



## 基于电池模拟器的 EV 动力系统检测方法

随着世界各国禁售燃油车时间表的公布以及汽车电气化的加速发展,新能源汽车成为各国政府重点推进和扶持的产业,以摆脱对石油的依赖,同时解决环境污染等问题。然而,在改革的同时,汽车工程师也面临着新的测试挑战。新能源汽车使用的电力电子器件大约是传统燃油车的三倍,如何满足新能源汽车高压大功率测试,以及如何验证纯电动推进系统的动力性能和经济性能,成为工程师首要关注的问题,ITECH 为工程师提供全新的动力系统测试解决方案----高速,高压,高功率,高性能。

### 一、何为纯电动车的动力系统?

相比较传统燃油车的动力系统结构,纯电动车动力系统(EV Powertrain System)主要由动力电池、电动机和减速器构成。纯电动车取消了燃油发动机装置,使用动力电池作为整车的动力源,通过电机控制器驱动电机运转,电机输出的转矩再经过减速器带动车轮前进或后退。并且当车辆刹车时,制动能量反向给动力电池充电,以延长续航里程。

因此本质上,纯电动车的动力系统是将电能转换为机械能;而传统燃油车则是将化学能转换为机械能。不同的工作原理,也增加了纯电动车动力系统的验证难度。汽车工程师首要面临的是高压大电流的接线以及操作方面的安全性问题;另一方面,使用真实的动力电池测试,存在测试效率低及电池爆炸等风险。所以,显而易见,若使用电池模拟器替代真实的动力电池,将对汽车工程师研究电推进动力系统的动力性能和经济性能具备重要的意义。

### 二、纯电动动力系统的测试新挑战?

纯电动车的续航里程以及充电时长一直是各大新能源厂家重点攻克的难题。除了提升整车的传动转换效率,选择能量密度和功率密度更高的动力电池,不仅能让整车轻便,同时又增加了续航里程。而实验室中,工程师通常需要在车辆未定型之前,验证不同类型的动力电池与关键零部件之间的匹配性,以及仿真电池在不同环境下对动力系统的性能影响,这也成为当下整个行业亟待解决的测试难题。

纵观目前的新能源车发展趋势,纯电动车的动力系统性能测试主要面临三方面的挑战:

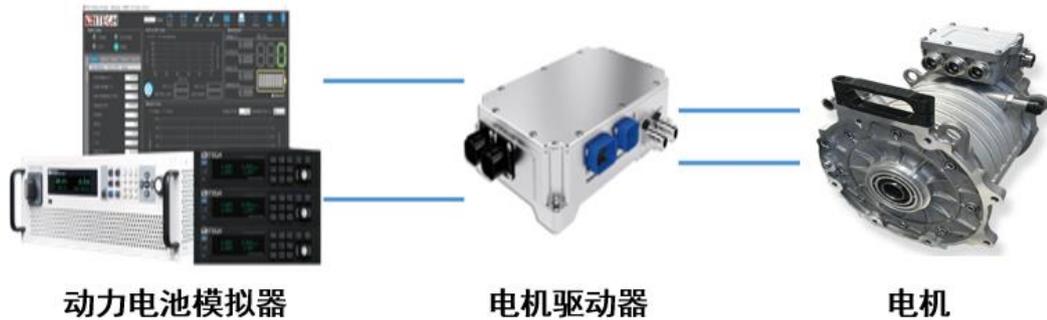


图 1 EV 动力系统测试结构

1) **高压大功率的发展趋势**纯电动车的电池功率和电压等级有从 300V/400Vdc 发展为 800V/1000V 的趋势。高压系统可以缩短充电时间,同时减少内部布线的总面积。目前多数的新能源厂家如典型的特斯拉,其 Model 3 动力电池电压为 350Vdc,容量为 230Ah,而保时捷的 Taycan 和 Aston Martin 的电动超跑则采用 800V 的动力电池结构,号称 20min 充满 80%电量。

汽车工程师在选择电池模拟器时,可能需要同时考虑两种电压等级的存在,并考虑电池功率越来越高的发展趋势。ITECH 的 IT6000C 系列为用户提供灵活的功率配置方案,如下图是 IT6000C-360kW 的机柜,用户可以将机柜拆分为 4 套 90kW 的设备使用,亦可并联为大功率 360kW 设备。IT6000C 全系列并机后功率最高可达 1152kW,电压可达 2250V,满足用户不同功率段的需求。



图 2 动力电池模拟器



## 2) 高速充放电状态切换

在车辆行驶中,随着车辆的加速和减速,电池不断地切换于充电和放电状态。目前,绝大多数工程师采用独立电源和负载组合方式模拟电池的双向流动特性,而随着动力系统测试要求日益严苛,手动切换已经无法满足需求。即便通过编程切换,典型的编程响应时间大约为 50ms-100ms,而真实电池的充放电状态切换几乎是瞬态完成。

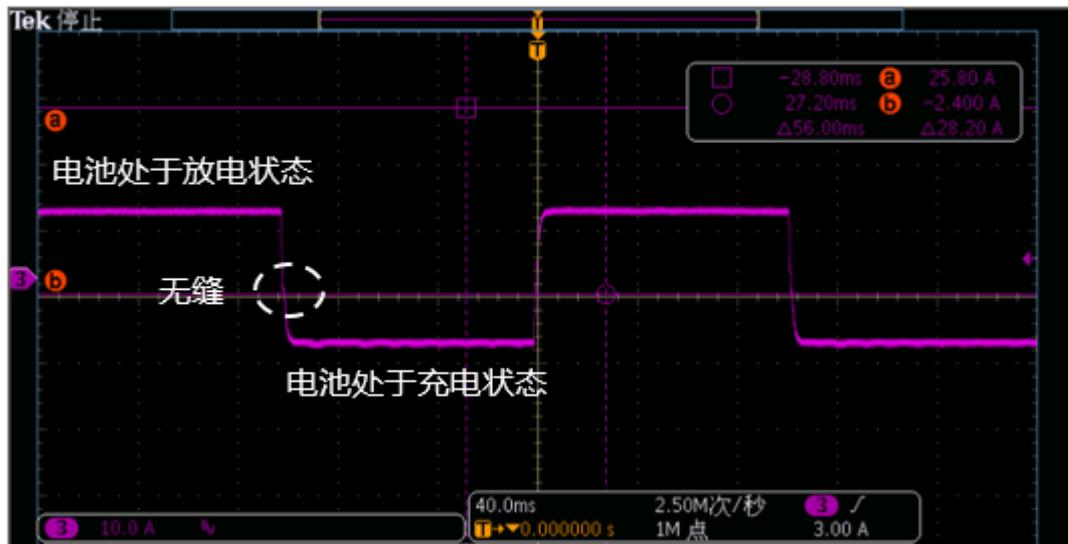


图 3 无缝充放电曲线

ITECH 的电池模拟器采用双向源载一体技术,具备“无缝”切换能力,为工程师避免上述的问题。

## 3) 动力电池特性仿真及 BMS 协议兼容性

目前新能源车主流的动力电池类型为三元锂和磷酸铁锂,比亚迪推出刀片电池,即超级磷酸铁锂,其相比较传统的磷酸铁锂具备更高的功率密度。而特斯拉也逐渐使用 21700 电芯替代原先的 18650。

动力电池技术的不断迭代,使得电池模拟器的仿真难度进一步提高。工程师不仅要满足当下电池特性曲线的仿真,又要应对不断变化的新型电池的特性仿真。另一方面,为了提升车辆的续航里程,以油电混合动力系统以及氢燃料电池动力系统为结构的新能源车型,也被广泛地采纳。针对这类混动车型(油-电,燃料电池-锂电池),其能源管理策略是重要的一项研究。在这类测试中,电池模拟器除了仿真电池的“无缝”双向流动特性,还需要仿真电池的 BMS 功能,实现与 PDU, VCU 等控制单元的交互。

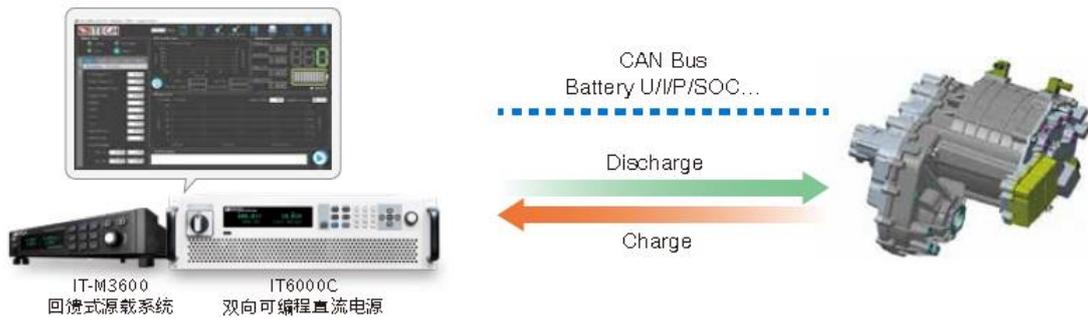
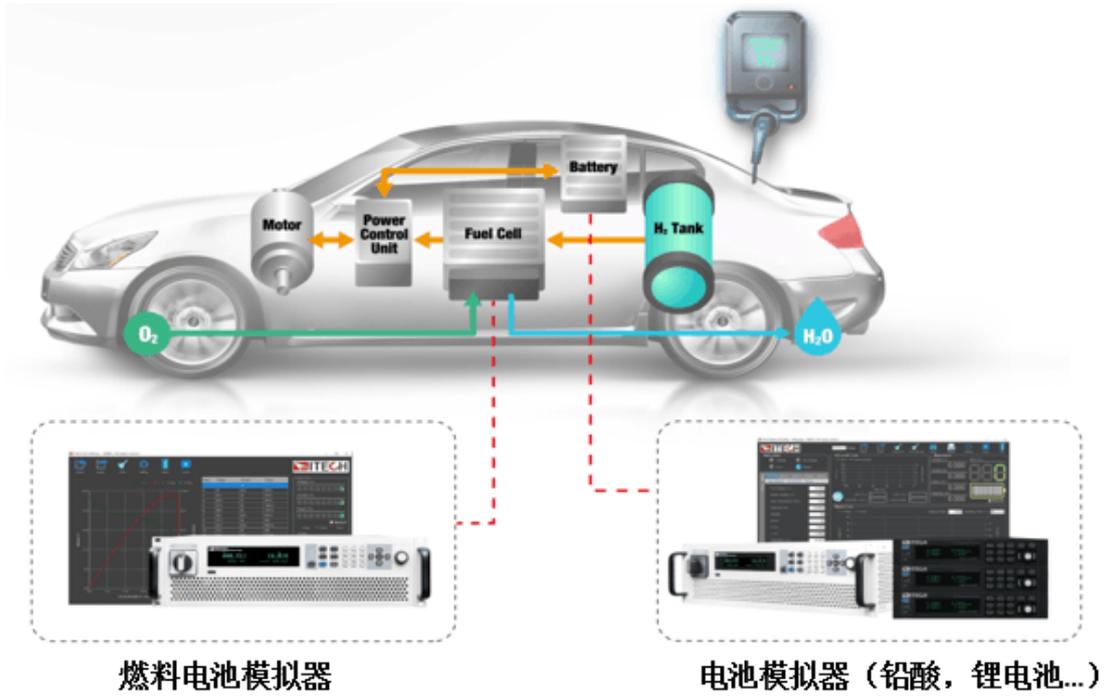


图 4 电池 BMS 仿真

### 三、ITECH 电池模拟器与传统解决方案的不同及优势

面对上述的测试挑战, 仅仅模拟电池的双向流动特性是不够的。真实的电池在使用中其特性曲线受到内阻, 环境温度以及放电深度的影响, 并最终影响整车的动力性能以及能量管理分配策略。因此, 汽车工程师在动力系统研究工作中, 离不开对电池特性的仿真模拟, 而不能仅考虑理想满电压或某一固定电压点对动力性能的影响。ITECH 的 BSS2000 Pro 电池模拟器仿真软件是 ITECH 针对新能源车动力系统研究推出的最新解决方案。利用该套软件, 工程师可以轻松地从电池类型库中调取对应的电池特性曲线, 例如磷酸铁锂和三元锂。而面对汽车行业不断涌现的新型电池, 像上一段一提到的“刀片电池”, BSS2000 Pro 提供.mat 文件导入功能, 工程师可以通过第三方 MATLAB 工具构建电池数学模型, 最后导入 BSS2000 Pro 进行模拟, 或导入实测的特性曲线。BSS2000 Pro 不仅为满足当下的需求而研发, 更轻松应对汽车行业不断变化的需求。

- 1) 内置多达 8 种类型电池特性曲线 (磷酸铁锂, 三元锂...)
- 2) 对新型动力电池特性仿真, 提供用户自定义和.mat 文件导入功能
- 3) 初始容量 SOC 设定功能
- 4) SOC&OCV 上下限保护参数设定功能
- 5) 支持以 CAN 报文发送电池模拟器电压、功率、电流及 SOC 状态
- 6) 实时监控电池模拟器的状态 (电压, 电流, 功率、充电容量/能量)
- 7) 完善的报表功能



燃料电池模拟器

电池模拟器 (铅酸, 锂电池...)

图 5 电电混动结构