

台州弗迪电池有限公司
弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目竣工
环境保护验收监测报告表

浙绿验(2024)第 0001 号

建设单位：台州弗迪电池有限公司

编制名称：浙江绿境环境工程有限公司

二〇二四年七月

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： (签字)

填 表 人： (签字)

建设单位 (盖章)

电话：

传真： /

邮编： 317300

地址： 台州市仙居县东部工业新城
张店区块张店村北侧

编制单位 (盖章)

电话： 0571-85815015

传真： 0571-85383753

邮编： 310022

地址： 杭州市拱墅区华西路
299 创意园

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	10
表 3 辐射安全与防护设施/措施	21
表 4 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	31
表 5 验收监测质量保证和质量控制	36
表 6 验收监测内容	37
表 7 验收监测	40
表 8 验收监测结论	43

附件 1 营业执照

附件 2 环境影响报告表的批复文件

附件 3 辐射安全许可证

附件 4 辐射防护管理制度

附件 5 辐射事故应急预案

附件 6 辐射工作人员培训证书

附件 7 辐射环境检测报告

附件 8 辐射工作人员职业健康检查报告书

附件 9 个人剂量检测合同

附件 10 验收意见

表 1 项目基本情况

建设项目名称	弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目				
建设单位名称	台州弗迪电池有限公司				
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	浙江省台州市仙居县下各镇经济开发区亚迪路 666 号台州弗迪电池有限公司 4-2#厂房装配车间 CT 实验室				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	使用 II 类射线装置			
建设项目环评批复时间	2024 年 03 月 20 日	开工建设时间	2024 年 03 月 21 日		
取得辐射安全许可证时间	2024 年 04 月 24 日	项目投入运行时间	2024 年 04 月 25 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 04 月 25 日	验收现场监测时间	2024 年 06 月 24 日		
环评报告表审批部门	台州市生态环境局	环评报告表编制单位	浙江绿境环境工程有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	北京光影智测科技有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	北京光影智测科技有限公司		
投资总概算	120 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	38 万元	比例	31.67%
实际总投资	120 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	38 万元	比例	31.67%
验收依据	<p>1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（2014 年修订）》，中华人民共和国主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(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 10 月 1 日；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998 年 11 月 29 日；2017 年 7 月 16 日国务院第 682 号令修改；</p> <p>(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，2005 年 12 月 1 日；2019 年 3 月 2 日经国务院令</p>				

	<p>第 709 令修改；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(7) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日；</p> <p>(8) 《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日；</p> <p>(9) 《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，原环境保护部，2017 年 11 月 20 日；</p> <p>(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，2018 年 5 月 15 日；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》（原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；</p> <p>2、建设项目竣工环境保护验收技术规范：</p> <p>(1) 《辐射环境监测技术规范》，HJ61-2021；</p> <p>(2) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》，HJ 1157-2021；</p> <p>(3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB 18871-2002；</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》，GBZ 117-2022；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》，GBZ/T 250-2014 及第 1 号修改单；</p> <p>(6) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》，HJ 1326-2023。</p> <p>3、建设项目环境影响报告表及其审批部门的审批决定：</p> <p>(1) 《弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目环境影响报告表》，</p>
--	---

	<p>浙江绿境环境工程有限公司，2024 年 3 月；</p> <p>(2) 《弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目环境影响报告表》批复意见，台州市生态环境局，台环辐[2024]6 号，2024 年 3 月 20 日。</p> <p>4、其他相关文件：</p> <p>(1) 营业执照，见附件 1；</p> <p>(2) 环境影响报告表的批复文件，见附件 2；</p> <p>(3) 辐射安全许可证，见附件 3；</p> <p>(4) 辐射防护管理制度，见附件 4；</p> <p>(5) 辐射事故应急预案，见附件 5；</p> <p>(6) 辐射工作人员培训证书，见附件 6；</p> <p>(7) 辐射环境检测报告，见附件 7；</p> <p>(8) 辐射工作人员职业健康检查报告书，见附件 8；</p> <p>(9) 个人剂量检测合同，见附件 9；</p> <p>(10) 验收意见，见附件 10。</p>
<p>验收执行标准</p>	<p>1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002</p> <p>本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。</p> <p>4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制</p> <p>4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将辐射剂量约束值应用于获准实践中的医疗照射。</p> <p>4.3.3 防护与安全的最优化</p> <p>4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量</p>

和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。本项目取其四分之一即 5mSv 作为辐射剂量约束值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为辐射剂量约束值。

2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防

护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在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

	<p>探伤设备的运行情况。</p> <p>6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</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>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>6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p> <p>6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求</p> <p>6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。</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>6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p> <p>6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。</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>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</p>
--	--

安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

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

8 放射防护检测

8.3 探伤室放射防护检测

8.3.5 结果评价

探伤室周围辐射水平应符合本标准第 6.1.3 条和第 6.1.4 条的要求。

3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T250-2014

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $H_{c,d}$ ）：人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ：
 $H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ： H_c 为上述 a) 中 $H_{c,d}$ 和 b) 中的 $H_{c,max}$ 二者的较小者。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻建筑物在自然辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2 a) 的条件外, 应考虑下列情况:

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

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

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

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

3.3 其他要求

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

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外, 控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中, 应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时, 按最高管电压和相应管电压下的常用管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间, 常用的

	<p>材料为混凝土、铅和钢板等。</p> <p>5.1 典型条件</p> <p>探伤室探伤工作的典型条件如下：</p> <p>a) 探伤室外表面 30cm 外的剂量率控制值为 2.5μSv/h。</p> <p>b) X 射线管电流 (I) 为 5mA，X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 。</p> <p>c) X 射线实时成像系统的泄漏辐射在距靶点 1m 处的剂量率。</p>
--	--

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 项目概况

台州弗迪电池有限公司拟在台州市仙居县经济开发区东部工业新区张店区块新征用地面积 997679.44m²（约合 1500 亩），新建厂房、车间、仓库、综合楼、110kV 变电站、宿舍、食堂等总建筑面积 797287.45m²，建成后形成年产 22GWh 新能源汽车动力电池的生产能力。主要经营范围有电池制造、电池销售、新能源汽车废旧动力蓄电池回收及梯次利用等，法定代表人为何龙。公司因比亚迪台州园区内弗迪电池事业部多层叠片型动力电芯的检测需求，于 4-2#厂房装配车间 CT 实验室配备 1 套高分辨工业 CT 系统（定向机，型号为 HR225-C，最大管电压为 225kV，最大工作管电流为 5mA）。

2024 年 3 月，台州弗迪电池有限公司委托浙江绿境环境工程有限公司对本项目进行辐射环境影响评价，编制了《弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目环境影响报告表》。2024 年 3 月 20 日，公司取得了台州市生态环境局关于《弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目环境影响报告表》的审批意见（台环辐[2024]6 号），环评批复文件见附件 2。

台州弗迪电池有限公司已向浙江省生态环境厅重新申领了辐射安全许可证（证书编号：浙环辐证[J2490]，有效期至 2027 年 12 月 23 日，许可种类与范围：使用 V 类放射源；使用 II 类射线装置），辐射安全许可证见附件 3。

2024 年 6 月，台州弗迪电池有限公司委托浙江绿境环境工程有限公司开展该项目竣工环境保护验收检测工作，验收规模为 1 套高分辨工业 CT 系统。浙江绿境环境工程有限公司委托杭州旭辐检测技术有限公司于 2024 年 6 月 24 日进行现场检测，在现场检测、核查的基础上，编制该项目竣工环境保护验收监测报告表。

2.1.2 项目建设内容及规模

本项目建设内容：本项目为扩建项目。公司在浙江省台州市仙居县下各镇经济开发区亚迪路 666 号台州弗迪电池有限公司 4-2#厂房装配车间 CT 实验室配备了 1 套高分辨工业 CT 系统（定向机，型号为 HR225-C，最大管电压为 225kV，最大工作管电流为 5mA）。本项目主要用于比亚迪台州园区内弗迪电池事业部

多层叠片型动力电芯的检测。所有探伤作业仅限 CT 实验室内使用，不开展任何形式的室外探伤。

射线装置规模及数量环评阶段与验收阶段对比见表 2-1，由 2-1 可知，本次验收项目内容和规模符合环评审批要求。

表 2-1 环评审批情况和实际建设情况对照一览表

项目内容	环评审批情况	实际建设情况	是否一致
工程规模	公司拟在 4-2#厂房装配车间 CT 实验室配备 1 套 X 射线三维 CT 系统。	公司在 4-2#厂房装配车间 CT 实验室配备 1 套高分辨工业 CT 系统。	一致
设备技术参数	CT 设备型号为：HR225-C 自屏蔽 CT 机，该设备最大管电压为 225kV、最大工作管电流为 5mA，属于 II 类射线装置。	CT 设备型号为：HR225-C，该设备最大管电压为 225kV、最大工作管电流为 5mA，属于 II 类射线装置。	一致

2.1.3 工程地理位置及周围环境

台州弗迪电池有限公司位于浙江省台州市仙居县下各镇经济开发区亚迪路 666 号（即浙江省台州市仙居县东部工业新城张店区块张店村北侧），管铁线以北、永安溪以南，朱溪以西，项目地理位置图见图 2-1，公司周围环境示意图见图 2-2，公司平面布置示意图见图 2-3。

本项目在 4-2#厂房装配车间 CT 实验室配置一套高分辨工业 CT 系统，CT 实验室位于 4-2#厂房南侧，无地下层，无上层建筑。本项目所涉及的 CT 实验室周围 50m 范围内，其东侧为结构件库，南侧为卫生间、道路，西侧为会议室、叠片车间，北侧为装配机修配电房等。项目验收范围示意图见附图 2-3。

验收检测时，对本项目验收范围进行了踏勘调查，其环境保护目标主要为从事辐射工作的职业人员（即 4 名使用 II 类射线装置的工作人员）和验收范围内的公司其他非辐射工作人员及周边公众人员，主要环境保护目标一览表见表 2-2。

表 2-2 本项目环境保护目标基本情况表

场所位置	环境保护目标		方位与 CT 室最近距离 (m)	人数	受照类型	年剂量约束值
CT 实验室	操作人员	操作位	自屏蔽 CT 机西南侧、本项目	4 人	职业照射	5mSv/a
	非辐射公众人员、普通公众	车间通道	CT 实验室西侧、紧邻	流动人员	公众照射	0.25mSv/a
		办公室	CT 实验室西南侧、约 8m	50 人		

		会议室	CT 实验室西侧、约 5m	流动人员		
		培训室	CT 实验室西北侧、约 8.6m	流动人员		
		休息室	CT 实验室西北侧、约 12.6m	流动人员		
		更衣室	CT 实验室西北侧、约 30m	流动人员		
		叠片车间	CT 实验室西侧、约 30m	流动人员		
		装配机修备件房	CT 实验室北侧、紧邻	流动人员		
		ME 装配备件房	CT 实验室北侧、约 10.1m	流动人员		
		金相水分实验室	CT 实验室北侧、约 19.5m	4 人		
		车间辅料房	CT 实验室北侧、约 31m	流动人员		
		结构件库	CT 实验室东侧、紧邻	流动人员		
		卫生间	CT 实验室南侧、紧邻	流动人员		
		厂区道路	CT 实验室南侧、约 10m	流动人员		
		10#厂房	CT 实验室东南侧、约 45m	流动人员		

验收检测范围与该项目环境影响评价范围一致，即 CT 实验室边界 50m，验收时环境保护目标与环评阶段一致。

本项目高分辨工业 CT 系统工作场所与其他车间非辐射工作人员活动区相隔一定距离，辐射工作区域相对独立且周围无工作人员常驻用房，CT 实验室边界外 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。

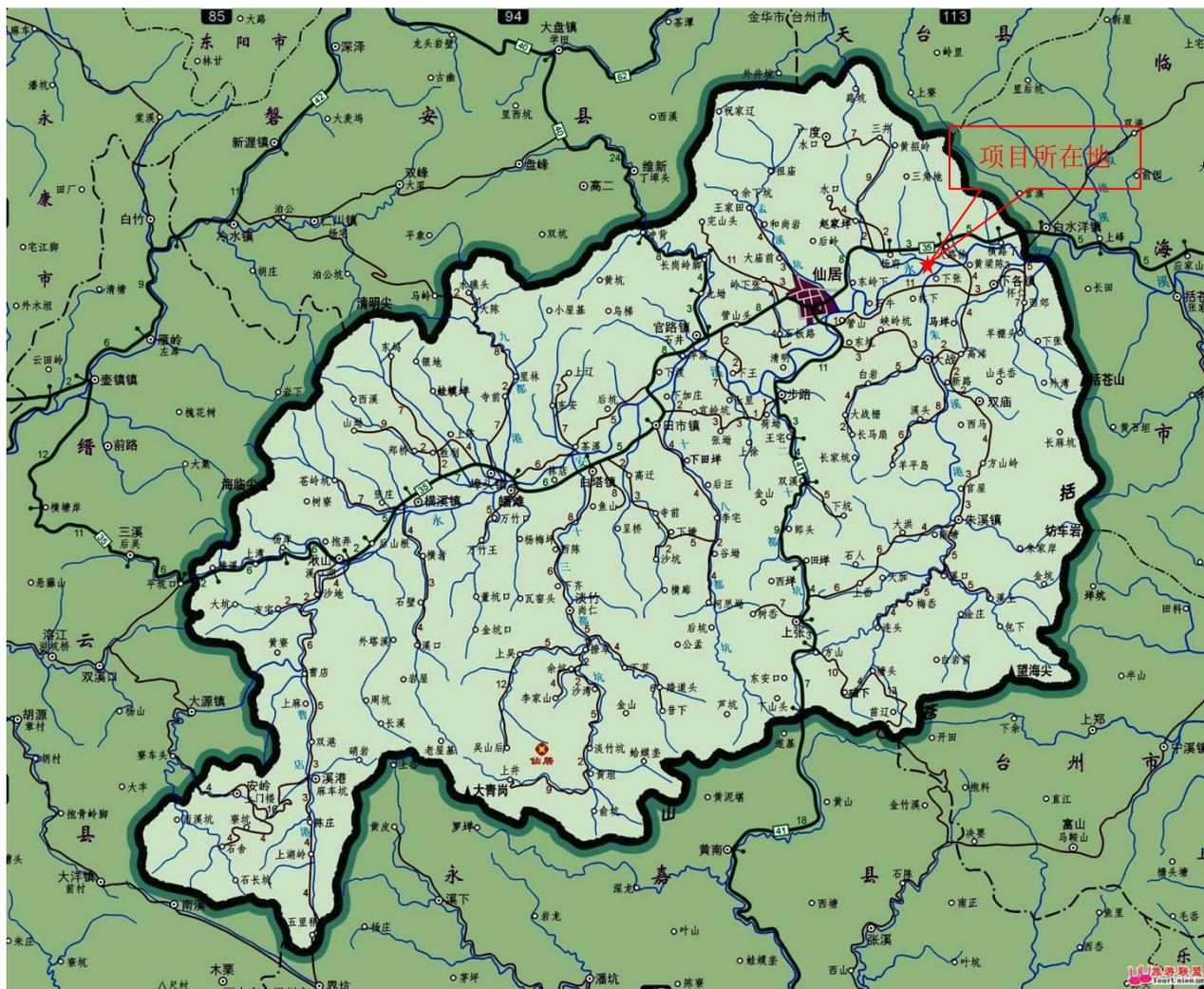


图 2-1 项目地理位置示意图



图 2-2 公司周围环境示意图



图 2-3 公司平面布置示意图

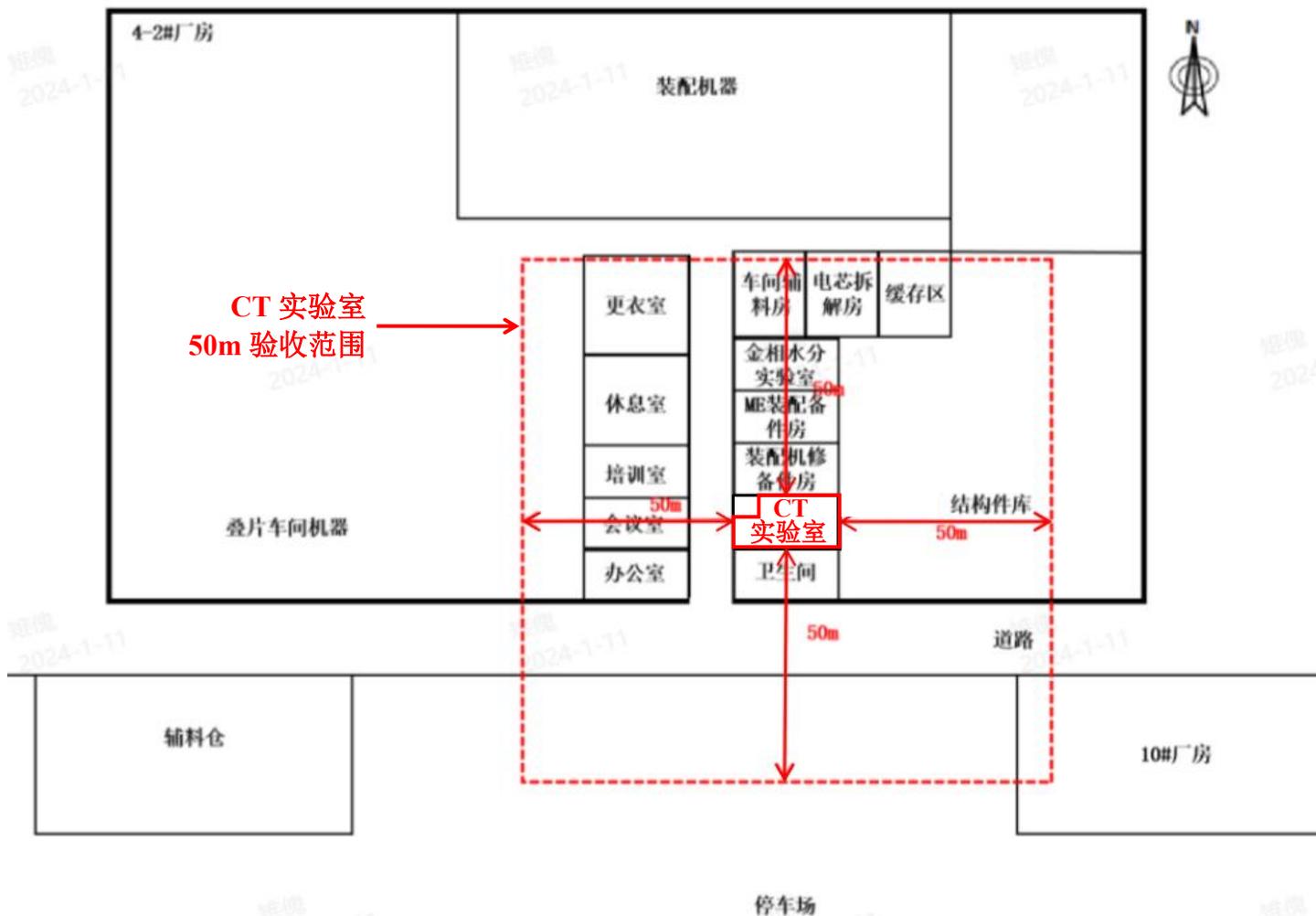


图 2-4 项目验收范围示意图

2.1.4 项目变动情况

经现场调查、查阅资料，并与环评作对比，本项目建设内容与规模无重大变动发生。

2.2 源项情况

公司配备了 1 套高分辨工业 CT 系统用于多层叠片型动力电芯的检测，本项目射线装置技术参数见表 2-3。

表 2-3 本项目 X 射线探伤机技术参数表

规模	射线装置名称	设备型号	数量	类别	活动种类	最大管电压	最大管电流	工作场所
验收规模	高分辨工业 CT 系统	HR225-C	1	II 类	使用	225kV	5mA	CT 实验室

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备结构

该公司高分辨工业 CT 系统主要用于开展弗迪电池事业部多层叠片型动力电芯的检测项目。探伤针对产品长度范围 100-1200mm，宽度范围 10-50mm，高度范围 80-250mm。高分辨工业 CT 系统由 CometiVario MF 225 闭管微焦点 X 射线源、Comet MXR-225MF 靶头、非晶硅探测器等组件组成。高分辨工业 CT 系统外部部件包括观察窗、辐射隔离罩、设备后门、报警灯、设备操作台及电控柜等部件，整体外观示意图见图 2-5。

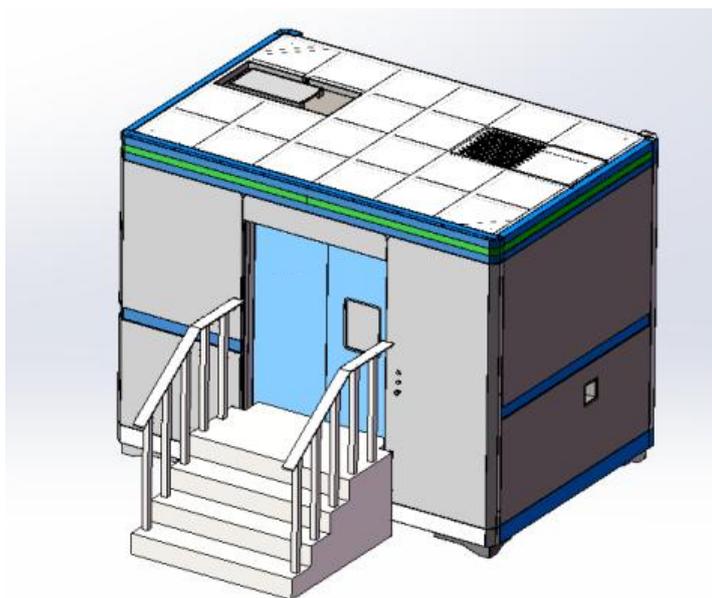


图 2-5 设备整体外观图

内部机构平台主要由 X 射线源运动机构、样品台运动机构、探测器运动机构和对角转换装置等机构组成，整体内部机构如图 2-6 所示。

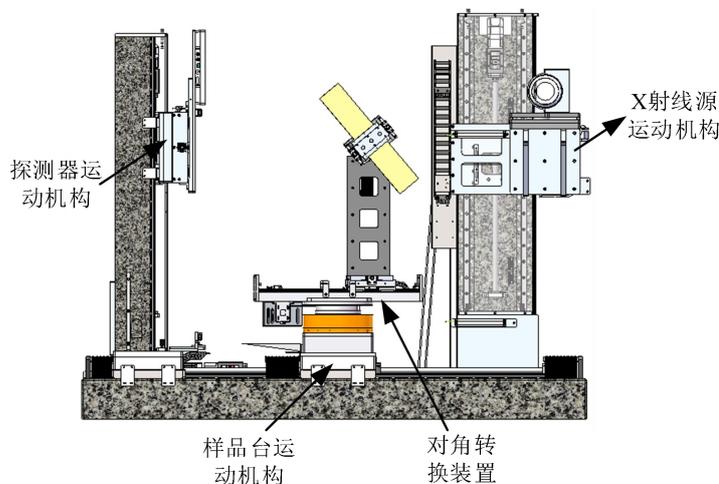


图 2-6 设备内部机构整体示意图

2.3.2 设备工艺原理

本项目高分辨工业 CT 系统用于多层叠片型动力电芯的检测，在不破坏样品状态的情况下，可完成电池的快速扫描成像与极片自动检测分析，三维数字化直观描述样品的内部结构，并能具备物质定量成像功能。

检测电芯（或极芯）四角/两端头时，夹具在样品转台上固定电芯（或极芯）可自动转电芯检测对应的角或端头，实现一次上料可完成电芯（或极芯）四角/两端头扫描检测；电芯（或极芯）整体检测时，一次上料即可对整个电芯（或极芯）扫描完成。

X 射线源按照测试需求提供稳定的 X 射线，固定机构由射线源大理石立柱、射线源安装架和 X 射线源等组成，上述机构组合为 X 射线源运动机构，用于 X 射线源的 Z 方向运动，Z 方向运动范围为 1300mm，如图 2-7 所示。

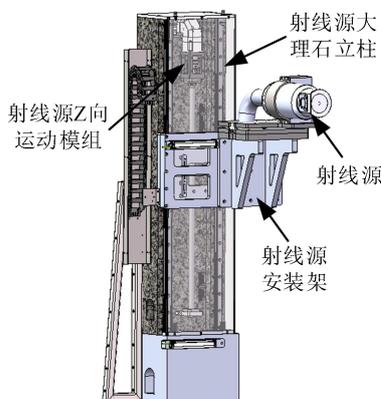


图 2-7 X 射线源运动机构

平板探测器接收穿过被检物的 X 射线，并进行 AD 转换，软件系统控制所有测试过程中的动作，进行数据采集、图像重建以及测试结果分析。通过 CT 扫描透视产品内部的结构信息和投影图像，软件自动重构 3D 图形，软件自动识别判定探伤针对工件的 overhang、极片层数、张勇角（锂电池张勇角是指锂电池的阳极和阴极之间的角度。在锂电池中，阳极和阴极之间的角度会影响电池的性能和安全性。因此，在设计和制造锂电池时，需要精确控制阳极和阴极之间的角度。目前，大多数锂电池的阳极和阴极之间的角度为 90 度或 60 度）、极耳形态尺寸（电池是分正负极的，极耳就是从电芯中将正负极引出来的金属导体，极耳是一个“连接、导电、密封件”，由金属带和胶片两部分组成，并通过加热复合而成）。

2.3.3 探伤过程

进行 X 射线探伤前，工作人员先打开防护门，把待测产品或夹具放至转台，关闭防护门。转台以设置好的路径移动至检测位，工作人员开机，高分辨工业 CT 系统自动扫描成像、3D 重构，图像管接收透过物体的 X 射线传送到计算机处理，由计算机经过软件处理输出图像。根据 X 射线图像情况，软件自动或人工判断结果并标示，软件存储判定结果并呈现结果图，检测完成后关机。该系统照射方向为定向向东，完成一次检测后，工作人员关闭 X 射线，打开铅门，将检测完成的工件分拣，完成一轮探伤。检验完成后关机，检查全部完成后，关闭电脑、高分辨工业 CT 系统电源和总电源。

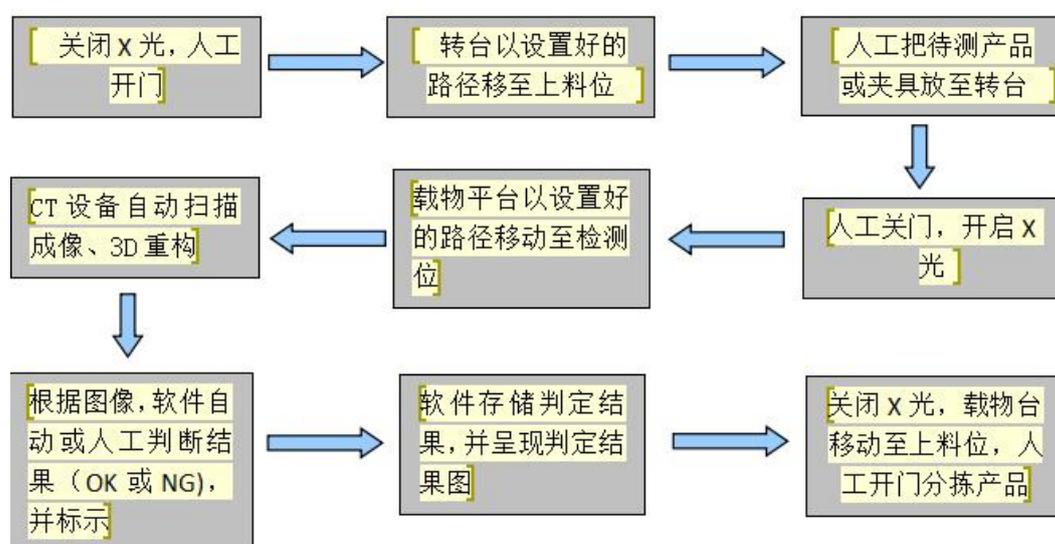


图 2-8 探伤工艺流程图

2.3.4 运行工况和人员配置计划

本项目在 4-2# 厂房装配车间 CT 实验室配备了 1 套高分辨工业 CT 系统。依据建设单位提供资料，高分辨工业 CT 系统型号为：HR225-C，定向机，射线管为 CometiVario MF 225 闭管微焦点 X 射线源（最大管电压为 225kV，最大工作管电流为 5mA），设备射线束固定朝北。探伤针对产品长度范围 100-1200mm，宽度范围 10-50mm，高度范围 80-250mm。根据建设单位资料，最大探伤工况为：年探伤工作时间共为 7260h。本项目配备了 4 名辐射工作人员，所有探伤作业仅限 CT 实验室内使用，不开展任何形式的室外探伤。

2.4 污染源项描述

（1）X 射线

本项目高分辨工业 CT 系统为 II 类射线装置，由其工作原理可知，X 射线随探伤机器的开、关而产生和消失。本项目使用的高分辨工业 CT 系统只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机曝光期间 X 射线是本项目的主要污染因子。

（2）臭氧和氮氧化物

在开机状态下，空气在 X 射线作用下会分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目高分辨工业 CT 系统顶部设有 3 台机械排风扇，可连续 24h 工作，独立对高分辨工业 CT 系统内进行通排风，排风气流量是 200m³/h，换风次数每小时将高达约 21 次，臭氧和氮氧化物可经高分辨工业 CT 系统顶部和 CT 实验室顶部的通排风系统排出，避开人员活动密集区域，臭氧量在环境中易自动分解，氮氧化物产额约为臭氧的 1/2，故有害气体对环境影响较小。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局分区和分区管理

公司根据分区原则以及结合本项目情况，本项目分区如下：高分辨工业 CT 系统铅房内部区域划为控制区，CT 实验室内除控制区外的区域划为监督区，并在高分辨工业 CT 系统铅房和 CT 实验室设置电离辐射警告标识和中文警示说明。本项目控制区和监督区见图 3-1。

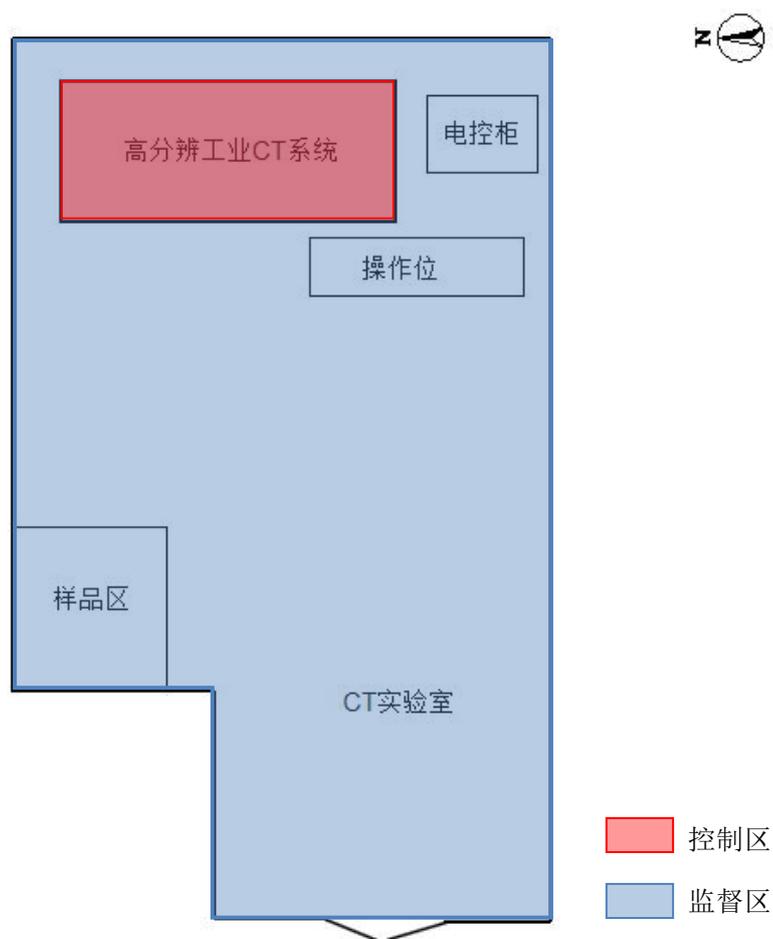


图 3-1 CT 实验室平面布置及分区示意图

3.2 屏蔽防护设施

本项目配备的高分辨工业 CT 系统采用设备自带的防护铅房进行实体屏蔽，高分辨工业 CT 系统和电控柜防护措施图见图 3-2 至 3-6，高分辨工业 CT 系统铅房屏蔽参数见表 3-1。

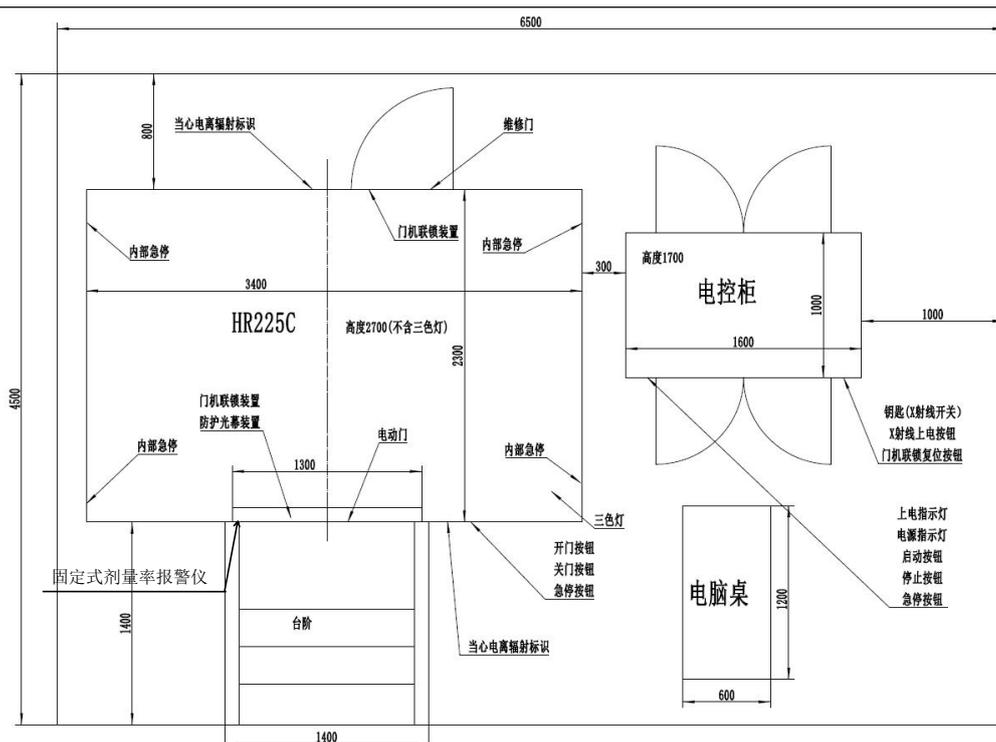


图3-2 高分辨工业CT系统防护措施平面布局示意图

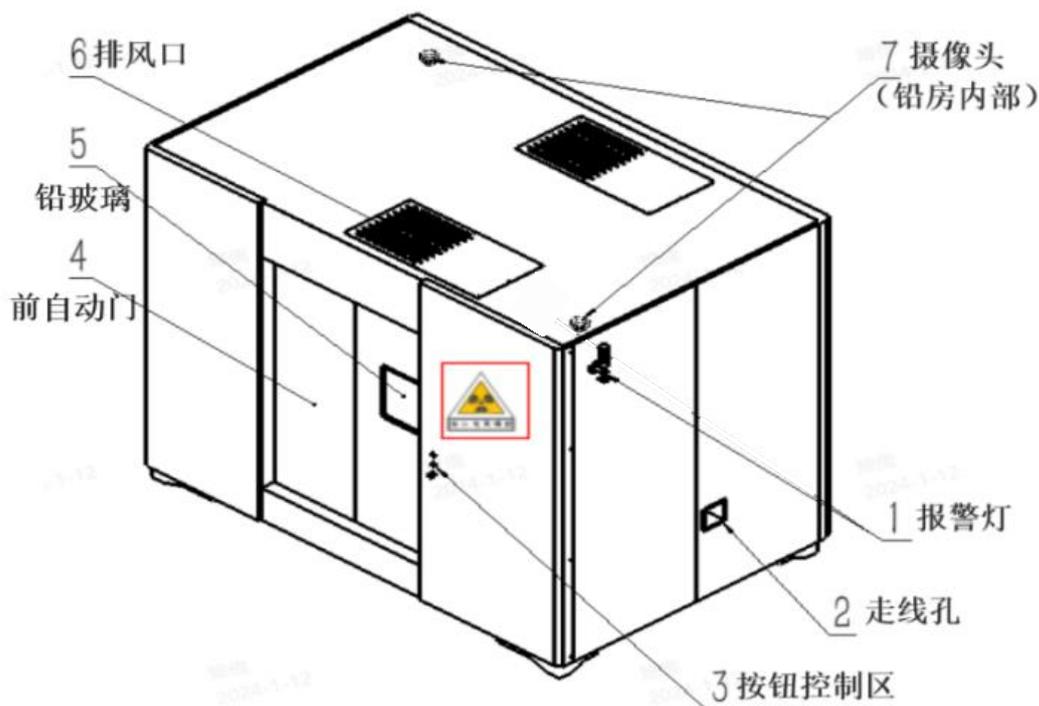


图3-3 高分辨工业CT系统防护措施布局示意图（轴侧视图）

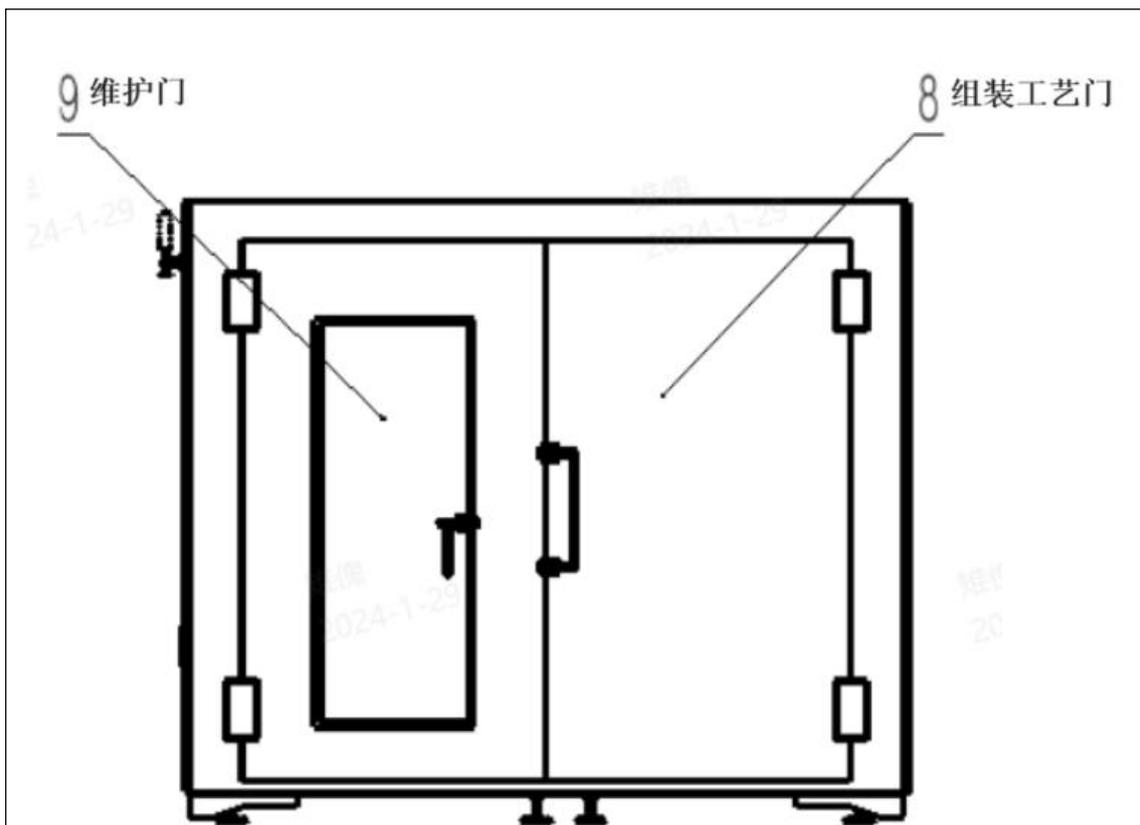


图3-4 高分辨工业CT系统防护措施布局示意图（后视图）

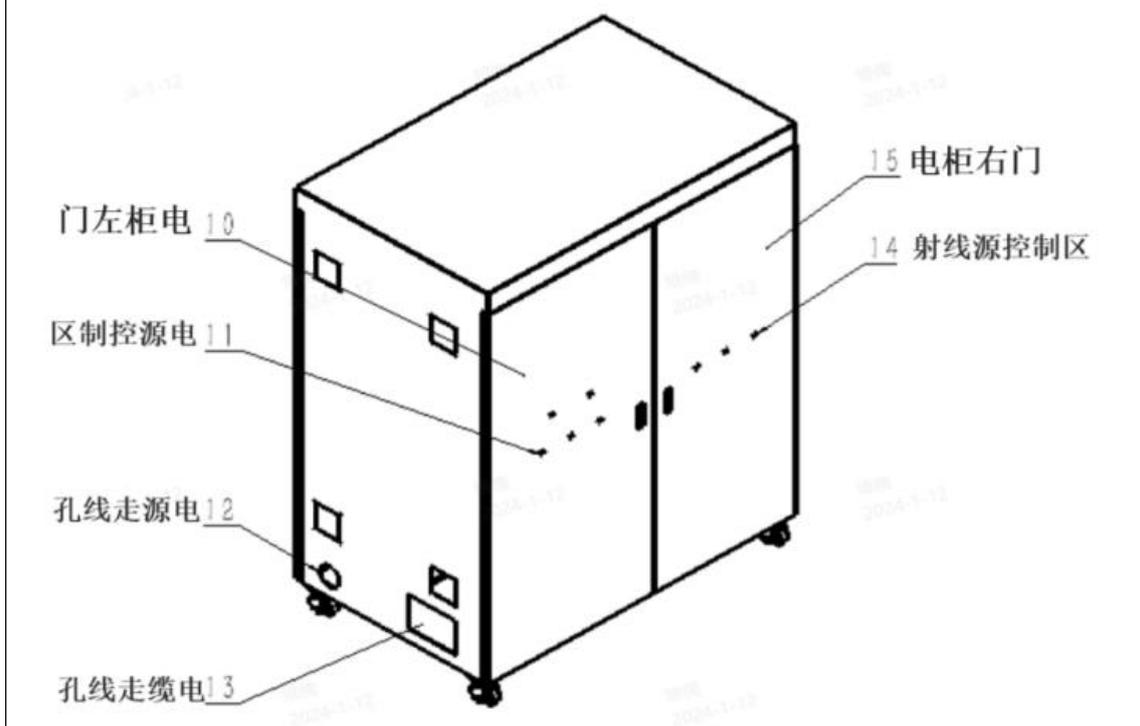


图3-5 电控柜防护措施布局示意图（轴侧视图）

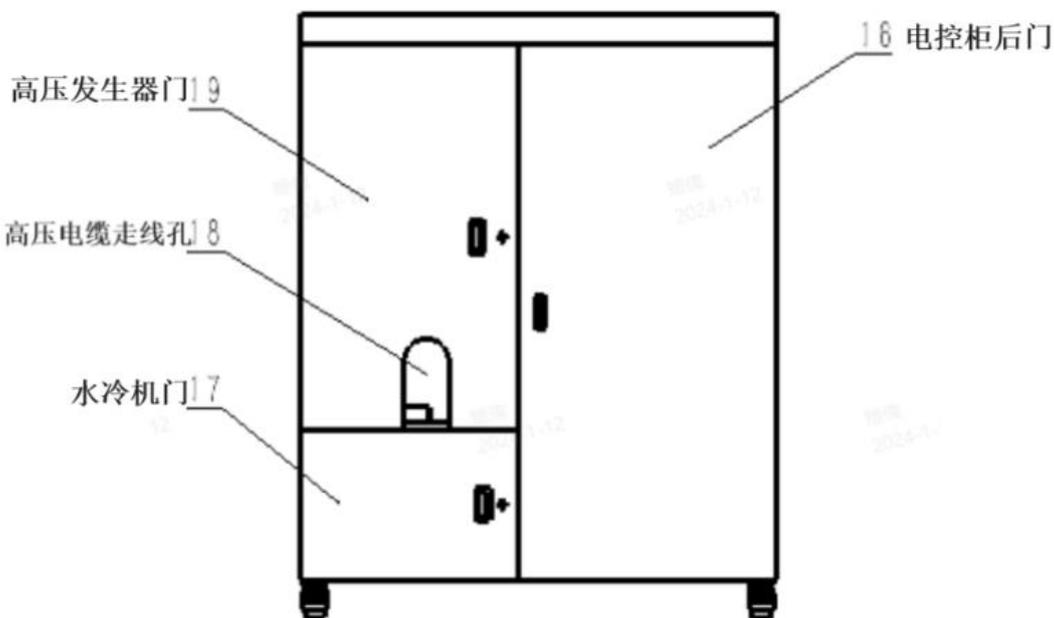


图 3-6 电控柜防护措施布局示意图（后视图）

表 3-1 高分辨工业 CT 系统铅房屏蔽参数表

内容和环评参数		内容和验收参数	
净尺寸	3.4m（长）×2.32m（宽）×2.7m（高）	净尺寸	3.4m（长）×2.32m（宽）×2.7m（高）
南侧、北侧	14mm 铅板+内外 2mm 钢板	东侧、西侧	14mm 铅板+内外 2mm 钢板
东侧	16mm 铅板+内外 2mm 钢板	北侧	16mm 铅板+内外 2mm 钢板
西侧	12mm 铅板+内外 2mm 钢板	南侧	12mm 铅板+内外 2mm 钢板
顶部	14mm 铅板+内外 2mm 钢板	顶部	14mm 铅板+内外 2mm 钢板
底部	14mm 铅板+内外 2mm 钢板	底部	14mm 铅板+内外 2mm 钢板
电缆管线	本项目 CT 机与主机间的连接电缆，通过“U”型线缆铅罩由 CT 机右侧和底部出线。本项目 X 射线经过“U”型线缆口铅罩会经过至少 3 次散射到达线缆口处。	电缆管线	本项目高分辨工业 CT 系统与主机间的连接电缆，通过“U”型线缆铅罩由 CT 机右侧和底部出线。本项目 X 射线经过“U”型线缆口铅罩会经过至少 3 次散射到达线缆口处。
排风管道	本项目在 CT 机顶部设置 3 处通风口，排风通过“U”字型铅罩穿过顶面防护面，会经过至少 3 次散射。	排风管道	本项目在高分辨工业 CT 系统顶部设置 3 处通风口，排风通过“U”字型铅罩穿过顶面防护面，会经过至少 3 次散射。

正侧防护门	自屏蔽 CT 机南侧、14mm 铅板+内外 2mm 钢板、正侧防护门搭接采用双移动铅门，门洞的尺寸为 1.3m(宽)×1.9m(高)，门体的尺寸为 1.375m(宽)×1.995m(高)。和门洞四周搭接采用 L 型扣合，搭接长度 40mm，移门中间门缝 2mm，搭接长度 60mm。	正侧防护门	高分辨工业 CT 系统西侧、14mm 铅板+内外 2mm 钢板、正侧防护门搭接采用双移动铅门，门洞的尺寸为 1.3m(宽)×1.9m(高)，门体的尺寸为 1.375m(宽)×1.995m(高)。和门洞四周搭接采用 L 型扣合，搭接长度 40mm，移门中间门缝 2mm，搭接长度 60mm。
背侧维护门	自屏蔽 CT 机北侧、14mm 铅板+内外 2mm 钢板	背侧维护门	高分辨工业 CT 系统东侧、14mm 铅板+内外 2mm 钢板

注：验收时高分辨工业 CT 系统在 CT 实验室内摆放位置与环评不一致，故设备方位描述有所调整。

3.3 辐射安全与防护措施

本项目环评报告中辐射安全与防护措施落实情况见表 3-2。由表 3-2 可见，项目基本落实了环评报告中提出的要求。

表 3-2 环评要求及落实情况

序号	环评要求	落实情况
1	门机连锁：自屏蔽 CT 机有一处电动门用于取放物料，两处维护门用于设备检修。电动门设有限位开关、每个维护门设有安全开关，均为常开且串联。当任一开关断开时，射线源均断电。同时电控柜设置一处钥匙开关，需人工确认闭合后才能给射线源供电。限位开关、安全开关、钥匙开关通过安全控制电路给射线源高压发生器提供连锁信号，高压发生器接收到所有安全信号后才允许给射线管供电。	已落实，高分辨工业 CT 系统有一处电动门用于取放物料，两处维护门用于设备检修。电动门已设有限位开关、每个维护门设有安全开关，均为常开且串联。当任一开关断开时，射线源均断电。同时电控柜已设置一处钥匙开关，当人工确认闭合后才能给射线源供电。限位开关、安全开关、钥匙开关通过安全控制电路给射线源高压发生器提供连锁信号，高压发生器接收到所有安全信号后才允许给射线管供电。
2	自屏蔽 CT 机电控柜设有 X 射线钥匙开关，为系统的主电源开关；设 X 射线上电按钮，用于启动 X 射线的控制和冷却系统；门机连锁复位按钮，用于每次开关门后，需要按一下该按钮使连锁系统还原，才能再次开启 X 射线管。	已落实，高分辨工业 CT 系统电控柜已设有 X 射线钥匙开关，为系统的主电源开关；已设置 X 射线上电按钮，用于启动 X 射线的控制和冷却系统；已设置门机连锁复位按钮，用于每次开关门后，需要按一下该按钮使连锁系统还原，才能再次开启 X 射线管。

3	自屏蔽 CT 机外右侧顶部设有三色灯, 用来报警和表示工作状态。装置在开机出束时, 警示灯开启。	已落实, 高分辨工业 CT 系统外右侧顶部已设有三色灯, 用来报警和表示工作状态。装置在开机出束时, 警示灯开启。
4	自屏蔽 CT 机内部对角设置两处摄像头, 可监控 CT 机内的情况。	已落实, 高分辨工业 CT 系统内部对角已设置两处摄像头, 可监控 CT 机内的情况。
5	自屏蔽 CT 机防护门显著位置拟设有电离辐射警告标志和中文警示说明。	已落实, 高分辨工业 CT 系统防护门显著位置已设有电离辐射警告标志和中文警示说明。
6	自屏蔽 CT 机前侧、电控柜和自屏蔽 CT 机内部均设置急停按钮, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。按钮的安装, 应使人员处在 CT 实验室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮应当带有标签, 标明使用方法。	已落实, 高分辨工业 CT 系统前侧、电控柜和高分辨工业 CT 系统内部均设置急停按钮, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。按钮的安装, 能使人员处在 CT 实验室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮均带有标签, 标明使用方法。
7	本项目自屏蔽 CT 机顶部设有 3 台机械排风扇, 可连续 24h 工作, 独立对 CT 机内进行通排风, 排风气流量是 200m ³ /h, 换风次数每小时将高达约 21 次, 排风管道拟通过 CT 机顶部向上通过 CT 实验室顶部经所在车间东墙外排出, 避开人员活动密集区域, 满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“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。”的要求, 能够有效防止空气受射线照射电离后产生的有害元素对人员的健康造成不良影响。	已落实, 本项目高分辨工业 CT 系统顶部设有 3 台机械排风扇, 可连续 24h 工作, 独立对 CT 机内进行通排风, 排风气流量是 200m ³ /h, 换风次数每小时将高达约 21 次, 臭氧和氮氧化物可经高分辨工业 CT 系统顶部和 CT 实验室顶部的通排风系统排出, 避开人员活动密集区域, 满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“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。”的要求, 能够有效防止空气受射线照射电离后产生的有害元素对人员的健康造成不良影响。
8	各项辐射环境管理规章制度应张贴于 CT 实验室。	已落实, 各项辐射环境管理规章制度已张贴于 CT 实验室内。
9	探伤工作场所内拟设置消防器材, 作为应急物资使用。	已落实, CT 实验室内已设置消防器材, 作为应急物资使用。
10	自屏蔽 CT 机设置一套固定式剂量率报警仪。	已落实, 高分辨工业 CT 系统已设置一套固定式剂量率报警仪。

3.4 辐射安全管理措施

本项目环评报告中辐射安全管理措施落实情况见表 3-3。由表 3-3 可见，项目落实了环评报告中提出的要求。

表 3-3 环评要求及落实情况

环评要求	落实情况
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》等法律法规及环境保护主管部门的要求，台州弗迪电池有限公司使用 II 类射线装置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。	公司成立了辐射安全和环境保护管理组织，主任为张艳群，副主任为戴海华，安全负责人为李波，管理成员为李洋钢、谭晴午、戴以凡、邓涵蕾，制片车间主任为潘勇辉，品质部主管为杨福田，明确了管理机构和管理人员职责。
该单位从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核，考核合格后方可上岗。辐射工作人员均须配备个人剂量计，个人剂量计每 3 个月到有资质的单位检测一次，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满 75 周岁或停止辐射工作满 30 年。该单位须组织辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前的职业健康检查，在岗期间职业健康检查的周期为 1 年~2 年，但不得超过 2 年，必要时，可适当增加检查次数。在本公司从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也要进行放射性职业健康体检。	本项目辐射工作人员共 4 名，均参加了核技术利用辐射安全与防护考核并取得合格证书。本项目辐射工作人员已配置个人剂量计，委托河南鑫安利职业健康科技有限公司进行个人剂量检测，每季度监测一次，并建立个人剂量监测档案。本项目 4 名辐射工作人员均已在台州医院进行了职业健康检查，并建立了职业健康监护档案。
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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案、年度评估制度等。	公司制定了《台州弗迪电池有限公司辐射安全管理制度》，分别包括：安全操作规程、设备检修维护制度、安全保卫制度、辐射工作人员培训管理制度及培训计划、辐射安全监测方案、环境监测设备使用和检定管理制度、辐射岗位制度、放射源与射线装置台账管理制度、放射源同位素使用登记制度等辐射安全管理相关制度。公司已制定《台州弗迪电池有限公司辐射事故的应急处理》，并严格执行。
根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。建设单位须为辐射工作人员配	项目实施后共配备便携式 X-γ 辐射剂量率巡测仪 1 台、个人剂量报警仪 4 台、为 4 名辐射工作人员各配备了个人剂量计。

备个人剂量计，同时公司应配备辐射剂量仪以及相应的防护用品等。

3.5 污染物处理及排放

(1) X 射线

本项目高分辨工业 CT 系统在对工件进行透照的工况下，X 射线经透射、漏射、散射，对辐射工作场所周围环境产生辐射影响。正常情况下，工作时主要通过高分辨工业 CT 系统铅房实体屏蔽和采取管理措施，来减少对周边环境的影响。

(2) 臭氧和氮氧化物

本项目高分辨工业 CT 系统在工作状态时产生射线，会与铅房内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，可经铅房顶部通排风装置排出，再通过 CT 实验室顶部通排风系统排入大气环境，通风换气次数为 5 次/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

图 3-7~图 3-17 为部分防护和环保措施落实情况图。

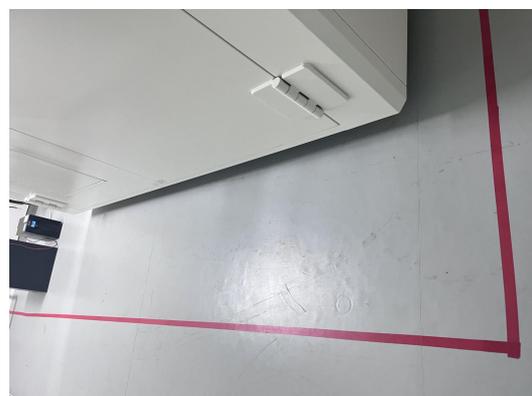
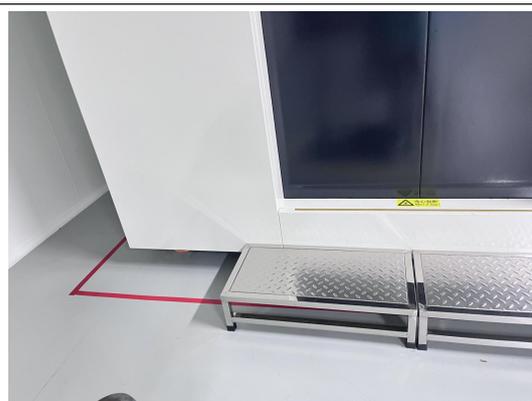


图 3-7 高分辨工业 CT 系统和电控柜周围警戒线

图 3-8 高分辨工业 CT 系统外和 CT 实验室外警示标志



图 3-9 高分辨工业 CT 系统门机联锁装置



图 3-10 电控柜 X 射线钥匙开关、X 射线上电按钮、门机联锁复位按钮等



图 3-11 高分辨工业 CT 系统外三色灯



图 3-12 高分辨工业 CT 系统内部摄像头



图 3-13 高分辨工业 CT 系统内部急停按钮



图 3-14 高分辨工业 CT 系统内部排风扇

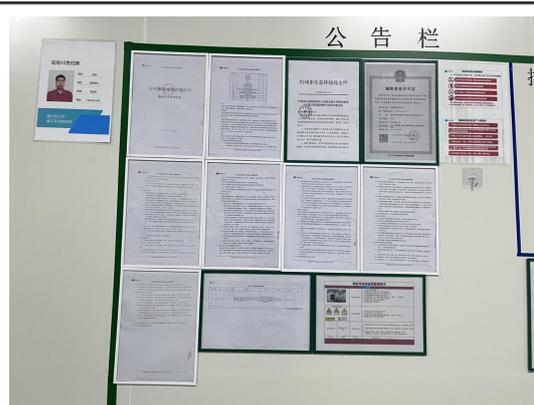


图 3-15 各项规章制度张贴上墙



图 3-16 辐射工作人员佩戴个人剂量计



图 3-17 个人防护用品

表 4 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

本项目《弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目环境影响报告表》由浙江绿境环境工程有限公司编制。该项目主要环评结论：

4.1 环境影响报告表主要结论

1、辐射安全与防护分析结论

(1) 项目概况

公司为了开展弗迪电池事业部多层叠片型动力电芯的检测项目，拟配备 1 套 X 射线三维 CT 系统，自屏蔽 CT 机型号为：HR225-C，定向机，射线管为 CometiVario MF 225 闭管微焦点 X 射线源（最大管电压为 225kV，最大工作管电流为 5mA），为 II 类射线装置。

(2) 项目位置

台州弗迪电池有限公司位于浙江省台州市仙居县东部工业新城张店区块张店村北侧。

本项目拟于台州弗迪电池有限公司 4-2# 厂房 CT 实验室配置一套 X 射线三维 CT 系统，CT 实验室位于 4-2# 厂房南侧，无地下层，无上层建筑。本项目所涉及的 CT 实验室周围 50m 范围内，其东侧为结构件库，南侧为卫生间、道路，西侧为会议室、叠片车间，北侧为装配机修配电房等。CT 实验室周边 50m 环境示意图见附图 4。

(3) 项目分区及布局

由于本项目自屏蔽 CT 机自屏材料的屏蔽作用，使得出束状态下 X 射线装置周围剂量率远低于国家标准的辐射剂量率限值。根据分区原则以及结合本项目情况，将自屏蔽 CT 机自屏蔽体内部区域划为控制区，CT 实验室内除控制区外的区域划为监督区，并在 CT 实验室设置电离辐射警告标识和中文警示说明。对监督区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述计算可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。

(4) 辐射安全防护措施结论

本项目自屏蔽 CT 机为自带屏蔽防护铅房，铅房采用铅钢结构设计，铅房净尺寸为 3400m(长)×2320m(宽)×2700m(高)。南侧（正侧防护门）、北侧、底部及

顶部防护面为 14mm 铅板+内外 2mm 钢板,西侧防护面为 12mm 铅板+内外 2mm 钢板, 东侧防护面为 16mm 铅板+内外 2mm 钢板。设置门机联锁装置, 紧急停机按钮和电离辐射警示标识等安全设施, 满足相关辐射安全原则; 本项目拟配备 4 枚个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪。

在落实以上辐射安全措施后, 本项目的辐射安全措施能够满足《工业探伤辐射防护标准》(GBZ117-2022) 的要求。

(5) 辐射安全管理结论

建设单位按规定拟成立辐射防护管理领导小组, 拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。

建设单位拟组织 4 名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训, 考核合格后方能上岗, 并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查, 建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期(不少于 1 次/年)请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

建设单位在成立辐射防护管理领导小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后, 能够具备从事辐射活动的的能力。本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件, 严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下, 其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

2、环境影响分析结论

(1) 辐射剂量率影响预测结论

自屏蔽 CT 机在最大工况运行时, 各关注点辐射剂量率最大值位于自屏蔽 CT 机东防护面外 30cm 处, 数值为 $0.21\mu\text{Sv/h}$, 操作位辐射剂量率为 $1.36 \times 10^{-4}\mu\text{Sv/h}$, 顶棚外辐射剂量率最大值为 $1.98 \times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$, 则满足《工业探伤辐射防护标准》(GBZ 117-2022) 中“X 射线探伤室墙和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(2) 个人剂量影响预测结论

本项目自屏蔽 CT 机运行后所致辐射工作人员受照年有效剂量最大为 0.762mSv/a (位于自屏蔽 CT 机东防护面外 30cm 处), 操作位工作人员受照年有效剂量为 $4.94 \times 10^{-4}\text{mSv/a}$, 满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求,

满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过20mSv/a的剂量限值要求。

本项目所致公众人员最大受照年有效剂量为 $2.62 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ （CT 实验室东侧墙外 30cm 处），满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求，可以推断 50m 范围内其他公众的附加年有效剂量也满足不超过 0.25mSv/a 的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过 1mSv/a”的剂量限值要求。

3、可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目”。经对照查询国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

（2）实践正当性分析结论

台州弗迪电池有限公司位于浙江省台州市仙居县东部工业新城张店区块张店村北侧，为了开展弗迪电池事业部多层叠片型动力电芯的检测项目，拟配备 1 套 X 射线三维 CT 系统，对生产产品进行无损探伤检测工作。因此，该项目的实践是必要的。所有探伤作业仅限 CT 实验室内使用，不开展任何形式的室外探伤。其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合标准中关于“剂量限值”的要求。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

（3）选址合理性分析

本项目位于台州弗迪电池有限公司 4-2#厂房 CT 实验室，不新增土地，周围无环境制约因素。项目 CT 实验室周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约

因素。因此，本项目选址合理可行。

(4) 项目可行性

综上所述，本项目选址合理，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

4.2“台环辐[2024]6号”批文审批决定

2024年3月20日，台州市生态环境局对此项目进行审批，审批文号为：台环辐[2024]6号，该项目主要环评批复结论：

一、本项目为扩建项目。公司拟在4-2#厂房装配车间CT实验室配备1套X射线三维CT系统，CT设备型号为：HR225-C自屏蔽工业CT机，该设备最大管电压为225kV、最大工作管电流为5mA，属于II类射线装置。

二、根据《报告表》，本项目在落实相应各项生态环境保护措施后，可以满足环境保护相关要求；我局同意该《报告表》的结论。

三、本项目竣工后，你单位应当按照国家规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收，验收合格后，建设项目方可投入使用，并依法向社会公开。

四、你单位如对本审批决定有不同意见，可在接到本决定书之日起六十日内向台州市人民政府申请行政复议，也可在六个月内依法向台州市椒江区人民法院起诉。

五、请台州市生态环境局仙居分局负责本项目的环境保护监督管理工作。

4.3 环评批复文件落实情况

本项目环评批复文件中辐射安全与防护措施落实情况见表4-1。由表4-1可见，项目基本落实了环评批复文件中提出的要求。

表4-1 环评批复文件要求及落实情况

序号	环评批复文件要求	落实情况
1	本项目为扩建项目。公司拟在4-2#厂房装配车间CT实验室配备1套X射线三维CT系统，CT设备型号为：	已落实，本项目为扩建项目。公司在浙江省台州市仙居县下各镇经济开发区亚迪路666号台州弗迪电池有限公司4-2#厂房装配车间

	<p>HR225-C 自屏蔽工业 CT 机, 该设备最大管电压为 225kV、最大工作管电流为 5mA, 属于 II 类射线装置。</p>	<p>CT 实验室配备了 1 套高分辨工业 CT 系统 (定向机, 型号为 HR225-C, 最大管电压为 225kV, 最大工作管电流为 5mA), 属于 II 类射线装置。所有探伤作业仅限 CT 实验室内使用, 不开展任何形式的室外探伤。</p>
<p>2</p>	<p>根据《报告表》, 本项目在落实相应各项生态环境保护措施后, 可以满足环境保护相关要求; 我局同意该《报告表》的结论。</p>	<p>已落实, 公司制定了相关制度, 严格落实了人员安全防护和管理工作; 公司已落实了各项辐射安全与防护措施。本项目 4 名辐射工作人员均已参加了辐射安全和防护知识培训并通过考核, 持证上岗; 公司已为本项目 4 名辐射工作人员配备了个人剂量计, 并委托河南鑫安利职业健康科技有限公司进行个人剂量检测, 每季度检测一次, 并建立个人剂量档案; 本项目 4 名辐射工作人员均已进行了职业健康体检, 并建立了职业健康监护档案。</p>
<p>3</p>	<p>本项目竣工后, 你单位应当按照国家规定的标准和程序, 对配套建设的环境保护措施进行验收, 验收合格后, 建设项目方可投入使用, 并依法向社会公开。</p>	<p>已落实, 公司已严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度, 公司按照相关法律法规对本项目进行环境保护设施竣工验收。</p>
<p>4</p>	<p>你单位如对本审批决定有不同意见, 可在接到本决定书之日起六十日内向台州市人民政府申请行政复议, 也可在六个月内依法向台州市椒江区人民法院起诉。</p>	<p>已落实, 公司对本审批决定无意见。</p>
<p>5</p>	<p>请台州市生态环境局仙居分局负责本项目的环境保护监督管理工作。</p>	<p>已落实, 台州市生态环境局仙居分局已负责本项目的环境保护监督管理工作。</p>

表 5 验收监测质量保证和质量控制

5.1 监测单位

浙江绿境环境工程有限公司委托杭州旭辐检测技术有限公司对台州弗迪电池有限公司开展弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目进行监测，并出具监测报告，检测检验机构资质认定证书编号：241112051740。

5.2 监测项目

X- γ 射线剂量率。

5.3 监测技术规范

监测布点和测量方法选用目前国家和行业有关规范和标准。本次验收监测方法依据的规范、标准：

- (1) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- (2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；
- (3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。

5.4 监测人员资格

参加本次现场监测的人员，均经过监测技术培训，并经考核合格，持证上岗。监测报告审核人员均经授权。

5.5 监测分析过程中的质量保证和质量控制

- a.合理布局监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- b.监测方法采取国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c.检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- d.每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- e.由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- f.检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

表 6 验收监测内容

6.1 检测因子及频次

为掌握台州弗迪电池有限公司高分辨工业 CT 系统铅房外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率,浙江绿境环境工程有限公司委托杭州旭辐检测技术有限公司对探伤工作场所及周围环境辐射水平进行了检测。

检测因子: X- γ 辐射剂量率

检测频次: 高分辨工业 CT 系统正常开机状态下,每个点读取 10 个数据,取其平均值作为测量结果。

检测时间: 2024 年 6 月 24 日

6.2 检测布点

根据高分辨工业 CT 系统铅房设计特点及周围环境状况布置检测点。先用检测仪器对高分辨工业 CT 系统铅房周围的辐射水平进行巡测,以发现可能出现的高辐射水平区。

在巡测的基础上,定点检测。一般检测以下各点:

- (1) 通过巡测,发现的辐射水平异常高的位置;
- (2) 高分辨工业 CT 系统铅房防护门外 30cm 离地面高 1m 处,门的左侧、中间、右侧 3 个点;
- (3) 高分辨工业 CT 系统铅房四侧墙外 30cm 离地面高 1m 处,每个墙面至少测 3 个点;
- (4) 高分辨工业 CT 系统铅房顶部表面 30cm 处;
- (5) 人员经常活动的位置。

具体检测点位见图 6-1。

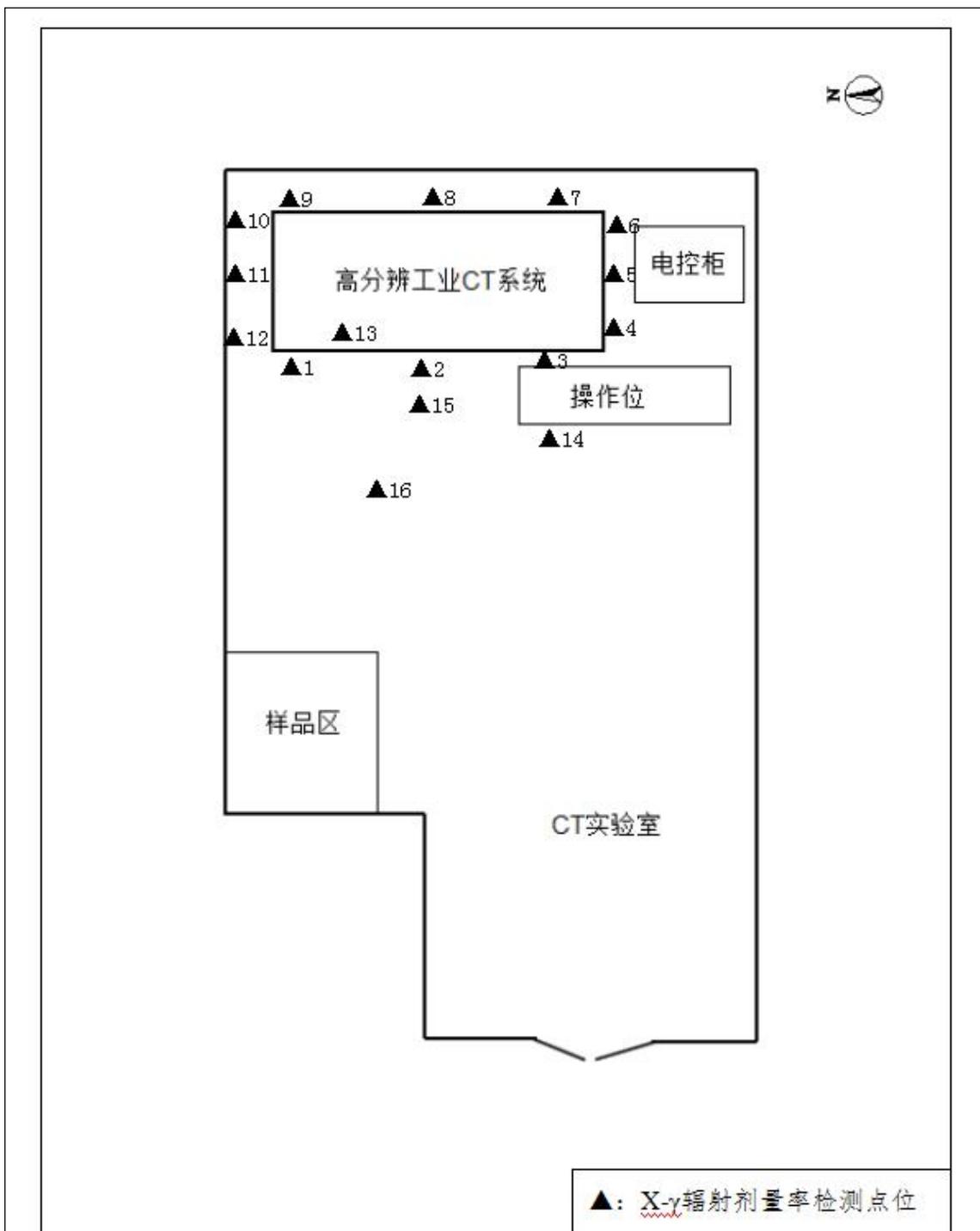


图 6-1 本项目检测点位图

6.3 检测仪器

检测仪器的参数与规范见表 6-1。

表 6-1 X-γ射线剂量当量率检测仪器参数与规范

仪器名称	便携式 X、γ 辐射剂量当量率仪
仪器型号	451P

仪器编号	JC90-05-2020
能量响应	>25 keV
量程	0~50 mSv/h
检定机构	上海市计量测试技术研究院
检定证书号	2023H21-10-4724880001 号
有效期	2023 年 7 月 28 日-2024 年 7 月 27 日
检测规范	环境γ辐射剂量率测量技术规范 HJ 1157-2021
评价依据	电离辐射防护与辐射源安全基本标准 GB18871-2002 工业探伤放射防护标准 GBZ117-2022

表 7 验收监测

7.1 验收检测期间生产工况

公司在 4-2# 厂房装配车间 CT 实验室配备了 1 台型号为 HR225-C 的高分辨工业 CT 系统（定向机，最大管电压为 225kV，最大工作管电流为 5mA，该设备自带铅屏蔽）。检测时，高分辨工业 CT 系统正常开机并在无工件情况下进行作业，主要射线束方向朝北。

表 4-2 设备设计及检测工况

序号	设备名称	设备型号	最大设计工况	检测工况
1	高分辨工业 CT 系统	HR225-C	管电压：225kV 管电流：5mA	管电压：225kV 管电流：5mA

7.2 验收检测结果

2 台 X-Ray 检测设备同时运行时该铅房周围环境辐射剂量当量率检测结果见表 4-3。

表 4-3 X- γ 辐射剂量率检测结果

检测点位编号	检测点位描述	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		平均值	标准差
▲1	铅房西墙北侧表面 30cm 处	0.10	0.01
▲2	铅房西侧工件门北侧门缝 30cm 处	0.11	0.01
	铅房西侧工件门中间表面 30cm 处	0.12	0.01
	铅房西侧工件门南侧门缝 30cm 处	0.11	0.01
	铅房观察窗表面 30cm 处	0.13	0.01
▲3	铅房西墙南侧表面 30cm 处	0.10	0.01
▲4	铅房南墙西侧表面 30cm 处	0.10	0.01
▲5	铅房南墙中间表面 30cm 处	0.11	0.02
▲6	铅房南墙东侧表面 30cm 处	0.11	0.01
▲7	铅房东墙南侧表面 30cm 处	0.10	0.01
▲8	铅房东墙中间表面 30cm 处	0.10	0.01
▲9	铅房东墙北侧表面 30cm 处	0.10	0.01

▲10	铅房北墙东侧表面 30cm 处	0.10	0.01
▲11	铅房北墙中间表面 30cm 处	0.10	0.01
▲12	铅房北墙西侧表面 30cm 处	0.10	0.01
▲13	铅房顶棚表面 30cm 处	0.11	0.02
▲14	工作人员操作位	0.11	0.01
▲15	铅房西墙 1m 处	0.09	0.01
▲16	本底值	0.08	0.01

注：检测结果未扣除宇宙射线的响应。

由表 4-3 检测结果可知：

在 1 台高分辨工业 CT 系统管电压 225kV、管电流 5mA 的最大工况下，高分辨工业 CT 系统铅房周围各检测点位的剂量率在 0.08~0.13 μ Sv/h 之间，高分辨工业 CT 系统铅房周围各检测点位的辐射水平与未开机时相比略有升高。台州弗迪电池有限公司高分辨工业 CT 系统在最大工况使用时，高分辨工业 CT 系统铅房防护性能均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h 要求。

7.3 辐射工作人员、公众成员剂量估算

7.3.1 计量估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$P_{\text{年}} = \dot{H} \times U \times T \times t \times 10^{-3} \dots\dots\dots (5-1)$$

式中：

$P_{\text{年}}$ ——年受照剂量，mSv/a；

\dot{H} ——关注点辐射剂量率， μ Sv/h；

U ——使用因子，本项目均取 1；

T ——居留因子；

t ——年受照时间，h/a。

7.3.2 辐射工作人员附加剂量

建设单位辐射工作人员个人剂量由河南鑫安利职业健康科技有限公司进行测量，每季度测量一次，目前未出具第一季度个人剂量检测报告。

根据现场检测结果可知，辐射工作场所中辐射工作人员可能到达边界辐射剂量率最大值为 $0.05\mu\text{Sv/h}$ （已扣除本底值 $0.08\mu\text{Sv/h}$ ），以此保守估算辐射工作人员受照剂量。据调查，该建设单位实际年探伤工作时间为 7260h 。为保守计算，以 1 名辐射工作人员完成所有探伤工作进行计算，则估算辐射工作人员附加年有效剂量为 0.36mSv/a ，低于工作人员照射的辐射剂量约束值（ 5mSv/a ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

7.3.3 公众成员附加剂量

根据现场检测结果可知，公众成员可能到达边界辐射剂量率最大值为 $0.01\mu\text{Sv/h}$ （已扣除本底值 $0.08\mu\text{Sv/h}$ ），以此保守估算公众成员受照剂量。据调查，该建设单位实际年探伤工作时间为 7260h ，居留因子 T 取 $1/4$ ，则估算高分辨工业 CT 系统铅房周围公众附加年有效剂量为 0.02mSv/a ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标中对公众成员辐射剂量约束值 0.25mSv/a 的要求。

表 8 验收监测结论

8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况

该公司防护安全、环境保护设施和措施主要有：

(1) 铅房辐射防护

高分辨工业 CT 系统位于公司 4-2# 厂房装配车间 CT 实验室，铅房西侧（正侧防护门）、东侧、底部及顶部防护面为 14mm 铅板+内外 2mm 钢板，南侧防护面为 12mm 铅板+内外 2mm 钢板，北侧防护面为 16mm 铅板+内外 2mm 钢板；铅房排风口和穿线孔均设置铅板防护。

(2) “三同时”制度

该公司弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目的放射防护设施、安全管理措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，项目建设执行了防护安全、环境保护“三同时”制度。

8.2 污染物排放监测结果

监测结果表明：本项目高分辨工业 CT 系统铅房辐射防护屏蔽能力符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

8.3 工程建设对环境的影响

个人剂量计算和实测结果表明，辐射工作人员受照剂量约为 0.36mSv/a，低于工作人员照射的辐射剂量约束值（5mSv/a）；公众成员年有效剂量为 0.02mSv/a，低于公众成员照射的辐射剂量约束值（0.25mSv/a）。因此，该项目所致的工作人员职业照射和公众照射个人年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标中辐射剂量约束值要求。

8.4 辐射安全防护、环境保护管理

(1) 本项目在 4-2# 厂房装配车间 CT 实验室配备高分辨工业 CT 系统，依照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，取得了《辐射安全许可证》。

(2) 现场检查结果表明，公司辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理、设备操作规程基本完善；制订了监测方案、人员培训计划、辐射事故应

急预案；落实了本单位弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目的安全防护措施；辐射防护和环境保护相关档案资料齐备；公司辐射防护管理工作基本规范。

(3) 公司落实了辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

综上所述，台州弗迪电池有限公司弗迪电池 X 射线高精度 CT 项目符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定，具备竣工验收条件。