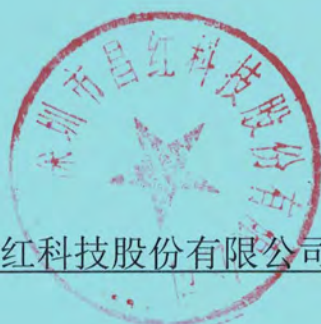


编号: XHKJ2216

核技术利用建设项目
深圳市昌红科技股份有限公司
使用工业 X 射线 CT 装置项目
环境影响报告表

报批版




深圳市昌红科技股份有限公司 (盖章)

2022年 11月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
深圳市昌红科技股份有限公司
使用工业 X 射线 CT 装置项目
环境影响报告表

建设单位名称： 深圳市昌红科技股份有限公司（盖章）

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址： 深圳市坪山区锦龙大道西侧 3 号

邮政编码： 518118 联系人： 张扬勇

电子邮箱： 联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	01o89c		
建设项目名称	深圳市昌红科技股份有限公司使用工业X射线CT装置项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	深圳市昌红科技股份有限公司		
统一社会信用代码	91440300728543964T		
法定代表人（签章）	李焕昌		
主要负责人（签字）	吕孙赵		
直接负责的主管人员（签字）	张扬勇		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	广州星环科技有限公司		
统一社会信用代码	91440106MA59DAA73A		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
魏来	201905035430000004	BH024228	魏来
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
马雯茹	项目基本情况、环境质量和辐射现状、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理	BH042474	马雯茹
魏来	评价依据及评价标准、项目工程分析与源项、结论	BH024228	魏来

编制主持人环境影响评价工程师资格证书



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。

姓名：魏来

证件号码：_

性别：男

出生年月：1988年11月

批准日期：2019年05月19日

管理号：201905035430000004




中华人民共和国
人力资源和社会保障部



中华人民共和国
生态环境部



核技术利用项目环境影响评价报告表专家复核意见

报告名称	《深圳市昌红科技股份有限公司使用工业 X 射线 CT 装置项目环境影响报告表》		
项目编号	01o89c		
编制单位	广州星环科技有限公司		
<p>2022 年 8 月 24 日，广东省深圳生态环境监测中心站在深圳市罗湖区召开了《深圳市昌红科技股份有限公司使用工业 X 射线 CT 装置项目环境影响报告表》专家评审会，根据评审意见，编制单位对该评价报告的内容进行了修改，修改结果如下：</p>			
序号	专家意见	修改说明	正稿页码
1	完善环境保护目标与项目的距离；	核实并完善了评价范围内保护目标与本项目的距离；	P14~15、49~50
2	核实辐射屏蔽设计的相关参数及工作人员受照剂量；	核对了射线装置屏蔽设计参数及本项目的工作人员受照剂量；	P31、33~35、70~71
3	明确监督区的边界划分措施；	完善了监督区的管理措施：设备靠试验室的北墙和东墙，将设备西面和南面外 2m 的范围规划为辐射工作区域，边界做玻璃墙作为隔离，监督区通过警示标志、实体边界等进行管理；	P37~38
4	按照防护要求的相关标准，规范辐射安全防护措施实施内容；	根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）对本项目的各项辐射安全与防护措施、安全操作要求进行分析，落实了辐射安全防护措施实施的各项内容，见表 10-2 和表 10-3；	P39~42
5	规范报告内容、标准及措词，完善相关图件；	完善了报告内容及相关图件；	见全文
6	落实专家组提出的其他意见。	完善了专家组提出的其他意见，详细意见修改说明见附件 6。	P95~96
<p>专家组组长：牛广秋 专家组成员：刘国卿、肖惠娟</p>			
<p>专家组组长确认签字：已按评审意见</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  2022 年 9 月 07 日 </div>			

目 录

表 1 项目基本情况.....	-1-
表 2 放射源.....	-10-
表 3 非密封放射性物质.....	-10-
表 4 射线装置.....	-10-
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	-11-
表 6 评价依据.....	-12-
表 7 评价标准与保护目标.....	-14-
表 8 环境质量和辐射现状.....	-17-
表 9 项目工程分析与源项.....	-25-
表 10 辐射安全与防护.....	-33-
表 11 环境影响分析.....	-43-
表 12 辐射安全管理.....	-52-
表 13 结论与建议.....	-60-
表 14 审批.....	-62-
附件 1 项目委托书.....	-63-
附件 2 环境 γ 辐射现状检测报告.....	-64-
附件 3 工业 CT 屏蔽防护材料说明书.....	-70-
附件 4 设备出厂辐射检测报告.....	-72-
附件 5 辐射安全管理规章制度.....	-82-
附件 6 专家详细意见修改说明.....	-94-
建设项目环评审批基础信息表.....	尾页

表 1 项目基本情况

建设项目名称		深圳市昌红科技股份有限公司使用工业 X 射线 CT 装置项目			
建设单位		深圳市昌红科技股份有限公司			
法人代表	李焕昌	联系人	张扬勇	联系电话	
注册地址		深圳市坪山区碧岭街道沙湖社区 锦龙大道 3 号昌红科技公司 1 层至 3 层			
项目地点		深圳市坪山区锦龙大道西侧 3 号主体厂房一层实验室			
建设项目总投资 (万元)	300	项目环保投 资(万元)	10	投资比例（环保投 资/总投资）	3%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	25
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		
其它	/				
<p>1.1 项目概况</p> <p>1.1.1 建设单位情况</p> <p>深圳市昌红科技股份有限公司成立于 2001 年，于 2010 年在深圳证券交易所创业板上市。是国家级高新技术企业，集自主研发、设计、制造、服务为一体的精准医疗器械及办公自动化（OA）系列产品开发生产的集团企业。公司总部及产业中心设在深圳市坪山区，目前公司已在深圳、河源、上海、江苏、安徽、香港、越南、菲律宾等设立了 13 家全资分支机构以及产业基地。公司经营范围包括：精密塑胶模具开发制造，医疗产品开发、医疗、OA、汽车、IT 等产品的精密塑胶成型及整机组装服务。公司现为国家级高新企业，拥有 30 多项制造专利。通过实现优良的经营管理体系，公司始终为全球客户提供高效、优质及高价值服务，并与主要客户建立战略伙伴关系，公司连续多年被客户授予品质金奖及贡献奖。</p>					

1.1.2 项目来由和目的

工业 X 射线 CT 装置用于高精密材料、电子器件的缺陷检测及结构分析，其检测精度可达微米量级，被誉为当今最佳无损检测和分析评估技术。为了改进精密模具结构件的产品制造工艺，进一步提高公司产品质量，增强企业的核心竞争力，深圳市昌红科技股份有限公司拟在深圳市坪山区锦龙大道西侧 3 号主体厂房一层试验室内安装使用 1 台蔡司 METROTOM 800 型工业 X 射线 CT 装置（下称：工业 CT），用于无损检测生产的精密医疗基因检测耗材、病毒分型检测管等产品的微小缺陷及不良失效分析，通过计算机技术及图像重建技术，为进一步改善模具缺陷、提高医疗产品质量提供依据。

根据《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，第 66 号）对射线装置的分类，工业 X 射线 CT 装置属于 II 类射线装置，本项目属于使用 II 类射线装置项目。现受深圳市昌红科技股份有限公司委托（见附件 1），广州星环科技有限公司对深圳市昌红科技股份有限公司使用工业 X 射线 CT 装置项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令 第 16 号），本项目应编制环境影响报告表。

1.1.3 项目建设规模

深圳市昌红科技股份有限公司（以下简称：昌红公司或建设单位）拟在深圳市坪山区锦龙大道西侧 3 号主体厂房一层试验室内安装使用 1 台蔡司 METROTOM 800 型工业 CT，用于无损检测生产的精密医疗基因检测耗材、病毒分型检测管等产品的微小缺陷及不良失效分析。

射线装置的基本参数信息见表 1-1。

表 1-1 拟使用装置信息一览表

名称	型号	最大管电压	最大管电流	数量	类别	使用场所
工业 CT	蔡司 METROTOM 800	130kV	0.3mA	1 台	II 类	试验室

本项目的工业 CT 自带屏蔽体，屏蔽体内部空间狭小，人员不能进入屏蔽体内部。待检工件通过装载门放入屏蔽体内进行检测，装载门可采用手动方式或通过操作

台的操作面板进行关闭，关闭后无法直接打开。操作人员放置好工件、关闭装载门，在操作台设置好检测参数后，设备可自动完成分析测试工作，自动保存分析数据，通过图像摄制和处理系统对检测图像进行进一步处理。

项目所在区域图见图 1-1，昌红公司厂区平面布置图见图 1-2。

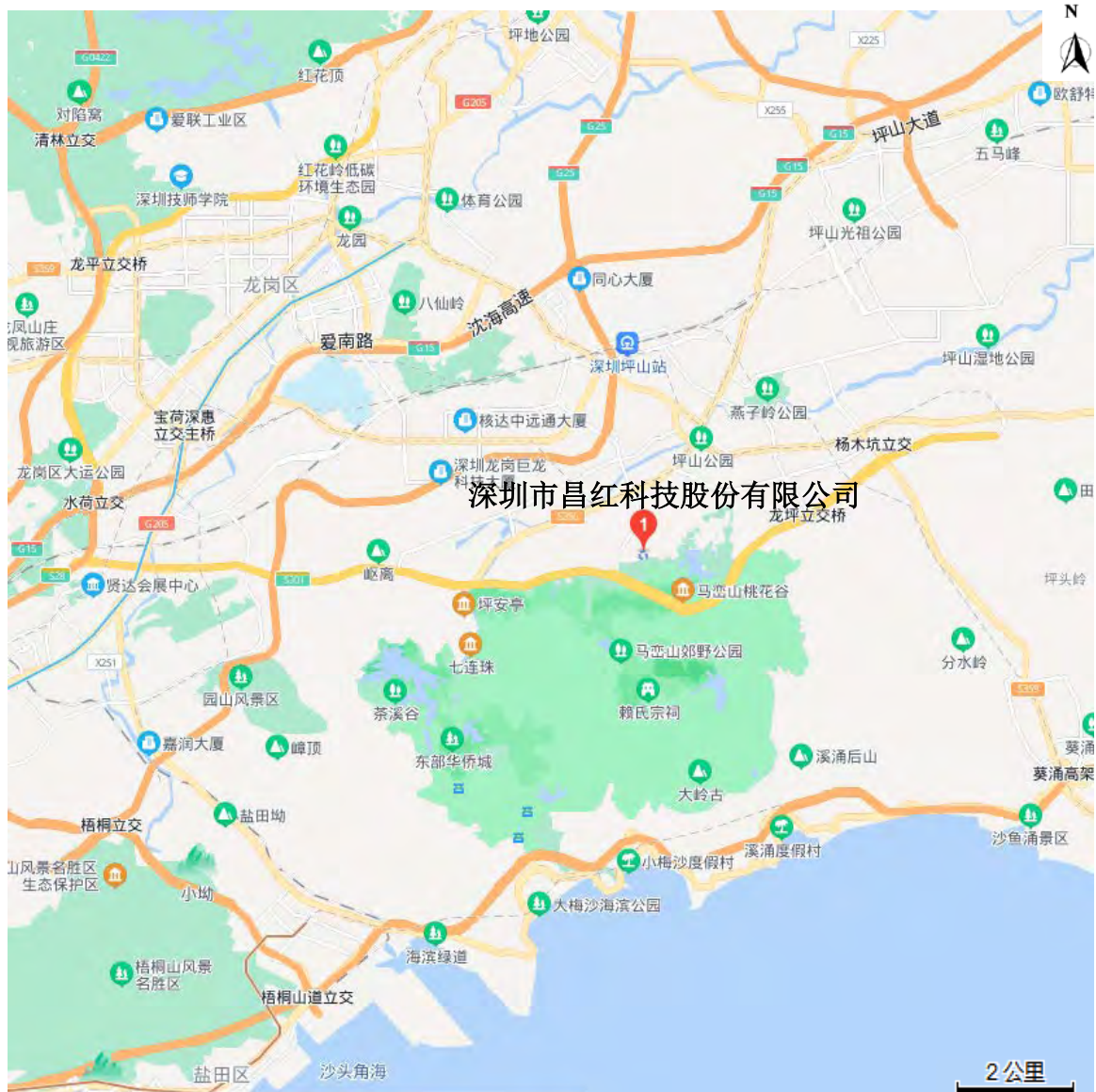


图 1-1 项目所在区域图

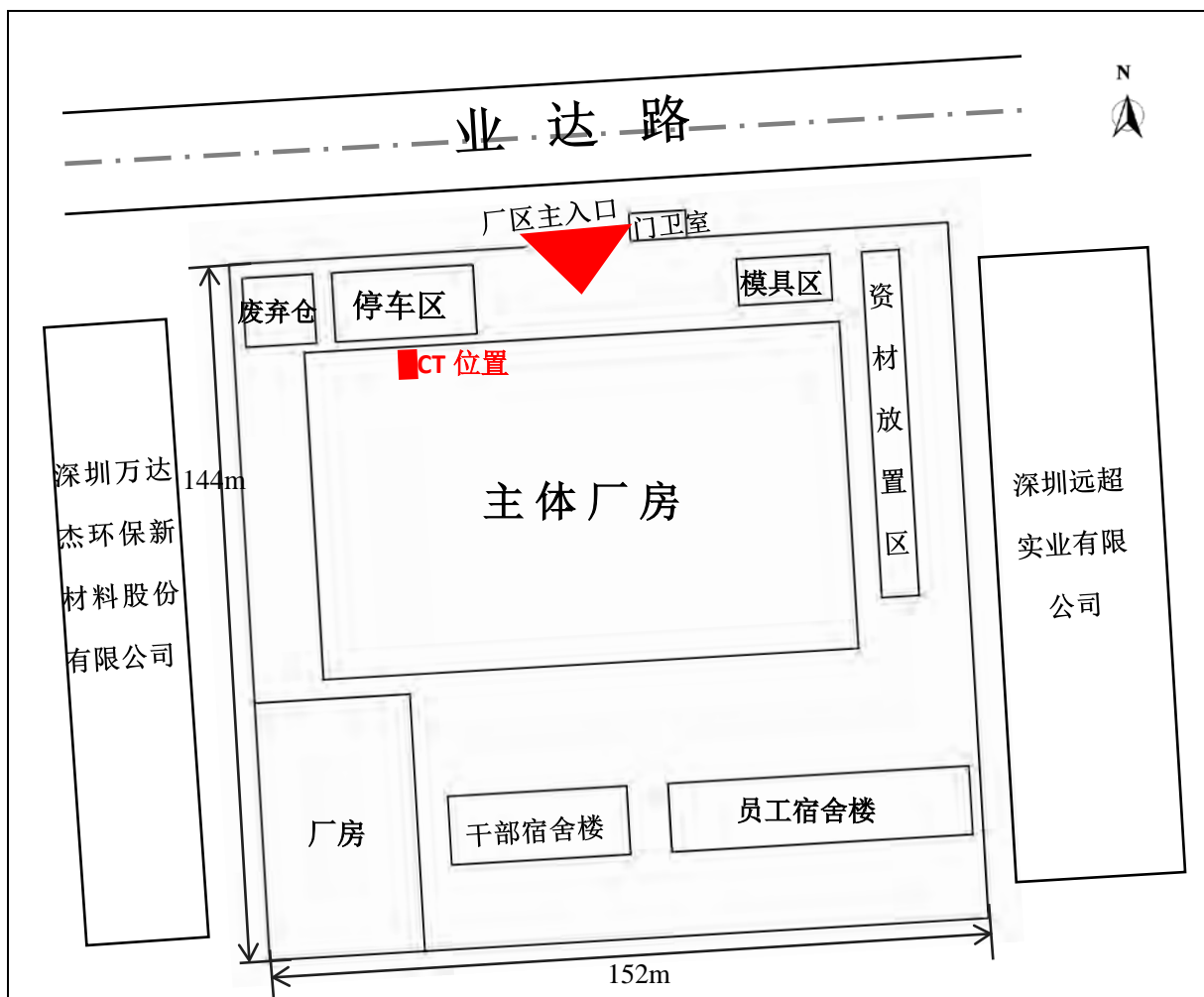


图 1-2 昌红公司厂区平面布置图

1.2 项目选址和周边关系

本项目选址位于昌红公司主体厂房一层北侧，主体厂房位于厂区的北侧位置，主体厂房四周主要分布有停车区、废弃仓、厂房、干部宿舍楼、员工宿舍楼、资材放置区、模具区、绿化带及厂区道路。本项目选址楼外东侧 52m 处是门卫室、65m 处是模具区、95m 处是资材放置区；南侧 72m 处是厂房、94m 处是干部宿舍楼、105m 处是员工宿舍楼；西侧 26m 处是厂区道路、45m 处是深圳万达杰环保新材料股份有限公司；北侧毗邻厂区道路、5m 处是废弃仓和停车区、33m 处是业达路。项目 50m 周边关系图见图 1-3，项目 200m 周边关系图见图 1-4。

本项目选址所在主体厂房为地上三层、无地下层的建筑，一层主要是模具车间和注塑车间，二层主要是办公区域。一层平面布置图见图 1-5，二层平面布置图见图 1-6。本项目的工业 CT 拟放置在主体厂房一层试验室，试验室东侧是医疗钳工区，南

侧是模具放置区，西侧是磨床车间，北侧是厂区道路。项目选址四周相邻场所一览表见表 1-2。

试验室内除了本项目的射线装置还有其他分析设备，射线装置固定在自屏蔽体内使用，建设单位设置专门的辐射工作区域。设备靠试验室的北墙和东墙，将设备西面和南面外 2m 的范围划为辐射工作区域，设备进厂后，边界做玻璃墙作为隔断。本项目四周 50m 范围内主要是工业园区范围内，200m 范围内无中小学、幼儿园等敏感点。根据《广东省未成年人保护条例》的相关规定：学校周围直线延伸二百米范围内禁止设立放射性等危险物品的使用场所或者设施。本项目东北侧的锦龙小学最近直线距离为 206m (>200m)，综上所述，本项目的选址合理。

表 1-2 项目选址四周相邻场所分布一览表

方位	楼内场所	楼外场所
东侧	医疗钳工区、医疗自动化区、大堂、省模部、接待室、模具放置区、修模区	-
南侧	试验室、模具放置区、钳工区、试模区、大水磨钻床、CNC 开粗区、OPS 火花机、自动化 OPS 加工区、注塑车间	-
西侧	磨床车间	厂区道路、深圳万达杰环保新材料股份有限公司
北侧	-	厂区道路、废弃仓、停车区、业达路
二层	办公室	-



图 1-3 项目 50m 周边关系图



图 1-4 项目 200m 周边关系图

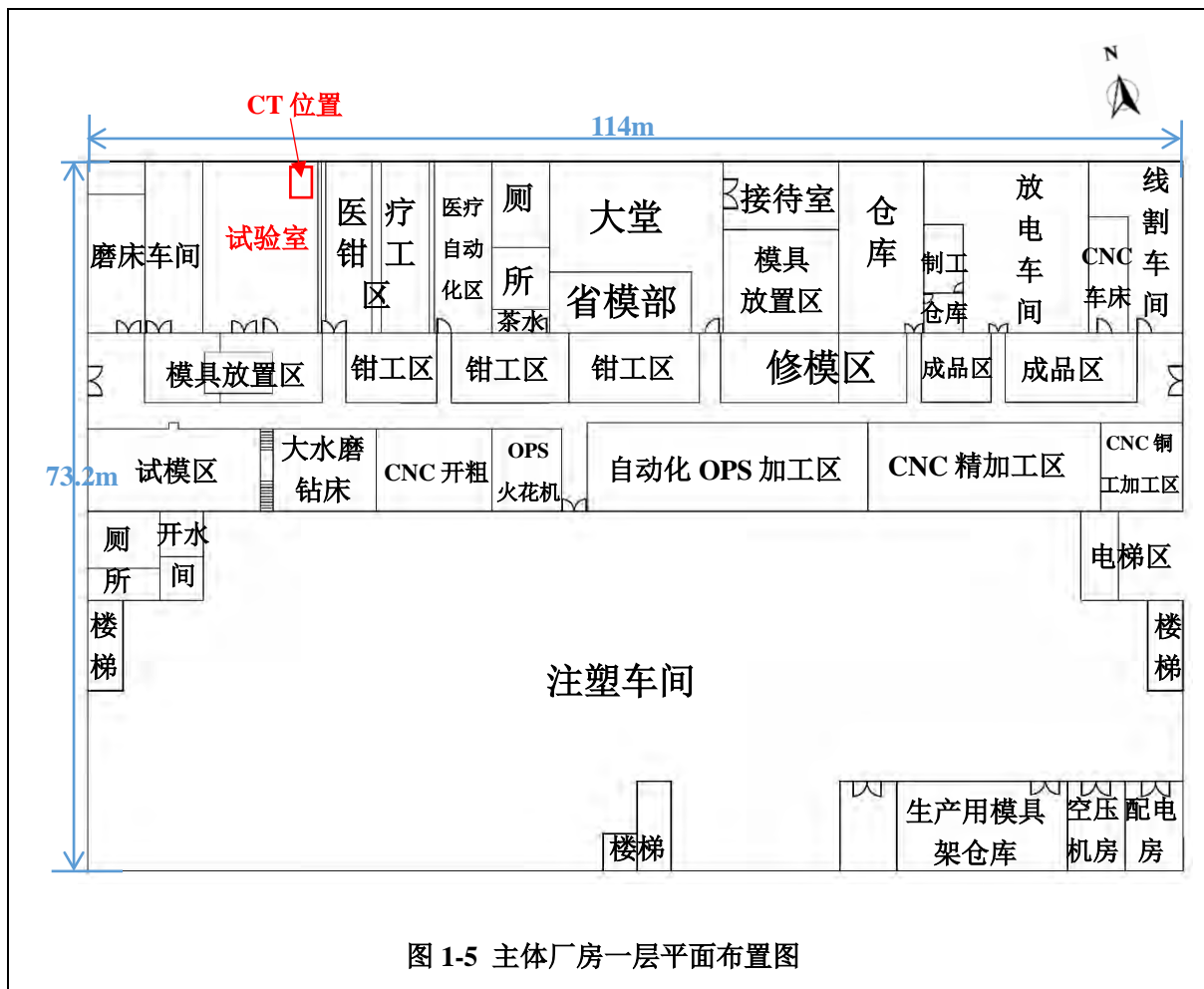


图 1-5 主体厂房一层平面布置图

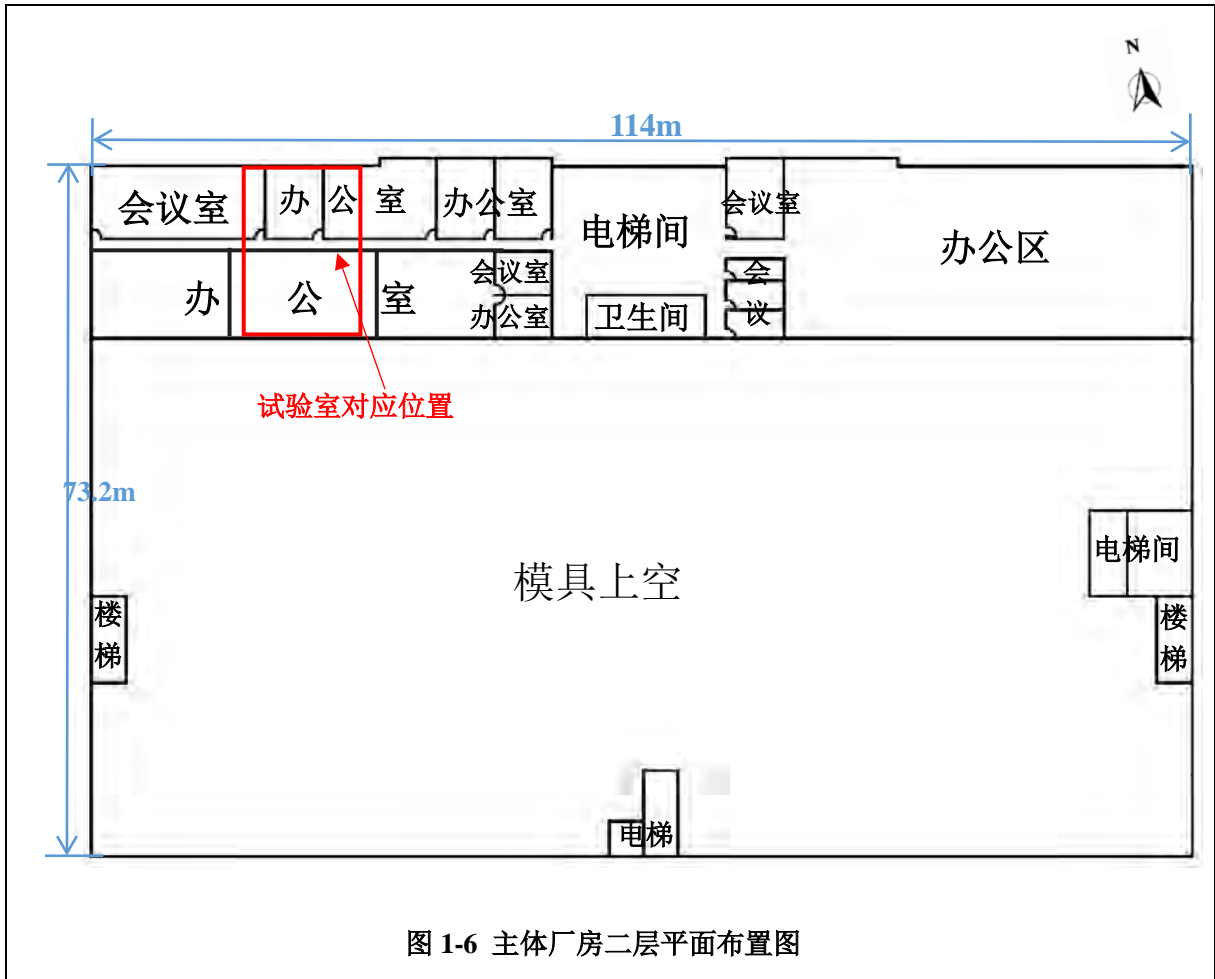


表 2 放射源

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
-								

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
-										

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)	额度电流 (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	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	工业 CT	II类	1 台	蔡司 METROTOM 800	130kV	0.3mA	无损检测生产的精密医疗基因检测耗材、病毒分型检测管等产品的微小缺陷及不良失效分析	试验室	-

(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			备注
										活度	贮存方式	数量	
-													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
有害气体 O ₃ 、NO _x 等	气体	-	-	-	微量	-	直接排放	经排风系统直接排到外环境

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(主席令第九号, 2015 年 1 月 1 日实施)</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改<中华人民共和国劳动法>等七部法律的决定》修正)</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日实施)</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令, 2005 年 12 月 1 日施行, 2019 年 3 月 2 日修订)</p> <p>(5) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国务院令 682 号, 2017 年 10 月 1 日实施)</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部第 20 号令, 2021 年 1 月 4 日修改)</p> <p>(7) 《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 18 号令, 2011 年 5 月 1 日实施)</p> <p>(8) 《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第 66 号, 2017 年 12 月 6 日发布)</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部部令第 16 号)</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令第 9 号, 2019 年 11 月 1 日实施)</p> <p>(11) 《广东省未成年人保护条例》(2009 年 1 月 1 日实施)</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》</p>
-------------	---

	<p>(生态环境部令第 57 号，2020 年 1 月 1 日实施)</p> <p>(13)《深圳市建设项目环境影响评价审批和备案管理名录(2021 年版)》(深环规[2020]3 号，2021 年 1 月 1 日实施)</p>
技术标准	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(3)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)</p> <p>(4)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)</p> <p>(5)《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>(6)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)</p> <p>(7)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)</p> <p>(8)《<工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范>(GBZ/T250-2014)第 1 号修改单》</p> <p>(9)《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)</p>
其他	<p>(1)《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社，2015 年出版)</p>

表 7 评价标准与保护目标

7.1 评价范围

本项目使用的II类射线装置带有固定的实体屏蔽体，参考《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)对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：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，因此本报告将射线装置自带屏蔽体外 50m 的范围选为评价范围。

7.2 保护目标

结合本项目的评价范围，本项目将评价范围内的辐射工作人员和公众列为保护目标，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

方位	区域	距离(m)	保护目标	影响人数	剂量约束值
-	试验室-辐射工作区域	-	辐射工作人员	3	≤5mSv/a
东侧	医疗钳工区	2	公众	6	≤0.25mSv/a
	医疗自动化区	13	公众	5	
	大堂	24	公众	5	
	省模部	25	公众	3	
	接待室	42	公众	5	
	模具放置区	43	公众	1	
	修模区	46	公众	4	
南侧	试验室	2	公众	5	
	模具放置区	14	公众	1	
	钳工区	14	公众	1	
	试模区	22	公众	4	
	大水磨钻床	23	公众	5	
	CNC 开粗区	24	公众	5	
	OPS 火花机	29	公众	5	

	自动化 OPS 加工区	37	公众	5
	注塑车间	40	公众	15
西侧	磨床车间	8	公众	8
	厂区道路	26	公众	3
	深圳万达西环保新材料股份有限公司	45	公众	20
北侧	厂区道路	2	公众	3
	废弃仓	5	公众	1
	停车区	5	公众	2
	业达路	33	公众	5
二层	办公室	5	公众	6

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射及公众照射剂量控制要求

(1) 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定:

①工作人员的照射水平不应超过下述限值:

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: 年有效剂量, 1mSv。

(2) 剂量约束值

①辐射工作人员:

本报告取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的职业照射剂量约束值, 即本项目的辐射工作人员的年有效受照剂量应不超过 5mSv/a。

②公众:

取公众年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的公众照射剂量约束值, 即本项目的公众的年有效受照剂量不超过 0.25mSv/a。

7.3.2 工作场所辐射剂量率控制要求

参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022), 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足:

(1) 关注点周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 对公众场所, 其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$;

(2) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目选址位于深圳市昌红科技股份有限公司厂区，项目地理位置见图 8-1。项目的建设场所位于昌红公司主体厂房一层试验室，目前射线装置未安装使用，四周的环境性质主要是楼房和道路，场址现状照片见图 8-2。



图 8-1 项目地理位置图



试验室-拟放 CT 位置



试验室



东侧-医疗钳工区



西侧-磨床车间



二层-办公室



停车区

图 8-2 场址现状照片

8.2 检测方案

8.2.1 检测方法、检测因子和检测仪器

为调查本项目所在区域及周围环境辐射水平现状，本项目委托广州星环科技有限公司于2022年4月18日对项目场址周围进行环境 γ 辐射现状检测，检测方法和因子见表8-1，检测仪器信息见表8-2。

表8-1 检测方法和因子

检测方法	检测因子
《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021)	环境 γ 辐射空气吸收剂量率

表8-2 检测仪器信息

仪器名称	X、 γ 辐射空气吸收剂量率仪	仪器型号	BG9511型
生产厂家	中广核贝谷科技有限公司	仪器编号	1SB07Y5R
检定日期	2021年11月25日	有效期	1年
测量范围	10nGy/h-600 μ Gy/h	能量响应	48keV-3MeV
检定单位	深圳市计量质量检测研究院	证书编号	214708220

8.2.2 项目概述

项目名称：深圳市昌红科技股份有限公司核技术利用建设项目场所环境 γ 辐射剂量率检测

受检单位：深圳市昌红科技股份有限公司

建设地点：深圳市坪山区锦龙大道西侧3号主体厂房一层试验室

检测日期：2022年4月18日

环境条件：天气：晴；气温：23℃；湿度：67%

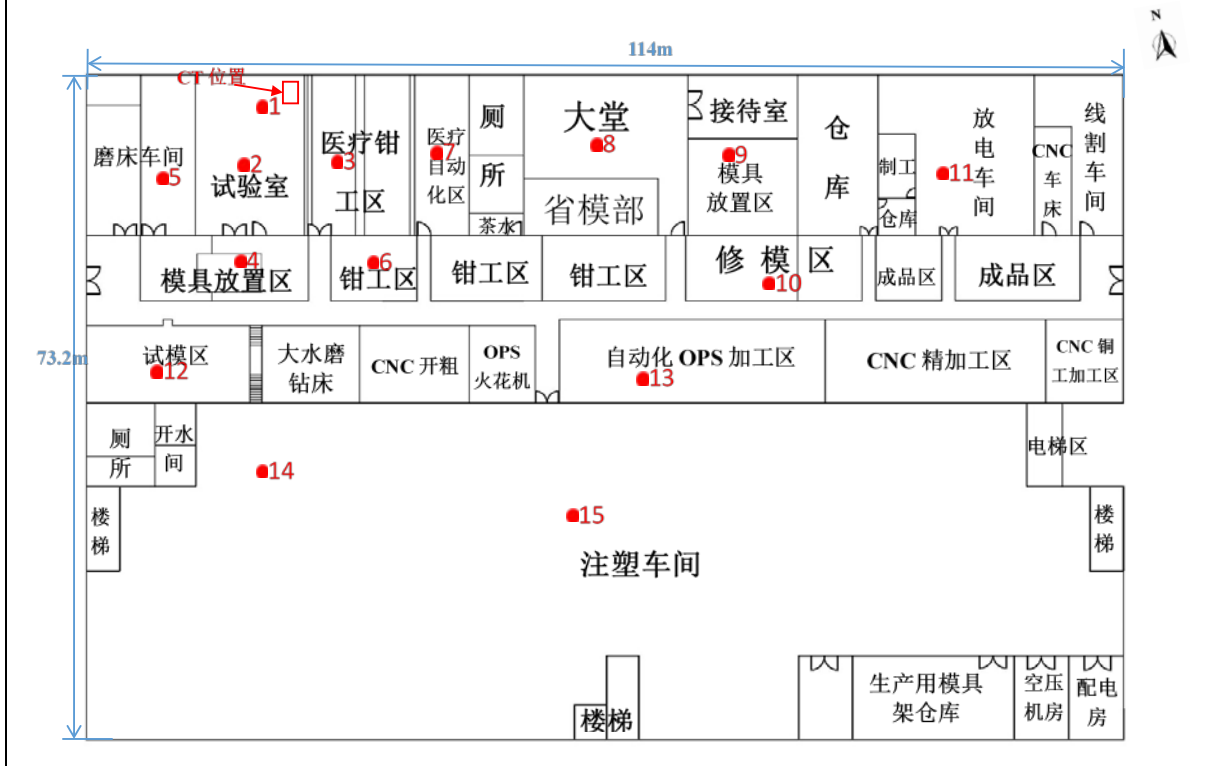
测量目的：获得环境 γ 辐射天然本底和人为活动所引起环境 γ 辐射水平变化的资料。

8.2.3 布点原则

本项目的环境辐射现状监测的点位主要位于室内和道路，按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)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。

本项目的测点布设进一步根据保护目标的分布及评价范围来选取，原则上项目评价范围内及楼上层，有保护目标分布场所的里面均至少布设一个点位。根据以上布点原则，本次共布设 25 个检测点位，检测布点见图 8-3 所示。



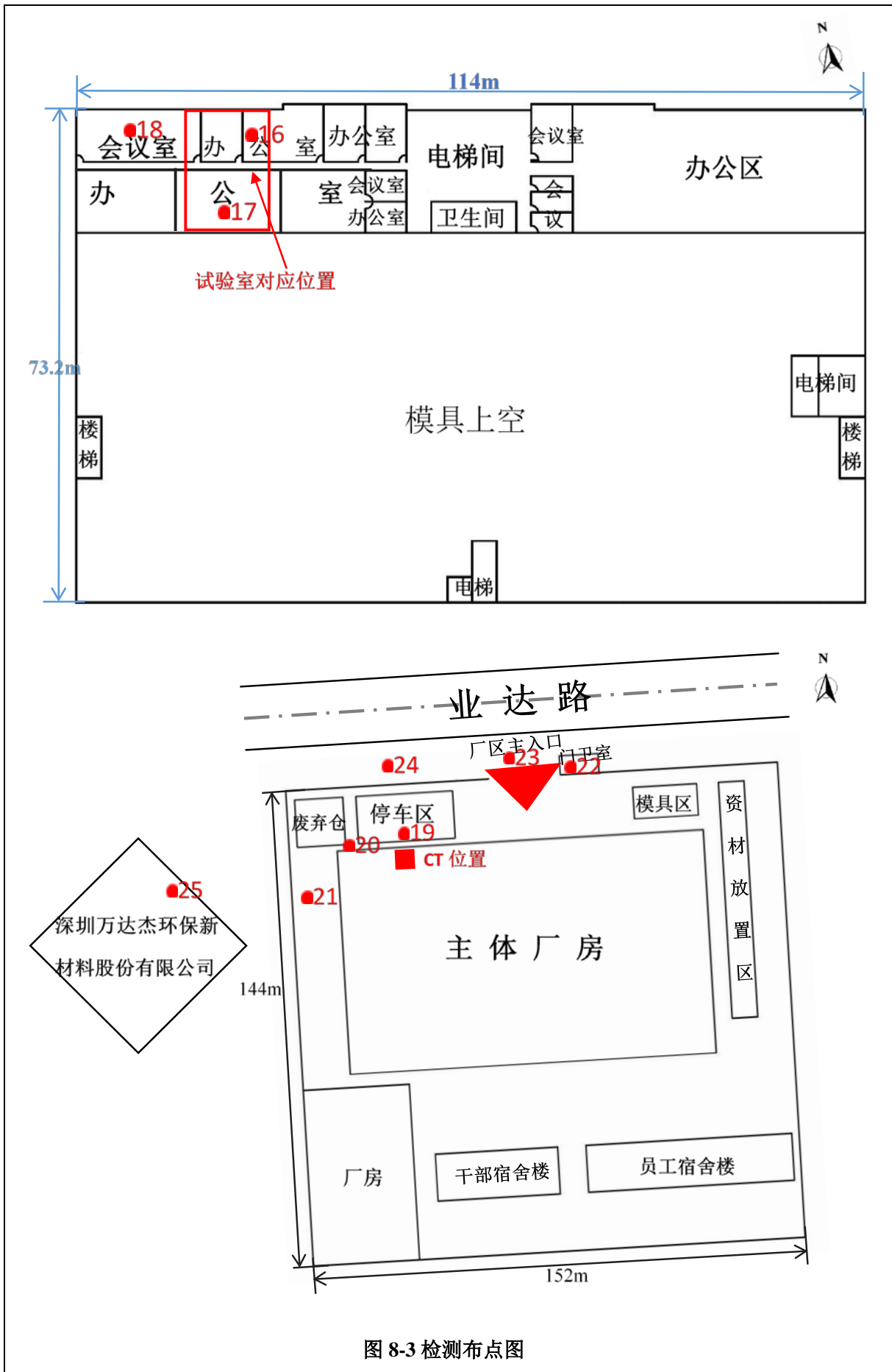


图 8-3 检测布点图

8.3 质量保证措施

(1) 承担本项目环境辐射现状检测的检测机构具备检验检测机构资质认定证书，依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 的标准，检测人员具备从事环境辐射监测的工作经验，充分了解环境 γ 辐射的特点，掌握辐射检测技术和技术标准，具备对检测结果做出正确判断的能力，熟悉本单位检验检测质量管理程序。

(2) 实施检测前，确认使用仪器的检测因子、测量范围和能量相应等参数均满足检测要求，核实检测现场的操作环境均满足所使用仪器的操作环境要求。提前开启检测仪器预热至少 1 分钟，并确认仪器的电量充足后，再进行检测。所有检测点位，读数稳定后，连续读取 10 个值，并经校正后求出测量值和标准偏差。除此之外还应做好以下质量保证措施：

(3) 测量人员经环境 γ 辐射剂量率测量相关专业培训并考核合格；环境 γ 辐射剂量率测量仪器定期校准，每年至少 1 次送到计量检定机构校准环境 γ 辐射剂量率测量仪器。

(4) 更新仪器和方法时，在典型的和极端的辐射场条件下与原仪器和方法的测量结果进行对照，以保持数据的前后一致性。

(5) 环境 γ 辐射剂量率测量应选用相对固有误差小的仪器 ($< \pm 15\%$)。

(6) 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，同时满足标准要求。

(7) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。质量保证活动按要求做好记录，并确保所有记录信息的完整性、充分性和可追溯性。

(8) 监测报告严格执行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.4 检测结果

检测结果参照 (HJ1157-2021) 的方法处理得到：

$$\dot{D}_{\gamma} = k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times \dot{D}_c$$

其中：

\dot{D}_γ : 测量值;

k_1 : 仪器校准因子, 0.915;

k_2 : 仪器检验源效率因子, 本仪器无检验源, 该值取 1;

R_γ : 读数值的平均值;

k_3 : 建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子, 楼房取值为 0.8, 平房取值为 0.9, 原野、道路取值为 1;

\dot{D}_c : 测点处宇宙射线响应值, 35nGy/h。

检测数据见表 8-3, 检测报告见附件 2。

表 8-3 建设项目场所环境 γ 辐射现状检测结果

点位编号	点位描述	距离(m)	表面介质	测量值(nGy/h)	标准差(nGy/h)	环境性质
1	试验室-辐射工作区域	-	地胶	145	2	楼房
2	南侧试验室	5	地胶	145	3	楼房
3	东侧医疗钳工区	5	地胶	139	2	楼房
4	南侧模具放置区	15	地胶	137	2	楼房
5	西侧磨床车间	11	地胶	138	3	楼房
6	南侧钳工区	18	地胶	134	3	楼房
7	东侧医疗自动化区	17	地胶	128	2	楼房
8	东侧大堂	34	地胶	135	3	楼房
9	东侧模具放置区	48	地胶	136	3	楼房
10	东南侧修模区	52	地胶	133	3	楼房
11	东侧放电车间	74	地胶	133	3	楼房
12	南侧试模区	27	地胶	135	3	楼房
13	东南侧自动化 OPS 加工区	51	地胶	133	3	楼房
14	南侧注塑车间	43	地胶	130	3	楼房
15	东南侧注塑车间	56	地胶	129	3	楼房

16	二层-办公室	5	地砖	135	3	楼房
17	二层-办公室	6	地砖	134	3	楼房
18	二层-会议室	7	地砖	133	3	楼房
19	北侧停车区	7	混凝土	101	3	道路
20	北侧厂区道路	5	混凝土	103	3	道路
21	西侧厂区道路	28	混凝土	104	3	道路
22	东北侧门卫室	53	地胶	128	3	平房
23	东北侧厂区主入口处	61	混凝土	102	3	道路
24	北侧业达路旁	30	混凝土	103	2	道路
25	西侧深圳万达杰环保新材料股份有限公司	47	混凝土	135	3	楼房

注：检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，每个测量点测量 10 个读数。

从表 8-3 中的数据可见，本项目建设场地及周围区域的室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 128~145nGy/h，室外道路环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 101~104nGy/h。

参考《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年出版）报道的深圳市环境 γ 辐射空气吸收剂量率的调查结果：深圳市的室内 γ 辐射剂量率调查水平在 127.4~153.1nGy/h 之间，室外道路环境 γ 辐射剂量率调查水平在 101.5~127.8nGy/h 之间。对比表明，项目选址周围的环境 γ 辐射剂量率在深圳市环境 γ 辐射空气吸收剂量率的调查结果范围内，建设项目场所环境 γ 辐射现状未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 设备组成和工作方式

本项目拟使用的蔡司 Metrotom 800 型工业 X 射线 CT 装置由自带屏蔽体、X 射线发生器、探测器、工件装载系统、控制柜、数据处理系统和操作系统等基本组件组成，外观结构图如图 9-1 所示，内部结构图如图 9-2 所示，控制柜内部结构图如图 9-3 所示，基本安全组件列于表 9-1。

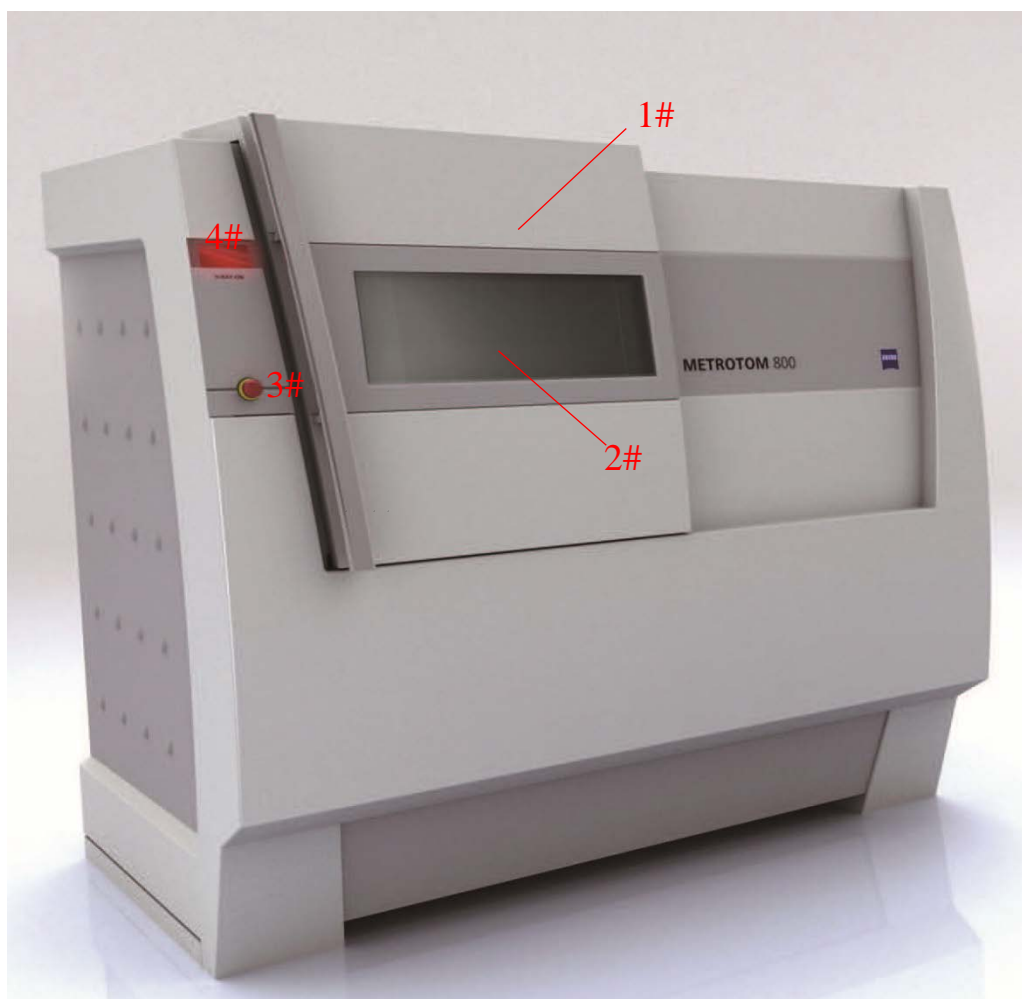


图 9-1 工业 CT 外观结构图

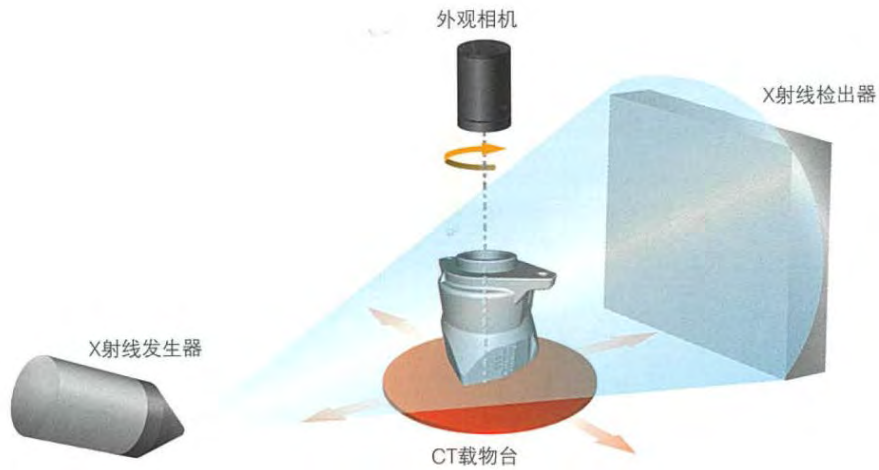


图 9-2 工业 CT 内部构造示意图

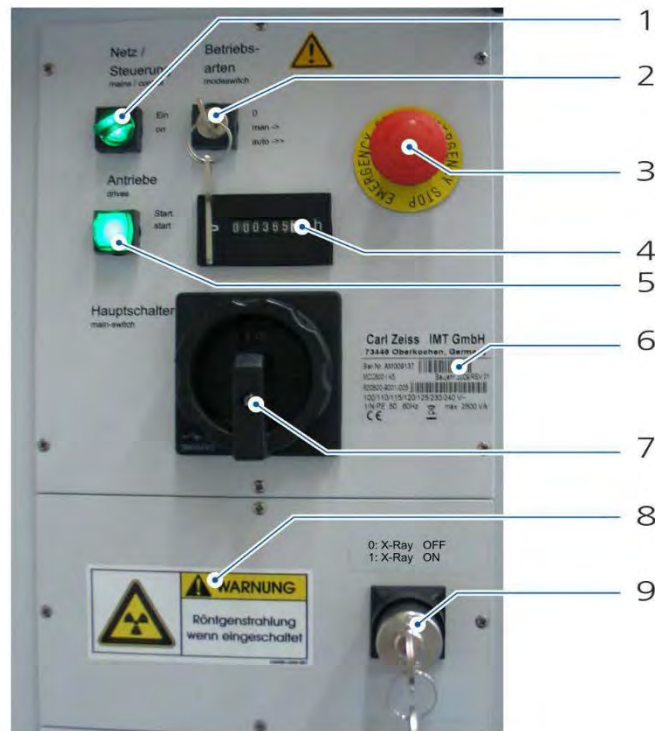


图 9-3 控制柜内部结构图

表 9-1 工业 CT 安全组件列表

设备	序号	名称	序号	名称
射线装置 (图 9-1)	1	装载门	2	观察窗
	3	急停按钮	4	工作警示灯
控制柜 (图 9-3)	1	带指示灯的控制器旋转开关	2	操作模式选择开关

	3	急停按钮	4	工作小时计数器
	5	带指示灯的驱动按钮	6	铭牌
	7	主电源开关	8	X 射线辐射警示标志
	9	X 射线钥匙开关	/	/

本项目的工业 CT 自带屏蔽体，待检工件可以通过装载门放入屏蔽体内进行检测，装载门可采用手动方式或通过操作台的操作面板进行关闭，关闭后无法直接打开，可通过操作台的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、关闭装载门、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，通过操作位置上的图像摄制和处理系统对检测图像进行进一步处理。

X 射线出束期间，操作人员一般位于距离装载门约 1m 的操作位，出束期间无需人员干预。

X 射线朝右照射，射线管右侧有一个检测平台，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。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。在扫描过程中工件在转台进行 360 度旋转，以获取零件每个位置的 2D 图像，在获取 30 度零件不同位置的 2D 图片后，进行 3D 重构，得到工件的 3D 内部结构图。

9.2 工作原理

9.2.1 X 射线装置原理

X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9-3 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能会以光子（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。

从 X 射线管阴极上产生射向金属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。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序

数、电子流强度和管电压的平方。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。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 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

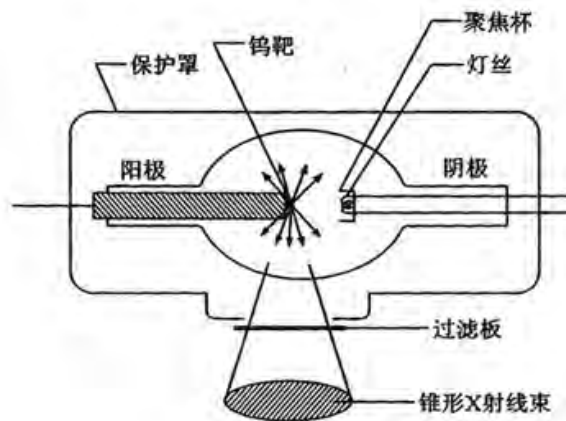


图 9-4 X 射线管示意图

9.2.2 工业 CT 原理

电子计算机断层摄影(Computed tomography, 简称 CT)是近十年来发展迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

工业 CT 机一般由射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，其工作示意图如图 9-5 所示。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图象重建。与射线源紧密相关的准直器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移，以及机械转盘、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进

行图象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图象重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。

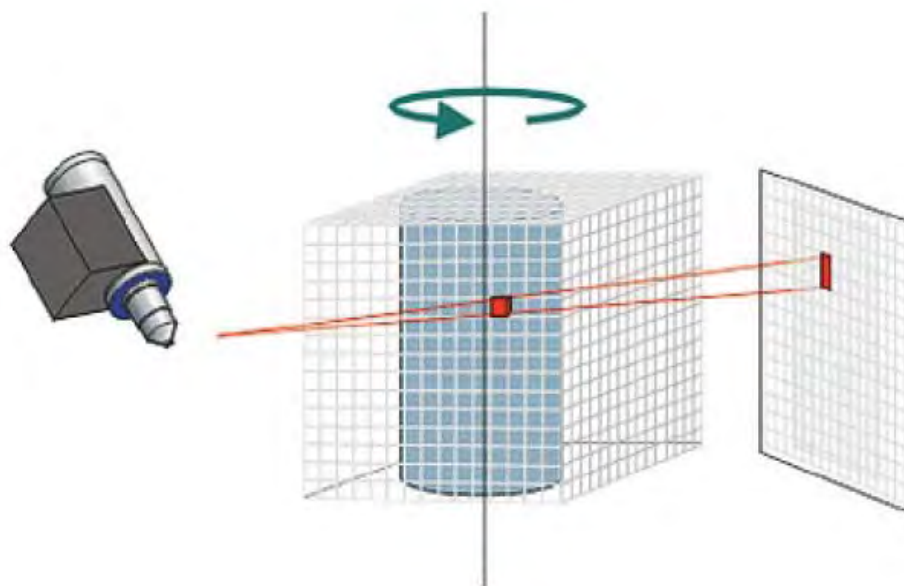


图 9-5 工业 CT 工作示意图

9.3 工艺流程和产污环节

本项目使用的工业 CT 主要通过控制电脑上的操作软件完成检测，相应的工艺流程如图 9-6 所示。

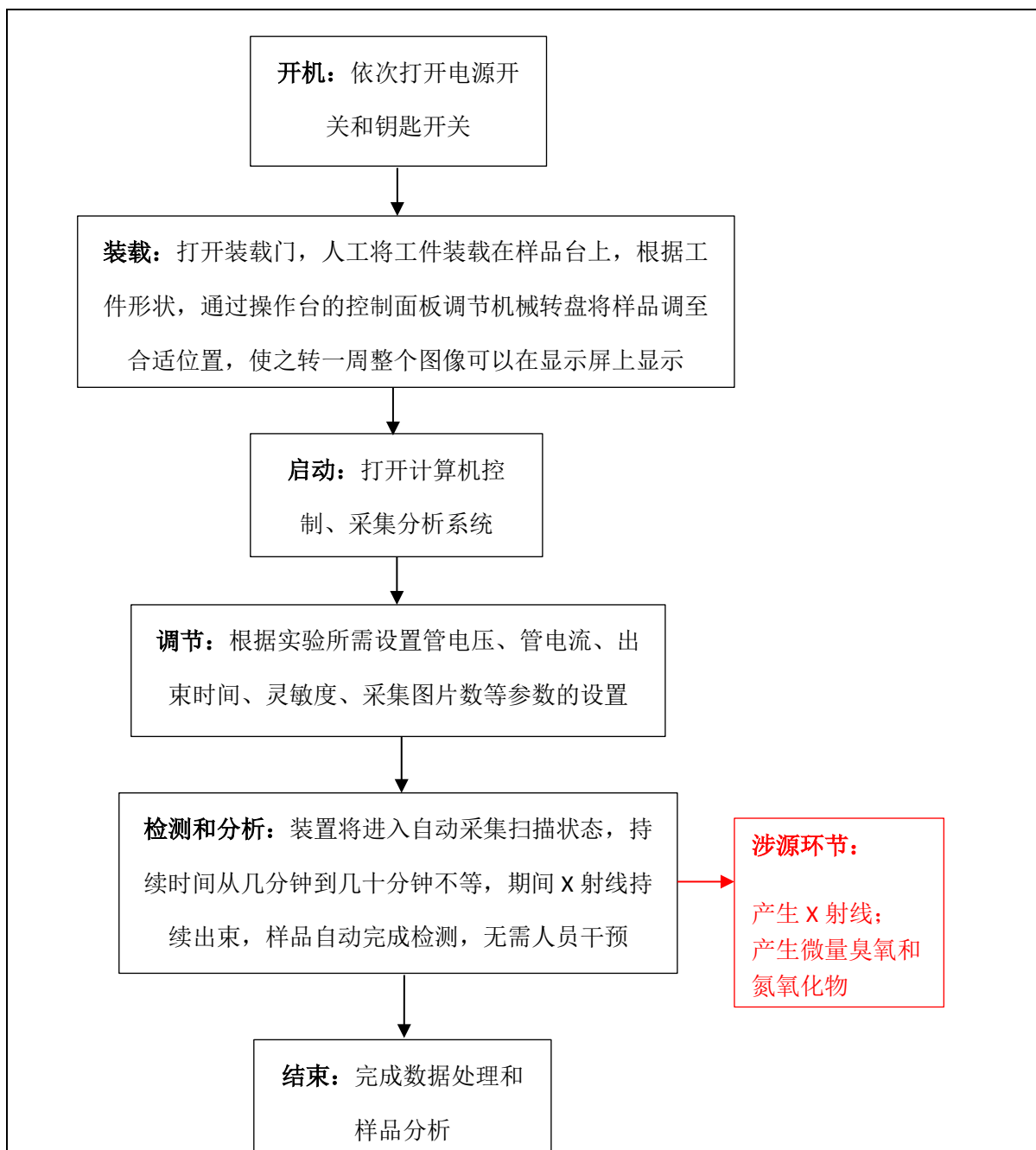


图 9-6 工艺流程及产污环节图

结合本项目的操作流程，可分析得出本项目的涉源环节、污染源、受本项目污染源影响的主要人群，见表 9-2。

表 9-2 产污环节分析一览表

产污环节	“检测和分析”环节
污染源	X 射线、臭氧和氮氧化物
受本项目污染源影响的主要人群	操作该装置的工程师（辐射工作人员）

9.4 工作负荷和人员配置

该装置投入使用后，预计每天使用时间约 8 个小时，8 个小时里面包括放置工件、X 射线出束、以及其他准备的时间，X 射线出束的时间约 3 个小时，每周 6 个工作日，全年工作时间约 52 周，工作负荷一览表见表 9-3。

表 9-3 工作负荷一览表

日出束时间	周出束时间	年出束时间
3 小时/天	18 小时/周	936 小时/年

建设单位拟安排 4 名工程师（管理 1 名、操作兼管理 1 名、操作 2 名），经辐射安全与防护培训和考核合格后成为辐射工作人员，负责管理或操作该射线装置。因辐射工作人员的年操作时长不同，为保守估算，辐射工作人员单人的工作负荷保守取全年负荷值。

9.5 污染源项描述

9.5.1 辐射源

①正常工况

本项目的主要污染因子是 X 射线，随 X 射线发生器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、泄漏及散射，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。

②事故工况

本项目使用的设备在事故工况下，可能产生辐射影响的情形有以下几点：

- a. 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 射线泄露使工作人员受到不必要的照射；
- b. 装载门安全联锁发生故障，工作人员在取放工件的过程中，意外开启 X 射线发生器，导致工作人员被意外照射；

c. 设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使在场所有人员受到意外照射。

9.5.2 其他污染源

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，保持工作场所的良好通风可避免辐射工作场所空气中的有害气体含量增加。

9.6 源强分析和参数

本项目的射线装置有用线束距辐射源点 1m 处的剂量率由设备厂家给出，泄露射线距辐射源点 1m 处的剂量率参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）取值，源强有关参数见表 9-3。

表 9-3 源强参数

技术参数	数值
最大管电压	130kV
最大管电流	0.3mA
滤过条件	0.25mmCu+2mmAl
有用线束距辐射源点 1m 处剂量率	0.175mGy/s
泄露线束距辐射源点 1m 处剂量率	$1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射屏蔽设计

本项目拟使用的蔡司 Metrotom 800 型工业 CT 自带屏蔽体，工业 CT 结构图如图 10-1 至图 10-3 所示，结构和屏蔽参数见表 10-1，设备屏蔽防护材料说明见附件 3。

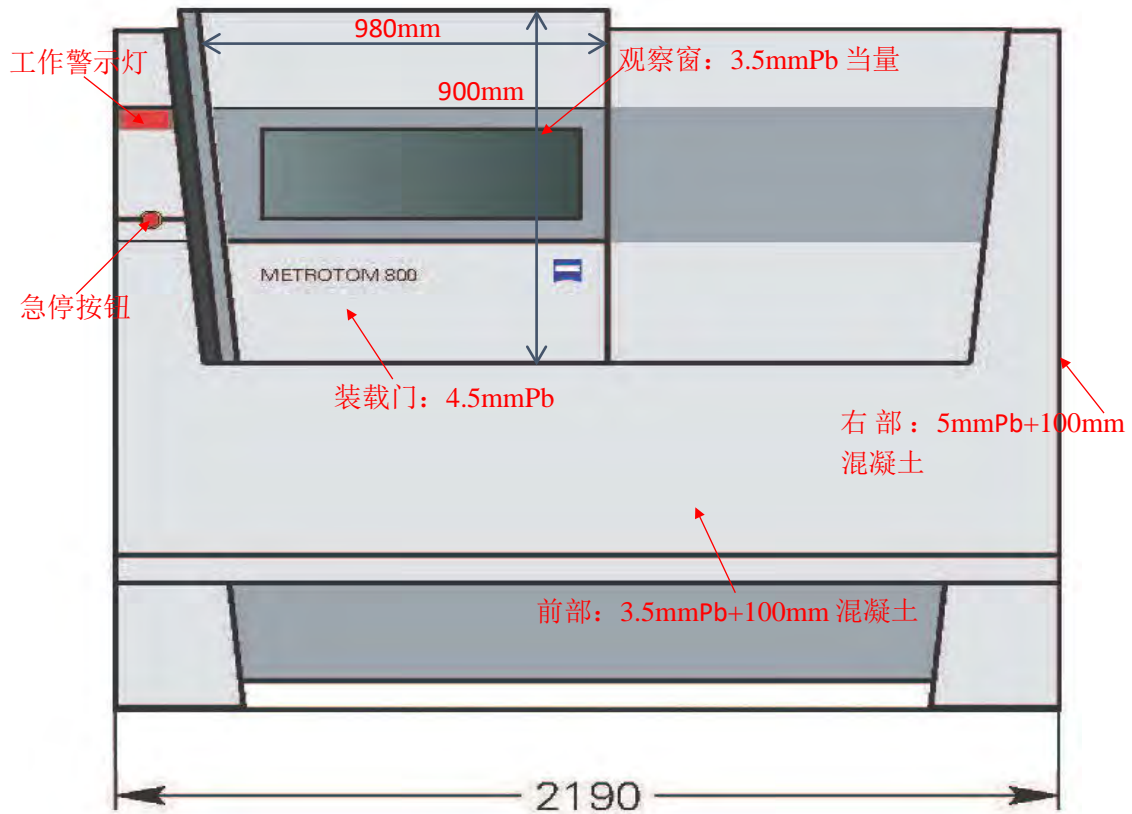


图 10-1 装置结构主视图

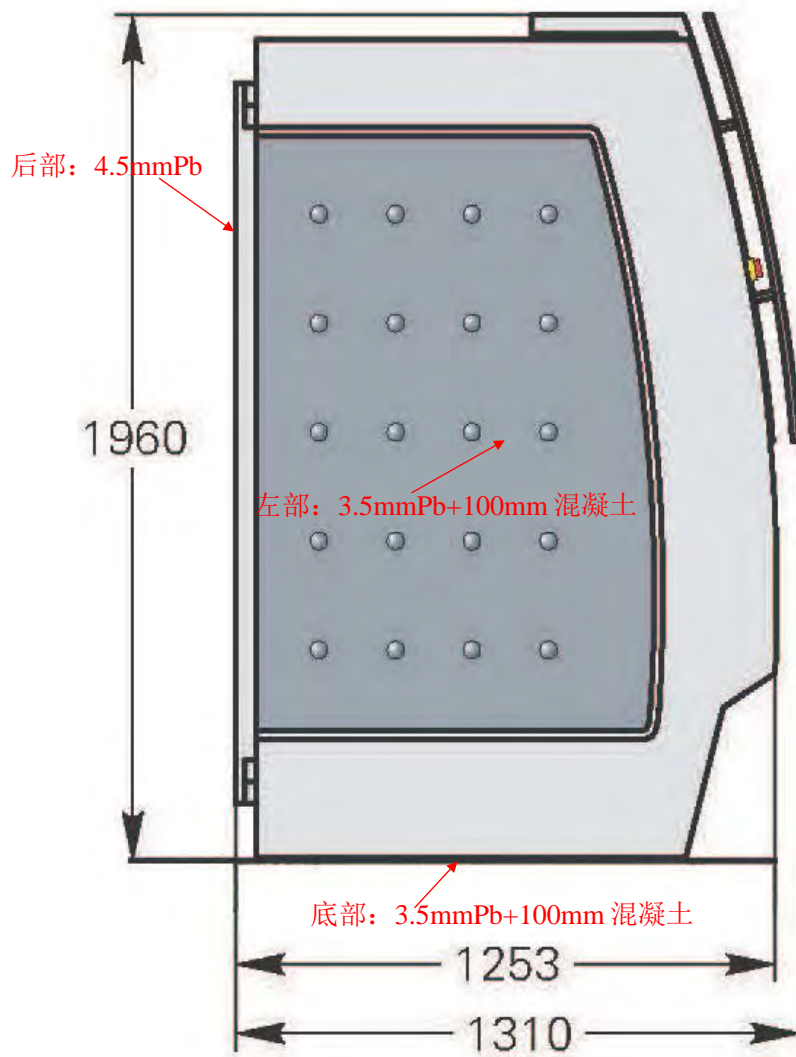


图 10-2 装置结构左视图

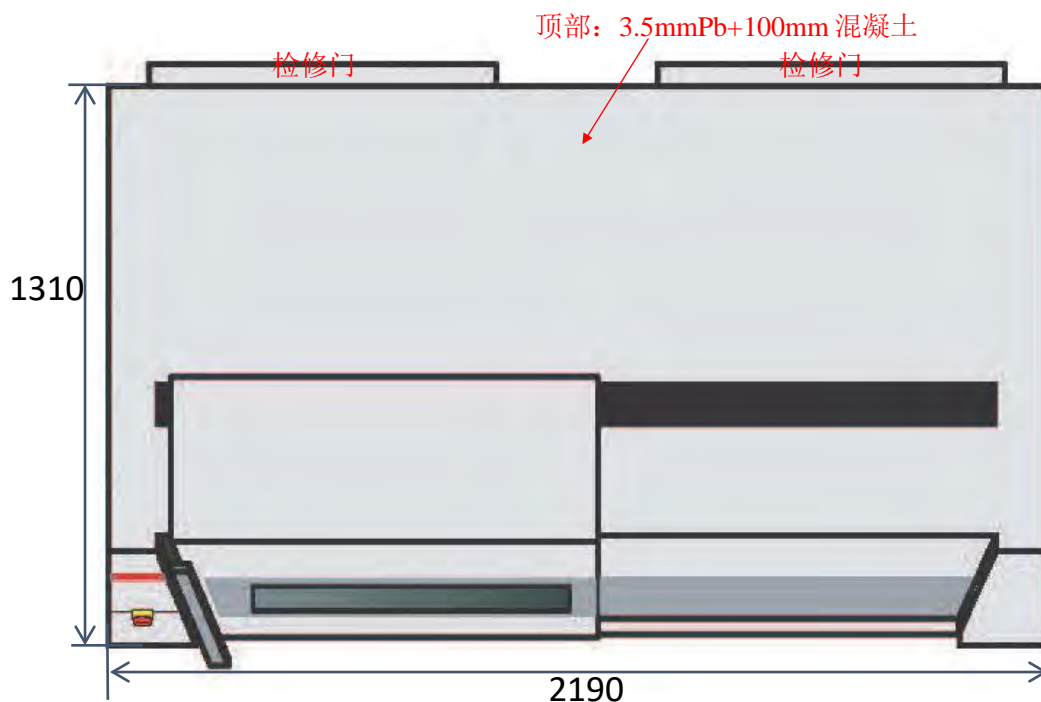


图 10-3 装置结构俯视图

表 10-1 工业 CT 屏蔽体结构和屏蔽参数一览表

项目	设计情况	屏蔽铅当量
设备尺寸	长×宽×高=2190mm×1310mm×1960mm	
装载门尺寸	长×高=980mm×900mm	
前部	3.5mm 铅板+100mm 混凝土	4.5mmPb
后部	不锈钢面板内衬 4.5mm 铅板	4.5mmPb
左部	3.5mm 铅板+100mm 混凝土	4.5mmPb
右部	5mm 铅板+100mm 混凝土	6mmPb (主射面)
顶部	3.5mm 铅板+100mm 混凝土	4.5mmPb
底部	3.5mm 铅板+100mm 混凝土	4.5mmPb
观察窗	四周: 不锈钢面板内衬 3.5mm 铅板 中间: 3.5mmPb 当量特种玻璃	3.5mmPb
装载门	不锈钢面板内衬 4.5mm 铅板	4.5mmPb
检修门	不锈钢面板内衬 4.5mm 铅板	4.5mmPb

注: 参考 (GBZ130-2020) 表 C.4, 100mm 混凝土等效约 1mmPb。

10.2 辐射安全与防护措施

10.2.1 安全联锁装置

本项目设有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门和检修门正常关闭、警示装置正常的情况下射线装置才能启动，才能正常出束，一旦其中有一道设备未关到位，射线装置将不能启动。X 射线出束期间，触发任何一道安全设施或者发生故障，X 射线将立即切断出束。



图 10-4 控制柜辐射安全与防护设施分布图

10.2.2 警示设施和工作状态指示灯

建设单位将在设备的正面张贴电离辐射警示标志，辐射工作区域将张贴“辐射工作场所，非辐射工作人员禁止进入”的工作警示牌。本项目的射线装置自带有工作警示灯，X 射线出束时工作警示灯将进行警示，工作警示灯见图 10-1。射线装置自带有工作状态指示信号，具有三种工作状态指示：绿灯（装置准备就绪，可以出束），黄灯（装载门未关标志），红灯（X 射线正在出束）。

10.2.3 多重开关

控制柜设有 X 射线钥匙开关、主电源开关和其他多重开关（见图 10-4），只有同时打开后 X 射线钥匙开关和主电源开关设备才能启动，关闭任意一道开关 X 射线都将无法正常出束。

10.2.4 紧急停机

射线装置正面机身显眼位置设有 1 个急停按钮（见图 10-1），发生紧急事故时可以迅速切断设备的多项部件的电源。

10.2.5 辐射监测设施

建设单位拟为辐射工作人员各配备 1 个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，并在工作期间正确佩戴好，个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。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区域，并立即向辐射工作负责人报告。

为日常监测配备 1 台便携式剂量率仪，使用便携式剂量率仪定期（每个月 1 次）对射线装置周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

10.3 辐射工作场所布局和分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，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。

对于控制区：应采用实体边界划定控制区，在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合相关规定的警告标志；运用行政管理程序，如进入控制区的工作许可证制度和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区。

对于监督区：采用适当的手段划出监督区的边界；在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.2 的规定：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。

布局：本项目射线装置靠试验室的北墙和东墙，将设备西面和南面外 2m 的范围规划为辐射工作区域，边界做玻璃墙作为隔断。玻璃房尺寸为长×宽×高=5.6m×

3.9m×2m，玻璃房上方不封顶，设置门禁，只有授权人员才能进入操作。辐射工作区域里只放置射线装置、操作台及配套设施，不作其他用途，操作台设在射线装置正面一侧，避开了有用射线的照射方向。

分区：本项目的辐射工作场所分区示意图如图 10-5 所示。建设单位拟将射线装置实体屏蔽内部区域划为控制区，将屏蔽体外整个辐射工作场所区域（设备西面和南面外 2m）划为监督区。

本项目控制区通过实体屏蔽、急停装置、安全连锁装置等进行控制，监督区通过警示标志、实体边界、门禁等进行管理。综上说明本项目的工作场所分区方案有利于场所分区管理，可有效隔离非辐射工作人员进入监督区。综上说明该辐射工作场所的布局 and 分区合理。

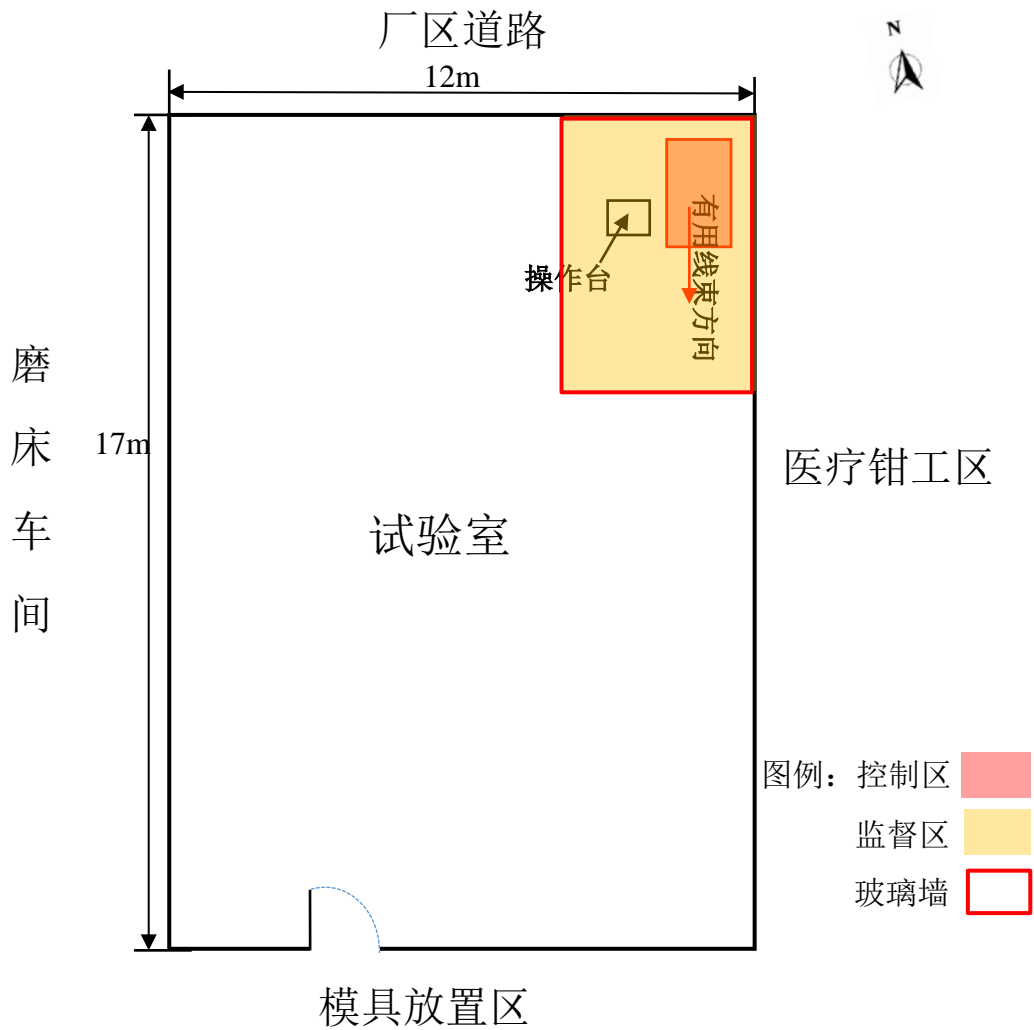


图 10-5 工作场所布局和分区示意图

10.4 与标准的对照分析

按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)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 至 10-5。

表 10-2 辐射工作场所布局和分区要求对照分析表

(GBZ117-2022) 的辐射工作场所布局和分区要求	辐射工作场所布局和分区实施计划
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。	射线装置自带屏蔽体,设置专门的辐射工作区域内,充分考虑了周围的辐射安全。 操作台设在射线装置正面一侧,有用线束朝右部照射,避开了有用线束的照射方向。
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,将屏蔽体外整个辐射工作场所区域(设备西面和南面外 2m)划为监督区。满足 GB18871 的要求。

表 10-3 工作场所辐射屏蔽要求对照分析表

(GBZ117-2022) 的工作场所辐射屏蔽要求	工作场所辐射屏蔽实施计划
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,射线装置屏蔽体和装载门的辐射屏蔽均同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。
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	本项目屏蔽体顶部的辐射屏蔽要求同上; 根据表 11 的理论计算,屏蔽体顶部的辐射屏蔽同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。

控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。

表 10-4 各项辐射安全与防护措施对照分析表

(GBZ117-2022) 的辐射安全与防护安全要求	辐射安全与防护实施计划
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。	本项目的射线装置设有安全联锁系统,安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门和检修门正常关闭、指示灯正常的情况下射线装置才能启动,才能正常出束,一旦其中有一道设施未关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。本项目射线装置内部空间狭小,人员无法进入装置内部。
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,并与探伤机连锁。“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“预备”和“照射”信号意义的说明。	本项目的射线装置顶部设有工作状态指示灯,具有3种工作状态指示:绿灯亮(装置准备就绪,安全联锁正常,可以出束),黄灯亮(装载门未关闭到位,安全联锁没有正常启动),红灯亮(X 射线正在出束),与工作场所内其他报警信号有明显区别。将在试验室辐射工作区域内醒目位置张贴“照射”和“预备”信号意义的说明。 由于设备内部空间狭小,人员无法进入,设备内部没有设置工作状态指示灯。
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置,在控制室的操作台应有专用的监视器,可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目属于小型自屏蔽式射线装置,人员无法进入到屏蔽体内部,因此本项目未安装专用的监视器。
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识和中文警示说明。	建设单位在购买和安装了该装置后,将在装置正面张贴电离辐射警示标志,辐射工作区域将张贴“辐射工作场所,非辐射工作人员禁止进入”的中文警示牌。

<p>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。</p>	<p>射线装置正面机身处的显眼位置设有1个急停按钮，发生紧急事故时可以迅速切断装置的多项部件的电源，立即终止出束；急停按钮将标明功能和使用方法。急停按钮设在屏蔽外，人员不需要穿过主射线束就能够使用。</p>
<p>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。</p>	<p>建设单位拟在玻璃房上方安装了1个机械排风装置，连接北墙的预留排风孔，排风口朝向楼外空中区域，排风口周围无人员密集场所。设计排风量不小于0.05m³/s，该玻璃房的体积约为43.68m³，排风扇在工作期间保持开启，可确保玻璃房每小时有效通风换气次数为4.12次，不少于3次。</p>
<p>6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>建设单位拟为辐射工作人员各配备1台个人剂量报警仪，个人剂量报警仪具有实时显示和报警功能，可以满足实时监测和报警的要求。本项目属于小型自屏蔽式射线装置，人员不需要进入到屏蔽体内部操作。</p>

表 10-5 安全操作要求及实施计划对照表

(GBZ117-2022) 的安全操作要求	安全操作实施计划
<p>6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机连锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。</p>	<p>工作人员作业前检查射线装置门-机连锁装置、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。</p>

<p>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。</p>	<p>建设单位拟为每位辐射工作人员配备 1 个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好。一旦个人剂量报警仪发出报警信号需立刻暂停辐射工作并阻止其他人员进入辐射工作区域，向辐射防护负责人报告并查找原因。本项目属于小型自屏蔽式射线装置，人员不需要进入到屏蔽体内部操作。</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 台便携式剂量率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（每月 1 次），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。计划每年一次委托有资质的第三方检测机构对装置外的环境辐射水平进行年度检测。</p>
<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>工作人员作业前检查便携式剂量率仪是否正常工作，如发现便携式剂量率仪不能正常工作时，则不能开始辐射工作。</p>
<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安全联锁设施全部正常的情况下，射线装置才能启动、才能出束，把潜在的辐射降到最小。</p>
<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>本项目的射线装置自带屏蔽体，屏蔽体内部空间狭小，人员无法进入屏蔽体内部。辐射工作人员需要在辐射工作前确认各项安全联锁系统正常的情况下射线装置才能启动，才能开始辐射工作。</p>
<p>小结：综上所述，建设单位拟采取的各项辐射安全与防护措施、辐射安全操作要求等满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。</p>	

10.5 三废的治理

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》（GBZ117-2020）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。

为保持玻璃房的空气清新，建设单位拟在玻璃房上方安装了 1 个机械排风装置，连接北墙的预留排风孔，排风口朝向楼外空中区域，排风口周围无人员密集场所。设计排风量不小于 $0.03\text{m}^3/\text{s}$ 。该玻璃房的体积约为 43.68m^3 ，排风扇在工作期间保持开启，可确保玻璃房每小时有效通风换气次数为 4.5 次，由工业 CT 内部空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物将被及时排至外环境，并得到迅速分解，不会在室内环境积累，满足“X 射线探伤场所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

建设阶段环境影响分析

本项目使用成品电气设备，不涉及施工建设，因此本项目基本无建设阶段的环境影响。

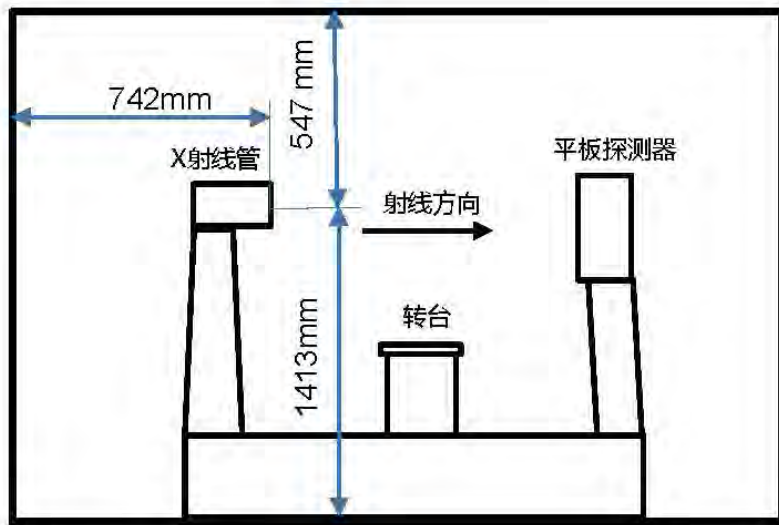
运行阶段对环境的影响

11.1 辐射剂量率估算

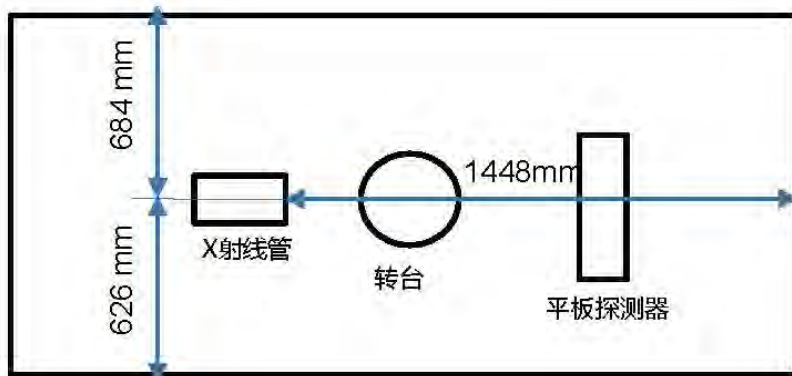
本项目拟使用的蔡司 Metrotom 800 型自带屏蔽体，按照厂家给的出厂辐射检测报告（见附件 4），该设备正常运行时，设备屏蔽体外辐射剂量率不超过 $0.5\mu\text{Sv/h}$ ，工业 CT 屏蔽性能良好。

本项目拟使用工业 CT 最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA，为了进一步分析本项目运行时对周围环境的影响，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关公式，估算 X 射线出束时，设备各个面屏蔽体外关注点的辐射剂量率水平。

该射线装置的射线源位置固定，不能移动。工业 CT 放置在试验室内的东北侧角落处，有用线束方向朝南侧照射。本报告选取射线屏蔽体外 0.3m 处为辐射水平关注点。射线装置内部示意图见图 11-1，关注点分布示意图见图 11-2，X 射线出束口至屏蔽体外各关注点的距离列于表 11-1。



主视图



俯视图

图 11-1 射线装置内部示意图

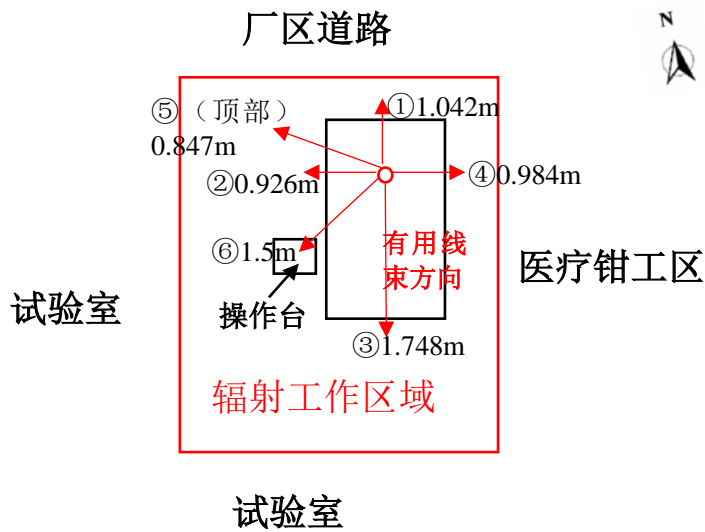


图 11-2 关注点分布示意图

初级射线在关注点的剂量率按公式（11-1）计算，初级射线的透射因子 B 参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）图 B.1，150kV 宽束 X 射线透过铅层的透射因子为 $1E-06$ 时，滤过条件为 2mmAl ，铅层厚度约 4.5mmPb ，本项目拟使用的工业 CT 最大管电压为 130kV ，滤过条件为 $0.25\text{mmCu}+2\text{mmAl}$ ，有用线束方向的屏蔽厚度为 6mmPb ，因此本项目有用线束的透射因子 B 可保守取值 $1E-06$ 。

$$\dot{H}_1 = \frac{\dot{H}_0 \times B}{R^2} \quad (11-1)$$

对于漏射线束和散射线束，给定屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式（11-2）计算：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-2)$$

漏射线在关注点的剂量率按公式（11-3）计算：

$$\dot{H}_2 = \frac{\dot{H}_L \times B}{R^2} \quad (11-3)$$

90° 散射线在关注点的辐射剂量率按公式（11-4）计算：

$$\dot{H}_3 = \frac{\dot{H}_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中：

\dot{H}_0 距靶 1m 处剂量率，单位为 mGy/s；

B 屏蔽透射因子；

R 辐射源点至关注点的距离，单位为 m；

R_s 散射体至关注点的距离，单位为 m；

X 屏蔽物质厚度，单位为 mm；

TVL 屏蔽物质的什值层，单位为 mm；

\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 $\mu\text{Sv/h}$ ；

F R_0 处的辐射野面积，单位为 m^2 。

a 散射因子，入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体到其 1m 处的散射辐射剂量率的比。根据 (GBZ/T250-2014) 附录 B 表 B.3 保守取值 0.0475。

R_0 辐射源点 (靶点) 至散射体的距离，单位为 m。

由于该装置放置在一层，没有地下层，因此不对底部进行辐射剂量率估算。该射线装置的有用线束方向朝南侧照射，对关注点③考虑有用线束的辐射影响，其余关注点主要考虑泄露线束和散射线束的辐射影响。

计算有关参数的选取列于表 11-1，透射因子有关参数的选取列于表 11-2，源项参数列于表 11-3，各屏蔽面外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-4。

表 11-1 透射因子计算参数一览表

关注点	R(m)	R_s (m)	F(m^2)	a	R_0 (m)	I(mA)
① (北侧)	1.042	1.24	0.01	0.0475	0.2	0.3
② (西侧)	0.926	0.95	0.01	0.0475	0.2	0.3
③ (南侧)	1.748	-	-	-	-	0.3
④ (东侧)	0.984	1.0	0.01	0.0475	0.2	0.3
⑤ (顶部)	0.847	0.87	0.01	0.0475	0.2	0.3
⑥ (操作位)	1.5	1.51	0.01	0.0475	0.2	0.3

注： R_s 的取值通过几何关系得出。

表 11-2 透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
①（北侧）	4.5mmPb	泄漏线束	0.96mm	2.1E-05
		散射线束	0.96mm	2.1E-05
②（西侧）	3.5mmPb	泄漏线束	0.96mm	2.3E-04
		散射线束	0.96mm	2.3E-04
③（南侧）	6mmPb	有用线束	-	1E-06
④（东侧）	4.5mmPb	泄漏线束	0.96mm	2.1E-05
		散射线束	0.96mm	2.1E-05
⑤（顶部）	4.5mmPb	泄漏线束	0.96mm	2.1E-05
		散射线束	0.96mm	2.1E-05
⑥（操作位）	3.5mmPb	泄漏线束	0.96mm	2.3E-04
		散射线束	0.96mm	2.3E-04

注：由于本项目拟使用的射线装置最大管电压为 130kV，按照（GBZ/T250-2014），泄漏线束和散射线束的 TVL 值保守取 150kV 对应值。

表 11-3 源项参数一览表

射线类型	距靶 1m 处剂量率
有用线束	0.175mGy/s
泄露线束	$1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

表 11-4 关注点辐射剂量率水平估算结果(单位: $\mu\text{Sv/h}$)

关注点	控制值	\dot{H}_1	\dot{H}_2	\dot{H}_3	\dot{H}
①（北侧）	2.5	-	0.02	0.10	0.12
②（西侧）	2.5	-	0.26	1.89	2.15
③（南侧）	2.5	0.21	-	-	0.21
④（东侧）	2.5	-	0.02	0.15	0.17
⑤（顶部）	2.5	-	0.03	0.20	0.23
⑥（操作位）	2.5	-	0.10	0.74	0.84

注：关注的剂量率 \dot{H} 由 \dot{H}_1 、 \dot{H}_2 和 \dot{H}_3 叠加得到。

从表 11-4 可以看到，本项目射线装置屏蔽体外 0.3m 关注点处的辐射剂量率估算最大值为 2.15 μ Sv/h，小于 2.5 μ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率控制要求。

11.2 人员受照剂量分析

根据表 11-4 的各关注点辐射剂量率估算结果，本报告以关注点⑥（操作位）剂量率作为试验室辐射工作区域-辐射工作人员的受照剂量率，其他评价范围内的保护目标分布场所的人员受照剂量率按照“辐射水平与距离平方成反比”来估算。结合表 9.4 节的工作负荷介绍（周出束时长约 18 小时，年出束时长约 936 小时），按照公式（11-5）可进一步估算出各保护目标的受照剂量，估算结果见表 11-5。

$$E = \frac{\dot{H}/1000 \cdot r_g^2}{r_b^2} \times t \times T \quad (11-5)$$

式中：

E——保护目标的周、年受照剂量；

\dot{H} ——关注点的辐射剂量率，单位为 μ Sv/h；

r_g ——关注点至辐射源的距离，单位为 m；

r_b ——保护目标分布场所边界至辐射源的距离，单位为 m；

t——本项目周、年出束时间，单位为 h；

T——保护目标的居留因子，选取参照（GBZ/T250-2014）附录 A 中表 A.1。

表 11-5 保护目标受照剂量估算结果

方位	区域	保护目标	r _g (m)	r _b (m)	T	受照剂量率 (μSv/h)	周受照剂量 (μSv/周)	年受照剂量 (mSv/a)
-	试验室-辐射工作区域	辐射工作人员	1.5	1.5	1	8.4E-01	15.1	7.9E-01
东侧	医疗钳工区	公众	0.984	3	1/2	1.9E-02	1.7E-01	8.8E-03
	医疗自动化区	公众	0.984	14	1/2	8.6E-04	7.7E-03	4.0E-04
	大堂	公众	0.984	25	1/5	2.7E-04	9.7E-04	5.0E-05
	省模部	公众	0.984	26	1/2	2.5E-04	2.2E-03	1.2E-04
	接待室	公众	0.984	43	1/5	9.1E-05	3.3E-04	1.7E-05
	模具放置区	公众	0.984	44	1/8	8.7E-05	2.0E-04	1.0E-05
	修模区	公众	0.984	47	1/2	7.6E-05	6.9E-04	3.6E-05
南侧	试验室	公众	1.748	4	1	4.5E-02	8.1E-01	4.2E-02
	模具放置区	公众	1.748	16	1/8	2.5E-03	5.7E-03	3.0E-04
	钳工区	公众	1.748	16	1/2	2.5E-03	2.3E-02	1.2E-03
	试模区	公众	1.748	24	1/2	1.1E-03	1.0E-02	5.2E-04
	大水磨钻床	公众	1.748	25	1/2	1.0E-03	9.3E-03	4.8E-04
	CNC 开粗区	公众	1.748	26	1/2	9.5E-04	8.6E-03	4.4E-04
	OPS 火花机	公众	1.748	31	1/2	6.7E-04	6.0E-03	3.1E-04

	自动化 OPS 加工区	公众	1.748	39	1/2	4.2E-04	3.8E-03	2.0E-04
	注塑车间	公众	1.748	42	1	3.6E-04	6.5E-03	3.4E-04
西侧	磨床车间	公众	0.926	9	1	2.3E-02	4.2E-01	2.2E-02
	厂区道路	公众	0.926	27	1/20	2.5E-03	2.3E-03	1.2E-04
	深圳万达西环保新材料股份有限公司	公众	0.926	46	1	8.7E-04	1.6E-02	8.2E-04
北侧	厂区道路	公众	1.042	3	1/20	1.4E-02	1.3E-02	6.5E-04
	废弃仓	公众	1.042	6	1/40	3.5E-03	1.6E-03	8.2E-05
	停车区	公众	1.042	6	1/20	3.5E-03	3.2E-03	1.6E-04
	业达路	公众	1.042	34	1/20	1.1E-04	1.0E-04	5.2E-06
二层	办公室	公众	1.5	7	1	1.2E-02	2.2E-01	1.2E-02

表 11-5 估算结果显示，辐射工作人员的周有效最大受照剂量为 15.1 μ Sv/周，公众的周有效最大受照剂量为 4.2E-01 μ Sv/周，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；本项目所致评价范围内辐射工作人员年有效最大受照剂量为 7.9E-01mSv/a，公众年有效最大受照剂量为 4.2E-02mSv/a，满足“辐射工作人员不超过 5mSv/a，公众不超过 0.25mSv/a”的剂量约束要求，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故类型及风险分析

情景一：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射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

情景二：装载门安全联锁发生故障，工作人员在取放工件的过程中，意外开启X射线发生器，导致工作人员被意外照射；

情景三：设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启X射线发生器，使在场所有人员受到意外照射。

11.3.2 事故预防措施

(1) 建设单位应定期对设备的各个安全装置进行检修和维护。

(2) 设备的检修和维护工作应由设备厂家的售后工作人员来进行，检修时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修，禁止合闸”安全标志。

(3) 发生事故的风险主要在于建设单位的辐射安全管理情况，建设单位应定期完善辐射安全管理规章制度、操作规程，并严格执行。让辐射工作人员提高辐射安全意识，尽量避免辐射事故的发生。

11.3.3 事故应急措施

一旦发生辐射事故，必须马上停机，切断总电源开关，对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施。其次对设备、设施进行安全检查，确定其功能和安全性能。

事故发生后，立即启动本单位的辐射事故应急方案，按照事故应急响应程序处理，并在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。造成或者可能造成人员超剂量照射时，还应同时向当地卫生健康部门报告。事故处理完成后，应查找事故原因，分清事故责任，避免该类事故的再次发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的工作单位，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管理机构，小组成员构成及职责如下：

组 长：吕孙赵

成 员：邓运添、管逢兴、张扬勇

管理小组职责：

- (1) 结合公司实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- (2) 组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- (3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本公司辐射工作人员的辐射安全操作情况，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、设备检修维护制度、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，建设单位针对本项目制定了《辐射安全管理规章制度》（详情见附件 5），包括：

辐射安全管理制度

辐射防护和安全保卫制度

岗位职责

安全操作规程

工作人员培训制度

辐射监测方案

辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

射线装置维修维护制度

辐射事故应急处理预案

建设单位制定的《辐射安全管理规章制度》较全面，易实行，可操作性强；一旦发生辐射事故时，可迅速应对，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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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，应当按照生态环境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。对于从事使用II类射线装置活动的辐射工作人员，应当接受初级辐射安全培训。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核，考核成绩单有效期 5 年。

建设单位拟安排 4 名工程师负责管理或操作该射线装置，将在项目筹备阶段安排本项目的辐射工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，考核通过后方可从事辐射工作。

12.4 辐射监测

12.4.1 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》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。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。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

根据《职业病防治法》的规定：用人单位须按照组织接触职业病危害因素的劳动者进行上岗前、在岗期间、离岗时职业健康检查。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定：

8.2.1 个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常状态（事故或应急）下受到的过量照射记录；

8.2.2 职业照射个人剂量档案终身保存。

建设单位将按照有关要求，对辐射工作人员上岗前进行职业健康检查，经检查合格后方可从事辐射工作，委托有资质的检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为1个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

12.4.2 工作场所辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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。

委托检测机构对射线装置的环境辐射水平进行年度检测，年度检测数据应作为本单位的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号前上报环境行政主管部门。

建设单位拟为辐射工作人员各配备1个人剂量计和1台个人剂量报警仪，为日常监测配备1台便携式剂量率仪，使用便携式剂量率仪定期（每个月1次）对射

线装置周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。辐射监测仪器配置一览表见表12-1。

表 12-1 辐射监测设备一览表

名称	型号	数量
个人剂量计	热释光式	4个
个人剂量报警仪	待定	4台
便携式剂量率仪	待定	1台

12.4.3 辐射安全年度评估计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

- (1) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- (2) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (3) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- (4) 放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素、射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (9) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

12.4.4 工作场所辐射监测方案

(1) 剂量率控制要求

本项目射线装置屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制水平为 2.5 μ Sv/h。

(2) 检测布点要求及位置

射线装置的放射防护检测应工作在额定工作条件下、没有工件，应首先进行装置周围辐射水平的巡测，用便携式剂量率仪巡测射线装置外 30cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区，然后再定点检测。定点位置应包括：

- a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；
- b) 装载门的中间和门缝四周；
- c) 装置屏蔽体外 30cm 处，每个面至少测 1 个点；
- d) 操作位。

(3) 检测异常处理

一旦发现辐射水平超过 2.5 μ Sv/h 应立即停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平合格后，方可使用。

建设单位制定的辐射工作场所监测周期一览表见表 12-2。

表 12-2 辐射工作场所监测和检查周期一览表

类型	检测项目	频率	方式
年度检测	设备外周围剂量当量率	1 次/年	委托检测
日常检测	设备外周围剂量当量率	定期检测（每个月一次）	自行检测
验收监测	设备外周围剂量当量率	竣工后（一次）	委托检测

小结：分析表明，建设单位制定的个人剂量监测、工作场所辐射监测计划满足相关法律法规的要求。

12.5 日常检查与维护

12.5.1 日常检查

本项目射线装置使用时应检查射线装置装载门门-机联锁装置以及出束信号指示灯等辐射安全与防护措施，若发现任意一项安全措施异常应立刻停止辐射工作，排除异常后才能继续工作。每次工作开始前应进行检查的项目包括：

- (1) 射线装置外观是否存在可见的损坏；
- (2) 装载门和检修门是否正常关闭；
- (3) 工作状态指示信号是否正常；
- (4) 安全连锁是否正常工作；
- (5) 钥匙开关闭合、急停按钮复位是否正常。

12.5.2 设备维护

- (1) 建设单位应对射线装置维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。
- (2) 设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检测。
- (3) 当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。
- (4) 做好设备维护记录。

12.6 辐射事故应急

为使本单位一旦发生紧急辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，建设单位制定了《辐射事故应急预案》，该《预案》包括：辐射事故应急处理机构与职责、预警机制、事故应急处理程序、事故调查和后期处理等，具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

12.6.1 辐射事故应急机构

建设单位成立了辐射事故应急小组，成员如下：

组 长：吕孙赵

成 员：邓运添、管逢兴、张扬勇

12.6.2 人员培训和演习计划

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应付突发事件的能力，应进行培训和

演练。

(1) 人员培训

培训对象包括应急预案成员、辐射工作人员；

培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

(2) 演练计划

辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

12.7 竣工环境保护验收要求

12.7.1 责任主体

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令第六82号）第十一条：将第二十条改为第十七条，修改为：“编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。”建设单位应承担本项目竣工环境保护验收的主体责任。

12.7.2 时间节点

本项目竣工后，建设单位应按照相关程序和要求，在项目竣工后组织自主竣工环保验收，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，验收报告公示期满20个工作日后应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台进行备案。

12.7.3 主要验收依据

(1) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日发布）；

(2) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号，生态环境部2018年5月16日印发）；

(3) 其他：本报告表 6 所列评价依据。验收项目明细表见表 12-3。

表 12-3 验收项目明细表

序号	验收项目	验收要求
1	项目建设情况	按照本报告和环评 批复文件的要求
2	三废治理措施落实情况	
3	辐射安全与防护各项措施落实情况	
4	辐射安全管理机构成立和运行情况	
5	辐射安全管理制度和辐射事故应急预案制定和落实情况	
6	个人剂量监测和辐射工作场所检测情况	
7	环评文件及其批复的其他要求	

表 13 结论与建议

13.1 结 论

深圳市昌红科技股份有限公司拟在深圳市坪山区锦龙大道西侧 3 号主体厂房一层试验室内安装使用 1 台蔡司 METROTOM 800 型工业 X 射线 CT 装置，用于无损检测生产的精密医疗基因检测耗材、病毒分型检测管等产品的微小缺陷及不良失效分析，本项目属于核技术利用新建项目，项目选址合理。

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

辐射安全与防护分析表明，拟使用射线装置的辐射屏蔽设计方案、工作场所布局 and 分区、各项辐射安全与防护措施等均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等国家相关标准的要求。辐射安全管理措施分析表明，建设单位制定了较完善的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，人员培训和辐射监测计划等均符合相关法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

理论分析表明，本项目运行时设备实体屏蔽外关注点的辐射水平满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的周围剂量当量率控制要求；工作人员及公众的有效受照剂量低于职业照射和公众照射剂量约束值，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

13.1.3 可行性分析结论

本项目的投产可辅助建设单位进行精密医疗基因检测耗材、病毒分型检测管等产品的缺陷检测和改进，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，满足辐射实践的正当性。

建设单位应对本项目进行严格管理，按照辐射安全与防护要求工作。在落实了本报告提出的各项措施后，本项目对环境的辐射影响能够满足国家有关法规和标准的要求，从环境保护的角度考虑，建设单位本次核技术利用建设项目是可行的。

13.2 建 议

- 1、尽快组织辐射工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”

参加辐射安全上岗培训和考核，通过考核后方可从事辐射工作。

2、结合后期运行和管理情况，不断完善辐射安全管理规章制度和辐射事故应急预案，使之更具有实操性和针对性；并定期做好辐射事故应急人员培训和应急演练。

表 14 审 批

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

附件 1：项目委托书

委托书

广州星环科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》有关法规，现委托贵司承接《深圳市昌红科技股份有限公司使用工业 X 射线 CT 装置项目》环境影响评价工作，并按照相关规定编制《深圳市昌红科技股份有限公司使用工业 X 射线 CT 装置项目环境影响报告表》，完成后提交我单位，便于我单位报送环境主管部门办理环评审批手续。

特此委托。

深圳市昌红科技股份有限公司

2022 年 4 月 15 日



附件 2: 环境 γ 辐射现状检测报告



检 测 报 告

任务编号: XHJC22034

项目名称: 核技术利用建设项目场所环境 γ 辐射剂量
率检测

委托单位: 深圳市昌红科技股份有限公司

检测类型: 环评检测

报告日期: 2022 年 7 月 12 日



广州星环科技有限公司



第 1 页 / 共 6 页

说 明

1、本公司保证检测结果的公正性、独立性、准确性和科学性，对委托单位所提供的资料保密。

2、检测操作按照相关国家、行业、地方标准和本公司的程序文件及作业指导书执行。

3、本报告只适用于本报告所写明的检测目的及范围。

4、本报告未盖本公司“CMA 资质认定章”、“检测专用章”及“骑缝章”无效。

5、复制本报告未重新加盖本公司“CMA 资质认定章”、“检测专用章”无效，报告部分复制无效。

6、本报告无编制人、审核人、批准人签字无效。

7、本报告经涂改无效。

8、自送样品的委托测试，其监测结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对采样（或监测）当时所代表的时间和空间负责。

9、本报告未经本公司同意不得用于广告、商品宣传等商业行为。

10、对本报告若有异议，请于报告发出之日起十五日内向本公司提出，逾期不申请的，视为认可检测报告。

地 址：广州市海珠区南洲路 365 号二层 236

邮政编码：510289

电 话：020-38343515

网 址：www.foyoco.com



广州星环科技有限公司检测报告

受检单位	深圳市昌红科技股份有限公司
检测地点	深圳市坪山区锦龙大道西侧3号
检测参数	环境 γ 辐射剂量率
检测方式	现场检测
仪器名称	X、 γ 辐射空气吸收剂量率仪
检测仪器信息	厂家、型号: 中广核贝谷科技有限公司、BG9511型 出厂编号: 1SB07Y5R 能量响应: 48keV~3MeV 测量量程: 10nGy/h~600 μ Gy/h 相对固有误差: -9.3%
仪器校准证书	Z14708220 校准单位: 深圳市计量质量检测研究院 校准日期: 2021年11月25日; 复校日期: 2022年11月24日
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)
检测日期	2022年4月18日
环境条件	天气: 晴, 气温 23 $^{\circ}$ C, 湿度 67%
建设项目概况	深圳市昌红科技股份有限公司拟在深圳市坪山区锦龙大道西侧3号主体厂房一层试验室内安装使用1台蔡司 METROTOM 800型工业X射线CT装置, 用于无损检测生产的精密模具结构件微小缺陷及产品不良失效分析。
检测结果	检测结果见附表1, 检测布点图见附图1。

编制: 马爱华

审核: 黄耀强

签发: 马爱华

签发日期: 2022.7.12

附表 1: 检测结果

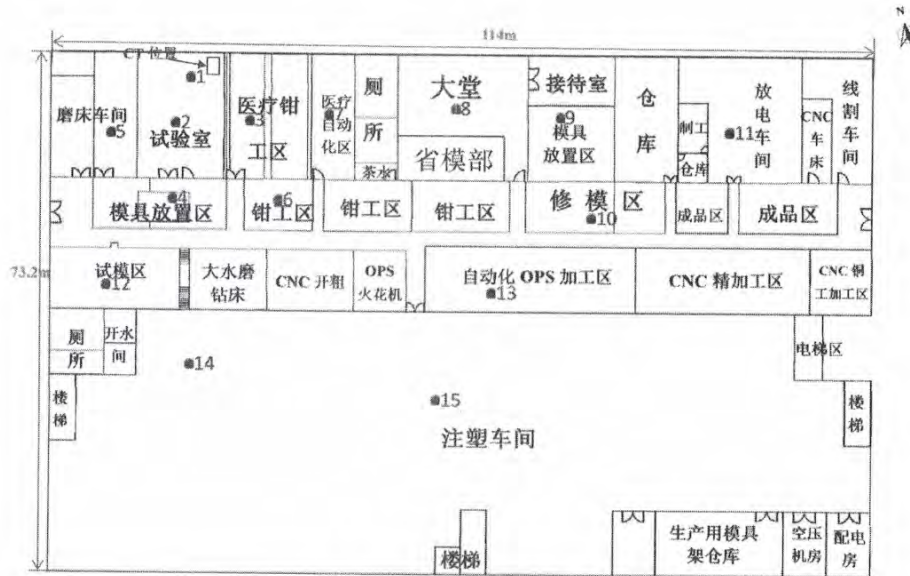
点位编号	点位描述	距离(m)	表面介质	平均值(nGy/h)	标准差(nGy/h)	环境性质
1	试验室-辐射工作区域	-	地胶	145	2	楼房
2	南侧试验室	5	地胶	145	3	楼房
3	东侧医疗钳工区	5	地胶	139	2	楼房
4	南侧模具放置区	15	地胶	137	2	楼房
5	西侧磨床车间	11	地胶	138	3	楼房
6	南侧钳工区	18	地胶	134	3	楼房
7	东侧医疗自动化区	17	地胶	128	2	楼房
8	东侧大堂	34	地胶	135	3	楼房
9	东侧模具放置区	48	地胶	136	3	楼房
10	东南侧修模区	52	地胶	133	3	楼房
11	东侧放电车间	74	地胶	133	3	楼房
12	南侧试模区	27	地胶	135	3	楼房
13	东南侧自动化 OPS 加工区	51	地胶	133	3	楼房
14	南侧注塑车间	43	地胶	130	3	楼房
15	东南侧注塑车间	56	地胶	129	3	楼房
16	二层-办公室	5	地砖	135	3	楼房
17	二层-办公室	6	地砖	134	3	楼房
18	二层-会议室	7	地砖	133	3	楼房
19	北侧停车区	7	混凝土	101	3	道路
20	北侧厂区道路	5	混凝土	103	3	道路
21	西侧厂区道路	28	混凝土	104	3	道路
22	东北侧门卫室	53	地胶	128	3	平房
23	东北侧厂区主入口处	61	混凝土	102	3	道路
24	北侧业达路旁	30	混凝土	103	2	道路
25	西侧深圳万达杰环保新材料股份有限公司	47	混凝土	135	3	楼房

注: 1、以上数据已校准, 校准系数为 0.915;

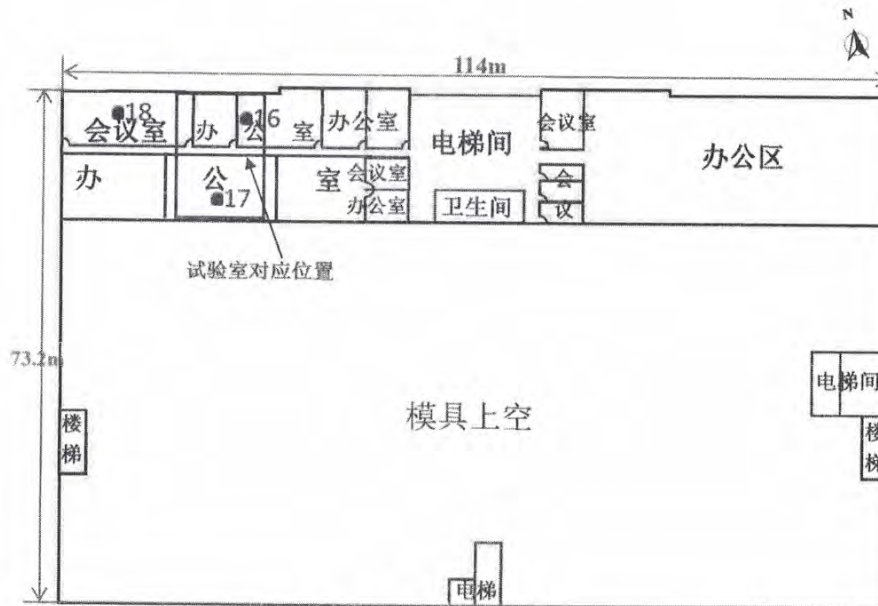
2、检测时仪器探头垂直地面, 距地约 1m, 待读数稳定后, 每个测量点测量 10 个读数;

3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分 (35nGy/h); 建筑物对宇宙射线的屏蔽因子: 楼房取值为 0.8, 平房取值为 0.9, 原理、道路取值为 1。

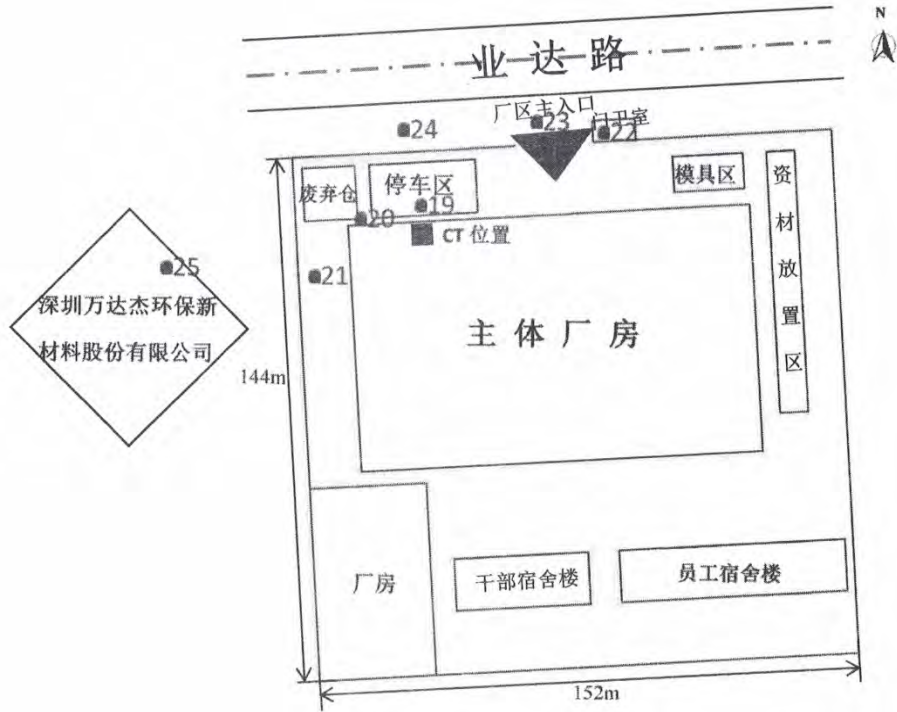
附图 1: 检测布点图



主体厂房一层布点示意图



主体厂房二层布点示意图



厂区布点示意图

附件 3: 工业 CT 屏蔽防护材料说明书

Metrotom 800 (130kv) Specifications (红框内为当前机器射线系统配置参数)



射线及传感器技术			800/130 kV	800/225 kV	800/225 kV HR	1500/225 kV		
ZEISS METROTOM								
微焦点X射线管	最大管电压	单位 kV	130	225	225	225		
	最大管电流	单位 μA	300	3000	3000	3000		
	最大功率	单位 W	39	500	500	500		
	最小焦点尺寸	单位 mm	0.005	0.007	0.007	0.007		
平板探测器	像素数 ¹⁾		1536 x 1920	1024 x 1024	1536 x 1920	3072 x 3072		
	像素尺寸	单位 μm	127 x 127	200 x 200	127 x 127	139 x 139		
分辨率 (ISO 15708)²⁾								
调制度为10%条件下的最大空间分辨率			单位 μm	3.5 (143 lp/mm ³⁾)	6.0 (83 lp/mm ³⁾)	4.0 (125 lp/mm ³⁾)	4.0 (125 lp/mm ³⁾)	
精度 (MPE 符合 VDI/VDE 2630 sheet 1.3)⁴⁾								
运行模式	球心距误差	SD (TS)	单位 μm	2.9+L/100	4.0+L/100	4.0+L/100	4.5+L/50	
		探测误差	PS (TS)	单位 μm	3	3	3	3
		PF (TS)	单位 μm	4	4	4	4	
		长度测量误差 ⁵⁾	E (TS)	单位 μm	6.9+L/100	8+L/100	8+L/100	9+L/50
VAST扫描模式 ⁶⁾	球心距误差	SD (TS)	单位 μm	2.9+L/100	4.0+L/100	4.0+L/100	4.5+L/50	
		探测误差	PS (TS)	单位 μm	3	4	4	4
		PF (TS)	单位 μm	4	4	4	4.5	
		长度测量误差 ⁵⁾	E (TS)	单位 μm	6.9+L/100	9+L/100	9+L/100	10.5+L/50

Metrotom 800 Radioprotection Introduction



1. 前面板防护材质及厚度:3.5mm铅板+100mm厚的混凝土;
2. 上下料门防护材质及厚度: 内部为4.5mm铅板以及25mm厚的木板做支撑, 前后各附有2mm的不锈钢板;
3. 观察窗材质及厚度: 含铅玻璃, 在130KV能量射线下等效于3.5mm的铅板;
4. 左侧防护材质及厚度: 3.5mm铅板+100mm厚的混凝土

Metrotom 800 Radioprotection Introduction



- 5. 底部防护材质及厚度：3.5mm铅板+100mm厚的混凝土；
- 6. 右侧防护板材质及厚度：5mm铅板+100mm厚的混凝土；
- 7. 顶部防护板材质及厚度：3.5mm铅板+100mm厚的混凝土；

7

Metrotom 800 Radioprotection Introduction



- 8. 背部防护板材质及厚度：内部为4.5mm铅板以及25mm厚的木板做支撑，前后各附有2mm的不锈钢板；

8

附件 4: 设备出厂辐射检测报告

METROTOM 800 and 1500 (130 kV 225kV)

Radiation Protection Acceptance Test

1 Version Overview1

2 Area of Application.....3

3 Requirements.....3

4 System Data3

5 Preparation.....4

6 Measurement5

7 Measurement results.....6

8 Rework.....8

9 Acceptance verification9

1 Version Overview

	Date	Name	Title			Additional document type		
Edited	14	IDBAB	Radiation Protection Acceptance Test					
Reviewed	08.03.2018	IDBAB	Project classification P60300505			Comp. level	Comp. count	Comp. char.
Tech.	08.03.2018	IDBAB				K		E
GS	09.05.2017	ZOSWZ				Scale		Format
Standard	09.05.2017	IVJWAGNE				-		A4
Lab/Office	K6P	Subj. to GS	Change	Date	Name			
Carl Zeiss			Document no.		Doc. type	Sub doc.	Version	Page
			636505-7035-030/01		FUM	001	01	1 of 9

Date	Version	Edited by	Changes
14 December 2016	01	Abele, Fuchs, Erlen	Document creation

Carl Zeiss	Document no.	Doc. type	Sub doc.	Version	Page 2
	636505-7035-030/01	FUM	001	01	of 9

2 Area of Application

These instructions apply to: METROTOM 800 130 kV
 - METROTOM 800 225 kV
 - METROTOM 1500 225 kV

3 Requirements

- The system is completely assembled.
- The tube housing is completely assembled.
- No filter in use.

Additionally on METROTOM 800 225 kV and METROTOM 1500 225 kV

- Safety controller is in operation.
- Door controller is in operation.

4 System Data

ZKB or order no.:	421058639
Customer:	Shenzhen Changhang Technology
System serial number:	147122070014
System designation:	Metrotom 800 130 kV
Maximum parameter (U/I):	130 kV / 300 µA
X-ray system (type/serial no.):	/
X-ray tube (serial no.):	MT3535
X-ray generator (serial no.):	/
X-ray controller (serial no.):	/
High-voltage cable (serial no.):	/
Testing device (type/ser. no.):	BERTHOLD UM6 LB1230 / 8269
Test probe (type/ser. no.):	BERTHOLD LB1236-H10 / 7463
Country of delivery:	China

Carl Zeiss	Document no.	Doc. type	Sub doc.	Version	Page 3
	636505-7035-030/01	FUM	001	01	of 9

5 Preparation

- (1) Close beam exit or aperture on the tube.
Use the following equipment:

METROTOM 800 130 kV → cutoff angle tube (636506-0000-901)
METROTOM 800 225 kV → cutoff angle tube (636506-0000-902)
METROTOM 1500 225 kV → cutoff angle tube (636506-0000-902)

Close the service and loading doors.

Run tube warm-up until maximum voltage.

- (2) Remove cutoff angle of the tube.
- (3) Place diffusers on rotary table at height of the X-ray window.
If necessary, increase it with the following equipment:

METROTOM 800 → Geo qualification standard holder (626106-8300-010)
METROTOM 1500 → Holder with column (626106-8220-010)

These Y and Z positions must not be modified during radiation protection acceptance.

PI 636505-7036-104_diffuser_METROTOM must be used as the diffuser.

- (4) Dosimeter

The following dosimeter must be used for radiation protection acceptance:

Testing device: Berthold LB1230
Testing probe: Berthold LB1236

The dosimeter must be configured as follows:

Activate parameter 8 = repeating, 3 sec.

Carl Zeiss	Document no.	Doc. type	Sub doc.	Version	Page 4
	636505-7035-030/01	FUM	001	01	of 9

5 Preparation

- (1) Close beam exit or aperture on the tube.
Use the following equipment:

METROTOM 800 130 kV → cutoff angle tube (636506-0000-901)
METROTOM 800 225 kV → cutoff angle tube (636506-0000-902)
METROTOM 1500 225 kV → cutoff angle tube (636506-0000-902)

Close the service and loading doors.

Run tube warm-up until maximum voltage.

- (2) Remove cutoff angle of the tube.
- (3) Place diffusers on rotary table at height of the X-ray window.
If necessary, increase it with the following equipment:

METROTOM 800 → Geo qualification standard holder (626106-8300-010)
METROTOM 1500 → Holder with column (626106-8220-010)

These Y and Z positions must not be modified during radiation protection acceptance.

PI 636505-7036-104_diffuser_METROTOM must be used as the diffuser.

- (4) Dosimeter

The following dosimeter must be used for radiation protection acceptance:

Testing device: Berthold LB1230
Testing probe: Berthold LB1236

The dosimeter must be configured as follows:

Activate parameter 8 = repeating, 3 sec.

Carl Zeiss	Document no.	Doc. type	Sub doc.	Version	Page 4
	636505-7035-030/01	FUM	001	01	of 9

6 Measurement

Set maximum parameters of the X-ray tube (voltage, current).

For all measurements, the surface being tested must be scanned at maximum speed (0.2 m/s).

The testing probe must not exceed a maximum distance of 50 mm to the surface being tested.

Attention! **Avoid unnecessary exposure to radiation**

**If a measurement value is significantly higher, reduce the tube current to 1/10.
Re-measure radiation.**

To determine the actual radiation value, multiply the measured value by 10.

- (1) Move diffuser to the center of the measuring range in the X axis.

The measurement is taken on the entire outer surface (walls, ceiling) of the system with the tube if they are accessible for the measurement.

- (2) Measure direct radiation
Move diffuser to the X position farthest from the tube.

Measure on the wall in the beam direction, on the front and back, as well as directly over the radiation protection enclosure.

- (3) Measure scattered radiation
Move the diffuser to a distance in the X direction so that the distance between the tube and diffuser is 50 mm.
If it is not possible to reach this position, move the diffuser to X0.

For measurements on the wall, measure in the direction opposite the beam.
Then measure on the front and back, as well as directly over the radiation protection enclosure.

Carl Zeiss	Document no. 636505-7035-030/01	Doc. type FUM	Sub doc. 001	Version 01	Page 5 of 9
-------------------	---	-------------------------	-----------------	---------------	----------------

7 Measurement results

Document all measurement values greater than 0.5 $\mu\text{Sv/h}$.
(Values should be reproducible)

Mark the points in the graphic with a number and enter the measurement values in the following table.

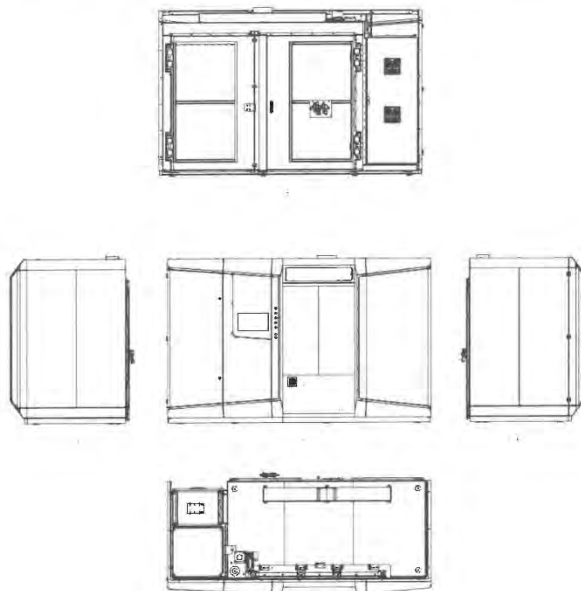
If the measurement values are less than 0.5 $\mu\text{Sv/h}$, enter a mean value of the surface.

Location	Measurement value [$\mu\text{Sv/h}$]	Description	Number in graphic
Front	0,25		
Right	0,2		
Left	0,2		
Back	0,3		
Top	0,2		

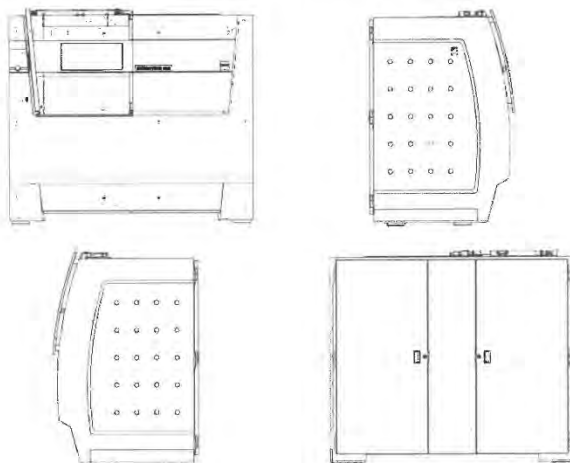
Carl Zeiss	Document no.	Doc. type	Sub doc.	Version	Page 6
	636505-7035-030/01	FUM	001	01	of 9

Measurement values greater than 0.5 $\mu\text{Sv/h}$:

METROTOM 800 225 kV/ METROTOM 1500 225 kV



METROTOM 800 130 kV



Carl Zeiss	Document no.	Doc. type	Sub doc.	Version	Page 7
	636505-7035-030/01	FUM	001	01	of 9

8 Rework

The following measures have been implemented for measurement points that have a measurement value greater than 0.5 $\mu\text{Sv/h}$:

Number in graphic	Description of the rework (What measures have been implemented)	Value of the re-measurement [$\mu\text{Sv/h}$]

Comments:


Carl Zeiss	Document no. 636505-7035-030/01	Doc. type FUM	Sub doc. 001	Version 01	Page 8 of 9
-------------------	---	-------------------------	------------------------	----------------------	------------------------------

9 Acceptance verification

Acceptance testing was completed in accordance with these test instructions.

The system meets the requirements of a fully protected device in accordance with the German X-ray Ordinance.

At maximum operating parameters, the radiation leakage test did not return a local dose rate higher than 0.5 $\mu\text{Sv/h}$.

20.07.2022 Glaser, Kai 
Date Last name, First name Signature of tester

Carl Zeiss	Document no.	Doc. type	Sub doc.	Version	Page 9
	636505-7035-030/01	FUM	001	01	of 9

附件 5：辐射安全管理规章制度

深圳市昌红科技股份有限公司 辐射安全管理制度

为贯彻上级环境主管部门对 X 射线装置安全管理的有关要求，根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、生态环境部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规文件，为保护辐射工作人员及场所周围公众的健康权益，制定本制度。

一、管理安全管理机构

成立管理安全小组，人员组成如下：

组 长：吕孙赵

成 员：邓运添、管逢兴、张扬勇

二、辐射安全管理机构职责

- (1) 结合单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- (2) 组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- (3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

深圳市昌红科技股份有限公司

辐射安全保卫制度

1、辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识，并取得《辐射安全考核合格成绩单》。

2、对本单位非辐射工作人员进行辐射安全宣传教育，管控非辐射工作人员接近辐射工作场所监督区域。

3、做好辐射工作场所分区设置，将射线装置屏蔽体内部区域划为控制区，将整个辐射工作区域划为监督区，按要求进行分区管理。控制区通过实体屏蔽、门机连锁装置等进行控制，监督区通过警示标志、实体边界等进行管理。

4、辐射工作区域只能摆放射线装置、操作台及其他辅助设施，不作其他用途，非辐射工作人员不应在该区域进行固定岗位作业。操作台设应避开有用射线方向。

5、辐射工作场所按要求张贴电离辐射警示标志，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm，辐射工作场所监督区设置工作指示牌和警示说明。

6、射线装置操作台宜设置紧急停机按钮，X 射线出束过程中，一旦出现异常，按动紧急止动按钮，可停止 X 射线出束。辐射工作场所应有声光警示装置，X 射线出束时，声音警示装置可发出警示声和光。

7、射线装置屏蔽门应设置门-机连锁装置，并保证在门关闭后射线装置才能出束。门打开时可立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

8、辐射工作场所应配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

深圳市昌红科技股份有限公司

辐射工作岗位职责

一、操作人员

1、每天工作前先检查射线装置的辐射安全设施状态（主要包括防护门、辐射监测仪器、急停等能否正常工作），并记录于“辐射安全日常检查表”中，任何辐射安全设施不能正常工作时，不允许使用该射线装置；

2、按照操作规程操作射线装置，未经辐射安全与防护培训和考核，不能操作射线装置；

3、保管好个人剂量计和个人剂量报警仪，并按要求正确佩戴；

4、出现异常，如设备故障、辐射水平异常，立即通知设备管理员。

二、管理人员

1、结合单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；

2、组织落实工作场所日常辐射监测工作；

3、做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；

4、定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

深圳市昌红科技股份有限公司

辐射安全操作规程

- 1、射线装置需由通过了辐射安全与防护考核的操作人员操作；
- 2、操作人员每天上班后仔细检查设备和防护的完好情况，各种辐射监测仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠；
- 3、检查安全防护装置，如防护门关闭状态是否正常，工作指示灯、声音报警装置、急停装置等是否正常，如有异常，不得进行辐射工作；
- 4、开始工作前操作人员要做好个人防护工作，安全防护门没关好前不得开机；
- 5、射线装置操作人员应熟练掌握射线装置的性能和技术参数，严格按照厂家提供的操作流程进行操作；
- 6、射线装置正常使用，管电压和管电流不能超过机器最大允许值；
- 7、X 射线出束时，如设备、仪表或其它安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续操作；
- 8、完成当天的辐射工作后，应关闭射线装置总电源，拔掉射线装置的钥匙开关，并由专人保管好。

深圳市昌红科技股份有限公司

辐射工作人员培训制度

1、辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解辐射的基本知识、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规文件，以及辐射安全知识和辐射事故应急知识。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址 <http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核。

2、辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识。考核通过后方可从事辐射工作。

3、对于新增辐射工作人员，应进行岗前职业健康体检，体检合格后方可参加辐射安全与防护培训。

4、建立辐射安全与防护培训档案，妥善保存档案，培训档案应包括每次培训的内容、培训时间、考核成绩等资料。

深圳市昌红科技股份有限公司

辐射监测计划

一、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》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。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。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

二、辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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，并当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

委托检测机构对运行的核技术利用项目进行辐射防护年度检测，每年一次，年度检测数据应作为本单位的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 号前上报环境行政主管部门。

为辐射工作场所配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

深圳市昌红科技股份有限公司

辐射工作人员职业健康监护和个人剂量管理要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求，制定该要求。

一、职业健康监护要求

根据《放射工作人员健康要求及监护规范》的相关要求：职业健康检查包括上岗前、在岗期间、离岗时、应急照射和事故照射后的健康检查。放射工作人员上岗前，应进行上岗前职业健康检查，符合放射工作人员健康要求的，方可参加相应的放射工作；放射工作单位不得安排未经上岗前职业健康检查或者不符合放射工作人员健康要求的人员从事放射工作。放射工作人员在岗期间职业健康检查周期按照卫生行政部门的有关规定，不得超过 2 年，必要时，可适当增加检查次数，在岗期间因需要而暂时到外单位从事放射工作，应按在岗期间接受职业健康检查。

二、个人剂量管理要求

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，监测周期最长不超过 3 个月，按要求建立个人剂量档案。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。

三、档案管理要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，职业照射的记录必须为每一位工作人员都保存职业照射记录，职业照射记录应包括：

①涉及职业照射的工作的一般资料；达到或超过有关记录水平的剂量和摄入量等资料，以及剂量评价所依据的数据资料；对于调换过工作单位的工作人员，其在各单位工作的时间和所接受的剂量和摄入量等资料；

②因应急干预或事故所受到的剂量和摄入量等记录，这种记录应附有有关的调查报告，并与正常工作期间所受到的剂量和摄入量区分开；

③应按国家审管部门的有关规定报送职业照射的监测记录和评价报告，准许工作人员和健康监护主管人员查阅照射记录及有关资料；当工作人员调换工作单位时，向

新用人单位提供工作人员的照射记录的复制件；

④当工作人员停止工作时，应按审管部门或审管部门指定部门的要求，为保存工作人员的照射记录做出安排；停止涉及职业照射的活动时，应按审管部门的规定，为保存工作人员的记录做出安排；

⑤在工作人员年满 75 岁之前，应为他们保存职业照射记录，在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存 30 年。

深圳市昌红科技股份有限公司

射线装置维修维护制度

1、建设单位应对射线装置进行维修维护，每年至少维修一次。设备维修应当由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备的检修和维护应实行严格的岗位责任制，建立健全设备的操作、使用和维护保养的管理制度。

2、建立设备检修及维护保养记录，填写《射线装置维修台帐》。定期对射线装置进行维护，使其保持最佳性能。

3、设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检测，当设备有故障或损坏、需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。

4、建立设备检修及维护保养记录，填写《射线装置维修台帐》。定期对射线装置进行维护，使其保持最佳性能。

5、辐射安全管理机构负责对台帐登记进行监督。

6、射线装置的检修和维护由厂家专业人员负责，由管理员做好检修和维护记录。

7、维修维护工作必须两人以上参与，佩戴好个人剂量报警仪，在防护安全的情况下进行维修维护工作。

8、射线装置检修和维护时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

深圳市昌红科技股份有限公司 辐射事故应急处理预案

一、总则

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安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，制定本预案。

二、应急救援机构

成立辐射事故应急小组，辐射事故应急小组成员如下：

应急小组	姓名	职务	部门	电话
组长	吕孙赵	副总经理	总经办	
成员	邓运添	经理	行政部	
	管逢兴	经理	体系部	
	张扬勇	经理	品质部	

深圳市生态环境局：12369、12345

深圳市卫生和健康委员会：12320、12345

深圳市公安局：110

三、应急处理要求

(一) 发生下列情况之一，应立即启动本预案：

(1) 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射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

(2) 装载门安全联锁发生故障，工作人员在取放工件的过程中，意外开启 X 射线发生器，导致工作人员被意外照射；

(3) 设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使在场所有人员受到意外照射。

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

(三) 向环境行政部门及时报告事故情况。

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

(五) 负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共事件。

四、辐射事故分类与应急原则

使用射线装置可能发生的辐射事故，根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、严重辐射事故和重大辐射事故：

事故等级	事故情形
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度辐射病、局部器官残疾
重大辐射事故	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人（含 10 人）以上急性重度辐射病、局部器官残疾
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人（含 3 人）以上急性死亡

辐射事故应急救援应遵循的原则：

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

五、辐射事故应急处理程序及报告制度

(一) 一旦发生辐射事故，必须马上停止使用射线装置，切断总电源，当事人应立即通知工作场所的所有人员离开，并立即上报辐射事故应急小组。

(二) 对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的

救护措施，其次对设备、设施进行检查，确定其功能和安全性能。

（三）应急小组组长应立即召集成员，根据具体情况迅速制定事故处理和善后方案。事故处理必须在单位负责人的领导下，在经过培训过的辐射事故应急人员的参与下进行。

除上述工作外，辐射事故应急人员还应进行以下几项工作：

1、根据现场辐射强度，估算工作人员在现场工作的时间，估算事故人员的受照剂量。

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

3、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

（四）发生辐射事故后，当事人员应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

六、人员培训和演习计划

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

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

七、辐射事故的调查

（一）本单位发生重大辐射事故后，应立即成立由安全第一责任人或主要负责人为组长的，有工会负责人、安全部负责人参加的事故调查组、善后处理组。

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

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

附件 6：专家详细意见修改说明

《深圳市昌红科技股份有限公司使用工业 X 射线 CT 装置 项目环境影响报告表》专家评审意见修改说明

肖慧娟专家意见：

序号	专家意见	修改说明	所在章节
1	补充 200 米四至图；	完善了周边关系图，补充了项目 200 米范围的四至情况。	见图 1-3
2	写明废弃物的名称、状态；	补充了“废弃物”一栏表的内容：本项目会产生少量的臭氧和氮氧化物。	见表 5
3	核实辐射工作人员的实际人数；	已核对，本项目拟安排 3 名工程师负责操作该射线装置，因此评价范围内辐射工作人员的人数应为 3 人。	见表 7-1、表 9.4 节
4	控制区与监督区的边界划分要明确；	完善了辐射工作场所布局和分区：设备靠试验室的北墙和东墙，将设备西面和南面外 2m 的范围规划为辐射工作区域，边界做玻璃墙作为隔离，本项目控制区通过实体屏蔽、急停装置、安全连锁装置等进行控制，监督区通过警示标志、实体边界等进行管理。	见表 10.3 节
5	工作负荷建议参照相关标准；	本项目以建设单位实际的工作负荷进行描述分析。	见表 9.4 节

刘国卿专家意见：


序号	专家意见	修改说明	所在章节
1	明确监督边界划分措施，如增加隔离屏蔽墙；	设备靠试验室的北墙和东墙，将设备西面和南面外 2m 的范围规划为辐射工作区域，边界做玻璃墙作为隔离。	见表 10.3 节
2	对 CTX 射线产生的原理部分，核实相关数据与措词描述；	完善了射线装置原理的相关内容描述。	见 9.2.1 节

3	核实辐射防护相关标准与相应措施；	按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对本项目的各项辐射安全与防护措施、安全操作要求等进行逐一分析回应。	见表 10-2 至表 10-5
---	------------------	--	-----------------

牛广秋专家意见：

序号	专家意见	修改说明	所在章节
1	完善项目图则；	完善了项目周边关系图。	见图 1-3
2	修改控制区边界措施的建设要求；	完善了监督区的管理措施：设备靠试验室的北墙和东墙，将设备西面和南面外 2m 的范围规划为辐射工作区域，边界做玻璃墙作为隔离，监督区通过警示标志、实体边界等进行管理。	见表 10.3 节

建设项目环评审批基础信息表

填表单位(盖章):				填表人(签字):		项目经办人(签字):					
建设项目	项目名称	深圳市昌红科技股份有限公司使用工业X射线CT装置项目		建设内容、规模		建设内容: II类射线装置 规模: 1 计量单位: 台					
	项目代码 ¹										
	建设地点	深圳市坪山区锦龙大道西侧3号主体厂房一层试验室									
	项目建设周期(月)	1		计划开工时间		2022年11月					
	环境影响评价行业类别	55-172核技术利用建设项目		预计投产时间		2022年12月					
	建设性质	新建(迁建)		国民经济行业类型 ²		金属制品业					
	现有工程排污许可证编号(改、扩建项目)	不需开展		项目申请类别		新申项目					
	规划环评开展情况	不需开展		规划环评文件名							
	规划环评审查机关			规划环评审查意见文号							
	建设地点中心坐标 ³ (非线性工程)	经度	114.3302	纬度	22.6648	环境影响报告表					
建设地点坐标(线性工程)	起点经度		起点纬度								
总投资(万元)	300		终点经度		终点纬度		工程长度(千米)				
单位名称	深圳市昌红科技股份有限公司	法人代表	李焕昌	环保投资(万元)		10	所占比例(%)	3%			
建设单位	统一社会信用代码(组织机构代码)	91440300728543964T	技术负责人	张扬勇	评价单位	单位名称	广州星环科技有限公司	证书编号	20190503543000004		
	通讯地址	深圳市坪山区锦龙大道西侧3号	联系电话			环评文件项目负责人	魏来	联系电话	02038343515		
						通讯地址	广州市海珠区南洲路365号二层236房				
污染物排放量	污染物		现有工程(已建+在建)		本工程(拟建或调整变更)		总体工程(已建+在建+拟建或调整变更)			排放方式	
			①实际排放量(吨/年)	②许可排放量(吨/年)	③预测排放量(吨/年)	④“以新带老”削减量(吨/年)	⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁴ (吨/年)	⑥预测排放总量(吨/年)	⑦排放增减量(吨/年)		
	废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000	<input checked="" type="radio"/> 不排放 <input type="radio"/> 间接排放: <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="radio"/> 直接排放: 受纳水体	
		COD						0.000	0.000		
		氨氮						0.000	0.000		
		总磷						0.000	0.000		
	废气	总氮						0.000	0.000		
		废气量(万标立方米/年)						0.000	0.000		
		二氧化硫						0.000	0.000		
		氮氧化物						0.000	0.000		
颗粒物						0.000	0.000				
挥发性有机物						0.000	0.000				
影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象(目标)	工程影响情况	是否占用	占用面积(公顷)	生态保护措施			
项目涉及保护区与风景名胜区的	生态保护目标										
	自然保护区		无				否		<input checked="" type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)		
	饮用水水源保护区(地表)		赤坳水库饮用水水源保护区	二级保护区	/		否		<input checked="" type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)		
	饮用水水源保护区(地下)		东江深圳地下水水源涵养区	二级保护区	/		否		<input checked="" type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)		
风景名胜区		无		/		否		<input checked="" type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)			

注: 1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
 2、分类依据: 国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
 5、⑦=③-④-⑤, ⑥=②-④+③