



**东南大学 自动化学院**

# **《电机与电力电子技术》**

## **电力电子部分**

**授课教师：张凯锋**

**2023年10月**

# 本次课程内容

❖ 什么是电力电子技术？

**“极简版电力电子技术”**

❖ 本课程与其他课程的关系？

❖ 本课程需要掌握的核心内容什么？

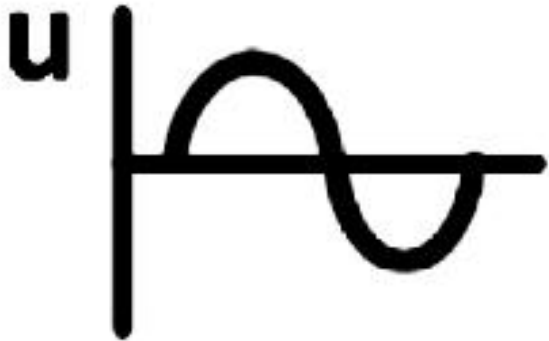
❖ 本课程的考核要求

❖ 拓展与思考

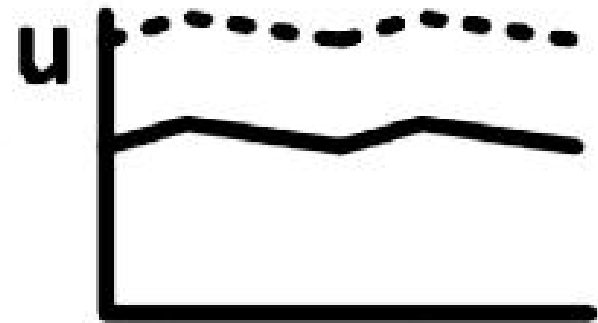
# 极简版电力电子技术

## 世界上有两种电

交流电



直流电

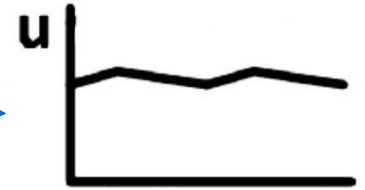
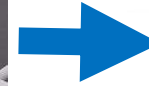
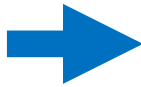
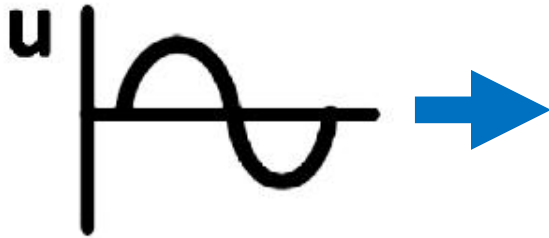


# 极简版电力电子技术

交流



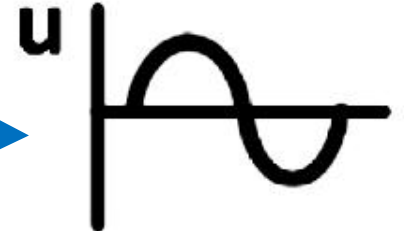
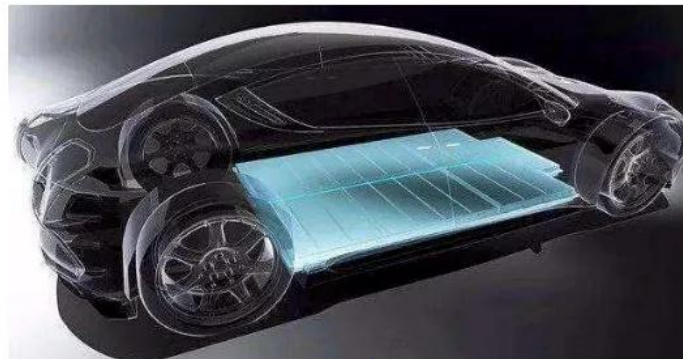
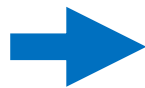
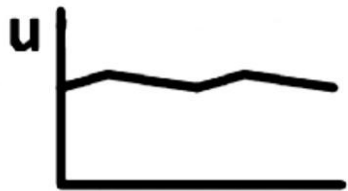
直流



直流



交流

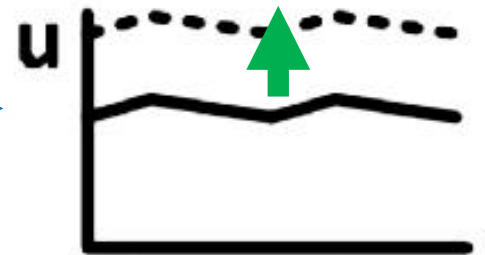
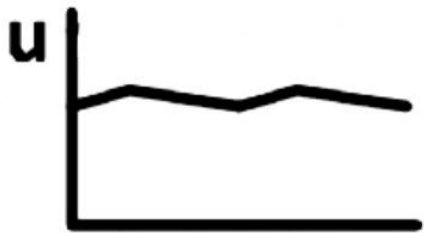


# 极简版电力电子技术

直流



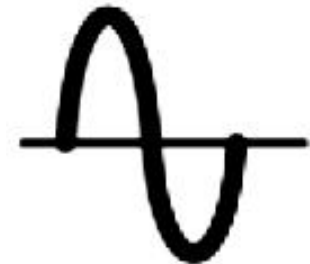
直流



交流



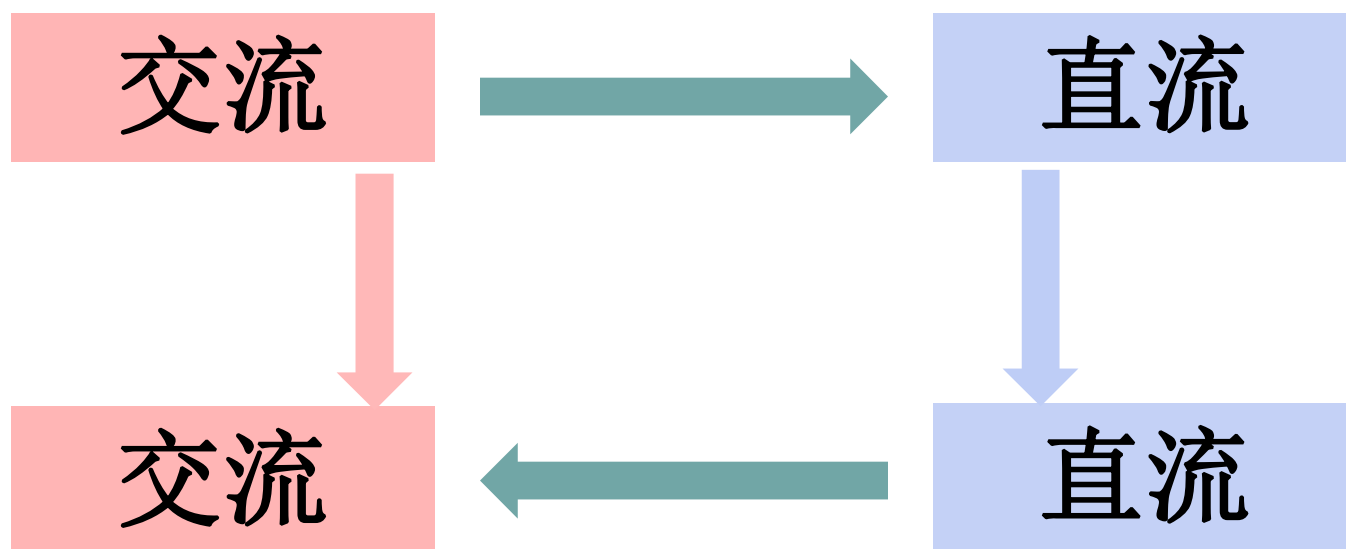
交流



# 极简版电力电子技术

## 什么是电力电子技术？

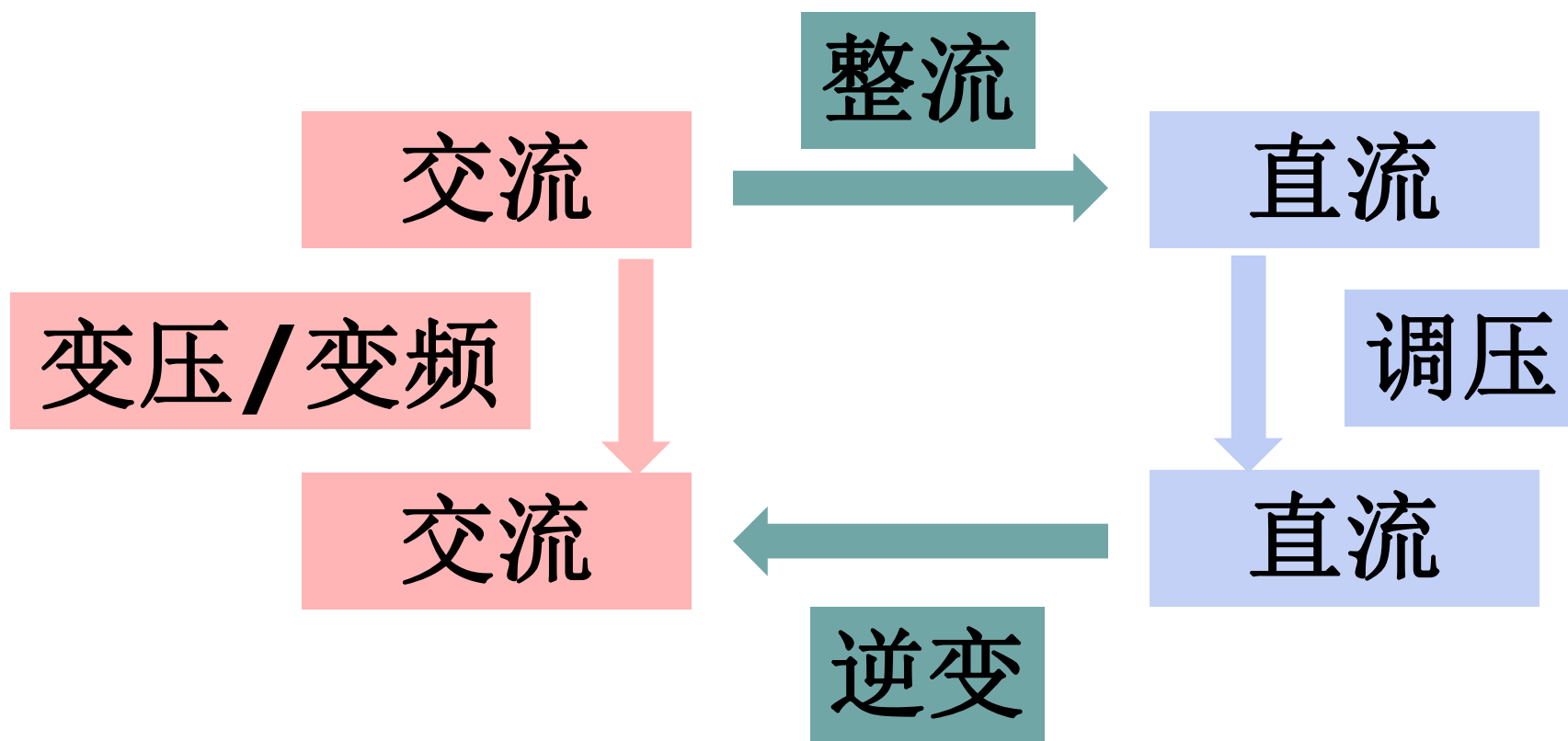
交直、直交、高高低低 **电力变换**的技术



# 极简版电力电子技术

## 什么是电力电子技术？

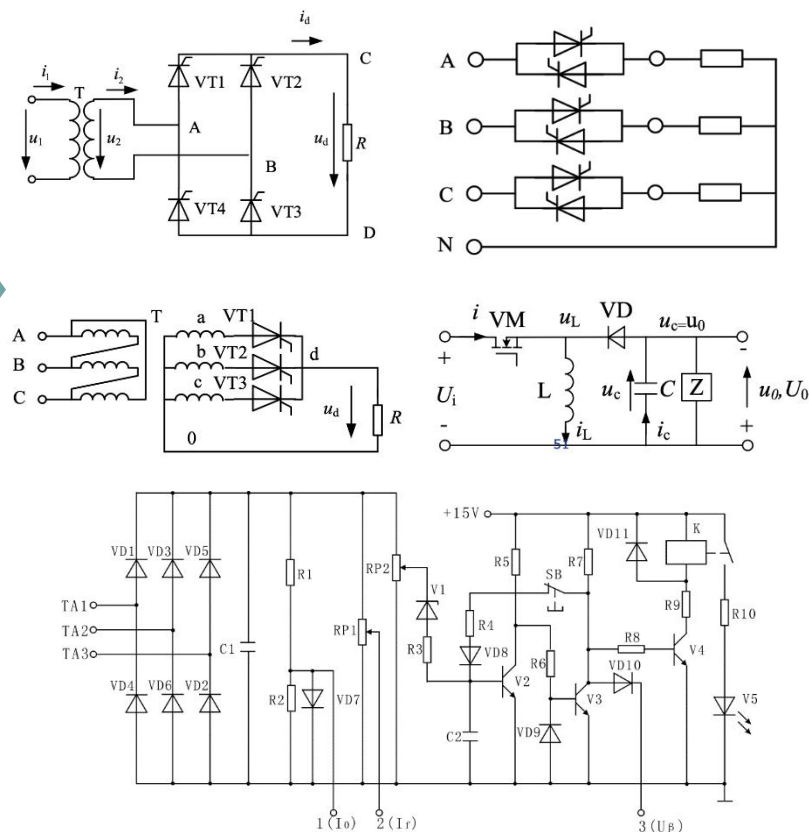
交直、直交、高高低低 **电力变换** 的技术



# 极简版电力电子技术

## 如何实现电力的变换？

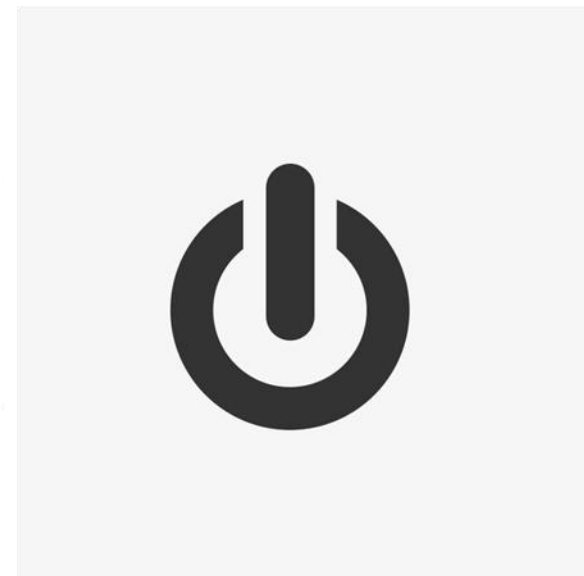
利用**电力电子器件** 构成**电力电子电路**





# 极简版电力电子技术

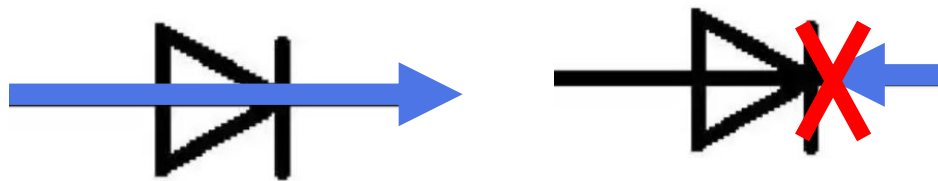
什么是电力电子器件？  
首先，它们是**开关** (0-1)



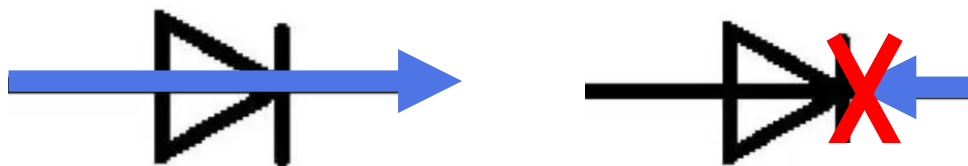
# 极简版电力电子技术

然后，他们是**电力**开关

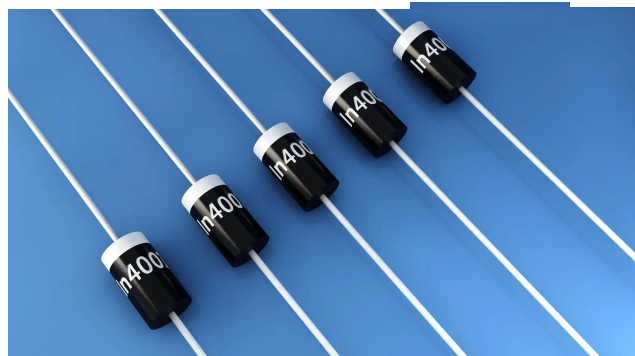
电子二极管



功率二极管



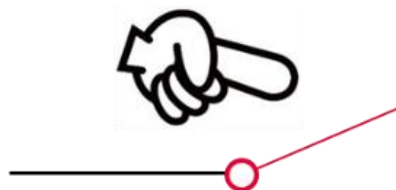
功率大



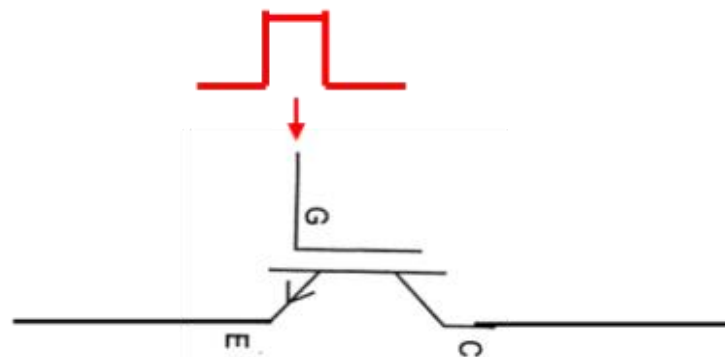
# 极简版电力电子技术

## 同时，它们是电子控制开关

**手动  
控制开关**



**电子  
控制开关**



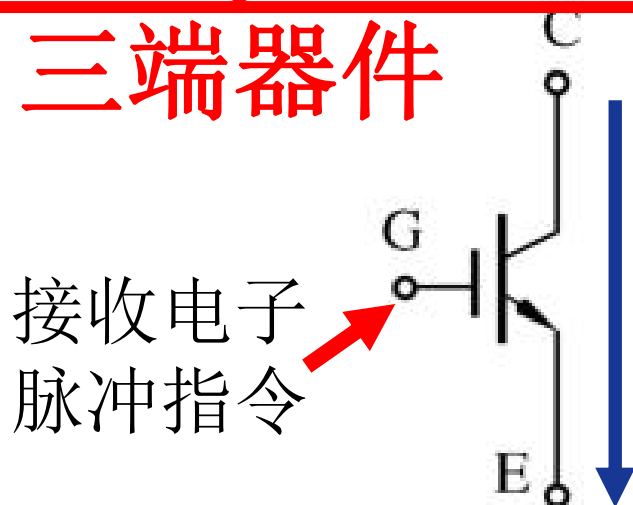
# 极简版电力电子技术

## 同时，它们是电子控制开关

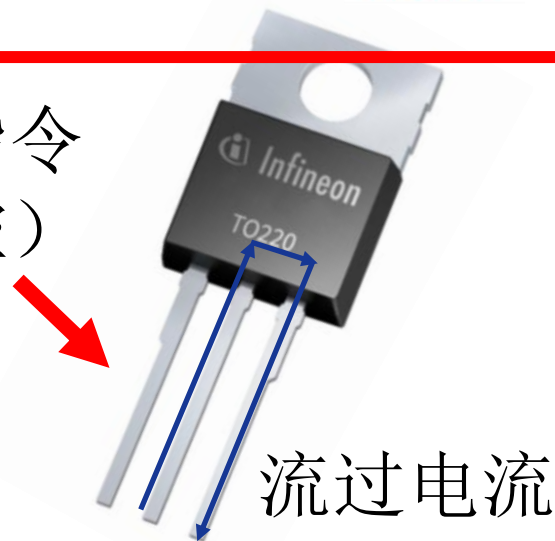
### 二端器件



### 三端器件

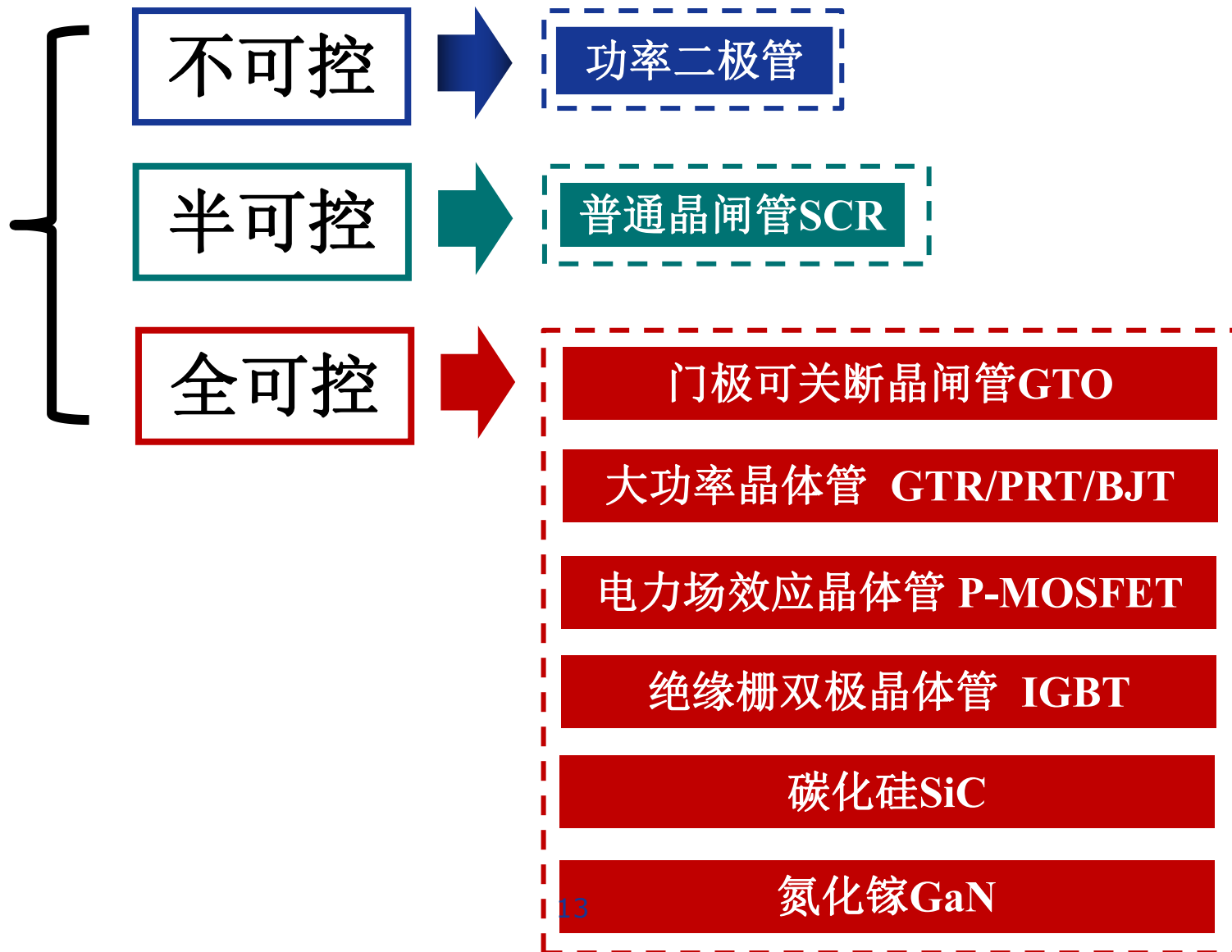


接收指令  
(可控)

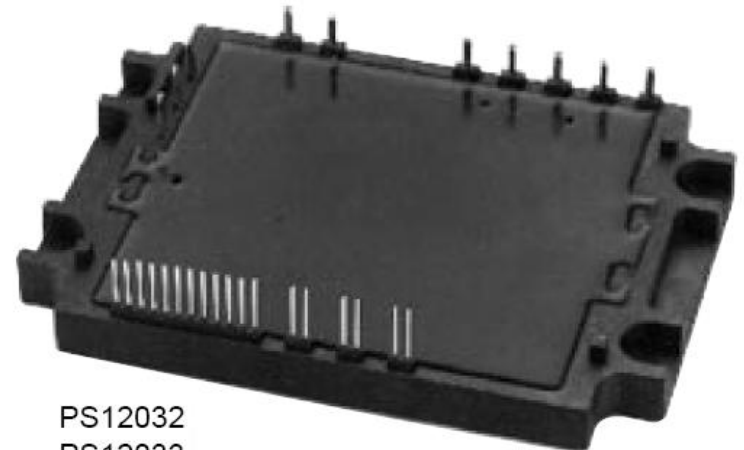


# 极简版电力电子技术

## 电力电子器件Family



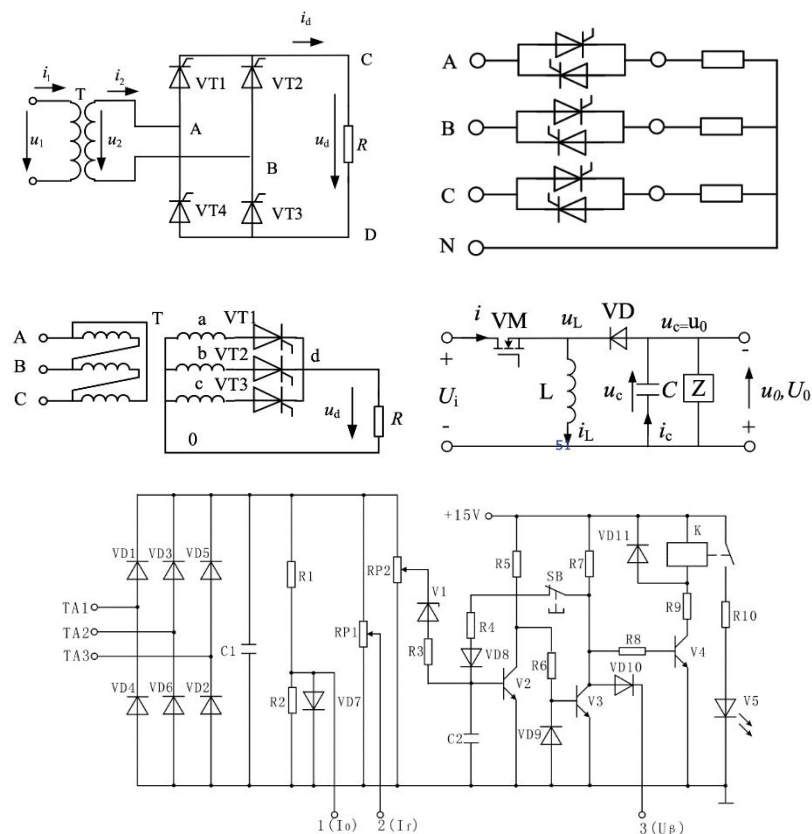
# 极简版电力电子技术



# 极简版电力电子技术

## 如何实现电力的变换？

利用**电力电子器件** 构成**电力电子电路**



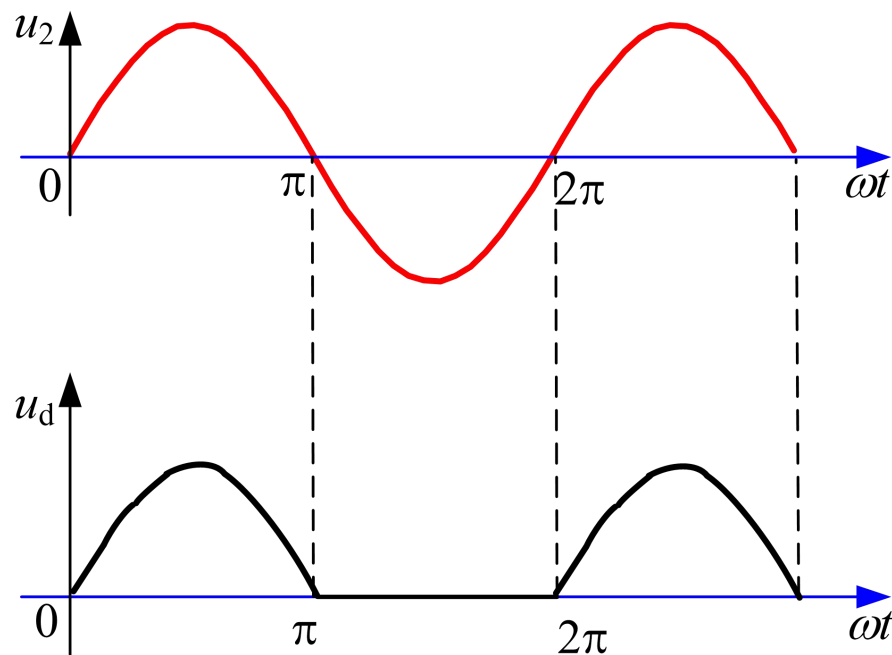
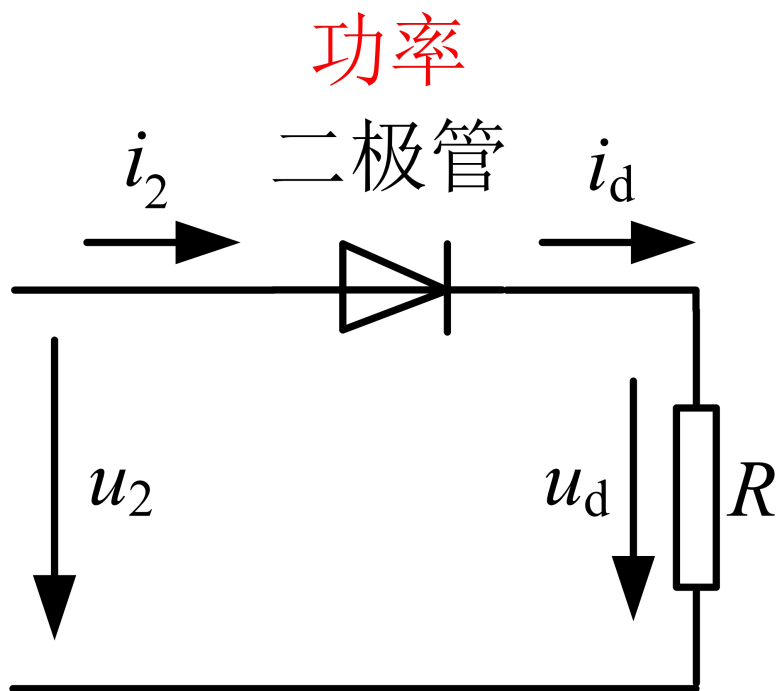
# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路

交流



直流

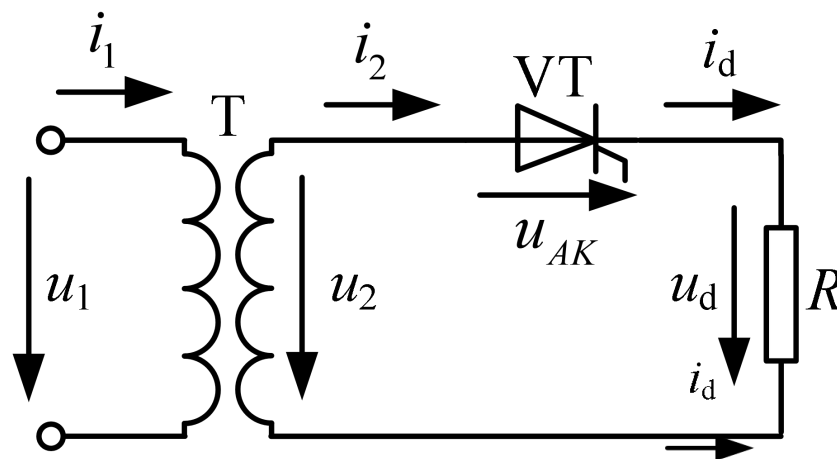




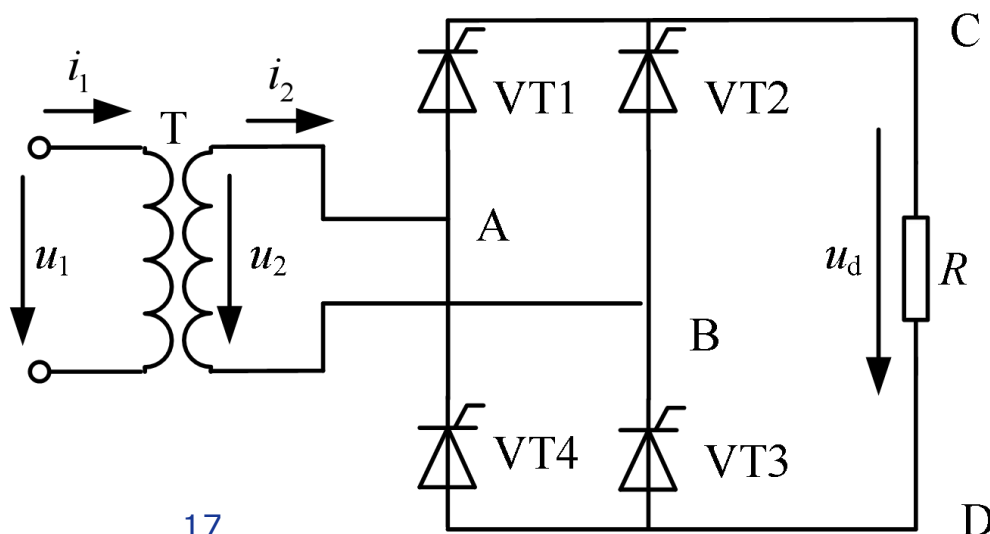
# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路

单相半波

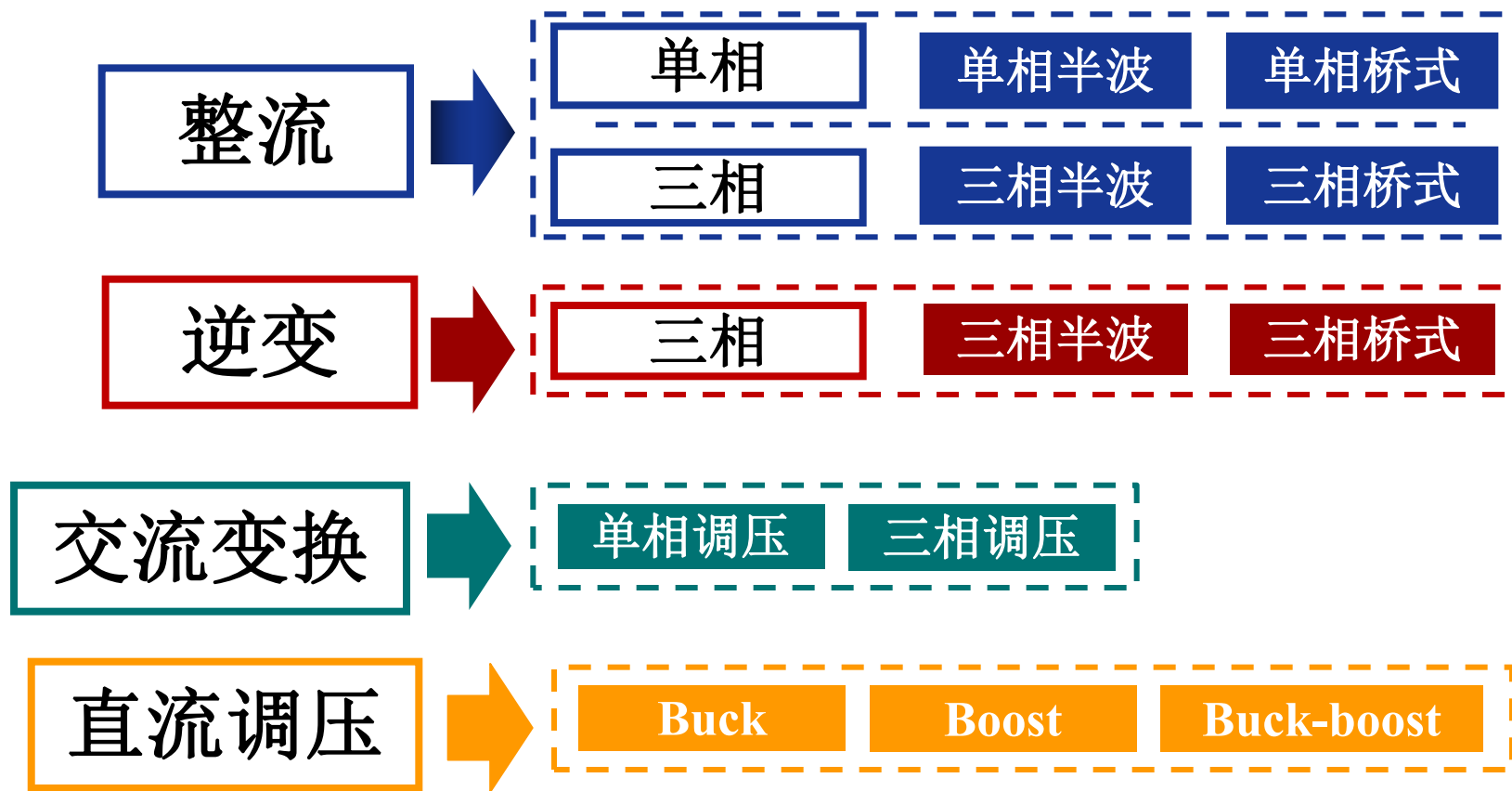


单相桥式



# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路family



基本电路可以组合实现复杂功能

# 极简版电力电子技术

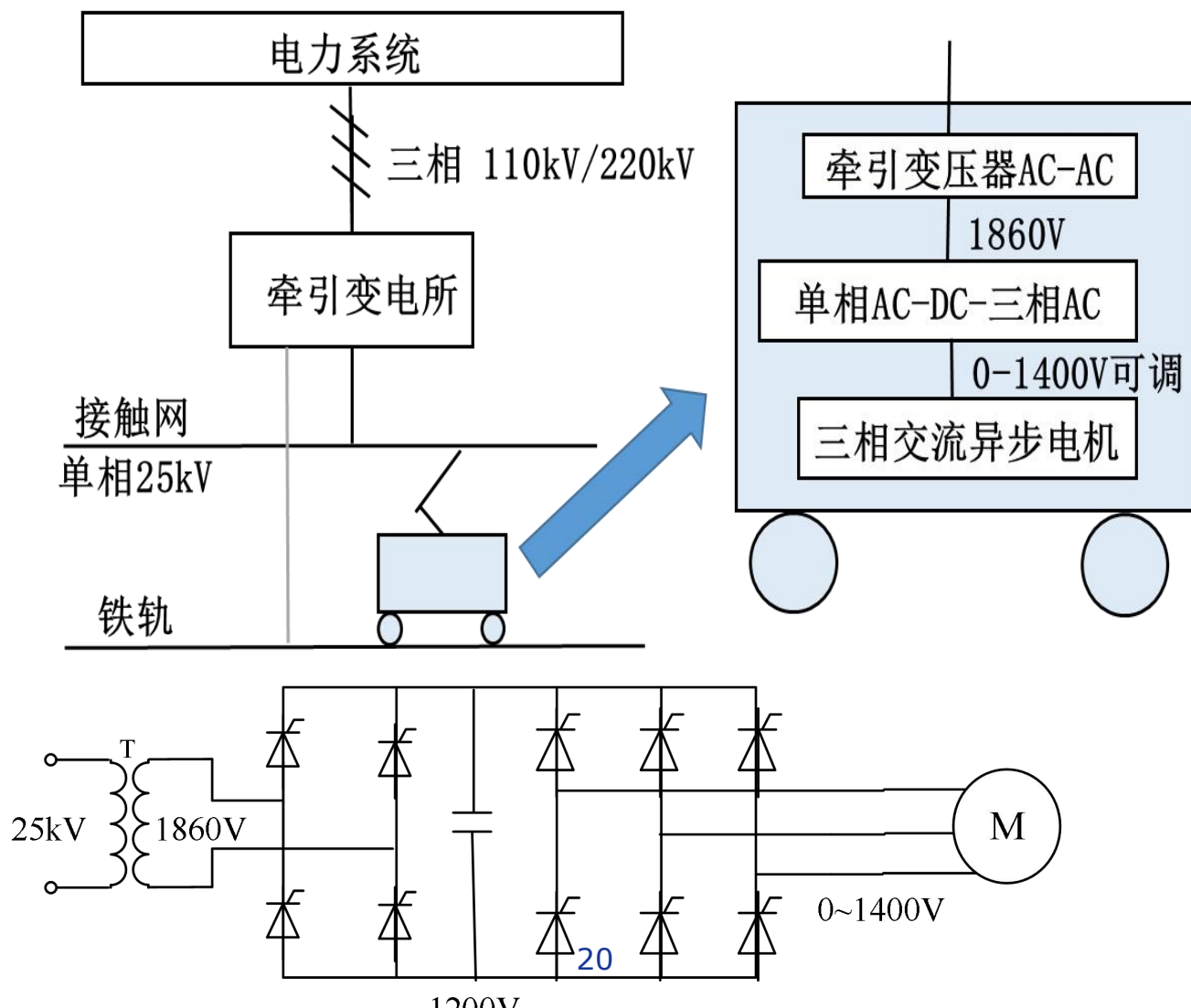
## 电力电子电路举例：高铁



课程  
思政

# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路举例：高铁



课程  
思政

# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路举例： 电动汽车

MODEL S THE PAGE  
DISPLAY



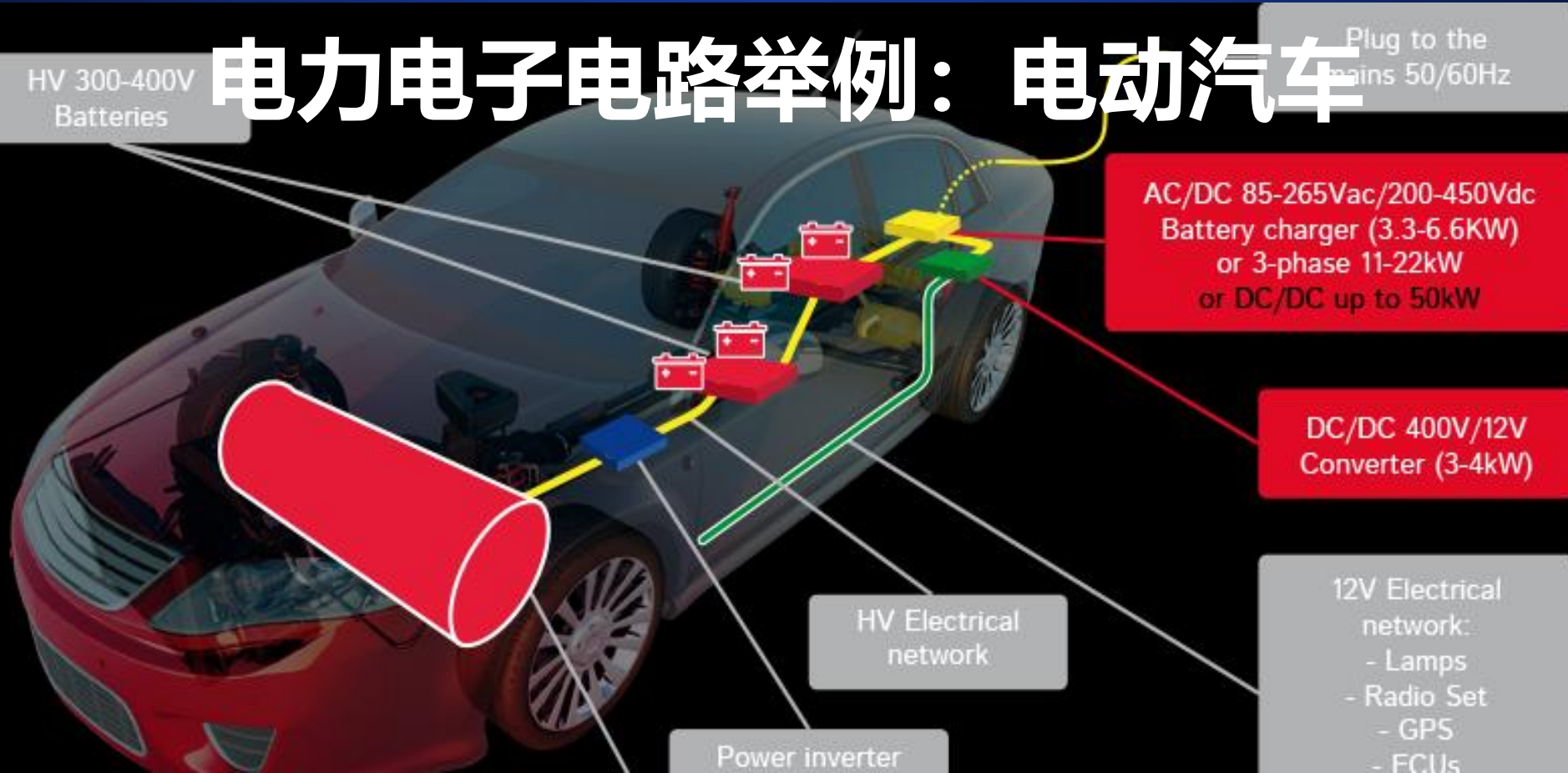
让不可能  
成为可能

特 斯 拉 MODEL S



# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路举例：电动汽车



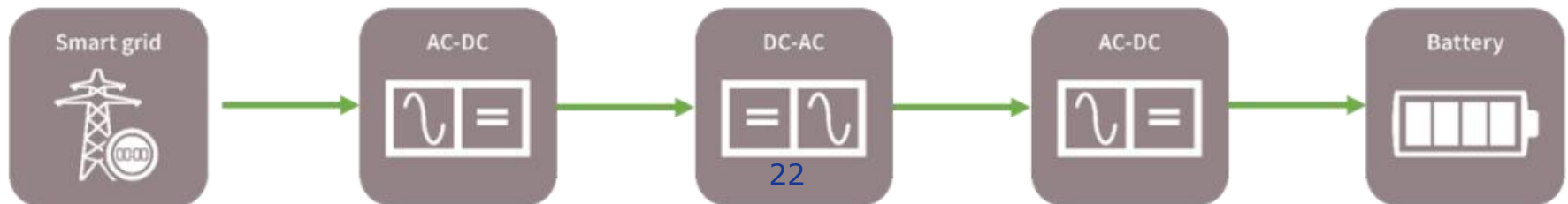
电网交流输入

变直流

变交流

变直流

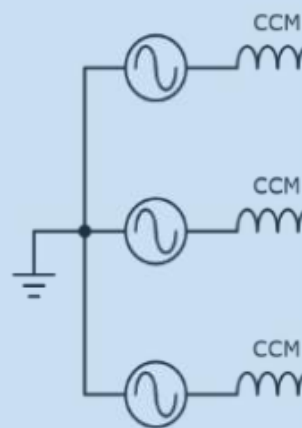
直流输出到电池



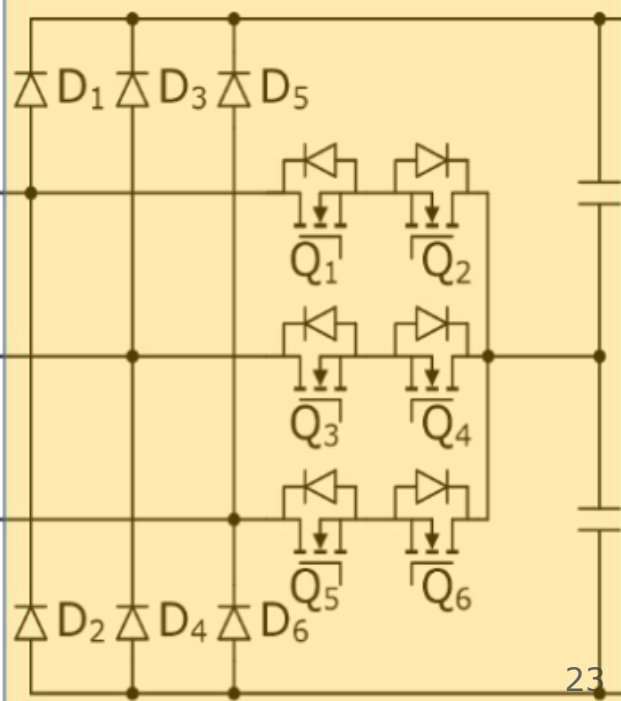
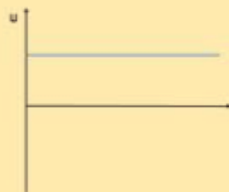
# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路举例：电动汽车

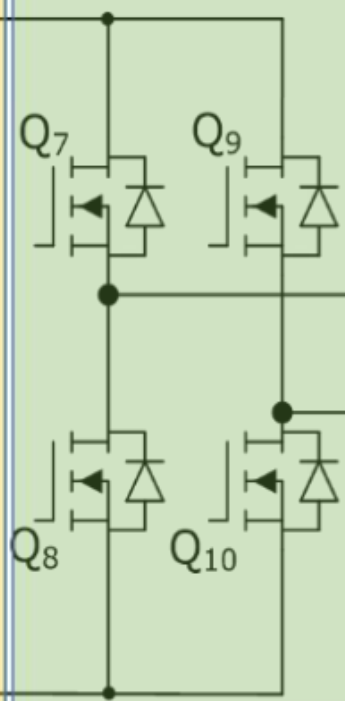
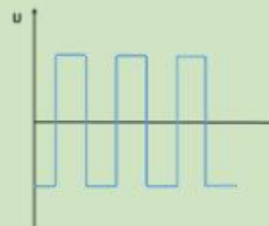
交流380V/50Hz



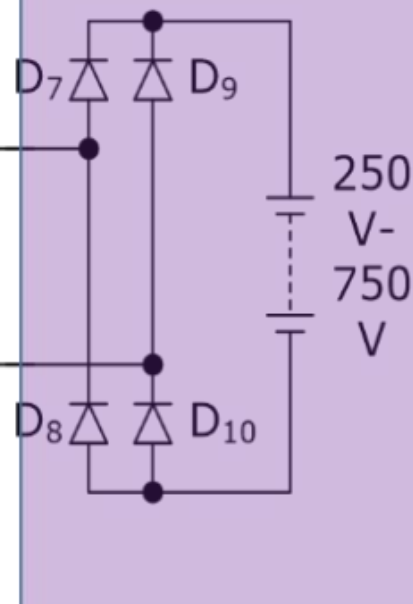
直流



交流



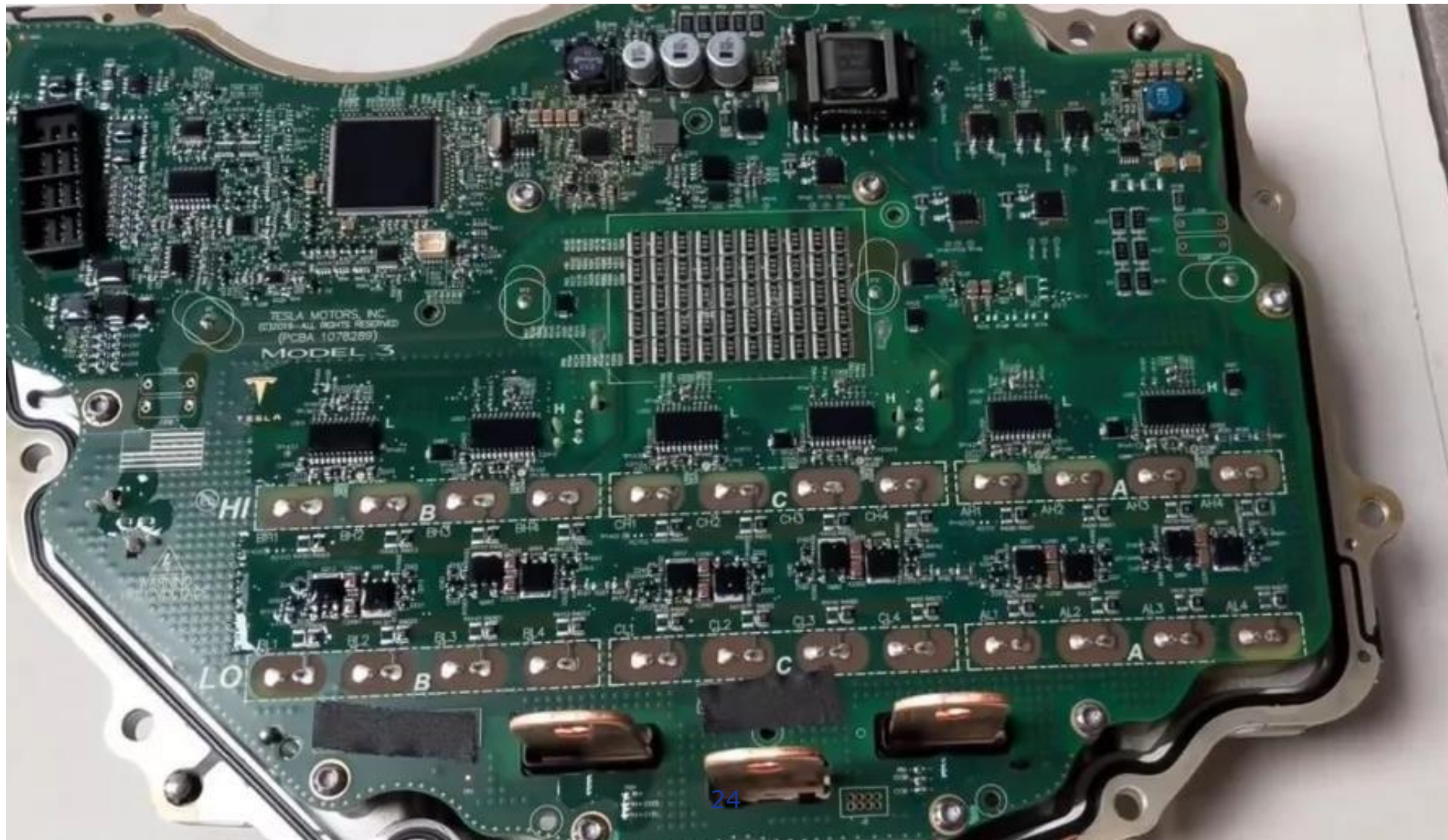
直流250V~750V





# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路举例：电动汽车





# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路举例

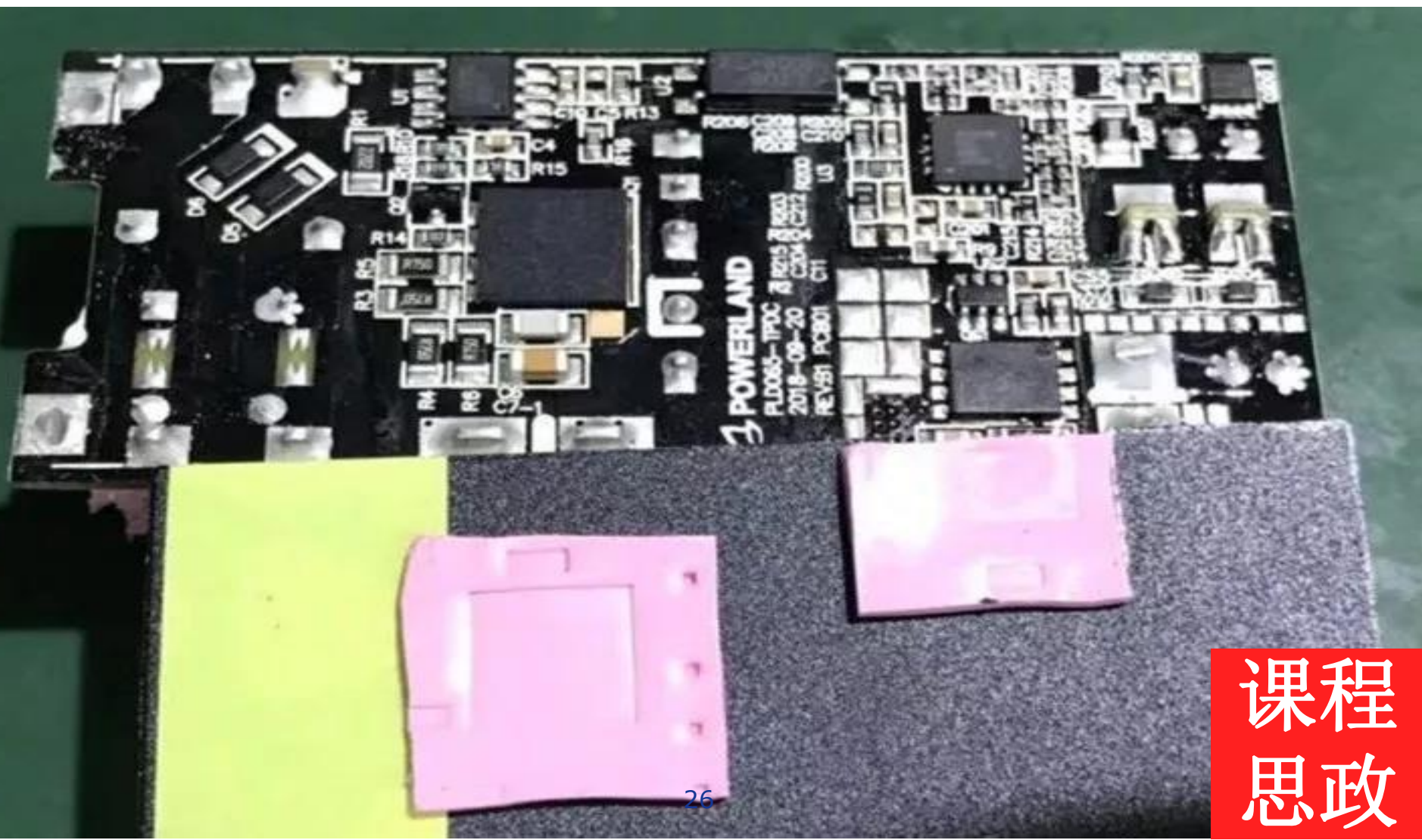
thinkplus 口红电源

多能小巧 原地满血



# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路举例：口红电源

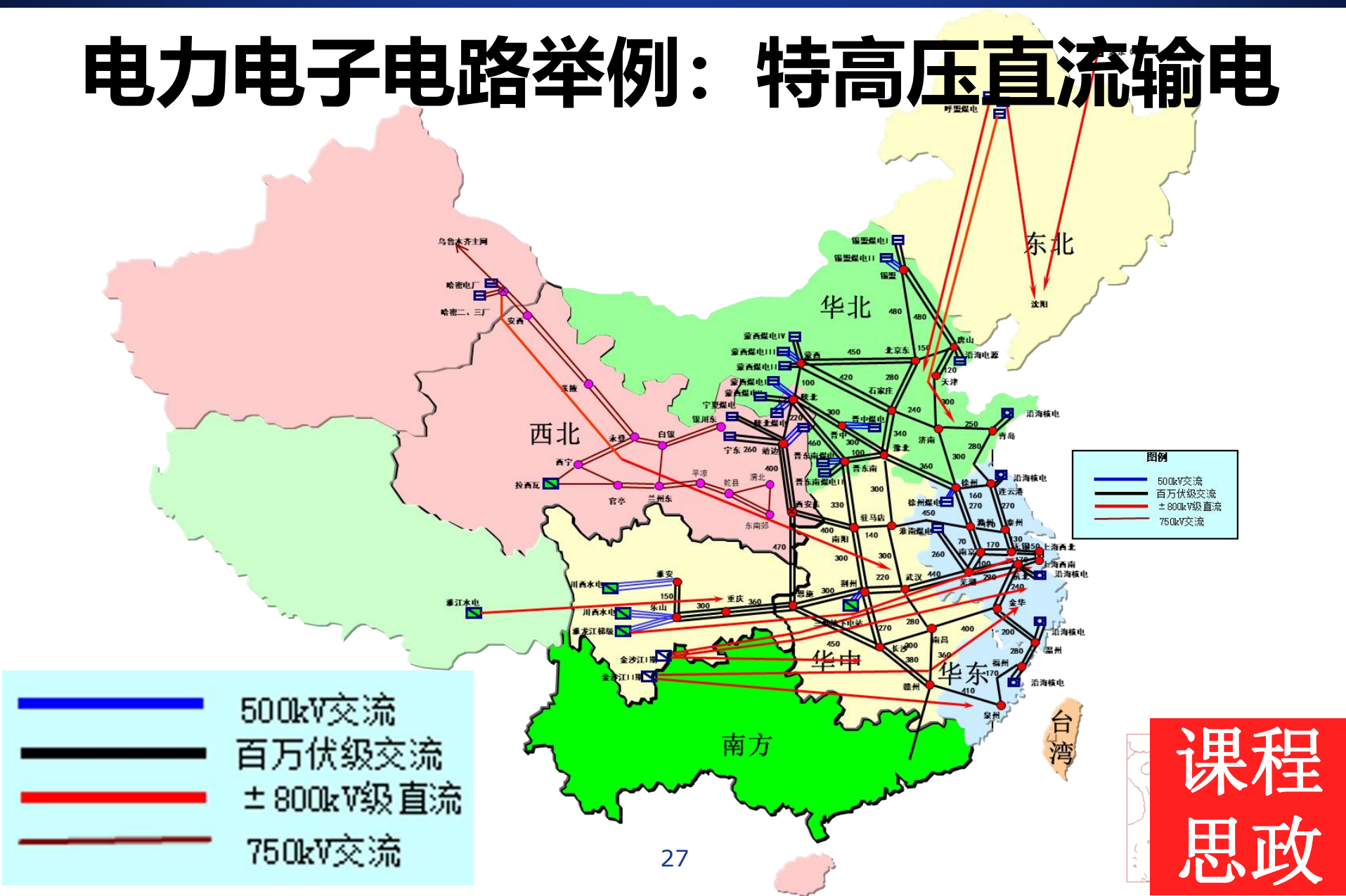


课程  
思政



# 极简版电力电子技术

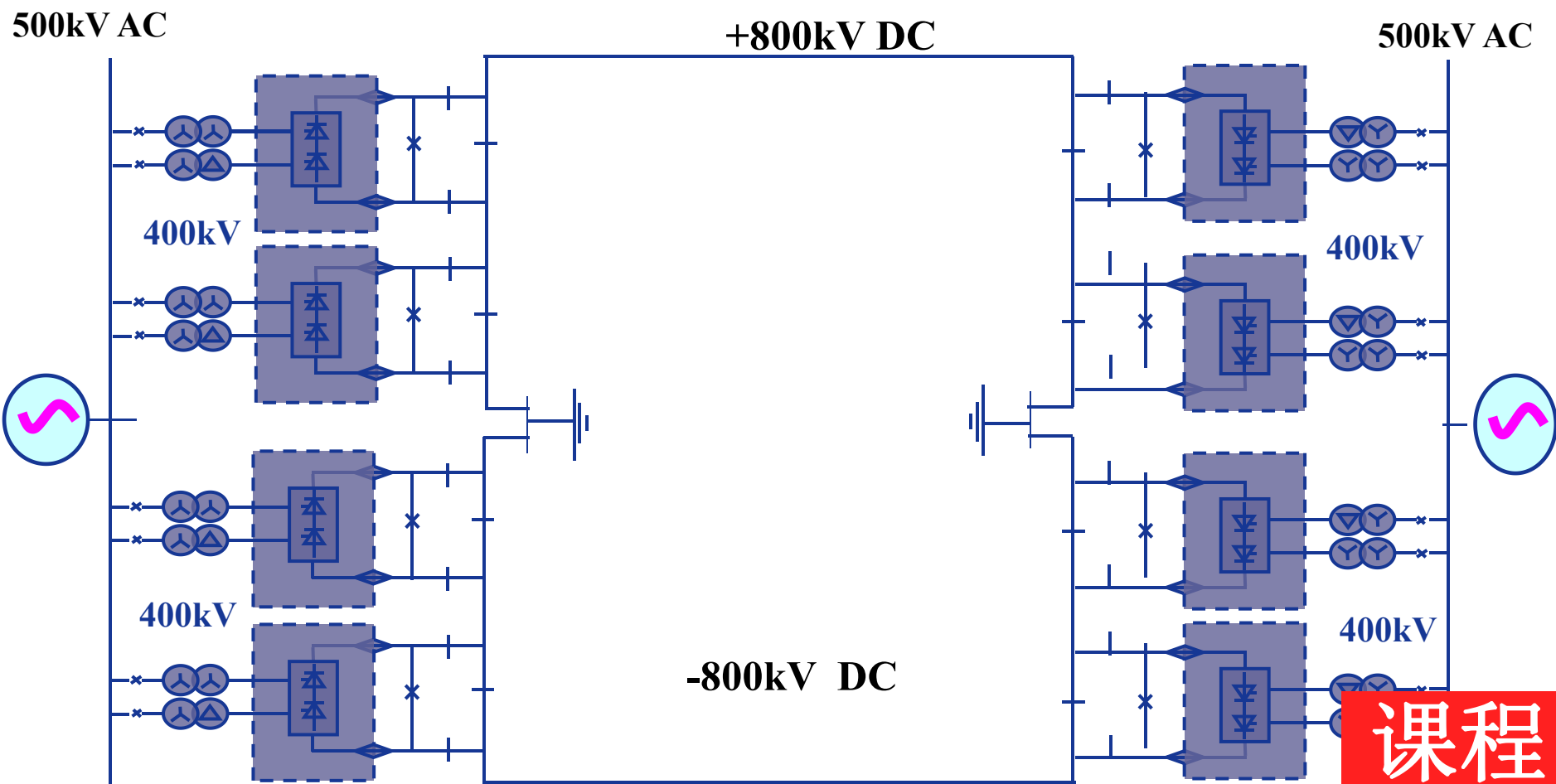
## 电力电子电路举例：特高压直流输电



课程  
思政

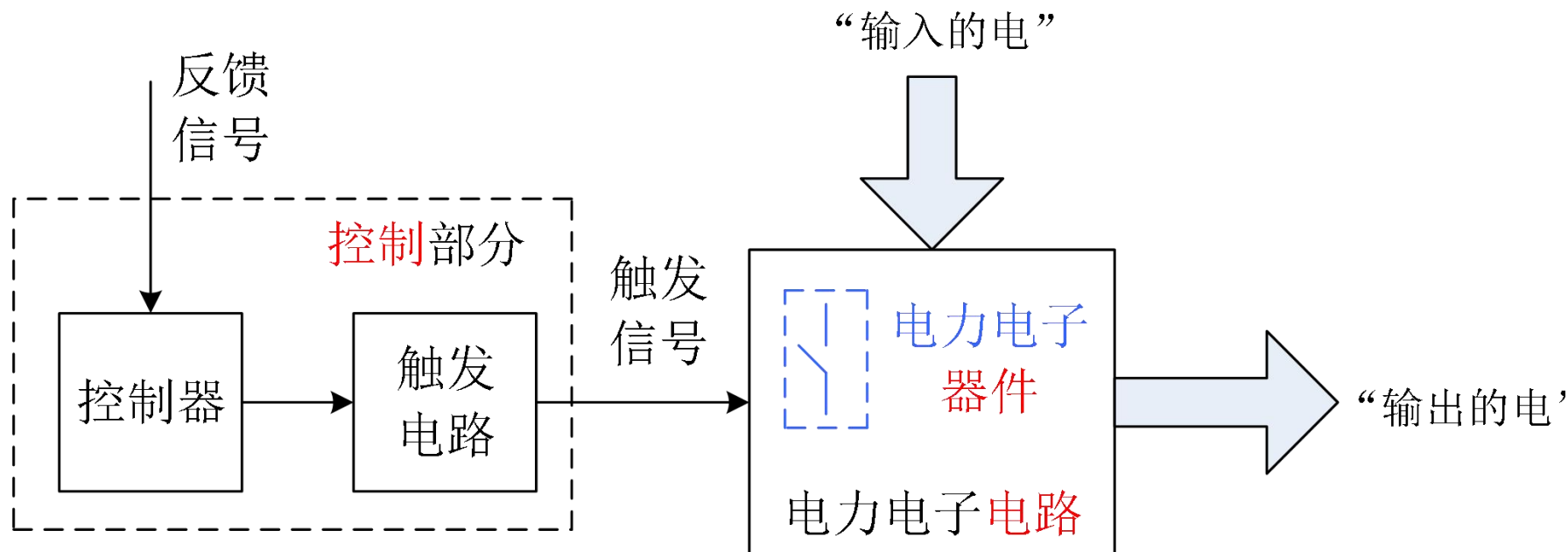
# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路举例：特高压直流输电



# 极简版电力电子技术

## 电力电子电路控制



**控制部分** {

- 触发信号
- 触发电路
- 控制方法

# 极简版电力电子技术

## “极简的不能再简的” 总结

电力电子技术 = 大功率“开关”  
+ 精妙的“电路”及其组合  
+ 精妙的“控制”

IEEE给出的“电力电子技术”的定义：

有效的使用电力半导体器件，应用电路和设计理论以及分析开发工具，实现对电能的高效能变换和控制的一门技术。

# 本次课程内容

- ❖ 什么是电力电子技术？  
“极简版电力电子技术”
- ❖ 本课程与其他课程的关系？
- ❖ 本课程需要掌握的核心内容什么？
- ❖ 本课程的考核要求
- ❖ 拓展与思考

# 学科关系

电力电子技术（power electronics）

专业主干课程（专业基础课）

研究生专业：电力电子与电力传动

基础课程：

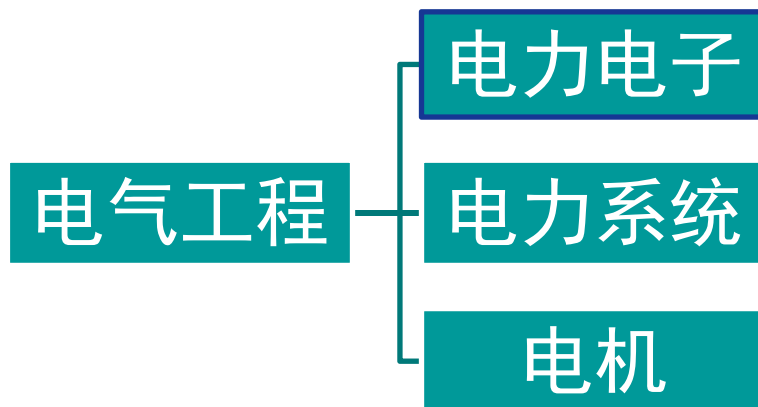
- 电子学（模拟电子、数字电子等）
- 电工学（电路、电机等）
- 控制理论（自动控制原理、现代控制理论等）

后续课程：《运动控制》



# 学科分类

国内学科分类:



[wikipedia.org/wiki/Electrical\\_engineering](https://wikipedia.org/wiki/Electrical_engineering)

travel happy car

## Contents [hide]

- 1 History
  - 1.1 19th century
  - 1.2 More modern developments
  - 1.3 Solid-state electronics
- 2 Subdisciplines
  - 2.1 Power
  - 2.2 Control
  - 2.3 Electronics
  - 2.4 Microelectronics
  - 2.5 Signal processing
  - 2.6 Telecommunications
  - 2.7 Instrumentation
  - 2.8 Computers
  - 2.9 Related disciplines

国外学科分类:

电气工程( **Electrical Engineer**, 简称**EE**)

计算机科学 ( **Computer Science**, 简称**CS**)

合起来**EECS**, **ECE** ( **Electrical and Computer Engineering**)

# 学科分类

## Dr. William E. Newell简介

电力电子领域的先驱。

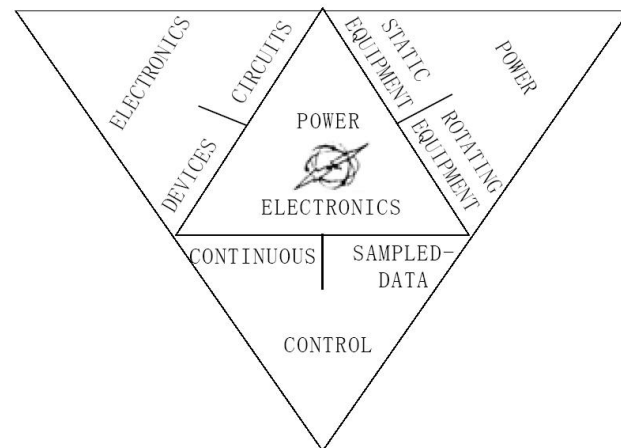
1973年6月，IEEE三个学会——宇航及电子系统(AES)、工业应用(IAS)、电子器件(PDS)联合举办IEEE电力电子专家会议(PESC'73)。

会上, Dr. William E Newell 的主题讲演:  
电力电子从不被重视到脱颖而出(Power Electronics--Emerging from Limbo)。

- 首次给出电力电子的经典定义:

- 电力电子技术是电气工程三大学科(电子、电力和控制)的交叉。

- 建议尽快建立电力电子学这一新的重要学科和专业。
- 为IEEE电力电子学会的建立播下了种子。
- 一系列准确的预测。



# 本次课程内容

- ❖ 什么是电力电子技术？  
“极简版电力电子技术”
- ❖ 本课程与其他课程的关系？
- ❖ 本课程需要掌握的核心内容什么？
- ❖ 本课程的考核要求

# 电力电子课程核心掌握

器件



结构  
特性

电路



拓扑  
工作模式

控制



原理

# 电力电子课程核心掌握

器件



结构  
特性

电路



拓扑  
工作模式

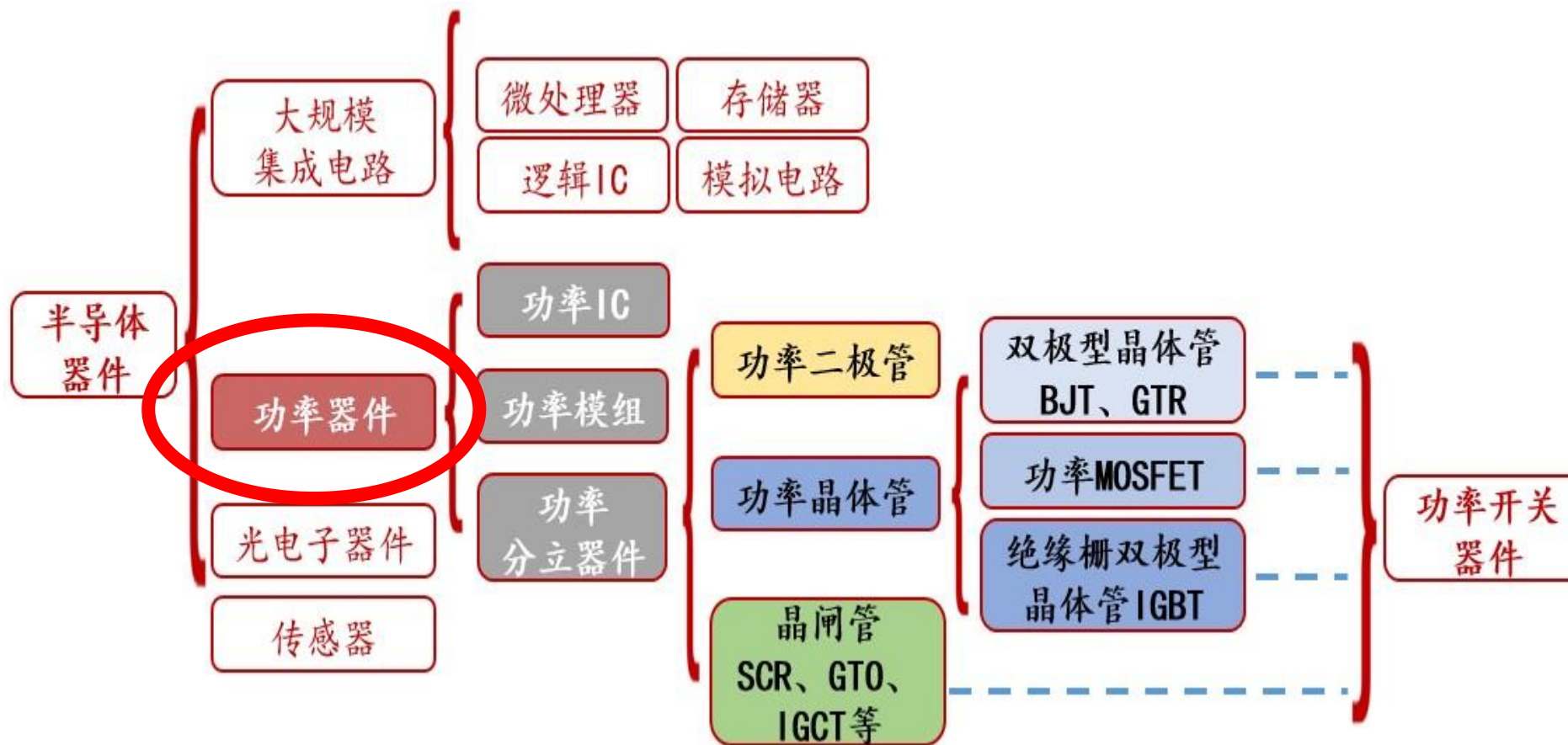
控制



原理

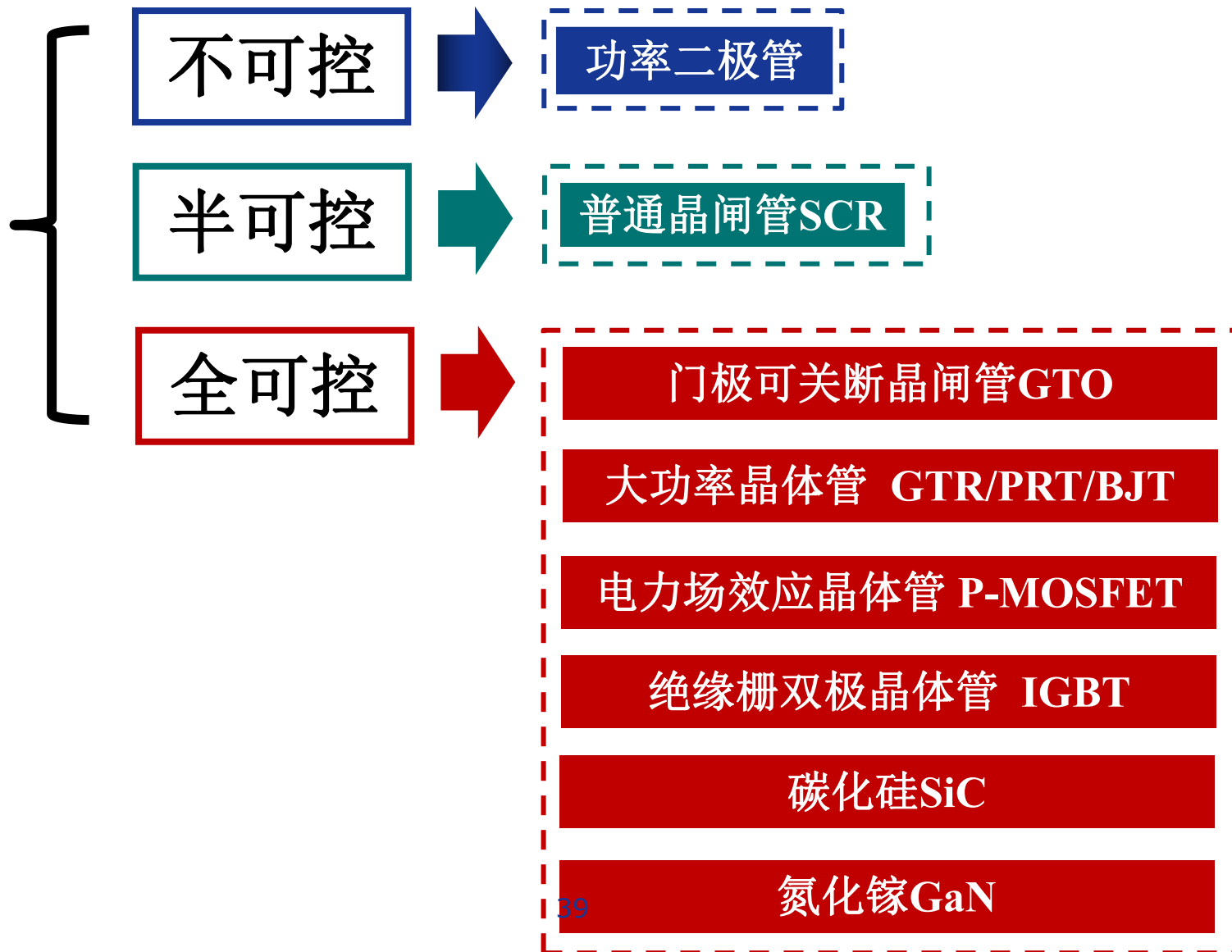
# 核心掌握1：电力电子器件

## 半导体电子器件家族：

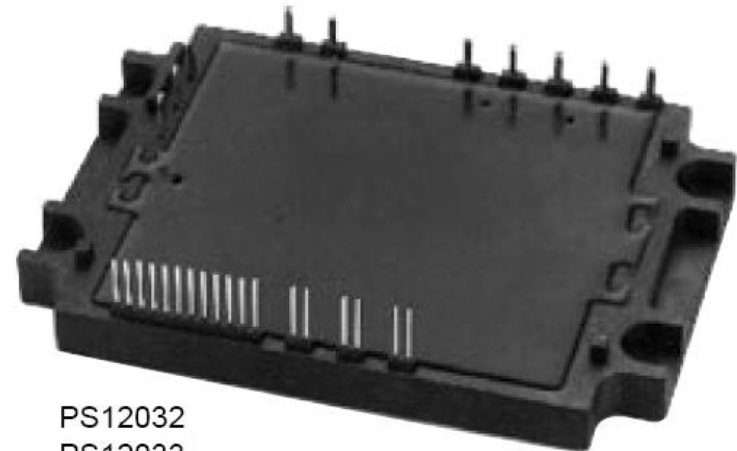
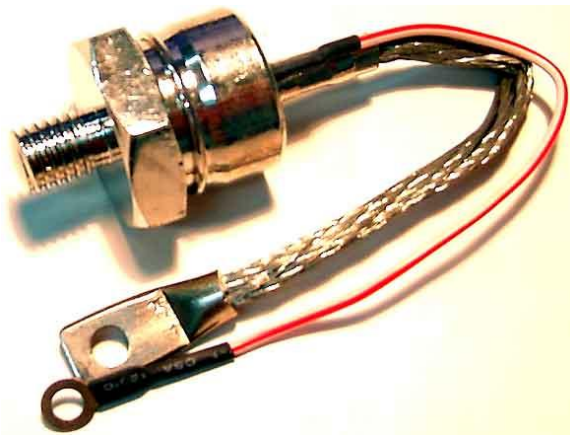


# 核心掌握1：电力电子器件

## 电力电子器件Family



# 核心掌握1：电力电子器件





# 电力电子课程核心掌握

器件



结构  
特性

电路



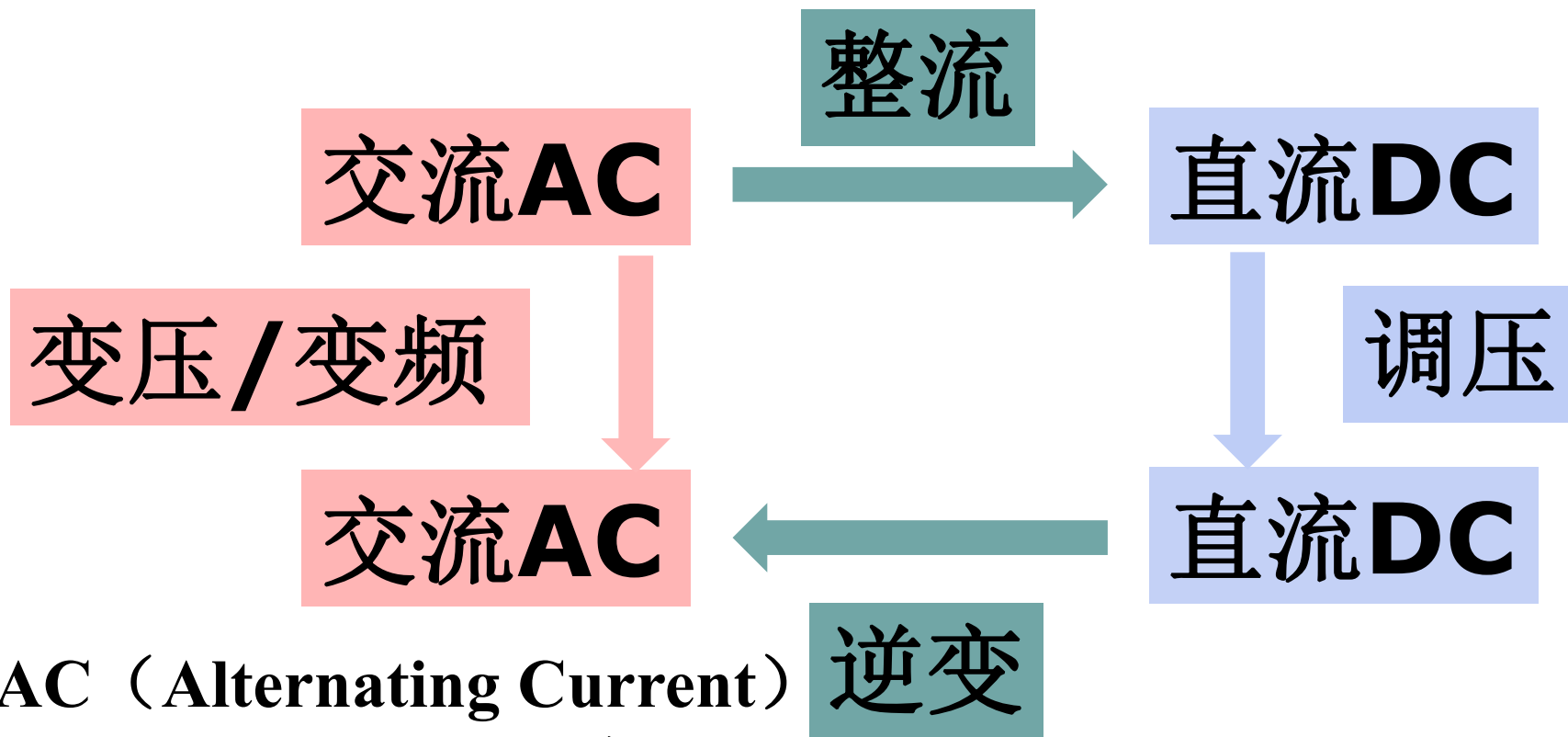
拓扑  
工作模式

控制



原理

# 核心掌握2：电力电子电路

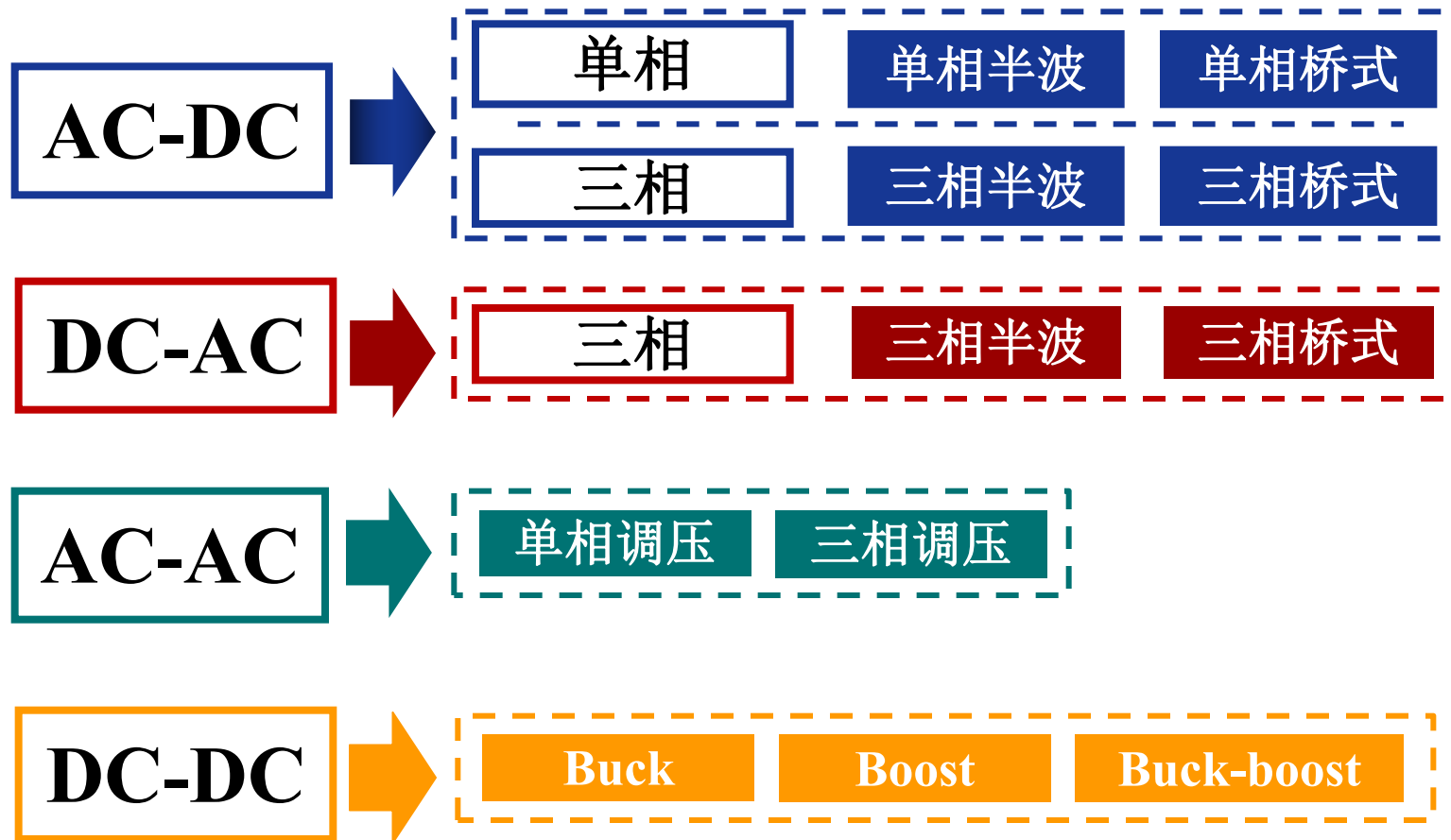


AC (Alternating Current)

DC (Direct Current)

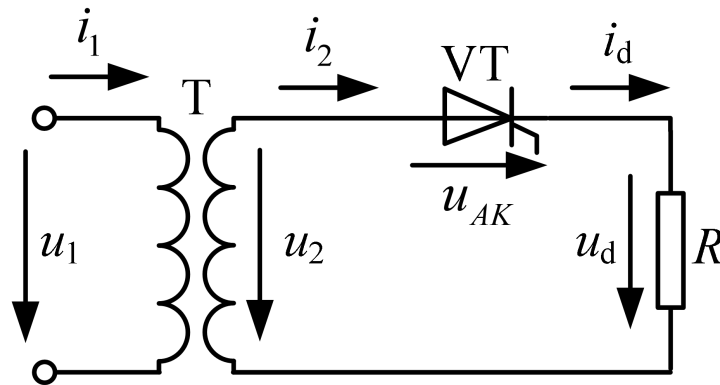
# 核心掌握2：电力电子电路

## ❖ 电力电子电路家族

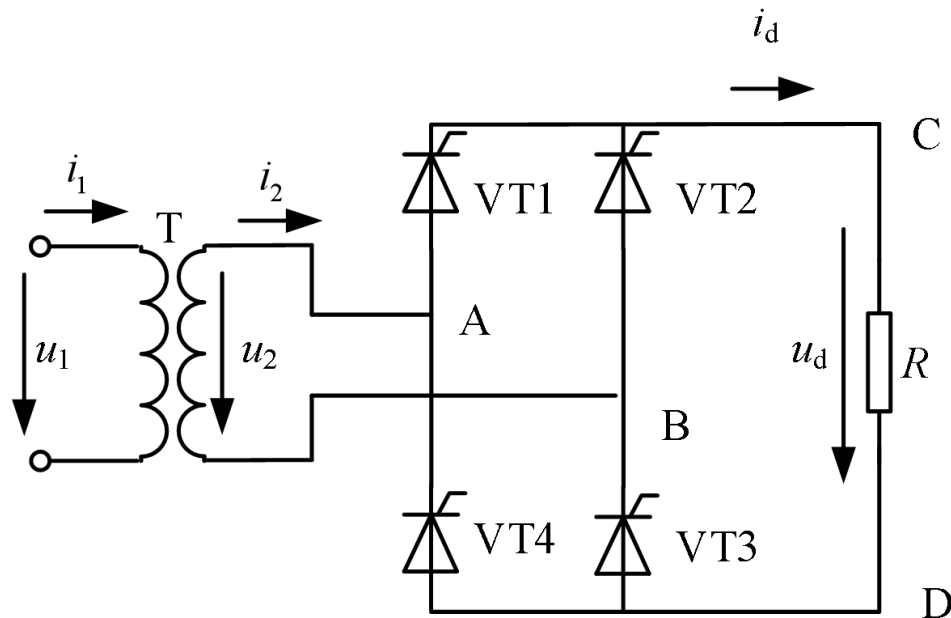


# 核心掌握2：电力电子电路

单相半波

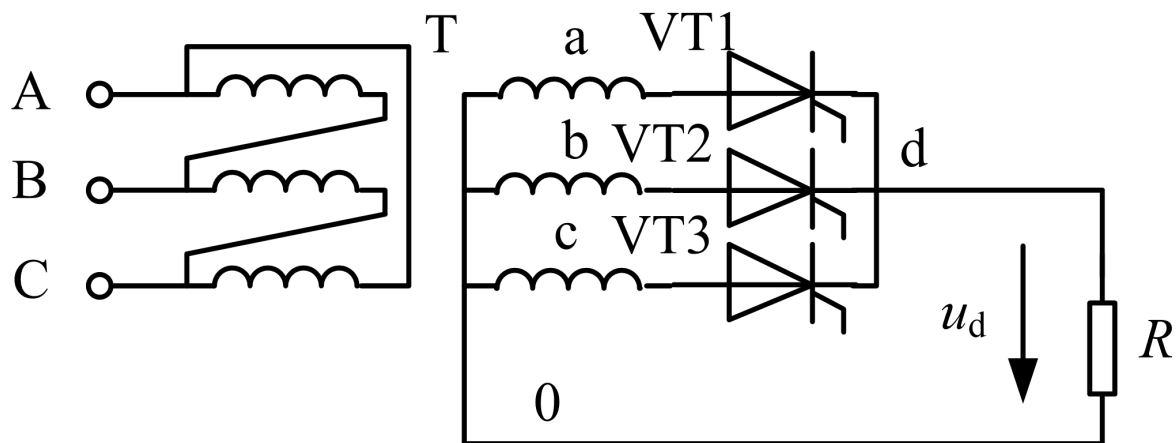


单相桥式

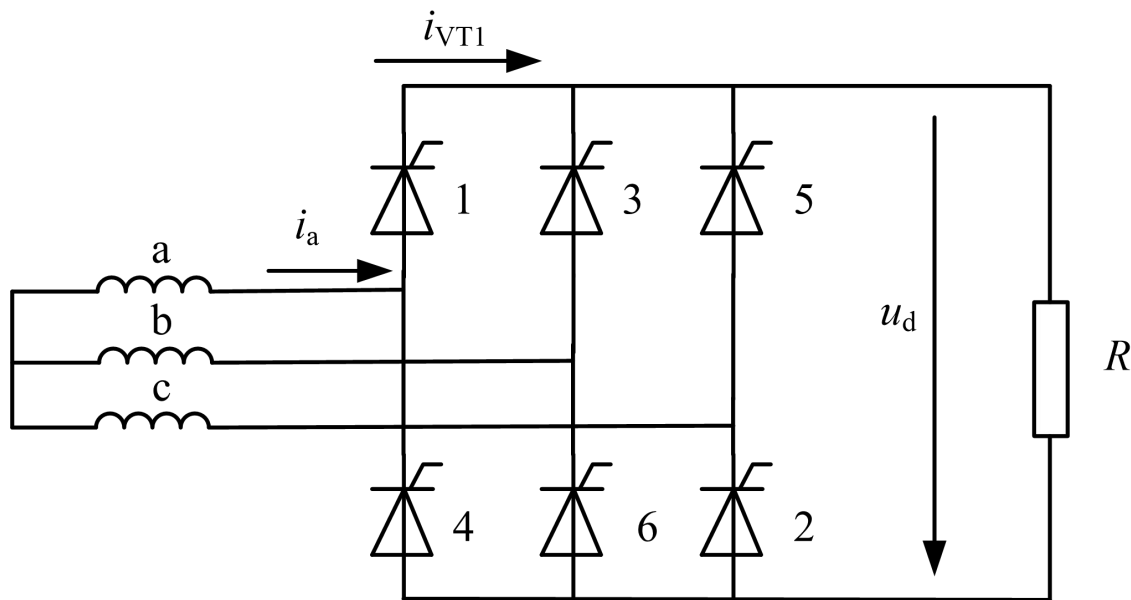


# 核心掌握2：电力电子电路

三相半波

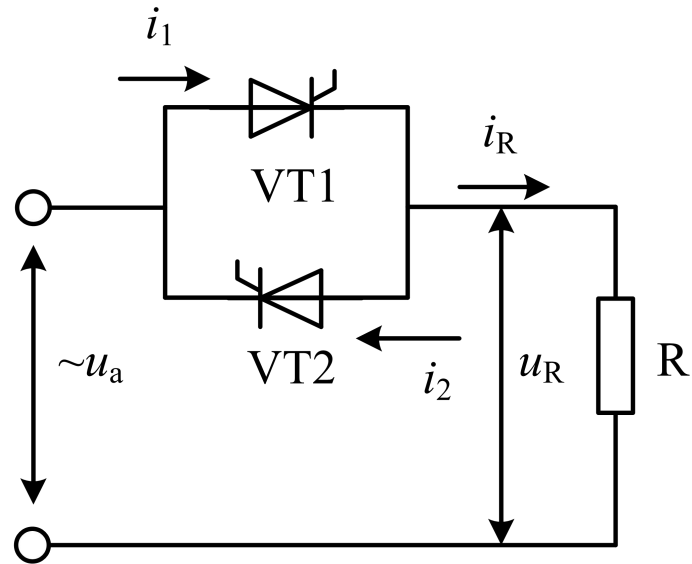


三相桥式

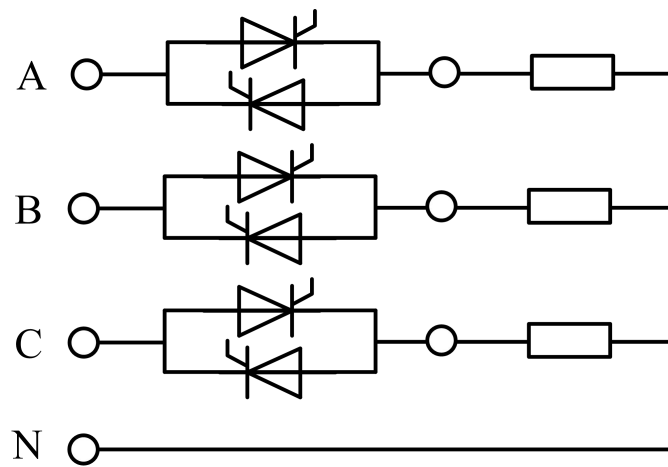


# 核心掌握2：电力电子电路

## 单相调压

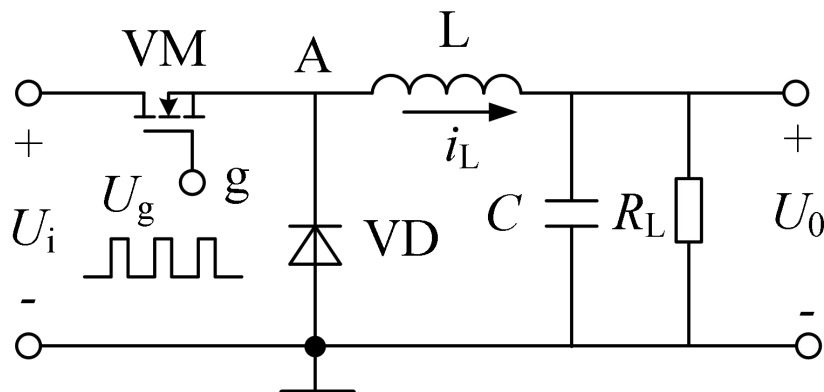


## 三相调压

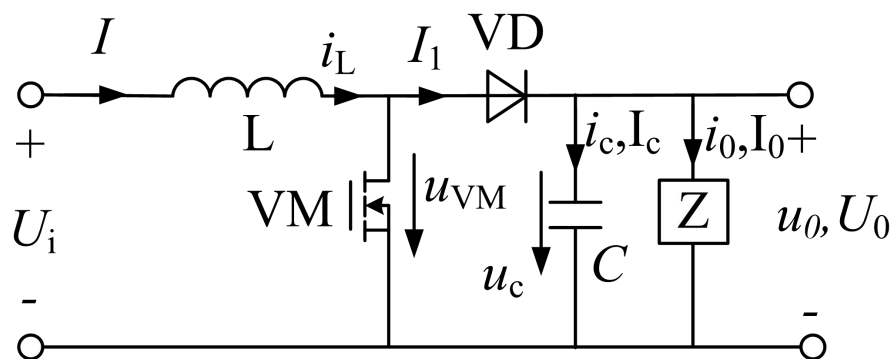


# 核心掌握2：电力电子电路

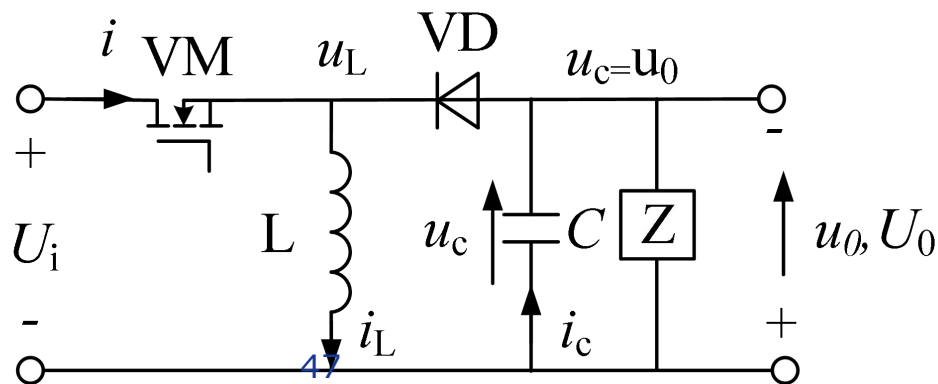
Buck



Boost



Buck-boost



# 电力电子课程核心掌握

器件



结构  
特性

电路



拓扑  
工作模式

控制



原理



# 核心掌握3：控制部分

电力电子技术——

使用**电力电子器件**实现**电能的变换**

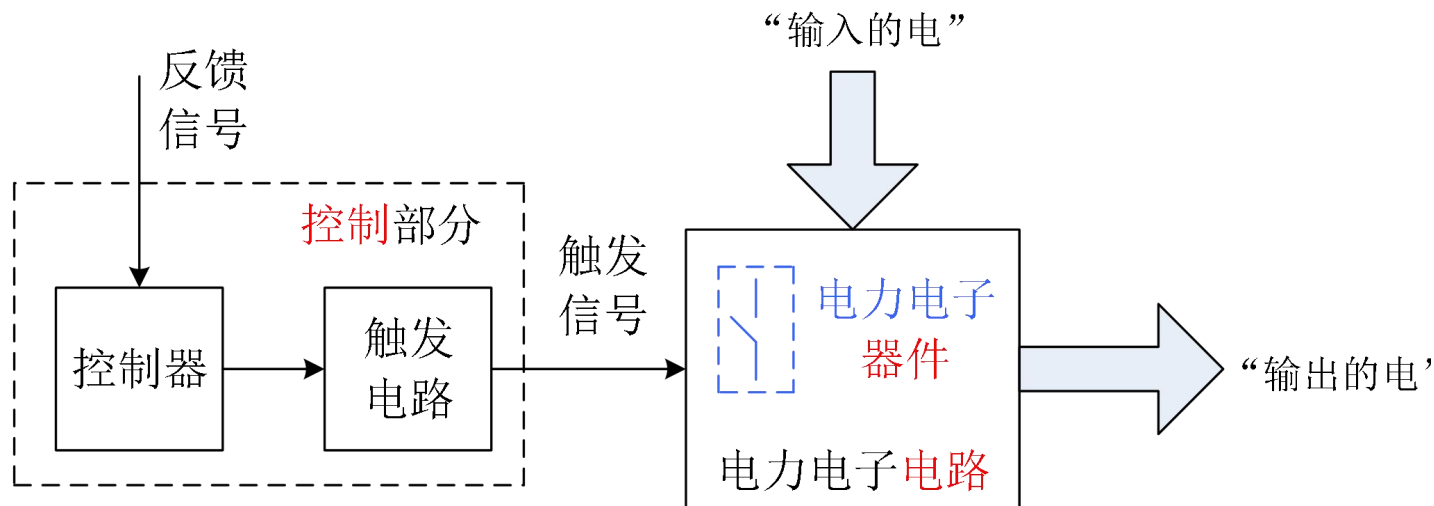
单个器件：**开关**控制

**弱电**控制**强电**

整体电路：控制**各个开关的配合**

**巧妙配合**实现**复杂变换**

# 核心掌握3：控制部分



控制部分

触发信号

触发电路

控制方法

# 本次课程内容

- ❖ 什么是电力电子技术？  
“极简版电力电子技术”
- ❖ 本课程与其他课程的关系？
- ❖ 本课程需要掌握的核心内容什么？
- ❖ 本课程的考核要求
- ❖ 拓展与思考

# 本课程的性质、分析方法和学习要求

课程性质：自动化专业、电气工程专业必修的技术基础课、专业课。

分析方法：

- 波形分析
- 过渡过程分析（求解微分方程）

学习要求：

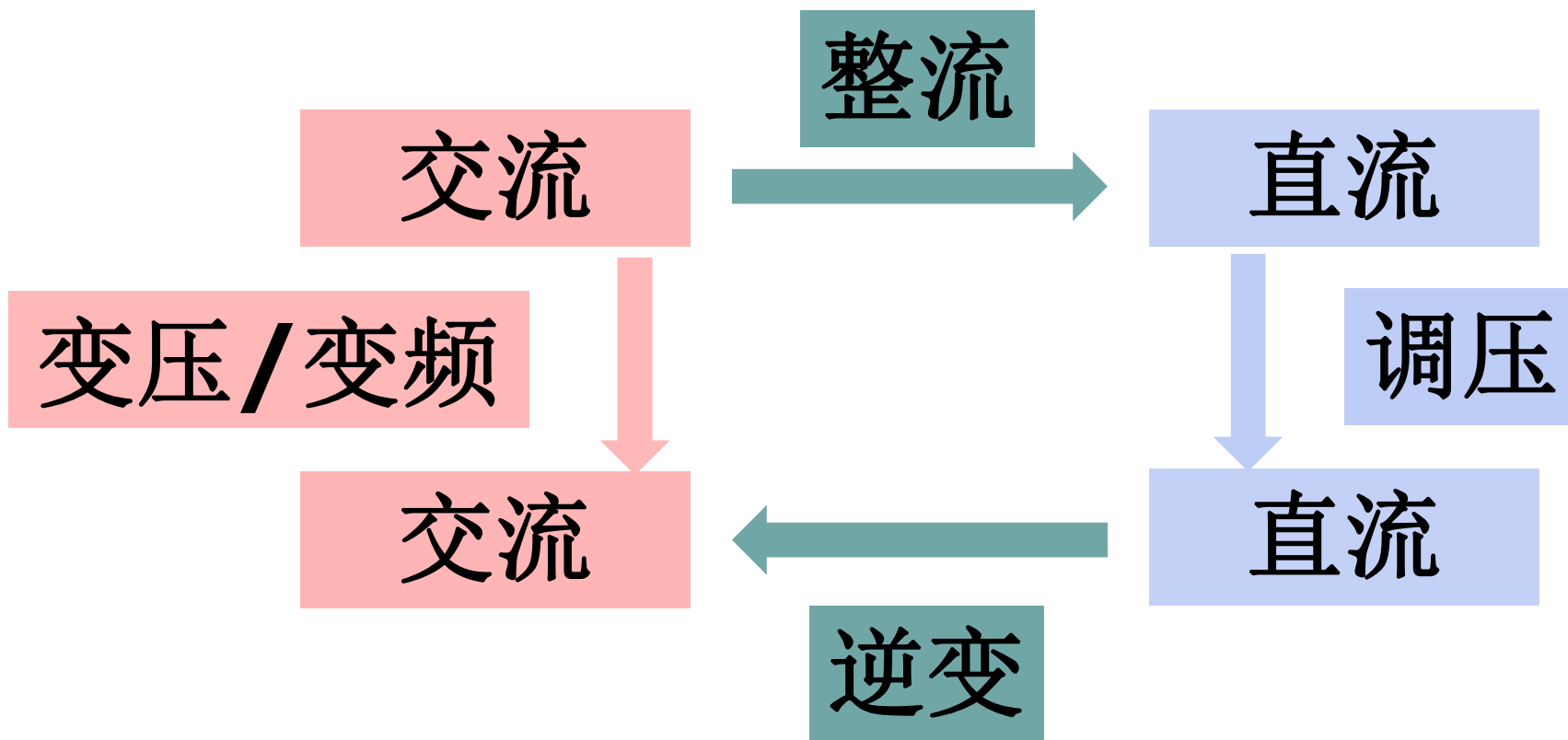
- 了解各种功率开关器件的特性和参数；
- 了解各种变流电路的工作原理；
- 了解各种开关元件的控制和保护，各种电路的特点；
- 掌握基本的实验方法。

# 本次课程内容

- ❖ 什么是电力电子技术？  
“极简版电力电子技术”
- ❖ 本课程与其他课程的关系？
- ❖ 本课程需要掌握的核心内容什么？
- ❖ 本课程的考核要求
- ❖ 拓展与思考

# 拓展与思考

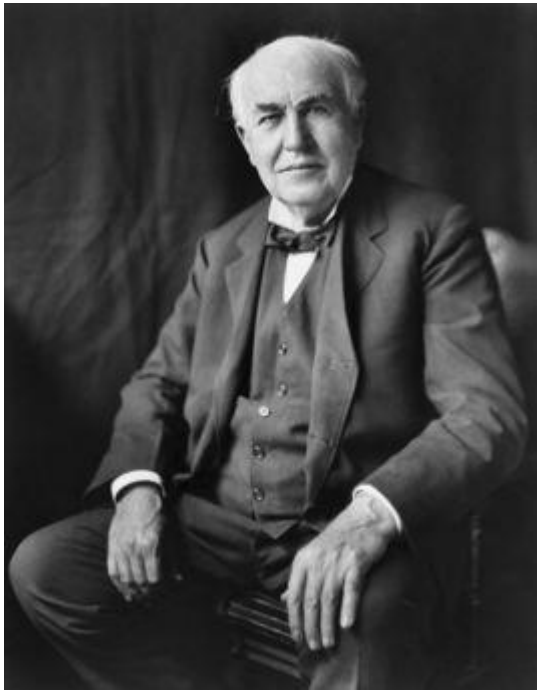
## 为什么需要交流和直流？



# 拓展与思考

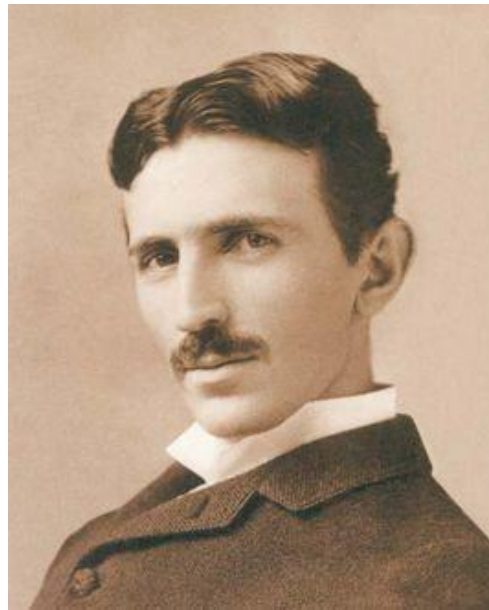
## War of Currents

直流DC

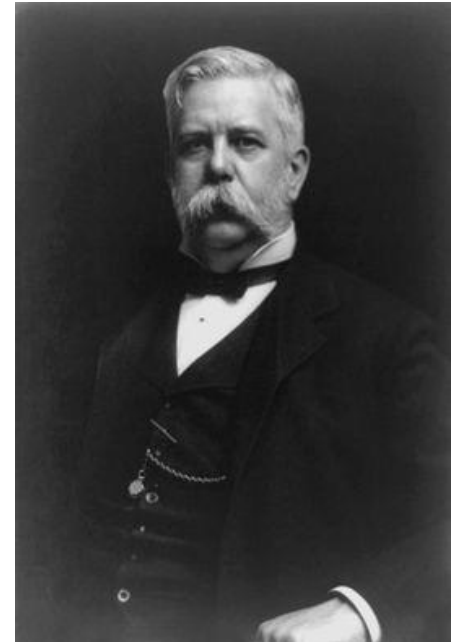


托马斯·阿尔瓦·爱迪生  
Thomas Alva Edison

交流AC



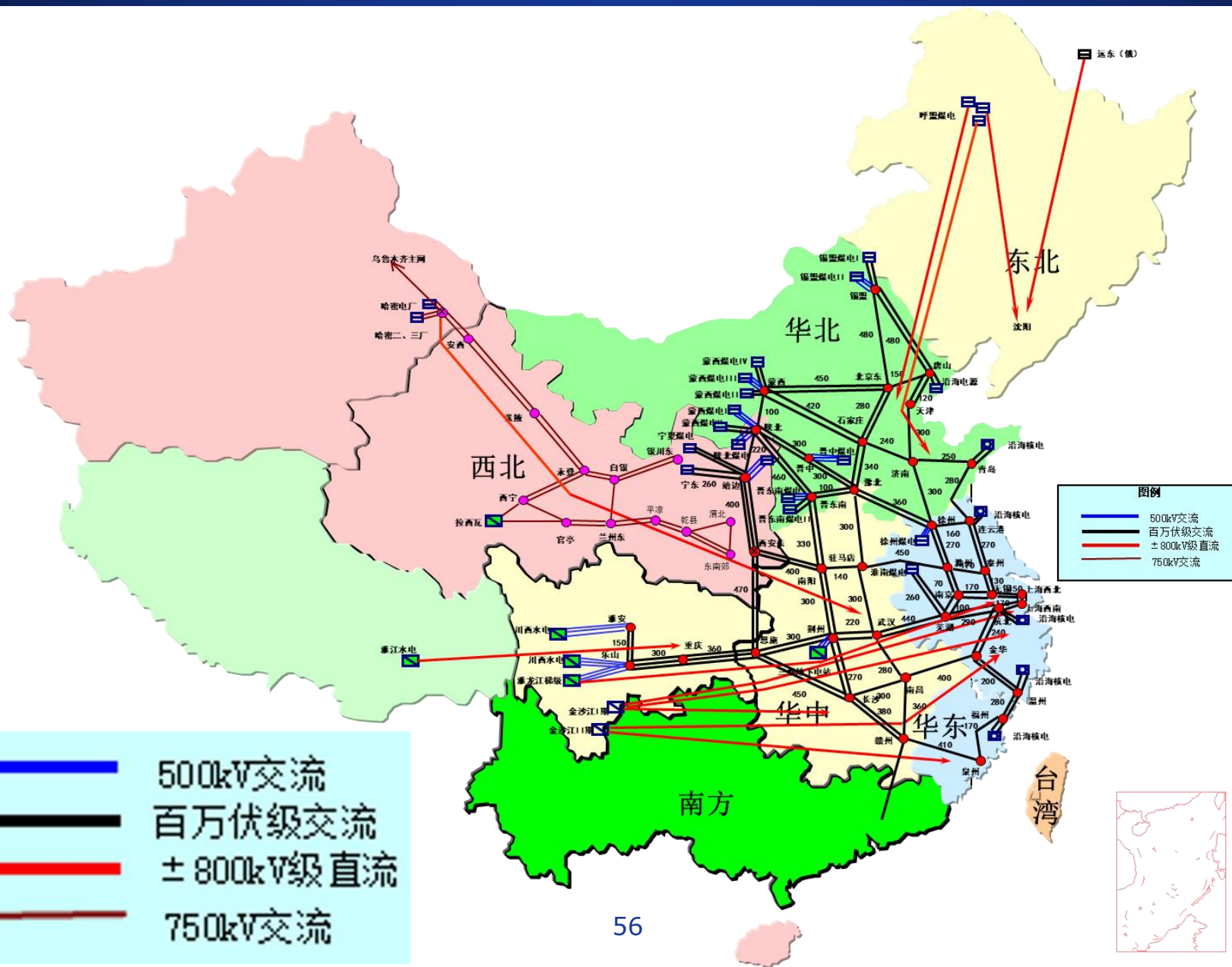
尼古拉·特斯拉  
Nikola Tesla



威斯汀豪斯  
George  
Westinghouse, Jr.



## 拓展与思考



# 拓展与思考

