

# 三安第六代 650V 碳化硅肖特基势垒二极管

更低  $V_F$ ，更高效率

## PB2025-D03 产品简介



作者：三安半导体 应用工程师 黄俊添、杨威、牛琪辉

在电力电子电源的设计以及应用中,往往会追求系统的高效率运行,需将系统功率损耗降至最低。由于碳化硅肖特基势垒二极管(SiC SBD)为多数载流子器件,仅通过电子的移动实现载流,不存在反向恢复电荷,所以 SiC SBD 中的导通损耗  $P_{cond}$  通常是主要的工作损耗来源。对于导通损耗  $P_{cond}$  的数学表达式如下所示:

$$P_{cond} = V_F * I_F$$

$I_F$  为电路系统中流过 SiC SBD 的导通电流,因此,想要获得更小的导通损耗,更佳的系统效率,应该选择正向导通压降  $V_F$  尽量低的二极管器件。

三安第六代(G6) 650V SiC SBD 相比较于第三代(G3) SiC SBD 器件具有更低的  $V_F$ , 这使得在相同应用工况下,三安 G6 650V SiC SBD 在损耗与温升评估时会更具优势。图 1 左为三安 650V/4A G3、G6 器件分别在常高温下  $V_F$  曲线对比;图 1 右为三安 650V/10A G3、G6 器件分别在常高温下  $V_F$  曲线对比:

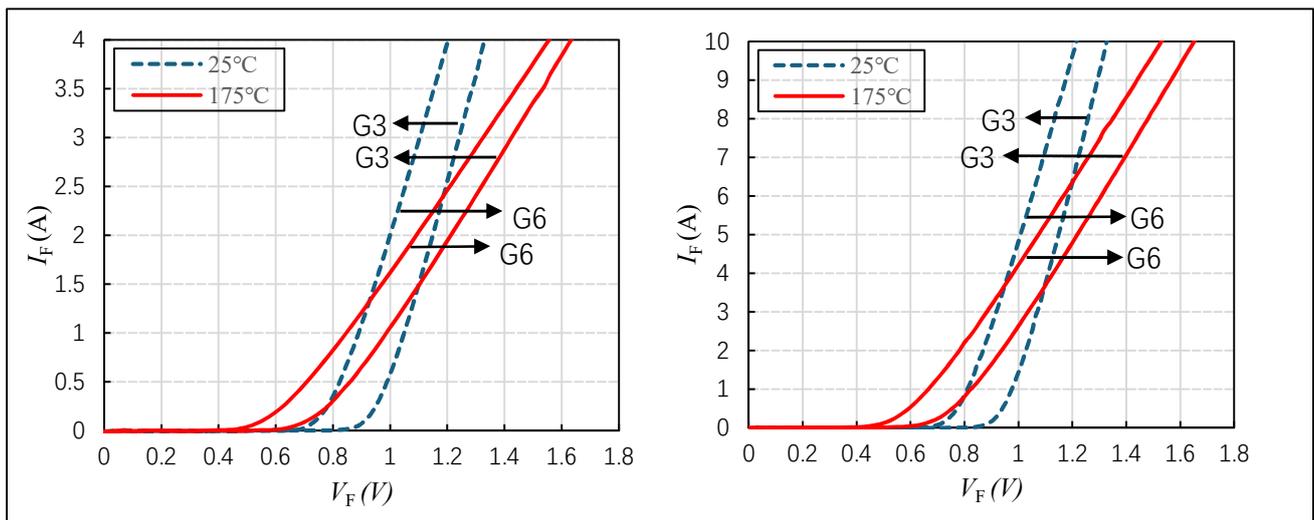


图 1 三安 650V 等级 G3、G6 器件常高温下  $V_F$  曲线对比 (4A 左, 10A 右)



由图可知，SiC SBD 的  $V_F$  常温与温度呈正温度特性，这使得 SiC 器件相比较于传统硅器件在高温或并联使用时更具优势。在多个 SiC SBD 并联时，若某一支路因温度升高导致导通电阻增大，迫使其它支路分担更多电流。这种特性避免了传统 Si 器件因负温度系数特性因电流集中而引发的热失控风险。从图 1 与图 2  $V_F$  对比结果来看，由于 650V G6 SBD 器件常高温以及大电流或小电流情况下  $V_F$  均小于三代器件，这会使 G6 平台器件在应用中更具优势。

为进一步验证三安对于 650V 平台 G6 SiC SBD 在温升以及散热性能上的改善。将不同代际(G3、G4、G6)的芯片封装成标准的 TO220 二极管器件，在温升测试实验中，相同的散热条件下，测试环境温度  $T_{amb} = 23^\circ\text{C}$ ，650V/4A SiC SBD 通入直流电流  $I_{DC} = 2\text{A}$ ，650V/10A SiC SBD 通入直流电流  $I_{DC} = 5\text{A}$ 。测试器件塑封面最高热点温度，G6 SiC SBD 相较于 G4 与 G3 器件温升均有不同程度的降低，具体结果如图 2。

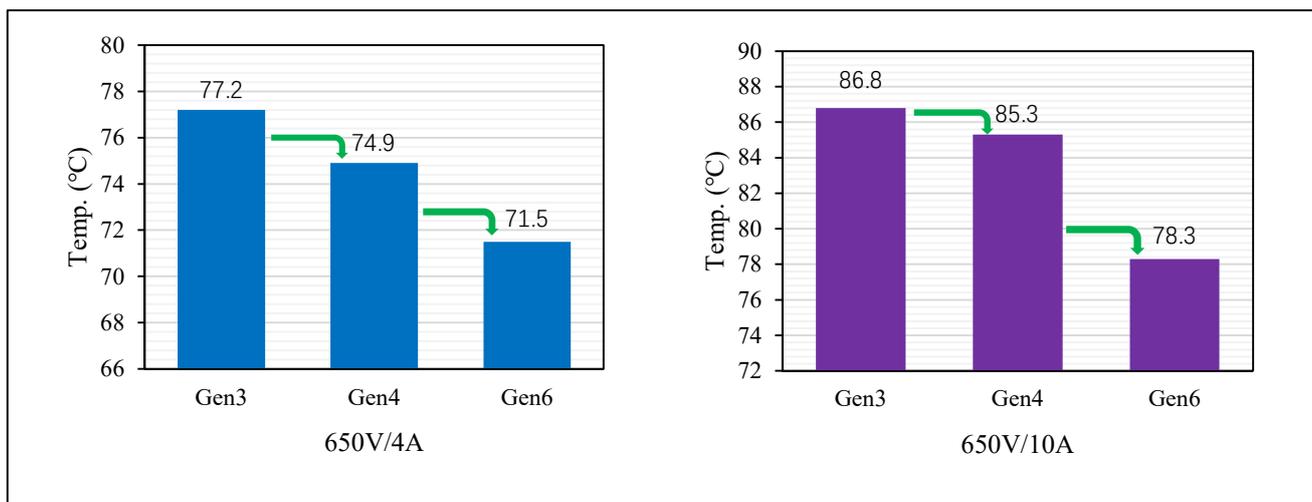


图 2. 三安 650V 等级 G3、G4、G6 器件温升对比 (4A 左, 10A 右)

由图 2 可知 650V/4A G6 SBD 相较于 G3 器件温升降低 7.4%，650V/10A G6 SBD 相较于 G3 器件温升降低 9.8%。三安 650V 平台 SiC SBD G6 器件温升的降低，在温升与散热性能上有所改善，更有利于电源系统的热设计以及效率的提高。

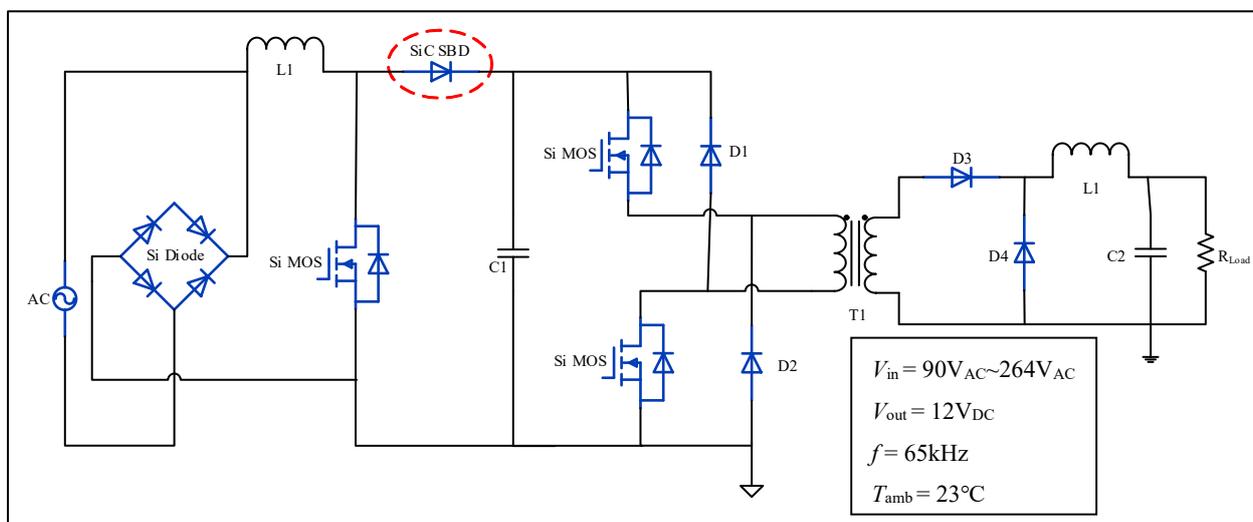


图 3. 100W LED 电源拓扑



在实际的应用场景中（原理图如图 3 所示），三安 650V G6 SBD 同样能展现出良好的性能表现。如下为三安 650V/4A G6 SiC SBD 器件 SDS0650J004C6 在 100W LED 电源上的温升效率测试。电源采用前级 PFC 后级双管正激拓扑。

如下图 4 与图 5 所示为 LED 电源整机系统的在环境温度  $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$  不同输入电压等下 SDS0650J004C6 与 650V/10A Si 快恢复二极管(FRD)带载效率对比：

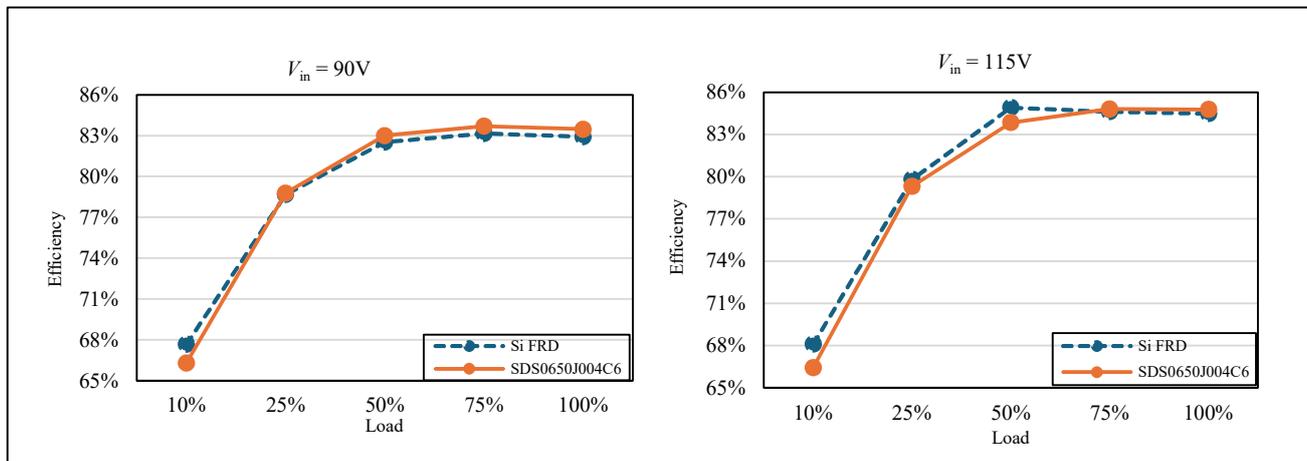


图 4. SDS0650J004C6 与 10A Si FRD  $V_{in} = 90\text{V}/115\text{V}$  带载效率对比

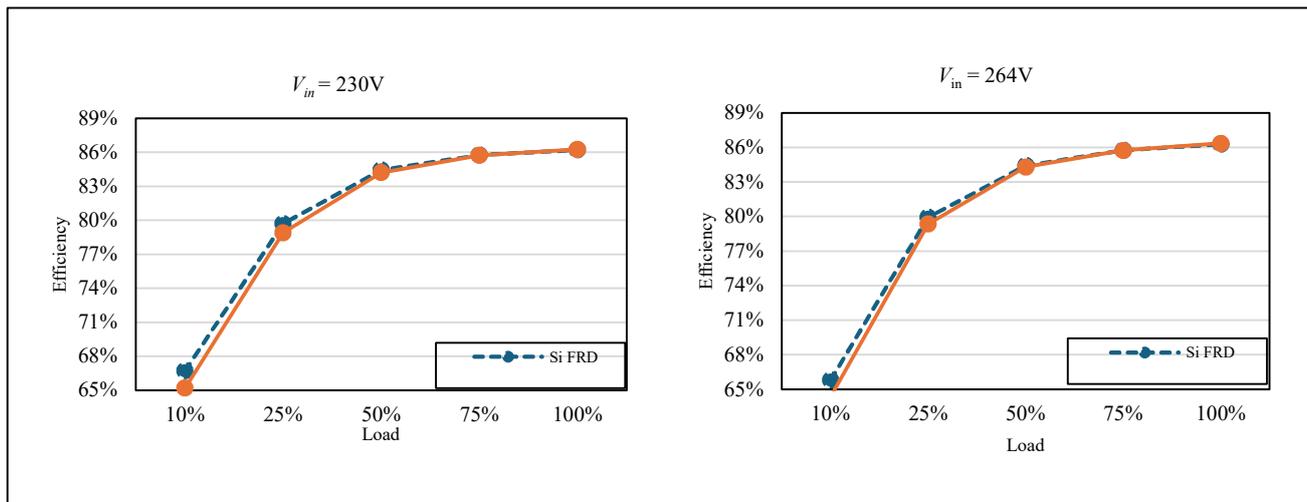


图 5. SDS0650J004C6 与 10A Si FRD  $V_{in} = 230\text{V}/264\text{V}$  带载效率对比

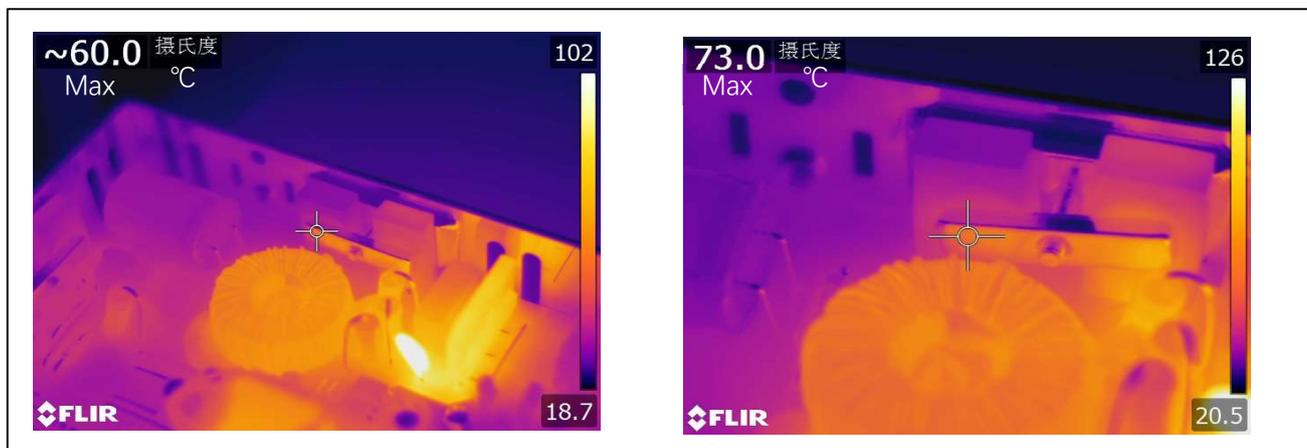


图 6. SDS0650J004C6 与 10A Si FRD 安装金属条上表面温度 (SDS0650J004C6 左, 10A Si FRD 右)



如上图 6 所示分别为 100W 功率，90V 输入电压，满载工况下 SDS0650J004C6 与 Si FRD 的安装金属压条上表面温度。

由测试数据可知，尽管在较为严苛恶劣的工况考核下，SDS0650J004C6 的器件表面温度约为 60°C，最高整机效率为 86.48%。在整机效率与 10A Si FRD 相当的状态下，10A Si FRD 温升为 73°C，比 SDS0650J004C6 高约 13°C。这是由于 SiC 器件的低导通损耗直接减少了二极管自身以及周围元器件的温升，且 SiC SBD 的反向恢复电流( $I_{rr}$ )几乎为 0，仅由结电容引起与寄生杂感的振荡；而 Si FRD 的  $I_{rr}$  较高，且 Si FRD 在反向恢复过程中易产生电压尖峰和振荡(硬恢复)，这会导致更大的能量损耗和较高的温升，除此之外还会引起更严重的 EMI 问题。随着电源设计发展，为了追求更高的开关频率以及更大的功率，Si FRD 的这些问题以及使用隐患会被进一步放大，而 SiC SBD 的优势就会更加明显。

综上所述，三安 G6 SiC SBD SDS0650J004C6 的低导通电压  $V_F$ ，可带来较低的器件温升，这一优势可帮助电源设计工程师在设计时能简化散热，使整机系统重量更轻，更紧凑，提升功率密度，能有效控制成本，并且较低温升可延长器件的使用寿命，减少热失控风险。



## 三安第 6 代 650V SiC SBD 产品系列

$I_F$ (A)	TO220-2L	TO220N-2L	TO252-2L	SMA	SMB	Bare die
View						
2A					SDS26E6	SDS065J002B6
4A	SDS065J004C6		SDS065J004D6	SDS46A6	SDS46E6	SDS065J004B6
6A			SDS065J006D6			SDS065J006B6
10A	SDS065J010C6	SDS065J010N6	SDS065J010D6			SDS065J010B6

(持续丰富，最新产品详见官网或联系销售)

Industry application

