

试验研究

节水灌溉自动化控制系统研究与应用

陈文清

(福建省水利厅水利建设技术服务中心,福建福州 350001)

摘要:应用计算机技术、通讯技术、自动控制技术和生态农业技术进行系统集成与优化配置,研究开发节水灌溉自动化控制系统。该系统已在莆田涵江区显现现代生态农业基地应用成功。

关键词:节水灌溉;自动化;控制系统;大棚;大田

中图分类号:TP273 **文献标识码:**A

0 引言

我国传统的灌溉方法是采用大水漫灌,它是一种使作物分布区域的土壤含水量达到饱和,然后逐步下渗补给下层土壤,确保作物根系对水分的需求,通常称为灌溉土壤。其水分利用率仅20%~30%,使植物根系处于其理想的水、气组合条件的时间仅有40%~50%。灌溉是为了植物生长,节水灌溉是为了提高作物产量和水分利用率,克服灌溉土壤的不足之处。所以,在20世纪90年代,国际上提出了灌溉植物的新概念,其主要内涵:一是把灌溉的水分尽可能地被植物利用,二是通过灌溉确保植物根系尽可能的处于最适宜的土壤湿度范围内,三是借助灌溉手段,调节土壤水、肥、气、热等四大要素,使其达到优化组合,并使土壤肥力达到极大值。灌溉植物的方法是以多次少量的灌溉,能够确保植物根系周围95%以上的时间处于最理想的环境中,水分利用率可达70%~80%。灌溉植物概念的提出,改变了我们传统的灌溉思想,是节水灌溉技术发展的重要理论基础,也是我国南方水资源较为优越的地区同样必须实行节水灌溉的理论依据。

提高水资源利用率,实现精细灌溉、适时灌溉,发展高效农业,其中重中之重是应用遥感、遥测监测土壤墒情和作物生长等新技术,对灌区灌溉用水进行监测预报,实现水管理的自动遥控,对灌区实行动态管理,实施节水灌溉智能化管理。我国农业节水灌溉自动化研究正处于起步阶段,目前主要依靠人工测量和控制,局限于节水灌溉单项技术的推广和应用,技术集成和自动化水平较低,不利于用水的精细管理和合理化灌溉,尤其是福建省在这方面的研究还是空白。由于各地的实际情况(气象、土壤、作物)有所差别,不能采取同一套决策软件对水

资源进行优化调度和实时灌溉,有必要根据当地的实际情况进行研发。随着计算机技术、通信技术和自动控制技术的迅速发展,以及各种智能仪表的大量涌现,各种农业生产过程的自动化水平得到了很大的提高。特别是各种智能测量、控制仪表和高可靠性可编程控制器PLC出现以后,设计者可以根据具体的控制要求,选择合适的仪表和控制单元进行系统集成。这样,系统的设计开发才能周期短,可靠性高,成本低。

为此,研发了由“大棚节水灌溉自动化控制系统”、“大田节水灌溉自动化控制系统”、“作物栽培专家咨询系统”3个子系统组成的节水灌溉自动化控制系统,并应用于福建省莆田涵江区显现现代生态农业基地。

1 节水灌溉自动化控制系统技术方案和组成

本系统应用计算机技术、通讯技术、自动控制技术和生态农业技术进行系统集成与优化配置,包括“大棚节水灌溉自动化控制系统”、“大田节水灌溉自动化控制系统”、“作物栽培专家咨询系统”3个子系统。

本系统采用集中式检测和控制方式,包括数据采集子系统、监测显示子系统和控制子系统三部分组成。系统通过微机控制机构自动接收并检查各种传感器输入的信号(温度、湿度等生态因子),然后根据由预先设计的灌溉决策系统软件(制定的灌溉策略)对所采集的数据进行比较分析后,向单片机控制系统发出是否灌水的指令。系统根据指令来启动各种电磁阀,启动驱动设备,实现节水灌溉的自动运行。同时,做到对产生的故障进行实时报警和处理,对灌溉过程中的各特征量进行实时、动态显示和打印。自动化控制系统技术方案如图1,其中大田只设土壤湿度传感器。

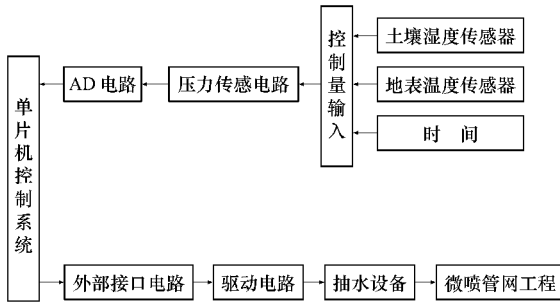


图1 自动化控制系统技术方案图

本系统包括4个部分:实时监测系统、可视软件系统、集中控制系统、水泵控制系统。控制系统由上位机(PC)和下位机(单片机控制器)两部分组成。可通过对PC机菜单的操作,选择操作对象、工作模式等。脱机时(PC机关闭)单片机控制器仍可独立工作。控制系统组成如图2,其中大田只设土壤湿度传感器。

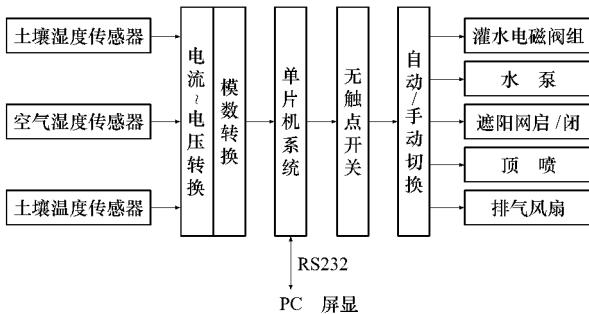


图2 控制系统组成框图

1.1 大棚节水灌溉自动化控制系统功能

1.1.1 自动控制模式

自动控制模式的控制量来自棚内的传感器输送的检测数据,包括土壤湿度、棚内温度传感器,经数模转化后,输送到单片机控制器,实时显示棚内温度、湿度、土壤湿度值,然后根据实时检测的各参数值,与人工设置的参考值进行比较,输出控制信号,启动或关闭相应的控制对象。

1.1.2 土壤湿度控制模式

输入要求灌溉的土壤低限湿度。控制器根据传感器检测到的土壤湿度的高低来控制棚内灌水与否。为了防止灌水控制器的频繁启动,设置的低限湿度值与实时检测值的比较为 ± 2 时,系统输出相应的控制信号。

1.1.3 棚内温度控制模式

输入要求的棚内大气温度后,系统进行设置值与实时检测值的比较。若设置值比实时检测值高时,首先启动遮阳网控制器。当遮阳网关闭后,温度继续上升 $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$,启动棚内顶喷系统降温。若设置值低于检测值时,系统开启遮阳网。

1.1.4 棚内湿度控制模式

输入要求的棚内大气湿度后,系统进行设置值与实时检测值的比较。若设置值比实时检测值高时,首先启动窗户控制器。当窗户开启,湿度继续上升 ± 2 ,启动棚内排气窗。若设置值低于检测值时,系统关闭窗口。

1.1.5 人工控制系统

根据灌溉或其他具体要求,按照提示操作即可。

1.2 大田节水灌溉自动化控制系统功能

1.2.1 定时模式

输入“开启”时间(不超过30 min)和“循环周期”(不大于255 min,不小于各路开启时间之总和)来控制灌溉。

1.2.2 恒湿模式

输入要求灌溉的土壤低限湿度。控制器根据传感器检测到的土壤湿度的高低来控制各灌溉区的灌水与否。当有两路或两路以上同时达到灌溉要求时,设定每路以开启30 min的周期循环。由于传感器及变送器的特殊性,其检测到的值是一压力值,该值与真正土壤湿度的比例关系随传感器安装情况具有较大分散性,因此屏幕上所显示的检测值带有未标定系数K。

1.2.3 人工模式

哪一区需要灌溉时,可以直接根据需要,人工开启或关闭某路的“阀门”。

1.3 微机控制软件系统

本系统建立在Windows系统上,运用Delphi语言编辑而成,具备:一是实现计算机(主机)与外部设备控制电路(下位机)之间的实时准确通讯;二是在主机端为系统提供一定的安全性和可靠性保证;三是为用户提供简明的操作界面;四是提供长时间的自动监控等功能。软件控制系统设计和控制流程图3和图4。

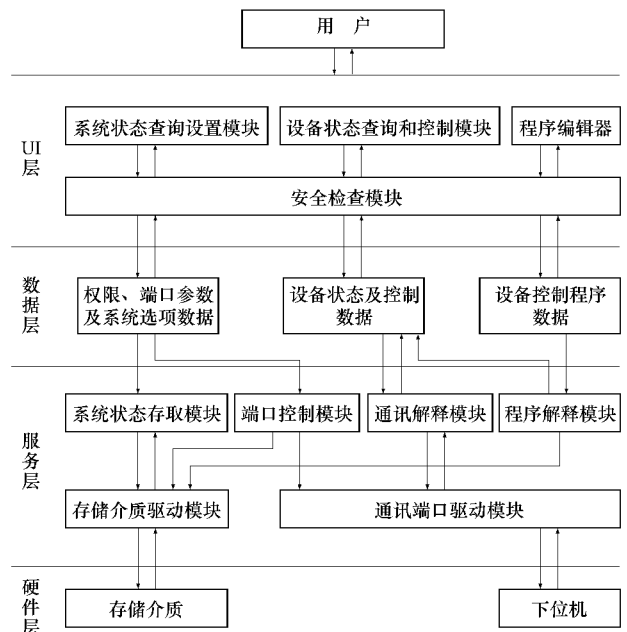


图3 软件控制系统设计流程图

1.4 作物栽培专家咨询系统

该系统以网页格式为基础构建而成,界面友好,使用方便,无需加装特殊软件,且使用者只需掌握一般的windows使用技能即可正常使用。界面中将各种作物的典型图片与作物名称作为链接按钮,方便直观,需要了解何种作物的栽培管理措施,直接点击相应图片或作物名称即可。专家系统的数据部分主要包括生长环境要求、苗木繁殖、栽培技术、营(下转第32页)

上游自流部分机井较少,需要增加,中、下游部分机井需要维护。但也并不能由此低估渠道防渗的重要性。要保证整个灌区,特别是下游的及时灌溉及补源,提高骨干渠道的输水能力,加快输水速度是必须的。另外,固定渠道边坡,减少泥沙淤积,减少清淤量,对于增收节支,生态环境改善同样是非常重要的。所以从这个意义上认识,尽管投入较大,骨干及部分支渠的衬砌还是必要的。但不能简单认为渠道水利用系数越高越好,因此对那一级渠道衬砌,衬砌的比例多大,应当综合因素分析进行优化。

当然,地下水的合理开采利用既有政策问题,也有地表水分配管理的行政与技术问题。灌区上游认为井灌增加动力费用而不去发展井灌,只能是加剧下游的用水危机。因此,应当从政策上鼓励开发利用灌区上游地下水,给予上游发展井灌一定补贴,聊城市引黄灌溉处已经开始实行。在一定政策的配合下,减少上游地表引用水量,加大向下游的分配量,可更好起到引黄补源,以井保丰的作用,使全灌区宜井面积的地下水都能得到合理开采。随着黄河上游水资源的进一步开发利用,下游引黄水量也难以保证,所以,全面实施井渠结合,加快机井建设,以井保丰应作为井渠结合灌区的重点之一。

由于大型灌区控制范围大,输水距离远,上、下游县市不可能同时满足用水要求,在水量调配上,通过改变水量的时空分配,充分挖掘各种水源,可缓解用水矛盾。第一次春灌可超前引水3~5天,集中向下游供水。第二次春灌比较集中,难于缓解上、下游用水不均的矛盾,下游县市宜采用井灌。春灌后期由于上游地区地下水位升高,宜采用井灌,以井代排,降低地下水位,预防土壤次生盐碱化,同时有利于将黄河水尽量向下游远送,特别是地下水资源不足的地区。7~8月份由于黄河处在

汛期,河水含沙量又高,不宜引水,若出现旱情,灌区均宜采用井灌。9~10月份由于汛后地下水位较高,灌区上中游宜井区发展井灌,非宜井区与灌区下游靠引黄灌溉或利用当地地表径流拦蓄。12~2月份冬灌重点是灌区下游,可视土壤墒情、气候、黄河来水等条件,确定冬灌区域。

6 结 语

通过对引黄井渠结合灌区相关水利用系数、渠道衬砌率的探讨,对引黄井渠结合灌区的水资源的优化配置及合理的续建配套与节水改造工程投入方向有了进一步的认识。

对于引黄灌区来说,并不是渠系水利用系数越大,灌溉水的利用率就越大。渠系防渗程度的加大,能够提高渠系水利用系数,但也能降低地下水的补充,使地下水难以开发利用,一定程度的衬砌反而使地下水得到较好的补充,有利于开发,从而提高灌溉水利用率。引黄灌区,应当提倡井渠结合灌溉,这在续建配套与节水改造工程需引起充分重视。建配套与节水改造规划中却是一味的加大渠系衬砌的力度,总干、分干、支渠全部衬砌,这说明一些规划设计单位对地表水与地下水如何优化配置还不够理解,应运用系统方法进行分析,建立区域水资源的优化调配方案及工程措施。

参 考 文 献

- [1] 机井技术手册[M]. 北京:中国水利水电出版社,1995.
- [2] 胡毓骥,李英能. 华北地区节水型农业技术[M]. 北京:中国农业科技出版社,1995.
- [3] 沈荣开. 内蒙河套引黄灌区节水改造与推行井渠结合的几个问题[J]. 中国农村水利水电,2001,(2).

(上接第28页)

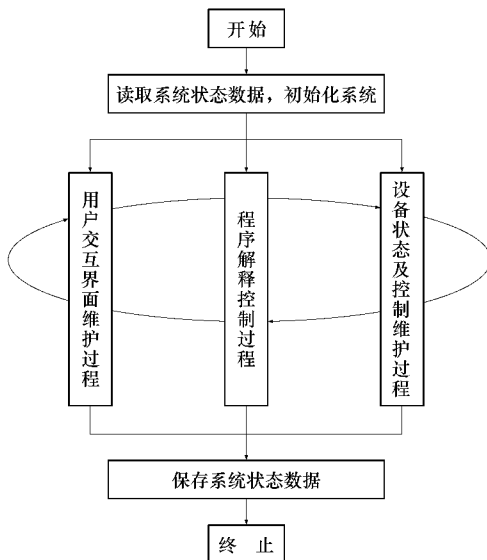


图4 软件控制系统控制流程

养与施肥建议、病虫害防治、采收后管理建议等栽培和管理措

施的内容。

2 结 语

①本系统成功地将自动控制技术应用于节水灌溉系统,通过空气温度、湿度和土壤湿度等主要生态因子多参数控制模式调节作物生长,为作物创造优化的生态环境条件。并在系统智能化应用方面具有较大的创新,将人工智能控制策略应用于系统,作物栽培专家咨询系统可根据作物不同生长发育期的需水规律,指导作物的水肥控制管理,根据作物生长的需水规律预报做出灌溉用水的决策,随时可以根据实际执行的结果,水情气象和田间灌溉影响因素的变化及用户的要求进行修正和调整,实行动态管理,投入运行后对作物生产具有显著的节水增效作用。

②本系统采用模块化、结构化设计思路,方便系统的更新、升级和扩充,适应不断提高的作物灌溉管理水平和现代高效农业发展的要求。

③本系统成功地应用于福建省莆田涵江区显应现代生态农业基地的名、贵、优花卉生产,能实时显示各传感器的测试值和各控件的运行状态,并可把这些参数存储备用,有良好的人机交互界面,管理和操作方便,推广应用前景广阔。 □