3D四轮定位仪的相机驱动系统的设计

设计了一个模块简单、性能可靠以及性价比高的3D图像汽车测量相机驱动系统，电力拖动系统主要是以两相直流步进电动机及其拖动的机械为控制对象，以STC89C51单片机为控制核心，以ZD－8731两相步进电动机驱动器为电动机驱动机构，在上位机的指令下，由直流拖动系统拖动外围摄像机实现正反转功能。3D图像汽车测量系统的主要优势在于测量简便和快捷性。无须配套的举升机，测量时只需要车辆停止，然后由电力拖动系统将摄像机抬升或下降至合适的位置，并采集信息传入上位机进行图像处理。

于巧娜　梁　斌　单才伟　黄　坤　高　芳／山东科技大学电气与自动化工程学院

于巧娜／硕士研究生

关键词／Keywords
步进电动机 ·
STC89C51 ·
摄像定位 ·
正反转 ·

汽车维修行业需要有先进的汽车测试系统对其进行整体检查，如何使汽车测试系统降低成本并提高其可靠性，对整个汽车维修行业意义重大。目前社会汽车维修行业使用的测试系统虽然先进，但价格过于昂贵，对中小型汽车维修店来说成本过高而担负不起，课题旨在设计简化测量系统模块、保证原有功能不变、降低其成本且仍能可靠运行的汽车维修系统。此系统主要是由两个摄像系统组成，分别由两个独立的步进电动机实现对相应摄像系统的拖动，该系统可以实现对摄像系统的点动、连续动以及复位操作。

硬件电路与原理分析

3D图像汽车测量系统的硬件系统由步进电动机驱动器电路、看门狗电路、限位检测电路、单片机STC89C51和晶振等组成，其电路原理如图1所示。电路的运行原理主要是由上位机下达运行指令，单片机对串口指令进行分析并判断两个电动机的运动指令，通过相对应的I/O口产生可以控制步进电动机方向和运动的信号，经ULN2803放大后进入电动机驱动器实现步进电动机的运动控制，从而拖动外围摄像机的正反转及复位操作。

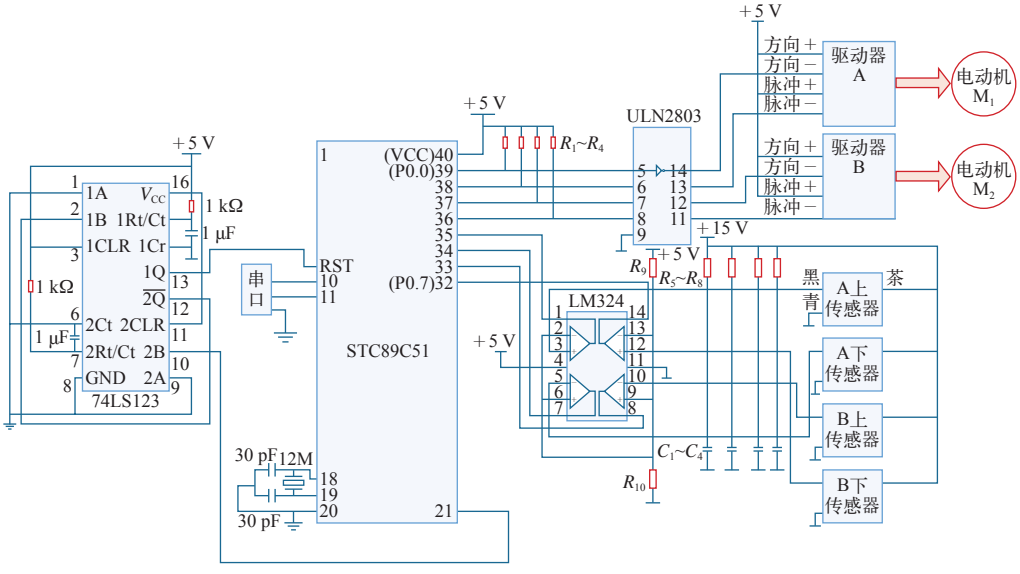


图1　电路原理

中国知网　https://www.cnki.net

1. 步进电动机驱动电路

由于项目中使用的步进电动机由搭配ZD－8731两相步进电动机驱动器控制，所以对步进电动机的控制即为对驱动器的控制。驱动器接口电压为4.5～5.5 V，额定值为5 V，输入频率为0～16 000 Hz，在设计时选择输入频率为1 000 Hz。

图2为控制器与驱动器的接线方法，采用的是共阳极接法（公共正接法），R为串联限压电阻，当控制器的接口电压为5 V时，无须串联R，直接连接即可；当接口电压为12 V时，须串联1 kΩ电阻；当接口电压为24 V时，须串联2.7 kΩ电阻。

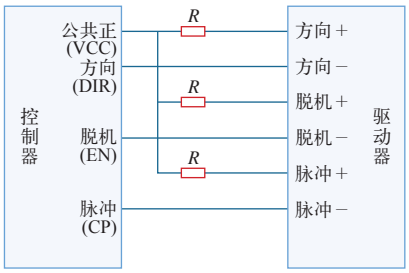


图2　步进电动机驱动器与控制器接线

在本项目中，采用的是共阳极接法，接口电压为＋5 V，串联限压电阻$R=0$。

具体控制方式如下：

1）有脉冲时工作，高电平有效；无脉冲时锁定电动机并自动半流。

2）高电平输入或悬空时正转；低电平输入时反转。

3）高电平输入或者悬空时正常工作；低电平时脱机。

由图2可以看出，单片机与驱动器的接线没有直接相连，在实际的测试中，单片机直接接驱动器，无法驱动步进电动机，由此可知，单片机的I/O口输出能力不足，需要加中间环节来提高驱动能力。采用ULN2803对单片机信号进行放大，ULN2803是高压大电流达林顿晶体管阵列系列产品，具有电流增益高、工作电压高、温度范围宽以及带负载能力强等特点，适应于各类要求高速大功率驱动的系统。

2. 看门狗电路

由于本项目使用的80C51单片机内部没有看门狗电路，所以用74LS123设计了外围看门狗电路，74LS123内部包括两个独立的单稳。单稳输出脉冲的宽度主要由外接的定时电阻（R_T）和定时电容（C_T）决定，脉宽的计算为电容值与电阻值的乘积，即$W_P=RC$。它有两种输入，A为低电平有效，B为高电平有效；有两种输出，正好相反。

图3为74HC123的实际接线，接线时依据真值表进行接线，其中B2（10引脚）外接单片机的脉冲输出端，输出/Q2（12引脚）作为B1的输入，Q1外接单片机的复位端，A1、A2均接地，/CLR1、/CLR2接电源。其中，$R=1$ kΩ，$C=1$ μF，则所设定的脉宽$W_P=RC=1\ 000\times10^{-6}$ s＝1 ms。单片机的输出脉冲（即B2的输入脉冲）$W_B=0.9$ ms。A2为低电平，/CLR1为高电平，由真值表第四行和第三行来设计看门狗电路，在正常状态下因$W_P>W_B$，B1也就是Q2一直保持低电平，Q1一直为低电平，不会产生复位。当程序跑飞时，程序不再为B2提供脉冲，B2保持低电平，B1变为高电平，Q1由低变为高电平，RST为高，实现单片机复位。其过程如图4所示。

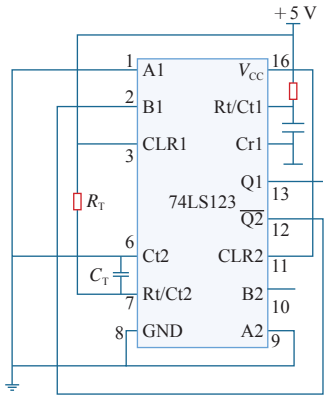


图3　74LS123构成的看门狗电路

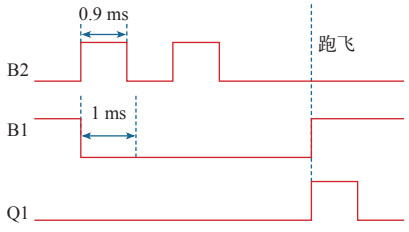


图4　复位过程

3. 限位检测电路

步进电动机带动摄像系统进行上下位移，若

中国知网　https://www.cnki.net

电动机运行时，工作人员由于外部原因未能及时观察电动机的实时动作情况；在运动到近端位置时，即使控制器未接收到停止信号，此时电动机也必须停止运行，这样才能保证系统的安全性。本项目采用型号为E2E－X5ME1－Z的接近开关，传感器通过安装在电动机运行轨道的上下两端来避免因没有收到信号而无法停止的现象。

传感器输入电压范围为DC 12～24 V，接近距离在5 mm左右。因步进电动机驱动器的输入电压采用的是15 V，为了减少电源的数量，出于电路接线简便的考虑，传感器的输入电压也采用15 V。传感器在常态时为高电平，响应时为低电平。

当带动摄像机构的金属托盘与接近开关接近并达到一定距离时，距离传感器会产生低电平信号，信号传递给单片机进行相应的处理。在实际操作中可能存在干扰源，在电动机未到达限位位置时，引起接近开关的误判断，从而引起电动机的误动作。为了避免这种情况，将传感器输出经以LM324为主体的比较放大器后与单片机相连，通过比较放大器将干扰信号有效地过滤掉。此外，为了有效地过滤干扰信号，在程序编写时也将传感器的数据有效地过滤掉干扰信号。

程序设计

程序设计是实现步进电动机的点动、连续动和复位功能，在复位的过程中不进行其他的动作，只有复位完成以后，才会进行其他动作。

1. 串口通信协议

波特率设为4 800 bit/s。单片机串行口按方式1工作，波特率由定时器T1控制。因步进电动机的驱动器自身携带三种速度模式，因此无须在编程中对电动机的速度进行编写，只须对正反转和复位进行编写即可。

串口通信协议如图5所示，D7～D3为空闲位，但是为了避免在数据的传输过程中出现传输失误，将D7～D3人为定义为10101。D2为模式选择位，当D2＝1时，电动机正反转运动；当D2＝0时，电动机复位运动。D1为左右电动机选择位，当D1＝1时，左电动机运动；当D1＝0时，右电动机运动。D0为电动机正反转选择位，当D0＝1时，电动机正转；当D0＝0时，电动机反转。

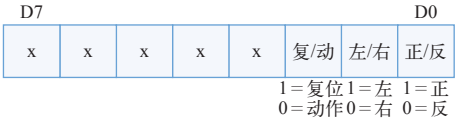


图5　通信数据说明

2. 主程序流程

在主程序中，为了避免电动机在非复位运动时造成延时程序时间上的冲突而使程序陷入死循环，应在程序编写时加入多个标志位，在主程序中不断检查各种标志位是否发生变化，一旦发生变化，将及时采取动作。在主程序中读传感器一直在进行，当传感器动作时将不再执行后续操作，只有传感器处理完成以后才会进行后续操作；当需要复位动作时，程序将不再进行后续操作，在复位没有完成以前，只是在不断地检测传感器数据是否变化以及是否完成复位。若传感器读数无变化，也没有复位动作，则依次按照程序去检测各种标志位。其具体流程如图6所示。

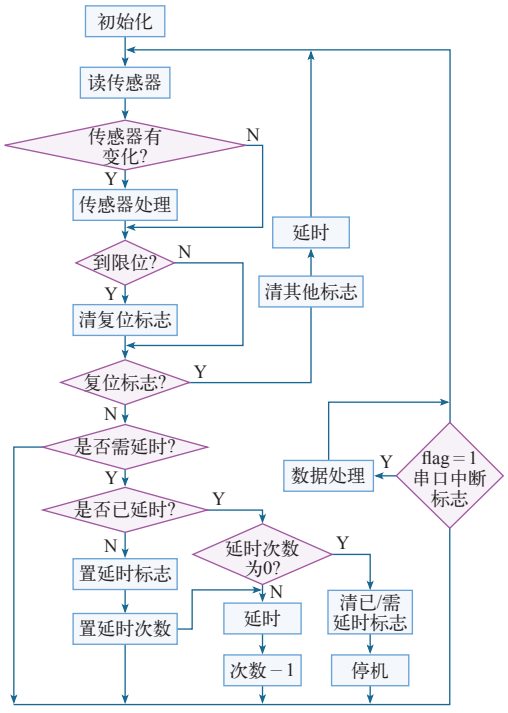


图6　主程序流程

中国知网 https://www.cnki.net

3. 子程序

图7为传感器读取子程序。在传感器读取子程序中，为了避免外接对传感器的干扰并产生误动作，故将传感器的读取采用“5取4”，即对传感器进行5次数据读取，后面的4次数据都与第1次结果相比较。若相同次数加1，不同不加1；若最终结果相同次数大于2次，就表明至少有4次数据是相同的，则认同本次数据的读取。

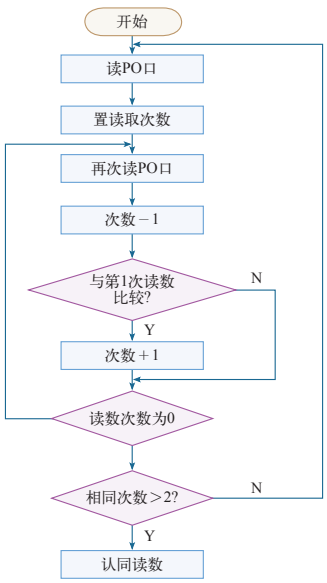


图7 传感器读取子程序

图8为数据处理子程序。在数据处理子程序中，对串口的数据进行判断，首先判断是复位还是正常运动指令。若是复位指令，则进入复位程序，同时置复位标志；否则判断是哪个电动机运动，最后判断正反转，进入相应的子程序，且需延时标志。在数据的读取过程中，都与第1次相比较，可能存在第1次就是干扰信号，但是因为进行“5取4”，5次读取至少4次都是干扰信号的可能性太小，在实验过程中没有发生过错误动作，故认为上述数据读取比较可靠。

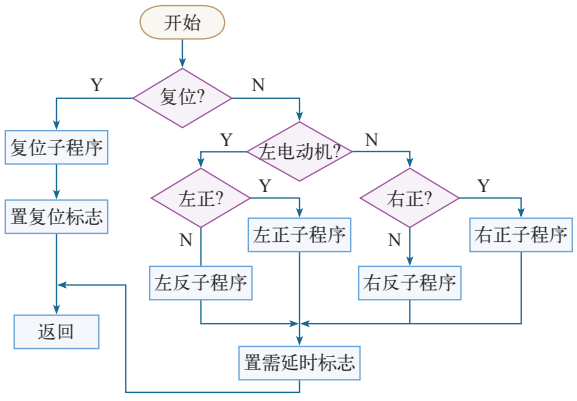


图8 数据处理子程序

传感器处理子程序是一个很简单的小程序，在判断传感器读数确实发生变化以后，就对读取的数据分析判断是哪里的限位，判断完成后停掉相应电动机的脉冲，则电动机就停止。其流程如图9所示。

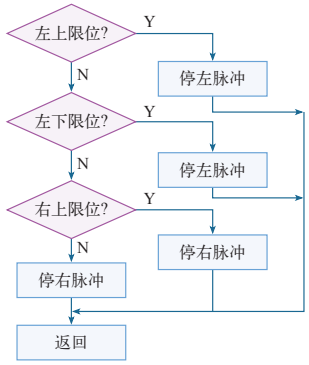


图9 传感器处理子程序

图10为左正转子程序的流程。因程序设计时为了实现电动机的点动和连续动，只给1次命令，进行特定延时后电动机将停止，若在电动机动作的过程中收到同一命令，电动机将在重新设置特定延时，只要命令一直给，电动机将实现连续动作。在主程序和数据分析子程序中，有检查延时次数和置延时次数的指令，目的就是为了实现电动机的点动与连续动作。

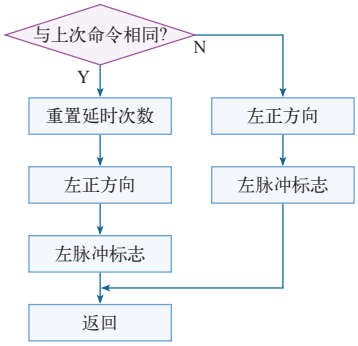


图10 左正转子程序

图11为复位子程序，就是给左右两个电动机的方向和脉冲标志，这样电动机就得到了相应运动方向和脉冲，即电动机就将进行复位动作。

中国知网 https://www.cnki.net

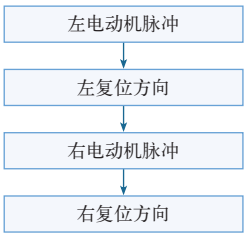


图11 复位子程序

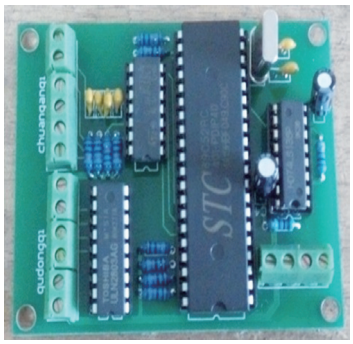


图12 实物电路

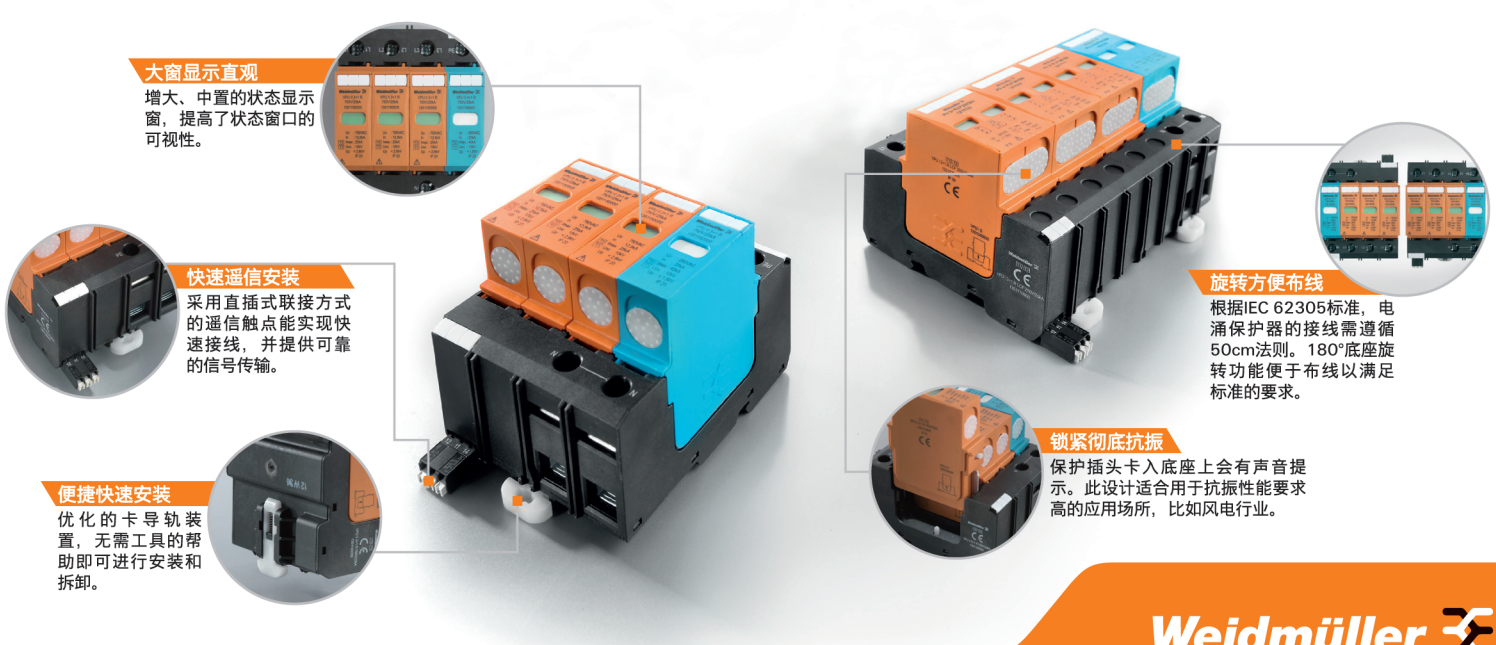
系统的实物电路

本系统的实物电路如图12所示。电路尺寸为10 cm×8 cm。经过长达两月时间的运行，系统没有出现问题，证明该系统具有稳定可靠性，可以投入运用。

结束语

上述设计在实际应用中已经投入使用，可以带动2 kg的相机系统可靠运行；也可以有效避免人员不在场或者误操作时对电动机及相机系统造成的伤害，具有人性化；系统在长达两个月的长期运行中，没有出现任何失误，具有较强的可靠性。该设计的成本低、结构简单，极大地简化了系统大小，与市场上的那些高造价的驱动系统相比，具有较强的竞争性。驱动系统结构简化、成本降低以及运行的可靠性为汽车维修行业带来了便利，该系统的大范围生产可以为中小型汽车行业带来更多的效益。不仅可以在汽车维修行业运行，也可以运用在其他需要长期检测的行业。

（收稿日期：2015－05－09）EA



Weidmüller

魏德米勒VPU系列电涌保护器
—低压供电系统的升级版电涌保护卫士

魏德米勒VPU系列电涌保护器用于低压供电系统，符合2012年IEC/EN 61643-11国际标准，为您提供持久、安全、前瞻性的雷电和浪涌保护解决方案，并简化维修。

魏德米勒电联接(上海)有限公司
电话：86 21-22135008 网址：www.weidmueller.com.cn

中国知网 https://www.cnki.net