

电动汽车OBC发展评价：车网互动及电网供需调节的高效测量方案

原创 Yokogawa 陆雷 横河测试测量 2025年5月7日 12:00 上海



技术背景：电动汽车与电网间的互动连接

随着全球电动汽车产业的快速发展，汽车充电系统技术正面临多重挑战与机遇。电动汽车（简称EV）已不只是交通工具，它还可以在灾害或其他特殊情况下充当应急电源，并且随着可再生能源比例的增加，EV的电源系统可作为分布式储能单元，消纳光伏、风电的间歇性电能，与电网之间实现供需调节，提升能源系统韧性。

OBC的工作原理与核心功能

OBC，全称On Board Charge，指的是安装在电动汽车中的充电系统，负责将电网的交流电（AC）转换为直流电（DC），为汽车动力电池充电。双向OBC需要进一步集成逆变功能，支持V2G（车辆到电网）和V2L（车辆到负载），将电池的直流电逆变为交流电回馈电网或供外部设备使用。

快速充电的技术挑战

电动汽车OBC与电网间的互动与供需调节，需要实现高速充电才有可行性，同时双向逆变器的开发也是必备前提。

普通充电vs.快速充电

普通充电使用的是传统单相AC电源充电机，通过电动汽车内部AC/DC转换器(车载充电机)，将交流电转换为直流电，再给车辆电池充电，充电时间通常需要10个小时以上。

快速充电是通过连接至电网的充电站（Off Board Charger）支持大电流输出，从而能在短时间内完成充电。

高压电池系统和OBC内部升压需求

相比于传统单相交流充电机采用100-240V低压电网输入，车载充电机要实现快速充电，必须通过内部多级升压，输出高压直流，并且能兼容800V以上的电池，以降低充电电流，减少线路损耗和发热，从而支持更快的充电速度。



逆变器、PFC与符合IEC标准的设计

为了让EV的电池充当交流电源，必须做好双向逆变器电路设计。

为显著提升供电效能，还需要提高功率因数，因此新一代充电机开始配备功率因数校正电路(PFC)。

同时由于车载电源要反向输出连接到低压电网，不能有谐波电流流出或引起电压波动，它必须满足IEC标准。



面对如此复杂的要求，横河高精度功率分析仪WT5000功率分析仪是当仁不让的研发利器——

- 功率基本精度 $\pm 0.03\%$ 的高精度功率测量
- 高达1500Vdc、2000Arms的高电压和大电流测量
- 功率因数和其他功率参数的高精度测量
- AC/DC转换、DC/AC转换的高精度效率测量
- 累计功率和累计电流的测量
- 符合IEC标准的谐波和闪变测量

- 通过连续测量功率值和波形数据来确认异常
- 支持使用其他测量仪器进行充电机开发

横河WT5000的全球顶尖测量精度，显著提升了电动汽车充电机转换效率的测量标准。它采用模块化功率输入设计，支持7通道输入，在保证精度的同时大幅提升了测试效率。用户还可根据自身需求自由选择包含30A标准输入模块、5A高精度输入模块及专用电流传感器接口模块。

那么如何利用WT5000赋能充电系统升级呢？三大测试方案值得收藏。

体验WT5000的单机战神模式



01 双buff叠加，摆脱高电压、大电流测量焦虑

普通电动汽车100V-240VAC的充电机输入电压范围、2kW的起始输出功率早已无法满足持续攀升的系统需求，为此WT5000不仅配备了高达1500Vdc的高压测量通道，还可在AC/DC电流传感器的支持下将大电流精准测量的阈值提升至2000Arms (3000Apeak) (如图1、图2)。

不仅如此，用户还能通过安装最多7个电源模块同时测量7个单相系统、或多个单项系统和三相系统，以及高精度测量直流电压、交流电压、功率因数、THD、输入输出效率和其他参数。



图1 AC/DC 电流传感器 CT1000A (左)、CT2000A (中)、CT1000S (右)



图2 WT5000和AC/DC 电流传感器CT1000A

02 参数显微镜，让功率因数无处遁形

众所周知电动汽车车载充电机一般是将50Hz/60Hz的家用插座交流电转换为电动汽车内部所需的直流电，以此向电池供电。为增加供电量，工程师们绞尽脑汁消除相位差并抑制测试中的谐波，费尽心机使功率因数接近1，那么如何才能实时读取功率因数，及时将测试异常扼杀在摇篮中呢？

横河WT5000的解决方案超乎你的想象，如图3所示，它不仅可通过PFC电路测量功率值计算出功率因数，还可同时获取电压、电流、有功功率、视在功率、无功功率等项目，便于用户实时监控各种变化。

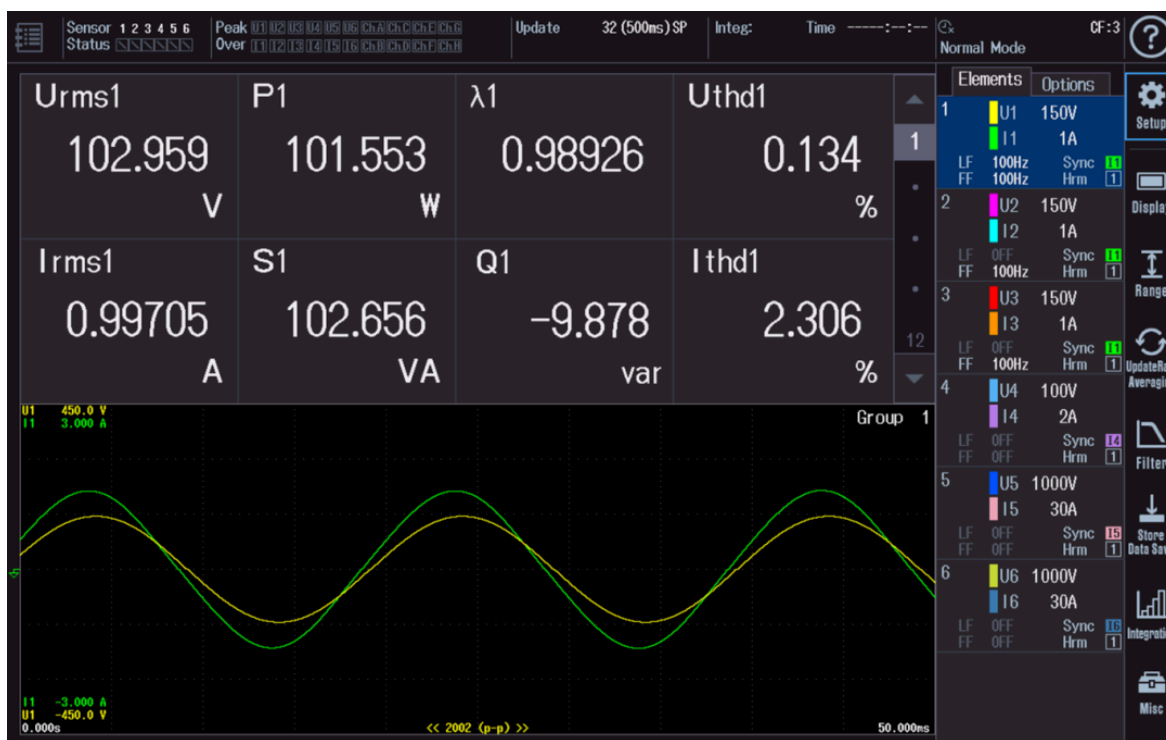


图3 显示电压、电流、功率因数、THD等示例

03 能量裁判，AC/DC与DC/AC转换的高精度测量

电动汽车充电机虽然在内部设置了多个转换电路以实现高效传输，但由于该充电系统要直接接入市电电网，因此必须抑制谐波干扰以免对电网稳定性造成威胁。电动汽车OBC要配备PFC电路，还要内置DC/AC转换器，用于控制直流电压大小，同时设计这些电路要尽可能减少功率损耗。

如图4所示在转换环节评价中，WT5000具有多通道输入，可以高精度测量各电路的转换效率。

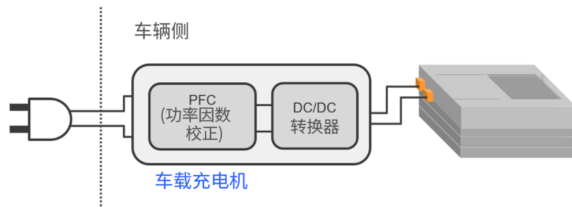


图4 车载充电机 PFC电路和DC/AC转换器效率评价

04 电力精算师，拿捏累计功率和累计电流

如图5所示，WT5000所配备的累计功能还可长时间测量功耗(Wh)和电流消耗(Ah)，其中累计功能包括有功功率累计(功率量)、电流累计(电流量)、视在功率累计(视在功率量)和无功功率累计(无功功率量)。

此外累计功能还为用户提供了两种模式，即测量电池等充放电的模式以及测量交流电买电和卖电的模式。

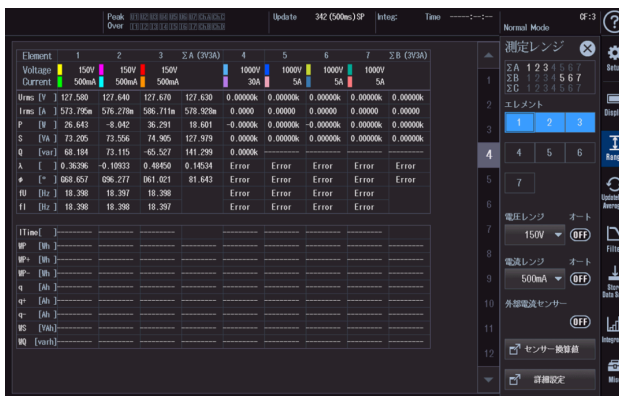


图5 累计功率和累计电流的测量画面示例

[累计功能说明]

充放电模式(Charge/Discharge):

按极性测量直流功率量(对每个采样数据)。

买卖电模式(Sold/Bought):

按极性测量交流功率消耗(每个数据更新周期)。

[与累计功能有关的测量项目]

- ITime 累计时间
- WP 正、负两个方向的功率量之和
- WP+ 正方向功率量之和(消耗功率量)
- WP- 负方向功率量之和(返回电源侧的功率量)
- q 正、负两个方向的电流量之和
- q+ 正方向之和(电流量)
- q- 负方向之和(电流量)
- WS 视在功率量
- WQ 无功功率量

PC直连，启动大师模式

01 符合IEC标准的谐波/闪变测量

将WT5000与软件集成平台IS8010一同使用，即可进行符合IEC61000-3-2标准的谐波测量或符合IEC61000-3-3标准的电压波动和闪变测试。

如图6所示用户还可通过使用特殊型号的AC/DC电流传感器CT200，获取IEC 61000-3-11和IEC 61000-3-12所规定的每相超过16A的谐波和电压波动/闪变测试。普通电动汽车充电机所使用的家用插座必须符合上述标准。



图6 符合IEC标准的谐波/闪变测试系统

02 波形“福尔摩斯”：通过连续测量确认异常

如图7所示，当用户需要长时间连续测量电压、电流、功率等数据时，可使用IS8000实时查看并保存功率参数趋势。

如图8所示在连接一台WT5000的情况下用户即可在PC端上通过放大功率值的异常位置点检查对应的波形数据；如若用户需在此基础上进一步保存波形数据，则可通过配置/DS (数据流)选件加以实现。

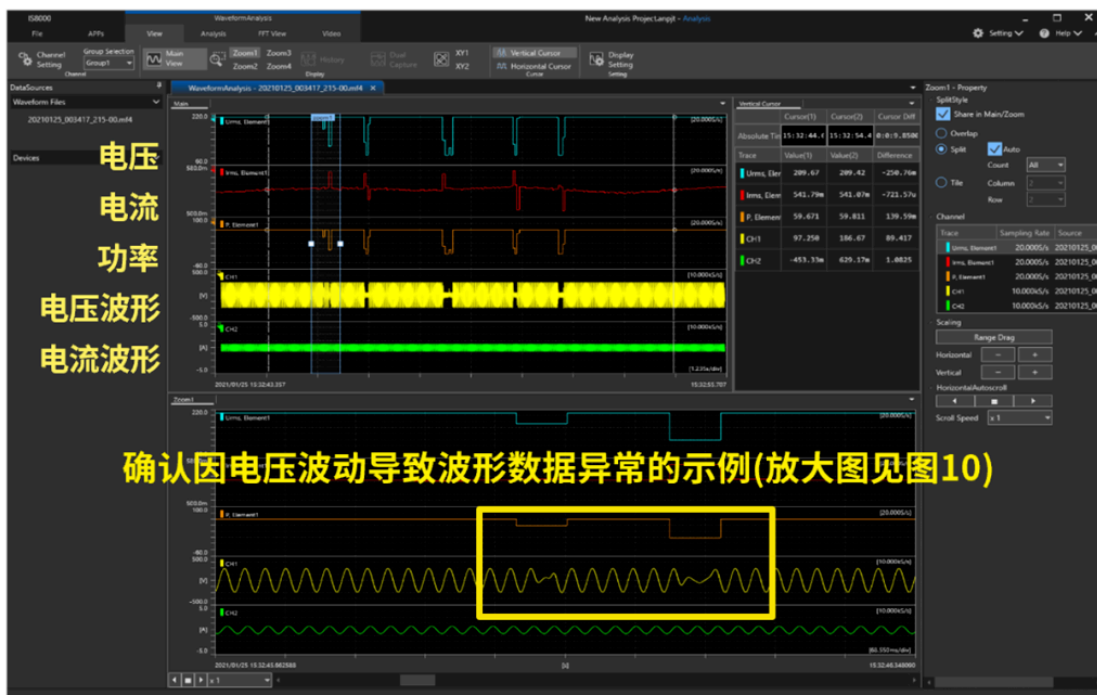


图7 使用IS8000显示电压/电流/功率趋势

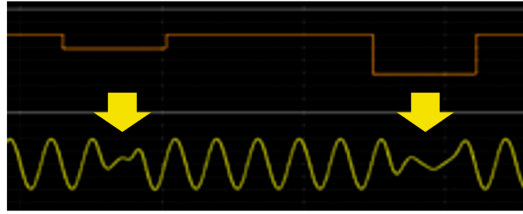


图8 通过放大功率值下降的部分来确认异常波形

联合示波器进行OBC研发

DL950：长期数据记录和信号异常下的高速测量

示波记录仪DL950是一款多通道绝缘波形观测仪，如图9所示，其双捕获功能可以用不同的采样率捕获波形。设备还可在使用低速采样收集数据总结长期趋势的同时，开启高速采样功能，捕获波形中的突发瞬态。此外通过IS8000，可以将DL950所捕获的波形数据与使用IEEE1588的WT5000功率数据同步显示，便于用户在功率波动期间进行更详细的波形观测。

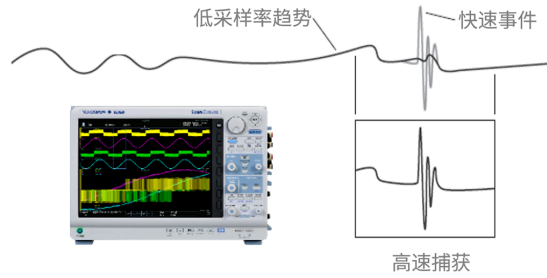


图9 DL950双捕获功能测量示例

DLM3000/DLM5000：观测PFC电路波形

对于PFC电路和双向逆变器电路的设计和运行检查，混合信号示波器DLM3000HD和8通道输入DLM5000HD绝对是好助手，升级至12位的波形观测分辨率，为工程师们提供更为精准的测试。

有关电动汽车车载充电机的测试方案介绍就先到这里，如想解锁更多仪器设备的组合方案以及应用场景，欢迎关注我们的公众号！



关于我们

横河测量技术（上海）有限公司作为日本横河电机株式会社的全资子公司全面负责YOKOGAWA测试仪器仪表在华销售、技术支持、售后服务等一条龙业务。主要产品涵盖YOKOGAWA波形类、电功类、光通讯类、记录类及现场在线类测量仪器仪表，是多方位综合通用仪器销售公司和全方位科技公司。

YOKOGAWA

1.5 MW | Power
1200rpm | Rotated speed
5 m/s | Wind speed

228kV | Voltage
228kV | Capacity

1 MW | Power
1200rpm | Rotated speed
5 m/s | Wind speed

横河测试测量
技术支持与服务热线：400 820 0372
欢迎垂询！