



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209795860 U

(45)授权公告日 2019.12.17

(21)申请号 201920449262.4

(22)申请日 2019.04.04

(73)专利权人 西安爱生技术集团公司  
地址 710065 陕西省西安市高新区沣惠南路34号

专利权人 西北工业大学

(72)发明人 仇继伟 邵长海 赵新海 李欣 杨柳

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心  
61204

代理人 金凤

(51)Int.Cl.  
B64F 5/60(2017.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

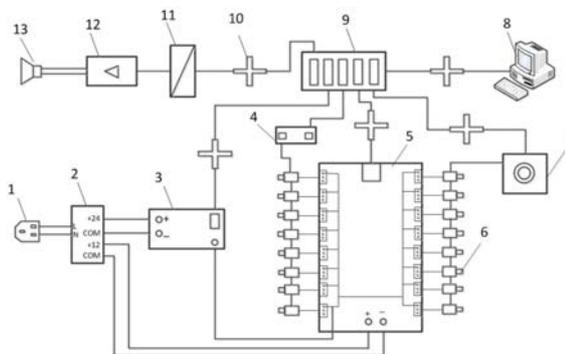
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## (54)实用新型名称

一种某型无人机舵机自动测试系统

## (57)摘要

本实用新型提供了一种某型无人机舵机自动测试系统,电源控制单元提供所需电压,并通过网络继电器模块实现舵机组各个舵机的加电、断电控制;通信控制单元负责各模块与计算机之间的通信连接,舵机执行单元为舵机组,是整个测试系统的最终监测对象;角度反馈单元通过角度传感器对舵机摇臂实际转角进行测量,并将角度信息反馈给计算机,进而转换为相应的角度值;语音提示单元实验的舵机加电状态与设备编号进行提示,方便实验人员操作。本实用新型通过系统集成,实现16台航空舵机无人值守测试,相比原来单台测试能力提高了16倍,同时节省了测试时间,将生产效率提高了16倍。



1. 一种某型无人机舵机自动测试系统,包括电源控制单元、通信控制单元、舵机执行单元、角度反馈单元和语音提示单元共五个单元,其特征在于:

所述的电源控制单元包含电源插座、双路直流电源、降压模块和网络继电器模块,其中网络继电器模块为16路网络继电器,双路直流电源输入端通过电源插座接220V交流电,输出两路直流电,双路直流电源连接降压模块进行降压,分别为舵机组、语音模块、功放板和扩音器提供所需电压,并通过网络继电器模块实现舵机组各个舵机的加电、断电控制;所述的通信控制单元包含USB集线器模块、CAN盒分析仪模块和USB转RS485模块,负责各模块与计算机之间的通信连接,CAN盒分析仪模块连接到USB集线器模块,USB集线器输入端与计算机连接,输出端口通过USB转485模块分别连接降压模块、16路网络继电器、CAN总线协议分析仪和语音模块;所述的舵机执行单元为舵机组,舵机组包含16个舵机,16个舵机分别连接到网络继电器模块的各个通路,16个舵机通过CAN盒分析仪连接到USB集线器模块,USB集线器模块连接至计算机,计算机和CAN盒分析仪对舵机组发送控制数据,是整个测试系统的最终监测对象;所述的角度反馈单元包含角度传感器,角度传感器一端连接舵机,另外一端经USB转RS485模块连接至USB集线器模块,从而连接至计算机,通过角度传感器对舵机摇臂实际转角进行测量,并将角度信息反馈给计算机,进而转换为相应的角度值;所述的语音提示单元包含语音模块、功放板和扩音器,通过语音模块采集并输出语音信息,功放板对语音信息进行功率放大,最终由扩音器将语音信号发出,语音提示单元对实验的舵机加电状态与设备编号进行提示,方便实验人员操作。

## 一种某型无人机舵机自动测试系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及航空制造业,是一种用于航空、航天、汽车等领域的伺服舵机设备自动化检测系统。

### 背景技术

[0002] 舵机主要由电路信号控制板、减速器、舵机摇臂等组成,作为一个成熟的伺服组件已广泛应用于航空、航天、汽车等领域。航空产品对舵机使用标准要求相对较高,在产品定型前需要经过多项功能性测试以及环境适应性测试。对于工业大批量生产,产品交检前需要进行大量的测试工作,测试结果的准确性和测试效率的高低均取决于检测设备的性能,因此检测平台的优劣起着至关重要的作用。舵机测试关键环节在于摇臂角度控制和温度冲击应力实验测试。舵机摇臂角度控制包括松孚测试、零位校准、定角模式和循环模式。不同的舵机正负极限角度不同,不同的角度对应不同的控制量,实际摆动角度必须在要求误差范围内;温度冲击应力实验需要将舵机放在高低温箱中,设置高低温循环参数,观察并记录舵机工作状态。

### 发明内容

[0003] 为了克服现有技术的不足,本发明提供一种无人机舵机自动测试系统。本发明提出的一种舵机自动测试系统,能够同时完成多组舵机的调试和应力实验数据实时输出,从而提高了舵机调试效率和测试精度,解决了原有舵机试验器存在的测试繁琐、测试周期长、测试精度低等缺点。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 一种某型无人机舵机自动测试系统包含电源控制单元、通信控制单元、舵机执行单元、角度反馈单元和语音提示单元共五个单元,所述的电源控制单元包含电源插座、双路直流电源、降压模块和网络继电器模块,其中网络继电器模块为16路网络继电器,双路直流电源输入端通过电源插座接220V交流电,输出两路直流电,双路直流电源连接降压模块进行降压,分别为舵机组、语音模块、功放板和扩音器提供所需电压,并通过网络继电器模块实现舵机组各个舵机的加电、断电控制;所述的通信控制单元包含USB集线器模块、CAN盒分析仪模块和USB转RS485模块,负责各模块与计算机之间的通信连接,CAN盒分析仪模块连接到USB集线器模块,USB集线器输入端与计算机连接,输出端口通过USB转485模块分别连接降压模块、16路网络继电器、CAN总线协议分析仪和语音模块;所述的舵机执行单元为舵机组,舵机组包含16个舵机,16个舵机分别连接到网络继电器模块的各个通路,16个舵机通过CAN盒分析仪连接到USB集线器模块,USB集线器模块连接至计算机,计算机和CAN盒分析仪对舵机组发送控制数据,是整个测试系统的最终监测对象;所述的角度反馈单元包含角度传感器,角度传感器一端连接舵机,另外一端经USB转RS485模块连接至USB集线器模块,从而连接至计算机,通过角度传感器对舵机摇臂实际转角进行测量,并将角度信息反馈给计算机,进而转换为相应的角度值;所述的语音提示单元包含语音模块、功放板和扩音器,通

过语音模块采集并输出语音信息,功放板对语音信息进行功率放大,最终由扩音器将语音信号发出,语音提示单元对实验的舵机加电状态与设备编号进行提示,方便实验人员操作。

[0006] 本发明的有益效果在于通过16路网络继电器、CAN分析仪、USB集线器进行系统集成,可以实现16台航空舵机无人值守测试,相比原来单台测试能力提高了16倍,同时节省了测试时间,将生产效率提高了16倍。

### 附图说明

[0007] 图1是舵机自动化测试系统组成示意图;

[0008] 图2是控制系统框图;

[0009] 图3是程序流程图;

[0010] 其中:1-电源插座,2-双路直流电源,3-降压模块,4-CAN盒分析仪,5-16路网络继电器,6-舵机组,7-角度传感器,8-计算机,9-USB集线器,10-USB转RS485模块,11-语音模块,12-功放板,13-扩音器。

### 具体实施方式

[0011] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0012] 本发明提出的一种舵机自动测试系统,能够同时完成多组舵机的调试和应力实验数据实时输出,从而提高了舵机调试效率和测试精度。解决了原有舵机试验器存在的测试繁琐、测试周期长、测试精度低等缺点。

[0013] 舵机工业化生产时需要经过繁复的调试周期,特别是航空舵机还需要进行环境试验测试,而普通的舵机检测器一次只能进行一台舵机调试,本发明舵机自动测试系统可以完成16组舵机同时加电测试,测试效率理论上能达到原来舵机检测器的16倍,大大缩减了调试周期;同时还能完成温度冲击应力实验过程的无人值守,可以实现实验数据的保存和输出,大大节省了人力成本。为保证舵机摇臂摆角测量精度采用角度传感器模块,通过交互界面可以实时读出当前摆角值,并与实际测量值进行对比,保证角度测量精度。

[0014] 本发明硬件组成由电源控制单元、通信控制单元、舵机执行单元、角度反馈单元、语音提示单元共五个单元组成;软件组成包括应力实验模块、舵机性能检测模块、数据处理模块共三个模块组成。

[0015] 本发明提出的某型无人机舵机自动测试系统主要由硬件控制柜和软件测试交互界面组成,控制柜结构组成见图1,包含电源接线端子、双路直流电源、降压模块、角度测量模块、网络继电器模块、集线器模块、CAN盒分析仪、舵机组、USB转RS485模块、语音模块、功放板和扩音器;软件测试功能包括应力实验模块、舵机性能检测模块、数据处理模块。

[0016] 本发明测试系统硬件平台包含电源控制单元、通信控制单元、舵机执行单元、角度反馈单元和语音提示单元共五个单元,所述的电源控制单元包含图1中电源插座(1)、双路直流电源(2)、降压模块(3)和网络继电器模块,其中网络继电器模块为16路网络继电器(5),双路直流电源(2)输入端通过电源插座(1)接220V交流电,输出两路直流电,双路直流电源(2)连接降压模块(3)进行降压,分别为舵机组(6)、语音模块(11)、功放板(12)和扩音器(13)提供所需电压,并通过网络继电器模块实现舵机组(6)各个舵机的加电、断电控制;所述的通信控制单元包含图1中USB集线器模块(9)、CAN盒分析仪模块(4)和USB转RS485模

块(10),负责各模块与计算机之间的通信连接,CAN盒分析仪模块(4)连接到USB集线器模块(9),USB集线器(9)输入端与计算机(8)连接,输出端口通过USB转485模块(10)分别连接降压模块(3)、16路网络继电器(5)、CAN总线协议分析仪(4)和语音模块(11);所述的舵机执行单元为图1中舵机组(6),舵机组(6)包含16个舵机,16个舵机分别连接到网络继电器模块的各个通路,16个舵机通过CAN盒分析仪(4)连接到USB集线器模块(9),USB集线器模块(9)连接至计算机(8),计算机(8)和CAN盒分析仪(4)对舵机组发送控制数据,是整个测试系统的最终监测对象;所述的角度反馈单元包含图1中角度传感器(7),角度传感器(7)一端连接舵机,另外一端经USB转RS485模块(10)连接至USB集线器模块(9),从而连接至计算机(8),通过角度传感器对舵机摇臂实际转角进行测量,并将角度信息反馈给计算机(8),进而转换为相应的角度值;所述的语音提示单元包含图1中语音模块(11)、功放板(12)和扩音器(13),通过语音模块(11)采集并输出语音信息,功放板(12)对语音信息进行功率放大,最终由扩音器(13)将语音信号发出,语音提示单元对实验的舵机加电状态与设备编号进行提示,方便实验人员操作。

[0017] 所述的电源控制单元负责整个系统的供电控制,包括电源插座(1)、双路直流稳压电源(2)、降压模块(3)和16路网络继电器(5)。双路直流电源(2)输入端通过电源插座(1)接220V交流电,输出两路+12V和两路+24V直流电。降压模块(3)输入端正极接双路直流电源(2)两路+24V串联,即输入为+48V,负极接双路直流电源(2)的COM端。输出端直流电压范围为0~46V、电流为0~15A,从而实现舵机电源拉偏测试。16路网络继电器(5)具有16组常开常闭触点,16路网络继电器(5)所有常开触点2号端子进行短接并与降压模块(3)输出端正极连接,常开触点3号端子分别与舵机(6)连接。通过程序控制网络继电器常开触点的闭合,从而控制舵机加电状态。

[0018] 所述的通信控制单元负责测试数据传输,保证各模块与计算机正常通信。包括USB集线器模块(9)、CAN盒分析仪模块(4)、USB转RS485模块(10)。USB集线器(9)输入端与计算机(8)连接,输出端口通过USB转485模块(10)分别连接降压模块(3)、16路网络继电器(5)、CAN总线协议分析仪(4)、语音模块(11),并通过计算机(8)发送数据指令。

[0019] 所述的舵机执行单元是测试系统的监测对象,一共有16个舵机(6)组成,在对舵机功能循环测试时选择单模循环或多模循环两种模式,选择单模循环模式时对某个舵机单独调试,也能在多模循环模式下完成16组舵机(6)同时调试。

[0020] 所述的角度反馈单元对舵机摇臂实际偏角进行测量,通过角度传感器(7)测量实际摆角值,并通过USB转RS485模块(10)经USB集线器(9)反馈给计算机(8),进而转换为相应的角度值。

[0021] 所述的语音提示单元对实验的舵机加电状态与设备编号进行提示,通过语音模块(11)采集并输出语音信息,功放板(12)对语音信号进行功率放大,最终由扩音器(13)将语音信号发出。

[0022] 测试系统软件功能模块如下:应力实验模块可实现舵机温度应力冲击试验过程的无人值守,自动记录实验数据。舵机性能检测模块指对舵机进行功能参数验证性测试,包括舵偏角测试、电源拉偏测试、转速测试、松孚测试等。数据处理模块完成实验过程和测试过程的数据保存和导出,通过分析数据便于对舵机进行故障预测。

[0023] 所述的应力实验模块是针对航空舵机的温度冲击应力实验而设计的,可实现舵机

温度应力冲击试验过程的无人值守。为保证无人机舵机环境试验性要求,飞行前需要对舵机进行应力实验。应力实验属于高低温循环实验,实验前按实验要求设置高低温极限值、温度保持时间、温度转换时间、循环次数等参数,由计算机(8)程序控制16路网络继电器(5)按照设定时间输出,即在温度保持时间段内16路网络继电器(5)有输出对舵机组(6)进行加电,在温度转换时间16路网络继电器(5)关断,舵机组(6)不工作。在程序中设置循环次数,即温度转换时间与温度保持时间作为一个完整周期,使舵机组(6)按照周期性工作。

[0024] 系统应力实验循环界面:启动应力实验计算机(8)自动进行计时,通过温度传感器采集当前高低温箱温度,并显示在实验界面。进行单个舵机以及整个舵机组(6)的加电/断电控制,选择“加电”按钮时会触发16路网络继电器(5)对应的通道输出,进而接通舵机与电源的连接。通过电压及电流传感器采集舵机组(6)的工作电流及电压,根据检测得到的电流值及舵机工作电压,计算机(8)得出舵机功率,通过软件界面选择不同的舵机ID,舵机组(6)自动读取正负极角,即不同的舵机ID值对应唯一的摇臂摆动正负极限角度。计算机(8)根据舵机摇臂从负极限角度摆动至正极限角度所消耗的时间求出舵机转速。应力实验过程中实验人员不需要时刻观察、记录实验数据和状态,只需要设置好应力循环参数。

[0025] 所述的舵机性能检测模块指对舵机进行功能参数验证性测试,包括角度测试、松孚测试等。舵机角度测试包括循环模式和定角模式,循环模式采用方波信号,舵机摇臂可实现从负极限角度到正极限角度循环摆动;定角模式指选择角度控制栏中某一角度,观察舵机摇臂实际摆角,通过对比角度传感器检测结果和摇臂指针角度测量结果,判断舵机摇臂摆动角度是否在误差要求范围内。定角模式角度变化范围为 $-60^{\circ}\sim+60^{\circ}$ ,又分为连续微调和非连续微调。当选择连续微调时,角度值可以每隔 $1^{\circ}$ 进行调节设置;当选择非连续微调时,每隔 $10^{\circ}$ 设置一个测量值。松孚测试指舵机断电时观察摇臂状态,同时检测在断电状态舵机摇臂是否能够自由摆动。

[0026] 所述数据处理模块可以对实验过程和测试过程的数据进行自动保存,通过数据输出选项可以对实验过程数据进行查看和分析,便于进行故障预测。同时设置数据清除按钮,舵机每次加电前首先进行数据清除,防止上电瞬间原来数据产生过冲、溢出造成软件崩溃。

[0027] 本发明方法实施过程涉及五个主要步骤:实验准备、设置舵机ID、定角调试、单模循环、多模循环,具体步骤如下:

[0028] 步骤一:实验准备

[0029] 按图1所示连接实验电路,插头1接通220v交流电,用万用表分别检测双路直流电源2、降压模块3、网络继电器5的输入端和输出端电压。将舵机组6按型号编号进行排列,以便于识别。打开计算机8和测试软件,将控制级与接收级数据指令进行清零,防止舵机加电时数据堵塞导致软件卡死。

[0030] 步骤二:设置参数

[0031] 舵机组(6)上电后,对各个舵机进行ID设置,不同舵机型号舵角量程不同,先选择“ID设置”,然后选择相应是舵机型号,在帧ID中核对帧数据信息。每个舵机的帧ID数据包括两层含义,前半段为舵机地址数据和后半段为极限角度数据。舵机进行初次ID设置时,以最小极限角度值为基准。每个舵机内部具有ID地址数据存储功能,设置完成后下次加电电脑会自动识别各个舵机数据信息,并按指定的极限角度驱动舵机运行。接通舵机CAN盒分析仪(4)建立通讯连接,舵机组(6)将当前摆动的角度、舵机ID号、转速等信息以CAN报文形式通

过CAN盒分析仪(4)传送计算机(8)。根据电源拉偏测试要求,通过设置舵机工作电压,使降压模块(3)调节双路直流电源(2)的电压输出在+24V~+32V范围变化,从而实现电源拉偏实验测试。

#### [0032] 步骤三:定角调试

[0033] 首先选择ID设置,选择相应的舵机型号,对测试舵机进行加电,选择“非连续微调”按钮,首先选择交互界面上角度控制1中的“松孚”测试,此时舵机组(6)处于复位状态,舵机摇臂自由摆动。计算机(8)发送对应的can报文角度数据至舵机组(6),舵机组(6)接收到can报文数据后摇臂执行摆动,观察摇臂实际摆动测量角度值与设定角度差值是否在要求误差范围内,进而实现其定角模式测试。选择“连续微调”按钮,对摇臂摆角进行每隔1°测试,观察舵机反应及角度传感器测量值。最后在交互界面选择“转速测试”,分别选择正负极限角度±40°和±25°,使舵机组(6)摇臂在正负极限摆动,通过记录其从正极限位置摆动至负极限位置所用的时间,计算出对应的转速值。为了舵机工作安全,定角调试中软件设置了舵机超程自保护功能,即使舵机真实极限角度小于±60°,当误选择为±60°时,舵机会自动执行首次帧ID数据中设置的极限摆角值。

#### [0034] 步骤四:循环调试

[0035] 循环测试即矩形波测试,包括单模循环和多模循环,单模循环下只能控制单个舵机加电测试,多模循环则可以控制所有舵机加电循环。按下“单模循环”按钮,选择相应的测试舵机型号,对该舵机进行加电,在“角度控制2”中选择相应的循环摆动角度范围,舵机摇臂会在正负极角范围内做周期性往复摆动,观测界面输出数据。选择“多模循环”模式,按下“加电所有”按钮,在“角度控制2”中选择某一循环角度,则所有舵机将同时执行往复循环指令,并在输出栏中显示各个舵机控制量。

#### [0036] 步骤五:应力实验

[0037] 首先进行应力实验参数设置,包括“温度周期”、“工作时间”、“循环次数”等参数,其中“温度周期”代表高低温循环总时间,“工作时间”代表在整个温度循环周期内,舵机加电的工作时间。设置完循环参数后,对舵机进行加电,启动应力实验计算机(8)会自动进行计时,并记录实验循环次数;通过温度传感器采集当前高低温箱温度,实验界面实时显示当前温度;计算机(8)通过接收舵机组(6)的can报文回报,进而获得舵机型号、电压电流值、舵机正负极角值、转速值等参量。通过界面“加电”、“断电”控制软按钮控制触发网络继电器5对应的通道输出,进而接通舵机与电源的连接,从而控制整个应力实验舵机组(6)加电、断电状态。整个循环将舵机放置在高低温箱中,无需人员监控,会自动输出实验数据。

#### [0038] 步骤五:数据处理

[0039] 计算机(8)通过对测试系统自动保存的实验数据进行保存、导出,生成相应的时间-角度曲线,从中分析舵机性能是否达标,根据温度循环应力曲线中的转折点和跳跃点,进行对应温度下舵机存在的失效风险预估,并生成评估数据报告。

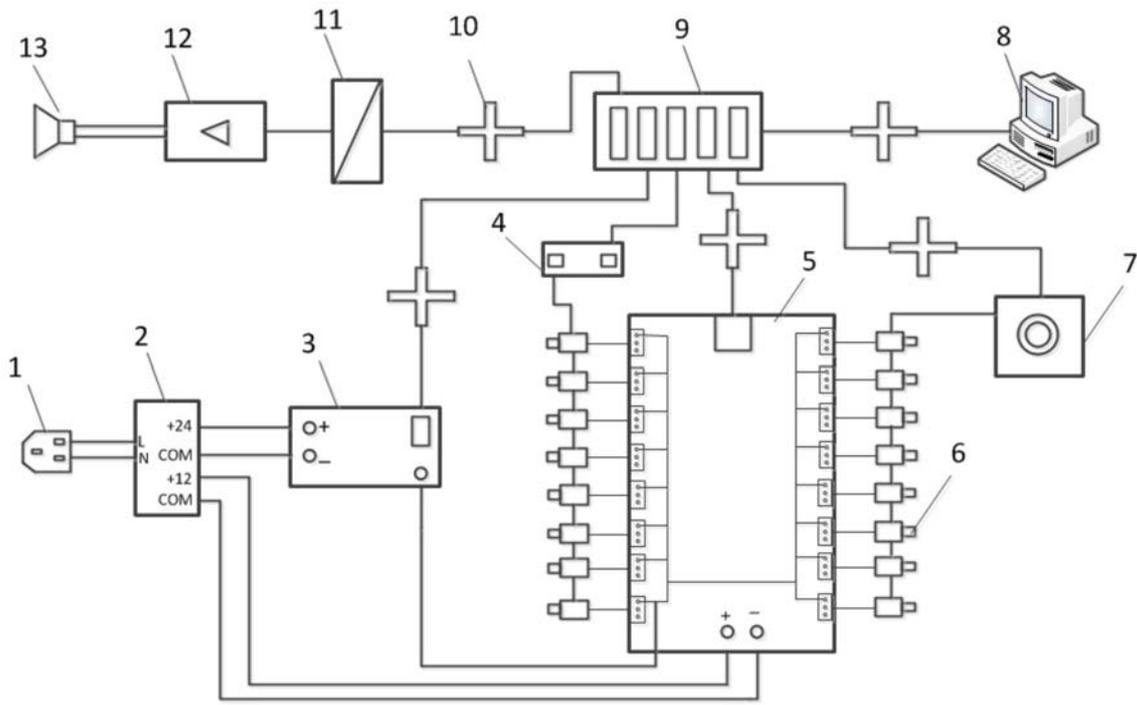


图1

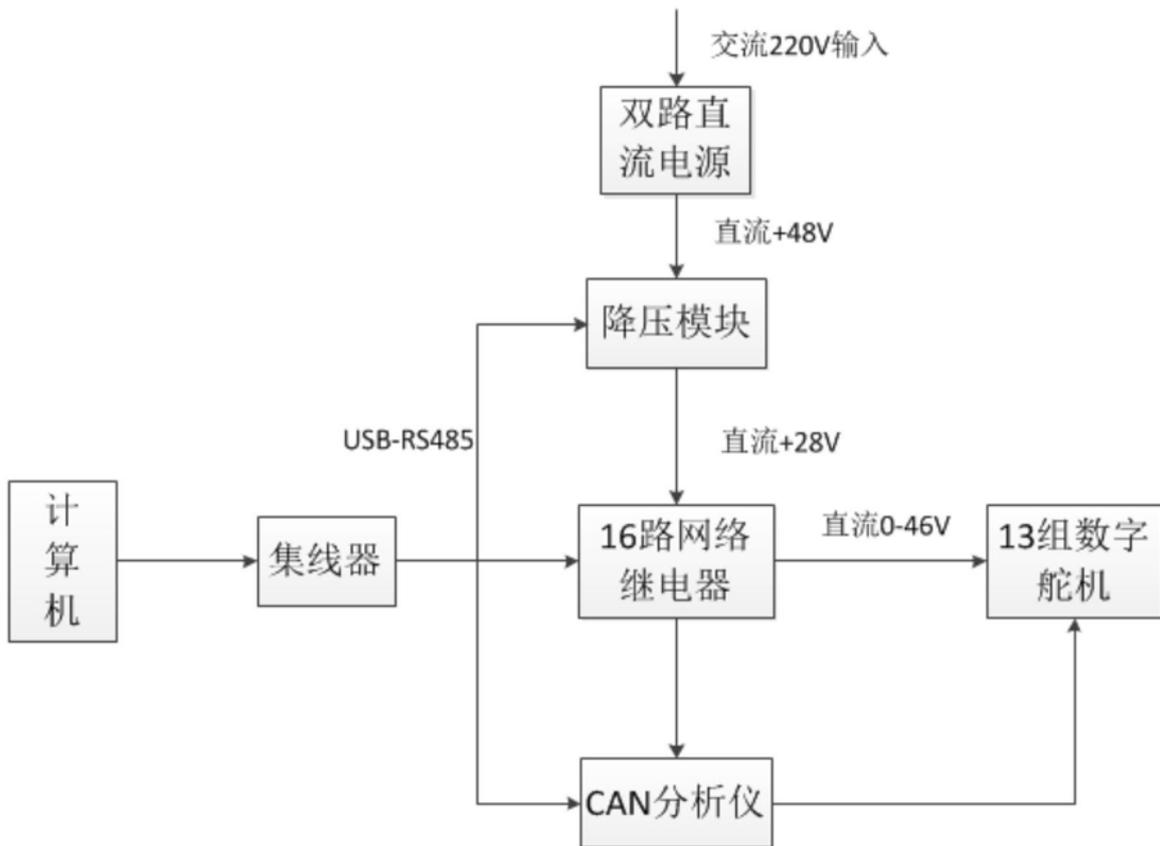


图2

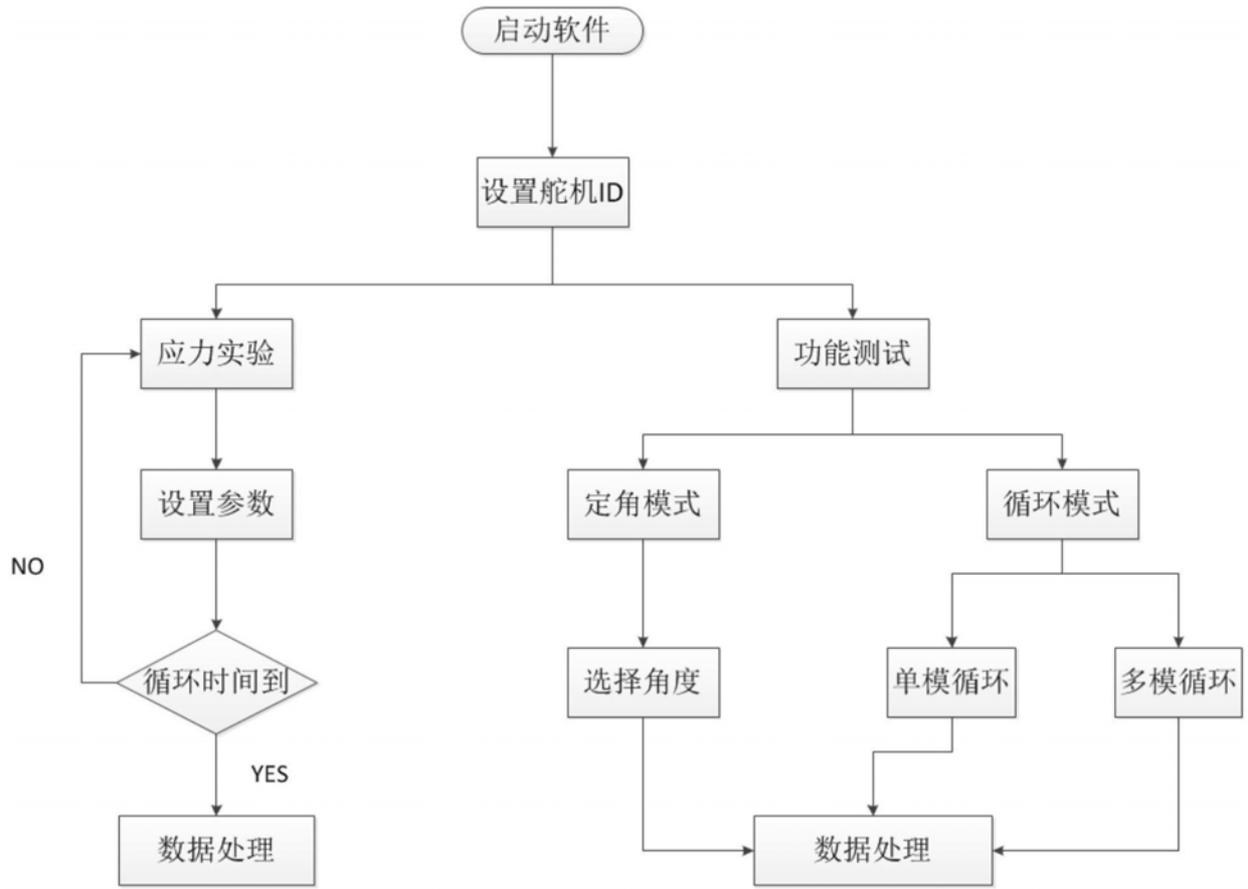


图3