

编号: XH23EA008

核技术利用建设项目  
上海麦骏电子有限公司  
使用工业 X 射线 CT 装置项目  
环境影响报告表

送审版

上海麦骏电子有限公司 (盖章)



2023年4月

环境保护部监制

核技术利用建设项目  
上海麦骏电子有限公司  
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：上海麦骏电子有限公司（盖章）

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：上海浦东新区王桥路 358 号，置业路 111 号 3 号楼 3 楼

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

打印编号: 1680577039000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	6o4im5		
建设项目名称	上海麦骏电子有限公司使用工业X射线CT装置		
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		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	上海麦骏电子有限公司		
统一社会信用代码	913100005574899157		
法定代表人 (签章)	汤昌才 		
主要负责人 (签字)	王放 		
直接负责的主管人员 (签字)	王放 		
<b>二、编制单位情况</b>			
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		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
魏来	201905035430000004	BH024228	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
魏来	评价依据及评价标准、项目工程分析与源项、结论	BH024228	
陈凯莉	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	BH058763	



# 编制主持人环境影响评价工程师资格证书



## 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.....	-16-
表 9 项目工程分析与源项.....	-23-
表 10 辐射安全与防护.....	-31-
表 11 环境影响分析.....	-41-
表 12 辐射安全管理.....	-51-
表 13 结论与建议.....	-59-
表 14 审批.....	-61-
附件 1 环境 $\gamma$ 辐射现状检测报告.....	-62-
附件 2 辐射安全管理规章制度.....	-69-

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		上海麦骏电子有限公司使用工业 X 射线 CT 装置项目			
建设单位		上海麦骏电子有限公司			
法人代表	汤昌才	联系人	■	联系电话	■
注册地址		上海浦东新区王桥路 358 号，置业路 111 号 3 号楼 3 层			
项目建设地点		上海浦东新区置业路 111 号英迈吉东影园 3 号楼 3 层			
建设项目总投资(万元)	500	项目环保投资(万元)	50	投资比例(环保投资/总投资)	10%
项目性质		√新建 □改建 □扩建 □其它		占地面积 (m <sup>2</sup> )	20 (建筑面积)
应用类型	放射源	□销售	□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类		
		□使用	□I类 (医疗使用) □II类 □III类 □IV类 □V类		
	非密封放射性物质	□生产	□制备 PET 用放射性药物		
		□销售	/		
		□使用	□乙 □丙		
	射线装置	□生产	□II类 □III类		
		□销售	□II类 □III类		
		√使用	√II类 □III类		
其它	/				
<p><b>1.1 项目概况</b></p> <p><b>1.1.1 建设单位情况</b></p> <p>上海麦骏电子有限公司（下称：麦骏公司或建设单位），成立于 2003 年，位于上海浦东新区王桥路 358 号，置业路 111 号 3 号楼 3 层。麦骏公司主要业务为高速 PCB 设计、SI/PI 仿真分析、PCB 制板、SMT 贴片焊接及元器件供应，目前所加工的产品涉及各类监控视频类产品、交换机、机顶盒、电脑板、工控板与网络通讯等消费电子产品。</p> <p><b>1.1.2 项目来由和目的</b></p> <p>麦骏公司因购买使用 II 类射线装置未办理相关环保手续，有关部门上门检查后责令整改，建设单位现已按要求封存设备，停止使用，待环保手续齐全后方可使用。</p>					

工业 X 射线 CT 装置（下称：工业 CT）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。为了在无损条件下检测元器件的焊接效果及缺损状况，麦骏公司拟在上海浦东新区置业路 111 号英迈吉东影园 3 号楼三层北侧的 X-RAY 专用室内安装使用 1 台工业 CT，用于对 PCBA 底部球形的元件焊接效果辅助检查。

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 2017 年第 66 号），本项目工业 CT 属于“工业 X 射线计算机断层扫描（CT）装置”，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〉上海市实施细化规定（2021 年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射-172、核技术利用建设项目-使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。受上海麦骏电子有限公司的委托，广州星环科技有限公司承担了本项目的环评工作。接到委托后，我单位派遣工作人员对本项目进行现场踏勘和资料收集工作，并进行辐射环境本底监测。在此基础上，依据《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）完成编制了《上海麦骏电子有限公司使用工业 X 射线 CT 装置项目环境影响报告表》。

### 1.1.3 评价目的

（1）对本次评价新建工业 CT 使用场所（以下简称“X-RAY 专用室”）及周边区域进行辐射环境本底监测，以掌握本项目 X-RAY 专用室及周边区域的辐射环境本底水平。

（2）对本次评价的 1 台工业 CT 装置进行辐射环境影响预测评价。

（3）针对本项目对周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到可接受水平。

（4）满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

### 1.1.4 项目建设规模

麦骏公司拟在上海浦东新区置业路 111 号英迈吉东影园 3 号楼三层北侧的 X-RAY 专用室内安装使用 1 台欧姆龙公司 VT-X750 型工业 CT（最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA），用于对 PCBA 底部球形的元件焊接效果辅助检查。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

序号	名称	型号	最大管电压	最大管电流	数量	类别	使用场所
1	工业 CT	VT-X750 型	130kV	0.3mA	1 台	II类	X-RAY 专用室

### 1.1.5 产业政策及规划相符性

#### 1) 产业政策相符性

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订），本项目不属于限制类、淘汰类产业。经对照《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录（2010 年本）》，本项目不属于该目录所列“淘汰落后生产工艺装备和产品”。此外本项目未列入《市场准入负面清单（2022 年版）》。综上，项目建设符合国家产业政策。

根据《上海工业及生产性服务业指导目标和布局指南(2014 年版)》，本项目不属于培育类、限制类、淘汰类产业，项目的建设符合上海市产业导向；根据《上海市产业结构调整指导目录限制和淘汰类（2020 年版）》，本项目不属于限制类和淘汰类内容之列，因此项目的建设符合上海市产业政策。

#### 2) 规划相符性

本项目与《上海金桥经济技术开发区跟踪环境影响报告书（第二次发布文本）》相符性见下表，本项目符合规划环评的相关要求。



表 1-2 本项目与规划环评的相符性分析

序号	规划环评意见	本项目情况	符合性分析
1	<p>根据相关规划，重点发展新能源汽车、智能机器人、工业互联网、移动互联网视讯登战略性新兴产业；明确将新兴金融、移动视频、智能装备、电子商务作为“四新”经济的重点发展方向；推动产业性服务业专业化、高端化发展。</p>	<p>本项目所属行业为电子设备制造业，符合上海市产业政策，属于鼓励类项目。</p>	<p>符合</p>
2	<p>规划区内：环境空气质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；地表水环境质量达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准；声环境质量达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应功能区标准。</p>	<p>项目所在区域空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准；地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准；声环境属于三类功能区，声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。</p> <p>本项目主要对工业 CT 进行评价，不产生废水；X 射线照射过程中产生的少量臭氧在空气中自然分解，少许氮氧化物对环境影响很小；生产设备工作时主要为发射 X 射线进行工件探伤，不产生噪声；项目采用数字成像，不产生固废，对土壤和地下水无影响；故本项目运营后，对环境造成的影响很小，不改变项目所在区域的功能区划。</p>	<p>符合</p>

## 1.2 项目选址和周边关系

建设单位租赁了上海浦东新区置业路 111 号英迈吉东影园 3 号楼三层作为生产经营场所。本项目选址位于园区 3 号楼三层北侧。3 号楼四周分布有 1 号楼、2 号楼、园区道路等。3 号楼为地上 3 层建筑、无地下层的建筑。项目所在区域图见图 1-1，园区平面布置图见图 1-2，二层平面布置图见图 1-3，三层平面布置图见图 1-4。

建设单位拟在园区 3 号楼三层北侧的 X-RAY 专用室内安装使用 1 台欧姆龙公司 VT-X750 型工业 CT。X-RAY 专用室东侧是通道，南侧是 SMT 生产线，西侧是钢网放置区、北侧是楼外空中区域，楼上层是天台，楼下层（二层）是上海席亚高分子材料有限公司（下称：席亚公司）。本项目选址楼外南侧 82m 处和东侧 45m 是园区外道路；西侧 51m 处是 1 号楼；北侧 84m 处是 2 号楼。

项目选址 50m 范围场所分布一览表见表 1-2，项目 50m 周边关系图见图 1-5。

本项目的工业 CT 自带屏蔽体，在独立的空间（X-RAY 专用室）使用，项目选址充分考虑了周围场所的人员防护和安全，有利于辐射工作场所的管理。本项目四周 50m 范围内主要有麦骏公司、席亚公司、上海镭利电子材料有限公司（下称：镭利公司）、上海英迈吉东影图像设备有限公司（下称：英迈吉公司）、捷德（中国）科技有限公司上海浦东分公司（下称：捷德公司）、园区道路，均在英迈吉东影园内，无住宅区等环境敏感点，综上可以判断本项目的选址合理。

表 1-2 项目选址 50m 范围场所分布一览表

方位	楼内场所	楼外场所
东侧	通道、卫生间、波峰焊生产线	园区道路
南侧	SMT 生产线、通道、测试区、成品仓、仓库	园区道路
西侧	钢网放置区、设计部办公区、市场部办公区、经理室、会议室、前台、电梯间	英迈吉公司、捷德公司
北侧	-	镭利公司
二层	席亚公司	-
四层	天台	-

### 1.3 原有核技术利用项目许可情况

上海麦骏电子有限公司为首次开展核技术应用项目，原无辐射安全许可证。

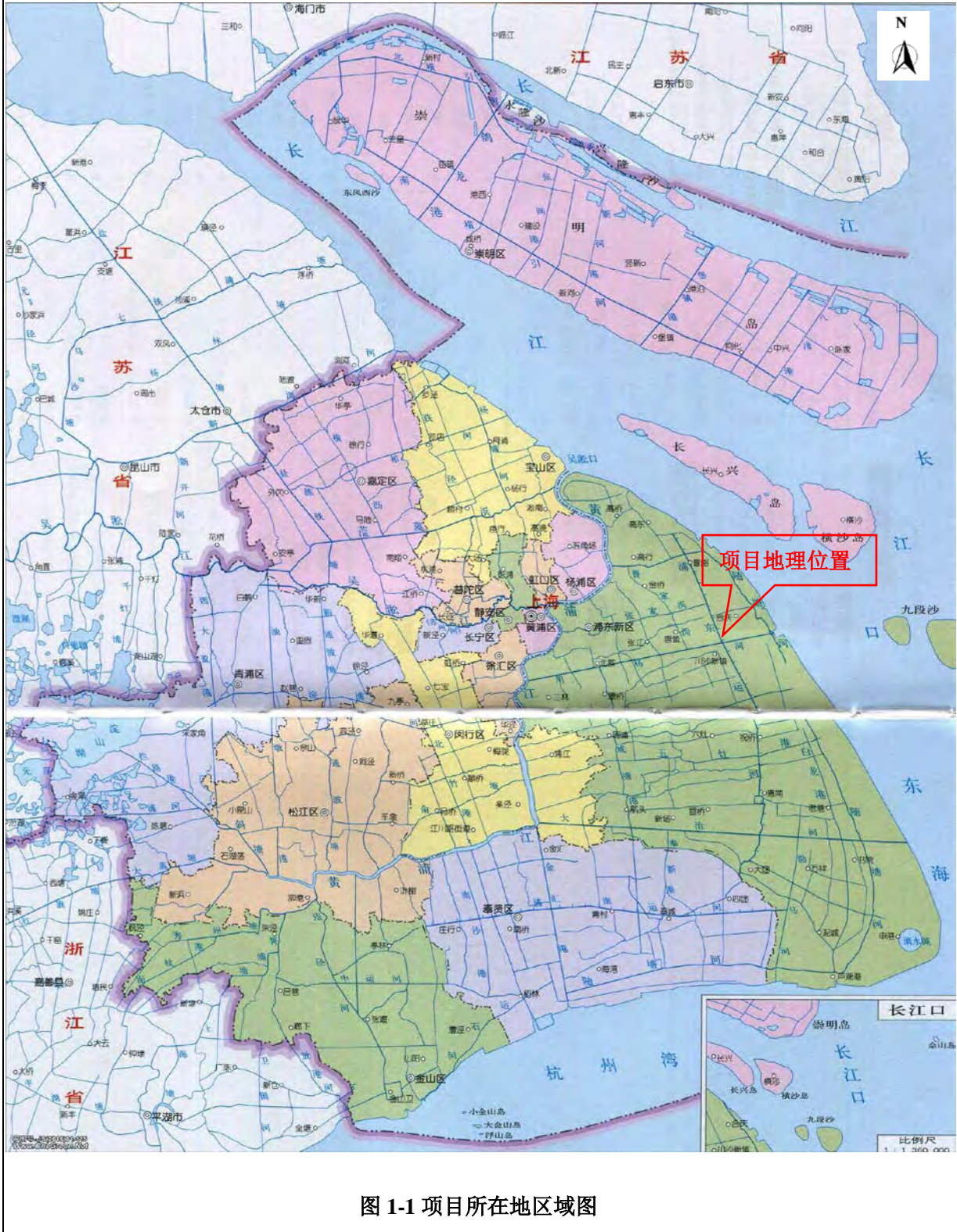


图 1-1 项目所在地区域图

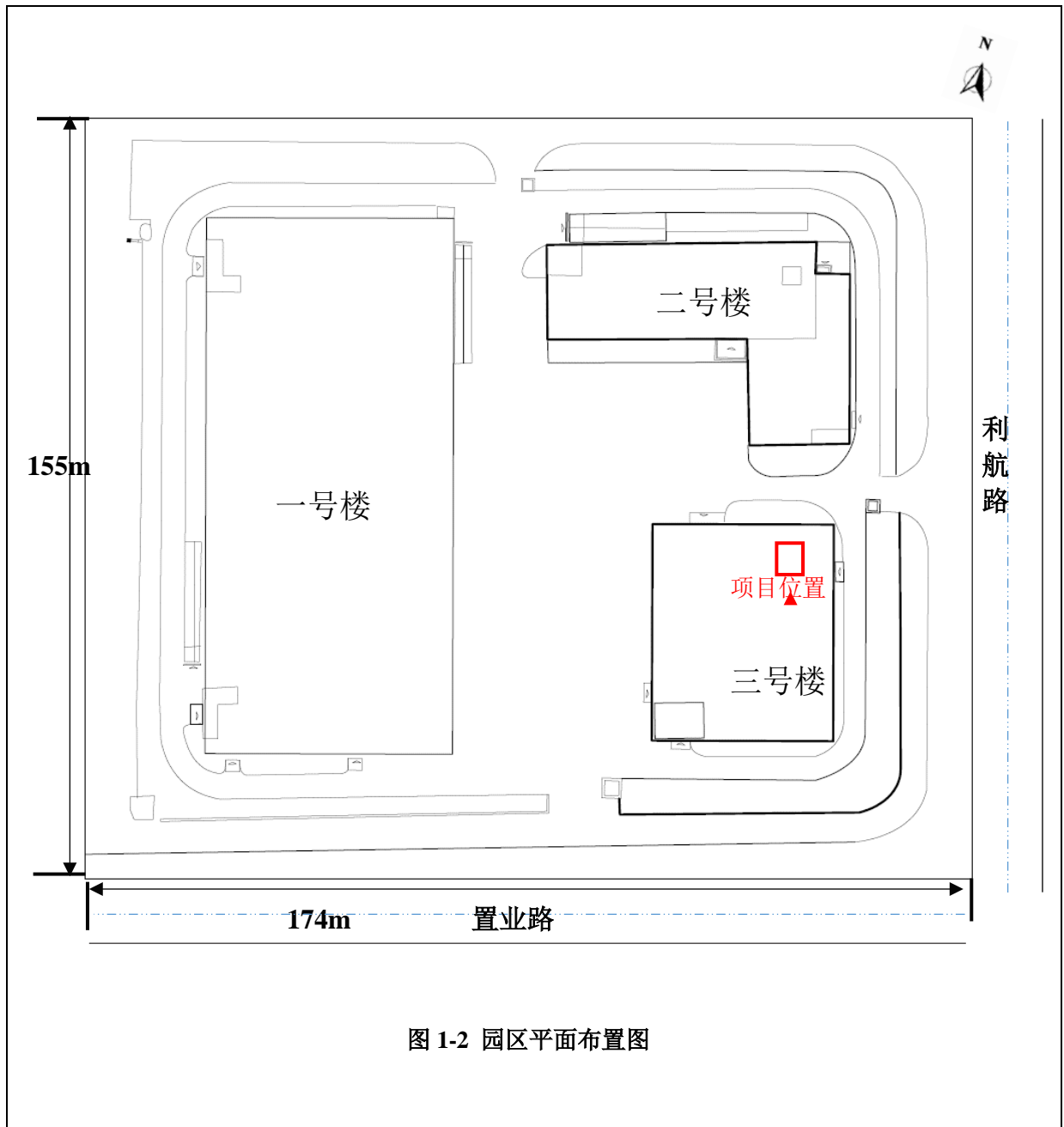


图 1-2 园区平面布置图

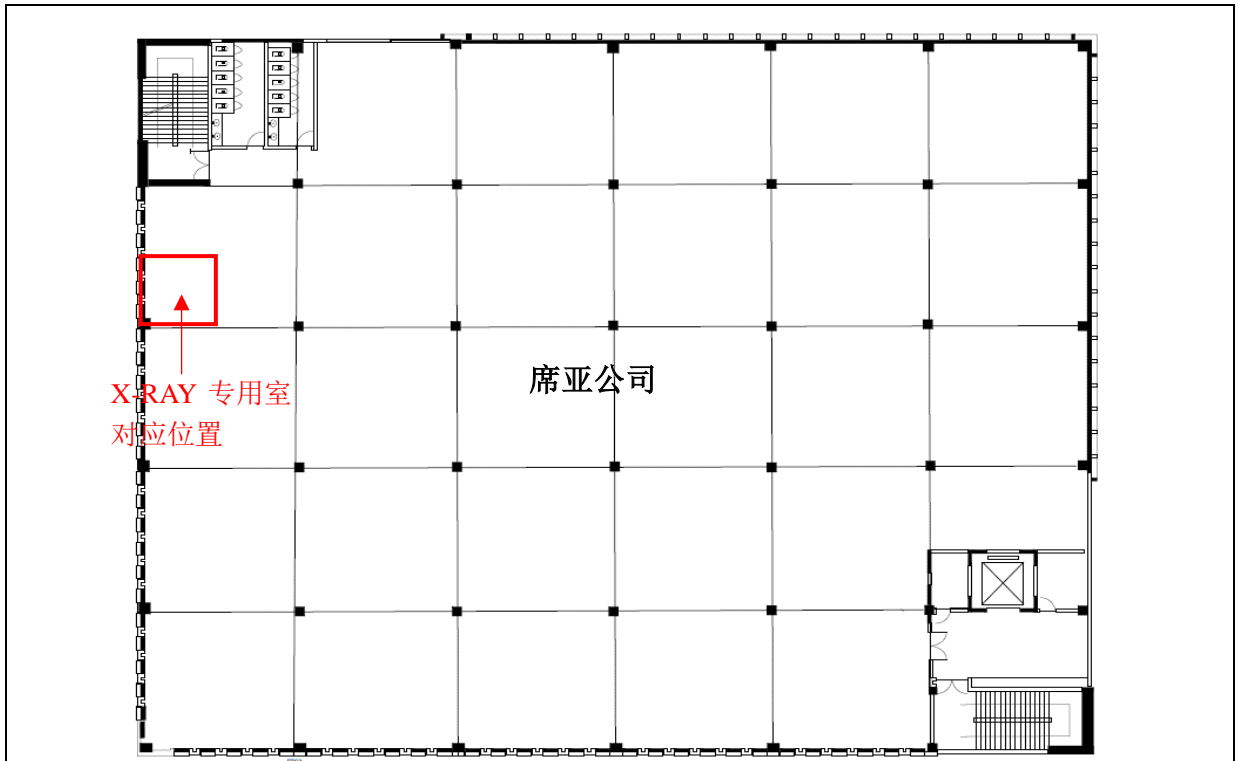


图 1-3 3号楼二层平面布置图

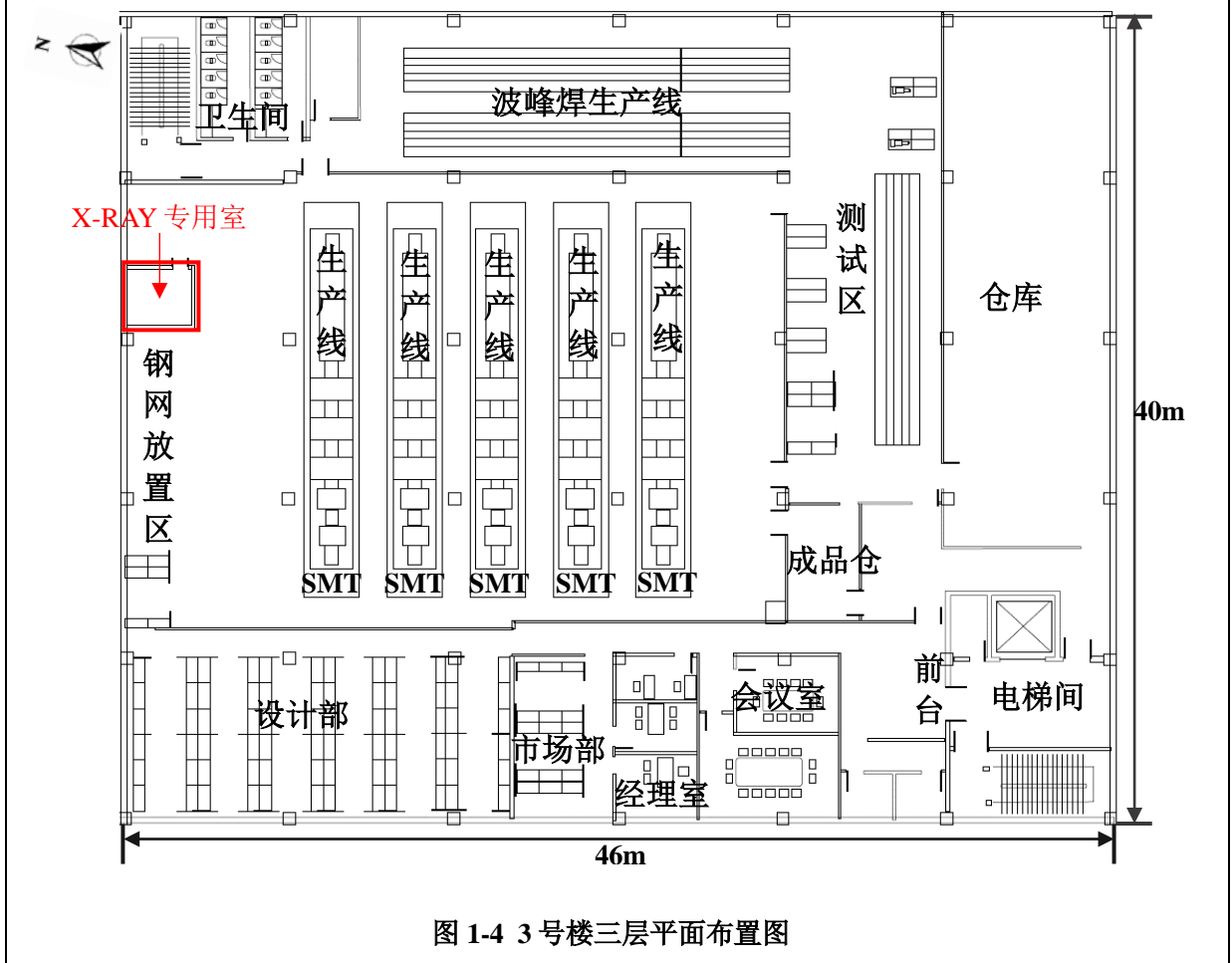


图 1-4 3号楼三层平面布置图

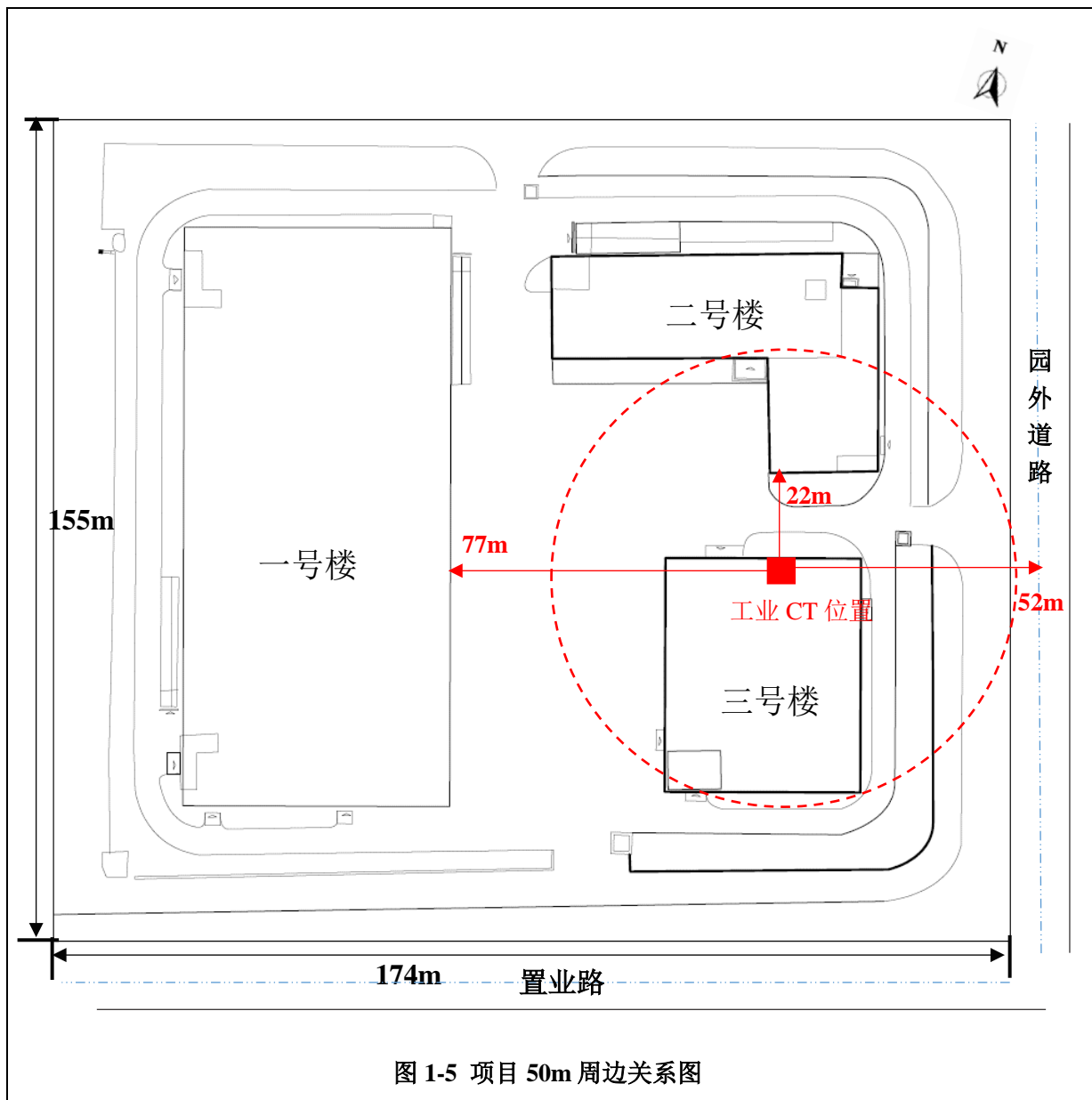


图 1-5 项目 50m 周边关系图



**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	欧姆龙公司 VT-X750 型	130kV	0.3mA	用于对 PCBA 底部球形的元件焊接效果辅助检查	X-RAY 专用室	-

(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 <sub>3</sub> 、NO <sub>x</sub> 等	气体	-	-	-	微量	-	直接排放	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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）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》(中华人民共和国主席令 2014 年第 9 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&lt;中华人民共和国劳动法&gt;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》(中华人民共和国主席令第六号, 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)》</p> <p>(10) 《上海市放射性污染防治若干规定》(上海市人民政府第 23 号令, 2015 年 5 月 22 日修订)</p> <p>(11) 《上海市环境保护局关于贯彻落实新修订的&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的通知》(沪环保评[2017]323 号, 2017 年 9 月 14 日)</p> <p>(12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号)</p>
-------------	--

	<p>(13) 《上海市环境保护局关于贯彻落实&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的通知》(沪环保评[2017]425号, 2017年12月12日)</p> <p>(14) 《产业结构调整指导目录》(2019年本, 2021年修订)</p> <p>(15) 《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录(2010年本)》</p> <p>(16) 《市场准入负面清单(2022年版)》</p> <p>(17) 《上海工业及生产性服务业指导目标和布局指南》(2014年版)</p> <p>(18) 《上海市产业结构调整指导目录限制和淘汰类》(2020年版)</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016)</p> <p>(2) 《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) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)</p> <p>(8) 《&lt;工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范&gt;(GBZ/T250-2014)第 1 号修改单》(国卫通[2017]23号)</p> <p>(9) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021)</p> <p>(10) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)</p>
<p>其他</p>	<p>《上海市环境天然贯穿辐射水平调查》(杨鹤鸣等)</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	场所	距离(m)	保护目标	影响人数	剂量约束值
-	X-RAY 专用室	-	辐射工作人员	4	≤5mSv/a
东侧	通道	1	公众	流动人员	≤0.25mSv/a
	卫生间	9	公众	流动人员	
	波峰焊生产线	14	公众	15	
	园区道路	37	公众	流动人员	
南侧	SMT 生产线	12	公众	20	
	测试区	31	公众	5	
	成品仓	32	公众	2	
	仓库	40	公众	2	
	园区道路	64	公众	流动人员	
西侧	设计部办公区	20	公众	15	
	市场部办公区	26	公众	10	
	经理室	32	公众	1	
	会议室	33	公众	流动人员	
	前台	37	公众	流动人员	

	捷德公司	80	公众	40
	英迈吉公司	78	公众	50
北侧	镭利公司	30	公众	15
二层	席亚公司	5	公众	15
四层	天台	5	公众	流动人员

## 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\*\*职业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 $\mu$ Sv/周, 对公众场所, 其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周;

(2) 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 $\mu$ Sv/h。



## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

本项目选址位于上海浦东新区置业路 111 号英迈吉东影园 3 号楼。本项目的建设场所位于 3 号楼三层北侧 X-RAY 专用室，四周的环境性质主要是楼房和道路，项目地理位置见图 8-1，场址现状照片见图 8-2。

	
<p>射线装置现状</p>	<p>西侧-钢网放置区</p>
	
<p>南侧-通道</p>	<p>3 号楼</p>
	
<p>北侧-园区道路</p>	<p>东侧-园区道路</p>

图 8-2 场址现状照片

### 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2023年2月27日对项目场址周围进行环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测，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 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021)	环境 $\gamma$ 辐射剂量率

表8-2 检测仪器信息

仪器名称	X、 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪	仪器型号	BG9512P 型
生产厂家	中广核贝谷科技有限公司	仪器编号	1TRW88AA
校准日期	2023年1月11日	有效期	1年
测量范围	10nGy/h~200 $\mu$ Gy/h	能量响应	25keV~3MeV
校准单位	上海市计量测试技术研究院	证书编号	2023H21-20- 4365381001

### 8.2.2 项目概述

项目名称：上海麦骏电子有限公司核技术利用建设项目场所环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测

受检单位：上海麦骏电子有限公司

建设地点：上海浦东新区王桥路358号置业路111号3号楼

检测日期：2023年2月27日

环境条件：天气：晴；气温：11℃；湿度：49%

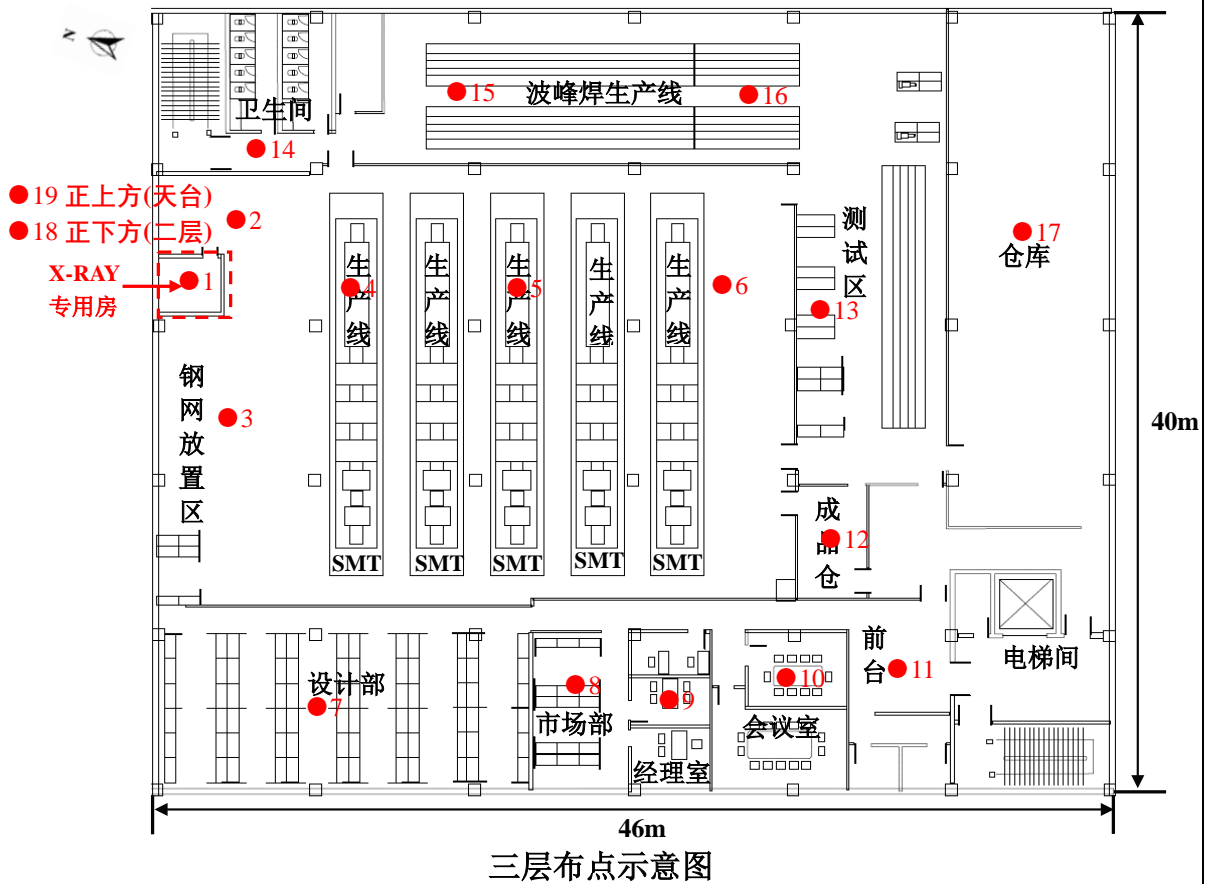
测量目的：获得环境 $\gamma$ 辐射天然本底和人为活动所引起环境 $\gamma$ 辐射水平变化的资料。

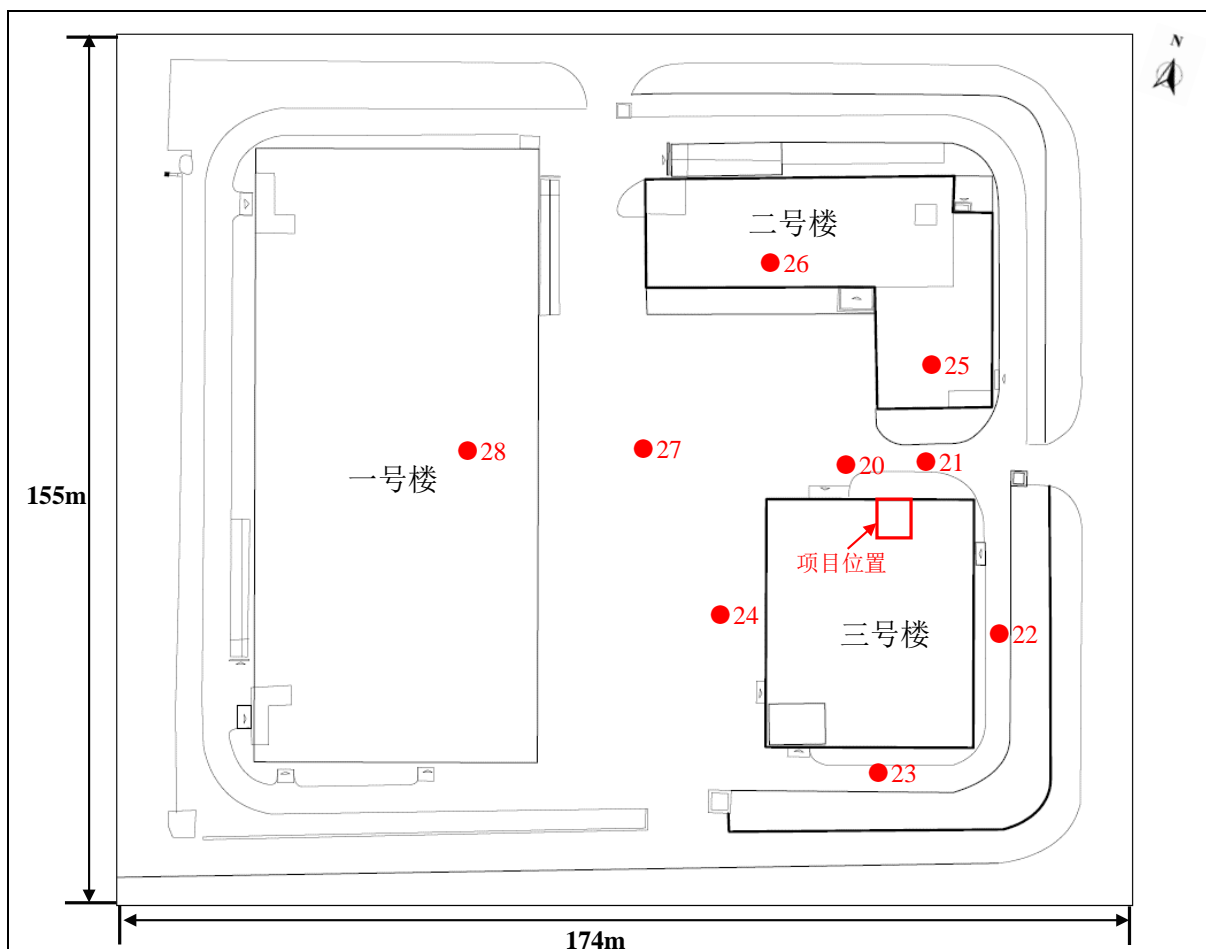
### 8.2.3 布点原则

本项目的环境辐射现状监测点位主要位于室内和道路，按照《环境 $\gamma$ 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。参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）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，测量点覆盖控制区和监督区，并覆盖 50m 范围内的办公楼、道路等周围环境敏感点。

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 31 个检测点位，检测布点见图 8-3。





园区布点示意图

图 8-3 检测布点图

### 8.3 质量保证措施

本项目的环境辐射现状检测，根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）做好如下的质量保证措施：

（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，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 $\gamma$ 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，确认使用的仪器的检测因子、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，待读数稳定后，约 10s 间隔读取 10 个值，并经校正后求出平均值和标准偏差。

(3) 测量人员经环境  $\gamma$  辐射剂量率测量相关专业培训并考核合格；环境  $\gamma$  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  $\gamma$  辐射剂量率测量仪器，在两次校准之间进行一次设备期间核查。

(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  $\gamma$  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：

$\dot{D}_\gamma$ ：测量值；

$k_1$ ：仪器校准因子，1.06；

$k_2$ ：仪器检验源效率因子，本仪器无检验源，该值取 1；

$R_\gamma$ ：读数值平均值；

$k_3$ ：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，道路取值为 1；

$\dot{D}_c$ ：测点处宇宙射线响应值，37nGy/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  $\gamma$  辐射剂量率检测结果

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	X-RAY 专用室	-	地胶	61	2	楼房
2	东侧通道	3	地胶	65	1	楼房
3	西侧钢网放置区	6	地胶	60	2	楼房
4	南侧 SMT 生产线	7	地胶	59	2	楼房
5	南侧 SMT 生产线	14	地胶	59	2	楼房
6	南侧通道	24	地胶	54	1	楼房
7	西侧设计部办公区	21	瓷砖	61	2	楼房
8	西侧市场部办公区	26	瓷砖	61	2	楼房
9	西侧经理室	32	瓷砖	61	2	楼房
10	西侧会议室	33	瓷砖	61	2	楼房
11	西侧前台	37	瓷砖	62	2	楼房
12	南侧成品仓	32	地胶	54	2	楼房
13	南侧测试区	31	地胶	52	2	楼房
14	东侧卫生间	9	瓷砖	64	2	楼房
15	东侧波峰焊生产线	15	地胶	49	2	楼房
16	东侧波峰焊生产线	27	地胶	51	2	楼房
17	南侧仓库	40	地胶	53	2	楼房
18	正下方 (二层)	5	混凝土	51	2	楼房
19	正上方 (天台)	5	混凝土	39	1	楼房
20	北侧园区道路	8	混凝土	64	2	道路
21	北侧园区道路	10	混凝土	50	2	道路
22	东侧园区道路	37	混凝土	42	2	道路
23	南侧园区道路	64	混凝土	47	2	道路
24	西侧园区道路	40	混凝土	43	2	道路
25	二号楼三层南侧	30	瓷砖	54	2	楼房
26	二号楼三层西侧	51	瓷砖	57	2	楼房



27	南侧室外空地	45	混凝土	45	2	道路
28	一号楼三层东侧	84	瓷砖	55	2	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  $\gamma$  辐射剂量率为 49~65nGy/h，室外道路环境  $\gamma$  辐射剂量率为 39~64nGy/h。

参考《上海市环境天然贯穿辐射水平调查》（杨鹤鸣等），上海市原野（室外） $\gamma$  辐射剂量率调查水平在 34.2-79.5~79.5nGy/h 之间，建筑物室内  $\gamma$  辐射剂量率调查水平在 53.4~151.7nGy/h 之间。对比表明，项目选址周围的环境  $\gamma$  辐射剂量率在该调查水平范围内，建设项目场所环境  $\gamma$  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

本项目拟使用的欧姆龙公司 VT-X750 型工业 CT 由自带钢铅结构的屏蔽体、X 射线源、探测器、装载门、数据处理系统等组成，外观结构图如图 9-1 所示，内部构造示意图如图 9-2 所示，工件传输示意图如图 9-3 所示，基本安全组件列于表 9-1。

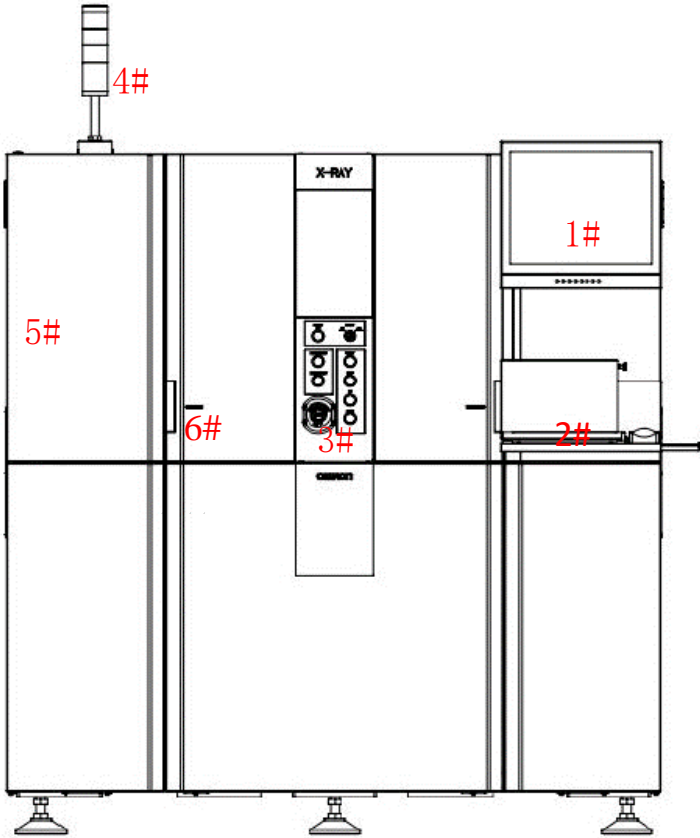


图 9-1 工业 CT 结构外观图

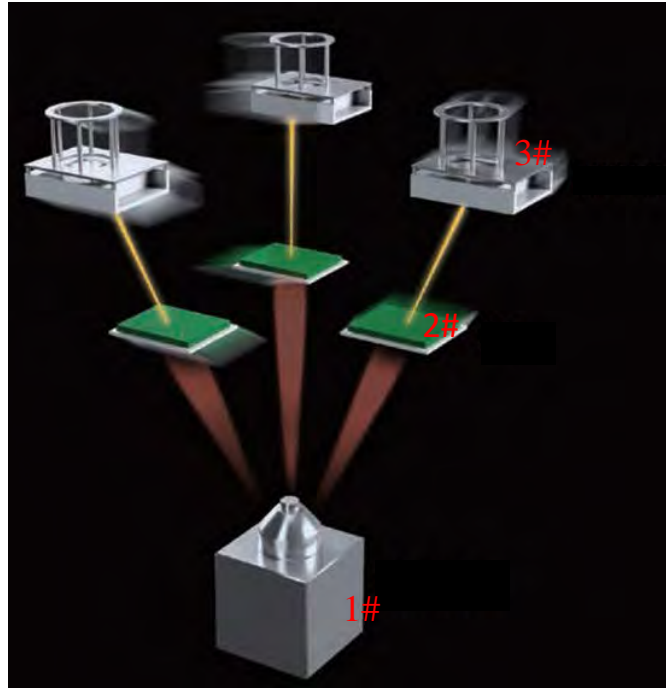


图 9-2 工业 CT 内部构造示意图

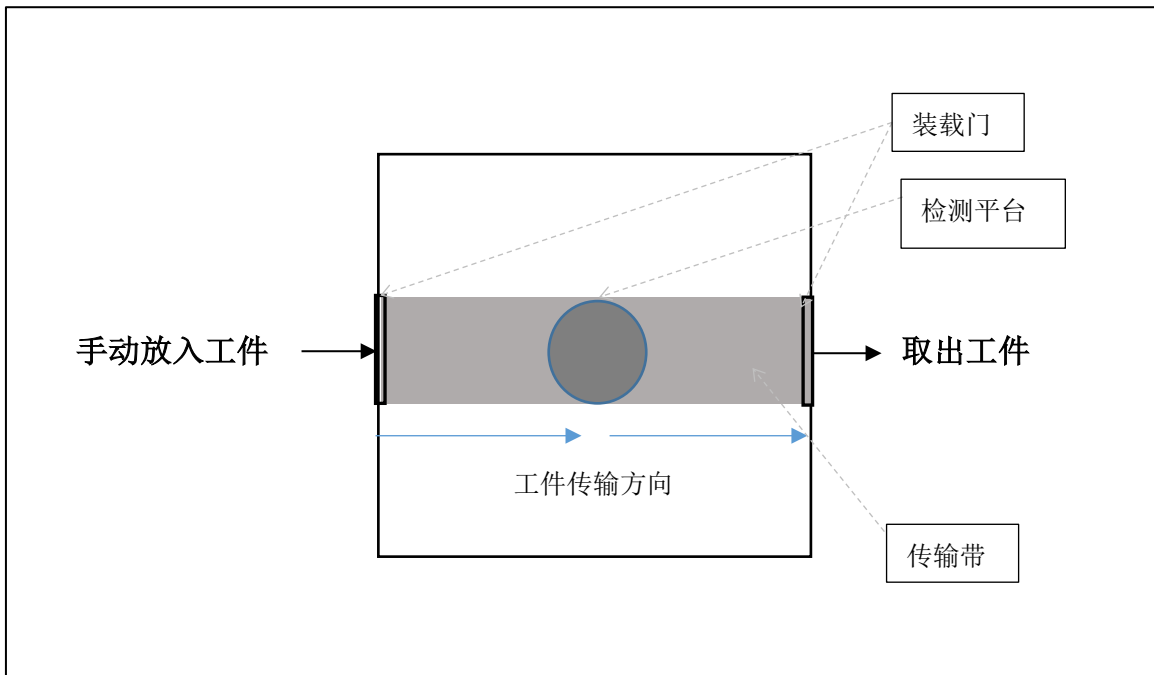


图 9-3 工件传输示意图

表 9-1 工业 CT 安全组件列表

结构	序号	名称	序号	名称
外部 (图 9-1)	1	显示器	4	工作状态指示灯
	2	操作台	5	主防护箱体

	3	控制按钮	6	装载门
内部 (图 9-2)	1	X 射线发生器	3	X 射线相机
	2	基板	-	-

**工作方式：**该设备自带屏蔽体，待检工件通过装载门放至屏蔽体内进行检测，装载门通过操作台的操作面板或开关按键方式进行关闭，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。操作人员将待检工件从左侧装载门放至工件传输带，由输送带自动传送至检测平台，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，完成检测后工件由输送带自动传送至右侧装载门，取出工件。**X 射线出束期间，样品自动完成检测，出束期间无需人员干预。**

X 射线管上方有一个检测平台，待检工件由输送带自动传送至检测平台上后，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 射线装置原理

射线装置通过 X 射线管产生射线，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 9-4 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，称之为轭致辐射，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。

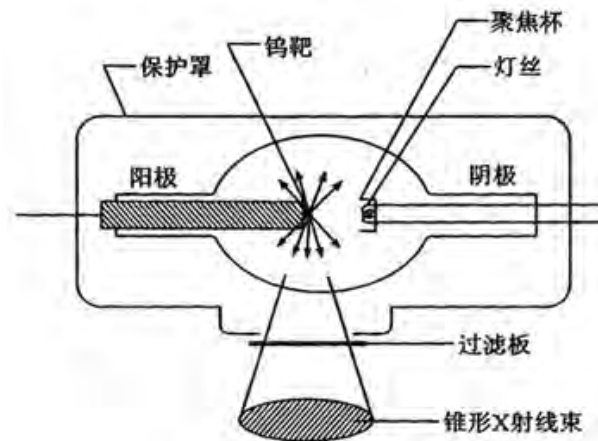


图 9-4 X 射线管示意图

### 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。

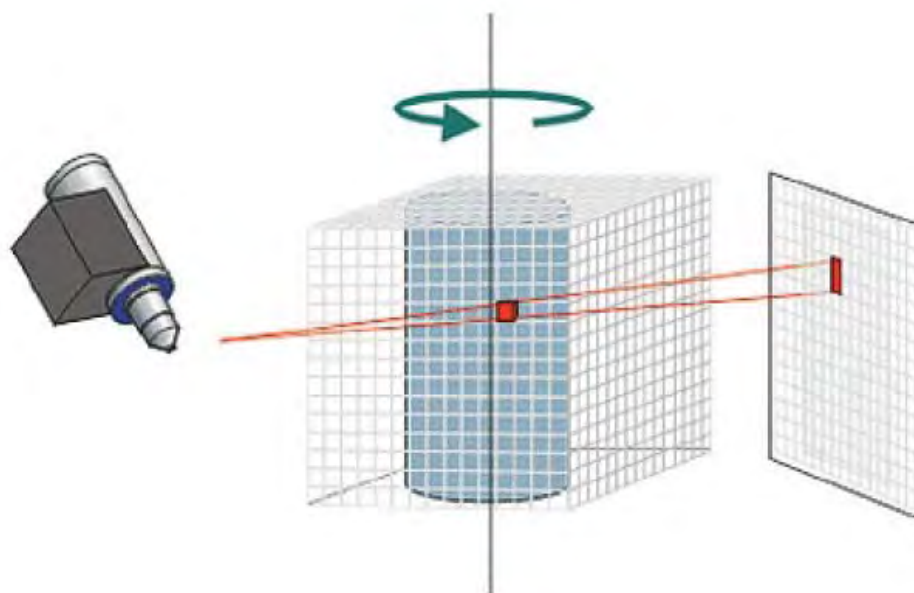


图 9-5 工业 CT 工作示意图

### 9.3 工艺流程和产污环节

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

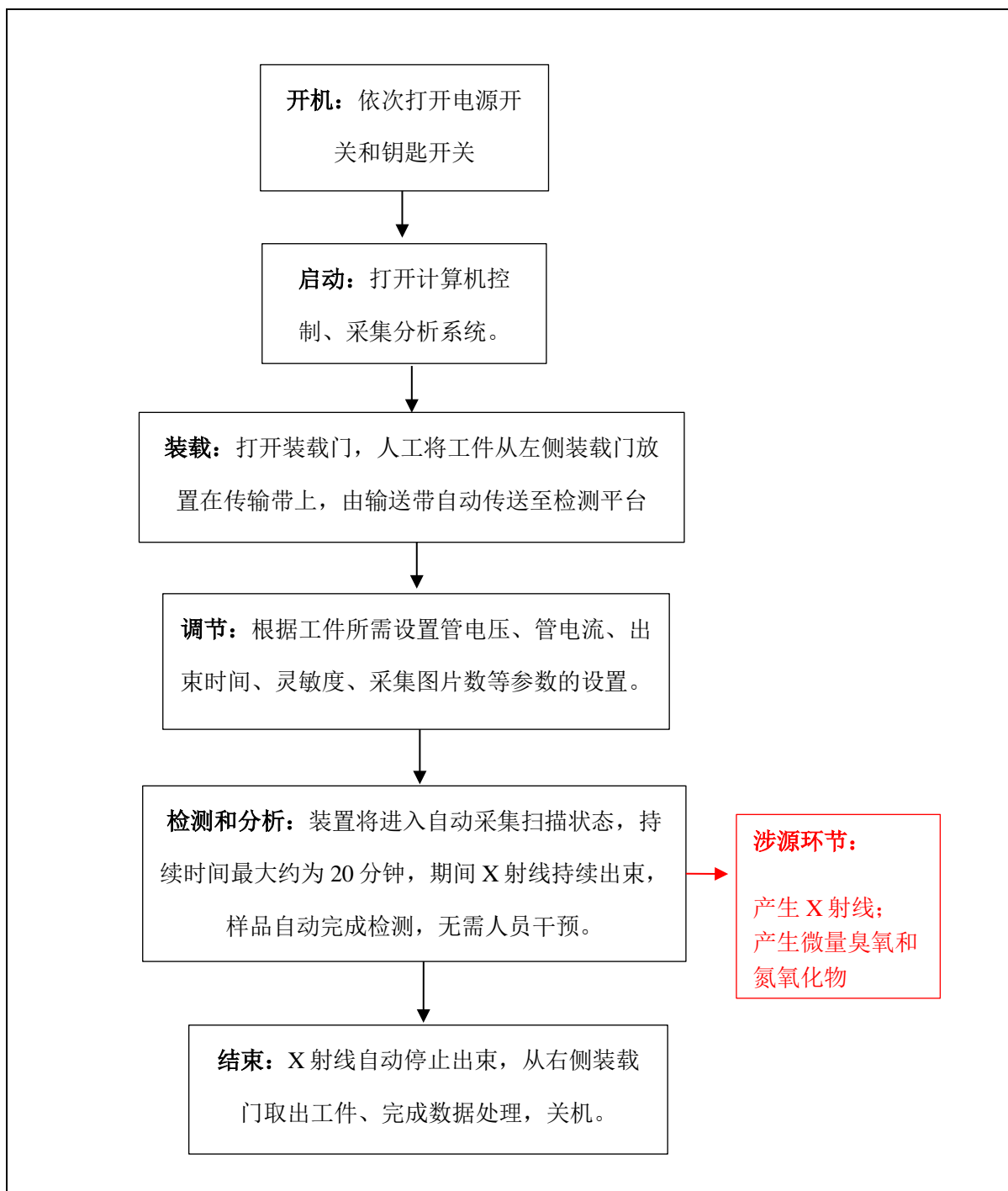


图 9-6 工业 CT 工艺流程及产污环节图

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

辐射操作人员

## 9.4 工作负荷和人员配置

该射线装置投入使用后，预计每天检测和分析工件约 10 个，每个样品检测出束时长最长约 20 分钟，每周 5 个工作日，全年工作时间约 50 周。工作负荷一览表见表 9-3。

建设单位拟安排 2 名辐射工作人员（1 名管理人员、1 名操作人员），经辐射安全与防护培训和考核合格后成为辐射工作人员，负责管理和操作该射线装置。

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
3.3 小时/天	16.7 小时/周	833 小时/年

## 9.5 污染源项描述

### 9.5.1 辐射源

#### ①正常工况

本项目的污染因子是 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、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。

#### 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，使检修人员受到意外照射。

### 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

本项目的射线装置最大管电压、最大管电流由设备厂家给出，有用线束距辐射源点 1m 处的输出量和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）选取，源强有关参数见表 9-4。

表 9-4 源强参数

技术参数	工业 CT
最大管电压	130kV
最大管电流	0.3mA
有用线束距辐射源点 1m 处输出量	18.3mGy·m <sup>2</sup> / (mA·min)
泄露线束距辐射源点 1m 处剂量率	1 × 10 <sup>3</sup> μSv/h
有用线束角度	30°

注：按照（GBZ/T250-2014），130kV 射线源的距辐射源点 1m 处的输出量保守取 150kV 最大输出量作为对应值。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 辐射屏蔽设计

本项目拟使用的射线装置自带钢铅结构的屏蔽体，装置结构图如图 10-1 至图 10-3 所示，结构和屏蔽参数见表 10-1。

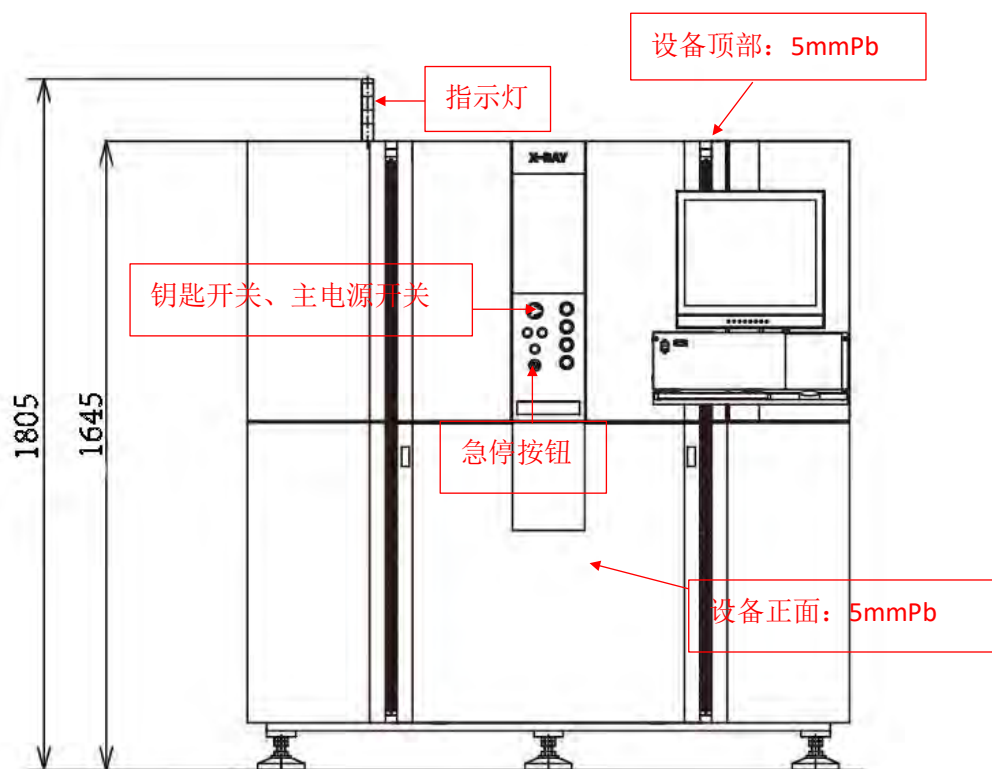


图 10-1 工业 CT 主视图

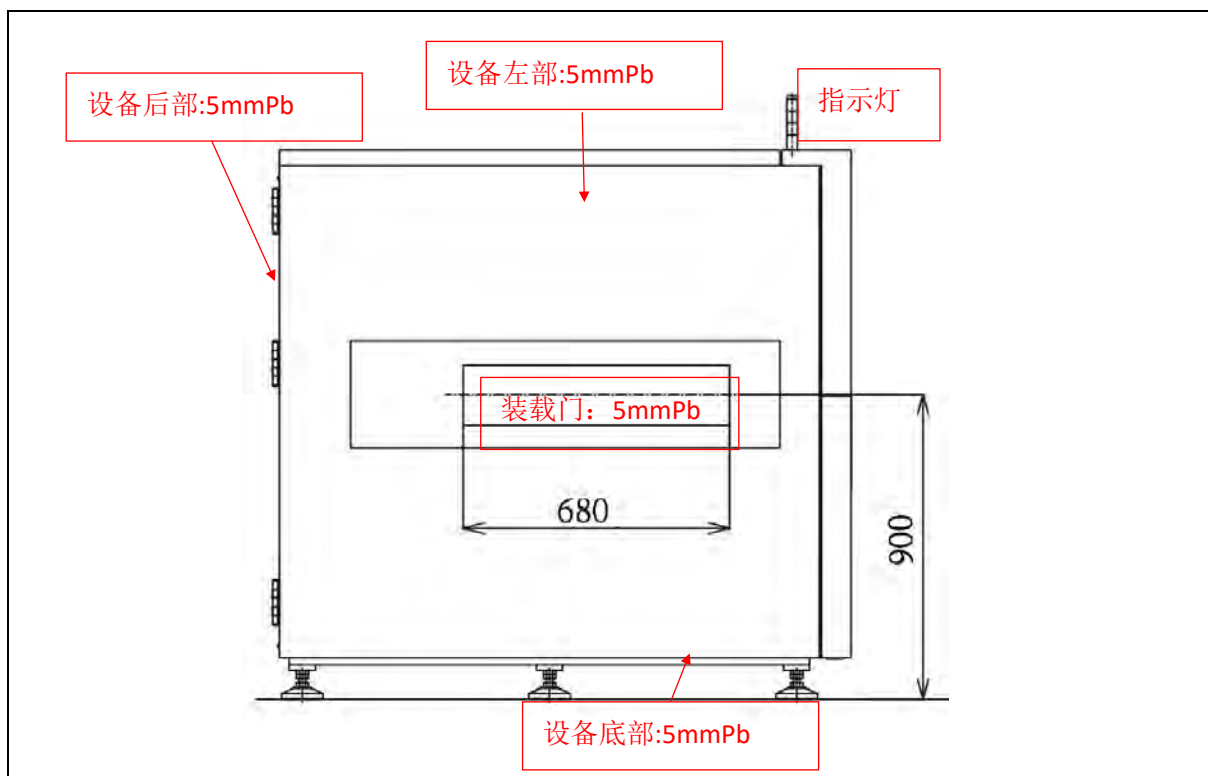


图 10-2 工业 CT 左视图

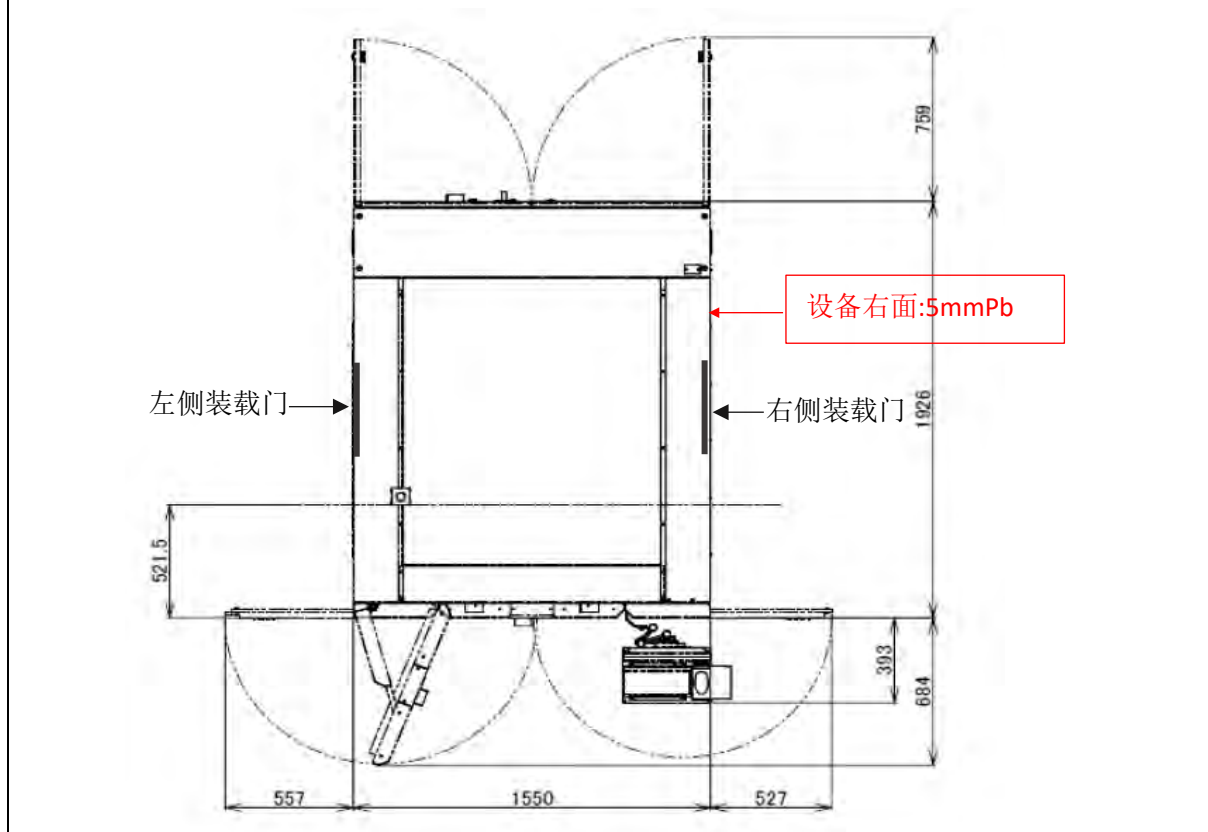


图 10-3 工业 CT 俯视图

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
尺寸	长×宽×高=1925mm×1550mm×1645mm	
前部	合金内衬 5mm 铅板	5mmPb
后部	合金内衬 5mm 铅板	5mmPb
左部	合金内衬 5mm 铅板	5mmPb
右部	合金内衬 5mm 铅板	5mmPb
顶部	合金内衬 5mm 铅板	5mmPb（主射面）
底部	合金内衬 5mm 铅板	5mmPb
装载门	合金内衬 5mm 铅板	5mmPb

## 10.2 辐射安全与防护措施

### 10.2.1 安全连锁系统

本项目设有安全连锁系统，安全连锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门正常关闭、警示装置正常的情况下射线装置才能启动，才能正常出束，一旦其中有一道设施未关到位，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。

### 10.2.2 警示标志和工作状态指示灯

建设单位拟在射线装置的正面张贴电离辐射警告标识，X-RAY 专用室门上将张贴“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状态指示灯，具有三种工作状态指示：绿灯（仪器处于开机状态），黄灯（箱体防护门处于未关闭状态，不能开启射线源），红灯（射线源处于发射 X 射线状态）。工作状态指示信号位置见图 10-1。

### 10.2.3 多重开关

射线装置设有钥匙开关、主电源开关（见图 10-1），只有两个开关同时打开后设备才能启动，关闭任意一道开关 X 射线都将无法正常出束。检测工作结束后将拔出钥匙，交由专人保管，只有授权的工作人员才能使用钥匙，非授权人员无法操作射线装置。

#### 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），急停按钮将标明功能和使用方法，发生紧急事故时可以迅速切断设备的多项部件的电源，立即停止出束。

#### 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 X-RAY 专用室配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置，辐射探测器拟安装在屏蔽体内顶部，显示屏拟安装在操作台上方，用于实时监测射线装置的出束情况。为日常监测配备 1 台便携式 X- $\gamma$  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：工业 CT 自带屏蔽体，在厂房内独立的空间使用。工业 CT 放置在 X-RAY 专用室内，X-RAY 专用室只用作摆放射线装置及其他辅助设施，不用作其他用途。有用线束朝右侧照射，操作台设在射线装置正面一侧，避开了有用线束的照射方

向。

分区：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 X-RAY 专用室划为监督区。X-RAY 专用室门上张贴“辐射工作场所，非辐射工作人员禁止进入”的工作警示牌。辐射工作场所布局和分区示意图如图 10-4 所示。

本项目控制区通过实体屏蔽、急停装置、安全联锁装置等进行控制，监督区通过警示说明、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，辐射工作场所的布局和分区合理。

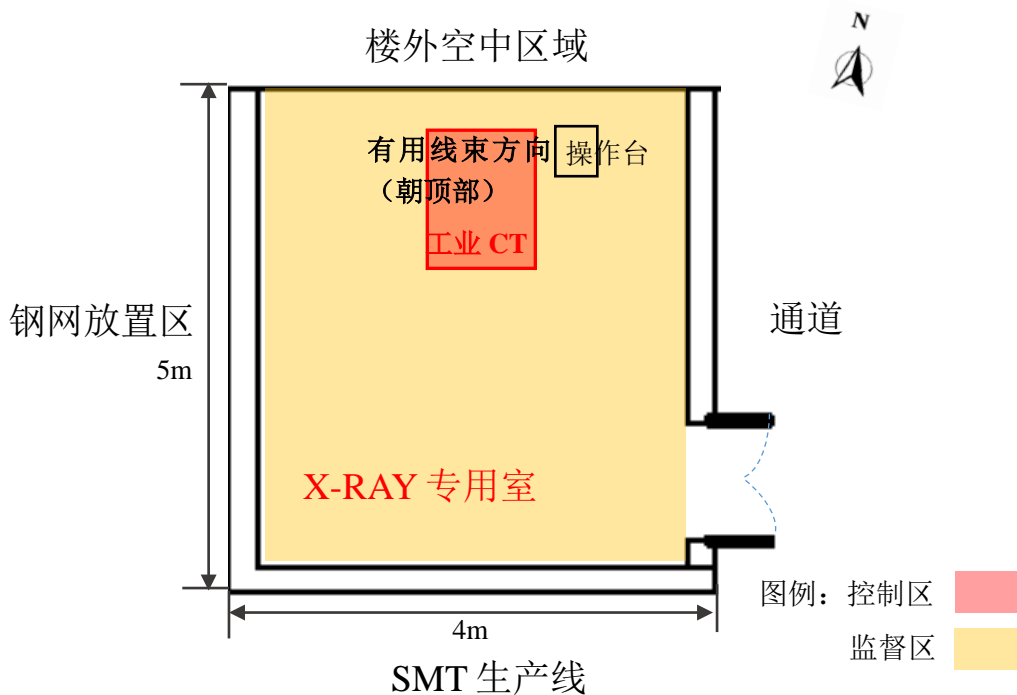


图 10-4 工作场所布局和分区示意图

#### 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 至表 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考虑周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并与探伤室分开。	该项目的射线装置自带屏蔽体，放在独立的空间内（X-RAY 专用室）使用，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，有用线束朝顶部照射，避开了有用线束方向。
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	建设单位拟将工业 CT 实体屏蔽内部区域划为控制区，将屏蔽体外整个 X-RAY 专用室划为监督区。

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 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ 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 $\mu$ 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控制水平通常可取为 100 $\mu$ Sv/h。	本项目屏蔽体顶部的辐射屏蔽要求同上； 根据表 11-5 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。

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
<p>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连锁</p>	<p>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。X 射线出束期间，打开装载门 X 射线将立即切断出束，将无法自动出束。</p> <p>本项目拟使用的射线装置内部空间狭小，人员无法进入装置内部。</p>
<p>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。</p>	<p>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，因此本项目未在装置内部设有指示灯和声音提示装置。</p> <p>射线装置自带有工作状态指示灯并有指示灯说明，工作状态指示：绿灯（装置处于开机状态），黄灯（箱体装载门处于未关闭状态，不能开启射线源），红灯（射线源处于发射 X 射线状态）。</p>
<p>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。</p>	<p>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。</p>
<p>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。</p>	<p>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告标志，X-RAY 专用室门上张贴“辐射工作场所，非辐射工作人员禁止进入”的工作警示牌。</p>
<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>建设单位拟为 X-RAY 专用室安装 1 个机械排风装置，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 <math>0.09\text{m}^3/\text{s}</math>，该 X-RAY 专用室的体积约为 <math>100\text{m}^3</math>，排风扇在工作期间保持开启，可确保 X-RAY 专用室每小时有效通风换气次数为 3.2 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 X-RAY 专用室配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置，辐射探测器拟安装在屏蔽体内顶部，显示屏拟安装在操作台上方，用于实时监测射线装置的出束情况。</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防护门-机连锁装置、照射信号指示灯等防护安全设施是否能正常工作，如发现防护安全设施不能正常工作时，则不能开始辐射工作。</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>建设单位拟为本项目的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。在工作期间，辐射工作人员将个人剂量报警仪佩戴在身上并保持开机状态，当剂量率达到 <math>2.5\mu\text{Sv/h}</math> 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>建设单位拟使用便携式 X-γ 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，一旦发生辐射值超过控制水平时，立即停止辐射工作并向辐射管理人员报告，查找原因。计划每年一次委托</p>

	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。
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。	工作人员作业前检查便携式 X-γ 剂量率仪是否正常工作，如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作时，则不能开始辐射工作。
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。	在每次照射前，辐射工作人员需确认射线装置各项安全连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。	本项目的射线装置自带屏蔽体，屏蔽体内部空间狭小，人员不能进入屏蔽体内部。辐射工作人员需要在辐射工作前确认各项安全连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。

**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。

## 10.5 日常检查与维护

### 10.5.1 日常检查

射线装置使用时应检查射线装置装载门门-机连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) 射线装置外观是否完好；
- (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- (3) 液体制冷设备是否有渗漏；
- (4) 装载门是否正常关闭；
- (5) 安全连锁是否正常工作；

- (6) 钥匙开关闭合、急停按钮复位是否正常；
- (7) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- (8) 螺栓等连接件是否连接良好；

### **10.5.2 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。装置的检修和维护工作应由装置厂家的售后工作人员来进行。
- (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查。
- (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为合格产品。
- (4) 做好设备维护记录。

## **10.6 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》（GBZ117-2022）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。

为保持 X-RAY 专用室的空气清新，建设单位拟为 X-RAY 专用室安装 1 个机械排风装置，排风管道通至厂房的集中排风管道，排风口位于天台，该区域为非人员密集场所。设计排风量不小于  $0.09\text{m}^3/\text{s}$ 。X-RAY 专用室的体积约为  $100\text{m}^3$ ，排风扇在工作期间保持开启，可确保 X-RAY 专用室每小时有效通风换气次数为 3.2 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 GBZ117-2022 的要求。

**表 11 环境影响分析**

### **建设阶段环境影响分析**

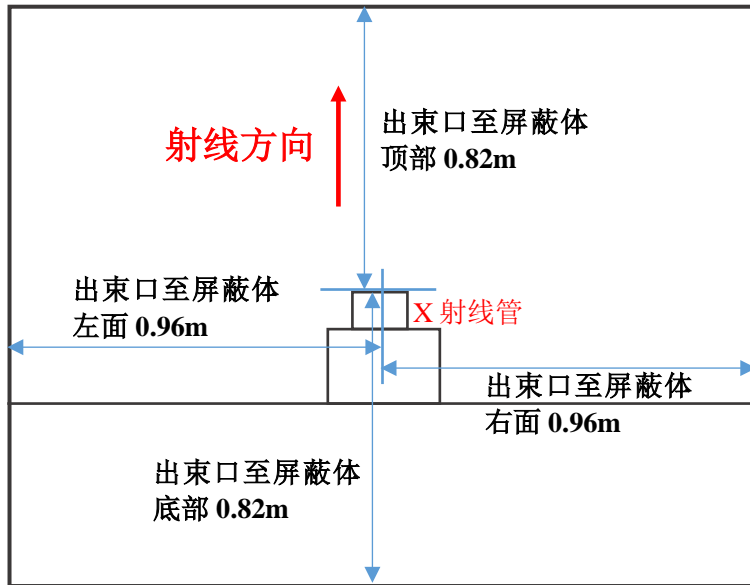
本项目使用成品电气设备，不涉及施工建设，因此本项目建设阶段基本不会造成环境污染。

### **运行阶段对环境的影响**

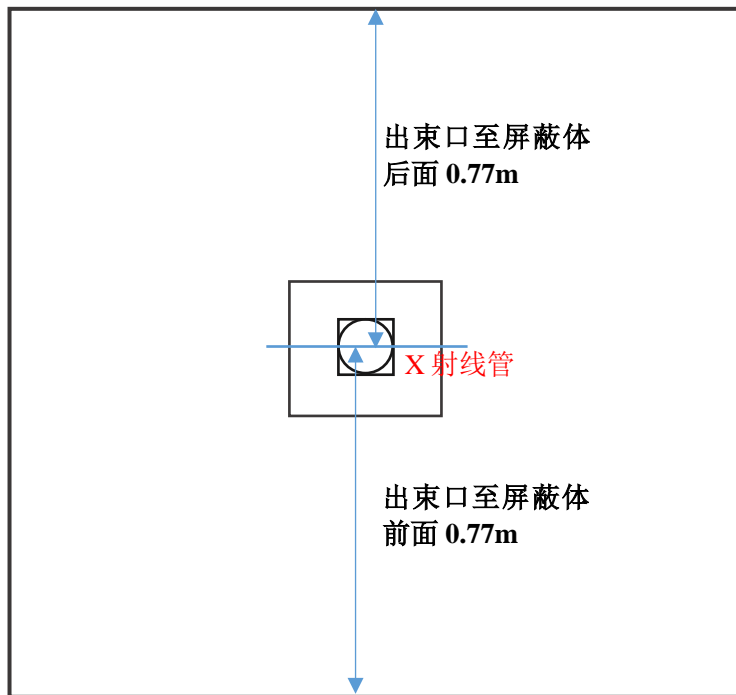
#### **11.1 辐射剂量率估算**

本项目拟使用的工业 CT 放置在 X-RAY 专用室内，有用线束方向朝顶部照射。本报告选取射线屏蔽体外 0.3m 处为辐射水平关注点。射线源分布图见图 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。

为了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。

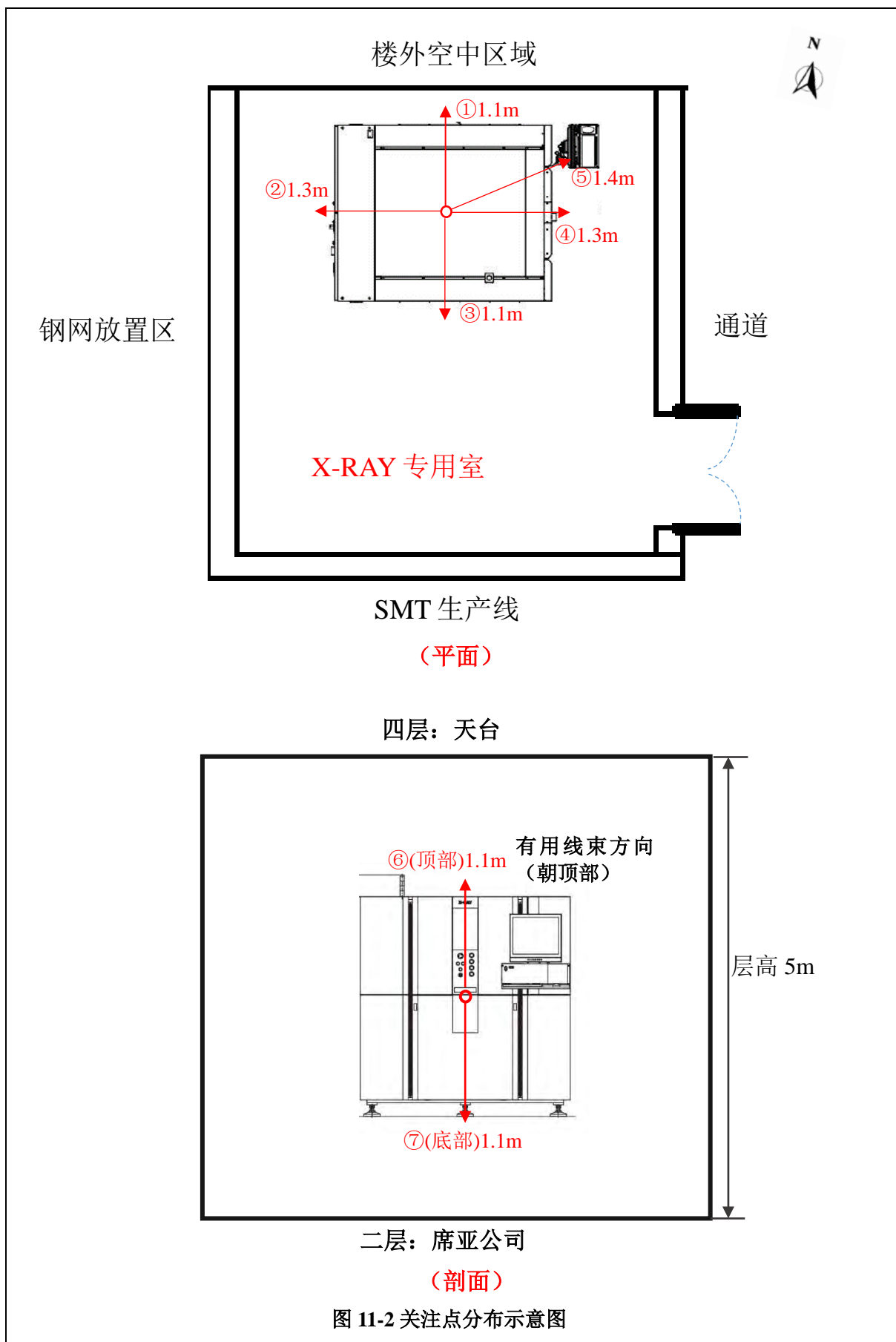


主视图



俯视图

图 11-1 射线源分布图



本项目的最大管电压为 130kV，为保守分析，本项目有用线束的屏蔽透射因子 **B** 按照 150kV 的参数进行选取，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，铅层厚度约 4.5mmPb，本项目拟使用的工业 CT 最大管电压为 130kV，有用线束方向的屏蔽厚度为 5mmPb，因此有用线束的透射因子 **B** 可保守取值 1E-06。

初级射线在关注点的剂量率按公式（11-1）计算：

$$\dot{H}_1 = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \quad (11-1)$$

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：

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

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：

$$\dot{H}_3 = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中：

**H<sub>0</sub>** 距辐射源点 1m 处输出量，单位为  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；根据 GBZ/T250-2014，可知 150kV 管电压 2mm 铝条件下的  $H_0 = 18.3 \times 6 \times 10^4 = 1.1 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

**B** 屏蔽透射因子；

**I** 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

**R** 辐射源点至关注点的距离，单位为 m；

**R<sub>s</sub>** 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；

$\dot{H}_L$  距辐射源点 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  $\text{m}^2$ 。

a 散射因子，入射辐射被单位面积 ( $1\text{m}^2$ ) 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。

$R_0$  辐射源点至散射体的距离，单位为 m。

由于该射线装置有用线束方向朝顶部照射，对关注点⑥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 计算参数一览表

关注点	R(m)	$R_s$ (m)	F( $\text{m}^2$ )	a	$R_0$ (m)	I(mA)
① (北侧)	1.1	1.1	0.01	0.0475	0.2	0.3
② (西侧)	1.3	1.3	0.01	0.0475	0.2	0.3
③ (南侧)	1.1	1.1	0.01	0.0475	0.2	0.3
④ (东侧)	1.3	1.3	0.01	0.0475	0.2	0.3
⑤ (操作位)	1.4	1.4	0.01	0.0475	0.2	0.3
⑥ (顶部)	1.1	-	-	-	-	0.3
⑦ (底部)	1.1	1.3	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)	5mmPb	有用线束	0.96mm	6.2E-06
		泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
② (西侧)	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
		散射线束	0.96mm	6.2E-06
③ (南侧)	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06



		散射线束	0.96mm	6.2E-06
④（东侧）	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
		散射线束	0.96mm	6.2E-06
⑤（操作位）	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
		散射线束	0.96mm	6.2E-06
⑥（顶部）	5mmPb	有用线束	-	1E-06
⑦（底部）	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
		散射线束	0.96mm	6.2E-06

注：按照（GBZ/T250-2014），工业 CT 最大管电压为 130kV，泄漏线束和散射线束的 TVL 值均保守取 150kV 对应值。

表 11-3 源项参数一览表

射线类型	距辐射源点 1m 处输出量/剂量率
有用线束	$1.1 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$
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	-	5.1E-03	2.0E-02	2.5E-02
②（西侧）	2.5	-	3.7E-03	1.4E-02	1.8E-02
③（南侧）	2.5	-	5.1E-03	2.0E-02	2.5E-02
④（东侧）	2.5	-	3.7E-03	1.4E-02	1.8E-02
⑤（操作位）	2.5	-	3.2E-03	1.2E-02	1.6E-02
⑥（顶部）	2.5	2.7E-01	-	-	2.7E-01
⑦（底部）	2.5	-	5.1E-03	1.4E-02	1.9E-02

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，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  $2.7\text{E-}01 \mu\text{Sv/h}$ ，不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，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 的关注点辐射剂量率估算结果，本报告以表 11-4 关注点的最大剂量率作为 X-RAY 专用室内辐射工作人员的受照剂量率，评价范围内公众的受照剂量率按照“辐射水平与距离平方成反比”来估算。结合表 9-3 的工作负荷介绍（周出束时长约 16.7 小时，年出束时长约 833 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——保护目标的受照剂量；

$\dot{H}$ ——关注点的辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$ ；

$r_g$ ——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

楼层/ 方位	场所	保护目标	$r_g(m)$	$r_b(m)$	T	受照剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	周受照剂量 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	年受照剂量 ( $\text{mSv/a}$ )
-	X-RAY 专用室	辐射工作人员	1.4	1.4	1	2.7E-01	4.5	2.2E-01
东侧	通道	公众	1.3	2	1/10	7.6E-03	1.3E-02	6.3E-04
	卫生间	公众	1.3	10	1/10	3.0E-04	5.1E-04	2.5E-05
	波峰焊生产线	公众	1.3	15	1	1.4E-04	2.3E-03	1.1E-04
	园区道路	公众	1.3	38	1/20	2.1E-05	1.8E-05	8.8E-07
南侧	SMT 生产线	公众	1.1	13	1	1.8E-04	3.1E-03	1.5E-04
	测试区	公众	1.1	32	1/5	3.0E-05	1.0E-04	5.0E-06
	成品仓	公众	1.1	33	1/20	2.8E-05	2.3E-05	1.2E-06
	仓库	公众	1.1	41	1/20	1.8E-05	1.5E-05	7.6E-07
	园区道路	公众	1.1	65	1/20	7.2E-06	6.0E-06	3.0E-07
西侧	设计部办公区	公众	1.3	21	1	6.9E-05	1.2E-03	5.7E-05
	市场部办公区	公众	1.3	27	1	4.2E-05	7.0E-04	3.5E-05
	经理室	公众	1.3	33	1	2.8E-05	4.7E-04	2.3E-05
	会议室	公众	1.3	34	1/5	2.6E-05	8.8E-05	4.4E-06
	前台	公众	1.3	38	1	2.1E-05	3.5E-04	1.8E-05

	捷德公司	公众	1.3	81	1	4.6E-06	7.7E-05	3.9E-06
	英迈吉公司	公众	1.3	79	1	4.9E-06	8.1E-05	4.1E-06
北侧	镭利公司	公众	1.1	31	1	3.2E-05	5.3E-04	2.7E-05
二层	席亚公司	公众	1.1	6	1	6.8E-04	1.1E-02	5.7E-04
四层	天台	公众	1.1	6	1/40	9.7E-03	4.1E-03	2.0E-04

表 11-9 估算结果显示，辐射工作人员的周有效最大受照剂量为 4.5 $\mu$ Sv/周，公众的周有效最大受照剂量为 1.3E-02 $\mu$ Sv/周，满足“辐射工作人员不大于 100 $\mu$ Sv/周，公众不大于 5 $\mu$ Sv/周”的周剂量限值控制要求；辐射工作人员年有效最大受照剂量为 2.2E-01mSv/a，公众年有效最大受照剂量为 6.3E-04mSv/a，满足“辐射工作人员不超过 5mSv/a、公众不超过 0.25mSv/a”的年有效剂量约束要求，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

情景一：射线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射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

情景二：射线装置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，使检修人员受到意外照射。

### 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查和维护。

(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》，向当地生态环境主管部门报告。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主管部门报告。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。



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 2 名辐射工作人员（1 名管理人员、1 名操作人员），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，经辐射安全与防护培训和考核合格后成为辐射工作人员，负责管理和操作该射线装置。

## 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。

建设单位将按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的有关要求，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；委托有资质的第三方检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，为辐射工作人员各配备 1 个人剂量计，配备 1 个本底剂量计用作对照。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，并终生保存。

### 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。

委托有资质的第三方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 X-RAY 专用室配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置，辐射探测器拟安装在屏蔽体内顶部，显示屏拟安装在操作台上方。为日常监测配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，使用便携式 X-γ 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	数量
个人剂量报警仪	1 台
便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪	1 台
固定式场所 辐射探测报警装置	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

射线装置屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

## (2) 检测布点要求及位置

射线装置的放射防护检测应在额定工作条件下，主屏蔽应在没有工件时进行，副屏蔽应在有工件时进行，应首先进行装置整体的辐射水平巡测，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，发现辐射水平异常高的位置；
- b) 装载门外 30cm 离地面高度为 1m 处,门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；
- c) 屏蔽体外 30cm 离地面高度为 1m 处,每个墙面至少测 3 个点；
- d) 操作位；
- e) 人员经常活动的位置。

## (3) 检测异常处理

日常检测时，一旦发现辐射水平超过 2.5 $\mu$ 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，方可继续工作。验收监测发现超过控制水平的，应整改合格后方可通过竣工环境保护验收。

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 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。

### 12.5.1 辐射事故应急机构

建设单位成立了辐射事故应急小组，人员组成见表 12-3。

表 12-3 辐射事故应急小组成员一览表

应急机构	姓名	职务	联系电话
组长	■	分厂厂长	■
成员	■	分厂副厂长	■
	■	经理	■
	■	工艺主管	■
	■	专员	■
	■	经理	■

### 12.5.2 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。

## 12.6 与标准的对照分析

按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求,对辐射安全管理进行分析,对照分析表见表 12-3。

表 12-3 辐射安全管理对照分析表

(GBZ117-2022)的使用单位要求	实施计划
4.2 应建立放射防护管理组织,明确放射防护管理人员及其责任,建立和实施放射防护管理制度和措施。	建设单位设立了辐射安全管理小组,明确了辐射管理小组成员及其职责,制定了辐射安全管理规章制度。
4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测,按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。	建设单位将委托有资质的第三方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,按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。
4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪	建设单位拟为本项目的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 X-γ 剂量率仪。
4.6 应制定辐射事故应急预案。	建设单位制定了辐射事故应急预案。

## 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 682 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，对验收报告进行公示，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12-4。

表 12-4 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

上海麦骏电子有限公司拟在上海浦东新区置业路 111 号英迈吉东影园 3 号楼三层的 X-RAY 专用室内安装使用 1 台欧姆龙公司 VT-X750 型工业 CT，用于对 PCBA 底部球形的元件焊接效果辅助检查。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分别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在无损条件下检测对 PCBA 底部球形的元件焊接缺损状况，为电子元器件质量提供技术支撑。按要求落实各项辐射安全与防护措施后，所造成的辐射影响轻微、可控，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、射线装置需在取得辐射安全许可证后方可使用；
- 2、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；
- 3、定期对工业 CT 装置进行保养维护，并按照监测计划对辐射工作场所和周围环境进行监测；
- 4、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

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



附件 1: 环境  $\gamma$  辐射现状检测报告



# 检 测 报 告

任务编号: XH23TR019

项目名称:	核技术利用建设项目场所环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测
委托单位:	上海麦骏电子有限公司
检测类型:	环评检测
报告日期:	2023 年 3 月 1 日

广州星环科技有限公司

(检测专用章)

## 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](http://www.foyoco.com)



## 广州星环科技有限公司检测报告

受检单位	上海麦骏电子有限公司
检测地点	上海浦东新区王桥路 358 号置业路 111 号 3 号楼
检测参数	环境 $\gamma$ 辐射剂量率
检测方式	现场检测
仪器名称	X、 $\gamma$ 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、BG9512P 型 出厂编号: 1TRW88AA 能量响应: 25keV~3MeV 测量量程: 10nGy/h~200 $\mu$ Gy/h 相对固有误差: -5.4%
仪器校准证书	2023H21-20-4365381001 校准单位: 上海市计量测试技术研究院 校准日期: 2023 年 1 月 11 日; 复校日期: 2024 年 1 月 10 日
检测依据	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)
检测日期	2023 年 2 月 27 日
环境条件	天气: 晴, 气温 11°C, 湿度 49%
建设项目概况	上海麦骏电子有限公司拟在上海浦东新区王桥路 358 号, 置业路 111 号 3 号楼三层设置 1 间 X-RAY 专用室, 在 X-RAY 专用室内使用 1 台欧姆龙公司 VT-X750 型工业 X 射线 CT 装置, 用于对 PCBA 底部球形的元件焊接效果辅助检查。
检测结果	检测结果见附表 1, 检测布点图见附图 1。

编制: 陈凯利      审核: 黄锦臣      签发: 张子奇  
 签发日期: 2023.3.1

附表 1: 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	X-RAY 专用室	-	地胶	61	2	楼房
2	东侧通道	3	地胶	65	1	楼房
3	西侧钢网放置区	6	地胶	60	2	楼房
4	南侧 SMT 生产线	7	地胶	59	2	楼房
5	南侧 SMT 生产线	14	地胶	59	2	楼房
6	南侧通道	24	地胶	54	1	楼房
7	西侧设计部办公区	21	瓷砖	61	2	楼房
8	西侧市场部办公区	26	瓷砖	61	2	楼房
9	西侧经理室	32	瓷砖	61	2	楼房
10	西侧会议室	33	瓷砖	61	2	楼房
11	西侧前台	37	瓷砖	62	2	楼房
12	南侧成品仓	32	地胶	54	2	楼房
13	南侧测试区	31	地胶	52	2	楼房
14	东侧卫生间	9	瓷砖	64	2	楼房
15	东侧波峰焊生产线	15	地胶	49	2	楼房
16	东侧波峰焊生产线	27	地胶	51	2	楼房
17	南侧仓库	40	地胶	53	2	楼房
18	正下方(二层)	5	混凝土	51	2	楼房
19	正上方(天台)	5	混凝土	39	1	楼房
20	北侧园区道路	8	混凝土	64	2	道路
21	北侧园区道路	10	混凝土	50	2	道路
22	东侧园区道路	37	混凝土	42	2	道路
23	南侧园区道路	64	混凝土	47	2	道路
24	西侧园区道路	40	混凝土	43	2	道路
25	二号楼三层南侧	30	瓷砖	54	2	楼房

任务编号: XH23TR019

26	二号楼三层西侧	51	瓷砖	57	2	楼房
27	南侧室外空地	45	混凝土	45	2	道路
28	一号楼三层东侧	84	瓷砖	55	2	楼房

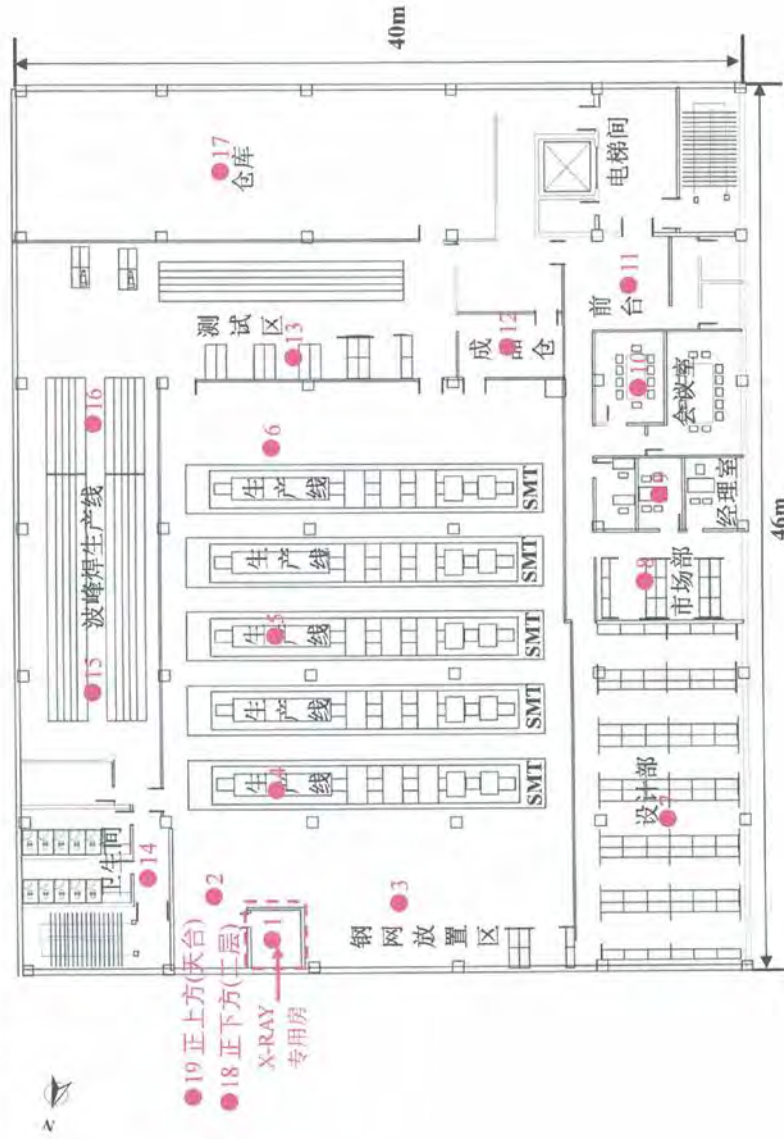
注: 1、以上数据已校准, 校准系数为 1.06;

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;

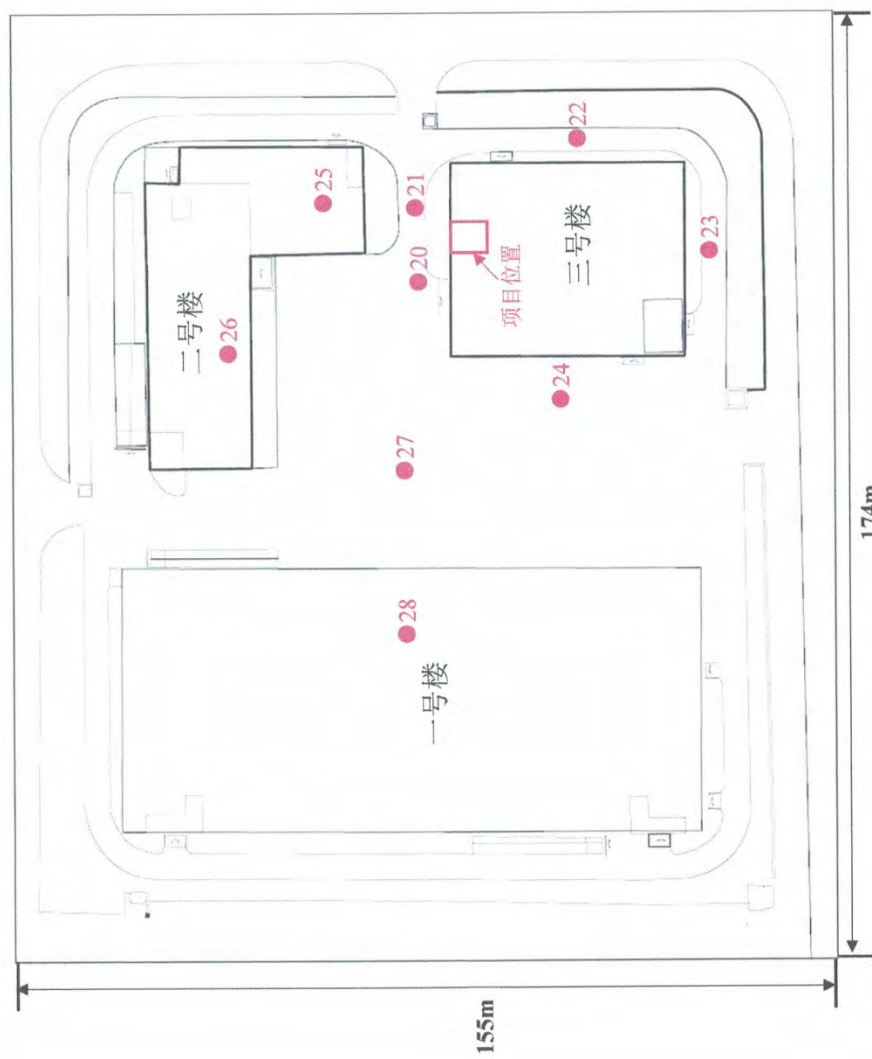
3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分 (37nGy/h); 建筑物对宇宙射线的屏蔽因子:  
楼房取值 0.8, 道路取值 1。



附图 1: 检测布点图



3号楼三层布点示意图



园区布点示意图



## 附件 2：辐射安全管理规章制度

# 上海麦骏电子有限公司

## 辐射安全管理规章制度

为贯彻环境主管部门对使用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

小组成员	姓名	职务	联系电话
组长	■	分厂厂长	■
成员	■	分厂副厂长	■
	■	经理	■
	■	工艺主管	■
	■	专员	■
	■	经理	■

管理小组职责：

- (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。

### 2、辐射防护和安全保卫制度

(1) 辐射工作人员及辐射安全管理人員应持证上岗，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) 严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，委托检测机构对直接操作射线装置的辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，监测周期为3个月，建立个人剂量档案和职业健康档案。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 射线装置屏蔽门应设置门-机联锁装置,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。

(9) 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。

### 3、岗位职责

#### 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。

## 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。

## 4、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。

## 5、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。

## 6、监测方案

### (1) 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。

### (2) 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。

## 7、辐射工作人员职业健康检查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。

### (1) 职业健康检查要求

凡辐射工作人员上岗前，必须进行上岗前的职业健康检查，建立职业健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。定期组织上岗后的辐射工作人员进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过5年，必要时可增加临时性检查。

辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，应当对其进行离岗前的职业健康检查；发生应急照射或事故照射情况应及时组织健康检查和必要的医学处理。

### (2) 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。

### (3) 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，并应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。

## 8、射线装置维修维护制度

(1) 应定期对射线装置进行维护，常规维护应至少每年一次，确保机器良好的工作性能。

(2) 射线装置维护包括：机器的性能评估、全面检查、易损件维护和更换，以及控制系统等的可靠性测试和维护。

(3) 日常使用当发现装置有故障或损坏时，应通知厂家进行维修，应保证所更换的零部件都来自原厂。

(4) 辐射安全管理机构负责对射线装置进行监督和管理。

(5) 射线装置的维修维护应有由具备资质的厂家专业人员负责，由设备管理员做好维修维护记录。

(6) 维修维护工作必须两人以上参与，佩戴好个人剂量报警仪，在做好安全防护的情况下进行维修维护工作。

(7) 射线装置检修和维护时应采取可靠的断电措施，切断设备的总电源，并经启动复查确认无电后，在总电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”的安全标志。

(8) 定期（每周一次）对辐射工作场所的警示标志、警示灯、工作指示灯、急停按钮、安全联锁等安全设施进行检查，保证良好的防护效果。

# 上海麦骏电子有限公司

## 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：

小组成员	姓名	职务	联系电话
组长	■	分厂厂长	■
成员	■	分厂副厂长	■
	■	经理	■
	■	工艺主管	■
	■	专员	■
	■	经理	■

上海市生态环境局：(021)-23111111

上海市公安局：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，使检修人员受到意外照射。

(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》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

## 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、过程和人员伤害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。

**本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市应急救援预案的条款为准。**