

1 基本原理

1.1 IGBT 和 MOSFET 功率模块的应用范围

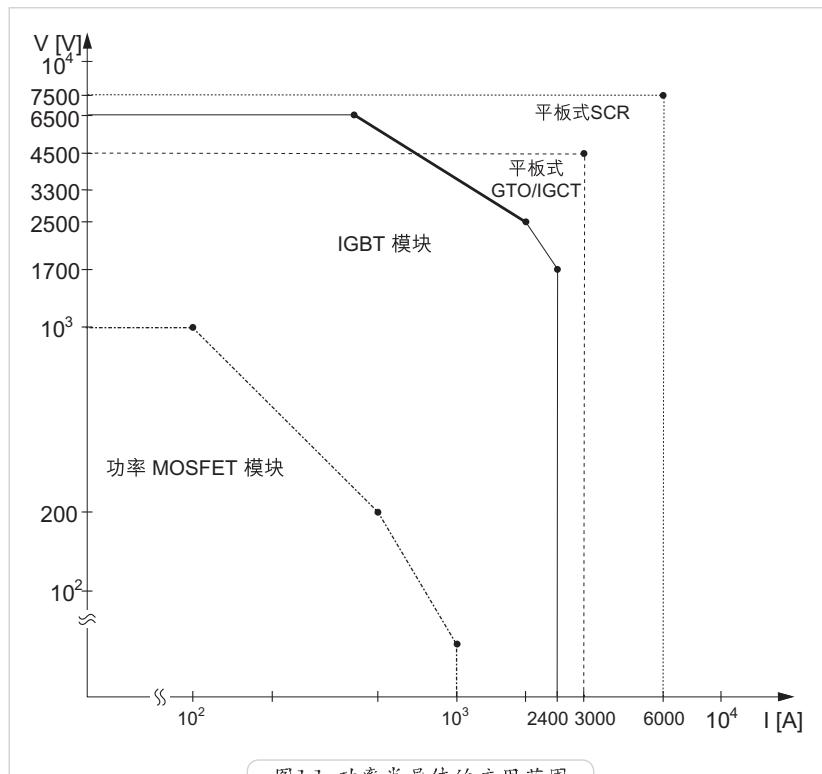


图 1.1 功率半导体的应用范围

如图 1.1 所示，当前众多的电力电子电路可由 MOSFET（金属氧化物半导体场效应晶体管 Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）或 IGBT（绝缘栅双极型晶体管 Insulated Gate Bipolar Transistor）来实现。从 80 年代开始，它们先后出现于市场。

与其它可控的功率器件，如传统的可关断晶闸管相比较，这些类型的晶体管在应用中具备一系列的优点，如可主动关断的特性（包括在短路状态下）、不需要缓冲网络、控制单元简单、开关时间短、开关损耗低等等。

相对而言，它们的制造简单，成本低廉。采用当前的微电子技术可以很容易地实现其制造工艺。

现在，电力电子技术不断地渗透到新的应用领域中，这首先归功于 IGBT 和功率 MOSFET 的迅速发展。同时，它们的应用在其现有的领域内也在不断地深化。数年前，高耐压双极型功率晶体管还被广泛地应用着。但今天，我们只能在少数例外情况下发现它的踪影，其位置已几乎完全被 IGBT 所取代。

在电流达数十安培或以上的应用中，晶体管大多为含有硅芯片的绝缘式功率模块。这些模块含有一个或数个晶体管单元，以及和晶体管相匹配的二极管（续流二极管），某些情况下还含有无源元件和智能部分，请参阅 1.4 至 1.6 章。

虽然功率模块存在仅能单面冷却的缺点，但它还是被广泛地应用于大功率电力电子技术中，与同期问世的平板式 IGBT／二极管器件一争短长。尽管平板式器件在双面冷却的条件下可以多散发约 30% 的热损耗，但功率模块仍然受到用户广泛的欢迎。这其中的原因，除了安装简易外，还在于模块在芯片和散热器之间提供了经过测试的绝缘、其内部多个不同元件的可组合性、以及由于大批量生产而导致的低成本。

在当今的市场上，尽管各种有竞争性的功率器件都在不停顿地发展，但是 IGBT 模块却不断胜出，它的功率范围也在不断延伸。目前生产的 IGBT 模块已具有了 6.5kV、4.5kV、3.3kV 和 2.5kV 的正向阻断电压，例如在 [192] 及 [196] 中被提及的 3.3kV / 2.4kA 模块。以此为基础，兆瓦级的、电压至六千伏的变流器（采用串联 IGBT 的多级式电路）已经被实现。

另一方面，MOSFET 则被应用于越来越高的频率范围。今天，使用合适的电路拓扑与封装技术，人们已经可以在五百千赫以上实现较大的电流。

撇开极小功率的器件不谈，它们的实现方案越来越倾向于采用芯片叠加技术，IGBT 和 MOSFET 模块已经成为集成电子系统的基本元件，同时也正在成为集成机电系统的基本元件。