

# 基于 PLC 的多参数监测控制系统设计

张宏伟 解应博

(河南理工大学电气工程与自动化学院 焦作 454000)

**摘要:** 针对目前养鸡场存在的鸡舍内环境复杂,监测参数众多,实时监测性差和控制设备自动化程度低等实际问题,设计了一种基于可编程逻辑控制器的多参数监测控制系统,对规模化养鸡场环境实时监控。传感器将采集到的信息经过 RS485 总线传输到 PLC,经处理后传送至上位机,上位机对 PLC 传送来的数据与设定值进行比较,将相应的控制指令发送到 PLC,控制通风系统等相关控制设备的启动和停止。实验结果表明,该系统运行稳定,响应迅速,能很好的实现对温度、湿度和氨气浓度的检测并且通关相关设备将这些参数控制在合适的范围内,能够保障肉鸡的健康成长,具有一定的市场应用推广价值。

**关键词:** 规模化;环境参数;PLC;上位机;监控

**中图分类号:** TP273; TN919.3 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.80

## Design of multi-parameter monitoring and control system based on PLC

Zhang Hongwei Xie Yingbo

(School of Electrical Engineering and Automation, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China)

**Abstract:** In view of the current problems in the scale of chicken farms, such as the complex environment, the large number of monitoring parameters, the poor real-time monitoring capability and the low degree of automation of control equipment, A multi-parameter monitoring and control system based on programmable logic controller (PLC) was designed to monitor the environment of the scale chicken farms in real time. The sensor transmitted the collected information to the PLC via the RS485 bus, After treatment and sent to the host computer, The host computer carried on the analysis, the processing, the storage to the data which transmitted, and carried on the comparison with the hypothesis value, The corresponding control instruction was sent to the PLC, Control the ventilation system and other related control equipment start and stop. Experimental results show that, The system operates stably, Rapid response, The temperature, humidity and ammonia concentration can be well detected and the related equipment can control these parameters in the appropriate range, To ensure the healthy growth of broilers, with a certain value of market promotion.

**Keywords:** large-scale; environmental parameters; PLC; host computer; monitoring

## 0 引言

鸡舍内的温度、湿度以及氨气浓度等环境因素对肉鸡的健康成长起到非常重要的作用,传统的粗放式的养殖模式不能精确的对鸡舍内的温度、湿度和氨气浓度进行实时采集,鸡舍内对温度等相关环境参数的控制设备自动化程度低,不能很好的对鸡舍内的相关参数进行控制。尤其是近几年来随着我国经济水平的提高,人们的生活也越来越好,对鸡肉的需求量也在迅速增加,落后的饲养模式已经不能适应社会发展的需求,随着科学技术的进步,越来越多的先进科技应用于肉鸡养殖的环境监控中,促进了肉鸡养殖

业的发展<sup>[1]</sup>。另一方面,养殖户也逐渐意识到想要节约成本,增加收益就必须摆脱粗放的饲养模式,走规模化、标准化、智能化的饲养道路,规模化养鸡场具有实时监测性好,自动化控制程度高等优点。

近几年来随着规模化养殖的兴起,人们对这一领域的发展做了大量的研究。刘岩俊<sup>[2]</sup>根据 DSP 的工作原理,设计出一种嵌入式温度测量系统,通过片上寄存器控制负责 ADC 转换工作,将温湿度的测量结果由通信系统发送到监控系统,王武礼等人<sup>[3]</sup>以单片机为核心,设计了一种基于 SHT11 的温湿度测控系统,对温度和湿度进行采集与控制,刘引弟<sup>[4]</sup>针对鸡舍监控存在的问题,提出了一种基于单

片机的鸡舍环境控制器的设计,对鸡舍内的温度、湿度和光照进行监测,单冰华等人<sup>[5]</sup>温湿度检测需求,设计了一种温湿度检测系统,该系统采用STM32作为处理器,采用CAN总线进行信息在各个模块中的传输,但是单片机主板抗干扰能力较差,不易扩展,鸡舍环境复杂,使用单片机作为监控系统的处理器,故障率高。随着无线网络技术的发展,人们将无线技术运用于监测和控制系统的信息传输中<sup>[6-8]</sup>,王春香等人<sup>[9]</sup>利用ZigBee技术进行信息传输设计了一种温室环境的监控系统,对采集到的温湿度值进行无线传输,毛鹏军等人<sup>[10]</sup>以CC2530为主控制芯片,开发了一种无线监测系统,利用ZigBee技术对温室内采集到的参数进行传输,完成对温度、湿度等室内环境参数的实时监测和控制,但是无线传输具有延时性和不稳定性,也极易受到环境和天气的影响,使用ZigBee技术对信息进行传输,容易造成对采集到的信息不能及时处理并导致相关控制设备动作延迟,不利于保持鸡舍内相关环境参数的稳定,高燕等人<sup>[11]</sup>利用PLC的可扩展性以及工作稳定性,设计了一种多数据采集监测系统,该系统很好的实现了各项参数的采集和监测。

目前养鸡场存在的主要问题是不能很好的处理温度、湿度和氨气浓度之间的关系,同时控制设备众多,不能很好的处理设备和环境参数之间的关系,针对上述问题,设计了基于PLC的规模化养鸡场环境多参数实时监测和控制系统,该系统不仅能够实现鸡舍环境参数的自动采集,实时显示和控制。还能根据实际需要,对风机实行变频调速,既保证了鸡舍通风需求,又节约了能源。对鸡舍内的各项参数都能及时监测和控制,保证了肉鸡的健康成长。

## 1 总体方案设计

鸡舍内的温度、湿度和氨气浓度等环境因素对肉鸡的健康成长有很大的影响,温度太低肉鸡维持自身所需要的能量大于摄入的能量,会产生冷应激,温度过高时肉鸡的采食量又会下降,用于成长和增重的能量更少,对鸡的危害更大。湿度对肉鸡的成长也有很大的影响,湿度太低容易引起脱水,影响肉鸡的采食量并且容易引起呼吸道疾病,高湿环境又会加剧高温或低温对肉鸡的影响,氨气浓度过高容易引起肉鸡的贫血和组织缺氧,降低肉鸡对疾病的抵抗能力。为了能够及时的控制鸡舍的温湿度以及氨气浓度,本文设计了规模化养鸡场环境实时监控系统,主要的监测和控制对象是鸡舍内的温度、湿度和氨气浓度,控制系统包括通风系统,加热系统,增湿系统等,通风系统有纵向通风风机和横向通风风机,通过热风机对鸡舍内部的环境进行加热,当鸡舍内的空气比较干燥,不利于肉鸡健康成长时,监控系统会自动开启喷雾器,对鸡舍内的空气进行喷雾加湿,直到检测到的空气湿度达到合适值为止停止喷雾操作。夏季温度偏高,通常的通风系统不能很好的降低鸡舍内的温度,此时需要开启湿帘水泵和湿帘窗来进行鸡舍降温,保证

肉鸡处于一个有利的成长环境。系统结构如图1所示。温湿度传感器和氨气传感器将采集到的鸡舍内的温度、湿度和氨气浓度数据经过A/D转换成数字信号后传送到PLC,经过PLC处理后送给上位机,上位机通过组态王软件编制的处理程序,将用户设定值与现场传送来的采集值进行比较,确定是否启动风机等相关的控制设备,最后将相关启停控制设备指令传送到PLC来控制现场设备,实现鸡舍温湿度和氨气浓度的自动控制。

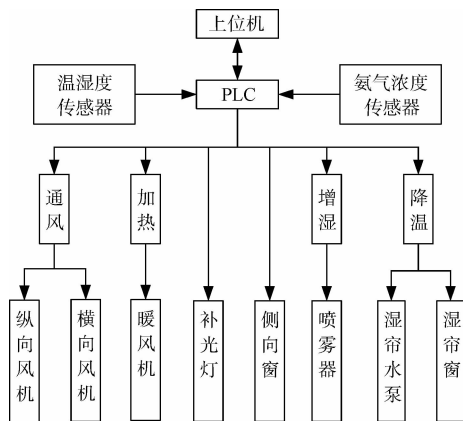


图1 系统结构

## 2 系统硬件设计

### 2.1 传感器选型

温湿度的检测选用的是JCJ175A温湿度一体式传感器,该型号的传感器测量精度高,测温范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ,湿度的检测范围为 $0\%\text{RH}\sim 100\%\text{RH}$ ,通讯输出有RS232和RS485两种方式可供用户选择,温度检测的准确度 $\leq \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ,湿度检测的准确度 $\leq \pm 3\%\text{RH}$ 。氨气浓度的检测选用的是JCJ280氨气传感器,该种型号的氨气传感器具有温度补偿功能,有长期的稳定性,工作环境为 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ , $0\%\text{RH}\sim 95\%\text{RH}$ ,工作量程为 $0\sim 100\times 10^{-6}$ ,能够满足鸡舍内氨气浓度监控的需要。

### 2.2 I/O分配

根据规模化养鸡场环境实时监控系统的实际需求,经过分析,该实时监控系统一共需要补光灯开启按钮,补光灯关闭按钮等28个开关量输入,遮阳网电机正转,遮阳网电机反转等19个开关量输出,温湿度传感器,氨气传感器等6路模拟量输入,2路模拟量输出,部分I/O分配如表1所示。

### 2.3 PLC选型与接线

根据实时监控系统的I/O分配情况,选用S7-300系列的PLC,该系列的PLC是模块化设计,可以根据需要组合不同的模块,实现相关控制功能。本文设计的监控系统选用SM321数字量输入模块、SM322数字量输出模块、SM331模拟量输入模块和SM332模拟量输出模块来完成相关部

表 1 部分 I/O 端口分配

符号	地址	符号	地址	符号	地址	符号	地址	符号	地址	符号	地址
SB1	I0.0	SB8	I0.7	SB15	I1.6	KM2	I2.5	K1	Q4.0	K8	Q4.7
SB2	I0.1	SB9	I1.0	SB16	I1.7	KM3	I2.6	K2	Q4.1	K9	Q5.0
SB3	I0.2	SB10	I1.1	SB17	I2.0	KM4	I2.7	K3	Q4.2	K10	Q5.1
SB4	I0.3	SB11	I1.2	SB18	I2.1	Q1	I3.0	K4	Q4.3	SP1	Q5.5
SB5	I0.4	SB12	I1.3	SB19	I2.2	Q2	I3.1	K5	Q4.4	HL1	Q5.6
SB6	I0.5	SB13	I1.4	SB20	I2.3	Q3	I3.2	K6	Q4.5	HL2	Q5.7
SB7	I0.6	SB14	I1.5	KM1	I2.4	Q4	I3.3	K7	Q4.6	HL3	Q6.0

件的连接,由于 PLC 的输出点能够承受的电流非常小,为了保护 PLC 的输出触点,需要用中间继电器来对 PLC 的输出信号进行转换,同时频繁的启动和停止对 PLC 内部的

继电器损坏很快,用中间继电器进行信号转换,还能防止负载烧毁而引起的短路故障损坏 PLC 内部部件。具体的 PLC 接线图如图 2 所示。

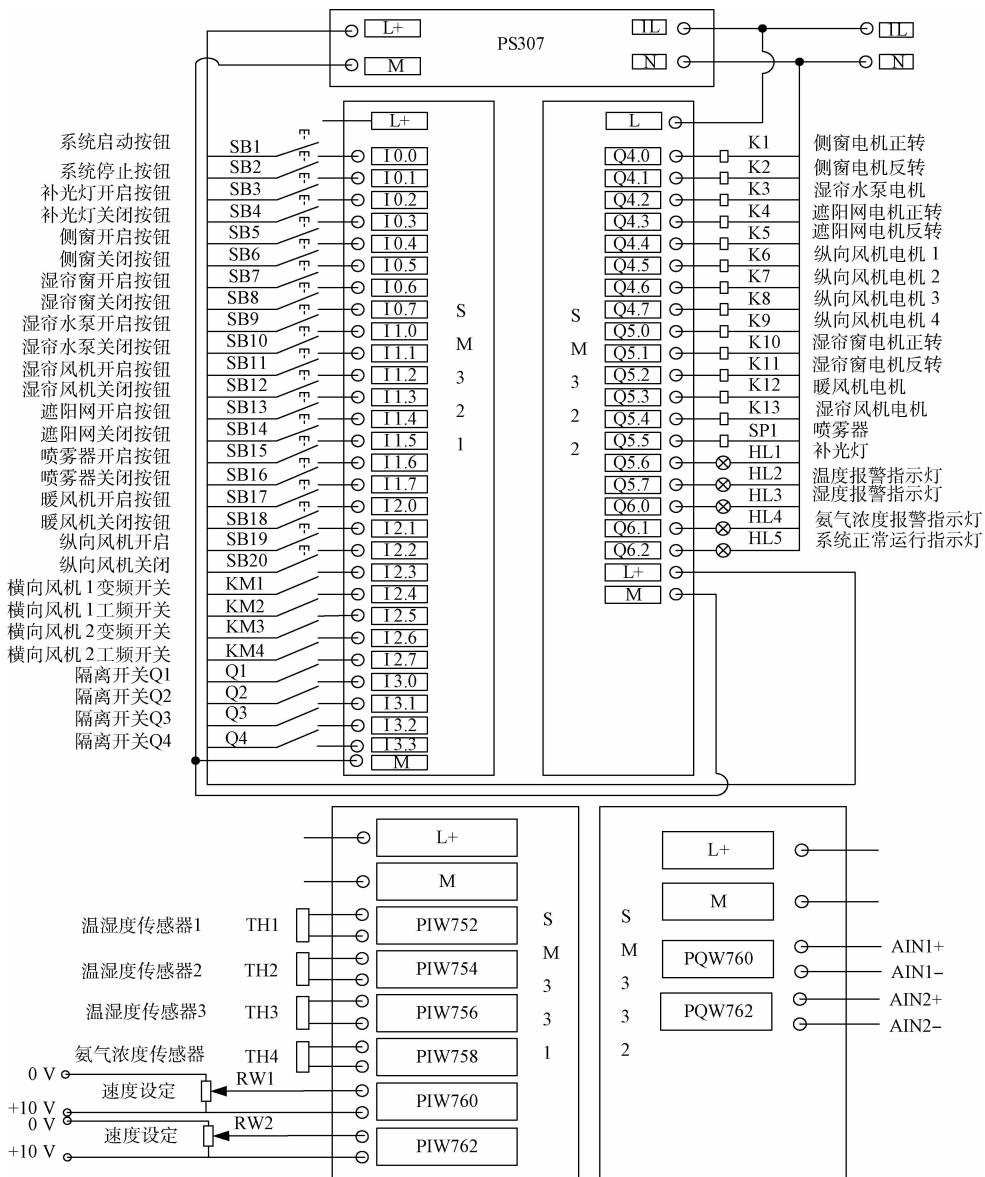


图 2 PLC 接线图

### 2.4 横向风机变频调速设计

冬季鸡舍通风量需求较小,鸡舍内主要以采暖为主,此时鸡舍内的通风系统采用变频调速方式,来控制通风机的运行,最小通风既能满足肉鸡成长的需要,又可以达到明显的节能效果。当需要的通风量较小时,Q1 闭合,Q2、Q3、Q4 断开,KM1 动作,此时电动机 M2 停止,电动机 M1 变频运行,若所需通风量较大,Q2 和 Q3 闭合,KM2 和 KM3 动作,此时电动机 M1 工频运行,电动机 M2 变频运行,也可采取电动机 M1、M2 同时变频运行,FU1 为熔断器,起到保护电路的作用,FR1 和 FR2 为继电器,分别对电动机 M1 和电动机 M2 实现过载保护。横向风机变频调速系统使用两个 MM440 变频器,这样当其中的一台 MM440 变频器发生故障时,另一台也能实现变频调速的作用,保证最小通风系统的正常运行。风机变频调速主电路如图 3 所示。

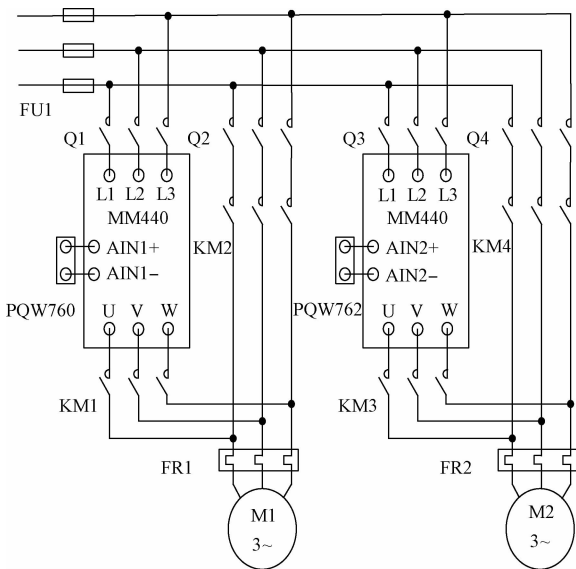


图 3 横向风机变频调速主电路

## 3 系统软件设计

### 3.1 下位机软件设计

下位机的软件设计主要有数据采集,模拟量滤波,设备控制等几个部分。传感器将采集到的数据存储在 PLC 的寄存器中,通过与设定值进行比较来确定是否启动相应的控制设备,其中温度控制子程序流程如图 4 所示。系统开始运行后,鸡舍内部的温度传感器将检测到的温度值经过数据处理后传送给 PLC,经过 PLC 的分析处理后将数据传送给上位机,上位机与事先设定好的温度值进行比较,如果采集到的温度值在设定值的范围内,则控制系统不启动,如果检测到的温度值小于设定的温度最小值,则温度报警指示灯亮。同时启动加热系统,反之则启动降温系统。

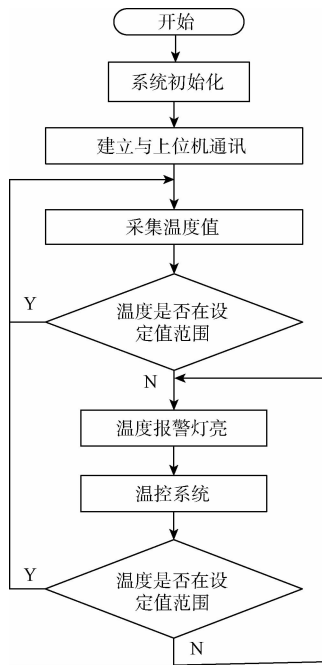


图 4 温度控制子程序流程

### 3.2 上位机软件设计

上位机采用 Kingview6.55 软件编写相应的程序,实现对温度、湿度和氨气浓度检测值的实时显示以及相关控制设备的运行状态显示。在监控系统的主界面上,设有温度、氨气浓度和湿度的最大值、最小值等显示控件,还安装有温度、湿度和氨气浓度的实时曲线控件,鸡舍的管理人员可以通过界面显示来掌握鸡舍内的温度、湿度和氨气浓度的实时状态,同时主界面上还设有系统正常运行指示灯和相关设备运行指示灯,方便工作人员了解控制设备的运行情况。图 5 所示为鸡舍内的温湿度和氨气浓度在合适范围内时监控界面的状态显示。当检测到的鸡舍内的温度、湿度和氨气浓度在设定的范围值以内时,各种控制设备都不运行,当检测到的某一参数值不在设定的范围值时,该参数的指示灯变亮,同时控制该参数变化的相关设备启动,直到该参数恢复到正常范围值以内时,控制设备停止运行。

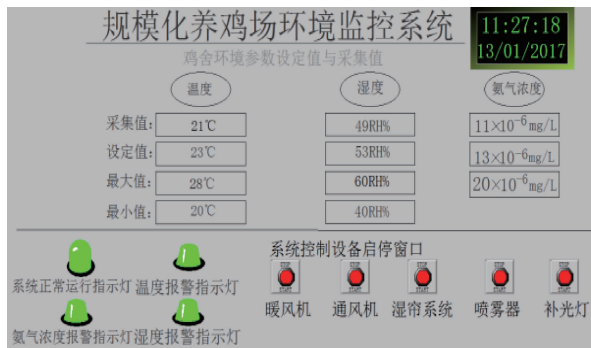


图 5 参数在设定值范围时上位机运行界面

### 3.3 模拟量采集滤波软件设计

传感器输出的信号经常会因为鸡舍环境的干扰而产生比较大的信号波动,采用滑动平均值滤波,将最近 3 次的温度数据保存在 3 个全局地址区域,每个扫描周期进行更新,以确保是最新的 3 个数,最后将这 3 个数相加求平均值,完成模拟量滤波,滤波程序流程图如图 6 所示。

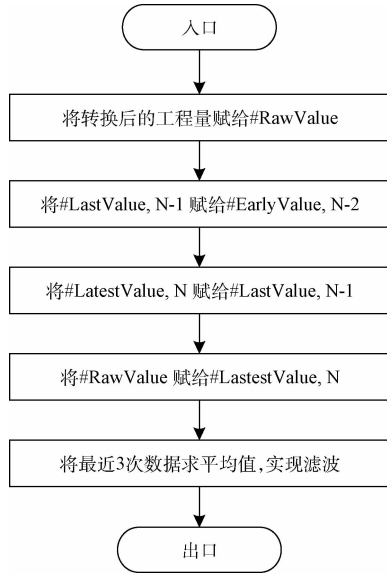


图 6 滤波程序流程图

## 4 实验结果

实验选取 1 d 中 16:00~17:00 这一时间段每隔 10 min 的检测值如表 2 所示。从表 2 中的数据可以看出,鸡舍内的温度、湿度、和氨气浓度在小范围内浮动,没有超出设定值范围,鸡舍环境能够保证鸡的健康成长。

表 2 温湿度和氨气浓度检测值

时间	温度/℃	湿度/(%RH)	氨气浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )
16:00	26.6	55	13×10 <sup>-6</sup>
16:10	24.8	57	14×10 <sup>-6</sup>
16:20	25.1	49	12×10 <sup>-6</sup>
16:30	26.3	48	11×10 <sup>-6</sup>
16:40	24.2	48	12×10 <sup>-6</sup>
16:50	23.3	49	10×10 <sup>-6</sup>
17:00	26.5	51	10×10 <sup>-6</sup>

图 7~9 所示为鸡舍内的温度、湿度和氨气浓度的实时曲线图,当鸡舍内的温度大于设定的范围值上限时,监控系统会启动通风机,夏季启动湿帘系统进行降温,当鸡舍内的温度低于设定值下限时监控系统启动暖风机进行加热,鸡舍内的湿度过大时启动通风系统进行换气,减小鸡舍内部空气湿度,当空气过于干燥,不利于鸡成长时,启

动喷雾器对鸡舍内部的空气进行加湿,氨气浓度对鸡的成长影响很大,当检测到的鸡舍内的氨气浓度大于设定值时启动通风系统,来减小鸡舍内的氨气浓度。从图 7~9 可以看出,鸡舍内的温度、湿度和氨气浓度在小范围内波动,说明监控系统能够很好的实现对鸡舍内温湿度和氨气浓度的检测和控制。能够保障鸡的健康成长。

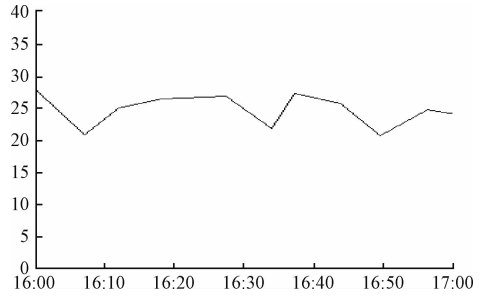


图 7 温度实时曲线

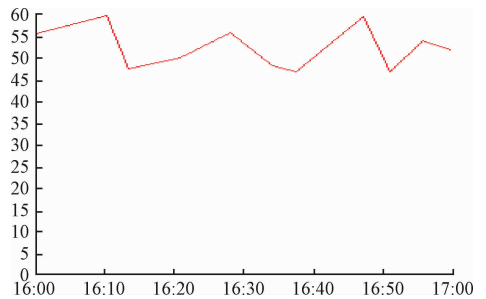


图 8 湿度实时曲线

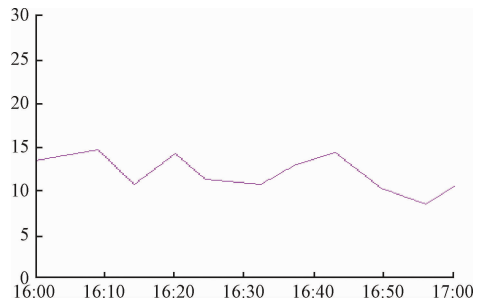


图 9 氨气浓度实时曲线

## 5 结 论

通过对规模化养鸡场环境实时监控系统的研究,根据养鸡场的实际需求,设计了基于 PLC 的规模化养鸡场环境多参数实时监测和控制系统,构建了系统,开发了开关量和模拟量的输入输出电路,对数据采集以及设备控制等进行了软件设计,最后通过组态王 6.55 进行了上位机的界面设计。本文设计的基于 PLC 的规模化养鸡场环境多参数实时监测和控制系统能有效解决设计中存在的大量开关量和模拟量信号输入输出问题,能很好的实现对鸡舍内

温度、湿度和氨气浓度的检测和控制,检测灵敏度高,控制实施性好,自动化程度高,对改善鸡舍环境,提高鸡舍智能化控制水平,增加养殖户收益都有积极意义,具有一定的应用和推广价值。

## 参考文献

- [1] 王丽芬. 禽舍环境监测系统的设计[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(6): 1432-1434.
- [2] 刘岩俊. 基于 DSP 的嵌入式温度测量系统设计与实现[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(1): 78-81.
- [3] 王武礼, 杨华. 基于 SHT11 的粮仓温湿度测控系统的设计[J]. 仪表技术与传感器, 2010(9): 50-51.
- [4] 刘引弟. 基于单片机的鸡舍环境智能控制器的设计[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2013: 5-13.
- [5] 单冰华, 张凤登. 基于 CAN 总线的温湿度检测系统[J]. 电子测量技术, 2016, 39(5): 123-126.
- [6] 彭占武, 王雪, 袁洪印. 基于 ZigBee 的鸡舍环境无线监测系统设计与实现[J]. 中国农机化学报, 2015, 36(2): 238-241.
- [7] 周海鸿, 周嘉奉. 基于 ZigBee 技术的温湿度监测系统[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(7): 75-79.
- [8] 应胜斌, 雷必成, 周坤, 等. 基于物联网的禽畜智能养殖监控系统的设计[J]. 电子测量技术, 2014, 37(11): 86-89.
- [9] 王春香, 纪松波. 基于 ZigBee 技术的温室环境监控系统设计[J]. 电子测量技术, 2014, 37(12): 120-122.
- [10] 毛鹏军, 姜水, 王俊, 等. 基于 ZigBee 技术的温室环境无线监测系统设计与实现[J]. 中国农机化学报, 2015, 36(1): 102-106.
- [11] 高燕, 刘瑾, 张菁, 等. 基于 PLC 的多数据采集监测报警系统研究[J]. 仪表技术与传感器, 2016(5): 40-43.

## 作者简介

张宏伟, 1980 年出生, 副教授, 博士, 研究方向为工业过程控制、运动驱动与控制。

E-mail: zhanghw@hpu.edu.cn

解应博, 1987 年出生, 硕士, 研究方向为工业过程控制。

E-mail: 1184273158@qq.com