

· 成果介绍 ·

分层分布式计算机控制智能灌溉施肥系统

我国农业用水浪费严重,灌溉水利用系数较低,因地制宜地应用不同的节水灌溉技术与产品、走节水型农业发展之路是必然趋势。现代农业、尤其是精准农业正朝着高产、高效、优质及集约化的方向发展,其中重要的关键技术之一是对作物进行适时适量的灌溉施肥,满足其生长所需的水、肥、温、气等条件。目前我国在这方面与国外尚有一定的差距,成熟的产品较少。

由中国农业大学、北京市先飞农业工程高技术公司(校办实体)与北京市天利自动化设备研究所3家单位于2001年开始,自筹资金、合作完成的自选项目——“分层分布式计算机控制智能灌溉施肥系统”课题,顺利通过北京市科委组织的专家鉴定。该课题由中国农业大学水利与土木工程学院杨培岭教授主持。

1 总体概况

课题研制的这一灌溉施肥系统是集机械、水利、植物、土壤、自动化控制、微电子、检测等多项技术的农业高新技术产品,集成国内外先进自动控制灌溉系统的功能特点,通过配置多种传感器(空气温湿度传感器、土壤水分传感器、风速传感器、雨量传感器、压力传感器、灌水量传感器等)实时采集植物生长环境因子和监控系统运行状况,通过自主开发的计算机分析软件自动决策灌溉施肥,调控植物生长所需的温、湿、水、肥等条件,实现喷灌、微灌、增湿降温等各种灌溉系统的全自动控制。

2 系统构建与功能

本系统由计算机、控制器、传感器系统、灌溉施肥系统、分析监控软件等组成。整个系统按功能及结构自上而下分为3层:监控管理层、控制层、信号转换及执行层。系统引入人工智能控制技术,实时采集环境因素、监控系统运行参数等与控制输出相关联,工业控制计算机和控制器通过数字通讯技术,实现双向通讯及系统集中数据处理,实现智能化灌溉施肥。

本系统具有数据采集与处理、键盘输入与显示、故障报警与处理、气象站、控制、通信、用户管理等功能。目前推出的第4代产品已实现了灌溉、施肥和过滤功能的统一。灌溉控制方式包括自动控制、定时控制、周期控制和手动控制4种,每种控制方式既可以单独运行,也可以几种控制方式混合运行。

3 达到主要技术性能指标

工作电源:220 \times (1 + 0.2) V, 50 Hz。 系统使用条件:a. 环境温度: - 5 ~ 50 ; b. 相对湿度:(在空气温度为 + 20 时)不大于 90 % ; c. 安装场所无强烈震动 ; d. 安装场所空气中不含酸性、碱性、腐蚀性及可能爆炸的气体 ; e. 室内安装,可以避免雨、雪、风、沙等影响 ; f. 要求有防雷、接地措施。 模拟量测量精度:0.5 %。 脉冲量采集精度:0.01 %。 继电器输出容量:交流电压 24 V, 600 mA。 系统输入、输出容量:系统输入输出总点数 64 \times 64 \times 8,可根据实际需要按 8 的倍数组组合。

与国内外同类系统相比:研制的控制器硬件、筛选的各种传感器抗干扰能力强、国产化率高、性价比高;控制器输入输出扩展模块扩充性强,适应性广;控制器和计算机管理软件均是中文环境,操作方便。

4 创新点

1) 采用分层分布式结构、优先权控制和施密斯预估控制技术,解决了一直困扰自动控制系统稳定的技术关键,诸如多种控制方式的穿插和记忆保存难点和因温度、湿度、土壤肥力等被控制量的纯滞后性而引起的系统超调或振荡等,确保了系统处于最佳状态运行。

2) 具有自动控制、定时控制、周期控制和手动控制等主要的灌溉控制方式,可单独运行或混合运行。

5 社会效益

本系统已在京、冀、内蒙等地推广数十套,用于温室和露地蔬菜、花卉、苗木的喷灌、微灌、增湿降温。与传统的灌溉施肥方式对比,节水 10 % ~ 50 %,肥料利用率提高 30 % ~ 40 %,提高作物的产量 10 % ~ 30 %,一级品率增加 20 % ~ 40 %,大大降低了劳动强度、实现了灌溉的数字化管理,社会效益显著。

6 专家鉴定委员会意见

该软件系统功能齐全,运行准确可靠,性能符合要求;整体系统国产化率高、性价比高,不同灌溉类型区的应用效果良好,社会效益显著,推广前景好。本研究成果在同类项目研究中处于国内领先水平、部分达到国际先进水平。

(中国农业大学 水利与土木工程学院 严海军供稿)