

單片機I/O的常用驅動與隔離電路的設計

STM32嵌入式開發 2022-02-21 18:30

收錄於話題

#單片機 184 #驅動 10 #電路設計 24

隨著微電子技術和計算機技術的發展，原來以強電和電器為主、功能簡單的電氣設備發展成為強、弱電結合，具有數字化特點、功能完善的新型微電子設備。在很多場合，已經出現了越來越多的單片機產品代替傳統的電氣控制產品。屬於存儲程序控制的單片機，其控制功能通過軟件指令來實現，其硬件配置也可變、易變。因此，一旦生產過程有所變動，就不必重新設計線路連線安裝，有利於產品的更新換代和訂單式生產。

傳統電氣設備採用的各種控制信號，必須轉換到與單片機輸入/輸出口相匹配的數字信號。用戶設備須輸入到單片機的各種控制信號，如限位開關、操作按鈕、選擇開關、行程開關以及其他一些傳感器輸出的開關量等，通過輸入電路轉換成單片機能夠接收和處理的信號。輸出電路則應將單片機送出的弱電控制信號轉換、放大到現場需要的強輸出信號，以驅動功率管、電磁閥和繼電器、接觸器、電動機等被控制設備的執行元件，能方便實際控制系統使用。針對電氣控制產品的特點，本文討論了幾種單片機I/O的常用驅動和隔離電路的設計方法，對合理地設計電氣控制系統，提高電路的接口能力，增強系統穩定性和抗干擾能力有實際指導意義。

1、輸入電路設計

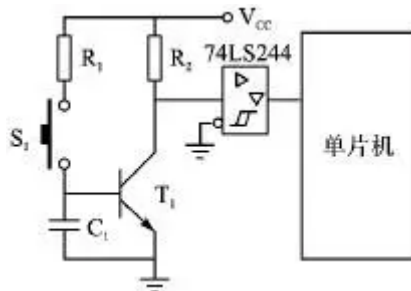


圖1 開關信號輸入

一般輸入信號最終會以開關形式輸入到單片機中，以工程經驗來看，開關輸入的控制指令有效狀態採用低電平比採用高電平效果要好得多，如圖1如示。當按下開關S1時，發出的指令信號為低電平，而平時不按下開關S1時，輸出到單片機上的電平則為高電平。該方式具有較強的耐噪聲能力。

若考慮到由於TTL電平電壓較低，在長線傳輸中容易受到外界干擾，可以將輸入信號提高到+24V，在單片機入口處將高電壓信號轉換成TTL信號。這種高電壓傳送方式不僅提高了耐噪聲能力，而且使開關的觸點接觸良好，運行可靠，如圖2所示。其中，D1為保護二極管，反向電壓 $\geq 50\text{ V}$ 。

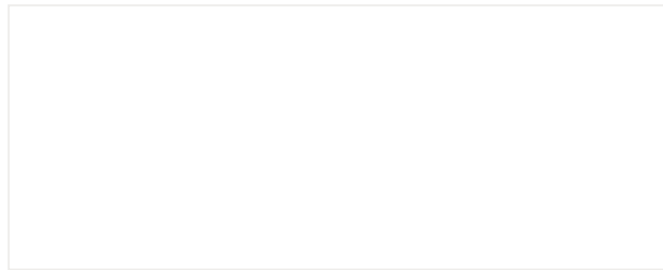


圖2 提高輸入信號電平

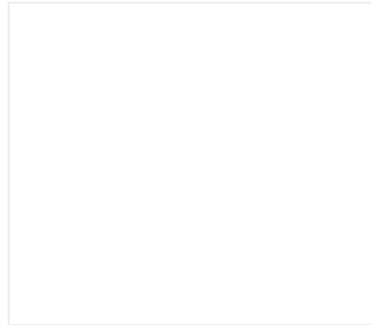


圖3 輸入端保護電路

為了防止外界尖峰干擾和靜電影響損壞輸入引腳，可以在輸入端增加防脈衝的二極管，形成電阻雙向保護電路，如圖3所示。二極管D1、D2、D3的正嚮導通壓降 $U_F \approx 0.7\text{ V}$ ，反向擊穿電壓 $U_{BR} \approx 30\text{ V}$ ，無論輸入端出現何種極性的破壞電壓，保護電路都能把該電壓的幅度限制在輸入端所能承受的範圍之內。即： $V_I \sim V_{CC}$ 出現正脈衝時，D1正嚮導通； $V_I \sim V_{CC}$ 出現負脈衝時，D2反向擊穿； V_I 與地之間出現正脈衝時，D3反向擊穿； V_I 與地之間出現負脈衝時，D3正嚮導通，二極管起箝位保護作用。緩衝電阻 R_S 約為 $1.5 \sim 2.5\text{ k}\Omega$ ，與輸入電容 C 構成積分電路，對外界感應電壓延遲一段時間。若干擾電壓的存在時間小於 τ ，則輸入端承受的有效電壓將遠低於其幅度；若時間較長，則D1導通，電流在 R_S 上形成一定的壓降，從而減小輸入電壓值。

此外，一種常用的輸入方式是採用光耦隔離電路。如圖4所示， R 為輸入限流電阻，使光耦中的發光二極管電流限制在 $10 \sim 20\text{ mA}$ 。輸入端靠光信號耦合，在電氣上做到了完全隔離。同時，發光二極管的正向阻抗值較低，而外界干擾源的內阻一般較高，根據分壓原理，干擾源能饋送到輸入端的干擾噪聲很小，不會產生地線乾擾或其他串擾，增強了電路的抗干擾能力。

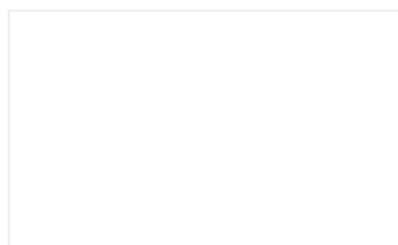


圖4 輸入端光耦隔離

在滿足功能的前提下，提高單片機輸入端可靠性最簡單的方案是：在輸入端與地之間並聯一隻電容來吸收乾擾脈衝，或串聯一隻金屬薄膜電阻來限制流入端口的峰值電流。

2、輸出電路設計

单片机输出端口受驱动能力的限制，一般情况下均需专用的接口芯片。其输出虽因控制对象的不同而千差万别，但一般情况下均满足对输出电压、电流、开关频率、波形上升下降速率和隔离抗干扰的要求。在此讨论几种典型的单片机输出端到功率端的电路实现方法。

2.1 直接耦合

在采用直接耦合的输出电路中，避免出现图5所示的电路。

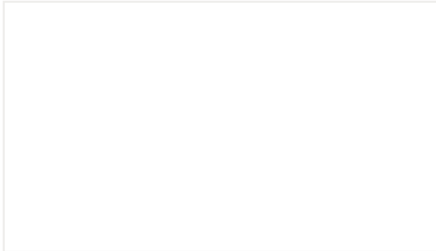


图5 错误的输出电路

T1截止、T2导通期间，为了对T2提供足够的基极电流，R2的阻值必须很小。因为T2处于射极跟随器方式工作，因此为了减少T2损耗，必须将集射间电压降控制在较小范围内。这样集基间电压也很小，电阻R2阻值很小才能提供足够的基极电流。R2阻值过大，会大幅度增加T2压降，引起T2发热严重。而在T2截止期间，T1必须导通，高压+15 V全部降在电阻R2上，产生很大的电流，显然是不合理的。另外，T1的导通将使单片机高电平输出被拉低至接近地电位，引起输出端不稳定。T2基极被T1拉到地电位，若其后接的是感性负载，由于绕组反电势的作用，T2的发射极可能存在高电平，容易引起T2管基射结反向击穿。

图6为一直接耦合输出电路，由T1和T2组成耦合电路来推动T3。T1导通时，在R3、R4的串联电路中产生电流，在R3上的分压大于T2晶体管的基射结压降，促使T2导通，T2提供了功率管T3的基极电流，使T3变为导通状态。当T1输入为低电平时，T1截止，R3上压降为零，T2截止，最终T3截止。R5的作用在于：一方面作为T2集电极的一个负载，另一方面T2截止时，T3基极所储存的电荷可以通过电阻R3迅速释放，加快T3的截止速度，有利于减小损耗。

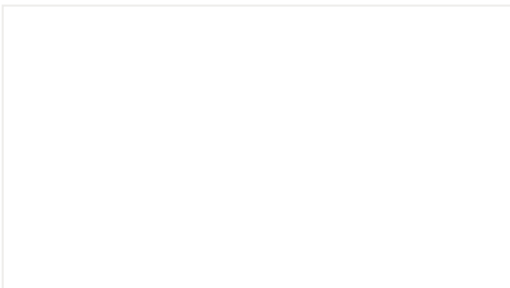


图6 直接耦合输出电路

2.2 TTL或CMOS器件耦合

若单片机通过TTL或CMOS芯片输出，一般均采用集电极开路的器件，如图7(a)所示。集电极开路器件通过集电极负载电阻R1接至+15 V电源，提升了驱动电压。但要注意的是，这种电路的开关速

度低，若用其直接驱动功率管，则当后续电路具有电感性负载时，由于功率管的相位关系，会影响波形上升时间，造成功率管动态损耗增大。

为了改善开关速度，可采用2种改进形式输出电路，如图7(b)和图7(c)所示。图7(b)是能快速开通的改进电路，当TTL输出高电平时，输出点通过晶体管T1获得电压和电流，充电能力提高，从而加快开通速度，同时也降低了集电极开路TTL器件上的功耗。图7(c)为推挽式的改进电路，采用这种电路不但可提高开通时的速度，而且也可提高关断时的速度。输出晶体管T1是作为射极跟随器工作的，不会出现饱和，因而不影响输出开关频率。

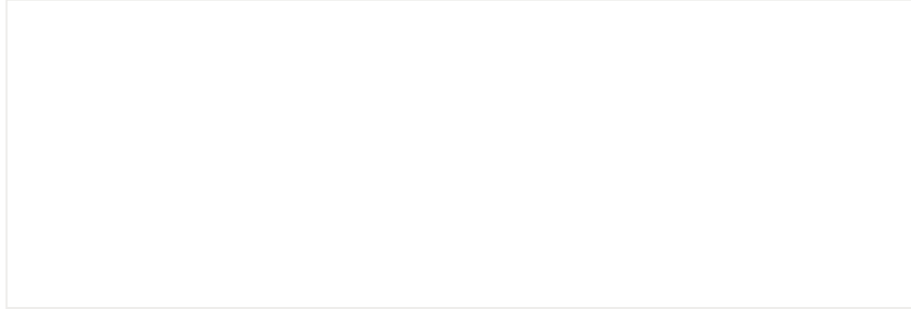


图7 TTL或CMOS器件输出电路

2.3 脉冲变压器耦合

脉冲变压器是典型的电磁隔离元件，单片机输出的开关信号转换成一种频率很高的载波信号，经脉冲变压器耦合到输出级。由于脉冲变压器原、副边线圈间没有电路连接，所以输出是电平浮动的信号，可以直接与功率管等强电元件耦合，如图8所示。

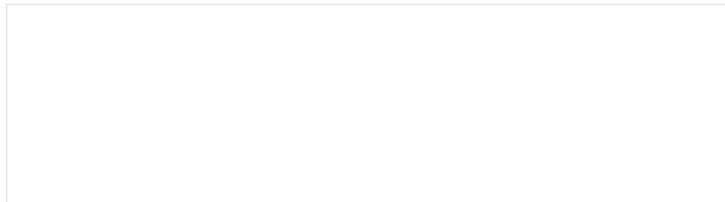


图8 脉冲变压器输出电路

这种电路必须有一个脉冲源，脉冲源的频率是载波频率，应至少比单片机输出频率高10倍以上。脉冲源的输出脉冲送入控制门G，单片机输出信号由另一端输入G门。当单片机输出高电平时，G门打开，输出脉冲进入变压器，变压器的副线圈输出与原边相同频率的脉冲，通过二极管D1、D2检波后经滤波还原成开关信号，送入功率管。当单片机输出低电平时，G门关闭，脉冲源不能通过G门进入变压器，变压器无输出。

这里，变压器既传递信号，又传送能量，提高了脉冲源的频率，有利于减轻变压器的体重。由于变压器可通过调整电感量、原副边匝数等来适应不同推动功率的要求，所以应用起来比较灵活。更重要的是，变压器原副边线圈之间没有电的联系，副线圈输出信号可以跟随功率元件的电压而浮动，不受其电源大小的影响。

当单片机输出较高频率的脉冲信号时，可以不采用脉冲源和G门，对变压器原副边电路作适当调整即可。

2.4 光电耦合

光电耦合可以传输线性信号，也可以传输开关信号，在输出级应用时主要用来传递开关信号，相关文章:光耦知多少，TA的魅力无法抗拒，换种角度了解TA。如图9所示，单片机输出控制信号经缓冲器7407放大后送入光耦。R2为光耦输出晶体管的负载电阻，它的选取应保证：在光耦导通时，其输出晶体管可靠饱和；而在光耦截止时，T1可靠饱和。但由于光耦响应速度慢使开关延迟时间加长，限制了其使用频率。

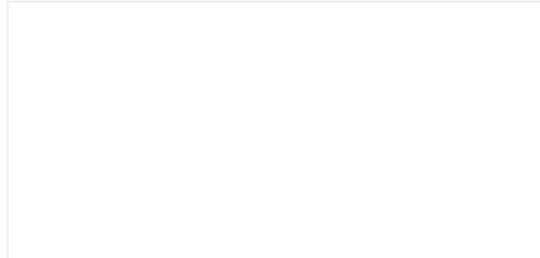


图9 光耦输出电路

结语

单片机接口技术在很多文献中均有详细的介绍，但在对大量电气控制产品的改造和设计中，经常会碰到用接口芯片所无法解决的问题（如驱动电流大、开关速度慢、抗干扰差等），因此必须寻求另一种电路解决方案。上述几种输入/输出电路通过广泛的应用表明，其对合理、可靠地实现单片机电气控制系统具有较高的工程实用价值。



ARM与嵌入式

STM32、嵌入式、单片机、PCB、硬件电路、C语言

9篇原创内容

公众号

喜欢此内容的人还喜欢

单片机中晶振的工作原理是什么？

STM32嵌入式开发

单片机中常用的负电压是怎样产生的？

STM32嵌入式开发

淺析單片機IO口輸入的高阻態

STM32嵌入式開發