

# 信息技术在设施蔬菜栽培智能管理上的应用研究

陈 军

(苏州农业职业技术学院,江苏 苏州 215008)

**摘 要:**以黄瓜的生长模型为例,对传感器技术在温室蔬菜栽培中的应用做了详细说明。同时通过黄瓜的生产,建立了基于网络技术的专家系统管理模式。表明信息技术应用于温室设施蔬菜生产,可使设施蔬菜管理更加科学,控制方式变得简单,蔬菜生长周期便于调节,间接或直接增加经济效益。

**关键词:**传感器技术;温室管控;黄瓜栽培;专家系统

**中图分类号:**S 626 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2013)19—0197—04

“菜篮子工程”建设的实施和不断发展为人们提供了丰富的蔬菜来源,随着人民生活水平的提高,人们对蔬菜的要求也越来越高,不仅要求蔬菜安全、优质和多样,而且对于反时令蔬菜的需求更是强烈,人们希望在一年四季能够品尝到新鲜的蔬菜,使得蔬菜市场处于供低于求的状态<sup>[1-2]</sup>。然而,在市场经济发展的今天,符合人民生活需求理念的蔬菜供应方式不断出现,那些传统的栽培方式逐渐被取代,设施农业得到了发展的有力契机。

设施农业是利用工程装备技术和生物科技技术,采用人工设施,模拟农作物生长的最佳条件,以实现农作物在人工控制下生长,达到人们需求的一种生产方式<sup>[3-4]</sup>。发展以设施蔬菜为代表的设施农业是实现传统农业向现代农业生产方式转变,建设新型现代农业的重要内容。设施蔬菜主要是通过温室生产的方式来实现

蔬菜的反时令生长。温室生产是通过对先进生产设施和技术的应用,在人工模拟的条件下,建立蔬菜生长的最佳条件,延长生产季节,并通过科学的管理,获得最佳的生产效益<sup>[5]</sup>。温室生产对于土地的高利用率,使得温室生产极易得到推广。目前我国设施蔬菜的生产与管理还存在许多问题,大多数生产者对于温室生产的管理仍是以经验管理为主,如盲目的提升温室温度,在栽培过程中大量的施肥,这就造成温室蔬菜的病虫害多发,环境不能持续发展,所以先进技术的使用就显得十分迫切<sup>[3-8]</sup>。

随着现代农业的发展,信息技术得到了广泛的应用,对农业生产的发展产生了巨大的推动作用。信息技术在农业发展中起到多方面的作用,如对生产条件综合信息的收集与保存,对农业多方位、多层次的智能管理,对农业科研众多项目的实际模拟,这使得管理者既能够宏观的掌控农业生产,又能注意生产中的细小变化<sup>[9]</sup>。信息技术包括多方面的应用,计算机的强大处理和储存能力能让众多的信息分门别类的管理,微电子和微控技

**作者简介:**陈军(1976-),男,江苏盐城人,本科,讲师,农艺师,现主要从事蔬菜栽培技术推广等工作。

**收稿日期:**2013—08—08

## Analysis of the Operation Ways of Liquidize and Landing of Scale Facilities Agriculture

SUN Fu-jun, GAO Feng

(Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing 100125)

**Abstract:** Starting from the reality demand, with large-scale facilities agricultural (horticulture facilities) production for the analysis foothold, taking agricultural planning and project research practice as the media, the problems encountered in the actual operation of facilities horticulture projects were listed in the form of actual case; and based on planning practice, the strategy of how to guarantee the benign operation of facilities horticulture project were explained mainly from the hardware construction and software infrastructure supporting two aspects.

**Key words:** agricultural facilities; liquidize; operation way

术能让管理中的细微变化无从逃脱,红外和遥感技术的应用能全面观测大气和地理的变化。

目前,以人工智能技术和网络技术为核心的设施栽培研究越来越受到人们的青睐。智能温室的建设模式不断被探索,温室设计的优化使得不同生态区域的温室类型合理布局,温室作物生长环境的管理和控制为温室作物的生长发育提供了精准的控制元素,高效、高经济回报率的温室智能模式被采用<sup>[10]</sup>。温室环境的智能管控对于设施农业的发展具有巨大的优势,如提高温室的生产能力和产品质量,自然资源和人力资源得到最大限度的利用,降低生产成本,劳动生产率得到大幅度的提高,增强安全性和经济性<sup>[11-12]</sup>。该研究主要介绍了信息技术应用于设施蔬菜的管理与控制,以期得到设施蔬菜的智能管理模式。

### 1 温室环境管控系统的构架

设施农业的发展与研究均以实现农业的可持续发展为最终目的。通过对温室环境的控制,实现农业资源和农业相关投入与农业生态环境以及农业产能和经济收益的平衡。在取得农业成果的同时,不能以牺牲农业环境的手段去实现,应以可持续发展的理念去发展设施农业<sup>[13]</sup>。温室环境的控制主要是对温室中温度、光照、水分、营养元素等因素进行自动检测,再通过信息的原理进行分析、总结、归纳,形成动态的反馈与负反馈的作用机制,调节作物生长状态,实时实地的对作物的生长进行管理<sup>[14]</sup>。

传统的温室环境控制方式往往无法很好的达到分布式、智能化和自适应的控制效果。随着无线传感器网络技术的发展,将该技术运营于农业温室环境监控中是现代农业发展的必然趋势<sup>[15]</sup>。温室环境监控系统整体结构框图如图1所示。

以黄瓜温室栽培管理为例,在传感器的各个控制节点设置不同的数值范围,李冬梅等<sup>[16]</sup>研究表明,黄瓜生长周期中,氮和磷的增加对于黄瓜单株产量增加的影响极其显著,但是钾的增加对增重不明显。氮磷钾的配比范围见表1。该表为基础设计氮磷钾节点的阈值范围,氮:磷为1:1~1:2,钾的范围为0.3~1.2。同时,在黄瓜的生长发育过程中,光合速率直接影响着其生长发育的整个过程,合理的控制黄瓜的光合速率的过程,能最大的发挥单株的产能,韩建会等<sup>[17]</sup>研究了不同季节的生态环境对黄瓜净光合速率的影响,结果表明,温度、二氧化碳浓度、光照强度对黄瓜的净光合速率都有较大的影响<sup>[18]</sup>。因此,根据温室环境对作物的净光合速率设置传感器的阈值,可达到实时调节的目的,保证产值的持续增长。阈值设置见表2。

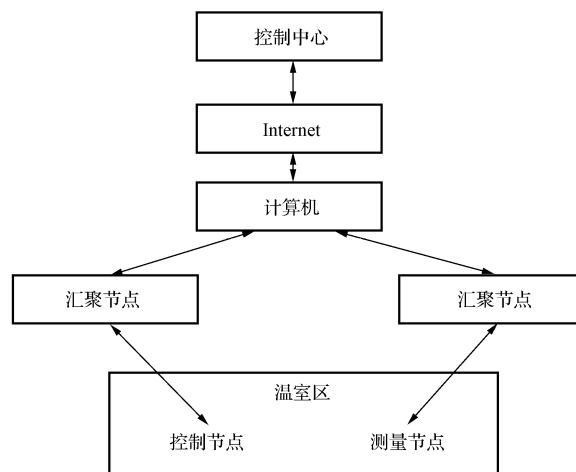


图1 无线传感器网络温室环境监控系统示意图

Fig. 1 The diagram of wireless sensor networks in greenhouse environmental monitoring system

表1 黄瓜生长所需氮磷钾配比范围

Table 1 The requirement of NPK ratio with cucumber growth

方案	氮(N) /mg · L <sup>-1</sup>	磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) /mg · L <sup>-1</sup>	钾(K <sub>2</sub> O) /mg · L <sup>-1</sup>	氮:磷:钾
1	98.0	98.0	117.5	1:1:1.2
2	98.0	196.0	117.5	1:2:1.2
3	196.0	196.0	58.8	1:1:0.3

表2 黄瓜生长控制的光照、温度和二氧化碳浓度阈值

Table 2 The threshold of cucumbers growth control of light, temperature and CO<sub>2</sub> concentration

指标	光照强度 /μm · Em <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup>	温度 /℃	二氧化碳浓度
阈值范围	135~1 038	25~33	(185~980) × 10 <sup>-6</sup>

在满足黄瓜生长所需的温度、光照、养分的同时,还要保证土壤水分的供应,才能获得良好的收益<sup>[14]</sup>。研究适宜的土壤水分有利于黄瓜植株生长和产量提高,水分过高或过低均对生长发育不利。黄瓜单株产量与总产量均随土壤含水量降低而降低,80%、70%、60%、50%与90%含水量处理之间差异逐渐增加,相互间差异极显著,但80%与90%之间的产量差异未达显著水平,说明黄瓜适宜的土壤相对含水量为80%。因此建立传感器控制节点的阈值为土壤水分含量为80%~90%。

无线传感器网络的原理是利用传感器测量节点和传感器控制节点组成。测量节点主要对温室中相关元素进行收集和反馈,控制节点主要对温室智能系统的指令进行执行。在温室中许多的因素影响作为的生长,其中温度、二氧化碳浓度、光照强度,土壤水分,土壤养分等是关键的控制指标,在温室中设置测量节点,监测温室中这些因素的变化,在一定范围内发布反馈指令。控

制节点接受到的反馈指令,利用智能调节系统对温室环境参数进行适当调控<sup>[20-22]</sup>。温室中的环境控制需要计算机进行核心处理。首先接收到测量节点收集到的信息进行分析处理,然后与数据库中的信息进行匹配与筛选,随后发布监测结果是否在可调控的范围之内,再通过控制节点来执行指令。处理的数据可以与远程控制中心相互联系,进行温室管控的远程指导。

## 2 蔬菜生长发育模型的建立

专家系统是一个智能计算机程序系统,其内部含有一些特定领域的知识与经验,能够利用人类专家的知识和方法来处理该领域问题<sup>[23-24]</sup>。专家系统建立了专业知识库和问题处理经验库,在其中记录了相关作物的生长阶段,以及此生长阶段所需要的各种生长条件,在此条件下出现相关问题的解决方案。例如,一条专家系统记录黄瓜生长需要的温度、水分、养分、光照等,通过信息反馈进行调节,出现病虫害的处理方案,这样对黄瓜的生长过程进行全程智能管理,提高产品的质量和产量,专家系统是人工智能管理的一个分支领域<sup>[25-26]</sup>。

专家系统作为一种智能的计算机程序,能通过模拟专家的行为来实现对专业知识的获取以及对数据库和知识库的管理,并能对数据库和知识库按照一定的规则进行推理、表达,最后模仿专家解答终端“客户”的问题。只要把温室管理专家的知识 and 经验以一定的表达方式存储到知识库中,再以专家处理问题的方式、思维为参照,构建推理机<sup>[27]</sup>。当用户通过系统人机交互界面提供温室生产管理中需要决策的问题后,系统开始搜集数据信息,并根据知识库中的知识来判断和识别问题,并给出相应的结论<sup>[28]</sup>。根据专家系统的工作原理,以黄瓜的生长发育规律为基础,建立黄瓜温室生长发育模型。

### 2.1 黄瓜温室生长模型专家系统的构成

为了减少系统的复杂性,实现专家系统层次清晰、功能明确、关系简单的特点,根据软件工程原理中的模块思想进行设计,把黄瓜生长模型的专家系统分为:生产管理模块模块、推理模块、数据库管理模块、系统帮助模块<sup>[29]</sup>。黄瓜生长模型专家系统的构成如图2所示。

### 2.2 黄瓜温室生长模型专家系统的功能

**2.2.1 推理模块** 该模块以黄瓜整个发育期为基础进行知识整合,整个模块包括黄瓜生长发育各个时期的生长要求,包括温度、水分、养分、光照等,然后给出相应的处置措施。

**2.2.2 数据管理模块** 数据管理模块主要是实现知识库的创建、编辑和修改。专家系统中知识的来源,以及推理规则的建立、数据的编辑、指令的修改都通过数据

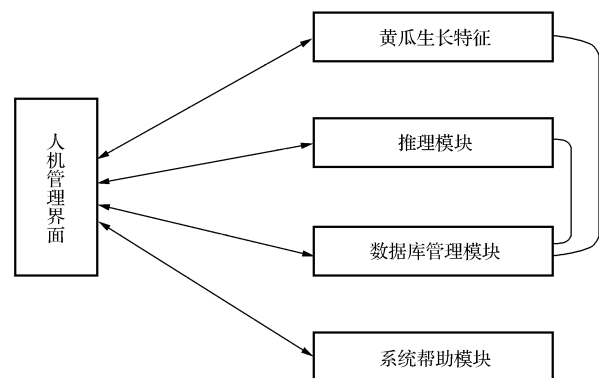


图2 黄瓜生长模型专家系统的构成

Fig. 2 The model of cucumbers growth expert system

管理模块完成,是一个相对独立的处理模块,但是各个模块的处理措施的发布标准是根据知识库的预设方案来进行推理和发布的,是与各个模块相联系的。

**2.2.3 黄瓜生长特征模块** 黄瓜生长的生物学特性和生理特性在该模块以文字和图片的方式表达。这样就可以对黄瓜的生长发育特性有初步的了解和认识,创建相关的信息储备,从而扩大了操作人群的范围,实现标准化的管理模式。

### 2.3 黄瓜温室生长专家系统的运行

首先在推理模块中选择栽培管理,接着进入下面的管理界面:播前准备、播种、育苗、定植、定植后管理、特殊天气管理。如选择“播种管理”则接下来显示“温度管理、施肥管理、水分管理、湿度管理”。如选择其中的“温度管理”则接下来显示“缓苗期、初花期、开花到采收前期、收获期”等,系统则会根据所选的实际阶段显示温度管理的技术与实际操作方法,在根据实际的监测条件反馈所采取的措施及改进方式。

## 3 小结

在现代农业生产中,温室蔬菜的生产在生活中起到越来越大的作用。而且,规模化经营的出现,使得许多农业生产者建有很多个温室,信息技术的应用使得每个温室中都建有1个无线传感器网络,让温室的环境得到整体监控,温室中的环境又比较相似,所有温室都通过控制中心的计算机来进行统一管理,可以大大提高工作效率。专家系统的应用使得设施蔬菜的生产实现了智能化的分析和管理的,建设设施蔬菜生长周期中的各个关键环节的数据库,按照模块化的方式进行生产管理<sup>[30-31]</sup>。信息技术在温室设施蔬菜管理上的应用,促使农业生产者对温室设施蔬菜科学的管理,简洁的控制,大幅度的利用科学技术手段提高作物产量,改进作物的品质,提高经济效益。

## 参考文献

- [1] 张真和,李建伟.我国设施蔬菜产业的发展态势及可持续发展对策探讨[J].沈阳农业大学学报,2000(1):4-8.
- [2] 张志斌.我国设施蔬菜存在的问题及发展重点[J].中国蔬菜,2008a,170(5):1-3.
- [3] 杜春华.提高设施蔬菜综合生产能力的探讨[J].中国农业信息,2007,80(5):18.
- [4] 王福祿,房俊龙,张喜海.基于无线传感器网络技术的温室环境监测系统研究[J].自动化技术与应用,2009,172(10):61-63,67.
- [5] 王福祿,房俊龙,张喜海.基于无线传感器网络的温室环境监测系统研究[J].东北农业大学学报,2011,192(2):59-64.
- [6] 李宝聚.北京市设施蔬菜主要病害可持续控制的基础研究[J].中国蔬菜,2005(S1):87-90.
- [7] 张毅,徐进,贾晖,等.西安地区设施蔬菜温室白粉虱的发生与防治[J].中国农技推广,2011,198(2):42.
- [8] 张志斌.国外设施蔬菜技术发展趋势[J].中国蔬菜,2008b,170(5):4-6.
- [9] 孙超,张世庆,张西良,等.无线传感器网络在温室环境监测中的应用[J].农机化研究,2006(9):194-195.
- [10] 任振辉,张曙光,谢景新,等.日光温室环境参数智能化监测管理系统的研制[J].农业工程学报,2001(2):107-110.
- [11] 徐刚,郭世荣,张昌伟,等.基于生长模型的温室小型西瓜栽培管理专家系统(ESWCM)的研究和建立[J].农业工程学报,2006(4):157-161.
- [12] 朱国仁,李宝聚.设施蔬菜产业可持续发展的病虫害防治对策[J].中国蔬菜,2000(S1):22-27.
- [13] 刘雁征,滕光辉,刘世荣.温室环境控制系统的发展及现存问题[J].中国农学通报,2007,160(10):154-157.
- [14] 刘雪美,李进京.华北型日光温室升温系统的节能设计专家系统[J].农机化研究,2004(2):140-142.
- [15] 董永胜.基于无线传感器网络的温室环境监控系统研究[J].微型机与应用,2010,305(9):59-62.
- [16] 李冬梅,魏珉,张海森,等.氮磷钾不同用量及配比对日光温室黄瓜产量和品质的影响[J].中国农学通报,2005(7):262-265.
- [17] 韩建会,徐淑贞,张福墀.日光温室不同季节生态环境对黄瓜光合作用的影响[J].华北农学报,2003(S1):124-126.
- [18] 邱华锐,罗新兰,李国春,等.东北日光温室番茄长季节栽培管理专家系统的研制[J].农业网络信息,2007,138(12):45-47.
- [19] 刘兆辉,江丽华,张文君,等.山东省设施蔬菜施肥量演变及土壤养分变化规律[J].土壤学报,2008(2):296-303.
- [20] 顿文涛,谷小青,王力斌,等.基于无线传感器网络的农业温室环境测控系统研究[J].现代农业科技,2013,595(5):203-204.
- [21] 韩光辉,朱凤武,李铁,等.温室环境监测无线传感器网络节点设计[J].农机化研究,2011,33(4):89-92.
- [22] 唐义锋,陈新华,冯辉,等.温室环境监控无线传感器网络节点的设计[J].湖南农业科学,2010,250(19):146-148,151.
- [23] 陈青云,李鸿.黄瓜温室栽培管理专家系统的研究[J].农业工程学报,2001(6):142-146.
- [24] 王子崇,杨红丽.基于 Web 的温室黄瓜生产专家系统的研究[J].北方园艺,2009(7):254-256.
- [25] 柳虹.温室专家系统的研究和实现[J].计算机系统应用,2004(12):18-20.
- [26] 王纪章,李萍萍,彭玉礼.基于无线网络的温室环境监控系统[J].江苏农业科学,2012,40(12):373-375.
- [27] 王雪英,沈天飞.温室控制专家系统开发平台的设计与实现[J].微机计算机信息,2005(3):44-45,88.
- [28] 王纪章,李萍萍,胡永光,等.温室结构选型专家系统开发[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2007,91(3):5-7.
- [29] 王庆成,刘开昌,张秀清,等.日光温室黄瓜栽培管理专家系统的开发[J].山东农业科学,2002(4):14-16.
- [30] 丁维龙,熊范纶,梁荣华.基于虚拟生长模型的温室番茄栽培管理专家系统[J].农业工程学报,2008,124(1):193-197.
- [31] 郭文川,程寒杰,李瑞明,等.基于无线传感器网络的温室环境信息监测系统[J].农业机械学报,2010,41(7):181-185.

## Study on the Application of Information Technology in Intelligent Management of Greenhouse Vegetable Cultivation

CHEN Jun

(Soochow Polytechnic Institute of Agriculture, Soochow, Jiangsu 215008)

**Abstract:** Taking cucumber growth model as example, the application pattern of sensor technology in greenhouse vegetables was described. Through the cucumber production, the corresponding expert system based on network technology management mode was established. It indicated that the application of information technology in vegetable greenhouse could promote the management of facilities vegetables to be more scientific, control more simple. Therefore, the application of information technology in vegetable greenhouse was necessary to increase crop yield, regulate cycle regulation, and improve the economic benefit.

**Key words:** sensor technology; greenhouse control; cucumber cultivation; expert system