

# 温室计算机分布式自动控制系统开发

董乔雪, 王一鸣

(中国农业大学)

**摘 要:** 国内外温室种植业的实践经验表明, 提高对温室的自动控制和管理水平可充分发挥温室农业的高效性。温室计算机分布式自动控制系统, 基于对同一地区的多个温室进行群控管理的思想, 由一台 PC 主机与多个微电脑控制装置组成的主从式分布结构, 采用总线式 RS-485 通信网络和逐级验证的通信算法进行数据传输, 通过实时读取和历史存储温室内环境参数值和报警信息来监测温室的运行情况, 文章讨论的四段变温管理思想可依据专家的经验对温室内温度进行分段精确控制。经现场运行表明该系统能可靠地自动采集数据。结论及构想给出了该系统日后发展的方向。

**关键词:** 分布式控制系统; 温室; 通信

**中图分类号:** TP316.4

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1002-2689(2002)04-0094-04

随着“工厂化高效农业示范工程”的推进和温室农业的蓬勃发展, 一批新型的温室在我国的华北、东北、华南、东南等地区相继建立起来。温室农业不仅是对传统农业的一项革命, 更是对现代科学技术的运用和推动。借鉴国外温室种植业的实践经验, 如日本、荷兰、美国等一些国家<sup>[1]</sup>, 我们不难发现要发挥温室农业的高效性, 除了采用先进的栽培技术之外, 现代化的温室计算机自动控制和管理系统在节能、降低劳动强度、增加产品质量和品质方面也发挥着举足轻重的作用。针对目前国内温室对温室自动控制水平的要求及自动控制系统的需求情况, 中国农业大学电气信息学院自动化系自行研制的温室环境自动控制和管理系统在温室环境控制技术方面作了一些初步的研究和实践工作。

## 1 分布式温室自动控制系统简介

分布式温室自动控制系统的硬件结构如图 1 所示。基于对温室进行群控化管理的思想<sup>[2]</sup>, 系统主要由 5 大部分组成: 传感器子系统、输出及驱动装置、微电脑控制装置、中央计算机管理及控制系统、通信控制子系统。为实现温室内环境参数的测量及信号的变送及传输工作, 在温室不同位置安装有温度、湿度、光照等传感器, 这些传感器及传输电缆共同组成了传感器子系统; 输出及驱动装置是利用多路继电器、接触器、空气开关及保护装置可靠地完成各环境调节设备的启停工作及驱动电机的保护; 计算机控制装置采用单片微机技术, 完成多个通道的数据采

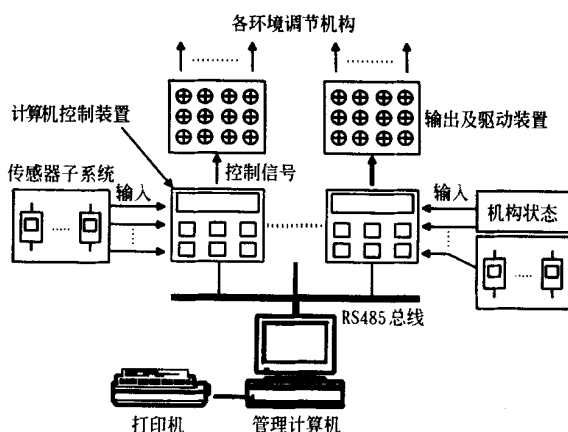


图 1 温室自动控制系统硬件框图

Fig 1 Diagram of hardware system for automatic control of greenhouse

集和多通道的信号输出, 实现现场的直接控制, 并集成有模糊控制算法, 可根据参数设定值达到对环境参数的精确控制; 而中央管理计算机主要为用户提供管理监控温室环境参数及为温室生产者提供实验数据和决策依据的一套软件系统; 系统中最关键的技术是通信控制子系统的设计, 系统在硬件上采用的 RS2485 网络及逐级验证的算法规约可保证 PC 机与多个计算机控制装置间的数据正确传输及系统参数的远程控制<sup>[3]</sup>。

## 2 温室中央计算机管理及控制系统

### 2.1 软件开发平台

该软件是在虚拟仪器平台 LabW indow sōCV I (V irtual Instrument forC orC++ ) 下开发完成的, LabW indow sōCV I 是面向仪器控制、测量控制、工业监控的交互式 C 语言集成开发平台, 将虚拟仪器

收稿日期: 2002201210

基金项目: “九五”国家重大科技产业工程项目(962012201201)

作者简介: 董乔雪, 博士研究生, 北京市清华东路 中国农业大学电气信息学院, 100083

技术用于温室计算机管理及控制软件的开发上, 使该软件在界面上具有虚拟仪器面板特色。LabWindow/SCV I 还集成有丰富的可供用户调用的进行数据采集、数据存储和数据处理函数, 利用这些函数, 可方便可靠地对温室环境参数的历史记录进行管理。

2.2 软件的功能

软件的功能可用如图 2 所示的画面来说明。

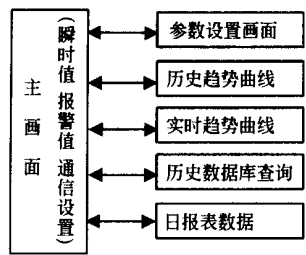


图 2 温室自动控制系统软件功能框图  
Fig. 2 Software function structure of automatic control system for greenhouse

系统软件一方面可实时监测温室内各环境参数的瞬时值和动态显示它们的变化趋势, 同时每隔一定时间间隔对采集值进行存储以提供日报表数据的打印和浏览; 另一方面还可自动读取下位机(计算机控制装置)中已存储的历史数据, 并将其保存在上位机的历史数据库中供作物栽培者的日后查用、检验和加工分析; 另外软件还设有自动报警功能以及为防止非法操作, 在设置系统参数时, 具有密码访问的功能; 特别是系统采用 4 段变温管理的思想(如图 3 所示)可根据季节与气候以及不同的栽培作物, 随时修改系统参数的设定值, 如一天中温度的分段控制值, 温、湿度的报警值、系统时间以及季节范围划分等(注: 在我们所设计的自动控制系统中, 其控制算法依季节的不同而具有不同的控制模式)。在图 3 中, 其时间段的范围以及该段的设定值可随意修改, 此功能为进一步较复杂的控制算法的研究, 如作物专家系统打下良好基础。

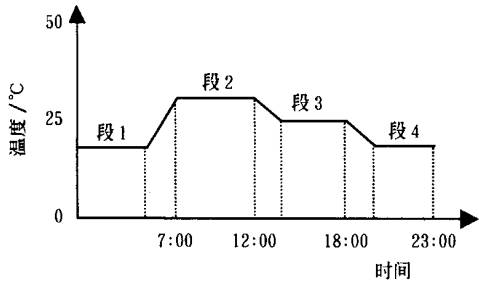


图 3 系统变温管理示意图  
Fig. 3 Sketch map of dynamic heating management in greenhouse

3 系统开发所涉及的关键技术

在分布式温室自动控制系统模式下, PC 机与计算机控制装置的数据通信是该软件顺利运行的保证, 除了在硬件上采用可靠的通信设备外, 算法的设计思想及通信协议的制订也是影响通信可靠性的重要因素。

3.1 通信硬件线路

从图 4 可看出, 通信硬件连接简单, 只需 3 条信号线: RXD (收)、TXD (发)、GND (地)。采用的通信器件可保证在波特率为 9 600 bps 时, 通信距离可达到 1.2 km。在主机方面, 通过 RS232 或 RS485 通信接口转换器完成 RS232 信号与 RS485 信号之间的转换, 该转换器无需任何初始化设置, 内部采用零延时自动收发技术; 在从机方面, 采用 MAX485 接口可实现 RS485 与 TTL 电平的转换。

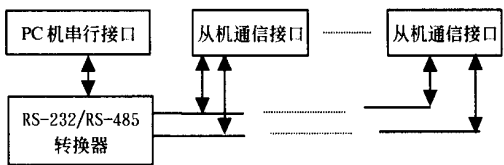


图 4 通讯硬件系统示意图  
Fig. 4 Communication circuit for the system

3.2 为实现群控管理采用的通信算法设计原则

- 1) 在设计总体上, 采用主从方式管理, 实现一台计算机对多栋温室的集中管理。
- 2) 在通信协议上, 采用逐级验证的规约来保证通信双方数据传送的正确性和可靠性。
- 3) 在从机通信子程序设计中, 采用软件延时技术来避免通信接收数据时引起的系统“死机”现象; 利用从机中的软件看门狗技术来避免因通信时间过长而引起系统“复位”现象。
- 4) 在主机通信子程序的设计中, 采用“容错”技术, 及时发现通信过程中出现的问题。
- 5) 在主机接收大批量数据时(如长期存储在从机中的历史数据), 直接将串口数据读入到二进制文件中进行存储以提高通信速率和避免数据的丢失。

4 现场运行情况

温室计算机分布式自动控制系统是中国农业大学电气信息学院为山东兖州市济宁农业高新技术示范园大型连栋温室设计研制的。该系统现已投入运行。系统由华北型连栋温室自动控制系统和上位机及软件组成。华北型连栋温室自动控制系统从 1998 年 9 月 1 日至今运行正常, 计算机控制器将温室环境参数: 包括室内外温度、室内湿度、土壤温度等参

数按小时间隔自动存储,并定期传送给计算机绘制出环境参数曲线。图 5 表示绘制出历史数据库中 2000 年 3 月 1 日至 10 日期间上午 8:00 温室内、室外温度、土壤温度、室内湿度随时间变化的曲线。

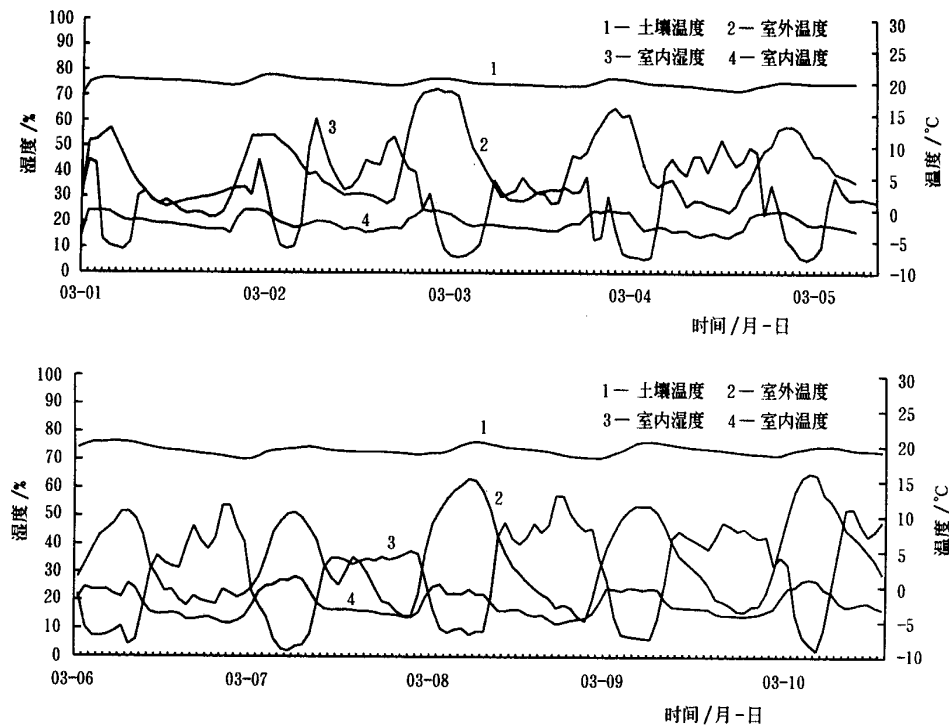


图 5 环境参数随时间变化曲线

Fig 5 Relationships between environmental factors and time

5 结 论

本文介绍了温室计算机分布式自动控制系统设计及组成、软件开发方法及功能、软件开发所涉及到的关键技术。该系统已在实际中得到了应用,实际应用表明,系统设计及软件开发是合理可行的。其特点主要体现在:

- 1) 群控化管理: 即可实现对同一地区的多个温室集中统一管理。
- 2) 可靠性高: 该系统实现管理与直接控制分开,因为控制功能主要集成于计算机控制装置中,即使 PC 机工作异常,也不影响各个温室控制系统的正常工作。
- 3) 经济性好: 该系统采用成本低廉、性能稳定的单片微机控制技术,与进口控制系统以及国内其它控制模式相比较,具有价格低廉,更加符合中国目前的国情。
- 4) 易扩展性: 随着温室农业的发展,控制环节的增多,该系统在结构和功能方面可方便地进行扩展。

但是随着温室产业在我国不断发展,在下一阶段的软件开发中,我们将着重于为温室生产者和作物栽培研究者服务的设计思想来优化该软件。具

体包括以下几方面:

- 1) 智能控制的开发。即引入“作物专家系统”,将目前软件的手动设置系统环境参数改进为能根据温室内种植的不同作物、花卉的生长规律,自动地修改系统控制参数以达到适宜作物生长的最佳环境,即结合农作物生长模型来对温室环境进行实时控制将是日后上位机管理软件发展的一个主要方向。
- 2) 温室环境控制方法的研究。目的是对温室环境进行精确控制,以满足对环境要求高的花卉等产品发育和生长。
- 3) 为温室生产者提供信息服务(采用 Internet 技术),及时反映市场需求情况,以作出相应的决策。

[参 考 文 献]

[1] 罗中岭 美国花卉温室现状及温室环境调节最新发展 [J] 农业工程学报, 1993, 9(4): 67~ 71.  
[2] Alves2Serodio CM J, Moteiro JL, Couto C A C. An integrated network for agriculture management applications[A] IEEE International Symposium on Industrial Electronics Proceedings[C] IS IE'98 p. 679 ~ 683 vol 2 Publisher: IEE.  
[3] 冯铁成 分布式监控通讯接口的实现[J] 基础自动化, 1998 3  
[4] 李萍萍, 毛罕平. 我国温室生产的现状与亟待研究的技

术问题探讨[J]. 农业机械学报, 1996, 27(3): 135~139

[5] 于海业, 马成林, 陈晓光. 发达国家温室设施自动化研究的现状[J]. 农业工程学报, 1997, 13(增): 253~ 257

[6] 于海业, 马成林, 孙瑞东. 温室环境自动检测系统[J]. 农业工程学报, 1997, 13(增): 262~ 263

Research and Development of Greenhouse Computer Distributed Auto-Control System

Dong Qiaoxue, Wang Yiming

(Electric Information College, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Crop production in domestic and overseas greenhouses shows that advanced automation and management system for greenhouse will improve the efficiency of agriculture production. Based on group control idea for greenhouses in the same zone, greenhouse computer distributed auto-control system, which is a kind of principal and subordinate structure made up of one PC and several microcontrollers, principal RS2485 bus communication network and step by step validated algorithms to ensure data transmitted correctly. The local operation in greenhouse can be obtained by monitoring environment parameters and warning information can be read into PC. In addition, the dynamic heating management method discussed will implement accurate control on temperature according to expert experience. The system has been put into use and proved reliable in automatic data acquisition, and at last the paper puts forward a further development trend on this system.

**Key words:** distributed control system; greenhouse; communication

《农业生物环境与能源工程》专著出版

由中国农业工程研究设计院研究员杨邦杰博士主编的《农业生物环境与能源工程》一书, 已由中国农业科学技术出版社出版发行。该书是“中国现代科学全书·工学·农业工程卷”的第三卷。该书介绍农业生物环境与能源工程的科学技术体系及其发展。全书分上中下三篇。上篇介绍农业生物环境工程, 包括: 设施园艺环境工程、畜牧环境工程、贮藏保鲜技术、生物环境自动控制技术。中篇介绍集约化畜禽养殖的环境保护与废弃物处理

利用技术, 包括养猪场、养鸡场与养牛场的废弃物处理与利用技术。下篇介绍农村能源工程, 包括生物质能、沼气、太阳能、风能技术, 以及农村能源及环境的综合建设。该书作者主要是目前工作在本领域教学、科研与工程第一线的中青年专家、学者与教授, 内容代表了当前该领域科学与技术发展水平。适合于大学生与具有大学水平的科技工作者与管理人员阅读, 或作为农业工程专业的大学生与研究生的参考书。

(本刊辑)