

农田水利灌溉高级应用软件研究与开发

张玉平 迟海龙

(北京中水科水电科技开发有限公司 北京 100038)

摘要: 本文浅谈了我国农业灌溉自动化系统的现状,对大型农田水利灌溉自动化系统高级应用软件的主要功能进行了初步探讨。

关键词: 农田水利;灌溉;高级应用;干管;支管

0 前言

近年来,随着我国综合国力的不断壮大,农产品价格不断上涨,水资源却日益紧缺,因此国家对农田水利灌溉建设投入不断增加。

目前,我国有大型灌区 402 处、中型灌区 5200 多处、小型灌区 1000 多万处。在全国 434 处大型灌区中,规划灌溉面积 30 万亩至 50 万亩的灌区有 258 处,总灌溉面积为 9062 万亩,占全国大型灌区灌溉面积的 31%。由于目前灌区灌溉设施建设标准较低,投入改造、维修资金不足,设施更新维护不及时,用水管理方式粗放,田间灌溉技术比较落后,对水资源造成极大的浪费,急需提高灌溉管理水平。

灌溉系统自动化是世界先进国家发展高效农业的重要手段,目前我国的灌溉系统自动化的水平较低,这也是制约我国高效农业发展的主要原因。为提高我国农田水利灌溉管理水平,实现农田水利灌溉工程的安全可靠运行,满足灌区全线统一优化灌溉的应用需要,必须建设全线自动化调度与运行管理系统,对全线灌溉实现统一调度,所有阀门实现统一控制。这对农田水利灌溉自动化系统提出了更高的要求,现有系统在很多方面不成熟,存在问题较多,特别是在农田水利灌溉高级应用技术的研究和工程应用上还存在较大差距,无法满足实际工程安全可靠的运行需要。

为了充分发挥现有的节水设备作用,优化调度水资源,提高经济效益,研制和推广节水灌溉控制新技术是实现农业现代化的需要。结合大型农田水利灌区自动化系统的应用需求,对大规模农田水利灌区工程自动化控制系统灌溉关键技术进行研究,在灌区自动化系统的基础上,开发出满足农田水利灌溉自动化系统要求的高级应用软件,灌溉系统将更加节水节能,可降低灌溉成本,提高灌溉质量,使灌溉更加科学、方便,并大大提高管理水平。

1 国内外研究现状

国外一些先进国家,如美国、以色列和加拿大等国,在自动化控制技术方面起步较早,运用先进的电子技术、计算机和控制技术,并日趋成熟。这些国家从最早的水力控制、机械控制,到后来的机械电子混合协调式控制,到当前应用广泛的计算机控制、神经网络控制等,控制精度和智能化程度越来越高,可靠性越来越好,操作也越来越简便。自动化计算机灌溉控制系统大约在 80 年代初由雨鸟公司、摩托罗拉等几家公司开发、研制成功,并投入使用。

由于技术复杂、应用难度大，价格高昂，这种控制设备最早应用于高尔夫球场灌溉系统的控制上。90年代，计算机工业的硬件、软件飞速发展，使得灌溉系统中央计算机系统操作难度越来越小，功能越来越丰富，价格也逐渐降了下来。

目前国内的灌区自动灌溉控制系统大都采用组态软件作为开发平台，功能相对较简单。在灌溉高级应用软件方面的研究更少，工程应用上还存在较大差距。北京中水科水电科技开发有限公司拥有自主知识产权的H9000灌区自动化系统，并已成功应用于新疆兵团南疆新建团场38团且末垦区苏塘灌区，并在灌区自动化系统平台上进一步开发灌溉高级应用软件，对提高我国农田水利灌溉自动化水平具有重要意义。

2 需要解决的技术难点与问题

目前大型灌区灌溉范围广，人员设置少，管理水平落后；灌区的长距离管道输水工程中各级管道呈树状分布，输水过程中管道存在水锤问题，尤其是在阀门开启、关闭时表现突出，如果通过人工手动控制各级管道上的阀门，不但浪费大量的人力，也不能精准控制水资源，从而造成水资源的浪费。因此对大型灌区农田水利灌溉需求进行研究后，通过事先设置相关参数，软件自动进行计算分析，自动控制输水各级管道中阀门的开启、关闭以消除水锤危害，保证供水安全，精准控制各田间系统灌溉水量，最终提高农田水利灌溉管理水平。

需要解决的主要技术难点和问题：

(1) 农田水利灌溉模式研究

根据控制系统运行的方式不同，一般可分为手动控制、半自动控制 and 全自动控制三类：

①手动控制系统

系统的所有操作均由人工完成，如水泵、阀门的开启、关闭，灌溉时间的长短，何时灌溉等等。这类系统的优点是成本较低，控制部分技术含量不高，便于使用和维护，很适合在我国广大农村推广。不足之处是使用的方便性较差，不适宜控制大面积的灌溉。

②全自动控制系统

系统不要人直接参与，通过预先编制好的控制程序和根据反映作物需水的某些参数可以长时间地自动启闭水泵和自动按一定的轮灌顺序进行灌溉。人的作用只是调整控制程序和检修控制设备。这种系统中，除灌水器、管道、管件及水泵、电机外，还包括中央控制器、自动阀、传感器(土壤水分传感器、温度传感器、压力传感器、水位传感器和雨量传感器等)及电线等，造价较高，目前我国的灌区设备配置不全，尚不具备条件。

③半自动控制系统

系统中在灌溉区域没有安装传感器，灌水时间、灌水量和灌溉周期等均是根据预先编制的程序，而不是根据作物和土壤水分及气象资料的反馈信息来控制的。这类系统的自动化程度不等，有的一部分实行自动控制，有的是几部分进行自动控制。我国目前的灌区比较适合采用这种控制方式。

(2)田间系统轮灌制度研究

大型灌区包含众多的田间系统，每个田间系统之间通过干管进行连接，每个田间系统所需灌溉的农作物不同其需水量也不同，而每年的雨量分布并不均匀，需根据实际情况随时调整轮灌周期。每年每个田间系统需进行多次灌溉，因此需对干管的阀门、田间系统统一调度、分级轮灌。

(3)田间系统阀门开启、关闭次序研究

大型农田水利灌溉自动化控制系统拥有数量众多的干管、支管，各干管、支管的阀门呈树状分布，由于封闭式管道在输水过程中容易造成水锤，影响供水安全，上下级阀门之间需根据水力关系，严格遵守一定的次序开启或关闭。因此需要结合管道的复杂树状结构特点以及输水系统的水力学特点，计算干、支管之间的水力关系，从而确定干、支管上各阀门的开启、关闭次序，统一调度，做到安全供水。

(4)提高水资源利用率，实现精细的灌溉的研究

适时灌溉，发展高效农业，其中很重要一点是应用遥感、遥测监测土壤墒情和作物生长等新技术，对灌区灌溉用水进行监测预报，实现水管理的自动控制，对灌区用水实行动态管理，实施节水灌溉智能化管理。我国农业节水灌溉自动化目前主要依靠人工测量和控制，局限于节水灌溉单项技术的推广和应用，技术集成和自动化水平较低，不利于用水的精细管理和合理化灌溉。因此充分地研究学习农田作物的生长规律和当地水文地理变化规律，并能够自动根据这些规律计算出田间灌溉的用水计划，实现现代化农业生产的高效低耗目标。

3 灌溉高级应用软件功能

(1) 模式切换(手动/半自动/全自动)

软件需提供手动/半自动/全自动的开关，可方便切换采用何种方式灌溉，这样软件才能更灵活地满足实际工程的需要。当切换到手动控制方式时，由运行人员在画面手动对每个阀门单独控制；当切换到半自动方式时，软件根据事先设置的各级轮灌周期，综合考虑各种安全条件，通过分析计算，自动按时按顺序开启、关闭各级阀门，对灌区自动灌溉；当切换到全自动方式时，软件根据监测的土壤信息，按照事先设置的作物需水量，自动计算各级阀门的开启、关闭时间，无需人工干预。

(2) 闭锁条件判断

为了可靠、安全地控制灌溉，需要考虑一些闭锁条件。当系统出现影响安全的故障时，发出报警，高级应用软件自动退出运行，以免误发命令。

(3) 轮灌周期的设定与修改

对于半自动运行方式，由于每年每个田间系统需轮灌几十次，根据农作物的需水情况制定合理的轮灌周期，可事先输入各田间系统的轮灌周期计划，也可根据天气变化情况，由运行人员实时在画面上灵活设置、修改轮灌周期。

(4) 阀门开启、关闭次序的分析与计算

各干管、支管的阀门呈树状分布，树干为各干管，树枝为田间系统的支管，为了防止输水管道在阀门开启、关闭过程中产生水锤，影响供水安全，要制定严格的阀门开启、关闭次序。开启阀门时需自下而上，即先开末级支管，再向上分级开启各支管，最后开启干管阀门；关闭阀门时，方向相反，需自上而下，先关干管，然后依次向下关闭各支管。

(5) 软件模块化和可扩展性

田间灌溉系统主要是通过铺设各种水路管网，对田间的各种耕种作物进行精细化，准确的灌溉。要保障灌溉系统能够节约、准确地用水，就要做到既不浪费水资源又要保障农作物生长所必须的水分，这就要求高级灌溉控制软件能够及时了解田间的作物生长情况还要了解当地的天气水情信息，土壤墒情等水文地理信息。为此在软件当中设置了相应的接口和 GIS 信息系统、水情水调自动化系统互通数据，以便对田间的作物的成长情况有及时准确的了解，为进一步的制定准确的灌溉用水计划提供可靠保障。本系统软件还配备了网络通信接口，很方便实现远程异地的通讯和监控功能。

(6) 自动灌溉的软件功能的未来发展趋势

作为灌溉自动化系统的高级应用软件，自动灌溉控制模块还应该承担起田间作物栽培用水的决策专家咨询系统的功能。自动灌溉控制应该能够收集农田相关的水文、气象、土壤墒情等有用信息，并对其进行加工处理存储，作为未来一段时间里的用水预测和指导工作。在灌溉系统中应该能够自动学习和适应各种作物的对生长环境要求和用水需求，能够根据不同的农作物生长特点制定出一整套精准完备的用水计划，并严格按计划执行准确有序的灌溉达到现代化农业生产的精细化、低碳环保节能高效化的发展目标。

4 结语

推进农田灌溉现代化和管理科学化，使农业生产方式由粗放型向集约型转变，促进传统农业向现代农业转变是我国未来农业发展所需要解决的难题。目前我国的灌溉自动化水平还较低，在灌溉高级应用软件方面的研究还很少，工程应用上还存在较大差距。因此在现阶段研制具有当今世界先进水平的灌溉自动化系统的高级应用软件，从而实现大型灌区中推广自动灌溉，最终达到現地无人值班的目标，具有重要和深远的意义。

参考文献

- [1] 佚名，《我国大型灌区基本情况》.小开河网水利新闻
- [2] 《滴灌系统的自动化控制的研究》 中国自动化网

作者简介

张玉平 女，高级工程师。主要研究方向：流体机械与动力工程，输水系统自动化。

迟海龙 男，工程师。主要研究方向：输水系统自动化控制。