

物联网技术在家禽养殖业的应用研究进展

邢伟杰, 潘亚东, 金波, 李尚民*, 范建华, 蒋一秀, 赵华轩, 窦新红

(江苏省家禽科学研究所, 江苏省家禽遗传育种重点实验室, 江苏扬州 225125)

摘要 物联网技术作为信息产业第三次浪潮的代表, 近年来发展速度迅猛, 在农业生产领域得到了广泛应用。综述了我国畜禽编码标准与标识的发展现状, 以及物联网技术在家禽养殖业中的应用现状和研究进展, 分析了目前所面临的主要问题, 为我国家禽养殖业的智能化发展提供参考依据。

关键词 物联网; 家禽; 应用

中图分类号 S126 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)17-0015-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.17.005



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research Progress on the Application of IOT in Poultry Industry

XING Wei-jie, PAN Ya-dong, JIN Bo et al (Key Laboratory of Poultry Genetics and Breeding in Jiangsu Province, Jiangsu Institute of Poultry Sciences, Yangzhou, Jiangsu 225125)

Abstract As a representative of the third wave in information industry, Internet of things (IOT) technology has developed rapidly in recent years and has been widely applied in agriculture. The paper reviewed the development of livestock and poultry coding standards and labeling in China and the application and research progress of IOT in poultry industry. The main problems faced currently were also analyzed in this paper. It provides reference for the intelligent development of poultry industry in China.

Key words Internet of things; Poultry; Application

家禽养殖在我国具有悠久的历史, 是我国的基础性产业, 自改革开放以来取得了飞速发展, 家禽饲养量和禽蛋产量已连续多年保持世界第一, 禽肉产量位居世界第二, 有效保障了我国居民的饮食消费。然而, 现代家禽养殖业的发展正在发生战略性转变, 正由数量型逐渐向质量型转变, 可持续发展和智慧养殖将是未来主要的发展方向。与此同时, 伴随着信息技术的高速发展, 以物联网技术等为代表的信息产业第三次浪潮正在蓬勃发展^[1], 其在传统行业的转型升级中必将起到重要的推动作用。物联网作为互联网的延伸, 是连接物品的网络, 其利用通信技术把传感器、控制器、物品、机器和人员等通过新的方式连接在一起, 形成物与物、人与物相连的智能化网络^[2]。相对于互联网, 物联网提供更有深度、更加人性化且更为广泛的内容和服务^[3]。因此, 引入物联网技术将有助于推动家禽养殖业持续健康发展。笔者阐述了我国畜禽编码标准与标识技术的制定现状, 概述了物联网技术在家禽养殖业中的应用及研究进展, 同时分析在发展过程中可能遇到的问题, 旨在为我国家禽养殖业的信息化发展提供参考。

1 家禽编码标准与标识

个体编码与标识是家禽养殖业发展物联网技术的重要基础, 不仅能够解决家禽的育种、繁殖、精细饲喂与管理等问题, 也能够实现生产的全程跟踪与溯源^[4]。因此, 制定家禽编码与标识标准是家禽养殖业发展物联网技术的前提。

2006年, 我国开始实施“动物标识及疫病可追溯体系建设”试点^[5], 农业部颁布了《畜禽标识和养殖档案管理办法》^[6], 对畜禽编码与标识进行详细规定, 要求畜禽标识编码由畜禽种类代码、县级行政区代码、标识顺序号共15位数字及专用条码组成, 猪、牛、羊的畜禽种类代码分别为1、2、3, 但对家禽没有规定种类代码, 标识产品有电子耳标、植入式电子芯片、电子脚环等。

目前, 我国部分企业自主研发出RFID芯片与标签, 大幅度降低了生产成本, 在畜禽生产中得到了广泛应用, 部分省份还制定了相应的技术规范^[7]。家禽养殖业主要采用电子脚环, 适用于标识禽类、家禽溯源、种禽繁育、饲养及疫病防控等信息化管理。其中最具有代表性的公司有深圳市远望谷信息技术股份有限公司、深圳市英米加电子标签有限公司、上海生物电子标识公司、无锡富华科技责任有限公司等。RFID技术的快速发展, 使得家禽养殖的各项生命体征和生产数据通过物联网进行采集, 有效指导家禽的育种和日常生产管理。

2 物联网技术在现代家禽养殖业中的应用

2.1 在舍内环境调控中的应用 目前, 家禽养殖业正朝着规模化、集约化方向发展, 而精细化管理正是提高其经济效益的重要手段, 同时又能保障家禽产品质量安全^[8]。家禽养殖内环境监控系统, 通常包括气体传感器、温湿度传感器、光照度传感器、称重传感器、摄像头、网络节点(传感器网关)、中间服务器、系统监控软件和远程监控客户端等(图1)。以单栋禽舍作为独立的监控区域, 通过局域网和互联网, 实现对舍内环境状况进行实时监测并对相关设备实现远程控制。监控舍内环境, 实施精细化管理越来越受到企业的重视, 针对家禽的不同生长阶段, 在舍内安装传感器进行数据采集与传输, 再通过电脑进行数据分析, 实时反馈给环境控

基金项目 江苏省重点研发计划(现代农业)项目(BE2019347); 扬州市软科学研究项目(YZ2019201); 江苏省创新能力建设计划(科技设施类)项目(BM2018026); 江苏省家禽遗传育种重点实验室资助项目(JQLAB-ZZ-202004)。

作者简介 邢伟杰(1987—), 男, 江苏无锡人, 助理研究员, 硕士, 从事家禽养殖装备技术研究。*通信作者, 副研究员, 从事家禽养殖环境控制研究。

收稿日期 2020-02-28; **修回日期** 2020-03-31

制系统并进行调节,最终提供最适宜的温湿度、空气质量、光照及水质等。李年攸等^[9]开发了基于 Arduino 的家禽养殖场监控系统,使用 Arduino mega 2560 单片机、DHT11 温湿度传感器、光照传感器、蜂鸣器、继电器、电机、WiFi 通信模块及显示屏等电子元器件,可实现养殖场环境(温度、湿度、光照)的自动监控;高瑞等^[10]设计开发了基于 ARM 和 WSN 技术的环境信息监测系统。该系统通过采集禽舍温度、湿度、NH₃ 浓度等环境数据,利用无线传感网络技术将数据传输到数据监控平台,用于后续管理、查看与分析;周鹏等^[11]设计了智

能畜禽养殖监控系统,采用 ZigBee 和以太网相结合的通信方式,在舍内部署各类环境监测传感器,传感器节点构成监控网络,实现畜禽舍环境的实时监测和控制;朱凤舞等^[12]融合 ZigBee 和 GPRS 技术,设计开发了鸡舍有害气体监控系统,利用短距离无线传感网络监测鸡舍的环境参数,然后通过远距离 GPRS 无线传输网络将数据传至上位机端口,利用上位机对节点继电器发出反馈控制命令,实现鸡舍内环境的预期调控。

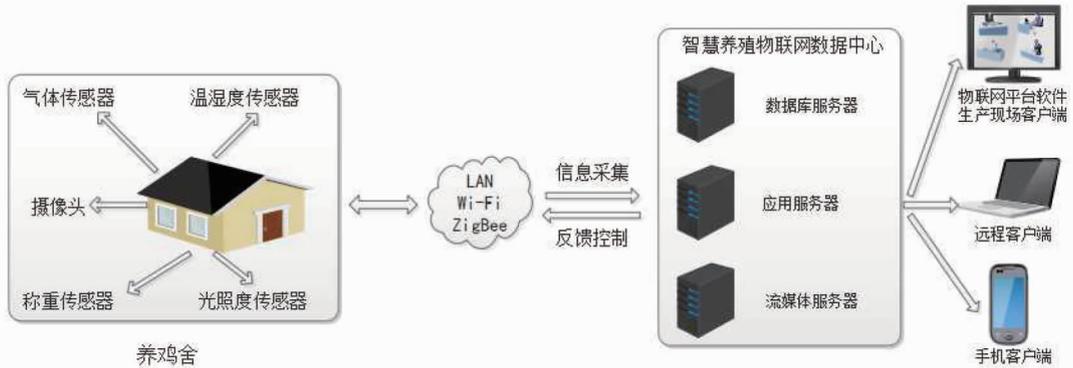


图1 家禽智慧养殖内环境监控系统

Fig. 1 Internal environment monitoring system for intelligent poultry breeding

2.2 在生产管理中的应用 在现代化养殖中,对家禽生产的日常信息进行精准监控至关重要,不但可有效评估家禽生产水平,还可反映家禽饲养过程的规范程度,为生产管理提供技术指导^[13]。目前,家禽生产数据的记录主要依靠人工,费时、费力、易错,效率极其低下。随着现代化发展的迫切需要与物联网技术的飞速发展,相关企业和高校逐步建立起完善、规范、精准、实时的家禽数字信息化管理平台,提升了生产和管理效率,节约了综合成本^[14]。陈羊阳等^[15]设计了基于物联网技术的家禽生产过程管理系统,该系统采用浏览器/服务器模式(B/S),记录家禽的生产过程信息及智能传感器传输的实时环境参数、栖架称重、水电、音视频等数据,对海量、多类型的数据进行有效提取,实现数据的有效直观表达,构建面向企业用户生产需求的环境数据、生产资料消耗数据、盈亏曲线统计分析报表,为企业优化生产过程提供基础数据。该管理系统还可以通过手机、计算机等进行登录、浏览、操作、控制,实现养殖过程远程化管理,充分发挥物联网技术在家禽养殖业中的作用。于群等^[16]基于物联网3级架构,采用C/S开发模式设计了种鸡生产管理系统,实现种鸡鸡群引入、日常管理、孵化免疫等生产管理功能,并进行环境监测和溯源跟踪,实现各个生产阶段的指标直观量化,为种鸡养殖和品种改良提供数据参考。合肥万合公司^[17]发明了基于物联网的蛋鸡养殖系统,包括鸡笼、喂食盘、喂水盘、集蛋盘、集粪盘、路由器和数据统计服务器等,利用重量传感器、水量传感器、压力传感器通过WiFi信号传输数据,自动监测蛋鸡个体和群体在自然状态下的采食量、饮水量、排泄量、产蛋时间、蛋重和产蛋个数的生产数据,为科学养殖提供参考。

2.3 在质量安全监管中的应用 近年来,畜产品质量安全事件时有发生,食品安全问题正受到全社会的广泛关注,如何把控好畜产品质量安全已成为热点^[18]。动物标识及可追溯系统能对畜产品生产、加工、销售等不同环节进行有效追踪和溯源,并及时解决出现的问题。陈长喜等^[19]研发了基于物联网的肉鸡养殖环境监控预警系统,并将其集成于肉鸡可追溯与监管平台,该平台采用B/S与C/S架构相结合方式开发,可实现肉鸡饲料、用药、疫苗、屠宰加工、储运、销售等全程可追溯与监管,政府管理部门同时能进行出栏检疫、产品检疫、各项抽检与统计查询,实现肉鸡疫情预警与质量安全预警;许晓华等^[20]以Microsoft C#作为开发语言,SQL Server作为数据库管理系统,RFID标签作为信息传递载体,采用NET3层架构设计,研发了肉鸡全程质量可追溯平台,可实现肉鸡从雏鸡、肉仔鸡养殖生产、屠宰、加工、销售到消费者追溯评价的全程可追溯;詹小琳等^[21]以Android手机为系统平台,构建了基于智能手机的用手机进行鸡蛋溯源的系统,可以让消费者方便快捷地查询鸡蛋产地、饲养环境以及饲料等信息;申艳光等^[22]采用Java EE(enterprise edition)技术架构,以Spring Side3为开发框架,结合My SQL数据库管理系统和Tomcat服务器,设计了肉鸡产品质量控制与追溯系统,可实现肉鸡从生产、屠宰、储运和销售环节的质量控制与追溯,在生产管理的各个环节保证肉鸡产品的质量安全。

2.4 在疫病监测中的应用 疫病是影响家禽生产的重要因素。物联网技术可为家禽疫病监测与诊断提供技术支撑,通过佩戴具有感知生命信息的传感器,配合室内摄像头对家禽个体进行实时监测,及时了解个体生理状态,传感器将家禽个体的生理数据(如体重、体温、步数等)通过网络传输到数

数据库,并与数据库中的最新数据相比对,可做到对疫病的实时监控。栾宏梁^[23]采用B/S结构模式进行设计,应用Visual Basic、.NET、ASP.NET开发语言与SQL Server 2005数据库等进行构建,开发了禽病辅助诊断与管理信息系统,利用后台数据库配备的家禽疾病知识数据库进行诊断,依据用户对怀疑疾病的描述或对实际症状的描述,自动生成疾病诊断结果,并提供合理的治疗方案。该系统能够满足鸡病临床诊断和鸡场管理的需求,为用户提供参考;河南科技学院^[24]研发了基于物联网的畜禽疾病防控系统,包括温湿度传感器、脉搏传感器、数据中转站、智能控制终端和监测装置等,实现对畜禽疾病诊断和生产的远程实时监控。目前,物联网技术应用于家禽疫病监测与诊断处于探索阶段,其主要原因是缺乏专业灵敏的传感器。

3 面临的主要问题

虽然物联网技术在家禽养殖业中已有不同程度的应用,但在实际发展过程中仍存在一些关键问题,限制了该技术的推广应用。

3.1 个体编码标准缺乏顶层设计 农业部发布的《畜禽标识及养殖档案管理办法》中的编码未与国际标准接轨,且未规定家禽的种类代码,因此需要尽快重新修订。就地方标准(DB31/T 341—2005, DB65/T 3209—2011)而言,虽然考虑了与国际标准进行接轨,但与之配套的家禽编码没有统一标准,尤其是规模化养殖的家禽编码规范还是空白,可以考虑将养殖场代码与家禽品种及饲养批次结合起来进行编码^[3]。而在采集家禽生产过程数据标准上,目前尚无统一标准,导致数据的整合难度较大,无法充分利用数据资源进行研究。因此,亟需进行家禽编码标准的顶层设计,实现家禽行业数据的有效整合与交换共享,节约行业资源。

3.2 系统建设成本过高 完整的物联网系统,最主要的是各种核心传感器,市场价格天壤之别,同时还需要配套各种辅助设施设备^[14],系统的建设成本较高。单个电子脚环价格看似不高,但家禽养殖量都较大,尤其肉鸡出栏时间又短,如果给每只鸡配戴电子脚环无疑是一笔大开销,对养殖户和企业而言,必然无法接受。物联网技术虽然可以为家禽养殖业提质增效,但家禽养殖整体效益低,如果加装物联网系统,这部分成本势必会转嫁到消费者身上,使得养殖决策者不敢轻易尝试。

3.3 技术和产品不够成熟 当前,虽然相关单位研发了一些物联网应用系统和平台,但依然缺乏成熟的技术应用模式,与发达国家相比,存在着较大差距。国内自主研发的传感器在可靠性、稳定性、精准度等性能指标上不能满足当前应用需求,产品总体质量亟待提升。而在专业的感知生命信息的传感器和识别标签上,国产设备仍无法对数据进行有效采集,只能依赖国外进口,且价格较高。其次,基于家禽生产的知识模型及应用控制阈值研究远远不够,缺乏像PIGWIN或阿菲牧这样的将软、硬件高度融合的专业物联网解决方案^[25]。

3.4 养殖人员的专业知识不足 家禽养殖主要以农户散养

为主,多数学历不高,除基本的养殖知识以外,物联网方面的专业知识储备更是严重不足。物联网技术是综合性的技术,涉及传感器技术、通讯技术、计算机网络技术、软件技术等技术,且对维护人员的要求也很高。因此,只有少数大企业才拥有这种复合型人才来满足物联网技术应用的需要,而很多散户和中小企业不仅要承担物联网设备成本,还要承担因无人会操作而闲置的风险。

3.5 缺乏政府相关政策支持 近年来,尽管政府层面不断加强对于家禽行业智能化设备和信息技术的重视程度,认为“信息化是现代农业的制高点”^[26]。但政府的相关政策往往关注的是品种改良、生物安全和粪污资源利用化等方面,较少涉及家禽物联网技术。因此,亟需政府设立物联网技术研发及应用专项政策补贴,全面提升养殖户和企业对于物联网技术改造升级的积极性。

3.6 缺乏全国性大数据平台 虽然目前一些企事业单位建立有企业级或者跨企业的物联网数据平台,如温氏集团内部的数据集成平台、“中国饲料网络数据库”“中国家养动物遗传资源网络数据库”等^[25],但这些还不是真正的大数据平台。因此,依托5G通讯技术,建立全国性大数据平台,将家禽养殖的各项数据实时上传平台并进行综合分析,实现全国大数据共享,同时兼具海量、高速、可变的特点,为国家和企业制定相关决策提供依据。

4 展望

规模化、标准化和智能化是我国家禽养殖业的发展趋势。随着通讯技术的不断发展,特别是最新的5G技术,物联网技术必定向着低成本、自适应、高可靠和低功耗方向发展^[13],建设物联网系统和开发现代智能装备,实现整个养殖过程乃至产品流通过程的全覆盖^[27],从而为家禽养殖业保驾护航,实现家禽产业的可持续健康发展。

参考文献

- [1] 赵艳艳. 物联网研究综述[J]. 中小企业管理与科技, 2014(11): 284.
- [2] 王晓霞, 王启志. 物联网构成及安全探讨[J]. 物联网技术, 2019(8): 93-94.
- [3] 熊北海, 杨振刚, 杨亮, 等. 中国畜牧业物联网技术应用研究进展[J]. 农业工程学报, 2015, 31(S1): 237-246.
- [4] 李道亮. 中国农村信息化发展报告(2017)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.
- [5] 李丽红, 李红, 郭建新, 等. 动物标识及疫病可追溯体系建设现状与建议[J]. 兽医导刊, 2012(S1): 6-8.
- [6] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业部令: 第67号令[A/OL]. (2006-06-26) [2019-12-17]. http://jiuban.moa.gov.cn/zwillm/tzgg/bl/200606/t20060628_638621.htm.
- [7] 韩春雨. 中国畜牧业物联网技术应用研究进展[J]. 农民致富之友, 2017(23): 242.
- [8] 王琳, 吉增涛, 李文勇, 等. 信息技术在家禽精细养殖应用中的研究进展[J]. 中国家禽, 2017, 39(12): 48-53.
- [9] 李年攸, 吴杰良, 丁鑫, 等. 基于Arduino的大型家禽养殖场监控系统设计与实现[J]. 三明学院学报, 2019, 36(2): 46-50.
- [10] 高瑞, 张雄, 杨延宁, 等. 基于ARM和WSN技术的环境信息检测系统设计[J]. 物联网技术, 2018(6): 72-74.
- [11] 周鹏, 燕斌, 田晨, 等. 畜禽养殖监控系统的研究[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(1): 115-117.
- [12] 朱凤舞, 梁天航. 基于ZigBee和GPRS鸡舍有害气体监控系统的设计[J]. 农业与技术, 2016, 36(7): 63-65.
- [13] 姬舒, 刘幸, 闫锋欣, 等. 物联网在蛋鸡生产中的应用及研究进展[J]. 中国家禽, 2018, 40(18): 49-53.

表5 不同处理对甘薯经济效益的影响

Table 5 Effects of different treatments on the economic benefits of sweet potatoes

品种名称 Variety name	处理编号 Treatment code	薄膜价格 Film price 元/hm ²	覆膜费用 Labor cost of mulching 元/hm ²	除草培土费用 Weeding and earthing expenses 元/hm ²	清膜费用 Film cleaning cost 元/hm ²	增产 Production increase kg/hm ²	增收 Income increase 元/hm ²	覆膜增加收入 Mulching increases revenue 元/hm ²
龙薯9号 Longshu 9	B1	1 650	4 050	—	1 350	5 241	6 289	6 139
	B2	1 650	4 050	—	1 350	655	786	-864
	B3	1 500	4 050	—	1 350	1 815	2 178	528
	B4	—	—	5 400	—	—	—	—
岩薯5号 Yanshu 5	B1	1 650	4 050	—	1 350	7 404	11 847	10 197
	B2	1 650	4 050	—	1 350	1 352	2 162	512
	B3	1 500	4 050	—	1 350	1 539	2 462	812
	B4	—	—	5 400	—	—	—	—
龙薯28号 Longshu 28	B1	1 650	4 050	—	1 350	5 571	8 914	7 264
	B2	1 650	4 050	—	1 350	4 598	7 356	5 706
	B3	1 500	4 050	—	1 350	5 099	8 158	6 508
	B4	—	—	5 400	—	—	—	—

3 结论与讨论

地膜覆盖栽培具有增温效应,能够蓄水保墒,同时改善了土壤理化性状、促进生长发育,从而提高了作物产量。该研究结果显示,覆膜栽培前中期能较快促进甘薯茎叶的生长,不同薄膜对不同甘薯品种的影响不同,栽插40 d时覆膜甘薯茎叶产量比不覆膜处理提高30%以上。覆膜降低了T/R值,尤其在茎叶旺长期,能较早地使光合产物向地下部转移,促进块根的膨大。

甘薯覆膜提高产量,主要是因为覆膜提高了垄内不同土层的温度,但地膜增温效应因栽种作物、膜种类不同导致增温效果不同。有研究表明,甘薯覆透明膜增温2~3℃,黑膜增温1~2℃^[5-6]。在产量结果方面,有多个研究者研究结果认为黑膜的增产效果更好^[6,9,13],该研究结果显示,覆透明膜的增产效果最明显,龙薯9号、岩薯5号、龙薯28号3个品种覆透明膜产量分别达3 352.07、2 985.51、2 298.13 kg/hm²,分别比不覆膜增产11.64%、19.81%、19.28%;覆盖黑膜的增产效果次之,这可能是南北方气候条件有差异,该试验地区3月份气温仍较低,透明膜处理的增温效果更显著,更有利于提高地温,促进甘薯茎叶生长和薯块膨大。不同甘薯不同覆膜增加的收益不同,覆膜虽然增加了薄膜成本和覆膜清膜劳动成本,但覆透明膜能较显著提高甘薯产量,提早上市,收益更高。在早春甘薯种植上,覆透明膜是一项提质增效的好

措施。

参考文献

- [1] 陈发伟,单明亮,赵建国,等.山区覆膜甘薯增产原理与高产开发技术[J].农业科技通讯,1995(6):5-6.
- [2] 褚田芬,朱金庆,徐明时.地膜覆盖栽培对秋甘薯的影响[J].浙江农业科学,1992(4):157-159.
- [3] 王旭芳.甘薯覆膜高产栽培技术[J].广西农业科学,2005,36(2):179-180.
- [4] 罗小敏,王季春.甘薯地膜覆盖高产高效栽培理论与技术[J].湖北农业科学,2009,48(2):294-296.
- [5] 辛国胜,林祖军,韩俊杰,等.黑色地膜对甘薯生理特性及产量的影响[J].中国农学通报,2010,26(15):233-237.
- [6] 李雪英,朱海波,刘刚,等.地膜覆盖对甘薯垄内温度和产量的影响[J].作物杂志,2012(1):121-123.
- [7] 李云,宋吉轩,石乔龙.覆膜对甘薯生长发育和产量的影响[J].南方农业学报,2012,43(8):1124-1128.
- [8] 梁金平.地膜覆盖栽培对夏薯‘龙薯24号’增产因素的探讨[J].福建农业学报,2013,28(4):324-329.
- [9] 丁凡,余金龙,余韩开宗,刘丽芳,等.紫色甘薯地膜覆盖栽培技术研究[J].湖北农业科学,2018,57(8):14-16.
- [10] 丁凡,余金龙,余韩开宗,等.高淀粉甘薯品种绵南薯10号地膜覆盖高产栽培技术研究[J].作物杂志,2013(6):110-113.
- [11] 苏文瑾,雷剑,王连军,等.不同地膜覆盖对淀粉型和紫色甘薯生长发育的影响[J].湖北农业科学,2013,52(22):5417-5420.
- [12] 宋吉轩,毛莹芬,李云.地膜覆盖对食用型甘薯生理特性及产量的影响[J].农技服务,2012,29(8):920-921.
- [13] 张超凡,黄岚岚,周虹,等.地膜覆盖对土壤物理性状和甘薯产量及其构成的影响[J].农业科学与技术:英文版,2015,16(11):2379-2385,2393.
- [14] 张允刚,房伯平.甘薯种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006:83.
- [15] 詹小琳,杨璐,郑丽敏,等.基于智能手机的QR码生成、加密和识别的鸡蛋溯源系统[J].中国畜牧杂志,2015,51(10):66-71.
- [16] 申艳光,马高庭,蒋万春.肉鸡产品质量控制与追溯系统的设计[J].湖北农业科学,2015,54(4):974-978.
- [17] 栾宏梁.禽病辅助诊断与管理信息系统的研制[D].哈尔滨:东北农业大学,2015:26-30.
- [18] 河南科技学院.一种基于物联网的畜禽疾病防控系统:CN201520533036.6[P].2015-12-02.
- [19] 熊本海,杨亮,郑珊珊.我国畜牧业信息化与智能装备技术应用研究进展[J].中国农业信息,2018,30(1):17-34.
- [20] 毛晓雅.信息化是现代农业的制高点[N].农民日报,2014-10-27(002).
- [21] 吴志广,袁正东,李晓华,等.物联网技术在种鸡生产中的应用[J].中国家禽,2018,40(2):69-72.

(上接第17页)

- [14] 张新亮,马爱霞,胡士林.物联网技术在畜牧业领域的应用研究[J].山东畜牧兽医,2016,37(2):47-48.
- [15] 陈羊阳,陈红茜,李辉,等.基于物联网的家禽生产过程管理系统的设计与实现[J].中国农机化学报,2015,36(4):232-237.
- [16] 于群,柳平增,张艳.基于物联网的种鸡生产管理系统的设计与实现[J].安徽农业科学,2017,45(4):211-214.
- [17] 合肥万合科技信息服务有限公司.一种基于物联网的蛋鸡养殖系统:CN201710375583.X[P].2018-05-08.
- [18] 赵协.物联网技术在现代畜牧业中的应用[J].河南畜牧兽医,2014,35(3):13-14.
- [19] 陈长喜,许晓华.基于物联网的肉鸡可追溯与监管平台设计应用[J].农业工程学报,2017,33(5):224-231.
- [20] 许晓华,陈长喜.肉鸡全程质量安全可追溯平台设计与应用[J].中国