

直流电机控制的改进措施

张伟霞, 廖清

(广州广电运通金融电子股份有限公司, 广东 广州 510663)

摘要: 在直流电机控制系统的基础上作了一些改进, 较好地解决了一些异常情况下导致电机异常转动或开始转动后停不下来的情况。该改进措施实用性强, 可以很方便地移植到其他 MCU 控制系统中去。

关键词: 直流电机; 控制系统; 74HC123D; MAX706TESA

中图分类号: TM33

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)23-0031-03

Improvements for DC brush motor control system

Zhang Weixia, Liao Qing

(GRG Banking Equipment Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: In the paper, some improvements are designed for DC brush motor's control technique, which can be very helpful to resolve the abnormal rotation or running all the time of motor in abnormal conditions. Those new measures is very universal and can be easily ported to control system of other MCU.

Key words: DC brush motor; control system; 74HC123D; MAX706TESA

电机, 俗称马达, 在电路中用字母“M”表示, 是机电一体化典型的典型产品, 它将电能转换为机械能, 可作为各类机械产品、电器或自动控制系统的动力源。电机主要分为直流电机、交流电机和其他的特种电机。其中, 直流电机包含直流有刷电机、直流无刷电机和步进电机等。本文讨论的是最常用的直流有刷电机, 简称直流电机, 其由定子和转子两大部分组成。定子上有磁极(绕组式或永磁式), 转子铁心槽内嵌有绕组, 通电时, 绕组导体中通过电流、在磁场中因受力而转动, 从而带动整个转子旋转。

直流电机最大的特点是控制简单, 在有控制信号时, 电机就转动, 除去控制信号后, 电机就立即停止转动。但是由于静电干扰或其他异常因素, 会出现 MCU 程序死掉、程序进入死循环、程序跑飞等异常情况, 致使电机异常转动或电机失控一直转动停不下来, 这样会损坏电机传动部分, 同时对电机也造成一定的伤害。为了避免这些问题的出现, 本文在硬件电路部分增加了用单稳态触发器控制直流电机控制芯片的电源端和增加外部看门狗两种保护措施, 并对这两种保护措施进行了详细描述, 相应给出了实验波形。

1 单稳态触发器控制直流电机控制芯片电源端

1.1 芯片介绍

1.1.1 单稳态触发器芯片 74HC123D

74HC123D 为双可重触发的单稳态触发器, 如图 1 所示。其中 1CEXT、2CEXT 为外接电容端, 1Q、2Q 为正脉冲输出端, 1 \bar{Q} 、2 \bar{Q} 为负脉冲输出端, $\overline{RST1}$ 、 $\overline{RST2}$ 为直接清除端 (低电平有效), 1A、2A 为负触发输入端, 1B、2B 为正触发输入端。

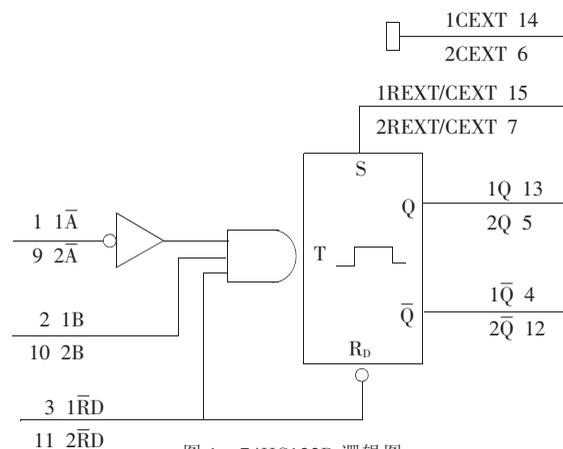


图1 74HC123D 逻辑图

74HC123D 的输出脉冲宽度 T 可由三种方法控制：
 (1) 通过选择外定时元件 C 和 R 值来确定脉冲宽度；
 (2) 通过正触发输入端或负触发输入端的重触发延长 T ；
 (3) 通过清除端的清除使 T 缩小。74HC123D 功能表如表 1 所示。

表 1 74HC123D 功能表

输入			输出	
Clear	A	B	Q	\bar{Q}
L	x	x	L	H
x	H	x	L	H
x	x	L	L	H
H	L	↑	⎓	⎓
H	↓	H	⎓	⎓
↑	L	H	⎓	⎓

其中, H 为高电平, L 为低电平, X 表示任意, ↑ 表示低到高电平跳变, ↓ 表示高到低电平跳变, ⎓ 表示一个高电平脉冲, ⎓ 表示一个低电平脉冲。

1.1.2 电机控制芯片 TA8428K

TA8428K 为直流有刷电机控制芯片, 如图 2 所示。其中, IN1 和 IN2 为输入端, OUTA 和 OUTA 为输出端, V_{CC} 和 GND 为电源和地。TA8428K 有四种工作模式, 正转、反转、刹车和停止, 并具有热保护和过流保护功能。

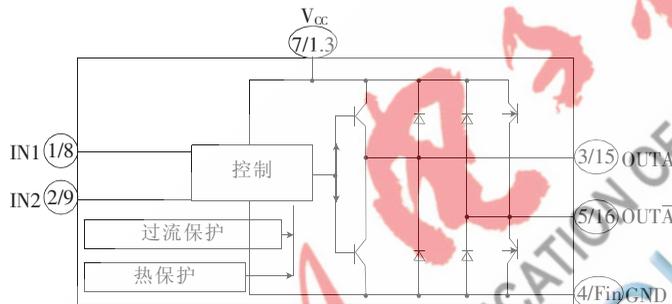


图 2 TA8428K 逻辑图

TA8428K 功能表如表 2 所示。其中, H-高电平, L-低电平。

表 2 TA8428K 功能表

输入		输出		模式
IN1	IN2	OUTA	OUTA	
H	H	L	L	Brake
L	H	L	H	CW/CCW
H	L	H	L	CCW/CW
L	L	OFF(high impedance)		Stop

1.2 电路设计

1.2.1 单稳态触发器部分

单稳态触发器外围电路原理图如图 3 所示。其中, MotPow_Ctrl (单片机输出引脚) 为 74HC123D 的输入 (接 1B), MOTPOWCRL 为输出 (接 1Q); MotPow_Ctrl 为一固定频率的脉冲, 在上升沿时, 1Q 输出一高电平脉冲, 脉冲宽度 T 的大小由 $R50$ 和 $C38$ 的值来计算, 如式(1)所示。如果在 1Q 为高电平消失前再次触发单稳态触发

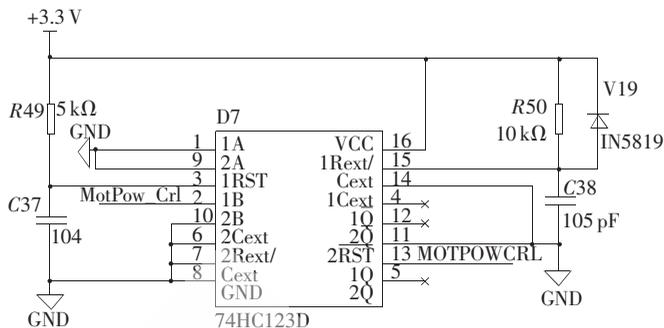


图 3 单稳态触发器外围电路

器, 则可延长输出脉冲的宽度, 但是不能无限制地再次触发。有一个参数为可重触发最小时间 T_r , 其与 $R50$ 和 $C38$ 的值相关, 可按式(2)计算。如果两次触发的时间小于 T_r , 则再次触发无效。同时还有一个可重复触发间隔最大时间, 该值可以通过测试来得到, 如果大于这个时间 1B 没有上升沿出现, 则输出端 1Q 为低电平;

$$T = K \times R \times C \quad (1)$$

其中, K 为 0.4; C 单位为 pF, R 单位为 kΩ。

$$T_r = 30 + 0.19 \times R \times C^{0.9} + 13 \times R^{1.05} \quad (2)$$

其中, C 单位为 pF, R 单位为 kΩ。

电路图中 V19、R49 和 C31 为上电和掉电时的一些保护措施, 本文不再详述, 请读者查阅 74HC123D 技术资料。

1.2.2 电机电源部分

电机电源部分原理图如图 4 所示。其中, MOTPOWCRL 为 74HC123D 的输出端, 在 74HC123D 触发时, MOTPOWCRL 为高电平 3.3V, V21 和 V22 导通, MoPower 为高电平 +24V。

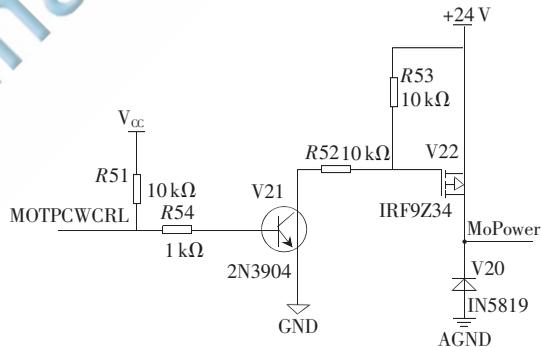


图 4 电机电源电路

1.2.3 电机驱动部分

电机驱动部分原理图如图 5 所示。其中, MoPower 为电机控制芯片 8428 的电源端; MT1 和 MT2 为输入端, M+ 和 M- 为输出端, M+ 接直流电机正极, M- 接直流电机负极。

1.3 软件处理

(1) 定时器产生固定频率的脉冲。

如图 3 所示, $R=10 \text{ k}\Omega$, $C=105 \text{ pF}$; 根据式(1)和式(2)可以计算输出脉冲宽度 $T=4.1 \text{ ms}$, 可重触发最小时间 $T_r=0.47 \text{ ms}$, 根据测试得出可重触发间隔最大时间为 4.1 ms。现在只要输入端 1B 可重触发时间小于 4.1 ms 即可满

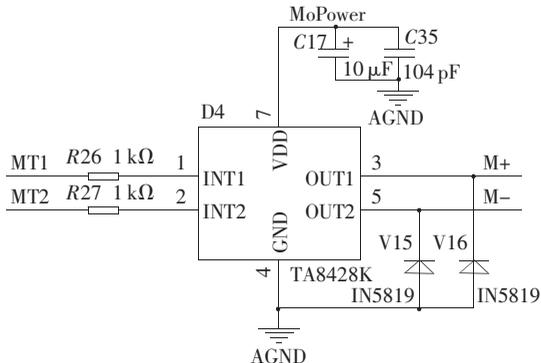


图5 电机驱动电路

足输出端1Q恒为高电平。但是，由于电阻电容有个体误差，且使用一段时间后电阻电容会老化，因此必须留有余量。本文采用了0.5ms定时，在中断内进行取反操作，每1ms就触发一次，这样输出端1Q恒为高电平，电机控制芯片电源端为+24V。

(2) 电机控制函数。

在电机正转或反转函数里，打开定时器，输出方波到74HC123D的1B端，使电机控制芯片电源端为正常工作电压+24V；在释放电机函数里，关定时器，停止输出方波到74HC123D，使其输出低电平，从而关闭电机控制芯片的电源。

实验波形如图6所示。



图6 引脚波形

2 增加外部看门狗

目前，有些MCU没有看门狗功能，需增加外部看门狗；有些MCU自带看门狗，由于集成在芯片内，静电实验时或者干燥季节静电很强时很容易受到静电的干扰，因此，最好使用外部看门狗。本文使用了美信公司的MAX706TESA。

2.1 看门狗芯片 MAX706TESA

MAX706TESA为带看门狗和掉电检测的复位芯片，如图7所示。其中， V_{CC} 为电源端，+3.3V供电；WDI为看门狗输入端， \overline{WDO} 为看门狗输出端（1.6s内没有状态变化， \overline{WDO} 就会溢出）； \overline{MR} 为手动复位输入端，RESET为复位端，复位信号持续400ms，低电平有效；PFI为掉电检测输入端；PFO为掉电检测输出端。

图7 MAX706TESA

2.2 电路设计

看门狗电路如图8所示。FeedWD为MCU输出的喂狗信号，接MAX706的WDI。如果WDI引脚在1.6s内保持高或低，即没有状态变化，看门狗就会溢出， \overline{WDO} 输出低电平；电路中 \overline{WDO} 接 \overline{MR} ，因此 \overline{MR} 亦为低电平，致使RESET引脚输出低电平。由于RESET接MCU的复位端（有的MCU低电平复位，有的MCU高电平复位，在此以低电平有效为例来介绍），MCU产生一次复位。如果WDI引脚在1.6s内有状态变化，看门狗不会溢出，RESET引脚为高电平，MCU不会复位。

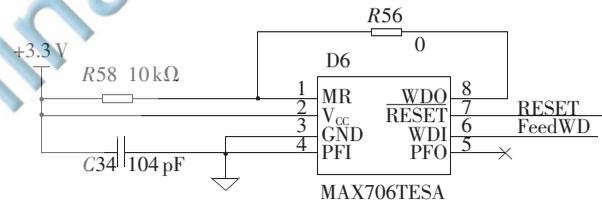


图8 看门狗电路

2.3 软件处理

(1) 喂狗函数 FeedWD()。

本文采用MAX706TESA看门狗芯片，喂狗时只需满足FeedWD引脚在1.6s内有状态变化即可。故FeedWD()函数的处理是将FeedWD引脚状态取反。其他看门狗芯片或MCU自带看门狗，喂狗函数如何处理请参考各自的技术资料。

(2) 主函数 main()。

在main()主循环体内，调用喂狗函数FeedWD()；在一些执行时间比较长的命令函数里，也需要调用喂狗函数，也就是说必须满足1.6s内喂狗一次，否则就是程序设计问题导致MCU复位。

当单片机正常工作时，FeedWD引脚状态不断变化，RESET引脚为高电平；如果程序跑飞或CPU死掉，

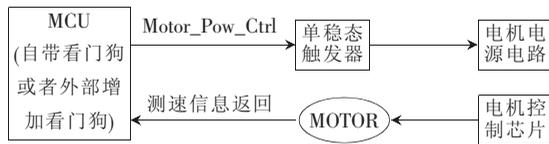


图9 直流电机控制系统

FeedWD 没有状态变化,1.6 s 后 RESET 为低电平,单片机复位,关掉电机。

本文在直流电机原来控制系统基础上,增加了两种保护措施并进行了详细描述。图9为改进后的直流电机控制系统。采用该系统,可以很好地解决一些由于异常因素导致的电机异常转动或者电机转动后停不下来的

情况。该改进措施实用性强,可以很方便地移植到其他 MCU 控制系统中去。

参考文献

- [1] Maxim Integrated Products. MAX706TESA Datasheet[Z]. 1995.
- [2] PHILIPS Semiconaluctors. 74HC123D Datasheet[Z].2006.
- [3] TOSHIBA. TA8428K Datasheet[Z].2000.

(收稿日期:2011-07-12)

作者简介:

张伟霞,女,1982年生,硕士,主要研究方向:机电自动控制。
廖清,男,1980年生,本科,主要研究方向:机电自动控制。