

# 精准化智慧大棚水肥一体化系统研究

周新淳 张 瞳 吕宏强  
(宝鸡文理学院 宝鸡 721016)

**摘 要:**利用当前最先进的物联网及云计算技术,通过 Internet 将分布在所有农业大棚里面现场的终端控制系统(数据采集系统、控制器、灌溉设备、传感器)和视频监控系統、中央控制系统、管道变频恒压系统组成一个人机交互便捷、功能强大、使用方便的智能水肥一体化灌溉及控制系统。同时在传统控制设备上通过简单的软硬件的改造可以实现原有设备联网智能控制和监测,节约成本,设计的系统支持多终端包括 PC 机、手机、平板电脑等远程分权限管理、控制和访问。

**关键词:**远程;精准化;智能化

**中图分类号:** TN790      **文献标识码:** A      **国家标准学科分类代码:** 520.604

## Study on integrated water and fertilizer system of precise and intelligent greenhouse

Zhou Xinchun Zhang Tong Lv Hongqiang  
(Baoji University of Arts and Sciences, Baoji 721016, China)

**Abstract:** By using the most advanced Internet of Things and cloud computing technology, the terminal control system (data acquisition system, controller, irrigation equipment, sensor) and video monitoring system, central control system, Pipe frequency conversion constant pressure system composed of a human-computer interaction convenient, powerful, easy to use intelligent water and fertilizer integrated irrigation and control systems. At the same time in the traditional control equipment through a simple hardware and software transformation can achieve the original equipment network intelligent control and monitoring, cost savings, the design of the system to support multi-terminal including PC, mobile phones, tablet PCs and other remote sub-rights management, control And access.

**Keywords:** remote; precision; intelligent

### 1 引 言

作为农业大国,我国在全国范围内都有非常广泛的大棚农作物种植,其灌溉与施肥分离进行,人力成本高、效率低、灌溉及施肥有效吸收比例低,造成了严重的人力财力物力的浪费;参考国内外农业产业新技术,将水肥统一管理,进行高效灌溉和施肥不仅能提高农产品的产值,更是智慧农业的一个重要研究方向。为了实施“科教兴国”、“科教兴农”的战略,开展农业大棚高效节水节能关键技术创新、关键设备研发,利用互联网技术及嵌入式技术改造传统农业、武装现代农业,通过信息服务实现对农业大棚水肥灌溉智能化、精准化控制及信息化,已经成为现代农业发展的一项紧迫任务。

### 2 系统说明

#### 2.1 系统功能描述

智能水肥一体化灌溉及控制系统可以实现以下功能:

1)本套灌溉智能化灌溉系统全系统采用中文界面,可根据用户的不同需求把各个田间阀门编为 1~N 个任意的轮灌组,并可实现任意次的各个轮灌组的开启、关闭与间隔时间。同时,本系统还可自动预警阀门是否正常关闭,如发生异常,则自动提醒维修,为对异常等情况进行记录,便于使用者查询。

2)根据土壤张力计所传回的田间数据,自动判断田间是否需要灌溉,在需要灌溉的时候系统会自动打开水泵及田间阀门,让灌溉制度实现完全的自动化。同时,在灌溉

过程中,风雨传感器还会检测环境的变化,如灌溉时发生降雨,则系统会根据风雨传感器传回的数据选择是否关闭系统。

3)可记录灌溉实施过程中的相关数据,为灌溉决策提供数据分析支持,如灌溉水用量,肥液用量等。

4)系统可通过外置气象站自动记录基地每天的气象信息,如温度、湿度、降雨量等信息,可以随时方便的调阅和分析这些气象信息。为作物的田间管理决策提供数据支持。

5)本系统可集成高清视频系统、对基地内的各项环境进行监测。

6)为操作者的使用简便考虑,本系统还开发有独创的开心农场界面,把灌溉地块形象直接地显示在系统屏幕上,可通过在系统上简单点击鼠标实现作物水肥一体化的开启与关闭。

整个系统搭建在通用网络平台上,通过对网络进行相应的设置就可以在任意一台连接到 Internet 的计算机上,依据授权对整个系统全面的监控,并随时完成对温室和灌溉系统内的各项数据进行分析 and 评估。并可通过手机、平板电脑等其他移动设备,通过权限认证,随时登陆该

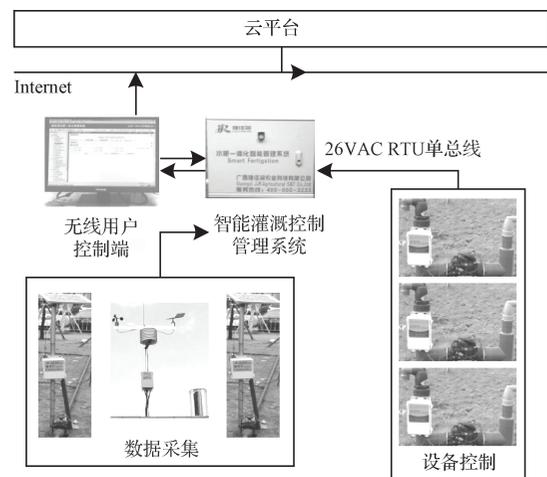


图1 智能灌溉系统

智能灌溉,进行移动端的灌溉操作<sup>[1]</sup>。

## 2.2 系统组成及硬件配置

### 2.2.1 系统框图

精准化智慧大棚水肥一体化系统的整体框图如图2所示。

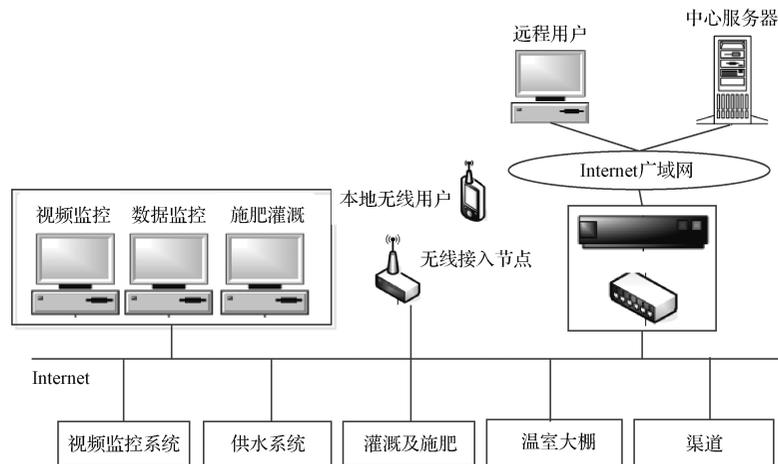


图2 系统框图

### 2.2.2 系统组成

精准化智慧大棚水肥一体化系统由以下几部分组成。

#### 1)控制中心

控制中心设中心控制机,路由器,网络集线器,ADSL Modem,打印机各一台,大屏显示器3台共同联网组成控制中心<sup>[2-3]</sup>。该中心完成对系统的日常操作和管理、数据处理、网络通讯调度等功能。这是一个智能型网络测控系统,采用基于TCP/IP协议的以太网结构。系统的各个组成部分都具有自己的IP地址,可通过网络进行相互通讯。此网络是标准的以太网络,即可以单独形成自己的体系,也可作为校园网的一个组成部分,还可以通过路由器连接到Internet广域网上,这样,无论操作者在世界的什么地方都可以通过Internet对系统进行查询、操作、设置和管理。3台大屏幕显示器分别负责显示本系统中的视频监

控画面,各种测量数据的实时显示以及其它控制和管理功能。加入无线访问点(access point)后还可以通过无线网络使用本系统。

#### 2)视频监控部分

如图3所示,本部分由4个摄像头及可360°旋转的云台,云台控制器以及4路网络视频服务器组成,每个摄像头都安装在云台上,控制信号由云台控制器发出,4路图像信号分别进入网络视频服务器,变成网络数据信号后在以太网中传输,这样只要能访问到以太网的地方都可以看到这4个摄像头的图像信号。

#### 3)供水系统

本系统水源拟采用井水,由于崇州地区地下水多砂,故拟先设置三级沉淀池进行物理沉淀,在物理沉淀之后的初步清洁水源进入灌溉水池,然后通过首部系统的恒压变

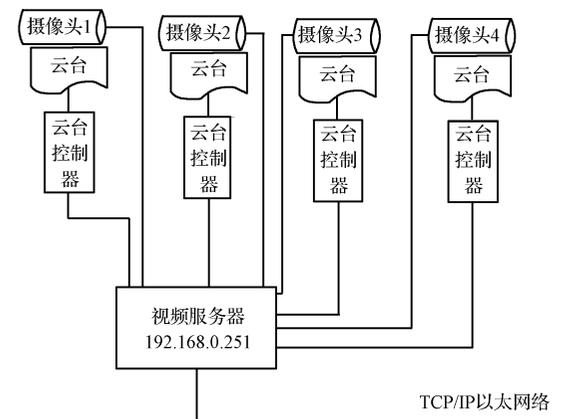


图3 视频监控系统

频系统及灌溉首部系统输出到田间。

恒压变频系统会根据水池水位、出水压力、流量、水泵状态等信息通过智能传感器变送模块传入供水控制器中，由控制器根据内置的控制逻辑和方法对水井及水池的水泵进行相应的控制。

4) 室外气象站

图4所示为本系统配备的室外气象站。



图4 室外气象站

5) 渠道水位及流量

本系统的渠道水位及流量监测系统如图5所示。

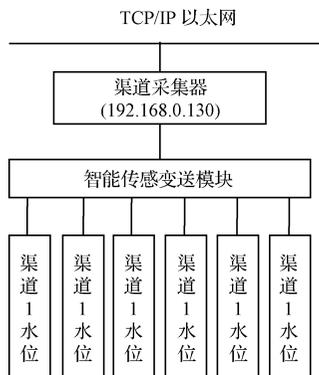


图5 渠道水位及流量

2.3 智能灌溉系统相关图片

智能灌溉系统如图6所示。



图6 智能灌溉系统样机

3 首部枢纽设计

3.1 水泵机组

根据水源特点及流量、压力要求，选择离心泵作为动力输水设备，因灌区内个小灌区灌水量、灌水所需扬程均不同，在使用时需在首部安装一台变频器<sup>[4]</sup>。图7所示为安装变频器的水泵。



图7 安装变频器的水泵

3.2 过滤设备

过滤设备是滴灌系统得以长期、安全可靠运行的关键设备。考虑到项目区水源实际情况，拟选用目前世界上灌溉系统中最先进的自动反冲洗叠片过滤器，过滤精度为120目。可以有效实现无人值守的堵塞自动侦测、自动清洗，可有效防止管道堵塞及由此引发的爆管、设备损坏等现象。

叠片式过滤器的塑料叠片两边刻有大量微米尺寸的沟槽，如图8所示。同种模式的叠片压在特别设计的内撑上。通过弹簧和液体压力压紧时，叠片之间的沟槽交叉，

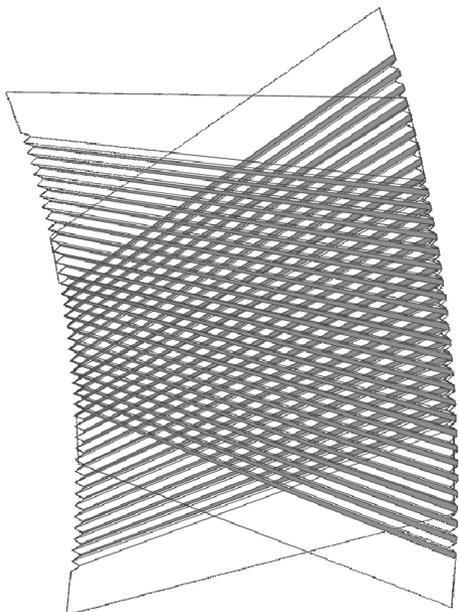


图8 叠片式过滤器的塑料叠片

从而制造出拥有一系列独特过滤通道的深层过滤单元,这个过滤单元装在一个超强性能工程塑料滤筒中形成过滤器。

在过滤时,过滤叠片通过弹簧和流体压力压紧,压差

越大,压紧力越强。保证了自锁性高效过滤。液体由叠片外缘通过沟槽流向叠片内缘,经过18~32个过滤点,从而形成深层过滤,这是其他过滤器所不具备的。过滤结束后通过手工或液压使叠片之间松开进行手工清洗或自动反冲洗<sup>[5-6]</sup>。

叠片过滤器的优点如下:

- 1) 稳定的过滤效果;
- 2) 深层过滤,杰出的拦污能力;
- 3) 操作简单,维护方便;
- 4) 系统运行成本低,性能可靠,使用寿命长。

自动反冲洗叠片过滤器区别于普通叠片过滤器的特点在于,通过在普通叠片过滤器的基础上增加前后压差感应、水力传导装置和数据接收、分析装置,可自动判断过滤器前后是否有堵塞及堵塞的严重程度,在超过设定的压差范围后,设备将自动打开反冲洗阀进行反冲洗清除杂质,在杂质清除压力恢复的情况下,自动关闭反冲洗阀,恢复正常工作,如图9所示。

这样就有效避免了在无人值守的情况下,发生过滤器堵塞造成爆管及设备、控制室损坏等严重后果。

用户还可以根据自己的具体情况设置冲洗频率与不同通过介质下的冲洗模式或报警功能等,也可以轻松实现手动反冲洗与自动反冲洗的切换。

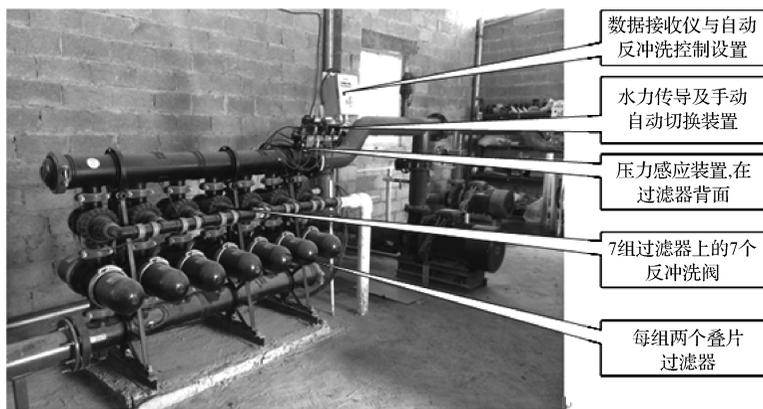


图9 整体介绍

### 3.3 持压调压装置

为维持过滤设备的自动反冲洗压力及使水泵在最佳压力状况下运转,在本阀门的前端需要持压。

持压调压装置如图10所示。在首部系统末端压力需要把经过设备的紊流变成平稳的水流,同时,压力又要能够调节,以免造成爆管、田间首部不稳定,首部后端通常需要减压,故持压减压阀的运用就非常必要,可以分别调节系统前后端压力。

### 3.4 测量设备

水表是控制首部的组成部分,位于过滤器之后,具有高度的精确性(2%),灌溉系统首部设水表,其作用是准确测量泵所抽取的水量。此设计中的水表为6"。

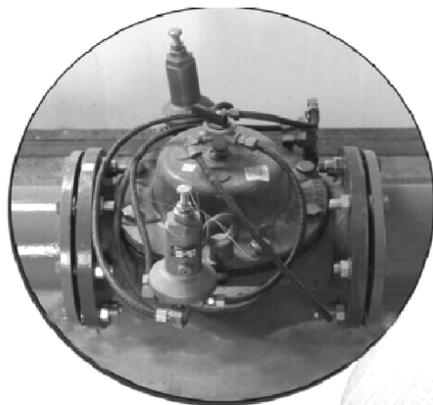


图10 持压调压装置

水表记录器单独密封,不会产生水雾。内置机械水头损失很小,精确度高。水表外涂层可防止环境和化肥的腐蚀。为了能实行计算机控制,水表装有电子控制装置,在自动控制系统中,其输出数据可与控制器连接,实现精确灌溉,方便用户的数据统计及灌溉制度的确定。

### 3.5 首部系统安全保护装置

因为首部系统是整套灌溉系统的压力来源与中枢系统,为保证首部系统的安全与稳定,自动泄压安全阀与进排气阀是必不可少的装置。

泄压安全阀如图 11 所示,它所具有的优点是在设定好最大限度的压力等级后,一旦系统出现异常压力波动,压力超过设定的预警值,则该阀门会自动开启,进入泄压工作,防止系统遭到破坏;在压力恢复到设定值以下时,自动关闭,使系统恢复正常运行<sup>[7-8]</sup>。

在灌溉系统首部还必须设置进排气阀,以防止水锤作用形成真空从而破坏管道。



图 11 安全保护装置

### 3.6 施肥系统

#### 3.6.1 注入式施肥系统

施肥系统,图 12 所示是完成水肥一体的重要组成设备,把溶解的水溶性肥料直接输送到灌溉系统中,达到省水省肥的效果,而且保证均匀度。且溶肥与肥料过滤设备可完全置于控制室内部。



图 12 注入式施肥系统

#### 3.6.2 比例施肥器

当对施肥精度有很高的要求,可以选用进口比例施肥器,如图 13 所示。能对肥料进行精确的浓度配比与施肥。



图 13 比例施肥器

#### 3.7 阀门装置

其他首部系统的组成部分主要是实现开闭功能的闸阀、涡轮蝶阀、量测装置——耐震压力表等。

#### 3.8 整体首部系统

图 14 所示为安装完成后的整体首部系统。

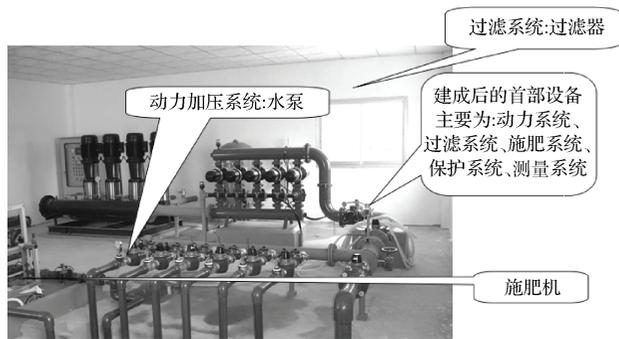


图 14 整体首部系统

#### 3.9 田间首部

阀门的质量在整套灌溉系统中极为重要,因为我们所需要的所有开关水源动作、所需压力调节均由它完成。高质量的水力传导阀门系统是全套灌溉系统成功的可靠保证,它具有水头损失小,阀门出口压力连续可调,寿命长且使用方法简单等诸多优点。它既能调节支管压力,保证支管与灌水器工作在正常压力范围下,又能连接自控设备,随时实现阀门的定时自动化开启开闭,也可方便的转换到手动控制<sup>[9-10]</sup>,如图 15 所示。

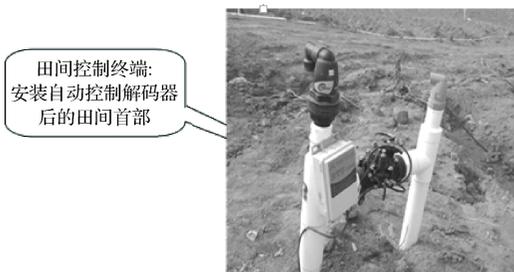


图 15 水力传导阀门系统

### 3.10 水力保护装置

为使水肥一体化系统能够稳定长期有效运行,主管道连接田间阀门一端需要安装空气阀,如图 16 所示,以利于管道内的进气与排气,防止真空破坏与水锤作用破坏;有效保护管网的稳定性及延长使用寿命。

在田间阀门连接支管道一端需要安装真空破坏阀,以利于在停机时,能有效补充支管与滴管内的空气,防止支管道破坏与滴管吸入杂物。



图 16 空气阀装置

## 4 结 论

我国非常重视物联网技术在各个领域的研究,通过互联网及物联网技术提升农业生产、经营、管理和服务水平,培育一批网络化、智能化、精细化的现代“种养”加生态农业大棚新模式,形成示范带动效应,加快完善新型农业生产经营体系,培育多样化农业互联网管理服务模式,逐步建立农副产品、农资质量安全追溯体系,促进农业现代化水平明显提升已经成为主流发展模式。本系统研究能真正的把先进的技术融入现代农业大棚智能灌溉及施肥技

术里面,对农业数字化、信息化有非常大的推动作用。

### 参 考 文 献

- [1] 邓晓栋,翁绍捷. 基于 Android 平台的智能水肥灌溉系统设计[J]. 广东农业科学, 2014, 41(9):203-206.
- [2] 袁洪波,程曼,庞树杰,等. 日光温室水肥一体灌溉循环系统构建及性能试验[J]. 农业工程学报, 2014(12):72-78.
- [3] 牛晓丽,周振江,李瑞,等. 根系分区交替灌溉条件下水肥供应对番茄可溶性固形物含量的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(5):893-901.
- [4] 杜军,沈振荣,张达林. 宁夏引黄灌区滴灌水肥一体化冬小麦灌溉施肥技术研究[J]. 节水灌溉, 2011(12):44-49.
- [5] 罗勤. 水肥减量对日光温室土壤水分、养分和作物产量的影响及合理灌溉制度[D]. 西安:西北农林科技大学, 2014.
- [6] 邓兰生,颜自能,龚林,等. 滴灌与喷水带灌溉对香蕉生长及水肥利用的影响[J]. 节水灌溉, 2010(8):45-48.
- [7] 刘永华,沈明霞,蒋小平,等. 水肥一体化灌溉施肥机吸肥器结构优化与性能试验[J]. 农业机械学报, 2015, 46(11):76-81.
- [8] 李尤丰,王智钢. 基于动态云的智慧农业架构研究[J]. 计算机技术与发展, 2014(3):190-193.
- [9] 张辉,李艳东,赵丽娜,等. 基于无线 Mesh 网络的智慧农业大棚监控系统[J]. 现代电子技术, 2016, 39(16):71-74.
- [10] 顿文涛,赵玉成,袁帅,等. 基于物联网的智慧农业发展与应用[J]. 农业网络信息, 2014(12):9-12.

### 作 者 简 介

周新淳,1983 年出生,讲师,硕士。主要研究方向为信号与信息处理、电路与系统。

E-mail: wangff\_bona@yeah.net

吕宏强,1963 年出生,副教授。主要研究方向为嵌入式系统与智能仪器仪表。

张瞳,1981 年出生,讲师,硕士。主要研究方向为图像传输及处理。