

第2章 电力电子器件导论

- 信息电子电路的基础 —— 二极管、晶体管和集成电路等电子器件
- 电力电子电路的基础 —— 电力电子器件

2.1 电力电子器件的概念和特征

2.2 应用电力电子器件的系统组成

2.3 电力电子器件的分类

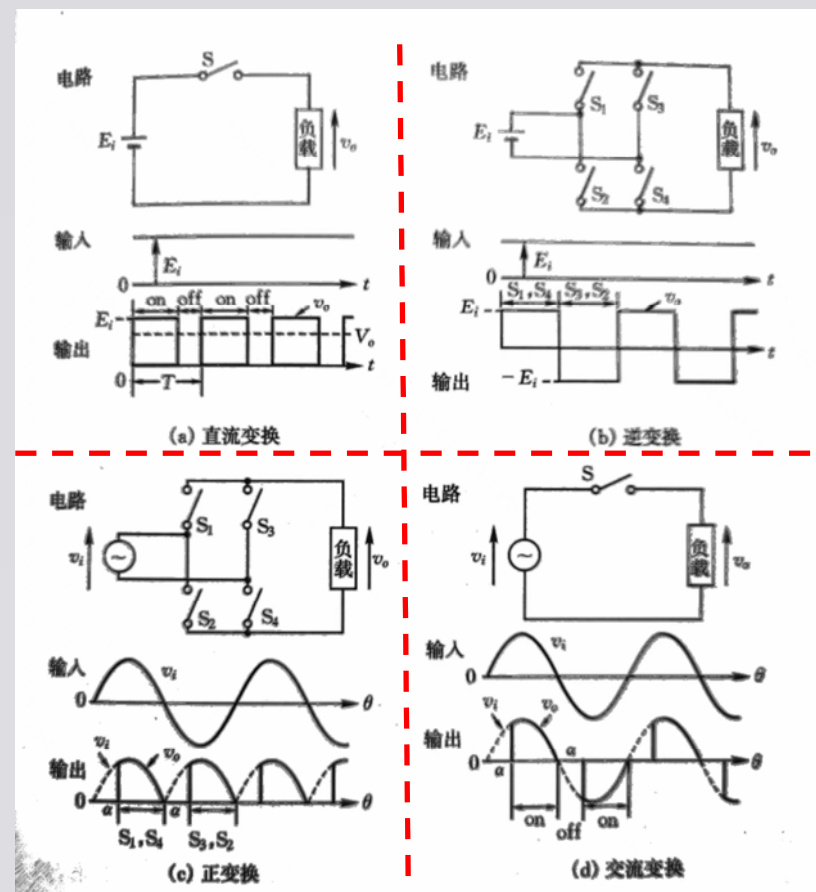
2.1 电力电子器件的概念和特征

■ 变流技术的机理

- (a) 直流变换：随着开关S的通断，负载电压 v_o 为幅值为 E_i 的脉冲列；
- (b) 逆变换：随着开关组（ S_1 、 S_4 ）和（ S_2 、 S_3 ）交互地导通和关断，负载电压 v_o 为幅值为 $\pm E_i$ 的方波；
- (c) 正变换：在与输入正弦电压 v_i 保持固定相位（同步）关系的条件下，开关组（ S_1 、 S_4 ）和（ S_2 、 S_3 ）交互地导通和关断，负载电压 v_o 为“缺角”正弦波；
- (d) 交流变换：在与输入正弦电压 v_i 保持固定相位（同步）关系的条件下，随着开关S交替导通和关断，负载电压 v_o 为正负交替的“缺角”正弦波。

■ 开关S的作用：“通”与“断”；方向；时序；路径

■ 问题：在实际电路中，开关S如何实现？



2.1 电力电子器件的概念和特征

电力电子器件的概念

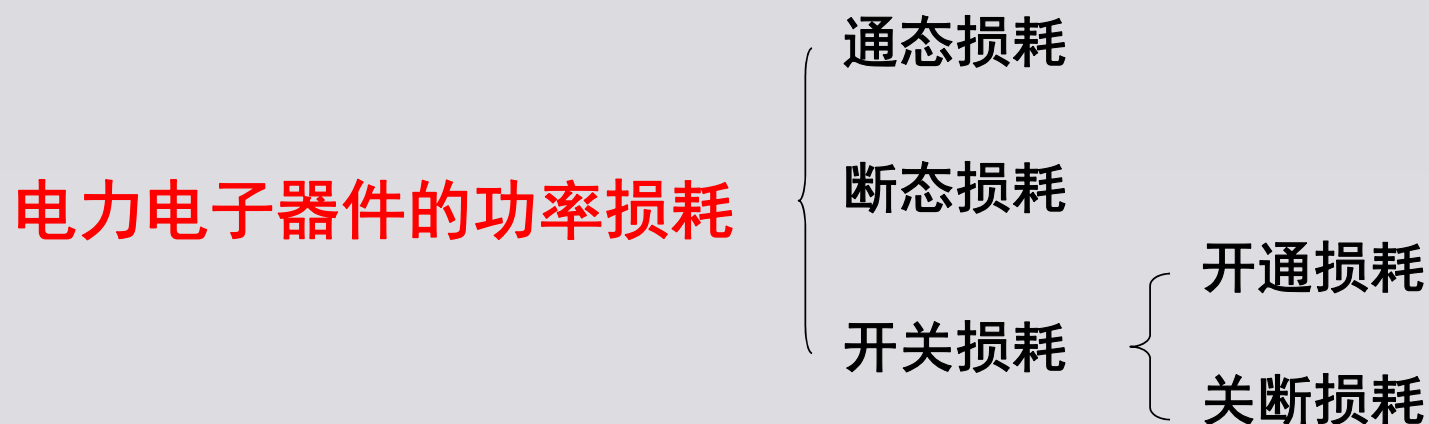
- 回顾**电力电子技术**定义：通过对电子运动的控制实现对电能进行变换和控制的电子技术
- **主电路**：在电气设备或电力系统中，直接承担电能的变换和控制任务的电路
- **电力电子器件（Power Electronic Device）**：用于电能变换与控制的主电路中，实现电能的变换和控制的**电子器件**
- 电力电子器件是电子运动的载体——通过对主电路中的电力电子器件的控制，实现对电能状态的变换和控制。

2.1 电力电子器件的概念和特征

电力电子器件的特征

- 所能处理电功率的大小，也就是其承受电压和电流的能力，是其最重要的参数，一般都远强于处理信息的电子器件
- 非理想的静态与动态开关特性
- 为了减小本身的损耗，提高效率，一般都工作在开关状态
- 由信息电子电路来控制，而且需要驱动电路
- 自身的功率损耗通常仍远大于信息电子器件，在其工作时一般都需要进行器件本体的温度控制。

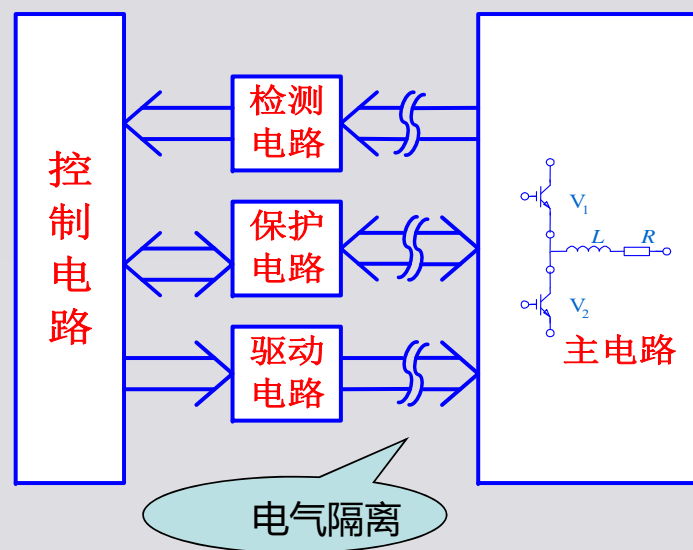
2.1 电力电子器件的概念和特征



- 👉 **通态损耗**是电力电子器件功率损耗的主要部分
- 👉 随器件的开关频率的增高，**开关损耗**会随之增大——开关频率可能成为加大器件功率损耗的主要因素。

2.2 应用电力电子器件的系统组成

- 电力电子器件在实际应用中，一般是由**控制电路**、**驱动电路**和以电力电子器件为核心的**主电路**组成一个系统。
- 电力电子器件在实际应用中的系统组成：



2.3 电力电子器件的分类

1 按照能够被控制电路信号所控制的程度进行分类

◆ 半控型器件

- ✎ 主要是指晶闸管（Thyristor）及其大部分派生器件
- ✎ 器件的关断完全是由其在主电路中承受的电压和电流决定的

◆ 全控型器件

- ✎ 目前最常用的是 绝缘栅双极晶体管（IGBT）和功率场效应晶体管（Power MOSFET）
- ✎ 通过控制信号既可以控制其导通，又可以控制其关断

◆ 不可控器件

- ✎ 电力二极管（Power Diode）
- ✎ 不能用控制信号来控制其通断。

2.3 电力电子器件的分类

2 按照驱动信号的性质进行分类

- ◆ 电流驱动型 通过从控制端注入或者抽出**电流**来实现导通或者关断的控制
- ◆ 电压驱动型 仅通过在控制端和公共端之间施加一定的**电压**信号就可实现导通或者关断的控制

3 按照驱动信号的波形进行分类（电力二极管除外）

- ◆ 脉冲触发型 通过在控制端施加一个电压或电流的**脉冲**信号来实现器件的开通或者关断的控制
- ◆ 电平控制型 必须通过**持续**在控制端和公共端之间施加一定电平的电压或电流信号来使器件开通并**维持**在导通状态或者关断并维持在阻断状态。

2.3 电力电子器件的分类

4 按照载流子参与导电的情况进行分类

◆ 单极型器件

仅由一种**载流子（电子或空穴）**参与导电——电流密度较低

◆ 双极型器件

由**电子**和**空穴**两种载流子参与导电——电流密度较高

◆ 复合型器件

由单极型器件和双极型器件集成混合而成，也称混合型器件——电流密度较高而且开关速度较快。

本章重要知识点

1. 电力电子器件是用于电能变换与控制的主电路中，实现电能的变换和控制的电子开关
2. 通过对电子开关的通断控制，实现对电能状态的变换和控制
3. 关键词：开关
 - (1) 在主电路中的作用：开关——通、断、方向
 - (2) 非理想的开关特性：通态 $R \neq 0$ ；断态 $R \neq \infty$
 - (3) 与数字电子电路用晶体管为例，为减小器件的功率损耗，必须工作于开关状态，不应工作于放大状态
 - (4) 给驱动端施加什么类型的信号开通和关断电力电子器件：电压驱动型、电流驱动型
 - (5) 开关状态的转换：不可控、半控、全控
4. 开关器件的系统性：状态检测、保护、驱动。



The End