

TB6612FNG 简介及其与单片机的直流电机控制系统设计

时间：2012-01-23 13:28:29 来源：电子设计工程 作者：王建平 卢 杉 武欢欢

本设计中使用的 TB6612FNG 是一款新型驱动器件，能独立双向控制 2 个直流电机，它具有很高的集成度，同时能提供足够的输出能力，运行性能和能耗方面也具有优势，因此在集成化、小型化的电机控制系统中，它可以作为理想的电机驱动器件。

1 TB6612FNG 简介

TB6612FNG 是东芝半导体公司生产的一款直流电机驱动器件，它具有大电流 MOSFET-H 桥结构，双通道电路输出，可同时驱动 2 个电机。

TB6612FNG 每通道输出最高 1.2 A 的连续驱动电流，启动峰值电流达 2A/3.2 A(连续脉冲/单脉冲);4 种电机控制模式：正转/反转/制动/停止;PWM 支持频率高达 100 kHz;待机状态;片内低压检测电路与热停机保护电路;工作温度：-20~85℃;SSOP24 小型贴片封装。

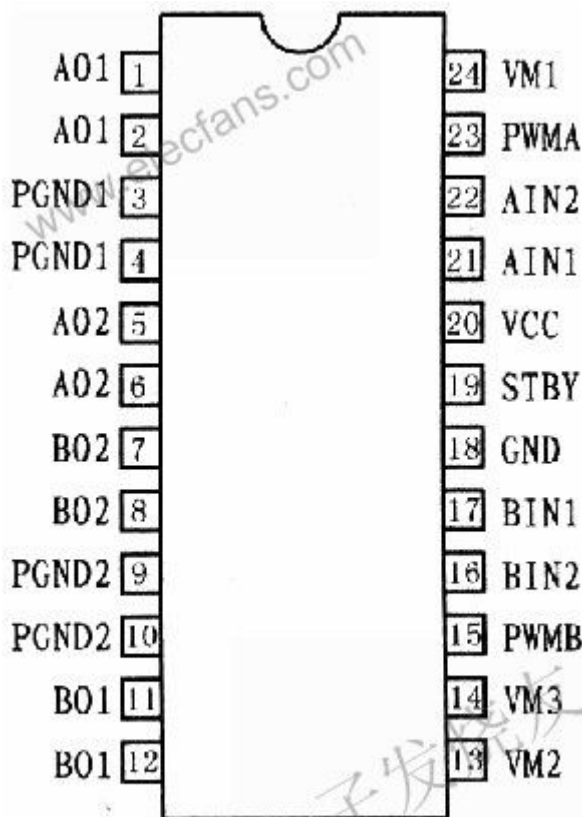


图 1 芯片引脚功能配置图

如图 1 所示，TB6612FNG 的主要引脚功能：AIN1/AIN2、BIN1/BIN2、PWMA/PWMB 为控制信号输入端;AO1/AO2、BO1/BO2 为 2 路电机控制输出端;STBY 为正常工作/待机状态控制引脚;VM(4.5~15 V)和 VCC(2.7~5.5 V)分别为电机驱动电压输入和逻辑电平输入端。

TB6612FNG 是基于 MOSFET 的 H 桥集成电路，其效率高于晶体管 H 桥驱动器。相比 L293D 每通道平均 600 mA 的驱动电流和 1.2 A 的脉冲峰值电流，它的输出负载能力提高了一倍。相比 L298N 的热耗性和外围二极管续流电路，它无需外加散热片，外围电路简单，只需外接电源滤波电容

就可以直接驱动电机，利于减小系统尺寸。对于 PWM 信号，它支持高达 100 kHz 的频率，相对以上 2 款芯片的 5 kHz 和 40 kHz 也具有较大优势。

2 电机控制单元设计

2.1 单元硬件构成

图 2 所示为 TB6612FNG 与 AVR 单片机组成的电机控制单元。单片机定时器产生 4 路 PWM 输出作为 AIN1/AIN2 和 BIN1/BIN2 控制信号，如图 2 中 OCxA、OCxB 对电机 M1 和 M2 的控制。采用定时器输出硬件 PWM 脉冲，使得单片机 CPU 只在改变 PWM 占空比时参与运算，大大减轻了系统运算负担和 PWM 软件编程开销。输入引脚 PWMA、PWMB 和 STBY 由 I/o 电平控制电机运行或制动状态以及器件工作状态。电路采用耐压值 25 V 的 10μF 电解电容和 0.1μF 的电容进行电源滤波，使用功率 MOSFET 对 VM 和 VCC 提供电源反接保护。

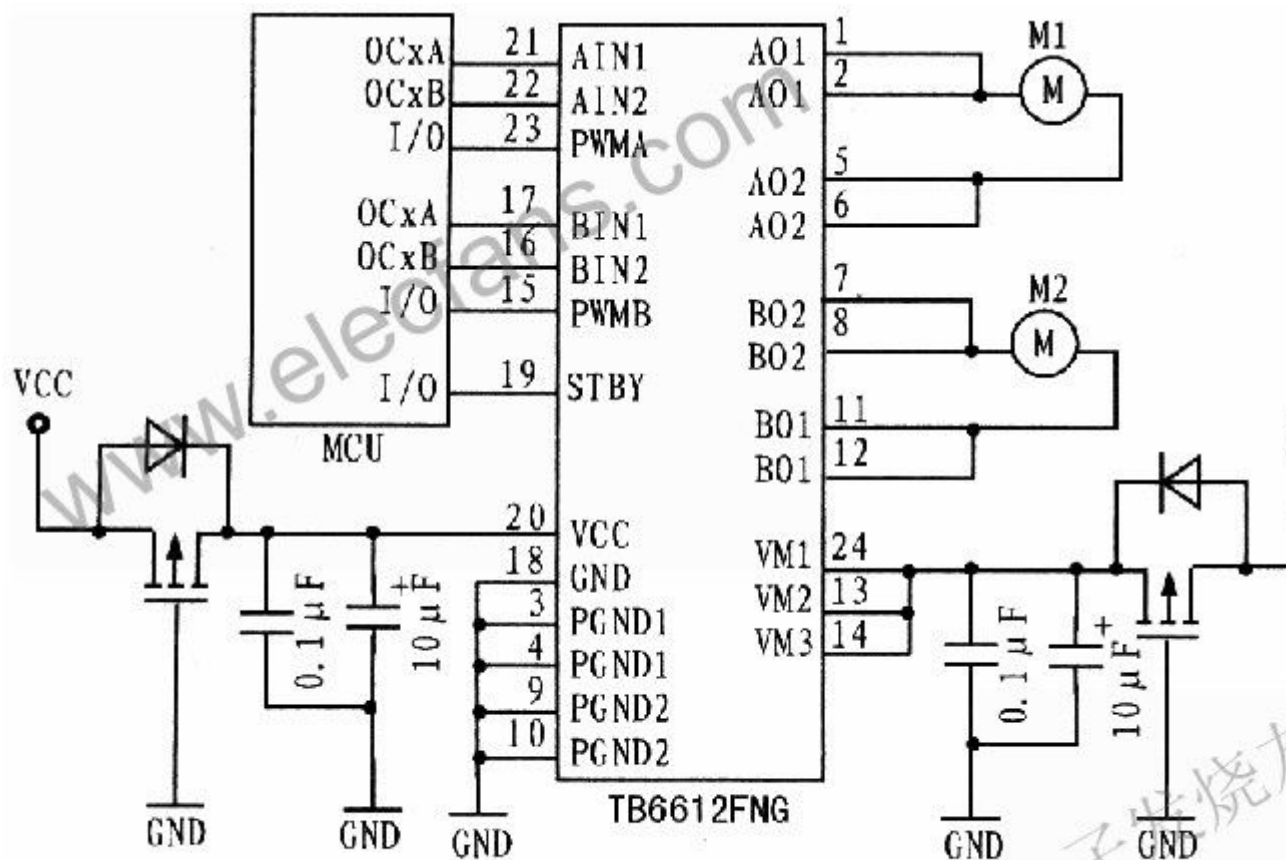


图 2 电机控制单元

2.2 电机控制的软件实现

脉宽调制方式产生占空比变化的 PWM 信号，通过对驱动器输出状态的快速切换，实现电机的速度控制。PWM 占空比的大小决定输出电压平均值，进而决定电机的转速。文

中采用单极性、定频调宽的 PWM 调制方式，保证电机调速控制的稳定性。TB6612FNG 的逻辑真值表如表 1 所示。该器件工作时 STBY 引脚置为高电平;IN1 和 IN2 不变，调整 PWM 引脚的输入信号可进行电机单向速度控制;置 PWM 引脚为高电平，并调整 IN1 和 IN2 的输入信号可进行电机双向速度控制。表中 A、B 两通道的控制逻辑相同。

表 1 TB6612FNG 逻辑真值表

输入				输出		
IN1	IN2	PWM	STBY	O1	O2	模式状态
H	H	H/L	H	L	L	制动
L	H	H	H	L	H	反转
L	H	L	H	L	L	制动
H	L	H	H	H	L	正转
H	L	L	H	L	L	制动
L	L	H	H	OFF		停止
H/L	H/L	H/L	L	OFF		待机

单片机定时器 PWM 输出设置如图 3 所示。首先需设置 T/C 中断屏蔽寄存器 TIMSKx 使能定时器溢出中断。其次分别设置 T/C 控制寄存器 TCCRxA 和 TCCRxB 选择 PWM 模式和预分频比，最后将控制信号引脚 I/o 置为输出。程序运行时，每当定时器计数产生溢出，CPU 响应中断，定时器回零后重新开始计数。

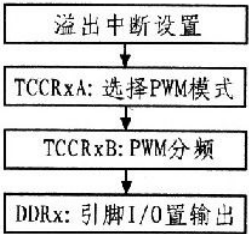


图 3 PWM 输出设置

以下列出的示例代码设置为快速 PWM 反向输出模式，当系统时钟记为 fclk 时，PWM 输出频率 $f_{PWM}=f_{clk}/64/256$ 。

TIMSKx |=1<

TCCRxA=0xF3;

TCCRxB=0x03;

DDRx |=(1<

为获得更高的 PWM 波形精度，可以采用相位修正的 PWM 输出模式，不过在精度提高的同时，fPWM 也将减半，以下代码得到 fPWM=fclk/64/512。

TCCRxA=0xF1;

TCCRxB=0x03;

PWM 占空比大小的改变通过对输出比较寄存器 OCRxx 的数值操作来实现，例如当 OCRxx=203 时，占空比为 204/256=80%。编程时将速度变量值写入 OCRxx 寄存器，从而达到改变占空比和对电机调速的目的。

文中通过电位器调速试验来检测 TB6612FNG 的 PWM 控制与电机输出转速间的线性关系。单片机 ADC 对精密多圈电位器的电压值进行采样，用于控制电机转速。程序流程如图 4 所示。首先进行电机控制信号的初始化，接着通过设置 ADC 控制状态寄存器 ADCSRA 和 ADC 多路复用选择寄存器 ADMUX 选择 ADC 频率和通道，然后选取合适的样本数量，对 ADC 循环采样并计算样本均值作为当前速度值，代入速度函数。

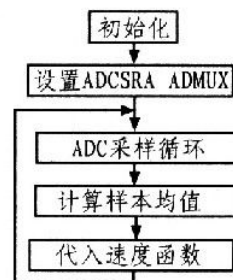


图 4 利用 A/D 转换进行调速

试验中，随着电位器阻值的调整，TB6612FNG 输出端电压测量值成比例变化，同时对电机实现启停和加减速控制，达到了预期试验效果，表明其输出和 PWM 输入之间具有良好的线性关系。

3 TB6612FNG 在轮式移动机器人平台的应用

为研究差速驱动方式的运动学特性和机器人路径规划算法，开发了一个轮式移动机器人试验平台，在其中应用 TB6612FNG 对机器人的 2 个驱动电机进行控制。平台以单片机为控制核心，能实现零半径转向、轨迹跟踪、路径搜索等功能，并通过按键开关、液晶显示等单元进行操作和指示，是一个较为完整的小型机电运动控制系统。

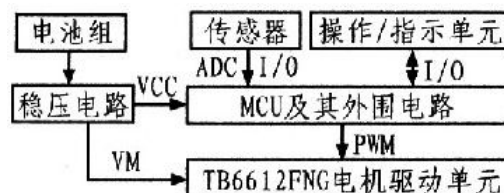


图 5 系统硬件结构

如图 5 所示，系统硬件电路主要由电源、控制、传感、电机驱动、操作与指示等单元组成。系统采用电池组供电，通过稳压电路输出 VM 和 VCC2 路电压。稳压电路主要由开关型稳压器 LM2576 和三端稳压器 7805 构成，前者能提供输出电流最高 3 A 的 VM，对电机驱动等单元供电，后者将电源稳压至 VCC(+5 V)，对单片机及其外电路供电。

选用高性能低功耗的 ATmega 系列单片机作为控制核心，其运算速度高达 1 MIPS/MHz，具有多路 PWM 和 ADC，适用于小型机器人和电机控制系统的开发。单片机通过 ADC 或 I/O 连接传感器，同时定时器产生硬件 PWM 作为电机驱动控制信号。传感单元由光电和测距传感器等构成。移动机器人系统由按键开关和传感信号等组成前向通道，由 PWM 控制、TB6612FNG、电机及液晶等组成后向通道。

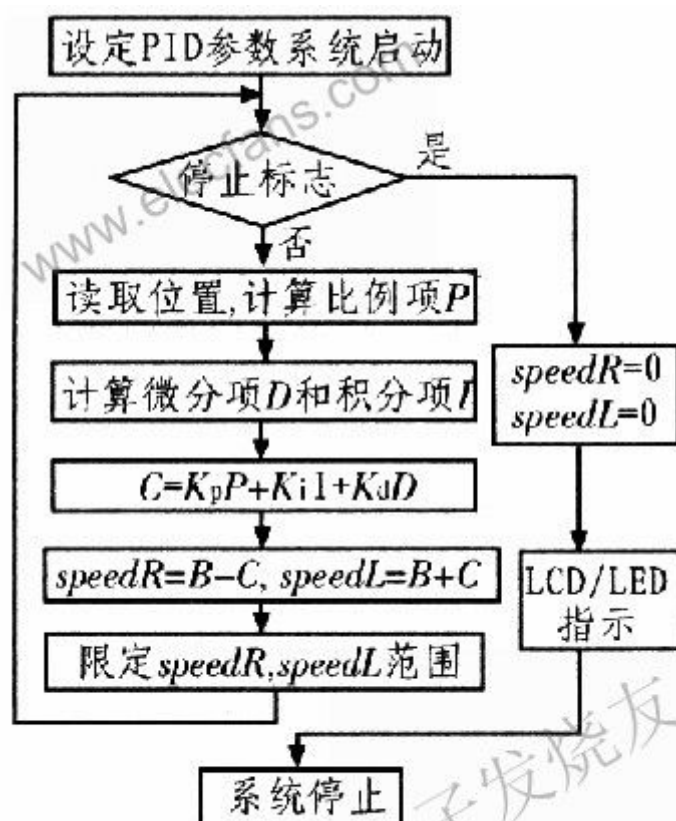


图 6 PID 控制基本流程

控制系统通过传感器获取机器人运行位置信息，利用单片机对其进行读取和计算，由数字 PID 方式得到控制信号并输出至驱动器件，实时调整电机转速。PID 控制基本流程如图 6 所示，其中比例项 P 为读取位置与给定位置的偏差；积分项 I 为 P 值的累加；微分项 D 为相邻 P 值之差； K_p 、 K_i 、 K_d 为 PID 参数。C 为 PID 计算得到的调节控制量，B 为设定的驱动电机基本转速，speedL 和 speedR 分别为左右驱动电机的转速信号。系统启动后，循环执行流程，当运行位置发生偏离时，速度调节的计算结果由单片机输出，经 AIN1/AIN2 和 BIN1/BIN2 输入至 TB6612FNG，对电机转速进行快速调整，实现机器人位姿的校正和位置偏差的纠正，直到终点标志或接收停止指令。

试验表明，在系统高速运行时，TB6612FNG 对驱动电机的调速能够保持较好的连续性和平稳性。PID 参数的设定对系统运行有很大影响，应根据运行控制要求，通过反复试

验调整确定 PID 参数，选取 K_p 、 K_i 、 K_d 的最优组合以取得良好的控制效果。系统取消积分环节，采用 PD 控制时，也能够得到较好的运行结果。

4 运行性能和建议

1)器件输出状态在驱动/制动之间切换时，电机转速和 PWM 占空比之间能保持较好的线性关系，其运行控制效果好于器件在驱动/停止状态之间切换，所以表 1 中的 IN1/IN2 一般不采用 L/L 控制组合。

2)fPWM 较高时，电机运行连续平稳、噪音小，但器件功耗会随频率升高而增大；fPWM 较低时，利于降低功耗，并能提高调速线性度，但过低的频率可能导致电机转动连贯性的降低。通常 $f_{PWM} > 1 \text{ kHz}$ 时，器件能够稳定的控制电机。

3)过大的 PWM 占空比会影响电机驱动电流的稳定性和器件的输出负载能力，应根据不同的速度要求合理设定占空比范围。

4)器件工作温度过高会导致其输出功率的下降，电路 PCB 设计中应保证足够面积的覆铜，这样有助于散热，利于器件长时间稳定工作。

5 结束语

利用 TB6612FNG 和单片机构成直流电机控制单元，并将其应用在差速驱动的轮式移动机器人系统中。试验运行表明，这款器件与单片机结合应用能够实现灵活稳定的电机驱动控制。TB6612FNG 在集成性、运行性能和输出能力等方面达到了较好的平衡，适用于单、双直流电机数字控制系统的设计开发。