

介绍 **dsp** 知识, 为大家提供最新的 **dsp** 资讯, 更多内容可以去南京研旭电气科技有限公司的官网 [www.njyxdq.com](http://www.njyxdq.com) [www.f28335.com](http://www.f28335.com) 或者官方论坛, 嵌嵌 **dsp** 论坛 [www.armdsp.net](http://www.armdsp.net) 进行交流学习  
**dsp** 论坛 [www.armdsp.net](http://www.armdsp.net)  
**dsp** 开发板 [www.njyxdq.com](http://www.njyxdq.com)  
嵌入式开发板 [www.f28335.com](http://www.f28335.com)

# 基于数字信号处理器 TMS320F2812 的 逆变电路设计

**摘要:** 本文简述了单相逆变电路的工作原理, 分析其驱动信号生成的两种分立元件控制电路; 提出利用数字信号处理器 (DSP) 实现正弦脉宽调制, 并结合德州仪器公司的 TMS320LF2412 介绍几种方案的具体实现方法。通过实验验证, 逆变电源频率稳定度, 谐波失真度. 最后给出实验室中实现的逆变电路的实验结果。

**关键字:** DSP, TMS320F2812, 逆变电路

# 目录

1	设计要求.....	3
2	电源结构.....	3
3	方案设计.....	4
3.1	系统总体设计.....	4
3.2	主电路的设计.....	4
3.3	DSP 的选取.....	7
3.4	驱动电路的设计.....	7
3.5	采样电路.....	8
3.6	保护电路.....	8
4	元件参数计算.....	9
4.1	输出滤波电感 $L_f$ 、滤波电容 $C_f$ 的选取.....	9
4.2	变压器的设计.....	10
4.3	功率开关的选择.....	11
5	仿真结果.....	11
5.1	驱动波形.....	11
5.2	功率开关器件两端的电压波形.....	12
5.3	逆变器输出波形.....	13
6	结论.....	14
	参考文献.....	15
	附录 1: DSP 的 SPWM 波实现程序: .....	16
	附录 2: 系统 PCB 版图: .....	18

## 1 设计要求

随着电力、通信等事业的飞速发展，交流电源的应用越来越广泛，于是性能稳定、可靠性高的逆变电源的作用越来越突出。目前，国外特别是美国，数字化交流电源已经发展到很高的水平，DSP 在电源中得到广泛应用。而国内对于电源的控制以单片机为主，DSP 应用于电源控制正处于发展阶段。相比单片机而言，DSP 主要优点有：

(1) 内部集成了 A/D 和采样/保持电路，且提供事件管理器模块输出专业性的 PWM 信号。

(2) DSP 器件采用改进的哈佛结构，允许同时存取程序和数据，还提供了高度专业化的指令集，优秀的 C 编译器，这都保证了控制的实时性。

(3) 数字化的控制策略使控制升级和维护很方便。算法的改变减少了硬件的改动，极大降低了成本

主要内容：基于 DSP 研究逆变器的调制方式，分析系统的稳定性和外特性，给出系统的硬件结构图，设计系统各个部分的硬件电路，完成数字控制 SPWM 逆变器的原理试验、仿真。

基本要求：输入电压：50~70VDC；输出额定容量：2.5kVA；输出电压：220V $\pm$ 3%；输出电压频率：50Hz 载波频率：25kHz；THD： $\leq$ 3%。

## 2 电源结构

传统逆变器的控制电路都是采用模拟电路和小规模数字集成电路实现的。随着信息技术的发展，数字控制技术在逆变电源控制领域已得到越来越广泛的应用。综合考虑系统性价比以及数字控制方式存在的问题，目前，部分数字化(CPU 产生基准正弦，宽频带的电压调节器仍由模拟电路实现)不失为中小功率逆变器控制电路的优选方案。本文分别对两种模拟/数字混合控制方案进行了比较研究，分析了它们的设计与实现，给出了相关实验结果。

本章研究的混合控制方式，也是基于数字控制器的。利用 DSP 取代纯模拟控制中的一些实现环节，如基准正弦发生器、输出过载保护、输出过压/欠压保护等，对于减小控制电路复杂程度、提高系统控制特性是有好处的。同时，混合控制方式也考虑了数字控制可能产生的一些问题，尽可能保留模拟控制的优点，仍采用模拟电路实现电压调节器，与全数字控制系统相比，提高了系统带宽频率和动态响应速度。可见，这种模拟/数字混合控制逆变器具有较高的性价比，在

一些应用场合具有较大的优势。

根据 PWM 控制信号的产生方式，常用的混合控制实现方案有两类：模拟/数字混合控制方案 I、模拟/数字混合控制方案 II。方案 I 的实现框图如图 1。

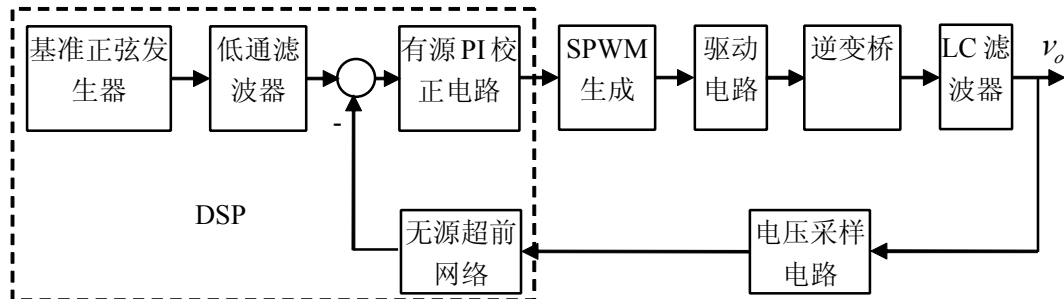


图 1 混合控制方案 I 的实现框图

图 1 给出了模拟/数字混合控制方案 I 的实现框图。

主控芯片 DSP 主要功能是提供基准正弦数据、计算控制变量采样信号的数值以执行各种保护等，控制电路的其它部分如电压调节器（包括控制框图中前向通道的有源 PI 校正电路和反馈通道的无源超前校正网络）、PWM 发生器等都是用模拟元件实现的。

由于 DSP 产生的基准正弦信号带有高频谐波分量，需采用低通滤波器才能得到光滑的基准正弦波，作为逆变控制系统的指令信号。

### 3 方案设计

#### 3.1 系统总体设计

本系统以数字信号处理器(DSP)为核心的逆变器控制。在数字信号处理器(DSP)中产生 SPWM 控制信号，逆变器输出高频脉宽调制型交流电。该交流电经工频变压器和输出滤波器处理后，得到稳定、纯洁的正弦波电源。

#### 3.2 主电路的设计

##### 1、主电路的结构

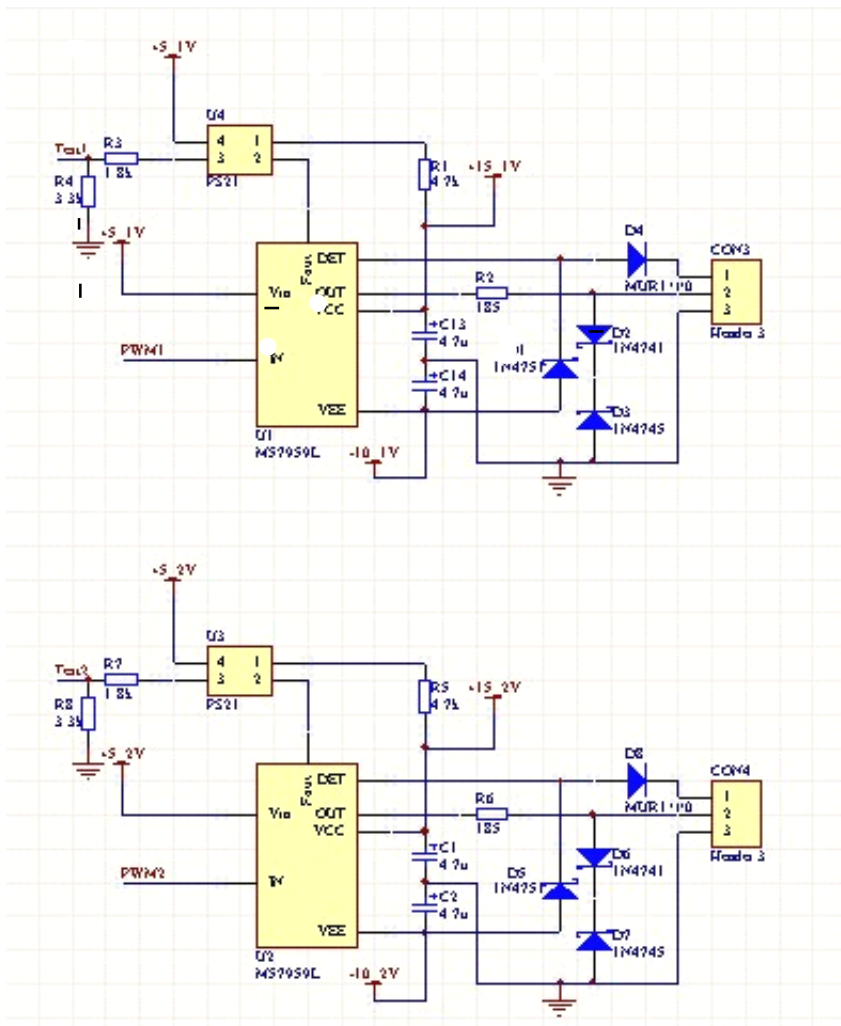


图 2 主电路结构图

逆变器的主电路结构形式多种多样，有全桥型、半桥型及推挽型等。

中小容量逆变电源多采用半桥式逆变器结构，结构简单，控制方便。中大容量逆变电源一般采用全桥式和推挽式逆变器结构。

为了滤除高次谐波，逆变桥后级均接有 LC 滤波器。全桥型的主电路结构由于各种因素的影响必然存在直流偏磁的问题。直流偏磁的存在致使铁心饱和，从而加大了逆变器输出变压器的损耗，降低了效率，甚至会引起逆变失败，对系统的运行有着极大的危害，必须采取措施加以解决。

小容量逆变电源因为输出容量小，电压和电流不大，因此开关器件多选用电力 MOSFET。而大容量正弦波输出的逆变电源因其电压电流一般都比较大，因此多采用 IGBT 作为它的开关器件。

本文主要研究的是 50Hz，2.5kW 的低频逆变电源。

基于以上的分析，选用全桥型，带有输出隔离变压器的主电路形式，并采用 MOSFET 作为开关器件。主电路图如图 4 所示。



$i_{L_f}$  不能跟踪  $i_g$  的变化, 输出电压的失真度就会变大, 严重时甚至导致系统异常工作。因此  $L_f$  不能过大, 即

$$L_f < \min\left(\frac{U_i N_2 / N_1 - U_{om} \sin \alpha}{I_g \omega_o}, \frac{U_{om} \sin \alpha}{I_g \omega_o}\right) \quad (3)$$

式中,  $U_{om}$  为输出电压峰值。

### 3.3 DSP 的选取

目前, 随着计算机和信息产业的飞速发展, 信号处理学科不但在理论上, 而且在方法上都获得了迅速发展。

特别是信号处理器 DSP(Digital Signal Processor)的诞生与快速发展, 使各种数字信号处理算法得以实时实现, 为数字信号处理的研究和应用打开了新局面。

由于 DSP 具有丰富的硬件资源、改进的并行结构、高速数据处理能力, 强大的指令系统和日益提高的性价比已经成为世界半导体产业中紧随微处理器与微控制器之后的又一个热点, 在通信、航空、航天、雷达、工业控制。网络及家用电器等各个领域得到了广泛的应用。

本系统采用的数字信号处理器为 TI(TEXAS INSTRUMENTS)公司专为电机和电源等数字化控制而设计的 DSP (TMS320F2412)。这款 DSP 控制芯片有以下特点:

- 1) 采用高性能静态 CMOS 技术, 使供电电压降为 3.3V。减小了控制器的功耗: 40MIPS 的执行速度, 提高了控制器的实时控制能力。
- 2) 片内有 32K 字的 FLASH 程序存储器和 1.5K 字的数据/程序 RAM, 544 字双口 RAM(DASRAM)和 2K 字的单口 RAM(SARAM)。
- 3) 10 位 A/D 转换器, 最小转换时间为 375ns。可以以两个 8 通道的双排序方式采样, 或一个 16 通道排序方式采样。
- 4) 看门狗定时模块(WDT)。

### 3.4 驱动电路的设计

隔离驱动电路采用 A3120 光耦隔离型驱动电路, A3120 结构框图及驱动电路结构如图 5 所示。

A3120 是美国惠普公司生产的用于驱动 IGBT、MOSFET 器件的光电耦合器, 该芯片内部集成有光耦、接口和功放单元, 可驱动 1200V/100A 的 IGBT 模块。

该驱动芯片的主要特点为:

- (1) 工作电源电压范围宽 (15V~30V);

- (2) 最小的输出电流峰值 2A;
- (3) 最大交换速度 500ns;
- (4) 具有欠压锁定保护 (UVLO) 功能;
- (5) 输出与输入信号同相。

当输入信号为高电平时, A3120 输出为高电平, 由功放级的 NPN 晶体管放大后输出, 驱动功率器件。

当输入信号为低电平时, A3120 输出为低电平, 功放级的 PNP 晶体管导通, 功率器件极间承受反向电压关断。

图中, R 的大小将影响逆变器的开关损耗, 并且影响功率开关的关断尖峰大小以及逆变器的输出波形质量。逆变桥选用不同的功率开关, 应调整  $R_{57}$  的大小, 使逆变器获得最佳的性能。

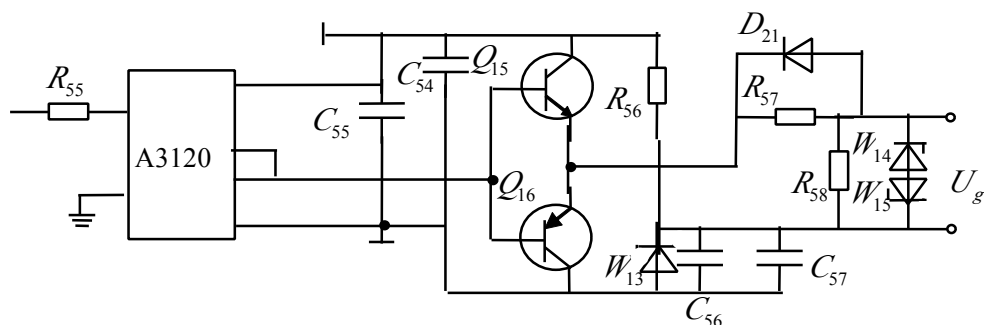


图 4 逆变桥功率开关驱动电路

### 3.5 采样电路

在数字控制系统中, DSP 片内 A/D 采样能够承受到输入电平范围为 0~3.3V, 所以无法对所需的控制量直接进行 A/D 采样, 因而通常需要把这些量调理后, 才能接至 DSP 第 A/D 转换口。本系统采用的是电压电流双环控制, 所以包括电压采样电路和电流采样电路。

在电压电流双闭环控制系统中, 需采样逆变器的输出电压作为反馈量。

电流采样电路和电压采样电路原理基本类似, 只需把电压传感器换成电流传感器即可。

电感电流经一电流传感器得到与电感电流成正比的电压信号, 然后经过调理电路变换到 0~3.5V, 输入到 DSP 的 A/D 模块采样口。

### 3.6 保护电路

输入过压和欠压保护电路如图 5 所示, 直流电压保护信号取自主电路输入电



压，经电阻  $R_{84}$  分压和光耦隔离后送入控制电路。利用光电耦合器把各种模拟负载与数字信号源隔离开来，也就是把“模拟地”与“数字地”断开。经过光耦的保护信号通过比较器分别与设定的最大/最小电压值进行比较，如果电压值超过限定值，比较器就输出低电平。比较器的输出信号相与，所得的信号送入 DSP 的 PDPINT 中断口。当器件引脚 PDPINT(电源驱动保护中断)被拉低时，会产生一个外部中断，这个中断是为系统的安全操作提供的。如果 PDPINT 未被屏蔽，当 PDPINT 引脚拉低以后，所有的 PWM 输出均为高阻态。这样可以在过流等故障的情况下，把逆变器的 PWM 控制信号封死，关闭功率器件，从而实现了对逆变器的保护。

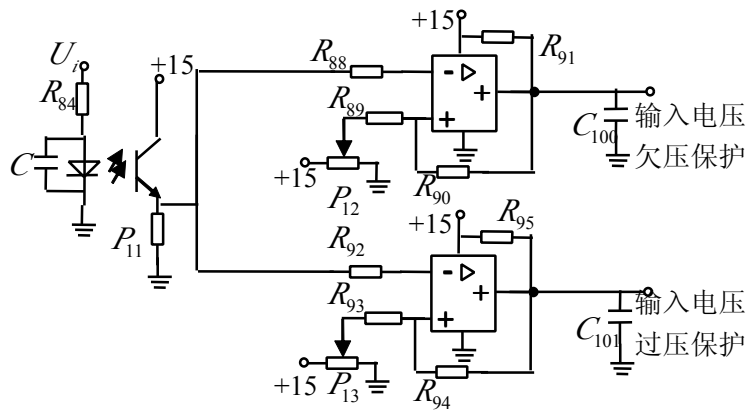


图 5 输入过压和欠压保护

## 4 元件参数计算

### 4.1 输出滤波电感 $L_f$ 、滤波电容 $C_f$ 的选取

取  $L_f = 1\text{mH}$ 。滤波电容电流的有效值为：

$$I_{cf} = \omega_o C_f U_o = 2\pi \times 50 \times 20 \times 10^{-6} \times 220 = 1.38\text{A}$$

110%负载时，负载电流的有效值为

$$I_{o\max} = \frac{P_{o\max}}{U_o} = \frac{1000 \times 110\%}{220} = 5\text{A}$$

容性负载时电感电流最大，因此电感电流有效值为

$$I_{Lf} = \sqrt{I_{cf}^2 + I_{o\max}^2 - 2I_{cf} * I_{o\max} \cos(90^\circ + \varphi_L)} \approx 6\text{A}$$

其中， $\varphi_L = \cos^{-1} 0.75$ 。

考虑到滤波电感电流的脉动量，滤波电感的电流峰值为

$$I_{L_f \max} = (1+10\%)\sqrt{2}I_{L_f} = (1+10\%) \times 6\sqrt{2} = 9.34 \text{ A}$$

$L_f$  选用 Mn-Zn R2KBD 型铁氧体材料铁心 PM62\*49，其磁路截面积  $S_C = 4.75(\text{cm}^2)$  窗口面积  $Q = 3.34(\text{cm}^2)$ ，饱和磁感应强度  $B_S = 5100 \text{ GS}$ ，选用  $B_M = 3800 \text{ GS}$ ，滤波电感匝数为：

$$N = \frac{L_f I_{L_f \max}}{B_M S_C} = \frac{10^{-3} \times 9.34}{3800 \times 10^{-4} \times 4.75 \times 10^{-4}} = 51.7$$

取  $N=52$  匝，气隙  $\delta_o = \mu_o N^2 S_C / L_f = 1.93 \text{ mm}$ 。

按滤波电感电流有效值  $I_{L_f} = 6 \text{ A}$  选取导线，取  $j = 3 \text{ A/mm}^2$ ，导线截面积  $I_{L_f} / j = 6/3 = 2 \text{ mm}^2$ ，导线选用  $0.1 \times 2 \text{ cm}$  的铜皮。

窗口利用系数  $K_u = 0.1 \times 20 \times N / Q = \frac{0.1 \times 20 \times 52}{334} = 0.31$ ，可以绕下。

## 4.2 变压器的设计

为了确保输出电压  $U_o$  的波形质量，防止  $U_o$  的顶部出现平顶失真，应满足

$$U_i N_2 / N_1 \geq U_o \sqrt{2} = 311 \text{ V}$$

取  $U_i N_2 / N_1 \geq 380 \text{ V}$ ，有

$$\frac{N_2}{N_1} = 7.92$$

选用  $d = 90 \text{ mm}$  的硅钢铁心，截面积为  $d \times f = 90 \times \frac{90}{2} = 40.5 \text{ cm}^2$ ，窗口面积  $S_C = \frac{e-d}{2} \times c = 0.5d \times 1.5d = 61 \text{ cm}^2$ 。

因为硅钢片是由钢片叠加而成，所以实际铁心截面积为  $40 \times 0.9 = 36 \text{ cm}^2$ 。

$$N_1 = \frac{U_{i \min} T_{on}}{\Delta B S} \times 10^8 = \frac{50 \times 0.7 \times \frac{1}{50} \times \frac{1}{2}}{2 \times 12000 \times 36} = 40.6$$

$$N_2 = 320.76$$

取变压器原边绕组为  $N_1 = 41$  匝，副边绕组  $N_2 = 321$  匝。因此

$$I_1 = I_{L_f} N_2 / N_1 + I_{L_m} = 1.05 I_{L_f} N_2 / N_1 = 49.32 \text{ A}$$

式中  $I_{Lm} = 0.005 I_{Lj} N_2 / N_1$  为变压器激磁电流。

取导线电流密度  $j = 3 \text{ A/mm}^2$ ，有

$$S_1 = \frac{I_1}{j} = 16.38 \text{ mm}^2$$

$$S_2 = \frac{I_2}{j} = 2 \text{ mm}^2$$

原边采用  $d = 4.7 \text{ mm}$  的高强度漆包线单层绕制，副边采用  $d = 1.7 \text{ mm}$  的高强度漆包线单层绕制。

$$\text{窗口利用系数 } K_u = \frac{41 \times \frac{1}{4} \pi (4.7)^2 + 321 \times \frac{1}{4} \pi (1.7)^2}{334} = 0.315, \text{ 可以绕下。}$$

### 4.3 功率开关的选择

MOSFET 的选择可以从器件的电压等级和电流等级两个方面加以考虑。

假定逆变器最高直流输入电压为  $U_{i\max}$ ，则采用全桥逆变电路时每个开关器件所承受的最高电压即为  $U_{i\max} N_1 / N_2$ 。

考虑电压尖峰影响，实际开关器件所承受的最高电压要比这个高得多，其大小与吸收电路吸收电压尖峰的能力有关。

在这里由于逆变器最高直流输入电压为  $52.8 \text{ V}$ ，所以我们选用耐压等级为  $100 \text{ V}$  的 MOSFET。

器件的电流等级要根据它所通过的最大峰值电流来确定。

假定系统输出功率为  $P_o$ ，变压器的变比为  $N_1 / N_2$ ，假设系统的过载系数为  $1.5$ ，逆变桥中每个 MOSFET 电流应力为变压器原边最大电流，则逆变桥中每个 MOSFET 中流过的电流峰值为：

$$I_{Lj} = \frac{\sqrt{2} \times 1.5 P_o N_2}{U_o N_1} = \frac{\sqrt{2} \times 1.5 \times 1000 \times 321}{220 \times 41} = 76.11 \text{ A}$$

此外，考虑电流纹波以及反并联二极管反向恢复尖峰电流等因素的影响，选 MOSFET 的电流定额为  $150 \text{ A}$ 。

## 5 仿真结果

### 5.1 驱动波形

图 8 是 4 个功率开关器件 MOSFET 的驱动波形。

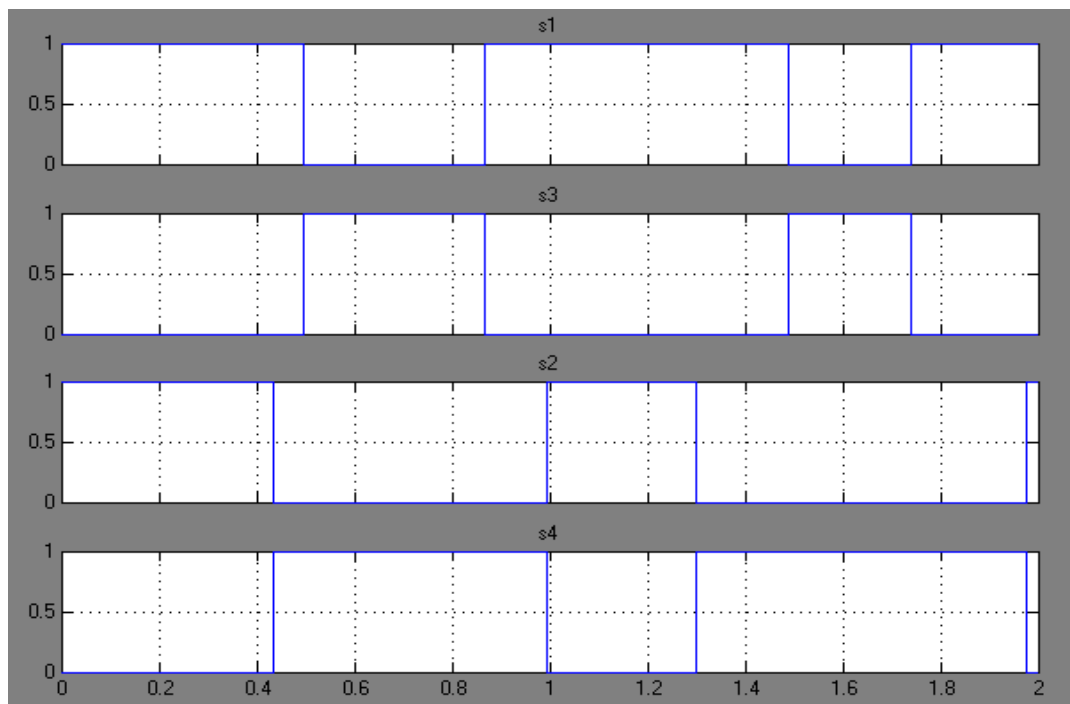


图 8 驱动波形

由图 8 可以看出 DSP 可以很好的输出功率管的驱动波形。

从波形看出，能满足快速开关功率管的要求，并满足同一桥臂上两个开关管的死区控制。

### 5.2 功率开关器件两端的电压波形

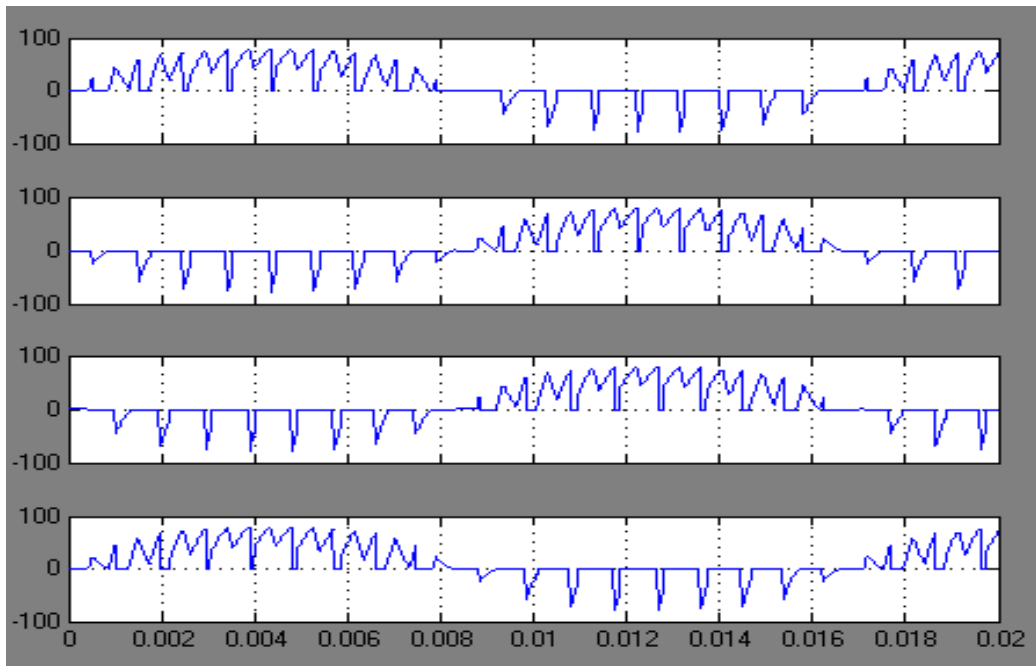


图9 MOSFET 管两端电压

### 5.3 逆变器输出波形

#### 1、空载时的波形

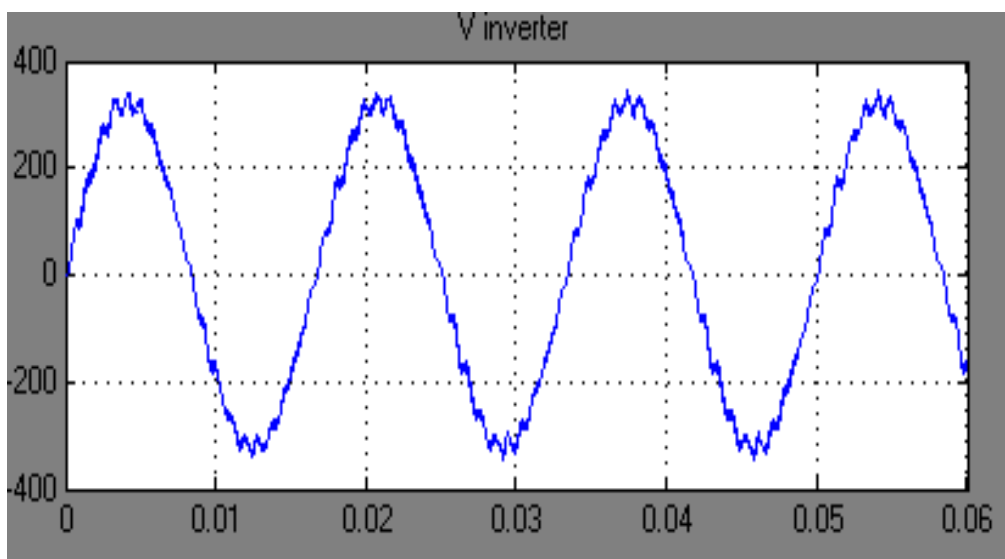


图10 空载波形

#### 2、满载时的波形

##### (1) 满载时逆变器的输出波形

下图是逆变器满载时的电压波形，由图 11 可知，逆变器输出电压非常接近于正弦波形，其谐波含量少，功率因数大，性能能达到要求。

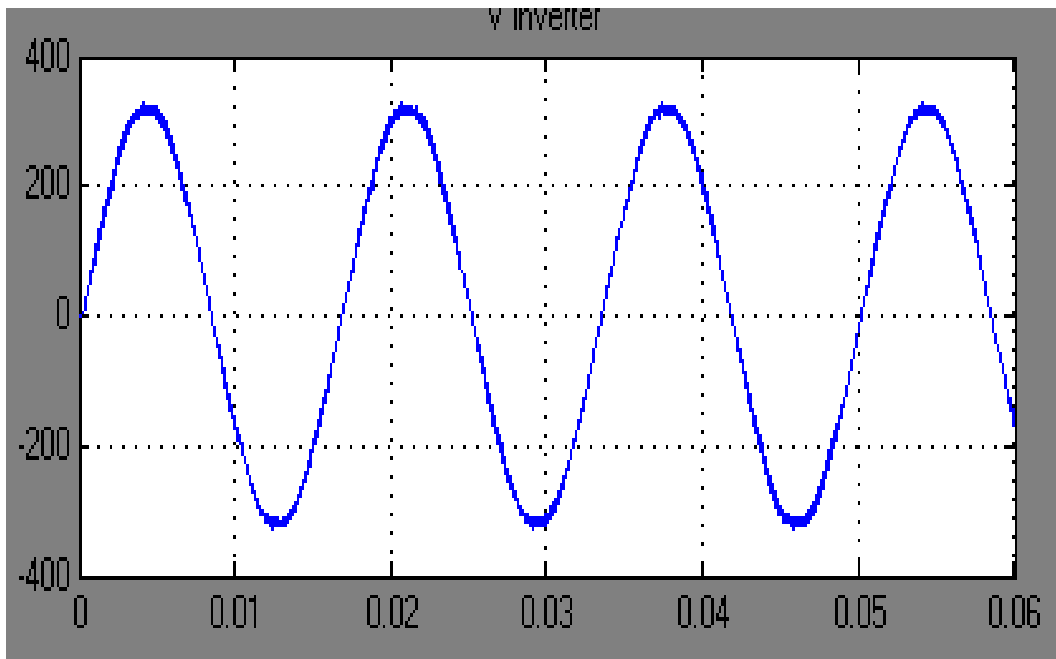


图 11 电压波形

(2) 满载时电感中的电流波形

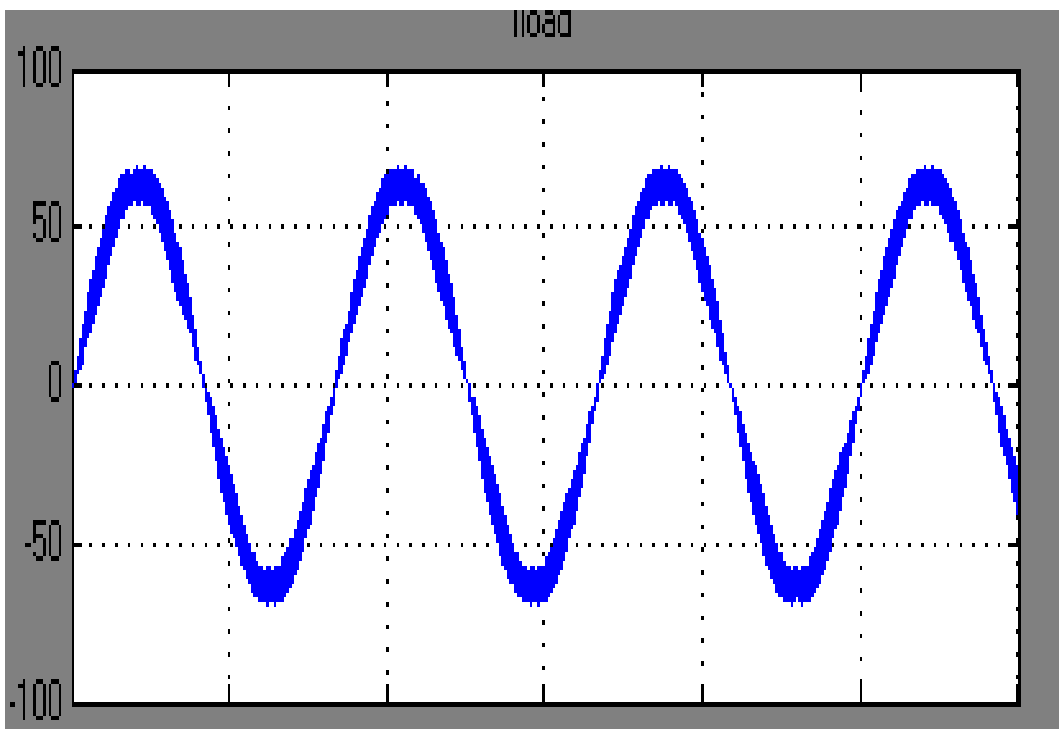


图 12 电流波形

## 6 结论

本文主要围绕数字控制 SPWM 逆变器的硬件设计以及数字控制系统硬件电

路设计等方面展开了研究。论文的主要内容概述如下：

1. 介绍了三种经典的 SPWM 调制方式，包括双极性 SPWM 调制法，单极性 SPWM 调制法，倍频单极性 SPWM 调制法，通过比较和试验发现单极性倍频 SPWM 调制法相对于其他两种调制方法，其谐波含量更低，只需要更小的滤波器件就可以达到很好的滤波效果。

2. 在选择此种调制方式的基础上给出了系统的传递函数，分析了系统的稳定性和外特性。

3. 给出了系统的硬件结构框图，并设计了系统各个部分的硬件电路，包括主电路，驱动电路，采样电路和保护电路，以及数字控制系统的硬件电路，并完成了数字控制电路部分的 PCB 板的设计。

4. 在传统的 PI 调解器的基础上，给出了几种用 DSP 完成 PI 算法的方法，发现增量式 PI 算法可以使系统获得更高的精度和可靠性。

5. 给出了系统控制软件的流程图，包括主程序流程图和中断程序流程图，在中断程序流程图中包括了数字 PI 算法。

6. 基于 DSP 完成了数字控制 SPWM 逆变器的原理试验，试验结果表明，数字控制在改善逆变器的动态和稳态性能方面也能获得良好的效果。

## 参考文献

- [1] 刘和平. TMS320LF240x DSP 结构原理及应用[M].北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [2] 刘凤君. 现在逆变技术应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [3] 罗小伟, 李树广. 基于 TMS320F240x 的 SPWM 调制信号的实现[J]. 微计算机应用, 2004.
- [4] 刘媛. pspice 电路设计与实现[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [5] 孙丽明. TMS320LF2812 原理及其 C 语言程序开发[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [6] Jian Chen, XianglianXu, Shunjie Li, et al, Implementation of Grid-Connected Cascaded Multi-Level Inverter Based on FPGA for Centralized Photovoltaic Generation[C], 2010 International Conference on Energy Sources and Smart Grids Development(ESSG 2010), Jilin, China,2010.
- [7] XianglianXu, Jian Chen, Shunjie Li, et al, FPGA Implementation of CPS-SPWM for Grid Connected Photovoltaic System[C], Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), Asia-Pacific, Wuhan, 2011.

- [8] 张承慧. 现代逆变技术及其应用 [M]. 北京: 科学出版社,2000.149-155.
- [9] 熊信银, 张步涵. 电气工程基础 [M]. 武汉:华中科技大学出版社,2005.



## 附录 1: DSP 的 SPWM 波实现程序:

```
#include "DSP28_Device.h"

Uint16 flag=0, count=0;
Uint16
SPWM[125]={8, 23, 38, 53, 68, 83, 98, 112, 127, 142, 157, 171, 185, 200, 214, 228, 242, 255, 269, 282, 296,
309, 321, 334, 347, 359, 371, 382, 394, 405, 416, 427, 437, 448, 457, 467, 476, 485, 494, 503, 511, 518, 526,
533,
540, 546, 552, 558, 563, 568, 573, 577, 581, 585, 588, 591, 593, 595, 597, 598, 599, 600, 600, 600, 599, 598,
597,
595, 593, 591, 588, 585, 581, 577, 573, 568, 563, 558, 552, 546, 540, 533, 526, 518, 511, 503, 494, 485, 476,
467,
457, 448, 437, 427, 416, 405, 394, 382, 371, 359, 347, 334, 321, 309, 296, 282, 269, 255, 242, 228, 214, 200,
185,
171, 157, 142, 127, 112, 98, 83, 68, 53, 38, 23, 8};

void init_EVA(void);
interrupt void EVA_timer1_isr(void);

void main(void)
{
    InitSysCtrl();
    EALLOW;
    GpioMuxRegs.GPAMUX.all = 0x00FF;
    GpioMuxRegs.GPBMUX.all = 0x00FF;
    EDIS;
    DINT;
    InitPieCtrl();
    IER = 0x0000;
    IFR = 0x0000;
    InitPieVectTable();
    init_EVA();
    EvaRegs.EVAIMRA.bit.T1PINT=1;
    EvaRegs.EVAIFRA.bit.T1PINT=1;
    EALLOW;
    PieVectTable.T1PINT = &EVA_timer1_isr;
    EDIS;
    PieCtrlRegs.PIEIER2.all=M_INT4;
    IER|=M_INT2;
    EINT;
    ERTM;
```

```

    for(;;);
}

interrupt void EVA_timer1_isr(void)
{
    if(count==125)
    {
        flag=~flag;
        count=0;
    }

    else
    {
        EvaRegs.CMPR1 = 625+SPWM[count];
        EvaRegs.CMPR2 = 625+SPWM[count];
        count++;
    }

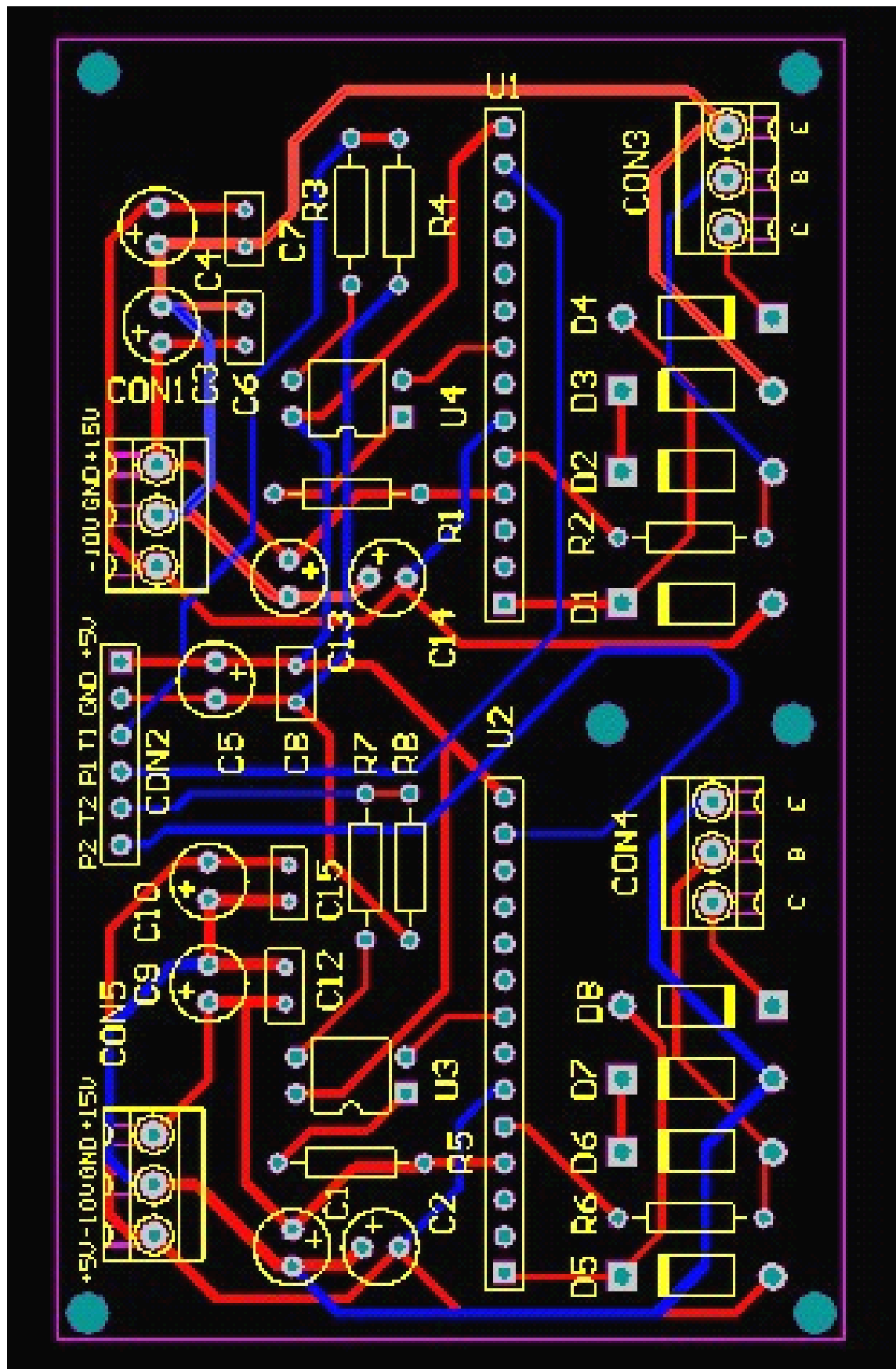
    else
    {
        EvaRegs.CMPR1 = 625-SPWM[count];
        EvaRegs.CMPR2 = 625-SPWM[count];
        count++;
    }

    EvaRegs.EVAIMRA.bit.T1PINT=1;
    EvaRegs.EVAIFRA.all=BIT7;
    PieCtrlRegs.PIEACK.all=PIEACK_GROUP2;
}

void init_EVA()
{
    EvaRegs.T1PR = 1250;
    EvaRegs.T1CMPR = 1250;
    EvaRegs.T1CNT = 0x0000;
    EvaRegs.T1CON.all = 0x0842;
    EvaRegs.GPTCONA.bit.TCMPOE = 1;
    EvaRegs.GPTCONA.bit.T1PIN = 1;
    EvaRegs.CMPR1 = 1000;
    EvaRegs.CMPR2 = 625;
    EvaRegs.ACTRA.all = 0x0666;
    EvaRegs.DBTCONA.all = 0x0000;
    EvaRegs.COMCONA.all = 0xA600;
}

```

附录 2：系统 PCB 版图：



相信对你有帮助的:

[DSP2812 寄存器详解](#)

[基于 dspf2812 的交通灯设计](#)

[DSP F2812 编程总结和技巧](#)

[基于 DSP2812 平台及手势识别算法实现的手势电视机红外遥控系统](#)

介绍 **dsp** 知识, 为大家提供最新的 **dsp** 资讯, 更多内容可以去南京研旭电气科技有限公司的官网 [www.njyxdq.com](http://www.njyxdq.com) [www.f28335.com](http://www.f28335.com) 或者官方论坛, 嵌嵌 **dsp** 论坛

[www.armdsp.net](http://www.armdsp.net) 进行交流学习

**dsp** 论坛 [www.armdsp.net](http://www.armdsp.net)

**dsp** 开发板 [www.njyxdq.com](http://www.njyxdq.com)

嵌入式开发板 [www.f28335.com](http://www.f28335.com)