

单相在线式不间断电源

摘要：本系统由输入整流升压电路级联 PWM 全桥逆变电路构成。前级直流部分采用 Boost 升压电路，交流部分采用不控整流后接 Boost 升压电路。后级 PWM 全桥逆变电路产生稳定可控的正弦波。控制器采用电压闭环分别控制直流母线电压及交流输出电压，检测到断开交流电源后，可即时切换至直流电源供电。该电路输出电压稳定，交流供电时负载调整率和电压调整率小于 0.1%，频率稳定在 50Hz，误差小于 0.02%。直流供电额定状态下系统效率可达到 96.1%。该不间断电源输出电压为正弦波，THD 小于 2%。

关键词：不控整流 Boost 电路 PWM 全桥逆变 电压控制

一、方案论证

1.1 比较与选择

1.1.1 交流回路拓扑选择

方案一：不控整流级联 Boost 电路。不控整流电路结构简单，响应迅速，输出稳定，方便整体电路的控制。

方案二：PWM 整流器级联 Boost PFC 电路。PWM 整流器无整流二极管，功耗较低。但 Boost PFC 电路拓扑结构与控制系统较为复杂，会增加不必要的控制系统复杂度。

综合考虑，为了使控制更加稳定并简化整体电路，选择方案一。

1.1.2 电压控制方案选择

方案一：直接对逆变器的输出电压进行采集并进行控制，中间电路无需设置测量模块。这种方式结构简单，但是对控制系统的要求较高，难以保证控制稳定性及精度。

方案二：将 Boost 输出母线电压及逆变输出电压分开采集和控制，电路耦合程度更低，控制精度更高，响应时间更短，使得最终输出的电压更加稳定。

综合考虑，为了保证更高的电压控制精度和更好的稳定性，选择方案二。

1.1.3 系统总体方案描述

系统包括不控整流电路、Boost 电路、逆变器电路、交流电压电流测量电路、直流电压测量电路以及单片机控制电路和保护电路，如图 1所示。

二、理论分析与计算

2.1 提高效率的方法

系统的损耗主要包括开关管的开关损耗、导通损耗和电感铜耗、铁耗、电容等效电阻等无源器件的损耗。因此提高效率应尽可能减小这些因素的损耗。

(1) 减小开关管开关损耗的方法

选择合适的开关频率：过高的开关频率会增大开关管的损耗，但开关频率过低则会增大滤波电感的体积和重量。综合考虑，开关频率取 20kHz。

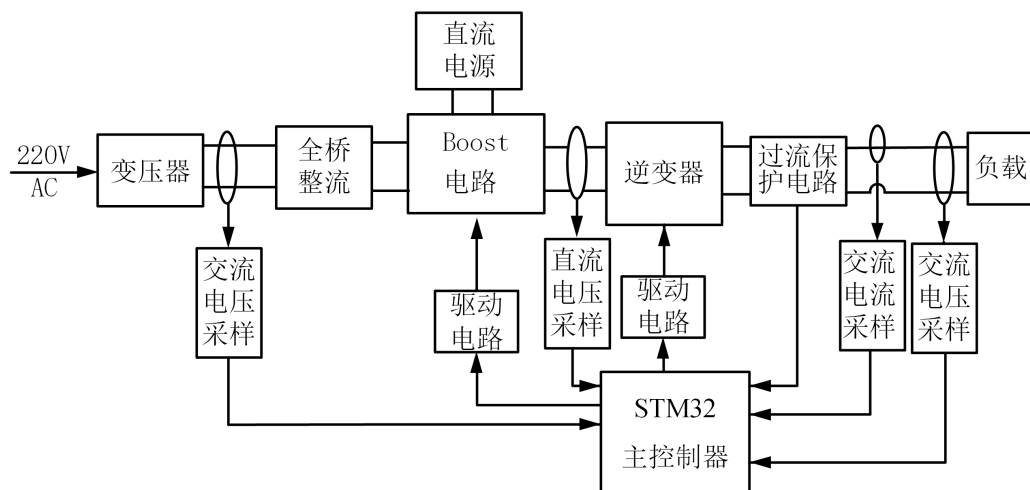


图 1: 系统总框图

选择合适的开关管：开关管会有开关损耗，结电容和电路分布电感影响其开关损耗。因此开关管的反向恢复电容尽量小。

(2) 减小开关管导通损耗的方法

选择合适的开关管：开关管的导通电阻影响其导通损耗，因此开关管导通电阻越小越好。但开关管的寄生电容和导通电阻参数矛盾，二者往往不能同时最小，需折衷考虑。

(3) 减小无源器件损耗的方法

选择合适的电感：电感太小，电流谐波抑制能力差；电感太大，铜耗大。因此需选择大小合适的电感。同时，电感设计时应适当降低电流密度和磁通密度，减小损耗。选择电容时应采用并联多个小电容等方法，使等效串联电阻尽量小。

2.2 Boost 电路输出稳压控制方法

在 Boost 电路闭环控制中，采样输出直流电压实时值，与参考设定值求差，再送入 PI 控制器进行计算，将计算值输入 PWM 控制器调控 PWM 波对应的占空比，通过变换器输出调控后的直流电压。控制框图如图 2所示。

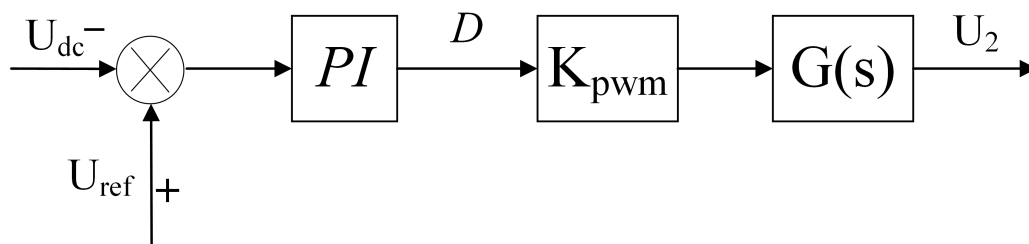


图 2: 直流电压控制策略框图