

文章编号: 1007-4929(2005)05-0030-03

基于 GSM 的农田水分灌溉管理与自动控制系统研究

崔 静, 马富裕, 郑 重, 刘恩博, 李江全, 郑旭荣

(新疆石河子绿洲生态农业重点实验室, 新疆 石河子 832003)

摘 要: 农田水分灌溉管理与自动控制系统是依托信息技术, 凭借 GSM 移动通讯网络, 以实现农田水分灌溉管理自动化为目标而开发研制的一套智能水分管理系统。从该系统的基本结构出发, 分别对系统各部分的结构、功能和原理做了简单介绍。

关键词: 农田水分管理; 决策支持系统; 灌溉自动控制系统

中图分类号: S274 **文献标识码:** A

基于 GSM 的农田水分灌溉管理和自动控制系统以气象资料和农田基本信息为基础, 以归纳形成的知识模型和数学模型为依据, 对土壤水分进行预测和分析, 辅助决策者进行决策^[1], 同时结合自动控制系统以实现农田水分灌溉自动化。

1 系统建立的意义

建立基于 GSM 的农田水分灌溉管理与自动控制系统是为了以简便、快捷的方式对农田墒情进行自动监测, 并根据监测信息对农田水分进行动态管理, 最终以决策结果为依据对农田水分进行智能的灌溉管理。该系统的开发与应用不仅可以对水资源的科学管理与优化调配提供科学的决策依据与决策方案, 同时也是提高水分利用率, 缓解水资源供需矛盾, 减轻农民劳动强度的有效途径之一, 最重要的是该系统实行了田间水分的动态监控, 并与智能决策系统和自动控制系统相结合, 对于节水灌溉自动化的实现具有十分重要的现实意义。

2 系统的基本功能

农田水分灌溉管理与自动控制系统的主要功能是辅助决策者对农田水分管理中的问题进行判断和抉择, 主要包括: ①水分动态监测: 通过对实时农田水分状况进行监测, 使农户以最方便快捷的方式了解农田墒情; ②水分现状评估: 由监测系统采集、整理的数据经过决策支持系统处理后对当前的农田水分状况及不同灌溉方案的实施效果进行效应(包括作物生理生态效应及经济效应)评估; ③灌溉信息服务: 根据现有资料和未来天气变化的预报结果为用户提供灌溉决策的实时咨询, 以及相关农田

水分管理的知识和经验; ④完成灌溉管理的自动执行。

3 系统的基本结构

农田水分灌溉管理与自动控制系统主要包括农田水分状况的实时监测系统、水分管理的决策支持系统和灌溉管理的自动控制系统 3 个子系统(如图 1)。该系统通过置于田间的传感器实现农田信息的采集工作, 信息经下位机处理成数字信号后根据用户需要定时传至监控中心(一级用户)或二级用户的服务系统上, 一级用户的主机则以模型库、方法库和知识库为支撑, 对数据库中的信息进行率定, 处理成具有实际意义的物理量, 同时把处理结果存储到相关实时数据库中, 由决策支持系统分析、计算后给出作物的精确灌溉时间和最佳灌水量, 以及其他相关信息, 灌溉工作则由自动控制系统根据决策支持系统的指令自动完成。

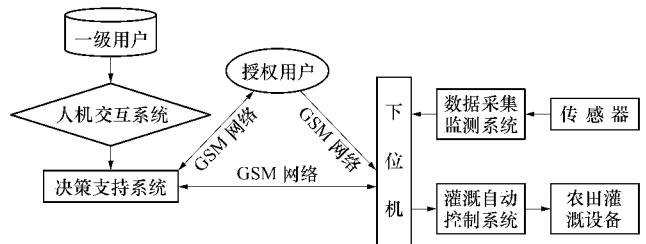


图 1 作物水分管理与灌溉自动控制系统的基本结构

3.1 土壤水分数据采集、监测系统

准确及时的数据采集与传输是实现决策与控制的基本环

收稿日期: 2004-11-24

基金项目: 国家科技攻关西部开发科技行动项目(2002BAA901A37), 新疆生产建设兵团科技计划(04HJ40)及兵团重点实验室开放课题(200304)。

作者简介: 崔 静(1980-), 女, 硕士研究生。

节和根本保障。在水分管理体系中,原有的水分监测采用有线传输方式,一定程度上制约了监测的面积,在此基础上拓宽功能后的无线数据采集监测系统以 GSM(Global System for Mobile Communication)网络作为数据传输的基本支持,以 SMS(Short Message Service)短信息通信方式实现一点到多点的远程无线双向数据通信和控制,该系统的准确运作为实现大面积的农田水分监测与决策以及自动控制提供了迅速准确的信息保障。

3.1.1 基本组成

系统主要由数据采集终端和集中监控中心 2 部分组成。

数据采集终端是基于 GSM 的单片机嵌入式系统,其硬件部分主要由单片机 MCU 单元(数据采集部分)、A/D 转换器、GSM 通信模块、传感器以及太阳能电池板等组成,它通过 GSM 网络和监控中心进行双向信息传输,具有数据采集和 GSM 无线数据传输功能。软件部分主要包括:数据采集及 A/D 转换程序设计,GSM 短信收发程序设计等。

集中监控中心的硬件主要包括:PC 机、GSM 通信模块。软件部分主要包括:监控中心主界面设计、GSM 短信收发程序设计、实时水分数据库程序设计等。

3.1.2 工作原理

数据采集与监测系统的主要功能就是完成各种信息和数据的收发和整理:即接收各个田间(或水源)数据采集终端和节水控制终端上传的数据信息和状态信息,把它们收入相应的数据库并分发给相应的监控计算机,以实现对各采集点和控制点的监控和管理,为控制系统的动作执行提供依据。

数据的传输主要由 GSM 的短消息形式来完成,首先在监控中心对需要采集的模拟量、每日定时传送的数据采集时间以及转发人员的 GSM 号码进行设置,然后发送采集命令等待接收数据。采集命令的发送形式有 2 种,一方面可由集中监控中心通过计算机的串行口向 GSM 模块发送命令,通过 GSM 模块以短消息形式把设置命令发送到数据采集终端;另一方面也可由授权用户直接发送采集命令,采集棉田水分数据。数据采集终端采集完数据后,经单片机 MCU 单元处理,利用单片机的串行口通过数据采集终端的 GSM 模块,再以短消息的方式将数据发送到监控中心,并将数据整理存入实时数据库中。集中监控中心以模型库、知识库和方法库为支撑,对实时数据库中的信息进行计算、分析与决策,最后利用计算机的串行口通过 GSM 模块以短消息的方式将决策结果作为建议转发到数据采集终端所属用户,由用户根据决策意见指导棉田灌溉(如图 2)。

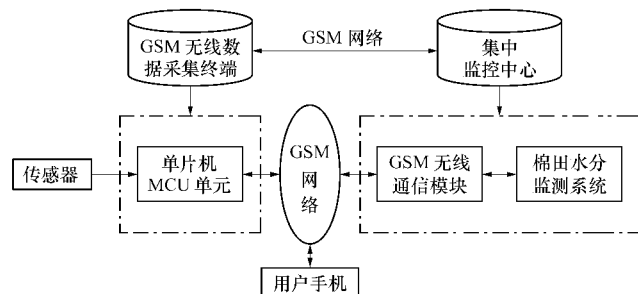


图 2 数据采集、监测系统工作原理

3.2 决策支持系统

决策支持系统结构图见图 3。

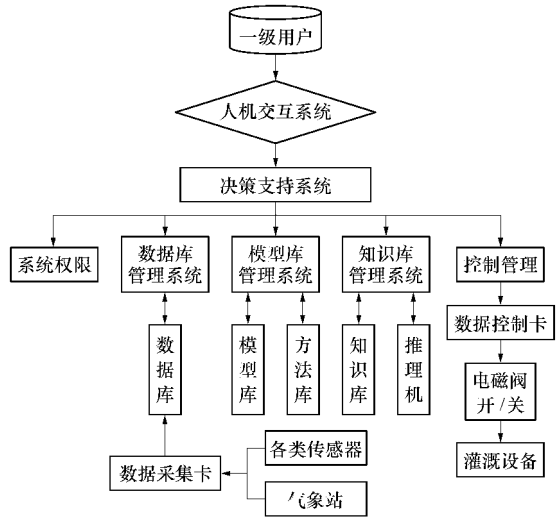


图 3 决策支持系统结构图

3.2.1 系统权限(Purview Of System)

进行了权限设置的系统只有高级用户或专业人员可以对数据进行添加、修改或删除,而普通用户只能进行浏览、结果显示等,其主要目的是为了防止基本数据丢失或任意修改,提高系统运行的安全性。

3.2.2 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System)主要用于管理和维护数据库中的数据,包括数据的浏览、查询、更新、添加以及数据的备份和恢复等(只有权限确认后才能进行添加、删除和修改)。数据库是用来存储支持农田水分管理决策和模型运算的数据存储空间,主要包括基本数据库和实时数据库。基本数据库存储相对稳定即随时空变化不大的数据,如土壤信息、作物信息、水泵信息、传感器信息、灌溉指标等。实时数据库存储随时空变化较大的数据,如气象信息、水量信息等。

3.2.3 模型库管理系统

土壤水分临界值模型、棉花叶面积指数动态模型、干物质积累动态模型、逐日预测预报棉花需水量模型等构成了决策支持系统的重要组成部分——模型库管理系统(Model Base Management System),它是决策支持系统的核心。该子系统主要用于提供滴灌棉田水分预报与决策、棉花的生长状况以及多种决策方案的优化组合。

3.2.4 知识库管理系统

知识库管理系统(Knowledge Base Management System)是向用户提供检索、查询手段的咨询系统,它为用户全面了解科学灌溉知识以及查阅相关资料提供帮助^[3,4]。该系统主要包括一些专家知识、书本知识、经验及常识如:棉花的水肥管理、综合调控以及生产应用的相关技术知识等。

3.2.5 控制管理系统

该系统主要包括 4 个模块:①信息采集与处理模块,它主要用于数据的采集、信号的转换以及数据的处理;②信息数据显示模块,该模块主要用于信息数据的显示,显示方式有 2 种:数值形式和图形形式;③信息记录与报警模块,当传感器损坏、

电磁阀失灵、线路发生短路等意外情况发生时,该模块会对实时信息进行报警与记录;④ 阀门状态监控模块,该模块主要用于电磁阀启/闭状态的监测与显示。

3.3 自动控制系统

灌溉自动控制系统(Irrigation Auto-control System)是一个根据用户需要由控制中心发出指令来完成自动灌水这一过程的智能装置。系统根据传输到控制系统的决策指令来确定是否进行灌溉。由监控系统发出的对各个监控点的状态信息被传送到控制中心并做出动作执行信息,这些信息通过 GSM 短信被传输到相应的田间(或水源)数据采集终端和节水控制终端上,从而实现了对监控点设备进行控制(开启和关闭)的目的。

3.3.1 基本组成

自动控制系统的硬件部分主要由数据采集卡、计算机、控制卡、电器控制器、管道以及电磁阀等部分组成。软件部分主要是智能控制程序设计,另外需由监测系统和决策系统为驱动。

3.3.2 工作原理

采集系统利用安置在田间的各类传感器采集各类环境参数(采集时间可自由设定),然后传输给控制室中的计算机,系统处理后提供灌溉预报,需要灌溉时向控制卡发出灌溉指令,田间输水管道上的电磁阀自动打开进行灌溉,同时,灌溉过程中计算机对管道压力进行实时监测,当发现管道压力过高便自动停止供水或开启另一轮电磁阀,以保证输水管道的安全运行(如图 4)。

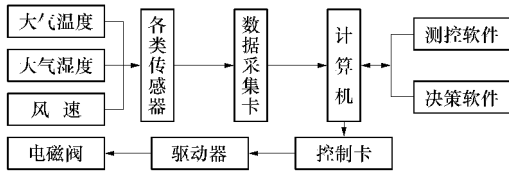


图 4 自动控制系统原理图

(上接第 29 页)

$$\text{则 } Q = K_2 \omega \Delta H / \delta_2 = (K_2 b \Delta H / \delta_2 + K_2 2 h \sqrt{1+m^2} \times \frac{\Delta H}{2} / \delta_2) = 1.008 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

换算成 1 km 渠段的渗流量为 $1.008 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ 。

3.2.4 验证结论

按《农田水利学》一书中计算方法得出渗流量为 $1.97 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$,要比采用推荐计算公式得出渗流量 $5.158 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ 及验证公式得出渗流量 $1.008 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ 大很多倍,这种偏差与所选 β 值、防渗材料渗透系数及渠床透水性有关,通过大量计算可以发现渠道防渗所采用的防渗材料渗透系数越小,计算偏差越大;渠床透水性越强,计算误差越大。这说明对有防渗层的渠道特别是采用聚乙烯(PE)土工膜防渗的渠道,该计算公式的已超出其使用范围,建议采用《水力计算手册》中的有关公式进行计算。

采用验证公式计算得渗流量为 $1.008 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$,基本与

4 结 语

现代化的作物高效灌水设施需要现代化的灌溉管理与自动控制系统给予支持。农田水分灌溉管理与自动控制系统的开发和设计,不仅为各级用户掌握实时农田水分状况、指导生产提供了可靠依据,还为节水灌溉技术的推广及灌溉知识的传播提供了行之有效的方法和手段。与单一的决策支持系统和自动控制系统相比,该系统具有以下优势:① 该系统集动态监测、决策支持与自动控制于一体,实现了监测的实时性,预报的准确性和控制的自动性。② GSM 无线通讯技术全面实施对棉田水分的动态监测,不仅价格低廉、覆盖面广,而且解决了地区偏远、架设通信线路困难等问题。③ 决策支持系统实现了对农田水分的预测预报以及作物的模拟,避免了灌溉的盲目性,大大地发挥了滴灌的生产潜力,为农田灌溉提供了依据,提高了科学灌溉的管理水平。④ 自动控制系统减少了劳动强度,实现了农田灌溉的自动化。随着水资源开发和利用的不断深入,可开发水资源的数量日益减少,农田水分灌溉管理与自动控制系统将有着更广阔的发展前景,尤其是以此为平台集地理信息系统(GIS)、专家系统(ES)于一体的系统,其功能将更加强大和完善,它的发展将会使农业现代化的发展迈向新的台阶。

参考文献:

- [1] 曹卫星,罗卫红. 作物系统模拟及智能管理[M]. 北京:高等教育出版社,2003,2(1):122.
- [2] 夏安邦. 决策支持系统引论[M]. 上海:同济大学出版社,1991. 1-76.
- [3] 王克宏. 谈谈知识库和知识库管理系统的研究与开发问题[J]. 计算机世界,1991:339.
- [4] 杨勇,邹时林. 知识库系统的原理[J]. 华东地质学院学报,2001,24(4).

笔者推荐公式得出渗流量 $5.158 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ 相当,两者计算的渗流量均较小,与输水流量 $18.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 相比可以忽略不计,渠道铺设土工膜防渗效果非常好。说明所推荐的计算公式是可靠的、符合实际情况的。采用验证公式计算值偏小,主要原因是规范中计算公式没有考虑渠床透水性及渠床水头变化等边界条件的影响所致。

参考文献:

- [1] SL/T231-98,聚乙烯(PE)土工膜防渗工程技术规范[S].
- [2] SL18-91,渠道防渗工程技术规范[S].
- [3] GB 50288-99,灌溉与排水设计规范[S].
- [4] 武汉水利电力学院水力学教研室. 水力计算手册[M]. 北京:水利电力出版社,1983.
- [5] 武汉水利电力学院. 农田水利学[M]. 北京:水利电力出版社,1985.