

农业耕作区灌溉自动控制系统及其应用

章 回

(河海大学电气工程学院,江苏南京 210098)

摘要:结合临沂市某灌溉自动化控制工程,介绍了农田节水喷灌自动控制系统的组成、功能、控制策略及实现方式.该系统采用分布式控制方式,并支持基于C/S和B/S技术的远程监控.

关键词:灌溉自动化;测控系统;控制策略

中图分类号:S275

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2003)03-0048-03

我国是水资源短缺的国家,大多数农业耕作区缺水情况严重.长期以来,解决农业用水问题的主要方法是加强水利工程建设,增加灌溉水量的供给;而在灌溉技术上,则大多沿用传统的漫灌方式.漫灌供水虽然简单易行,但因没有实现农作物生长环境的自动化监测,不能准确掌握有关信息,从而无法做到对灌溉用水及时、精确地调度和使用.因此,这种方式普遍存在用水效率低下、水资源浪费严重等现象.

在农业耕作区,自动采集气象、水质、水情、工情、墒情等农业生产信息,针对农作物的不同状况做出相应的灌溉决策方案,调度自动灌溉控制系统的工作,实现精确灌溉,是我国现代化节水灌溉技术的主要发展方向,而实现这一技术的关键就在于灌溉控制系统的设计和实现.本文结合工程实践,介绍一套高效的喷灌自动控制系统.

1 系统概述

本喷灌自动控制系统的实施工程位于山东省临沂市罗庄区付庄办事处的南部.结合项目区的规划、农田及水源状况、管理要求特点等,系统通过采用先进的农业节水灌溉测控技术,实现了 0.67 km^2 经济作物(其中包括果园微喷面积 0.34 km^2 ,蔬菜小管出流面积 0.34 km^2)的喷灌自动控制.

系统主要由传感器、伺服机构、测控终端、计算机和通讯系统等设备组成.其中,由传感器自动感测井下水位、管道流量、管道压力、电量、土壤含水量(墒情)等数据,远程测控终端和监控计算机控制由电磁阀、变频器、接触器等设备组成的伺服机构的作用,并控制4口水井的水泵工作,向田间的灌溉管带提供恒压灌溉用水;另外,系统可以自动完成灌溉水

量统计、水情墒情工情监控、灌溉调度、报表输出等功能,并实现了水泵电机的过压、过流、断相、空抽等告警和保护,从而实现灌溉自动化.

测控系统采用分布式拓扑结构,具有可靠性高、扩展性强等特点.另外,系统在中心控制柜上设置了水泵的“手动/自动”操作切换开关,在微灌现场也设置了电磁阀的“手动/自动”操作切换开关,以便于系统的维护、调试和故障处理.

2 系统组成及拓扑结构

2.1 系统总体布置

本系统由中心控制室通过网络与各测控点相连.中心控制室位于灌溉地块的中部,各测控点分布在距中控室约 $300\sim 800\text{ m}$ 的范围内.

在中心控制室内,监控终端主要完成系统公用设备(电器柜等)、变频驱动设备、7支电磁阀和1支土壤含水量传感器的测控任务;监控计算机则通过现场网络,与4口井边、微喷地块中央以及中控室内的测控终端进行互联,实现远程测控功能.

在喷灌现场,1号井配置独立的恒压变频供水系统,而2号、3号、4号井则配置1拖3的恒压变频供水系统,两个系统的恒压变频控制设备集中布置在中心控制室内.每口井的现场都布置有远程测控终端,由井下水位传感器和管道流量传感器组成,从而实现水源的监控和计量.

1号井水源支持的微喷灌地块,共配置20个喷灌支管电磁阀和1支土壤含水量传感器.其中,该地块中央布置的1套远程测控终端,控制周围13个电磁阀工作;另外的7个电磁阀和1支土壤含水量传感器直接连入中控室内的测控终端,从而完成远程

作者简介:章回(1977—),男,江苏南京人,硕士研究生,从事水文、水环境自动监控系统研究.

自动控制,系统布置如图1所示。

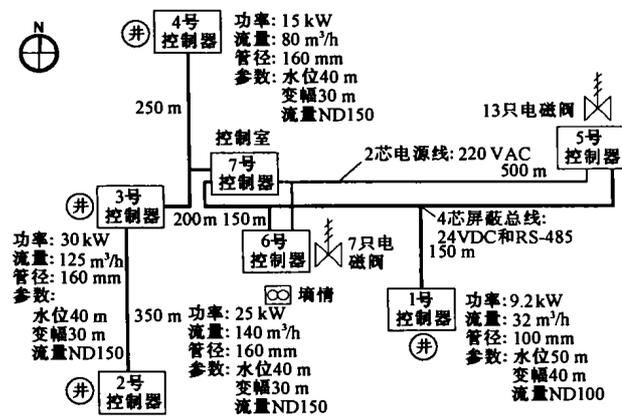


图1 喷灌系统设备布置

2.2 系统拓扑结构

喷灌自动控制系统由现场测控、中心控制、伺服机构、电源及防雷保护设施四个模块及通讯网络构成,采用二级分布式网络化拓扑结构,其拓扑结构如图2所示。

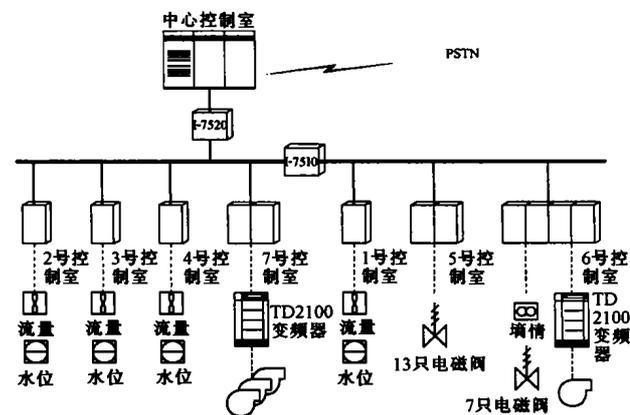


图2 系统拓扑结构示意图

3 测控通讯网络

3.1 现场网络

现场测控通讯网络选用 RS-485 通讯接口,网络介质采用超五类屏蔽双绞线.单级网段可以挂接 32 个测控终端,通讯距离达到 1200m;如果经过 8 级中继后,网络最多可以挂接 320 个测控终端,支持 9600 m 以上的通讯距离。

测控通讯网络采用 ADAM 工业标准通讯协议,通信速率为 9600 bps,无校验。

3.2 远程网络

系统的远程网络选用 PSTN 通讯信道,通过拨号连接,并配置密码保护登陆系统.通讯采用 TCP/IP 协议,支持 C/S 和 B/S 方式,可以实现远程计算机与测控现场上位机的互联,从而全程监控整个系统的运行过程。

4 系统主要功能

4.1 测控中心功能

测控中心由工控计算机和远程监控计算机构成,采用 ICS-2000 灌溉 SCADA 软件,可以提供面向控制对象的大屏幕现场实时动画监控图形界面,具有抽水量和电量数据统计、历史趋势显示、报表打印和输出等功能.中心控制室监控界面如图3和图4所示。

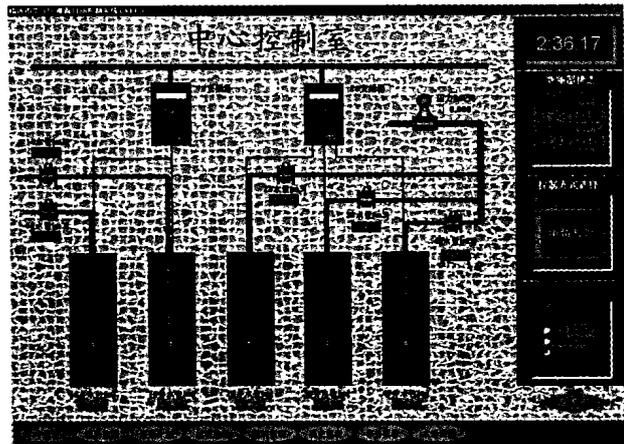


图3 中心控制室监控界面1

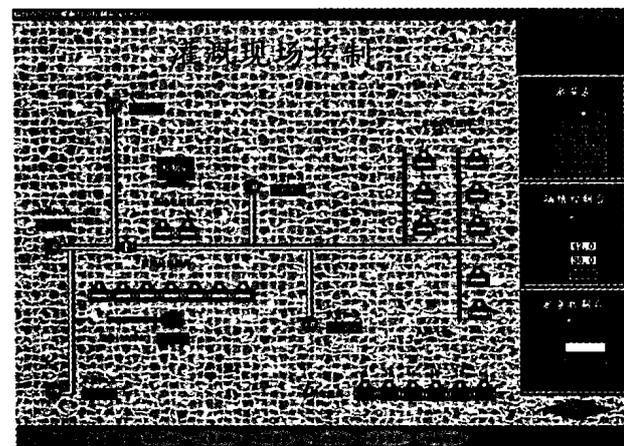


图4 中心控制室监控界面2

测控中心可以通过土壤含水量数据,自动控制、调节微喷灌系统运行,也可以通过计算机事先设置的水量,自动控制喷灌系统运行.系统能够在井下缺水、管道过压、水泵驱动设备故障时进行实时告警,并提供野外测控终端设备被盗或故障告警功能.测控中心采用易于操作和维护管理的用户操作安全体制,支持计算机电话拨号联网,能够远程监测。

4.2 现场测控终端功能

现场选用 DINO-2000 测控终端,可以完成数据采集和控制驱动,具有数据采集、处理、显示和传送功能.测控终端的控制传感器用于采集现场数据,进行相应处理后通过现场网络传送给测控中心;同时测控终端接受中控计算机的控制指令,驱动伺服机

构运行。

另外,在掉电和上电两个不同状态时,现场测控终端均能够对伺服机构的工作状态进行安全保护,并提供现场电磁阀手动操作方式,便于调试和维护。

4.3 灌溉控制策略

该喷灌自动控制系统提供了三种可选的灌溉控制策略,满足现场不同条件下的灌溉控制要求。

a. 灌溉计划控制.根据当地一般年份的农时安排及作物生长需要,系统可以预先同时设置两套供水计划、灌溉范围和水量,以便定时、定量、自动实施轮灌。

b. 灌溉水量控制.系统支持“先买后用”的灌溉用水管理模式,即用户根据需要预先购水,系统则按照购水量,自动完成该用户的地块灌溉.这种方式利于管理,避免了用水欠费纠纷的出现;同时,用户按需定水,也可以有效减少水资源的浪费。

c. 土壤墒情控制.系统可自动调节土壤含水量,满足作物的不同时期生长需要.系统预先设定土壤需要保持的含水量上下限,当土壤含水量低于下限时实施自动灌溉,土壤含水量达到和超过上限时则停止灌溉。

5 系统软件实现

本系统的 ICS-2000 软件是以工业组态软件为平台编制实现的.软件基于 Microsoft Windows 2000 中文版操作系统平台,采用中文操作界面,运用了多线程、COM 组件等新技术,实现了实时、多任务操作,运行稳定可靠. ICS-2000 软件将每一台测控终端和计算机看作是外部设备,这样,在系统具体开发和实施过程中,可以根据“设备配置向导”的提示,逐步完成连接过程.在运行期间,系统软件通过驱动程序和这些外部设备交换信息,包括采集数据、发送数据或指令.这种方式使通讯程序和系统软件构成一个完整的系统,每一个驱动程序都是一个 COM 对象,既保证了系统运行的高效率,也使系统能够达到很大的规模。

ICS-2000 软件支持 C/S, B/S 方式,可以通过拨号上网实现远程计算机与测控现场计算机的互联.在 C/S 方式下,远程计算机可以遥控灌溉现场的设备;在 B/S 方式下,远程计算机上无需安装任何辅助软件,通过 IE5.0 浏览器就可以实现系统的远程监测、查阅趋势图(包括历史趋势)、监视动态流程图的变化以及报警等功能。

6 系统硬件的优化设计

本系统在设计阶段进行了多项优化设计,主要解决了变频器运行过程中的干扰和远距离传输造成

的电源及信号衰减等问题。

变频器采用脉宽调制方式,在运行过程中,会伴随两种情况的干扰:一种是输入端母线上引入的浪涌等信号对控制设备的干扰,另一种是变频器输出端的高频噪声对控制设备的干扰.本系统调试过程中,遇到了严重干扰,导致测控网络和设备完全停止运行.经过测试,发现系统工频运行时正常,母线输入端的干扰对极小,而变频器的输出高频噪声才是影响系统稳定的主要因素.现场采用在变频器输出端串接电磁滤波器的方法,效果不理想,经过功率计算,换装交流输出隔离变压器后,解决了系统运行过程中的干扰问题。

本系统的串行异步通讯选用 RS-485 通讯标准,理论上通讯距离可达到 1200m,而在实际运行中,本系统的最远通讯距离超过了 2000m.由于传输距离过长,原则上需要加装 RS-485 中继器.在调试过程中,采用超五类屏蔽双绞线有效提高信噪比,并将通讯速率降低至 9600bps,经过测试,系统可以稳定地在 2000m 网络上运行。

本系统的远程测控终端采用 24V 直流供电,由于传输距离过长,本系统在设计时选用了 1.5mm² 的铜芯电缆,有效地减少了线阻,解决了远距离供电造成的功率衰减问题。

7 结语

本喷灌自动控制系统具有水量统计、灌溉过程记录、趋势分析等功能,实现了墒情、水情和工情信息的自动采集.通过采用三种灌溉控制策略,控制恒压变频提水系统,遥控现场电磁阀,实施分区域精确灌溉。

系统采用恒压管道灌溉,管线地下埋设,提高了土地资源的利用率.明显提高了大旱气候下农田的灌溉效率,节能、节水效果显著,降低了农业生产成本.管道输水方式大大减少了渠道渗漏,使田间灌水量降低,土壤中养分流失量减少,地下水污染也随之减轻,对改善水质起到了积极的作用,群众生活环境也得以改善.系统的建成也提高了灌溉精度,通过实行轮灌,减少人为渗漏、深层渗漏、无效棵间蒸发、叶片蒸腾损失等,减少了灌溉水的浪费,抗旱效益明显,从而为农作物高产、稳产、优质提供了保障。

系统性价比较高,易于在农业耕作区实施和操作,是一个具有高可靠性、高开放性和高扩展性能的节水灌溉自动测控系统,有较高的推广价值.系统投入运行后,减少了管理人员,降低了管理成本,有利于农业生产和水资源利用的可持续发展。

(收稿日期:2003-01-14 编辑:傅伟群)