

编号：DBR-YS-20221202

建设项目竣工环境保护 验收监测表

项目名称：工业 CT 检测系统应用项目

建设单位：联测优特半导体（烟台）有限公司

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

编制日期：2022 年 12 月

项目名称：工业CT检测系统应用项目

编制及监测单位：山东丹波尔环境科技有限公司

报告编写：

审 核：

签 发：

建设单位：联测优特半导体（烟台）有限公司

电 话：15866355711

传 真：——

邮 编：265503

地 址：烟台开发区北京中路 50 号内 66 号

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

电 话：13031716777

传 真：0531-61364346

邮 编：250000

地 址：济南市历下区燕子山西路 58 号

目 录

一、概 述	1
二、项目概况	4
三、环评及批复要求落实情况	15
四、验收监测标准及参考依据	19
五、验收监测	22
六、职业和公众受照剂量	25
七、辐射安全管理	27
八、验收监测结论与建议	28
九、附 件	
1. 联测优特半导体（烟台）有限公司工业CT检测系统应用项目竣工环境保护验收监 测委托书	
2. 辐射安全许可证	
3. 环境影响报告表审批意见	
4. 关于成立辐射安全与环境保护管理科的通知	
5. 辐射工作安全责任书	
6. 辐射安全管理制度	
7. 辐射事故应急预案及应急演练记录	
8. 辐射工作人员培训证书	
9. 检测报告	

一、概 述

建设项目	项目名称	工业 CT 检测系统应用项目		
	项目性质	新建	建设地点	公司厂区东侧生产厂房 1 二层东北侧 X-RAY 房间
建设单位	单位名称	联测优特半导体（烟台）有限公司		
	通信地址	山东省烟台开发区北京中路 50 号内 66 号		
	法人代表	肖辉	邮政编码	265503
	联 系 人	宋丽婷	电 话	15866355711
环境影响 报告表	编制单位	山东丹波尔环境科技有限公司	完成时间	2022 年 7 月
	审批部门	烟台市生态环境局经济技术开发区分局	批复时间	2022 年 8 月 25 日
验收监测	验收监测时间	2022 年 12 月 16 日	验收监测及编制单位	山东丹波尔环境科技有限公司
项目投资	核技术项目投资	200 万元	核技术项目环保投资	10 万元
应用类型	射线装置	使用 1 台工业 X 射线 CT，II 类		

1.1 引 言

联测优特半导体（烟台）有限公司成立于2020年10月23日，注册资金12000万(美元)，总用地面积85699.7m²；总建筑面积93507.9m²。经营范围包括一般项目：半导体器件专用设备制造；集成电路制造；集成电路设计；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；计算机软硬件及外围设备制造；通信设备制造；半导体器件专用设备销售；电子专用设备销售；机械设备租赁；货物进出口；技术进出口。

1.2 项目概况

为满足生产需求，保证生产产品的质量，公司购置 1 台 X-EYE SF160F 型工业 X 射线 CT，用于检测封装的芯片，该设备自带一套屏蔽装置，整体安装于厂区东侧生产厂房 1 二层东北侧 X-RAY 房间，属使用 II 类射线装置。

2022 年 7 月，山东丹波尔环境科技有限公司编制了《联测优特半导体（烟台）有限公司工业 CT 检测系统应用项目环境影响报告表》，并于 2022 年 8 月 25 日通过了烟台市生态环境局经济技术开发区分局批复（烟开环表[2022]97 号）。

公司于 2022 年 9 月 5 日申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[06426]，有效期至 2027 年 9 月 4 日，许可种类和范围为“使用 II 类射线装置”。

工业 CT 检测系统于 2022 年 11 月安装完成并开始调试运行。

根据《建设项目环境保护管理条例》等有关法律法规的要求，受联测优特半导体（烟台）有限公司的委托，山东丹波尔环境科技有限公司承担了该建设项目竣工环境保护验收监测工作，于 2022 年 12 月 16 日对该项目进行了现场验收监测与检查，在此基础上编制了《联测优特半导体（烟台）有限公司工业 CT 检测系统应用项目竣工环境保护验收监测表》。2022 年 12 月 30 日，联测优特半导体（烟台）有限公司组织召开验收工作组会议，根据验收工作组意见，对原报告进行了完善并形成《联测优特半导体（烟台）有限公司工业 CT 检测系统应用项目竣工环境保护验收监测表》。

1.4 验收监测目的

1. 通过现场验收监测，对该项目环境保护设施建设、运行、辐射安全防护措施和环境管理等情况进行全面的检查与测试，确定其是否符合国家相关标准和环境影响报告表及其审批文件的要求。

2. 根据现场检查、监测结果分析和评价，指出该项目存在的问题，提出需要改进的措施，以满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求。

3. 依据环境影响评价文件及其批复提出的具体要求，进行分析、评价并得出结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

1.5 验收依据

1.5.1 法律法规

1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2014 年修订；
2. 《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 6 号，2003 年；
3. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2019 年 3 月第二次修订；
4. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年；
5. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号公布，2006.3 实施；生态环境部令第 20 号修订，2021.1 实施；
6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年；

7. 《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号；

8. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环保总局环发[2006]145 号；

9. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号；

10. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告 2018 年第 9 号；

11. 《山东省环境保护条例》，2018 年 11 月 30 日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订，2019 年 1 月 1 日实施；

12. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014 年。

1.5.2 技术标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

2. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

3. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

4. 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；

5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。

1.5.3 其他验收依据

1. 《联测优特半导体（烟台）有限公司工业 CT 检测系统应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2022 年 7 月。

2. 《联测优特半导体（烟台）有限公司工业 CT 检测系统应用项目环境影响报告表》审批意见，烟台市生态环境局经济技术开发区分局，烟开环表[2022]97 号，2022 年 8 月 25 日。

3. 联测优特半导体（烟台）有限公司工业 CT 检测系统应用项目竣工环境保护验收委托书。

4. 其他资料性材料。

二、项目概况

2.1 项目基本情况

1. 项目名称

工业 CT 检测系统应用项目。

2. 项目性质

新建。

3. 项目位置

本项目位于烟台开发区北京中路 50 号内 66 号（与辐射安全许可证中地址一致），公司地理位置示意图见图 2-1，项目周边卫星影像图见图 2-2。

本项目工业 CT 安装于厂区东侧生产厂房 1 二层东北侧 X-RAY 房间，工业 X 射线 CT 防护门朝西放置。生产厂房 1 为二层建筑，X-RAY 房间北侧为生产厂房 1 内区域及厂区内道路，西侧为生产厂房 1 内区域，南侧为生产厂房 1 内区域，东侧为生产厂房 1 内区域、厂区内道路、研发楼（现为空地），东北侧为餐厅（现为空地）。楼上为外环境（无建筑），楼下为厂房内洁净生产区。厂区平面布置示意图见图 2-3，X-RAY 房间所在生产厂房 1 二层平面图见图 2-4，生产厂房 1 一层平面图见图 2-5，监督区、控制区分区示意图见图 2-6。

本项目工业 CT 装置 50m 范围内共存在 2 处环境保护目标，即东侧 25m 处的研发楼（尚未建设）及东北侧 33m 处餐厅（尚未建设）。

4. 项目规模

本项目环评规模为 1 台 X-EYE SF160F 型工业 X 射线 CT，该设备自带一套屏蔽装置。本次验收规模与环评规模一致。射线装置明细详见表 2-1。

现状照片见图 2-7。

表 2-1 射线装置明细表

序号	型号	生产厂家	最大管电压	最大管电流	射线管辐射角	照射方向
1	X-EYE SF160F	SEC	160kV	0.2mA	120°	向上照射



图 2-1 地理位置示意图

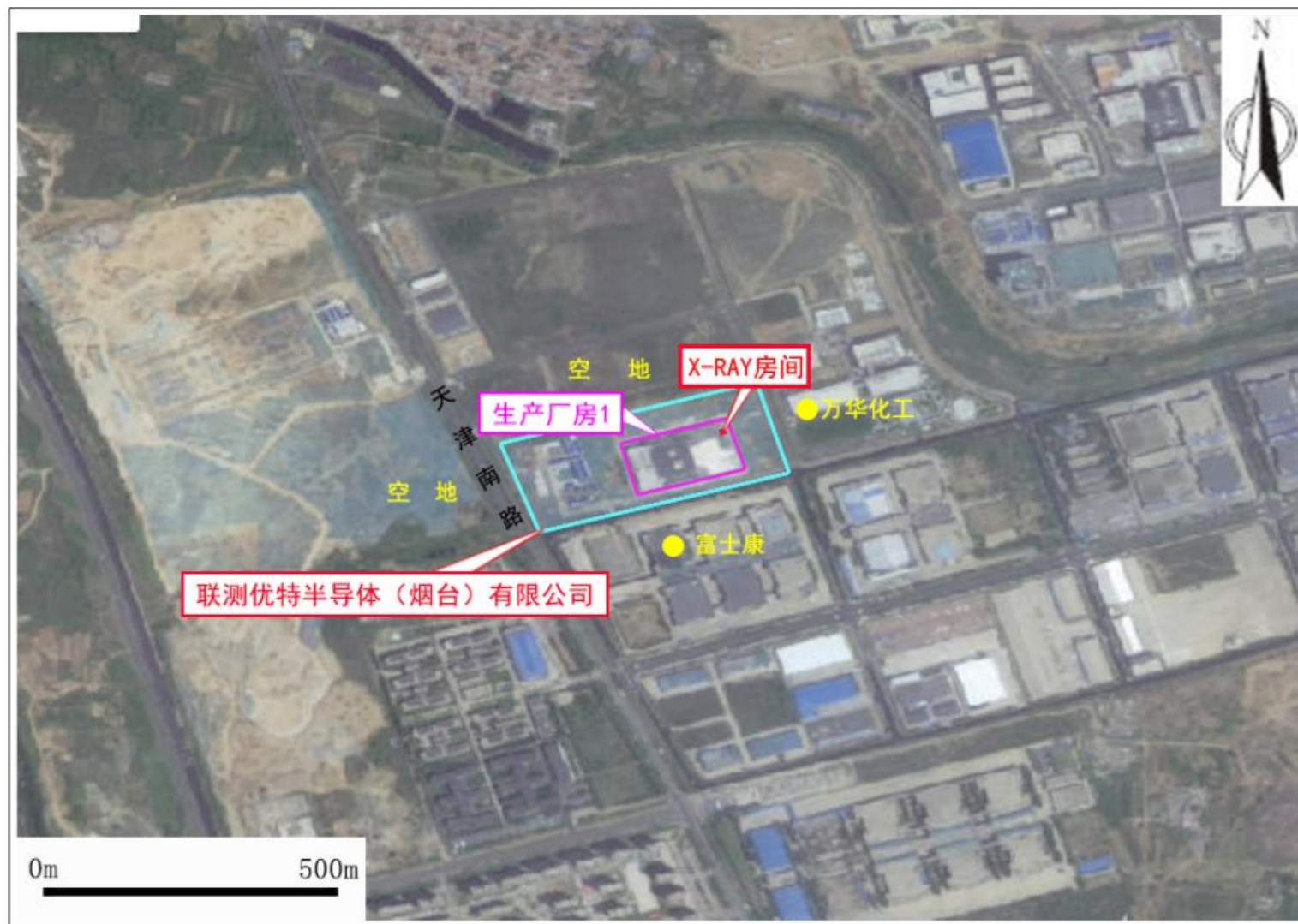


图 2-2 项目周边关系卫星影像图

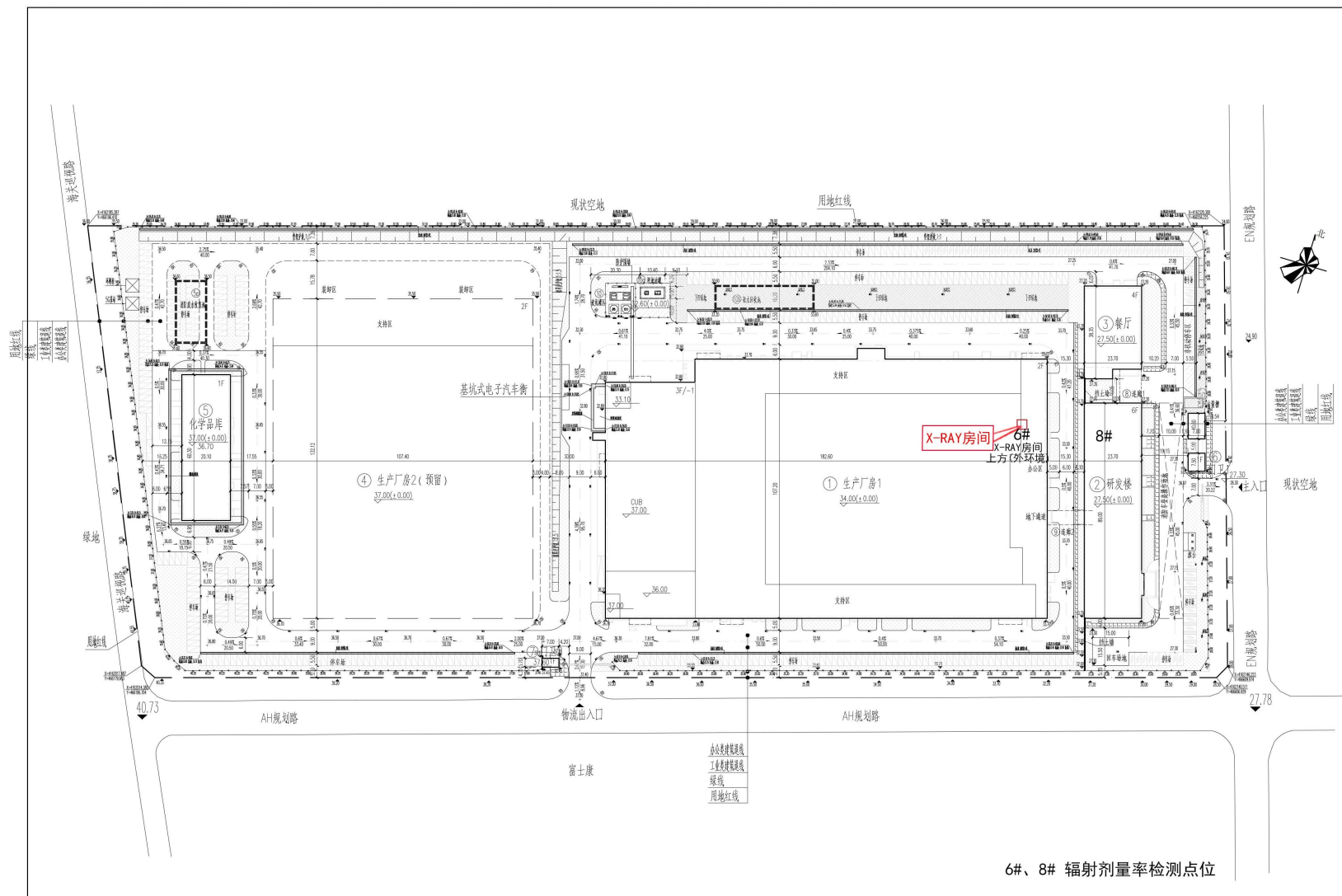


图 2-3 厂区平面布置示意图

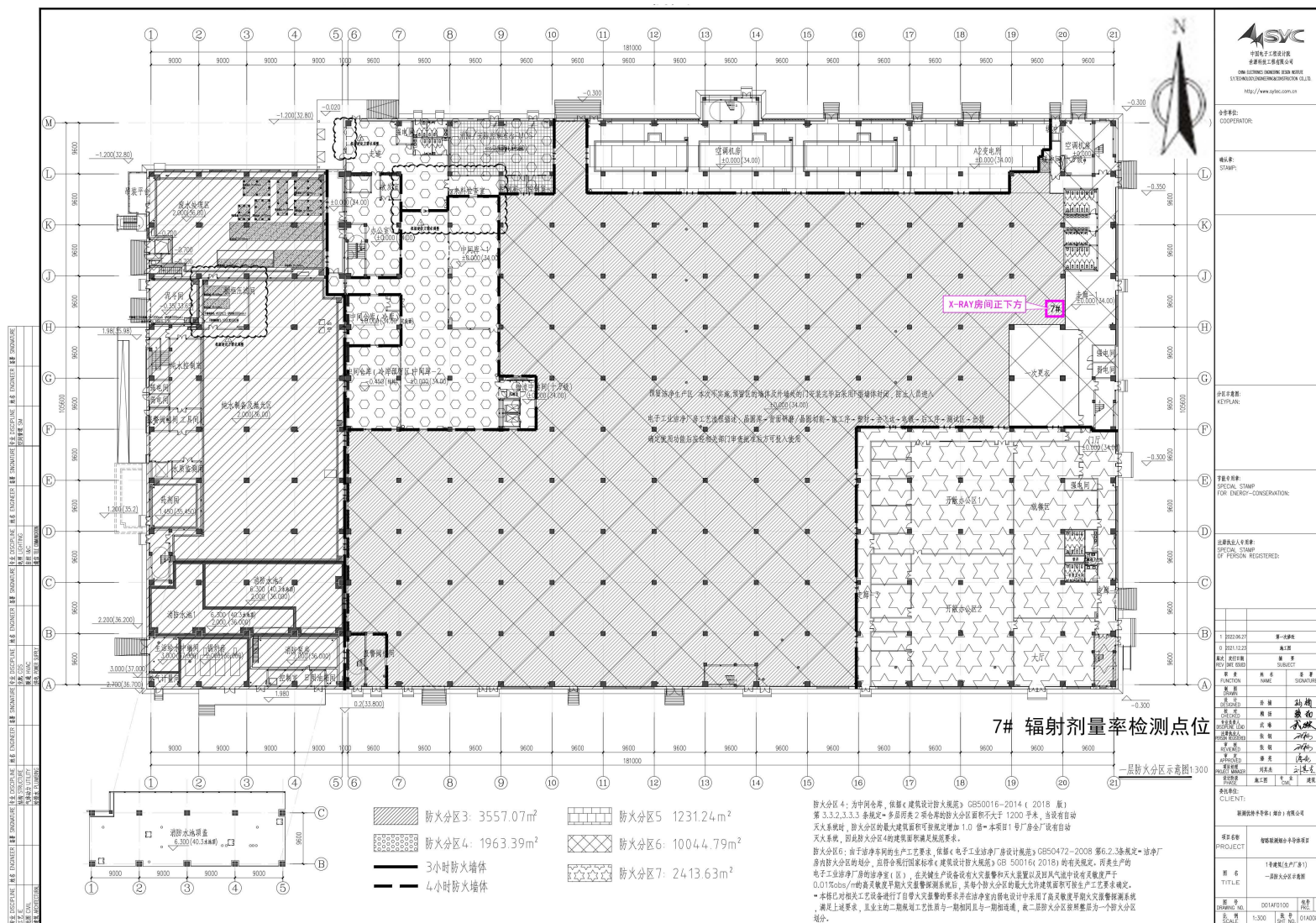


图 2-5 生产厂房 1 一层平面布置示意图

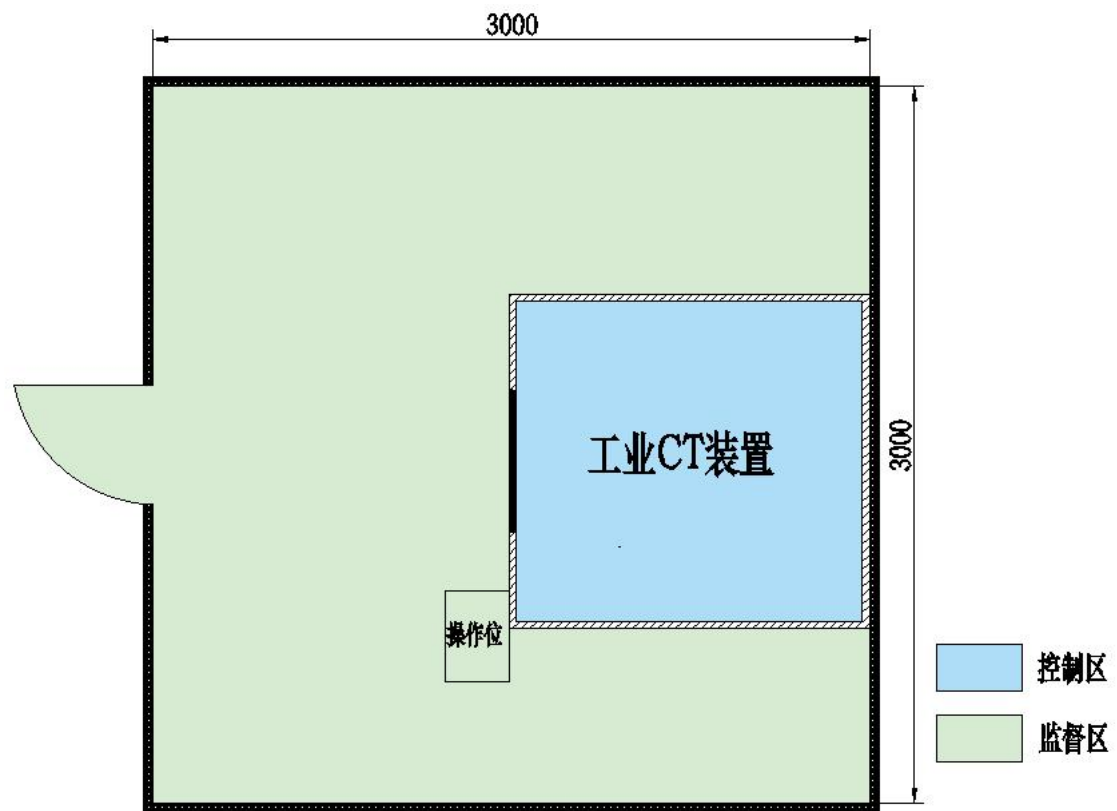


图 2-6 本项目分区示意图

	
工业CT检测系统	个人剂量报警仪
	
辐射巡检仪	铅防护服

图2-7 现场照片

2.2 工作原理和工作流程

2.2.1 工作原理

1、X-EYE SF160F 型工业 X 射线 CT 设备

本项目 X-EYE SF160F 型工业 CT 装置使用 X 射线的穿透原理和成像技术，用于检查和分析小型电子产品、PCB、PBA 等是否存在缺陷。工业 CT 装置包括屏蔽装置、X 射线装置、运动处理装置、相机装置、工作台和 PC 装置。

(1) X 射线管：位于装置左侧（北侧），具体参数如下：

焦点大小：1 μm ； 管电压：160kV； 管电流：0.2mA；

最大功率：32W； 几何放大率：2.5 倍至 400 倍；

（2）运动驱动器：位于装置下部的右侧（南侧），通过接收 PC 发出的命令控制伺服电机，以移动每一个轴（6+1 轴：X、Y、Z，倾斜、旋转、Y-aft；选项 RCT）。

X 轴的冲程：400mm； Y 轴的冲程：460mm； Y-aft 轴的冲程：200mm；

Z 轴的冲程：200mm； 旋转角度：360°； 倾斜角度：最大 70°； 旋转 CT：360°

（3）相机装置：在导航摄像头将录制的现场发送到 PC 后，PC 会控制工作台的移动。平板探测器模块记录的图像数据会显示在连接 LAD 端口的 PC 装置的 LCD 显示器上。

平板探测器可将 X 射线转换为电子信号，并将信号发送到利用像素产生图像的 TFT 显示屏。

（4）PC 装置：作为主机控制着整个系统。具体参数如下：

CPU：i5 及更高； 内存 4GB；

硬盘：500GB×2EA； GPU：GeForce GTX750

（5）工作台高度：800mm

2、X 射线产生原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面作用的韧致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 2-7。

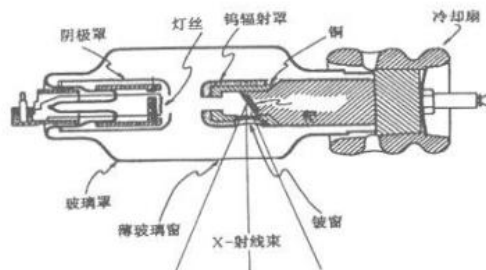


图 2-7 典型的 X 射线管结构图

3、工业 X 射线 CT 工作原理

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。

射线发生器提供 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。与射线发生器紧密相关的直准器用以将射线管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,以及射线源、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。工业 CT 扫描示意图见图 2-8。

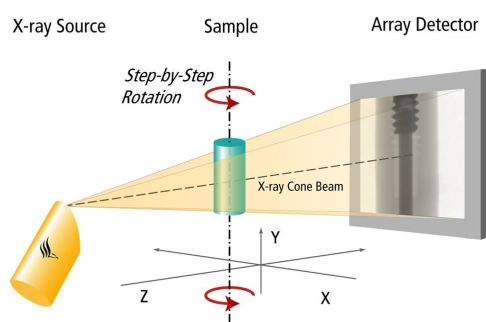


图 2-8 工业 CT 扫描示意图

2.2.2 工作流程

进行扫描检验前,打开屏蔽装置的防护门,人员无需进入屏蔽装置内,由本项目辐射工作人员将被检产品放置在运行机构的载物台上,并关闭防护门。之后辐射工作人员可使用操作面板定位运行机构,调整装置管电压、管电流后开机进行断层扫描,扫描后的图像呈现在显示屏上,工作人员根据成像判断产品缺陷。全部产品检测完成后装置关机,出具检测报告。

其工作流程示意图见图 2-9。

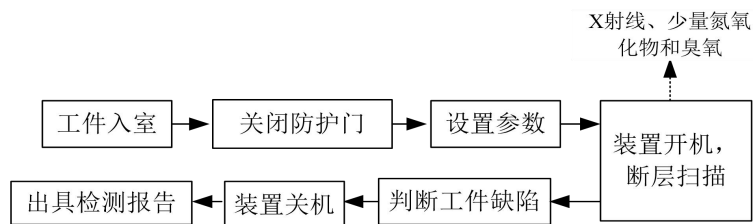


图 2-9 本项目工业 X 射线 CT 工作流程及产污环节示意图

2.3 主要放射性污染物和污染途径

1. X 射线

工业 X 射线 CT 开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。

2. 放射性废物

本项目不产生放射性固体废弃物、废水、废气。

3. 非放射性污染物

系统产生的 X 射线会使空气电离。空气电离产生少量臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)，在 NO_x 中以 NO_2 为主，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。工业 CT 装置主要依靠工件进出防护门的开闭进行通风，每检测一个工件需开启两次防护门，将废气排至 X-RAY 房间内。X-RAY 房间四周为铝型材框+PVC 软帘，软帘底部距地面 150mm，软帘下侧与生产厂房 1 相通，废气通过软帘下侧进入生产厂房 1 内；生产厂房 1 顶部设计有新风系统，将废气排往外部环境。

本次验收监测项目为 X- γ 辐射剂量率。

三、环评及批复要求落实情况

3.1 环境影响报告表与验收情况的对比

联测优特半导体（烟台）有限公司工业 CT 检测系统应用项目环境影响报告表与验收情况的对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表与验收情况的对比

名 称	环评内容	现场状况
尺寸	1.340m（净长）×1.450m（净宽）×1.660m（净高）	同环评
	四周、顶部及底板防护面均为 6mmPb+4mm 钢板	
	防护门为电动平移门，用于物料进出及设备检修，防护材质为 6mm 铅板+16mm 铝板；防护门中间位置设有铅玻璃，尺寸为 0.28m×0.22m，防护能力 5.4mmPb；防护门高 0.610m、宽 0.591m，门洞高约 0.575m、宽 0.556m，与防护面上下左右搭接量均为 3.5cm。	
门机连锁装置、工作状态指示灯	防护门设置有门-机连锁装置及电离辐射警告标志，装置前侧、后侧、左侧、右侧均设计有工作状态指示灯	均已设置
通风装置	工业 CT 装置主要依靠工件进出防护门的开闭进行通风，每检测一个工件需开启两次防护门，将废气排至 X-RAY 房间内。X-RAY 房间四周为铝型材框+PVC 软帘，软帘底部距地面 150mm，软帘下侧与生产厂房 1 相通，废气通过软帘下侧进入生产厂房 1 内；生产厂房 1 顶部设计有新风系统，将废气排往外部环境。	同环评
急停按钮位置	操作面板位于 CT 屏蔽装置前侧，设计有 1 处紧急停机按钮，屏蔽装置内拟设置 2 处紧急停机按钮	操作面板处设计有 1 处紧急停机按钮
控制区及监督区	将屏蔽装置内部设置为控制区，工业 CT 周围本项目工作区为监督区	同环评
仪器配备	公司为每位辐射工作人员配置个人剂量计 1 支、配置有个人剂量报警仪 1 部、辐射监测仪 1 台	已配备 1 部 RG1100 型个人剂量报警仪及 1 台 R-EGD 型辐射巡检仪，探伤工作人员已佩戴个人剂量计
人员培训	拟配备 3 名辐射工作人员，其中 1 名为辐射管理人员，另外 2 名辐射工作人员专职从事本项目无损检测工作，工作人员需参加国家核技术利用辐射安全防护培训，并考核合格方可上岗	3 名辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核

3.2 环境影响报告批复与验收情况的对比

联测优特半导体（烟台）有限公司工业 CT 检测系统应用项目环境影响报告表批复与验收情况的对比见表 3-2。

表 3-2 环境影响报告表批复意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（综述）		验收时落实情况
单位名称	联测优特半导体（烟台）有限公司	联测优特半导体（烟台）有限公司
地点	烟台开发区北京中路 50 号（烟台综合保税区西区内 40 号内 1 号）	注册地址：烟台开发区北京中路 50 号（烟台综合保税区西区内 40 号内 1 号） 项目建设地点：烟台开发区北京中路 50 号内 66 号
项目规模	拟在东侧生产厂房 1 二层东北侧 X-RAY 房间内新购置 1 台 X-BYB SF160F 型 X 射线装置，从事室内（固定）探伤作业，属于 II 类射线装置。	公司在东侧生产厂房 1 二层东北侧 X-RAY 房间内新购置 1 台 X-BYB SF160F 型 X 射线装置，从事室内（固定）探伤作业，属于 II 类射线装置。
环评批复要求	（一）严格执行辐射安全管理制度	
	1. 落实辐射安全管理责任制，公司法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立辐射安全与环境保护管理机构，指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作，落实岗位职责。	1. 签订了《辐射工作安全责任书》，明确了法人代表 肖辉 为本单位辐射工作安全责任人；成立了“辐射安全与环境保护管理科”，并指定杨坤负责公司射线装置的安全和防护工作。
	2. 制定 X 射线装置使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。	2. 公司制定有《X 射线机安全操作规程》《X 射线检测人员岗位责任制度》《辐射防护与安全管理制度》《辐射监测方案》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《辐射工作人员培训制度》《事故风险防范措施》等制度，建立了辐射安全管理档案。
	（二）加强辐射工作人员的安全和防护工作	
	1. 制定培训计划，辐射工作人员应参加辐射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。	1. 3 名辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核。
	2. 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）建立辐射工作人员个人剂量档案，	2. 3 名辐射工作人员均配备有个人剂量计，公司委托有资质的单位每 3 个月进行一次个人剂量监测，安排专人负责个人剂量监测管

续表 3-2 环境影响报告表批复意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（综述）		验收时落实情况
环评 批 复 要 求	做到 1 人 1 档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测，安排专人负责个人剂量监测管理。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）》的规定，该项目实施后，你单位公众和职业人员的剂量约束分别执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a，发现个人剂量监测结果异常时，应当立即核实和调查，并向环保部门报告。	理工作，建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。根据本次验收监测结果估算，辐射工作人员和公众成员的最大年有效剂量分别为 0.003mSv/a 和 0.011mSv/a，低于 2mSv 和 0.1mSv 的年管理剂量约束值。
	（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作	
	1. 严格按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）开展辐射安全与防护工作，落实探伤室实体屏蔽。	1. 根据检测数据，开机状态下，工业 CT 检测系统四周、上侧及防护门外 30cm 处辐射剂量率为（72.9~75.9）nGy/h，小于 2.5 μGy/h。
	2. 在探伤室醒目位置上设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）》的要求。	2. 工业 CT 检测系统防护门外张贴有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的电离辐射警告标志。
	3. 落实探伤室门机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮等辐射安全与防护措施，做好探伤机、辐射安全与防护设施的维护、维修，建立维修、维护档案，确保辐射安全与防护措施安全有效。	3. 工业 CT 检测系统已安装门机联锁装置及工作状态指示灯，操作位处设置 1 处紧急停机按钮。制定了《设备检修维护制度》，定期进行射线装置及其安全防护设施的检查和维修，如门机联锁、工作状态指示灯、紧急停机按钮等。
	4. 落实 X 射线装置使用登记制度，建立使用台账，做好 X 射线装置的安全保卫工作，防止丢失、被盗。	4. 制定了《射线装置使用登记制度》，严格按照制度要求填写使用台账，确保 X 射线探伤机安全使用。
	5. 制定并严格执行辐射环境监测计划。配备 X-Y 剂量率仪，开展辐射环境监测，向环保部门报送监测数据。	5. 制定了《辐射监测方案》，配备了 1 台 R-EGD 型辐射巡检仪。按要求自行开展了辐射环境监测，并存档备查。同时本次验收已委托我公司进行辐射监测。
	6. 开展本单位辐射安全和防护状况的年度评估，每年 1 月 31 日前向省、市、县环保部门提交年度评估报告。	6. 公司已按要求编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并将评估报告于每年的 1 月 31 日前上传核技术利用辐射安全申报系统。
	（四）制定并定期修订本单位的环境风险事故应急预案，定期组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向环保、	（五）制定了《辐射事故应急预案》，于 2022 年 12 月 19 日开展了辐射事故应急演练，并做好了演练记录。经确认，公司未发生过辐

续表 3-2 环境影响报告表批复意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（综述）		验收时落实情况
环评 批复 要求	公安和卫生等部门报告。	射事故。
	（五）按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求妥善暂存产生的危险废物并交由有资质的单位妥善处置。	（五）本项目不产生危险废物。

四、验收监测标准及参考依据

4.1 验收标准

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)的规定,工作人员的
职业照射和公众照射的有效剂量限值列入表 4-1。

表 4-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

职 业 工 作 人 员		公 众	
类别	限值	类别	限值
年有效剂量	20mSv	年有效剂量	1mSv

注:表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射。

B1.1 职业照射

B1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

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

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

B1.2 公众照射

B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过
下述限值:

a) 年有效剂量, 1mSv;

b) 特殊情况下,如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv,则某一单一年份的有
效剂量可提高到 5mSv。

2. 年管理剂量约束值

根据环境影响评价报告表,取年有效剂量限值的 1/10 作为年管理剂量约束值,
即对工作人员年管理剂量约束值不超过 2mSv;对于公众年管理剂量约束值不超过
0.1mSv。

4.2 参考标准

本报告有关事项,参考《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)的有关
规定。

3.1.2 控制台

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

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

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

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

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线装置，关上门不能自动开始 X 射线照射。

4.1.6 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。“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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

综合考虑，本项目以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为本项目工业 X 射线 CT 屏蔽装置外 30cm 处各关注点的剂量率参考控制水平。

4.3 参考依据

根据《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989 年），烟台市环境天然辐射水平见表 4-2。

表 4-2 烟台市环境天然辐射水平（ $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	2.14~12.05	5.84	1.66
道 路	1.94~20.14	6.49	2.39
室 内	4.56~20.53	10.11	2.71

五、验收监测

5.1 现场监测

为掌握该公司辐射项目正常运行工况下周围辐射环境水平，对周围工作场所进行了现场监测和检查，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求合理布点。

1. 监测单位

山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认证，证书编号 221512052438。

2. 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

3. 监测时间与环境条件

2022 年 12 月 16 日。天气：晴；温度：-1.2℃；相对湿度：51.2%。

4. 监测方法

依据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)，将仪器接通电源预热 15min 以上，设置好测量程序，每组读取 10 个数据，经过仪器校准因子校准，计算均值和标准偏差。

5. 监测仪器

便携式 FH40G+FHZ672E-10 型 X- γ 剂量率仪。监测仪器主要技术参数见表 5-1。

表 5-1 监测仪器参数一览表

序号	项 目	参 数
1	仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
2	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
3	系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
4	主探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
5	能量范围	60keV~3MeV，相对响应之差 $\leq \pm 15\%$ (相对于 ¹³⁷ Cs 参考 γ 辐射源)
6	检定单位	中国计量科学研究院
7	检定证书编号	DLj12021-21341
8	检定有效期至	2022 年 12 月 20 日

6. 监测工况

本项目 X 射线 CT 监测工况如表 5-2 所示。

表 5-2 监测工况表

型号	数量	额定参数		监测时工况		有无工件
		管电压 (kV)	管电流 (mA)	电压 (kV)	电流 (μ A)	
X-EYE SF160F	1 台	160kV	0.2mA	100	140	无

5.2 监测结果

工业 CT 检测系统应用项目竣工环境保护验收监测结果见表 5-3，监测布点示意图见图 5-1，检测数据均已扣除宇宙射线响应值 11.4nGy/h。

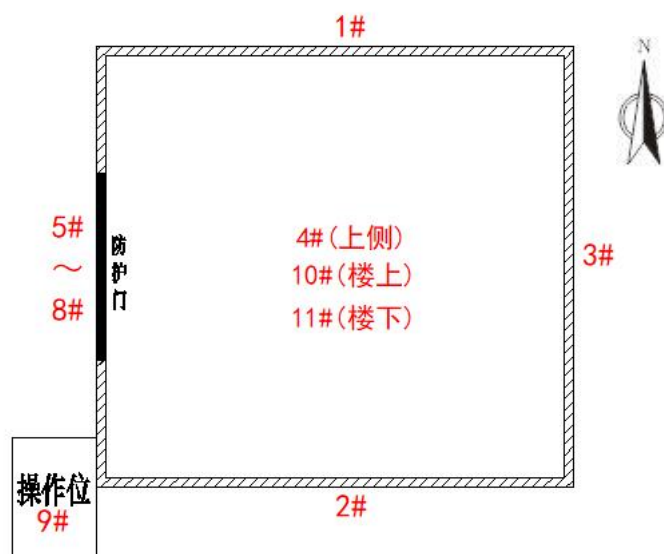


图 5-1 探伤室监测点位示意图

表 5-3 开-关机状态下工业 CT 检测系统周围 X- γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点 位	点位描述	关机检测结果		开机检测结果	
		剂量率	标准偏差	剂量率	标准偏差
1#	北侧防护面外 30cm 处	67.4	0.31	73.9	0.39
2#	南侧防护面外 30cm 处	68.9	0.41	73.9	0.32
3#	东侧防护面外 30cm 处	69.7	0.45	73.1	0.37
4#	上侧防护面外 30cm 处	71.5	0.90	73.3	0.38
5#	防护门左侧门缝 30cm 处	—	—	73.0	0.44
6#	防护门中间位置 30cm 处	68.1	0.79	72.9	0.64
7#	防护门右侧门缝 30cm 处	—	—	73.0	0.45
8#	防护门下侧门缝 30cm 处	—	—	73.2	0.25
9#	操作位处	68.8	0.45	74.7	0.67
10#	楼上（外环境）	69.2	0.36	75.9	0.43
11#	楼下（洁净生产区）	70.6	0.57	73.9	0.32
范围		67.4~71.5		72.9~75.9	

注：检测时，工业 X 射线 CT 射束方向为向上照射。

由表 5-3 可知，X 射线 CT 在关机状态下，工业 CT 装置周围和防护门外 30cm 处剂量率为（67.4~71.5）nGy/h，处于烟台市环境天然辐射水平范围。X 射线 CT 在开机状态下，工业 CT 装置周围和防护门外 30cm 处剂量率为（72.9~75.9）nGy/h，监测值低于《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ117-2015 规定的 2.5 μ Sv/h 标准限值。

六、职业和公众受照剂量

6.1 年有效剂量估算公式

$$H=0.7 \times Dr \times T \quad (6-1)$$

式中：H ——年有效剂量，Sv/a；

0.7 ——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy；

Dr ——X 剂量率，Gy/h；

T ——年受照时间，h。

6.2 照射时间确定

根据企业提供的资料，本项目工业 CT 年累计检测产品不超过 9000 件，每个产品曝光 1 次，每次曝光时间不超过 60s，则本项目年曝光时间约为 150h。3 名辐射工作人员轮流从事操作本装置，则每名辐射工作人员的年受照时间不超过 50h。

6.3 职业工作人员受照剂量

根据本次验收监测结果，X 射线 CT 在工作状态下，对工作人员影响的区域主要在操作位处，最大辐射剂量率为 74.7nGy/h。辐射工作人员的累计受照时间为 50h，居留因子取 1，根据公式（6-1），则

$$H=Dr \times T=0.7 \times 74.7 \times 50 \approx 0.003\text{mSv/a}$$

则辐射工作人员所受的最大年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 2.0mSv 的年管理剂量约束值。

6.4 公众成员受照剂量

根据现场验收监测结果计算本项目 X 射线 CT 周围公众成员的年有效剂量，计算结果见表 6-1。

表 6-1 本项目公众成员年有效剂量计算结果

位置	受照时间 (h)	剂量率最大值 (nSv/h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
CT 检测系统周围	150	73.9	1/4	0.003
楼上（外环境）	150	75.9	1/4	0.003
楼下（洁净生产区）	150	73.9	1	0.011

由上述可见，公众成员最大年有效剂量约为 0.011mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

七、辐射安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环境保护主管部门的要求，射线装置和同位素使用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此对公司的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

7.1 组织机构

签订了《辐射工作安全责任书》，明确了法人代表肖辉为辐射工作安全责任人；成立了辐射安全与环境保护管理科，指定杨坤负责辐射安全管理工作。

7.2 辐射安全管理制度及其落实情况

1. 工作制度。制定了《X 射线检测人员岗位责任制度》《辐射防护与安全管理制度》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《事故风险防范措施》等制度。

2. 操作规程。制定了《X 射线机安全操作规程》，并严格按照操作规程中的要求填写操作记录。

3. 应急预案。编制了《辐射事故应急预案》，于 2022 年 12 月 19 日开展了辐射事故应急演练，并做好了演练记录。

4. 监测方案。编制了《辐射监测方案》，配备了 1 台辐射巡检仪。

5. 人员培训。制定了《辐射工作人员培训制度》，3 名辐射工作人员均通过了辐射安全与防护考核。

6. 个人剂量。辐射工作人员配备有个人剂量计，并已委托有资质的单位进行个人剂量检测，建立了工作人员个人剂量档案，1 人 1 档。

7. 年度评估。公司按要求编写了辐射安全和防护状况年度评估报告，并将评估报告于每年的 1 月 31 日前上传核技术利用辐射安全申报系统。

8. 配备了监测设备、报警仪器和辐射防护用品，1 部个人剂量报警仪及 1 台辐射巡检仪。

八、验收监测结论与建议

8.1 结 论

8.1.1 项目概况

联测优特半导体(烟台)有限公司位于山东省烟台开发区北京中路50号内66号,公司购置1台X-EYE SF160F型工业X射线CT,用于检测封装的芯片,该设备自带一套屏蔽装置,整体安装于厂区东侧生产厂房1二层东北侧X-RAY房间,属使用II类射线装置。

2022年7月,山东丹波尔环境科技有限公司编制了《联测优特半导体(烟台)有限公司工业CT检测系统应用项目环境影响报告表》,并于2022年8月25日通过了烟台市生态环境局经济技术开发区分局批复(烟开环表[2022]97号)。

公司于2022年9月5日申领了辐射安全许可证,证书编号为鲁环辐证[06426],有效期至2027年9月4日,许可种类和范围为“使用II类射线装置”。

8.1.2 现场检查结果

公司成立了辐射安全与环境保护管理科,签订了辐射工作安全责任书,确定了岗位职责。配备了3名辐射工作人员,通过了辐射安全与防护考核,佩戴了个人剂量计。制定了《X射线机安全操作规程》《X射线检测人员岗位责任制度》《辐射防护与安全管理》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《事故风险防范措施》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》等制度,编制了《辐射事故应急预案》,于2022年12月19日开展了辐射事故应急演练,并做好了演练记录。

8.1.3 辐射安全防护情况

1. 工业CT检测系统尺寸1.340m(净长)×1.450m(净宽)×1.660m(净高),四周、顶部及底板防护面均为6mmPb+4mm钢板。防护门防护材质为6mm铅板+16mm铝;防护门安装有门-机联锁装置、工作状态指示灯、张贴有电离辐射警告标志。

2. 验收规模为1台X-EYE SF160F型工业X射线CT。该设备自带工作状态指示灯、紧急停机按钮、电离辐射警告标志及门机联锁装置。

3. 公司配有1部RG1100型个人剂量报警仪及1台R-EGD型辐射巡检仪。辐射工作人员佩带有个人剂量计。

8.1.4 现场监测结果

X射线CT在关机状态下,工业CT装置周围和防护门外30cm处剂量率为(67.4~

71.5) nGy/h, 处于烟台市环境天然辐射水平范围。X 射线 CT 在开机状态下, 工业 CT 装置周围和防护门外 30cm 处剂量率为 (72.9~75.9) nGy/h, 监测值低于《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ117-2015 规定的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 标准限值。

8.1.5 职业人员与公众受照剂量结果

经估算, 探伤室内的辐射工作人员年有效累积剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定职业人员的剂量限值 20mSv/a, 也低于环评报告表提出的 2mSv 的年管理剂量约束值。

经估算, 探伤室周围的公众成员年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定的 1mSv/a 的剂量限值, 也低于环评报告表提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

综上所述, 联测优特半导体(烟台)有限公司工业 CT 检测系统应用项目环保手续、辐射安全管理制度齐全, 落实了辐射安全防护措施, 该项目对职业人员和公众成员是安全的, 对周围环境的影响满足标准要求。具备通过建设项目竣工环境保护验收的条件。

8.2 要求与建议

1. 适时修订辐射安全管理制度, 加强应急演练。
2. 定期检查辐射防护措施及设施, 确保正常使用。