

文章编号: 1007-4929(2008)01-0033-05

基于 GSM 短信和无线高频通信的 灌溉自动控制系统

张泽卉¹, 孙颖¹, 杨耿煌²

(1. 中国农业大学, 北京 100083; 2. 天津工程师范学院, 天津 200333)

摘要: 开发一种适合我国灌区实际的基于 GSM 短信平台和无线高频通信的智能灌溉自动控制系统, 该系统可以通过 PC 机界面或普通 GSM 制式手机输入控制命令或收集运行参数, 并可以依据采集的环境参数或预先设置的计划进行自动灌溉。系统设计合理, 操作简单, 价格低廉, 该系统已经在北京某郊县和新疆某农场安装, 运行效果满足实际要求。

关键词: 灌溉; GSM; 自动控制; 手机; 传感器

中图分类号: TP273+.5 **文献标识码:** A

随着节水灌溉技术的逐步推广和农业灌溉技术的不断进步, 灌溉自动控制技术逐渐得到应用, 但目前应用的灌溉控制系统主要来自国外, 其功能较全, 价格昂贵, 应用范围几乎只限在示范田, 没有实际推广价值。研制一种适合我国农民经济承受能力的灌溉自动控制系统, 就成为焦点。

农业灌溉自动控制技术相对于一般自动控制系统具有一些特点: 首先, 农业灌溉控制系统所控制的区域覆盖面非常宽阔, 少则几百亩多则几万亩^[1,2]; 其次, 田间需要控制和测量的点非常分散, 例如土壤水分传感器、空气湿度传感器和温度传感器等等^[3]; 第三, 田间布线条件不好, 因为田间机械化作业, 不能表面敷设^[4]; 第四, 设备工作环境条件恶劣, 设备处于室外高温、潮湿、日晒、雨淋的环境; 第五, 设备使用者为农民, 一般不具备维护和维修能力。

基于上述分析, 灌溉自动控制系统费用主要在数据通信和参数测量, 在大范围分散的数据采集系统中, 数据通信成本远大于参数测量成本, 研究并开发不受空间距离限制的灌溉自动控制系统势在必行。GSM 无线网络通讯技术成熟可靠, 非常适合远程控制, 智能灌溉自动化控制系统以 GSM 作为通信平台, 具有投资少、系统容易扩展、运行维护费用少的特点, 已经取得了良好的效果。无线高频通信发射功率大, 适合于近距离范围内的控制信号通信。

系统由中央监控平台^[5]、中间控制器、控制终端^[6,7] 3 层构成。GSM 网络是第二代移动通信平台, 通过 GSM 网络传递数据非常可靠^[8]。GSM 模块嵌入设备中或者与 PC 机的外围设备接口相连接, 中央监控平台和中间控制器的数据通信就可以

简单完成。在低电压的电源情况下, 高频无线信号可以到达 1~4 km 的范围, 带有发射模块的中间控制器可以将信号发送到带有接收模块的控制终端。

系统中的硬件装置采用太阳能蓄电池组合进行供电, 可以满足野外灌溉需要。用户可以根据实际的作业面积和经济实力选择一次全部装备或者分步装备该灌溉系统, 可以只建设简单的控制系统, 通过手机短信方式完成灌溉作业。系统扩展过程中不会产生重复投资, 最大限度保护了用户的利益。

1 系统总体结构

基于 GSM 短信平台的智能灌溉自动化控制系统(以下简称系统)由中央监控平台、中间控制器、灌溉控制终端 3 层构成, 如图 1 所示。

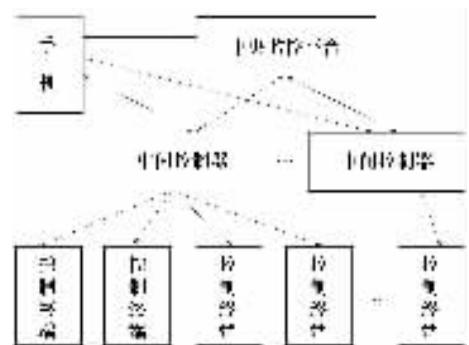


图 1 系统结构图

收稿日期: 2007-02-07

作者简介: 张泽卉(1985-), 男, 本科生, 从事自动装置的研发。

1.1 中央监控平台或手机及其命令

中央监控平台由 PC 机与短信模块组成,PC 机与短信收发模块之间通过 RS-232 接口进行连接。中央监控服务器软件设计主要是为用户提供了友好的界面,具体有以下模块。

命令输入模块: 用户直接通过键盘和鼠标输入相关的命令,经过解析后,经由手机短信收发模块,将命令发给中间控制器。

手机交互模块: 接收权限用户普通手机短信,经过解析后,收集权限用户需要的数据,经由手机短信回复到权限用户手机上。

参数显示模块: 经由手机短信模块接收各个中间控制器发来的参数,进行归类显示。

PC 机上运行监控软件,可以通过 GSM 网络通信收集各种传感器的数据,同时接收并显示各个监控终端的运行情况。权限用户可以通过手机短信的方式查阅中央监控服务器上的数据,因此,PC 机或手机都可以直接监控灌区的具体情况。

一个监控平台或手机可以和最多 255 个中间控制器通信,一个中间控制器最多可以操作 255 个控制终端。手机在任何地方都可以编辑和发送 GMS 短信。对 PC 机而言,命令作为数据库文件存储。一些简单的鼠标点击就可以完成操作。监控平台或手机采用固定的命令格式与中间控制器进行数据通信,如表 1 所示。

表 1 命令格式

1~4	5~8	9~n-1	n
密码	命令类型	命令内容	结束标志

密码主要是为了检查用户的权限,避免没有获得授权的手机发送的命令干扰。命令类型标志了命令的具体种类,命令内容对具体的命令类型进行细化,标识监控的具体操作,在每一条命令的最后有一个标志指示命令的结束。在命令中只包含汉字、数字和标点符号。

命令可分为 2 种类型:一种是事先设置的灌溉计划,另一种是立即命令。事先设置的计划存储在中间控制器中。一旦激活,中央控制器将按照事先设置的计划进行灌溉。基于农民灌溉的不同习惯,采用 2 种方式指示时间:日期和星期。下面显示了命令的具体内容。包含 2 个事先设置的计划。

设置的计划 1: 事先确定间隔时间,进行灌溉任务。

设置的计划 2: 事先确定灌溉任务时间(星期)。

设置的计划命令的内容包括:

阀门 ID 号: 标识灌溉的阀门。

时间(时:分): 开启阀门的时间。

分钟: 阀门开启的持续工作时间。

立即命令包括:

暂停设置的计划: 关闭事先设置计划中的所有阀门,并暂停该计划命令的执行。

激活设置的计划: 激活或者恢复设置的计划。

立即运行设置的计划: 立即开启设置的计划中包括的阀门,一般用于测试和观摩。

删除设置的计划命令: 关闭设置的计划中所有的阀门,然

后把计划内容清空。

打开阀门: 打开命令内容中设置的阀门。

关闭阀门: 关闭命令内容中设置的阀门。

关闭所有阀门: 暂停一切灌溉任务,关闭所有的阀门,一般用于检修或事故处理。

设置传感器: 设置土壤水分传感器、空气湿度传感器以及温度传感器的阈值以及需要开关控制的阀门,在传感器数值越限的情况下,以开启阀门,当传感器数值在正常范围内,关闭阀门。

开启传感器控制: 开启传感器闭环控制,根据传感器设置命令自动运行。

关闭传感器控制: 关闭传感器闭环控制,该命令会关闭与闭环控制命令相关的阀门。

更改密码: 设置新的密码,以供主端控制器对命令权限进行检查,同时防止短信误发对主端控制器运行的影响。

时间设置: 设置时间控制器时间,以年,月,日,星期,时,分,秒的格式设置时间。

阀门状态查询命令: 主端控制器可以发送阀门状态到索取阀门状态的手机或中央 PC 监控平台,主要包括:

查询阀门状态: 当中间控制器接收到这个命令的时候,阀门或开关的状态将会传送到手机或者 PC 机中。

查询传感器状态: 当中央控制器接收到这个命令的时候,传感器采样的参数值将会传送到手机或者 PC 机中。

国内 GMS 单条短信受长度最多 70 个字符的限制,一条命令一般超过单条短信长度。一个命令被拆分成几条短信,命令中的各条短信采用固定的格式衔接成完整的命令。

1.2 中央监控平台的信息管理

手机由于硬件条件的限制,只能浏览少量信息,无法实现大量数据的储存,特别对于大面积的灌溉,数据量大,只能通过中央监控平台实现数据管理。中央监控平台的数据管理主要数据的分类和数据分析。不同地点、不同时间、不同类型的传感器的采样数据,进行分类以后,作为历史数据存储在硬盘上,如表 2 所示。后续的统计功能主要分析历史数据,在加入产量数据以后,可以结合各种传感器的采集数据,建立环境参数与产量的数学模型,特别是分析土壤水分与作物产量的关系,从而制定新的传感器布点和灌溉计划,实现简单的精细农业灌溉。通过监控平台简单、友好的交互界面,可以简单浏览采样数据的分析结果。

表 2 中间控制器采样数据统计结果

时间/时	节点 X		
	温度	土壤水分	空气湿度
2005-08-01			
8:00	31	48	55
10:00	33	49	50
12:00	34	48	50

1.3 中间控制器和传感器

中间控制器^[9,10]由微处理器、短信收发模块以及无线高频发射模块组成,可以通过手机短信方式直接接收并执行中央监控服务器或普通手机发出的命令。中间控制器提供了模数转

换的接口,用于接入土壤水分传感器、空气湿度传感器以及温度传感器,直接测量相应的环境参数。

中间控制器选用 ATMEL 增强型微处理器 Atmega32, 芯片内提供 Flash 程序存储器和数据存储器, 还具备 8 路 10 位模数转换器。时钟芯片采用 DS1302^[1], 可通过三线直接控制, 并通过后备纽扣电池保证数据不丢失。具体硬件模块如图 2 所示。

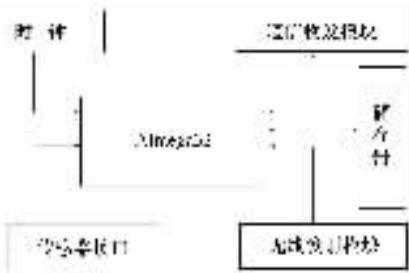


图 2 中间控制器硬件结构

短信收发模块采用浙江某公司的 GSM 模块产品,土壤水分传感器采用沈阳某公司的 MP-406 传感器,温度和空气湿度传感器采用中国农业大学信电学院开发的产品。GSM 模块与微处理器 Atmega32 通过 TTL 电平的 RS-232 接口连接。土壤水分传感器的输出信号为 0~1.12 V 的电压信号或者 0~20 mA 的电流信号,温度传感器的输出信号为 0~2.5 V 的电压信号,空气湿度传感器的输出信号为 0~1 V 的电压信号,这些直流模拟量通过信号调理电路,接入 Atmega32 内嵌的 10 位 AD 转换器接口。存储器选用 24LC64 EEPROM, Atmega32 通过 IIC 接口存储和读取存储器数据。无线发射模块通过两个 I/O 口线与处理器连接,其中一根为片选信号,另一根为输出脉冲信号。中间控制器通过太阳能电池组供电, Atmega32 在空闲时可以进入休眠状态,以节省电力损耗。

传感器电量信号与测量参数之间的关系一般通过典型值描述,表 3 描述了实际应用中 MP-406 土壤水分传感器在矿质土壤中的转换参数。

表 3 MP-406 传感器转换参数

VSW/%	电压/mV	电流/mA	VSW/%	电压/mV	电流/mA
-5.00	0	4.000	55.00	1 015	18.500
0.00	120	5.710	60.00	1 025	18.640
5.00	210	6.990	65.00	1 035	14.785
10.00	310	8.430	70.00	1 045	18.930
15.00	415	9.930	75.00	1 055	19.070
20.00	510	11.285	80.00	1 065	19.210
25.00	610	12.710	85.00	1 070	19.280
30.00	720	14.285	90.00	1 080	19.430
35.00	825	15.785	95.00	1 095	19.640
40.00	895	16.785	100.00	1 120	20.000
45.00	955	17.640	105.00	2 090	
50.00	1 005	18.350			

MP-406 土壤水分传感器的转换参数具有电压和电流 2 种输出方式,具体采用的输出方式与传感器与中间控制器的传输线距离有关,传输线距离小于 50 m 时,可以直接采用电压输出的方式,否则,必须通过电压—电流转换器,采用电流输出方式计算土壤湿度。

具体的土壤类型导致典型参数的偏移,可以通过典型参数的整体线性移动对参数偏移进行修正,具体做法是直接对典型参数基础上+2, -2, +3, -3。AD 转换的结果可以经由上述典型参数进行线性插值,计算土壤湿度,例如,传感器电压测量值是 748 mV,则 VSW%为:

$$30.00 + (748 - 720)(35.00 - 30.00)/(825 - 720) = 31.33 \quad (1)$$

温度、空气湿度传感器的参数计算过程与上述相同,不再赘述。

1.4 控制终端

控制终端的任务是开启或关闭灌溉喷头的阀门或水泵的电动开关,用于控制具体的灌溉。控制终端由无线高频接收模块、电源控制电路和继电器组成,通过无线高频通信接收中间控制器发来的控制命令,并通过继电器直接控制水泵或灌溉管道的阀门。控制终端的结构如图 3 所示。



图 3 控制终端结构

与中间控制器的无线发射模块相对应,控制终端配置了无线接收模块,从而实现中间控制器与控制终端之间的控制命令传输。由于控制终端的数量相比于中间控制器多,且太阳能电池组造价较高,因此,控制终端增加了电源控制电路,以减少太阳能面板的面积和电池组的容量,降低成本。电源控制电路由 555 及外围电路组成,主要是按一定比例输出脉冲,当电路输出低电平时,电池组对无线接受模块供电,反之,供电中断。电源控制模块电路如图 4 所示。

图 5 电路产生一个周期为 6 s 的脉冲,高电平 5 s,低电平 1 s。

2 通信模块

2.1 GSM 模块

中央监控平台或手机通过 GSM 无线网络平台与中间控制器进行通信,GSM 模块传送短信时,先把命令中的汉字字符、数字和标点符号编码为 Unicode 码,GSM 模块接受短信时,会把 Unicode 码解码为原始的信息。有些大陆地区的手机在数字和标点符号的 Unicode 码有 2 种类型,即中文格式和英文格式,装置在通信过程中的编、解码兼容 2 种格式。

GSM 模块在检测到 RS-232 串行接口上的电平变化且出现 0.5 ms 以上数据中断时,会自动封装为一条短信发送到预

然后按照上述式(2)~式(6)以及幂法迭代便可求出适合市场经济的要求、改善消费者的负担、促进水利工程建设与融资、促进节约用水减少浪费、促进水资源的合理配置、促进地区的可持续发展 6 个因素的权重,结果求得的最终权重是:

$$(\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6, \omega_7) = (0.15, 0.1833, 0.2167, 0.25, 0.0833, 0.1167)$$

同理,分析得到 C—P 优先矩阵及权重,见表 3。

由式(7)计算出组合权重,见表 4。

表 3 C—P 优先矩阵及结果

C(1)	P(1)	P(2)	权重	C(2)	P(1)	P(2)	权重	C(3)	P(1)	P(2)	权重	C(4)	P(1)	P(2)	权重	C(5)	P(1)	P(2)	权重	C(6)	P(1)	P(2)	权重
P(1)	1	2	0.75	P(1)	0.5	0	0.25	P(1)	1	2	0.75	P(1)	1	2	0.75	P(1)	1	2	0.75	P(1)	1	0	0.25
P(2)	0	1	0.25	P(2)	1	0.5	0.75	P(2)	0	1	0.25	P(2)	0	1	0.25	P(2)	0	1	0.25	P(2)	2	1	0.75

表 4 组合权重结果表

A	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	C(5)	C(6)	W
P(1)	0.750 0	0.250 0	0.750 0	0.750 0	0.750 0	0.250 0	
P(2)	0.250 0	0.750 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.750 0	
$\omega^{(k)}$	0.150 0	0.183 3	0.216 7	0.250 0	0.083 3	0.116 7	
$P(1) \cdot \omega^{(k)}$	0.112 5	0.045 8	0.162 5	0.187 5	0.062 5	0.029 2	0.600 0
$P(2) \cdot \omega^{(k)}$	0.037 5	0.137 5	0.054 2	0.062 5	0.020 8	0.087 5	0.400 0

根据分析某工程的供方水价和承受水价分别为 3.26 元/m³ 和 2.92 元/m³ (2010 年的承受水价)、4.36 元/m³ (2020 年的承受水价)^[2],根据改进的模糊层次分析法所得的权重计算结果,得 2 种设计水平年的综合水价分别如下:

2010 年:3.26×0.600 0+2.92×0.400 0=3.13 元/m³;

2020 年:3.26×0.600 0+4.36×0.400 0=3.70 元/m³。

由图 1 知,此结果与传统层次分析法计算所得的结论^[2]基本吻合,但过程更简单、科学。

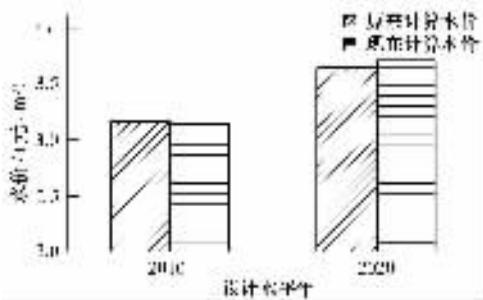


图 1 2 种方法计算综合水价比较图

3 结 语

随着水价制度的完善,水价的制定已经从只考虑单一的供

水方水价逐渐向多因素决定的综合水价发展。本文提出了基于改进的模糊层次分析法的综合确定方法,并且举例说明了应用该方法的制定过程。在水价制定中采用改进后的模糊层次分析法求解综合权重指标,改善了传统层次分析法使用九标度打分存在的不足,有效降低由于个人偏好造成的片面性及比较打分的难度,又采用幂法迭代解决了判断矩阵的一致性问题和解的收敛速度及精度问题。此方法切实可行且易于操作,为水价制定提供了一条新思路。

参考文献:

- [1] 王连芬,许树柏.层次分析法引论[M].北京:中国人民大学出版社,1990.
- [2] 廉茂庆.采用层次分析法确定供水价格的探讨[J].东北水利水电,2005,12(257):57-59.
- [3] 汪家权,薛联青.改进层次分析法评价区域工业污染源[J].中国环境科学,1999,19(3):230-233.
- [4] 李 永.改进的模糊层次分析法[J].西北大学学报(自然科学版),2005,2(1):11-12.
- [5] 张 琳.模糊层次分析法确定管线风险因素权重[J].石油机械,2006,(6):43-45.
- [6] 甘勤涛.模糊层次分析法在多目标运输指派问题中的应用[J].科学技术与工程,2006,3(5):604-606.
- [7] 李庆扬.数值分析[M].北京:清华大学出版社,2001.
- [8] 韩小梅,杨平富,陈祖梅,等.漳河灌区农业供水两部水价制度执行情况调研[J].中国农村水利水电,2007,(1):52-54.
- [9] 陈 菁,陈 丹,陆 军,等.基于意愿调查的农业水价承载力研究[J].中国农村水利水电,2007,(2):11-14.
- [10] 吴 娟,雷德善,余 琳.黑河中游合理水价制度方法研究探讨[J].中国农村水利水电,2007,(12):112-114.
- [11] 徐得潜,张乐英,席鹏鸽.制定合理水价的方法研究[J].中国农村水利水电,2006,(4):83-85.

(上接第 37 页)

- [2] 吴普特,牛文全.节水灌溉与自动控制技术[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 刘桂宏,孙 健.灌区灌溉管理监控自动化系统的开发和应用[J].灌溉排水,2001,20(1):65-68.
- [4] 徐征和,吴俊河,丁若冰,等.自动化灌溉控制工程技术的研究与应用[J].中国农村水利水电,2006,(6):66-68.
- [5] 汪为民,冉纲军,郭庆海.微机节水灌溉管理系统[J].水利电力机械,2001,23(1):51-52.
- [6] 杨耿煌,郭开荣,李亚伟.基于 GSM 短信平台的智能灌溉控制器的开发[J].沈阳农业大学学报 2005;36(6):753-755.
- [7] 高 强,王贺辉,韩淑敏.温室环境智能控制系统的研究[J].节水灌溉,2005,(4):35-37.

- [8] 张 凡,杨 铭,尹 浩.GSM 通讯在农业灌溉控制方面的应用[J].新疆农垦科技,2004(1):39-41.
- [9] 李 锐,袁 军,谷海颖,等.单片机实现自动灌溉及施肥系统[J].计算机应用,2001,21(8):219-221.
- [10] Atmel Inc(2005, Mar): Data Sheet of ATmega32(L)[Online]. Available: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.pdf.
- [11] Maxim Inc.(2005, Mar): Data Sheet of DS1302[Online]. Available: http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/2685.
- [12] Atmel Inc(2002, Aug): AVR Instruction Set[Online] Available: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/DOC0856.PDF.