

无土栽培的计算机监控系统

狄利明¹, 范以红²

(1. 南京师范大学控制科学与工程系, 南京, 210042; 2. 南京化工厂中学, 南京, 210038)

[摘要] 介绍了计算机监控系统在农业无土栽培蔬菜(花卉)中的应用. 系统的硬件结构保证了温湿度自动监控、自动配置营养液、全天候环境监控等功能的实现, 并利用模糊控制技术, 采用多模块分段控制算法, 使整个系统运行稳定可靠.

[关键词] 无土栽培; 监控系统; 模糊控制

[中图分类号] TP277; [文献标识码] B; [文章编号] 1008-1925(2001)01-0060-04

1 无土栽培的生产工艺

无土栽培技术是近几年来研究、推广、发展的新型植物栽培技术, 它便于用现代化技术调节植物的生长, 满足各种植物在不同生长期对各种肥料的需要, 便于立体栽培, 也能充分利用空间与光照, 便于反季节种植, 而且植物产品无公害.

植物无土栽培一般有若干个温室大棚组成, 其墙体和顶部采用透光、保温性能好的材料. 两侧有窗户用于通风降温. 棚内装有蒸汽散热片, 寒冷时通过增加蒸汽量升温. 植物生长所需的营养是由人工配制的几种营养母液加水按一定的比例稀释而成, 然后用水泵向大棚中的植物输送, 经植物吸收后剩余的少量残液循环回到营养池中.

2 监控系统的设计要求

根据植物无土栽培的生产工艺, 为了对生产过程实现全自动监视和控制, 提高生产效率, 减轻劳动强度, 提出了以下要求:

- (1) 对所有大棚内外进行全天候的监控.
- (2) 检测环境温度, 监控大棚内温湿度, 当大棚内温湿度低于或高于设定值时发出声音报警.
- (3) 检测 3 种营养母液的液位, 当液位低于设定值时发出声音报警. 自动配置稀释营养液, 监控营养液池的液位与浓度, 超出规定时发出声音报警.
- (4) 可设置调整各控制指标参数与经验数据.
- (5) 在系统出现故障等特殊情况下, 能进行人工干预控制, 确保植物生长安全.

3 监控系统的硬件结构与各部分功能

系统的硬件结构如图 1 所示, 根据设计要求采用了二级控制方式. 第一级(微机监控级)由

收稿日期: 2000-09-08

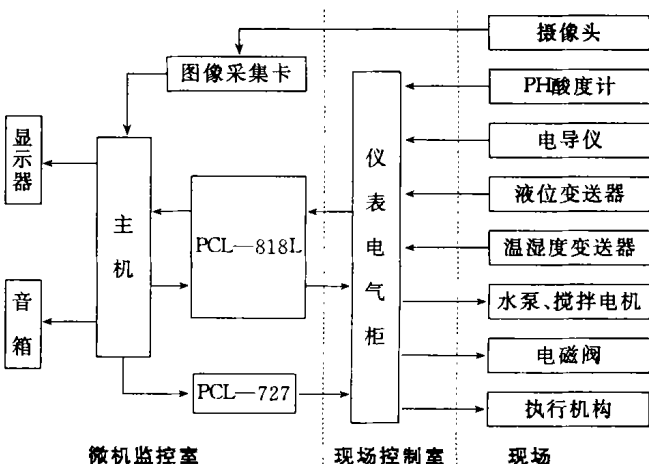
作者简介: 狄利明, 1959-, 南京师范大学控制科学与工程系高级实验师, 主要从事过程控制、计算机技术应用等研究.

工业控制微机来完成自动监控与遥控操作, 选用 IPC—610 586 主机 1 台, 数据采集卡 PCL—818L 2 块, PCL—727D/A 输出卡 2 块, 图像采集卡 1 块, 17 英寸显示器 1 台, 打印机 1 台, 声卡、音箱等。第二级(现场控制级)由一个仪表电气柜来实现现场人工干预控制, 仪表盘面上配有各点温湿度、液位、HP 浓度、电导率等显示仪与微机同步显示, 以及各电机、泵、执行机构、阀的控制按钮等。整个系统分为以下几个部分。

3.1 营养液配置及循环部分 这部分主要用 4 个液位变送器检测 3 个营养母液罐的液位及监控营养液池的液位。用 1 台 PH 酸度计、1 台电导仪检测营养液池的营养液浓度, 控制 4 个电磁阀来按比例配制营养液, 并有 1 台循环水泵将配制后的营养液送到大棚供给植物吸取营养、水份。

3.2 温湿度监控部分 每个大棚由两个湿度传感器检测棚内湿度, 两个温度传感器检测棚内温度, 微机根据测得温度的均值, 控制执行机构来改变窗户的开启位置。在窗户完全关闭后, 再打开蒸汽阀门进行调节, 达到控制大棚温湿度的目的。

3.3 环境监视部分 由棚内外的若干个摄像头组成。用于观察植物的生长或周围环境变化。



4 系统软件特点

4.1 控制规律的选用

图1 系统的硬件结构图

(1) 由于植物生长所需的营养完全来自于营养液, 因此, 控制好营养液配制的浓度是十分重要的。由于 3 种母液的用量很小, 小流量的精确在线测量比较困难; 其次是营养液池中的悬浮物较多, pH 计的电极很容易结垢, 清洗方法较为麻烦, 影响连续在线测量, 故未采用营养液浓度的在线控制, 而采用了 3 种营养母液与水根据一定的配比按时序进料。营养液池液位采用了简单的闭环双位调节, 在营养液池液位高于设定值时, 关断所有电磁阀及混合搅拌电机。当营养液池液位低于设定值时, 重新打开电磁阀及混合搅拌电机, 继续配液。

(2) 大棚的温度调节采用了 P- FUZZY- PI 的多模块分段控制算法

P 控制 当 $E \geq EP$;

FUZZY 控制 当 $EZ < E < EP$;

PI 控制 当 $E = EZ$ 。

3 种控制方式在系统工作过程中分段切换使用, EP 值必须选得适当, 以避免过早或过迟进入 FUZZY 控制。ZE 为误差语言变量的语言值“零(ZE)”。当偏差大于某一设定值 EP 时采用比例控制, 以提高系统的响应速度, 加快响应过程; 而偏差小于某一设定值 EP 并大于 ZE 时采用模糊控制, 以提高系统的阻尼性能, 减小响应过程中的超调。在偏差等于“零(ZE)”时, 系统转入积分控制, 此时误差语言变量的语言值为零, 但其绝对误差不一定为零, 所以可根据绝对误差和误差的变化趋势来改变积分器的作用, 以改善稳态性能。当绝对误差 $E > 0$ 时, 积分器起作用; 当绝对误差 $E = 0$ 时, 积分器停止积分。

P- FUZZY- PI 控制器其结构如图 2 所示. 图中模糊控制器采用了双输入单输出形式,

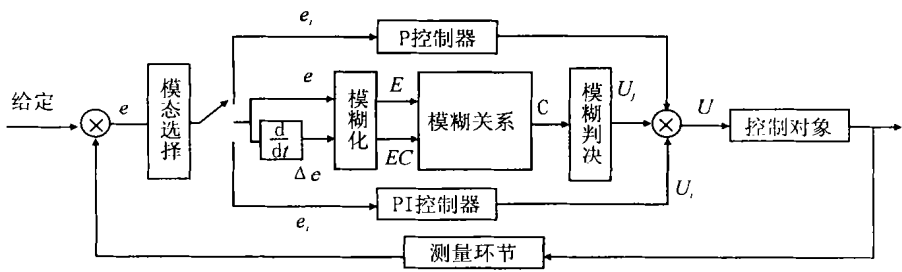


图 2 P- FUZZY- PI 混合控制器

其中输入变量偏差 E 、偏差变化率 EC 和输出变量控制量 U_f 的关系为 $U_f = k_4 E + (1 - k_4) EC$, k_4 为修正因子, 表示对偏差 E 、偏差变化率 EC 所加的权重, 且 $0 < k_4 < 1$. 它模仿了人工操作手动控制的思维特点, 使控制规律的现场调试修正更加灵活. P- FUZZY- PI 控制器综合了比例、模糊、比例积分控制的长处, 比 PID 控制器大大提高了系统抗外部干扰和内部参数变化的

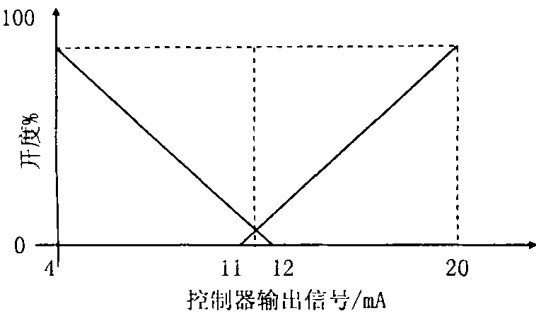


图 3 执行器动作示意图

鲁棒性, 减小超调, 改善了动态特性. 而与模糊控制器相比减小了稳态误差, 提高了平衡点的稳定度. 这样对因季节的变化、白天与黑夜的变化、气温突变等环境温度的改变影响大棚内温度时, 计算机根据大棚内温度传感器测得平均温度进行运算, 输出信号控制执行机构调节窗户的开闭位置, 或调节加热蒸汽量, 达到稳定棚内温湿度的目的. 调节窗户开度的执行机构与调节加热蒸汽量的电动调节阀采用分程控制, 动作示意图如图 3 所示.

4. 2 软件主要功能

应用软件是在 Windows 95 平台上采用 VB5. 0 集成开发环境(IED) 和应用程序编程接口(API), 以及使用工控采集板制造商提供的 DDE、Server、DLL 等驱动程序开发编制完成. 主要的软件模块有: 人机界面模块; 数据采集模块; 控制算法模块; 实时数据库处理模块; 实时图形显示模块; 文件管理、打印模块等, 友好的中文界面, 便于操作. 下拉式菜单结构, 其框图如图 4 所示.

4. 2. 1 文件管理 主要有历史数据纪录的存、取; 文件打印; 退出运行, 返回到 Windows 界面.

4. 2. 2 图形画面 主要有流程图总貌、营养液配置部分流程、大棚温湿度控制部分流程, 画面动态, 并显示瞬时被测参数; 各摄像监视画面.

4. 2. 3 仪表面板 以数字方式集中显示各被测参数瞬时值; 并能在有关仪表面板上设置参数, 如比例度(P)、比例积分(PI)、模糊控制的误差量化因子(k_1)及误差变化的量化因子(k_2)、输出控制量

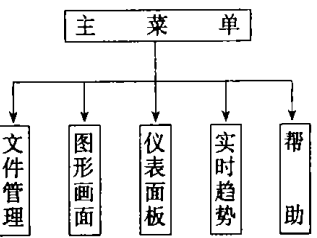


图 4 菜单结构图

的比例因子(k_3)、修正因子(k_4); 各参数的给定值设定及各参数的报警值设定。但是, 以上设定都要输入正确的口令后才能修改。另外还具有手-自动切换及遥控功能。

4.2.4 实时趋势 有总实时趋势图及各参数分实时趋势图, 并可切换记录时间间隔, 例如 0.5min、1min、10min、60min。

4.2.5 帮助 具有在线帮助功能, 功能键 F1 可快捷地弹出帮助信息。

5 结论

该无土栽培的计算机监控系统在某园艺种植场投入运行后, 在现场进行了多次调试, 对各参数的设置进行了修改, 使营养液浓度的配置及大棚内温湿度控制要求都得到了可靠保证, 误差小于 $\pm 1\%$ 。整个系统运行稳定, 满足了设计要求, 不但可以全方位监控大棚植物的生长, 减轻了劳动强度, 而且为无土栽培蔬菜、花卉以至粮食作物反季节生产的自动化、工厂化开辟了广阔的前景。

[参考文献]

[1] 蔡自兴. 智能控制——基础与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998

[2] Mike McKelvy, Ronald Martinsen. Visual Basic 5.0 开发使用手册[M]. 杨继平译. 北京: 机械工业出版社, 1997

Computer Monitoring and Controlling System of Soilless Culture

Di Liming¹, Fan Yihong²

(1. Department of Control Science and Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing, 210042, PRC)

(2. Middle School of Nanjing Chemical Plant, Nanjing, 210038, PRC)

Abstract: This paper introduces the application of automation technology to agricultural soilless culture of vegetables or flowers. The hardware of the system can perform the following functions: automatic monitoring of temperature and humidity, making nutritious solution and all-weather environmental monitoring. The system operates steadily and reliably by adopting fuzzy controlling technology as well as multi-module and multi-section arithmetic method.

Key words: soilless culture; monitor and control; fuzzy control

[责任编辑: 严海琳]

(上接第 59 页)

Study of Intelligent Magnetic Susceptibility Instrument

Ye Chun, Chen Ye, Chen Shitao

(College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing, 210097, PRC)

Abstract: This paper introduces a new kind of intelligent magnetic susceptibility instrument which combines sensor technology with microprocessor technology to measure susceptibility automatically indoors or outdoors. The instrument is characterized by automatic data storing and output, high precision, high speed, easy operation as well as low cost.

Key words: magnetic susceptibility; intelligent susceptibility instrument; monolithic processor

[责任编辑: 严海琳]