



X射线面密度测量仪

微光斑X射线面密度测量仪

超软X射线(隔膜)面密度测量仪

β 射线面密度测量仪

微射线束 β 射线面密度测量仪



始于1992年
核技术应用R&D专家!



正极



负极



隔膜

X/ β 射线面密度在线测量仪系列 X/ β Ray Thickness Gauge Series

地址: 河南省开封市金明大道南段
销售热线: 0371-2221 0998 135 9378 8171 135 9875 1705
技术服务: 0371-2327 5888 136 6378 1011 151 3783 8259
网址: www.kfckgs.com
E-mail: libaisong@kfckgs.com xiaoshoubu@kfckgs.com
销售经理: [REDACTED]

开封市测控技术有限公司
Kaifeng measurement and Control Technology Co., Ltd.
www.kfckgs.com

Contents 目录



公司简介	P2
公司战略	P3
品牌文化	P4
品牌优势	P5



X射线面密度仪在线测量仪XCI12000	P6
微光斑X射线面密度在线测量仪XCH12000	P7
超软X射线面密度在线测量仪(隔膜面密度测量仪)XCH5000	P8
β射线面密度在线测量仪BCH25100	P9



涂布质量闭环控制	P10
多架面密度测量仪同位测量系统	P11
人机交互	P12
公司产品使用用户	P13

基础篇 BASIC

公司简介 / Introduction

开封市测控技术有限公司创立于1992年,专业从事核仪器仪表和工业现场测量控制方面及自动化系统的新产品研发、生产及项目设计施工,是国家高新技术企业,双软认证企业,国家科技型中小企业,省科技小巨人备案企业,设有省级工程技术研究中心,公司具有17项专利及软件著作权等自主知识产权。

公司现有员工185人,其中本科以上学历的80人,具有中高级技术职称65人,公司与中国原子能科学研究院、清华大学、西安交通大学等科研单位有着密切的合作关系,在北京、天津设有研发中心,公司除管理部门外,分设技术开发部、新能源事业部、工程部、电力部、电子产品部、质管部、市场部、用户服务等部门。



92年
创立

17项
专利

185名
员工

80名
本科以上

65人
中高级技术职称



KFCK Strategy 公司战略 /



开封测控自1992年成立至今的二十多年来
一直专注于核仪器仪表产品的研发和制造。



开封测控先后成功开发过核子皮带秤、核子密度计、料位计、双能 γ 射线灰分仪、天然 γ 射线灰分仪等核仪表产品和矿用开关智能保护器系列、煤矿电力保护监控系统等产品。

开封测控目前已经开发出X射线(正极片)面密度在线测量仪、 β 射线(负极片)面密度在线测量仪、超软X射线(锂电池隔膜)面密度在线测量仪、微斑射线(微小光斑)面密度在线测量仪,并取得了放射源防护、测量仪扫描架等多项专利。

KFCK Culture 品牌文化 /

生产 理念 Production Concept

公司遵循质量第一、用户至上的方针,严格按照ISO9001质量管理体系进行设计、开发、生产和安装。从元件入厂筛选到产品出厂老化整个过程都精益求精。专业人才、先进设备、科学的管理保证了开封市测控公司产品的优质品质。

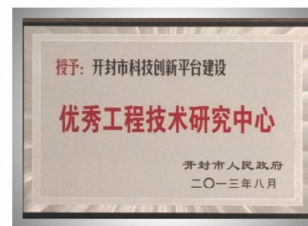
设计 开发 生产 安装

经营 理念 Business Philosophy

开封市测控技术有限公司将以“用户第一、诚信至上、科技先行、质量取胜”的经营理念为客户提供优质产品和优质服务。

用户第一 诚信至上 科技先行 质量取胜

公司所获荣誉 /



► 高新技术企业证书软件

► 企业认定证书

► 优秀工程技术研究中心

► 信息化与工业化融合示范企业

► 辐射安全许可证

KFCK Advantage

品牌优势 /



放射源知名生产厂商-德国IUT公司首席核科学家Markus先生到访开封测控

开封测控已经服务于宁德时代（CATL）、宁德新能源科技（ATL）、比亚迪（BYD）、鹏辉能源、欣旺达、亿纬锂能等知名锂电池企业。

我公司自主研发的专用核探测器已在多个国家重大科技项目中应用，如：中国散裂中子源（CSNS）、北京光源、环保部天然环境辐射监测、大亚湾电站、高能物理所BEPC II、二炮导弹CT检测等。

公司26年核仪器仪表产品研发历程：



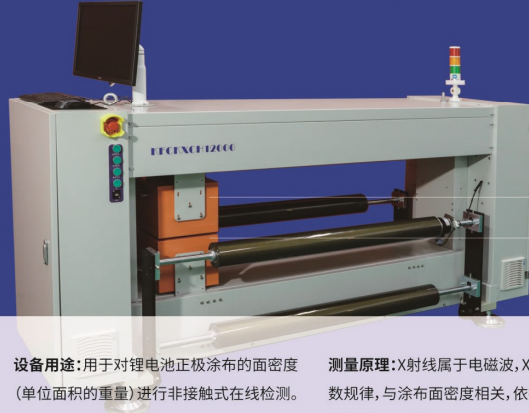
公司所获专利



产品篇

PRODUCT

X射线面密度仪在线测量仪 XCH12000



高性能X射线发射器



高性能X射线探测器

设备用途:用于对锂电池正极涂布的面密度(单位面积的重量)进行非接触式在线检测。

测量原理:X射线属于电磁波,X射线穿透锂电池正极涂布极片时,发生强度衰减,其衰减符合指数规律,与涂布面密度相关,依据探测射线的衰减实现涂布面密度的测量。钴酸锂,锰酸锂,磷酸铁锂,三元等正极材料等效原子序数高,与基材铝箔相比,对于X射线的吸收系数比较大,所以基材的正常波动对测量结果影响很小。

设备特点:

- 1、光斑小:**其光斑物理尺寸6mm*6mm、6mm*9mm、6mm*12mm等多种规格,具有很高的空间分辨能力,极片抖动对测量无影响。
- 2、实现最佳测量:**可根据正极涂布的具体规格,控制调节X光机的管电压、管电流等参数,构造最佳的测量条件。
- 3、独特的长寿命设计:**X射线发生器采用上电软启动、双24位ADC双独立闭环控制、油侵风冷却等技术,保护核心部件X光管10年不老化,探测器采用精密焊接密封工艺,保证核心电离室30年不漏气。
- 4、高精度O型扫描架:**使用高惯性矩钢结构厚壁管梁整体扫描O型框架,扫描基面采用数控中心一次定位加工,位置精度高,整体稳定性强,已取得专利。

技术指标:

- 1、面密度测量精度(2σ):±0.1%;
- 2、重复测量精度(2σ):±0.05%;
- 3、测量范围:0~1000g/m²;
- 4、X射线发生器阳极电压:5~20kV;
- 5、系统响应时间(硬件):小于1ms,测量反应时间可编程控制;
- 6、扫描速度:0~0.5m/s;
- 7、扫描同步精度:±0.04mm;
- 8、光电编码器定位精度:0.02mm;
- 9、平均无故障时间:X射线发生器50000h;X射线探测器80000h;
- 辐射防护:**距离设备表面10cm处,剂量率不超过1μSv/h,达到豁免等级,无需办理辐射安全许可证。

► 微光斑X射线面密度在线测量仪 XCH12000

精确的极片削薄区、 首尾轮廓测量

可以给出极片两侧边缘
削薄区和首尾轮廓的涂
布情况。

超小微光斑

长寿命高稳定性的X光管，长隧道
的准直、大输出量的X射线，小尺
寸的矩形光斑，具有极高的空间响
应和分辨能力，可精确感知极片的
刮痕、裂缝、斑点等微小瑕疵。

特殊的与微光斑相 匹配的射线探测器

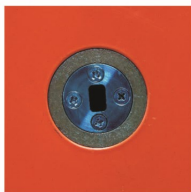
经信噪比优化设计，大
幅提高射线探测效率，
并配合多种环境测量传
感器补偿环境影响，修
正测量结果。

数据重建核心算法

采用大数据与运动控制的
关联拟合技术，实现测量
数据重建还原，重构削薄
区真实轮廓。



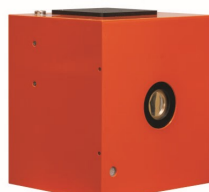
输出X射线微光斑
尺寸6mm*6mm



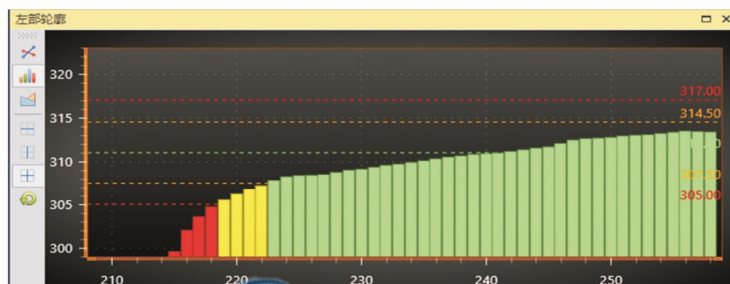
输出X射线微光斑
尺寸:6mm*9mm



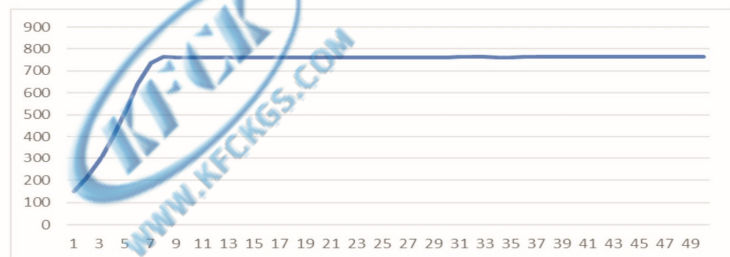
专用的微光斑X射线
发生器



专用的微光斑X射线
探测器



极片削薄区轮廓



削薄区曲线示例

► 超软X射线面密度在线测量仪(隔膜面密度测量仪) XCH5000



设备用途:用于对锂电池隔膜的面密度(单
位面积的重量)进行非接触式在线检测。

测量原理:针对锂电池隔膜的等效原子序数低,面密度小的材质特点,使用超软X射线(依据射线
穿透物质的能力,将能量低于5KeV的X射线称之为超软X射线)透射隔膜,探测隔膜对超软X射线的
吸收,实现对隔膜面密度的测量。由于隔膜的陶瓷涂层对超软X射线的吸收远大于基材,因此
射线的透射衰减主要反映了涂层面密度的变化,而对基材不敏感,因此,基材的正常波动不影响
测量结果。

设备特点:

- 1、超软X射线:**使用的超软X射线装置,射线能量低于5KeV,属于
《GB18871-2002电离辐射防护与辐射源安全基本标准》豁免要求的等
级,安全、环保;
- 2、专用的射线发生器:**依据隔膜材质特性,设计专用的超软X射线发生
器,以构造最佳的测量条件,适合于隔膜测量,隔膜的微孔结构、走带抖
动、自身温度、颜色及透光率的变化不影响测量结果,经长寿命设计,确保
10年不老化。
- 3、专用的探测探测器:**采用特殊材料构造射线窗,设计出高探测效率、低
信号漂移的射线探测器,对空气温度、湿度、压强、气体密度等环境参数实
时检测,抵偿环境的变化影响,测量结果稳定可靠。

技术指标:

- 1、重复测量精度(2 σ): $\pm 0.2\%$;
- 2、隔膜测量范围:0~100g/m²;
- 3、X射线发生器的射线管电压:5kV以下(常用管电压4.950kV);
- 4、系统响应时间(硬件):小于1ms,测量反应时间可编程控制;
- 5、扫描速度:0~0.5m/s;
- 6、扫描同步精度:0.04mm;
- 7、光电编码器定位精度:0.02mm;
- 8、平均无故障时间:X射线发生器50000h;X射线探测器80000h。

辐射防护:产生的最大辐射能量不大于5KeV,属于《GB18871-2002电离
辐射防护与辐射源安全基本标准》要求的辐射豁免等级,无需办理辐射
安全许可证。

► β射线面密度在线测量仪 BCH25100



设备用途:用于对锂电池负极涂布的面密度(单位面积的重量)进行非接触式在线检测。

测量原理:β射线属于带电粒子流,β射线穿透锂电池负极涂布极片时,发生强度衰减,其衰减符合指数规律,与涂布面密度相关,依据探测射线的衰减实现涂布面密度的测量。虑锂电池负极材料的结构形式,材料的原子系数,以及面密度的范围,本装置选用β放射源Kr85。

设备特点:

- 1、具有专利的放射源防护装置:**所使用的β放射源为V类源,安全危害极低,并采用多重材料复合屏蔽防护,使用电动闸阀打开和关闭射线,辐射剂量达到环保要求 $<1\mu\text{Sv/h}$,该放射源的防护装置已取得国家专利。
- 2、多种规格射线束供用户选择:**射线束尺寸 $\phi 9.5\text{mm}$ 、 $\phi 12\text{mm}$ 、 $\phi 18\text{mm}$ 、 $\phi 22\text{mm}$,用户可根据需求选择。
- 3、边缘和首尾轮廓测量功能:**可采用 $3\text{mm} \times 38\text{mm}$ 的微孔Kr85放射源,用于负极极片涂布两侧侧薄区的测量、首尾区域轮廓的测量。
- 4、专用的β射线探测器:**采用特殊材质窗口,多层电极的电离室结构,探测效率高,稳定性好,在使用0~2Ci活度放射源的情况下,电离室均工作在高线性区,不会出现饱和而引起非线性的情况。β射线探测器的电离室采用精密焊接密封工艺,保证核心电离室30年不漏气。
- 5、闭环控制功能:**具备与涂布机联机的功能,可实现涂布质量闭环控制。
- 6、多架同位测量功能:**具备多架测量仪联机测量功能,沿同一轨迹跟踪测量,得到净涂布面密度。

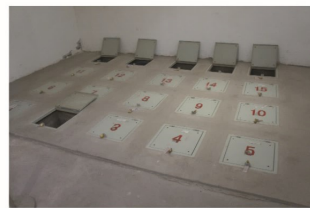
技术指标:

- 1、面密度测量精度(2 σ): $\pm 0.15\%$;
- 2、重复测量精度(2 σ): $\pm 0.08\%$;
- 3、测量范围: 1000g/m^2 以下;
- 4、β射线源:Kr85,半衰期:10.76年;
- 5、放射源活度:200mCi, 300mCi, 1000mCi (依据被测极片规格)。
- 6、系统响应时间(硬件):小于1ms,测量反应时间可编程控制;
- 7、扫描速度:最大0.5m/s;
- 8、扫描同步精度:0.1mm;定位精度:0.04mm;
- 9、平均无故障时间:β射线探测器80000h。

辐射防护:采用多重材料复合防护,距离设备表面0.1m,辐射剂量率不超过 $1\mu\text{Sv/h}$ (V类源)。



业内唯一一家
具有β放射源
销售资质的企业



/ 开封测控的放射源库



使用微射线束特型β-ray, 检测出极片1mm的微小划痕

技术篇 TECHNOLOGY

涂布质量闭环控制



控制目的 Control Purpose

闭环控制器根据测厚仪给出的涂布面密度测量值,自动调节浆料输送螺杆泵的泵速,使得纵向(走带方向)涂布量在工艺标准要求的界限之内,避免超差,以达到提高涂布重量一致性,减少人工干预的目的。闭环控制的应用效果如下:降低了对工人技术经验的要求,可降低因经验不足导致的残次品率;可有效弥补因操作人员的工作疲劳造成的失误;减少对人工的依赖,能够达到减员增效的效果。



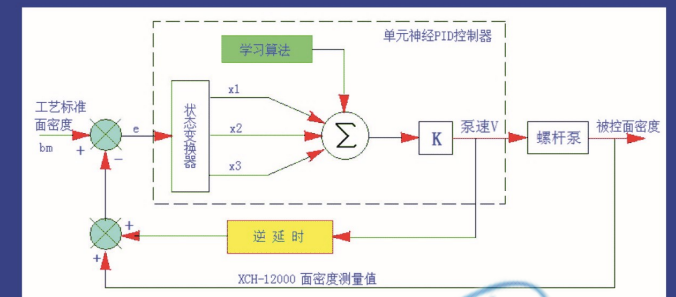
控制原理 Control Principle

鉴于现有涂布机技术条件,影响涂布面密度一致性的因素主要是极片走带方向,走带方向重量一致性是靠泵速控制。测量仪通过检测,经PLC进行运算数据对比分析,来驱动伺服电机控制涂布机的上的泵速,从而达到闭环控制的效果。



控制算法 Control Algorithm

针对在涂布量闭环控制中,由于传输的延迟,被控制对象具有纯滞后性质引起系统产生超调或者振荡的特点,采用基于史密斯补偿的单神经元PID控制策略,作为具有纯滞后补偿的数字控制器。



电气组成 Electrical Composition

测厚仪PLC给出的泵速信号可以采用数据信号或者标准变送信号,采用数据信号时用通讯接口(网络接口或者标准串行口)传送,采用标准变送信号时,与定量泵控制器的AD接口对接传送。



多架面密度测量仪 同位测量系统

三架同位扫描控制原理图



测量原理:

通过对扫描轨迹同位控制技术实现多架测量仪对同一轨迹的涂布面密度的精确测量,通过同位测量数据相减即可得到每次单面涂布或者双面面密度。适用于锂电池正、负极片连续单双面涂布精确测量。

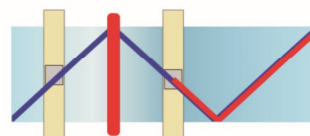
实现方法:

多架系统中采用高精度、高分辨率光电编码器精确检测线速度,通过CAN总线实现快速实时数据传输,依据检测维持扫描角度,从而保持前后两个扫描架实现同点对应检测。同点对应检测所显示的剖面,有利于工艺和质量人员对两个检测点的数据进行对比分析,从而发现问题,优化工艺,提高质量。

主要参数:

1. 适用的涂布速度:最大90m/min;
2. 扫描同步精度:0.06mm;
3. 同位测量轨迹最大偏离:3-5mm。

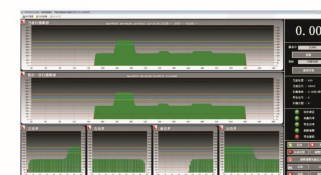
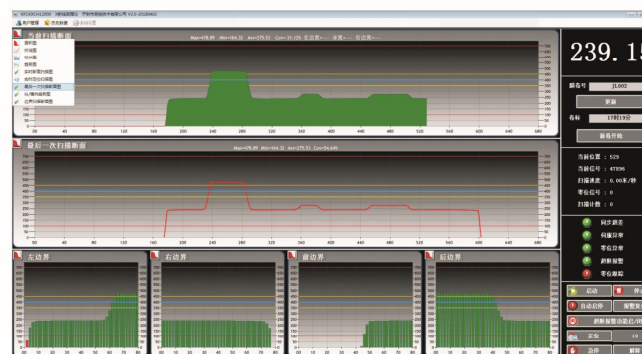
扫描轨迹:



Human-computer Interaction 人机交互 /



/ 配方设置
/ 系统操作台



/ 最后一次扫描图

1

非常丰富的数据图表,各种纵向趋势图,横向趋势图,分区直方图,实时扫描图等;

2

多点报警功能,有效的减少被测材料的废品率;

3

配方预设功能,更换被测材料,一键更换配方;

4

全过程数据记录和SPC数据分析,海量的测量数据存储、查询和管理,实现全过程追溯和在现;

5

可实现远程控制,多机同步监控管理,实时掌握生产状况;

6

提供各种数据信号输出,支持联机自动闭环控制;

Company Customers

公司产品部分用户 /

