

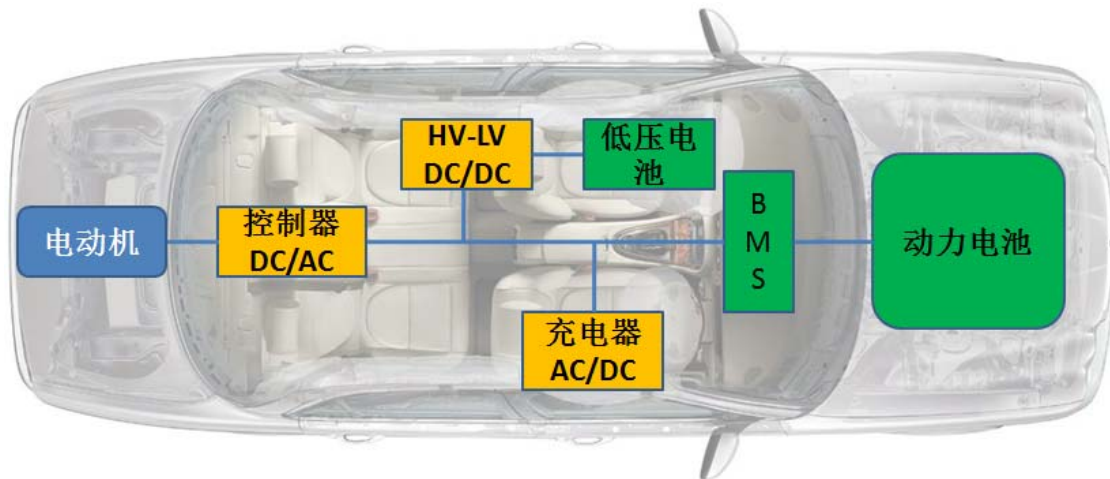


新能源汽车电动机及控制器测试

随着环境污染与能源危机问题的日益严峻，纯电动汽车、混合动力汽车和燃料电池汽车等新能源汽车成为了世界各国研发的热点。纯电动汽车作为新能源汽车的重点发展方向，动力电池、电动机及控制器的性能是其技术的核心。混合动力汽车中燃油系统与电驱系统并存，在供电系统的运行模式及动力系统的控制上则更加复杂，其下还有增程汽车、插电混合动力汽车等细分概念。而燃料电池车技术在全球还属于起步阶段。双象限工作模式、动力电池供电、高动力需求等特点，使得新能源汽车中的电动机及控制器的测试方法与普通电机相比有较大区别。艾德克斯致力于提供新能源行业的测试解决方案，有 IT8900、IT6500 等多款高性能产品可供选择。

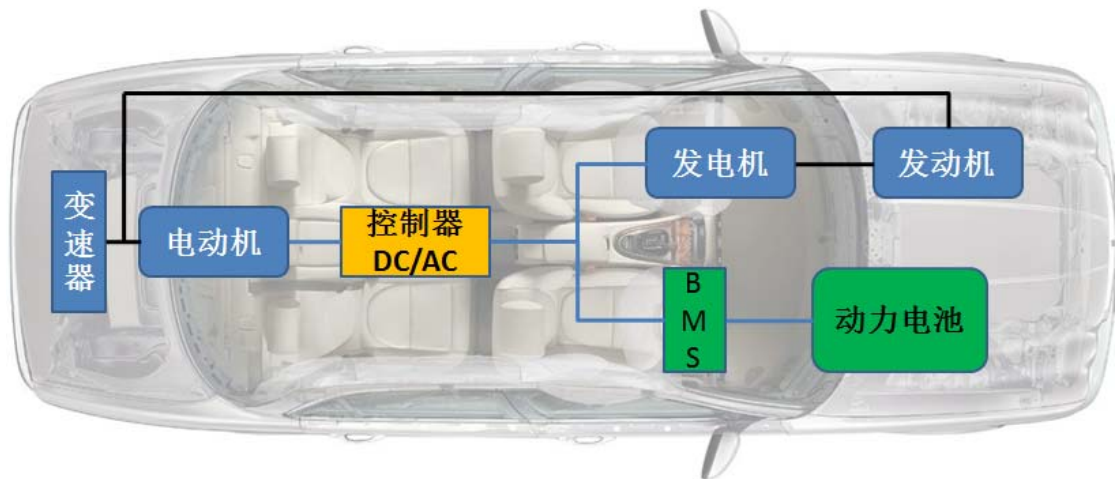
一、 新能源汽车系统结构

纯电动汽车中由动力电池提供高压直流电，经控制器驱动电机产生动力。电机的典型型式有异步电机、永磁同步电机、开关磁阻电机等。电机控制器包括逆变器及控制器功能，负责动力电池与电机之间的能量传输，并接受整车控制器 VCU 的控制。



图一、纯电动汽车系统示意图

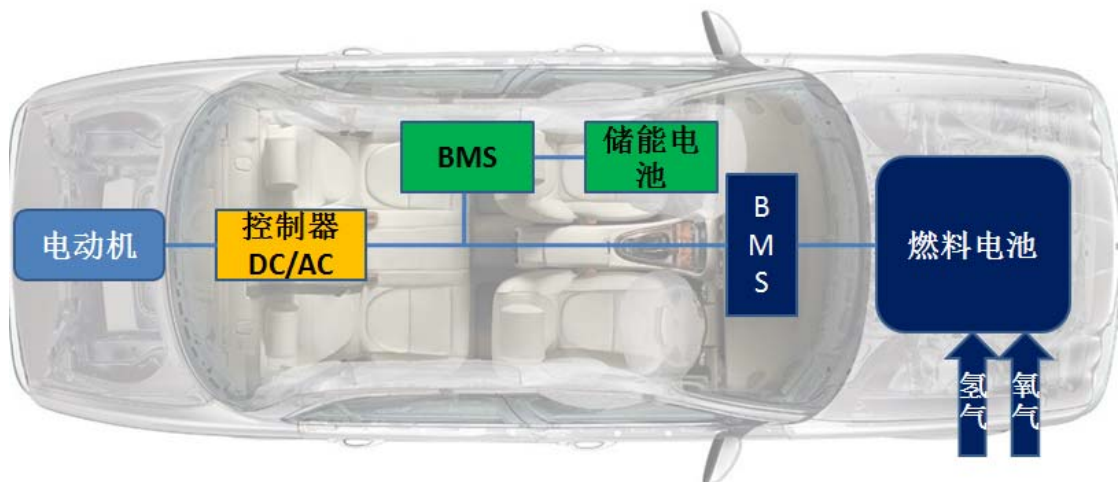
混合动力汽车的动力系统根据发动机与电池系统的关系，可以分为串联型、并联型以及混联型。插电式混动汽车则增大了动力电池的容量，并配置了车载充电机。



图二、混合动力汽车系统示意图

以混联混合动力系统为例，两种动力单元既可以各自独立驱动汽车，也可以协同合作。发动机可以在与电动机共同工作时通过发电机为动力电池充电。在启动、上坡、制动、下坡等不同运行工况下，考虑电池组的剩余容量状态，电机控制器对电机及动力电池运行状态进行相应的控制。在一些混动系统中，发电机与电动机集成为一台电机，电机及控制器系统需反复在两种状态间切换。

燃料电池与其说是一种电池，不如说是一个发电设备。因其启动性能较差，目前的一个主流研究方向是形成燃料电池+储能电池或者燃料电池+超级电容的混合发电系统。控制器要完成燃料电池驱动电动机、储能电池驱动电动机的 DC-AC 控制，也要完成能量回馈时向储能部分充电的功能。



图三、燃料电池系统示意图

二、测试要求

国内的新能源汽车准入要求中明确规定了整车厂须具备动力系统、驱动系统、控制系统集成测试能力、电子电控测试系统功能测试能力；对于零部件厂商来说，这一块的开发能力也是重中之重，包括型式试验及出厂测试等。

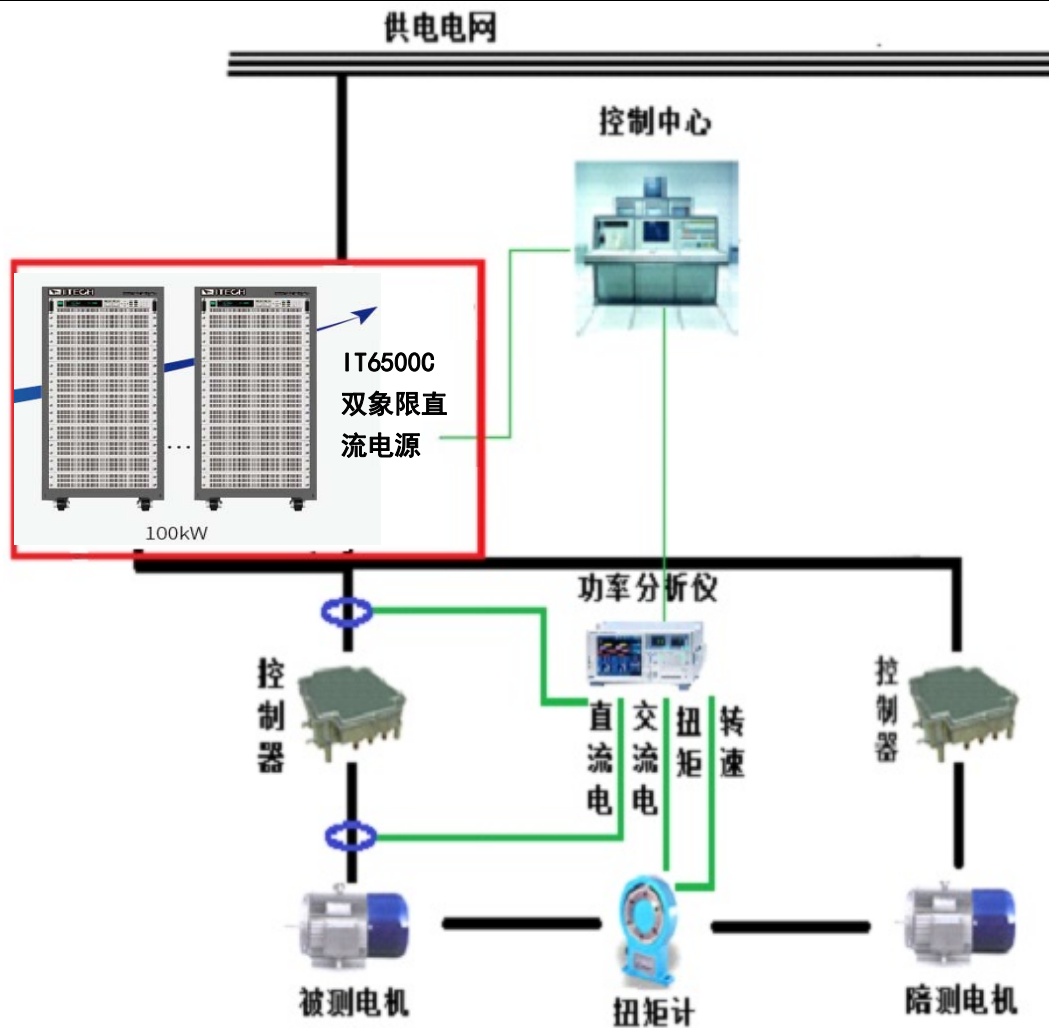
电动汽车用电机及控制器的测试标准遵循国标《GB-T18488 电动汽车用电机及其控制器》，试验项目包括一般性能、环境试验、温升试验、电机转矩特性及效率、再生能量回馈特性等测试。主要试验内容：空载试验、负载效率试验、堵转试



验、电机温度、电机温升、过载能力试验、最高工作转速、超速试验、电机控制器保护试验等。

目前常见的电机测试系统有两种：1、测功机系统；系统包括前段供电测试直流电源（电池模拟器），测功机，变频器，测试所需仪器仪表等。2、电机对拖测试系统；系统包括前段供电测试直流电源（电池模拟器），陪测电机电控，测试所需仪器仪表等。测试装置中电机控制器电源部分可采用双象限直流电源或直流电源加直流负载的形式。测试用电源部分的性能及可靠性直接决定了系统的实验能力,因此对电源有如下要求：

- 1、电源输出具有快速的动态响应特性（突加载，突减载，充放电转换等），艾德克斯 IT6500 系列最小电压上升时间高达 3ms，可以满足各种工况要求。
- 2、电源的高可靠性和稳定性及转换效率，艾德克斯电子具有广泛的电源及负载产品线及测试系统产品，在产品稳定性及可靠性方面有着明显优势。
- 3、电源应具有较高的输出精度，IT6500 系列最大电压精度达 0.05%+30mV，可以轻松满足测试系统的精度要求。
- 4、电源应具有双象限特性，能够吸收电机反馈的电能。IT6500C 直流电源搭载功率耗散器具有双象限无缝切换功能，有效避免电压或电流过冲。
- 5、满足标准中对电机及其控制器试验中对电源的要求，应符合车辆用电池的电压电流特性，电源输出阻抗应与电池阻抗尽可能相等。IT6500C 直流电源具有输出阻抗可调功能，相比普通直流源能更精准的匹配电池模拟需求。



电机对拖测试系统示意图

三、再生能量回馈功能

在城市工况下行驶的汽车大约有 1/3 到 1/2 用于直接驱动车辆运行的能量被消耗在制动过程中。若能对这部分耗散的能量加以回收利用，可大大提高整车能量经济性。电驱动汽车的制动能量回收，又称回馈制动或再生制动，是指在减速或制动过程中，驱动电机工作于发电状态，将车辆的部分动能转化为电能储存于电池，同时施加电机回馈转矩于驱动轴，对车辆进行制动。该技术的应用一方面增加了电驱车辆一次充电的续驶里程，另一方面减少了传统制动器的磨损，同时还改善了整车动力学的控制性能。因此，研究制动能量回收集成化技术具有重要意义和广阔的前景

电机的正反转和车的前进倒退状态是锁定的，当转速高于期望的转速时即制动时，通过变流器改变了励磁电流的导通相位，电机输出负转矩，使车速降低，这时偏高的转速导致的反电势超过控制器的输出电压，电机进入发电状态。前进制动时，电机正转，可以发电；后退制动时，电机反转，同样可以发电。如果设计不好的话，高速运行时产生的反电势可能会超过控制器和电机的设计耐压，导致零部件的损坏，所以在电动机及控制器测试中，再生能量回馈功能也是重要的一项。

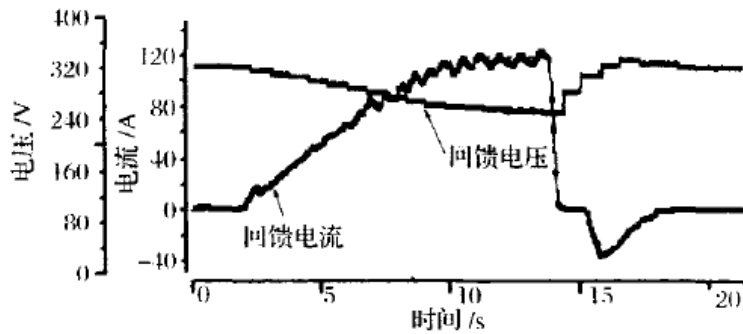


图 4 制动回馈电压电流

再生能量回馈功能测试中，可利用陪测电机作为原动机带动待测电动机运行于发电状态，控制器接 125% 额定电压的电源，在不同转速下进行性能测试。在车辆制动工况下，回馈电压电流的控制一方面需考虑使电机发电效率、逆变器工作效率、蓄电池充电效率等电气参数保持在高效区，另一方面实施能量回馈后的制动加速度、加速度变化率等制动感觉要与常规汽车相仿，驾驶感柔顺。因此回馈电压电流曲线不是简单的恒压或恒流方式，而是由控制器按控制策略进行调节，要求测试电源具备双象限电流能力，能匹配动力电池组的高电压及大电流，而且具有较高的精度及良好的动态响应特性。

艾德克斯 IT6500 宽范围大功率可编程直流电源最大功率达 100kW，高达 1000V、1200A 输出范围，搭配功率耗散器可将吸收电流能力扩展到 100%，功率吸收扩展 300%，是新能源电动车电动机及控制器测试的最佳选择。