

核技术利用建设项目

鸿富锦精密电子（郑州）有限公司 新增 1 台 X 射线检测系统建设项目 环境影响报告表

（公示稿）

鸿富锦精密电子（郑州）有限公司

二〇二六年六月

生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 20 -
表 3 非密封放射性物质	- 20 -
表 4 射线装置	- 21 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 22 -
表 6 评价依据	- 23 -
表 7 保护目标与评价标准	- 25 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 33 -
表 9 工程分析与源项	- 38 -
表 10 辐射安全与防护	- 45 -
表 11 环境影响分析	- 58 -
表 12 辐射安全管理	- 71 -
表 13 结论与建议	- 79 -
表 14 审批	- 81 -
附件 1 项目委托书	
附件 2 建设单位营业执照	
附件 3 辐射安全许可证	
附件 4 辐射安全管理机构及辐射安全管理制度	
附件 5 个人剂量监测报告	
附件 6 辐射工作人员培训证书	
附件 7 本项目工作场所周围环境辐射现状监测报告	
附件 8 建设单位原有核技术利用项目环保手续	
附件 9 建设单位 2025 年度评估报告	
附件 10 本项目 X 射线检测系统出厂检测报告	
附件 11 环评工程师现场踏勘照片	

表 1 项目基本情况

建设项目名称	鸿富锦精密电子（郑州）有限公司新增 1 台 X 射线检测系统建设项目				
建设单位	鸿富锦精密电子（郑州）有限公司				
法人代表	陈连柱	联系人	王胆	联系电话	XXX36990XXX
注册地址	郑州市航空港区长安路东侧综合保税区				
项目建设地点	郑州市航空港区长安路东侧综合保税区 F 区 F06 栋一层 CT ROOM 室				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	800	项目环保投资（万元）	80	投资比例（环保投资/总投资）	10%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	40
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	/			

1.1 建设单位情况、项目建设规模、目的和任务

1.1.1 单位概况

鸿富锦精密电子（郑州）有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 2010 年 7 月，隶属于富士康科技集团，地址位于郑州市航空港区振兴路东侧综合保税区，主要生产经营第三代及后续移动通信系统手机、核心网设备以及网络检测设备及其零组件、新型电子元器件、数字音、视频解码设备及其零部件、自动化设备、金属与非金属制品模具、检具及其零配件、发光二极管显示板、手机配件，该公司是富士康科技

集团挺进中原兴建的大型计算机、时尚移动通讯设备、消费性电子零组件及构件的生产基地。

1.1.2 项目目的和任务

为满足苹果产品对高精密制造工艺的严苛要求，进一步提升产线在微米/纳米级别的无损检测能力，确保 iPhone 内部精密焊接点位的可靠性及芯片封装的一致性质量，建设单位拟新增一台 Phoenix V|tome|x M300/180 型 X 射线检测系统，放置于 F 区 F06 栋一楼西南侧 CT ROOM 室，对生产的手机零部件进行多功能高精密度的无损检测，以此构建全方位、高精度的质量检测体系，保障高端电子产品的出厂品质。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，项目建设单位在申请《辐射安全许可证》前，应组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。

对照《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），工业 CT 为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。因此，建设单位委托河南鑫安利职业健康科技有限公司开展鸿富锦精密电子（郑州）有限公司新增 1 台 X 射线检测系统建设项目环境影响报告表的编制工作，接受委托后，评价单位的有关技术人员在现场调查和监测的基础上，本着“科学、公正、客观”的态度，并根据建设单位提供的资料和国家环保法律法规的有关规定，编制完成了《鸿富锦精密电子（郑州）有限公司新增 1 台 X 射线检测系统建设项目环境影响报告表》。

1.1.3 项目建设规模

本项目建设内容包括：鸿富锦精密电子（郑州）有限公司拟在 F 区 F06 栋一楼西南侧 CT ROOM 室新增使用 1 台 Phoenix V|tome|x M300/180 型 X 射线检测系统，用于手机零部件无损检测，该设备属于 II 类射线装置。

本项目主要设备配置及主要技术参数见表 1-1。

表 1-1 本项目主要设备配置及主要技术参数

名称	型号	类别	最大管电压 最大管电流	功能	有用线束 方向	数量	使用场所	备注
X 射线检测系统	Phoenix V tome x M300/1 80	II 类	直束 X 射线管： 300kV/3mA； 提供高功率，放大倍率		向北（面向设备的左侧）	1 台	F 区 F06 栋一楼 CT ROOM 室	具有两个射线管但不能同时出束
			透射 X 射线管： 180kV/0.8mA； 提供高分辨率					

X 射线检测系统设备内部设置辐射防护舱，辐射防护舱是一个钢制全保护舱室，带有一体式含铅屏蔽。设计情况见表 1-2。

表1-2 本项目X射线检测系统屏蔽防护情况一览表

项目	设计情况
设备外部净尺寸	2620mm(宽)×1568mm(深)×2060mm(高)
前侧	钢板夹芯 20mm 铅板
左侧（主束射线方向）	钢板夹芯 24mm 铅板
后侧、右侧、顶部和底部	钢板夹芯 18mm 铅板
正面操作门	钢板夹芯 20mm 铅板 门上 20mmPb 铅玻璃观察窗

本项目拟配备2名辐射工作人员，每天两班，每班1名辐射工作人员负责操作。本项目工业CT每班曝光时间3h，每周工作5天，每年工作50周。每班周出束时间15h，年最大出束时间750h。辐射工作人员实行定岗定责，不会出现人员交叉操作射线装置的情况。

1.2 项目周边环境概述以及选址合理性分析

1.2.1 项目地理位置

鸿富锦精密电子（郑州）有限公司位于郑州市航空港区长安路东侧综合保税区内，厂区西临长安路，南临始祖路，北临远航路，东临枣林路。建设单位地理位置见图 1-1。

本项目建设地址位于 F 区厂房，F 区厂房东侧为富五街，南侧隔厂区道路（康二路）为 C 区厂房，西侧隔厂区道路（富三街）为 E 区厂房，北侧为康三路，建设单位厂区平面示意图见图 1-2。

1.2.2 项目周边外环境关系

本次评价的射线装置拟安装于F区F06栋一楼CT ROOM室，F06栋为华南检测中心

厂房，共四层，东侧、北侧为内部道路，南侧隔路为F13厂房，西侧隔路为F05厂房。F区平面示意图见图1-3。

CT ROOM室位于F06栋一楼西南侧，CT ROOM室东侧为仓库，南侧为走廊，西侧为震动实验室，北侧为可靠性实验室，上方为MAPD实验室和走廊。F06栋一楼北侧现有三台工业CT，距离本项目约36m。F06栋一楼平面图见图1-4，F06栋二楼平面图见图1-5，CT ROOM室平面布局图见图1-6。

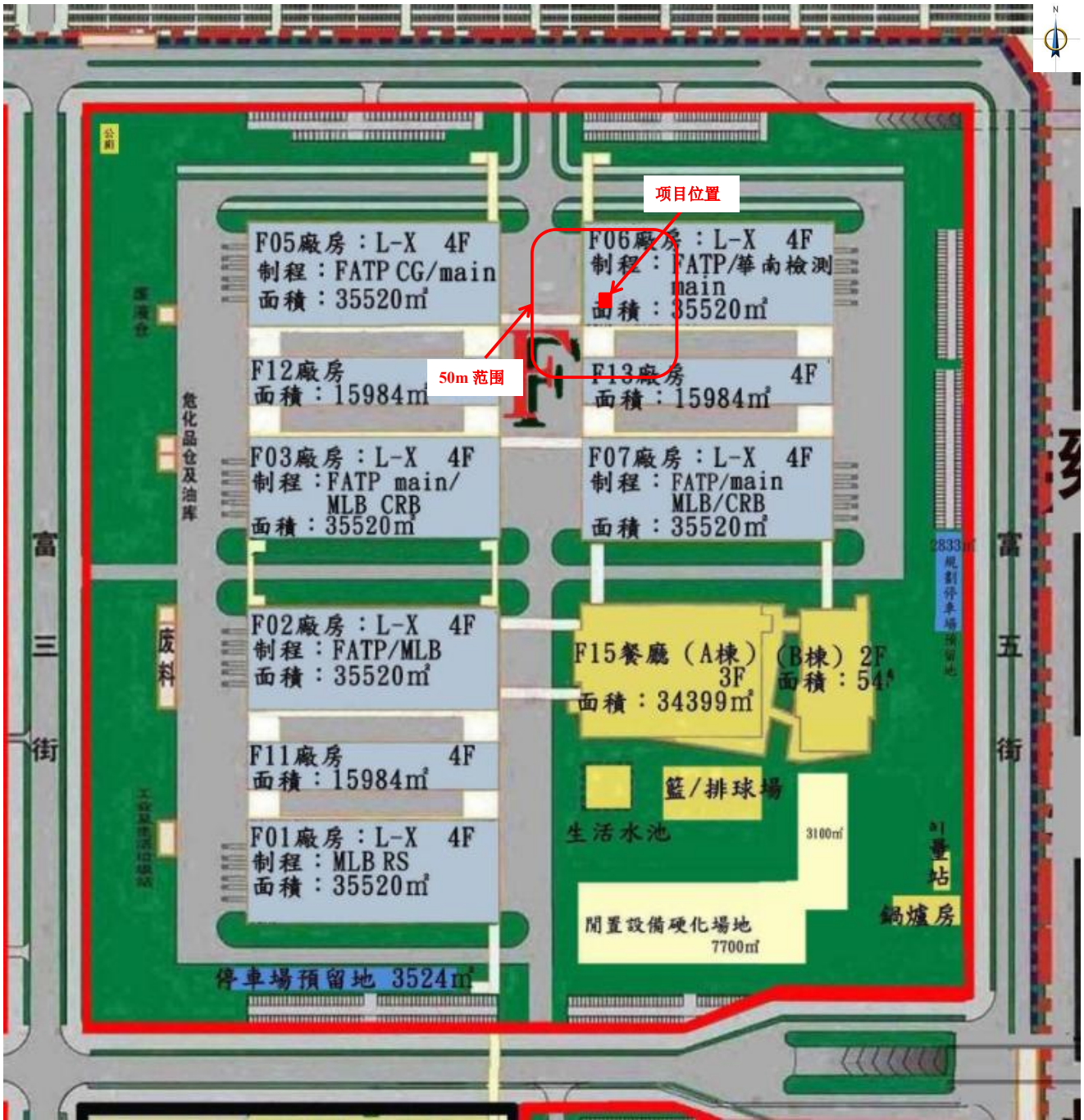
1.2.3 项目选址合理性分析

项目选址四周 50m 范围内包含 F06 栋厂房西部、F13 厂房西部、项目西侧及北侧厂区道路和绿化草坪，场所均为建设单位内部场所。项目 50m 范围示意图见图 1-3。

本项目射线装置放置在 CT ROOM 室内使用，设备带有铅屏蔽结构，四周邻近区域无敏感点和人群密集场所，项目选址充分考虑了周围场所人员的辐射防护和安全，有利于辐射工作场所的管理。综上所述，该项目选址合理。



图 1-1 项目所在地理位置图



比例尺: 50m

图 1-3 F 区总平面布局图及项目评价范围

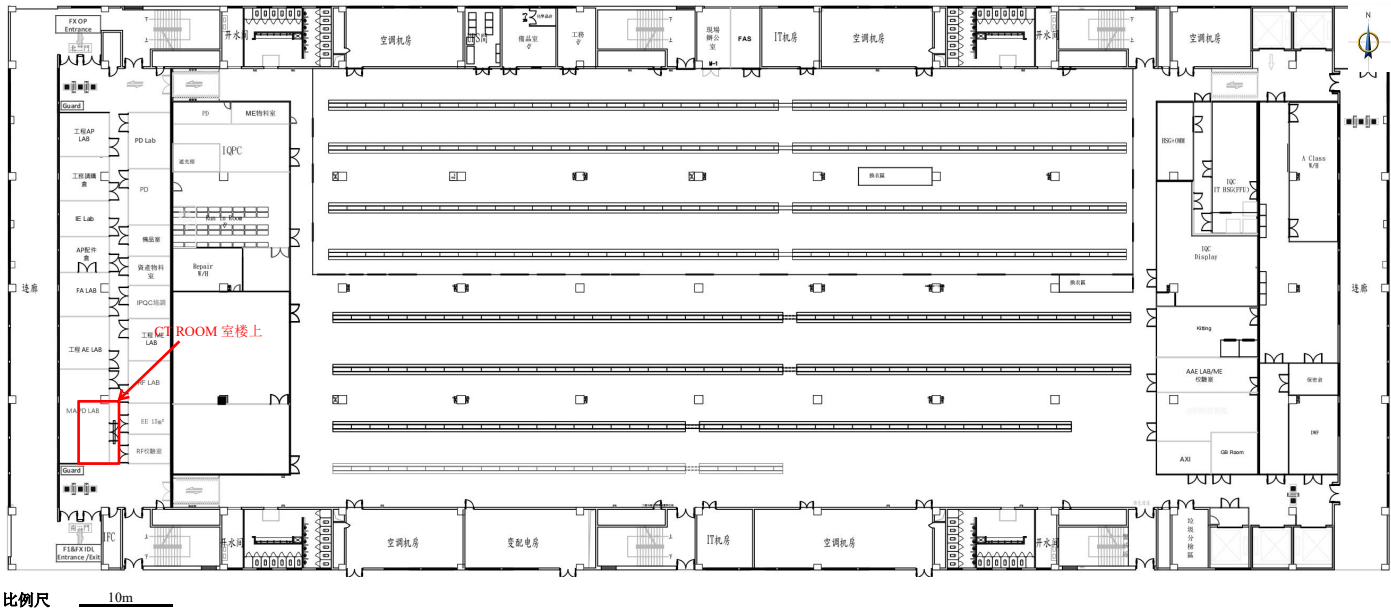
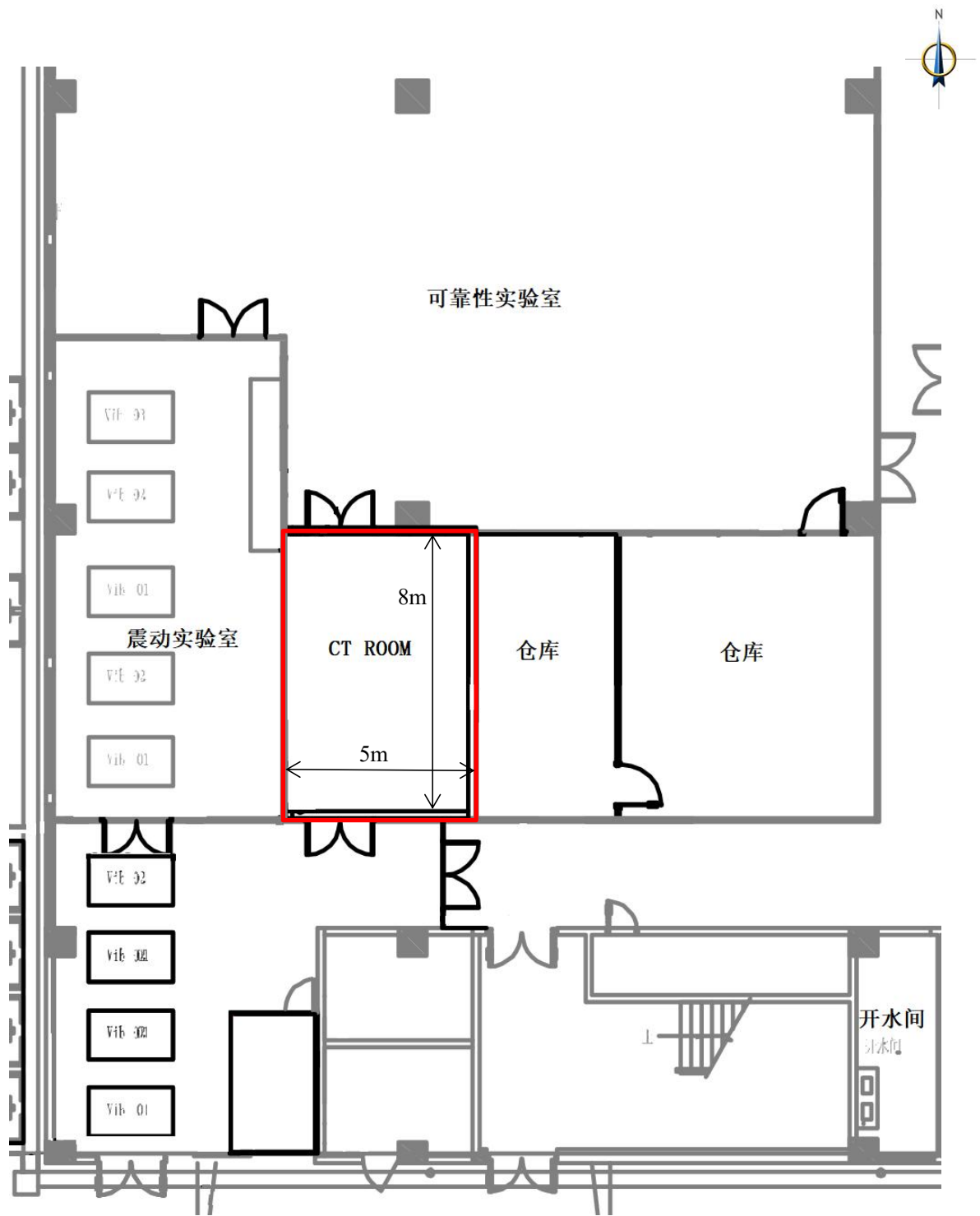


图 1-5 F06 栋二层平面布局图



比例尺 3m

图 1-6 CT ROOM 室平面布局图



图 1-7 项目拟建址及周围环境照片

1.3 评价内容

- 1) 评价现有核技术利用项目辐射防护设施运行情况和管理制度执行情况。
- 2) 评价本项目所采取的辐射防护措施是否符合相关标准或规范要求。
- 3) 估算职业人员及公众人员的年附加剂量，评价是否满足限值要求。
- 4) 依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，对建设单位从事辐射活动的能力进行评价。

1.4 评价目的

- 1) 对本项目所在区域开展辐射环境监测，掌握区域辐射环境现状水平。
- 2) 预测评价本项目正常运行后对职业人员、公众人员产生的辐射影响。
- 3) 分析评价本项目采取的辐射安全防护措施的合理性及有效性，并提出优化和完善意见，将辐射影响控制在“可合理达到的尽量低的水平”。
- 4) 从辐射环境保护的角度论证本项目建设的可行性，为建设单位的辐射安全管理提供支持，为生态环境主管部门的监督管理提供依据。

1.5 评价原则

- 1) 以项目实际为基础，以环保法律法规为依据，以国家方针政策为指导的原则。
- 2) 突出项目特点，抓住关键问题，坚持实事求是、客观公正的原则。
- 3) 评价体现来源于项目、服务于项目、指导于项目的原则。
- 4) 坚持“辐射防护最优化”的原则。

1.6 实践正当性

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目建设的目的是利用 X 射线对手机零部件进行无损检测，从而对手机质量的好坏做出准确判断，保证成品质量，避免后续生产浪费，具有明显的经

济效益，通过采取有效的辐射安全防护措施，本项目产生的辐射影响与其所带来的利益相比是可以接受的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的“辐射防护实践正当性”的原则与要求。

1.7 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于“十四、机械”中的“1、科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于3.0纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，属于鼓励类，符合国家产业发展政策。

1.8 原有核技术应用项目许可情况

1.8.1 原有核技术利用项目环保手续情况

建设单位已取得辐射安全许可证，证书编号：豫环辐证[A0333]，有效期至2029年2月1日，活动种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。现有Ⅱ类X射线装置5台，Ⅲ类X射线装置50台，共55台X射线装置。目前建设单位原有核技术利用项目已按要求履行了环保手续，具体明细见表1-2。现有射线装置环评批复、验收意见、登记备案表详见附件8。

表 1-2 现有射线装置信息一览表

序号	装置名称	型号	类别	数量 (台)	工作场所	环评批复/验收意见
1.	X射线检查仪	X-7900	Ⅲ类	1	B03-1F	备案号： 20214199000100000027
2.	X射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	B03-3F	备案号： 20214199000100000038
3.	X射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	C05-2F	备案号： 20244199000100000048
4.	X射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	C06-2F	备案号： 20234199000100000041

5.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	C07-2F	备案号： 20264199000100000125
6.	工业用 X 射线探伤装置	X2.5#	Ⅱ类	1	E03-3F	郑港辐环[2021]2 号 2022 年 2 月 17 日自主验收
7.	X 射线膜厚仪	XDVM-P	Ⅲ类	1	E12-3F	备案号： 20214199000100000040
8.	扫描电子显微镜	Sigam560	Ⅲ类	1	E12-3F	备案号： 20244199000100000020
9.	X 射线扫描显微镜	SU1510	Ⅲ类	1	E12-3F	备案号： 20214199000100000040
10.	X 射线扫描显微镜	EVO 10	Ⅲ类	1	E12-3F	备案号： 20264199000100000125
11.	X 射线检查仪	SMX2000	Ⅲ类	1	F01-2F	备案号： 20204199000100000094
12.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	F02-1F	备案号： 20264199000100000125
13.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	F02-2F	
14.	X 射线检查仪	X-7900	Ⅲ类	1	F02-3F	备案号： 20214199000100000027
15.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	F03-1F	备案号： 20264199000100000125
16.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	F03-2F	备案号： 20234199000100000041
17.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	F03-2F	备案号： 20264199000100000125
18.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	F03-4F	备案号： 20224199000100000017
19.	X 射线检查仪	X7056	Ⅲ类	1	F05-2F	备案号： 20264199000100000125
20.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	F05-2F	
21.	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Nanotom m180	Ⅱ类	1	F06-1F	郑港辐环[2020]3 号 2022 年 7 月 1 日自主验收
22.	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	Nanotom m180	Ⅱ类	1	F06-1F	
23.	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	v l tome l xS240	Ⅱ类	1	F06-1F	郑港辐环[2022]8 号 2023 年 6 月 13 日自主验收

24.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	F06-2F	备案号： 20244199000100000048
25.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	F06-3F	
26.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	F06-4F	备案号： 20234199000100000041
27.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	G01-1F	
28.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	G01-2F	备案号： 20264199000100000125
29.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	G01-3F	备案号： 20244199000100000048
30.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	G01-4F	备案号： 20214199000100000038
31.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	G01-4F	
32.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	G02-1F	备案号： 20264199000100000125
33.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	G02-2F	
34.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	G02-2F	
35.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	G02-3F	
36.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	G02-4F	
37.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	G02-4F	备案号： 20264199000100000125
38.	X 射线光谱仪	M4 TORNADO	Ⅲ类	1	G11-2F	
39.	X 射线光谱仪	M4 TORNADO	Ⅲ类	1	G11-2F	
40.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	K01-2F	
41.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	K01-2F	

42.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	K02-2F	备案号： 20234199000100000041
43.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	K02-3F	备案号： 20264199000100000125
44.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	K03-2F	备案号： 20244199000100000048
45.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	K05-1F	备案号： 20244199000100000020
46.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	K05-1F	备案号： 20264199000100000125
47.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	K05-2F	备案号： 20244199000100000048
48.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	K06-2F	备案号： 20264199000100000125
49.	工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	X2.5#	Ⅱ类	1	K06-3F	郑港辐环[2018]12 号 2019 年 4 月 22 日自主验收
50.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	K07-2F	备案号： 20264199000100000125
51.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	L02-3F	
52.	X 射线检查仪	X7056RS	Ⅲ类	1	L02-3F	
53.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	L03-2F	备案号： 20244199000100000048
54.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	L03-3F	备案号： 20264199000100000125
55.	X 射线检查仪	X2.5L	Ⅲ类	1	L03-3F	

1.8.2 原有核技术利用项目管理情况

建设单位遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好，运行过程中未发生过辐射事故。

（1）辐射安全与管理机构

建设单位成立了辐射安全管理领导小组（附件4），明确了小组的成员及其职责，并通过此机构进一步建立辐射安全防护责任制度，落实安全责任，制定

辐射防护措施等。

(2) 辐射安全管理制度执行情况

建设单位原已开展核技术利用项目，已成立辐射安全与环境保护管理机构，并制定有：《辐射安全管理制度》、《辐射安全防护和安全保卫制度》、《防止误操作和意外照射的安全措施》、《辐射工作场所监测方案》、《辐射工作人员个人剂量监测制度》、《辐射防护培训管理制度》、《辐射检测仪表使用与检验管理制度》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射岗位工作职责》、《辐射设备操作规程》、《辐射事故预防措施及应急预案》等规章制度（附件4）。各项制度较完善，能够满足建设单位核技术利用项目开展的需求。

(3) 个人剂量监测及健康管理情况

辐射工作期间，建设单位要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，所有辐射工作人员接受剂量监测，个人剂量计每三个月送检一次，并建立了个人剂量管理档案。建设单位已委托有资质单位对建设单位所有辐射工作人员进行个人剂量监测，并提供了2025年度个人剂量监测报告（见附件5）。根据建设单位辐射工作人员个人剂量监测统计结果，年有效剂量为0.07mSv~0.57mSv，均不超过职业照射年剂量管理目标值（5mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值和本单位管理目标值的要求。

(3) 辐射工作人员培训情况

建设单位2025年度共有95名辐射工作人员，从事II类射线装置的辐射工作人员（8名）均已在生态环境部辐射安全与培训平台进行了辐射安全与防护培训并取得了合格证书，其余辐射工作人员均进行了企业自主培训，培训结果合格，培训日期均在有效期内（见附件9年度评估报告）。本项目拟新增配备的2名辐射工作人员持证情况见表1-3。

表 1-3 本项目辐射工作人员持证情况一览表

序号	姓名	辐射安全与防护培训		
		类别	证书编号	有效期

1.	唐雪峰	X射线探伤	FS22HA1200272	2022年10月09日至2027年10月09日
2.	杜文迪	X射线探伤	FS24HA1200148	2024年03月12日至2029年03月12日

(4) 年度监测与年度评估情况

建设单位定期对辐射工作场所进行辐射防护监测和工作场所环境辐射水平检测，每年委托有资质单位对其辐射工作场所进行监测。建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对本单位的射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年1月31日前向管理部门提交上一年度的评估报告。根据建设单位提供的2025年度评估报告，建设单位辐射安全和防护设施维护与运行良好，安全与防护管理制度和措施有效，台账管理完善，未发生辐射事故。建设单位已委托第三方检测机构对辐射工作场所进行检测，辐射工作场所防护状况良好，检测结果符合“屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h”的标准要求。

(5) 现有的核技术应用项目回顾评价

根据对建设单位原有核技术利用建设项目的回顾可知，建设单位制定的辐射安全管理规章制度基本满足目前核技术利用项目开展的需求，未出现辐射安全事故；建设单位定期对辐射工作场所进行环境辐射水平检测，每年委托有资质单位对其辐射工作场所进行监测，建设单位辐射监测计划已落实；建设单位已按要求为辐射工作人员进行个人剂量监测并建立了个人健康档案，个人剂量检测存在个人剂量计损坏和丢失的情况，建设单位及时进行了补办，建设单位应加强辐射工作人员辐射安全防护管理，指定专人负责，定期对辐射工作人员进行培训，正确佩戴、妥善安放并按时交回个人剂量计；建设单位辐射工作人员均已进行了辐射安全与防护培训并在有效期内；建设单位辐射安全与环境保护管理相关资料及档案保存工作较为完善。

1.9 原有项目与本项目的依托关系

建设单位原已开展核技术利用项目，原有项目与本项目的依托关系如下：

(1) 辐射工作人员：建设单位拟为本项目配备2名辐射工作人员，2名辐射工作人员均为新招聘辐射工作人员，人员已到位，并已取得辐射安全与防护

培训合格证书，从事本项目后辐射工作人员不兼职其他辐射工作。

(2) 射线装置及辐射工作场所：本项目为新购一台 X 射线检测系统，辐射工作场所为建设单位华南检测中心实验室新设置的 CT ROOM 室。

(3) 辐射监测设备：建设单位为本项目配备 1 台辐射监测仪（REN200 型）和 2 台个人剂量报警仪（JB4020 型），X 射线检测系统配备固定式剂量报警仪，为本项目每名辐射工作人员配备个人剂量计。

(4) 辐射安全装置：本项目拟购设备自带安全设施及工作指示灯，拟在设备正面张贴电离辐射警示标志，拟在 CT ROOM 室门口粘贴电离辐射警告标志。

(5) 管理制度：建设单位已制定有一系列较为完善的辐射管理制度，拟将本项目纳入管理，只要在日常工作中严格执行落实，能够满足核技术利用项目的管理需求。

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	储存方式与地点	备注
	本次环评 不涉及							

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	储存方式 与地点
	本次环评 不涉及									

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线检测系统	II 类	1 台	Phoenix V tome x M300/180	直束 X 射线管：300kV 透射 X 射线管：180kV	直束 X 射线管：3mA 透射 X 射线管：0.8mA	无损检测	F06 栋一层 CT ROOM 室	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			储存方式与地点
										活度 (Bq)	储存方式	数量	
	本次环评不涉及												

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	/	/	微量	微量	/	/	通过排风系统排入外环境
废 X 射线管	固态	/	/	/	3~5 年更换 1 个	/	/	由设备厂家更换后回收处理

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

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、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》，2015年1月1日起施行； 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日起施行； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起施行； 4. 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 第 682 号，2017年10月1日起施行； 5. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2005年12月1日起施行，根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（2019年3月2日，中华人民共和国国务院令 第 709 号）修订； 6. 《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； 7. 《关于发布〈射线装置分类办法〉的公告》，环境保护部及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； 8. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，（2006年1月18日原国家环境保护总局令 第 31 号公布；2021年1月4日发布的《生态环境部关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》）第四次修订； 9. 《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，2021年1月1日起施行； 10. 《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）； 11. 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函（2016）430 号，2016年3月7日； 12. 《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； 13. 《河南省辐射污染防治条例》（2015年11月河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过），2016年3月1日起施行。
<p>技</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</u>

术 标 准	<ol style="list-style-type: none"> 2. <u>《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</u> 3. <u>《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）；</u> 4. <u>《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》（HJ 10.1-2016）；</u> 5. <u>《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</u> 6. <u>《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</u> 7. <u>《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</u> 8. <u>《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</u> 9. <u>《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；</u> 10. <u>《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 1 号修改单（国卫通[2017]23 号）。</u>
其 他	<ol style="list-style-type: none"> 1.建设单位提供的设备说明书和其他相关资料； 2.《核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布版）。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目是在实体屏蔽内使用 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“1.5 评价范围和保护目标：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质边界外 50m 的范围”。因此，将本项目射线装置实体屏蔽边界外 50m 的范围选为评价范围。本项目评价范围主要包括 F06 栋厂房、F12 栋厂房及周围道路和绿化草坪等，评价范围示意图见图 1-3。

7.2 保护目标

本项目评价范围内的环境保护目标主要是从事该项目的辐射工作人员及辐射工作场所周围活动的公众，具体保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标分布情况

地点	方位	位置描述	距射线装置最近距离	保护目标	剂量管理目标值	人数(人)
X 射线检测系统	西侧	操作位	约 0.5m	辐射工作人员	5mSv/a	2
	西侧	震动实验室	2m	公众	0.1mSv/a	2
	南侧	走廊	4m			流动人员
		震动实验室	7m			2
	东侧	仓库	1.5m			1
	北侧	可靠性实验室	1m			5
	正上方	MAPD 实验室	4.5m			2
	50m 范围内	F06 一楼、二~四楼等区域各检测实验室	50m 内			30
		南侧 F12 厂房	40m			20
		道路、绿化草坪	10m	流动人员		

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求，适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

一、防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优

化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

二、剂量限值

1) 职业照射

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

2) 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

3) 剂量约束值

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/a~0.3mSv/a）的范围之内。

本项目年有效剂量管理目标：

本项目年有效剂量管理目标值按防护与安全的最优化要求，辐射工作人员的职业年有效剂量管理目标值不大于 5mSv，公众的年有效剂量管理目标值不大于 0.1mSv。

三、辐射工作场所的分区

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2 《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。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合下表的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 (mSv/h)
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

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/T 250。

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，在操作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。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示

灯等防护安全措施。

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

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

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

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

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量率参考控制水平

3.1.1 探伤室墙（本项目指 CT 断层扫描设备屏蔽体）和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

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

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应 $\dot{H}_{c,d}$ 的导出剂量率参考控制水平（ μSv ）按式（7-1）计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (7-1)$$

式中：

H_c —一周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）；

U —探伤装置向关注点照射的使用因子；

T —人员在关注点驻留的居留因子；

t —探伤装置周照射时间，单位为小时每周（ $\text{h}/\text{周}$ ）；

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c, max}$

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ：

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

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或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，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c(\mu\text{Sv}/\text{h})$ 加以控制。

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

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

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

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工作门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

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，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

7.3.4 本项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）等评价标准，确定本项目的管理目标。

（1）年有效剂量管理目标值

表7-3 年有效剂量管理目标值

适用范围	年有效剂量管理目标值
职业照射有效剂量	5mSv/a
公众照射有效剂量	0.1mSv/a

（2）周围剂量当量率

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）3.1.1 条款导出剂量率参考控制水平和建设单位管理目标值，本项目周围剂量当量率限值见表 7-4。

表7-4 本项目中关注点所对应的周围剂量当量率限值

关注点	对应区域	射线类型	U	T	t (h/周)	周剂量参考控制水平 (μSv/周)	导出剂量率参考控制水平 (μSv/h)	最高剂量率参考控制水平 (μSv/h)	评价报告采用的周围剂量限值 (μSv/h)
A	设备左侧 30cm 处 (北侧)	有用线束	1	1/4	15	100	26.7	2.5	2.5
B	设备正面 30cm 处 (西侧)	泄漏辐射散射	1	1/4	15	100	26.7	2.5	2.5

C	设备右侧 30cm处 (南侧)	辐射	1	1/4	15	100	26.7	2.5	2.5
D	设备背面 30cm处 (东侧)		1	1/4	15	100	26.7	2.5	2.5
J	设备顶部 30cm处		<u>1</u>	<u>1/16</u>	<u>15</u>	<u>100</u>	<u>106.7</u>	<u>2.5</u>	<u>2.5</u>
E	操作位		1	1	15	100	6.7	2.5	2.5
F	CT Room 室北侧 30cm处 (可靠性 实验室)	有用 线束	1	1/4	15	5	1.33	2.5	1.33
G	CT Room 室东侧 30cm处 (仓库)	泄漏 辐射 散射 辐射	1	1/16	15	5	5.33	2.5	2.5
H	CT Room 室南侧 30cm处 (走廊)		<u>1</u>	<u>1/16</u>	<u>15</u>	<u>5</u>	<u>5.33</u>	<u>2.5</u>	<u>2.5</u>
I	CT Room 室西侧 30cm处 (震动实 验室)		<u>1</u>	<u>1</u>	<u>15</u>	<u>5</u>	<u>0.33</u>	<u>2.5</u>	<u>0.33</u>
K	CT Room 室上方 30cm处 (MAPD 实验室)		<u>1</u>	<u>1</u>	<u>15</u>	<u>5</u>	<u>0.33</u>	<u>2.5</u>	<u>0.33</u>

注：1.根据建设单位提供资料，CT Room室内只允许本项目辐射工作人员进入，其他人员不得入内，CT Room室内关注点仅考虑辐射工作人员；CT Room室北侧可靠性实验室人员只需定时进去放、取件（约两小时1次），均不需要人员长时间停留，居留因子取1/4。

(3) 探伤室通风

射线装置设置机械通风装置，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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置

8.1.1 地理位置

本项目位于郑州市航空港区长安路东侧综合保税区 F 区 F06 栋一楼 CT ROOM 室，为了解项目场址的环境现状，建设单位委托河南鑫安利职业健康科技有限公司于 2026 年 4 月 21 日对项目场址及周围进行环境 γ 辐射现状检测。检测仪器信息见表 8-1，检测数据见表 8-2，检测布点见图 8-1，检测报告见附件 7。

8.2 监测方案

(1) 监测因子

本项目环境现状监测因子为 X- γ 辐射剂量率。

(2) 监测内容

对项目场所及周围辐射水平进行现状调查。

(3) 环境条件

天气：小雨；温度：14℃；相对湿度：71%。

(4) 监测依据

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）。

(5) 监测使用仪器

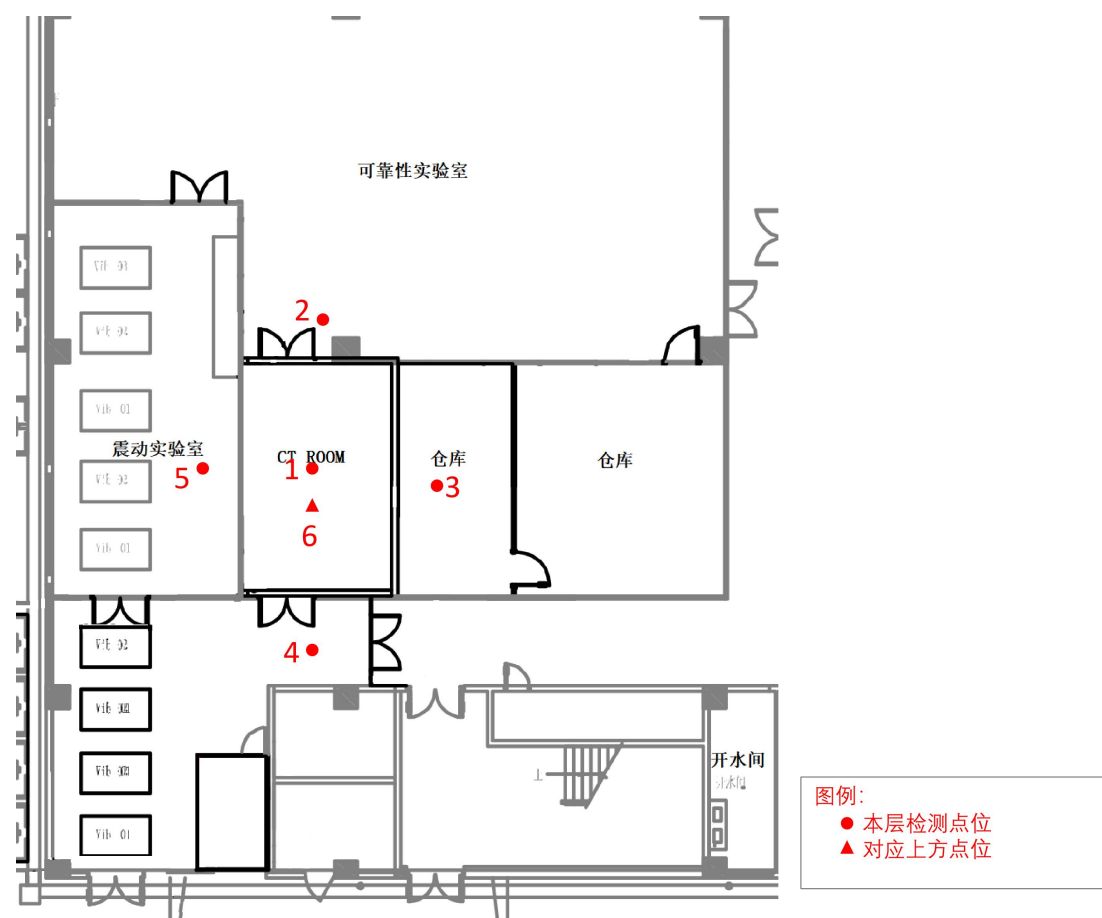
本项目环境现状监测使用的辐射环境检测仪器主要技术参数见表 8-1。

表 8-1 辐射环境检测仪器主要技术参数一览表

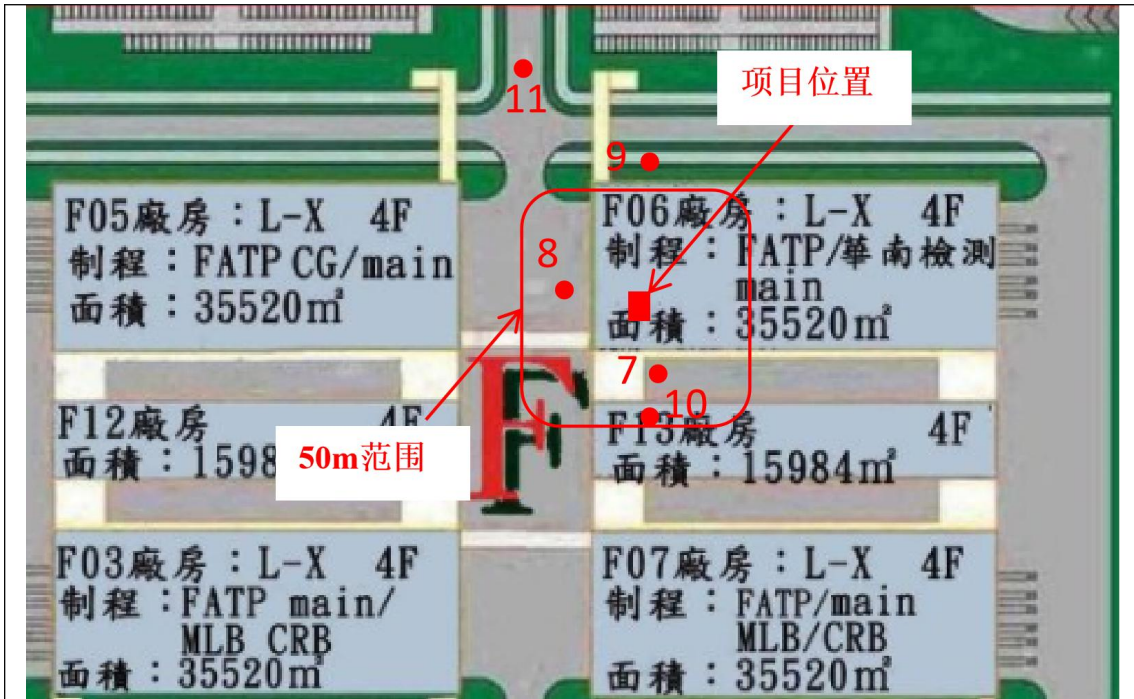
检测项目	X- γ 辐射剂量率
仪器名称	环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪
生产厂家	上海仁机仪器仪表有限公司
仪器型号	RJ32-3202（H）
仪器编号	210116E002
量程范围	10nGy/h~150 μ Gy/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定证书编号	2025H21-20-5863686001
有效期限	2025.04.27~2026.04.26

(6) 监测布点

本项目的环境辐射现状监测点位主要位于CT ROOM室拟建射线装置周围及周围50m评价范围内有代表性建筑物室内、室外道路等。依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的辐射环境质量监测布点要求，开展道路测量时，点位应设置在道路中心线；开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。参考《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）5.3 核技术利用辐射环境监测的布点要求，以工作场所为中心，半径50m内布点，测量点覆盖周围环境敏感点。根据以上布点原则，本次监测布点图见图8-1所示。



(1) F06 栋一层检测点位示意图



(2) 项目周边检测点位示意图

图 8-1 现场检测布点示意图

8.3 监测质量保证措施

根据《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和实验室的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有：

- ①监测机构通过了计量认证；
- ②监测前制定了详细的监测方案及实施细则；
- ③合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

④监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

⑤监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑥每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑦现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和监测数据；

⑧建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

8.4 监测结果与评价

1) 监测点位说明

X-γ辐射剂量率：在选定的监测点位处，待仪器处于稳定状态后，以约 10s 的间隔读取/选取 10 个数据。

2) 监测结果

本项目X-γ辐射剂量率现状监测数据见表8-2。

表 8-2 本项目 X-γ辐射剂量率现状监测结果

检测点		X-γ 辐射剂量率 (nGy/h)		地面介 质	备注
序 号	检测点位描述	结果	标准差		
1.	本项目X射线检测系统拟建 址	92	2	地漆	室内，楼房
2.	项目拟建址北侧	85	2	地漆	室内，楼房
3.	项目拟建址东侧	62	1	地漆	室内，楼房
4.	项目拟建址南侧走廊	92	3	地漆	室内，楼房
5.	项目拟建址西侧	82	3	地漆	室内，楼房
6.	项目拟建址上方	72	2	地漆	室内，楼房
7.	F06 厂房南侧	65	2	混凝土	室外，道路
8.	F06 厂房西侧	64	2	混凝土	室外，道路
9.	F06 厂房北侧	68	2	混凝土	室外，道路
10.	F13 厂房一层	75	2	地漆	室内，楼房
11.	F区北门口	59	3	混凝土	室外，道路

注：以上结果均已扣除宇宙射线响应值；。环境γ辐射剂量率=仪器测量读数均值×仪器检定/校准因子k1×仪器检验源效率因子k2-测点处宇宙射线响应值×建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子k3；仪器使用¹³⁷Cs进行校准，仪器检验源效率因子k2取1，仪器检定/校准因子k1取0.91，建筑物对宇宙射线的屏

蔽修正因子 k3 楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；仪器宇宙射线的响应值 11nGy/h 。

由监测结果表明，本项目辐射工作场所及周围室内的 γ 辐射剂量率为（72~92） nGy/h ，室外道路 γ 辐射剂量率为（59~68） nGy/h 。本项目辐射工作场所拟建址周围的环境 γ 辐射剂量率处于正常环境本底水平。

表 9 工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

X射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷。其中X射线发生装置主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图9-1所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的1%）会以光子（X射线）形式释放，形成X光光谱的连续部分，称之为韧致辐射，产生的X射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在0.1纳米左右的光子，形成X光谱中的特征线，此称为特性辐射。

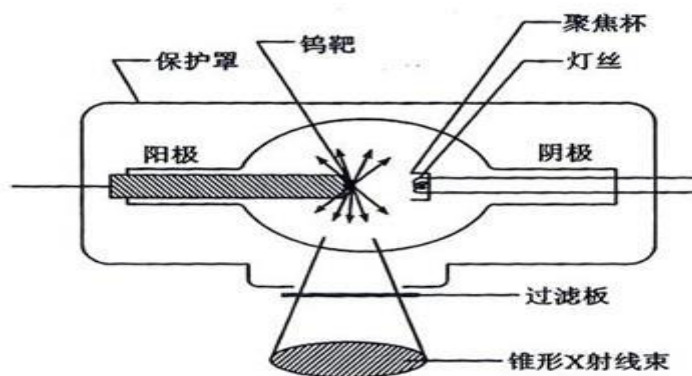


图9-1 X射线管结构示意图

从X射线管阴极上射在钨靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在X射线管两极上的高压即为管电压，产生的X射线最高能量等于管电压值。X射线管产生的X射线的强度与靶物质的原子序数 Z 成正比，与电子流强度 I 成正比，与电子加速电压（管电压） U 的平方成正比。所以，X射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响X射线强度的直接因素。一般X射线机的管电压（峰值）从几十千伏至几百千伏。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射X射线，但当加速电压低于400kV时，有用的锥形X射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过X射线

管保护罩上的窗口引出来，其他方向发射的X射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

X射线检测系统工作原理：X射线检测系统通过X光线穿透待检测样品，然后在图像探测器上映射出一个X光影像。该影像的形成质量主要由分辨率及对比度决定。X射线检测系统是通过高压加速电子撞击金属板释放出的X射线穿透样品，留下影像，技术人员通过影像的明暗度来观测样品的相关细节。

建设单位采用X射线检测系统对富士康公司生产的产品进行SMT（表面贴装技术）检测，利用射线穿透组装后的电路板，通过X射线成像设备，对电子元器件焊点、内结构及隐蔽缺陷进行无损检测。

9.1.2 设备组成及参数

本次评价项目拟使用的1台Phoenix V|tome|x M300/180型工业X射线CT装置具有工业CT扫描功能，展示被检测物体内部结构、组成、材质及缺损状况，设备主要由辐射防护舱、一个或两个X射线管、试样操作器、探测器、真空系统、高电压发生器、操作面板和控制系统构成，其中X射线管由阳极和阴极组成，设备检测过程中球管固定，主射线朝向左侧探测板。外观结构图如图9-2所示，基本安全组件列于表9-1。

该设备带有屏蔽体，待检工件可以通过打开设备正面的操作门放入辐射防护舱内进行检测，人员不能进入屏蔽体内部，操作门内置含铅玻璃板，操作人员可以清晰安全的看到辐射防护舱内部情况。X射线管下方有一个样品台，可自由移动，待检工件放在样品台上后，可通过控制面板调节机械转盘至合适位置，内部构造示意图如图9-2所示。X射线透过待检工件后由探测器接收，然后再由重构软件进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。

表 9-1 Phoenix V|tome|x M300/180 型工业 CT 安全组件

序号	名称	序号	名称
1	辐射防护舱	8	左前警示灯
2	左前警示灯	9	后部警示灯
3	带含铅玻璃板的操作门	10	急停按钮
4	试样操作器（辐射防护舱内部）	11	控制台
5	X射线管（辐射防护舱内部）	12	右侧维护门
6	后部维护门	13	钥匙开关

7	屏幕	14	主开关
---	----	----	-----

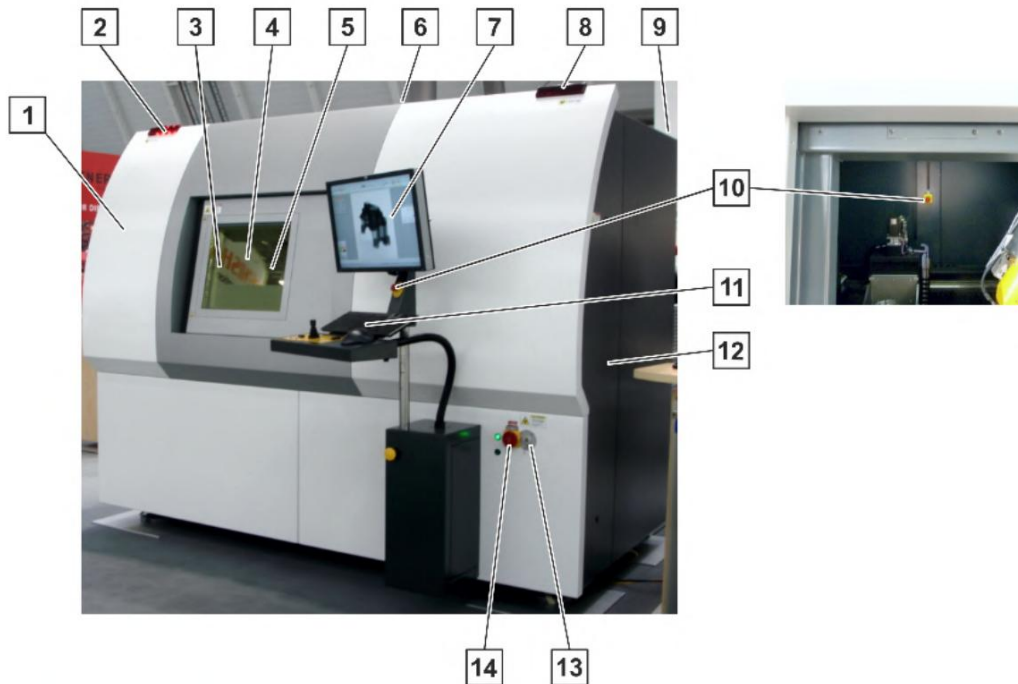


图 9-2 本项目 X 射线检测系统外观图



图 9-3 本项目工业 CT 装置内部构造示意图

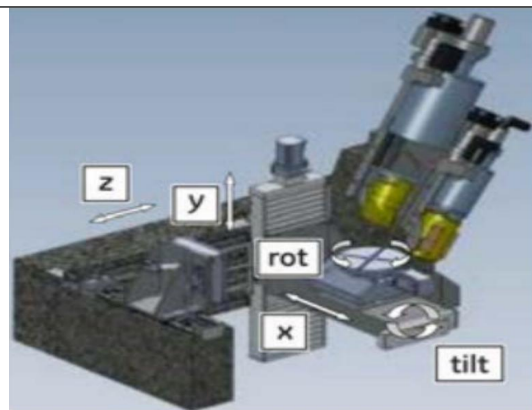


图9-4 试样移动示意图

本项目工业 CT 射线装置含有 2 个 X 射线球管，1 个最大管电压 300kV 的 X 射线球管，1 个最大管电压 180kV 的 X 射线球管。两个 X 射线管根据样品检测需要进行选用，不会同时出束。

9.1.3 本项目工业CT检测的运行方式

在 phoenix v|tome|x m 中，设备厂家贝克休斯公司独特的 300 千伏微焦点 X 射线管是安装于紧凑的 CT 系统，用于工业过程控制和科研应用。该系统可以进行

向下1米内的详细探测，提供300千伏下业内的放大倍率，并以其先进的高动态DXR数字探测器阵列和点击与测量CT（click & measure CT）自动化功能成为工业检测和科研的有效的三维工具。该系统具备双管配置，可以为各种样本范围提供详细的三维信息。根据设备厂家提供的phoenix v|tome|x M300/180技术规格说明书介绍，此设备为高分辨率X射线检测系统，具有独特的双X射线管配置，集合高功率微米CT和高分辨率纳米CT于一体，300kV的高功率微焦点射线管的特点是穿透力强，适合检测较厚、密度大的工件，180kV的纳米焦点射线管的特点是焦点极小，分辨率极高，适合观察非常细微的结构。因此可以对检测样品进行X射线的二维成像和三维计算机断层扫描，得到被检测样品内部结构的图像信息，实现对检测样品的质量检测 and 失效分析。因此具备工业CT功能。设备具备180°半扫描模式，不同于常规CT扫描（360°），样品需要在X射线源和探测器之间完整地旋转一圈（360°），以获取全方位的投影数据，半扫描模式(180°)基于CT成像的数学原理，只需要让样品旋转大约180°，就足以收集到重建完整3D图像所需的全部信息。因此扫描时间几乎减半，极大地提高了检测效率。

本次工业CT装置的两个射线管为安装在固定位置，不可移动。在打开操作门的情况下，将手动夹入试样，关闭操作门后，通过控制台对试样操作器进行定位，以便X射线穿过试样上所需的位置。试样操作器是一个电动的定位装置，可以朝三个运动方向（x、y和z）移动（如图9-4），x轴移动距离300mm，y轴移动距离400mm，z轴移动距离600mm，样品台可360°旋转。将对应的射线管开关按钮打开，X射线管发射的X射线将会射到两个射线管左侧的探测器上，探测器会对X射线图像进行转换，使其可以显示在屏幕上。借助内置的图像分析软件可以在屏幕上实现全面的用于分析X射线图像的分析功能。

9.1.4操作流程及产污环节

该设备带有屏蔽体，待检工件可以通过打开操作门放入屏蔽体内进行检测，操作门采用手动方式关闭，关闭后无法直接打开，可通过辐射屏蔽舱前面的一个开关阀及操作面板解锁后才能打开，人员不能进入屏蔽体内部。操作人员

放置好工件、关闭好操作门、设置好检测参数后，设备可自动完成分析测试工作，自动保存分析数据。X射线出束期间，操作人员一般位于设备正面外侧的操作位，出束期间无需人员干预。

本项目 X 射线检测系统工艺流程及产污环节见图 9-5。

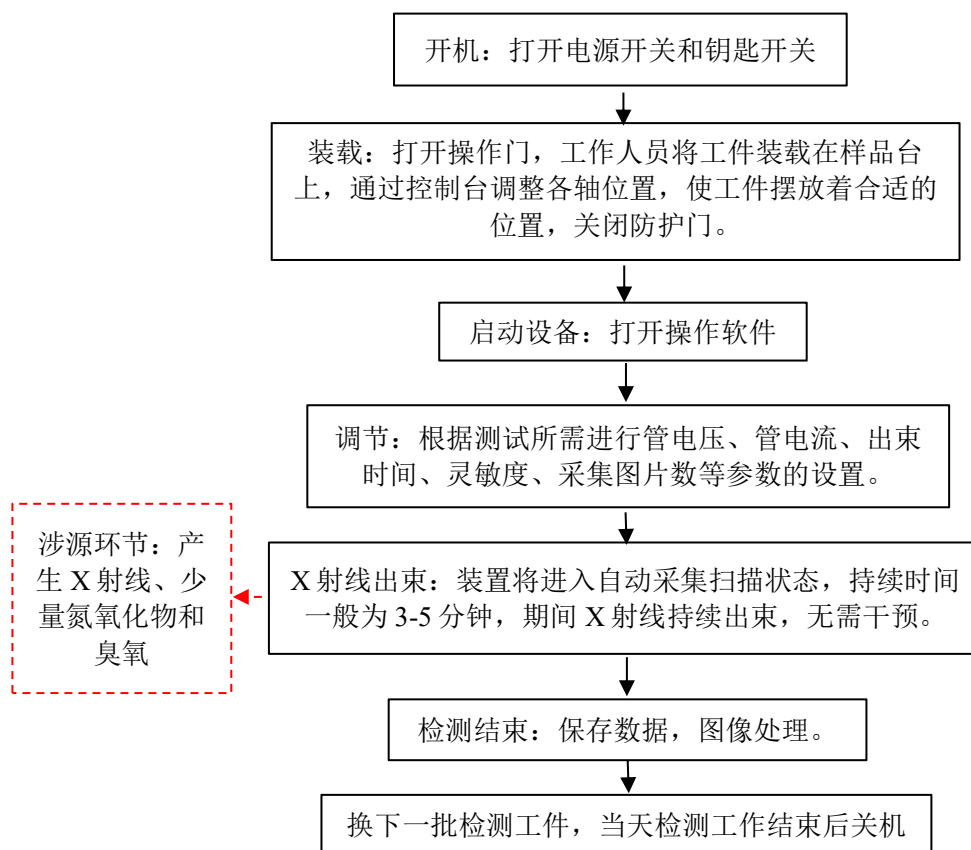


图 9-5 工艺流程及产污环节示意图

结合本次评价项目的操作流程，可分析本项目X射线检测系统在产品无损检测过程中将产生X射线及周围的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。检测人员对工件进行无损检测时不进入X射线检测系统内部，仅在控制台操作设备，控制台设有紧急停机按钮；本项目X射线检测系统配备安全联锁装置，X射线检测系统发出X射线时，防护门不会开启，防护门开启时，不会发出X射线。

9.1.5 人员配置和工作负荷

本项目拟配备2名辐射工作人员，每天两班，每班1名辐射工作人员负责操作。本项目工业CT对生产的手机零部件进行抽检，每个工件检测出束时间约

0.5h，每班检测工件6个，每班曝光时间3h，每周工作5天，每年工作50周。每班周出束时间15h，年最大出束时间750h。辐射工作人员实行定岗定责，不会出现人员交叉操作射线装置的情况。

9.2 污染源项描述

本项目的主要污染因子是X射线，随X射线源的开和关而产生和消失。在正常工况下，检测过程中产生的射线可以得到屏蔽体的有效屏蔽。但由于X射线的直射、漏射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为X射线外照射。

根据与厂家核实：工业CT内部2套X射线管外接高压的电缆单次只能接入一套高压系统，因此该工业CT单次只能一个X射线管出束，只能选择300kV或180kV一种射线管的能量档，两个射线管不能同时出束。

根据设备厂家提供的参数：

(1) 当采用300kV的X射线管时，额定功率320W，管电压和管电流不能达到最大值，因此当使用最大300kV运行时，最大管电流为1.066mA，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表B.1读取本项目工业CT装置X射线输出量，根据表1读取本项目距X射线管焦点1m处的漏射线所致周围剂量当量率。

(2) 当采用180kV的X射线管时，额定功率26W，当使用最大180kV运行时，最大管电流为0.145mA，根据《医用外照射源的辐射防护》（ICRP33号）图2读取本项目工业CT装置X射线输出量，根据GBZ/T250-2014表1读取本项目距X射线管焦点1m处的漏射线所致周围剂量当量率。

本项目工业CT装置X射线源强参数见表9-2。

表 9-2 项目工业 CT 装置 X 射线源强参数表

设备名称	X 射线检测系统	
型号	Phoenix V tome x M300/180	
X 射线管类型	直射 X 射线管	透射 X 射线管
最大管电压	300kV	180kV
最大管电流	3mA	0.8mA
最大功率	320W	26W
主射线方向	从右向左照射	从右向左照射
有用线束张角	25°	25°

滤过参数	3mmCu	3mmCu
距靶点 1m 处的输出量	11.3mGy · m ² / (mA · min)	2.5mGy · m ² / (mA · min)
距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率	5 × 10 ³ μSv/h	2.5 × 10 ³ μSv/h
90° 散射辐射最高能量相应 kV 值	200kV	150kV

9.2.1 正常工况

工业CT装置产生的X射线在开机时产生（在操作门打开的情况下，无法进行开机工作），关机停止出束时消失。X射线防护所考虑的是X射线的直射、散射和泄漏辐射对作业场所及周围环境的辐射影响。

本项目工业CT机运行时辐射源为X射线，不会产生放射性废气、废水和固体废弃物，检测结果在显示屏上观察或采用数字技术打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光材料。故产污环节着重考虑的是设备工作时产生的X射线。

9.2.2 事故工况

本项目在工作过程中如相关放射工作人员失职、管理失误及设备安全防护措施失效等将可能导致异常运行甚至出现事故状态，异常或事故状态主要存在以下几种：

①装置装载门安全联锁发生故障，导致在装载门未关到位的情况下射线发生器出束，X射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；

②装置检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启X射线发生器，使检修人员受到意外照射；

③屏蔽防护机壳破损引起辐射泄漏，导致周围活动人员可能受到不必要的照射。

异常情况下相关人员可能会受到一定剂量的照射。在实际工作中，辐射工作人员可以通过随身携带的个人剂量报警仪及时发现异常照射情况，把异常和事故情况下的辐照危害降低到尽可能低的水平。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全措施

10.1.1 工作场所布局和分区管理

本项目射线装置设置在专门的CT ROOM室内。CT ROOM室东侧为仓库，南侧为走廊，西侧为震动实验室，北侧为可靠性实验室，上方为MAPD实验室和走廊，X射线检测系统南北走向布置，操作位位于X射线检测系统西侧（正面），避开了有用射线方向（有用线束方向朝北）。

该项目拟使用的X射线检测系统装置带有屏蔽结构，建设单位拟将X射线检测系统装置实体屏蔽内部区域划为控制区，将CT ROOM室其他区域划为监督区。控制区通过实体屏蔽、急停装置、门机联锁装置等进行控制，监督区通过警示说明进行管理，在监督区边界入口（CT ROOM室门口）设立“当心电离辐射”标志。分区示意图见图10-1。



图 10-1 工作场所分区示意图

综上所述，该项目辐射工作场所的布局和分区方案有利于辐射工作场所的管理，可有效隔离非辐射工作人员进入监督区，布局和分区合理。

10.1.2 辐射屏蔽设计

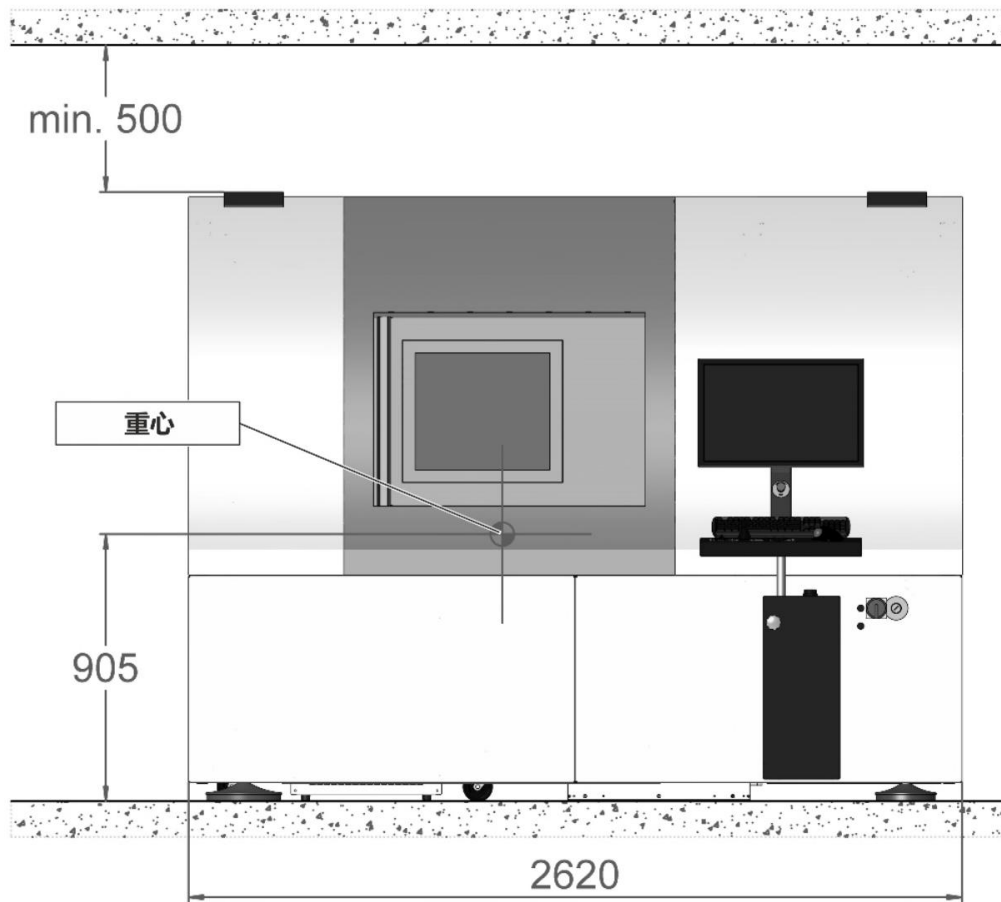
该项目拟使用的X射线检测系统设备的前、后、左、右、上、底六面均设有铅质屏蔽结构，使用的屏蔽结构是用双层钢板夹铅板(铅密度 $\geq 11.3\text{t/m}^3$)的构造，主束方向（左侧）采用24mmPb，其他方向采取18~20mmPb屏蔽。屏蔽体由厂家针对射线特征采用一体化设计和制造，密闭性良好，无需额外加建屏蔽体。

设备防护门和箱体屏蔽体进行搭接，重叠尺寸大于门缝尺寸的10倍，观察窗四侧与防护门重叠50mm。本项目设备的后方右侧设置了1个直径为100mm的穿线孔，内部辐射防护柜体管线穿出位置设有屏蔽防护罩，厚度为18mmPb。设备上部左侧区域设有1个排风口，内部辐射防护柜体排风口位置加装屏蔽厚度为18mmPb的防护罩作为辐射屏蔽措施。X射线检测系统屏蔽具体情况见表10-1，设备三视图如图10-2，设备屏蔽防护示意图见图10-3。

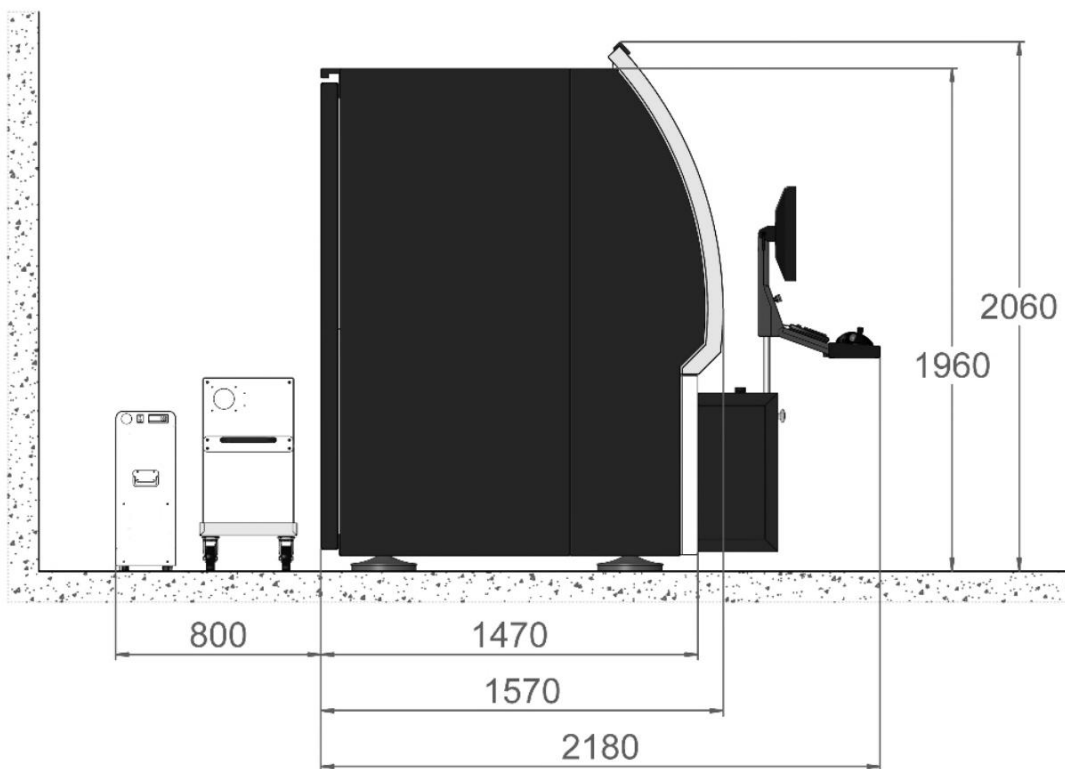
表10-1 本项目X射线检测系统屏蔽防护情况一览表

项目	设计情况	屏蔽铅当量
设备外部净尺寸	2620mm(宽)×1568mm(深)×2060mm(高)	
左侧（主束射线方向）	钢板夹芯 24mm 铅板	24mmPb
前侧	钢板夹芯 20mm 铅板	20mmPb
后侧、右侧、顶部、底部	钢板夹芯 18mm 铅板	18mmPb
正面操作门	750mm(宽)×650mm(高) 钢板夹芯 20mm 铅板	20mmPb
正面观察窗	20mmPb 铅玻璃	20mmPb
后部维修门	1200mm(宽)×1800mm(高) 钢板夹芯 18mm 铅板	18mmPb
右部维修门	1100mm(宽)×1800mm(高) 钢板夹芯 18mm 铅板	18mmPb
通风口防护罩	钢板夹芯 18mm 铅板	18mmPb
电缆口防护罩	钢板夹芯 18mm 铅板	18mmPb

正视图



侧视图



俯视图和自由空间

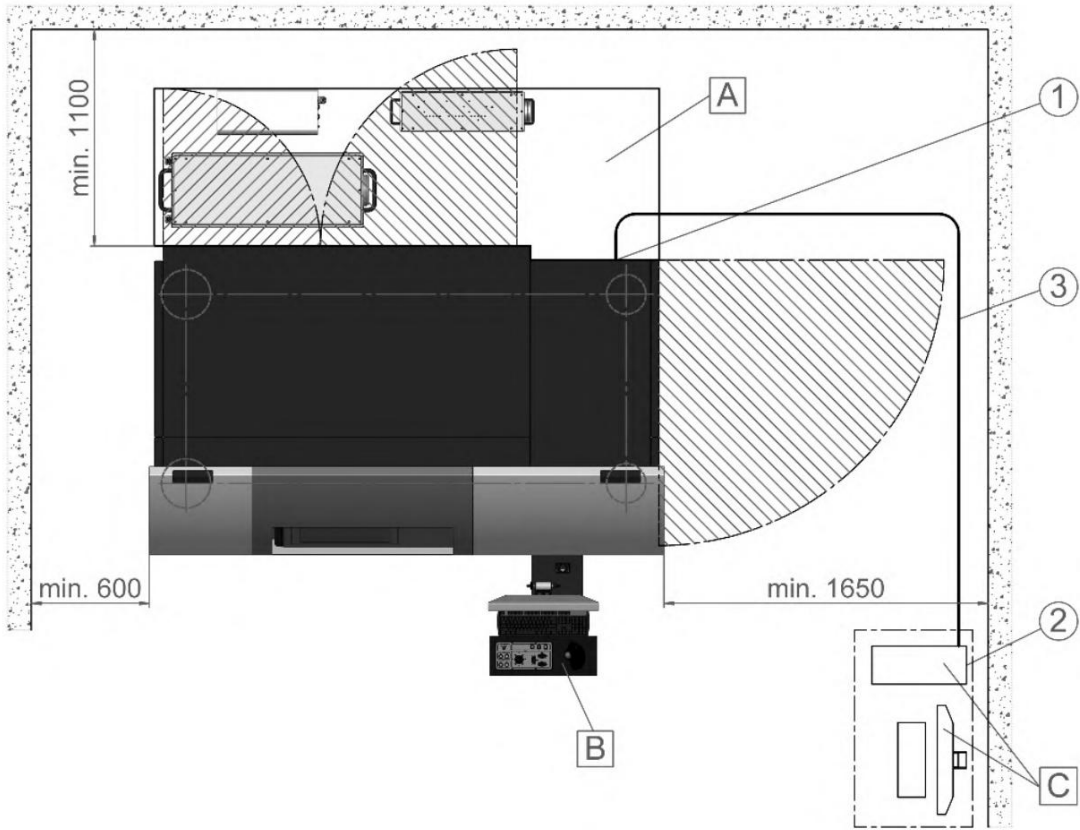
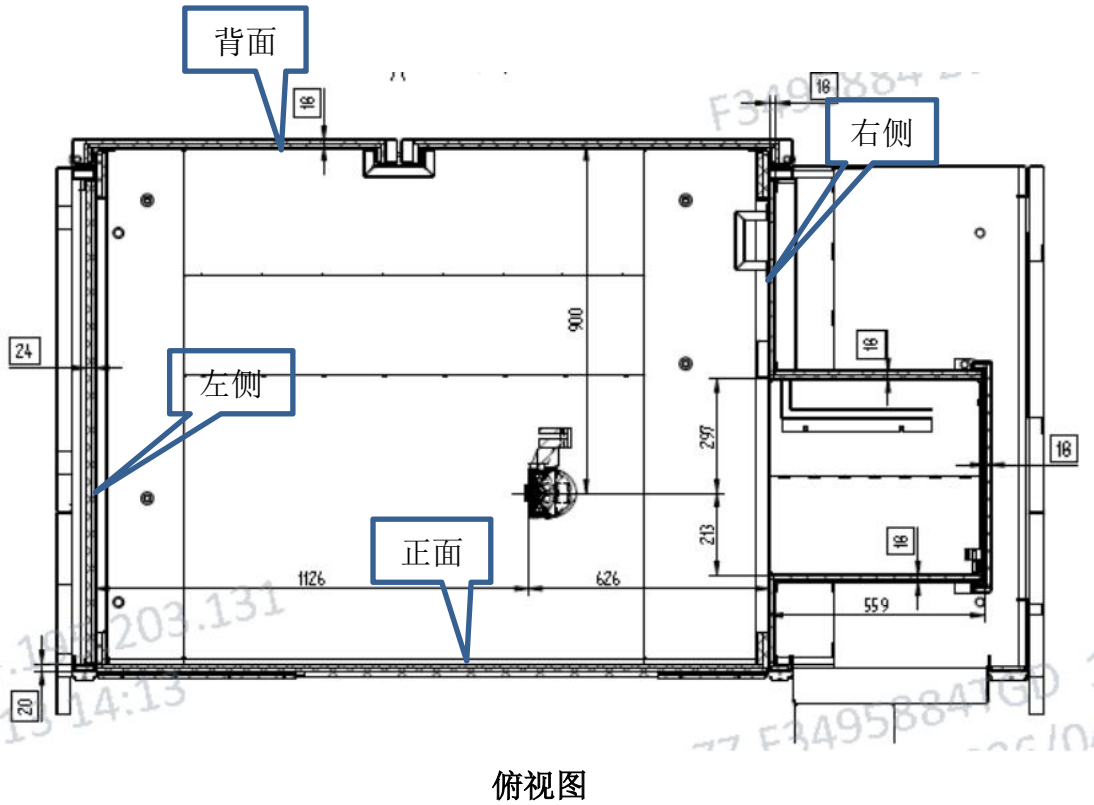
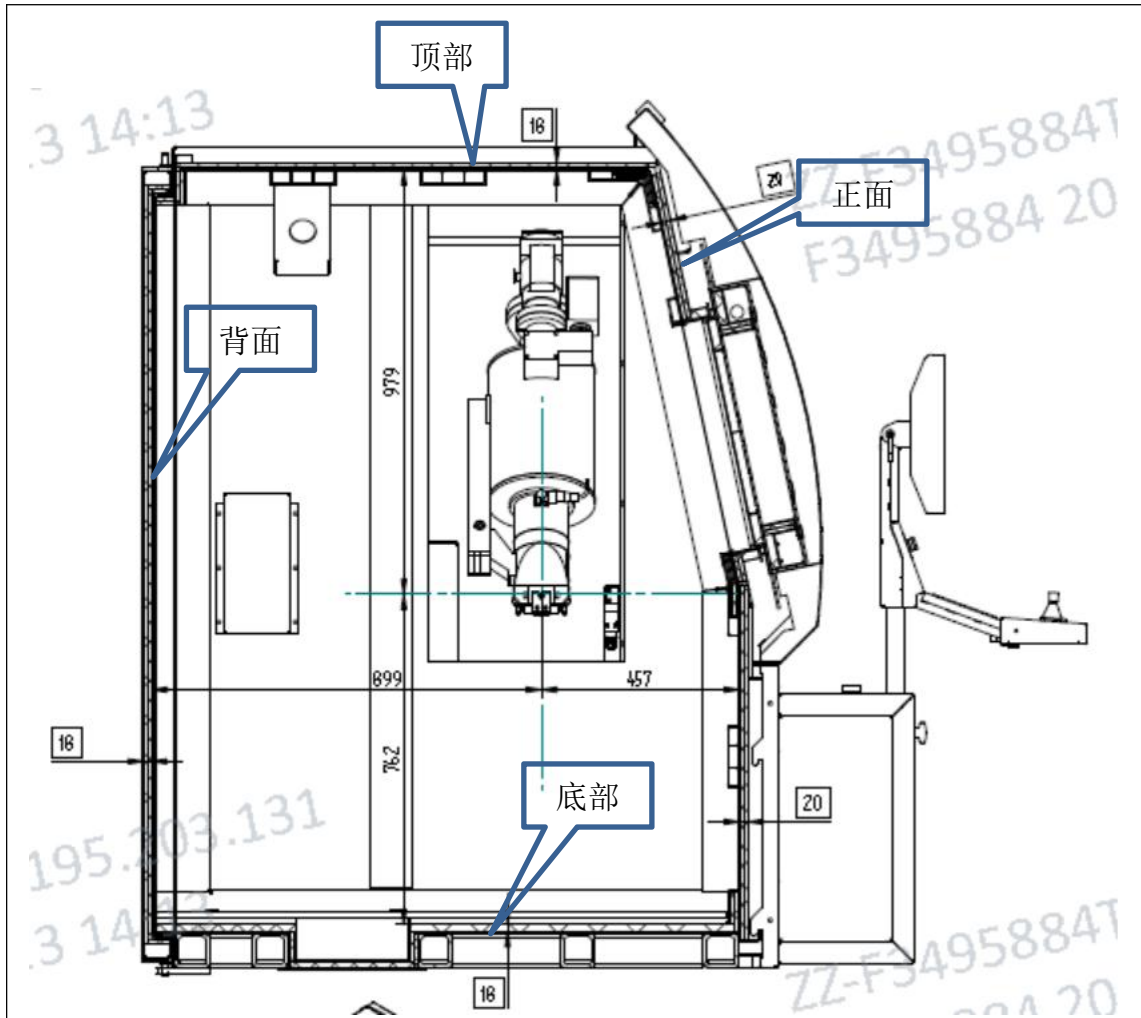


图10-2 X射线检测系统三视图

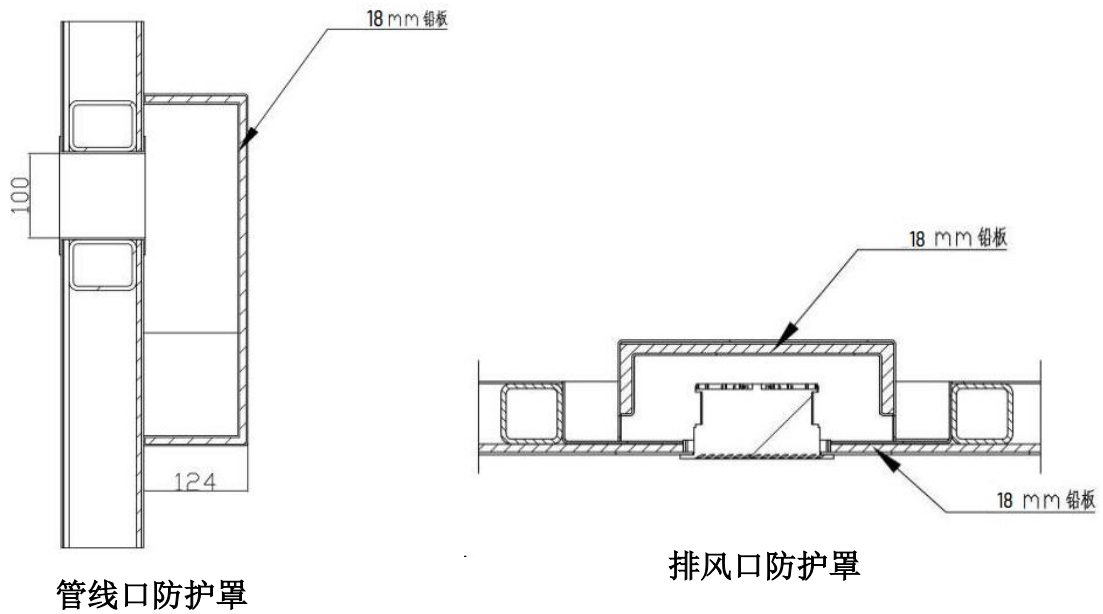


俯视图



左视图

图10-3 X射线检测系统屏蔽方案示意图 (mmPb)



管线口防护罩

排风口防护罩

图 10-4 屏蔽补偿措施示意图

10.1.3 辐射安全与防护措施

1、安全联锁功能

本项目 X 射线检测系统设置有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门正常关闭、声光警示装置正常的情况下检查系统才能启动，才能正常出束，一旦其中有一道设施未到位，检查系统将不能启动。X 射线出束期间，触发任何一道安全设施或者发生故障，检查系统将被紧急切断出束。操作门和两个维护门上各自分别安装有两个安全开关，它们作用于两个相互独立的安全回路。打开防护门会中断高电压发生器的主供电，无法再生成 X 射线，另外，还会停止试样操作器。

2、多重开关

本项目 X 射线检测系统设置有总开关和钥匙开关的双重开关，钥匙开关处于系统正面，操作台右侧，总开关位于右前方，钥匙开关的高度上。只有两个开关同时打开后设备才能开启，关闭任意一道开关设备都将无法正常开机。钥匙开关将由本项目辐射工作人员专门管理，实验室内其他人员将无法打开该设备，不会出现其他非辐射工作人员误操作。

3、急停装置

本项目 X 射线检测系统设置在操作台上操作员可及范围内的屏幕立柱上配置了一个急停按钮，在辐射防护舱内部设有一个急停按钮。一旦操控紧急停机按键，下列部件会被关机：①X 射线管冷却装置；②射线发生器的功率部件和控制部件；③操纵机的所有驱动装置；④自动装载门的驱动装置。

本项目 X 射线检测系统安全联锁逻辑如图 10-5 所示。

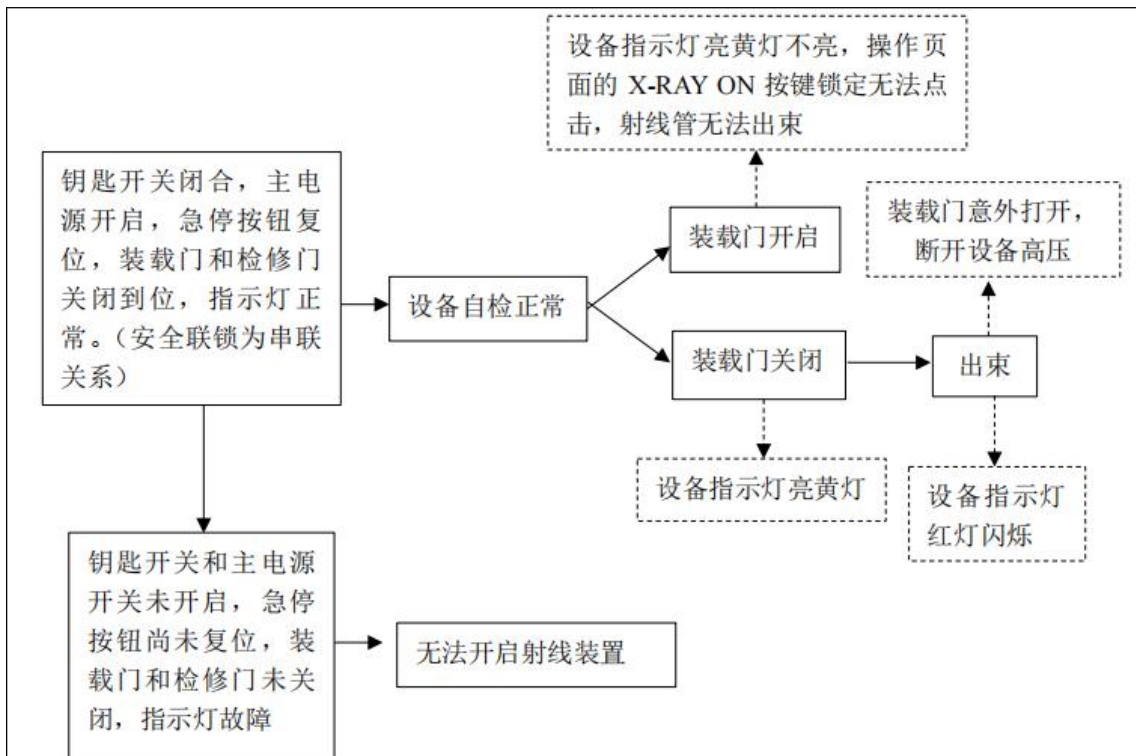


图 10-5 安全连锁逻辑图

4、警示标志和工作状态指示灯

该项目使用的设备自带有 3 个工作指示灯，在辐射防护舱上部左右方和后部各一个，X 射线出束时红色指示灯将闪烁进行警示，在断开电源不工作和检修时候指示灯不亮。建设单位在购买和安装了设备后将在设备的正面张贴电离辐射标志，将在监督区边界张贴“当心电离辐射”的工作指示牌。

5、监测设备

建设单位拟为该项目配备 1 台固定式剂量报警仪和 1 台便携式 X- γ 辐射巡测仪，固定式剂量报警仪在工作期间将保持开机，探头安装在屏蔽防护铅房内右侧，显示装置安装在工业 CT 正面，实时监测工作环境的辐射水平。为负责设备操作的辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月进行回收检测。定期（每个月一次）使用现有 1 台便携式 X- γ 辐射巡测仪对设备的各个面进行巡测，如有异常，将立即切断电源，停止使用该设备，应及时通知厂家对设备进行维修维护，并委托有资质的机构对维修后设备的辐射防护性能进行检测，确保辐射水平达标后方可继续使用该设备。

6、监控装置

CT 断层扫描设备内设有两个监控摄像头，设备工件门设有观察窗，监视显示器在操作台，可监视探伤设备的运行情况。

本项目辐射安全设施图示见图 10-3。

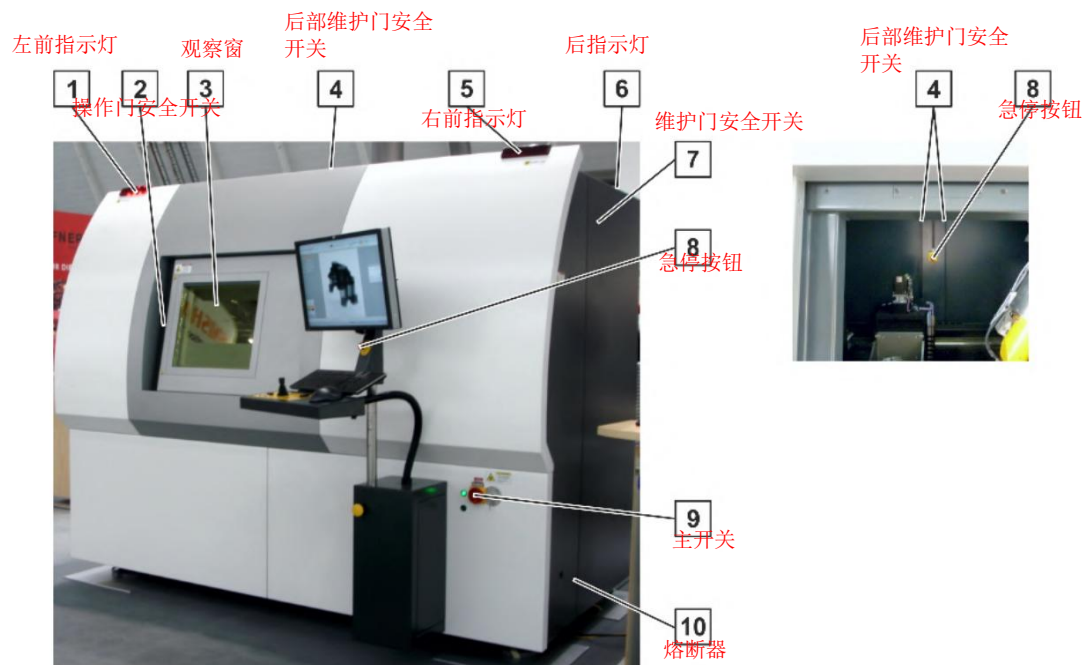


图 10-6 辐射安全设施示意图



图 10-7 设备后侧左上方排风口位置示意图

10.1.4 辐射安全防护设施对照分析

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）对本项目的辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求进行分析，对照分析表见表10-2。

表 10-2 本项目辐射安全防护设施要求对照分析表

项目	标准要求	实施方案	评价
工作场所布局与分区	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	本项目射线装置带有铅屏蔽结构，充分考虑了邻近场所的辐射安全。本项目射线装置有用线束方向朝北（设备左侧），操作台设置在射线装置西侧（正面），避开了有用线束方向。	符合要求
	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合GB 18871的要求。	建设单位对探伤工作场所实行分区管理，拟将射线装置实体屏蔽内部区域划为控制区，将屏蔽体外整个CT ROOM室划为监督区。控制区通过实体屏蔽、急停装置、门机联锁装置等进行控制，监督区通过警示说明进行管理，在监督区边界入口（CT ROOM室门口）设立“当心电离辐射”标志。	符合要求
辐射屏蔽	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30m处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h。	根据表11的理论计算，射线装置屏蔽体的辐射屏蔽满足关注点的周围剂量当量和屏蔽体外30m处周围剂量当量率参考控制水平要求。	符合要求
	6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同4.1.3；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为100 μ Sv/h。	根据表11的理论计算，屏蔽体顶的辐射屏蔽满足关注点周围剂量当量率控制要求。	符合要求
辐射安全与防护	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	本项目的射线装置设有操作门-机安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关打开、急停按钮复位、操作门正常关闭、指示灯正常的情况下射线装置才能启动，	符合要求

	被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。	一旦其中有一道设施未到位射线装置不能启动。X射线出束期间，任何一道安全设施触发或者发生故障，X射线立即切断出束，复位后X射线不会自动出束。	
	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。	本项目X射线检测系统的三个工作状态指示灯具有“预备”和“照射”状态功能和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在设备醒目的位置处张贴“照射”和“预备”信号意义的说明。	符合要求
	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目X射线检测系统操作门上拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，并在CT ROOM室门口张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合要求
	6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急情况时，能立即停止照射。	X射线检测系统设置有2个紧急关机按钮，分别位于操作台和铅房内。可供工作人员紧急停止X射线管工作。按钮拟设置标签，标明使用方法。	符合要求
	6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。	本项目X射线装置设置机械排风系统，排风口位于设备后侧左上方，排风口朝向非人员活动密集区；CT ROOM室内设置新风和排风系统，外排排风口位于F06车间西侧墙外，为非人员活动密集区，有效通风换气次数大于3次/小时。	符合要求
	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目拟在X射线检测系统铅房内右侧安装固定式场所辐射探测报警装置。	符合要求
安全操作	6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护措施，发现异常立刻停止工作并查找原因，排查异常后才能继续工作。	工作人员作业前检查射线装置门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施，发现异常立刻停止工作并查找原因，排查异常后才能继续工作。	符合要求
	6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量	建设单位已为每位辐射工作人员配备常规个人剂量计，并配备有	符合要求

<p>报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。</p>	<p>1台便携式辐射监测仪和2台个人剂量报警仪。在工作期间，辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并将辐射监测仪保持开机状态放置于操作位。当剂量率达到2.5μSv/h时，个人剂量报警仪会立刻报警。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即关闭射线装置电源、停止工作，同时阻止其他人进入辐射工作场所，并立即向辐射工作负责人报告。</p>	
<p>6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p>	<p>建设单位拟配备1台便携式辐射监测仪用于日常辐射监测，对射线装置周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。当测量值高于参考控制水平时，需立刻停止工作并向辐射防护负责人报告并查找原因。</p>	符合要求
<p>6.2.4 交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，应检查是否正常工作。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。</p>	<p>工作人员交接班或当班使用便携式剂量仪前，先检查是否正常工作，如发现便携式剂量仪不能正常工作时，则不能开始检测工作。</p>	符合要求
<p>6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。</p>	<p>在每次照射前，辐射工作人员需确认射线装置各项辐射防护安全设施全部正常的情况下，射线装置才能启动，把潜在的辐射降到最低。</p>	符合要求
<p>6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。</p>	<p>本项目的射线装置带铅房屏蔽结构，人员不会进入屏蔽体内部。辐射工作人员需要在辐射工作前确认防护门关闭、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。</p>	符合要求

综上所述，建设单位拟采取的辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求等满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

根据《核技术利用监督检查技术程序（2020发布版）》中“Ⅱ类非医用X线装置监督检查技术程序”的内容要求，对建设项目拟设置的辐射安全防护设施

与运行进行了检查，具体检查结果详见表10-3。

表 10-3 辐射安全防护设施与运行

序号	检查项目	检查结果	备注	
1*	A 场所 设施 (固定 式)	入口处电离辐射警告标志	√	拟设置
2*		入口处机器工作状态显示	√	/
3		隔室操作	√	/
4		迷道	/	本项目不涉及
5*		防护门	√	/
6*		控制台有钥匙控制	√	/
7*		门机联锁系统	√	/
8*		照射室内监控设施	√	/
9		通风设施	√	/
10*		照射室内紧急停机按钮	√	/
11*		控制台上紧急停机按钮	√	/
12*		出口处紧急开门开关	/	/
13*		准备出束声光提示	√	/
18*	C 监测设 备	便携式辐射监测仪	√	拟设置
19*		个人剂量报警仪	√	拟设置
20*		个人剂量计	√	拟设置
21	D 应急 物资	灭火器材	√	拟设置

注：加*的项目是重点项，检查合格划√，不合格划×，不适用或无法验证划/。不能详尽的在备注中说明。

10.2 三废的治理

本项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示测试结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物，无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

X射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐射工作场所空气中的有害气体含量增加。参照国家标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定：探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。

本项目X射线检测系统设置机械排风系统，设备背部左上方设置1个排风口，设计风机排风量为3m³/min，射线装置内部容积约为15m³，排风系统在工作期间保持开启，屏蔽体内有效通风换气次数约12次/h。排风口外为非操作人员活动区。CT ROOM室设置新风和排风系统，房间容积为40m³，拟安装排风机风

量不小于200m³/h，新风系统在工作期间保持开启，可确保CT ROOM室每小时有效通风换气次数大于3次。排风管道外排风口位于F06车间西侧墙外，排风口外侧为绿化带和道路，无人员活动密集区，产生的少量臭氧和氮氧化物将被及时排至外环境，不会在室内环境聚积。以上措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于3次”的要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

该项目使用成品电气设备，不涉及施工建设。只需要进行设备安装与调试工作，施工期对周边环境的影响是微弱的，并且在设备安装期间，检测系统不开机，不产生X射线，不会对周围环境造成电离辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

由第9章节源项分析可知，phoenix V|tome|x M300/180型工业CT内安装有2套X射线管，单次只能一个X射线管出束。直束X射线管最大管电压300kV，最大管电流3mA（最大管电压下，管电流实际运行工况为1.066mA），透射型X球管最大管电压180kV，最大管电流0.8mA（实际运行工况为0.145mA），因此直束X射线管能够满足评价标准要求，透射型X球管也能满足。本次理论计算采用300kV最大管电压进行分析，本项目射线装置射线管为固定不可移动，直束X射线管的线束角度为锥形25°朝向左侧照射，通过测量绘图，有用线束的受照面均为左侧主照射面，不涉及上部和下部，射线源点距设备各个面外壳外侧边界的距离见图11-1。

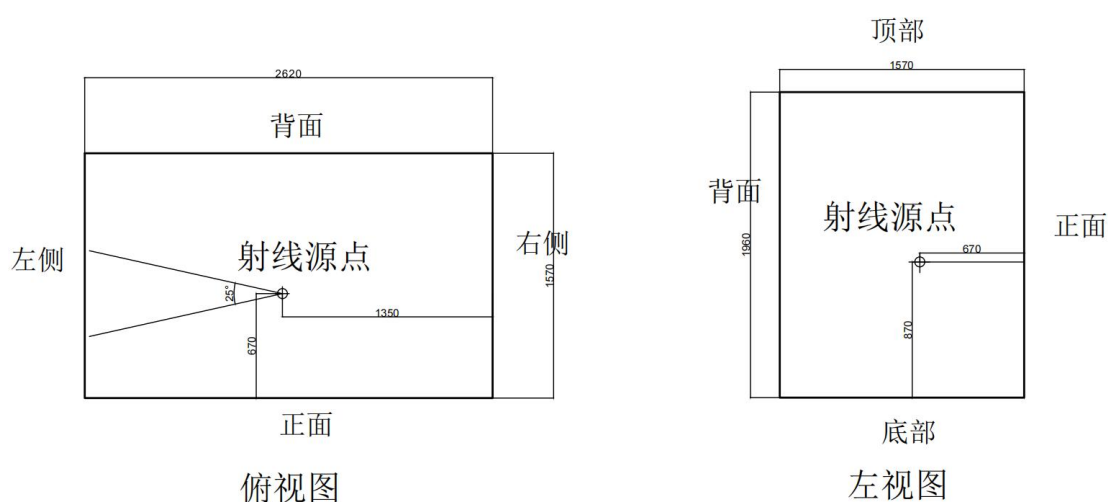


图 11-1 射线源点距设备各个面外壳边界的距离示意图（单位：mm）

1、关注点的选择

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的规定，有用线束影响区域不考虑泄漏辐射和散射辐射影响，并且散射辐射主要考虑 0°

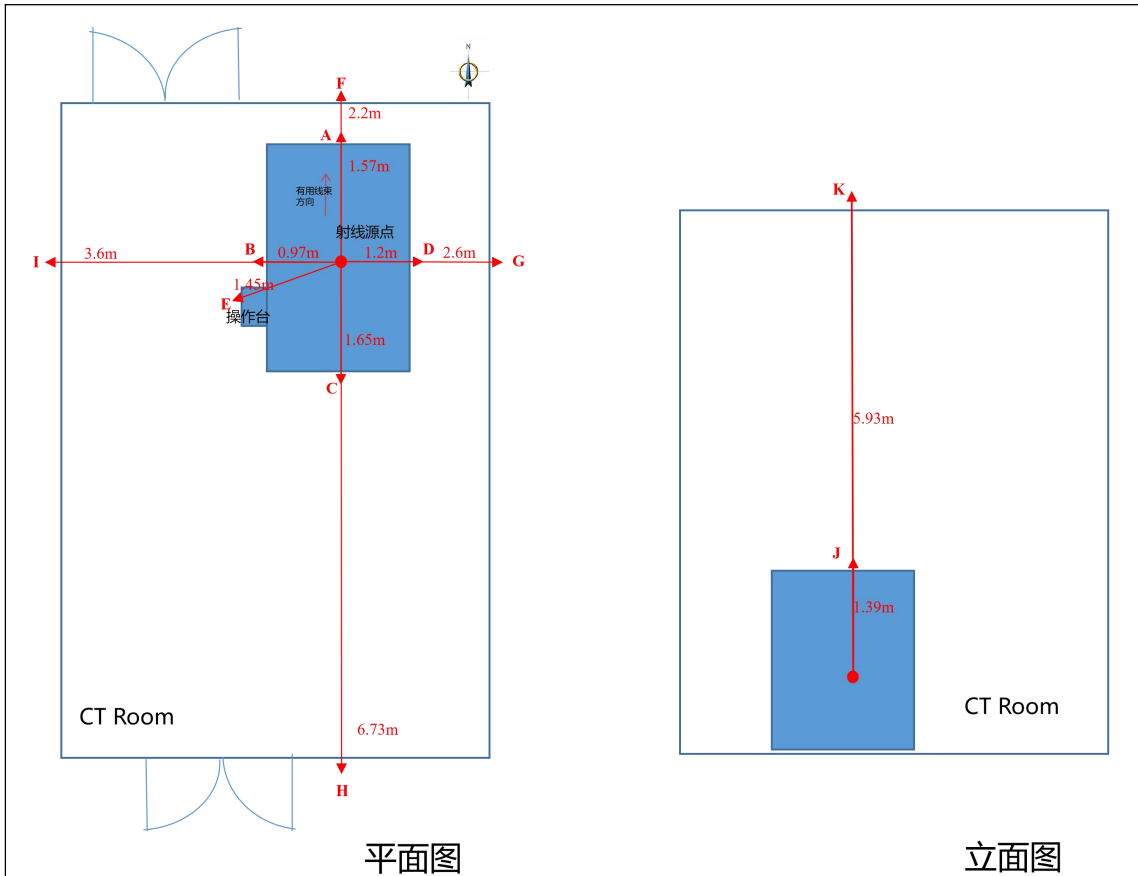
入射 90° 散射。本项目 X 射线检测系统设备主束照射方向朝左，屏蔽体非主射方向考虑散射辐射和泄漏辐射。

选取射线装置各屏蔽体外 0.3m 处、辐射工作人员操作位以及周围有代表性的环境保护目标关注点为辐射水平关注点。各关注点位需要考虑的射线影响和距离见表 11-1，关注点设置示意图见图 11-2。

表11-1 各关注点主要考虑的射线影响

关注点	点位描述	铅当量 (mmPb)	距离 R (m)		辐射类型
A	设备左侧 30cm 处 (北侧)	24	1.57		有用线束
B	设备正面 30cm 处 (西侧)	20	0.97(泄漏)	0.84(散射)	泄漏辐射 和散射辐射
C	设备右侧 30cm 处 (南侧)	18	1.65(泄漏)	1.65(散射)	
D	设备背面 30cm 处 (东侧)	18	1.2(泄漏)	1.07(散射)	
J	设备顶部 30cm 处	18	1.39(泄漏)	1.26(散射)	
E	操作位	20	1.45(泄漏)	1.45(散射)	
F	CT Room 室北侧 30cm 处	24	2.2		有用线束
G	CT Room 室东侧 30cm 处	18	2.6(泄漏)	2.47(散射)	泄漏辐射 和散射辐射
H	CT Room 室南侧 30cm 处	18	6.73(泄漏)	6.73(散射)	
I	CT Room 室西侧 30cm 处	20	3.6(泄漏)	3.47(散射)	
K	CT Room 室上方 30cm 处	18	5.93(泄漏)	5.8(散射)	

注：1、设备底部人员无法到达，不设置关注点；
 2、由于工件可移动至接近射线源点，设备南侧、操作位、CT Room 室南侧工件散射辐射距离保守取射线源点到关注点的距离，其他散射点位散射距离保守取工件受到射线源照射的辐射角边界距关注点的距离。
 3、CT Room 室外点位保守不考虑房间墙体、顶棚的屏蔽效果，房间层高 6.5m，墙体总厚度 0.3m。以上距离均已包含房间墙体或顶棚厚度。



注：图中标准距离为射线源点到关注点的距离，其中关注点BDJGK 散射距离取（泄漏辐射距离-0.13m）（工件受到射线源照射的辐射角边界距关注点的距离）。

图 11-2 各关注点位置示意图

2、辐射屏蔽剂量参考控制水平

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）3.1.1 条款和 3.1.2 条款：

3.1.1 探伤室墙（本项目指 X 射线检测系统屏蔽体）和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

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

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应 $\dot{H}_{c,d}$ 的导出剂量率参考控制水平（ μSv ）按式（11-1）计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (11-1)$$

式中：

H_c 一周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv/周}$ ）；

t 一探伤装置周照射时间，单位为小时每周（ h/周 ）；

U 一探伤装置向关注点照射的使用因子，保守均取 1；

T 一人员在关注点驻留的居留因子。

居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见下表：

表 11-2 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)	示例
全居留	1	操作室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c, max}$

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ：

H_c 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c, d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c, max}$ 二者的较小值。设备顶部外表面 30cm 处的剂量率保守参考 3.1.1 条款。

根据建设单位提供资料，射线装置单班周出束时间为 15h，年出束时间为 750h。按照建设单位的管理要求，在射线装置正常运行期间，除本项目操作人员外，其他人员不允许出入 CT ROOM 室。CT ROOM 室内按职业工作人员考虑。

根据上述计算可得出本项目中关注点所对应的剂量率参考控制水平如表 11-3 所示。

表 11-3 本项目中关注点所对应的剂量率参考控制水平

关注点	对应区域	射线类型	U	T	t (h/周)	周剂量参考控制水平 ($\mu\text{Sv/周}$)	导出剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	最高剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价报告采用的周围剂量限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
A	设备左侧 30cm 处 (北侧)	有用线束	1	1/4	15	100	26.7	2.5	2.5
B	设备正面 30cm 处	泄漏辐射	1	1/4	15	100	26.7	2.5	2.5

	(西侧)	散射 辐射							
C	设备右侧 30cm处 (南侧)		1	1/4	15	100	26.7	2.5	2.5
D	设备背面 30cm处 (东侧)		1	1/4	15	100	26.7	2.5	2.5
J	设备顶部 30cm处		1	1/16	15	100	106.7	2.5	2.5
E	操作位		1	1	15	100	6.7	2.5	2.5
F	CT Room 室北侧 30cm处 (可靠性 实验室)	有用 线束	1	1/4	15	5	1.33	2.5	1.33
G	CT Room 室东侧 30cm处 (仓库)	泄漏 辐射 散射 辐射	1	1/16	15	5	5.33	2.5	2.5
H	CT Room 室南侧 30cm处 (走廊)		1	1/16	15	5	5.33	2.5	2.5
I	CT Room 室西侧 30cm处 (震动实 验室)		1	1	15	5	0.33	2.5	0.33
K	CT Room 室上方 30cm处 (MAPD 实验室)		1	1	15	5	0.33	2.5	0.33

注: 1.根据建设单位提供资料, CT Room 室内只允许本项目辐射工作人员进入, 其他人员不得入内, CT Room 室内关注点仅考虑辐射工作人员; CT Room 室北侧可靠性实验室人员只需定时进去放、取件(约两小时1次), 不需要人员长时间停留, 居留因子取 1/4。

3、屏蔽防护计算

(1) 有用线束的屏蔽

有用线束在关注点的剂量率按公式11-2计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{式11-2})$$

式中:

\dot{H} --关注点剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

I --X 射线成像装置在最高管电压下的最大管电流, 本项目设备在最大

300kV 管电压下，最大功率为 320W，最大管电流为 1.066mA；

H_0 --距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，本项目 X 射线检测系统距辐射源点（靶点）1m 处输出量取值为 $11.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $6.78\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，Sv/Gy 等量值转换；

B --屏蔽透射因子；

本项目最大管电压为300kV，有用线束方向的屏蔽厚度为24mmpb。透射因子 B 参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）图B.1，取电压为300kV，滤过条件为3mmCu的X射线透过铅层，铅板厚度为24mm时，透射因子约为 1.8×10^{-6} 。

R --辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

（2）泄漏辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式11-3})$$

\dot{H} --关注点处泄漏剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L --距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 1，本项目取值为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；

R --辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B --屏蔽透射因子；

屏蔽物质的厚度与辐射屏蔽透射因子 B 的关系如下：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (\text{式 11-4})$$

X --屏蔽物质厚度，mm；

TVL --什值层厚度。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2，对于泄漏辐射，取 300kV 对应铅的什值层厚度为 5.7mm。

（3）散射辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{式 11-5})$$

\dot{H} --关注点处散射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

I --X 射线成像装置在最高管电压下的最大管电流, mA ; 本项目设备在最大 300kV 管电压下, 最大功率为 320W, 最大管电流为 1.066mA;

H_0 --距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 本项目 CT 断层扫描设备距辐射源点(靶点) 1m 处输出量取值 $11.3 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 即为 $6.78 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, Sv/Gy 等量值转换;

B --屏蔽透射因子, 根据式 11-4 计算;

X --屏蔽物质厚度, mm ;

TVL --什值层厚度。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 2 并查附录 B 表 B.2, 对于散射辐射, 取 200kV 对应铅的什值层厚度 1.4mm;

R_0 --辐射源点(靶点)至探伤工件的距离;

R_s --散射体至关注点的距离, m ;

F -- R_0 处的辐射野面积;

α --散射因子, 入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射在距其 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, 可以水的 α 值保守估计, 见附录 B 表 B.3。

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$: 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) B.4.2, 当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时, 其值为: 60 (150kV) 和 50 (200~400kV)。本项目 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 12.5° , 小于 20° , 管电压 300kV, 保守取值 50。

本项目有用线束方向屏蔽计算结果见表 11-4, 泄漏辐射屏蔽计算结果见表 11-5, 散射辐射屏蔽计算结果见表 11-6。

表11-4有用线束屏蔽效果计算结果

关注点	点位描述	屏蔽铅厚度 mm	透射因子 B	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 /$ ($\text{mA} \cdot \text{h}$))	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
-----	------	-------------	-----------	--	----------	-----------------------------------

A	设备左侧 30cm处（北 侧）	24	1.8E-06	6.78E+05	1.57	5.28E-01
F	CT Room 室 北侧 30cm 处	24	1.8E-06	6.78E+05	2.2	2.69E-01

表11-5 泄漏辐射屏蔽效果计算结果

关注点	点位描述	X (mm)	TVL (mm)	B	H _L (μSv/h)	R	Ḣ (μSv/h)
B	设备正面 30cm处（西 侧）	20	5.7	3.10E-04	5×10 ³	0.97	1.65
C	设备右侧 30cm处（南 侧）	18	5.7	6.95E-04	5×10 ³	1.65	1.28
D	设备背面 30cm处（东 侧）	18	5.7	6.95E-04	5×10 ³	1.2	2.41
J	设备顶部 30cm处	18	5.7	6.95E-04	5×10 ³	1.39	1.80
E	操作位	20	5.7	3.10E-04	5×10 ³	1.45	7.37E-01
G	CT Room 室 东侧 30cm 处	18	5.7	6.95E-04	5×10 ³	2.6	5.14E-01
H	CT Room 室 南侧 30cm 处	18	5.7	6.95E-04	5×10 ³	6.73	7.67E-02
I	CT Room 室 西侧 30cm 处	20	5.7	3.10E-04	5×10 ³	3.6	1.20E-01
K	CT Room 室 上方 30cm 处	18	5.7	6.95E-04	5×10 ³	5.93	9.88E-02

表11-6 散射辐射屏蔽效果计算结果

关注点	点位描述	X mm	TVL mm	B	H ₀ μSv·m ² / (mA·h)	I mA	R _s m	Ḣ (μSv/h)
B	设备正面 30cm 处（西侧）	20	1.4	5.18E-15	6.78E+05	1.066	0.84	1.06E-10
C	设备右侧 30cm 处（南侧）	18	1.4	1.39E-13	6.78E+05	1.066	1.65	7.38E-10
D	设备背面 30cm 处（东侧）	18	1.4	1.39E-13	6.78E+05	1.066	1.07	1.75E-09
J	设备顶部 30cm 处	18	1.4	1.39E-13	6.78E+05	1.066	1.26	1.27E-09
E	操作位	20	1.4	5.18E-15	6.78E+05	1.066	1.45	3.56E-11
G	CT Room 室东 侧 30cm 处	18	1.4	1.39E-13	6.78E+05	1.066	2.47	3.29E-10
H	CT Room 室南 侧 30cm 处	18	1.4	1.39E-13	6.78E+05	1.066	6.73	4.43E-11
I	CT Room 室西 侧 30cm 处	20	1.4	5.18E-15	6.78E+05	1.066	3.47	6.22E-12

K	CT Room 室上方 30cm 处	18	1.4	1.39E-13	6.78E+05	1.066	5.8	5.97E-11
---	--------------------	----	-----	----------	----------	-------	-----	----------

综合以上结果，各预测关注点处的总剂量率汇总见表 11-7。

表11-7 各关注点处的辐射剂量率计算结果（单位 $\mu\text{Sv/h}$ ）

关注点	点位描述	有用线束	泄漏辐射	散射辐射	总剂量率	控制水平	评价
A	设备左侧 30cm 处（北侧）	5.28E-01	/	/	0.528	2.5	满足
B	设备正面 30cm 处（西侧）	/	1.65E+00	1.06E-10	1.647	2.5	满足
C	设备右侧 30cm 处（南侧）	/	1.28E+00	7.38E-10	1.277	2.5	满足
D	设备背面 30cm 处（东侧）	/	2.41E+00	1.75E-09	2.414	2.5	满足
J	设备顶部 30cm 处		1.80E+00	1.27E-09	1.799	2.5	满足
E	操作位	/	7.37E-01	3.56E-11	0.737	2.5	满足
F	CT Room 室北侧 30cm 处	2.69E-01	/	/	0.269	1.33	满足
G	CT Room 室东侧 30cm 处	/	5.14E-01	3.29E-10	0.514	2.5	满足
H	CT Room 室南侧 30cm 处	/	7.67E-02	4.43E-11	0.077	2.5	满足
I	CT Room 室西侧 30cm 处		1.20E-01	6.22E-12	0.120	0.33	满足
K	CT Room 室上方 30cm 处	/	9.88E-02	5.97E-11	0.099	0.33	满足

从表 11-7 可以看到，本项目 X 射线检测系统四周屏蔽体外 0.3m 处周围剂量当量率在 0.528~2.414 $\mu\text{Sv/h}$ 之间，CT Room 室外各关注点的周围剂量当量率在 0.077~0.514 $\mu\text{Sv/h}$ 之间，均小于本项目设定的剂量率参考控制水平，故本项目 X 射线检测系统屏蔽体外 30cm 处及关注点周围的剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。根据辐射剂量率随距离衰减的原则，本项目 50m 内范围其他关注点受到本项目的辐射环境影响更低。

X 射线检测系统选择 300kV 能量档时，防护可满足要求时，在同样的屏蔽条件下，采用 180kV 能量档，射线管输出量更低，即 180kV 能量档同样可以满足防护要求，且对关注点外的辐射影响更低。

根据设备厂家提供的该设备出厂辐射防护检测证书（见附件 10）显示，检测条件在 300kV，1.066mA 下，距离设备外表面 5cm 处的剂量率均小于

0.3μSv/h。

11.2.2 人员受照剂量分析

根据本项目工作负荷，本项目CT断层扫描设备周出束时间为15小时，年出束时间为750小时。

辐射工作人员和公众年有效剂量计算根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000年报告附录A公式计算：

$$H = \dot{H} \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

H —X射线外照射年有效剂量，mSv/a；

\dot{H} —关注点处X射线辐射剂量率，μSv/h；

T —居留因子；参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》（李德平编）P80，居留因子 T 按三种情况取值：①全居留因子 $T=1$ ，②部分居留 $T=1/4$ ，③偶然居留 $T=1/16$ ；

t —X射线年照射时间，h；

本项目辐射工作人员年有效剂量估算结果详见表11-8。

表11-8 辐射工作人员年有效剂量估算结果

关注点	点位描述	关注点处辐射剂量率 \dot{H} (μSv/h)	周工作时间 t	年工作时间 t (h/a)	居留因子 T	周受照剂量 (μSv/周)	年受照剂量 (mSv/a)	保护目标类型
E	操作位	0.737	15	750	1	1.11E+01	5.53E-01	职业人员
F	CT Room 室北侧 30cm 处	0.269			1/4	1.01	5.04E-02	公众
G	CT Room 室东侧 30cm 处	0.514			1/16	4.82E-01	2.41E-02	
H	CT Room 室南侧 30cm 处	0.077			1/16	7.19E-02	3.60E-03	
I	CT Room 室西侧 30cm 处	0.120			1	1.79	8.97E-02	
K	CT Room 室上方 30cm 处	0.099			1	1.48	7.41E-02	

按照建设单位的管理要求，在射线装置正常运行期间，其他非辐射工作人员不允许出入CT ROOM室。CT ROOM室内操作位考虑职业人员受照影响，室外关注点考虑公众的受照影响。

由表11-8结果可知，根据理论估算，本项目射线装置周围辐射工作人员受到的最大周有效剂量为11.1 μ Sv/周，最大年有效剂量为0.553mSv/a，公众受到的最大周受照剂量为1.79 μ Sv/周，最大年有效剂量为8.97 $\times 10^{-2}$ mSv/a。因此，本项目满足“辐射工作人员不大于100 μ Sv/周，公众不大于5 μ Sv/周”的周剂量限值控制要求，同时满足“辐射工作人员不超过5mSv/a、公众不超过0.1mSv/a”的年剂量管理目标值要求。根据辐射剂量率随距离衰减的原则，50m内的其他公众人员亦能满足以上要求。本项目所在F06一层北侧有三台工业CT，距离本项目约36m，不再考虑其对本项目周围公众的叠加影响。本项目射线装置的防护设计满足要求，其正常运行时产生的辐射影响在国家允许的范围以内。

11.2.6“三废”环境影响分析

本项目 X 射线检测系统设备背面安装有排风装置，射线装置内有效通风换气次数约 12 次/h。CT ROOM 室设置新风和排风系统，产生的少量臭氧和氮氧化物将被及时排至外环境，不会在室内环境聚积，设备排风口拟外接到车间西侧墙外，排风管道外口为绿化和道路，无人员活动密集区。项目产生的废气在空气中迅速得以稀释和转化，对周围环境的影响较小。建设单位应定期检查机械排风装置的运行状态，发现故障或停止运行时，及时进行维修或更换。射线装置射线管使用到一定年限更换下来的废 X 射线管由射线装置厂家回收处置。

11.3 事故影响分析

(1) 辐射事故风险识别

本项目使用的射线装置属于II类射线装置，其主要环境污染因子为X射线，主要可能发生的事故为射线装置工作期间，门机连锁装置失效，防护门未完全关闭，即开始曝光，对操作人员造成误照射影响，属于一般辐射事故。

(2) 事故工况下辐射影响分析

本项目 CT 断层扫描设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质

量的事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。

剂量估算：本项目 CT 断层扫描设备最大管电压为 300kV， H_0 以 $6.78 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 考虑，最大管电压下的最大管电流为 1.066mA，屏蔽透射因子 B 取 1，则距辐射源点 1m 处剂量率为 0.72Sv/h，当出现以上事故工况时，个人剂量报警仪报警，工作人员则立即关闭射线装置电源，受照时间按 30s 计，保守估算单次事故下辐射工作人员受到的剂量为 6mSv，超过职业照射年剂量管理目标值（5mSv/a），辐射事故等级为一般辐射事故。

（2）辐射事故处理措施

①在运行期间，若发生误照射事故，操作人员应第一时间切断射线装置电源，同时立即通知单位辐射管理工作领导小组，对事故区域进行隔离，保护现场。

②辐射管理工作领导小组及时对事故影响人员开展医学检查，并在第一时间通报生态环境、卫生等主管部门。

③分析确定发生事故的原因，总结经验，吸取教训，及时对故障设备进行维修处理并做好记录，不允许设备带故障运行。

（3）风险防范措施

①辐射工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守射线装置的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；做好射线装置的日常维护保养，定期检查，保证设备始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

②定期检查维护，确保门机联锁装置、紧急停机按钮、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施正常运转，保持完好；定期对射线装置进行检修维护，定期对周围辐射水平进行检测，发现异常，及时切断电源，请厂家对设备进行维护维修。

③射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。对于射线装置被盗事故，还应向公安部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用II类和III类射线装置、放射源、非密封放射性物质工作场所的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

建设单位成立了辐射安全防护与环保管理小组，明确了小组的成员及其职责，并通过此机构进一步建立辐射安全防护责任制度，落实安全责任，制订辐射防护措施等。

一、辐射安全防护与环保管理小组组成：

组 长：陈连柱

副组长：王阳

成 员：孟风燕 王帅飞 王国瑞 许国庆

制度明确了辐射安全防护与环保管理小组职责和成员职责，制定并组织实施相关工作制度，做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作，定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本公司放射工作人员的技术操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

12.2 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许可管理办法》，使用放射源、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维修制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

为规范管理本单位的辐射工作，有效预防和控制可能发生的X射线辐射事故，强化辐射事故危害意识和责任意识，建设单位针对该项目制定了系列的辐射安全管理制度（附件4），包括《辐射安全管理制度》、《辐射安全防护和安全保卫制度》、《防止误操作和意外照射的安全措施》、《辐射工作场所监测方案》、《辐射工作人员个人剂量监测制度》、《辐射防护培训管理制度》、

《辐射检测仪表使用与检验管理制度》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射岗位工作职责》、《辐射设备操作规程》、《辐射事故预防措施及应急预案》等。

建设单位制定的辐射安全管理制度较为全面，可操作性强，建设单位承诺严格按照所制定制度进行辐射安全管理工作。建设单位制定的辐射事故应急预案可以实现迅速和有效的应对辐射事故，基本满足《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》等法律法规的要求。

12.3 辐射工作人员的培训

根据环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年）的规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、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；考核不合格的，不得上岗。

根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（国家生态环境部2021年第9号公告）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考试有关事项的公告》（国家生态环境部2019年第57号公告）的有关要求，对于从事II类射线装置使用的辐射工作人员，应及时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行网络培训学习，并报名辐射安全与防护现场考试，确保辐射工作人员持证上岗。

建设单位拟为本项目配置 2 名辐射工作人员，已取得辐射安全与防护培训合格证书后。建设单位辐射工作人员配备及培训满足相关法律法规的要求。

12.4 辐射监测

根据《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》及相关管理要求，建设单位应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时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X- γ 辐射监测仪等。建设单位拟为本项目X射线检测系统配置1台辐射监测仪器和2台个人剂量报警仪，并已委托有资质单位为辐射工作人员进行个人剂量监测，拟配置的辐射监测设备满足要求。

12.4.1 辐射工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，终身保存。

建设单位已按照国家有关标准、规范，委托有资质单位对本单位辐射工作人员进行个人剂量监测：辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗，定期送检，监测周期最长不超过 3 个月。建设单位已为辐射工作人员建立个人剂量档案，终身保存。

12.4.2 日常自主监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定，建设单位制定的日常检测计划如下：

建设单位拟为本项目 X 射线检测系统配备 1 台辐射监测仪和 2 台个人剂量报警仪。每天开始工作前将检查仪器是否能正常使用，如不能正常使用，则不能使用射线装置开展工作。辐射监测仪在工作期间将保持开机，放置于操作位，实时监测射线装置屏蔽体外的辐射水平，个人剂量报警仪由辐射工作人员佩戴，如有异常，将立即切断电源，停止使用该射线装置。将定期（每个月 1 次）使用辐射监测仪对射线装置周围行巡测，并做好巡测记录，当剂量率高于参考控制水平时，立刻停止工作并向负责人报告并查找原因。

12.4.3 年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监

测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府生态环境主管部门认定的环境监测机构进行监测。

建设单位将委托检测机构对辐射设备的环境辐射水平进行年度检测，年度检测数据作为本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年1月31日前上报环境行政主管部门。

12.4.4 竣工环境保护验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，自行或委托有能力的技术机构开展竣工验收监测，编制验收报告，并组织专家采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作，建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。建设单位应根据《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》对建设项目的性质、建设地点、规模、辐射安全与防护措施等内容进行核查是否属于重大变更，如建设项目发生重大变更，应重新进行环境影响评价。

本次评价项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，组织对配套建设的环境保护设施进行验收。环保设施的验收期限一般不超过3个月。验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。

本项目竣工验收监测对象为X射线检测系统项目，监测因子为X- γ 辐射剂量率。

本工程竣工环境保护验收的内容见表12-1。

表 12-1 环境保护设施验收一览表

验收项目	主要内容及检查一览表
项目建设情况	拟购 1 套 X 射线检测系统，型号 Phoenix V tome x M300/180 型，具有两个 X 射线管，其中一个为直束 X 射线管，最大管电压 300kV、最大管电流 3mA，另一个为透射 X 射线管，最大管电压 180kV、最大管电流 0.8mA，两个射线管不同时出束。拟安装在 F06 车间一层，进行样品的无损检测，该设备属于 II 类射线装置。
环保手续资料	取得本项目环境影响评价审批批复，重新申领辐射安全许可证。
场所辐射水平	屏蔽体外 30cm 处及关注点处周围剂量当量率满足表 7-4 所列的剂量率参考控制水平。
人员剂量限值	辐射工作人员的年职业剂量管理目标值不大于 5mSv，公众的年剂量管理目标值不大于 0.1mSv。
辐射安全设施	本项目 X 射线检测系统设备带有封闭式屏蔽设施，北侧主束方向屏蔽厚度为 24mmPb，其他面屏蔽厚度为 18~20mmPb。
监测仪器和辐射防护用品	配备 1 台固定式剂量报警仪、1 台便携式辐射监测仪和 2 台个人剂量报警仪。 定期进行辐射环境自主监测和年度常规监测。 工作人员佩戴个人剂量计，每三个月送检。
辐射安全管理制度	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、人员培训计划、监测方案等制度。
辐射事故应急	制定辐射事故应急预案
人员要求	配置 2 名辐射工作人员，取得合格成绩报告单； 辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。

12.4.5 本项目监测计划

针对本项目，建设单位制定了如下辐射监测计划（表12-2），并计划将每次监测结果记录存档备查。

表12-2 工作场所监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测范围	监测类型
年度监测	X射线检测系统周围	X-γ辐射剂量率	1次/年	距屏蔽体各表面30cm；操作位。验收监测还应包括50m范围内各保护目标处关注点。	委托有资质单位监测
日常监测			1次/月		自行监测
验收监测			竣工后3个月内		委托有资质单位监测

委托有资质监测单位进行监测时，其仪器必须在检定有效期内，监测工作人员必须持证上岗；对监测中出现辐射超标问题，应及时向建设单位提出，并提出整改意见，在建设单位整改完成后，进行复测，直至符合要求，提供满足要求的监测报告。建设单位自主监测时，所用仪器须按国家规定进行剂量检定，检测时须按《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《辐射环境监

测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）制定检测方案及实施细则执行。

12.5 环保投资估算一览表

本项目总投资预计为 800 万元，其中辐射环保投资 80 万元，占总投资的 10%。本项目环保投资一览表详见下表。

表 12-3 环保投资估算一览表

项目		设施（措施）	金额（万元）
CT 断层 扫描 设备	辐射屏蔽措施	设备自带铅屏蔽体 1 套	60
	辐射安全措施	工作状态指示灯和声音提示装置	
		门-机联锁系统	
		视频监控系統	
		急停按钮	
	废气处理设施	通排风系统	依托现有
	监测仪器	固定式报警监测装置	
		便携式 X- γ 剂量率仪 1 台	
警示标识	个人剂量报警仪 2 台，个人剂量计 2 个	2	
其他	制度上墙	电离辐射警告标志	1
	人员管理	操作规程，辐射安全防护与保卫制度，辐射事故应急制度，岗位职责等	1
	环境监测	辐射工作人员辐射安全防护培训、职业健康检查与个人剂量监测	2
	运行维护	委托有资质单位开展辐射工作场所辐射环境年度监测。	2
	环境风险投资	监测仪器的维护、校准，安全设施的维护等	2
	环评与验收	购买应急物资，开展辐射事件应急演练等	10
合计			80

12.6 辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③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；
- ④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

为有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故

危害，根据《放射性同位素与射线装置辐射防护条例》和环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，建设单位制定了《辐射事故预防措施及应急预案》（附件4），该预案明确了辐射事故应急救援小组组成人员和应急处理的责任划分；明确了辐射事故应急处理程序及报告制度；明确了辐射事故应急演习计划，辐射事故应急联系电话等内容。建设单位应在今后工作中严格落实《辐射事故预防措施及应急预案》制度，并根据实际工作情况进行修订完善。

对于在建设单位定期监测或委托监测时发现异常情况的，建设单位应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，发生辐射事故的，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境部门报告，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。事故发生后建设单位应积极配合生态环境部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续的工作。

12.7 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用射线装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评价详见表12-3。

表 12-3 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）使用 III 类放射源、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	建设单位已成立了辐射安全领导小组，并设有符合要求的技术人员专职负责辐射安全与环境管理工作。
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目拟配备 2 名辐射工作人员，已取得辐射与防护培训证书。
（三）放射性同位素与射线装置使用有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	本项目拟建射线装置设有屏蔽体、防护门、铅玻璃窗，拟设置电离辐射警告标志、工作指示灯、联锁装置等辐射安全措施，能有效防止工作人员和公众受到意外照射。

<p>(四) 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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。</p>	<p>建设单位拟为本项目配备个人剂量报警仪、辐射环境巡检仪，并为每个辐射工作人员配备个人剂量计，定期委托专业机构对射线装置周围环境开展辐射监测。</p>
<p>(五) 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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。</p>	<p>本项目不涉及放射性同位素的使用，建设单位已制定有比较健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。</p>
<p>(六) 有完善的辐射事故应急措施。</p>	<p>建设单位已制定有完善的辐射事故应急预案和应急措施。</p>

通过对照国家有关要求对本项目从事辐射活动能力的逐项分析，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令），建设单位在开展核技术应用方面拟开展射线装置的使用与安全管理，拟配备的辐射防护设施（措施）较齐全，防护效能可满足辐射防护要求，制定的各种安全管理制度较全面。

建设单位自开展核技术利用以来，始终严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关规定，医院已取得《辐射安全许可证》，现有核技术利用项目均按要求履行了相应的环保手续，成立了辐射安全防护与环保管理小组，已制定辐射安全防护相关的制度和辐射事故应急预案，建立了辐射工作人员个人剂量档案及辐射环境监测计划和档案。项目建设均拟采取针对电离辐射有效的防护措施，经预测，项目对周围环境中的工作人员和公众的辐射影响均能满足本报告提出的年剂量管理目标值要求。

综上所述，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求，具备从事辐射活动的的能力。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 工程项目概况

鸿富锦精密电子（郑州）有限公司拟在 F 区 F06 栋一楼西南侧 CT ROOM 室新增一台 Phoenix V|tome|x M300/180 型 X 射线检测系统，具有两个 X 射线管，其中一个为直束 X 射线管，最大管电压 300kV、最大管电流 3mA，另一个为透射 X 射线管，最大管电压 180kV、最大管电流 0.8mA，两个射线管不同时出束。对生产的手机零部件进行多功能高精密度的无损检测，该 X 射线检测系统属于 II 类射线装置。

13.1.2 选址合理性评价

本项目射线装置带有屏蔽体结构，放置在 CT ROOM 室内使用，四周邻近区域无敏感点和人群密集场所，项目选址充分考虑了周围场所人员的辐射防护和安全，有利于辐射工作场所的管理，该项目选址及场所布局合理。

13.1.3 环境质量与辐射现状评价

本项目位于鸿富锦精密电子（郑州）有限公司 F 区 F06 栋一楼 CT ROOM 室，根据项目建址周围环境辐射水平现状调查结果，项目建址周围环境辐射剂量率在 59nGy/h ~92nGy/h 之间，属于正常环境本底辐射水平。

13.1.4 辐射安全与防护分析评价

本项目射线装置带有全封闭式屏蔽机壳，并对辐射工作场所进行分区管理，设立监督区和控制区，本项目辐射工作场所分区、布局合理。

本项目设置的屏蔽防护设施、辐射安全措施、安全操作以及防护监测等符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等国家标准的相关要求；充分考虑了邻室及周围场所的人员防护与安全。

13.1.5 环境影响分析评价

本项目运营期主要为电离辐射的环境影响，项目建设均已采取了针对电离辐射有效的防护措施。经预测，项目对周围环境中的工作人员和公众的辐射影响均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求，同时满足本报告提出的年剂量管理目标值：辐射工作人员年剂

量管理目标值不超过 5mSv/a，公众年剂量管理目标值不超过 0.1mSv/a。

13.1.6 辐射安全管理分析评价

管理机构：建设单位成立了辐射安全防护与环保管理小组，明确了相关职责，并将加强监督管理。

建设单位已制定了辐射防护管理制度和辐射事故应急预案等一系列管理制度，并在以后的实际工作中严格落实执行；建设单位人员培训计划和辐射监测计划等均符合相关法规的要求。

13.1.7 可行性分析结论

（1）项目实践正当性分析

该项目的投产可辅助建设单位进行手机零部件的缺陷检测和改进，有助于企业进一步提高产品质量和经济效益，从“代价-利益”角度考虑，具备可行性。

（2）产业政策符合性

建设单位本次核技术利用项目旨在辅助建设单位提高产品质控能力，本项目属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》中的鼓励类，因此，本项目符合国家产业政策。

综上所述，建设单位使用1台X射线检测系统项目在落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

（1）根据相关法律法规，落实“三同时”制度，按照环评相关要求保质保量的落实相关屏蔽防护措施和各项管理措施和辐射防护措施要求。

（2）本项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的相关要求对本项目进行验收。本项目经验收合格后，方可投入运营。

（3）认真学习贯彻国家相关的环保法律法规，加强核与辐射安全知识宣贯，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

（4）建设单位应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公章

年 月 日

审批意见:

经办人

公章

年 月 日