



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102325390 A

(43) 申请公布日 2012.01.18

(21) 申请号 201110095524. X

(22) 申请日 2011.04.15

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 曹小涛 徐抒岩 胡君 罗志涛

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

H05B 1/02 (2006.01)

H02P 8/22 (2006.01)

G01C 25/00 (2006.01)

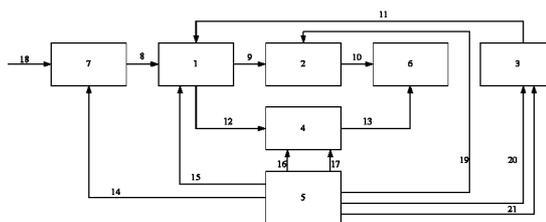
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

空间相机热试验红外辐射加热器的自动控制系统及方法

(57) 摘要

空间相机热试验红外辐射加热器的自动控制系统及方法属于工业自动化领域,本发明是将一个由控制器(1)、电机驱动电路(2)、位置感知及处理电路(3)、执行电路(4)、电源(5)、步进电机(6)和信号调理电路(7)组成的红外辐射加热器闭环控制系统,连接在空间相机和红外辐射加热器上,对加热器的开启和闭合进行自动控制。本发明降低了原有方法的成本,减少了试验操作人员的工作量,避免了电机堵转带来的弊病,提高了控制系统的可靠性。



1. 空间相机热试验红外辐射加热器的自动控制系统,其特征在于,该控制系统包括控制器(1)、电机驱动电路(2)、位置感知及处理电路(3)、执行电路(4)、电源(5)、步进电机(6)和信号调理电路(7);

所述信号调理电路(7)与控制器(1)相连,信号调理电路(7)实时采集和处理空间相机供电电源信号,生成控制器(1)可以区分出状态的第一信号;

所述位置感知及处理电路(3)与控制器(1)相连,位置感知及处理电路(3)分为相同的两路,分别对应于加热器的开启和闭合位置,位置感知及处理电路(3)实时采集加热器目前所处的位置信号,处理后生成控制器(1)可以区分出状态的第二信号;

所述控制器(1)分别与电机驱动电路(2)和执行电路(4)相连,控制器(1)实时监测和分析第一信号和第二信号,依据分析结果向电机驱动电路(2)发送步进电机控制信号和向执行电路(4)发送步进电机上/下电控制信号;

所述电机驱动电路(2)与步进电机(6)相连,电机驱动电路(2)为步进电机(6)提供驱动信号;

所述步进电机(6)带动红外辐射加热器绕固定轴转动;

所述执行电路(4)与步进电机(6)相连,执行电路(4)依据步进电机上/下电控制信号向步进电机(6)输出电源信号;

所述电源(5)分别与信号调理电路(7)、控制器(1)、执行电路(4)、电机驱动电路(2)、位置感知及处理电路(3)相连,并为它们提供电源信号。

2. 基于权利要求1所述的空间相机热试验红外辐射加热器自动控制系统的控制方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

a. 红外辐射加热器自动控制系统上电后,控制器(1)完成初始化工作;信号调理电路(7)实时采集空间相机供电电源信号,并对该信号进行电压调理,按照固定比例调整到控制器(1)能够区分出状态的范围;位置感知及处理电路(3)分为相同的两路,分别对应于加热器的开启和闭合位置,位置感知及处理电路(3)实时采集加热器目前所处的位置信号,并对该信号进行电压调理,按照固定比例调整到控制器(1)能够区分出状态的范围;

b. 控制器(1)监测信号调理电路(7)的输出信号,判断该信号是否有变化;如果有变化则转入步骤c,否则继续步骤b;

c. 控制器(1)判断信号调理电路(7)的输出信号变化,如果是由低电平上升为高电平,则转入步骤d,否则转入步骤i;

d. 控制器(1)监测位置感知及处理电路(3)的输出信号,判断加热器是否已经到达开启位置,如果已经到达,则转入步骤b,否则转入步骤e;

e. 控制器(1)向执行电路(4)发送步进电机(6)上电控制信号,在执行电路(4)的作用下,步进电机(6)的电源上电;

f. 控制器(1)发送一拍步进电机控制信号给电机驱动电路(2),电机驱动电路(2)驱动步进电机(6)转动,使得加热器向开启方向转动一个步距角;

g. 控制器(1)监测位置感知及处理电路(3)的输出信号,判断加热器是否已经到达开启位置,如果已经到达则转入步骤h,否则转入步骤f;

h. 控制器(1)向执行电路(4)发送步进电机下电控制信号,在执行电路(4)的作用下,步进电机(6)的电源下电,然后转入步骤b;

i. 控制器 (1) 监测位置感知及处理电路 (3) 的输出信号,判断加热器是否已经到达闭合位置,如果已经到达,则转入步骤 b,否则转入步骤 j;

j. 控制器 (1) 向执行电路 (4) 发送步进电机上电控制信号,在执行电路 (4) 的作用下,步进电机 (6) 的电源上电;

k. 控制器 (1) 发送一拍步进电机控制信号给电机驱动电路 (2),电机驱动电路 (2) 驱动步进电机 (6) 转动,使得加热器向闭合方向转动一个步距角;

l. 控制器 (1) 监测位置感知及处理电路 (3) 的输出信号,判断加热器是否已经到达闭合位置,如果已经到达,则转入步骤 m,否则转入步骤 k;

m. 控制器 (1) 向执行电路 (4) 发送步进电机下电控制信号,在执行电路 (4) 的作用下,步进电机 (6) 的电源下电,然后转入步骤 b,进而实现空间相机热试验红外辐射加热器的自动控制方法。

空间相机热试验红外辐射加热器的自动控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于工业自动化领域,涉及一种红外辐射加热器(主要包括红外加热笼、红外灯等通过红外或远红外辐射对试验件进行加热的设备)的自动控制系统及方法,尤其是应用于空间相机热试验的红外辐射加热器开启/闭合的自动控制系统及方法。

背景技术

[0002] 空间相机放置在卫星或飞船等空间飞行器上完成对地面景物的摄像任务,是空间飞行器的重要载荷。空间相机在轨运行时,将长期处于高真空、冷黑和热辐射环境中。为使空间相机能够在这些严酷环境中正常工作,在研制过程中必须按照各种试验规范或标准对其进行充分的高真空、冷黑和空间外热流环境条件下的各项试验。为了在地面真实模拟相机在轨运行环境,一般采用在真空罐中放置红外辐射加热器来模拟相机表面的空间外热流。由于空间相机在试验中需要摄像,因此要求面对于相机通光孔一面的红外辐射加热器可以绕安装于一侧的固定轴转动。在相机不摄像的情况下,红外辐射加热器处于闭合位置(即红外辐射加热器遮挡相机通光孔位置),以模拟空间外热流;红外辐射加热器在相机摄像时需要绕固定轴转动,打开至开启位置(一般为相对于闭合位置大于90度的位置),以免遮挡相机的光线。因此需要对红外辐射加热器进行开启/闭合控制。

[0003] 目前的红外辐射加热器开启/闭合控制方法需要安排操作人员开关电机电源和转向开关,监测信号灯亮灭状态来判断加热器是否运行到位,如果信号灯亮时操作人员反应迟钝没有关闭电源,还会引起电机的堵转现象。由于热试验时间很长,显然这种现象可能对电机或其他相关机械结构造成损害。同时目前的方法需要信号发生器等专用仪器,使得整个控制系统成本较高。因此亟需一种低成本,能够替代人工操作且具有高可靠性的红外辐射加热器的自动控制方法。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种空间相机热试验红外辐射加热器开启/闭合的自动控制系统及方法,降低原有方法的成本,减少试验操作人员的工作量,避免电机堵转带来的弊病,提高控制系统的可靠性。

[0005] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0006] 空间相机热试验红外辐射加热器的自动控制系统,包括控制器、电机驱动电路、位置感知及处理电路、执行电路、电源、步进电机和信号调理电路;

[0007] 所述信号调理电路与控制器相连,信号调理电路实时采集和处理空间相机供电电源信号,生成控制器可以区分出状态的第一信号;

[0008] 所述位置感知及处理电路与控制器相连,位置感知及处理电路分为相同的两路,分别对应于加热器的开启和闭合位置,位置感知及处理电路实时采集加热器目前所处的位置信号,处理后生成控制器可以区分出状态的第二信号;

[0009] 所述控制器分别与电机驱动电路和执行电路相连,控制器实时监测和分析第一信

号和第二信号,依据分析结果向电机驱动电路发送步进电机控制信号和向执行电路发送步进电机上/下电控制信号;

[0010] 所述电机驱动电路与步进电机相连,电机驱动电路为步进电机提供驱动信号;

[0011] 所述步进电机带动红外辐射加热器绕固定轴转动;

[0012] 所述执行电路与步进电机相连,执行电路依据步进电机上/下电控制信号向步进电机输出电源信号;

[0013] 所述电源分别与信号调理电路、控制器、执行电路、电机驱动电路、位置感知及处理电路相连,并为它们提供电源信号。

[0014] 基于上述空间相机热试验红外辐射加热器自动控制系统的控制方法,包括如下步骤:

[0015] a. 红外辐射加热器自动控制系统上电后,控制器完成初始化工作,初始化工作包括:发送关断控制信号给执行电路,在执行电路作用下使得步进电机的电源为关断状态;发送停止控制信号给电机驱动电路,使得电机驱动电路不输出步进电机控制信号;信号调理电路实时采集空间相机供电电源信号,并对该信号进行电压调理,按照固定比例调整到控制器能够区分出状态的范围;位置感知及处理电路分为相同的两路,分别对应于加热器的开启和闭合位置,位置感知及处理电路实时采集加热器目前所处的位置信号,并对该信号进行电压调理,按照固定比例调整到控制器能够区分出状态的范围;

[0016] b. 控制器监测信号调理电路的输出信号,判断该信号是否有变化,即是否由低电平上升为高电平或由高电平下降为低电平,由低电平变化为高电平代表空间相机的供电电源上电,由高电平下降为低电平代表空间相机的供电电源下电;如果有变化则转入步骤c,否则继续步骤b;

[0017] c. 控制器判断信号调理电路的输出信号变化是由低电平上升为高电平,还是由高电平下降为低电平,如果是由低电平上升为高电平,则转入步骤d,否则转入步骤i;

[0018] d. 控制器监测位置感知及处理电路的输出信号,判断加热器是否已经到达开启位置,如果已经到达,则转入步骤b,否则转入步骤e;

[0019] e. 控制器向执行电路发送步进电机上电控制信号,在执行电路作用下,步进电机的电源上电;

[0020] f. 控制器发送一拍步进电机控制信号给电机驱动电路,电机驱动电路驱动步进电机转动,使得加热器向开启方向转动一个步距角;

[0021] g. 控制器监测位置感知及处理电路的输出信号,判断加热器是否已经到达开启位置,如果已经到达,则转入步骤h,否则转入步骤f;

[0022] h. 控制器向执行电路发送步进电机下电控制信号,在执行电路作用下,步进电机的电源下电,然后转入步骤b;

[0023] i. 控制器监测位置感知及处理电路的输出信号,判断加热器是否已经到达闭合位置,如果已经到达,则转入步骤b,否则转入步骤j;

[0024] j. 控制器向执行电路发送步进电机上电控制信号,在执行电路作用下,步进电机的电源上电;

[0025] k. 控制器发送一拍步进电机控制信号给电机驱动电路,电机驱动电路驱动步进电机转动,使得加热器向闭合方向转动一个步距角;

[0026] 1. 控制器监测位置感知及处理电路的输出信号,判断加热器是否已经到达闭合位置,如果已经到达,则转入步骤 m,否则转入步骤 k;

[0027] m. 控制器向执行电路发送步进电机下电控制信号,在执行电路作用下,步进电机的电源下电,然后转入步骤 b,进而实现空间相机热试验红外辐射加热器的自动控制方法。

[0028] 本发明的有益效果是:热试验过程红外辐射加热器闭环控制系统不需要试验人员的干预,实现了红外辐射加热器的自动控制;在加热器运行至目标位置时,红外辐射加热器闭环控制系统自动切断电机电源和电机控制信号,解决了电机堵转的问题,提高了控制系统的可靠性;结构简单,成本低,设计制造容易。

附图说明

[0029] 图 1 是本发明的空间相机热试验红外辐射加热器的自动控制系统结构示意图。

[0030] 图 2 是本发明的信号调理电路图。

[0031] 图 3 是本发明的位置感知及处理电路图。

[0032] 图 4 是本发明的步进电机接线图。

[0033] 图 5 是本发明的步进电机 A 相驱动电路图。

[0034] 图 6 是本发明的执行电路图。

[0035] 图 7 是本发明的控制器中的程序流程图。

[0036] 图 8 是本发明的步进电机四相八拍控制时序图。

具体实施方式

[0037] 以下结合实例对本发明进行详细说明,以便对本发明的目的、特征及优点进行更深入的理解。

[0038] 如图 1 所示,本发明是将一个由控制器 1、电机驱动电路 2、位置感知及处理电路 3、执行电路 4、电源 5、步进电机 6 和信号调理电路 7 组成的红外辐射加热器闭环控制系统,连接在空间相机和红外辐射加热器上,对加热器的开启和闭合进行自动控制。

[0039] 电源 5 为整个控制系统供电,本例中电源 5 采用鸿海科技开发有限公司的开关电源 MD50-D1,输出两路电压分别为 12V 和 5V。信号 14、15、16 和 20 分别为电源 5 供给信号调理电路 7、控制器 1、执行电路 4 和位置感知及处理电路 3 的 5V 电源信号。信号 17、19 和 21 为电源 5 供给执行电路 4、电机驱动电路 2 和位置感知及处理电路 3 的 12V 电源信号。

[0040] 本实施例中采用的空间相机使用 100V 电源供电,电源上电时,电源电压由 0V 上升至 100V,电源下电时,由 100V 下降至 0V。信号调理电路 7 主要完成将 100V 电源电压信号 18 转换为控制器 1 可以区分出状态的信号 8(100V 电压对应于数字量“1”,0V 电压对应于数字量“0”),主要由分压电路 22 和光电耦合器电路 23 组成,参见图 2。分压电路 22 采用两个电阻 R1 和 R2 串联的方式(其中 R1 为 240k Ω ,R2 为 10k Ω),将电源电压信号 22 进行 25 : 1 的分压,分压电路的输出信号传送给光电耦合器 U1。本实施例中光电耦合器 U1 采用 TLP521,R3 为 510 Ω ,R4 为 10k Ω 。光电耦合器 U1 将电源电压信号的地 IGND 和控制器 1 的地 GND 进行隔离,并实现将分压后的信号进一步转换为信号 8 传输给控制器 1。

[0041] 位置感知及处理电路 3 由两个相同的限位开关和两组相同的处理电路组成,其输出信号 11(包括 A3 和 A4,分别对应于闭合和开启位置)传送给控制器 1。图 3 给出了对应

于闭合位置处的位置感知及处理电路,由限位开关电路 24 和处理电路 25 组成。限位开关 U2 采用 OMRON 公司的 D2MC-01E, D2MC-01E 的 COM 端接电源 5 输出的 12V 电源 21, NO 端通过连接一个电阻 R5(本实施例中采用 10k Ω 电阻)接电源 5 的地 PGND。当加热器运动至闭合位置时,限位开关 U2 的 NO 端输出为 12V,其他情况下,NO 端输出为 0V。处理电路 25 由光电耦合器 U4 及相关处理电路组成,实现将限位开关输出的 12V 电压对应于控制器 1 能够识别的数字量“1”,0V 电压对应于数字量“0”。在本实施例中光电耦合器 U4 采用 TLP521, R6 为 2k Ω , R7 为 10k Ω 。处理电路 25 将限位开关信号的地 PGND 和控制器 1 的地 GND 进行隔离,并实现将限位开关的输出信号进一步转换为信号 A3 传输给控制器 1。同样,对于开启位置处的位置感知及处理电路,实现将限位开关的输出信号进一步转换为信号 A4 传输给控制器 1。

[0042] 步进电机 6 采用常州亚美柯宝马公司的 42BYGH404,采用四相八拍驱动方式,接线方式如图 4 所示,黄色和白色端子作为 COM 端,接执行电路 4 输出的信号 13,黑色、红色、绿色和蓝色端子分别接电机驱动电路 2 的四个输出信号 A、B、C 和 D(图 1 中的信号 10 由 A、B、C 和 D 组成)。

[0043] 电机驱动电路 2 的输出信号 10 分为四路 A、B、C 和 D,分别为步进电机 6 的四相提供合适的驱动电流,四路的电路完全相同。电机驱动电路 2 的输入信号 9 由控制器 1 给出,输入信号 9 由信号 AIN、BIN、CIN 和 DIN 组成。图 5 给出了其中对应于 A 相的电机驱动电路,主要由光电耦合器 U6, MOSFET 器件 U7 和二极管 U8 组成。本实施例中 U6 为 TLP521, U7 为 2N6798, U8 为 1N5806,电阻 R8 为 510 Ω , R9 为 1k Ω , R10 为 5.1k Ω 。控制器 1 的输出信号 AIN 的高电平使得 MOSFET 器件 U7 导通,低电平使得 MOSFET 器件 U7 截止,从而控制步进电机 6 的 A 相中电流的通断。二极管 U8 用来续流,起保护作用。

[0044] 执行电路 4 由继电器和继电器驱动电路组成,参见图 6。继电器 U10 采用 HSIN DA 公司生产的 943-1C-5DS,其活动触点接电源 5 输出的 12V 电源 17,常开触点输出的信号 13 接步进电机 6 的 COM 端。继电器驱动电路主要由三极管 U9 和二极管 U11 组成,本实施例中 U9 为 S8050, U11 为 1N5806。电阻 R11 为 5.1k Ω , R12 为 10k Ω 。控制器 1 的输出信号 12 的高电平使得 U9 饱和,进而使得继电器动作,使得继电器的输出 13 为 12V,从而给步进电机 6 上电,控制器 1 的输出信号 12 的低电平切断步进电机 6 的电源。二极管 U11 用来续流,起保护作用。

[0045] 控制器 1 由 FPGA 和外围电路组成。FPGA 采用 XILINX 公司的 XC3S400;外围电路主要有三端稳压器、晶振和 FLASH。三端稳压器由 LT1764-3.3, AS2830-2.5 和 LM117S-1.2 组成,三端稳压器的输入电压均为电源 5 输出的 5V 电源 15,输出分别为 3.3V, 2.5V 和 1.2V,提供给 FPGA 和其它电路。晶振采用 24MHz,输出 24MHz 频率基准给 FPGA。FLASH 采用 XILINX 公司的 XCF02S, FPGA 采用从串模式从 FLASH 加载程序,共选用 FPGA 的 8 个 IO 口,分别与信号 8、信号 11(A3 和 A4)、信号 9(AIN、BIN、CIN 和 DIN) 和信号 12 相连接。

[0046] 控制器 1 中的程序由 VHDL 语言完成,图 7 给出了控制器 1 中的程序流程图。控制系统上电后,控制器 1 首先初始化,保证信号 12 为数字量“0”(步进电机电源为关断状态), AIN、BIN、CIN 和 DIN 均为“0”(不输出步进电机控制信号)。然后,控制器 1 实时监测信号 8 的状态,如果信号 8 有变化,则判断 8 是上升沿(由“0”变为“1”,表明相机电源上电)还是下降沿(由“1”变为“0”,表明相机电源下电)。如果 8 是上升沿,则判断信号 A4 是否为

“0”(即加热器是否不在开启位置),如果不为“0”,则继续监测 8 的状态,否则置信号 12 为“1”(即开启步进电机电源),发出一拍步进电机控制信号 11,使得步进电机带动加热器向开启位置转动一个步距角,然后判断信号 A4 是否为 1,如果为 1,则置信号 12 为“0”(即关断步进电机电源),转向继续监测 8 的状态,否则接着发出一拍步进电机控制信号 11,使得步进电机 6 带动加热器向开启位置转动一个步距角,然后继续判断信号 A4 是否为 1。如果 8 是下降沿,则判断信号 A3 是否为“0”(即加热器是否不在闭合位置),如果不为“0”,则继续监测 8 的状态,否则置信号 12 为“1”,发出一拍步进电机控制信号,使得步进电机 6 带动加热器向闭合位置转动一个步距角,判断信号 A3 是否为“1”,如果为“1”,则置信号 12 为 0,转向继续监测 8 的状态,否则使得步进电机 6 带动加热器向闭合位置转动一个步距角,然后继续判断信号 A3 是否为 1。步进电机 6 的驱动采用四相八拍方式,即步进电机 6 向开启方向转动时,控制信号按照 AIN-AINBIN-BIN-BINCIN-CIN-CINDIN-DIN-DINAIN 的顺序发送,图 8 给出了此种情况下在时钟信号 CLK 下四相八拍方式的时序图。如果步进电机 6 向闭合方向转动时,则控制信号按照 AIN-AINDIN-DIN-DINCIN-CIN-CINBIN-BIN-BINAIN 的顺序发送。本实施例中 CLK 为 1kHz,CLK 由 FPGA 内部的 VHDL 程序分频得到。

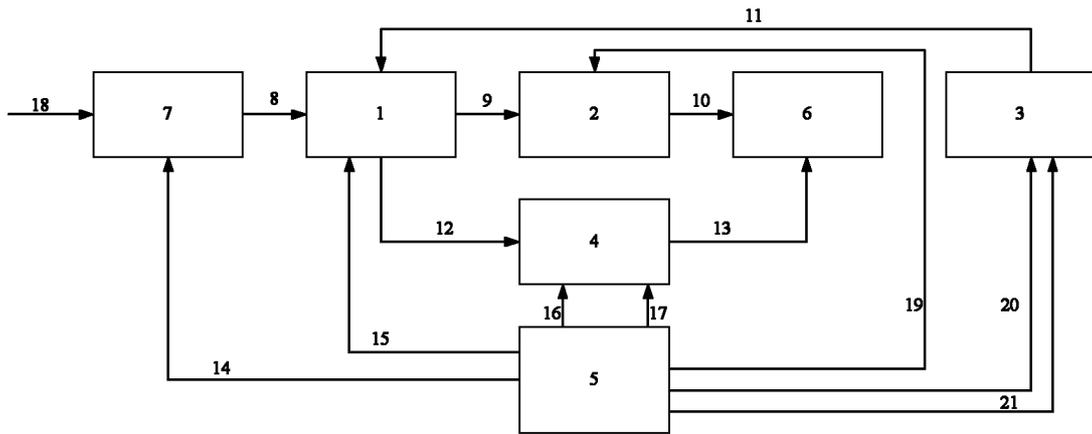


图 1

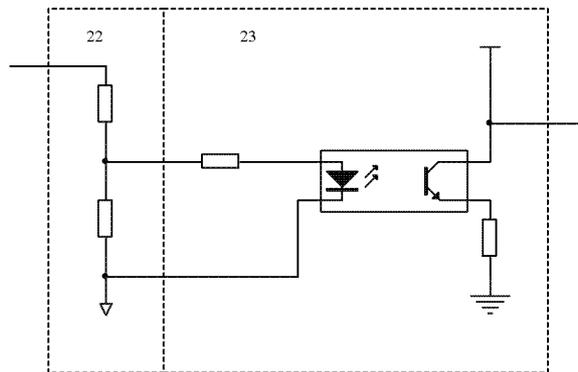


图 2

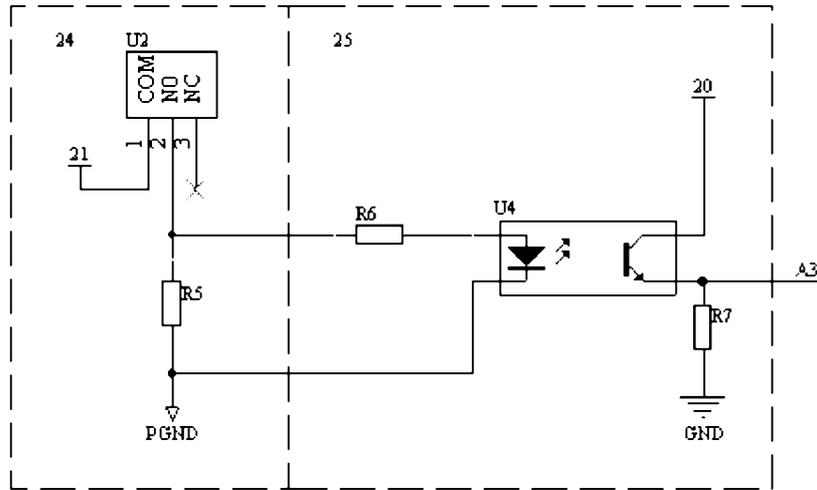


图 3

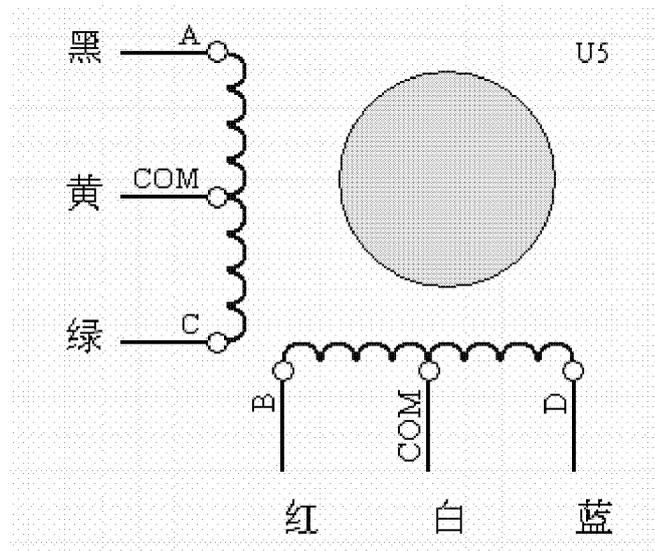


图 4

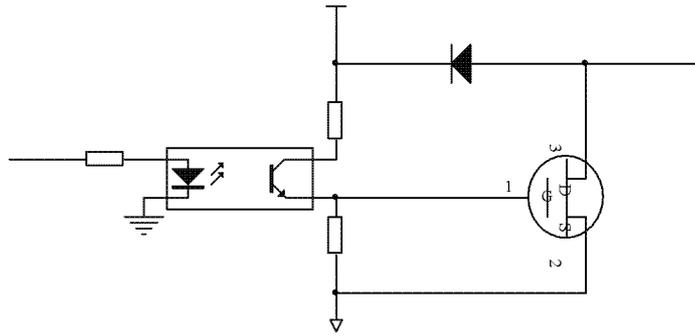


图 5

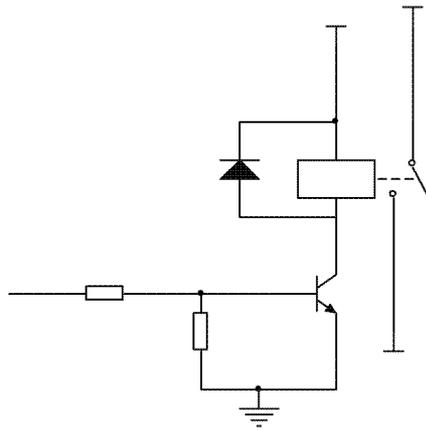


图 6

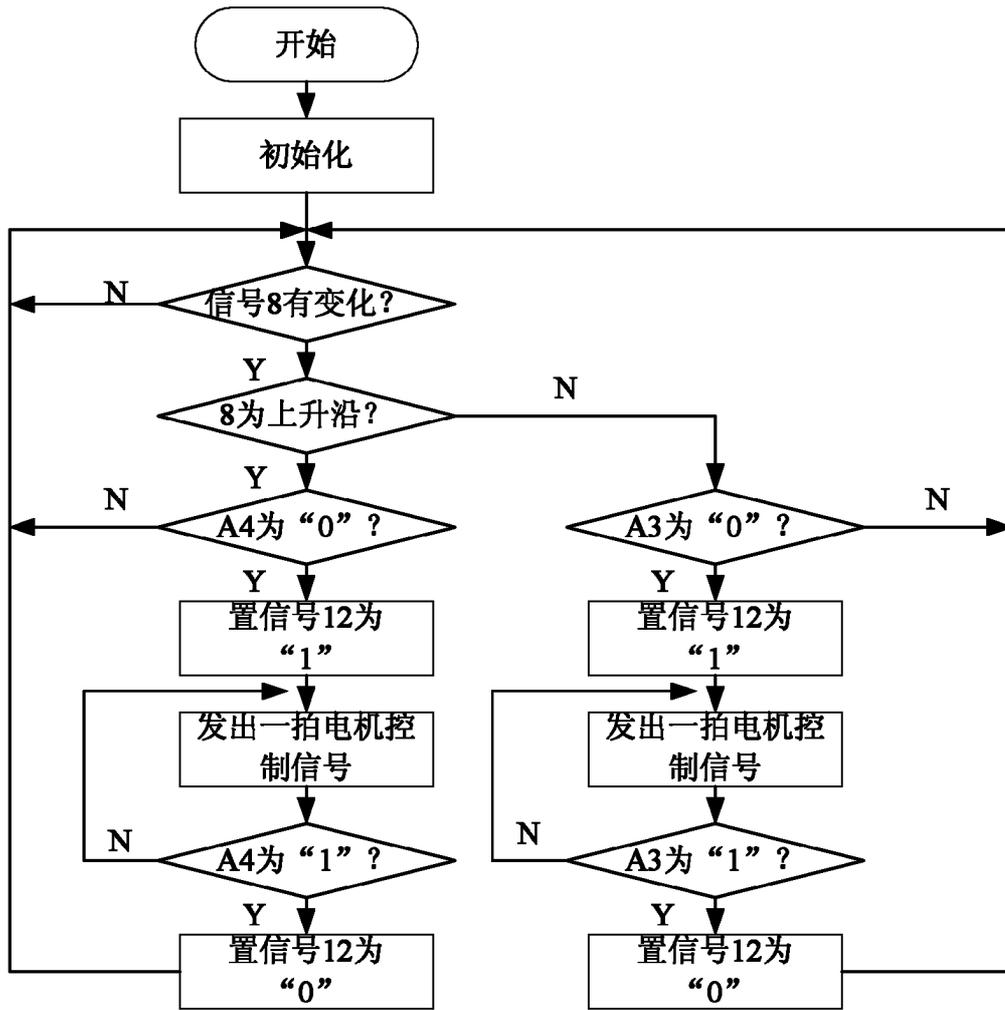


图 7

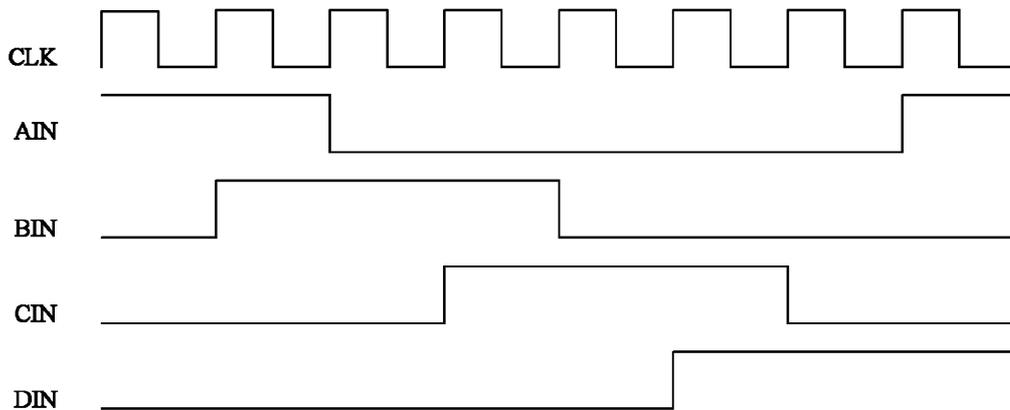


图 8