

PWM電機調速原理

原創 劉小舒 玩轉嵌入式 2020-08-06

收錄於話題

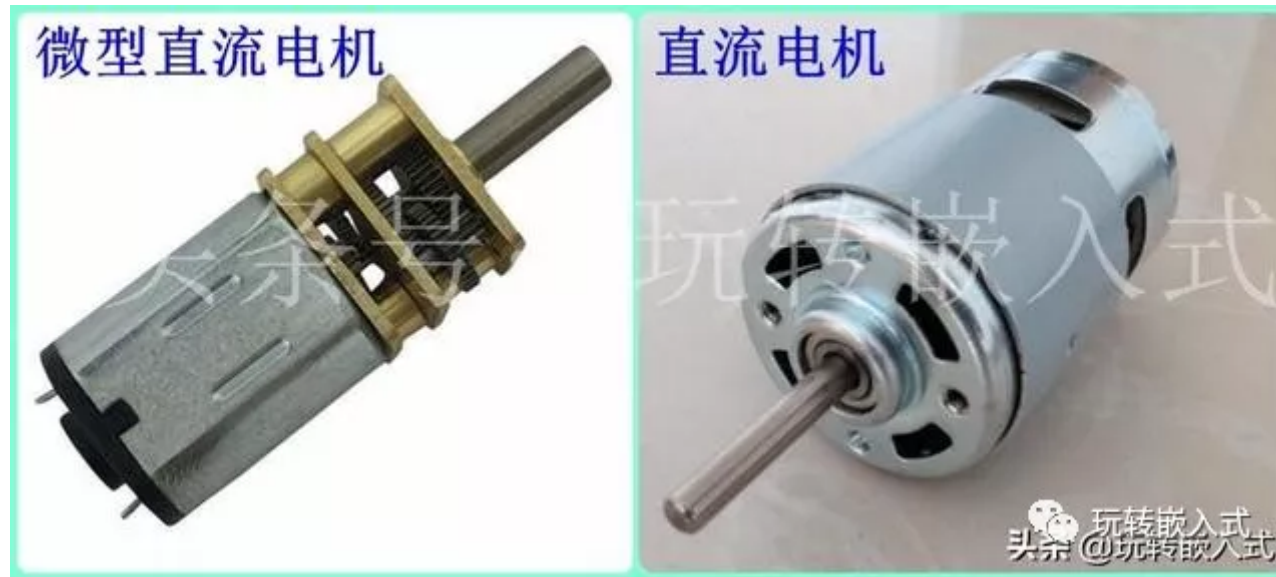
#硬件 703 #PCB設計 211 #單片機 455 #電機驅動/BLDC 15



硬件、软件、嵌入式人都关注了！

|专业|广度|深度|

電機是重要的執行機構，可以將電能轉化為機械能，從而驅動被控設備的轉動或者移動，在我們的生活中應用非常廣泛。例如，應用在電動工具、電動平衡車、電動園林工具、兒童玩具中。直流電機的實物圖如下圖所示。



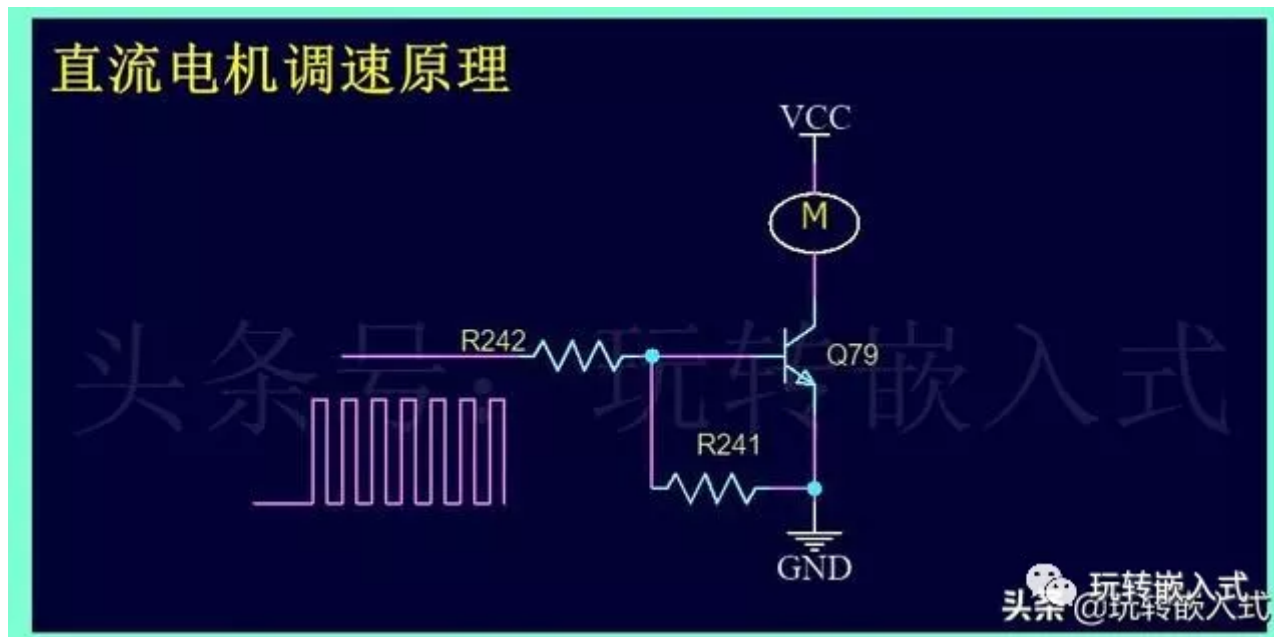
1-直流电机实物图

對於普通的直流電機，在其兩個電極上接上合適的直流電源後，電機就可以滿速轉動，電源反接後，電機就反向轉動。但是在實際應用中，我們需要電機工作在不同的轉速下，該如何操作呢？

1 直流電機的調速原理

我們可以做這樣的實驗，以24V直流電機為例，在電機兩端接上24V的直流電源，電機會以滿速轉動，如果將24V電壓降至 $\frac{2}{3}$ 即16V，那麼電機就會以滿速的 $\frac{2}{3}$ 轉速運轉。由此可知，想要調節電機的轉速，只需要控制電機兩端的電壓即可。

以三極管作為驅動器件驅動小功率的電機，其電路原理圖如下圖所示。電機作為負載接在三極管的集電極上，基極由單片機控制。



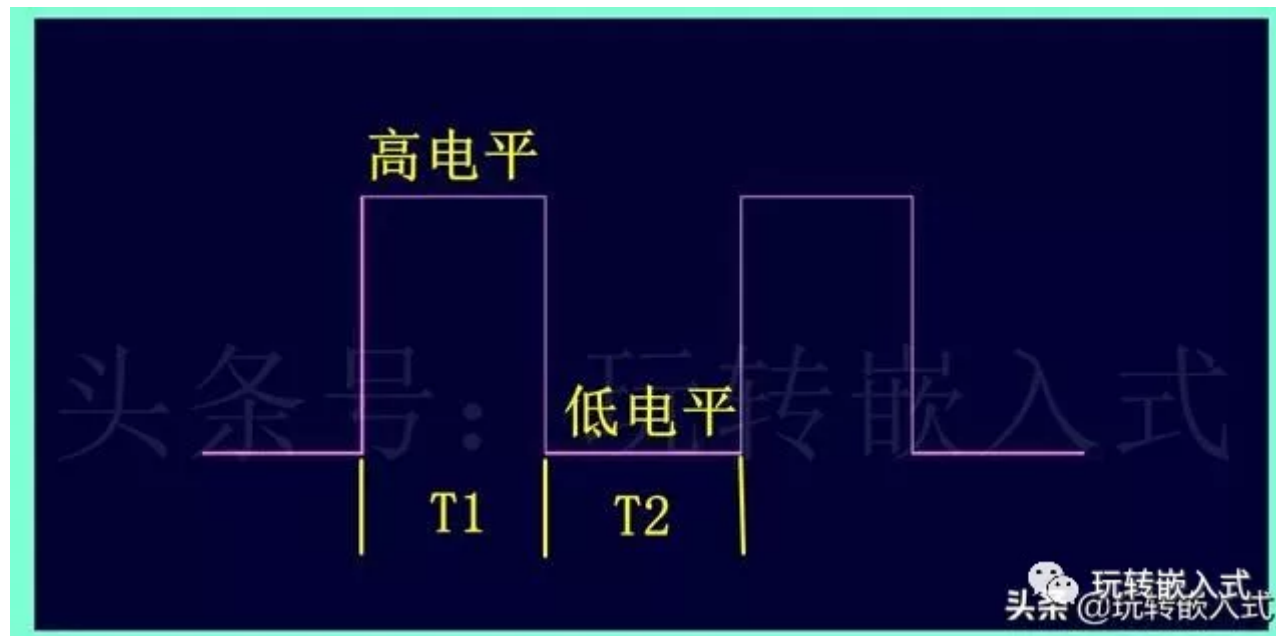
2-直流电机调速原理图

当单片机输出高电平时，三极管导通，使得电机得电，从而满速运行；当单片机输出低电平时，三极管截止，电机两端没有电压，电机停止转动。那如何使电机两端的电压发生变化，进而控制电机的转速呢？

只要单片机输出占空比可调的方波，即PWM信号即可控制电机两端的电压发生变化，从而实现电机转速的控制。

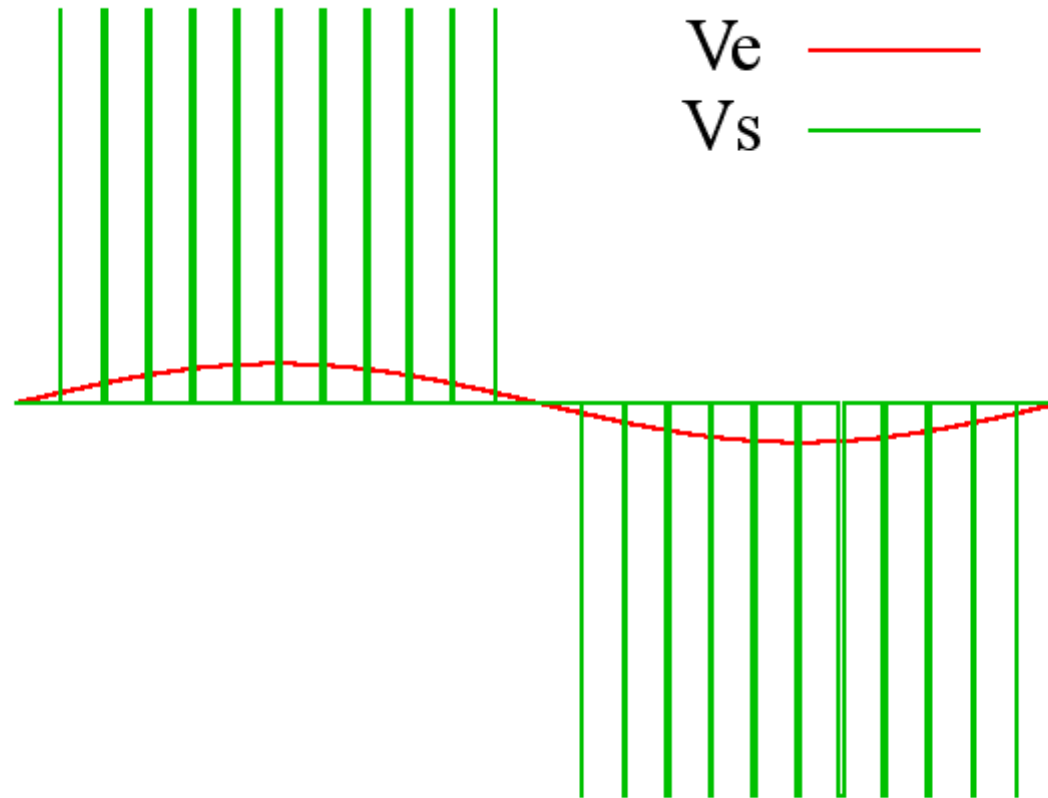
2 PWM信号调速的原理

所谓PWM，就是脉冲宽度调制技术，其具有两个很重要的参数：**频率**和**占空比**。频率，就是周期的倒数；占空比，就是高电平在一个周期内所占的比例。PWM方波的示意图如下图所示。



3-PWM的基本参数

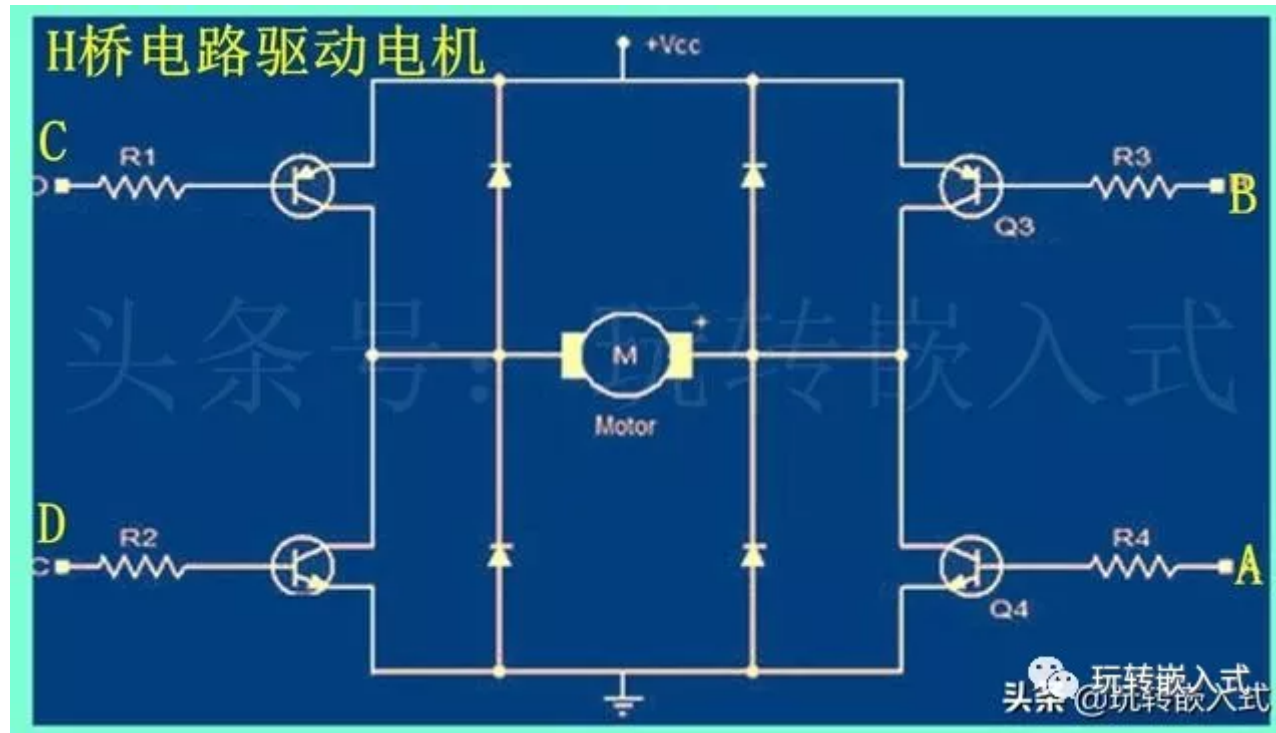
在上图中，频率 F 的值为 $1/(T1+T2)$ ，占空比 D 的值为 $T1/(T1+T2)$ 。通过改变单位时间内脉冲的个数可以实现调频；通过改变占空比可以实现调压。占空比越大，所得到的平均电压也就越大，幅值也就越大；占空比越小，所得到的平均电压也就越小，幅值也就越小。动图演示如图4所示。



4-PWM调压演示

通过以上原理就可以知道，只要改变PWM信号的占空比，就可以改变直流电机两端的平均电压，从而实现直流电机的调速。

前文说过，改变电机两端的电源极性可以改变电机的转速，那么电路如何实现电机的正反转调速呢？这需要通过H桥电路来实现。H桥的电路原理如下图所示。



5-H桥驱动电机电路

H桥电路由四个功率电子开关构成，可以是晶体管也可以是MOS管。电子开关两两构成桥臂，在同一时刻只要对角的两个电子开关导通，另外两个截止，且每个桥臂的上下管不能同时导通。通过这个电路就可以实现电机的正反转调速。

3 PWM如何实现电机的正转调速

要实现电机的正转只需要做如下设置即可：

A控制端：高电平，控制三极管Q4导通；

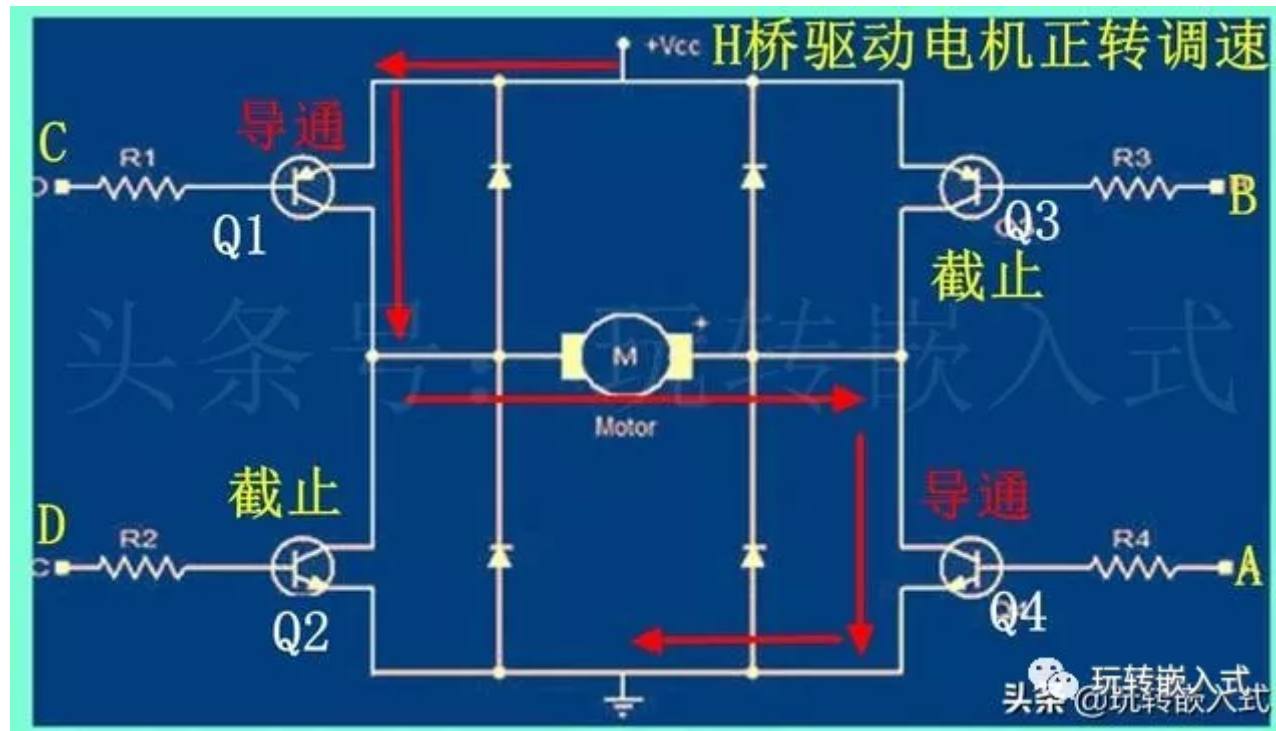
B控制端：高电平，控制三极管Q3截止；

C控制端：低电平，控制三极管Q1导通；

D控制端：低电平，控制三极管Q2截止；

通过以上操作，即实现三极管Q2和Q3截止，三极管Q1和Q4导通，电流的流向如下：

VCC→Q1→电机→Q4→GND，实现了电机的正转。



6-H桥驱动电机正转调速电路

在这种情况下要实现电机转速的调节，只需要给Q4的基极加载PWM信号即可。

4 PWM如何实现电机的反转调速

要实现电机的反转只需要做如下设置即可：

A控制端：低电平，控制三极管Q4截止；

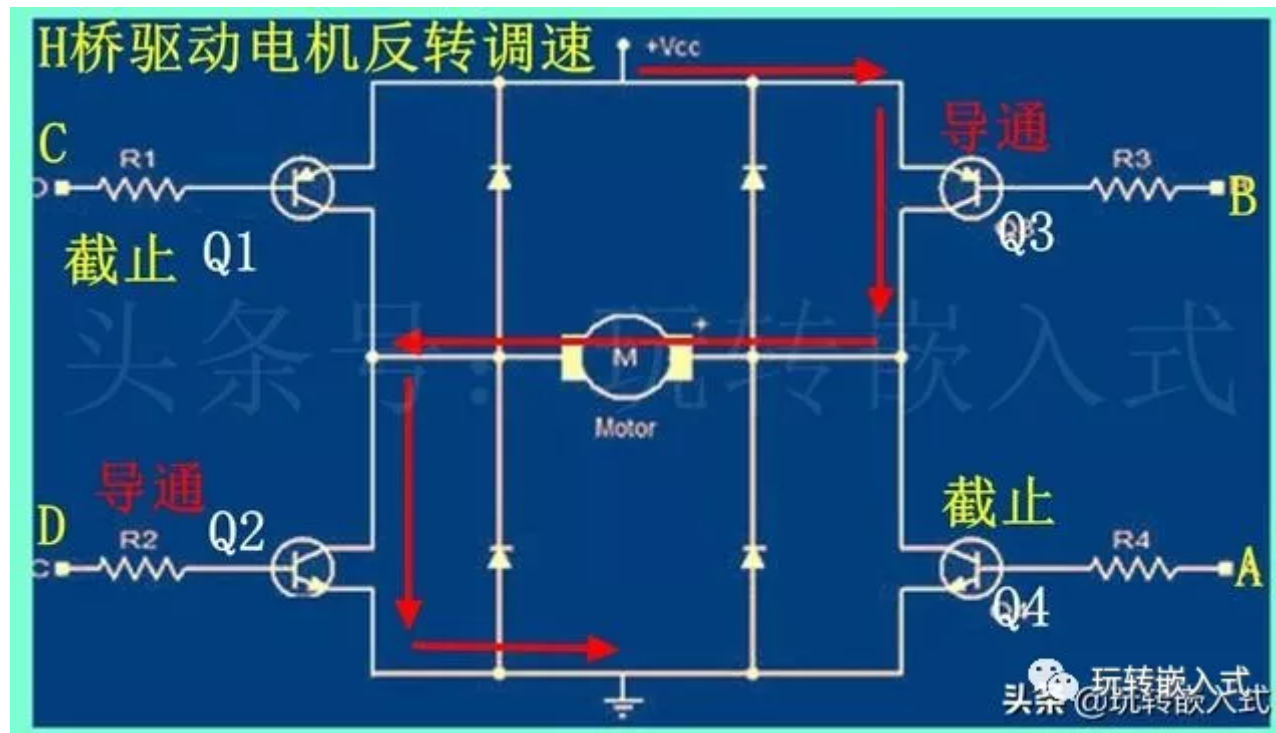
B控制端：低电平，控制三极管Q3导通；

C控制端：高电平，控制三极管Q1截止；

D控制端：高电平，控制三极管Q2导通；

通过以上操作，即实现三极管Q1和Q4截止，三极管Q2和Q3导通，电流的流向如下：

VCC→Q3→电机→Q2→GND，实现了电机的反转。



7-H桥驱动电机反转调速电路

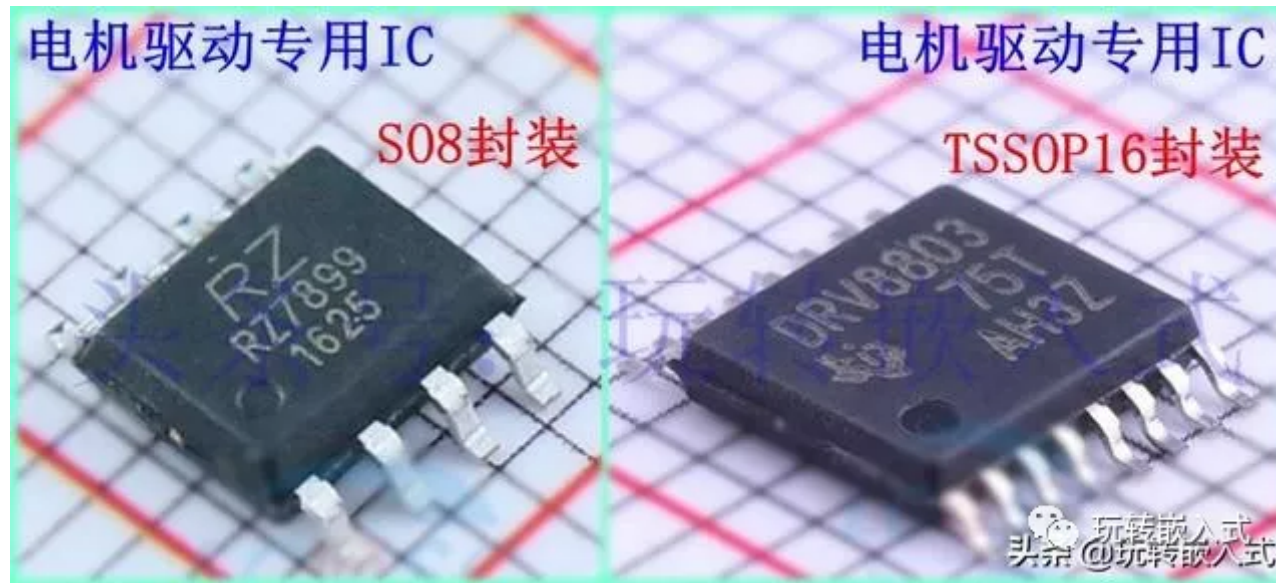
在这种情况下要实现电机转速的调节，只需要给Q2的基极加载PWM信号即可。

5 电机专用驱动IC和分离元器件电路的对比

目前有很多电机专用驱动IC，体积小、控制简单，比用分离元器件所搭建的电路占有更大的优势。

专用IC优势之一：死区控制更容易

使用分离元器件时，必须要严格控制死区时间，也就是绝对不能让每个桥臂上的电子开关同时导通，这样容易导致电源短路，电流过大把两个电子开关烧坏。而专用的驱动IC都有死区控制，比分离元器件电路更安全。



8-电机专用驱动IC

专用IC优势之二：器件体积更小

分离元器件所搭建的驱动电路，所使用的元器件数目较多，体积较大。而专用驱动IC只需要一颗芯片即可，大大减小了体积、节省了PCB空间，使电路调试更容易。

关注微信公眾號『**玩转嵌入式**』，後台回复“**128**”獲取乾貨資料匯總，回复“**520**”了解我。

精彩技術文章推薦

01功率電感在升壓電路中的作用02設計電路時如何選取電容？03什麼是上拉電阻、下拉電阻04電路的守護神：二極管與八大電路保護元器件

硬件、软件、嵌入式行业新媒体引领者

行业人士都在关注的新媒体平台



玩转嵌入式

< 上一篇 · 有刷電機和無刷電機的驅動原理

喜歡此內容的人還喜歡

吃透這八大基礎電路，模擬電路分析就不難啦！

電子工程師筆記



寧好，少年！

南京發布



當代大學生論文查重現狀

考研政治徐濤



致 謝

知道知网了
且永生难忘