



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108630076 A

(43)申请公布日 2018. 10. 09

(21)申请号 201810742774.X

(22)申请日 2018.07.09

(71)申请人 广西南宁市晨启科技有限责任公司

地址 广西壮族自治区南宁市总部路3号中国-东盟科技企业孵化基地二期9号厂房五层509-A

(72)发明人 吴忠深 罗晓星 洪鹤隽 李倍存
何仕成 周琦琨

(74)专利代理机构 北京君恒知识产权代理事务所(普通合伙) 11466

代理人 谭月萍 黄启行

(51) Int. Cl.

G09B 23/18(2006.01)

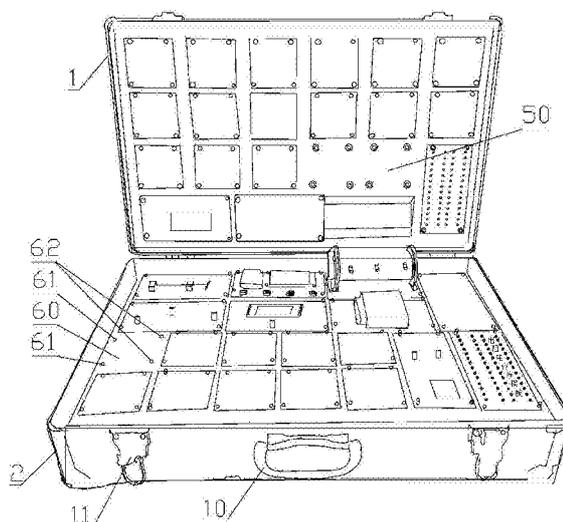
权利要求书3页 说明书13页 附图8页

(54)发明名称

一种信号与控制课群训练套件

(57)摘要

本发明公开了一种信号与控制课群训练套件,包括上箱体、下箱体、上母板、下母板、空闲扩展模块板和实验模块板,上箱体的后边缘与下箱体后边缘铰接,上箱体的前边缘与下箱体前边缘进行扣接,在上箱体内固定上母板,在上母板上插接有若干个空闲扩展模块板,下母板设置在下箱体内,在下母板上插接有若干个实验模块板,在下母板上设置有多个实验电源插座和接地插座,相邻的两个实验电源插座和相邻的两个接地插座围成一个空闲区域,每个接地插座之间相互电气连接,每个实验模块板分别插接在实验电源插座和接地插座上。本发明能够实现实验硬件资源的快速修改和扩展、维护维修简单方便、降低学生的误操作概率,提高了设备的安全性和可靠性。



1. 一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:包括上箱体、下箱体、上母板、下母板、空闲扩展模块板和实验模块板,所述上箱体的后边缘与所述下箱体后边缘铰接,所述上箱体的前边缘与所述下箱体前边缘进行扣接,在所述上箱体内固定所述上母板,在所述上母板上插接有若干个空闲扩展模块板,所述下母板设置在下箱体内,在所述下母板上插接有若干个实验模块板,在下箱体内且位于下母板下方设置有供电系统,在所述下箱体的背面设置有电源接入座,在下母板的下表面设置有电源接入端,所述供电系统的输入端通过导线与所述电源接线座电气连接,所述供电系统的电源输出端通过导线与所述下母板下表面的电源接入端连接,在下母板上设置有多个实验电源插座和接地插座,相邻的两个实验电源插座和相邻的两个接地插座围成一个空闲区域,每个实验电源插座之间相互电气连接且通过下母板表面的铜箔走线与所述电源接入端连接,每个接地插座之间相互电气连接,每块实验模块板分别插接在实验电源插座和接地插座形成的空闲区域上。

2. 根据权利要求1所述的一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:所述空闲扩展模块板的数量等于或大于和实验模块板的数量,所述上箱体与下箱体盖合时,上母板插接的空闲扩展模块板与下母板插接的实验模块板呈上下对称时,其尺寸大小和功能设置都相同。

3. 根据权利要求1所述的一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:所述上箱体的后边缘与所述下箱体后边缘通过两个合页式结构进行铰接,上箱体沿合页式结构向后转动打开状态下,上箱体与下箱体之间的夹角呈90度至120度,在所述下箱体的正面中央设置有提手,上箱体与下箱体通过锁扣进行扣接固定。

4. 根据权利要求1或2所述的一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:所述下母板分为四个插接放置区域,所述空闲区域均匀分布在四个插接放置区域内,所述实验模块板横跨插接在一个插接放置区内所分布的一个或两个以上的空闲区域上,以及所述实验模块板分别横跨插接在一个或两个以上的插接放置区内所分布的空闲区域上,所述实验模块板包括分别独立插接在下母板四个插接放置区域内的多块有源实验模块板以及至少一块抽样定理验证模块板、抽样保持模块板、可变电容电阻库模块板、电阻电容库模块板、电机发电调速实验模块板、嵌入式实验接口模块板、温度实验模块板、函数信号发生器模块板、多功能信号发生器模块板、频率特性模块板、Labview驱动控制模块和电源控制模块板,所述电源控制模块板分别为源实验模块板、抽样定理验证模块板、抽样保持模块板、可变电容电阻库模块板、电阻电容库模块板、电机发电调速实验模块板、嵌入式实验接口模块板、温度实验模块板、函数信号发生器模块板、多功能信号发生器模块板、频率特性模块板和Labview驱动控制模块提供工作电源;所述可变电容电阻库模块板和电阻电容库模块板分别与所述有源实验模块板的信号输入端、抽样定理验证模块板的信号输入端、抽样保持模块板的信号输入端、函数信号发生器模块板的信号输入端和多功能信号发生器模块板的信号输出端进行连接;所述嵌入式实验接口模块板的控制输出端分别与所述电机发电调速实验模块板、温度实验模块板和Labview驱动控制模块输出控制接口连接,所述频率特性模块板的输出端、抽样定理验证模块板的输出端、抽样保持模块板的输出端、电机发电调速实验模块板的输出端和温度实验模块板的输出端分别与所述Labview驱动控制模块的输入端连接。

5. 根据权利要求4所述的一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:所述有源实验模

块板至少包括有源低通滤波模块板、有源高通滤波模块板、有源带通滤波模块板、有源积分模块板、有源微分模块板、有源非线性放大电路模块、有源线性放大电路模块和有源带阻滤波电路模块。

6. 根据权利要求4所述的一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:所述抽样定理验证模块板包括抽样采集器和低通滤波器,所述抽样采集器的输入端与函数信号发生器模块板的输出端连接,所述抽样采集器的输出端与通过低通滤波器Labview驱动控制模块的输入端连接,所述抽样保持模块板包括单稳态触发器和采样保持器,所述单稳态触发器的输入端与所述多功能信号发生器模块板的输出端连接,所述单稳态触发器的输出端通过采样保持器与所述Labview驱动控制模块的输入端连接。

7. 根据权利要求6所述的一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:所述抽样采集器包括电阻R100、电阻R101、电阻R102、电阻R103、电阻R104、电阻R105、电容C100、电容C101、电容C102、电容C103、电容C104、三极管Q100和三极管Q101,所述函数信号发生器模块板的正弦波信号输出端分别与电容C100的一端、电容C101的正极连接,电容C100的一端和电容C101的负极与分别与电阻R101的一端和电阻R102的一端连接,电阻R101的另一端与所述三极管Q100的集电极和电容C103的一端连接,所述函数信号发生器模块板的方波信号输出端通过电容C102分别与电阻R100的一端和三极管Q100的基极连接,电容C103的另一端分别与电阻R103的一端和三极管Q101的基极连接,所述三极管Q101的发射极分别与电阻R104的一端和电容C104的一端连接,该电容C104的另一端通过电阻R105与所述低通滤波器的输入端连接,所述三极管Q101的集电极和电阻R103的另一端电源控制模块板的正极电源输出端,所述电阻R104的另一端与电源控制模块板的负极电源输出端,所述电阻R102的另一端和三极管Q100的发射极与地连接;所述单稳态触发器采用CD14538BE单稳态触发器芯片,所述采样保持器采用LF398N采样保持器芯片。

8. 根据权利要求4所述的一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:所述频率特性模块板包括比例环节、第一惯性环节、比例微分环节、加法器电路、积分环节和第二惯性环节,所述比例环节的输出端依次通过第一惯性环节、比例微分环节、加法器电路和积分环节与所述第二惯性环节,所述第二惯性环节输出端分别与加法器电路的加法输入端和Labview驱动控制模块的输入端连接。

9. 根据权利要求4或6或8所述的一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:所述Labview驱动控制模块包括PCB控制面板、固定在所述PCB控制面板正面中央的USB6009数据采集卡和设置在PCB控制面板背面的PWM波信号发生单元以及设置在USB6009数据采集卡左右两侧的对象控制接口、外设接口和USB接口,所述对象控制接口、外设接口和USB接口105分别通过铜箔走线与所述USB6009数据采集卡的控制端口连接,所述USB6009数据采集卡的模拟输出口与PWM波信号发生单元的比较输入端连接;所述PWM波信号发生单元包括方波发生电路、锯齿波产生电路、电压比较电路和波形整形电,所述方波发生电路的输出端通过锯齿波产生电路与电压比较电路第一比较输入端连接,所述USB6009数据采集卡的模拟输出口的模拟输出口与电压比较电路第二比较输入端连接。

10. 根据权利要求9所述的一种信号与控制课群训练套件,其特征在于:所述方波发生电路包括电容C1、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、稳压二极管D1、稳压二极管D2和第一运算放大器A1,所述锯齿波产生电路包括电阻R5、电阻R6、电容C2和第二运算放大器A2,所述

电压比较电路包括第三运算放大器A3,所述第一运算放大器A1的负极输入端分别与所述电容C1的一端和电阻R1的一端连接,所述第一运算放大器A1的正极输入端分别与所述电阻R3和电阻R4的一端连接,所述第一运算放大器A1的输出端与所述电阻R2的一端连接,电阻R2的另一端分别与所述电阻R1的另一端、电阻R3的另一端、稳压二极管D1的阳极和电阻R5的一端连接,所述稳压二极管D1的阴极与所述稳压二极管D2的阴极连接,电阻R5的另一端分别与第二运算放大器A2的负极输入和电容C2的一端连接,该第二运算放大器A2的正极输入与所述电阻R6的一端连接,所述第二运算放大器A2的正极输入分别与所述电容C2的另一端和第三运算放大器A3的正极输入端连接,该第三运算放大器A3的负极输入端与所述数据采集单元1的模拟输出端连接,所述第三运算放大器A3的输出端与所述波形整形电路的输入端连接,电阻R6的另一端、电阻R4的另一端和稳压二极管D2的阳阴极分别与地连接。

一种信号与控制课群训练套件

技术领域

[0001] 本发明属于电子实训设备技术领域,尤其涉及一种信号与控制课群训练套件。

背景技术

[0002] 随着教育事业的快速发展,特别是高等教育事业,课程的教学内容具有较强的灵活性和扩展性,急需一种能够快速改变或添加实验硬件资源以及时匹配教学内容的教仪试验箱。传统的教仪实验箱往往实验内容有限且固定单一,把所有的实验资源都集成在同一块实验面板上,各个实验硬件资源在电气连接上具有密切的联系。这就导致了实验面板上的部分硬件电路的损坏会影响其他实验资源的正常使用,增加了教学实验设备维护的工作量以及资金投入。针对以上传统教仪实验所存在的问题,设计了一种实用创新的教仪试验箱结构。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种信号与控制课群训练套件,本发明的课群训练套件箱能够实现实验硬件资源的快速修改和扩展、维护维修方法简单方便、降低学员的误操作概率,提高了设备的安全性和可靠性。为了实现上述目的,本发明采用以下技术效果:

[0004] 根据本发明发明的一个方面,提供了一种信号与控制课群训练套件箱,包括上箱体、下箱体、上母板、下母板、空闲扩展模块板和实验模块板,所述上箱体的后边缘与所述下箱体后边缘铰接,所述上箱体的前边缘与所述下箱体前边缘进行扣接,在所述上箱体内固定所述上母板,在所述上母板上插接有若干个空闲扩展模块板,所述下母板设置在下箱体内,在所述下母板上插接有若干个实验模块板,在下箱体内且位于下母板下方设置有供电系统,在所述下箱体的背面设置有电源接入座,在下母板的下表面设置有电源接入端,所述供电系统的输入端通过导线与所述电源接线座电气连接,所述供电系统的电源输出端通过导线与所述下母板下表面的电源接入端连接,在下母板上设置有多个实验电源插座和接地插座,相邻的两个实验电源插座和相邻的两个接地插座围成一个空闲区域,每个实验电源插座之间相互电气连接且通过下母板表面的铜箔走线与所述电源接入端连接,每个接地插座之间相互电气连接,每块实验模块板分别插接在实验电源插座和接地插座形成的空闲区域上。

[0005] 优选的,所述空闲扩展模块板的数量等于或大于实验模块板的数量,所述上箱体与下箱体盖合时,上母板插接的空闲扩展模块板与下母板插接的实验模块板呈上下对称时,其尺寸大小和功能设置都相同。

[0006] 上述方案进一步优选的,所述上箱体的后边缘与所述下箱体后边缘通过两个合页式结构进行铰接,上箱体沿合页式结构向后转动打开状态下,上箱体与下箱体之间的夹角呈90度至120度,在所述下箱体的正面中央设置有提手,上箱体与下箱体通过锁扣进行扣接固定。

[0007] 上述方案进一步优选的,所述下母板分为四个插接放置区域,所述空闲区域均匀

分布在四个插接放置区域内,所述实验模块板横跨插接在一个插接放置区内所分布的一个或两个以上的空闲区域上,以及所述实验模块板分别横跨插接在一个或两个以上的插接放置区内所分布的空闲区域上,所述实验模块板包括分别独立插接在下母板四个插接放置区域内的多块有源实验模块板以及至少一块抽样定理验证模块板、抽样保持模块板、可变电容电阻库模块板、电阻电容库模块板、电机发电调速实验模块板、嵌入式实验接口模块板、温度实验模块板、函数信号发生器模块板、多功能信号发生器模块板、频率特性模块板、Labview驱动控制模块和电源控制模块板,所述电源控制模块板分别为源实验模块板、抽样定理验证模块板、抽样保持模块板、可变电容电阻库模块板、电阻电容库模块板、电机发电调速实验模块板、嵌入式实验接口模块板、温度实验模块板、函数信号发生器模块板、多功能信号发生器模块板、频率特性模块板和Labview驱动控制模块提供工作电源;所述可变电容电阻库模块板和电阻电容库模块板分别与所述有源实验模块板的信号输入端、抽样定理验证模块板的信号输入端、抽样保持模块板的信号输入端、函数信号发生器模块板的信号输入端和多功能信号发生器模块板的信号输出端进行连接;所述嵌入式实验接口模块板的控制输出端分别与所述电机发电调速实验模块板、温度实验模块板和Labview驱动控制模块输出控制接口连接,所述频率特性模块板的输出端、抽样定理验证模块板的输出端、抽样保持模块板的输出端、电机发电调速实验模块板的输出端和温度实验模块板的输出端分别与所述Labview驱动控制模块的输入端连接。

[0008] 上述方案进一步优选的,所述有源实验模块板至少包括有源低通滤波模块板、有源高通滤波模块板、有源带通滤波模块板、有源积分模块板、有源微分模块板、有源非线性放大电路模块、有源线性放大电路模块和有源带阻滤波电路模块。

[0009] 上述方案进一步优选的,所述抽样定理验证模块板包括抽样采集器和低通滤波器,所述抽样采集器的输入端与函数信号发生器模块板的输出端连接,所述抽样采集器的输出端与通过低通滤波器Labview驱动控制模块的输入端连接,所述抽样保持模块板包括单稳态触发器和采样保持器,所述单稳态触发器的输入端与所述多功能信号发生器模块板的输出端连接,所述单稳态触发器的输出端通过采样保持器与所述Labview驱动控制模块的输入端连接。

[0010] 上述方案进一步优选的,所述抽样采集器包括电阻R100、电阻R101、电阻R102、电阻R103、电阻R104、电阻R105、电容C100、电容C101、电容C102、电容C103、电容C104、三极管Q100和三极管Q101,所述函数信号发生器模块板的正弦波信号输出端分别与电容C100的一端、电容C101的正极连接,电容C100的一端和电容C101的负极与分别与电阻R101的一端和电阻R102的一端连接,电阻R101的另一端与所述三极管Q100的集电极和电容C103的一端连接,所述函数信号发生器模块板的方波信号输出端通过电容C102分别与电阻R100的一端和三极管Q100的基极连接,电容C103的另一端分别与电阻R103的一端和三极管Q101的基极连接,所述三极管Q101的发射极分别与电阻R104的一端和电容C104的一端连接,该电容C104的另一端通过电阻R105与所述低通滤波器的输入端连接,所述三极管Q101的集电极和电阻R103的另一端电源控制模块板的正极电源输出端,所述电阻R104的另一端与电源控制模块板的负极电源输出端,所述电阻R102的另一端和三极管Q100的发射极与地连接;所述单稳态触发器采用CD14538BE单稳态触发器芯片,所述采样保持器采用LF398N采样保持器芯片。

[0011] 上述方案进一步优选的,所述频率特性模块板包括比例环节、第一惯性环节、比例

微分环节、加法器电路、积分环节和第二惯性环节,所述比例环节的输出端依次通过第一惯性环节、比例微分环节、加法器电路和积分环节与所述第二惯性环节,所述第二惯性环节输出端分别与加法器电路的加法输入端和Labview驱动控制模块的输入端连接。

[0012] 上述方案进一步优选的,所述Labview驱动控制模块包括PCB控制面板、固定在所述PCB控制面板正面中央的USB6009数据采集卡和设置在PCB控制面板背面的PWM波信号发生单元以及设置在USB6009数据采集卡左右两侧的对象控制接口、外设接口和USB接口,所述对象控制接口、外设接口和USB接口105分别通过铜箔走线与所述USB6009数据采集卡的控制端口连接,所述USB6009数据采集卡的模拟输出与PWM波信号发生单元的比较输入端连接;所述PWM波信号发生单元包括方波发生电路、锯齿波产生电路、电压比较电路和波形整形电,所述方波发生电路的输出端通过锯齿波产生电路与电压比较电路第一比较输入端连接,所述USB6009数据采集卡的模拟输出端的模拟输出端与电压比较电路第二比较输入端连接。

[0013] 上述方案进一步优选的,所述方波发生电路包括电容C1、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、稳压二极管D1、稳压二极管D2和第一运算放大器A1,所述锯齿波产生电路包括电阻R5、电阻R6、电容C2和第二运算放大器A2,所述电压比较电路包括第三运算放大器A3,所述第一运算放大器A1的负极输入端分别与所述电容C1的一端和电阻R1的一端连接,所述第一运算放大器A1的正极输入端分别与所述电阻R3和电阻R4的一端连接,所述第一运算放大器A1的输出端与所述电阻R2的一端连接,电阻R2的另一端分别与所述电阻R1的另一端、电阻R3的另一端、稳压二极管D1的阳极和电阻R5的一端连接,所述稳压二极管D1的阴极与所述稳压二极管D2的阴极连接,电阻R5的另一端分别与第二运算放大器A2的负极输入和电容C2的一端连接,该第二运算放大器A2的正极输入与所述电阻R6的一端连接,所述第二运算放大器A2的正极输入分别与所述电容C2的另一端和第三运算放大器A3的正极输入端连接,该第三运算放大器A3的负极输入端与所述数据采集单元1的模拟输出端连接,所述第三运算放大器A3的输出端与所述波形整形电路的输入端连接,电阻R6的另一端、电阻R4的另一端和稳压二极管D2的阳阴极分别与地连接。

[0014] 综上所述,由于本发明采用了上述技术方案,本发明具有以下技术效果:

[0015] (1)、本发明创作结构简单合理,直观明了,便于接线操作,而且维修比较方便,可广泛用于课堂演示和学生实验,不仅可以满足各类教学和科研实验要求,增强其对课程内容及工业生产过程自动化物理对象的了解,也可为各类学生及研究人员在复杂系统及先进控制系统的研究提供工业过程自动化相关的物理模拟对象和实验手段。

[0016] (2)、可以灵活模拟多种系统的过程控制实验,主要涉及温度、电机调速与发电、数据采集与抽样、波形发生、嵌入式接口和虚拟实验等控制过程,通过过多系统进行控制实验可作为高等院校控制课程的实验装置,也可为科研人员对电子电路过程控制系统的研究提供一个完善的物理模拟对象和实验平台;能满足各个模块对不同电压等级的电源需求,各模块彼此相互独立又相互联系,工作互不影响,能够实现实验硬件资源的快速修改和扩展、维护维修简单方便、降低学生的误操作概率,提高了设备的安全性和可靠性。

[0017] (3)、本发明的训练套件可模拟多种电子系统的过程控制实验,而且紧紧绕教材中对典型电路的教学点并提供实验练习的实验板及实验套件,教学中涉及的课堂练习和课后实验都可以通过本发明来完成。训练套件中包含了多种基本电路单元和组合形式;并对具

体的电路进行了单元化,不需要学生搭建具体的电路;各个单元之间相互组合可满足通用技术教学中电子控制方面的全部教学。

附图说明

- [0018] 图1是本发明的一种信号与控制课群训练套件的结构示意图;
- [0019] 图2是本发明的一种信号与控制课群训练套件的剖视图;
- [0020] 图3是本发明的一种信号与控制课群训练套件的后视图;
- [0021] 图4是本发明的下母板布的局示意结构示意图;
- [0022] 图5是本发明的Labview驱动控制模块的结构示意图;
- [0023] 图6是本发明的PWM波信号发生单元的原理框图;
- [0024] 图7是本发明的PWM波信号发生单元的电路原理图;
- [0025] 图8是本发明的抽样定理验证模块板的原理框图;
- [0026] 图9是本发明的频率特性模块板的原理框图;
- [0027] 图10是本发明的电机发电调速实验模块板的结构示意图;
- [0028] 图11是本发明的实验控制单元的电路原理图;
- [0029] 图12是本发明的温度实验模块板的正视结构图;
- [0030] 图13是本发明的温度实验模块板的俯视结构图;
- [0031] 图14是本发明的温度实验模块板的侧视结构图;
- [0032] 图15是本发明的温度实验控制电路的控制原理图。

具体实施方式

[0033] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举出优选实施例,对本发明进一步详细说明。然而,需要说明的是,说明书中列出的许多细节仅仅是为了使读者对本发明的一个或多个方面有一个透彻的理解,即便没有这些特定的细节也可以实现本发明的这些方面。

[0034] 如图1、图2和图3所示,根据本发发明的一个方面,提供了一种信号与控制课群训练套件,包括上箱体1、下箱体2、上母板3、下母板4、空闲扩展模块板5和实验模块板6,所述上箱体1的后边缘与所述下箱体2后边缘铰接,所述上箱体1的前边缘与所述下箱体2前边缘进行扣接,在所述上箱体1内固定所述上母板3,在所述上母板3上插接有若干个空闲扩展模块板5,所述下母板4设置在下箱体2内,在下箱体2的口部内边缘下方设置有由于支撑固定所述下母板4的支撑台40,在下箱体2底部中央或两侧设置有一个或2个微型电动伸缩杆,所述微型电动伸缩杆41的伸缩端与所述下母板4下表面传动连接,从而使取出或放置下母板4在支撑台40上时更加方便,所述下母板4的边缘收容于所述下箱体2的口部周围边缘之下,在所述下母板4上插接有若干个实验模块板6,在下箱体2内且位于下母板4下方设置有供电系统7,在所述下箱体2的背面设置有电源接入座8,在下母板4的下表面设置有电源接入端9,所述供电系统7的输入端通过导线与所述电源接线座8电气连接,所述供电系统7的电源输出端通过导线与所述下母板4下表面的电源接入端9连接,所述供电系统7包括电源滤波器CW2B-6A/10A-T和大功率交直流转换开关电源两部分。所述电源滤波器CW2B-6A/10A-T交流插座自带滤波功能、自带保险丝槽、交流电输入开关以及电源指示灯,具有较高的实用性

和安全可靠性,大功率交直流转换开关电源的选择需根据实验具体硬件要求而定,功率需满足实验套件箱体额定功率的两倍。交直流开关电源固定安装在箱体的最底部,交流插座设8置在下箱体2背面的左下角且交流插座设8自带保险管和通电开关,交流插座设8直接将市电电源传导到电源滤波器CW2B-6A/10A-T输入端之后再由电源滤波器CW2B-6A/10A-T直流输出传导到下母板4上。在下母板4上设置有多个实验电源插座61和接地插座62,相邻的两个实验电源插座61和相邻的两接地插座62围成一个空闲区域60,每个实验电源插座61之间相互连通且通过下母板4表面的铜箔走线与所述电源接入端9连接,每个接地插座62之间相互电气连接,每块实验模块板6分别插接在实验电源插座61和接地插座62上,所述空闲扩展模块板5的数量等于或大于和实验模块板6的数量,所述上箱体1与下箱体1盖合时,上母板3插接的空闲扩展模块板5与下母板4插接的实验模块板6呈上下对称时,其尺寸大小和功能设置都相同,根据实验同时使用多块空闲扩展模块板5或实验模块板6进行实验以及进行更换维护。所述上箱体1的后边缘与所述下箱体2后边缘通过两个合页式结构进行铰接,上箱体1沿合页式结构向后转动打开状态下,上箱体1与下箱体2之间的夹角呈90度至120度,在所述下箱体2的正面中央设置有提手10,在提手10两侧设置有锁扣11,方便实验模块的更换和安放,上箱体1与所述下箱体2扣合时,上箱体1与下箱体2通过锁扣11进行锁紧固定,上下箱体闭合时能可靠固定上下页,搬运方便。在所述实验模块板6上设置有香蕉插头,所述实验电源插座61和接地插座62为香蕉插座,所述实验模块板6通过香蕉插头分别与下母板4上匹配的电源插座61和接地插座62插接,所述空闲扩展模块板5与上母板3之间也通过相互匹配的香蕉插头和香蕉插座相互插接。

[0035] 在本发明中,结合图1、图2、图3和图4所示,所述下母板4分为四个插接放置区域,所述空闲区域60均匀分布在四个插接放置区域内,所述实验模块板6横跨插接在一个插接放置区内所分布的一个或两个以上的空闲区域60上,对于尺寸较大的实验模块需要占据两个空闲区域60,所述实验模块板6分别横跨插接在一个或两个以上的插接放置区内所分布的空闲区域60上,,所述实验模块板6包括分别独立插接在下母板4上四个插接放置区域的多块有源实验模块板以及至少一块抽样定理验证模块板、抽样保持模块板、可变电容电阻库模块板、电阻电容库模块板、电机发电调速实验模块板、嵌入式实验接口模块板、温度实验模块板、函数信号发生器模块板、多功能信号发生器模块板、频率特性模块板、Labview驱动控制模块和电源控制模块板,有源实验模块板、抽样定理验证模块板、抽样保持模块板、函数信号发生器模块板和频率特性模块板的尺寸相同;所述电源控制模块板分别为源实验模块板、抽样定理验证模块板、抽样保持模块板、可变电容电阻库模块板、电阻电容库模块板、电机发电调速实验模块板、嵌入式实验接口模块板、温度实验模块板、函数信号发生器模块板、多功能信号发生器模块板、频率特性模块板和Labview驱动控制模块提供工作电源;所述可变电容电阻库模块板和电阻电容库模块板分别与所述有源实验模块板的信号输入端、抽样定理验证模块板的信号输入端、抽样保持模块板的信号输入端、函数信号发生器模块板的信号输入端和多功能信号发生器模块板的信号输出端进行连接;所述嵌入式实验接口模块板的控制输出端分别与所述电机发电调速实验模块板、温度实验模块板和Labview驱动控制模块输出控制接口连接,所述频率特性模块板的输出端、抽样定理验证模块板的输出端、抽样保持模块板的输出端、电机发电调速实验模块板的输出端和温度实验模块板的输出端分别与所述abview驱动控制模块的输入端连接;下母板4上的四个区域分别为A区域、B

区域、C区域和D区域,四个插接放置区域从内边缘向外边缘依次设置在下母板4上,每个区域在下母板4上呈横向延伸(即沿下母板4的长边方向延伸设置),靠近下箱体2内后方的一侧的下母板4设置为A区域,从后向前依次划分为B区域、C区域和D区域,以四个香蕉插座为单位组成一个空闲区域作为一个基本模块区域,同一规格的基本模块区域大小尺寸完全相同,所述电机发电调速实验模块板、嵌入式实验接口模块板、温度实验模块板分别沿下母板4的A区域(A1区、A2区和A3区)且从左向右依次排列,A区域中的每个模块分布在两个基本模块区域(空闲区域60)内,所述函数信号发生器模块板、多功能信号发生器模块板和Labview驱动控制模块分别沿下母板4的沿下母板4的B区域(B1区、B2区和B3区)且从左向右依次排列,B区域中的每个模块分布在两个基本模块区域(空闲区域60)内,所述有源实验模块板、抽样保持模块板和抽样定理验证模块板分别设置在C区域和D区域上中的任意一个空闲区域60上并将其两个区域完全插接布局满,C区域和D区域中的每个模块分布在一个基本模块区域(空闲区域60)内;所述电源控制模块板设置在下母板4的右侧且横跨插接在A区域和B区域上,所述可变电容器库模块板和电阻电容库模块板分别设置在下母板4的右侧且从右向左横跨插接在C区域和D区域上(C1区至C5区和D1区至D5区)上。上箱体1和下箱体盖合时,对于上母板3上插接有若干个空闲扩展模块板5与同一类型设计规格尺寸完全一致的下母板4上的实验模块板5呈镜像对称,不仅是每个电路模块布局更加美观且不会混淆实验电路模块。这也使得各模块之间的独立性更强,某个模块的损坏并不会影响实验箱的其它实验资源的正常工作,可立即将损坏的模块更换掉后,整个实验箱的功能即可恢复,给设备的维护维修提供了极大的便利。上母板3、下母板4上对应的同一类型的空闲扩展模块板5和实验模块板6之间的间隔和母板与模块之间的间隔一致,同一种类型规格空闲扩展模块板或实验模块板的区域大小尺寸完全一样,使得各种规格尺寸的实验模块能在母板上安放的同时,也能拆卸存放到空闲扩展模块所在区域上。

[0036] 在本发明中,结合图1、图2、图3和图4所示,所述电源控制模块板布置在母板的右上角,且布置着直流电源总开关、熔断器保险丝和直流电源指示灯,用于控制直流电供给且用以给各个实验模块供电。每个实验模块的四个角上设置一个香蕉插座且成水平方向轴对称,竖直方向非对称,即左边两香蕉插座的距离略小于右边两香蕉插座的距离,按照此规格设计出来的实验模块放置方向唯一,避免了误操作反接电源对时实验模块造成损伤。在本发明中,所述有源实验模块板至少包括有源低通滤波模块板、有源高通滤波模块板、有源带通滤波模块板、有源积分模块板、有源微分模块板、有源非线性放大电路模块(有源非线性放大电路模块由两个非线性基本电路和 $-12V\sim+12V$ 可调电压输出电路组成。该有源非线性放大电路模块可与有源电路配合可以呈现出理想继电、理想饱和、死区和间隙等典型非线性环节)、有源线性放大电路模块(有源线性放大电路模块由一个或两个单体运放OP07CP组成,可配合电阻电容库模块板构成加法器、减法器以及电压比较器,亦或配合其他有源模块可以模拟更为复杂的高阶系统)和有源带阻滤波电路,有源实验模块由单运放OP07CP及若干电阻电容组成,每一片有源实验模块的电阻、电容参数都不一样,电路连接也有一定差异,根据需要设置成有源滤波模块或比例、积分、微分、惯性等基本环节电路用于控制系统的电路模拟实验,每个有源模块上的电阻、电容参数是待定的,可以电阻电容库模块板或/和可变电容器库模块板中选取不同的电阻、电容参数对比其滤波效果的差异。嵌入式实验接口模块板由一片MSP430F149单片机构成的最小系统模块以及一片串口屏显示器、一片

无线通信模块和四个独立按键组成，MSP430F149单片机的各个IO口通过排针或牛角插引出，具有较好的通用性。串口屏用以显示各种测量参数，四个独立按键用以进行参数设置，无线通讯模块用于与其它单片机进行无线通讯和信息交互；多功能信号发生器模块板具有单路波形输出，具有双路差分TTL电平输出通道，能产生正弦波、方波（占空比可调）、矩形波、三角波、锯齿波、常用脉冲、噪声、心电图、调幅波、调频波等波形，用以产生特殊的信号源；函数信号发生器模块板用以产生阶跃、斜坡及抛物线三种信号与控制课群实验最为常用的波形，输出波形幅值可调，波形宽度可调。电阻电容库模块板由不同参数的电阻、电容、二极管以及电感组成，以满足有源电路系统模拟、滤波器实验对特殊参数器件的需求；可变电容器库模块板由两个高精度电位器以及两个4组编码开关电路组成。可以根据实验需求调节出所期望的阻值和容值参数。

[0037] 在本发明中，结合图1、图4、图5、图6和图7所示，所述Labview驱动控制模块包括PCB控制面板100、固定在所述PCB控制面板100正面中央的USB6009数据采集卡101和设置在PCB控制面板100背面的PWM波信号发生单元102、设置在USB6009数据采集卡101左右两侧的对象控制接口103和外设接口104以及设置在USB6009数据采集卡101有上角附件的USB接口105，所述对象控制接口103、外设接口104和USB接口105分别通过铜箔走线与所述USB6009数据采集卡101的控制端口连接，所述USB6009数据采集卡101的模拟输出口与PWM波信号发生单元102的比较输入端连接，USB6009数据采集卡101（或用USB6008数据采集卡进行替代）的外设有8路模拟输入通道、2路模拟输出通道、12条数字IO线和32分辨率计数器，具备电压采集功能、电压采集范围-10V至+10V、模拟电压输出功能，电压输出范围0V至5V、IO口输出功能和脉冲计数功能。其中，8路模拟输入通道可作为控制信号采样口，也可作为上位机虚拟示波器的数据采集口；2路模拟输出通道可输出0至5V变化范围的模拟信号，从而为PWM波发生电路输出不同占空比的控制信号，12条数字IO线提供信号输入输出功能和一个32分辨率计数器用于捕捉脉冲计数。所述USB6008/6009数据采集卡基本的运用场合包括简单的数据记录、便携式测量和学术机构的实验室实验，支持Windows、Mac OS X、Linux和Pocket PC驱动软件，安装上NI-DAQmx Base驱动软件后可以使用LABVIEW或C为USB6009编程，将USB接口105通过与上位机进行连接，读取USB6008数据采集卡101采集的数据。在本发明中，如图6所示，所述PWM波信号发生单元102包括方波发生电路1020、锯齿波产生电路1021、电压比较电路1022和波形整形电1023，所述方波发生电路1020的输出端通过锯齿波产生电路1021与电压比较电路1022第一比较输入端连接，所述USB6009数据采集卡101的模拟输出口A01与电压比较电路1022第二比较输入端连接，在本发明中，如图7所示，所述方波发生电路1020包括电容C1、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、稳压二极管D1、稳压二极管D2和第一运算放大器A1，所述锯齿波产生电路1021包括电阻R5、电阻R6、电容C2和第二运算放大器A2，所述电压比较电路1022包括第三运算放大器A3，所述第一运算放大器A1的负极输入端分别与所述电容C1的一端和电阻R1的一端连接，所述第一运算放大器A1的正极输入端分别与所述电阻R3和电阻R4的一端连接，所述第一运算放大器A1的输出端与所述电阻R2的一端连接，电阻R2的另一端分别与所述电阻R1的另一端、电阻R3的另一端、稳压二极管D1的阳极和电阻R5的一端连接，所述稳压二极管D1的阴极与所述稳压二极管D2的阴极连接，电阻R5的另一端分别与第二运算放大器A2的负极输入和电容C2的一端连接，该第二运算放大器A2的正极输入与所述电阻R6的一端连接，所述第二运算放大器A2的正极输入分别与所述电容C2

的另一端和第三运算放大器A3的正极输入端连接,该第三运算放大器A3的负极输入端与前述数据采集单元1的模拟输出端连接,所述第三运算放大器A3的输出端与前述波形整形电路的输入端连接,电阻R6的另一端、电阻R4的另一端和稳压二极管D2的阳阴极分别与地连接;所述波形整形电路1023采用CD4050BE同相缓冲器进行波形整形,波形整形电路1023输出的PWM波输入至被控制对象1024(如电机调速、发电机转速、温度控制等),从而完成了PWM波的产生到采用PWM波对被控制对象204进行控制。在本发明中的三级算放大器A1-A7分别采用OP07CP有源放大器,该有源放大器是一种低噪声,非斩波、稳零、双电源供电的运算放大器集成电路,具有极低的输入失调电压,大多数情况下不需要额外的调零措施,使用方法简单便捷。整个PWM波信号发生单元的波形变换过程分为三级,第一级为方波的产生,通过电容C1的不断充放电,在第一运算放大器A1的输出端不断输出方波信号,方波信号的频率由电容C1、电阻R1、电阻R3和电阻R4的阻值决定,输出的方波幅度由稳压二极管D1和稳压二极管D2进行钳位限定,所产生的方波最大电压值+5V,最小电压值-5V,且方波的频率满足:

$$[0038] \quad f = \frac{R3}{4R1R4C1};$$

[0039] 其中,f-方波的频率,C1-电容C1的容值,R1-电阻R1的阻值,R3-电阻R3的阻值,R4-电阻R4的阻值。

[0040] 第二级为锯齿波的产生,主要采用积分电路产生锯齿波,积分电路产生的效果是将直流信号变成斜坡信号,输入的方波信号电压为-5V时积分输出为向上的斜坡,电压为+5V时积分输出为向下的斜坡,通过不断变换积分方向产生锯齿波;第三级为电压比较输出,锯齿波信号和USB6008/6009的模拟输出端A01输出的模拟电压分别经过第三运算放大器A3的正极输入端和负极输入端进行电压比较输出,USB6008/6009的模拟输出端A01输出的模拟电压连接到第三运算放大器A3的反向输入端(负极输入端),比较器的工作原理是当第三运算放大器A3的正向输入端的电压大于反向输入端电压时,比较器输出高电平,当正向输入端的电压小于反向输入端电压时,比较器输出低电平,经过不断地进行比较后输出连续的PWM波,由比较器的工作原理可知,A01输出的模拟电压值越小,PWM波占空比越大,A01输出的模拟电压值越大,PWM波占空比越小,由于比较器输出得PWM波信号有稍许的畸形,故采用CD4050BE同向缓冲对器PWM波信号进波形整形,从而输出完美的PWM波。在所述USB6009数据采集卡101左侧且与外设接口104之间的PCB控制面板100上设置有等距分布的测试区108,所述测试区108由测试插座接口108a和测试针108b形成八行两列等距分布的测试点,测试插座接口108a采用铜制M2香蕉插座进行设置,其主要功能是电压信号采集,在USB6009数据采集卡101的模拟输入端口AIO全部引出至8根测试插座接口108a和测试针108b,每排测试插座和每排测试插针为一连通的测试点,从而将8路模拟输入通道输入的模拟信号作为示波器测试点,极大方便示波器对输入模拟信号的实时监测。在本发明中,所述对象控制接口103分别连接USB6009数据采集卡101的模拟输入通道AIO-AI1、计数输入端PFIO以及连接CD4050BE同相缓冲器的脉冲输出端口PWM01和脉冲输出端口PWM02,脉冲输出端口PWM01和脉冲输出端口PWM02是被控对象的控制信号,通过控制信号对被控制对象进行控制(例如在电机控制对象中由于需要控制电机正反转就需要两路PWM控制信号;温室温度对象用一路PWM信号即能完成控制功能),所述外设接口104分别连接USB6009数据采集卡101的模拟

输入通道AI0-AI7、模拟输出端口A00和模拟输出端口A01连接,所述第二外设接口106分别连接USB6009数据采集卡101的数字量输入/输出口P0口和P1口连接、2.5V电源和+5V电源连接;在PCB控制面板100的四个边角设置了电源插头106和接地插头GND电源插头106和接地插头GND为香蕉插头且分别布置,左边两个香蕉插头为主电源输入端,两个不同电压等级的电压分别为+15V和-15V,右边两个香蕉插头为电源地(GND),从而将PCB控制面板100接插到为之专门设计的供电母板的香蕉插座上即可正常工作,左边两个香蕉插头的距离要略小与右边两个香蕉插头的距离,这样布置的目的是规范PCB控制面板100在母板上的安装方向,避免误操作将电源反接造成模块损坏。

[0041] 在本发明中,结合图1、图4和图8所示,所述抽样定理验证模块板包括抽样采集器和低通滤波器,所述抽样采集器的输入端与函数信号发生器模块板的输出端连接,所述抽样采集器的输出端与通过低通滤波与Labview驱动控制模块的输入端连接,所述抽样保持模块板包括单稳态触发器和采样保持器(未图示),所述单稳态触发器的输入端与所述多功能信号发生器模块板的输出端连接,所述单稳态触发器的输出端通过采样保持器与所述Labview驱动控制模块的输入端连接,所述单稳态触发器采用CD14538BE单稳态触发器芯片,所述采样保持器采用LF398N采样保持器芯片,脉冲输入信号由多功能信号发生器提供,经单稳态触发器整形后供采样保持器使用,其作用主要是对保持电容输入和输出端进行阻抗变化,以提高采样/保持放大器的性能,采样保持器的瞬态响应输出信号接入Labview驱动控制模块的模拟输入端口中,即可在虚拟示波器截面上显示信号输出波形,从而能快速地完成采样保持验证实验。在本发明中,如图8所示,所述抽样采集器包括电阻R100、电阻R101、电阻R102、电阻R103、电阻R104、电阻R105、电容C100、电容C101、电容C102、电容C103、电容C104、三极管Q100和三极管Q101,所述函数信号发生器模块板的正弦波信号输出端分别与电容C100的一端、电容C101的正极连接,电容C100的一端和电容C101的负极与分别与电阻R101的一端和电阻R102的一端连接,电阻R101的另一端与所述三极管Q100的集电极和电容C103的一端连接,所述函数信号发生器模块板的方波信号输出端通过电容C102分别与电阻R100的一端和三极管Q100的基极连接,电容C103的另一端分别与电阻R103的一端和三极管Q101的基极连接,所述三极管Q101的发射极分别与电阻R104的一端和电容C104的一端连接,该电容C104的另一端通过电阻R105与所述低通滤波器的输入端连接,所述三极管Q101的集电极和电阻R103的另一端电源控制模块板的正极电源输出端,所述电阻R104的另一端与电源控制模块板的负极电源输出端,所述电阻R102的另一端和三极管Q100的发射极与地连接,抽样采集器的输入信号由函数信号发生器模块板输出的高频方波信号和高频正弦波信号组成,其中,方波信号是抽样控制信号,正弦波信号是采样信号。三极管Q100在电路中起着开关作用,三极管Q101在电路中起着放大作用,正弦波信号经电容C100和电容C101耦合输出和电阻R102分压后输入三极管Q100,当三极管Q100处于截止状态时,正弦信号引入三极管Q101进行放大输出,即处于采样阶段;当三极管Q100处于饱和导通状态时,正弦信号引入地端,即处于非采样阶段;方波信号在被置低的时间段里进行采样,因此,方波的频率就是采样频率,所述低通滤波器是由两级级联的有源低通滤波器组成,其作用是将高频的杂波滤除,当方波信号的频率足够高时,可以在低通滤波器的输出端VOUT100获得一个与输入正弦信号相同频率的正弦波,具体的采样输出信号可以接入Labview驱动控制模块的模拟输入端,即可在虚拟示波器截面上显示信号输出波形,从而能快速地完成采样保

持验证实验。

[0042] 在本发明中,结合图1、图4和图9所示,所述频率特性模块板包括比例环节、第一惯性环节、比例微分环节、加法器电路、积分环节和第二惯性环节,所述比例环节的输出端依次通过第一惯性环节、比例微分环节、加法器电路和积分环节与所述第二惯性环节,所述第二惯性环节输出端分别与加法器电路的加法输入端和Labview驱动控制模块的输入端连接;每个环节电路都由OP07CP有源放大器,具有极低的输入失调电压,大多数情况下不需要额外的调零措施,使用方法简单便捷。在本发明中,多功能信号发生器模板的输出端输出的正弦波信号连接至比例环节的输入端VIN01,第一惯性环节的输出一开始并不与输入同步按比例变化,直到过渡过程结束,输出才能与输入保持比例,比例微分环节输出电压采样比例输出与微分输出的代数和,从而使输出不失真、不延迟、成比例地浮现输入信号的变化,即信号没有惯性,加法器电路将输入信号与最后输出的信号在OP07CP有源放大器的负极输入端进行加法运算,从而通过输出信号反馈到输入端,使输入信号与输出信号达到同步;积分环节的输出量与输入量的时间积分值成比例,积分环节可消除频率特性控制系统中的静态误差,在电机转速等物理量的精确无静差跟踪上被广泛实用;最后,通过调节第二惯性环节中的电路参数,以反馈至加法器电路的加法输入端,从而改变频率特性的曲线图,通过进行频率特性测试,得到测试数据和输出频率特性曲线图像,再通过曲线图像计算出系统的传递函数,最后通过系统传递函数大致推算出硬件电路结构以及阻容器件的参数从而完成频率特性实验,这样的参数测试被广泛应用于黑盒子技术领域,根据其外部表现来判断和操作,从而判断出黑盒子电路结构。

[0043] 在本发明中,结合图1、图4、图10和图11所示,所述电机发电调速实验模块板包括调速控制面板200以及从左至右固定在所述直流控制面板200上的双轴直流电动机M1、直流发电机M2、转速检测单元和实验控制单元,所述双轴直流电动机M1第一输出轴上设置所述转速检测单元,该双轴直流电动机M1第二输出轴通过联轴器204与直流发电机M2的驱动输入轴连接,在所述调速控制面板200上还设置有电源插头205、接地插座GND和转接控制插座206,嵌入式实验接口模块板通过数据线与所述转接控制插座206连接,转接控制插座206采用P6牛角插座进行信号交互,转接控制插座206极大方便调速与发电实验的信号交互,以及适应多种不同类型的控制器的接入。所述转接控制插座200通过PCB电机控制面板20上的铜箔走线分别所述转速检测单元和双轴直流电动机M1连接,所述电源插头205通过铜箔走线与双轴直流电动机M1的电源端连接,电源插头205(以及接地插头)插接在下母板4上的实验电源插座61(接地插座62)上,所述转速检测单元包括编码盘201、发光源202和光电检测器203,所述编码盘201的中心轴与所述双轴直流电动机M1第一输出轴传动连接,所发光源202和光电检测器203分别设置于编码盘201的两侧,所述光电检测器203的输出端与嵌入式实验接口模块板的检测输入端连接,所述实验控制单元包括隔离驱动器、直流驱动电路、波形整形电路和调速指示单元,所述隔离驱动器74LS244隔离驱动芯片,所述波形整形电路采用CD4050BE同相缓冲器芯片对波形进行整形。所述嵌入式实验接口模块板的PWM输出端口通过隔离驱动器和直流驱动电路与所述双轴直流电动机M1输入控制端连接,所述转速检测单元中的光电检测器203的输出端通过波形整形电路与嵌入式实验接口模块板的检测输入端连接进行波形显示(光电检测器203的输出端也可以通过波形整形电路与USB6009数据采集卡101的计数输入端PFIO连接,即可在虚拟示波器截面上显示信号),沿着编码盘201直径方

向设置透明与遮光相间的条纹,把编码盘201布置在发光源202与光电探测器203之间,当编码盘201挡住光源时,光电探测器203输出低电平;当发光源202穿过透明条纹发射到光电探测器203上时,光电探测器203输出高电平,编码盘201旋转时产生一个个脉冲编码信号,所产生的编码信号具有A、B两相,两相A、B信号输出的脉冲在相位上相差90度,由于光电编码器输出的A、B两相脉冲信号并非标准的方波,可以使用CD4050BE同相缓冲器对波形进行整形得到标准方波信号,而且可以通过嵌入式实验接口模块板调节PWM信号的频率大小,并将整形后的方波在进行同步显示。所述直流驱动电路由4个MOS管(MOS管Q201、MOS管Q202、MOS管Q203和MOS管Q204)组成H桥电路,由于4个MOS管使用15V电压给其供电,通过嵌入式实验接口模块板的PWM输出端口控制两个PWM波的输出变化达到电机调速和转向变化的目的,双轴直流电动机M1将产生的动能通过联轴器204传递给直流发电机M2,直流发电机M2转轴上布置一个小型直流风扇204(F),可以用于观测双轴直流电动机M1的转向以及转速,之后直流发电机M2产生的动能供给后级的两个反向连接的LED灯D200和LED灯D201以及一个钨丝负载指示灯RL使用。两个反向连接的LED灯可以用于指示直流发电机M2的电流流向,从而判断直流发电机M2的转向。钨丝负载指示灯RL作为直流发电机M2的主要负载,其发光亮度可以间接反映双轴直流电动机M1转速的大小,通过设置在调速控制面板200右下角的负载控制开关K1可以选择是否接入负载指示灯RL,从而直观地观察电机和发电机的转速。

[0044] 在本发明中,结合图1、图4、图12和图13所示,所述温度实验模块板包括温度实验控制面板300、亚克力保温管301、加热灯杯302、封口板303、温度传感器组304、信号交互接口座305和温度实验控制电路,所述温度实验控制电路与温度传感器组304连接,在所述温度实验控制面板300的四个角上分别设置有电源接入插头309和接地接入插座310,电源接入插头309位于左侧,接地接入插座310位于右侧,电源接入插头309和接地接入插座310分别插接在下母板4上,电源接入插头309和接地接入插座310采用M4导电性能良好的香蕉插头,是整个温室实验控制模块的电源输入接口,左边两个香蕉插头(为电源接入插头)之间的距离略小与右边两个香蕉插头(为接地接入插头)之间的距离且成水平方向轴对称布置,香蕉插头接插到供电母板的香蕉插座上即可正常工作,四个香蕉插头呈梯形布置目的是规范模块在母板上的放置方向,避免误操作电源反接造成模块损坏。所述亚克力保温管301的两端分别通过封口板303密封后固定在温度实验控制面板300上,所述加热灯杯302分别通过封口板303水平固定在亚克力保温管301的两端内,温度实验控制面板300承载着由亚克力保温管301与封口板303所构成的温室结构,在右侧的封口板303的板面上设置有抽风孔306,如图14所示,在右侧封口板303的板面上且紧贴所述抽风孔306的外侧固定设置有抽风扇307,在靠近信号交互接口座305一侧的温度实验控制面板300的板面上设置有风扇控制开关308,所述抽风扇307的电源端通过风扇控制开关308与所述电源接入插头309电气连接,在所述封口板303下端的温度实验控制面板300上设置有插针焊盘孔311,所述封口板303通过L型插针插入所述温度实验控制面板300上设置的插针焊盘孔311且通过焊接固定连接,在本发明中,亚克力保温管301是温室的主体结构且呈“工”型圆柱状的透明体,封口板303作为温室结构的重要组成部分用于封堵亚克力保温管301的两端,从而构成相对密闭的温室空间并通过连接着L型插针插入将整个温室结构固定在温度实验控制面板300上。在亚克力保温管301的两端内的加热灯杯302之间设置所述温度传感器组304,所述温度传感器组304的数据输出端依次通过温度实验控制面板300上的铜箔走线与所述信号交互接口

座305和嵌入式实验接口模块板的数据检测端连接,信号交互接口座305采用P6牛角插座并设置在温度实验控制面板300的右下角。所述加热灯杯302的开口部呈相互镜像固定在所述亚克力保温管301的两端内,所述温度传感器组304包括沿同一轴线设在温度实验控制面板300上的第一温度传感器304a、第二温度传感器304b和第三温度传感器304c,所述第一温度传感器304a、第二温度传感器304b和第三温度传感器304c伸入亚克力保温管2内,且所述第一温度传感器304a、第二温度传感器304b分别设置在亚克力保温管301左右两端内的加热灯杯302的开口部正前方边缘,所述第二温度传感器304b设置在第一温度传感器304a和第三温度传感器304c之间,所述第一温度传感器304a、第二温度传感器304b和第三温度传感器304c的信号输出端通过导线穿出亚克力保温管301后焊接在温度实验控制面板300上,所述加热灯杯302的加热控制端、第一温度传感器304a的数据输出端、第二温度传感器304b的数据输出端和第三温度传感器304c的数据输出端通过信号交互接口座305及数据线分别与所述嵌入式实验接口模块板连接,在所述加热灯杯302内设设置有加热灯,所述温度实验控制电路包括二输入与非门U300、耦合驱动器U301和功率放大器,所述嵌入式实验接口模块板的采集输入端分别与第一温度传感器304a的数据输出端、第二温度传感器304b的数据输出端和第三温度传感器304c的数据输出端电气连接。在本发明中,如图15所示,所述嵌入式实验接口模块板的PWM信号输出端分别与所述二输入与非门U300的输入端连接,二输入与非门U300的输出端依次通过隔离驱动器U301和功率放大器与所述加热灯的控制端电气连接,通过二输入与非门U300进行整形后输出稳定和规则的PWM波信号,再经过隔离驱动器U301放大进行隔离从而防止反馈信号损坏嵌入式实验接口模块板。以亚克力保温管301和封口板303构成的一个相对密闭温室,两盏20W的加热灯(采用钨丝灯L300和钨丝灯L301)充当热源并设置在加热灯杯302内,三个高线性度的热敏电阻R300(温度传感器组304)充当温度传感器(如图15所示),放置在亚克力保温管301中三个不同的位置,操作者可以任意选着其中一个作为温度传感器采集的温度反馈给嵌入式实验接口模块板,所述温度传感器组304分别采用长条棒形高线性热敏电阻,等间距布置在温室中,两个钨丝灯所发出的光可以在温室中形成对射,使温室温度快速上升,传感器监控温室不同位置上的温度值,使用小型静音抽风扇布置在封口板303的外侧,紧贴封口板303并将亚克力保温管301(温室中)内的热空气抽出以达到降低温室温度的目的。再通过温度传感器反馈的实际温度与预设定的温度作比较分析后,嵌入式实验接口模块板输出控制信号调节加热灯发热量,达到调节温室温度的目的,嵌入式实验接口模块板输出幅值为3.3V的PWM波信号;耦合驱动器U301采用的型号为TLP250光耦器,在电路中即起到强弱电隔离又起到PWM波信号放大的作用,TLP250光耦器信号输出端PWM波幅值为15V,TLP250光耦器输出高频率、不同占空比的PWM波分别通过控制功率放大器(MOS管Q1和MOS管Q2)的导通和截止来控制两端加热灯杯302内的加热灯(钨丝灯L300和钨丝灯L301)的发光亮度,MOS管导通或断开的控制信号经过光耦放大的PWM波信号直接用于驱动MOS管,高电平导通,低电平断开,不同占空比的PWM波对应着两个钨丝灯L300和钨丝灯L301不同的发光亮度,即发热量,从而间接控制其发热量,达到调节温度的目的;而整个温室实验控制模块所必需的信号都集成到了P6牛角插座上,P6牛角插座上的信号主要包括嵌入式实验接口模块板的PWM波控制信号和三个温度传感器的温度采集信号,极大方便模块信号交互,适应多种不同类型的嵌入式实验的接口连接,布置三个短路柱K1、K2和K3分别对应三个温度传感器的信号交互接口座305的接口,并使用短路帽短接对应

的短路柱K1、K2和K3可以自主选择读取任意一个温度传感器的温度反馈数值。在需要给温室降温时可以打开风扇控制开关308,抽风扇307将温室中的热空气抽出,达到降温目的,在温度实验控制面板300的两端设置的插针焊盘孔311用于使用L型插针(直角排针)固定由亚克力保温管301与封口板303所构成的温室结构,并将加热灯(采用钨丝灯L300和钨丝灯L301)的控制信号传递到封口板303上,对两个钨丝灯L300和钨丝灯L301进行加热控制,在所述封口板303的板面上设置多个抽风孔306用于给亚克力保温管301内的温室空间通风散热;并将加热灯(钨丝灯L300和钨丝灯L301)的控制信号传导到加热灯杯302所固定的封口板203上,最后传导到加热灯上,封口板303下端的插针焊盘孔311用于使用L型插针(直角排针)将封口板303固定于温度实验控制面板300上,从而使整个温室结构稳定地固定于温度实验控制面板300上。

[0045] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

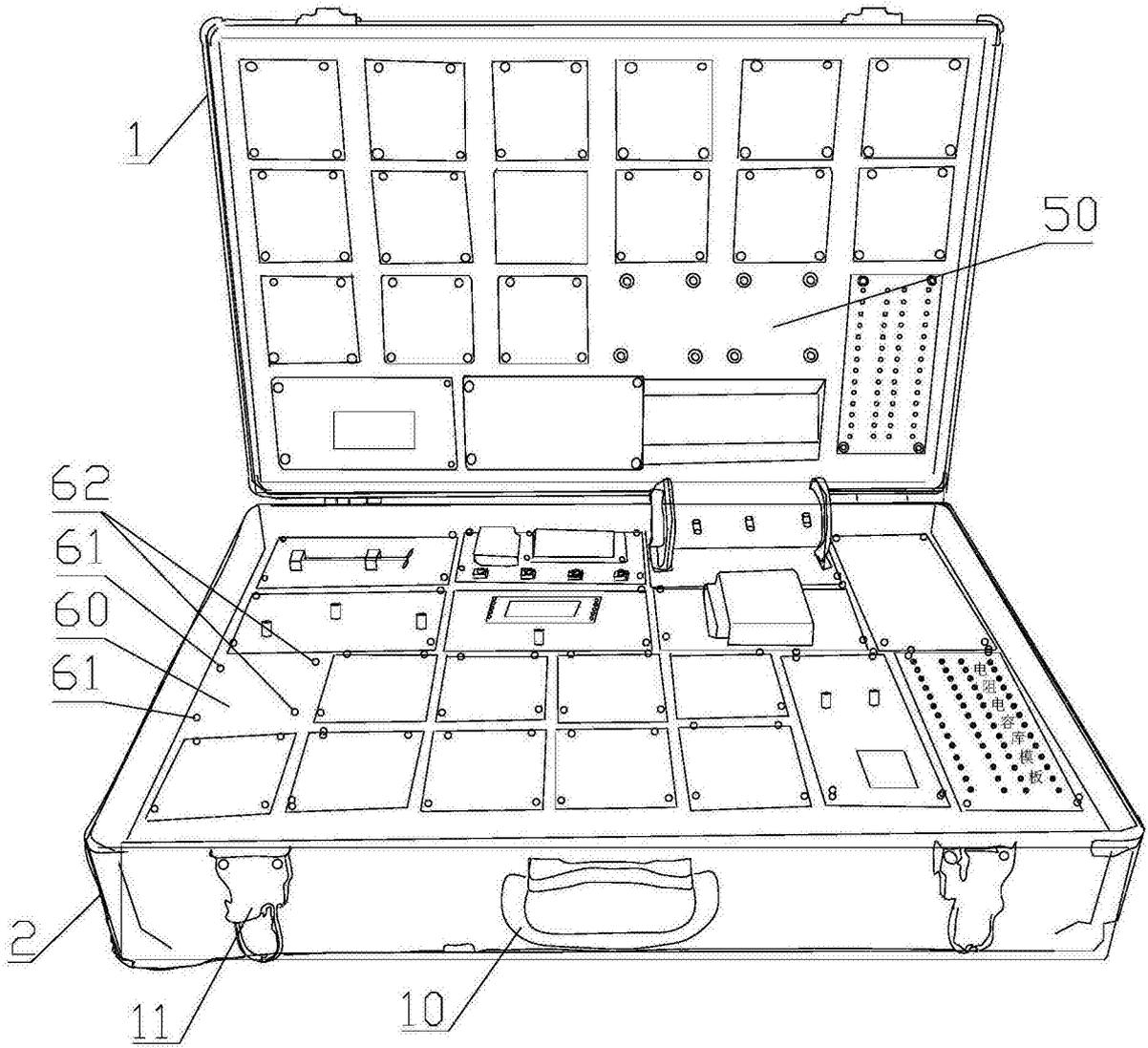


图1

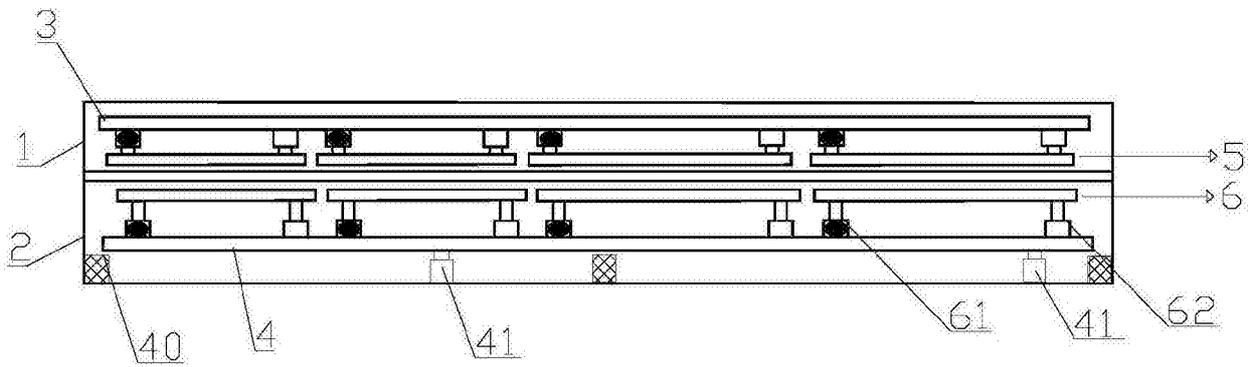


图2

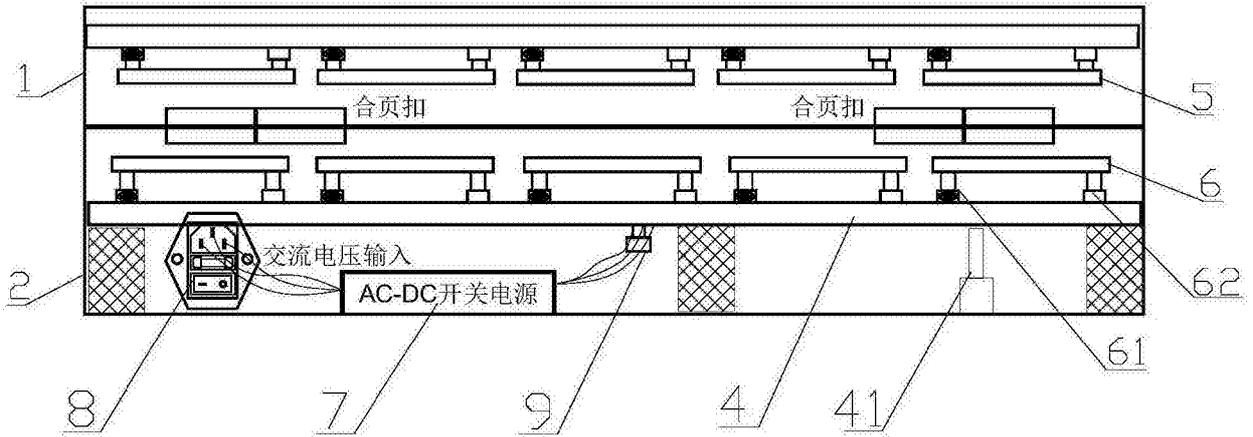


图3

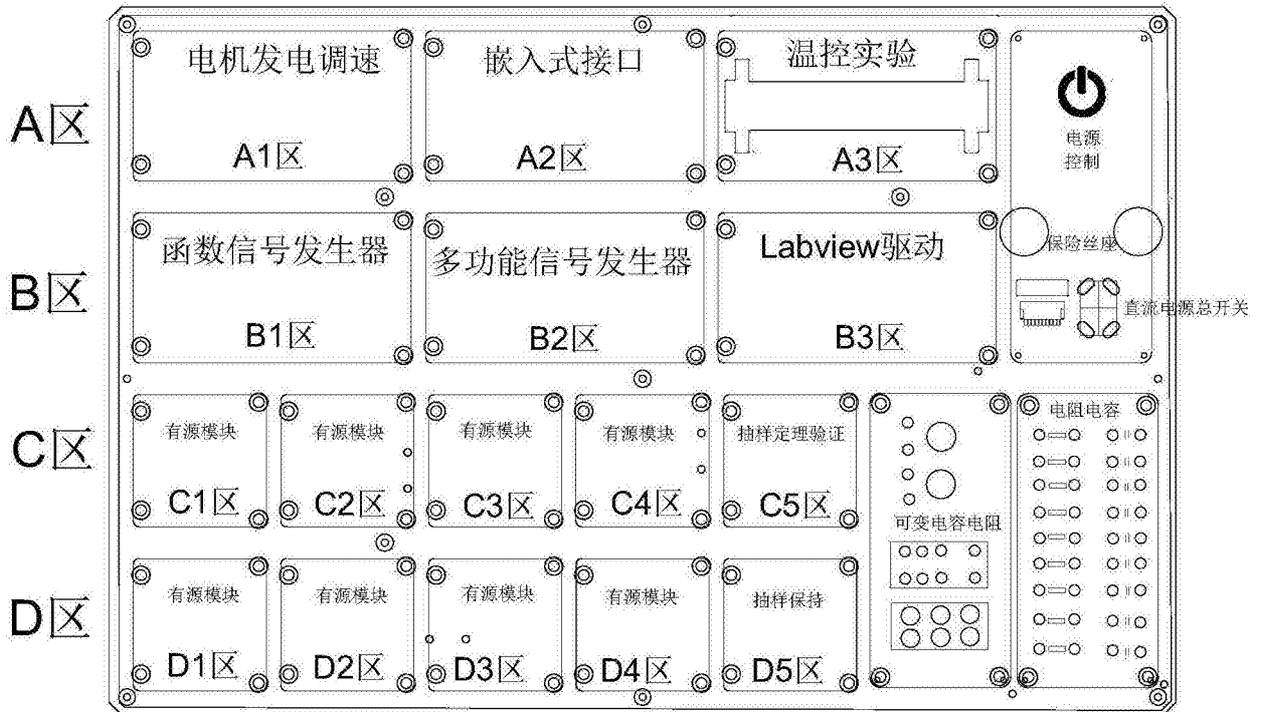


图4

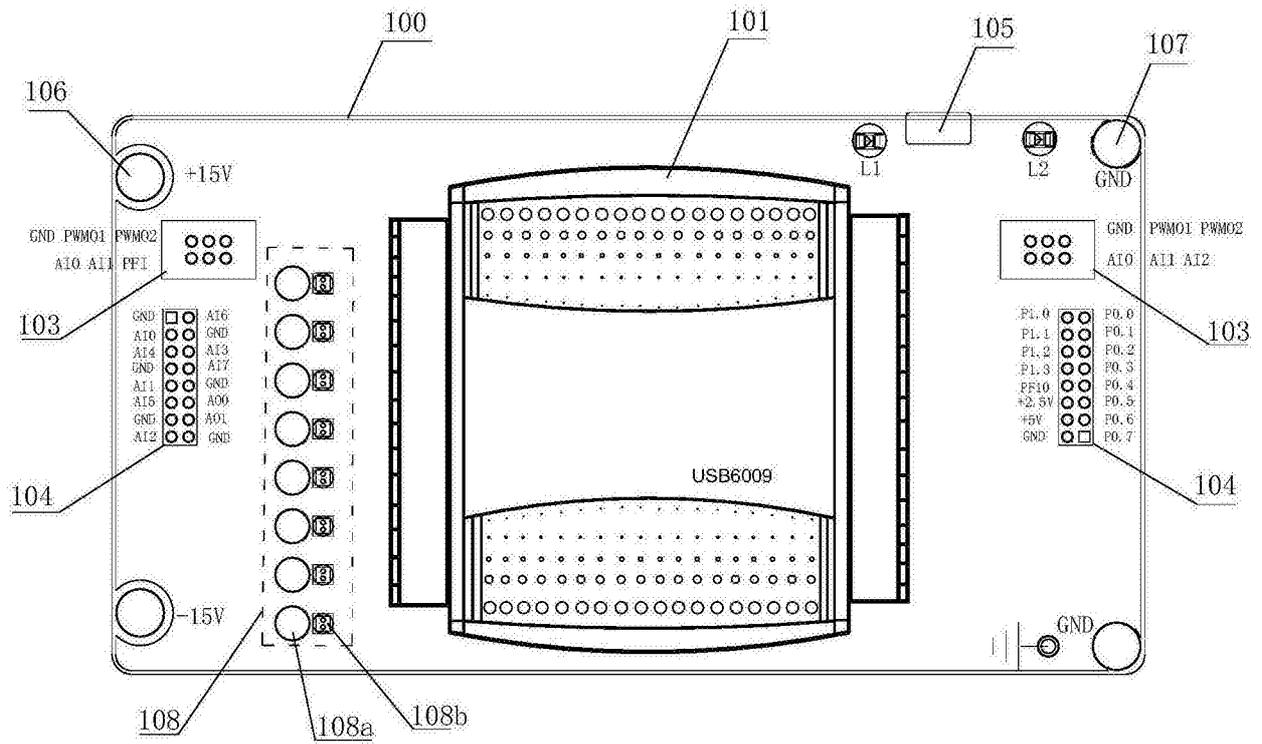


图5

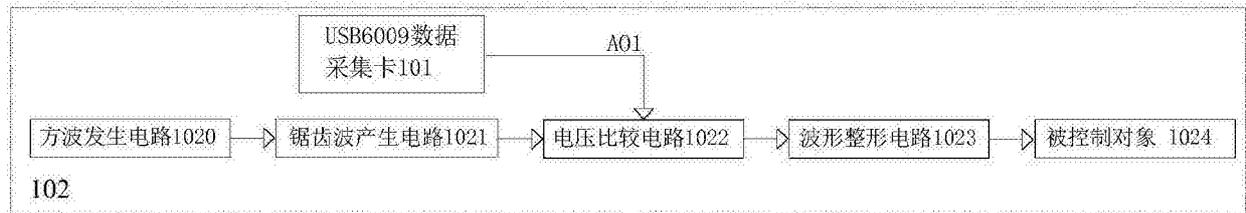


图6

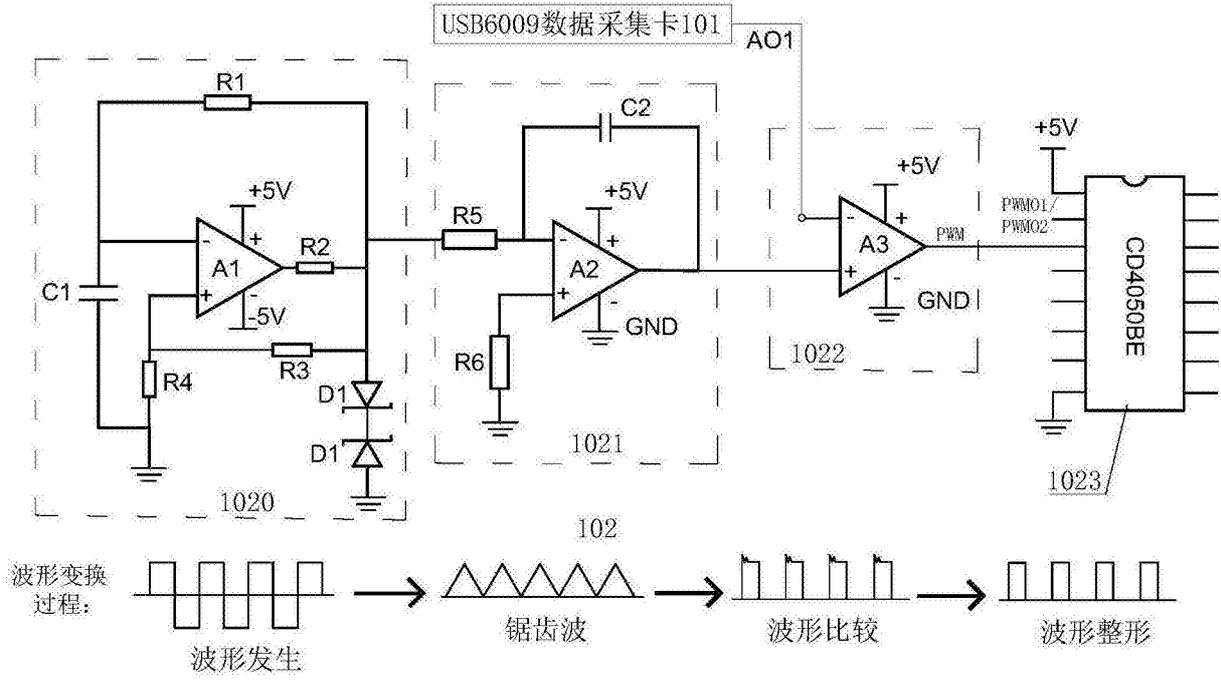


图7

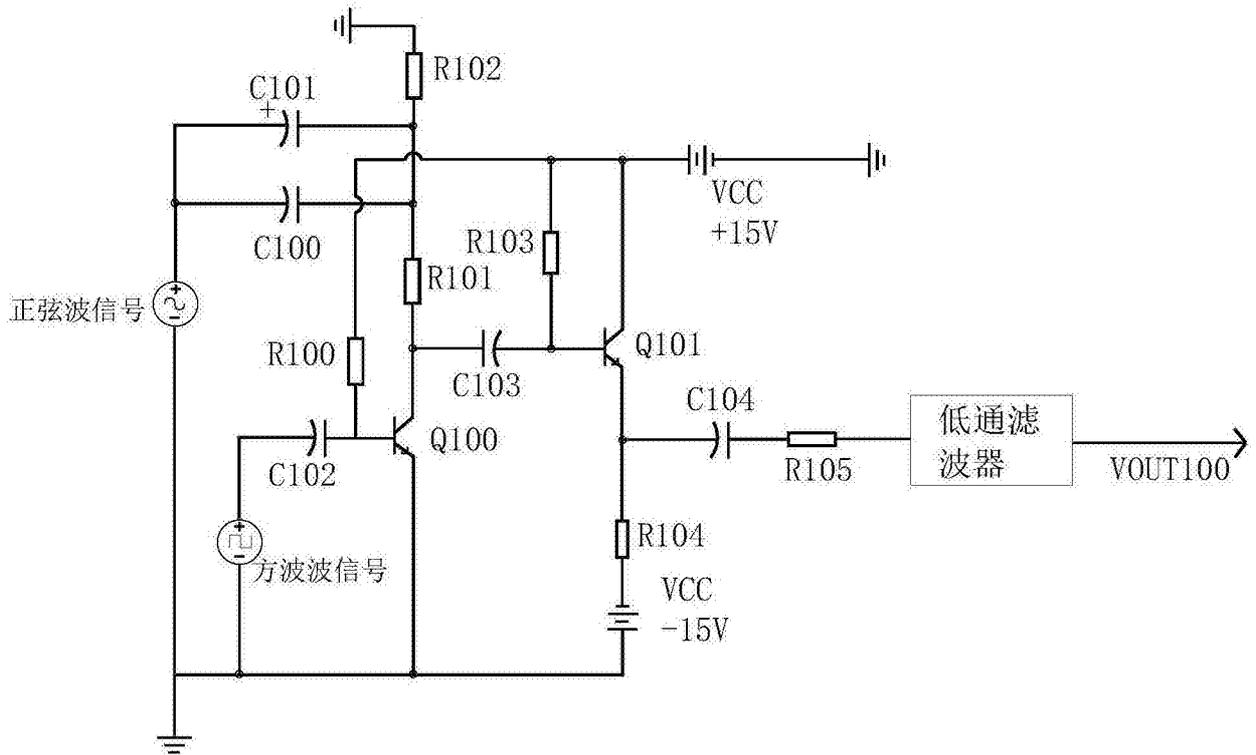


图8

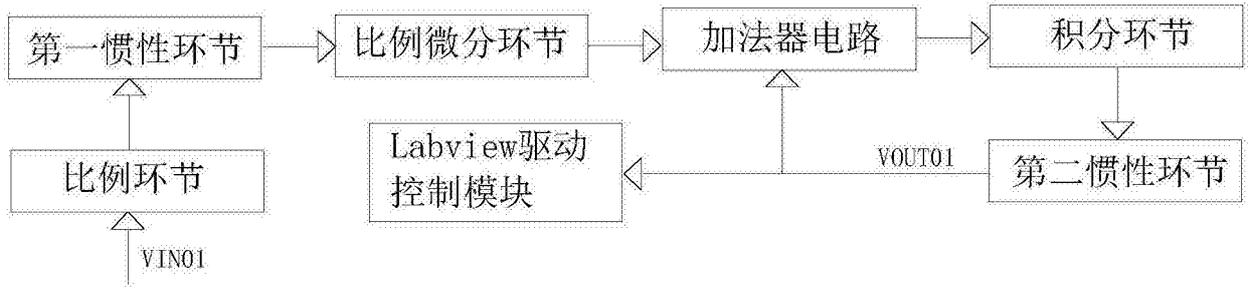


图9

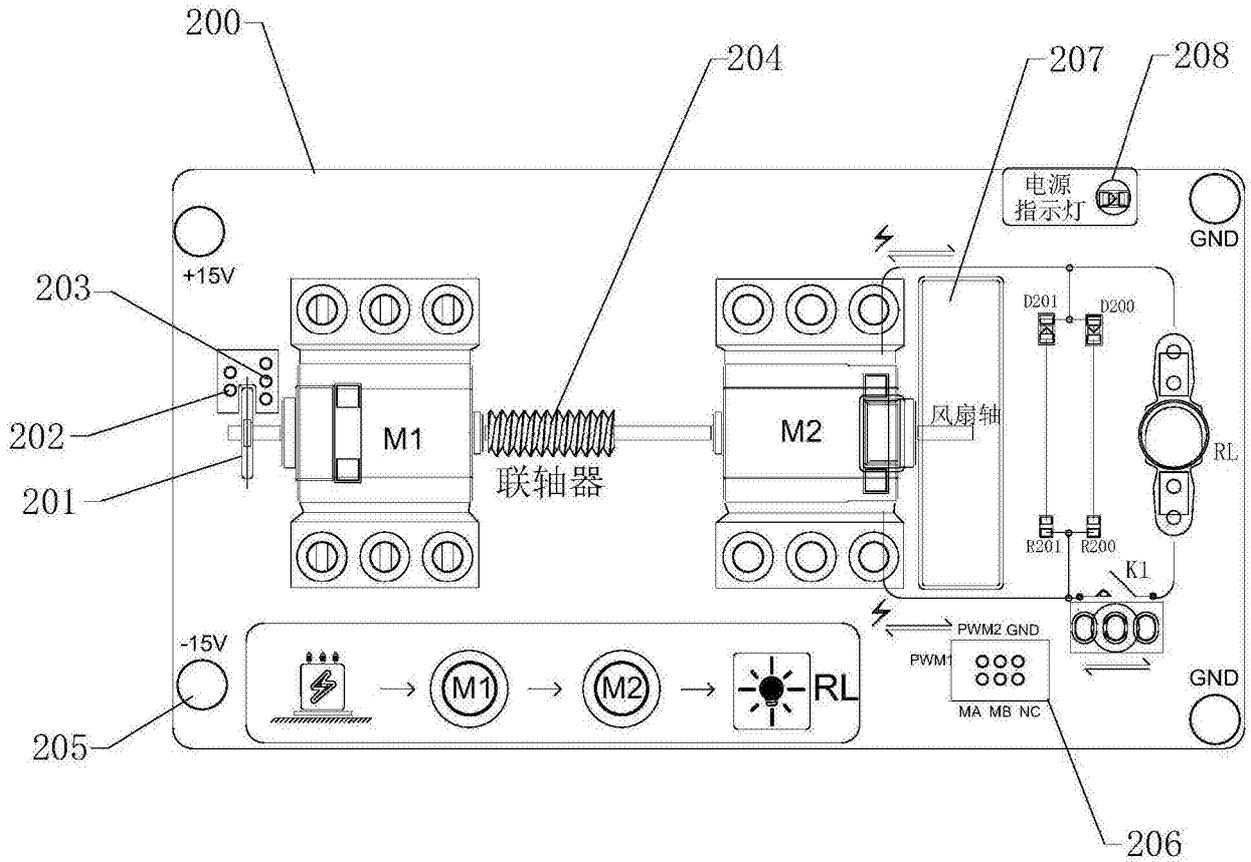


图10

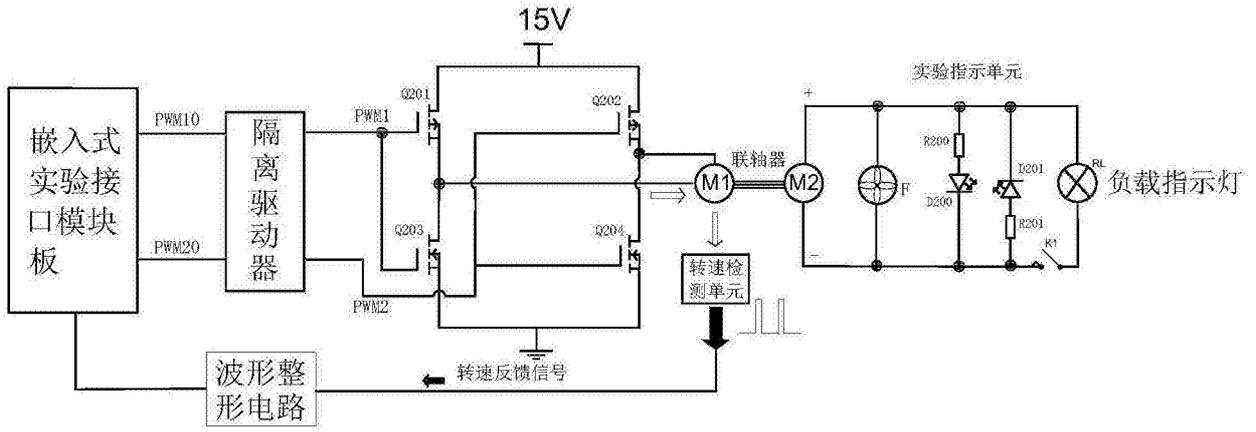


图11

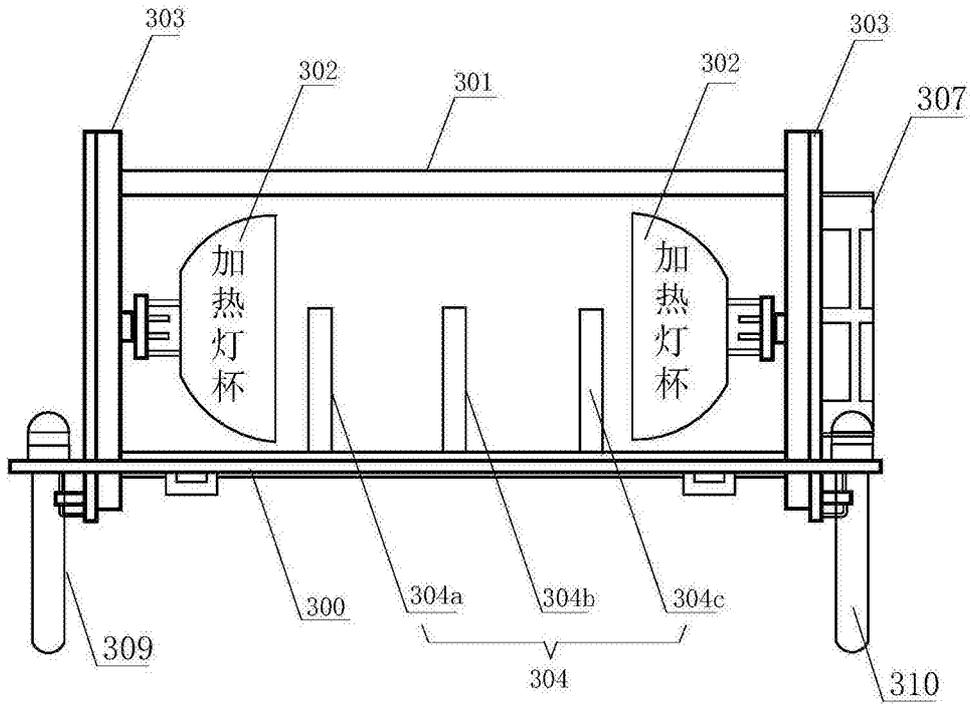


图12

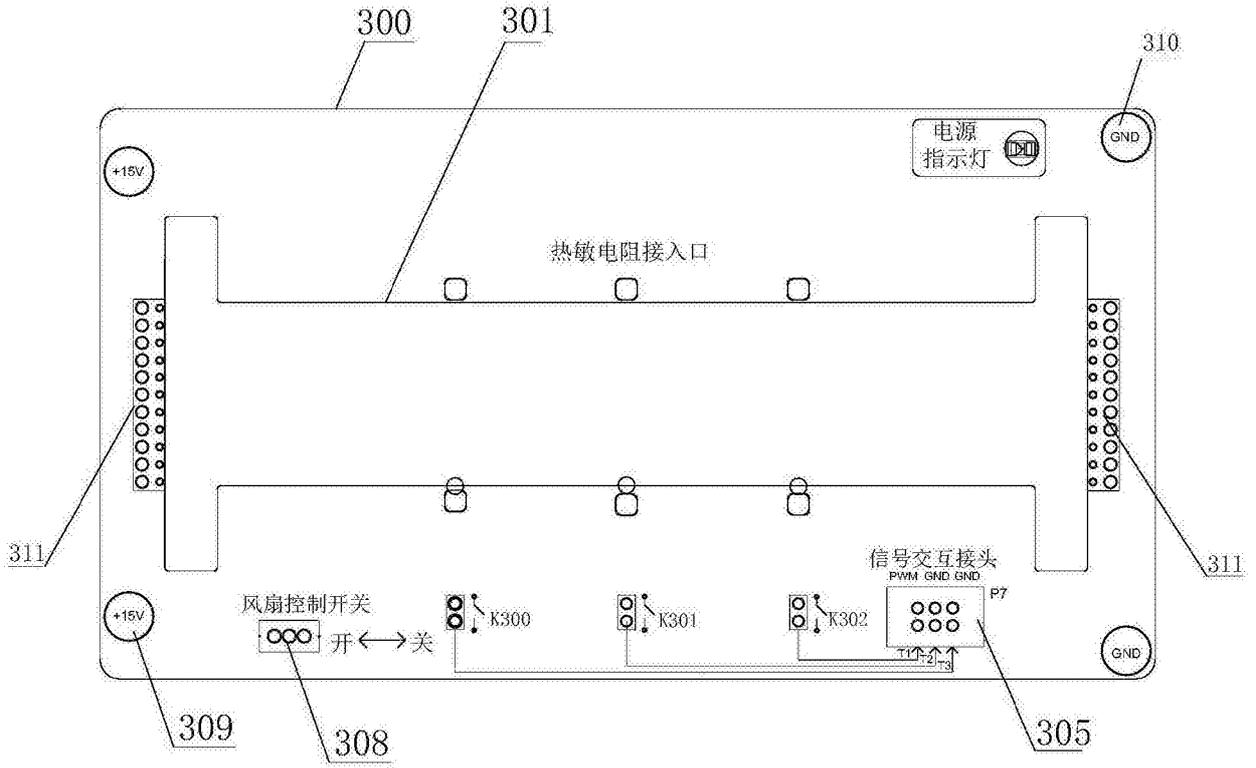


图13

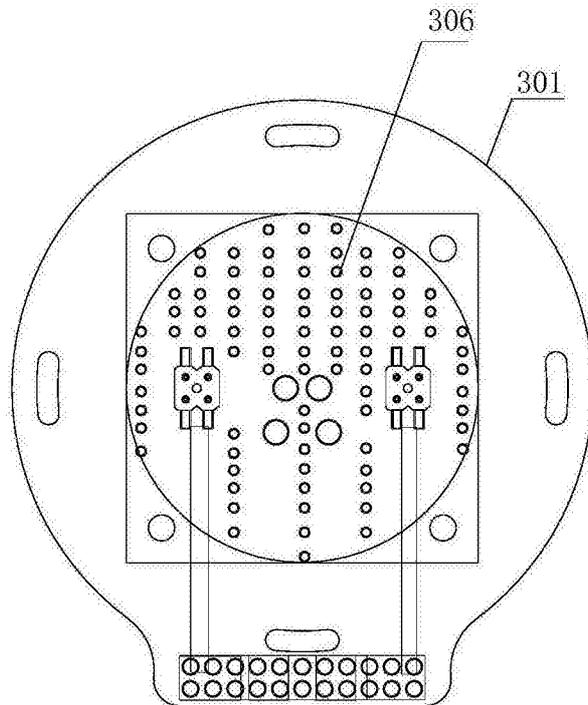


图14

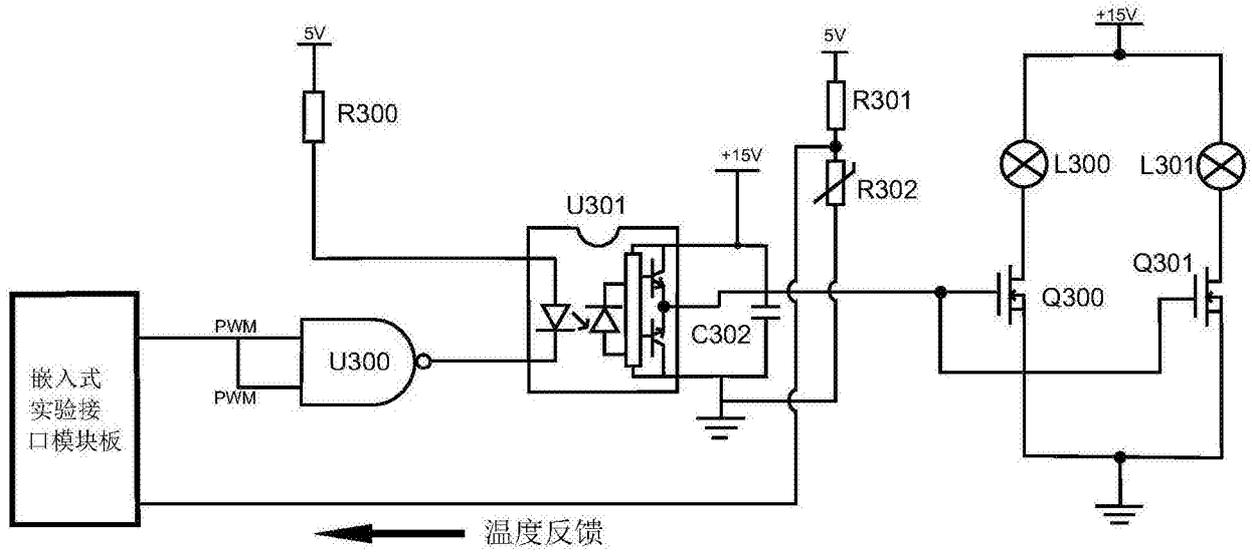


图15