



杭州电子科技大学

《电力电子技术》

第1章 电力电子器件



自动化学院

第一章 电力电子器件

1.1.1 电力电子器件概述

- 电力电子技术于20世纪70年代形成，其应用领域几乎涉及国民经济的各个工业部门，日益渗透到工业、交通、国防、商业、家庭等各领域。
- 电力电子技术的基础是有电力电子器件、电力电子电路和电力电子系统控制三个层次构成的。**电力电子器件技术**包括电力电子器件制造与电力电子器件应用技术，**是整个电力电子学的基础。**
- 从历史上看，**电力电子器件是推动电力电子技术发展的火车头。**一代新型电力电子器件的出现，总是带来一场电力电子技术的革命。

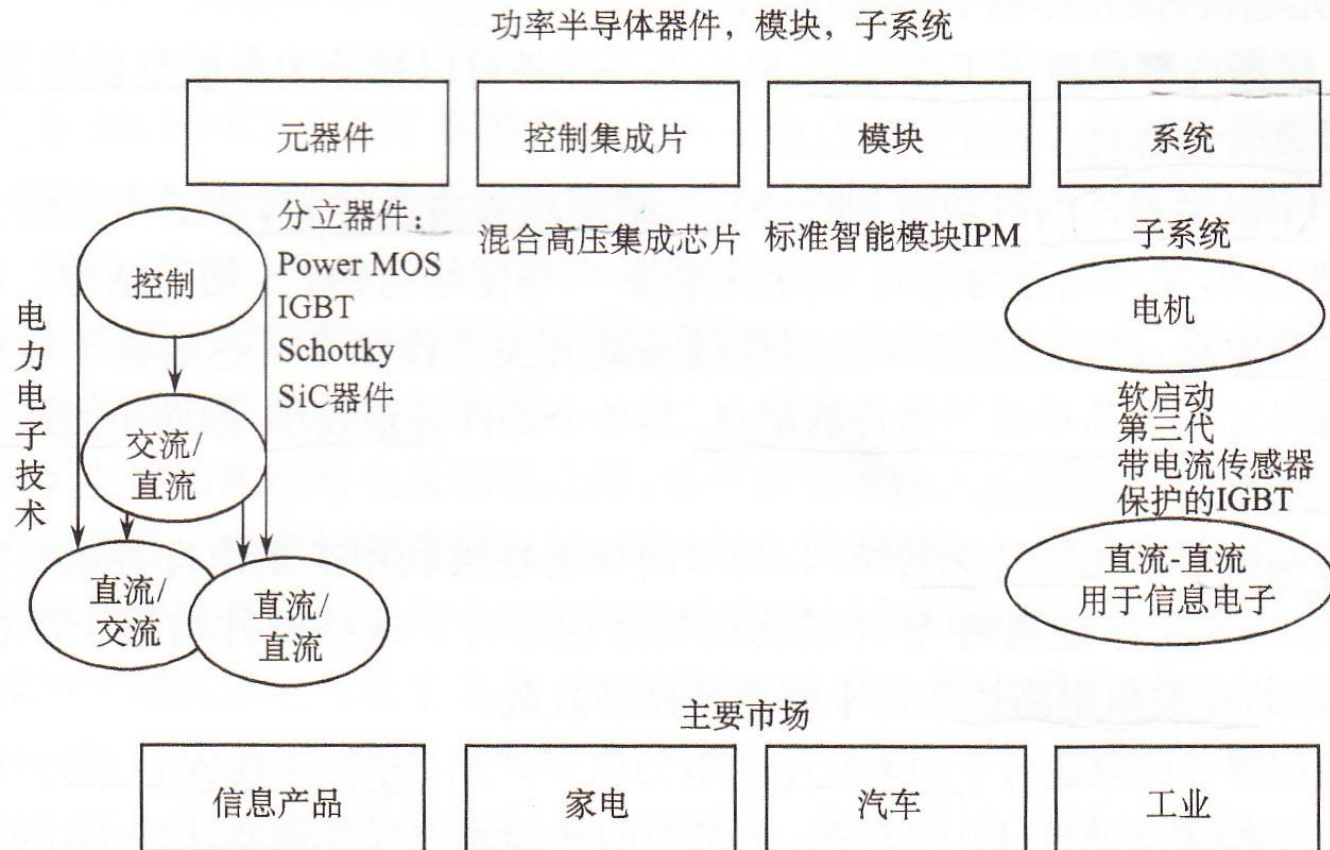
1.1 电力电子器件概述

1.1.1 电力电子器件概述

- 目前电力电子装置基本上是利用电力电子器件的开关特性，开关状态工作效率要远高于线性状态。
- 一个理想的功率器件，应当具有下列理想的静态和动态特性：
 - (1) 在阻断状态时，能承受高电压；
 - (2) 在导通状态时，具有高电流密度和低导通压降；
 - (3) 在开关状态转换时，具有快的开、关速度，能承受高的 di/dt 和 du/dt ；
 - (4) 控制器件需要的功率尽可能低，抗干扰能力强；

1.1 电力电子器件概述

1.1.1 电力电子器件概述



1.1 电力电子器件概述

1.1.2 分类与用途

分类（根据控制特性）

- **不控型器件**：无控制极的二端器件。各种二极管，如：整流二极管、高功率稳压二极管、瞬态尖峰电压抑制二极管。不可控。
- **半控型器件**：有控制极的三端器件，控制极只能控制其开通，不能控制其关断。各种普通晶闸管，如：SCR、双向SCR。
- **全控型器件**：有控制极的三端器件，控制极既能控制其开通，又能控制其关断。如：GTO、GTR、功率MOSFET、IGBT、SIT、SITH、MCT、IGCT等。

1.1 电力电子器件概述



1.1.2 分类与用途

分类（根据内部载流子工作性质）

- **单极型器件：**功率MOSFET、结型场效应晶体管等。工作频率高，导通压降比较大，单个器件容量较小，适合小功率应用场合。
- **双极型（结型）器件：**普通整流管、SCR、GTO、GTR等。可以控制比较高的功率，工作频率则相对较低。
- **复合型器件：**IGBT、IGCT、IEGT、MOS控制晶闸管等。通常控制部分采用单极性结构，主功率部分采用双极型结构，从而结合两者优点而避免两者缺点。

1.1 电力电子器件概述



1.1.2 分类与用途

分类（根据器件驱动的参量）

- **电压型控制器件：**功率MOSFET、IGBT、JFET等。控制所消耗的功率很小，高频时才有所增加，驱动电路比较简单。
- **电流型控制器件：**SCR、GTO、GTR等。采用电流控制开通/关断，随输出功率增加，其控制电流按比例上升，其驱动电路要求较高。又分为持续电流控制与脉冲电流控制。
- **光控驱动器件：**光控SCR等。杜绝主回路对驱动电路的干扰，被用于超高压电力电子装置。

1.1 电力电子器件概述



1.1.2 分类与用途

分类

- **根据器件应用特性划分：**SCR、GTO、IGCT等容易做成高功率、高耐压器件；反之，MOSFET不容易做成高功率和耐压器件，但工作频率高。IGBT和IEGT等复合器件属于中等或中大功率的器件，其工作频率亦介于两者之间。
- **根据器件其他标准划分：**按材料划分为硅器件、砷化镓器件与碳化硅器件；按封装划分为裸芯片、分立元件、电路模块；按器件性能分普通器件与完善保护功能智能功率器件等。

第一章 电力电子器件

1.2 基本特性与工作环境

1.2.1 半导体的物理性质

- 电力电子器件所用半导体材料主要是硅单晶。每个原子的外层电子共有4个，分别与周围硅原子的外层电子构成4个共价键。
- 半导体参与导电的是从价电子状态挣脱出来的电子或共价键留存的空穴。
- 空穴，可以通过掺入三价半导体元素或者电子挣脱共价键形成。

1.1 电力电子器件概述



1.2.1 半导体的物理性质

- 常温下半导体中的价电子不显示导电性，当材料受热、光辐射、电场等外力作用，具有一定的导电性。
- 半导体导电性受晶体掺杂影响极大。在硅晶体中掺杂少量砷（五价），电阻率降低到原来的十万分之一。
- 半导体电阻率受温度影响极大。

1.2 电力电子器件概述

1.2.2 半导体器件的工作环境与特点

- 半导体器件比较脆弱。敲打、撞击、猛烈振动等都可能造成半导体器件的芯片开裂失效。
- 电力电子器件在工作时会产生一定的功率损耗，引起器件芯片温度的升高。一般最高工作温度在 $100-150^{\circ}$ ，温度过高使器件性能变化，失去功效。
- 电力电子器件比较娇贵，其过载能力并不强。电力电子器件的通过电流、使用电压必须严格限制在手册提供的范围内。