

金美琴,姜建芳. 基于管控一体化技术的滴灌控制系统设计[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):371-374.

基于管控一体化技术的滴灌控制系统设计

金美琴¹, 姜建芳²

(1. 南通农业职业技术学院机电工程系, 江苏南通 226007; 2. 南京理工大学自动化学院, 江苏南京 210094)

摘要:针对现代农业集约化、规模化种植的发展要求,研究以工控机和软 PLC 为控制核心、WinCC 为人机交流窗口,结合变频、现场总线、无线传感等技术,将节水灌溉、农业生产管理与自动化控制技术集为一体的滴灌控制系统。结果表明,研究的系统在为农作物提供最佳生长环境、实现增产增收的同时,还可以节约水资源,因此可以广泛应用于各种类型的农业种植区中。

关键词:管控一体化;滴灌;控制系统;软 PLC;WinCC

中图分类号: S275.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)09-0371-04

我国是农业大国,农业节水是不但是水利工程的重要组成部分,而且实行节水灌溉也是实现我国农业可持续发展的必然要求。在现阶段推广的节水灌溉方法中,微灌(包括滴灌、微喷灌等)的节水效果最好^[1],但是我国的农业滴灌系统大部分依靠的是人工经验控制,使得水的利用率仍然不是很高;有些滴灌系统虽然采用了自动化控制,但却存在现场布线不便、成本较高、操作维护不便等种种问题。缺乏先进的硬件设备与灌溉管理控制技术,特别是灌溉控制系统的自动化水平不高,是制约我国高效农业发展的瓶颈。随着我国农村经济的发展,农田集约化、大面积种植已经成为一种必然趋势,因此研制适合于大面积农田使用的、便于统一管理的集散型智能节水灌溉控制系统是发展现代化农业的必然要求。

基于上述节水灌溉的发展现状及存在的问题,迫切需要运用系统集成思想和方法,把计算机技术、现场总线技术、无线传感技术、自动控制技术等诸多技术与现代农业生产管理模式结合起来^[2],建成涵盖农业生产管理与灌溉自动化的管控一体化平台,从而实现我国农业从传统经验式管理向现代化智能化管理的质的飞跃,提升农业灌溉管理的自动化水平,节约水资源。

1 背景系统简介

南通市久发农业生态科技示范园总规划用地约 133.3 hm²,目前总体建设规模达到了 66.7 hm²,是集培训、娱乐、休闲、农业科技开发及花卉、蔬菜、果木、种子种植为一体的农业生态科技园。园区已经配备了滴灌、喷灌等微水灌溉设备,但是没有配置自动灌溉控制系统,仍然采用人工手动开关阀门的方式来控制灌溉,不但浪费了人力,而且也没有充分利用水资源。更为不足的是人员看管方面,由于凭的是经验和责任心灌溉,有时会因经验不足或人员疏忽而造成过度灌溉,导致出现淹苗、烧苗等严重后果。

2 管控一体化滴灌控制系统的总体方案

本研究根据生态科技示范园规模大、有集中管理的需求以及控制对象分散等特点,讨论了设计与实现管理与合理控制相结合的系统方案。本方案采用计算机集中管理与单片机滴灌分散控制的方式,即采用一台工控机集中管理并作为主站控制整个系统;主站通过 PROFIBUS 现场总线协调分散的滴灌从站系统,滴灌从站系统再使用无线通信管理和控制每个滴灌子系统,从而实现了滴灌的集中管理与分散控制。本方案以工控机+软 PLC 为控制核心来实现管控一体化,有效地减少了管理系统与控制系统的通信工作量;以 WinCC(windows control center,视窗控制中心)为人机交流接口,并结合变频、现场总线、无线传感技术,实现了滴灌管控一体化系统。本方案解决了布线困难,方便地获取到了农作物生长和灌溉的情况^[3],为生产管理决策提供了依据;同时依靠现代化的

收稿日期:2013-02-02

基金项目:2010 年度江苏省南通市科技计划(编号:K2010062)。

作者简介:金美琴(1969—),女,江苏南通人,硕士,讲师、工程师,主要从事自动化技术应用教学与研究。Tel:(0513)81050572; E-mail:ntjmjq@163.com。

[3]刘 刘,宋 立,邓良伟. 我国规模化养殖场粪便污水处理利用现状及对策[J]. 猪业科学,2011(6):30-33,42.

[4]许 妍. 畜禽污染减排纳入“十二·五”重点规划[J]. 农业技术与装备,2010(23):79.

[5]单胜道,邵 峰,周 珊. 浙江省农村废弃物调查[M]. 北京:科学出版社,2009.

[6]中国畜牧业年鉴编辑委员会. 中国畜牧业统计年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2010.

[7]中华人民共和国环境保护部. 中国环境统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2010.

[8]张 东,徐 甦,陈 斌,等. 畜禽粪便沼气工程处理技术进展[J]. 浙江农业科学,2012(2):223-227.

[9]Jiang X, Sommer S G, Christensn K V. A review of the biogas industry in China[J]. Energy Policy, 2011, 39:6073-6081.

[10]Bond T, Templeton M R. History and future of domestic biogas plants in the developing world[J]. Energy for Sustainable Development, 2011, 15:347-354.

[11]奚旦立,孙裕生,刘秀英. 环境监测[M]. 北京:高等教育出版社,2009.

先进技术实现了生态科技示范园的管控一体化,使生态科技示范园的生产管理和控制达到国内先进水平。由于作者承担具体任务的限制,本研究只讨论系统管控一体化的方案实现,

关于无线通信和单片机滴灌子系统则不作讨论。南通市久发农业生态科技示范园滴灌控制系统的总体设计如图 1 所示。

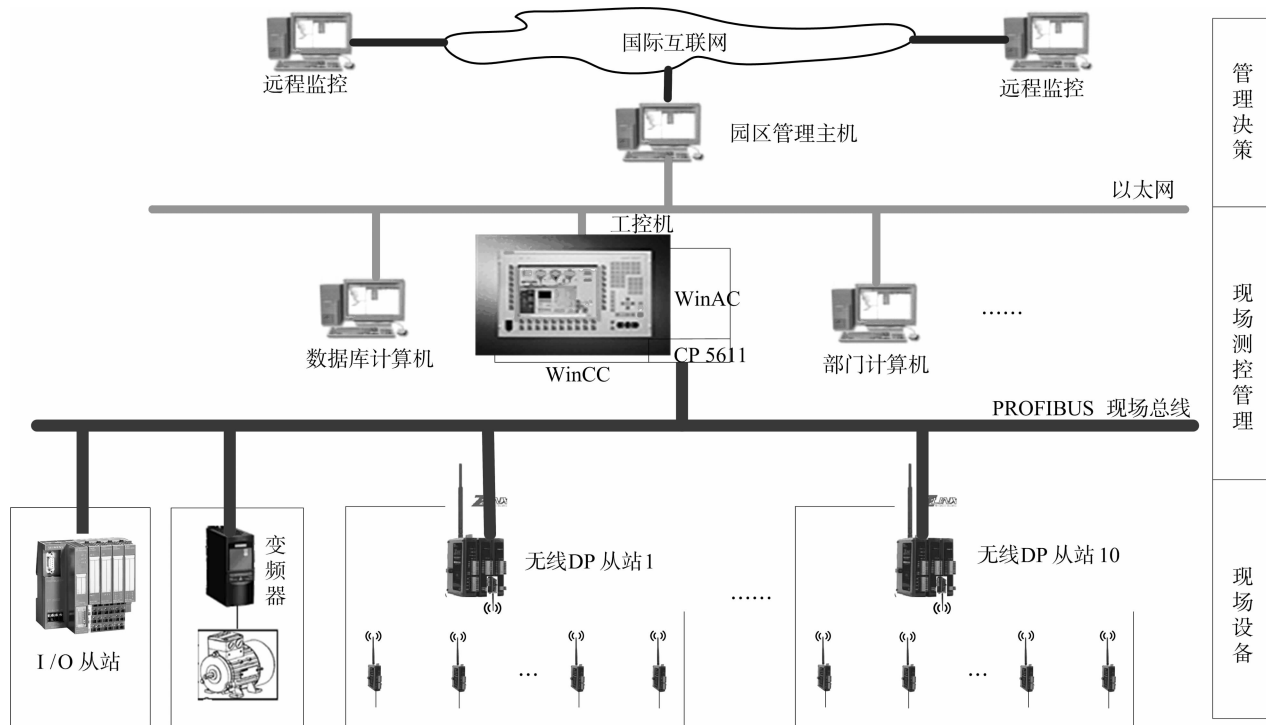


图1 南通生态示范园滴灌控制系统的总体方案结构

可以看出,整个滴灌控制系统包括 3 层通信网络:最上层的工业以太网、中层的 PROFIBUS 现场总线和底层的无线传感器网络,即管理级、监控级和现场级。

管理级:工业以太网实现管理机工控机与园区管理主机、各部门计算机之间的通信。工控机向上连接生产管理层,获取园区的生产管理信息、滴灌计划、远程监控指令等。

监控级:本系统使用工控机加 WinAC(软 PLC)作为滴灌控制核心,配合 STEP 7 软件和工业组态软件 WinCC 实现测控管理。CP 5611 是软 PLC 控制系统与分布式从站连接所用的通讯设备,用一根 PROFIBUS 专用电缆即可完成主从站间的数据采集和相互传送。

现场级:由首部枢纽区和灌溉现场区组成。现场级从站共 12 个,首部枢纽区设西门子的远程 I/O 从站 ET200S 和变频器 DP 从站各 1 个;针对农业对象的多样性、地域广阔、偏僻、分散等特点,在灌溉现场设 10 个无线 DP 从站,通过无线传感器网络,采集现场的土壤湿度、温度、光照度等信息,传递来自控制中心的启/闭电磁阀的指令。

3 系统的硬件设计

3.1 管理机 IPC

计算机系统是滴灌系统监测和控制的核心,是管控一体化的基础,通过它可以完成滴灌系统的信息管理、控制功能及组态工作。

在本系统中,信息管理和控制等所有功能都集中在一台计算机中,在使用过程中,系统要完成大量的数据运算和读写工作,因此对控制系统的工作计算机要求很高。根据对农业

生产环境的了解,滴灌系统的首部泵房位于田间地头,在灌水季节,天气炎热干燥,田地上的灰尘较多,水泵、变频器等交流供电设备还会形成电磁干扰,对控制主机就提出了耐高温、防灰尘、抗干扰、可靠性高等要求,因此要配置性能稳定、工作可靠的工控机作为本控制系统的中央主站计算机,由此选用了西门子工控机 827C。

3.2 控制机 WinAC

PLC 是计算机家族中的一员,是为工业控制应用而设计制造的。然而随着控制技术的飞速发展,传统的 PLC 在功能、成本、开放性等方面的改进不能与 PC 的发展相比。为了满足多层次网络通信的需要,实现更完善和更灵活的控制功能,国外的主要工业控制系统开发商正在发展基于 PC 的控制系统,软 PLC 控制系统就是这样产生的。WinAC(windows automation center,视窗自动化中心)是西门子公司开发的基于 PC 控制的软 PLC,它既具有 PC 机的优点,又具备了 PLC 的功能。

3.3 通信卡 CP5611

SIEMENS 的通讯接口卡 CP5611 作为主站,是软 PLC 控制系统对分布式从站进行控制所必需的通讯设备。

3.4 I/O 从站

首部枢纽区的输入输出控制接点分布集中,并且存在水泵等功率较大的设备,因此系统配置了实现本地转换和处理过程信号的分布式 I/O 从站 ET200S。

3.5 无线传感器

智能温室、蔬菜大棚、果园、农田等灌溉现场区采用无线通讯的方式,采用自主研发的无线传感网路,相比传统布线方

式具有成本低、有利于田间机械化作业等优点。

3.6 变频器

本系统的动力部分需要控制的设备主要是 2 台水泵电动机,通过变频器改变水泵电机的转速来调节管道中水的压力,使其不随田间阀门开启数量的多少而变化,不仅可以节电,而且能够延长滴灌系统设备的使用寿命。

4 系统的软件设计

4.1 控制软件的设计

WinAC 软 PLC 用户程序使用西门子 STEP 7 软件进行编程。通过对滴灌系统详细的分析和研究,根据系统的控制要求对控制部分进行了合理的分解。控制程序开发采用模块化、结构化编程的设计方法,将主要的控制模块放在 OB1 主循环组织块中,将实时性要求高且有一定频率要求执行的程序放在 OB35 定时循环中断组织块中,将开机前所要求的复

位、置位等程序放在初始化块 OB100 中。组织块 OB1 中的指令决定块的执行顺序和在什么情况下调用哪一个块,功能 FC 用来完成各种不同的任务。根据这些原则和控制功能,该控制程序的总体结构如图 2 所示。

由于控制的田块多、作物品种多样、生长期不同且需水情况不一样,本系统需要实现动态控制,因此各个电磁阀在各个时间段的控制策略也就不同,共有 3 种控制策略可穿插、选择使用:根据需要,有的调用模糊控制块(FC7)实现闭环控制,保持土壤湿度在比较恒定的状态;有时则为了多个田块的轮灌、兼顾管网供水能力等需要,按管理员下达的滴灌计划定时控制(FC8)实现开环的自动控制;此外在调试期或收割期、播种期等特殊时期,需要手动控制其开关。FC5 确定控制策略的优先级别顺序为手动控制 FC6 > 定时控制 FC8 > 模糊控制 FC7。

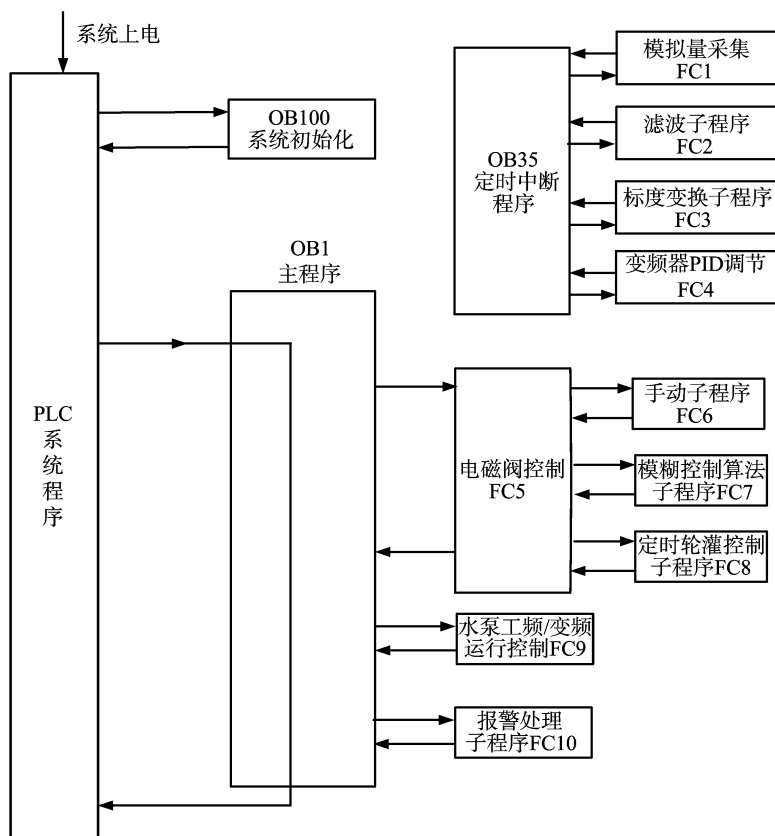


图2 控制程序的结构

4.2 监控软件的设计

监控界面采用西门子的组态软件 WinCC 开发,WinCC 里设有专门的通道单元来实现与软 PLC 的通讯。由于本系统需要监控的设备和显示的数据较多,因此根据系统组成对画面进行分类开发,从而能够实现在一个画面中显示出系统的大部分信息。对设备状态显示、系统参数设置、报警信息与数据查询等分别设置不同的画面,每个界面都可以通过点击链接按钮来切换到其他各个画面,点击总系统画面中的各田块图标就可以切换到该田块子系统的详细画面。此外,对每个传感器和电磁阀等具体设备采用局部显示的方式来显示其当

前运行状态。图 3 为监控界面的总体设计。

5 结论

本滴灌控制系统投入运行后,效果良好,在投入使用 1 年后即取得了可观的经济效益,以水果黄瓜区为例,产量提高了 19%,而用水量却减少了 12%。更为重要的是,现在整个园区 66.7 hm² 的面积只需要 2 个值班人员负责灌溉,大大节约了劳动力。该系统在结构和功能方面可以方便地进行扩展,能够满足不同规模、成本的需求,具备一定的应用推广前景。图 4 为 WinCC 监控软件运行的界面。

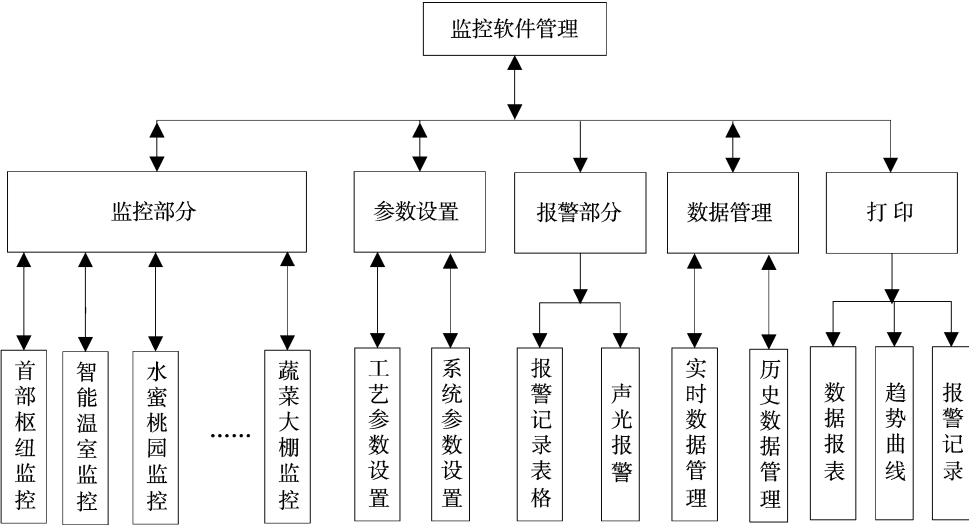


图3 监控软件的功能模块

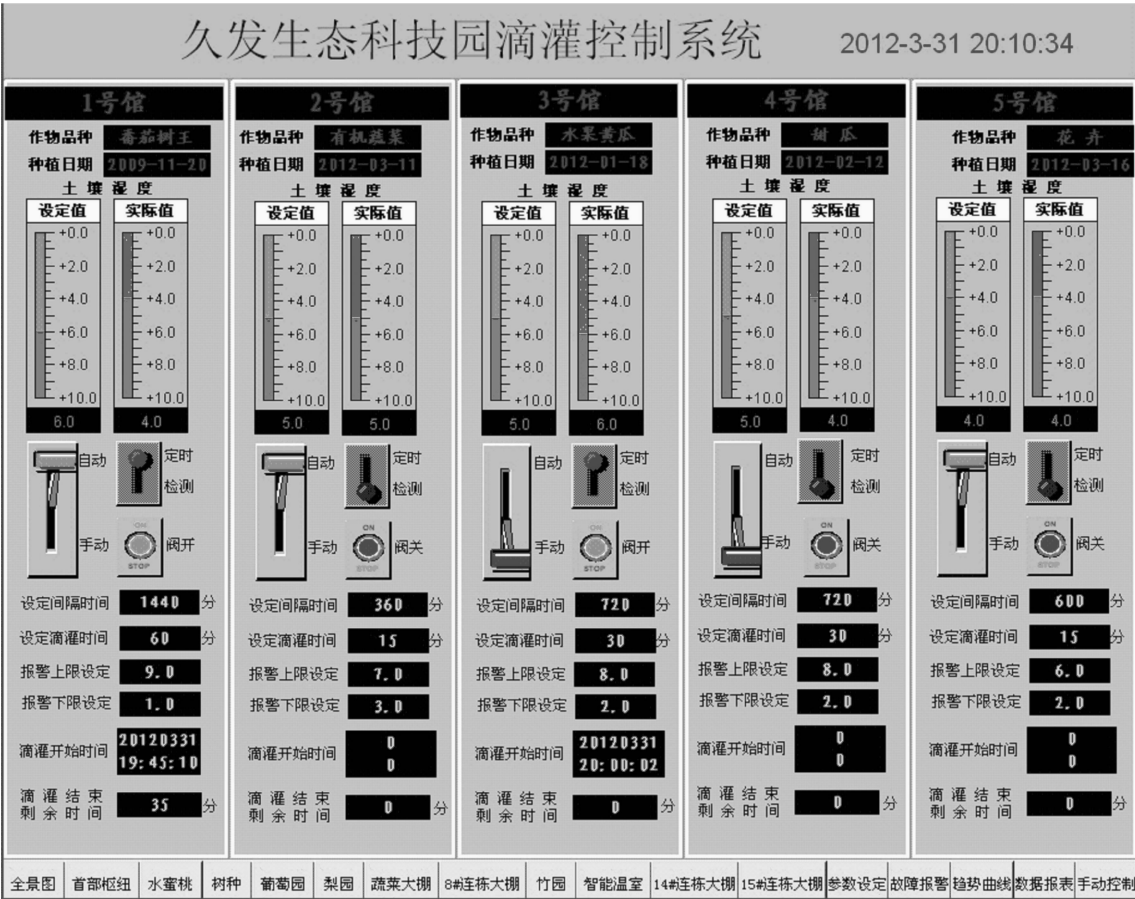


图4 WinCC的监控画面

参考文献:

[1] 郑捷. 节水灌溉条件下作物的经济效益分析[D]. 北京:北京工业大学,2005.

[2] 张馨,郑文刚,乔晓军,等. 基于开放结构设施环境管控一体化平台的开发与应用[J]. 北方园艺,2010(15):60-64.

[3] 黄峰,金美琴. 基于无线传感网络的滴灌控制系统设计与运行效果[J]. 现代农业科技,2012(15):182-184.