



## 电动车用大功率 IGBT 模块测试方案

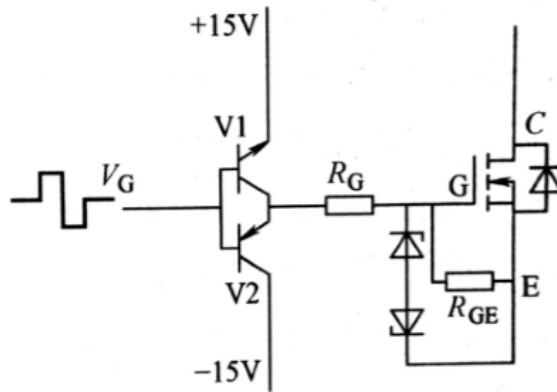
IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 是一种复合全控型电压驱动式功率半导体器件, 为世界公认的电力电子第三次技术革命的代表性产品, 具有高频率, 高电压, 大电流, 易于开关等优良性能。IGBT 模块是由 IGBT 与 FWD (续流二极管芯片) 通过特定的电路桥接封装而成的模块化半导体产品, IGBT 模块具有节能、安装维修方便、散热稳定等特点; 当前市场上销售的多为此类模块化产品。随着节能环保等理念的推进, 此类产品在轨道交通、智能电网、航空航天、电动汽车与新能源装备等领域应用极广。应用产品如风力发电变频器、光伏逆变器、轨道交通牵引变流器、电动汽车电机控制及充放电控制等。



IGBT 芯片及模块

国外企业如英飞凌、ABB、三菱等厂商研发的 IGBT 器件产品规格涵盖电压 600V-6500V, 电流 2A-3600A, 已形成完善的 IGBT 产品系列。我国却是全球最大的功率半导体消费市场, 2016 年 IGBT 市场规模约为 105.4 亿人民币, 占全球市场的 40% 以上, 未来一段时期仍将保持 15% 以上的速度增长, 市场潜力巨大。但 IGBT 芯片技术含量极高, 制造难度非常大, 其研发、制造、应用是衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志。封装 IGBT 模块所用芯片大多由英飞凌、ABB 等国外公司提供, 只有极少量的芯片由国内生产, 国产 IGBT 芯片年产值不到 1 亿元。国内厂家一方面加速扩大 IGBT 模块生产规模, 一方面大力投入 IGBT 芯片研发。

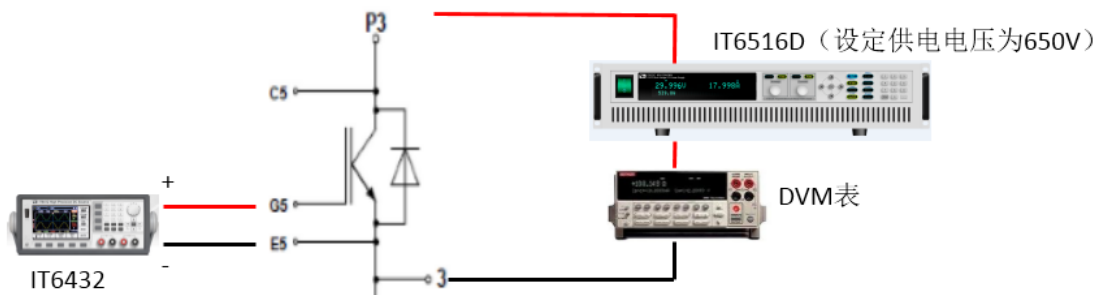
以新能源汽车应用 IGBT 模块为例, 电动控制系统的 IGBT 模块成本约占整车成本 10%, 车载空调控制系统及充电系统同样用到 IGBT 模块。IGBT 的芯片研发、模块封装、模块应用都需要有高性能的测试设备来保证产品质量。艾德克斯电子致力于“功率电子”产品为核心的产业测试解决方案的研究, 也为 IGBT 模块提供大功率高精度测试方案。



典型 IGBT 的栅极驱动电路

IGBT 的端子为 C: 集电极、G: 栅极、E: 发射极，一般在 G 和 E 之间接入-15V~+15V 范围间电压，驱动 IGBT 关导通或关断通过正负电压的交替，实现 IGBT 的导通和关断控制。

电动车用 IGBT 模块常用的典型型号为 650V、550A 的模块，其测试项目，主要包括额定值测试、特性测试、耐久性及可靠性测试等。在额定值测试中，我们可以选用艾德克斯 IT6500D、IT8900、IT6432 等设备完成测试。

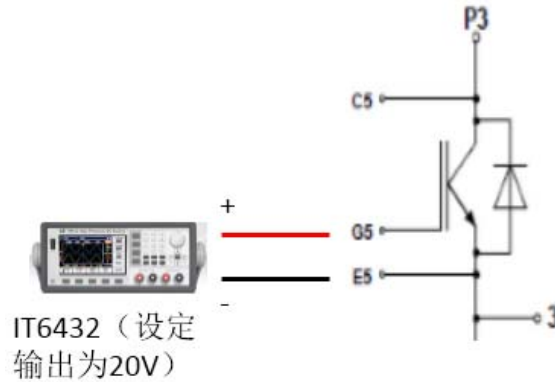


### 1、集电极-发射极截止电流 ICES 测试

测试条件：在  $V_{CE}=650V$ ， $V_{GE}=0V$ ， $T_{vj}=25^{\circ}C$  的条件下， $I_{ces}$  需要小于等于 5mA。

推荐设备：IT6516D (750V/15A/1800W)，IT6432

IT6500D 系列宽范围大功率直流电源，功率高达 30kW，电压电流输出高达 1000V、1200A，支持 CV\CC\CW 模式下上升下降时间可调，具有高分辨率及高精度，模块化设计在大功率应用中更加稳定。

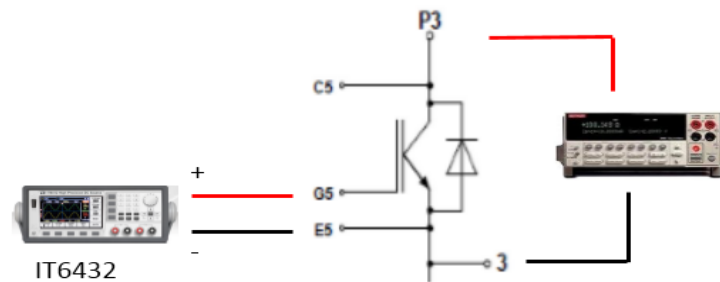


## 2、栅极-发射极漏电流 $I_{GEs}$ 测试

测试条件：在  $V_{CE}=0V$ ， $V_{GE}=20V$ ， $T_{vj}=25^{\circ}C$  的条件下，测试  $I_{ges}$  电流。

推荐设备：IT6432

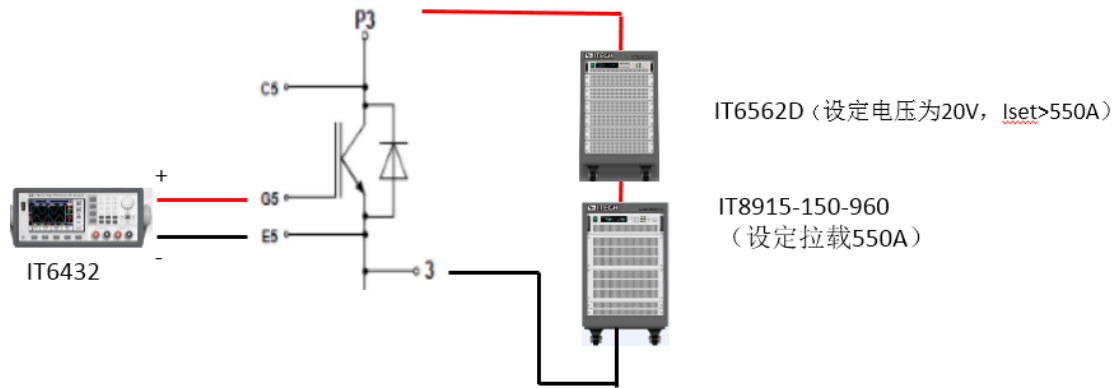
IT6432 双极性直流电源，输出为  $\pm 30V$ 、 $\pm 5A$ ，同时具有超高的电流量测精度达  $0.005\%+0.3\mu A$ ，电流显示分辨率高达  $100nA$ 。



## 3、栅极-发射极阈值电压 $V_{GE(th)}$ 测试

测试条件：将 C 和 E 之间短接，从零开始逐渐增加栅极-发射极 (GE) 间的电压,当检测到集电极电流达到规定  $13mA$ ，记录此时的  $V_{GE}$  值。

测试设备：IT6432



#### 4、集电极-发射极饱和电压 $V_{CE(sat)}$ 测试

测试条件：由电压源对被测器件施加规定 15V 电压;调节集电极-发射极电流至规定值 ( $I_c=550A$ ),这时相对栅极脉冲稳定部分的集电极-发射极电压即为集电极-发射极饱和电压值。

实验方法：负载控制  $I_c=550A$ , IT6432 提供  $V_{ge}=15V$ , 用 DVM 表量测  $V_{ce}$  值。

测试设备：IT6562D(80V/600A/15KW) IT6432 IT8915-150-960 (150V/960A/15KW)

IT8900 高性能大功率直流电子负载，支持主从机并联，可将功率扩展至 600kW，50kHz 高速测量、25kHz 动态测试、瞬间过功率加载能力，能满足大功率大电流测试需求。

艾德克斯电子在新能源及功率电子行业有丰富的测试经验，IT6500D 系列宽范围大功率直流电源、IT8900 高性能大功率直流电子负载在大功率、高电压、大电流的场景下均有高性能稳定表现，IT6400 双极性直流电源具备双极性 & 双象限特性，超高的精度和分辨率是研发测试时的明星电源产品。