

阳台农业立体栽培机控制器的设计

周赵凤, 邵威, 邱祁, 金程辉 (浙江大学城市学院工程分院, 浙江杭州 310015)

摘要 随着国内阳台农业的发展, 立体栽培技术逐渐发展起来。基于 STM8S208C8T6 单片机的最小系统, 设计了一种多功能控制器。借助压力传感器反馈水压, 使输出压力稳定, 营养液自动循环; 利用 SHT20 温湿度传感器测量环境参数, 通过 I2C 通讯, 将数据显示在 HMI 串口显示屏上; 基于 TJA1050 芯片的 CAN 总线联网, 设计了 CAN 基本电路。该控制器成本低、简单, 集水泵控制、温湿度读取、A/D 采样、温湿度显示和水压控制、CAN 联网等功能于一体, 为阳台农业立体栽培提供有益参考。

关键词 阳台农业; 立体栽培; 单片机; SHT20; CAN

中图分类号 S220.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)09-0189-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.09.055



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Design of Space Cultivation Machine Controller of Balcony Agriculture

ZHOU Zhao-feng, SHAO Wei, QIU Qi et al (Engineering Branch, City College of Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310015)

Abstract With the development of domestic balcony agriculture, space cultivation technology has gradually developed. A multi-functional controller was design based on the minimum system of STM8S208C8T6 microcontroller. The pressure sensor was used to feedback the water pressure and stabilize the output pressure, and the nutrient solution was automatically circulated. SHT20 temperature and humidity sensor was used to measure environmental parameters, and data were displayed on HMI serial display through I2C communication. Based on the TJA1050 chip, the CAN basic circuit was designed. The controller was low-cost and simple, which combined with water pump control, temperature and humidity reading, A/D sampling, temperature and humidity display and water pressure control, CAN networking and other functions, so as to provide useful references for space cultivation of balcony agriculture.

Key words Balcony agriculture; Space cultivation; Microcontroller; SHT20; CAN

阳台农业是指主要采用无土栽培的方法, 居民利用室内、阳台、庭院、屋顶等空间进行家庭园艺植物栽培或装饰的农业生产。日本以及欧美发达国家在阳台、楼顶进行农业种植已经非常成熟, 园艺种植已成为成年人最受欢迎的闲暇运动之一^[1-3]。阳台种植形式已从传统单一的土培发展到无土栽培、管道栽培、漂浮栽培、气雾培等多种种植形式, 这些形式的多效组合也形成了阳台农业特有的立体栽培模式^[4-6], 而不论是无土栽培还是管道栽培, 其核心是将植物根茎固定并使根系接触营养液, 通过营养液向植物提供水分、养分等生长因子, 同时需要检测及控制生长环境的温湿度^[7-8]。为解决立体栽培系统自动补营养液及检测环境参数的问题, 国内开发出不少立体栽培控制系统^[9-13]。该研究所设计系统主要用于环境温湿度检测、营养液循环、人机界面及多栽培机联网方面。笔者对阳台农业立体栽培机控制器进行了总体方案设计、电路设计和软件设计。

1 总体方案

该控制系统设计采用小功率直流水泵, 从营养液缸中抽取营养液, 营养液经过节流阀(调节流量)和输送管输送给各个盆栽。控制流程图如图 1 所示。单片机通过 PWM 控制水泵输出一定水压, 压力传感器对压力实时反馈, 形成简单的闭环系统, 使水泵输出压力基本稳定。

设计的总体框架如图 2 所示。主要分为单片机最小系统[最小系统包括复位电路、晶振电路(16 MHz)], 电源模块, 给水泵和压力传感器(用于营养液的循环), 温湿度传感

器 SHT20(对周围环境温湿度进行检测), 串口显示屏(单片机进行温湿度读取, 并将结果显示在其上); CAN 模块实现系统的局域联网。

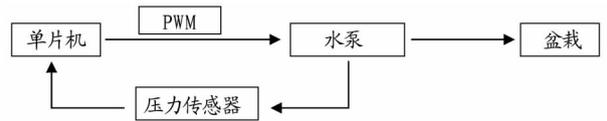


图 1 系统控制流程

Fig. 1 The control process of the system

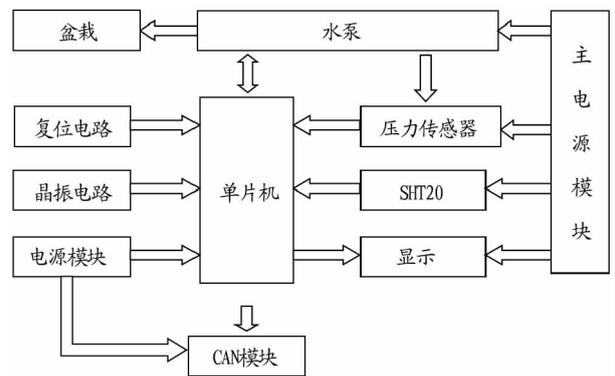


图 2 系统总体设计框架

Fig. 2 The overall design framework of the system

1.1 水泵的选择 根据需要将营养液输送到 1.7 m 左右的垂直高度, 选择规格为 13.8 mm 口径、6 m 扬程的小型无刷直流水泵, 如图 3 所示。额定电压 24 V, 工作电流 1.2 A, 最大流量 700 L/h, 功耗 28.8 W, 噪音低于 35 dB。由此可见, 该水泵具备体积小、低噪音、高效率、节能环保等优点, 采用永磁磁铁驱动, 损耗小, 寿命长。

1.2 压力传感器的选择 根据水泵的规格, 估算水泵输出水压。因为一个大气压(101.325 kPa)近似等于 10 m 水柱,

基金项目 杭州市农业科研项目(20170432B28)。

作者简介 周赵凤(1966—), 女, 浙江长兴人, 高级工程师, 硕士, 从事机械制造研究。

收稿日期 2018-11-28

则6 m扬程水泵输出水压近似于60 kPa,因此选择量程0~



图3 无刷直流水泵

Fig.3 The brushless direct-current pump

100 kPa 的压力传感器。如图4所示,采用三线制电压型,传感器供电电压5 V,输出电压0.5~4.5 V。精度0.25%FS(灵敏度);响应时间小于1 ms;抗压力疲劳冲击1 000万次;抗过载性X2。

1.3 显示屏的选择 选用的单片机自带 UART 通讯功能,选择 UART 通讯的 HMI 串口显示屏 TJC4024T032_011R,如图5所示。3.2 寸电阻式触摸屏,自带字库,16 位真彩色 RGB 显示。工作电压 4.75~7.00 V,FLASH 空间 4 MB,3 584 Byte 的 RAM。具有休眠模式,休眠电流 20 mA,支持触摸唤醒功能。

2 电路设计

2.1 单片机最小系统 采用意法公司推出的高性能 STM8S208C8T6 单片机。该芯片配备了高性能的 STM8 内核,外设采用模块化的设计方式,具有丰富的片内资源配置。最小系统如图6所示。

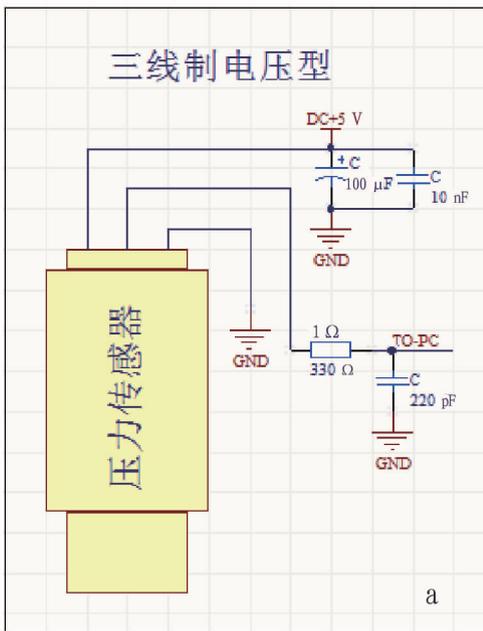


图4 压力传感器接线图(a)和实物图(b)

Fig.4 The wiring diagram(a) and material object map(b) of pressure sensor



图5 HMI 串口显示屏

Fig.5 HMI serial display

2.2 电机驱动电路 电机驱动电路如图7所示。主要由2个NPN型和1个PNP型三极管组成,作为开关作用;电阻R2和R3起限流作用;0 Ω电阻单点接地,使数字地与模拟地分开;稳压管D1起到保护作用。

关闭,电流被阻断。三极管 Q2 的基极就输入高电压,Q2 开启,三极管 Q1 关闭,电流经过 R3 到达 MOS 管 Q4,这时 G 和 S 之间的电压大,则 D 和 S 之间导通,水泵启动;若 PC1 = 1,三极管 Q3 开启,电流直接经过 Q3 回到 GND,Q4 的 G 和 S 之间无电压,Q4 关闭,水泵停止。

2.3 温湿度电路 温湿度电路基于新一代温湿度传感器 SHT20,如图8所示,为电容式相对湿度传感器和能隙温度传感器,还包含一个放大器、A/D 转换器、OTP 内存和数字处理单元。为了避免信号冲突,在 VDD 和 SDA,SCL 之间串联一个 10 kΩ 的上拉电阻。VDD 与 GND 之间并联一个 100 nF 的滤波电容。

2.4 CAN 总线电路 CAN 模块通过 PG0/CAN_TX 和 PG1/CAN_RX 引脚与总线驱动器通信,其设计电路如图9所示。其中,TJA1050 是高速 CAN 收发器,用于连接控制器

电机驱动电路的工作原理如下:若 PC1 = 0,三极管 Q3

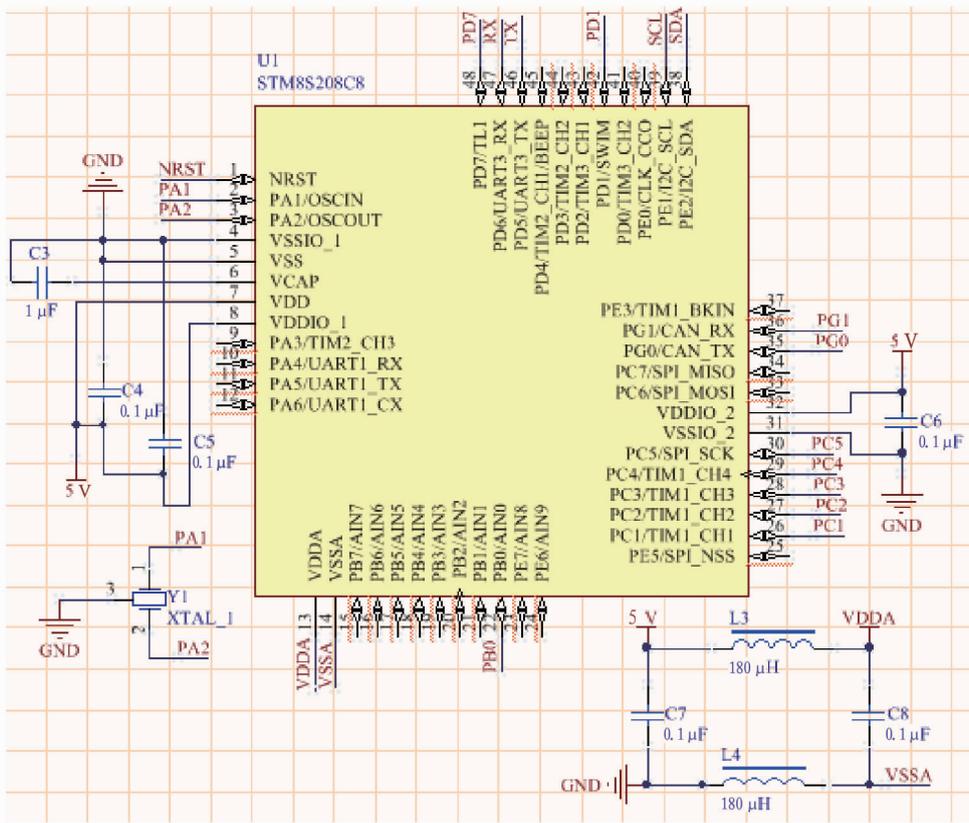


图 6 最小系统电路图

Fig. 6 The circuit diagram of the minimum system

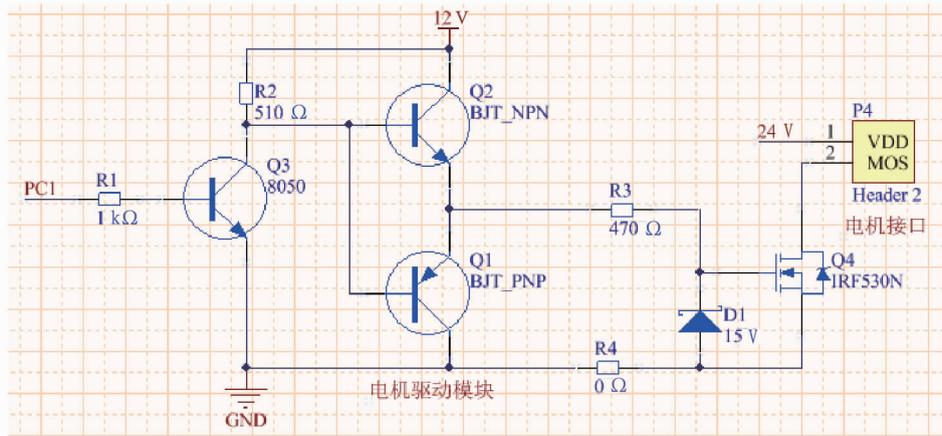


图 7 电机驱动电路

Fig. 7 The driving circuit of the motor

和物理总线之间的接口,为总线提供不同的发送和接收性能。

2.5 电压转换电路 控制器整体需求电压有 24、12、5、3.3 V。电路中采用的芯片为 LM2576 系列以及 AMS1117-3.3,如图 10 所示。为了确保 AMS1117 的稳定性,输出固定电压,采用一个较小的电容(如 10 μF),或者不用。

3 软件设计

根据设计模块和功能,主程序设计流程如图 11 所示。

3.1 UART 通信 UART 串行通信数据是逐位传送的,发送和接收每一位数据都具有固定的时间间隔,数据传输以帧的

形式进行。STM8S 单片机 UART1 模块有 3 个引脚。UART_TX 引脚为串行数据输出,UART_RX 引脚为串行数据输入,UART_CK 引脚为发送器时钟输出。在控制寄存器 UART_CRx 控制下,数据按一个起始位、8 或 9 位数据位(最低有效位在前)、1(1.5 或 2.0)个停止位的格式进行传输,总线在发送和接收前后均处于空闲状态。状态寄存器 UART_SR 用于标识 UART1 的工作状态。子程序如图 12 所示。

3.2 A/D 转换子程序 STM8S208C8Y6 单片机内部的 ADC2 模块是 10 位精度的逐次逼近比较型模数转换器,A/D 转换的各个通道可以执行单次或连续转换模式。ADC_CSR

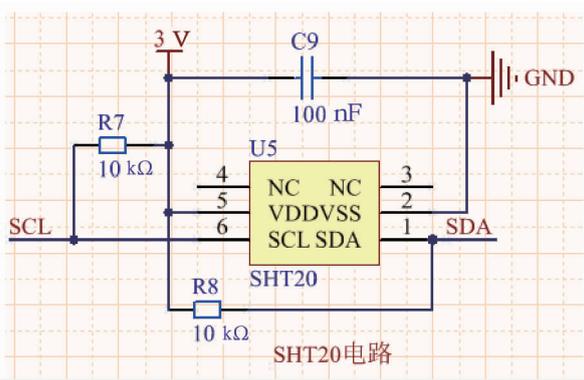


图8 SHT20 电路
Fig.8 SHT20 circuit

寄存器的 CH[3:0] 位用于模拟通道的选择, ADC_CR1 寄存器的 CONT 位用于设定 A/D 转换为单次或连续模式, ADC_CR1 寄存器的 ADON 位用于控制 ADC 模块的上电和启动 A/D 转换。系统时钟 f_{MASTER} 经预分频器分频后输出 f_{ADC} 信号作为 AD 转换的时钟。经转换得到的数字量被存放在数据寄存器 ADC_DR 中。A/D 采样子程序流程图如图 13 所示。

4 结语

该系统采用 STM8S208C8T6 单片机为控制核心, 将水泵驱动电路、SHT20 温湿度读取电路、电压采集电路、CAN 联网电路、显示电路相结合, 组成一个操作方便、交互性强的简单控制系统。

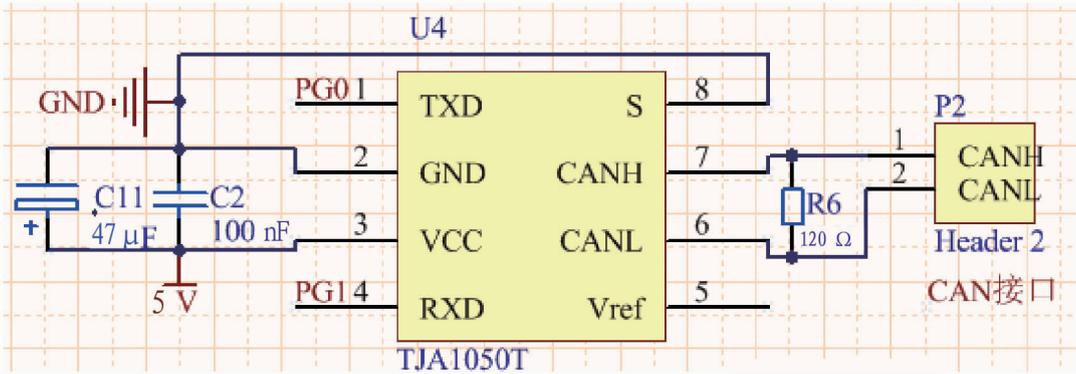


图9 CAN 总线电路
Fig.9 CAN bus circuit

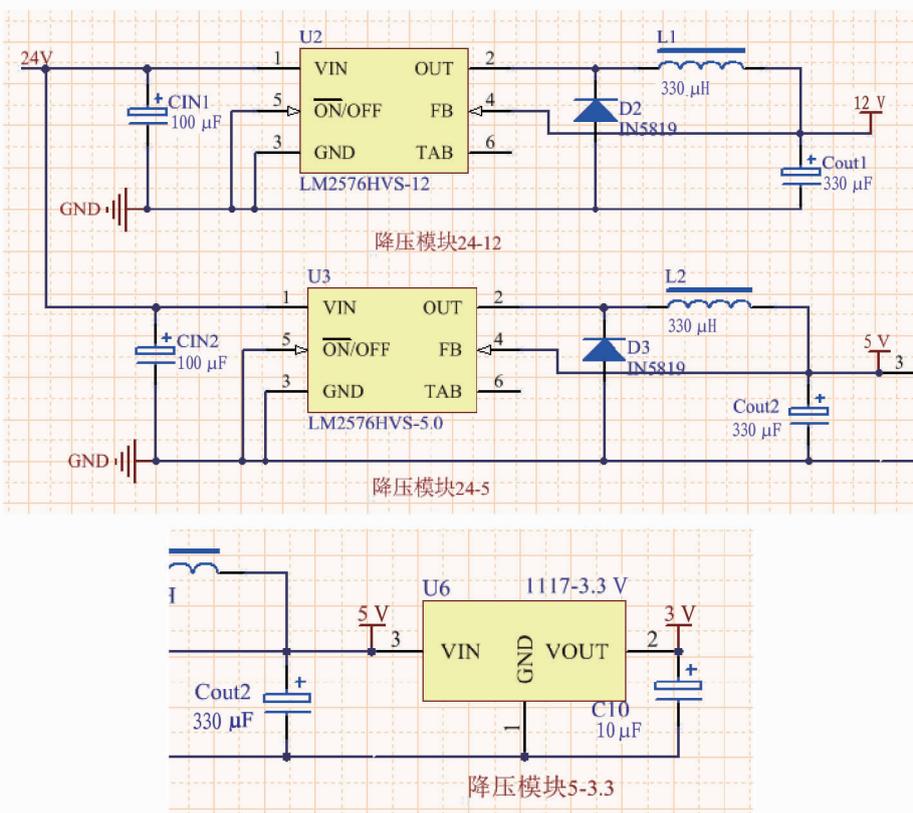


图10 电压转换电路
Fig.10 The voltage conversion circuit

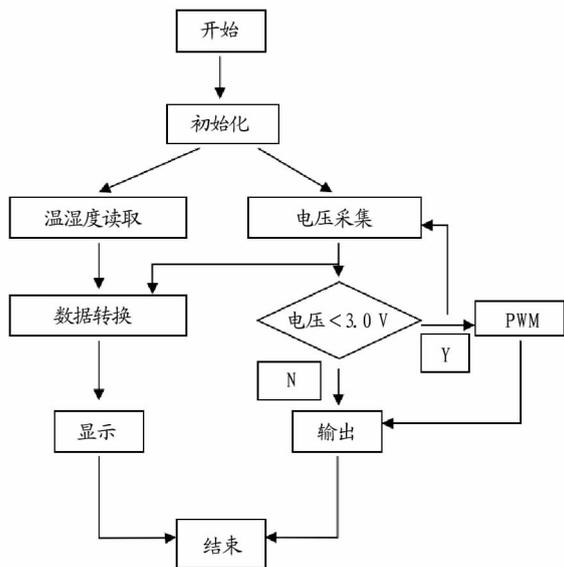


图 11 主程序设计流程

Fig. 11 The flow chart of main program design

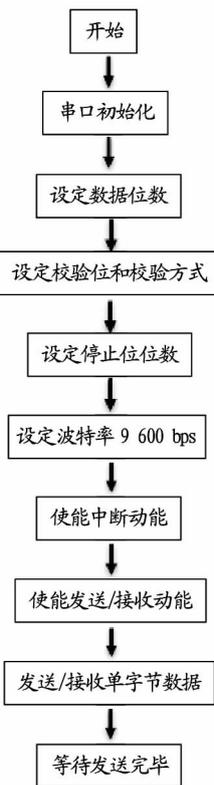


图 12 UART1 程序设计流程

Fig. 12 The flow chart of UART1 programming

通过压力反馈能实现 PWM 控制水泵的输出压力基本稳定;水泵输送的高度达到要求;从 SHT20 读取到的温湿度,压力传感器反馈的压力通过 HMI 串口显示屏显示。使用单片机制作具有软硬件设计简单、易于开发、成本较低、可靠性高、操作方便、易维护等特点。

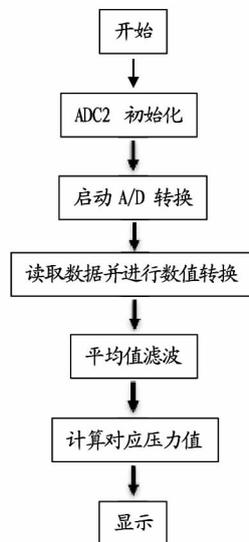


图 13 A/D 转换程序设计流程

Fig. 13 The flow chart of A/D conversion program design

参考文献

- [1] 张俊峰,张唐娟,郭翔,等. 几种新型阳台蔬菜栽培装置研究[J]. 湖北农机化,2016(4):56-57.
- [2] 郭迪,王晨静,陆国权. 我国阳台农业概况及发展前景[J]. 浙江农业科学,2013(3):239-241.
- [3] 李立科,高媛,陆锦明,等. 阳台农业发展现状和发展建议[J]. 上海农业科技,2015(3):17,27.
- [4] 王媚,黄韬,李光. 浅谈我国阳台农业发展现状及走向[J]. 上海蔬菜,2013(1):8-9.
- [5] 章利华,黄思杰,刘涛. 我国阳台农业发展现状浅析[J]. 上海蔬菜,2015(6):6-8.
- [6] 花茜,章利华. 阳台农业中的无土栽培技术应用[J]. 农业开发与装备,2017(12):167-168,173.
- [7] 雷雨,李树和,杨建忠,等. 我国家庭立体菜园的发展前景与趋势[J]. 天津农业科学,2016,22(9):147-150.
- [8] 郑世英,耿建芬,于凌春,等. 现代都市阳台农业发展现状及前景[J]. 边疆经济与文化,2015(11):67-68.
- [9] 张怀波,张伟娟,周保龙,等. 我国阳台农业发展现状评析[J]. 安徽农业科学,2014,42(18):5825-5826,5830.
- [10] 梁鑫,张鑫宇,史颖刚,等. 阳台农场环境控制系统设计[J]. 安徽农业科学,2018,46(10):176-178.
- [11] 陈娜,陈立平,李斌,等. 阳台农业立体栽培自动控制系统设计及实现[J]. 农机化研究,2014(1):127-131.
- [12] 高锐涛,杨洲,曹玉华,等. 阳台蔬菜种植设备的优化设计[J]. 机械设计,2013,30(5):116-118.
- [13] 解蒙,李明辉,徐伟. 一种阳台农业智能控制组的设计[J]. 软件,2017,38(4):150-153.

(上接第 188 页)

- [10] 贺艳,刘伟,赵卫东,等. 出口食品中转基因成分环介导等温扩增(LAMP)检测方法第 24 部分:水稻 LLRice62 品系:SN/T 3767. 24—2014[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [11] CHENG J X,ZHOU X C,DAN M A, et al. Establishment of a loop-mediated isothermal amplification method for detection of mustard allergen in foods[J]. Food science,2014,35(20):148-152.
- [12] BALLIN N Z,VOGENSEN F K,KARLSSON A H. Species determination-

Can we detect and quantify meat adulteration? [J]. Meat science,2009,83(2):165-174.

- [13] 唐修君,樊艳凤,贾晓旭,等. 荧光 PCR 法检测畜禽肉中的鸡源性成分[J]. 现代食品科技,2018,34(7):230-234.
- [14] KUMAR Y,BANSAL S,JAISWAL P. Loop-mediated isothermal amplification(LAMP): A rapid and sensitive tool for quality assessment of meat products[J]. Comprehensive reviews in food science and food safety,2017,16(6):1359-1378.