

●新特器件应用

# A3955SB 步进电机驱动芯片及其应用

西北工业大学 韩英桃 胡亚山

## The Step Motor Driving Chip A3955SB and Its Application

Han Yingtao Hu Yashan

摘要: A3955SB 是美国 Allegro 公司推出的一种高集成度步进电机驱动专用芯片,文中介绍了该芯片的特点、引脚功能和工作原理,给出了一种性价比较高的实用电路。

关键词: 步进电机; A3955SB; 细分驱动

分类号: TP273

文献标识码: B

文章编号: 1006 - 6977(2003)02 - 0058 - 03

### 1 概述

A3955SB 是美国 Allegro 公司生产的二相步进电机驱动专用芯片。一片 A3955SB 可驱动一相电机绕组,其工作电压可达 50V,电流可达 1.5A。A3955SB 内部的 3 位非线性数模转换器与内部 PWM 电流控制相结合可实现步进电机的全 1/2、1/4、1/8 运行模式。而内部 PWM 电流控制电路和外部参考电压相结合则可用于决定电流的工作模式(快衰减模式、慢衰减模式、混合衰减模式)。同时,A3955SB 芯片还提供有完善的保护措施,其中包括过温保护、过流保护及欠压保护等功能。

### 2 引脚功能和主要特点

#### 2.1 引脚功能

A3955SB 有两种封装形式,一种是 16 脚的 DIP 封装 (A3955SB),另一种是 16 引脚的 SOIC 封装 (A3955SLB),两种封装的电特性完全相同,图 1 为 A3955SB 的引脚排列图。各引脚说明如下:

引脚 1(PFD):该端用于确定工作模式;

引脚 2(REF):此端电压与电流取样电阻  $R_S$  及数模转换器输入  $D_0$ 、 $D_1$ 、 $D_2$  一起可用于决定输出电

流的峰值;

引脚 3(RC):此端与地之间的一个 RC 并联网络可决定 PWM 电流调节的固定关断时间  $t_{off}$ 。同时,该端的电容还可用来决定电流敏感比较器的输出无效时间,以防止在相输入改变或数模转换器输入发生变化时导致错误的过流检测;

引脚 4、5、12、13(GROUND):接地端;

引脚 6(LOGIC SUPPLY):逻辑电路电源电压,一般为 5V;

引脚 7(PHASE):此端的电平可用于决定流过负载的电流方向。当 PHASE 端输入发生变化时,S3955SB 器件内部将产生约  $1\mu s$  的死区时间,以防止出现电流直通现象;

引脚 8( $D_2$ ):三位非线性数模转换器输入端的最高位;

引脚 9( $D_1$ ):三位非线性数模转换器输入端的中间位;

引脚 10、15( $OUT_A$ 、 $OUT_B$ ):两输出引脚,其中每一个分别与电机绕组的一端相连;

引脚 11(SENSE):在此端接一个电流取样电阻可检测负载电流;

引脚 14( $D_0$ ):三位非线性数模转换器输入端的最低位;

引脚 16(LOAD SUPPLY):电机负载电源端。

#### 2.2 主要特点

A3955SB 的主要特点如下:

- 输出电流在 1.5A 以内连续可调;
- 工作电压可达 50V;
- 具有全 1/2、1/4、1/8 细分运行方式选择;
- 具有正/反转控制;

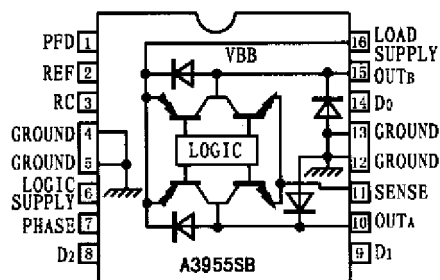


图 1 A3955SB 引脚图

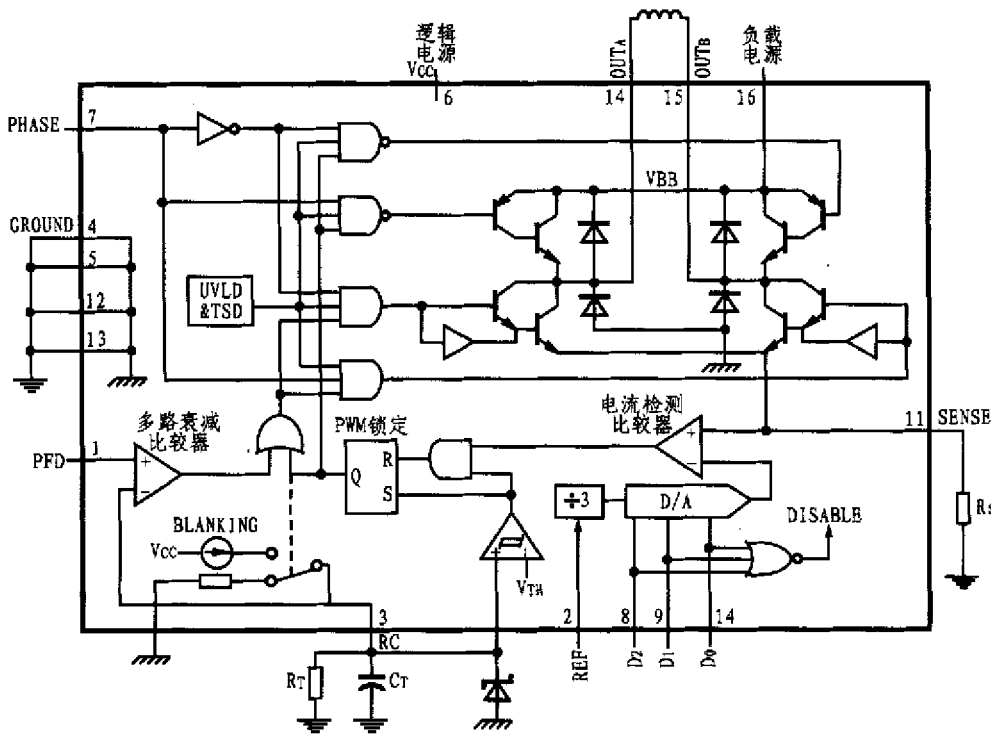


图 2 A3955SB 的内部功能图

- 带有内部 PWM 电流控制功能；
- 具有 3 位非线性数模转换模式；
- 具有快、混合(快/慢)、慢电流衰减模式；
- 具有过流、欠压和过温保护功能。

### 3 功能原理

A3955SB 本质上是一个利用数字量输入控制输出电流的芯片。其输入为三位非线性数模转换器 DAC 的三个输入端，输出  $OUT_A$  与  $OUT_B$  可分别接在两相电机中一相绕组的两端。同时，芯片的 PHASE 端决定着电流的方向是从  $OUT_A \rightarrow OUT_B$  还是  $OUT_B \rightarrow OUT_A$ 。其具体实现主要通过数模转换、逻辑控制、驱动三个部分来共同完成。图 2 所示为 A3955SB 的内部功能。

#### 3.1 数模转换电路

A3955SB 中的数模转换器为三位非线性 DAC 转换器。通过设置 2 脚的电压  $V_{REF}$  与电流采样电阻  $R_s$  可确定流过电机绕组的最大电流  $I_{max}$ ，其关系式如下：

$$I_{max} = V_{REF} / 3 R_s$$

$D_2$ 、 $D_1$ 、 $D_0$  输入与负载电流的设置关系如表 1 所列。从表 1 可以看出，数模转换器的输出并非线性。通过这样设计可更好地调节电流波形以使其近似为正弦波，从而使电机能够稳定运行。

#### 3.2 驱动电路

该驱动电路为一两相桥式电路，通过逻辑电路对驱动电路的控制可使驱动电路工作在电流快衰减模式、电流慢衰减模式或电流混合衰减模式。所谓电流混合衰减模式是指在固定关断时间内，一部分时间电路工作在慢衰减模式，另一部分时间工作在电流快衰减模式。 $V_{PFD}$  端的电压与工作模式的关系如表 2 所列。

在混合衰减模式中，电流快衰减时间占整个固定关断时间  $t_{off}$  的比例可由下式来计算：

$$PFD = 100 \ln[0.6(R_1 + R_2) / R_1]$$

式中， $R_1$  与  $R_2$  的含义如图 3 所示。

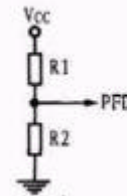


图 3 PFD 端外电阻的连接方法

表 1 DAC 真值表

DAC 输入端			电流比例 ( $I_{TRIP}/I_{max}$ )%	$V_{ref}/V_s$
$D_2$	$D_1$	$D_0$		
1	1	1	100	3.00
1	1	0	92.4	3.25
1	0	1	83.1	3.61
1	0	0	70.7	4.24
0	1	1	55.5	5.41
0	1	0	38.2	7.85
0	0	1	19.5	15.38
0	0	0	不输出	

表 2  $V_{PFD}$  端电压与工作模式的关系

$V_{PFD}$	描述
$\geq 3.5V$	电流慢衰减模式
1.1V ~ 3.1V	电流混合衰减模式
$\leq 0.8V$	电流快衰减模式

### 3.3 逻辑控制电路

逻辑控制电路主要用来产生 PWM 波形以实现电机的恒流驱动,同时实现过温、过流保护及防止驱动管桥臂出现直通现象。

在逻辑控制电路中有两个比较重要的参数  $t_{off}$  和  $T_{blank}$ 。其中  $t_{off}$  为 PWM 波形的固定关断时间,其内部 PWM 电流控制电路可用一个锁存器来控制晶体管的截止时间,实际上,  $t_{off}$  可由接在 3 脚的 RC 网络来确定。

当负载电流增加但未达到电流敏感比较器的门限值  $I_{trip}$  时,RC 端的电压约为  $0.6V_{CC}$ 。而其一旦达到  $I_{trip}$ ,PWM 锁存器将由电流敏感比较器复位,同时 RC 端电压将衰减到约  $0.22V_{CC}$ 。这时 PWM 锁存器将又被置位并使晶体管导通,负载电流重新开始增加,PWM 周期循环,从而维持恒定的电流。

增加  $t_{off}$  时,PWM 频率将减小,开关损耗将下降,负载电流波形也会得以改善,电磁干扰将减小,电流纹波将增加。可以通过选择不同  $t_{off}$  的值来优化这些参数。

$T_{blank}$  是电流敏感比较器的输出无效时间。正常工作时,  $T_{blank}$  可由下式决定:

$$T_{blank} = R_T C_T \ln(R_T / [R_T - 3])$$

在由不工作状态转变为正常工作状态时,  $T_{blank}$  由下列公式决定:

$$T_{blank} = R_T C_T \ln([R_T - 1.1K] / [R_T - 3K])$$

式中,  $C_T$  可选择  $470pF \pm 5\%$  的电容。

## 4 实用驱动电路

在对 A3955SB 分析研究的基础上,作者设计了一种简单实用的步进电机驱动电路,具体电路见图 4 所示。该电路由一片 AT89C2051 和两片 A3955SB 及外围电路构成,两片 A3955SB 分别接在一个两相步进电机的两个绕组上,以用来完成对步进电机的驱动控制。

AT89C2051 作为驱动器的控制核心,可通过软件编程完成对 A3955SB 的逻辑控制。通过调节 CP 端的输入脉冲信号频率可改变步进电机的转速。

U/D 为正/反转选择输入信号,其值可由程序检测。U/D=1 时,电路执行正转程序;U/D=0,则执行反转程序。

DIV 为细分选择输入信号。本驱动器根据系统需要设计了两种运行方式,其中 DIV=1 选择 1/2 细分, DIV=0 选择 1/8 细分。

## 5 结论

本驱动器已经在某步进电机伺服系统中得到了成功的应用。实践证明,该系统可靠性高,线路结构简单,是一种性价比较高的应用电路。

收稿日期:2002-07-31

咨询编号:030223

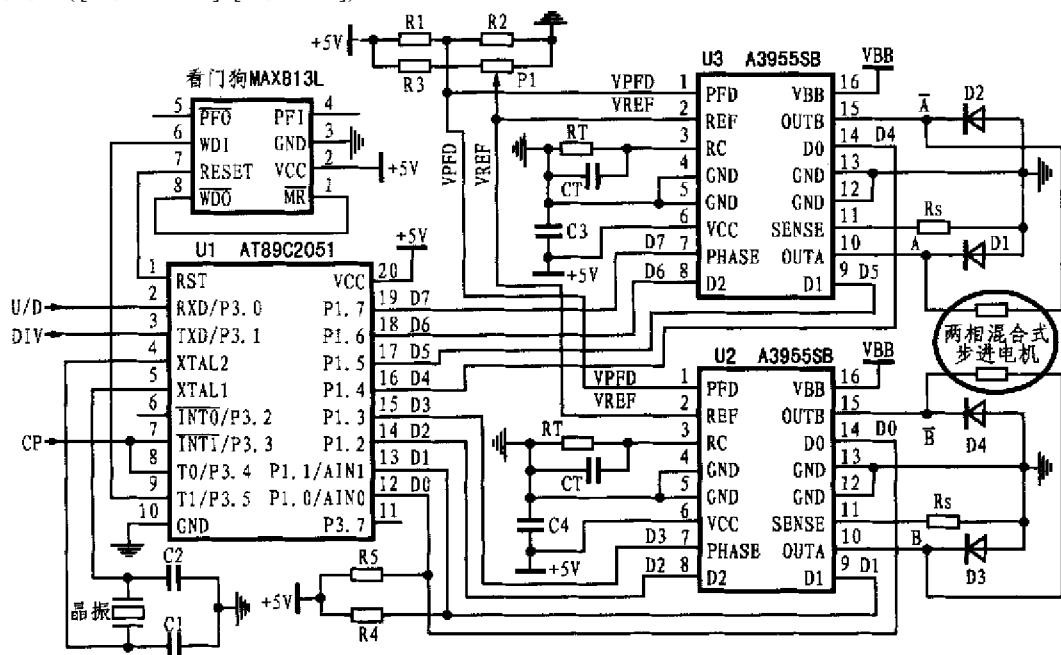


图 4 两相步进电机驱动器原理图