



# 智能化绿地微灌远程控制系统的实现

王家祥<sup>1</sup>, 印崧<sup>2</sup>, 夏萍<sup>2</sup>

1. 六安职业技术学院, 安徽六安 237158
2. 安徽农业大学工学院, 合肥 230036

**摘要** 为实现园林绿地微灌远程实时测控,设计了一种基于无线传感器网络技术的监控系统。该系统由数据采集与控制节点模块、汇聚节点模块、控制终端和远程控制中心等组成,将采集到的数据通过无线传感网络、移动 Internet 网传送,并解决电源设计问题。园林绿地远程微灌控制系统为实现大规模园林绿地灌溉的信息化、自动化研究提供了有效工具。

**关键词** 绿地;微灌;无线传感器网络;远程控制

**中图分类号** S24, TN919

**文献标识码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.05.010

## Design and Implementation of Micro-irrigation for the Remote Control System in the Green Space

WANG Jiexiang<sup>1</sup>, YIN Song<sup>2</sup>, XIA Ping<sup>2</sup>

1. *Liuan Vocation Technology College, Liuan 237158, Anhui Province, China*
2. *School of Engineering, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China*

**Abstract** A monitoring system based on the technology of Wireless Sensor Network (WSN) was designed for the real-time remote control and monitor of green space irrigation. The system includes the wireless module of data acquisition and control, the wireless coordinator module, the control terminal, and remote control center, etc. The system is controlled by both industrial PC terminal and expert decision-making system, which provides the effective tools for the information and automation study on the realization of large scale urban greenbelt irrigation.

**Keywords** green space; micro-irrigation; WSN; remote control system

### 0 引言

随着国民经济的快速发展,园林绿化建设越来越受到重视。园林绿地是城市结构的重要组成部分,绿地得以存活的重要条件之一是水。中国是一个水资源短缺的国家,随着园林绿地面积的不断增长,如何解决绿地耗水量与城市严重缺水的矛盾是一项艰巨的任务<sup>[1]</sup>。随着计算机技术、网络技术、传感器制造技术水平的提高,智能化微灌技术已逐步应用到节水灌溉中<sup>[2-3]</sup>。智能化微灌控制系统包括有线测控系统和无线测控系统两种,城市园林绿地地形复杂、分布广、植物多样,采用有线测控系统是不可行的。无线传感器网络(WSN)是由大量低成本且具有传感、数据处理和无线通信功能的传感器节点通过自组织方式形成一个多跳的网络系统。智能无

线传感器网络是新一代的传感器网络,具有低功耗、自组织路由、无需布线等特性<sup>[4-6]</sup>,园林绿地采用基于无线传感器网络的模式解决了传统电缆铺设带来的安装、维护等一系列问题,提高了系统的可靠性,降低了设备成本,最大限度提高了水资源综合利用能力。

### 1 微灌控制系统设计目标及其难点

#### 1.1 园林绿地灌溉特点

园林绿地灌溉具有下列特点:(1)园林绿地灌溉对象主要为观赏类植物,要求提供多次少量的均匀灌溉;(2)园林绿地通常呈现不规则形状,且地形多起伏不平,不易采用传统的地面灌水方式;(3)绿地灌溉在满足绿化苗木、花卉、草坪

收稿日期:2010-12-30;修回日期:2011-02-01

基金项目:安徽省国际科技合作计划项目(10080703031)

作者简介:王家祥,副教授,研究方向为农业工程,电子信箱:jxwang05@yahoo.com.cn

等植物生长的正常水分供给需要的同时,还要兼顾与现有景观相互协调配合,灌溉系统设计十分复杂。目前,园林绿地已大量采用微喷灌,但管网控制大部分仍采用手动的方法。手动控制随意性大,常常发生该灌水时,无人开阀,不该浇灌时又无人关阀,严重影响了灌水效率。园林绿地采用智能化微灌控制系统可以降低工人劳动强度,最大限度地提高水资源综合利用能力。

### 1.2 微灌系统结构

园林绿地往往是草坪、花卉与树木混种,对草坪上树木、花卉的微灌设计除一般灌溉系统所要考虑的因素外,还要考虑各种植物的需水量、微灌设备、水源质量、灌溉制度等。微灌系统包括水源、首部枢纽、输配水管网和灌水器。具体设计如图 1 所示。

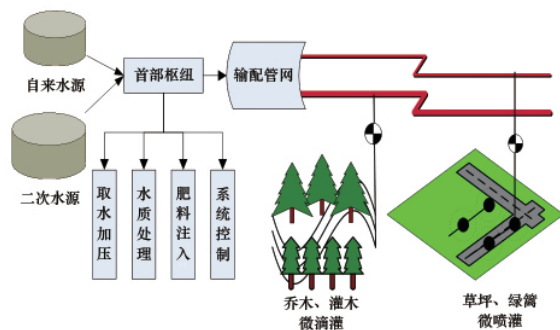


图 1 园林绿地微灌系统

Fig. 1 Micro-irrigation system of urban greenland

(1) 水源:水源采用城建用水和二次用水(雨水收集、再生水)两种形式,在条件许可的地域尽量使用二次用水。

(2) 首部枢纽:包括水泵、动力机、肥料和化学药品注入设备、过滤设备、控制器、各种测量仪表等。智能微灌系统采用手动和自动两种方式控制首部枢纽。

(3) 输配水管网:包括干、支管和毛管三级管道。毛管是微灌系统的最末一级管道,其上安装或连接灌水器。各级管网安装控制阀、压力表、流量表等,采用手动和自动两种方式控制。

(4) 灌水器:灌水器是直接施水的设备,其作用是消减压力,将水流变为水滴或细流或喷洒状施入土壤。草坪、绿篱采用微喷灌,乔木、灌木采用微滴灌。

### 1.3 设计难点分析

WSN 应用于诸如农业信息的获取得到了广泛重视,开展相关的研究是有一定意义和价值的。无论是有线通信还是无线通信,都有其适应性和局限性。WSN 适应于范围广阔,条件多变的控制现场,尤其是类似于城市园林绿地的场合。对于 WSN 系统,公认的难点如下:

(1) 传输距离。WSN 建立在近距离、低复杂度、低数据速率、低功耗、低成本、自组网的双向无线通信技术基础之上。许多评价者抱怨 WSN 的传输距离太短。

(2) 电源问题一直是困扰大家的问题,特别是土壤水分传感器等需要较大的输入电流,连续监测时如何节能是具有挑战性的课题。

(3) 合理分配网络节点任务,消解调度冲突。限于篇幅将另文说明。

## 2 微灌控制系统的实现

远程微灌控制系统,按结构功能分,由无线数据采集和控制节点模块、无线汇聚节点模块、控制终端和远程控制中心等组成。按网络类型分,由 WSN 和公用通信网异构组成。WSN 节点间数据传输协议采用 ZigBee 规范;公用通信网可选择有线/无线 Internet/城域网等,本单位与电信企业具有合作关系,本设计使用了 CDMA2000 3G 移动网络。

控制现场网络规模根据覆盖面积确定,每隔一定距离放置一个 WSN 节点,各节点据实地测试场强调整。根据分散的地块划分若干子网,每个子网具有唯一的协调节点。节点之间自组织多条路由传递信息。传感器节点与土壤水分传感器、水压传感器等相连。控制节点通过光隔离与就近的控制模块相连,控制管网水阀的开启。数据汇聚至协调节点,通过工控计算机接入公用通信网,传输到数据服务器,由远程的控制终端和专家系统决策模块进行控制。远程控制系统硬件结构如图 2 所示。

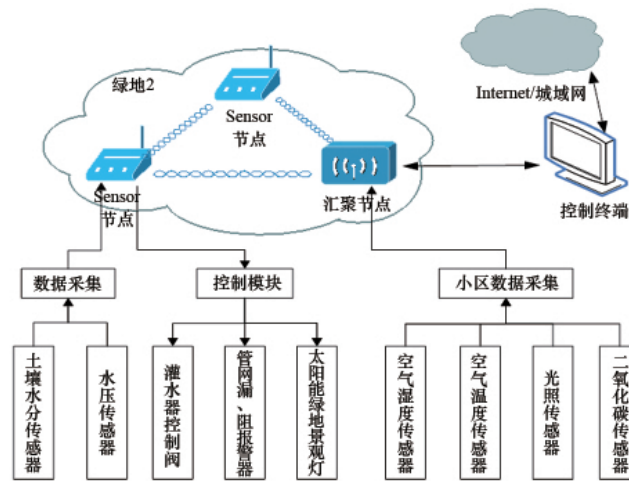


图 2 远程控制系统硬件结构

Fig. 2 Hardware structure of remote control system

### 2.1 无线控制器

ZigBee 无线网络模块系列较多,JN5148 芯片是符合 ZigBee Pro 标准的 2.4GHz 系统单芯片(SoC)<sup>[8-9]</sup>。JN5148 包括了一个高性能的 2.4GHz DSSS 射频收发器和高性能、低功耗的 32 位 RISC 微控制器核。JN5148 芯片需要很少的外围部件配合就能实现信号的收发功能,能够实现点对点、点对多点的无线通信,同时可采用改频和跳频避免干扰。JN5148 为低功耗低电压芯片,尤其值得一提的是发射时电流仅 15mA,比现

有同类芯片节省达 35%, 非常适合电能有限的场合使用。根据本实验结果, 正确设置路由可以有效的扩大覆盖范围。

无线数据采集与控制节点模块, 通过模块的通用数据总线接口与采集点的传感器进行数据通信, 获得传感器数据, 经 JN5148 内部 MCU 处理后, 由无线收发器发射出去传给汇聚节点。每个汇聚节点与若干个传感器节点、具有路由功能的控制节点等组成一个子网。当 JN5148 控制节点接收到网络传来的控制命令时, 执行相应的命令, 诸如水泵、阀门的开启、关闭等。

汇聚节点在系统中起着数据传递和小区环境数据采集作用, 同样采用 JN5148 芯片。汇聚节点在 WSN 中的功能是协调、组织网络, 与工控机通信, 是现场数据进入 Internet 的关口。该节点具有稳定的电源供应, 也可以完成附近区域的传感器数据采集任务、水阀的控制任务。需要注意的是, 原本发起、维护网络的任务就比较重, 不合理的调度任务将导致整个网络失去响应。

## 2.2 电源设计

无线传感器网络节点和各种传感器、电磁阀、电动阀均需要电源提供, 特别是土壤水分传感器等需要较大的输入电流, 常规干电池使用时间非常短。根据土壤水分传感器的测量原理, 每次响应时间仅需 10~20s, 故特别设计了适合于多种电压, 大电流短时放电的 DC-DC 转换电路。无法就近取得照明用电的节点, 为了实现电源的免维护均采用太阳能充电供电模式, 如图 3 所示。

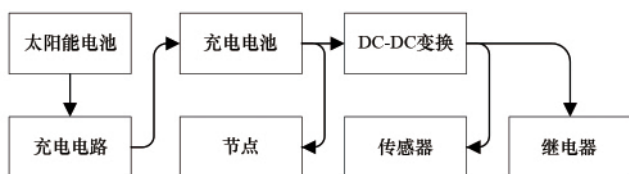


图 3 电源供电框图

Fig. 3 Power source structure

根据实测, 传感器及传感器节点采取间歇工作, 路由节点连续工作, 每昼夜消耗电能均不超过 500mAh, 阳光直射光电池板时, 满功率输出 5.5V110mA, 足以补充消耗的电能。

## 2.3 计算机决策系统

控制终端将采集的实时数据进行处理, 通过 3G 网络将采集到的数据向数据中心传送, 由专家决策系统进行控制, 按照一定的控制算法产生控制指令, 并返回控制终端。计算机决策系统包括数据通信模块、控制模块、数据存储模块等, 数据通信模块主要实现主机与无线模块的通信, 对传感器网络中的每个节点进行跟踪管理。控制模块可以根据选择的条件和控制对象进行设置, 绿地灌水器控制可采用逻辑条件控制、定时定量控制、临时控制及组合控制多种设置方法。逻辑

条件控制即根据土壤湿度传感器设定的上下限进行控制, 定时定量控制是根据经验控制灌水时间和灌水量。数据存储模块可实时对传感器网络送来的数据进行处理, 一方面以图表等形式实时显示到人机界面, 供工作人员查看和监控, 另一方面将数据保存到数据库中, 作为历史记录便于查看。

## 3 结束语

智能化微灌控制系统由无线数据采集和控制节点模块、无线汇聚节点模块、控制终端和远程控制中心等组成, 节点间数据传输采用无线传感网络 ZigBee 技术; 远程数据传输采用无线 3G 网络技术; 智能化微灌控制系统运用无线传感器监控网络减少了现场布线带来的各种问题, 提高了系统的可靠性, 最大限度地提高了水资源综合利用能力, 为实现大规模园林绿地灌溉的信息化、自动化研究提供了有效工具。

## 参考文献 (References)

- [1] 谢良生, 罗茂婵, 李吉跃, 等. 城市绿地节水灌溉的 SWOT 分析 [J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(增刊 1): 107-110.  
Xie Liangsheng, Luo Maochan, Li Jiyue, et al. *Journal of Beijing Forestry University*, 2006, 28(S1): 107-110.
- [2] 郑重, 马富裕, 张凤荣, 等. 农田水分监测与决策支持系统的实现 [J]. 农业工程学报, 2007, 23(7): 155-161.  
Zheng Zhong, Ma Fuyu, Zhang Fengrong, et al. *Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2007, 23(7): 155-161.
- [3] Chávez J L, Pierce F J, Elliott T V, et al. A remote irrigation monitoring and control system (RIMCS) for continuous move systems: Part A: Description and development [J]. *Precision Agriculture*, 2009, 11(1): 11-26.
- [4] 刘卉, 汪懋华, 王跃宣, 等. 基于无线传感器网络的农田土壤湿度监测系统的设计与开发 [J]. 吉林大学学报: 工学版, 2008, 38(3): 604-608.  
Liu Hui, Wang Maohua, Wang Yuexuan, et al. *Journal of Jilin University: Engineering and Technology Edition*, 2008, 38(3): 604-608.
- [5] 王骥, 沈玉立, 周文静. 基于无线传感器网络的智能灌溉系统研究 [J]. 现代电子技术, 2008(15): 94-97.  
Wang Ji, Shen Yuli, Zhou Wenjing. *Modern Electronics Technique*, 2008 (15): 94-97.
- [6] 高峰, 俞立, 张文安, 等. 基于作物水分胁迫声发射技术的无线传感器网络精密灌溉系统的初步研究 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 60-63.  
Gao Feng, Yu Li, Zhang Wenan, et al. *Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008, 24(1): 60-63.
- [7] 印崧, 夏萍, 冯宾, 等. 基于 JN5121 的无线传感器网络节点扩展应用与设计 [J]. 机械工程师, 2008(3): 75-76.  
Yin Song, Xia Ping, Feng Bin, et al. *Mechanical Engineer*, 2008(3): 75-76.
- [8] Yin S, Huang L L, Zhao H, et al. Portability of WSN sensor driver using abstraction layer and FSM [J]. *Applied Mechanics and Materials*, 2011 (44-47): 461-465.
- [9] NXP Laboratories UK Ltd (Jennic). Data sheet: JN5148-001 IEEE802.15.4 wireless microcontroller: Version 1.6[R/OL]. <http://www.nxp.com/jennic>.

(责任编辑 岳臣)