

是德科技

Scienlab 储能测试系统

SL1000A SL1002A SL1004A SL1001A SL1003A SL1005A

测量结果可复现的高效解决方案

现代的储能设备需要满足高品质和市场需要：功率和能量密度、安全、耐久性，以及成本必须优化，才能在市场上存活下去。因此，在研发、生产和质保各个阶段就需要完成各种复杂的测试，确保电池的成功研发和生产。



主要优势

▪ 具有能量回馈的能力

所有的电池测试和单体化成系统都具有很高的能量回馈能力，因此系统的运行就变得很高效、经济和环保。90% 以上的能量都回馈电网。使用 100 个测试通道对 70Ah 的电池单体进行 VDA 循环测试，与非能量回收系统相比，每年可节省超过 6 万欧元运行费用。

▪ 模块用作电池单体测试系统，电池组则用作模块测试系统

是德科技的 Scienlab 电池模块测试系统 (0 – 80 V) 可以根据客户的研究需要，在保证测量精度相对不变的情况下，当做单体电池测试系统 (0 – 6 V) 使用。电池组测试系统 (0 – 1000 V) 还可以用于测试电池模块 (0 – 80 V)，而且测量精度保持一致，不需要做任何的修改或者添置新系统。有了这套系统，用户可以灵活轻松地应对未来的测试需求，既省时间，又节约了金钱。

▪ 同步记录测量数据

测试系统记录的所有测量数据都有同一个时间戳：所有的模拟量、数字量和 CAN 信号都以毫秒级同步和显示，并在 ESD 软件中实现可视化。这样就可以方便地对电池行为进行有效和可靠的分析。

▪ 每个通道的阻抗频谱分析

按照客户要求，是德科技在系统的每个测试通道内均实现了单独的电化学阻抗谱。系统的每个测试通道都集成了单独的电化学阻抗频谱分析 (EIS) 功能，这样用户就不需要外部的设备或者对被测设备 (DUT) 重新接线，有了这个功能，用户测试和操作起来都非常方便，并且节约了测试时间。



测试储能设备

从电池系统的化成到测试

解决方案

针对各种测试需求的灵活解决方案。

是德科技提供了创新和灵活的 Scienlab 解决方案，用于各类储能设备的测试和验证：从定制化的独立系统到集成的测试系统，再到大型的测试实验室。针对汽车、工业应用中的电池单体、模块、电池包以及电池管理系统（BMS），都可以使用是德科技的测试系统进行复杂和可靠的测试。配合使用顶级的 Scienlab PC 软件 Energy Storage Discover (ESD)，可以轻松实现客户特定的性能、功能、老化和环境测试，当然也包括各种标准化的以及符合各种标准（比如 ISO、DIN EN、SAE）的测试。

服务范围

是德科技可独立提供完整的解决方案：从测试台架的规划、设计到实施。除了精确可靠的电池测试系统，我们还提供如下服务：

- 集成温度和环境仓
- 调试被测器件
- 连接系统，方便连接被测器件
- 集成用户的充电机
- 开发和实现复杂的安全方案
- Scienlab 测试台架安全监控系统，可监控整个测试台架
- Scienlab 测量与控制模块，用于记录电压、温度并提供所有模拟和数字输入和输出
- 试运行、维护和校准支持等，由是德科技客户服务及技术支持中心提供



测试台架，用于表征和开发电池单体和模块

Keysight 的 Scienlab 储能测试系统

是德科技 Scienlab 测试系统的突出优势包括精确的测量技术、极可靠的电力电子技术提供可复现的测试结果、电能回馈能力，这些确保了系统优异的能量和经济效率。模块化的设计概念为测试系统以及整个测试环境的布置提供了极大的灵活性和独立性。这样就可以快速且经济高效地适应未来的测试需要。而且，紧凑和鲁棒的硬件确保了很长的运行寿命以及很低的维护和服务费用。

控制和测试软件 Energy Storage Discover

先进的 Energy Storage Discover (ESD) 软件可以对测试台架的所有元件进行有效控制和监控。无论是预定义的标准测试还是独立的测试步骤，ESD 都能便捷简单地完成。而且，在测试步骤中，可以立即确定产品的关键特性数据，并且测试结果可复现。软件直观的操作、对大量数据量的强大可视化功能、输出各种常用文件格式等，都能使用户受益良多。

产品概述

是德科技提供拥有广泛电压、电流、输出（可通过并联扩展）和通道选项的测试系统。是德科技也可根据客户需求定制测试方案。

电压范围	0 – 6 (V)	0 – 20	5 – 60 0 – 60 ¹	5 – 80 0 – 80 ¹	50 – 600 0 – 600 ¹	50 – 850 0 – 850 ¹	50 – 1000 0 – 1000 ¹
电流范围 (A)							
电流测量精度							
±5 高达 ±0.03μA±0.05%o.m.v.	高达 0.03kW ²	-	-	-	-	-	-
±25 高达 ±5mA±0.05%o.m.v.	高达 0.15kW	-	-	-	-	-	-
±75 高达 ±25mA±0.05%o.m.v.	高达 0.45kW	-	-	-	-	-	-
±100 高达 ±20mA±0.05%o.m.v.	高达 0.6kW	高达 2 kW	高达 6 kW	高达 8 kW	高达 22 kW	高达 22 kW	高达 44 kW
±300 高达 ±60mA±0.05%o.m.v.	高达 1.8kW	高达 6 kW	高达 18 kW	高达 24 kW	高达 180 kW	高达 255 kW	高达 300 kW
±600 高达 ±120mA±0.05%o.m.v.	高达 3.6kW	高达 12 kW	高达 36 kW	高达 48 kW	高达 360 kW	高达 360 kW	高达 360 kW
电压测量精度	±1 mV, 典型值 150 μV	± 4 mV ± 0.05% o. m. v.	± 16 mV ± 0.05% o. m. v.	± 16 mV ± 0.05% o. m. v.	± 200 mV ± 0.05% o. m. v.	± 200 mV ± 0.05% o. m. v.	± 250 mV ± 0.05% o. m. v.
特性							
能量再生功能	是 ³	是	是	是	是	是	是
通道数	任意	任意	任意	任意	1	1	1
手动并联通道数量	6	6	6	6	4	4	4
自动并联通道数量	2	2	2	2	2	2	2
流动动态特性	典型值 0.8ms	典型值 0.8 ms	典型值 0.8 ms	典型值 0.8 ms	典型值 1.6 ms	典型值 1.6 ms	典型值 1.6 ms
单体测试功能 -	-	-	是	是	-	-	-
电压范围 -	-	-	0 – 6 V	0 – 6 V	-	-	-
电压测量精度 -	-	-	± 1 mV, 典型值 150 μV	± 1 mV, 典型值 150 μV	-	-	-
模块测试功能 -	-	-	-	-	是	是	是
电压范围 -	-	-	-	-	0 – 80 V	0 – 80 V	0 – 80 V
电压测量精度 -	-	-	-	-	± 16 mV ± 0.05% o. m. v.	± 16 mV ± 0.05% o. m. v.	± 16 mV ± 0.05% o. m. v.

“o.m.v.”表示“测量值”

¹ 可选范围

² 电压范围: -2..8V, -6..6V ³ 不适用于 5A

电池化成测试系统

挑战

对于储能设备单体（比如锂电池单体），如果要获取机械生产后的蓄电池特性和对单体进行优化，必须进行重复和可控的充放电来“化成”。

解决方案

为了对电池单体进行经济高效地化成，是德科技提供了各种化成系统，其输出电压范围为 0 – 6 V 并且输出电流高达 100A。可以对系统的模块化结构进行灵活的配置，从而满足客户不同的需求。因此，无论是在研发阶段的小批量生产，还是在全自动化的大批量生产，电池单体都可以进行选择性地化成。

效率最大化

高效率是至关重要的，尤其是在大规模电池单体生产中，大量的化成通道持续使用中。为了使运行高效经济，是德科技 Scienlab 系统实现了高达甚至超过 94% 的能量回收率。化成系统的紧凑尺寸能在很小空间内容纳很多通道工作，这样也节省了现场操作的空间。

高精度测量

在单体化成时，精确记录电极的电荷量是极其重要的，因为电荷量对于确定荷电状态（SOC）和电荷均衡至关重要。为此，是德科技的 Scienlab 系统提供了高达 5mA 的电流测量精度。而且，还搭配了一个稳定的精度达到 1mV 的差分感应电压传感器。这样就可以确保相关参数能够精确记录。这些测量就可以用来确定重要的特性，比如内阻和电荷均衡，这样单体也能精确地特性化。

高精度测量

为了安全起见，在化成过程中必须持续监控两个基本测量值：单体电压和温度。是德科技的 Scienlab 解决方案因此有两种主动安全机制。首先，电压测量用的传感导线配备了导线断裂检测，这样可以防止单体被无意地过充电。其次，每个化成通道都有一个温度传感器监控单体温度。如果这些测量值超过一定限值，相应的通道会自动切断，同时会将故障信息通知用户。



化成测试系统配有 6 个通道

用于电池单体原型开发的测试系统

挑战

为了优化储能设备的功率、能量密度、安全性、耐久性和成本，当前的研究都在致力于发现新的材料组合，提供创新的电池解决方案。为此，需要搭建电池单体样件和特性研究。

解决方案

以下是我们定制解决方案的主要参数：

- 电压范围：-2 ..8 V, -6 ..6 V
- 输出电流：可达 5A
- 并联：2 个通道并联，电流可达最大 10A
- 控制模式：电流、电压、功率、电阻
- 每个通道均可选配阻抗频谱

高精度测量

要对单体原型成功进行表征和开发，需要精确地控制和高精度的测量技术。这些系统可以满足这些高要求，因为它们拥有极高的测量精度。通过测量量程自动转换技术使得系统的电压测量精度高达 1mV，电流测量精度高达 0.03μA。除此之外，每个通道都集成了温度测量传感器。

参考电极

Scienlab 系统集成了参考电极，用于分析电极过程。在这个过程中，重要的不仅仅是阴极和阳极间的电压，阴极或阳极相对于参考电极的电压同样非常重要。因此我们的系统可以选择阳极/阴极、参考电极/阴极或参考电极/阳极之间的电压测量值，作为每个测量模式的实际值。换句话说，无论是阴极/阳极、参考电极/阳极，还是参考电极/阴极间的电压都是可观与可控的。

符合人体工程学的结构

在用大量通道同时测量大量单体（比如纽扣电池）时，往往伴随大量繁琐的连线。我们的系统提供了一种便捷并符合人体工学的方式来调整单体样品，而无需繁琐的接线。每个通道的负载和测量输出都在前面板上，并且可以方便的通过测试系统顶端的系统连接器，在不同的通道之间进行切换，以便读取不同样本的参数。另外，紧凑的系统设计节省了很多测试所需空间：比如，一台 96 通道的系统只需占地 0.8 x 0.8 m²。



用于测试多达 12 个电池单体原型的桌面系统

电池单体测试系统

挑战

电池单体是每个储能设备的基础，对电池模块和电池包的品质有着直接的影响。因此，必须在早期开发阶段对电池单体进行表征。针对电池单体以后使用的领域（比如静态或者动态），电池单体必须通过一系列不同的测试，以便评估其性能。

解决方案

为此，是德科技开发了极可靠的测试系统，提供精确的可复现的测量结果。这样，在确保精确记录电气性能的同时，还保证了极高的电流动态特性（电流从 -90% 阶跃到 90%：典型值 0.8ms）。

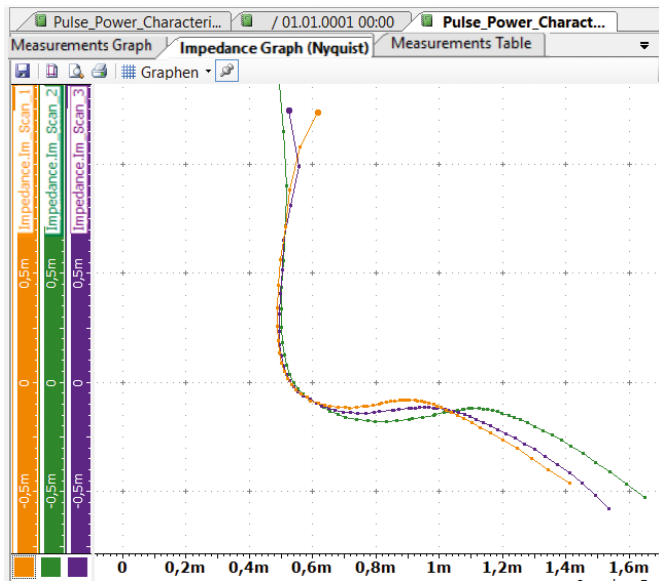
借助 Scienlab 的 ESD 测试软件，不仅能针对测试系统，还能针对测试环境中的其它部件（比如温度或环境仓）便捷地进行监控。典型的与电池单体特性相关的参数都可以进行分析，比如内阻、效率、容积、循环寿命范围和日历寿命、对温度变化的响应、机械阻力等。

模块化配置

电池单体测试系统是模块化并且可以灵活地排列。这样可以随时根据需求的变化进行适应性调整。Scienlab 提供各种电流级别的电池测试系统（100A、150A、200A、300A、600A）。每套系统都可以根据客户需求，支持任意多的测试通道数。如果需要更大的电流和功率，可以将多个测试通道进行简单的并联，以增大电流和功率。

高能效低成本

在分析总拥有成本（TCO）时，不可否认的是测试实验室的电力运行成本非常高昂。是德科技的高效系统具有能量再生能力，在进行多通道耐久性测试时，可以显著降低成本。一套系统里所有通道都是内部通过共同的中间电路供电的。一个测试通道在放电过程中产生的能量可用于对另一个测试通道充电。需要的能量就从电网中获取，不需要的能量就回馈电网。这就意味着，能量的利用率非常高：从电网中吸取的能量仅仅是系统输出的 10%。进一步的好处就是不再需要额外的冷却系统，这样系统就更紧凑，显著降低对空间的要求。



是德科技 Sciencelab ESD 软件中的
可视化阻抗图谱示例

复杂的测量技术和选项

可靠和精确的测量技术对于电池单体的特性化是至关重要的。因此，Sciencelab 系统拥有如下特性：

- 集成温度和环境仓
- 电流测量精度：可达测量值的 0.05% + 6 mA
- 每个通道有 3 个温度传感器
- 每个通道都有 CAN 连接，用于记录、处理、存储和发送信息
- 可选项：从温度测量中使用“恒功率损耗”作为源类型，用于热测试（比如确定热阻）
- 可选项：每个通道集成电化学阻抗频谱分析（EIS）可在复频域进行便捷测试 — 只需直接在测试软件中进行编程，无需更改被测设备的连线

电池模块测试系统

挑战

通过电池单体到电池模块的联接，产生了两种产品：第一种是用于 12V 或 24V 的汽车电源的电池系统，或用于电动工具领域的充电电池，包含所有系统功能，比如 BMS；第二种是在电动汽车上用作高压电池系统部件的模块。该模块的电压为 60V 或以上。如果需要的话，还可以在模块测试结果中补充测量一个单体。

解决方案

两种类型的电池模块都必须要通过类似的测试：他们都必须结合所有的电池系统组件，在不同的环境状况下进行关于电特性和热特性的测试。是德科技 Scienlab 测试系统在这项测试中为研发工程师提供了最佳的支持。

测量设备

在同时具有很高的电力电子输出的动态特性的情况下，电池模块的电压和电流都是用极精确的测量技术记录的。此外，在与 BMS 的通信中，BMS 的参数值可以被写入或者在测试过程中作为可读变量应用。这样 BMS 就可以直接控制输出源。如此，就可以很容易的启动 BMS 系统中的动态限值。在测量时，可以在馈供终端之间切换，控制模拟和数字输入输出。因为这些测量值在测量过程中在时间上是同步的，因此可以被用来代替包括 BMS 在内的负载均衡。

单体测试能力

如果除了模块的表征和测试外，还需要在 6V 以内的范围内测量电池单体，这可以通过选配的“单体测试能力”功能实现。在这种模式下，可以保持与是德科技 Scienlab 测试系统中相同的测量精度进行测试。这种应用范围的扩展以相对较低的价格提高了可能的测试用例的数量。

集成外部充电机

对电动工具的电池组进行测试时，充电设备需要在测试过程中接入电路。这样就可以观察充电过程，而且如果需要，还可以研究电池组与充电设备之间的相互影响。对于这种应用，是德科技 Scienlab 模块测试系统具有可选输入端，用于连接充电设备。在测试阶段可以非常便捷的在外部充电设备和 Scienlab 测试系统之间切换。电气变量的测量记录采用完全相同的测量技术。测量结果也同样记录在结果文件中。



电池测试系统

电池包测试系统

挑战

因为储能包是很复杂的大电流大电压系统，还包括 BMS、冷却系统和电气系统等，测试环境要满足各种严苛的要求。为了满足需求并开发出最佳的储能包，测试台架还必须满足高要求。

解决方案

是德科技可针对优化耐久性、范围和效率所需的各种相关表征测试提供全面的解决方案。即使在首次现场应用之前，也可通过对未来应用的电气和气候条件进行真实且可复现的仿真来分析系统行为（例如驱动和负载情况）。除了测试系统和被测器件以外，在测试台架中还实现了与电池测试相关的更多元件，例如 BMS、冷却系统、温度或环境仓。

实时的完整解决方案

为了测试复杂的电池包，必须对所有与系统相关的变量进行同步控制和记录。这些变量不仅仅是电池电压、电流和温度，还包括所有与 BMS 系统相关的信号。测试中，测试系统必须在 1ms 内对特定的 CAN 信号做出响应。我们的 Scienlab 电池组测试系统为此提供了完整的实时解决方案。除了高动态电力电子输出信号外，客户还可以将所有的模拟和数字输入输出信号通过 Scienlab 通信接口柜与 Scienlab 测试系统连接。



电池组验证测试台架

此系统可以在数毫秒内快速响应 CAN 信号，所以也就可以通过 XCP¹ 来操作 BMS。再配合使用是德科技的先进 Scienlab ESD 软件，可以实时控制和测量整个测试环境内的所有元件。这些测量值都可以直接被当做变量，用于后续测试中。在测试期间，可以直接进行数据评估，无需其他复杂的后续流程。

模块测试能力

如果处理验证电池组以外还需要测试 80V 以内的模块，可以选配功能“模块测试能力”。在这种模式下，能够以模块测试系统所定义的测量精度水平对模块进行测试。这种应用范围的扩展以相对较低的价格提高了可能的测试用例的数量。

全天候支持

测试系统的可用性对于有效成本有显著的影响。如果系统停工进行维护或者维修，这将花费大量时间和金钱，尤其会导致产品开发周期延长。因此，能够不中断运行的可靠系统（1 周 7 天，每天 24 小时）至关重要 — 事实上这是我们测试系统所有开发工作的核心。

系统因此拥有一个长期的服务寿命和极高的鲁棒性和可靠性。另外，系统几乎不需要维护：只是需要清洁水冷系统里的过滤器以及每年对测量系统进行一次标定。

EOL 测试

除了试验室使用外，测试系统也需要在储能设备生产的下线检测中使用。这里的关注点不再是找到一种灵活的解决方案，而是开发一种简化的、投资成本最低的定制方案。在这个领域，是德科技提供了一个可靠的 EOL 系统来满足生产线测试要求。

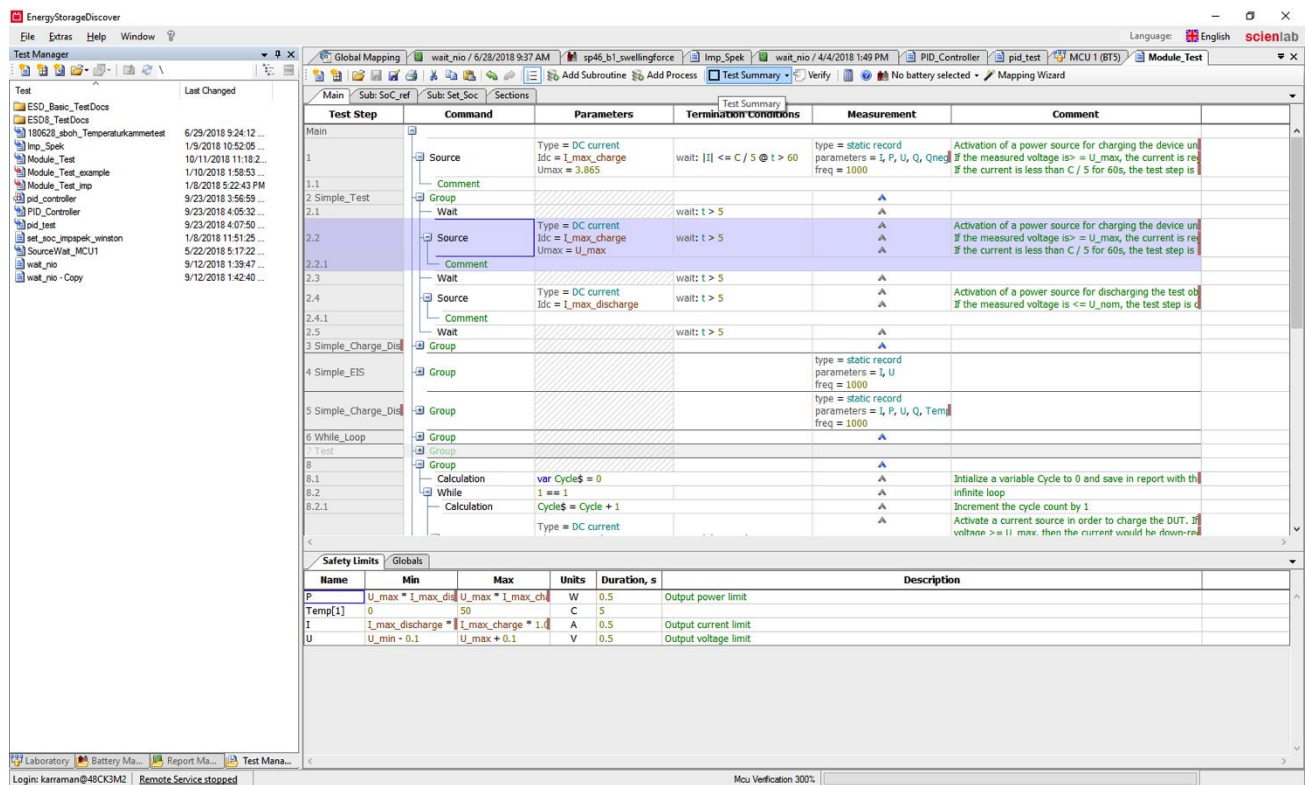


测量与控制模块

¹ XCP 是一种新型校准协议。

Energy Storage Discover

有效地控制、测试和评估：储能测试软件



测试与控制软件 ESD

成功地开发和生产电池需要进行大量测试。是德科技的 Scienlab Energy Storage Discover (ESD) 应用软件为用户提供了多种不同选项以及直观的操作界面，同时还能提供有意义的可复现测试结果。我们将不断地与客户交流信息和经验，并据此持续开发这款软件，以使其适应新的要求。ESD 支持对适用于电池单体、电池模块和电池组的电池测试系统和测试环境部件进行同步控制，并支持验证所有类型的储能设备。可以单独地创建、编辑、控制和监控测试场景。



主要优势

- 由于采用了直观的操作界面，用户很快就能熟悉操作，因而实现了最大的透明度和用户友好性
- 无论是简单还是复杂的测试，都能轻松设置
- 得益于例行程序（子程式）以及在程序库中管理的方式，可以构建清晰的测试序列结构
- 显示运行时的测量值以及测试方案的变更，能够随时将计算的变量及计算结果整合到后续测试程序中
- 通过每个通道的整体视图和详细视图监控测试环境
- 可轻松评估数据，无需后期处理
- 实现了测量数据的透明可视化，在整个测试期间，可使用图表轻松地进行分析
- 对单独定义的限值进行冗余监控，保护被测器件、测试台架及测试台架操作人员的安全；如果超出了上限值或下限值，可自动关闭测试系统。
- 配备标准化的远程接口，可以将测试台架集成到更高层级的控制和监控系统中

如欲了解更多信息，请访问：www.keysight.com

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息，请与是德科技联系。

如需完整的联系方式，请访问：www.keysight.com/find/contactus



联系我们：www.keysight.com

本文中的信息可不经通知而更改。© Keysight Technologies, 2019, Published in USA, January 14, 2019, 5992-3220CHCN