

用单片机实现逆变电源

电源网ID : yueyunno1

2015年07月05日

目录

[逆变电源基础内容](#)

[逆变电源分类](#)

[不同逆变电源的优缺点](#)

[详解正弦波逆变电源](#)

逆变电源基础内容

定义：一种将低压直流电源变换为高压交流电源的电子设备。例如：**12V- \rightarrow 220V 24V- \rightarrow 380V**

通俗来讲逆变电源就是把直流电逆变成交流电。

应用领域：电力、通讯、工业设备、卫星通信设备、军用车载、医疗救护车、警车、船舶、太阳能及风能发电领域。

在没有市电和独立供电系统的环境种，凡需要市电的用电设备都会用到逆变电源。

逆变电源分类

- **按照逆变电源在变化过程中的频率分：**

可以分为：工频逆变、中频逆变和高频逆变
常用的是工频逆变、高频逆变

工频逆变的频率一般指50~60Hz的逆变电源

中频逆变的频率一般为400Hz到十几kHz

高频逆变的频率一般为十几kHz到MHz

- **按照逆变电源输出相数分：**

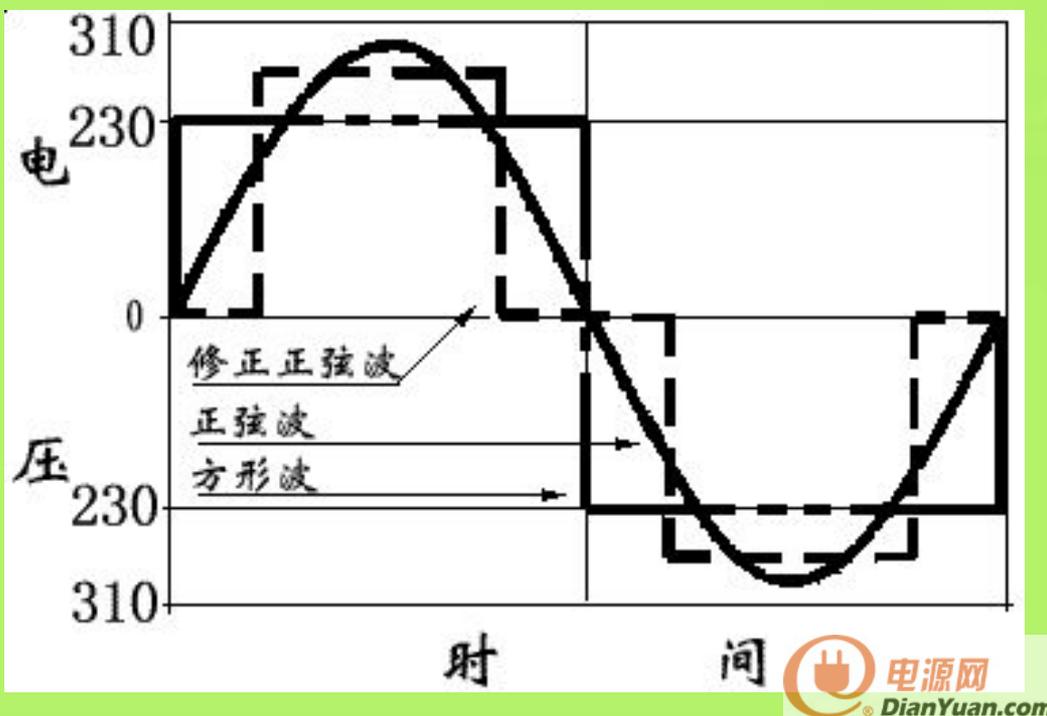
可以分为：**单项逆变电源**、**三项逆变电源**和多相逆变电源。

逆变电源分类

- 按照逆变电源输出电压波形分：

可以分为：方波逆变电源、阶梯波逆变电源和正弦波逆变电源

三种常用逆变电源电压输出波形如下：



- 逆变电源的分类方式还有很多，这里不一一列举。

方波逆变电源的优缺点

• 优点

- 逆变器电路简单；
- 结构简单，易于生产和维修；
- 成本低。

• 缺点

- 方波电压中含有大量的高次谐波成分，在负载中会产生附加的损耗；
- 对通信等设备产生较大的干扰。

阶梯波逆变电源的优缺点

• 优点

- 输出波形接近正弦波，比方波有明显的改善，高次谐波含量减少；
- 逆变器电路相对简单；
- 结构相对简单，相对容易生产和维修；
- 整机效率较高。

• 缺点

- 逆变器往往需要多组直流电源供电；
- 需要的功率开关管也较多。

正弦波逆变电源的优缺点

• 优点

- 负载中只有很少的谐波损耗，对通信设备干扰小；
- 逆变器电路复杂；
- 整机效率高。

• 缺点

- 成本高；
- 结构相对复杂，生产和维修难度高。

正弦波逆变电源分类

- 按照拓扑结构分：

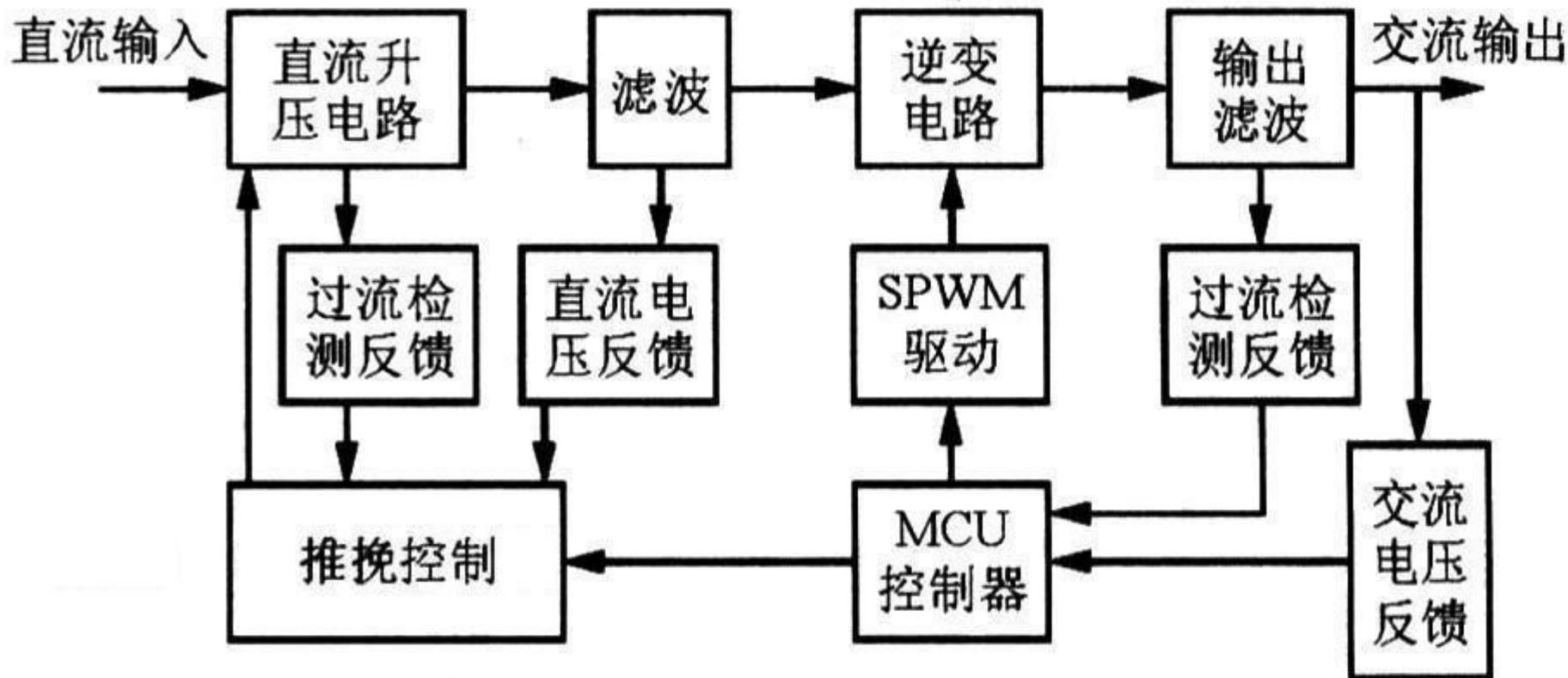
- 正弦波工频逆变电源、正弦波高频逆变电源

正弦波工频逆变电源原理：通过PWM的方式把低压直流电源变换为低压交流电源，再通过工频变压器升压方式把低压交流电压变换为高压交流电压。

正弦波高频逆变电源原理：通过PWM的方式把低压直流电源变换为高压直流电源，再通过SPWM的方式把高压直流电源变成对应的交流电压。

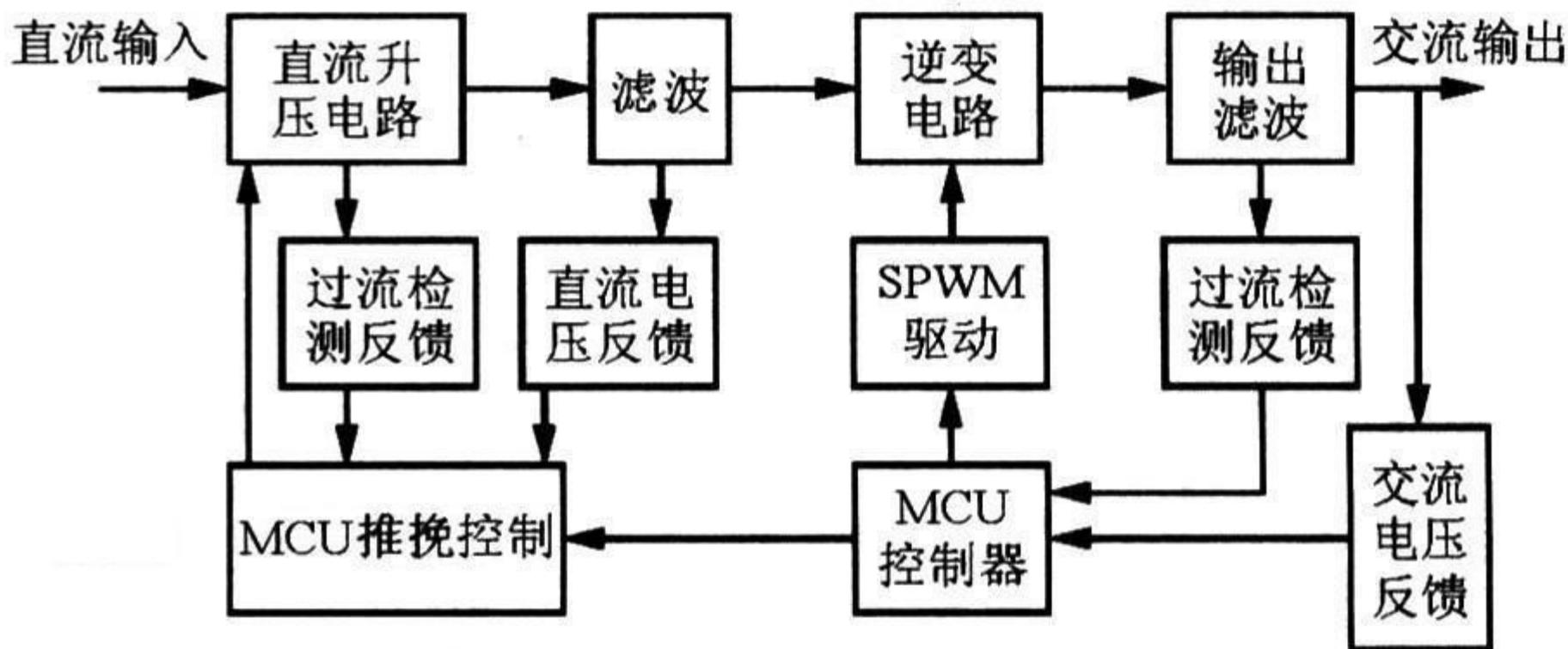
本文将以高频逆变进行讲解！

正弦波逆变电源的拓扑结构



纯正弦波逆变电源的基本框图

单片机实现逆变电源的拓扑结构



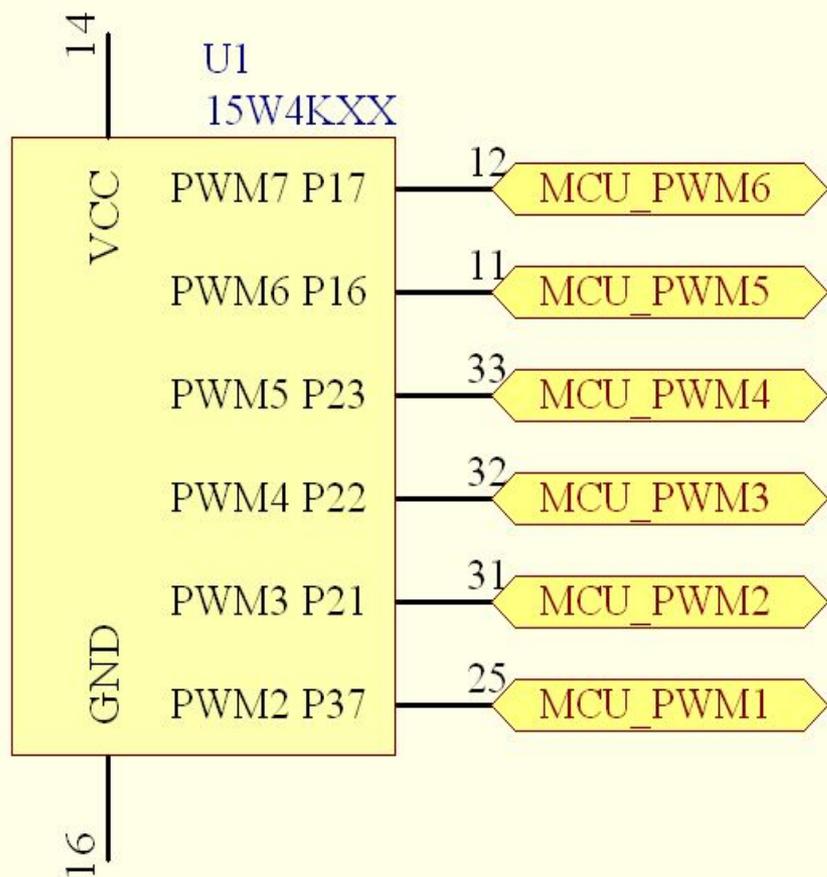
单片机实现逆变的基本框图

单片机实现逆变电源的原理

- 采用单片机输出2路PWM（有死区时间）波驱动推挽电路的MOS管，把低压12V直流电源转换为高压直流电源，后级采用单片机输出SPWM波形（有死区时间）驱动H桥，用LC电路滤波后输出正弦波。
- **死区问题：**

逆变电源前级升压部分为推挽结构，如果2个MOS管同时导通会出现严重问题；SPWM的高压H桥部分也是如此，H桥的上管和下管同时导通也会炸机或是产生巨大的开关损耗，在设计这两个地方的时候就必须要考虑死区时间，避免MOS同时导通带来的严重后果。

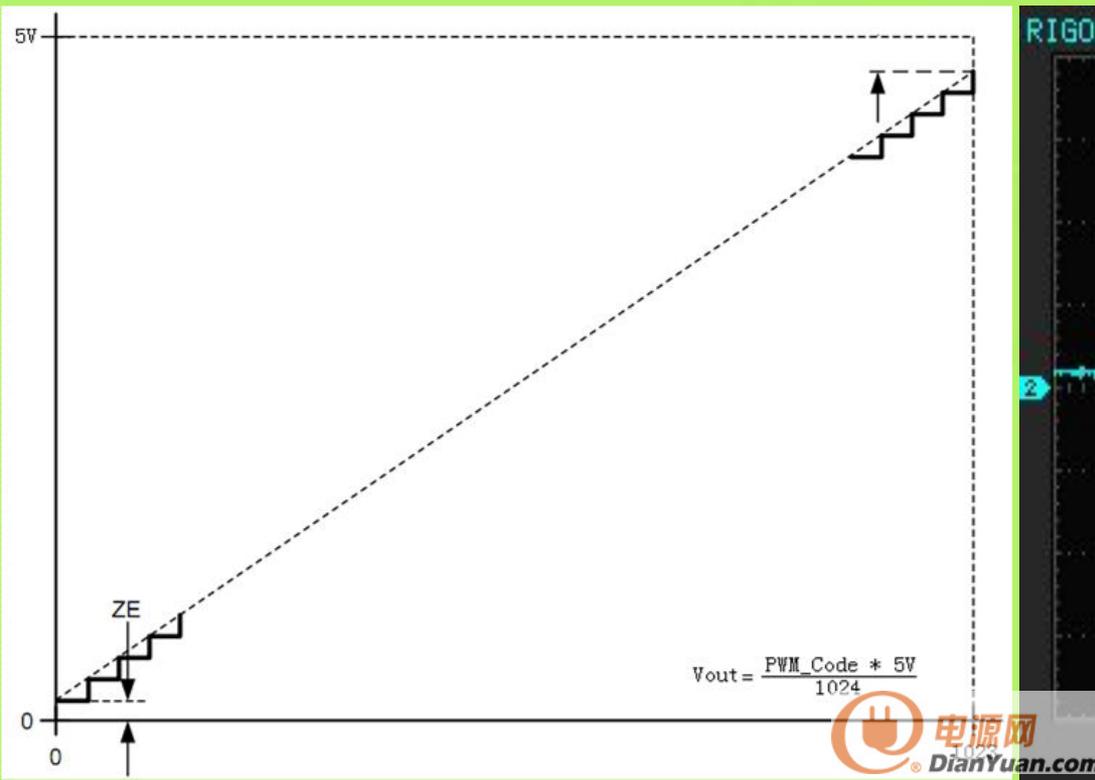
单片机核心电路



- STC15W4K系列单片机内部有6路带死区PWM波形发生器，用2路做前级推挽PWM波形发生器，用4路做后端SPWM波形发生器

PWM波形实现

- STC15W4K系列单片机内部自带6通道高精度15位PWM波形发生器，此款单片机自带死区控制器，通过特定程序能够实现无死区电路直接驱动推挽电路和后端的高压H桥电路。

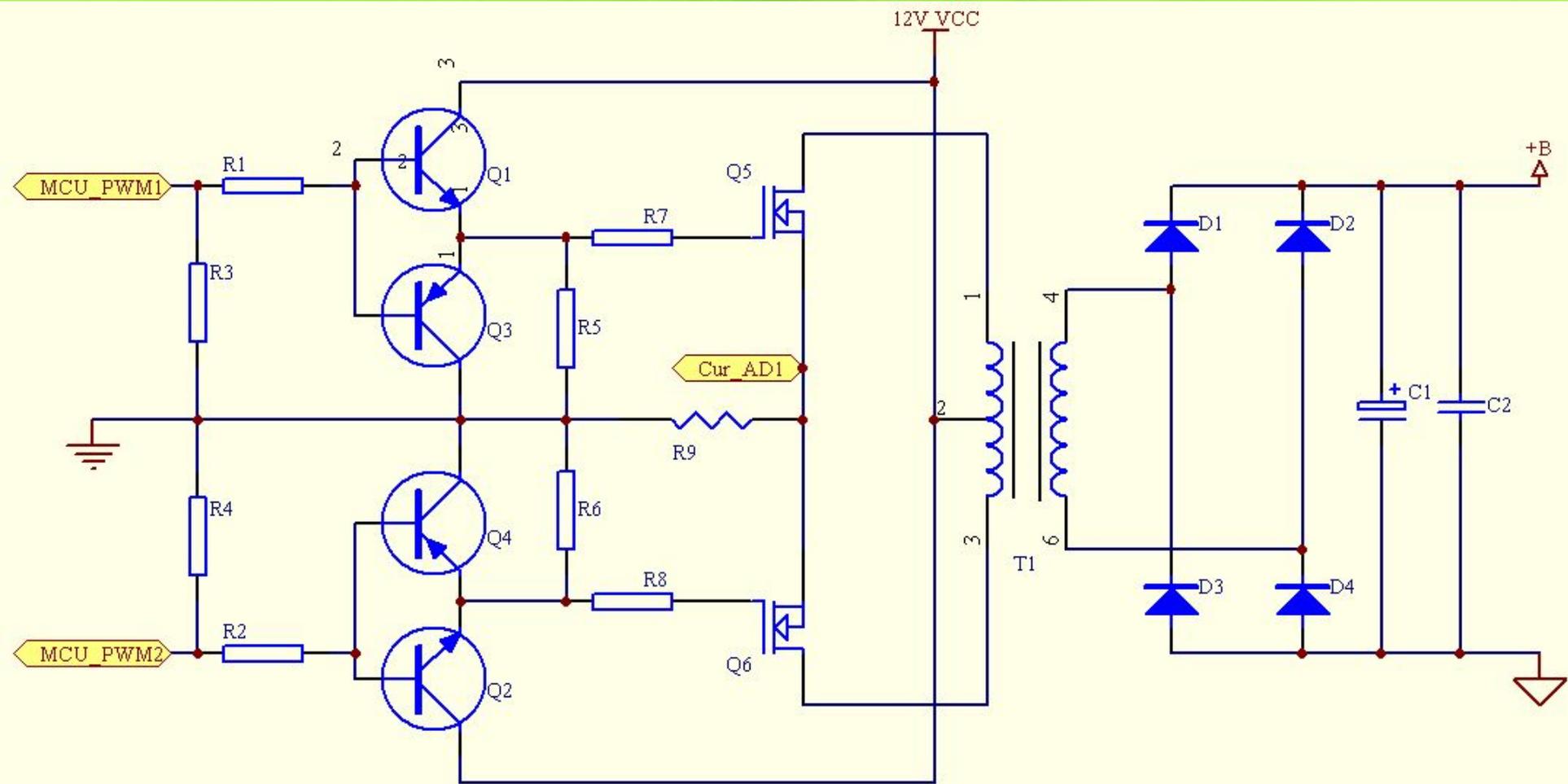


单片机内部PWM寄存器

增强型PWM波形发生器相关的特殊功能寄存器

符号	描述	地址	位址及符号								初始值
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
P_SW2	端口配置寄存器	BAH	EAXSFR	DBLPWR	P31PU	P30PU	-	S4 S	S3 S	S2 S	0000,0000
PWMCFG	PWM配置	F1H	-	CBTADC	C7INI	C6INI	C5INI	C4INI	C3INI	C2INI	0000,0000
PWMCR	PWM控制	F5H	ENPWM	ECBI	ENC7O	ENC6O	ENC5O	ENC4O	ENC3O	ENC2O	0000,0000
PWMIF	PWM中断标志	F6H	-	CBIF	C7IF	C6IF	C5IF	C4IF	C3IF	C2IF	xx00,0000
PWMFDCR	PWM外部异常控制	F7H	-	-	ENFD	FLTFLIO	EFDI	FDCMP	FDIO	FDIF	xx00,0000
PWMCH	PWM计数器高位	FFF0H	-	PWMCH[14:8]							x000,0000
PWMCL	PWM计数器低位	FFF1H	PWMCL[7:0]							0000,0000	
PWMCKS	PWM时钟选择	FFF2H	-	-	-	SELT2	PS[3:0]			xxx0,0000	
PWM2T1H	PWM2T1计数高位	FF00H	-	PWM2T1H[14:8]							x000,0000
PWM2T1L	PWM2T1计数低位	FF01H	PWM2T1L[7:0]							0000,0000	
PWM2T2H	PWM2T2计数高位	FF02H	-	PWM2T2H[14:8]							x000,0000
PWM2T2L	PWM2T2计数低位	FF05H	PWM2T2L[7:0]							0000,0000	
PWM2CR	PWM2控制	FF04H	-	-	-	-	PWM2_PS	EPWM2I	EC2T2SI	EC2T1SI	xxxx,0000
PWM3T1H	PWM3T1计数高位	FF10H	-	PWM3T1H[14:8]							x000,0000
PWM3T1L	PWM3T1计数低位	FF11H	PWM3T1L[7:0]							0000,0000	
PWM3T2H	PWM3T2计数高位	FF12H	-	PWM3T2H[14:8]							x000,0000
PWM3T2L	PWM3T2计数低位	FF13H	PWM3T2L[7:0]							0000,0000	
PWM3CR	PWM3控制	FF14H	-	-	-	-	PWM3_PS	EPWM3I	EC3T2SI	EC3T1SI	xxxx,0000
PWM4T1H	PWM4T1计数高位	FF20H	-	PWM4T1H[14:8]							x000,0000
PWM4T1L	PWM4T1计数低位	FF21H	PWM4T1L[7:0]							0000,0000	
PWM4T2H	PWM4T2计数高位	FF22H	-	PWM4T2H[14:8]							x000,0000
PWM4T2L	PWM4T2计数低位	FF23H	PWM4T2L[7:0]							0000,0000	
PWM4CR	PWM4控制	FF24H	-	-	-	-	PWM4_PS	EPWM4I	EC4T2SI	EC4T1SI	xxxx,0000
PWM5T1H	PWM5T1计数高位	FF30H	-	PWM5T1H[14:8]							x000,0000
PWM5T1L	PWM5T1计数低位	FF31H	PWM5T1L[7:0]							0000,0000	
PWM5T2H	PWM5T2计数高位	FF32H	-	PWM5T2H[14:8]							x000,0000
PWM5T2L	PWM5T2计数低位	FF35H	PWM5T2L[7:0]							0000,0000	
PWM5CR	PWM5控制	FF34H	-	-	-	-	PWM5_PS	EPWM5I	EC5T2SI	EC5T1SI	xxxx,0000
PWM6T1H	PWM6T1计数高位	FF40H	-	PWM6T1H[14:8]							x000,0000
PWM6T1L	PWM6T1计数低位	FF41H	PWM6T1L[7:0]							0000,0000	
PWM6T2H	PWM6T2计数高位	FF42H	-	PWM6T2H[14:8]							x000,0000
PWM6T2L	PWM6T2计数低位	FF45H	PWM6T2L[7:0]							0000,0000	
PWM6CR	PWM6控制	FF44H	-	-	-	-	PWM6_PS	EPWM6I	EC6T2SI	EC6T1SI	xxxx,0000
PWM7T1H	PWM7T1计数高位	FF50H	-	PWM7T1H[14:8]							x000,0000
PWM7T1L	PWM7T1计数低位	FF51H	PWM7T1L[7:0]							0000,0000	
PWM7T2H	PWM7T2计数高位	FF52H	-	PWM7T2H[14:8]							x000,0000
PWM7T2L	PWM7T2计数低位	FF55H	PWM7T2L[7:0]							0000,0000	
PWM7CR	PWM7控制	FF54H	-	-	-	-	PWM7_PS	EPWM7I	EC7T2SI	EC7T1SI	xxxx,0000

DC-DC升压部分电路



推挽电路PWM核心程序

```
#define PWM_DeadZone 255 /* 死区时钟数 */

void PWM_config(void)
{
    u8 xdata *px;
    EAXSFR(); // 访问XFR
    px = PWM3T1H; // 指针指向PWM3
    *px = 0; // 第一个翻转计数高字节
    px++;
    *px = 255; // 第一个翻转计数低字节
    px++;
    *px = 512 / 256; // 第二个翻转计数高字节
    px++;
    *px = 512 % 256; // 第二个翻转计数低字节
    px++;
    *px = 0; // PWM3输出选择P2.1, 无中断
    PWMCR |= 0x02; // 相应PWM通道的端口为PWM输出口, 受
    PWMCFG &= ~0x02; // 设置PWM输出端口的初始电平为0
    P21 = 0;
    P2n_push_pull(1<<1); // IO初始化, 上电时为高阻

    px = PWM4T1H; // 指针指向PWM4
    *px = 0; // 第一个翻转计数高字节
    px++;
    *px = 255-PWM_DeadZone; // 第一个翻转计数低字节
    px++;
    *px = (255+PWM_DeadZone) / 256; // 第二个翻转计数高字节
    px++;
    *px = (255+PWM_DeadZone) % 256; // 第二个翻转计数低字节
    px++;
}
```

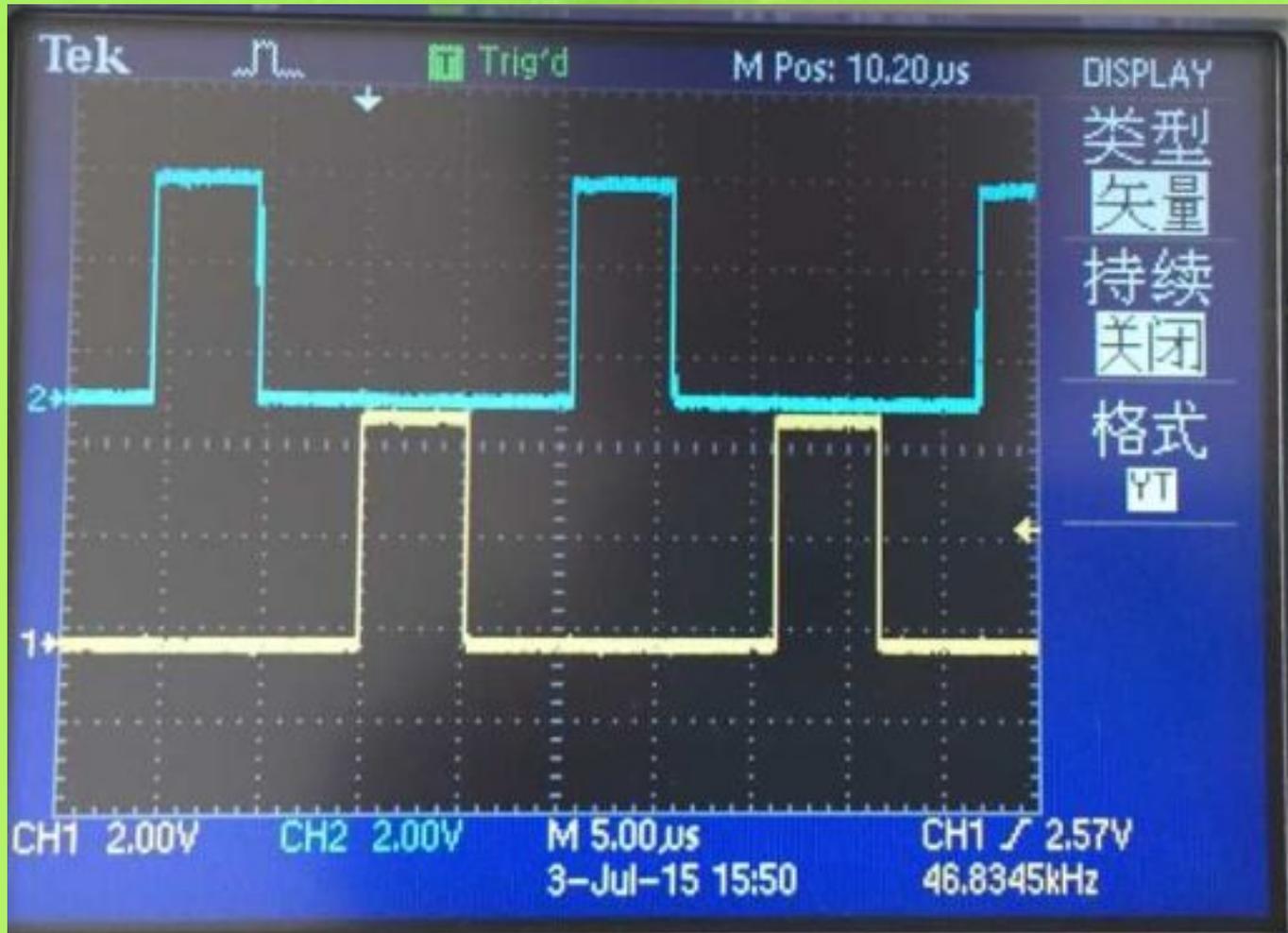
```
*px = 0; // PWM4输出选择P2.2, 无中断
PWMCR |= 0x04; // 相应PWM通道的端口为PWM输出口,
PWMCFG |= 0x04; // 设置PWM输出端口的初始电平为1
P22 = 1;
P2n_push_pull(1<<2); // IO初始化, 上电时为高阻
px = PWMCH; // PWM计数器的高字节
*px = 512 / 256;
px++;
*px = 512 % 256; // PWM计数器的低字节
px++; // PWMCKS, PWM时钟选择
*px = PwmClk_1T; // 时钟源: PwmClk_1T, PwmClk_2T,
EAXRAM(); // 恢复访问XRAM
PWMCR |= ENPWM; // 使能PWM波形发生器, PWM计数器
PWMCR |= ECBI; // 允许PWM计数器归零中断
}
```

此部分为PWM寄存器的配置程序

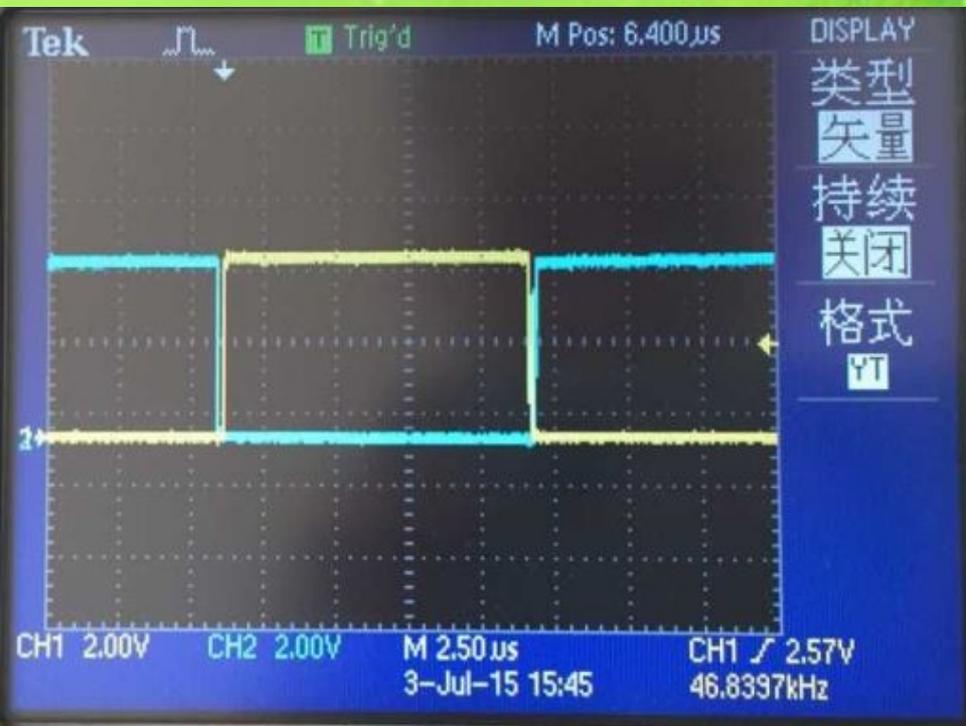
推挽电路PWM核心程序

```
/****** PWM中断函数*****  
  
void PWM_int (void) interrupt PWM_VECTOR  
{  
    u8 xdata *px;  
    u16 j,i;  
    u8 SW2_tmp;  
    if(PWMIF & CBIF) //PWM计数器归零中断标志  
    {  
        PWMIF &= ~CBIF; //清除中断标志  
        SW2_tmp = P_SW2; //保存SW2设置  
        EAXSFR(); //访问XFR  
        px = PWM3T2H; // 指向PWM3  
        j=PWM_DATA; //PWM值 PWM的取值范围 5-250  
        *px = (u8) (j >> 8); //第二个翻转计数高字节  
        px++;  
        *px = (u8) j; //第二个翻转计数低字节  
        j += PWM_DeadZone; //死区  
        px = PWM4T2H; // 指向PWM4  
        *px = (u8) (j >> 8); //第二个翻转计数高字节  
        px++;  
        *px = (u8) j; //第二个翻转计数低字节  
        P_SW2 = SW2_tmp; //恢复SW2设置  
    }  
}
```

单片机输出推挽电路PWM波形



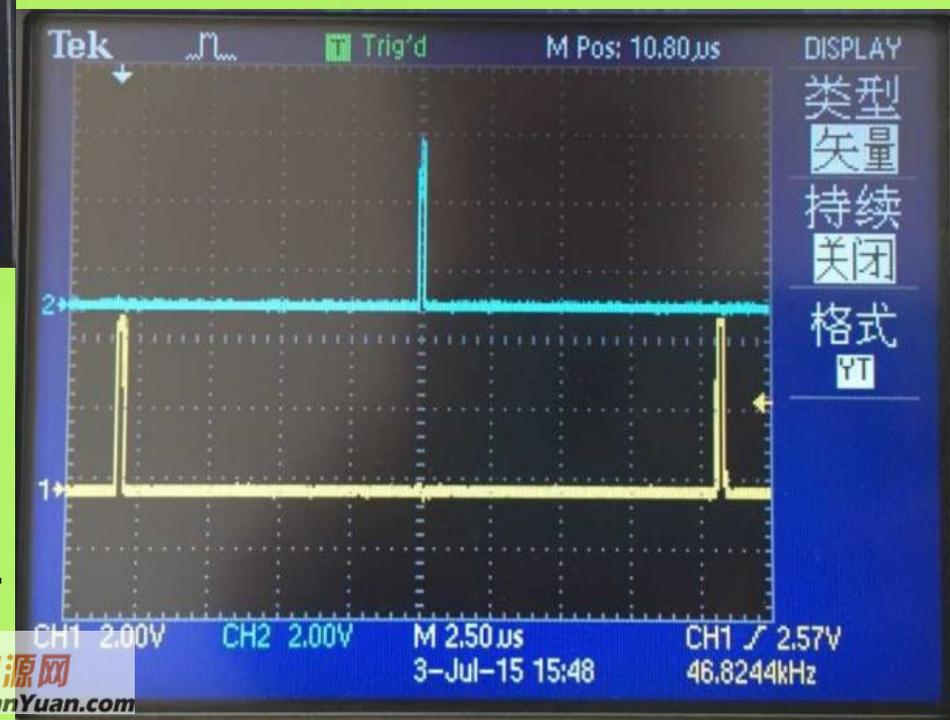
单片机输出推挽电路PWM波形



←最大占空比



最小占空比->



SPWM基础描述

• SPWM原理

- 在进行脉宽调制时，使脉冲系列的占空比按正弦规律来安排。当正弦值为最大值时，脉冲的宽度也最大，而脉冲间的间隔则最小，反之，当正弦值较小时，脉冲的宽度也小，而脉冲间的间隔则较大，这样的电压脉冲系列可以使负载电流中的高次谐波成分大为减小，称为正弦波脉宽调制。

• SPWM波形实现的方法

- 直接用MCU运行SIN函数
 - （对MCU处理速度要求高）
- MCU内部查表法
 - 8位MCU也能胜任

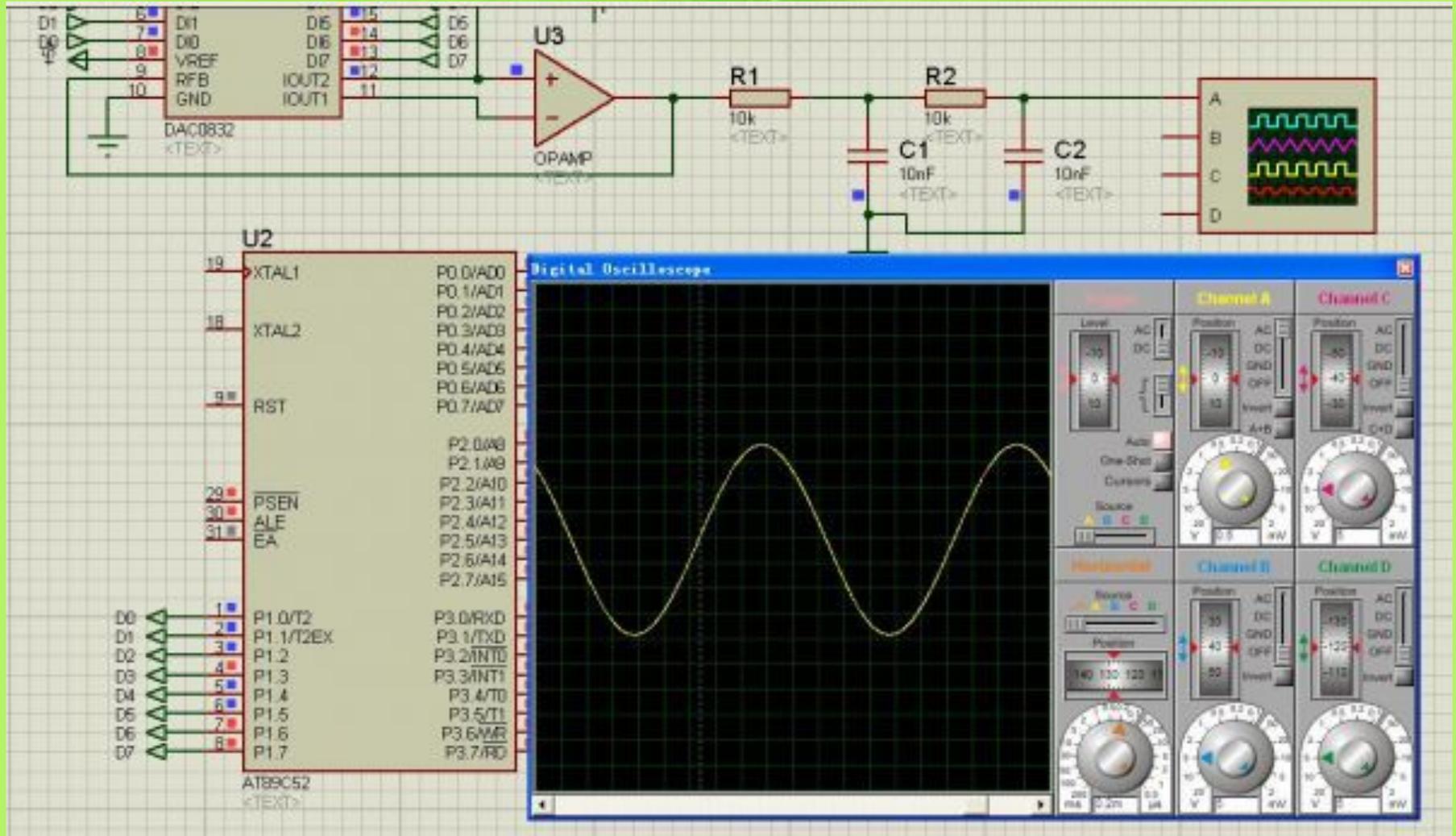
本文以查表法进行描述

实现SPWM的数据表

- code unsigned char Sin[248]={
 - 0x7F,0x82,0x85,0x88,0x8B,0x8F,0x92,0x95,0x98,0x9B,0x9E,0xA1,0xA4,0xA7,0xAA,0xAD,0xB0,0xB3,0xB6,0xB8,0xBB,0xBE,0xC1,0xC3,0xC6,0xC8,0xCB,0xCD,0xD0,0xD2,0xD5,0xD7,0xD9,0xDB,0xDD,0xE0,0xE2,0xE4,0xE5,0xE7,0xE9,0xEB,0xEC,0xEE,0xEF,0xF1,0xF2,0xF4,0xF5,0xF6,0xF7,0xF8,0xF9,0xFA,0xFB,0xFB,0xFC,0xFD,0xFD,0xFE,0xFE,0xFE,0xFE,0xFE/*,0xFE,0xFE,0xFE,0xFE*/,0xFE,0xFD,0xFD,0xFC,0xFB,0xFB,0xFA,0xF9,0xF8,0xF7,0xF6,0xF5,0xF4,0xF2,0xF1,0xEF,0xEE,0xEC,0xEB,0xE9,0xE7,0xE5,0xE4,0xE2,0xE0,0xDD,0xDB,0xD9,0xD7,0xD5,0xD2,0xD0,0xCD,0xCB,0xC8,0xC6,0xC3,0xC1,0xBE,0xBB,0xB8,0xB6,0xB3,0xB0,0xAD,0xAA,0xA7,0xA4,0xA1,0x9E,0x9B,0x98,0x95,0x92,0x8F,0x8B,0x88,0x85,0x82,0x7F,0x7C,0x79,0x76,0x73,0x6F,0x6C,0x69,0x66,0x63,0x60,0x5D,0x5A,0x57,0x54,0x51,0x4E,0x4B,0x48,0x46,0x43,0x40,0x3D,0x3B,0x38,0x36,0x33,0x31,0x2E,0x2C,0x29,0x27,0x25,0x23,0x21,0x1E,0x1C,0x1A,0x19,0x17,0x15,0x13,0x12,0x10,0x0F,0x0D,0x0C,0x0A,0x09,0x08,0x07,0x06,0x05,0x04,0x03,0x03,0x02,0x01,0x01,0x00,0x00,0x00,0x00/*,0x00,0x00,0x00,0x00*/,0x00,0x01,0x01,0x02,0x03,0x03,0x04,0x05,0x06,0x07,0x08,0x09,0x0A,0x0C,0x0D,0x0F,0x10,0x12,0x13,0x15,0x17,0x19,0x1A,0x1C,0x1E,0x21,0x23,0x25,0x27,0x29,0x2C,0x2E,0x31,0x33,0x36,0x38,0x3B,0x3D,0x40,0x43,0x46,0x48,0x4B,0x4E,0x51,0x54,0x57,0x5A,0x5D,0x60,0x63,0x66,0x69,0x6C,0x6F,0x73,0x76,0x79,0x7C
- }

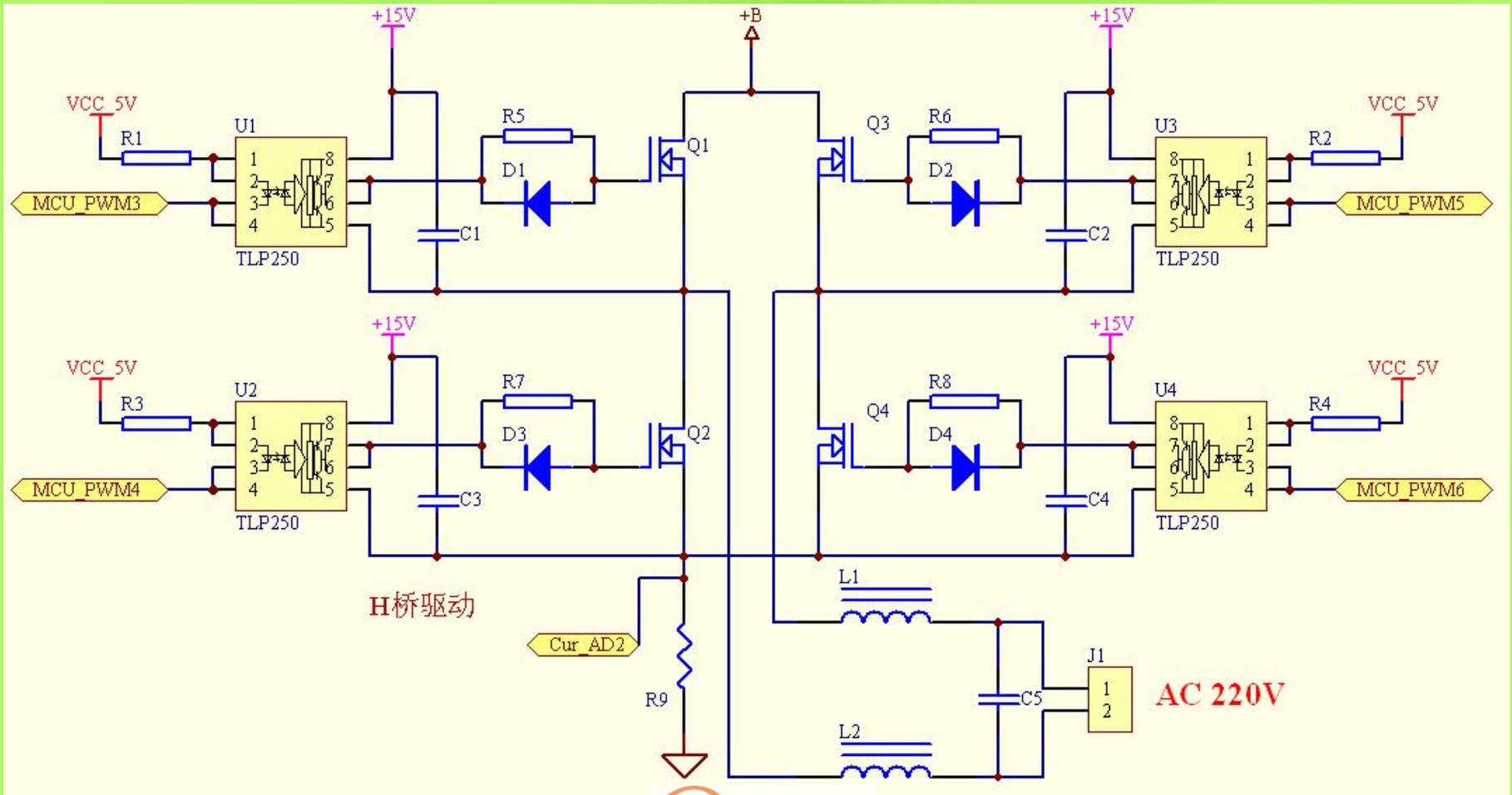
数据表描述：最大值**255**，最小值**0**，数据个数：**248**

SPWM数据表仿真图

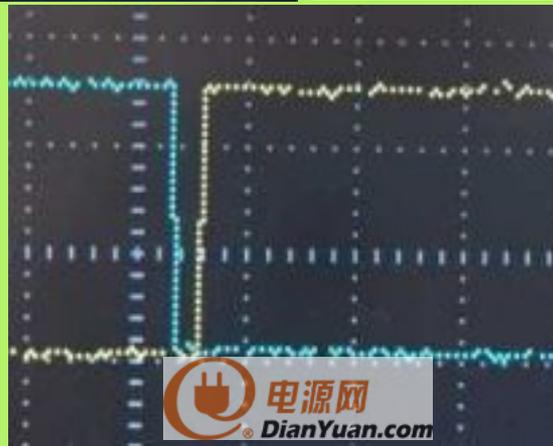
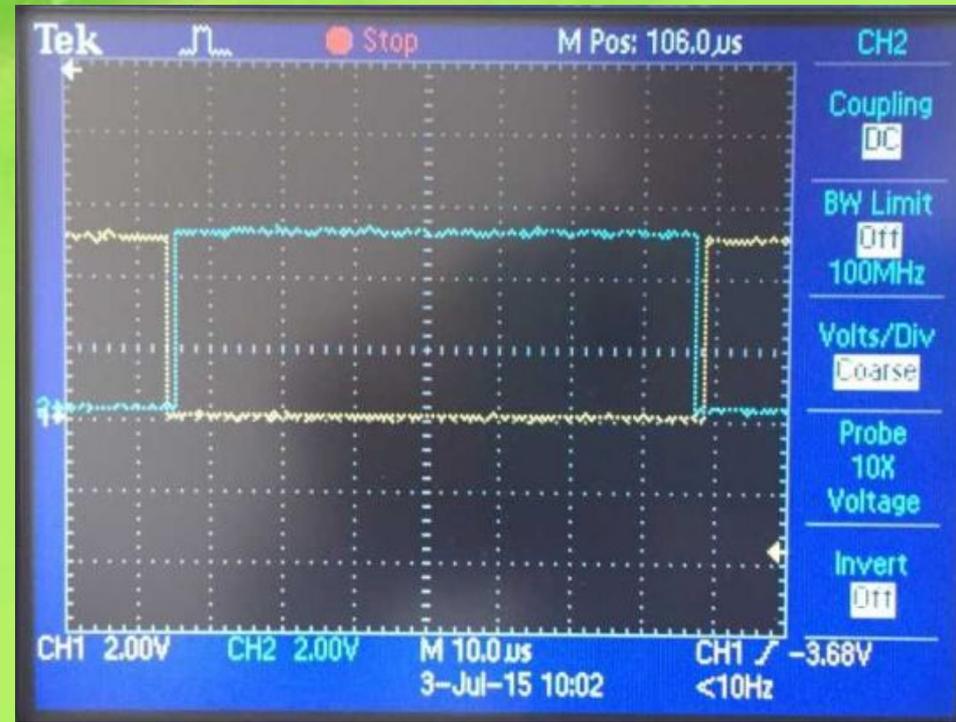


SPWM驱动H桥

• H桥原理图



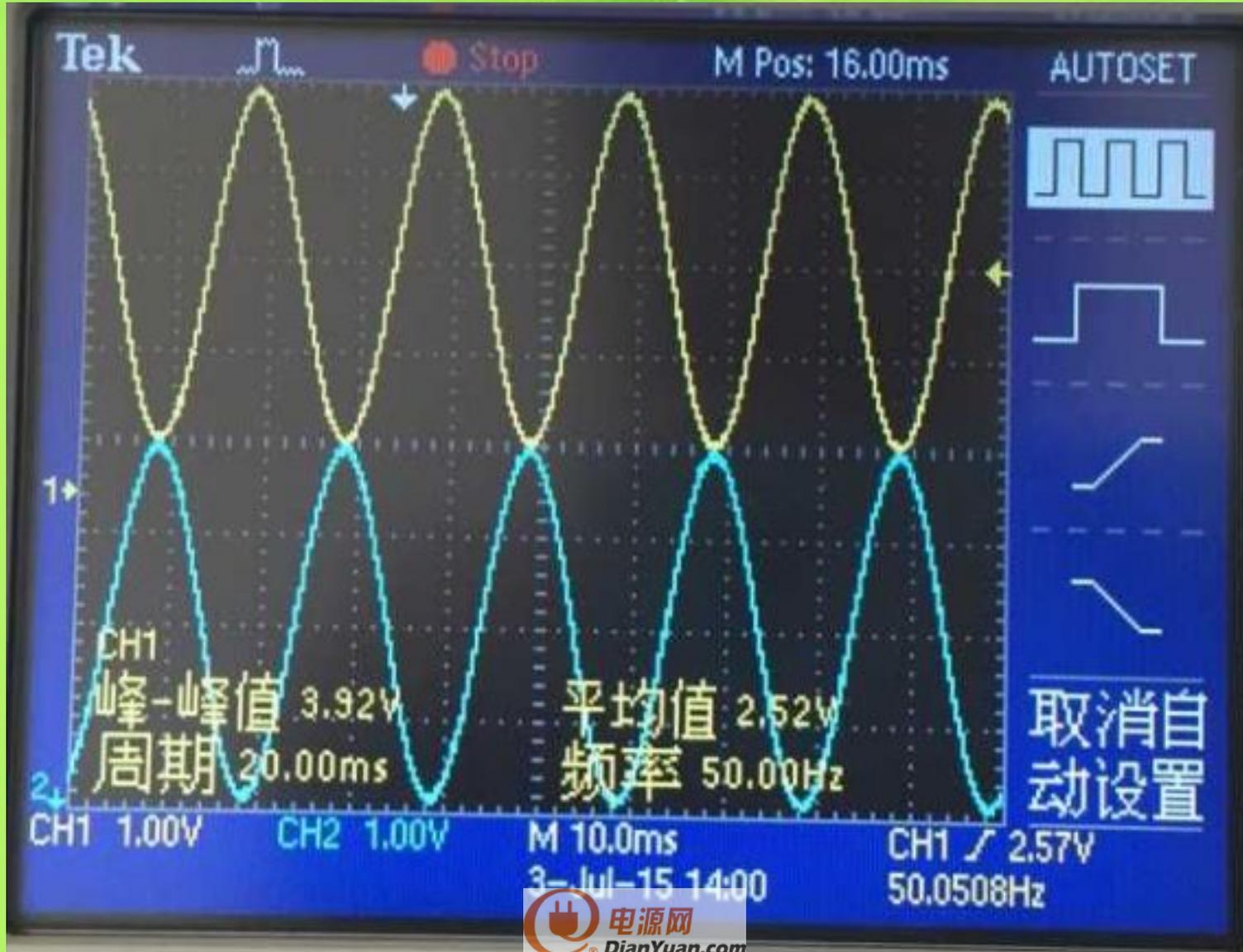
SPWM实测数据



SPWM波形实验电路



单片机实际输出的SPWM波形



结束语

- 本文用到的软件和设备：
 - 软件：Protel 99se proteus 7.8 SP2 keil 4
 - 硬件：TDS2012C 示波器、白光837电烙铁
 - 部分文字资料来源于网络。
- 欢迎大家批评指正！

谢谢大家!

ID :yueyunno1

E-mail:yueyunno1@126.com