

应用手册 2024-10

V01 2024-10

AKS IGBT 应用手册

目录

- 1. 器件特点和通用应用建议2
- 2. IGBT 驱动.....3
 - 2.1 驱动布线.....3
 - 2.2 串扰.....3
- 3. Vce Vge 震荡和应力调试.....4
- 4. IGBT 并联应用5
 - 4.1 静态均流5
 - 4.2 动态均流5

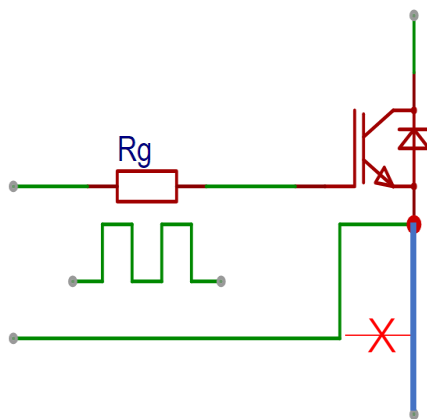
1. 器件特点和通用应用建议

产品特点	应用特点	应用注意事项
T 系列（后缀 T），较低 V_{th} ，高跨导，更低的打开损耗。合适的拖尾电流抑制 dv/dt	较高的打开速度（ di/dt 较大），较友善的关断电压尖峰。	避免太高 di/dt 产生震荡，建议更大的 R_g （GE 外部并联电容或 RC）或更低驱动电压来降低 di/dt 。较低的主回路寄生电感也会大幅度降低震荡和电压应力。
H 系列（后缀 H），高跨导，低拖尾电流，高开关速度，低开关损耗。无短路能力	适合高频应用。往往伴随高 di/dt 和高 dv/dt 。	较低的主回路寄生电感会大幅度降低震荡和电压应力，尤其驱动回路尽量和发射极电流路径尽早分开（类似开尔文驱动）。合适的外部 R_g （或栅极并联 RC 吸收）
全系列	有些半桥类 0 压关断应用，容易串扰误导通	建议 GE 外部并联电容（容值约 1-2 倍 C_{ies} ）或 RC。在 IGBT 内部 R_g 较大时（比如 4Ω 或以上），往往直接并联电容即可。 内部 R_g 很小时，建议电容先串联电阻（阻值一般 2-5 Ω ）再和栅极并联。

2. IGBT 驱动

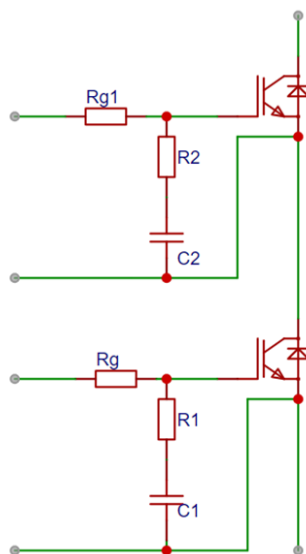
2.1 驱动布线

1. 驱动回路面积尽量小，驱动芯片尽量靠近 IGBT。
2. 驱动连接到发射极 E 引脚布线和发射极的 Ice 电流（右下图蓝色线）不共用电流回路或少共用电流回路。



2.2 串扰

在半桥类应用中，尤其是 0 压关断的应用，经常会伴随串扰误导通问题。即上管打开时，下管的 V_{ce} 会突然上升，从而因米勒电荷 Q_{gc} 充电，带动 V_{ge} 突然上升，超过 V_{th} 时 IGBT 就会逐渐打开。为了抑制 V_{ge} 上升高度，往往推荐负压关断。当使用 0 压关断时，建议如图 GE 外部并联 RC，其中 C 值往往为 C_{ies} 电容值 1-2 倍。R 值为 0-5 欧（0 欧代表可以不用此电阻，直接并联电容）。注意 RC 要紧靠 GE 引脚，最小环路面积。



3. Vce Vge 震荡和应力调试

常见 Vce 震荡是由大 di/dt 引起，它是主电流回路 PCB 走线和器件引脚寄生电感组合的 L 和 PCB 走线寄生电容及器件 C_{oss} 间的谐振，正常震荡波形是阻尼正弦波。所以减小 Vce 震荡往往通过减小 di/dt ，包括 FRD 反向恢复后沿 di/dt 和 IGBT 自身关断 di/dt ，即降低 IGBT 开关速度，加大 R_g 或者 g_e 间并联的电容（含 RC 串联）。

减小主回路布线寄生电感则可以大幅度降低谐振能量，有效抑制震荡时波幅。

还有一种震荡为沟道打开或关闭过程中震荡，表现为 Vge 也一起震荡，这种也是典型米勒震荡。严重情况会产生剧烈谐振，过高 dv/dt ，导致 IGBT（触发内部门锁效应）失效。这种情况往往是驱动回路产生了谐振，往往是驱动连接到发射极 E 引脚布线和发射极的 Ice 电流共用回路导致或 GE 外部直接并联了电容（而本身 IGBT 内部 R_g 很小）。如果此方面不能优化，则可以尝试栅极串联磁珠，或同时给 C 串联磁珠（会影响 Vce 尖峰电压），抑制驱动回路谐振。

4. IGBT 并联应用

4.1 静态均流

由器件本身 V_{ce} 和 V_f 决定，正温度系数器件对静态均流有帮助。为了防止并联器件静态均流差异扩大，建议并联器件共用同一散热器（这样并联器件的结温差异会较小），以防不同散热器因位置不同（风道不同）产生散热性能差异较大，让器件结温差异较大，从而产生更大静态均流差异。

4.2 动态均流

动态均流差异由器件参数差异，主要是 V_{th} , R_g , C_{ies} 影响。更由门极驱动回路差异，并联 MOS 主回路布线电感差异，尤其是发射极布线电感差异决定。并联应用中确保从每个单管的功率发射极到电流汇总节点的寄生电感相等（即下图 L_{e1} 和 L_{e2} 相等）。否则会在功率发射极和驱动回路间形成环流（器件栅极电容和驱动回路寄生电感形成 CLLC）。导致并联管的栅极震荡。发射极驱动回路增加电阻（下图 R_3 和 R_4 ）能减小并联管之间环流。

