查装置运行时的辐射影响。

将相关参数代入公式（2）、（3）、（4），可保守估算出当工业用X射线CT以最大管电压130kV，最大管电流0.3mA运行时，检测曝光室前侧、后侧、左侧，右侧、底部及基板进出口防护门外参考点的辐射剂量率，计算结果见表11-2。

表11-2 检测曝光室其他各面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		前侧面板	后侧面板	左侧面板	右侧面板	底部面板	基板进出口防护门	后侧电缆口
参数								
泄 漏 辐 射	设计厚度 (mm)	5mmPb	5mmPb	5mmPb	5mmPb	5mmPb	5mmPb	5mmPb
	TVL (mm)	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
	B	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}
	$H_L (\mu Sv/h)$	1×10^3	1×10^3	1×10^3	1×10^3	1×10^3	1×10^3	1×10^3
	R (m)	0.66	1.03	0.75	0.75	0.775	0.75	1.03
	参考点处泄漏辐射剂量率H估算值	0.008	0.003	0.006	0.006	0.005	0.006	0.003

	($\mu\text{Sv/h}$)							
散 射 辐 射	散射线能量 (kV)	保守取130kV						
	B	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}
	I (mA)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$)	1.2×10^6	1.2×10^6	1.2×10^6	1.2×10^6	1.2×10^6	1.2×10^6	1.2×10^6
	R_s (m)	0.66	1.03	0.75	0.75	0.775	0.75	1.03
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	1/60	1/60	1/60	1/60	1/60	1/60	1/60
	参考点处散射辐射 剂量率H·估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.045	0.019	0.035	0.035	0.033	0.035	0.019
泄 露 辐 射 和 散 射 辐 射 的 复 合 作 用 ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} 估算值	0.053	0.022	0.041	0.041	0.038	0.041	0.022
	\dot{H}_c 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

$R_{左、右侧} = 0.45\text{m}$ (辐射源距左、右侧外表面最近距离) + 0.3m (左、右侧表面距关注点) = 0.75m
 $R_{前侧} = 0.36\text{m}$ (辐射源距前侧外表面最近距离) + 0.3m (前侧表面距关注点) = 0.66m
 $R_{后侧} = 0.73\text{m}$ (辐射源距后侧外表面最近距离) + 0.3m (后侧表面距关注点) = 1.03m
 $R_{顶部} = 0.87\text{m}$ (辐射源距顶部外表面最近距离) + 0.3m (顶部表面距关注点) = 1.17m
 $R_{底部} = 0.695\text{m}$ (辐射源距底部外表面最近距离) + 0.08m (底座高度) = 0.775m
 $R_{基板进出口防护门} = 0.45\text{m}$ (辐射源距基板进出口防护门外表面最近距离) + 0.3m (基板进出口防护门表面距关注点) = 0.75m

$R_{后侧电缆口} = 0.73\text{m}$ (辐射源距后侧外表面最近距离) + 0.3m (后侧表面距关注点) = 1.03m

从表11-1及表11-2中预测结果可知，本项目X射线CT自动检查装置满功率运行时，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。

2.3、防护门搭接缝隙屏蔽效果分析

本项目X射线CT自动检查装置检测曝光室的传送带进出口尺寸为680mm(长)×168mm(宽)，进出口防护门大小为800mm(长)×300mm(宽)，均匀搭接在传送带进出口上，防护门、检修门与四周搭接长度约为80mm，检测曝光室在设计安装时，防护门、检修门与曝光室屏蔽体之间的缝隙约为3mm，可以保证防护门与门洞的搭接长度不小于门缝大小的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，不会破坏检测曝光室的屏蔽效果。X射线进入缝隙至少经

过三次散射才能到达射出。根据《辐射防护导论》P189“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”，由此可以推断，本项目X射线CT自动检查装置防护门搭接设计能够满足辐射防护要求。

2.3、电缆孔处防护罩屏蔽效果分析

本项目在检测曝光室的面板后方设置电缆孔，其防护补偿结构为在电缆孔开孔位置设置5mm铅板结构防护罩进行屏蔽，电缆孔避开主射线方向，可保证射线至少经过3次散射才能到达管道口，不会破坏检测曝光室的屏蔽效果。根据《辐射防护导论》P189“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。这时，迷道口也只需采用普通门”，本项目VT-X750型X射线CT自动检查装置电缆管道设计能够满足辐射防护要求。

3、辐射工作人员和公众剂量估算

3.1、年有效剂量估算

本项目拟新增2名辐射工作人员专门从事本项目X射线CT自动检查装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

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。根据公式（1）、（2）、（3）、（4），参考点剂量率与距离的平方成反比，可计算出各场所人员所受辐射剂量率，具体估算结果见表11-4。

表 11-3 关注点剂量率估算结果

编号	名称	方位	距离 (m)	有用线束辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
①	操作位	南侧	0.66	/	7.55×10^{-3}	0.05×10^{-3}	7.60×10^{-3}
②	西侧产线工作位 (SMT3#)	西侧	1.45	/	1.56×10^{-3}	9.39×10^{-3}	0.011
③	东侧产线工作位	东侧	6.45	/	0.08×10^{-3}	0.47×10^{-3}	0.55×10^{-3}
④	南侧包装房工作位	西南	8.36	/	0.05×10^{-3}	0.28×10^{-3}	0.33×10^{-3}
⑤	北侧产线工作位	北侧	8.73	/	0.04×10^{-3}	0.26×10^{-3}	0.30×10^{-3}
⑥	二层仓库	上方	3.43	0.101	/	/	0.101

$R_{\text{操作位}} = 0.36\text{m}$ (辐射源距操作位侧防护门外表面最近距离) + 0.3m (人员距离装置表面距离) = 0.66m
 $R_{\text{西侧产线工作位}} = 0.45\text{m}$ (辐射源距西侧外表面最近距离) + 1m (西侧产线作业点距西侧外表面) = 1.45m
 $R_{\text{东侧产线工作位}} = 0.45\text{m}$ (辐射源距东侧外表面最近距离) + 6m (东侧产线作业点距东侧外表面) = 6.45m
 $R_{\text{南侧包装房工作位}} = 0.36\text{m}$ (辐射源距南侧外表面最近距离) + 8m (包装作业点距南侧外表面) = 8.36m
 $R_{\text{北侧产线工作位}} = 0.73\text{m}$ (辐射源距北侧外表面最近距离) + 8m (北侧产线作业点距东侧外表面) = 8.73m
 $R_{\text{二层}} = 0.87\text{m}$ (辐射源距顶部外表面最近距离) + 2.56m (层高4.2m-设备高度1.645m) = 3.43m

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式（1）来估算，估算公式如下：

$$H_c = H_{cd} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (5)$$

上式中：

H_c —关注点的年剂量水平， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

H_{cd} —关注点处剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

U —X射线CT自动检查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 —X射线CT自动检查装置年照射时间，单位为小时每年（h/a）。

根据公式（5），可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的周有效剂量及年有效剂量，具体计算参数及计算结果见表11-5。

表11-5 本项目1台X射线CT自动检查装置周围人员年受照有效剂量结果评价

关注点	①	②	③	④	⑤	⑥
	操作位	SMT3#	东侧产线	南侧包装房	北侧产线	二层仓库
人员	职业人员	公众	公众	公众	公众	公众
使用因子U	1	1	1	1	1	1
居留因子T	1	1	1	1	1	1/4
辐射剂量率取值($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	7.60×10^{-3}	0.011	0.55×10^{-3}	0.33×10^{-3}	0.30×10^{-3}	0.101
周工作时间(h)	5	5	5	5	5	5
周有效剂量(μSv)	0.038	0.055	2.75×10^{-3}	1.65×10^{-3}	1.5×10^{-3}	0.126
周受照剂量约束值(μSv)	100	5	5	5	5	5
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足
年工作时间(h)	230	230	230	230	230	230
年有效剂量(mSv)	1.75×10^{-3}	2.53×10^{-3}	0.13×10^{-3}	0.08×10^{-3}	0.07×10^{-3}	5.81×10^{-3}
目标管理值(mSv/a)	5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足
<p>从表11-4中预测结果可知，本项目X射线CT自动检查装置满功率运行时，辐射工作人员及周围公众的年受照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）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv）。</p>						
<p>事故影响分析</p> <p>1、辐射事故分析</p> <p>X射线CT自动检查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：</p> <p>（1）由于安全联锁装置失灵，X射线CT自动检查装置工件门未能完全关闭，仍能开启X射线对工件进行检测，致使X射线泄漏到检测曝光室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。</p> <p>（2）由于安全联锁装置失灵，打开防护门、检修门或电源柜门，X射线未能停止出束，导致工作人员受照。</p> <p>（3）机器调试、检修时误照。X射线CT自动检查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。</p> <p>（4）设备检修时，没有采取可靠的断电措施，导致意外开机致使检修人员意外受照。</p> <p>2、辐射事故预防措施</p> <p>（1）严格要求辐射工作人员按照操作规程进行检测作业，每次检测前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性；</p> <p>（2）定期检测曝光室周围的辐射水平，确保工作安全有效运转；</p> <p>（3）公司拟制定辐射安全管理制度，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；</p> <p>当发生误照射时，应该立即切断电源，确保X射线机停止出束，并向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入。对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。</p> <p>建设单位拟制定辐射事故应急预案，发生辐射事故时，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。</p>						

表12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目开展产品检测的设备为X射线CT自动检查装置，属Ⅱ类射线装置。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Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。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。建设单位需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管理职责。本项目拟新增2名辐射工作人员专门从事本次新增X射线CT自动检查装置的辐射工作，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

建设单位应根据《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，制定辐射安全管理制度，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。公司制定的辐射安全管理规章制度需具有针对性和可操作性，满足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制定《工业CT检测装置操作规程》、《监测异常报告制度》，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要点提出如下建议：

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、X射线CT自动检查装置的操作流

程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确X射线CT自动检查装置操作步骤、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：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制定辐射防护和安全保卫制度，重点是X射线CT自动检查装置的运行和维修时辐射安全管理落实到个人。

设备维修制度：明确X射线CT自动检查装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

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。

台账管理制度：对X射线CT自动检查装置使用情况进行登记，标明使用日期、电压、电流等。

个人剂量监测方案：明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，明确个人剂量计的佩戴和监测周期，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；明确辐射工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：购置环境辐射巡测仪等监测设备，明确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。此外，根据环境保护部18号令，使用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态进行年度评估，将年度评估报告电子版（包含附件）上传至全国核技术利用辐射安全管理系统。

辐射事故应急预案：针对可能产生的辐射事故制定辐射事故应急措施，该措施中应明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。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。

监测异常报告制度：明确了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。

设备上新制度：购买辐射设备前，先确认销售方有销售辐射设备的资质，确保设备来源合法，履行相应的环保手续后，设备方可进场，确保设备使用合规。

设备退役制度：X射线CT自动检查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，并清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

建设单位拟增加2名辐射工作人员，辐射工作人员应参加辐射安全与防护培训，建设单位应为其建立个人剂量监测档案及职业健康管理档案。

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。

福霸汽车天线（苏州）有限公司拟为本项目配备1台便携式辐射巡测仪、1台个人剂量报警仪、2台个人剂量计，配备后将能够满足辐射监测仪器配置要求。

2、监测方案

福霸汽车天线（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，终生保存；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，以排除职业禁忌证。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。

本项目落实上述监测方案后，方能满足辐射安全管理的要求。

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，核技术利用单位应针对本公司具体项目产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容包括：

- (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X射线CT自动检查装置可能产生的辐射事故制定辐射事故应急方案，明确X射线CT自动检查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。公司应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方案，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

根据生产、检测需要，福霸汽车天线（苏州）有限公司拟在生产车间一楼SMT3线线尾新增1台X射线CT自动检查装置，用于对公司产品进行无损检测工作，拟购置的X射线CT自动检查装置型号为VT-X750型，最大管电压为130kV，最大管电流为0.3mA，额定功率39W，主射线向上照射，为II类射线装置。

2、产业政策符合性和实践正当性评价

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、项目选址、布局合理性评价

福霸汽车天线（苏州）有限公司位于吴江经济技术开发区庞金路859号16栋，厂房东面为吉帝士电子（苏州）有限公司，厂房南面为碧家国际社区，厂房西面为京杭运河，厂房北面为一幢空置厂房。

本项目X射线CT自动检查装置放置于生产车间一楼SMT3线线尾，装置拟建址东侧依次为产线、办公室，南侧依次为电子仓库、包装房、仓库，西侧依次为SMT3线、配电房，北侧依次为产线、空调机组房，楼上为成品仓库，楼下无地下建筑。

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X射线CT自动检查装置设计有曝光室及操作台，操作台位于曝光室前侧且与曝光室相连，辐射工作人员位于操作台前进行作业，项目装置主射线方向由下向上照射，辐射工作人员操作位置避开有用线束照射方向，项目布局合理。

4、辐射防护措施评价

本项目X射线CT自动检查装置通过自带铅板的曝光室对X射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目拟配备的X射线CT自动检查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（ $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ）。

5、辐射安全措施评价

本项目拟落实的辐射安全措施包括：安装门机联锁装置；安装工作状态指示灯，并与X射线管联锁；装置表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；操作台拟设置钥匙开关；安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止射线照射；工件门、检修门与屏蔽体的间隙小，并设置搭接，防止射线泄漏。

公司拟配备1台辐射巡测仪、1台个人剂量报警仪、2台个人剂量计，用于对X射线CT自动检查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年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目管理目标（职业人员年受照剂量不超过5mSv，公众年受照剂量不超过0.1mSv）的剂量限值要求。

7、三废处理处置

本项目无放射性三废产生。

本项目X射线CT自动检查装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），装置本身不设排风系统，臭氧和氮氧化物可通过开启装置东西侧的基板进出口防护门排出，随后通过车间机械排风排至室外，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。

8、辐射环境管理

（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，终生保存；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，以排除职业禁忌证。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。

公司拟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。同时在项目运行前完善相关的辐射安全管理制度；严格履行管理职能。

综上所述，福霸汽车天线（苏州）有限公司新增1台X射线CT自动检查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）该项目运行中，应严格遵守操作规程，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，最长不超过12个月。

表14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人签字公章

年 月 日

审批意见：

经办人签字公章

年 月 日

附表

“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	成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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	屏蔽措施：本项目X射线CT自动检查装置曝光室外尺寸为1.925m（长）×1.55m（宽）×1.645m（含底座高），底座高0.08m。曝光室采用铅板对X射线进行屏蔽，定义操作面板所在面为装置前侧，曝光室四周、顶部、底部、基板投入口、基板取出口、前侧/后侧维修门及电缆口铅罩屏蔽材料均采用5mmPb+4mmFe。基板投入口、基板取出口、维修门与曝光室屏蔽体缝隙约为3mm，搭接长度约为80mm。	X射线CT自动检查装置运行后，装置周围的剂量率满足《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2.5 μSv/h”的要求。	/
	本项目拟落实的辐射安全措施包括：扫描装置防护门均设置门机连锁装置。扫描装置顶部拟设置装置工作状态指示灯，并与X射线管连锁。操作台上拟设置钥匙开关，拟设置紧急停机按钮。X射线CT自动检查装置表面均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于探伤室辐射防护措施的相关要求。	2
污染防治措施	废气：项目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基板投入口防护门、基板取出口防护门排入生产车间，生产车间设有排风装置，经车间排风装置排入室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中6.1.10要求。	/
人员配备	公司辐射工作人员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。	1

	辐射工作人员配备个人剂量计、定期（不少于1次/3个月）送检，并定期（不少于1次/2年）进行职业健康体检，单位建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。	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。	1
	公司辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立职业健康监护档案。	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。	1
监测仪器和防护用品	拟配备1台辐射巡测仪、1台个人剂量报警仪、2台个人剂量计。	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。	3
辐射安全管理制度	拟制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施、监测异常报告制度等辐射安全管理制度，在以后的工作中不断补充完善。	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。	/

以上措施必须在项目运行前落实。