

## 变频电源概述及选用

**摘要：**本文主要介绍了变频电源的适用场合，主要部分的工作原理和构成主要原理特点，并给出了选择方法要点以及在选用时考虑要点。

**关键字：**变频电源，PWM，IGBT,负载类型

### 一、变频电源应用背景及领域

变频电源的应用背景，是基于世界各国电网标准的不一致，大多数有关出口电器产品的厂商需要电源模拟不同国家的电网，为工程师设计开发、生产线测试及品保的产品检测、寿命、过高压/低压模拟测试等服务，这就需要设备电源能够提供纯净可靠的、低谐波失真、高稳定的频率和稳压率的正弦波电力输出；而进口某些电器设备的也需要对产品适用于我国电网标准进行变压、变频等实验，品质检测等工作，进而依此保证进口的有关电器设备的正常工作。

变频电源广泛适用于家电制造业、电机、电子制造业、IT 产业、电脑设备、实验室等设备场所：

家电业制造商如：空调设备、咖啡机、洗衣机、榨汁机、微波炉、收录音机、冰箱、DVD、洗尘器、电动剃须刀等产品的测试电源。

电机、电子业制造商如：交换式电源供应器、变压器、电子安定器、AC 风扇、不断电系统、充电器、继电器、压缩机、马达、被动元件等产品的测试电源。

IT 产业及电脑设备制造商如：传真机、影印机、碎纸机、印表机、扫描器、烧录机、伺服器、显示器等产品的测试电源。

实验室及测试单位如：交流电源测试、产品寿命及安全测试、电磁相容测试、OQC (FQC) 测试、产品测试及研发、研究单位最佳交流电源。

航空/军事单位如：机场地面设施、船舶、航天、军事研究所等的测试电源

### 二、PWM 型变频电源基本工作原理与三相交流电源系统结构

一般来说，经过 AC→DC→AC 变换的逆变电源称为变频电源，它有别于用于电机调速用的变频调速控制器，也有别于普通交流稳压电源。变频电源的主要功用是将现有交流电网电源变换成所需频率的稳定的纯净的正弦波电源。理想的交流电源的特点是频率稳定、电压稳定、内阻等于零、电压波形为纯正弦波（无失真）。变频电源十分接近于理想交流电源，因此，先进发达国家越来越多地将变频电源用作标准供电电源，以便为用电器提供最优良的供电环境，便于客观考核用电器的技术性能。一般认为变频电源主要有二大种类：线性放大型和 PWM 开关型。也有的同行将 PWM 型分为 SPWM 型和 IGBT 模块型，本人认为这种分类不合理，还是习惯上多数同行认为的线性放大型和 PWM 开关型分类法更加合理些。

目前市面上的大多数变频电源是以微处理器 CPU 为核心，PWM 开关型；采用主动 IGBT 模块设计，结合数字分频、D/A 转换、瞬时值反馈、正弦脉宽调制等技术，多用隔离变压器输出来增加整机的稳定性。目前大多数生产商的单机功率可达几百 kVA，有的已经达千 kVA 以上；输出频率范围由几十 Hz 到上千 Hz；输出多种规格电压；而有的产品频率稳定度小于百分之零点几，负载稳压度小于百分之零点几，波形失真度小于百分之一。

PWM 开关型具有负载适应性强、输出波形品质好、操作简便，具有短路、过流、过载、过热等保护功能，以保证电源可靠运行；而且有相当多的产品具有良好的人机交换界面和

部分通讯功能，不但便于操作维护也利于系统化网路化的使用管理。下图 1 是变频电源原理图：

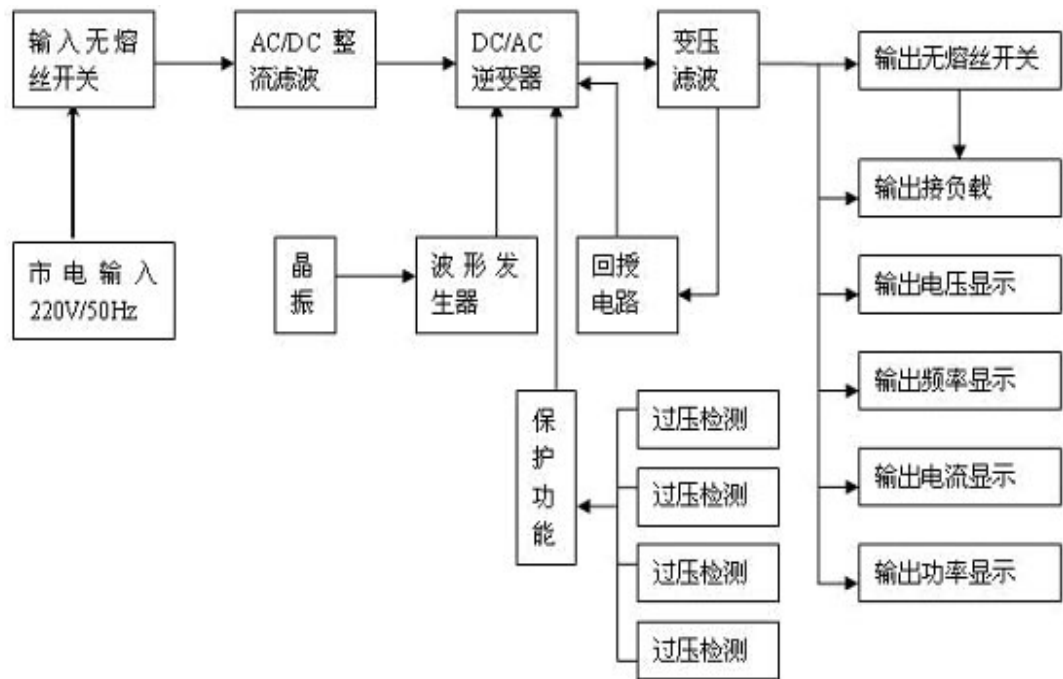


图 1 变频电源原理图

本质上来说变频电源是逆变电源的一种，其逆变原理跟其它类型的逆变电源原理是一致的：即三相（或单相）交流电经 EMI 滤波器滤波后，由整流桥模块整流，再经过电容滤波，加至（由 IGBT 构成的）桥式逆变电路，然后经逆变电路逆变为脉宽按正弦波规律变化的高频脉冲波（即所谓 PWM 调制），然后由输出滤波器滤掉高频杂波，得到所需要的正弦波，最后由隔离变压器隔离输出、再经变压（升压或降压）后输出为负载所需要的电源电压。

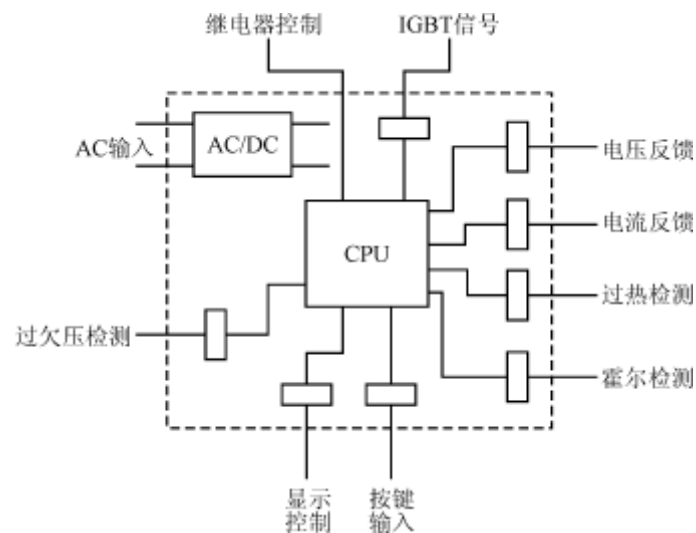


图 2

以上图 2 是 CPU 核心部分的原理框图

根据框图，结合有关微处理器知识，我们可以看出变频电源的 CPU 主要是用来实现协调控制和数据处理，以及人机界面操作等功能，CPU 本身具有 PWM 信号输出端口。产生 PWM 波形的算法可以有多种，设计开发者根据生产和自己的设计经验，选取合适的算法产生不同载频的 PWM 脉冲信号，由相应地输出端口输出，通过驱动电路加到 IGBT 的栅极，控制逆变电路工作；同时，根据电压和电流的反馈值调整 PWM 脉冲信号的脉宽以保持输出信号幅度的稳定。为了保证系统安全由 CPU 对系统的关键器件和关键参数，例如过压、欠压、过流、过载、输出短路、过热等进行实时监控，实现对系统工作状态的自诊断并对故障进行相应的声光报警以及有关操作。

其它有关驱动和保护电路等内容与一般变频调速系统相类似，在此不多赘述！下面谈一下变频电源可带负载种类及容量先择方法

下面再谈一下三相交流电源 IGBT PWM 系统结构问题

一般地，分离式三相交流变频电源，采用无电源变压器结构，其结构图如下图 3，输入未隔离，输出隔离

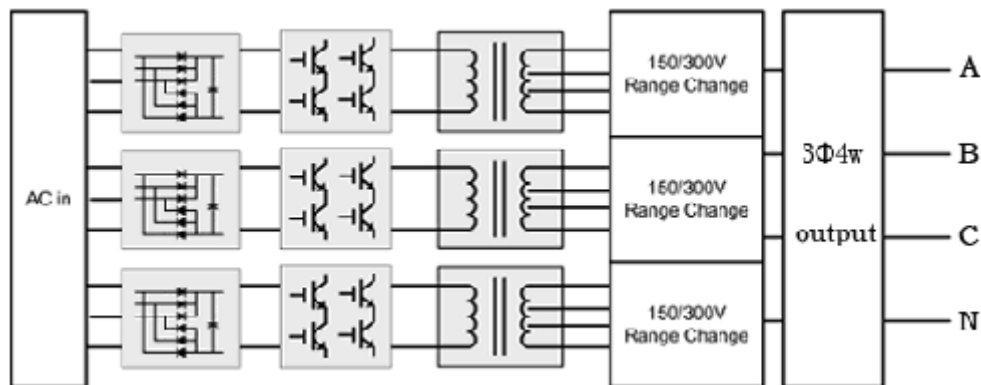


图 3

从结构图上，我们可以看出此电源有：

- 1、三个独立输出变压器，三组变流器，IGBT 使用数量高达 12 个
  - 2、三组变流器亦可共用一组整流器
  - 3、三相由完整的单相集成连结而成，可单相使用(使用任意一相)或三相使用
- 这种电源适用于三相平衡及不平衡(100%不平衡)负载

低成本三相交流电源，无电源变压器结构，输入未隔离，输出隔离，其结构图如下图 4:

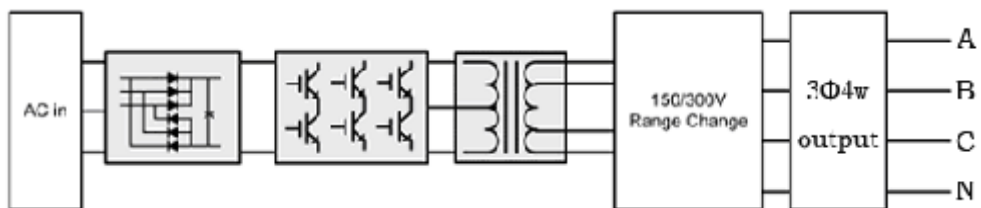


图 4

由此我们可以看出，

- 1、一个输出变压器三组绕组，一组变流器，IGBT 使用数量仅 6 个
- 2、仅能供三相负载使用(无法各相单独取用)，不适合三相不平衡负载

独立式三相交流电源，无输出变压器结构，输入隔离，输出未隔离，其结构图如下图 5

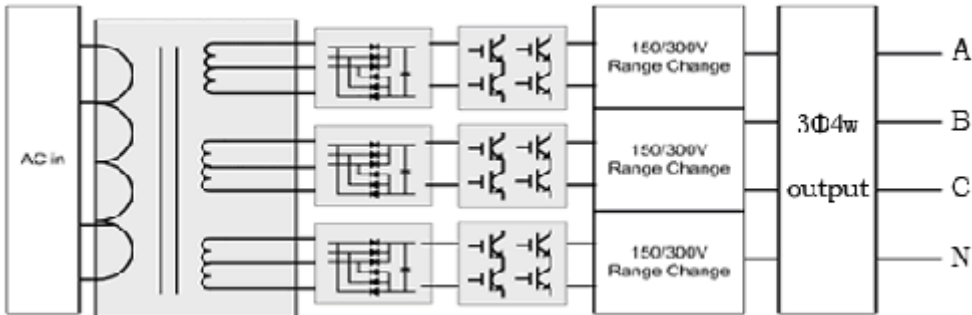


图 5

从该结构图我们可以知道，

- 1、一个电源变压器，三组逆变器，IGBT 使用数量 12 个
- 2、三相由完整的单相集成连结而成，可单相使用(使用任意一相) 或三相使用，适用于三相平衡及不平衡 (100%不平衡)负载

### 三、变频电源适用负载种类及选择

根据行业使用习惯和综合各生产厂家提供的有关资料来看，我们可知变频电源可以适应于各种阻抗特性的负载，包括电感类、电阻类、整流类常见负载，但要注意的是负载类型不同，所需变频电源的功率容量有较大的差别。

#### 1、 负载性质的种类

一般说来负载类型主要有线性负载和非线性负载两大类，线性负载又可分为阻性负载，感性负载，容性负载；有人也把功率因数经校正后的负载划为阻性负载中去，这样也便于我们对问题进行统一的讨论。非线性负载则情形比较复杂，大多数通讯，仪表等系统都属于非线性负载的范围。

#### 2、不同负载的主要特性参看下表 1：

负载类型	电压与电流相差	冲击电流	电流失真	功率因数	有功功率	无功功率
线性阻性负载及功率因数已校正负载	无	中等	无	$\text{Cos}\varphi=1$	100%	无
非线性带有电解电容的整流滤波型负载	有	高	高	$\text{Cos}\varphi\approx0.7$	约 70%	约 30%
线性感性负载（电机、空调）	有	高	无	$\text{Cos}\varphi\approx0.8$	约 80%	约 20%
线性容性负载	有	高	有	$\text{cos}\varphi<1$	有	有

表 1

#### 3、电源容量选择方法

对于阻性负载： 电源容量 = 1.1×负载功率

对于感性负载：电源容量 = 负载启动电流 / 负载额定电流 × 负载功率

对于存在整流状况的非线性负载：电源容量 = 负载电流波峰系数 / 1.5 × 负载功率

对于负载混合情况则先需按照不同负载情况所占比例再结合上面几种情形适当选取。

涉及家用电器如冰箱、空调之类的感性负载，按照启动功率来选择电源容量，这样既满足负载本身的功能需求又适合电源本身的安全可靠性要求。

在确定好变频电源的主要参数容量，即功率后，还必须仔细考虑设备本身的使用场合环境，设备本身安装要求等，如空载能耗，输入谐波，计算机通讯接口，湿度，散热方式，安全等级，防雷等级，绝缘等级等问题；一般来说，大功率的变频电源相应地价格也会很高，所以对于大型负载设备需要变频电源的情形，如造船厂有关设备的联调等，所用的变频电源还要仔细考虑经济状况和使用维护的便利性问题，是采用大功率变频电源合适还是采用合适的发电机合适；当所需变频电源容量不够时还要考虑多机并联问题。

#### 四、结论：

作为一种优良的电源系统IGBT变频电源，有很大的优点，在使用时必须根据实际情况认真地选择，避免不必要的和盲目投资，以免在使用过程中得不偿失，浪费资金又不能发挥良好的工作效益和经济效益。

#### 参考文献：

- 1、周云 虞培义 《采用 IGBT 的正弦波中频逆变电源》 深圳常州电子有限公司
- 2、张淼 冯剌生 《变频器的应用与维护》 华南理工大学出版社 2001.9
- 3、曲永印 《电力电子变流技术》 冶金工业出版社 2002.08
- 4、晨怡热管公司网站技术说明
- 5、上海锋皇能源科技有限公司岸电变频电源技术方案
- 6、苏州瑞达公司产品说明书