

# 基于单片机 PWM 控制技术的实现

王效华

武夷学院电子工程系 福建 武夷山 354300

**摘要:** 本文阐述了单片机实现 PWM 技术设计过程以及编程要点, 给出单片机实现 PWM 算法的编程框图。系统地分析了单片机实现 PWM 控制技术的设计方法和算法原理, 给出了 PWM 由硬件实现转为软件实现的一般设计方法。

**关键词:** 单片机, PWM, 变频器, 载波比, 载波周期。

## Based on Single chip microcomputer realization of PWM Controlling Technique

Wang xiao-hua

WuYi University Fujian Wuyishan 354300

**Abstract:** This thesis is described single chip microcomputer process of PWM technique realization and programming points. Single chip microcomputer programming diagram of PWM algorithm realized is given. Single chip microcomputer realization of PWM Controlling Technique design method and algorithm principle are analyzed systematically. General design methods PWM controlling technique from hardware realization transfer software realization are given.

**Key words:** Single chip microcomputer, PWM, Frequency converter, Carrier wave ratio, carrier wave period.

### 0 前言

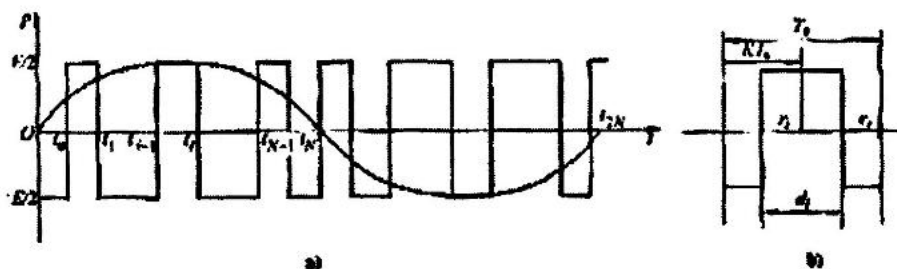
随着电力电子全控开关器件的出现, 脉宽调制技术 (PWM) 在电力电子变流技术中获得了广泛的应用, 如直流开关电源 (DC/DC 变换)、交-交变频 (AC/AC 变换)、交-直-交变频系统、UPS 电源 (DC/AC 变换)、高功率因数整流 (PWM 整流或功率因数校正 PFC 等) 等电力电子各个应用领域, 无不采用 PWM 控制技术。PWM 控制最基本的实现方法是通过载波和控制波的模拟电路调制来产生, 如采用三角形载波 (或锯齿波) 和直流 (或正弦波) 控制信号比较器进行比较产生 PWM 波。这种方法在模拟控制技术中广泛采用, 并出现过许多产生 PWM 波控制芯片, 如用于开关电源的 TL494、SG3525、UC3842 等。随着数字控制技术的发展, 又出现了许多数字式 PWM 集成芯片, 如用于变频调速的三相 PWM 发生器 HEF4752、SLE4520、MA818 等。但与迅速发展的微机控制技术相比, 该方法显示出电路复杂、调制方式不够灵活等缺点, 而采用软件计算的实时 PWM 控制策略越来越被人们接受, 并出现了许多不同的 PWM 波的计算方法, 如采样 SPWM 法、谐波注入 PWM 法、均值 PWM 法、等面积 PWM 法等。电力电子的微机 PWM 控制技术已成为一种必然趋势, 因此本文就 PWM 的单片机控制与实现进行分析研究。

### 1 PWM技术的原理分析

电力电子常用 PWM 技术的基本原理是利用高频载波与控制波进行比较, 从而产生经过调制的 PWM 波, 调制波和载波的交点, 决定 PWM 脉冲系列的宽度和脉冲间隔宽度。用于微机实现的 SPWM 调制波算法有: 采样 SPWM 法、规则采样法、均值 PWM 法、等面积 PWM 法等, 这些算法各有利弊, 本文就均值 PWM 法进行分析。

均值 PWM 法的基本思想是根据等面积 PWM 控制方式的原理, 选择最佳脉冲中心线位置, 使得其 PWM 波形的谐波成分最小。图 1 为正弦波均值 PWM 法的波形, 将控制正弦波的一个周期  $T$  分为  $2N$  等分, 则每个区间的长度为  $T_s=T/2N$ , 区间的起始点坐标为  $(i-1)T_s$ ,

终点坐标为  $iT_s$ 。PWM 波形在  $t_N$  点是对称的, 因此只需要分析  $t_0 \sim t_N$  区间的 PWM 算法即可。



a) 单个周期波形图 b) 脉冲分解图

图1 正弦波均值 PWM 波形图

假定第  $i$  个区间的 PWM 波的宽度为  $\delta_i$ , 其中心点位置距离该区间的起点位置  $kT_s$ ,  $k$  为大于 0 而小于 1 的比例系数, 那么脉冲的起点时刻坐标  $r_i$  和终点  $e_i$  可表示为

$$r_i = (i-1)T_s + kT_s - \delta_i/2 = (i+k-1)T_s - \delta_i/2 \quad i=1,2,\dots,N \quad (1)$$

$$e_i = r_i + \delta_i = (i+k-1)T_s + \delta_i/2 \quad i=1,2,\dots,N \quad (2)$$

由此可见, 只要求出  $\delta_i$  和  $k$ , 就可以确定 PWM 波的换相点。

按照均值 PWM 法的基本思想,  $\delta_i$  可根据等面积原则确定。假定控制参考正弦波为  $U_m \sin \omega t$ , 则在第一个区间的正弦波平均值为:

$$S_n = \frac{1}{T_s} \int_{(i-1)T_s}^{r_i} U_m \sin \omega t dt = \frac{U_m N}{\pi} \left( \cos \frac{i-1}{N} \pi - \cos \frac{i\pi}{N} \right) \quad (3)$$

若 PWM 波为双极性调制方式, 且 PWM 波的幅值为  $E$ , 则在第  $i$  个区间的 PWM 波形平均值为:

$$S_{pi} = \frac{1}{T_s} [E\delta_i + (-E)(T_s - \delta_i)] = \frac{1}{T_s} (2\delta_i - T_s) E \quad (4)$$

令  $S_{pi} = S_n$ , 并且考虑到  $T=2NT_s$ , 由式 (3) 和式 (4) 整理可得

$$\delta_i = \frac{T}{4N} + \frac{U_m T}{\pi E} \sin \frac{\pi}{2N} \sin \frac{2i-1}{2N} \pi \quad (5)$$

式 (5) 表明了 SPWM 脉冲宽度是随参考信号变化的。将 (5) 式代入 (1) (2) 两式得出 PWM 波的各次谐波分量的有效值平方和作为目标函数  $Z(k)$ , 寻找最佳的  $k$  值使函数  $Z(k)$  为最小, 则可得出  $k=0.5$ 。由此可得出双极性正弦波平均 PWM 的换相点的计算公式为:

$$r_i = \frac{4i-3}{8N} T - \frac{U_m T}{2\pi E} \sin \frac{\pi}{2N} \sin \frac{2i-1}{2N} \pi \quad e_i = \frac{4i-1}{8N} T + \frac{U_m T}{2\pi E} \sin \frac{\pi}{2N} \sin \frac{2i-1}{2N} \pi$$

均值 PWM 法实现简单, 且对各次谐波的抑制均有很好的效果。

## 2 单片机实现 PWM 技术的设计

通常硬件产生 PWM 波的方法具有硬件结构复杂、成本高、系统可靠性低、调制方式不灵活、难以实现优化等一系列缺点, 软件生成 PWM 的方法能有效克服上述缺点, 因而获得广泛的应用。下面就单片机软件生成 PWM 波形的设计方法进行分析。

2.1 载波比, 采用微机生成 PWM 波时, 必须先确定好载波比  $N$  (或  $2N$ )。对于变频器来说, 如果频率变化的范围较大, 那么整个频率范围内采用同一个载波比的同步调制方案, 难以兼顾高频和低频输出时的性能。选用较高频时往往会由于输出 PWM 开关频率过高, 会造成开关器件的损耗增加, 对器件开关频率极限要求也会提高等缺点, 而选择较小的载波比,

又会造成低频输出时过于稀疏,使电流脉动增大,谐波分量增加等缺点。最常用的方法是分段同步调制的方法,以获得较好的控制特性。需要注意的是:(1)切换时不出现电压的突变,(2)在切换临界点处需设置一个滞环区,以避免输出频率落在临界切换点附近造成载波频率反复变化而引起的振荡现象。

2.2 PWM 波开关频率极限,由于 PWM 波是通过单片机 CPU 实时计算的,因此所选择 PWM 算法的数据处理量大小以及 CPU 的处理速度是影响输出 PWM 波开关频率极限的主要因素。设计时必须保证单片机能输出的 PWM 波的最高开关频率能满足逆变器的要求,当然对逆变器的最低工作频率要求是很容易满足的。

2.3 PWM 波的输出频率和调制深度指令,在变频调速系统中,由于逆变器的输出频率是可调的,因而要求 PWM 算法的输出频率和调制深度都能根据实际需要变化以适应电动机 U/f 或恒功率控制要求。图 2 是 PWM 波控制的变频调速系统原理框图。

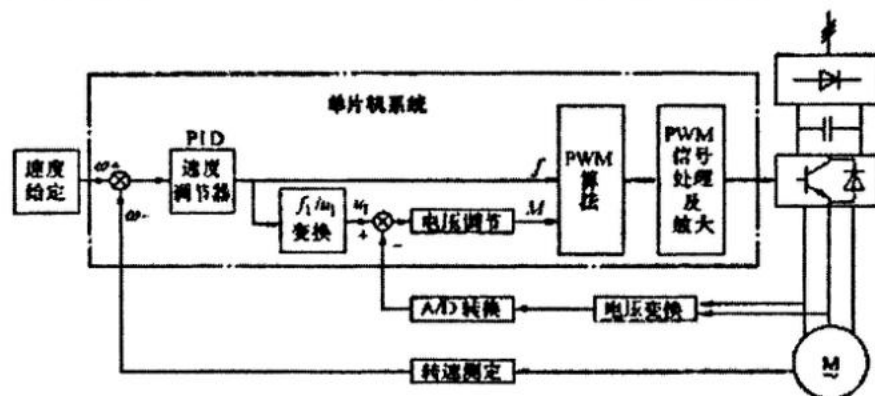


图 2 变频调速系统原理图

一般逆变器的输出频率可以通过以下三种方式输入:

- (1) 输出频率指令通过调节电位器电压的方式给定,由 CPU 以 A/D 转换的形式读入,该方法在内部带有 A/D 转换器的单片机中实现是非常方便的。
- (2) 逆变器输出频率指令由电压频率振荡器(如 4046 集成 IC 芯片)转换成频率与输入电压成比例变化的脉动信号,由 CPU 采样此脉冲信号的频率获得此指令。
- (3) 逆变器输出频率指令直接在程序中计算生成。

调制深度  $M$  也可以采取类似的方法读入 CPU。当 CPU 计算速度允许时,采取上述第三种方法是最灵活和有效的,可以最大限度地降低硬件成本,提高系统的可靠性和经济性。

2.4 桥臂互锁及死区时间,逆变器同一桥臂上下两管的驱动信号必须互锁(互补)通断以防止桥臂直通而发生短路,而且两驱动信号间必须留有一定的死区时间,以防止一管还未完全关断另一管便开始导通的短路故障。此要求可以在单片机 PWM 波计算程序中加以考虑。然而这样做往往会加大单片机的数据处理工作量,而且仅靠软件实现上下桥臂开关管的互锁和死区延时也不可靠,因此,为保证电路的安全性,建议最好在硬件电路设计上充分考虑并实现此项要求。

2.5 初始状态及故障封锁,任何一款型号的 CPU,工作前总存在复位状态,此时 CPU 各 I/O 输出口为全“1”或全“0”,设计时应避免在复位状态时造成所有开关管都被驱动导通的危险,因此应将 CPU 复位时的初始电平值设置成为开关管驱动信号无效状态。此外,当发生故障时,也可以通过输出故障封锁信号来关闭驱动信号。

### 3 PWM 波的实现方法

无论采用何种 PWM 生成算法,最终是计算出 PWM 脉冲的切换时间,因而在 CPU 中实现该波形的常用方法是定时控制,由定时中断服务程序完成 PWM 脉冲波的换相,其原理如下:

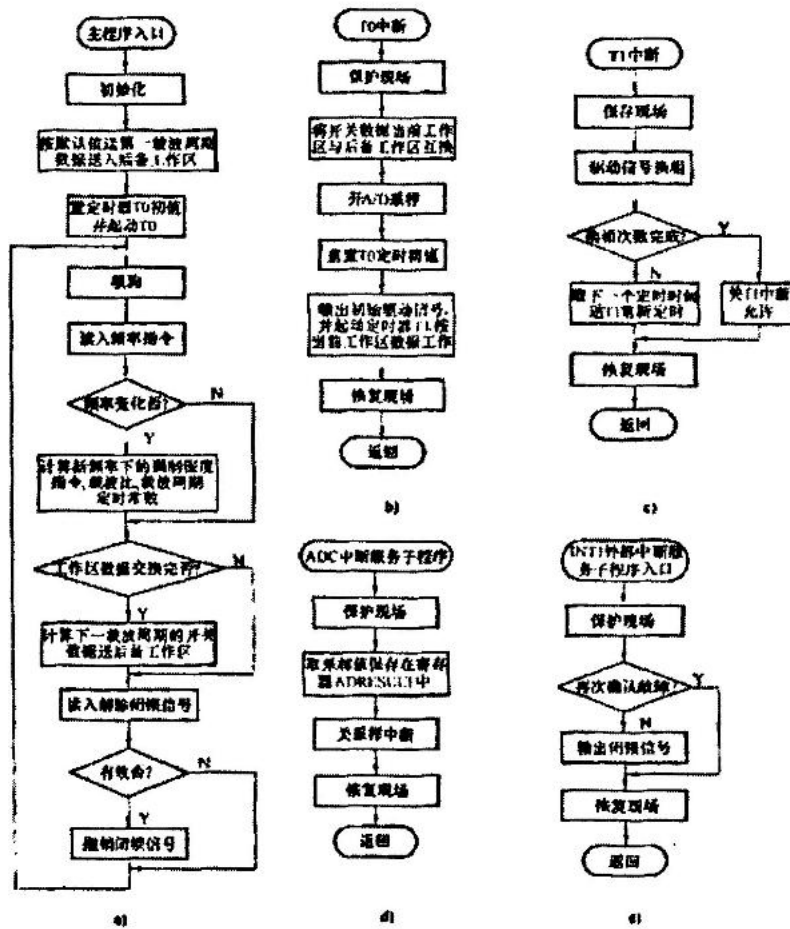
- (1) PWM 的载波周期  $T_s$  由载波周期定时器定时,当定时到来时,向 CPU 发出中断申

请，CPU 相应中断并执行中断服务程序，该中断服务程序的任务是将保存在内存中的 PWM 开关定时数据（上一个载波周期计算出来的 PWM 换相定时时间）送 PWM 波定时器，并启动此定时器工作，然后再计算下一个载波周期的 PWM 数据并保存。

(2) PWM 波的定时器根据载波周期定时中断服务程序送来的开关数据进行定时控制，在中断服务程序中完成对 PWM 的换相并输出至断口。

(3) 主程序的主要任务是：对逆变器输出频率指令  $f$  的采样或计算，并计算与频率指令对应的调速深度指令、载波比、载波周期定时常数等，为载波周期定时中断服务程序的计算提供实时指令。然而在变频切换时，由于电压跟随频率的变化而改变，变频瞬间容易产生电流冲击。一般解决办法是在基波电压过零时（即  $0^\circ$  或  $180^\circ$  相位时）进行频率切换，这时变频瞬间无电流冲击，但该方法会造成频率变化响应过慢，特别是低频时响应时间过长。因此最好能设计成任何一个载波周期结束时刻都能进行频率切换，为防止电流冲击的产生，此时应使频率切换前后的基波电压尽可能接近，从而使电流平滑过渡。但要做到这一点并不容易，因变化前后的基波电压不仅与频率和相位有关，还和调制比有关，使得计算频率变化前后基波电压相等的条件特别费时，因此在实现过程中，一般按相位相等的原则进行频率切换。也就是说在新旧频率切换时，根据脉冲计数器所表示的相位关系进行等相位切换。假定旧频率时的载波比为  $N_1$ ，频率变化的切换时刻计数器值为  $p_1$ ，新频率时载波比为  $N_2$ ，切换时新频率计数器的值  $p_2$  应为： $p_2 = \frac{N_2}{N_1} p_1$ ，求出  $p_2$  后再进行切换。

实现 PWM 算法的整个控制程序流程如图 3 所示。



a) 主程序 b) 载波周期定时中断服务程序 c) 采样中断服务程序  
d) PWM 波输出定时控制中断服务程序 e) 故障中断服务程序

图 3 PWM 算法单片机实现的程序流程

### 4 实例及仿真

有一逆变器的输出频率可调节，输出频率的大小由给定电位器调节，经 A/D 转换输入至单片机，由单片机根据给定输出频率的大小计算逆变器电压，以适应变频调速要求的可变电压、可变频率的 VVVF 控制(如恒 U/f 控制)。AT90S8535 是 40 脚封装的 RISC 结构低功耗 CMOS 8 位 AVR 单片机，8KB 的 Flash，512B 的 EEPROM，512B 的 RAM，32 个多功能的 I/O 口，3 个内部定时/计数器，8 通道 10 位 A/D 转换器，两个外部中断源，可编程的看门狗定时器等，适合于许多要求集成度高、成本低的应用场合，所以选用 AVR 单片机 AT90S8535。

设定逆变器默认输出频率为 50Hz，输出电压有效值为 220V，采用均值 PWM 算法生成 PWM 波控制信号。逆变器的压频变化曲线已知，当逆变器输出频率确定后，PWM 控制的载波比和调制深度指令也随之确定，因此通过采样逆变器的输出频率给定值，由逆变器压频变化曲线计算出逆变器的输出电压，从而确定 PWM 的载波比和调制深度。

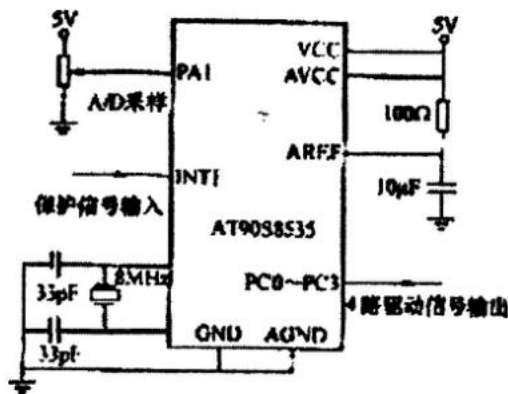


图 4 单相 PWM 发生器硬件图

单片机的资源分配如下：39 脚的 PA1 作为 A/D 采样输入口，采样输出频率；PC0~PC3 作为 PWM 输出的驱动信号，设置为输出口；17 脚的 INT1 外部中断作为电路故障信号（如过电流、过电压、短路等）的输入脚，同时该脚也作为“解除闭锁”控制位的输入脚，其作用在于：当故障发生时，由外部中断输入引脚的信号变化向 CPU 提出中断请求，CPU 响应中断，在执行中断服务程序中输出 PWM 封锁信号并实现闭锁，直到解除闭锁控制位有效时，才撤销 PWM 封锁信号，使 PWM 波能够正常输出。由于 AT90S8535 芯片的复位时端口的初始状态是“高”，因此封锁信号和驱动信号均设置成“低”电平为无效状态，此时端口输出信号使所有功率开关处于关断状态。PWM 波的载波周期由片内 T0 定时器来完成，PWM 波换相所需要的时间由片内 T1 定时器来实现。采用 AT90S8535 单片机实现的单相 PWM 波形发生器的硬件连接如图 4 所示。其编程按照框图编写，限于篇幅省略，其实现的 PWM 波控制的输出仿真如图 5 所示。

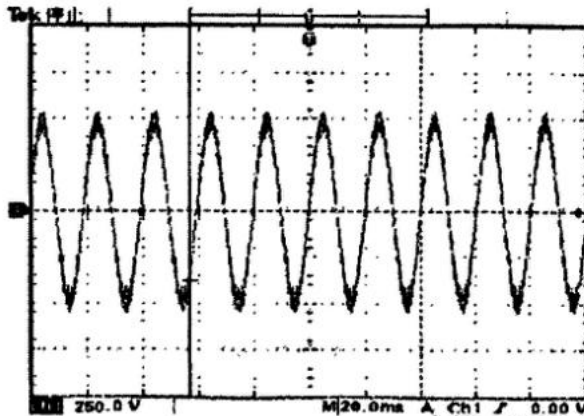


图 5 PWM 控制输出的仿真图

## 5 结论

目前,采用单片机做嵌入式 PWM 控制应用很广范,可以根据不同需要选用适合的单片机,如在变频供水中可以选用 PIC 系列单片机。如果需要可变频的 VVVF 控制,可以选用 AVR 系列单片机;如果是比较复杂的应用,可以选用 DSP,要求更高的可以选用 ARM,不论采用何种单片机,只要选择合适可以得到良好的效果。

### 参考文献

- [1] 周航慈,周立功. PHILIPS 51PC 系列单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [2] 王效华,张咏梅. 单片机原理与应用[M]. 北京:北京交通大学出版社,2007. 5.
- [3] 陈国呈. PWM 变频调速技术[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [4] 陈三宝,熊红松. 8098 单片机控制的 PWM 变频调速系统研究[J]. 武汉交通科技大学学报. 23(3),1999:274-278.
- [5] 马小亮. 大功率交-交变频调速及矢量控制技术. 北京:机械工业出版社,2003.
- [6] 贾贵玺,张臣堂. 高压变频调速技术在发电厂节能方面的研究与应用[J]. 电力系统自动化,2002,14
- [7] 王兆安,黄俊. 电力电子技术[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [8] 谢运祥等. 逆变器消谐 PWM 模型地同伦算法研究[J]. 中国机电工程学报,2000,20(10)23-26.

作者简介:王效华(1963-),男,电力系统及自动化专业工学硕士,自动控制专业工程硕士,副教授,主要研究方向:单片机、PLC 以及电力系统及自动化。E-mail: wxh32321@126.com

通信地址:福建省武夷山市武夷大道 16 号武夷学院电子工程系 王效华

邮编:354300

电话:13509515242

# 基于单片机PWM控制技术的实现

作者:

王效华

作者单位:

武夷学院电子工程系福建武夷山354300

## 相似文献(10条)

### 1. 会议论文 赖宜章. 凌立功 一种用单片机制作的高频正弦波逆变器

本文介绍了一种用简单廉价的单片机AT89C2053实现正弦波脉宽调制、保护的逆变器电路,以及逆变器的整体设计和工作原理,为小型正弦波逆变器的设计制作提供了一种较新的思路。

### 2. 学位论文 吴冬青 基于单片机与SA4828的逆变器的改进理论和算法研究 2009

逆变器在工业、民用领域应用是很广的,作用也很大。它的一个主要的用途是:应用于工业运动控制、节能运行控制,这通过它对交流电动机变频调速实现。另一个是将直流电能转化成交流电能,这应用于电能传输,各种场合的交流供电等等。在普通的逆变器应用中,逆变器输出的理想波形为正弦波,称此种逆变器为正弦波逆变器。

本课题设计实现了基于单片机和SA4828芯片产生驱动信号控制逆变器输出正弦波的单片机系统。其优点在于:(1)逆变器采用SPWM技术,SPWM指的是正弦脉宽调制,它利用面积等效原理,使调制出的输出波形(称为SPWM波)等效于正弦波,与采用传统技术的逆变器相比,大为减少了谐波分量,大大改善了逆变器的性能。本文对SPWM技术理论进行了研究综述,说明了其相对于传统技术的改进之处。(2)令逆变器输出SPWM波的方法有硬件、软件方法两类,软件方法比硬件方法更有优势。基于单片机和SA4828芯片产生驱动信号控制逆变器输出SPWM波是软件实现方法的一种,基于SA4828芯片设置完成后能独立产生SPWM驱动信号,无需占用单片机的时间,单片机有更多的时间进行系统的监测与控制,与其它软件实现方法相比,此方法具有实时性、可靠性更好的优点。本文详细地比较分析了此SPWM波实现方法相对于其它方法的优势。(3)软件设计是整个逆变器控制的核心,基于单片机和SA4828芯片的SPWM波实现方法给个合理的软件设计,令单片机有充裕的能力进行系统的监测、实时闭环控制,保障和提高了逆变器的实时性和可靠性,并令其动态特性好。本文重点研究了软件算法、设计方法与实现:研究了软件的较高效的架构、SA4828采用的实时快速产生SPWM信号的规则的采样算法、闭环调节采用的PID增量式算法的优点和参数设置,设计了主程序及各子程序。本逆变器控制软件基于SA4828进行设计,用89C52单片机控制SA4828的工作。软件为模块化结构,主体由主程序与四个中断程序组成,采用中断方式提高了CPU的利用效率。在基于单片机与SA4828的控制方式前提下,中断方法保障了逆变器对故障第一时间反应、处理,及时响应键盘操作,令显示清晰稳定;而电量的采集、计算和控制采取高优先级定时中断方式,保障了闭环控制的时间准确性和实时性,结合闭环控制采用的PID增量式算法,令逆变器对控制电量变化响应时间短,超调量小。设计的软件令逆变器实时性、可靠性、稳定性好。设计出的单片机系统能令逆变器输出稳定的正弦波电压,并可在运行过程中接收用户的指令改变输出正弦波电压的频率、幅值和交流电动机的变频调速,功能齐全、电路简单、价格不高。经系统运行实验验证:逆变器输出等效正弦波电压稳定,测量的数据与预设值接近,所接电机运行平稳;与基于其它SPWM实现方法的逆变器相比,输出的正弦波形失真度更小,谐波分量更小。电机转速与输入频率有良好的线性关系,通过调节SPWM信号的频率可控制电机的转速。负载变化时,系统稳定到设定电压的响应时间较小,且输出振荡幅度小,超调量小,稳定性良好;与基于其它SPWM实现方法的逆变器相比,动态特性更好。证明,设计出的系统实时性、稳定性、可靠性好,性价比高。

关键词: SPWM; 逆变器; 单片机; SA4828; 算法

### 3. 期刊论文 戴景娅. 潘俊民. 项安 用P87LPC769单片机实现的光伏户用逆变器—微处理机2004, 25(4)

本文提出了一种光伏户用逆变器的系统设计,主电路采用了全桥电流源高频链结构的拓扑结构,并给出了控制原理图和软硬件实现方法。系统采用了P87LPC769单片机来实现D/A、A/D和数据处理等,实现了高集成度、低成本解决方案。实验样机的输出证明了该逆变器系统设计的可行性。

### 4. 学位论文 孟克其劳 正弦波逆变器的智能化设计 2003

该研究开发工作分为四部分:1.理论上通过傅里叶(Fourier)级数分析不同逆变电路所应用的不同SPWM波的谐波分量,并结合实际逆变电路进行仿真分析,充分了解SPWM技术的谐波抑制特性。2.硬件电路设计及仿真调试。将单片机技术、自动控制技术及电力电子技术应用于DC/AC电源逆变器的设计中,开发出灵活可靠的单相正弦波逆变器硬件电路。为了防止串扰和控制可靠,我们采用了光耦和隔离变压器严格隔离控制电路与其它逆变器电路。3.软件设计及仿真调试。该户用风光互补逆变电源装置以ATmega8单片机为核心,使用汇编语言开发实现逆变器所要求的SPWM触发波形,同时也在各种故障情况下软件迅速保护处理。体现逆变电源的灵活性和可靠性。4.通过实验证实和评估所开发的正弦波逆变器。我们坚信,不久的将来太阳能光伏发电、风力发电或其它清洁能源的发电已逐渐从解决特殊领域供电(如通讯、边远地区民用生活用电)转向和常规能源一样,进入电力市场。大功率逆变器将成为电站的核心部件。

### 5. 期刊论文 陈分雄. 王典洪. 张承志. CHEN Fen-xiong. WANG Dian-hong. ZHANG Cheng-zhi 基于单片机的带同步锁相逆变器控制—四川理工学院学报(自然科学版)2005, 18(2)

针对能量反馈逆变器装置设计,用单片机89C52设计并实现了带同步锁相的电压型逆变器控制方案。

### 6. 期刊论文 邢娅浪. 赵锦成. 孙世宇. XING Ya-lang. ZHAO Jin-cheng. SUN Shi-yu 基于STC系列单片机的单向高频链逆变器设计—通信电源技术2009, 26(6)

提出了一种基于STC系列单片机的单向高频链逆变器的设计。设计中采用了DC/DC和DC/AC两级变换形式;两级变换电路的控制电路均由STC单片机产生。电路具有结构和控制方法简单、噪声小、转换效率高优点。通过实验结果验证了设计的正确性。

### 7. 期刊论文 任仁良. 焦晓明. Ren Renliang. Jiao Xiaoming 逆变器输出波形失真度的单片机测量研究—仪器仪表学报2000, 21(2)

本文提出了利用单片机技术测量逆变器输出波形失真度的一种方法,导出了测量的数学模型,讨论了测试系统的硬件及软件结构,并研制成功了专用测试仪,实测结果表明这种测量方法简单,测量精度高。

### 8. 学位论文 徐晓东 三相电压型逆变器数字控制技术研究 2002

该文主要研究了三相电压型逆变器数字控制技术的控制策略及实现方法。文中首先对交流电机控制系统的发展及交流电机数字控制系统的优点作了简要介绍,然后介绍了变频调速的基本原理;介绍了在变频调速系统中应用的先进功率器件:智能功率模块(IPM),这类模块把功率开关器件、驱动电路和智能保护电路集成于一体,特别适合于电机控制;介绍了Intel公司生产的电机控制专用单片机80C196MC,利用其独有的波形发生器,通过编程可以实现多种脉冲宽度调制(PWM)控制方法,文中较详细地论述了正弦脉宽调制(SPWM)和空间电压矢量脉宽调制(SVPWM)的生成方法,这两种方法是目前较为成熟的技术,因此获得广泛的应用。在三相电压型逆变器控制系统的硬件设计部分,对系统的总体结构作了阐述。由于该系统采用了含有七个IGBT单元的IPM,需要一个公用电源给下桥臂的IGBT单元供电,而上桥臂的每一个IGBT单元需要三路单独的隔离电源供电,因此还设计了IPM的驱动开关电源。最后,在逆变器控制系统的软件设计中,采用了模块化结构,主要包括SPWM脉冲宽度计算模块、故障中断模块等,并成功调试。

### 9. 期刊论文 井路生. 王凤翔. JING Lu-sheng. WANG Feng-xiang 一种基于单片机控制SA4828芯片的通用逆变器—电力电子技术2005, 39(3)

介绍了一种针对中小功率单相、两相和三相负载的通用逆变器。为使控制系统简单可靠,采用了基于PIC16F87X单片机控制的PWM发生器SA4828专用芯片。单片机具有单字节指令,内置闪存存储器,可实现在线编程和调试。通过简单的软件编程和设置,可控制SA4828产生3种不同的PWM波形(纯正弦型、3次谐波增强型的和带死区增强型),输出对称的单相、两相或三相逆变器的控制信号。文中给出了样机在不同工作方式下PWM控制信号的输出波形和逆变器负载电流波形,实验结果证明了该通用逆变器的可行性。

### 10. 会议论文 陈耀军. 钟炎平 一种高效率逆变器的设计与实现 2005

针对太阳能逆变器高效率的要求,提出单相三阶半周调制SPWM技术,在一个正弦周期内,开关损耗比常规SPWM技术降低一半,并以PIC16F876单片机为控制核心,电路简单可靠,整机效率最大达到91%。

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference\\_6727686.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_6727686.aspx)

下载时间: 2010年5月26日