

51单片机轻松入门

—基于STC15W4K系列

(C语言版)

李友全 编著

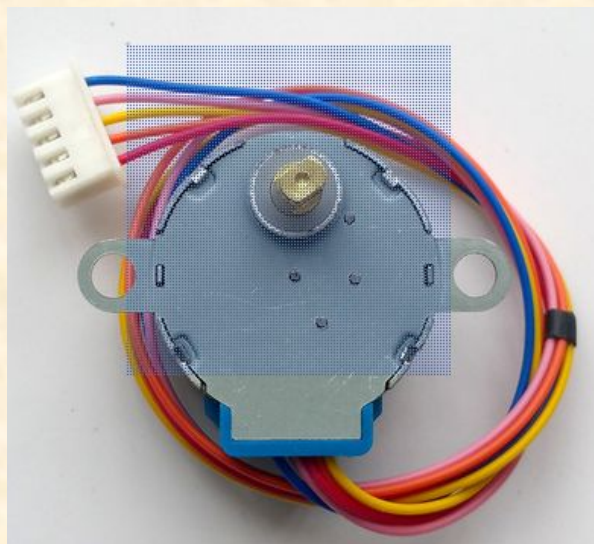
联系方式: <https://shop117387413.taobao.com>

QQ群: 515624099 (验证: STC15单片机)

2016年3月编辑整理 (第15章)

第15章 步进电机测试

- 1 步进电机特点
- 2 步进电机的3种励磁方式
- 3 步进电机驱动电路
- 4 步进电机驱动实例

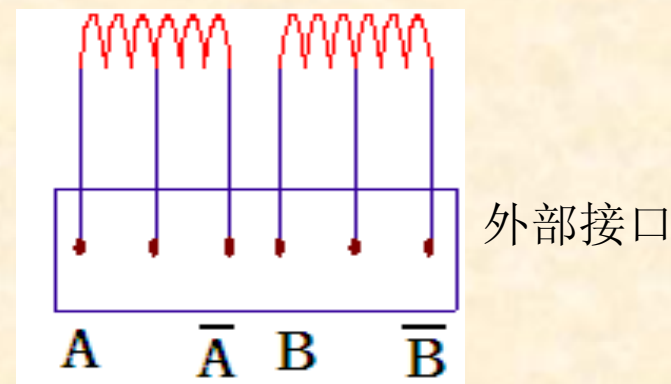
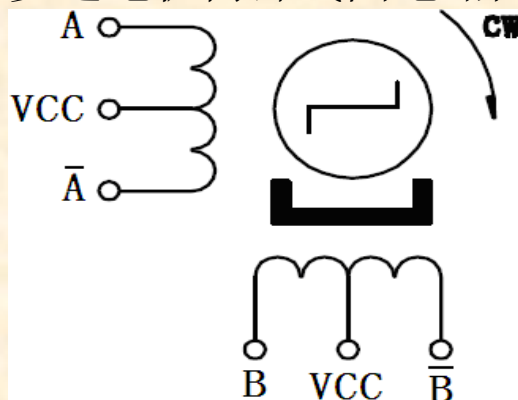


1 步进电机特点

直流电机通电就可以旋转，但旋转位置无法准确控制，在很多对位置有精确要求的控制设备上，往往会使用步进电机，步进电机是一步一步前进的，步进电机可准确的停在我们要求的位置，不存在直流电机断电后的惯性过冲问题。步进电机特点如下：

- ① 步进电机旋转角度和输入脉冲数成正比，步进电机说明书通常会说明其步进角（也就是一个脉冲所产生的旋转角度），比如常见的小体积永磁式电机的步进角是 7.5° ，则送给它48个脉冲使步进电机正好转动一圈。
- ② 步进电机转角误差很小，没有累积误差，因此控制步进电机正反转还是会回到原来的位置，不会因为误差累积而使初始位置越来越远。
- ③ 具有自保持特性，任何一相线圈加上电源后，电机本身具有自保持力矩，不送脉冲情况下会停止在一定位置，不会改变。
- ④ 步进电机空载最高启动频率一般能达到450Hz，使用频率不能超过允许最高频率，否则电机只能振动，无法运转。
- ⑤ 常见步进电机供电电压是5V、12V、24V，供电电压允许误差 $\pm 10\%$ ，电机外壳上一般都会对供电电压规格作相应标识。

步进电机内部线圈电路图：



2 步进电机的3种励磁方式

依次改变电流所流过的线圈，就可以让步进电机转动，如果顺序相反的话，电机就会反方向转动，比如图13-1电机有A， /A， B， /B共4组线圈，最简单的方式就是依次将电流按A， B， /A， /B顺序导入4组线圈，不同的导入方式会产生不同的结果，电流的导入称为励磁，励磁有3种方式。

(1) 1相励磁（也称为单4拍）

这种励磁方式是将电流一次只导入一组线圈中，每次可移动一个步进角，这种励磁方式产生的力矩小，噪音振动最大，励磁顺序如表15-1所示，其中H表示励磁，L表示未励磁，图15-2是对应波形图。

表15-1

励磁顺序 相	1	2	3	4
A	H	L	L	L
B	L	H	L	L
/A	L	L	H	L
/B	L	L	L	H

图15-2



在步进电机没有明确标记的情况下，如何测试步进电机的接线？

（1）首先用万用表测量线圈电阻，4组线圈的阻值一般是很接近的（比如 $100\ \Omega$ ），通过测量电阻找到VCC端。

（2）把两个VCC端连到电源正端，电源的负端分别接触其余四线，这时步进电机会转动，若接触4次步进电机向同一方向走4步，那么所接触的顺序为正确的顺序，分别为A，/A，B，/B，若其中有一步反向，则需要重新组合接触的顺序，直到出现正确的转动方向为止。

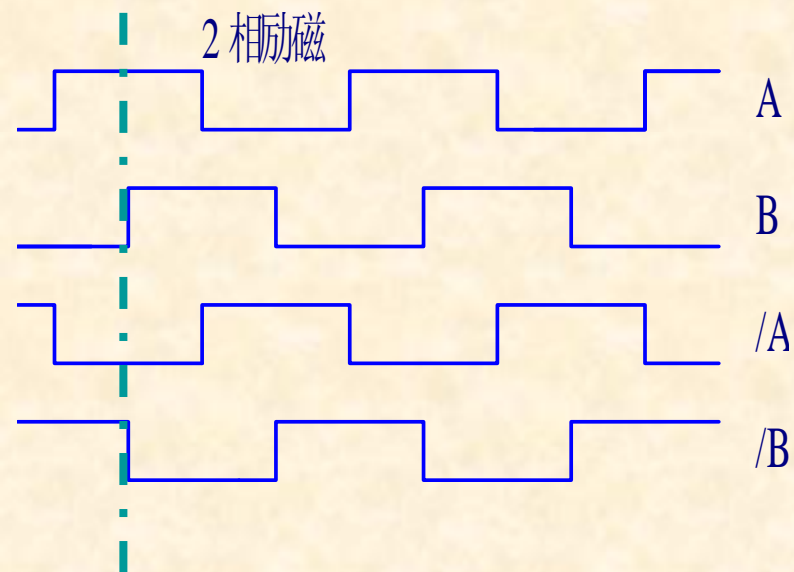
(2) 2相励磁（也称为双4拍）

这种励磁方式是将电流一次导入两组线圈中，每次可移动一个步进角，由于同时有2个线圈被励磁，因此产生的力矩较大，噪音振动比1相励磁小，励磁顺序如表15-2所示，图15-3是对应波形图，按照表15-2的方式依1、2、3、4的顺序分别将4组线圈中的2组线圈励磁，步进电机就会转动4个步进角，如果反方向励磁（也就是以4、3、2、1的顺序），步进电机就按反方向转动4个步进角。

表15-2 2相励磁顺序表图

励磁顺序 相	1	2	3	4
A	H	L	L	H
B	H	H	L	L
/A	L	H	H	L
/B	L	L	H	H

15-3 2相励磁波形图



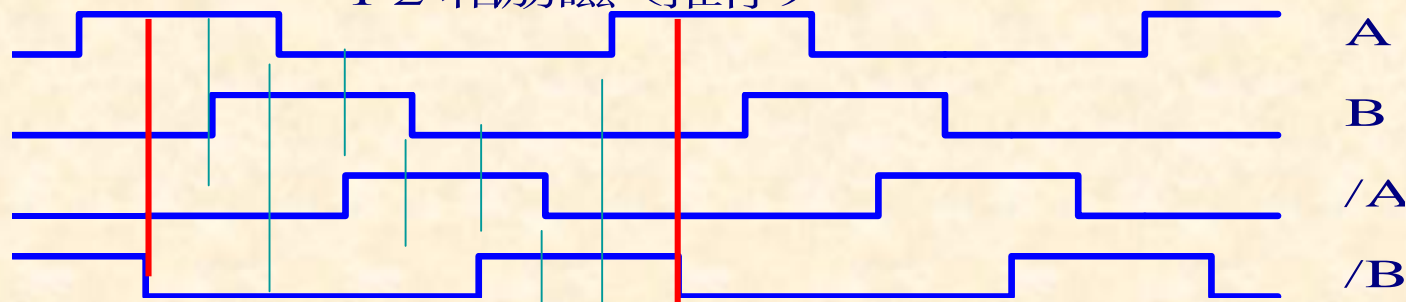
(3) 1-2相励磁（也称为8拍）

这种励磁方式是上述两种励磁方式的综合，将A、B两相采用交互励磁的方式进行，将电流第一次导入一组线圈中，在第二次导入两组线圈，每次可移动半个步进角，是噪音振动最小的一种励磁方式，励磁顺序如表15-3所示，图15-4是对应波形图，按照表15-3的方式依1、2、3、4、5、6、7、8的顺序分别将4组线圈励磁，步进电机转动4个步进角（虽然励磁8次，但因每次都只前进半个步进角，总和还是4个步进角）。

表15-3 1-2相励磁顺序表

励磁顺序 相	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	H	H	L	L	L	L	L	H	H	H
B	L	H	H	H	L	L	L	L	L	H
/A	L	L	L	H	H	H	L	L	L	L
/B	L	L	L	L	L	H	H	H	L	L

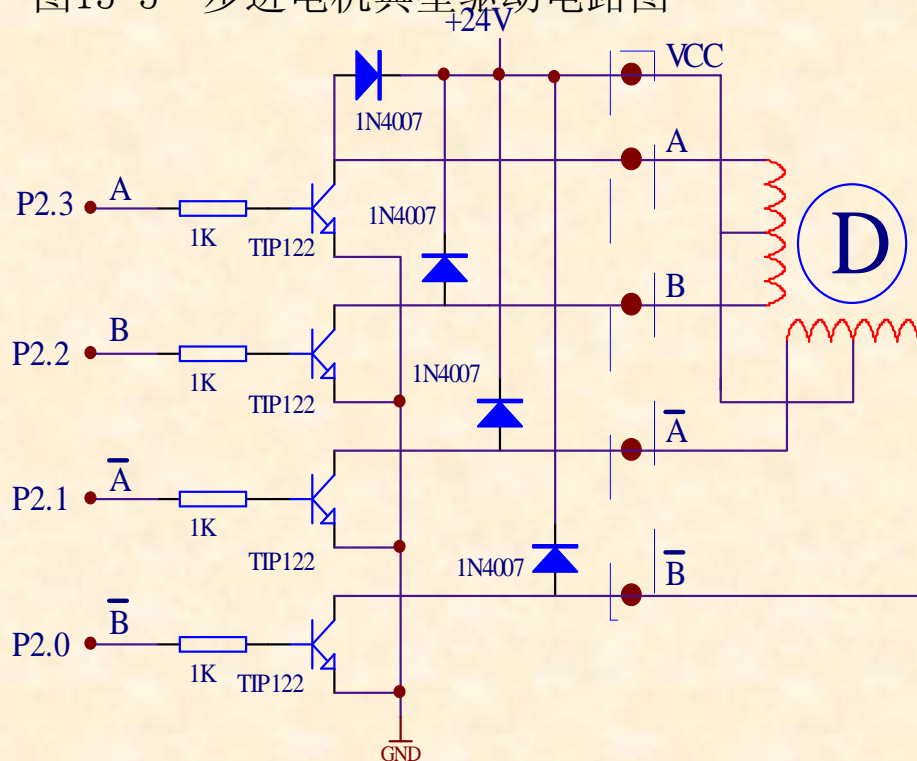
1-2 相励磁（推荐）



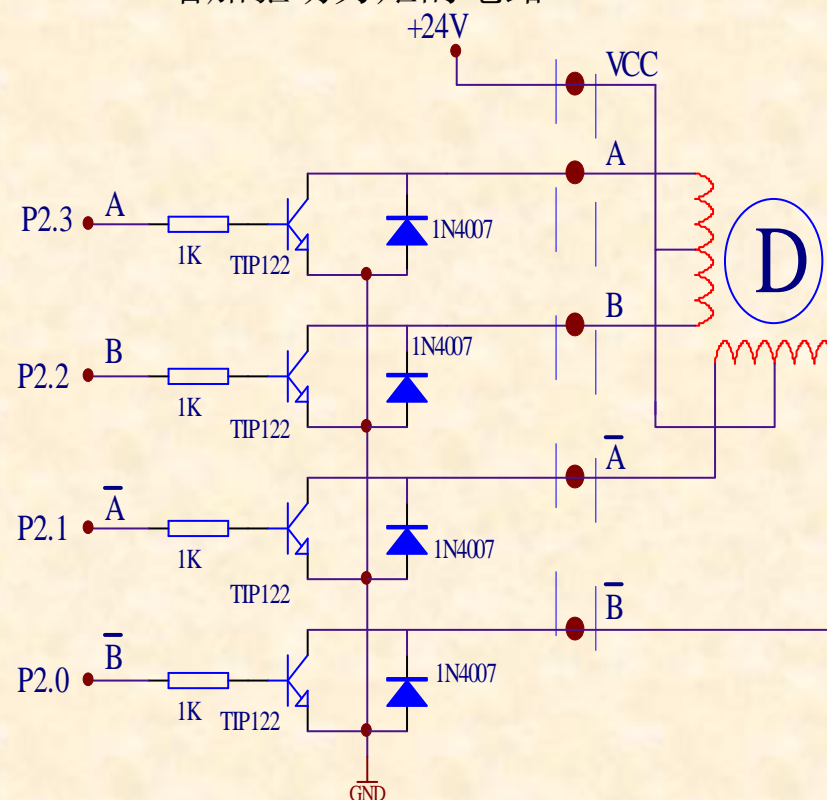
3 步进电机驱动电路

步进电机典型驱动电路如图15-5所示，有时为了增加电机输出力矩，在不增加电源电压和驱动脉冲宽度的前提下，可将图15-5中的4只反峰电压保护二极管1N4007去掉，只要电机绕组断电瞬间产生的电压峰值不超过TIP122的极限电压100V即可，这样就成了图15-6的电路，TIP122内部CE间已集成反向二极管，为了减轻内部反向二极管负担，所以外部并接了1N4007给电机绕组提供反向电流通路，图15-7与图15-8是实测的TIP122集电极电压波形与TIP122发射极电流波形（即电机绕组电流波形）。

图15-5 步进电机典型驱动电路图



15-6 增加驱动力矩的电路



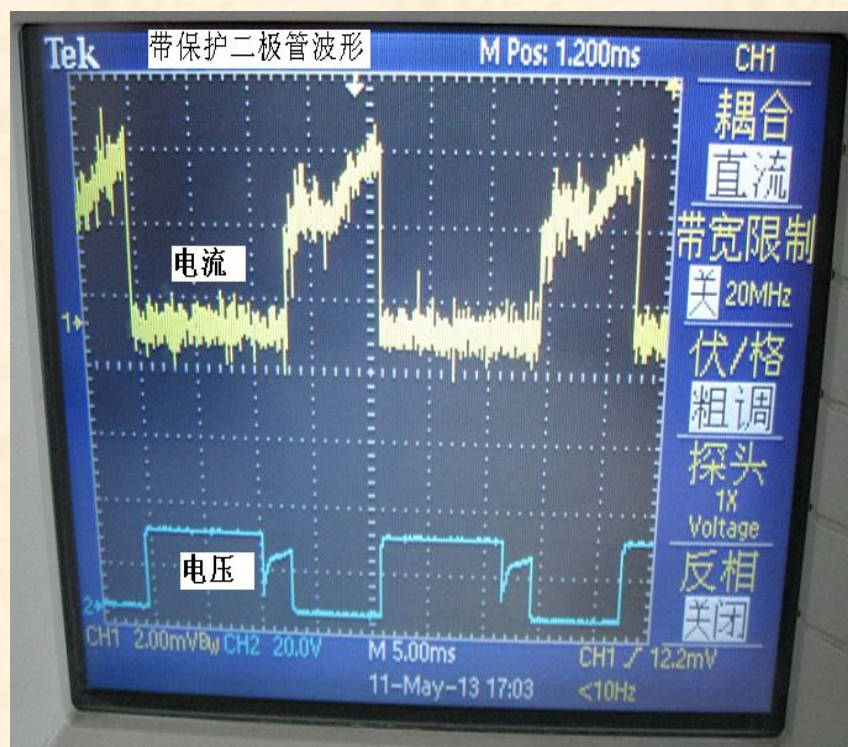


图15-7 典型电路波形

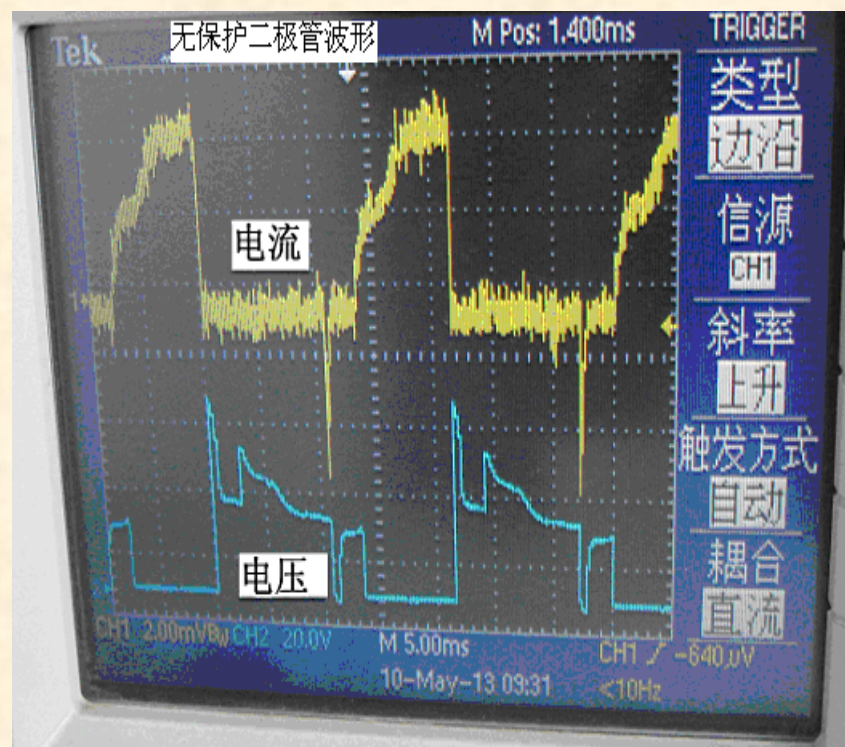


图15-8 增加力矩电路的波形

4 步进电机驱动实例

例15.1 步进电机正反转测试，使用图15-7或图15-8的电路，采用1-2相励磁，要求上电后顺转200步，然后反转200步，如此循环，完整实验代码如下。使用P20、P21、P22、P23口驱动电机

```
#include "STC15W4K.H"
```

```
unsigned char code BiaoGe[8]={0x08, 0x0C, 0x04, 0x06, 0x02, 0x03, 0x01, 0x09};
```

```
void PROT_Init(void)
```

```
{
```

```
    P2M1 = 0x80;          // 1000 0000    P2.0、P2.1、P2.2、P2.3、接驱动功率管，推挽输出
```

```
    P2M0 = 0x0f;          // 0000 1111    P2.7 接接霍尔传感器信号输入，高阻输入
```

```
}
```

```
void shun200()              // 顺转200步
```

```
{
```

```
    unsigned int i;
```

```
    unsigned char n;
```

```
    n=0;
```

```
    for(i=0;i<400;i++)      // 200步，i/2为实际步数
```

```
    {
```

```
        P2=BiaoGe[n]|0xf0;  // 不影响P2口高4位
```

```
        delay3ms();
```

```
        n=n+1;
```

```
        if (n>7)
```

```
        {
```

```
            n=0;
```

```
        }
```

```
    }
```

```
    P2&=0xf0;              // 保证电机绕组断电
```

```
}
```

```

void fan200()          // 反转200步
{
    unsigned int i;
    unsigned char n;
    n=8;
    for(i=0;i<400;i++)    // 200步, i/2为实际步数
    {
        n=n-1;
        P2=BiaoGe[n]|0xF0;    // 不影响P2口高4位
        delay3ms();
        if (n==0)
        {
            n=8;
        }
    }
    P2&=0xf0;    // 保证电机绕组断电
}

void main(void)
{
    PROT_Init();    // 初始化端口
    while(1)
    {
        shun200();    // 顺转200步
        delay1s();
        fan200();    // 反转200步
        delay1s();
    }
}

```


15.5 步进电机专用驱动器介绍

一般的步进电机步进角都较大（比如 7.5° ），这种步进角通过前面的程序控制最小一次也得走半个步进角，即 3.75° ，对于实际的精密控制一般是不能满足要求的，有两种解决办法，一种是采用减速齿轮组并将齿轮组与电机封装成一体，比如60: 1的减速齿轮组，减速后 7.5° 的步进角就变成了 $7.5^\circ / 60 = 0.125^\circ$ ，另一种办法是使用步进电机专用驱动器，外形如图15-9所示，通过外置的选择开关可以将步进角设置得很小，前面介绍的驱动电路与程序都不需要了，驱动器使用非常简单，电路连接如图15-10所示，PULS+与PULS-用于输入脉冲信号，脉冲信号频率越高，电机转速越快，DIR+与DIR-用于电机运转方向控制，ENBL+与ENBL-为使能信号，悬空时正常工作，如果提供输入信号，则使电机处于静止状态时绕组完全断电，使能信号一般可以不用。



