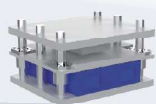


多通道·原位膨胀力检测方案 CS系列

HiCY多通道原位膨胀力测试系统, 基于创造性同步多通道机构及全新全闭环智能伺服控制系统, 集成高精度位移、电压、电流、压力、温湿度等核心传感器, 实现模拟恒间隙、恒压力、混合模式及电池真实工况下的膨胀力、膨胀力分布及膨胀厚度检测的系统。



膨胀力夹具
及上夹具机



同步多通道·电芯原位
膨胀测试系统



电芯原位膨胀力
分布测试系统

行业
独家

同步
多通道

超高
控制精度

一站
式方案



官网



公众号



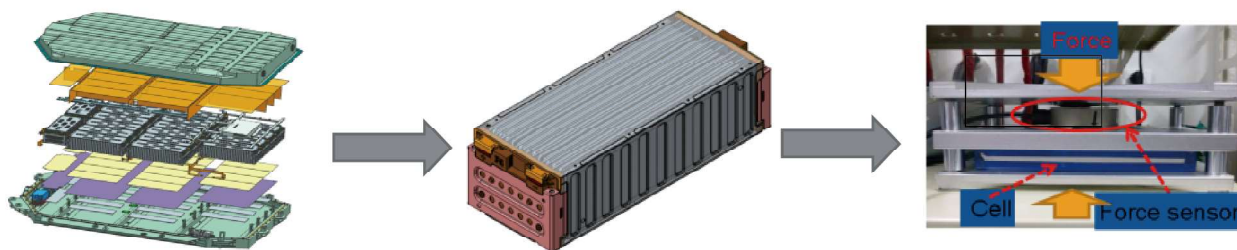
400-700-2017



www.hicygroup.com

膨胀测试概述 / About Swelling Analysis

- 电芯实际使用时是束缚在模组内, 充放电过程中厚度/体积/压强等的变化引起膨胀力会直接影响电芯、模组及电池包的电性能、安全及可靠性等表现;
- 为了研究清楚上述变化与关联, 对于电芯在实际工作时结构与状态的模拟与仿真 (即电芯原位膨胀特征参数) 非常重要, 其具体方式如下图;



膨胀力夹具及上夹具机

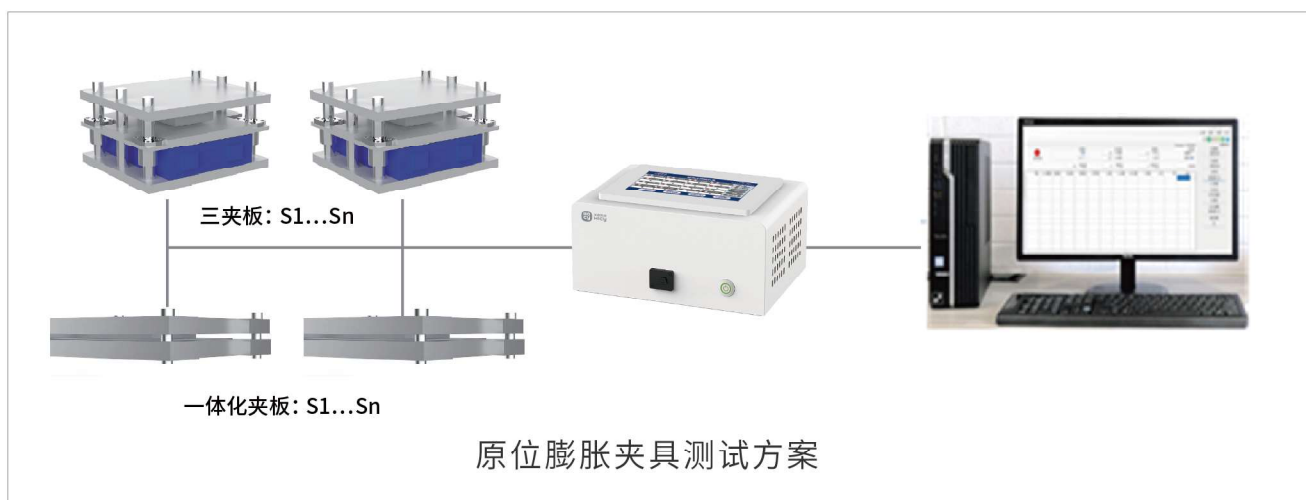
普通恒间隙夹具 / Product Specification

针对电芯循环原位膨胀力测量场景, 川源科技基于传统的三夹板方案优化开发高精度夹具系统。

- 高精度模架设计, 整体平面平行度最高达 $5\mu\text{m}$ (测试过程中同等精度保证);
- 知了传感技术开发的新一代电池专用传感器, 可靠耐用;

一体化恒间距夹具 / New AIO Solution

- 更简单的装配结构, 易于安装使用;
- 更少的结构件, 更低的购置与使用成本;
- 更小的体积占用率, 提高环境箱体积利用率;



系统参数 / System Parameter

夹具型号		一体化恒间隙夹具系统	普通恒间隙夹具系统		普通恒压力夹具系统	
		PSS100	PSS200		PSS400	
模块通道数		6CH	6CH	16CH	4CH-OP	4CH-HP
测试原理		夹具一体化传感器		分体式传感器		位移传感器
产品功能		电芯及模组恒间隙膨胀力			电芯及模组恒间隙膨胀厚度	
测试对象		单层叠片、软包、方壳、圆柱等电芯、模组				
压力	量程	0.5, 5t, 10t			200g或定制	
	精度	±0.1% F.S.			±10g	
	分辨率	0.1N			/	
厚度	量程	0-10mm(可选)			0-10mm	
	精度	±1μm(可选)			±1μm or ±0.1μm	
	分辨率	0.1μm(可选)			0.1μm or 0.01μm	
温湿度	量程	0-80℃/5-95%RH(可选)				
	精度	±2℃、±3%RH(可选)				
软件基础功能	软件通讯接口	软件可提供有限责任内免费升级维护				
	数据曲线图	采集数据形成图表，横坐标为'时间'，纵坐标为'压力'				
	防止误关闭功能	软件设有关闭提醒，数据保存后方可关闭				
	用户权限管理	权限统一，区分管理员和操作人员权限				
	LIMS系统	预留 LIMS功能接口（数据保存于指定本地文件夹）				

上夹具机介绍 / Introduction

电池上夹具机通过集成高精度传感器及全闭环伺服控制系统, 为电池上夹具提供稳定、准确的压力控制, 确保上夹具参数的一致性, 其主要特色功能如下:

- 螺丝预紧过程全程参数监测与实时闭环控制;
- 匹配智能化数据分析软件, 数据实时分析与追溯;
- 一键式完成预紧力下压控制及预紧螺丝, 保证测试的可靠性;

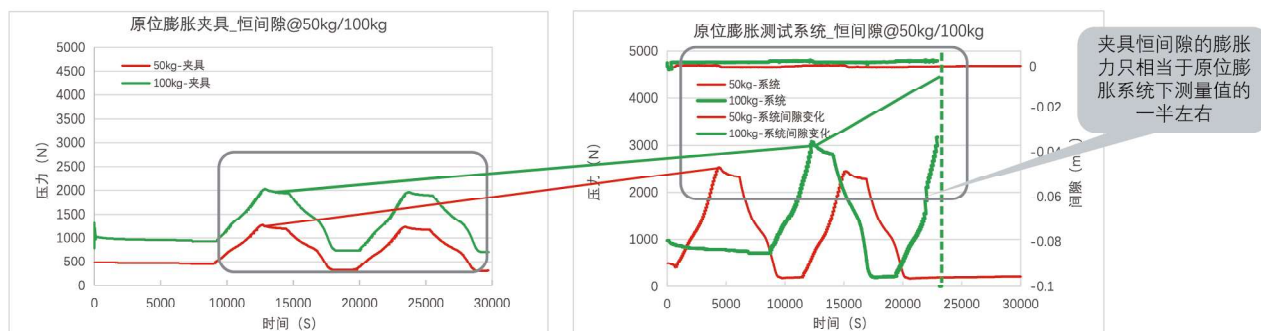


上夹具机参数 / System Parameter

系统型号		基础版	伺服单工位版	伺服四工位版
		PFG10	PFG20	PFG40
适用产品		扣电、叠片电池、软包电池及方形铝壳		
主要功能	动态恒压模式	●	●	●
	恒间隙	X	●	●
	平行度保证	●	●	●
	预紧螺丝模式	人工手动	单步自动	四轴同步
压力控制	控制模式	智能恒压	智能伺服	
	量程	0.1-1t		
	传感器精度	±0.05% F.S.		
	系统控制精度	±0.3% F.S.		
扭力控制	量程	0.5-5N*m		
	精度	< 5%F.S.		
	力值稳定性时间	> 30min, 持续稳定状态		
温湿度	量程	0-80℃/20-90%RH (可选)		
	精度	±2℃、±3%RH (可选)		
适用样品长宽尺寸		最长适配590尺寸电芯, 具体根据样品可做调整		
软件功能		设备具备接入LIMS、MES功能,并开放相关协议通过网络通讯后可在远程计算机上实现远程监控、远程记录功能;过载保护		
机构尺寸 (L*W*H)		200*500*1000mm	350*400*650mm	600*400*650mm
系统总重量		260kg	280kg	320kg

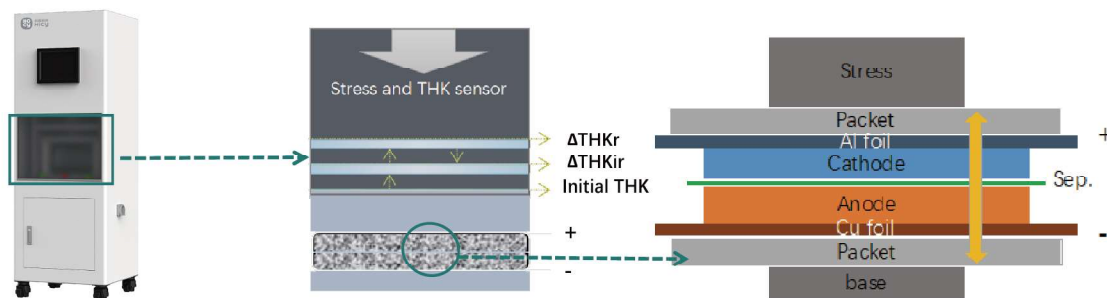
夹具原位膨胀问题与解决方案 / Solution

- 当前原位膨胀夹具是电池循环测试的必备方案,主要用于模拟电芯在模组及PACK中恒间隙使用状态,但是夹具实际效果的有效性、可靠性一直被忽略;
- 夹具恒间隙膨胀力远小于真实恒间隙膨胀力值(如下图);
- 无法获得不同恒压力下测试条件,膨胀厚度值无法直接获取,需拆卸破坏性测量;



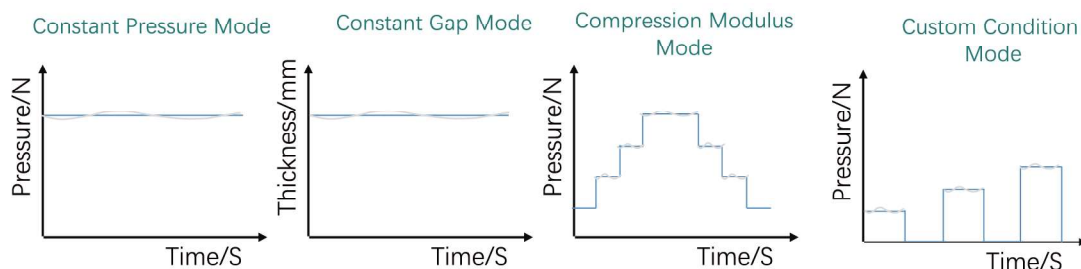
测试原理 / Test Principle

- 多通道电芯原位膨胀测试系统基于创造性同步多通道机构及全新全闭环智能伺服控制系统,集成高精度位移、电压、电流、压力、温湿度等核心传感器,实现模拟恒间隙、恒压力、混合模式及电池真实工况下的膨胀力与厚度变化检测。



测试模式 / Working Mode

- 测试系统具备恒压力、恒间隙、压缩模量及客户自定义等多种测量模式。



夹具系统参数 / System Parameter

对比项目	单通道	平行多通道	同步多通道 (独家技术)
系统关键差异简介	一台机器一个通道	多个单通道机器合并入一个大壳，由多个压力控制系统分别独立控制	多个单通道机器整合并入一个大壳，一个压力控制系统统一同步控制
典型外观			
单机通道数	1	2~4	2个及以上
压力控制一致性	$\pm 0.3\% \text{F.S.}$ 差异	$\pm 0.3\% \text{F.S.}$ 差异	完全一致
平行样数据一致性与同步性	存在偏差	存在偏差	完全同步
测试效率提升	一样	一样	提高1倍以上
方法应用成本	1	通道数增多成本同比增加，几乎不降低成本	降低80%以上

应用领域与方向 / Application Field And Direction

- 锂电池、超级电容器等二次电池相关领域的生产制造企业、大学及科研院所科研过程；

材料开发
评估

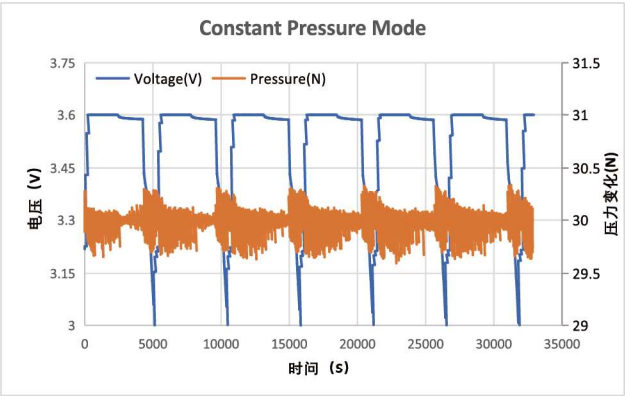
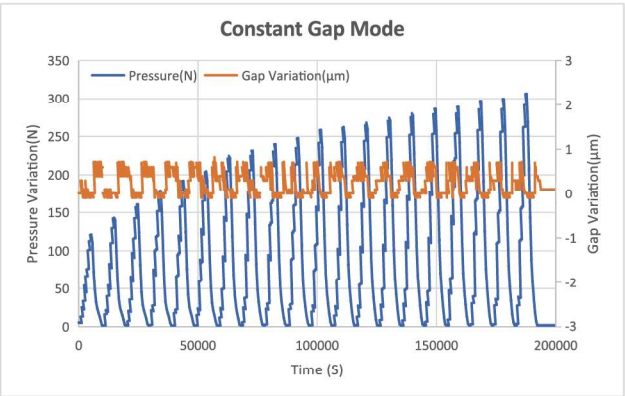
工艺开发
评估

析锂窗口
评估

工况分析
预测

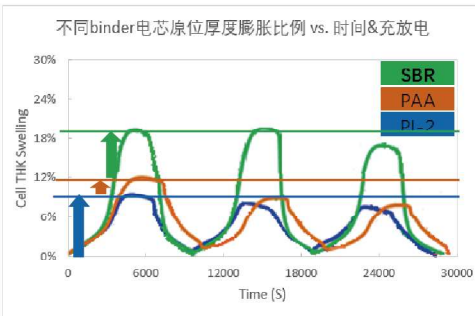
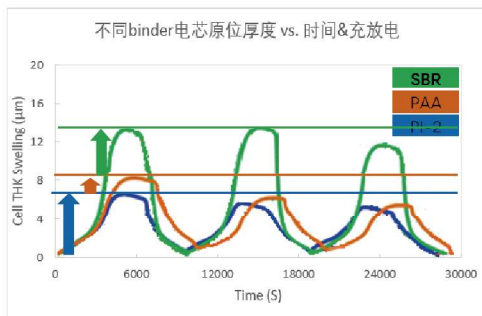
可靠性分析 / Reliability Analysis

- 最新一代控制技术，恒压模式最高控制精度为 $\pm 0.5 \text{N}$ ，恒间隙最高控制精度可到 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ ；



一、不同Binder开发评估

- 对于不同样阳极Binder材料电芯膨胀水平评估, 三种材料表现出明显的差异($PI-2 < PAA < SBR$), 此方法可以为binder等材料开发提供有力技术支持;



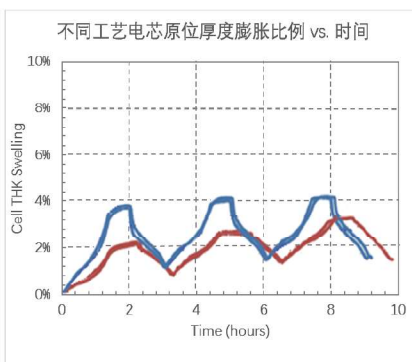
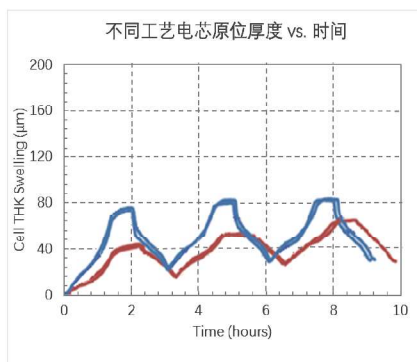
Cell Information:
NCM/Graphite, 3.0-4.2V,
45mAh, THK 68.9μm;
500N Pressure;

电芯膨胀情况:

Binder	Swelling/um
SBR	13.8
PAA	8.2
PI-2	6.6

二、极片热辊压工艺膨胀评估

- 在电芯膨胀改善工艺开发中, 通过原位膨胀测试能明显看出经过热辊极片组别的电芯整体膨胀水平降低并且不可逆膨胀也减小;



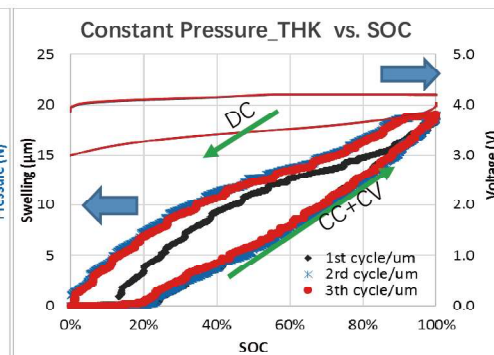
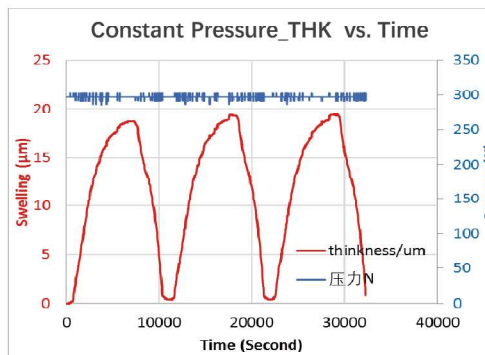
Cell Information:
NCM/Graphite, 3.0-4.2V,
45mAh, THK 2mm;
500N Pressure;

Cell Swelling State

Process	Swelling THK/μm		
	1cls	2cls	3cls
普通辊压	78.1	81.5	81.1
热辊压	41.6	45.3	61.7

三、恒压力不可逆膨胀分析

- 在恒压力测试模式下, 循环过程中电芯膨胀力保持动态不变;
- 每个循环电芯不可逆膨胀厚度增加幅度为1-2μm, 电芯的前三个循环的不可逆膨胀厚度分别为0.9μm, 1.0μm, 1.3μm;

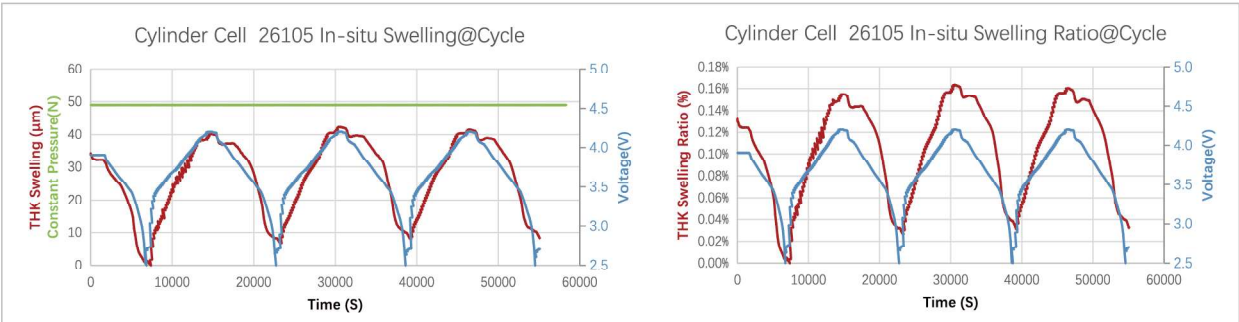


Cell Information:
LCO/Graphite, 3.0-
4.2V, 1C/1C
1500mAh, THK 3.120mm;
297N Pressure;

Cycle	Irreversible swelling
1st	0.9μm
2rd	1.0μm
3th	1.3μm

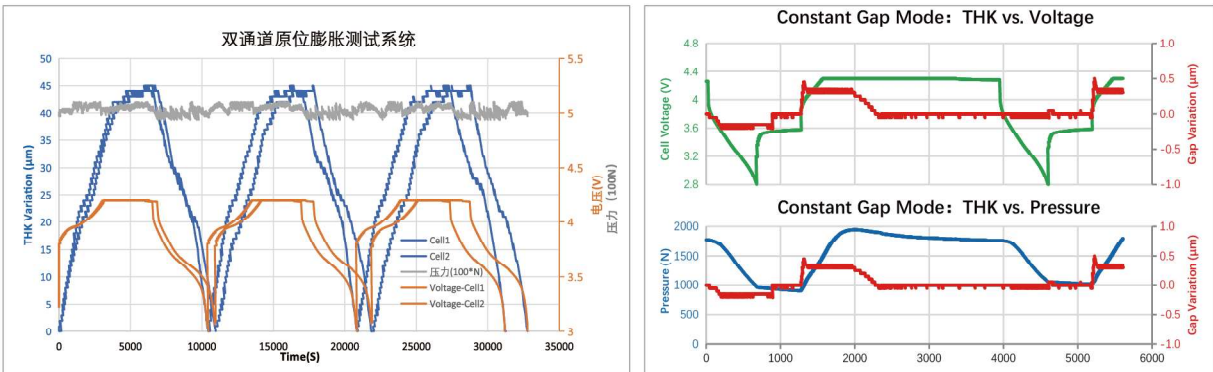
四、圆柱电芯原位膨胀分析

- 原位膨胀测试系统同样能适用于圆柱电芯的评价,在49N的恒定压力下,26105型圆柱电芯的相对直径最大变化在42.3 μm 左右,整体直径随着循环进行逐渐增大;
- 此设计的电芯膨胀率约为0.166%@100%SOC;



五、双通道测试系统恒压力&恒间隙模式

- 样品在恒压力下测试,样品膨胀水平一致,2号电芯的极化相对更大。同样,系统可以给电芯提供恒定间隙进行循环测试,随着电芯充电的进行,电芯膨胀绝对厚度及相对厚度都在 $\pm 1\mu\text{m}$ 的范围内动态波动,电芯膨胀力随着循环的进行逐步增大。

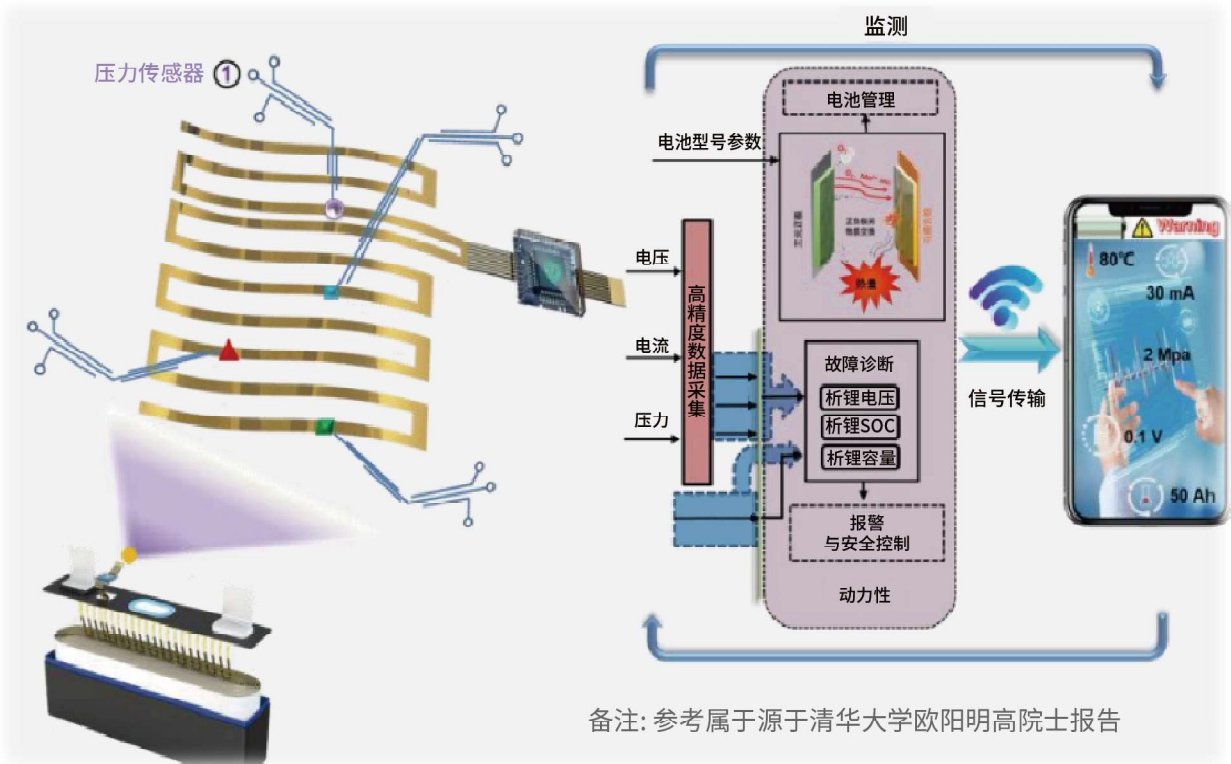


系统参数 / System Parameter

系统型号		入门版		基础版		高级版		控温版	
		CSA4150	CSA4150H	CAA1150	CAA2150	CSA1150	CSA2150	CSS1150	CSS2150
通道类型		平行多通道		单通道	同步多通道	单通道	同步多通道	单通道	同步多通道
通道数		4	4	1	2	1	2	1	2
适用产品		扣电/小软包				大软包/方壳/圆柱/模组等			
可选联用模块		交流内阻测试模块、交流阻抗测试模块、原位压强模块、膨胀压力分布模块							
主要功能	恒压力	●	●	●	●	●	●	●	●
	恒间隙	X	X	●	●*	●	●*	●	●*
	绝对厚度	X	X	0-100mm, 0.01mm, 1μm(多种可选)					
	相对厚度	0-10mm,±1μm,0.1μm或更高精度0.01μm(H)						0-10mm,±1μm,0.1μm	
	温度控制	X	X	X	X	X	X	●	●
压力	控制模式	智能伺服电动		智能伺服气动		智能伺服电动			
	量程	0.005-0.1t		0.01-0.5t		0.01-1t, 5t		0.01-1t,5t	
	精度	0.01N		±0.3% F.S. 1N					
温湿度	量程	0-80℃(Monitor)/20-90%RH						-20~85℃ (Control) //±3%RH	
	精度	±2℃/±3%RH						±2℃//±3%RH	
适用样品长宽尺寸		< 240*200mm或其他							
充放电设备		新威、盛弘等品牌可选，亦可客户自配充放电品牌							
软件功能		一键自动调零及校准、实时数据采集记录与预览							
机构尺寸 (L*W*H)		200*500*1000		350*400*650	600*400*650	350*500*1000	600*500*1000	800*1600*1800	1000*1600*1800
系统总重量		60kg		80kg	120kg	120kg	260kg	400kg	600kg

测试原理 / Test Principle

- 电池原位膨胀力分布基于压阻、压电或离电等原理的薄膜柔性传感器阵列进行检测；
- 薄膜感测片由上下两层柔性可弯折的薄膜材料组成，上层为压感功能薄膜，下层为电极薄膜感测片，受压时，上下两层薄膜发生接触，其接触面积、接触形变会随着压力大小变化而变化，从而使电极端产生随压力变化而产生的电阻抗信号量的变化；

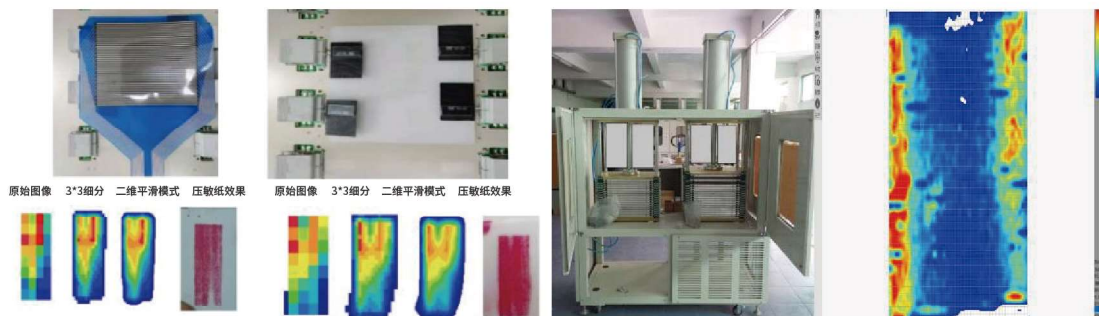


膨胀压力分布测试方案 / Different Analyses

对比项目		低密度传感器阵列方案	高密度柔性传感器方案
方案型号		PDA-11	PDA-1N
主要功能		仿真硬膨胀力	仿真模组内膨胀力
实际效果展示			
通道数		≥6CH	≥1CH
主要参数	量程	0-300kg/-40MPa	4MPa
	精度	±0.5%F.S.	<5%F.S.
	漂移	0.3%F.S.	<5% 每个Log time
	工作温度	-40℃~85℃	
传感器可靠性		定期校准较长	需定期校准周期较短
数据采集模块		独立功能，可不配电脑	需要配置电脑与上位机
软件		可扩展上位机	可扩展上位机
适配充放电设备		可适配新威等充放电机	与充放电机器独立，进行数据整合
传感器类别		传统微型称重式	新型柔性薄膜式

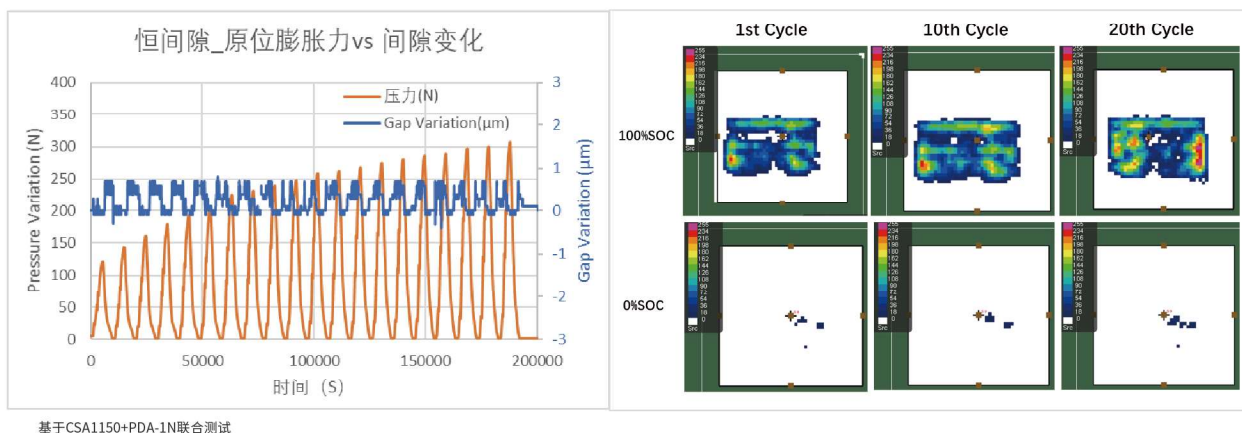
化成及化成压力检测应用 / Application

- 消费类电池化成压合与压敏纸对比,可以看出电芯循环过程中出现受力不均匀情况。同时,化成设备的夹具之间夹板力出现不均匀情况。



电芯不同SOC膨胀力分布情况 / Situation

- 在电芯样品上方压板中间放置柔性传感器进行恒间隙原位膨胀测试,可同步实现整体膨胀力和膨胀压力分布状态的监测;
- 测试过程中整体膨胀力随着循环的进行持续增大,压力分布随着充放电过程同步发生变化;



电芯膨胀力及厚度预测 / Prediction

- 基于原位膨胀力测试系统,通过电芯循环过程的膨胀数据,进行电芯不同工况下膨胀预测与分析。

Swelling Rate Evaluation

