



湿敏传感特性测试及应用综合装置设计

张建飞, 郭君泽, 张荣香, 郭建新, 杨景发

(河北大学 物理科学与技术学院, 保定 071002)

摘要: 该实验装置由湿敏传感特性测试、应用实训和供电单元组成, 其中应用实训单元包括湿敏信号采集、单片机主控、警示和负载控制等软硬件设计。本设计完成了湿敏传感器、语音模块、闪光蜂鸣器、步进电机、雾化器、电磁水阀等器件的选择; 使用软件绘制了样机的 3D 模型图、CAD 图和 SCH 图, 使用 KEIL 软件编写了实验程序; 进行了功能样机分立组件的制作、组装和调试。本设计不仅能完成湿敏传感特性测试实验; 还能实现雨滴/空气湿度/土壤湿度传感器经接口电路将采集信息传送给单片机进行处理判读, 发出反馈指令进行闪光蜂鸣/语音警示; 还能同步打开超声雾化器、电磁水阀和步进电机, 进行雾化加湿、滴灌浇水和太阳能电池板放平操作展示。

关键词: 湿敏传感特性; 湿敏传感器; STM32 单片机; 传感器应用

中图分类号: O4-33

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20220472

Integrated Device Design for Humidity-sensitive Sensing Properties Test and Application

ZHANG Jianfei, GUO Junze, ZHANG Rongxiang, GUO Jianxin, YANG Jingfa

(College of Physics Science & Technology, Hebei University, Baoding 071002, China)

Abstract: This experimental device is composed of humidity-sensitive sensing characteristic test, application of training and power supply unit, where the application training unit includes humidity sensitive signal acquisition and single-chip microcomputer control, warning and load control, hardware design and software program design. This design has completed the selection of humidity sensor, voice module, flash buzzer, stepper motor, atomizer, solenoid water valve and other devices; Softwares were used to draw the 3D model diagram, CAD diagram and Sch diagram of the prototype, and Keil software was used to write the experimental program. The functional prototype components were fabricated, assembled and debugged. This design can not only test the humidity-sensitive sensing characteristics and also implements the rain/humidity of the air/soil moisture sensors will collect information transmitted to the microcontroller via the interface circuit for processing interpretation, a feedback instruction flash buzzer/voice warning, synchronous open the ultrasonic atomizer, electromagnetic water valve and stepper motor, water atomized humidifying, drip irrigation and solar panels flat display operation.

Key words: humidity sensing characteristics; humidity sensor; STM32 microcontroller; sensor application

湿敏传感器实验是高等学校理工科专业常开的物理实验项目, 但现在高校所提供的实验项目多数是验证性的。内容上, 实验更倾向传感器工作原理和性能的探究, 缺乏湿敏传感器在工程技术上的应用部分, 不能开设综合性、设计性实验; 仪器上, 测试模块集成度较高, 降低了学生的参与度, 不利于学生创新思维和能力的发挥展示。

本装置设计运用雨滴/湿度/土壤湿度传感器采

集信息, 传送给单片机处理, 利用光耦合固态继电器控制其他元件工作, 从而实现湿敏传感器的智能化应用, 并开发出分立式的传感器实验装置来验证实验原理, 锻炼学生的基本操作技能和对实验装置内部的理解^[1]。

1 设计思路

本装置主要由湿敏传感特性测试、应用实

收稿日期: 2022-07-29; 修回日期: 2022-11-30

基金项目: 国家自然科学基金(11547185); 教育部新工科项目(E-CXCYYR20200911); 教育部产学研合作协同育人项目(220406071250340); 应用物理学国家级一流本科专业项目(2021 年)。

作者简介: 张建飞(1979-), 男, 硕士, 实验师, 主要从事教育管理、实验技术方面的研究。E-mail: zjf09@hbu.edu.cn

训、供电 3 个单元组成, 其中应用实训单元包括湿敏信号采集、单片机主控、警示和负载控制等硬件设计和程序软件设计^[2]。采用雨滴/空气湿度/土壤湿度传感器接口电路将采集信息传送给单片

机进行处理判读, 发出反馈指令, 进行闪光蜂鸣/语音警示, 同步打开超声雾化器、电磁水阀和步进电机, 实现雾化加湿、滴灌浇水和太阳电池板放平操作展示。如图 1 所示。

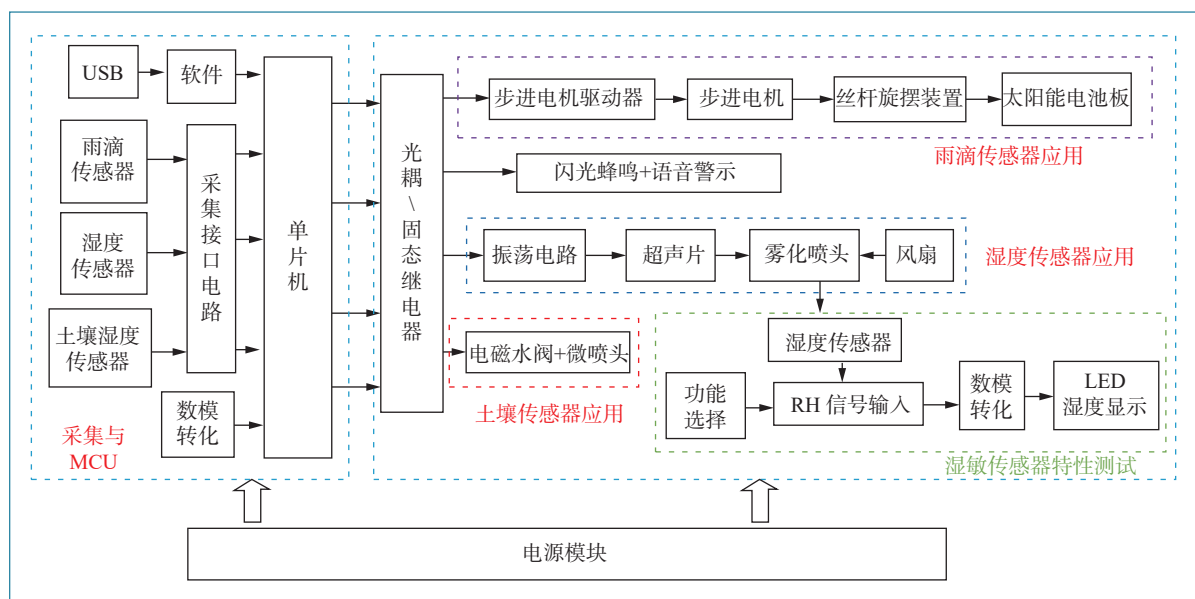


图 1 原理结构框图

2 设计方法

2.1 湿敏传感特性测试单元设计

本单元由湿度调节装置、湿敏传感器、控制电路组成。通过超声雾化器来添加湿敏传感腔室内湿度, 观察测试湿度改变值与发光二极管发光数目及对应电压的关系。

用 LM3914 显示驱动器设计湿度 LED 点状/条状显示电路, 其中 2 脚接地, 3 脚接 5 V 电源,

4 脚和 6 脚接可调电阻来设置湿度显示最低、最高阈值, 5 脚接输入湿度信号, 经输入缓冲器放大, 送到电压比较器的反相端, 与基准电压比较, 输出高低电平控制 LED 成点状或条状显示。如图 2 所示。

2.2 信息采集单元设计

数据采集单元主要实现土壤湿度、空气湿度、是否下雨信息的采集和监测, 使用土壤湿度传感器、空气湿度传感器、雨滴传感器及 STM32 单片机等实现, 接口电路原理图如图 3 所示。

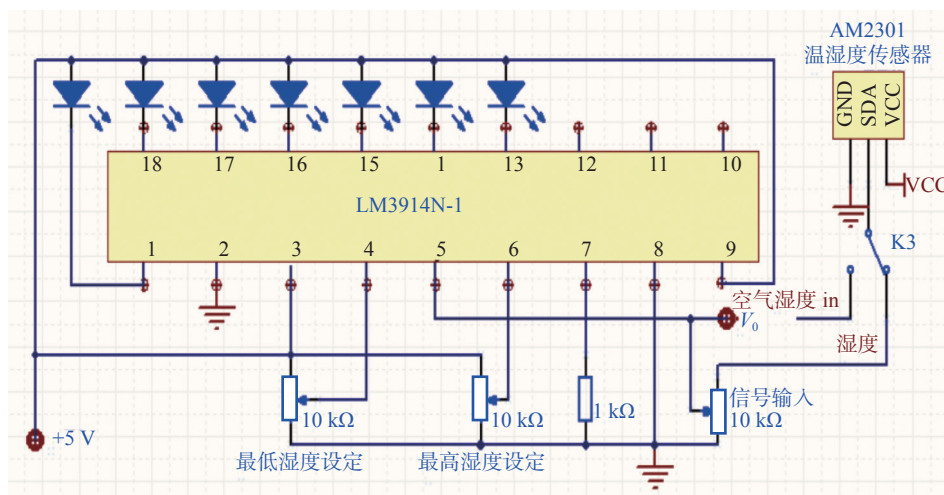


图 2 LM3914 显示驱动器电路图

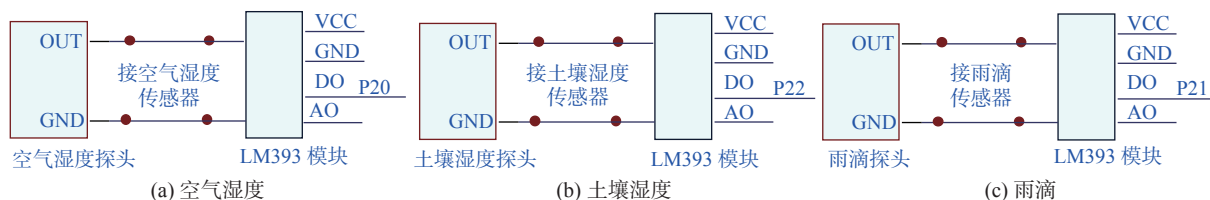


图 3 接口电路原理图

2.3 单片机主控单元设计

依据性能、功耗、芯片的资源 and 引脚数量需求等多方面综合考虑, 选取单片机, 利用 Altium

Designer 软件绘制单片机主控单元电路图, 如图 4 所示。用 C 语言编写单片机软件程序, 程序流程图如图 5 所示。

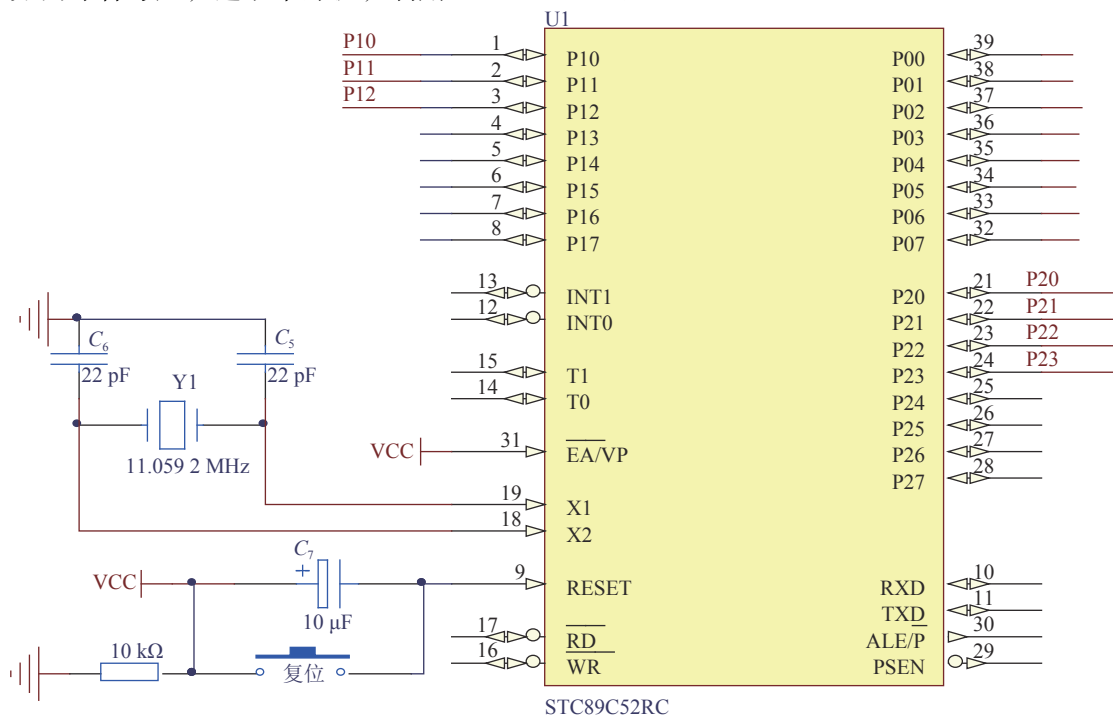


图 4 单片机主控单元电路原理图

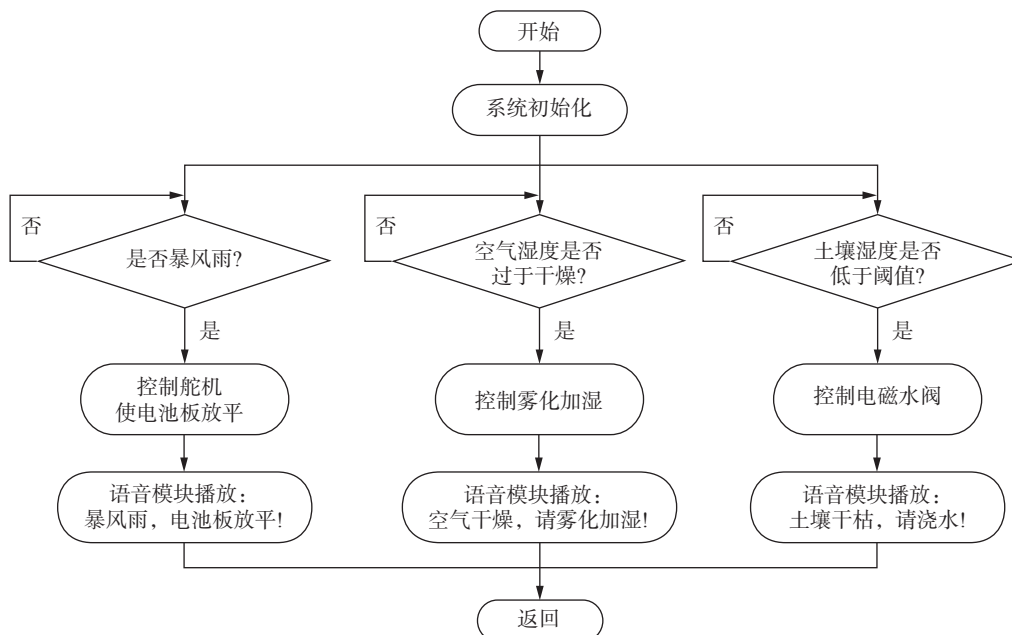


图 5 程序流程图

2.4 反馈控制单元设计

反馈控制单元包括闪光蜂鸣/语音警示、空气雾化加湿、土壤喷灌浇水、电池板放平 4 个实训模块设计, 通过琴键开关、3 个光耦继电器、4 个固态继电器分别控制 3 个模块工作。

2.4.1 警示单元设计

该模块包括继电器、语音模块、闪光蜂鸣器等, 在中间箱体部分安装闪光蜂鸣器和语音模块, 当空气湿度过低、土壤过于干燥、有暴风雨时, 单片机发出高电平信号, 常闭触点变为常开触点, 启动“空气干燥, 请雾化加湿!”“土壤干燥, 请浇水!”“暴风雨, 电池板放平!”语音警示, 同时启动闪光蜂鸣器^[3-5]。控制电路图如图 6 所示。

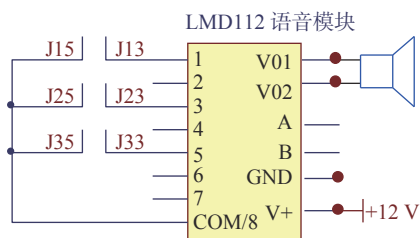


图 6 警示单元控制电路图

2.4.2 空气雾化加湿设计

该模块由雾化加湿装置和控制电路组成, 其中雾化加湿装置包括顶盖、超声雾化器、雾化风扇、雾化腔室、防溅挡板、水容器。控制电路及模型图分别如图 7 和图 8 所示。

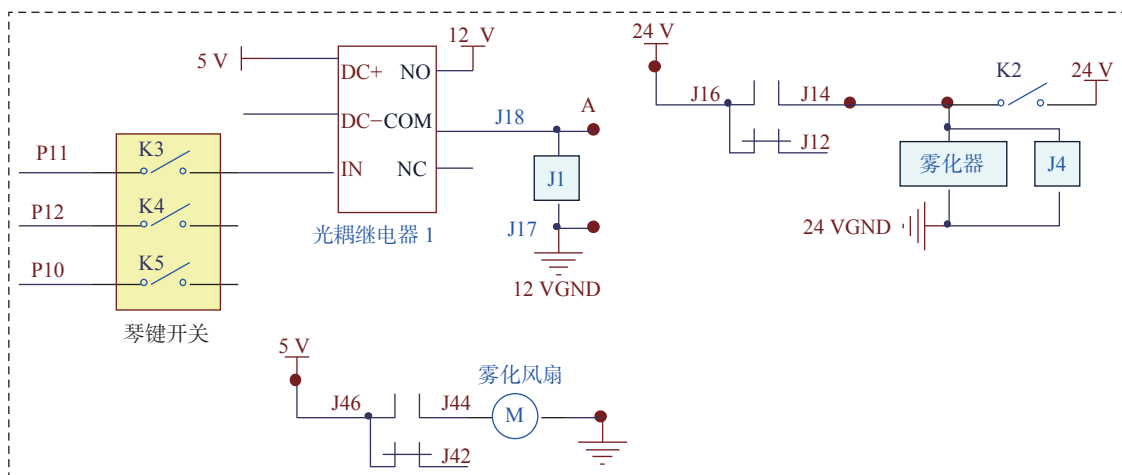


图 7 空气雾化加湿模块控制电路图



图 8 雾化加湿装置模型图

按下琴键开关 K3, 当空气湿度低于设定阈值时, P11 脚输出高电平控制光耦继电器 1、固态继电器 J1、J4 工作, 雾化器开始雾化加湿, 同步发布语音提示“空气干燥, 请雾化加湿”^[6]。

2.4.3 土壤喷灌浇水设计

该模块由水箱、电磁水阀、加压泵、雾化喷头和控制电路组成。控制电路及模型图分别如图 9 和图 10 所示。

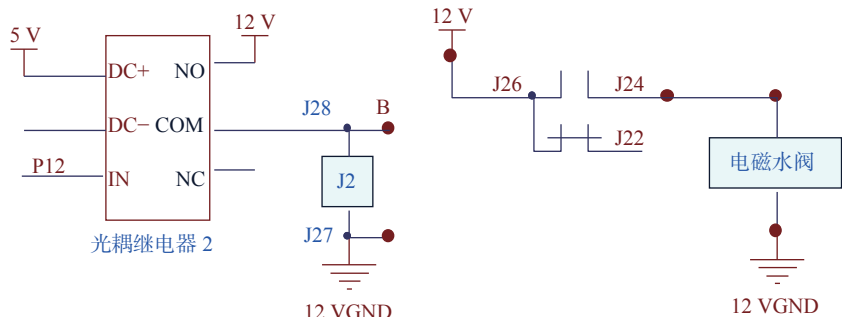


图 9 土壤喷灌浇水模块控制电路图

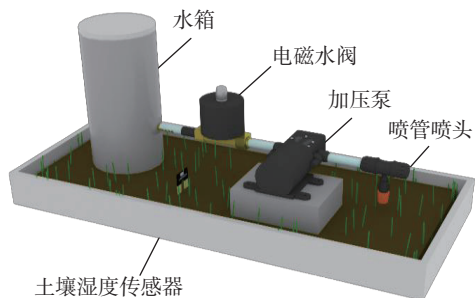


图 10 土壤喷灌浇水装置模型图

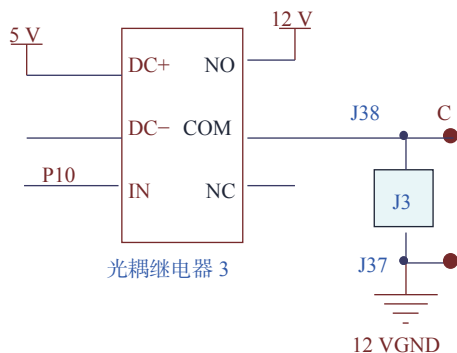


图 11 电池板放平模块控制电路图

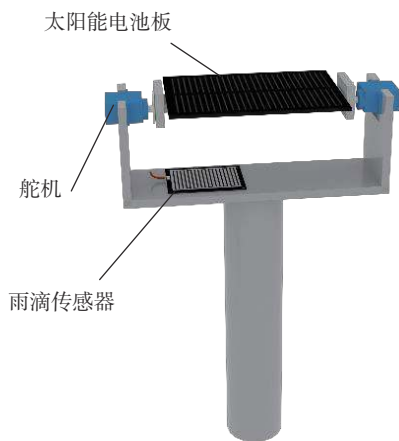


图 12 电池板放平装置模型图

按下琴键开关 K5，当雨滴传感器检测到有雨时，P10 脚输出高电平控制光耦继电器 3、固态继电器 J3 工作，从而控制步进电机使电池板放平^[7-8]。

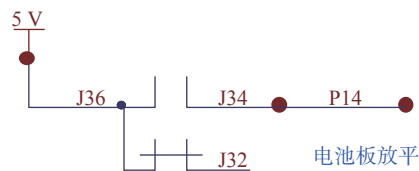
2.5 供电单元设计

供电单元电路原理图如图 13 所示，交流 220 V 电源通过开关电源降压为 5、12、24 V 输出^[9]，从而为装置中的各个器件供电，超声雾化器、步进电机为 DC 24 V，固态继电器、电磁水阀、语音模块、闪光蜂鸣器为 DC 12 V，空气湿度/土壤湿度/

按下琴键开关 K4，当土壤湿度低于设定阈值时，P12 脚输出高电平控制光耦继电器 2、固态继电器 J2 工作，电磁水阀打开，水箱的水通过水阀流通，同步语音提示“土壤干燥，请浇水”。

2.4.4 电池板放平设计

该模块用继电器、太阳能电池板、步进电机和控制电路组成。控制电路及模型图分别如图 11、图 12 所示。



雨滴传感器为 DC 5 V，单片机使用 3.3 V 直流电压供电。

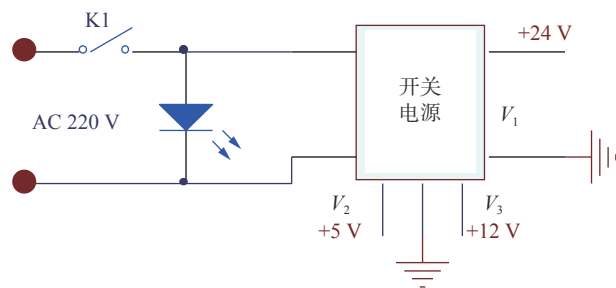


图 13 供电单元电路原理图

3 样机的设计制作调试

遵循科学布局、结构严谨、务实简洁的思想，本装置由中部箱体和两侧托盘组成。如图 14 模型图和图 15 实物图所示。箱体内放置单片机主控单元^[10]、湿敏传感特性测试单元、闪光蜂鸣/语音警示、供电单元的器件；箱体的顶盖是装置面板^[11-12]；其中，底部右侧是湿敏传感特性测试单元元器件，包括电位器、LED 显示灯珠、按钮开关以及连线端子孔。两侧托盘中放有湿敏传感应用实训的器件，以便进行应用功能展示。

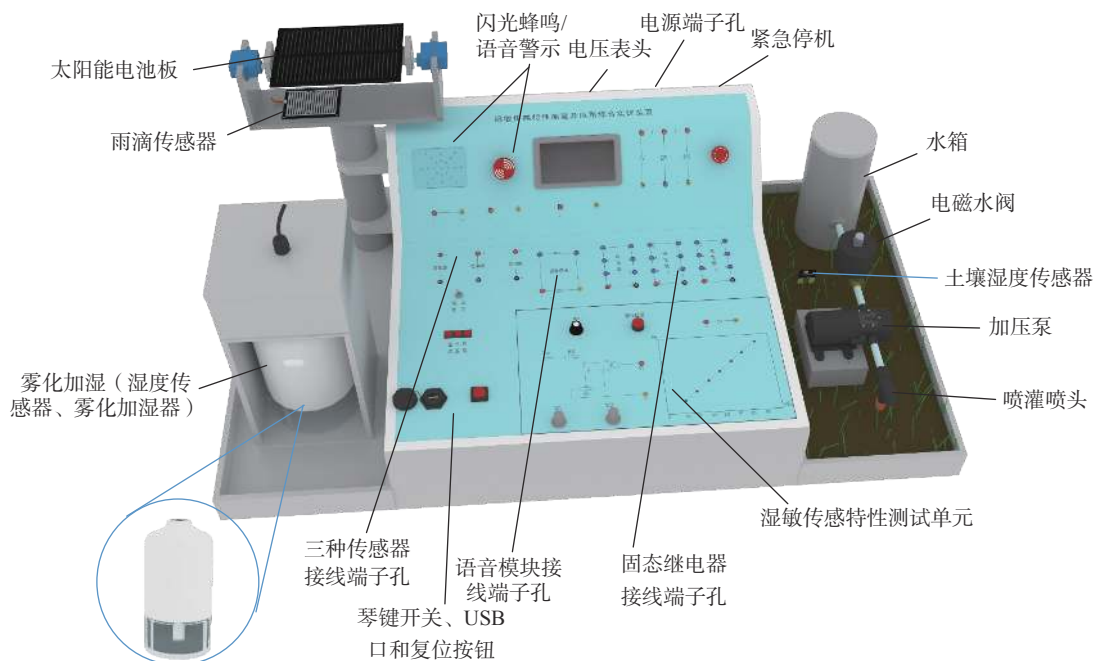


图14 样机3D模型图



图15 湿敏感特性综合实训平台实物图

4 结束语

本装置用于实验教学,能够进行基于模拟空气湿敏传感器的湿度变化与电压关系,以及湿度变化的LED点状/条状显示内容实验;还可以进行“土壤湿度低于阈值——喷雾加湿”“下暴雨超阈值——太阳能电池板保护性放平”和“空气湿度低于阈值——超声雾化加湿”3个实训性实验,满足了物理实验课程实验项目设计性、综合性的要求。

本实验装置按照分立式理念进行总体设计,具有模块分立度高、综合性强、可开设实验内容丰富,且与生活实践关联度高等特点。分立式模块,既方便调试、检修,又能使学生直观明了地观察实验装置内部结构,帮助学生理解实验原理;同时本实验内容,实现了“基础—综合—创新”实验能力层次间的梯度融合,有助于提升学生的综合实验技能。下一步将通过串口通信配置、监测前面板、后台视觉识别系统(Vi)来开发

湿敏监测平台,提高实用性和受众面,在实验教学、创新实验和科学研究工作中发挥更大的价值。

参考文献

- [1] 王蕊. 基于几种新型材料的电阻型湿敏元件的特性研究[D]. 长春: 吉林大学, 2007.
- [2] 周文和. 快速响应湿敏元件特性及其测试方法的研究[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2014.
- [3] 陈诗君, 余来广. 一种新型盆栽式土壤水分监测装置: 211931850U[P]. 2020-11-17.
- [4] 许莉, 孙凤芹. 一种具有自供水功能的植物种植箱: 211960211U[P]. 2020-11-20.
- [5] 侯杰, 杨斌, 刘择准, 等. 基于Arduino的智慧湿地监测系统[J]. 物联网技术, 2020, 10(12): 10-12.
- [6] 孙波, 刘士彩, 王玉潇, 等. 基于STM32F103单片机的烟雾报警器设计[J]. 电子世界, 2018(20): 132-133.
- [7] 赵巧妮. 雨滴传感器检测原理的对比和研究[J]. 价值工程, 2016, 35(16): 253-254.
- [8] 麻姗姗, 柳钰, 燕丽颖. 湿度传感器的应用研究[J]. 科技风, 2018(30): 11.
- [9] 凌娇. 电容式微湿度传感器敏感结构研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2013.
- [10] 潘晓兵. 基于LM3914的随机信号计数系统[J]. 电脑知识与技术, 2020, 16(32): 230-231.
- [11] 郭雯娟, 谭巧, 魏薇滢, 等. 一种自动控制防雨垃圾桶装置的设计与实现[J]. 宁德师范学院学报(自然科学版), 2022, 34(2): 151-156.
- [12] 江福椿, 冯陈伟, 陈烨兰. 基于语音控制的智能加湿器[J]. 电子测试, 2020(23): 23-24.

编辑 张俊