

物联网技术在现代农业生产中的应用

刘志洋,陈柏杰,门万杰
(哈尔滨市农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150029)

摘要:当今世界,代表信息技术的物联网和数字化网络技术,迅猛发展。物联网技术应用于农业领域,贯穿植物和动物的种植和饲养的各个阶段,是实现科学种植、生产的重要途径。为促进物联网在现代农业中的飞速发展,研究总结了国内外物联网技术在温室生产、水产养殖、畜牧养殖三大农业重点领域中的研究应用动态。

关键词:物联网;农业;监测与控制

中图分类号:S126 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)06-0137-05 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2016.06.0137

利用高科技改造农业,全面构建信息化农业、智能化农业、精准化农业是现代农业发展的大趋势。所谓农业物联网,是指通过物联网技术实现农业生产的基本要素与农作物栽培管理、畜禽饲养、水产、灌溉、植保以及农民教育相结合,构建实时、稳定、易维护、可扩展的动植物生长环境信息采集与控制系统,完成智能农业示范基地建设,实现对植物和动物生长环境的有效监测与控制,达到科学生产、科学研制的目的,为提高农业产量提供科学的方法和依据^[1]。

农业物联网主要应用在温室环境自动监控,实现智能温室生产环境中的温度、湿度、光照、二氧化碳浓度等主要指标的检测,调控解决措施;实现农业虫害智能监控及时发现农业病虫害现象并防治;通过监测水产环境系统达到水产养殖智能化工厂化发展;实时监测畜禽生长过程,远程诊断畜禽病害等^[2]。

1 农业物联网在温室环境监控系统中的应用

1.1 国外研究与应用

国外温室监测开始于 20 世纪 70 年代,以欧美发达国家为代表。受技术条件影响,系统对温室的环境参数多以单因子控制为主,即对温度、湿度、CO₂ 浓度和光照强度等分别进行监测和控制^[3]。自 20 世纪 80 年代起,随着计算机技术的逐步发展,设施农业环境监控系统开始针对温度、

湿度、光照、空气情况进行综合分析和控制。结合农作物生长适宜条件的研究和数据,系统自动启动设施农业调控装备,改善作物生长环境,以提高农产品产量,降低气候环境对农作物生长的阻碍作用^[4-6]。从 20 世纪 90 年代开始,以荷兰、以色列、美国、日本、加拿大为代表,发达国家采用了模糊控制、多变量控制等先进技术(见表 1)。

表 1 国外温室监控研究动态
Table 1 Dynamic of foreign greenhouse monitoring research

| 代表国家 | 国际地位 | 先进技术 |
|-----------|---------------------------|--|
| Countries | International status | Advanced technology |
| 美国 | 最早将计算机技术应用到温室环境监控领域 | 检测室内空气温度和湿度;土壤温度和湿度;CO ₂ 浓度;同窗状况;锅炉和管道温度;引入专家系统。 |
| 荷兰 | 以园艺产业著称,自动化智能玻璃温室制造水平世界领先 | 通过人机交互界面实现参数设置和信息显示,可绘制出数据曲线,可查询历史数据。 |
| 日本 | 世界上实行无土栽培最早的国家 | 根据温室内 CO ₂ 浓度的变化调控 CO ₂ 施肥系统;依据温室内温度和湿度的变化,自动实施升降温度和开始灌溉;自动存储温室内各参数信息。 |
| 加拿大 | 将计算机辅助温控软件应用到温室中 | 将传感器传来的信息实时进行分析处理,减少农药使用,降低生产成本,提高温室种植收益。 |
| 以色列 | 设施灌溉采用电脑控制 | 由中心计算机控制设施内的控制器,从而实现对农产品的灌溉和施肥,能将水肥利用率提高至 80%~90%。 |

收稿日期:2016-03-15
基金项目:哈尔滨市科技攻关项目资助(2014AB1AN034)
第一作者简介:刘志洋(1979-),女,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,高级农艺师,从事花卉育种及农业园区研究。E-mail:113559183@qq.com。
通讯作者:陈柏杰(1963-),男,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,研究员,从事蔬菜育种及农业园区工作。

国外发达国家的温室生产,充分利用先进的科学技术和现代手段建造智能温室,利用计算机技术对温室环境进行自动监测与调控,营造适宜作物生长的环境,调控作物的生长过程,提高作物的产量与品质,增加经济效益。这些国家都非常重视设施农业的研究与开发,特别是以色列、荷兰、美国、日本等,在温室生产设备、生产管理水平、管理手段等方面都具领先地位。

综上所述,在国外,温室水平发展早,技术好,收益高。信息技术的迅猛发展带动发达国家在实现了对温室实时监控的基础上,还进行了人工智能研究,开发了专家系统,实现了远程监控、无人值班以及全自动化。伴随着计算机技术持续发展,在温室控制管理方面应用无线网络技术、远程遥测技术、现代测控技术。

表 2 国内温室监控研究动态

Table 2 Dynamic of the domestic greenhouse monitoring research

| 研究者 Researchers | 研究方向 Research direction | 先进技术 Advanced technology |
|--------------------|----------------------------|--|
| 江苏大学 王纪章 | 基于物联网的温室环境智能管理系统 | 温室环境无线测控网络、多传感器信息融合、温室环境信息处理、调控效果预测模型、作物模型库、多尺度的环境调控优化 ^[10] 。 |
| 河北农业大学 孔蕊 | 基于物联网的温室环境检测系统 | 采用 TD 终端进行数据的采集,包括温室内空气温湿度、土壤温湿度、CO ₂ 浓度、光照强度等环境参数 ^[3] 。 |
| 东北农业大学 王福祿 | 寒地日光温室远程检测系统 | 提出了适宜寒地特色的监控方案,利用虚拟仪器技术和 PLC 技术,开发了一套温室环境远程监测系统 ^[11] 。 |
| 甘肃农业大学 赵丽丽 | 基于物联网的蔬菜大棚环境监控系统 | 针对蔬菜大棚环境监控问题,设计了一种基于物联网的环境监控解决方案,介绍了系统传感网关的开发过程。获得了高精度的监控数据 ^[12] 。 |
| 吉林大学 张连耀 | 温室环境智能监控系统 | 根据实时数据和控制模型,对数据存储、处理和智能判断,通过建立智能调控模式,及时、有效调控(自动灌溉、降温、增温、排风降湿、补光等),营造最为适宜的生长环境。同时,利用实时监测数据,实时跟踪作物的生长环境,进行病虫害的时实预测预报,并建立综合防治管理模式 ^[13] 。 |
| 中国农业科学院 曹金源 | 基于无线传感器网络的设施农业温湿度检测系统 | 综合运用了无线传感器网络、互联网、移动通信等技术进行搭建,能够实时、准确地反映设施农业相关环境信息,具有节能、准确、易用、低成本等特点 ^[14] 。 |

总体来说,经过多年的研究,虽然我国温室环境监控技术水平正在日新月异地提高和变化,但是在技术水平和调控能力等方面,我国自行研发的温室环境监控系统与国外发达国家的发展水平相比还存在一定差距,要真正实现低成本的温室智能化监控还需长期努力,在技术上还有很长的路要走。

1.2 我国的研究与应用

作为传统的农业大国,我国设施栽培技术历史悠久,但现代设施栽培技术起步较晚。从 20 世纪 70 年代开始,我国将国外的先进技术手段和环境控制设备引入到温室中。80 年代,中国的农业信息服务管理系统开始建设。到了 90 年代,计算机技术被应用于温室的管理和控制,我国开始进行环境控制系统的研发工作。

我国也曾从法国、日本、荷兰、以色列、美国、西班牙等先进的温室技术国家引进其高新技术设备(见表 2),例如灌溉系统、温控系统、其它控制系统和附属设备,我国引进了大规模的温室配套系统之后,便开始了现代化温室的研究和普及。到 20 世纪 90 年代,我国设施农业逐渐向产业化、科学化方向发展,技术水平得到了明显提高^[7-9]。

2 农业物联网在水产养殖监控系统中的应用

2.1 国外的研究与应用

国外水产养殖自动监测系统历史悠久。比较先进的国家有日本、美国、丹麦、德国等国家(见表 3)。在欧洲、美国等,几乎都有研究单位专门从事工厂化养殖的研究和生产。20 世纪 60 年代初,日本最先开始水产养殖环境因子监控系统的研

究,随后加拿大、美国、德国等国家也纷纷加入到自动化的生产模式。监控系统的自动化研究队伍中,已形成规模化和

表 3 国外水产养殖监控研究动态
Table 3 Dynamic of foreign aquaculture monitoring research

| 代表国家 Countries | 重点研究领域 The key research area | 先进技术 Advanced technology |
|-------------------|---------------------------------|--|
| 日本 | 最先开始水产养殖环境因子监控系统的研究。 | 不仅可自动检测水质信息,还能利用人工智能理论来分析鱼的变化。该系统能够准确地测量水中的溶解氧、pH 和温度,并检测出是否含有氰、硫酸铜、农药和苯酚等有毒物质;同时利用监控摄像机追踪鱼群生长变化,根据鱼在缺氧时或水质恶化会浮头的特点分析鱼的变化。 |
| 美国 | 重点进行水质调控的机械化和自动化的研究。 | IMBACH 公司研制出一种专用的 FW60 型水产养殖便携式微电脑,该装置体积小,携带方便,能够自动记录养殖场内水温变化、溶解氧、盐度和各种鱼类的生长分级等数据资料。 |
| 丹麦 | 现代化的养殖设施,建立了小型环境生态良性循环系统。 | 在水质调控方面,机械化、自动化程度较高,多采用微机控制养殖水体中的溶氧量、浑浊度、温度、pH、氨氮等指标,并拥有过滤固体物质、增氧、脱氮等领先技术。 |
| 德国 | 工厂化养鱼比较发达,设施比较先进。 | 采用封闭式养殖方式,应用多种高科技手段,尤以高效水处理世界一流。 |

综上所述,设施渔业处于领先地位的国家不光拥有先进的养殖设备,且在进排水、投料、捕获、运送等产出过程中机械化程度也很高,操作便捷,节省了大量人力物力,而且国外应用计算机对养殖水体溶解氧进行控制,还包括 pH、浊度、电导率、氨氮、温度、湿度、太阳辐射、风速监测、生物净化沉淀、过滤固体、氮的去除等方面都有许多领先技术^[15]。

2.2 我国研究与应用

与发达国家相比,我国的水产养殖规模大但

工厂化水平低,尤其是监测系统起步较晚,较为落后。1979 年科研攻关项目“中国鱼虾工厂化育苗技术研究”打破了我国在水环境因子研究领域的空白,是以后我国水环境因子监控系统研究的基础。根据田建中的报道,我国的湖北、安徽、江苏等地通过引进国外的水质在线监测系统和物联网智能投饵系统、增氧系统,可减低劳动工作量 40%,减少电能使用 20%,提高水产养殖成活率 30%,减少农药使用量 30%。大大减轻了对环境的污染,降低了养殖风险^[16]。

表 4 国内水产养殖监控研究动态
Table 4 Dynamic of domestic aquaculture monitoring research

| 研究者 Researchers | 研究方向 Research direction | 先进技术 Advanced technology |
|--------------------|----------------------------|--|
| 海南大学 杨瑞峰 | 海南水产养殖环境因子智能检测 | 在线检测酸碱度、温度、溶解氧浓度。对水产养殖环境因子的自动采集和数据实时传输及处理。实时性好、自动化程度高、电路简单、成本低 ^[17] 。 |
| 华中农业大学 余利锋 | 地热水产研制温度监控系统 | 设计了一种单片机实现的水产养殖温度自动监控系统。该系统可以降低养殖对其它燃料的需求,而且节约能源、保护环境 ^[18] 。 |
| 西南科技大学 许晴 | 工业化水产养殖环境因子监控系统 | 设计了基于 ZigBee 技术的无线传感器网络环境因子监控系统。组网方便、数据传输可靠性高、运行可靠、成本低,能够准确检测到环境因子变化 ^[19] 。 |
| 曲阜师范学院 周婷婷 | 基于物联网的水产养殖监控系统 | 采用实时监测、自动控制养殖水环境的方式,提高养殖效率。能查看多个养殖池的参数并进行控制 ^[20] 。 |

综上所述,我国较先进的是利用电脑控制传感器装置收集和分析有关环境因子的数据。但与国外渔业的自动化、机械化程度相比,还有很大的

差距。因此,想要改善水产养殖的传统模式,实现健康养殖,达到水产品的优质、高产,必须要以科技为指导,改革落后设备。研发适合我国工业化

养殖的水环境因子监测系统势在必行。

3 农业物联网在畜禽养殖环境监控系统中的应用

3.1 国外研究与应用

国外对畜禽舍环境监控起步较早,且发展较为迅速,最早的研究始于 20 世纪 70 年代。发达国家设施畜牧养殖可分为三种模式:一是以美国、加

拿大为代表的大规模、工厂化养殖的北美模式;二是以法国、德国、荷兰等国为代表的适度规模、农牧结合的欧洲模式;三是以韩国、日本、以色列等国为代表的家庭农场饲养、适度规模化经营的亚洲模式。虽然三种模式不尽相同,但其设施养殖都形成了“畜牧业工厂化生产+自动化、智能化物联网技术发达+农民文化程度高”的集约化模式。

表 5 国外畜牧养殖监控研究动态
Table 5 Dynamic of foreign husbandry monitoring research

| 代表国家 Countries | 代表模式 Modes | 先进技术 Advanced technology |
|-------------------|---------------------|--|
| 日本 | 家庭农场饲养、适度规模化经营的亚洲模式 | 以微型计算机为核心,综合控制温室内的各种环境因素。 |
| 以色列 | 家庭农场饲养、适度规模化经营的亚洲模式 | 环境控制系统根据监控对象的特点,采用各种类型的控制芯片及外围设备,能够监控风向、风速、光照、CO ₂ 浓度、温度、湿度等数据,具有较强的实用性,是典型的环境监控设备。 |
| 荷兰 | 适度规模、农牧结合的欧洲模式 | 智能化饲养管理系统(VELOS)实现了局域自由活动饲喂、个体自动识别、发情智能检测、自动补料及自动饲喂。 |
| 美国、加拿大 | 大规模、工厂化养殖的北美模式 | 采用 TMR 系统,智能主机按时间节点或探测器反馈信息定量配给饲料、水,智能主机还可掌控粪便定量收集、定时清洗。 |

综上,发达国家的设施养殖场广泛应用物联网技术,从而走向精细化、智能化、动态化管理。在畜禽舍安装智能传感器,在线采集 CO₂、NH₃、H₂S、空气温度、湿度、光照、风速等,便于饲养员通过手机、掌上电脑、计算机等实时远程控制自动开窗换气、喷淋降温、调整光照等相应设备。

3.2 我国研究与应用

近年来,畜禽舍环境监控技术引入我国,目前已成为国内农业机械专家研究的重点。目前中国

的畜禽舍采用密闭方式饲养的同时,也采用了纵向通风、夏季湿帘降温等一系列先进环境控制技术,为畜禽舍的环境调控提供了物质保障。但从管理的角度看,在畜禽舍的环境控制上多数控制系统必须由饲养管理人员手动操作或机电式操作,自动化水平低,难以适应现代化管理的要求。畜禽舍环境指标的监测主要采用手工测定,该过程繁琐费力、误差大、时效性差。

表 6 国内畜牧养殖监控研究动态
Table 6 Dynamic of domestic husbandry monitoring research

| 研究者 Researchers | 研究方向 Research direction | 先进技术 Advanced technology |
|---------------------|----------------------------|--|
| 广西慧云信息技术有限公司 王植等 | 物联网在保育猪舍建设应用 | 使用户端延伸和扩展到猪舍及室内设备,实现设备与控制器,设备与人之间,进行信息交换和通信。实现保育猪舍环境的自动控制,精准调控和远程实时监控 ^[21] 。 |
| 河北省农林科学院 闫磊 | 畜禽舍环境检测系统 | 通过温湿度传感器和光敏电阻对畜禽舍内的温度、湿度和光照数据进行采集,并由单片机 AT89C52 对数据进行分析处理,实现了畜禽舍内环境因素的实时监控 ^[22] 。 |
| 江苏省农业科学院 王冉等 | 基于无线传感器网络的畜禽舍环境监控系统 | 对畜禽舍温度、湿度、光照、大气压、氨气浓度等进行实时监测。并能自动控制畜禽舍风机、风扇、湿帘、电灯等的开启,达到将畜禽舍环境参数控制在设定的范围 ^[23] 。 |
| 吉林农业大学 高中霞等 | 采用无线传感器网络(WSN)构建禽舍环境监测系统 | 其利用 ZigBee 技术,通过分布在禽舍的无线传感器网络,实时监控禽舍内的各种环境因素,系统组网简单,准确地监测了禽舍内的环境温湿度数据,满足了精细养殖的要求 ^[24] 。 |

总体说来,国内畜禽养殖正逐步进入“互联网+畜禽养殖”时代,充分利用互联网、大数据、云计算、物联网等先进的科技信息手段与畜禽养殖业结合起来跨界融合发展,才能实现畜禽养殖真正网络化、物联化、智能化、精细化发展。

参考文献:

[1] 物联网行业联盟. 物联网定义[EB/OL]. (2011-07-28). http://www.china.org.cn/learning_20057697.htm.
[2] 李坡,吴彤,匡兴华. 物联网技术及其应用[J]. 国防科技, 2012(3):18-21.
[3] 孔蕊. 基于物联网的温室环境检测系统研究[D]. 保定:河北农业大学,2013.
[4] 赵忠彪. nRF401 在温室大棚监控系统中的应用研究[J]. 工业控制计算机,2008,21(3):18-21.
[5] 沙宗尧,边馥苓. “3S”技术的农业应用与精细农业工程[J]. 测绘通报,2003(6):29-32.
[6] 张小超,王一鸣,方宪法. 精准农业应用与精细农业工程[J]. 农业机械学报,2002,33(6):125-128.
[7] 汪华. 把握发展机遇加快推进农业机械化[J]. 农业科技推广,2008(12):4-6.
[8] 杨孝光,廖红丰. 关于推进农业科技化的思考[J]. 合作经济与科技,2004(21):4-6.
[9] 汪华,李莉. 加快推进农业机械化发展的思考[J]. 山东农机化,2010(1):8-10.
[10] 王纪章. 基于物联网的温室环境智能管理系统研究[D]. 镇江:江苏大学,2013.
[11] 王福祿. 寒地日光温室远程检测系统的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2011.

[12] 赵丽丽. 基于物联网的蔬菜大棚环境监控系统设计[D]. 兰州:甘肃农业大学,2013.
[13] 张连耀. 温室环境智能监控系统研究与应用[D]. 长春:吉林大学,2003.
[14] 曹金源. 基于无线传感网络的设施农业温湿度检测系统设计[与实现[D]. 北京:中国农业科学院,2013.
[15] 李正军. 计算机测控系统设计与应用[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
[16] 田建中,李可心,胡蝶. 渔业物联网技术发展与应用示范[J]. 质量市场,2015(8):37-40.
[17] 杨瑞峰. 海南水产养殖环境因子智能检测的研究[D]. 海口:海南大学,2012.
[18] 余利锋. 地热水产养殖温度监控系统研究[D]. 武汉:华中农业大学,2008.
[19] 许晴. 工厂化水产养殖环境因子监控系统研究[D]. 绵阳:西南科技大学,2012.
[20] 周婷婷. 基于物联网的水产养殖监控系统设计[D]. 曲阜:曲阜师范大学,2015.
[21] 王植,王筱东,韦光亮,等. 物联网技术在保育猪舍建设中的应用[J]. 畜牧兽医,2014(10):58-59.
[22] 闫磊. 畜禽舍环境监测系统设计与研究[J]. 机械工程自动化,2014(6):156-157.
[23] 王冉,徐本崇,魏瑞成,等. 基于无线传感网络的畜禽舍环境监控系统的设计与实现[J]. 江苏农业学报,2010(3):562-566.
[24] 高中霞,朱凤武,涂川川,等. 基于无线传感器网络(WSN)的禽舍环境监测系统[J]. 农机化研究,2012(5):139-142,146.

Application and Research of Internet of Things Technology in Modern Agricultural Production

LIU Zhi-yang, CHEN Bai-jie, MEN Wan-jie

(Harbin Academy of Agriculture Sciences, Harbin, Heilongjiang 150029)

Abstract: The Internet of Things(IoT) technology and digital network technology on behalf of the information technology are developing rapidly in the word. The IoT is an important way to realize the scientific cultivation , animal raising and in plant breeding stages. The domestic and the foreign IoT technology inthree agriculture key areas were summarized including greenhouse,aquaculture and husbandry ,and it would provide theoretical support for the IoT rapid development in modern agriculture.

Keywords: Internet of Things; agriculture; monitoring and control

欢迎加盟理事会、协办单位