

东南大学自动化学院
《电机与电力电子技术》作业

作业名称：生活中的电力电子

作业次数：第11次

姓 名：张韫译萱 学 号：08023214

一. 调研对象

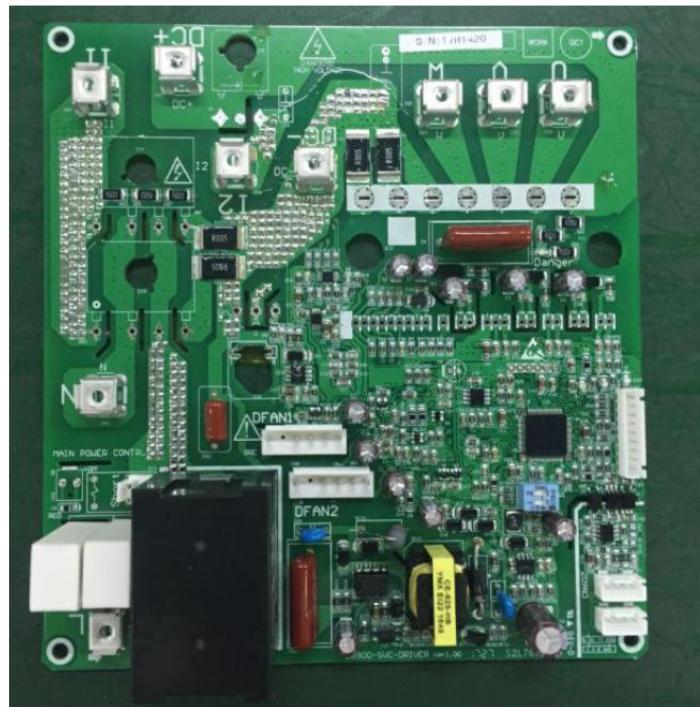
变频空调（驱动电路）

输入：单相交流电，220V，3.0A

输出：直流电，59.2V，最大有效值为30A

基本功能：整流AC-DC、PFC功率因数调整控制、电压，电流检测、数字化显示、三相电动机启动、调速控制、继电器控制

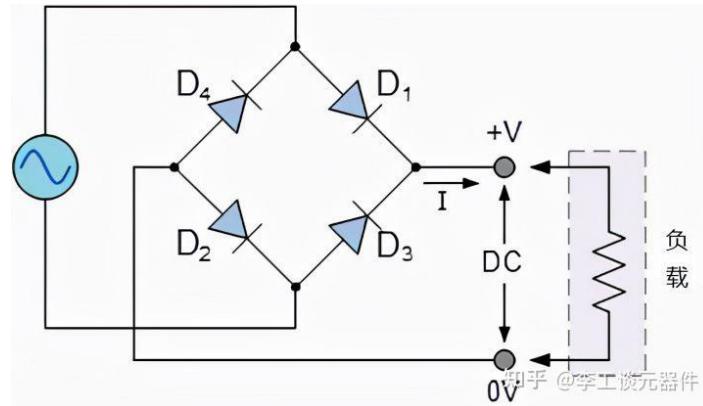
二. 外观与电路



资料链接：www.cvte.com/product/bpqd

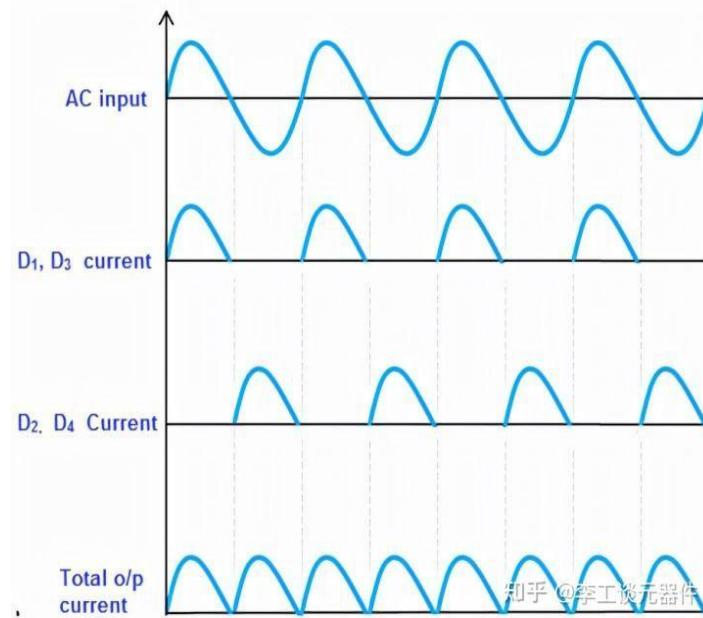
三. 核心电路及工作原理

整流桥（AC-DC）：



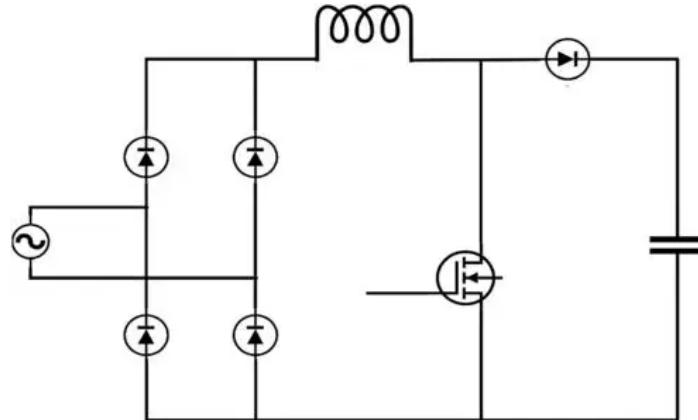
在正半周期间，二极管 D4-D2 得到正向偏置，并起到闭合开关的作用。二极管 D1-D4 反向偏置并且不导通，因此就像打开开关一样，在输出端得到正半周。

在负半周期间，二极管 D3-D1 正向偏置，并起到闭合开关的作用。二极管 D2-D4 反向偏置并且不导通，因此就像打开开关一样，在输出端得到正半周。输出波形如下图所示：



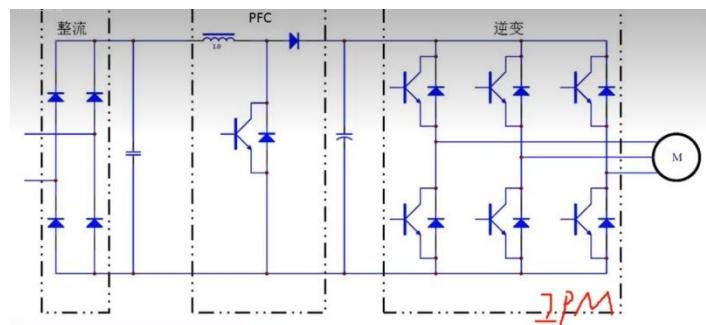
PFC 控制电路：

PFC (Power Factor Correction) 电路的作用是提高电路功率因素，本质上来说，PFC 作用表现在使负载表现为纯阻性（电路电压电流同相位）。下面介绍有源 PFC 的原理，以 boost 电路作为例子。



当开关管开通时。交流电流只通过电感，电感的电流上升。当开关管关闭时，储存在电感中的电流通过二极管向电容和负载供电。MOSFET 无论是开还是不开，都一直有电流，不存在断流的情况，且电压波形包络电流波形，这就提高了功率因数。

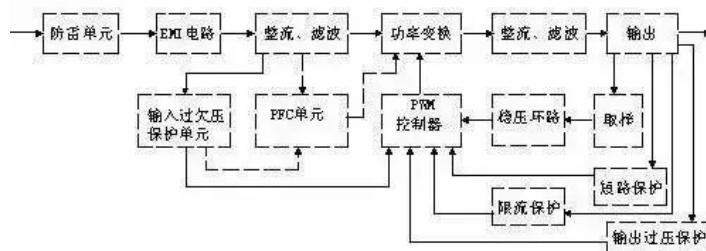
IPM 变频电路（智能功率模块）：



IPM 变频模块通过将整流后的直流电逆变成频率和电压可调的三相交流电来驱动压缩机电机：主控 MCU 根据需要的转速产生相应频率的 PWM（如 SVPWM），IPM 内部的 IGBT 按此 PWM 开关，从而输出不同频率的三相电压；电机转速与电源频率成正比，因此改变 PWM 频率即可调节压缩机转速，而电压幅值的调节用于保证转矩和稳定运行，实现变频控制。

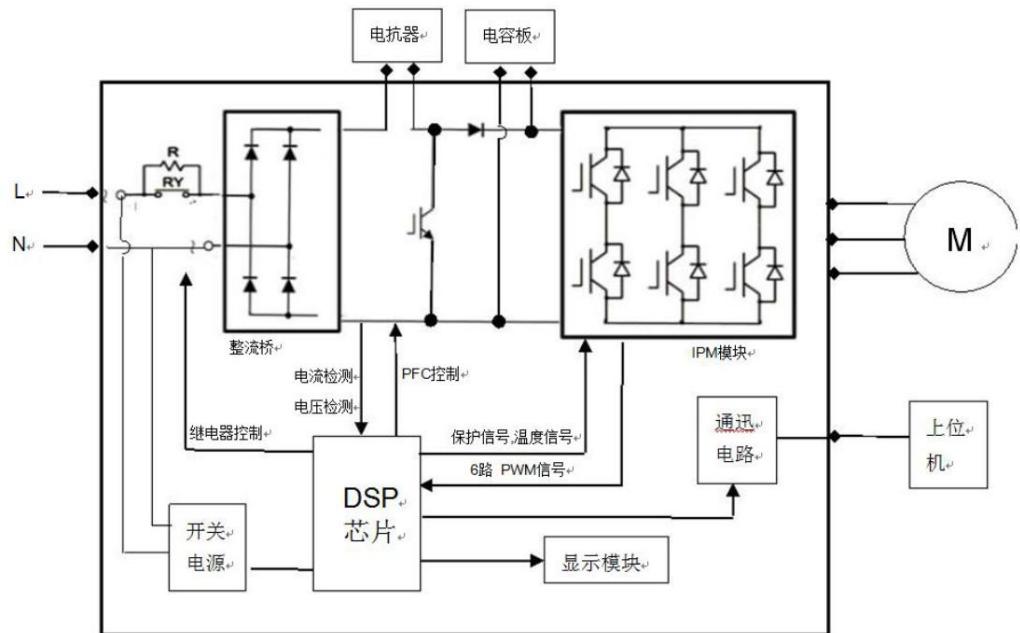
开关电源电路：

开关电源电路的作用是将电网输入的交流电经一系列操作后，变为驱动板内部可使用的直流电。其原理框图如下图所示：



开关电源电路方框图

四. 电路图和实物图



五. 参考资料

资料链接: www.cvte.com/product/bpqd

[小白必看! 三分钟拿捏新款格力空调主板 哔哩哔哩 bilibili](#)

附录: 主题介绍

一、 AC-DC 变换类 (整流与开关电源)

手机充电器 (5V, 10W 左右)

成本: 接近零 (人人都有闲置的)

涉及电路:

整流桥: 将 AC 市电整流成脉动 DC。

反激变换器 (Flyback): 最主流的结构, 隔离、降压。可以看到光耦反馈、TL431 基准源等经典控制回路。

EMI 滤波电路: 有共模电感、X 电容、Y 电容, 是讲解电磁兼容性(EMI)的完美实物例子。

电脑/笔记本电源 (ATX 电源或笔记本电源适配器)

成本: 低 (旧电脑淘汰非常多)

涉及电路:

整流与 APFC (有源功率因数校正): 这是重点! 大功率电源强制要求 PFC。可以清晰地看到 Boost 升压电路, 用于提高功率因数, 减小对电网的谐波污染。

正激或半桥/全桥变换器: 在反激之后, 功率更大时采用的拓扑, 用于生成多路输出 (+12V, +5V, +3.3V, -12V)。

磁放大 regulator: 在老式 ATX 电源中, 用于精确稳压某一路输出 (如+5VSB), 是磁元件控制的经典应用。

PFC 电路是核心亮点, 这是反激充电器里没有的。可以讲解功率因数的概念、谐波标准和

要求。

二、 DC-AC 逆变类

车载逆变器 (12VDC to 220VAC)

成本： 较低（便宜的约几十元）

涉及电路：

推挽或全桥逆变： 将电池的 12VDC 先逆变成高频方波 AC。

高频变压器升压： 将方波电压升高到 220VAC 左右。

低压差整流滤波： 有时会先整流滤波成一个高压 DC。

SPWM 逆变与 H 桥： 对于输出纯正弦波的逆变器，这是核心。可以通过示波器直观地看到 SPWM 波形和经过 LC 滤波后恢复出的正弦波。

完整的 DC-AC 逆变流程，SPWM 调制原理可以非常直观地演示，是电力电子控制的精髓之一。

UPS (不间断电源)

成本： 中低（后备式 UPS 很便宜，且容易找到坏的）

涉及电路： 集成了 AC-DC（充电）和 DC-AC（逆变），是一个系统级的完美教学模型。

工作模式：市电正常时如何工作？断电时如何无缝切换？电池管理策略是什么？

三、 DC-DC 变换类

LED 驱动电源 (特别是射灯、灯带用的恒流驱动)

成本： 极低（几元到十几元）

涉及电路：

Buck 降压电路： 非常常见，结构简单。

Buck-Boost： 用于宽电压输入范围。

恒流控制： 通过采样电阻和运放/专用芯片实现恒流输出，与常见的稳压电源形成对比。

恒流源概念，以及非隔离式开关电源的典型代表。

DC-DC 降压模块 (比如 LM2596 等开源模块)

成本： 极低（几元钱）

涉及电路： 典型的 Buck 降压电路，器件清晰可见：电感、续流二极管、电容、IC。

可以实时测量输入输出波形，调节电位器改变占空比观察输出电压变化，亲手验证 Buck 电路公式 $V_{out} = D \cdot V_{in}$ ，理论实践结合度满分。

四、 AC-AC 变换类

风扇/灯具调速器 (旧的台灯旋钮调速器、风扇调速器)

成本： 极低

涉及电路：

TRIAC 调压： 最经典的相位控制 AC-AC 变换。通过调节导通角来改变输出电压有效值。

用示波器看斩波后的正弦波，讲解交流调压和相位控制原理，理解功率器件的开关过程对波形和功率的影响。

变频空调/洗衣机驱动板 (拆机件)

成本： 中（可以购买拆机板）

涉及电路：

整流与 PFC。

三相逆变桥 (IPM)：核心！驱动压缩机的三相电机。

SVPWM (空间矢量脉宽调制)：比 SPWM 更先进的控制算法。

现代工业驱动的核心——变频技术。三相逆变、IPM 模块、电机控制策略等。