

借助电极电阻测试系统评估电极片的生产工艺



客户简介

某锂电池行业客户，位于江苏。是一家从事锂电池研发、生产、销售、公司，主要从事高倍率、高能量密度的大圆柱锂离子电池的研发与生产，其产品主要应用于电动工具以及部分两轮车领域。

客户Q&A



目前锂电池后端生产工艺的优化方法已经趋于极限，是否有**针对电池上游材料**的改善效果评估方案？

由于敷料层与集流体的界面电阻对成品电芯的内阻值存在影响，使用**电极电阻测试系统RM2610**，可测得电极片**敷料层的体积电阻率**以及**界面电阻（即敷料层与集流体间的接触电阻）**。

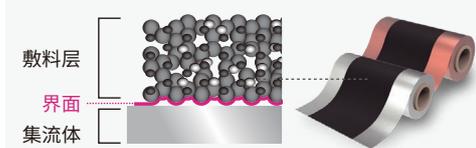


与现有以4探针或贯通法为原理的测试设备相比，这种方法有什么优势？

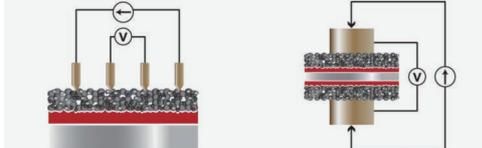
传统的4探针和贯通式测试法无法将敷料层与界面电阻分离开，且对测试条件的要求严苛，只能作为定性的测试指标。RM2610将LIB正负电极片的电阻分离并数值化为敷料层电阻和界面电阻，以**HIOKI独有的46探针测试方法实现界面电阻可视化**，即可对电芯前端工艺以及上游的材料上的整体品质进行把控。



电极片示意图



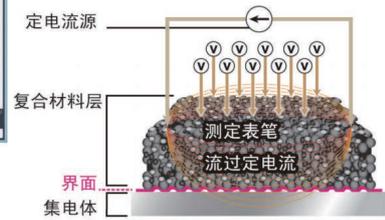
4探针测试(左)与贯通电阻测试(右)的原理



电极电阻测试系统RM2610



被测物放置位置



实测回顾

被测物信息如下：

负极材料敷料层厚度:51 μ m、集流体(铜):8 μ m

正极材料敷料层厚度:44 μ m、集流体(铝):12 μ m

输入【敷料厚度】【集流体厚度】

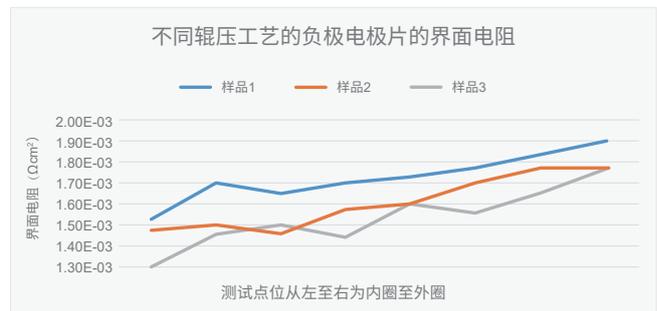
【集流体电阻(铝/铜)】即可开始测试

*以下数据仅作为示例展示,非客户端真实测试数据



测试①

将卷绕后的单节3.6V圆柱形电芯的电极片展开,选取3片辊压时的压力与辊缝不同的极片样品,由内圈至外圈分别选取8个不同的测试点位。通过该测试可以比较得到不同加工工艺下极片的特性。



由内圈至外圈,界面电阻递增的原因是内圈卷绕后空间受限,敷料层与集流体接触紧密,界面电阻小;而外圈敷料层受到的压力小于内圈,敷料层易发生弹性形变,反弹后导致界面电阻增加。

测试②

下图中的两条曲线分别代表：

■ 将极片从卷绕状态展开后立即测试

■ 放置20分钟后再进行测试

对比组测试数据,可以分析敷料层的反弹情况。



通过界面电阻的变化曲线可以分析得到,敷料层的反弹速率以及反弹量都呈现出相对稳定的变化,由于测试数据与敷料层内部结构的分布均匀程度和一致性同样相关,因此具体情况还需结合多种因素共同分析。

测试③

测试①、②中的结论,对于正负极片同理。此外,根据**正极浆料以及材料特性,铝箔易形成致密的氧化层,正极极片相比负极,界面电阻和敷料层体积电阻率更大**。取一节电芯,并在其正负极片的首、中、尾各取3个测试点位进行验证。

	负极体积电阻率	正极体积电阻率	负极界面电阻	正极界面电阻
样品电芯	4.46E-02	3.12E+00	1.83E-03	2.23E-02
	4.07E-02	2.71E+00	2.20E-03	2.31E-02
	4.29E-02	3.35E+00	2.42E-03	2.51E-02

案例衍生

从电池前端至成品的各个步骤, HIOKI均提供了相关测试方案, 具体请参考下图。

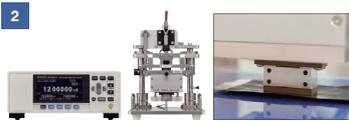


1 料浆的品质管理

电极料浆由活性物质、导电剂、高分子粘合剂及有机溶剂生产而成。通过均匀地分散各种材料, 可以生产出具有良好性能的电芯。

料浆分析系统 (现在开发中)

根据电极料浆的阻抗信息, 通过独有的算法可以获得导电材料的混合程度的推测数值。可通过量产品的抽样检查, 进行制造品质的定量管理。



2 电极片的生产品质管理

生产高度均匀的电极片可确保电芯品质的稳定性。在电极片的状态下, 通过数值信息确认敷料层电阻、敷料和集流体的接触电阻。

RM2610

用精密的多点探针接触电极片的敷料层, 通过独有的算法, 将敷料层电阻以及敷料和集流体的接触电阻数值化。干燥之后, 通过抽样检测能够确认生产品质的偏差。



3 检查零部件之间的焊接质量

极耳、集电器等如果焊接不充分, 则会增加零部件之间的电阻。电阻会导致电池的电能损失、引起电池发热, 发热可能会缩短电池寿命或导致火灾事故。

RM3545-01, Z3003

测量零部件之间的焊接电阻。



4 电芯的绝缘电阻检查

由于结构的原因, 需要保持锂电池的正极与负极之间以及各电极与外部 (外壳) 之间的绝缘。如果不保持绝缘, 则绝缘电阻不足的话, 则可能导致火灾事故。

ST5520/SM7110/SM7120/3153

测量电芯正负极之间、电极与外部之间的绝缘电阻。



5 电芯的开路电压检查

未连接负载时的电池电压 (OPEN CIRCUIT VOLTAGE) 称为开路电压 (OCV)。由于电池自放电的特性, 开路电压值会逐渐下降。当电池内部出现不良时, 电池自放电会变大, 开路电压值将低于额定数值。

DM7276/BT4560/BT3561A/BT3562A

测量电芯的开路电压。



6 电芯内阻检查

电池的内阻为零是理想状态, 但由于各种原因, 内阻始终存在。而随着电池的老化, 内阻也会随之变大。

BT3561A/BT3562A/BT4560

快速准确地测量电芯交流内阻。



7 多通道测量缩短检查时间

通过增加测量通道数, 可缩短检查时间。

SW1002

DM7276 最多可增至 264 通道, BT3562A 最多可增至 132 通道, BT4560 最多可增至 72 通道。此外, SW1002 还可以与 2 种测试仪连接, 进行测量的自动切换。



8 监测电芯的电压和温度

在充电的工序中, 记录电压和温度, 以监测电池状态的变化, 分析记录的数据, 检测出不合格的产品, 或对电池进行等级分类。

8423, LR8450

多通道记录电芯的电压和温度的波动。