

半导体器件实用备查手册系列书

IGBT

实用备查手册

阳鸿钧 等 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

TN368.2/1

2008

半导体器件实用备查手册系列书

IGBT

实用备查手册

阳鸿钧 等 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是《半导体器件实用备查手册》系列书之一，本手册介绍了上千种 IGBT 的生产厂家、极限参数、电参数、尺寸图、外形图或内部等价图，这些均是从事电子行业实际工作中必备的珍贵资料。

本书广泛适用电子科技人员、各类电器设计人员、各类电器维修人员以及相关学校的师生，是一本电子行业从业人员难得的工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

IGBT 实用备查手册 / 阳鸿钧等编. —北京: 中国电力出版社, 2008.

(半导体器件实用备查手册)

ISBN 978-7-5083-6700-2

I. I… II. 阳… III. 绝缘栅场效应晶体管-技术手册
IV. TN386.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 011038 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 5 月第一版 2008 年 5 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 36 印张 762 千字

印数 0001—3000 册 定价 48.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前 言

半导体器件是工程技术人员、电工电子从业人员、大中专院校师生、各科研机构、各电气维护与维修人员、电子器件营销人员等广大读者朋友必需面对的电子器件或者电力器件。

IGBT 是一种应用“突飞猛进”的必需值得关注的一种半导体器件。IGBT 与其他半导体器件一样具有很多种具体型号，而具体型号的具体参数是设计或者维修、学习或者工作一定要知道或了解的。而要了解查阅如此多的数据与型号，相关人员急需一本实用、好用、适用的工具书供查阅，才能满足需要。

本套系列书就是为满足这方面的需要而编写的。

本书收录了大量 IGBT 的数据、内部电路图、外形图，以数字与英文字母为序进行排列，型号以计算机排序方法进行自动排序，从而有利于读者快速、准确地查阅。

IGBT 与其他半导体器件一样，可能由于版本的更新、技术参数的优化、测试条件的变更以及各大生产厂家技术参数的提供环境变化等一些因素的影响，会造成一些 IGBT 参数的变化，因此，读者在使用时一般应与器件相应生产厂家确认好再使用。

本书在编写过程中，参阅了各 IGBT 产家的 IGBT 数据手册，在此，向他们深表谢意。同时，希望他们的优质产品，能够得到本书读者的认可与赞许。

本书的编写还得到了很多同志的支持，由于篇幅有限，不能一一列举，在此，也向他们表示谢意。

由于时间与水平有限，书中有不足之处，望读者批评指正。

编 者



目 录

前言	
第 1 章 IGBT 概述 1	
1.1 内部结构..... 2	
1.2 符号、内部等效电路与参数..... 3	
1.3 分类..... 9	
1.4 厂家..... 10	
1.5 工作特性..... 15	
1.6 检修..... 17	
1.7 使用注意事项..... 18	
1.8 本书使用说明..... 19	
第 2 章 IGBT 备查数据 21	
2.1 数字..... 21	
2.1.1 导查..... 21	
2.1.2 备查..... 21	
2.2 A 类..... 123	
2.2.1 导查..... 123	
2.2.2 备查..... 123	
2.3 B 类..... 150	
2.3.1 导查..... 150	
2.3.2 备查..... 150	
2.4 C 类..... 185	
2.4.1 导查..... 185	
2.4.2 备查..... 185	
2.5 D 类..... 217	
2.5.1 导查..... 217	
2.5.2 备查..... 217	
2.6 F 类..... 224	
2.6.1 导查..... 224	
2.6.2 备查..... 224	
2.7 G 类..... 252	
2.7.1 导查..... 252	
2.7.2 备查..... 252	
2.8 H 类..... 273	
2.8.1 导查..... 273	
2.8.2 备查..... 273	
2.9 I 类..... 361	
2.9.1 导查..... 361	
2.9.2 备查..... 361	
2.10 M 类..... 446	
2.10.1 导查..... 446	
2.10.2 备查..... 446	
2.11 P 类..... 451	
2.11.1 导查..... 451	
2.11.2 备查..... 451	
2.12 S 类..... 464	
2.12.1 导查..... 464	
2.12.2 备查..... 465	
2.13 V 类..... 526	
2.13.1 导查..... 526	
2.13.2 备查..... 526	
2.14 其他 IGBT 参数..... 534	
附录..... 565	
附录 1 IGBT 驱动器..... 565	
附录 2 IGBT 驱动器驱动 IGBT 特点..... 569	
附录 3 专用 IGBT..... 569	
附录 4 富士 R 系列 IGBT-IPM 端子功能..... 570	
附录 5 不同厂家 IGBT 对应表..... 571	



第 1 章 IGBT 概述

IGBT 是绝缘栅双极晶体管或者绝缘门极双极型晶体管的缩写,即 Insulated Gate Bipolar Transistor,简称 IGBT。绝缘栅双极晶体管本质上是一个场效应晶体管(FET),但是与场效应晶体管在应用、特点上还是存在一定的差异。

MOSFET 场效应晶体管具有开关速度快、属于电压型控制等优点。双极功率晶体管能满足高耐压、大电流的要求等优点。但是, MOSFET 场效应晶体管与双极功率晶体管均具有一些缺点。

IGBT 单管典型结构是一个输入部分采用 MOS 结构,输出部分为双极型的功率晶体管,如图 1-1 所示。IGBT 与 FET 在结构上主要差别是 IGBT 漏极和漏区之间多了一个 P 型层(NPT-IGBT 没有)。IGBT 消除了现有功率 MOSFET 在强电流、高压、快速终端设备用所需要较高的击穿电压的源漏通道与 $R_{DS(on)}$ 参数、导通损耗等方面存在一些缺陷。

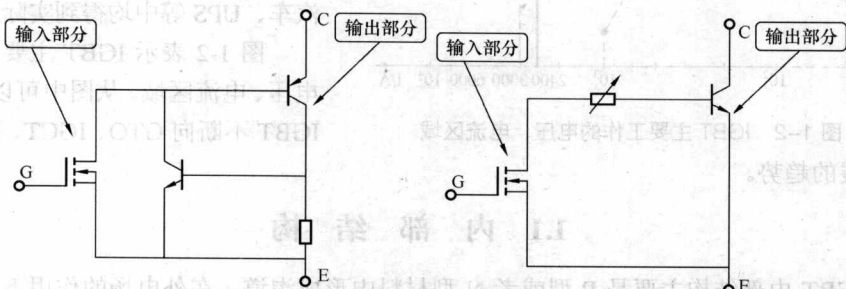


图 1-1 IGBT 单管典型结构等效电路之一

IGBT 的结构,同一个标准双极器件相比,双极器件没有快速的开关速度,是电流控制型器件,需要较大的功率驱动。因此,IGBT 可支持更高电流密度。

可见, MOSFET 半导体场效应晶体管与双极功率晶体管均不能满足小型、高频、高效率的要求,只有集 MOSFET 场效应晶体管的高速性能和双极功率晶体管的低电阻性能于一体的绝缘栅双极功率晶体管才能胜任,即 IGBT 集成了它们的优点,摒弃了它们的缺点。

另外,IGBT 与其他半导体器件比较也有一些优势。例如,绝缘栅双极晶体管与可关断晶闸管相比,绝缘栅双极晶体管具有开关损耗低、开关时间短、控制单元简单等优点。IGBT 所能应用的范围基本上替代了传统的晶闸管(SCR)、可关断晶闸管(GTO)、晶体管(BJT)等器件。

总之,IGBT 有着其独特的特点:IGBT 集双极型功率晶体管低电阻和功率 MOSFET

高速性能等优点于一体，具有电压控制、驱动功率小、控制电路简单、输入阻抗高、开关损耗小、耐高压、热稳定性好、通断速度快、较大的安全工作区、较大的短路承受能力（承受电流大）以及工作频率高等优点，在变频器、各类电源、电工电子装置、家电设备中得到了广泛应用。同时，IGBT 也在不断变化，越来越朝着高耐压、大电流、高速、低饱和压降、高可靠、低成本技术、高功率密度、更大容量、更小封装体积、新工艺等新的特点发展。例如，IGBT 是 20 世纪 80 年代初问世，早期 IGBT 的开关频率

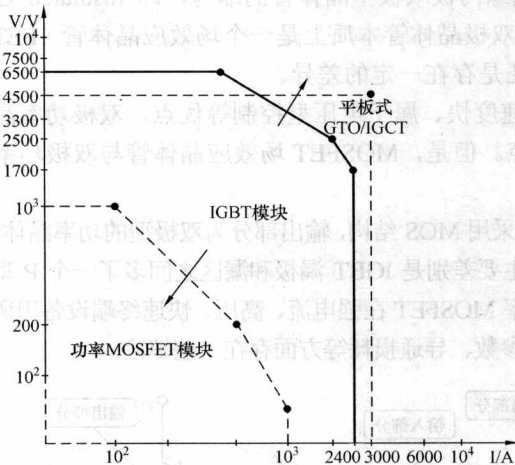


图 1-2 IGBT 主要工作的电压、电流区域
 继续扩展的趋势。

比较低，一般应用电力电子设备中（应用范围一般耐压 600V 以上、电流 10A 以上、频率为 1kHz）。20 世纪 90 年代中后期，IGBT 工艺不断创新发展，开关频率、拖尾电流、关断开关损耗等参数得到优化，因此在电源电路中得到应用。近年，IGBT 在变频空调、荧光灯交流电子镇流器、感应加热电饭锅、微波炉、照相机、摄影机、民用小容量电机、汽车、UPS 等中均得到实际应用。

图 1-2 表示 IGBT 主要工作的电压、电流区域。从图中可以发现，IGBT 不断向 GTO、IGCT、FET 继

1.1 内部结构

IGBT 内部结构主要是 P 型或者 N 型材料中形成沟道，在外电场的作用下从而形成导通状态或者截止状态。与 FET 基本结构比较，主要是在 FET 漏极上加了 p+ 层，如图 1-3 所示。

一般 n- 区是构成空间电荷区，再植入 p 导通井，然后一般在边缘地带与中心地带掺杂浓度较低的 p- 与较高的 p+。由于导通井具有层状 n+ 型硅，它们与金属铝表面相连，然后金属铝表面引出发射极 E。n+ 区之上，植入一层薄的 SiO₂ 绝缘层，形成控制区，然后引出门极 G。

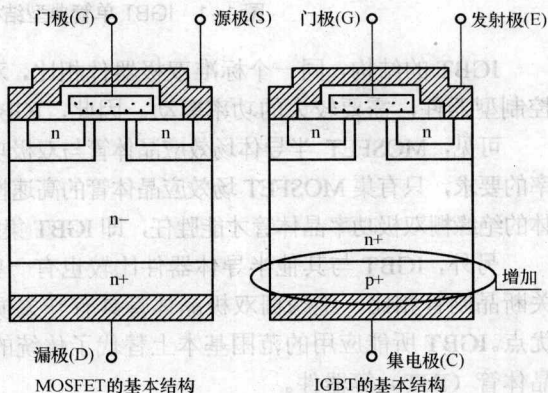


图 1-3 MOSFET 与 IGBT 基本结构比较

不过，不同种类的 IGBT 内部结构有所不同，特别是 IGBT 模块内部结构差异更大些。图 1-4 所示为 PT-IGBT 内部结构与 NPT-IGBT 内部结构的比较。

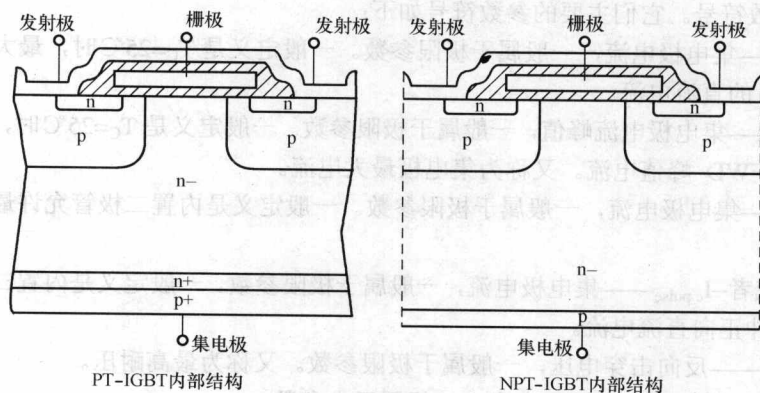


图 1-4 IGBT 内部结构

1.2 符号、内部等效电路与参数

1. IGBT 符号

IGBT 符号一般使用如图 1-5 所示。当然，不同国别的、不同厂家的、不同种类的 IGBT 符号有所差异。

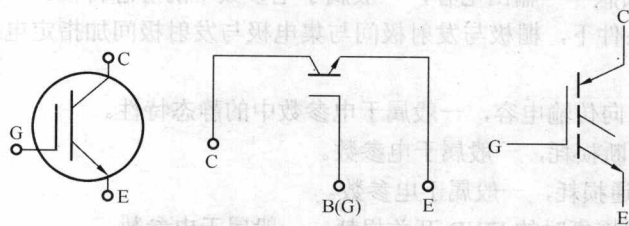


图 1-5 IGBT 符号

2. 内部等效电路

单管或者模块 IGBT 的内部等效电路一般就是 FET+双极型的功率晶体管。有的内置电阻、二极管等。有的为 1 单元，有的为多单元等不同情况，因此，内部等效电路出现情况较多，内部等效电路如图 1-6 所示。不过，有的特点可通过型号命名、厂家设定的规律来发现。

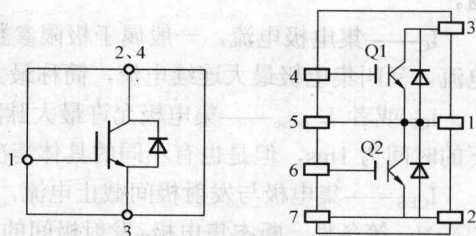


图 1-6 IGBT 内部等效电路

图 3. IGBT (IPM) 参数或者应用电路参数符号

(1) IGBT (IPM) 参数或者应用电路参数符号一般具有缩写或者简称的表述方法, 即省略参数符号。它们主要的参数符号如下:

$\pm I_C$ ——集电极电流, 一般属于极限参数。一般定义是 $T_C=25^\circ\text{C}$ 时, 最大允许集电极和 FWD 的直流电流。

$\pm I_{CP}$ ——集电极电流峰值, 一般属于极限参数。一般定义是 $T_C=25^\circ\text{C}$ 时, 最大允许集电极和 FWD 峰值电流。又称为集电极最大电流。

$-I_C$ ——集电极电流, 一般属于极限参数。一般定义是内置二极管允许最大的正向直流电流。

$-I_{cp}$ 或者 $-I_{c\ pulse}$ ——集电极电流, 一般属于极限参数。一般定义是内置二极管允许最大的脉冲正向直流电流。

BV_{ceo} ——反向击穿电压, 一般属于极限参数。又称为最高耐压。

C_{GC} ——集电极与栅极间电容, 一般属于电参数。

C_{CE} ——集电极与发射极间电容, 一般属于电参数。

C_{GE} ——栅极与发射极间电容, 一般属于电参数。

C_{ies} 或者 C_{IES} ——输入电容, 一般属于电参数中的静态特性。一般定义是集电极与发射极短路条件下 (或者指定电压), 栅极与发射极间与集电极与发射极间加指定电压下的栅极与发射极间电容。

C_{iss} ——输入电容, 一般属于电参数中的静态特性。

C_{oes} 或者 C_{OES} ——输出电容, 一般属于电参数中的静态特性。一般定义是栅极与发射极间短路条件下, 栅极与发射极间与集电极与发射极间加指定电压下的集电极与发射极间电容。

C_{RES} ——反向传输电容, 一般属于电参数中的静态特性。

E_{OFF} ——关断损耗, 一般属于电参数。

E_{ON} ——开通损耗, 一般属于电参数。

E_{rr} ——反向恢复时的 FWD 开关损耗, 一般属于电参数。

$F(pwm)$ ——载波频率, 一般属于电参数。一般定义是指变频器的 PWM 运行范围。

I_C ——集电极电流, 一般属于极限参数。一般定义是集电极能够承受的最大直流电流。又叫集电极最大连续电流, 简称最大电流。

I_{CP} 或者 $I_{c\ pulse}$ ——集电极允许最大脉冲电流, 一般属于极限参数。一般定义状态下的时间为 1ms, 但是也有不同的具体情况。

I_{CES} ——集电极与发射极间截止电流, 一般属于电参数中的静态特性。一般定义的 $V_{CE}=V_{ES}$ 等条件, 断态集电极-发射极间的电流, 或者门极与发射极间短路状态下, 集电极与发射极间指定所加电压时的集电极与发射极间的漏电流。

I_{CM} ——集电极峰值电流, 一般属于极限参数。又称为集电极极值。

- I_t^2 ——FWD 电流二次方时间，一般属于极限参数。
- I_D ——漏极电流，一般属于极限参数。
- t_d (on) ——开通延迟时间，一般属于电参数。又称为开关时间。
- I_E ——FWD 电流，一般属于极限参数。又称为最大允许 FWD 直流电流。
- I_{EM} ——续流二极管峰值电流，一般属于极限参数。又称为最大允许 FWD 峰值电流、最大电流。
- I_{FWD} ——二极管正向电流，一般属于电参数。一般定义为 $T_C=25^\circ\text{C}$ 时，续流二极管最大允许直流电流。
- I_{FO} ——故障输出电流的最大允许电流，一般属于极限参数。
- I_{fo} (H) ——故障输出无效（高电平有效），一般属于电参数。
- I_{fo} (L) ——故障输出有效（低电平有效），一般属于电参数。
- I_{GES} ——栅极与发射极间漏电流，一般属于电参数中的静态特性。一般定义是 $V_{GE}=V_{GES}$ 和集电极-发射极短路条件下的漏电流。或者集电极与发射极为短路，栅极与发射极间加所指定电压时的栅极-发射极间漏电流。
- I_{sc} ——短路电流，一般属于电参数。
- I_{FSM} ——FWD 正向最大浪涌电流，一般属于极限参数。
- I_{rr} ——反向恢复时间，一般属于电参数中的动态特性。一般定义是内置二极管正向电流断路时反向流动的电流最大数值。
- O_C ——过流动作数值，一般属于电参数。一般定义是使过流保护的集电极电流。
- O_T ——过流保护数值，一般属于电参数。一般定义是过流动作的基板温度。
- O_{tr} ——过流复位条件，一般属于电参数。一般定义是使过热故障复位必须降至此值以下。
- P_C ——集电极功耗，一般属于极限参数。一般定义是 $T_C=25^\circ\text{C}$ 时，每一个开关 IGBT 的最大允许功耗。又叫最大耗散功率。
- Q_G ——栅极总电荷，一般属于电参数。一般定义为使 IGBT 开通，栅极与发射极间充电的电荷量或者在一定 V_C 、额定 I_C 、 V_{GE} 条件下的栅极总电荷。
- Q_{rr} ——FWD 反向恢复电荷，一般属于电参数。一般定义是在额定电流和 $di/dt=-1EM/\mu\text{s}$ 下，续流二极管反向恢复电荷。
- R_G ——门极电阻，一般属于电参数。又称为栅极电阻、门电阻。
- $R_{th(c-f)}$ ——接触热阻，一般属于极限参数。一般定义是每个开关管外壳与散热器间的热阻最大值。
- $R_{th(j-c)}$ ——结对外壳的热阻，一般属于极限参数。一般定义是每个开关管或 FWD 的结与外壳间的热阻最大值。
- R_{thCK} ——管壳-散热器热阻，一般属于极限参数。
- R_{thjc} ——结-管壳热阻，一般属于极限参数。
- R_{thj-c} ——热阻，一般属于极限参数，即为 R_{thjc} 的另一种表示方法。

R_{TEM} ——热敏电阻，一般属于热敏电阻的特性。一般定义是在一定温度下，热敏电阻的两端电阻。

RB SOA ——逆向偏压安全区，一般属于电参数。一般定义是在 IGBT 关断状态指定条件下，能够使 IGBT 断路的电压、电流的安全区。

SC ——短路动作数值，一般属于电参数。一般定义是使短路保护的集电极电流。

$T_{\text{(dead)}}$ ——死区时间，一般属于电参数。一般定义是为防止直通的延时信号。

T_{C} ——模块外壳的工作温度，一般属于极限参数。一般定义是基板最大允许壳温。

$T_{\text{C (OFF)}}$ ——关断过度时间，一般属于电参数。

$T_{\text{C (ON)}}$ ——开通过度时间，一般属于电参数。一般定义是在规定条件下，感性负载的开关导通时间。

$T_{\text{d (OFF)}}$ ——关断延迟时间，一般属于电参数。又简称开关时间。

T_{f} ——关断下降时间、开关时间，一般属于电参数中的动态特性。一般定义为 IGBT 关断，集电极电流下降到最大值的 90% 时开始，到集电极电流下降到电流切线上下下降到 10% 时为止的时间。

T_{fo} ——故障输出的脉宽，一般属于电参数。又称脉冲宽度。

T_{j} ——结温，一般属于极限参数。一般定义为：能够持续正常工作下的最大 IGBT 结温。

T_{OFF} ——关断时间、过流延迟时间，一般属于电参数中的动态特性。一般定义为：IGBT 关断， V_{GE} 下降到最大值的 90% 时，集电极电流下降到 10% 时为止的时间。

t_{ON} ——开通时间，一般属于电参数中的动态特性。一般定义是 IGBT 开通， V_{GE} 上升到 0V 后， V_{CE} 下降到最大值的 10% 时为止的时间。

$t_{\text{r (ON)}}$ ——开通上升时间，一般属于电参数。又简称开关时间。

t_{r} ——上升时间，一般属于电参数中的动态特性。一般定义是 IGBT 开通，集电极电流达到最大数值的 10% 时开始，到 V_{CE} 下降到最大值的 10% 时为止的时间。

$t_{\text{r (i)}}$ ——上升时间，一般属于电参数中的动态特性。一般定义是 IGBT 开通，集电极电流达到最大数值的 10% 时开始，到 90% 时为止的时间。

T_{rr} ——FWD 恢复时间，一般属于电参数中的动态特性。一般定义是换流时续流二极管反向电压或者反向恢复电流消失时为止所需要总时间和。

T_{stg} ——储存温度，一般属于极限参数。一般定义是无电源供应下的保存或者运输下的温度。

U_{v} ——控制电源欠压条件，一般属于电参数。一般定义是使欠压保护的控制电源电压。

U_{vr} ——控制电源欠压复位条件，一般属于电参数。一般定义是使欠压故障复位必须使电压超过此值。

V_{CC} ——供电电压，一般属于极限参数。一般定义是加于 P-N 之间的最大直流母线电压。

$V_{CC}(\text{pp})$ ——供电电压峰值，一般属于极限参数。一般定义是加于 P-N 之间的最大允许开关浪涌。

$V_{CC}(\text{PROT})$ ——保护电压，一般属于极限参数。一般定义是受温度和 SC 保护时，P-N 间的最大允许母线电压。

$V_{CE}(\text{sat})$ ——集电极与发射极间饱和压降，一般属于电参数中的静态特性。一般定义是在规定条件下，IGBT 的通态电压或者 V_{GE} 指定电压下，额定集电极电流流过时的集电极与发射极间饱和电压。

V_{CES} ——集电极与发射极间电压，一般属于极限参数。一般定义是在栅极与发射极短路时，集电极与发射极间可以承受的最大允许峰值电压。

V_{CE} ——集、射极间饱和电压，一般属于电参数。

V_{CIN} ——输入电压，一般属于极限参数。一般定义是输入脚与地 (C) 之间最大允许电压。

$V_{CIN}(\text{off})$ ——输入关断电压，一般属于电参数。一般定义是大于此值则使 IPM 关断。

$V_{CIN}(\text{on})$ ——输入开通电压，一般属于极限参数。一般定义是小于此值则使 IPM 开通。

V_D ——供电电压，一般属于极限参数。一般定义是开关运行时，控制电源电压的最大允许控制电压。

V_{EC} ——FWD 正向电压，一般属于极限参数。一般定义是在额定电流下的续流二极管正向电压。

V_{FO} ——故障输出电压，一般属于极限参数。一般定义是 FO 和地之间最大允许电压。

V_f ——正向压降，一般属于电参数中的静态特性。一般定义是内置二极管流过指定正向电流状态下的电压。

$V_{GE(th)}$ ——栅极-发射极间阈值电压，一般属于电参数中的静态特性。一般定义 $V_{CE}=10\text{V}$ 的条件下，栅极发射极电压或者集电极与发射极间加指定电流以及集电极与发射极间加指定电压下的栅极-发射极间的电压。

V_{GES} ——栅极与发射极间电压，一般属于极限参数。一般定义是集电极与发射极短路时，栅极与发射极间允许的最高电压。

V_{GE} ——栅极门限电压，一般属于极限参数。

$-V_{GS}$ ——负偏压，一般属于电参数。

V_{GS} ——门极电路的正偏压，一般属于电参数。

V_{iso} ——绝缘耐压，一般属于极限参数。一般定义是全部电极处于短路状态下，基板和模块端子之间的最大绝缘耐压。

$V_R(\text{DC})$ ——FWD 反向电压，一般属于极限参数。一般定义是续流二极管最大允许方向电压。

符号 V_{sxr} ——SXR 输出端子，一般属于极限参数。一般定义是用于驱动光耦的电压。

(2) 参数符号的特点、规律。

1) 电压。

① 电源电压一般采用字母 V 加双写参考端字母下标组成，例如 V_{CC} 、 V_{GG} 等。

② 一般采用 V 加下标组成，有的资料中用 U 代替 V。下标一般表示是被测电压的两个端子，而且第一个下标比第 2 个下标电位高，则电压数值为正。其中，常见的端子是 C 集电极、E 发射极、G 栅极或者门极。不过，有的下标可能是平身。

有的除了下标端子标志字母外，还有其他字母。该字母一般是表示电路类型的字母，而且一般是下标的端子后面，其中不同字母表示的含义如下：

S：表示端子间是短路状态；

R：表示端子间是存在一个待说明的电阻；

V：表示端子间是存在一个待说明的外加电压；

X：表示端子间存在一个待说明的外加电压与待说明的电阻。

另外，在下标前面或者后面还存在一些带有括号或者不带括号的一些字母或者单词，这些字母等的含义一般如下：

BR：表示击穿电压；

SAT：表示饱和电压；

Th：表示开启电压；

CLAMP：表示外部钳位电路所限制的电压。

不过，有的可能是大写，有的是小写，有的是单词的前几个字母等特殊情况也存在。

2) 电流。

① 一般采用 I 加下标组成，下标一般是一个字母，在可能引起误解时，可能具有多个下标。一般主下标是表示对应端子的电流。

② 有的除了下标端子标志字母外，还有其他字母。该字母一般是表示电路类型的字母，而且一般是下标的端子后面，其中不同字母表示的含义如下：

S：表示端子间是短路状态；

R：表示端子间是存在一个待说明的电阻；

V：表示端子间是存在一个待说明的外加电压；

X：表示端子间存在一个待说明的外加电压与待说明的电阻。

另外，在下标前面或者后面还存在一些带有括号或者不带括号的一些字母或者单词，这些字母等的含义一般如下：

AV：表示平均值；

RMS：有效值；

M：最大值或者峰值；

R：表示周期性过程；

S: 表示非周期性过程;

P 或者 PULSE: 表示脉冲过程。

3) 内置其他器件。

① 二极管电压: 一般用 V 加 F 或者 R。其中下标 R、F 表示的含义, 分别是: F 表示正向通状态下电压; R 表示截止状态下电压。

② 二极管电流: 一般用 I 加 F 或者 R。其中下标 R、F 表示的含义, 分别是: F 表示正向通状态下电流; R 表示截止状态下电流。

4) 其他参数。

其他参数与电压、电流差不多。有的下标可以联想到对应英文单词, 就可以明白其含义。

(3) 与参数有关的注意事项。

IGBT 参数分为电参数与极限参数。其中极限参数也称为最大额定值, 极限参数包括静态极限参数与动态极限参数。极限参数是 IGBT 运行的绝对保证, 在任何情况下都不能超过其范围, 否则会损坏管子, 并且极限参数在不同应用环境, 数值可能不同, 加上改进与版本修改等原因其数值只能做一定的参考。电参数又叫做特性参数、电气参数等。电参数一般表示在一定条件下特性参数, 具有附带规定的条件。有的标注了, 有的没有标注。没有标注, 并不代表没有规定的测试条件, 而是考虑在一些应用对用户实用性不强等原因而没有标全或者没有标注。

IGBT 的安全可靠受参数影响的举例:

——IGBT 栅极与发射极之间的电压, 该电压异常, 则 IGBT 不能稳定正常地工作或者永久性损坏。

——IGBT 集电极与发射极之间的电压, 超过允许电压则 IGBT 不能稳定正常地工作或者永久性损坏。

——流过 IGBT 集电极—发射极的电流, 超过允许电流则 IGBT 不能稳定正常地工作或者永久性损坏。

——IGBT 的结温, IGBT 的结温超过其结温的允许值, 则 IGBT 不能稳定正常地工作或者永久性损坏。

一般设备中的最大电流小于或者等于元件的额定电流状态下使用。T_j 参数可以作为 IGBT 散热提供一些设计考虑。

不同应用领域对 IGBT 的参数了解不同。例如, 对于修理家电设备, 一般只需了解其反向击穿电压 BV_{ceo}、集电极最大连续电流 I_c、选择哪种额定电压、哪种额定电流等一些参数即可。对于设计人员来讲, 则了解的参数则需要更详细了、更多了。

1.3 分 类

IGBT 根据封装结构可以分为模压树脂密封的三端单体封装类型、模块类型。事实上, 根据不同依据, IGBT 有不同的分类种类。表 1-1 是 IGBT 的一些分类。

表 1-1

IGBT 的一些分类

种类	说 明
低功率 IGBT	一般应用微波炉、电子整流器、电磁灶、照相机、洗衣机等产品的应用
沟槽结构 U-IGBT、IEGT	U-TGBT 是管芯上刻槽, 芯片元胞内部形成沟槽式栅极。该类型的 IGBT 可缩小元胞尺寸、减少沟道电阻、提高电流密度等特点。该类型 IGBT 可用于低电压驱动、表面贴装要求。沟槽式栅极, 又称为沟道式栅极, 该类型与平面式相比的缺点是承受短路能力低些、栅极电容也大一些
非穿通型 NPT-IGBT	NPT-IGBT 是采用薄硅片技术, 离子注入发射区代替高复杂、高成本的厚层高阳外延, 具有高速、低损耗、正温度系数, 无锁定效应, NPT-IGBT 是 IGBT 发展方向
硅片直接键合 SDB-IGBT	该类型 IGBT 是利用硅片直接键合技术, 制作的高速 IGBT 及模块系列产品, 特点为高速, 低饱和压降, 低拖尾电流, 正温度系数易于并联, 分为 UF、RUF 两大系统
超快速 IGBT	该类型 IGBT 可以减少 IGBT 的拖尾效应, 使其能快速关断, 该类型 IGBT 可在电机控制、大功率电源变换器中应用
快速恢复二极管 IGBT/FRD 结合型	IGBT/FRD 有效结合, 将转换状态的损耗减少, 可以用于电机驱动和功率转换中
IGBT 功率模块	该类型 IGBT 一般采用集成电路驱动, 其具体类型具有复合功率模块、智能功率模块 IPM、电力电子积木 PEBB、电力模块 IPEM
RC-IGBT	为反向导通 IGBT
IGBT 单管	一般单管 IGBT 模块其额定电流比较大, 而且具有多个 IGBT 芯片和快恢复二极管(FRD)芯片在模块内部并联而成的一种特点
IGBT 模块	具有半桥 IGBT 模块(即 2 单元模块, 是一个桥臂)、高端模块、低端模块、智能模块
IPM 模块	IGBT 与外围电路内置成的一块功率模块 IPM。IPM 一般具有栅极驱动, 驱动电路内置, 内置保护电路(过流保护), 短路保护(SC), 控制电源欠压保护(UV), 过热保护(OH), 及报警输出(ALM)均为内置)等功能。IPM 具有四种封装形式: 单管封装, 双管封装, 六管封装和七管封装
PT-IGBT	PT 是 Punch Through 的缩写, 是穿通型结构的 IGBT, 该类型的 n-和 p+区间存在一个高扩浓度的 n+缓冲层, 这是与 NPT-IGBT 结构的基本区别所在
N-IGBT	N 沟道的 IGBT
P-IGBT	P 沟道的 IGBT

1.4 厂 家

1. 生产厂家

IGBT 的生产厂家较多, 部分厂家的中英名称对应见表 1-2。

表 1-2

部分厂家的中英名称对应

名称	标志	中文	特点
ABB		瑞士 ABB	瑞士 ABB 的 IGBT 一般以 PP 等字母开头
Advanced Power Technology Inc.		美国 APT 公司	具有 PT-IGBT、NPT-IGBT、IGBT 模块等
EUPEC		德国欧派克公司	欧派克 IGBT 系列型号一般是 BSM、SKM 等开头,具有 DN2 标准系列、KE3 低通压降系列、KS4 高速系列、DLC 低通压降系列、PIM GP 系列、PIM FP 系列、大功率 IGBT 标准型、大功率 IGBT 低损耗、大功率 IGBT 低导通等。例如 BSM300GB120DN2、SKM100GB123D 等
FAIRCHILD		美国飞兆半导体公司	美国飞兆的 IGBT 一般是采用 FG、SG、ISL 等字母开头
FUJI		日本富士	富士 IGBT 模块一般型号是数字开头,例如 2MBI150NC-120、6MBP75RA120、7MBR15NE120 等。富士 IGBT 分为 N 系列、P 系列、S 系列、U 系列、U 系列改良、大电流系列、智能 IGBT、集成其他器件 IGBT、UPS 专用等。IGBT 模块具有 1IN1(1 个 IGBT 与 1 个 FWD)、2IN1(2 个 IGBT 与 2 个 FWD)、6IN1(5 个 IGBT 与 5 个 FWD)、PIM(7 个 IGBT 与 7 个 FWD) 等名称
HARRIS		美国哈里斯公司	美国哈里斯公司的 IGBT 一般是 H 等字母开头
HITACHI		日本日立	日本日立的 IGBT 一般是 GN 等字母开头

续表

名称	标志	中文	特点
INFINEON		德国 英飞凌	英飞凌具有模块、单管等系列 IGBT。一般以 IHW、IKW、SK、SG、IG、IK 等字母开头
International Rectifier		国际整流器公司	国际整流器公司的 IGBT 一般是 CPU 等字母开头
INTERSIL		美国英特矽尔	美国英特矽尔的 IGBT 一般是 H 等字母开头
IXYS		艾赛思公司	IXYS 公司的 IGBT 一般以 IX、VII、MII、VK 等字母开头
MITSUBISHI		日本三菱	三菱 IGBT 系列型号一般是 CM、PM、PP、SP 等开头, 具有 H 系列(标准型)、NFH 系列(代 H 系列)、A 系列、NF 系列、U 系列(低导通压降型)等。例如 CM400HA-24H 等
SEMIKRON		德国 西门康	具有软穿通式高速系列、标准系列、超低损耗系列等。一般是 SEMIX、SK 等字母开头
SIEMENS		德国 西门子	德国西门子的 IGBT 一般是 BSM、F 等字母开头
TOSHIBA		日本东芝	东芝 IGBT 系列型号一般是 MG、GT 开头, 例如 MG400Q2YS50 等

除了上表列举的厂家外, IGBT 还有其他厂家, 因本书篇幅有限, 未一一列举, 读者在使用时, 可以灵活选择 IGBT 厂家。