

青島畢勤電子有限公司
新建工業 CT 應用項目
竣工環境保護驗收監測報告表

建設單位：青島畢勤電子有限公司

編制單位：山東鼎嘉環境檢測有限公司

2022 年 8 月

建设单位法人代表： (签字)

编制单位法人代表： (签字)

项目 负责人：

填 表 人：

建设单位： 青岛毕勤电子有限公司
(盖章)

电话： 13655329129

传真： /

邮编： 266000

地址： 青岛市城阳区城阳街道皂
户社区皂户工业园（院
内）

编制单位： 山东鼎嘉环境检测有限公
司（盖章）

电话： 0531-59803517

传真： /

邮编： 250100

地址： 中国（山东）自由贸易试
验区济南片区高新万达广
场2号写字楼

目 录

表 1 概述.....	1
表 2 项目工程概况.....	7
表 3 环评要求及落实情况.....	16
表 4 验收监测.....	19
表 5 职业与公众受照剂量.....	23
表 6 辐射安全管理.....	25
表 7 验收监测结论与要求.....	27
附件	
1. 委托书.....	附件-1
2. 环境影响报告表批复.....	附件-2
3. 辐射安全许可证.....	附件-6
4. 成立文件及辐射工作安全责任书.....	附件-7
5. 辐射管理规章制度.....	附件-10
6. 应急预案及应急演练记录.....	附件-17
7. 辐射安全与防护考核成绩报告单及合格证.....	附件-53
8. 个人剂量档案及个人剂量检测报告.....	附件-33
9. 现状检测报告.....	附件-54

表 1 概述

工程名称	新建工业 CT 应用项目				
建设单位	青岛毕勤电子有限公司				
法人代表	SERGIO DAMILANO	联系人	翟婷婷		
通讯地址	青岛市城阳区城阳街道皂户社区皂户工业园（院内）				
联系电话	15063913315	传真	——	邮政编码	266000
建设地点	青岛市城阳区城阳街道皂户社区皂户工业园（院内）， 公司车间 1 楼北侧中部检测室内				
工程性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>		行业类别	——	
环境影响 报告表名称	新建工业 CT 应用项目环境影响报告表				
环境影响评价 单位	山东清朗环保咨询有限公司				
环境影响评价 审批部门	青岛市生态环 境局城阳分局	文号	青环城辐审 [2021]2 号	时间	2021 年 3 月 24 日
竣工验收监测 单位	山东鼎嘉环境检测有限公司				
竣工验收编制 单位	山东鼎嘉环境检测有限公司				
工程总投资 (万元)	350	项目环保投资 (万元)	15	环保投资占 总投资比例	4.29%
验收规模	新建 1 台 ZEISS METROTOM 800 型工业 CT， 内置 1 台 X 射线机，属使用 II 类射线装置				

1.1 公司简介

青岛毕勤电子有限公司（以下简称“公司”）位于青岛市城阳区城阳街道皂户社区皂户工业园（院内），创建于 2002 年，公司租赁青岛宏祥钢铁有限公司厂房，生产电子元器件、电器产品关键元器件、注塑产品和注塑模具。2018 年 11 月 28 日原青岛市环境保护局城阳分局以青环城审[2018]272 号文件对公司年产 800 万套注塑产品和 500 套注塑模具项目环境影响报告表进行审批；2019 年 4 月 15 日公司组织开展项目竣工环境保护验收会议，验收合格；2019 年 7 月 3 日青岛市生态环境局城阳分局以青环城验[2019]87 号文件同意项目固体废物污染防治设施验收合格。

1.2 验收任务由来

2021年3月，公司委托山东清朗环保咨询有限公司编制了《青岛毕勤电子有限公司新建工业CT应用项目环境影响报告表》，项目涉及1套工业CT，安装于公司车间1楼北侧中部检测室内，该系统由X射线机、成像系统和自带防护设施（以下简称“屏蔽体”）构成。该项目于2021年3月24日取得了青岛市生态环境局城阳分局环评批复，批复文号为：青环城辐审[2021]2号。本项目工业CT于2021年5月开工建设，2022年5月建成投入调试。

2022年5月9日，青岛市生态环境局向公司颁发了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[B0307]，种类和范围为使用II类射线装置，有效期至2027年5月8日。

公司现有辐射安全许可证使用规模见表1-1。

表1-1 已许可使用的射线装置一览表

序号	装置名称	型号	数量	类别	最大管电压	最大管电流	方向	用途
1	工业CT	ZEISS METROTOM 800	1台	II类	130kV	0.3mA	定向 向东	无损 检测

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）相关要求，该项目须进行竣工环境保护验收监测工作。受青岛毕勤电子有限公司委托，我公司于2022年5月12日对该项目进行了现场实地勘察和资料核查，在此基础上编制了《青岛毕勤电子有限公司新建工业CT应用项目竣工环境保护验收监测报告表》。

1.3 验收目的

1、核查建设项目在设计、施工和运行阶段对环境影响评价报告及批复中所提出的辐射防护措施及各级生态环境行政主管部门批复要求的落实情况。

2、核查建设项目所涉及的射线装置工作场所实际运行过程中对周围环境的辐射影响情况，以及已采取防护措施，分析各项防护措施实施的有效性；通过现场调查和实地监测，确定建设项目产生的环境影响达标情况。

3、核查公司环境管理机构设立情况、建设项目辐射工作人员符合性和防护仪器配置情况，核查公司各项辐射规章制度的制定及执行情况，指出建设项目存在的问题，并提出改进措施，以满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求。

4、根据现场监测、核查结果的分析与评价，形成验收监测结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

1.4 验收监测依据

一、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 号公布，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行；

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 号公布，2003 年 10 月 1 日施行；

3、《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》，国务院令第 682 号公布，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日施行；

4、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号公布，2014 年 7 月 29 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订后实施；

5、《关于发布〈射线装置分类〉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，2017 年 12 月 5 日发布后施行；

6、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第 31 号，2006.3.1 施行，2008 年 11.21 第一次修订，2017.12.12 第二次修订，2019.8.22 第三次修订；生态环境部令第 20 号修订，2021 年 1 月 4 日施行；

7、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行；

8、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，2017 年 11 月 20 日发布后施行；

9、《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，2006 年 9 月 26 日发布；

10、《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 5 月 1 日施行；

11、《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议，2019 年 1 月 1 日修正后施行。

二、行业标准、技术导则

1、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，2018 年 5 月；

2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

- 3、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015);
- 4、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);
- 5、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);
- 6、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。

三、技术文件依据

- 1、《青岛毕勤电子有限公司新建工业 CT 应用项目环境影响报告表》，山东清朗环保咨询有限公司，2021 年 3 月；
- 2、《青岛毕勤电子有限公司新建工业 CT 应用项目环境影响报告表》审批意见，青岛市生态环境局城阳分局，青环城辐审[2021]2 号，2021 年 3 月 24 日；
- 3、公司提供的辐射规章制度等支持性文件。

1.5 验收监测评价标准、限值

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

1、职业照射和公众照射的年剂量限值

根据 GB18871-2002 附录 B 内剂量限值和表面污染控制水平要求。

①职业照射剂量限值

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

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;

d) 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

②公众照射剂量限值

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;

c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

该标准 11.4.3.2 规定, 剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%~30%的范围之内, 但剂量约束的使用不应取代最优化要求, 剂量约束值只能作为最优化值的上限。

二、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置或探伤机)进行探伤的工作。

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的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：

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

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

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 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。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。

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。

4.1.11 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。

根据《青岛毕勤电子有限公司新建工业 CT 应用项目环境影响报告表》评价内容及批复，以 2.0mSv 作为辐射工作人员的年管理剂量约束值；以 0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值；采用 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为工业 CT 室顶、四周防护面及各防护门外 30cm 处剂量率目标控制值。

三、环境天然放射性水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，青岛市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 1-2。

表 1-2 青岛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	4.24~13.00	6.62	1.45
道 路	1.15~12.40	6.90	2.38
室 内	3.12~16.16	11.09	2.33

注：表中数据摘自《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。

表 2 项目工程概况

2.1 项目基本情况

2.1.1 项目名称

新建工业 CT 应用项目。

2.1.2 项目性质

新建。

2.1.3 项目位置

青岛毕勤电子有限公司位于青岛市城阳区城阳街道皂户社区皂户工业园（院内），本项目工业 CT 位于公司车间 1 楼北侧中部检测室内。

项目所在区位见附图 1，公司周边关系影像见附图 2，车间 1 楼平面布置见附图 3，检测室平面布置见附图 4。

2.1.4 验收规模

环评规模：于公司车间 1 楼北侧中部检测室内新增 1 套工业 CT，内含 1 台 X 射线机，管电压 130kV、管电流 0.3mA，属使用 II 类射线装置。

验收规模：于公司车间 1 楼北侧中部检测室内新增 1 套 ZEISS METROTOM 800 型工业 CT，内置 1 台 X 射线机，属使用 II 类射线装置。验收监测时工业 CT 正常运行。

本次验收规模见表 2-1 所示。

表 2-1 射线装置验收一览表

序号	设备名称	型号	数量	类别	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	照射 方向	工作场所
1	工业 CT	ZEISS METROTOM 800	1 套	II 类	130	0.3	无损 检测	向东 照射	公司车间 1 楼北侧中部 检测室内

2.2 辐射安全防护与污染物处置

2.2.1 项目选址及现场布置

本项目工业 CT 位于公司车间 1 楼北侧中部检测室内，工业 CT 周围毗邻关系见表 2-2 所示，现场勘查情况见图 2-1 所示。

表 2-2 工业 CT 周围毗邻关系表

名称	方向	场所名称	距场所距离
工业 CT	北侧	厂区外空地、道路	0~15m
		青岛杰奥德空气减震有限公司、废品回收站	15~50m
	东侧	控制柜、操作位及车间其他生产区域	0~12m
		闲置企业	12~50m
	南侧	车间内空地	0~12m
		车间内其它生产区域	12~22m
		厂区内空地	22~35m
		厂区外空地	35~50m
	西侧	辅助设施、车间其他生产区域	0~23m
		智能餐饮设备科技园	23~50m
	楼上	磨床车间	相邻
	底部	混凝土防水层（高度约 1m）	相邻
土层		相邻	

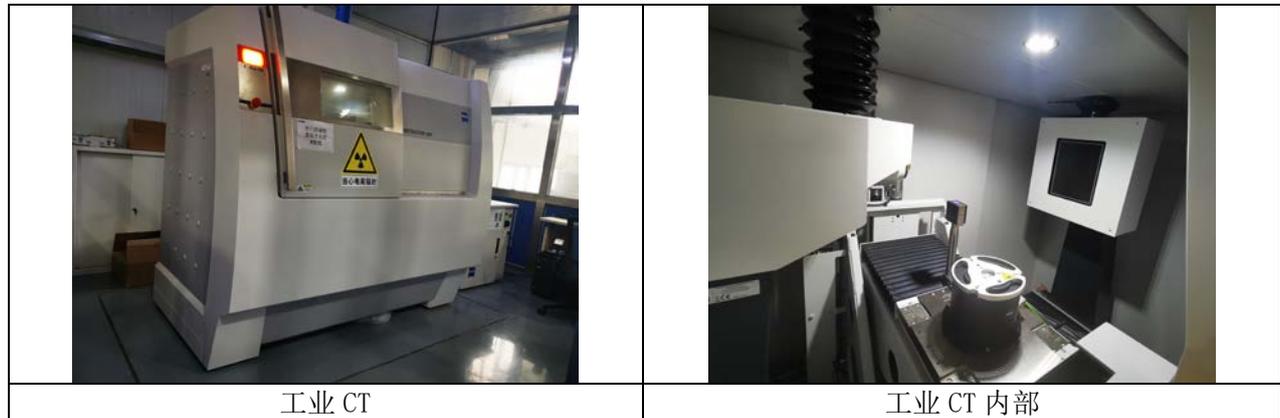


图 2-1 本次验收工业 CT 及所在检测室现场照片



图 2-1 (续) 本次验收工业 CT 及所在检测室现场拍摄照片



工作状态指示灯及急停按钮



紧急停机按钮及钥匙开关



门机联锁装置



监控



西北侧约 30m 处青岛杰奥德空气减震有限公司



东北侧约 30m 处废品回收站



西侧约 40m 处智能餐饮设备科技园



东侧约 25m 处闲置企业

图 2-1 (续) 本次验收工业 CT 及所在检测室现场拍摄照片

2.2.2 辐射防护措施

本次验收的工业 CT 为一套整体式自带屏蔽 X 射线无损检测装置，主要由该系统由 X 射线机、成像系统和自带防护设施（以下简称“屏蔽体”）组成。工业 CT 上设置有门-机联锁装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、紧急停机按钮及钥匙开关，车间内设置了监控装置朝向检测室。

青岛毕勤电子有限公司新建工业 CT 应用项目环境影响报告表与验收情况的对比见表 2-3，分区管理示意图见图 4。

表 2-3 环境影响报告表与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况
型号	ZEISS METROTOM 800	ZEISS METROTOM 800
最大管电压	130kV	130kV
管电流	0.3mA	0.3mA
主射束方向	定向向东	与环评一致
屏蔽体尺寸	长 1795mm、宽 1032mm、高 1483mm	与环评一致
四周、顶部及底部防护面	左侧、右侧、前方、底部及顶部防护面均为含重金属成分的特制混凝土材质，整体厚度为 100mm，防护能力为 8.33mmPb（根据生产厂家提供的防护性能说明，屏蔽材质中 12mm 特殊混凝土防护能力相当于 1mmPb）；背部防护面内部为 4.5mm 铅板以及 25mm 厚的木板作为支撑，前后各附有 2mm 厚的不锈钢板	与环评一致
防护门	防护门内部为 4.5mm 铅板以及 25mm 厚的木板做支撑，前后各附有 2mm 厚的不锈钢板	与环评一致
观察窗	观察窗材质为含铅玻璃，防护能力为 3.5mmPb	与环评一致
通风口	屏蔽体顶部防护面设置通风口，安装机械通风装置，废气经与通风口相连的排风管道可排至车间外环境，设计排风量不低于 50m ³ /h，本项目屏蔽体净容积约为 2.75m ³ ，设计换气次数不小于 3 次/h，且排风管道末端位于生产车间北侧外夹道，该区域基本无人员停留	屏蔽体顶部防护面设置通风口，安装机械通风装置，废气经与通风口相连的排风管道可排至车间外环境，通风量 50m ³ /h，检测室北墙上另设一处通风口，安装机械排风装置，通风管道末端与机械排风装置均朝向车间北侧外夹道
紧急停机按钮	防护门左侧及操作位处均设计有 1 处紧急停机按钮，紧急停机按钮带有标签，标明使用方法	防护门左侧、控制柜处均设置了 1 处急停按钮
操作位	检测室内东南角位置	操作位位于检测室东南角，距离工业 CT 1.5m

续表 2-3 环境影响报告表与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况
仪器配备	拟配置个人剂量计 2 支、个人剂量报警仪 1 部及 X-γ 辐射巡检仪 1 台	本项目配备了 1 台 R-EGD 型辐射监测仪，1 部 HY2010 型个人剂量报警仪、2 支个人剂量计
人员培训	公司拟配备 2 名职业人员，近期将安排新配置的职业人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行考核	本项目配备 2 名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护考核，考核合格处于有效期内
其他防护设施及措施	工业 CT 防护门安装有门机联锁装置及工作状态指示灯，防护门张贴有电离辐射警告标志，控制柜处设有 1 处紧急停机按钮、钥匙开关等，本项目工业 CT 安装于检测室内，不属于便携式 X 射线探伤机，工业 CT 所在检测室应安装监控设备	工业 CT 防护门设置了门机联锁装置、电离辐射警告标志及工作状态指示灯，控制柜处设有紧急停机按钮及钥匙开关，车间内设有 2 处监控摄像头，均可拍摄到检测室
规章制度	公司拟制定各类辐射安全管理规章制度：《工业 CT 安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《设备保养维护制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员培训计划》、《自行检查和年度评估制度》、《辐射环境监测方案》、《辐射事故应急预案》等	公司制定了《辐射工作人员岗位职责》《工业 CT 安全操作规程》《射线装置台账登记制度》《辐射防护和安全保卫制度》《X 射线装置设备检修维护制度》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射监测方案》《辐射事故应急预案》等辐射管理制度
分区管理	拟将屏蔽体内部设置为控制区，工业 CT 所在的检测室设置为监督区，并在边界设置警示标识	与环评一致

2.2.3 工业 CT 结构、工作原理和工作流程

1、工业 CT 结构

本项目工业 CT 的组成结构主要为自屏蔽式主体（内部包括 X 射线机、平板探测器、XYZ 三轴机械结构、高精度转台）、控制柜和高压电源。检测过程中 X 射线管和平板探测器位置固定不变。

屏蔽体内部平面布置示意图 2-2，剖面示意图 2-3。

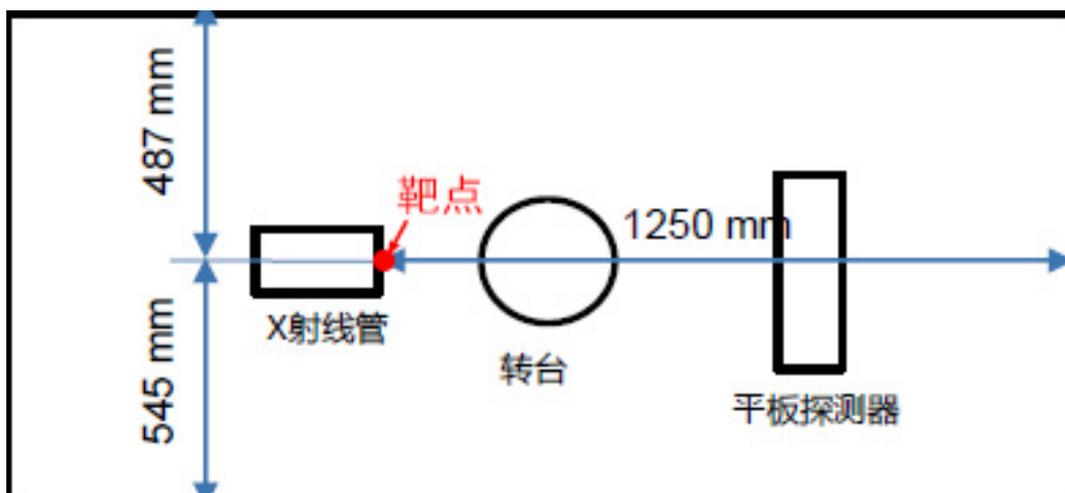


图 2-2 屏蔽体内部平面布置示意图

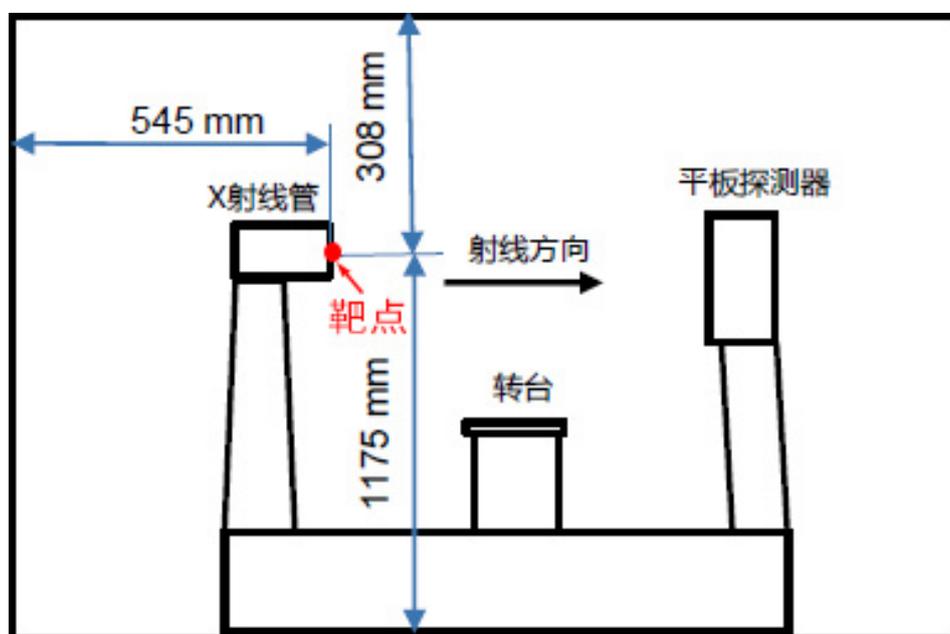


图 2-3 屏蔽体内部剖面示意图

2、工作原理

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轫致辐射即为 X 射线。

X 射线发生器结构见图 2-4 所示。

本项目工业 CT 是通过 X 射线对工件产品进行无损检测的一种装置，是通过高速电子轰击阳极靶产生 X 射线，透照被检的工件，并在成像装置上得到工件的内部结构图像，能够快速准确的判断被检部件的内部结构有无缺陷。本项目成像系统曝光时 X 射线在穿透工件时，由于材料的厚薄不等，缺陷对 X 射线吸收衰减不同而形成 X 射线强度分布的潜像，再将这个潜像用图像增强管转换为可见像，如果工件质量有问题，在成像中显示缺陷所在的位置，从而实现无损探伤的目的。

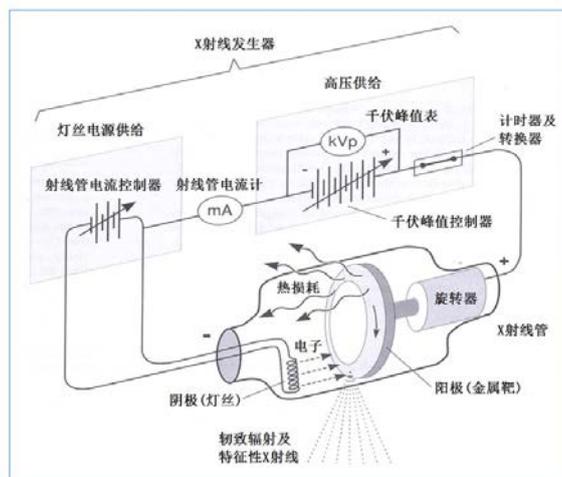


图 2-4 X 射线发生器结构示意图

3、工作流程

进行 X 射线探伤前，辐射工作人员在工业 CT 断电状态下打开防护门，放入待检测产品，置于转台上，关闭防护门，防护门关闭到位后，设备接通高压电源，X 射线管发射 X 射线，对放置在转台上的产品进行曝光透照与三维重构，检测结束后，切断电源，打开防护门取出产品。图像管接收透过物体的 X 射线，图像传送到电脑处理，由电脑经过软件处理输出图像。整个检测过程由设备自动进行，设备工作期间辐射工作人员可在操作位上进行监控。

工作流程示意图 2-5。

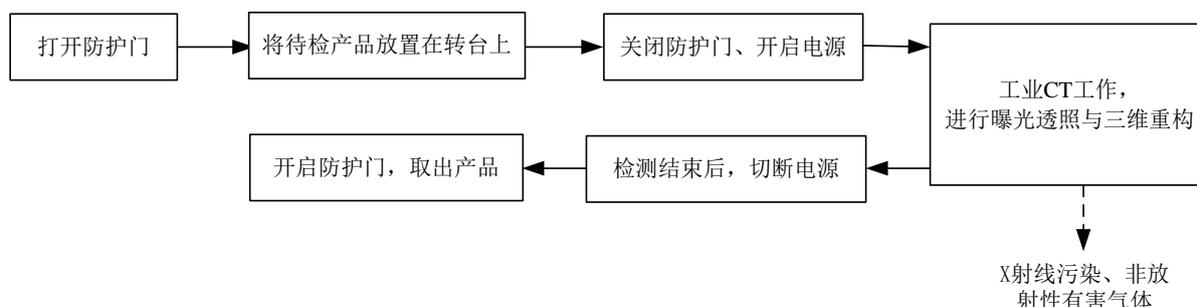


图 2-5 工业 CT 工作流程及产污环节示意图

2.2.4 污染因子及污染分析

1、X 射线

X 射线机开机后产生 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

X 射线机运行过程中不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

3、非放射性污染因素分析

本项目工业 CT 中 X 射线机运行过程中会产生少量臭氧和氮氧化物等非放射性有害气体。工业 CT 顶部防护面及检测室北墙上方均设置了机械排风装置，工业 CT 顶部防护面上通风口由通风管道连接车间外部环境，系统产生的非放射性有害气体经通风口和防护门排至车间外部环境及检测室内，通风管道末端及北墙上方机械排风装置均朝向车间北侧夹道，系统产生的非放射性有害气体不会积压，对周围环境影响较小；车间北侧夹道人员活动较少，非人员密集区，因此产生的少量非放射性废气经空气扩散后对周围环境和人员影响较小。

本项目工业 CT 运行过程中不产生废胶片和废显影液。

综上，本次验收主要考虑其 X 射线及非放射性有害气体。

表 3 环评要求及落实情况

3.1 环境影响报告表批复与验收情况对比

项目环境影响报告表批复与验收情况对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况对比

环评批复意见	验收时落实情况
<p>一、项目位于城阳区城阳街道皂户社区皂户工业园，拟在厂区车间 1 楼北侧中部设置探伤检测室，新建 1 台 ZEISS METROTOM 800 行工业 CT 机（最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA）用于公司产品检测，属 II 类射线装置，运行时 X 射线管向东定向照射，CT 机自带辐射防护屏蔽体。</p>	<p>青岛毕勤电子有限公司位于城阳区城阳街道皂户社区皂户工业园（院内）。本项目工业 CT 由 X 射线机（最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA）、成像系统和自带防护设施构成，安装于车间 1 楼北侧中部检测室内，属使用 II 类射线装置，运行时 X 射线管定向向东照射。</p>
<p>二、该项目应严格按照环境影响报告表和以下要求，落实和完善辐射安全与防护措施，从事辐射工作</p> <p>(一)严格执行辐射安全管理制度。</p> <p>1. 设立辐射安全与环境保护管理机构，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。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，明确岗位职责；各工作场所应安排技术人员负责各自的辐射安全管理工作。</p> <p>2. 落实场所使用规定、装置操作规程、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。</p>	<p>1. 公司成立了辐射安全与环境保护领导小组，签订了辐射工作安全责任书，明确了公司法人代表 SERGIO DAMILANO 为本单位辐射安全工作第一责任人，指定王秀荣负责射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。</p> <p>2. 制定了《辐射工作人员岗位职责》《工业 CT 安全操作规程》《射线装置台账登记制度》《辐射防护和安全保卫制度》《X 射线装置设备检修维护制度》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射监测方案》等制度，建立辐射安全管理档案。</p>
<p>(二)加强辐射工作人员的安全和防护工作。</p> <p>1. 制定培训计划，组织辐射工作人员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。</p> <p>2. 建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。辐射工作人员应规范佩戴个人剂量计，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，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。</p>	<p>1. 公司制定了《辐射工作人员培训管理制度》，及时组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，严禁未参加培训的人员从事辐射工作。本项目配备了 2 名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护培训，处于有效期内。</p> <p>2. 公司已委托具有相关资质的单位为辐射工作人员配备了个人剂量计，确保辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的标准限值。建立了辐射工作人员个人剂量档案，安排专人负责个人剂量监测管理，做到了一人一档，未发现个人剂量监测结果异常。</p>

续表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况对比

	环评批复意见	验收时落实情况
二、该项目应严格按照环境影响报告表和以下要求，落实和完善辐射安全与防护措施，从事辐射工作	3. 从事放射工作时，应采取有效辐射安全与防护措施，控制接受不必要的受照剂量。职业人员和公众成员年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。	3. 本项目工业 CT 自带屏蔽结构，防护门均设置了门-机联锁装置。根据辐射工作人员个人剂量检测报告及检测报告计算，公众和辐射工作人员所受到的照射均可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的限值要求。
	<p>(三)做好辐射工作场所的安全和防护工作。</p> <p>1. 确保按照设计施工，CT 机自带辐射防护屏蔽体边界外 50m 范围内无居民区等人员密集区。</p> <p>2. 工作场所辐射屏蔽应符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)等相关要求，屏蔽体设置门-机联锁装置和紧急停机按钮。</p> <p>3. 工作场所划分为控制区和监督区，屏蔽体内设置为控制区，检测室内屏蔽体外的区域设置为监督区。</p> <p>4. 按要求设置工作状态指示灯、声音提示装置，在醒目位置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)相关要求。</p> <p>5. 做好放射性工作场所内辐射安全与防护设施的维护、维修，并建立维修、维护档案，确保门-机联锁、工作状态指示灯、控制器急停按钮等辐射安全与防护设施安全有效。</p> <p>6. 严格执行辐射环境监测计划。配备 1 台辐射巡测仪，定期组织对工作场所以及周围环境辐射水平进行监测。</p>	<p>1. 本项目工业 CT 均按照设计施工，CT 机自带辐射防护屏蔽体边界外 50m 范围内无居民区等人员密集区。</p> <p>2. 根据检测结果，工业 CT 自带屏蔽结构室顶、四周防护面及防护门外 30cm 处剂量率均可满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求；防护门设置了门机联锁装置，防护门左侧设有紧急停机按钮，控制柜处设有紧急停机按钮及钥匙开关。</p> <p>3. 将屏蔽体内部设置为控制区，工业 CT 所在的检测室设置为监督区。</p> <p>4. 工业 CT 防护门左侧设置了工作状态指示灯，防护门及检测室门上均设置了符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求的电离辐射警告标志。</p> <p>5. 制定了《X 射线装置设备检修维护制度》，并建立维修、维护档案。经现场勘查，门机联锁装置、工作状态指示灯、紧急停机按钮等安全与防护措施能安全有效运行。</p> <p>6. 公司配备有 1 台 R-EGD 型辐射监测仪，制定了《辐射监测方案》，定期开展辐射环境监测。</p>

续表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况对比

环评批复意见		验收时落实情况
二、该项目在严格落实环境影响报告表提出的辐射安全和防护措施及本审批意见的要求后，开展辐射工作。	<p>(四)该项目不产生放射性固体废物、放射性废水、放射性废气，运行时产生少量臭氧和氮氧化物，通过屏蔽体自带机械通风装置由软管排至车间外并自然扩散。通风装置满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)要求。</p>	<p>本项目工业 CT 不产生放射性固体废物、放射性废水、放射性废气，工业 CT 自带排风装置由软管与车间外环境相连，检测室北墙上方另设一处机械排风装置与车间外环境相连，运行时产生少量臭氧和氮氧化物，通过排风装置排入车间外环境自然扩散。通风装置满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)要求。</p>
	<p>(五)严格落实环境风险防范措施，制定辐射事故应急预案。配备必要的应急设备，定期开展应急培训和演练，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。</p>	<p>制定了《辐射事故应急预案》，配备了铅衣、铅手套等防护用品，并于 2022 年 5 月 27 日开展了应急演练，未发生辐射事故。</p>

表 4 验收监测

2022 年 5 月，为掌握该公司工业 CT 正常运行情况下，工业 CT 周围的辐射环境水平。应相关主管部门要求，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求进行合理布点检测，本次验收引用此次现状检测数据进行分析。

4.1 监测对象。

工业 CT 周围辐射环境水平。

4.2 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

4.3 监测时间与条件

监测时间：2022 年 5 月 16 日；

监测天气：天气：晴，温度：18.4℃，相对湿度：66.7%。

4.4 监测技术规范

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)的要求和方法进行现场测量。每个监测点辐射剂量率读取 10 个测量值为一组，取其平均值，扣除宇宙射线响应值后作为最终测量结果。

4.5 检测单位

本次验收由具备生态环境监测资质的山东鼎嘉环境检测有限公司开展监测，检验检测机构资质认定证书编号 181512342017。

4.6 监测仪器

监测仪器为 BG9512P/BG7030 型便携式多功能射线检测仪，监测仪器主要技术参数见表 4-1。

表 4-1 监测仪器参数一览表

设备名称	便携式多功能射线检测仪
设备型号	BG9512P/BG7030
设备编号	A-1804-01
测量范围	吸收剂量率：10nGy/h~200 μ Gy/h 能量范围：25keV~3MeV
检定单位	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y16-20220370
检定有效期至	2023 年 03 月 08 日

4.7 监测点位

现状检测根据工业 CT 实际情况布设检测点位，于工业 CT 周围布设 20 个检测点位，即 A1~A20。

检测点位示意图 4-1、图 4-2。

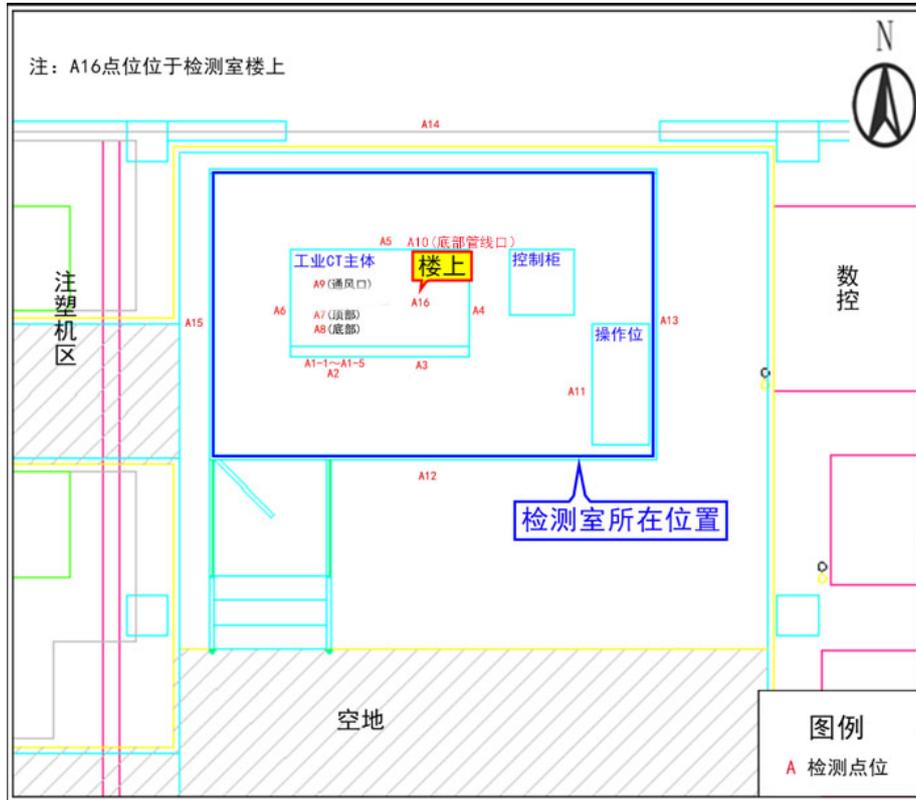


图 4-1 工业 CT 周边监测点位示意图

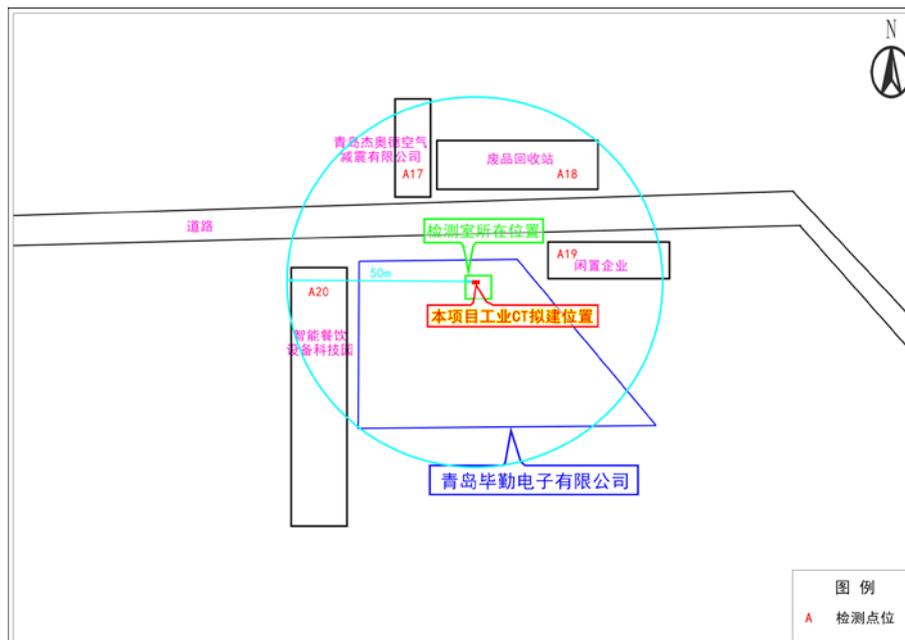


图 4-2 环境保护目标处监测点位示意图

4.8 监测结果

各检测点位处 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 4-2。

表 4-2 工业 CT 周围 X- γ 辐射剂量率监测结果

单位：nGy/h

序号	点位描述	关机状态		开机状态	
		平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
A1-1	防护门上侧门缝外 30cm 处	/	/	99.9	1.3
A1-2	防护门下侧门缝外 30cm 处			90.2	1.3
A1-3	防护门中部外 30cm 处	72.6	1.4	90.5	1.3
A1-4	防护门西侧门缝外 30cm 处	/	/	93.9	1.3
A1-5	防护门东侧门缝外 30cm 处			95.1	1.5
A2	观察窗	71.9	1.2	95.2	1.3
A3	工业 CT 南侧屏蔽体外 30cm 处	71.6	1.2	92.3	1.4
A4	工业 CT 东侧屏蔽体外 30cm 处	73.3	1.2	93.9	1.3
A5	工业 CT 北侧屏蔽体外 30cm 处	75.0	1.3	85.7	1.6
A6	工业 CT 西侧屏蔽体外 30cm 处	72.1	1.0	88.4	1.7
A7	工业 CT 顶部屏蔽体外 30cm 处	72.7	1.0	95.8	1.2
A8	工业 CT 底部屏蔽体外 30cm 处	75.2	1.4	92.0	1.5
A9	通风口	73.5	1.2	94.8	1.3
A10	管线口	73.4	1.6	92.0	1.3
A11	操作位	70.7	1.2	90.5	1.5
A12	工业 CT 所在检测室南墙外 30cm 处	106.3	1.6	110.9	1.9
A13	工业 CT 所在检测室东墙外 30cm 处	110.8	1.3	114.4	1.5
A14	工业 CT 所在检测室北墙外夹道北侧	91.4	1.2	96.6	1.4
A15	工业 CT 所在检测室西墙外 30cm 处	108.9	1.6	115.8	1.7
A16	工业 CT 所在检测室楼上距地面 1m 处	103.5	1.2	105.4	1.2
A17	西北侧约 30m 处青岛杰奥德空气减震有限公司办公区域	76.6	1.9	83.4	1.6
A18	东北侧约 30m 处废品回收站办公区域	76.1	1.7	83.0	1.6
A19	东侧约 25m 处闲置企业办公区域	75.7	1.6	82.9	1.4
A20	西侧约 40m 处智能餐饮设备科技园宿舍楼	78.0	1.4	85.0	1.6

- 注：1. 检测结果已扣除宇宙射线响应值 11.1nGy/h；
 2. 工业 CT 装置型号为 ZEISS METROTOM 800，开机检测时管电压为 130kV，管电流为 220 μ A，射束定向向东照射；
 3. 检测室北侧夹道宽约 25cm，人员无法到达，开机检测时，于夹道北侧进行检测；工业 CT 及检测室周围其他点位分别在工业 CT 屏蔽体四周及检测室四周墙体外 30cm 处进行巡测，在巡测最大值处进行检测；
 4. 检测室下方防水台高 1m，受防水台影响，检测室四周监测结果数值较大。

由表 4-2 可知，工业 CT 关机状态下，工业 CT 周围 X- γ 辐射剂量率范围为（70.7~110.8）nGy/h，各环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率范围为（75.7~78.0）nGy/h，均处于青岛市环境天然辐射水平范围内。

工业 CT 开机状态下，工业 CT 周围 X- γ 辐射剂量率范围为（85.7~115.8）nGy/h，满足 2.5 μ Sv/h 的限值要求；各环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率范围为（82.9~85.0）nGy/h，均处于青岛市环境天然辐射水平范围内。

表 5 职业与公众受照剂量

5.1 年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T$$

式中： H ——年有效剂量当量，Sv/a；

T ——年受照时间，h；

0.7——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy；

D_r ——X 剂量率，Gy/h。

5.2 居留因子

不同环境条件下的居留因子见表5-1。

表5-1 居留因子的选取

场所	居留因子T	停留位置
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

5.3 照射时间确定

经与公司确认，本项目工业CT全年总的累积曝光时间约为870小时。

5.4 辐射工作人员受照剂量

经与公司确认，本项目配置了 2 名辐射工作人员，公司委托有资质的单位对辐射工作人员进行了个人剂量监测。由于本项目投运时间较短，本次根据现状检测报告结果对辐射工作人员受照剂量进行分析。以说明本项目正常运行过程中辐射工作人员受照剂量情况。

根据现状检测结果，在 ZEISS METROTOM 800 型工业 CT 开机状态下，对辐射工作人员影响的区域主要在操作位、工业 CT 及所在检测室周围区域，X- γ 辐射剂量率最大为工业 CT 所在检测室西墙外 30cm 处，监测值为 115.8nGy/h，居留因子保守取 1，则辐射工作人员年受照剂量为：

$$H=0.7 \times 115.8\text{nGy/h} \times 870\text{h} \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.07\text{mSv/a}$$

根据以上计算，辐射工作人员最大年受照剂量为 0.07mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定辐射工作人员的剂量限值 20mSv/a，也低于环评批复提出的年管理剂量约束值 2.0mSv。

5.5 公众受照剂量分析

本项目公众成员主要为工业 CT 周围其他区域工作人员及环境保护目标处活动的人员，工业 CT 四周公众成员活动区域最大监测值为 115.8nGy/h，位于工业 CT 所在检测室东墙外 30cm 处，该位置为其他工序所在位置，居留因子保守取 1，则公众成员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times 115.8 \text{ nGy/h} \times 870 \text{ h} \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.07 \text{ mSv};$$

根据以上计算，工业 CT 周围公众成员最大年受照剂量为 0.07mSv，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，也低于环评批复提出的年管理约束限值 0.1mSv。

表 6 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》（国务院令第 449 号公布）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原环境保护部令第 3 号）及生态环境主管部门的要求，射线装置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。为此对青岛毕勤电子有限公司的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

6.1 辐射安全与环境保护管理机构

公司成立了辐射安全与环境保护领导小组，签订了辐射工作安全责任书，明确了公司法人代表 SERGIO DAMILANO 为本单位辐射工作安全第一责任人，指定了王秀荣负责射线装置的安全和防护工作。

6.2 辐射安全管理制度及其落实情况

1、工作制度

公司制定了《辐射工作人员岗位职责》《射线装置台账登记制度》《辐射防护和安全保卫制度》《X 射线装置设备检修维护制度》等辐射安全管理制度并依照实施，落实了各制度要求。

2、操作规程

公司制定了《工业 CT 安全操作规程》，辐射工作人员严格按照操作流程操作工业 CT。

3、应急预案

公司制定了《辐射事故应急预案》，并于 2022 年 5 月 27 日开展了应急演练。

4、监测方案

公司制定了《辐射监测方案》，配备了 1 台 R-EGD 型辐射监测仪定期对工业 CT 进行辐射巡检，同时委托具有检测资质的单位对其辐射工作环境进行监测，并定期向生态环境部门上报监测数据。

5、人员培训

公司制定了《辐射工作人员培训管理制度》，本项目配置了 2 名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护培训，处于有效期内。

6、个人剂量

公司已委托有资质的单位为辐射工作人员佩戴了个人剂量计，开展个人剂量监测，建立了个人剂量档案，做到 1 人 1 档，个人剂量档案表终生保存。

7、年度评估

公司每年将编制了辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年的1月31日前向所在地生态环境部门提交。

8、辐射防护用品

公司配置了监测设备和辐射防护用品，见表6-1。

表 6-1 防护仪器配置情况一览表

仪器名称	型号	仪器状态	数量
辐射监测仪	R-EGD	正常	1
个人剂量报警仪	HY2010	正常	1
铅衣、铅手套	0.5mmPb	正常	1
个人剂量计	/	正常	2



图 6-1 公司配备的辐射防护用品照片

表 7 验收监测结论与要求

7.1 结 论

按照国家有关环境保护的法律法规，青岛毕勤电子有限公司新建工业 CT 应用项目进行环境影响评价和履行了环境影响审批手续。该项目需配套建设的环境保护设施已与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

1、项目基本概况

青岛毕勤电子有限公司位于青岛市城阳区城阳街道皂户社区皂户工业园（院内），本项目工业 CT 位于公司车间 1 楼北侧中部检测室内。验收规模为 1 套 ZEISS METROTOM 800 型工业 CT，内置 1 台 X 射线机，属使用 II 类射线装置。

2021 年 3 月，公司委托编制了《青岛毕勤电子有限公司新建工业 CT 应用项目环境影响报告表》，评价规模为于公司车间 1 楼北侧中部检测室内新增 1 套工业 CT。2021 年 3 月 24 日，青岛市生态环境局城阳分局以“青环城辐审[2021]2 号”文件对该项目进行了审批。

2022 年 5 月 9 日，公司取得了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[B0307]，种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2027 年 5 月 8 日。本次验收的工业 CT 已进行许可登记。

2、现场监测结果

(1) 关机状态下，工业 CT 周围 X- γ 辐射剂量率范围为 (70.7~110.8) nGy/h，各环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率范围为 (75.7~78.0) nGy/h，均处于青岛市环境天然辐射水平范围内。

(2) 开机状态下，工业 CT 周围 X- γ 辐射剂量率范围为 (85.7~115.8) nGy/h，满足 2.5 μ Sv/h 的限值要求；各环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率范围为 (82.9~85.0) nGy/h，均处于青岛市环境天然辐射水平范围内。

3、职业与公众受照结果

根据个人剂量检测报告计算，辐射工作人员最大年受照剂量为 0.07mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定辐射工作人员的剂量限值 20mSv/a，也低于环评报告表提出的年管理剂量约束值 2.0mSv。

根据监测结果估算，工业 CT 周围公众成员最大年受照剂量为 0.07mSv，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

评报告表提出的年管理约束限值 0.1mSv。

4、现场检查结果

(1) 公司成立了辐射安全与环境保护领导小组，签订了辐射工作安全责任书，明确公司法人代表为本单位辐射工作安全责任人，指定专人负责射线装置的安全和防护工作。

(2) 公司制定了《辐射工作人员岗位职责》《工业 CT 安全操作规程》《射线装置台账登记制度》《辐射防护和安全保卫制度》《X 射线装置设备检修维护制度》《辐射工作人员培训管理制度》和《辐射监测方案》等辐射安全管理制度。制定了《辐射安全事故应急预案》，并开展了应急演练。

(3) 公司将编制辐射安全和防护状况年度评估报告，并于 1 月 31 日前向所在地生态环境部门提交。

(4) 本项目配置了 2 名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护培训，处于有效期内。已委托有资质的单位为辐射工作人员佩戴了个人剂量计，开展个人剂量监测，建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档，个人剂量档案终生保存。

(5) 本项目工业 CT 采取实体屏蔽，设置了控制区与监督区，操作位上设置了紧急停机按钮；工业 CT 设置了门-机联锁装置、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等，各项辐射安全与防护措施均能有效运行。

(6) 本项目配备了 1 台辐射监测设备、1 部个人剂量报警仪和 2 支个人剂量计。

综上所述，青岛毕勤电子有限公司新建工业 CT 应用项目落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

7.2 建议

- 1、加强辐射安全防护设备管理；
- 2、适时修订辐射安全管理制度及《辐射事故应急预案》，定期开展应急演练。