Our Innovation.Your Success.Sustainable Energy

IEST 元能科技

极片电阻仪

Battery Electrode Resistance Analyzer

BER系列



www.iesttech.com

元能科技（厦门）有限公司

Initial Energy Science&Technology(Xiamen) Co., Ltd

仪器原理

测试方法：BER系列多功能极片电阻仪采用双平面可控压圆盘电极电阻法直接测量真实极片整体电阻率，即涂层电阻、涂层与集流体接触电阻、集流体电阻的总和。

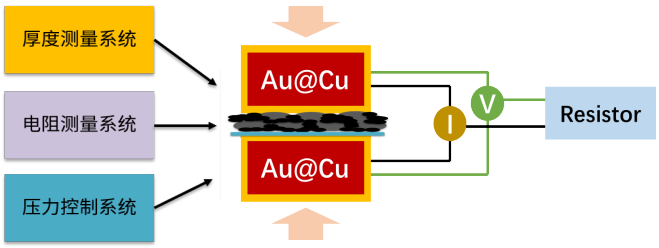
特点：
- 直接测量真实极片纵向穿透电阻，即涂层电阻、涂层与集流体接触电阻、集流体电阻的总和；
- 分离电压电流线，排除电感对电压测量的影响，提高检测精度；
- 配备经第三方计量院计量的标准电阻块和厚度块。

计算公式：

Compaction Density(g/cm³)： $D = \frac{m_{面密度}}{L_{涂层厚度}}$

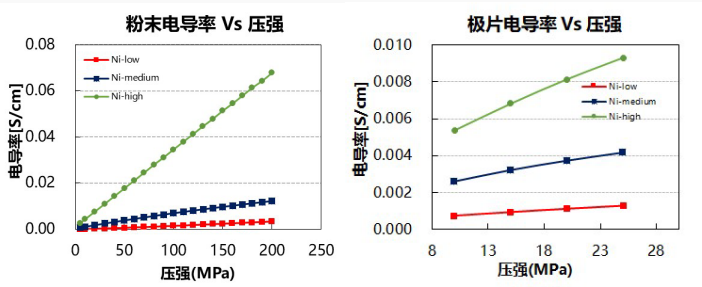
Resistance(Ohm)： $R = \rho \frac{l}{S}$

Conductivity (S/m)： $\sigma_e = \frac{1}{\rho} = \frac{l}{RS}$



应用案例

评估活性材料:不同镍含量的三元材料改性



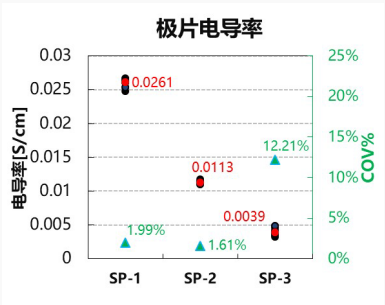
结果分析

√ 调整三元材料中的Ni含量，测试粉末电导率可发现：随着Ni含量的增加，粉末电导率增加；

√ 对比三种不同Ni含量的三元极片，同样可得到随着Ni含量的增加，极片电导率增加。

粉末电导率和极片电导率有相同的趋势！

评估导电剂种类



定压测试：25MPa，保压25s，采集15个点；

结果分析

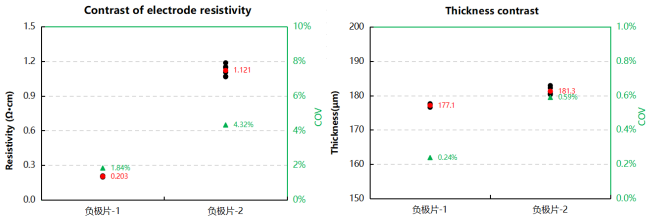
√ 三种导电剂的导电性相比，SP-1>SP-2>SP-3；

√ 三种导电剂的分散性相比，SP-3的电导率COV较大，说明分散均匀性较差；SP-1和SP-2的分散性均较好。

极片电导率表征可用于评估导电剂的导电及分散性能！

* 变异系数 COV =（标准偏差 SD / 平均值Mean）× 100%

评估干法电极辊压压力



定压：5Mpa，保压15s，6个点

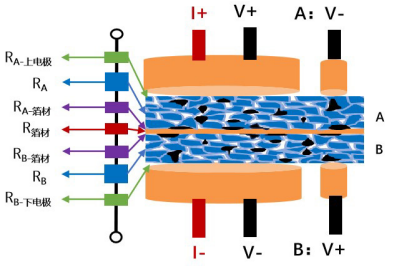
辊压压力：负极1＞负极2

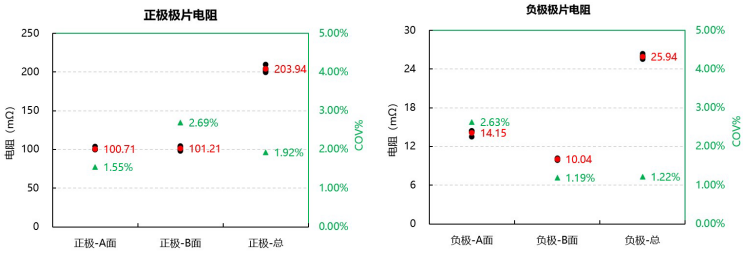
结果分析

√ 不同辊压压力会影响极片的厚度和导电性能；

√ 辊压压力增加，活性物质之间的接触更为紧密，形成更加完整的导电网络，降低极片电阻率并提高极片电阻的一致性。

极片原位正反面(AB面)测试





① $R_{总}=R_{A-上电极}+R_A+R_{A-箔材}+R_{箔材}+R_{B-箔材}+R_B+R_{B-下电极}$

② $R_{A面}=R_{A-上电极}+R_A+R_{A-箔材}$

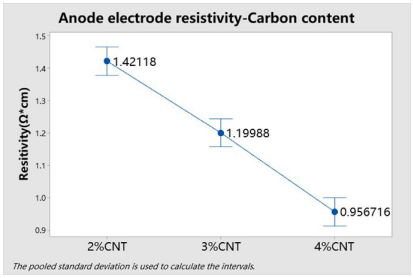
③ $R_{B面}=R_{B-下电极}+R_B+R_{B-箔材}$

极片	A面/mΩ	B面/mΩ	总电阻/mΩ	A+B/mΩ
正极	100.71	101.21	203.94	201.92
负极	14.15	10.04	25.94	24.19

测试方法：正极25MPa/负极5MPa压强加压到同一个极片测试点，保压15s以上使电阻相对稳定后，通过切换电压端子接触位点，可单独测试A/B面，最终得出A/B面的电阻值。

结果分析：√ A面电阻和B面电阻之和与双面极片总电阻基本一致； √ 用该方法可以区分AB面阻值的差异。

不同导电剂配方正负极极片



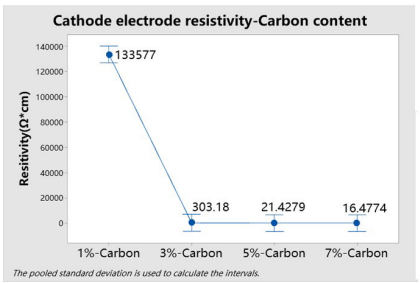
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	2	0.64767	0.323833	132.59	0.000
Error	15	0.03664	0.002442		
Total	17	0.68430			

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
2%CNT	6	1.4212	0.0609	(1.3782, 1.4642)
3%CNT	6	1.1999	0.0472	(1.1569, 1.2429)
4%CNT	6	0.9567	0.0373	(0.9137, 0.9997)

Pooled StDev = 0.0494210



Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	3	80156878491	26718959497	425.77	0.000
Error	20	1255087802	62754390		
Total	23	81411966293			

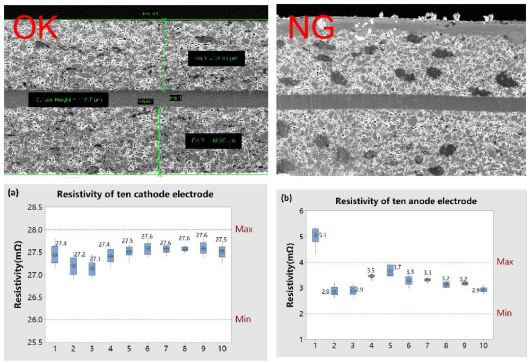
Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
1%-Carbon	6	133577	15843	(126831, 140324)
3%-Carbon	6	303.2	38.2	(-6442.9, 7049.3)
5%-Carbon	6	21.43	2.54	(-6724.68, 6767.53)
7%-Carbon	6	16.48	2.99	(-6729.63, 6762.58)

Pooled StDev = 7921.77

随着导电碳含量的增加，三元极片的电阻率逐渐减小，当导电碳含量大于5%后，电阻率减小幅度较小，石墨极片的电阻率几乎呈现线性减小。

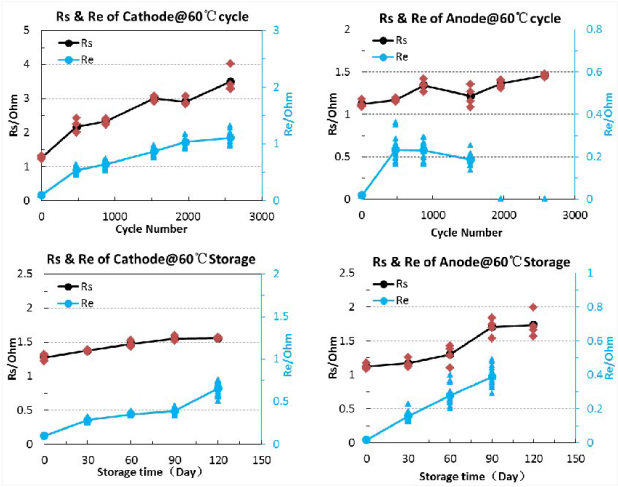
不同批次涂布&辊压工序稳定性监控

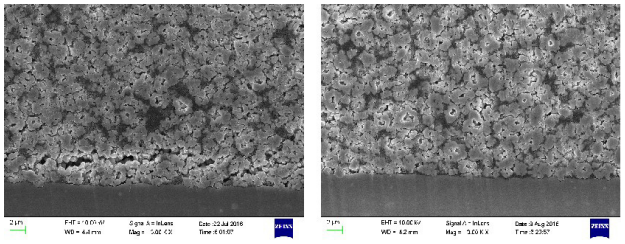


正负极极片中导电剂的分散情况受浆料配方、搅拌条件、涂布/烘干条件等众多复杂工艺控制参数影响，导电剂分散不均将极大恶化电芯动力学性能，但很难通过极片外观、粘接力等常规监控手段发现，往往容易被忽略，造成不可挽回的损失；

监控不同批次/不同位置极片电阻变化情况，可快速在极片端识别工序波动。

高温循环&存储过程中阴阳极极片变化

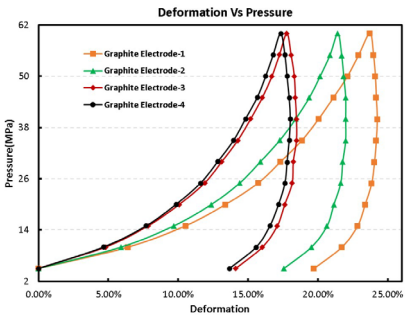




阴极膜片电阻随循环次数增加而不断变大，说明高温循环之后阴极一侧发生了较大的变化，可能与阴极颗粒表面副产物或者颗粒之间接触有关。

阳极膜片电阻随存储时间的延长而增大，说明存储过程中阳极一侧发生了较大变化，这可能与阳极材料表面副反应增多有关。

极片压缩性能表征



Name	Reversible Deformation	Irreversible Deformation	Max Deformation
Graphite Electrode-1	4.53%	19.71%	24.23%
Graphite Electrode-2	4.42%	17.56%	21.98%
Graphite Electrode-3	4.35%	14.11%	18.46%
Graphite Electrode-4	4.35%	13.67%	18.03%

1（1.35g/cm³）<2（1.5g/cm³）<3（1.6g/cm³）<4（1.65g/cm³）

随着极片辊压压力的增大，四种极片的最大形变、可逆形变及不可逆形变均逐渐减小（1>2>3>4），但减小的趋势逐渐变缓。这种变化趋势与极片涂层部分粉体的充填和压实效应息息相关，包括粉体颗粒的流动和重排、弹性和塑性变形、破碎情况等。通常极片压延过程需要克服摩擦力、表面作用力、弹性形变、塑性形变和破碎等对电极涂层做功，使电极压实。

型号及参数

型号		BER2100	BER2200	BER2300	BER2500
施压方式		气缸（需气源、压强范围：5~35MPa）		伺服电机（无需气源、压强范围：5~60MPa）	
可测试参数		电阻、压力、温湿度	电阻、电阻率、电导率、压力、压强、温湿度	电阻、电阻率、电导率、压力、压强、温湿度	电阻、电阻率、电导率、压力、压强、温湿度、厚度、压实密度
规格参数		1、外形尺寸：355mm*321mm*560mm 2、设备重量：70kg 3、设备功率：100W		1、外形尺寸：355mm*321mm*795mm 2、设备重量：83kg 3、设备功率：450W	
功能	单点测试	●	●	●	●
	连续测试	/	●	●	●
	变压模式	/	/	●	●
	全自动软件	/	●	●	●
	厚度测试	/	/	/	测量范围：0~5mm 分辨率/精度：0.1μm/±1μm
	压实密度关系图	/	/	/	极片电阻、电阻率、电导率与极片压实密度关系曲线
	选配模块	极片正反面（原位AB面）测试模块、自动进样模块、控温模块、极片离子电导率测试模块			

IEST 元能科技

创 新 检 测 解 决 方 案 供 应 商

元能科技（厦门）有限公司

Initial Energy Science&Technology(Xiamen) Co., Ltd

电话：0592-5367060

手机：139-5954-7432

邮箱：info@iesttech.com

地址：福建省厦门市湖里区火炬高新区新丰二路2号4楼

元能科技 3 大业务

- 专用检测仪器
- 第三方检测服务
- 研发解决方案

关注微信公众号
每周发布原创文章

©元能科技版权所有，如有变动，恕不另行通知，2504版