

# 水文信息自动测报系统

蔡孝燕<sup>1</sup> 李伯全<sup>1</sup> 孙林林<sup>1</sup>

## 摘要

基于可编程逻辑控制器的测量与控制技术,设计了水文信息自动测报系统,实现对不同区域的水位与雨量采集测量,并通过 GPRS 无线通信模块与 Internet 实现组网,把分布在不同现场的水情数据定时传送到水文信息中心进行汇总,实现水文信息的远程测量、监视、报表打印、趋势分析与报警等功能.最后给出的实际测试结果表明了该系统的可行性及精确性.

## 关键词

水文信息;信息采集系统;通用分组无线服务技术(GPRS);可编程逻辑控制器(PLC)

中图分类号 TP273.5

文献标志码 A

## 0 引言

水文信息在水利行业中起着非常重要的作用,水利行业各类规划、施工、运营等都依据长期的水文信息积累.如在每一个水利工程的规划设计、施工建造和运营管理阶段中,水文信息都分别起着确定工程规模、指导施工进度和确定最佳运营调度方案的作用<sup>[1]</sup>.因此,设计一套“低成本、易维护、便使用”的水利水文信息采集系统,实现水文站的无人值守,实现水文信息自动采集、全天候定时传送、长期自记和存储,将有效地提高水文信息采集能力,扩大水文资料的收集面,改善目前我国水文信息采集现状,为完成历年防汛抗旱、水利工程建设、水资源管理、水环境保护以及相关的经济建设和社会发展任务做出贡献.

## 1 系统总体设计思想

水利水文信息采集系统由遥测站、通讯网络以及中心站 3 部分组成.通过在流域内设置若干个有连续自动监测功能的遥测站,采集各监测点的水位、雨量等测值,并通过网络发送到中心站,中心站接收各监测点的水位、雨量等测值,进行数据统计与分析,为水文预报和防洪调度提供决策基础,有助于提高水资源的利用率,解决水资源供需矛盾、降低洪灾损失.其具体结构见图 1.

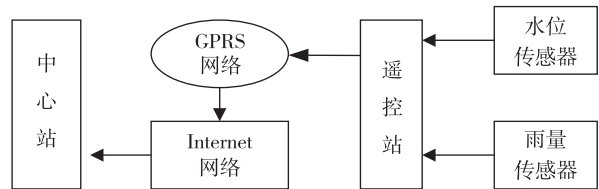


图 1 水利水文自动测报系统

Fig. 1 The automatic monitoring system of water hydrological data

收稿日期 2011-07-20

资助项目 国家 863 计划(2008AA10Z204)

作者简介

蔡孝燕,女,硕士生,研究方向为信息处理与虚拟仪器.735043197@qq.com

李伯全(通信作者),男,博士,教授,博士生导师,主要研究自动测试系统与现代仪器.libq@ujs.edu.cn

## 2 遥测站的设计

如图 2 所示,遥测站主要由可编程逻辑控制器、水文信息传感器、通讯控制单元及条件保证系统等组成,负责水文数据的采集、数据整理和数据传输上报.本系统使用水位、雨量 2 类水文信息传感器.

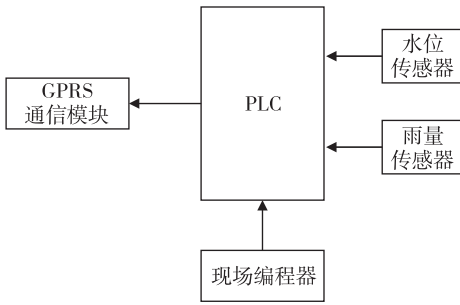


图2 遥测站结构  
Fig.2 The structure of telemetry station

### 2.1 CPIH 型 PLC 的结构

可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)简称为 PLC,是 20 世纪 60 年代末逐步发展起来的一种以计算机技术为基础的新型工业控制装置,专门为工业环境应用设计制造的计算机。PLC 最初用于逻辑控制和顺序控制。近年来,PLC 技术在各种工业过程控制、生产自动线控制及各类机电一体化设备控制中得到了极为广泛的应用,成为工业自动化领域中的一项十分重要的应用技术<sup>[2]</sup>。

在本系统中,采用欧姆龙公司的 CPIH 型 PLC。图 3 是 PLC 控制系统。CPIH 型 PLC 的硬件系统由中央处理单元(CPU)、存储器、输入输出电路等组成,软件系统由系统程序和用户程序组成。其中,CPU 是最核心的部件,由用户程序、I/O 存储器、参数区域、内置闪存以及存储盒组成。

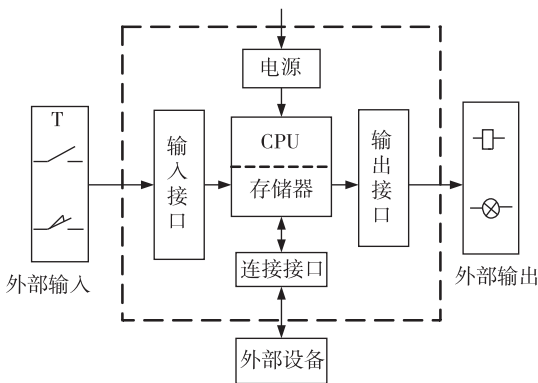


图3 CPIH PLC 的控制系统  
Fig.3 The control system of CPIH CPU

### 2.2 水位测量设计

根据其使用方法,水位传感器可分为接触式和非接触式 2 种<sup>[3-4]</sup>,接触式传感器又可分为浮子式水位计和压力式传感器。本系统中,采用 WFH-2 型全量机械编码水位计测量水体的水位。

WFH-2 型全量机械编码水位计由绝对值编码型水位传感器、显示器、传感器支架、浮子、悬索、平衡锤、RS485 通信接口等部分组成,是独立的水位观测测量仪器。其工作原理为:仪器以浮子感测水位变化,工作状态下,浮子、平衡锤与悬索连接牢固,悬索悬挂在水位轮的“V”形槽中。平衡锤起拉紧悬索和平衡作用,调整浮子的配重可以使浮子工作于正常吃水线上。水位上升时,浮子与平衡锤拉动悬索带动水位轮作顺时针方向旋转,水位传感器的显示读数增加;水位下降时,则浮子下沉,拉动悬索带动水位轮逆时针方向旋转,水位传感器的显示器读数减小。

把水位传感器接入 PLC 的输入端口,并且编写梯形图语言,将 PLC 通过 USB 接口和电脑相连,将梯形图程序下载到 PLC 中,这样就可以通过 PLC 来采集水位传感器收集到的信号<sup>[5-6]</sup>。现以上游水位的数据采集为例,具体控制程序如图 4 所示。



图4 上游水位的采集程序  
Fig.4 The data acquisition program of upstream level

在图 4 上游水位格雷码到二进制码转换 PLC 梯形图中,I:0.00—I:0.08 是 9 位格雷码的外部输入端口,然后将格雷码转换成二进制码,其法则是保留

格雷码的最高位作为自然二进制码的最高位,而次高位自然二进制码为高位自然二进制码与次高位格雷码相异或,而自然二进制码的其余各位与次高位自然二进制码的求法相类似。所得到的9位二进制码保存在内部辅助继电器 W0.00—W0.08 中,再把内部辅助继电器 W0 中的二进制转换成 BCD 码并且保存在数据寄存器 D10 中。

### 2.3 雨量测量设计

现在用于自动监测降雨量的传感器主要是翻斗式雨量计<sup>[3,4]</sup>。雨量传感器主要由承水器、过滤漏斗、翻斗、干簧管、底座和专用量杯等组成。在本系统中,采用 HND-JSP 型通用翻斗式无线显示雨量计。HND-JSP 型雨量计是一种水文、气象观测仪器,用以感知自然界降雨量,同时将其转换为开关量和标准 485 数字量输出,以满足信息传输、处理、记录和显示的需要。

HND-JSP 型雨量计工作原理为:降水从上端承雨口进入后,由集水器汇拢,通过进水漏斗进入翻斗,由于翻斗是机械双稳态器件,当降水量累计到达上限时,翻斗因失去平衡而翻转,一侧翻斗离开进水漏斗下方且倒空原盛降水,另一侧进入进水漏斗下方,准备盛接新的降水,与此同时,固定在翻斗上方的磁钢也发生位移,使干簧管发生通断变化,输出规定的接点通断信号。由此可见,降水量与翻斗的翻转数及接点通断的信号输出变化具有明确固定的对应关系。

把雨量传感器接入 PLC 的输入端口,并且编写梯形图语言,将 PLC 通过 USB 接口和电脑相连,将梯形图程序下载到 PLC 中,这样就可以通过 PLC 来采集雨量传感器收集到的信号<sup>[5-6]</sup>。梯形图程序如图 5 所示。

在图 5 雨量梯形图程序中,I1.11 是雨量传感器的外部输入端口,当每次来一个脉冲,数据寄存器 D23 就自加一次,所加的量是漏斗一次所盛的量,再把数据寄存器 D23 中的二进制转换成 BCD 码存放在数据寄存器 D13。当到达每日指定的时刻,200.00 就会接通,将一整天的雨量存在数据寄存器 D12,并且将那天的雨量加到总雨量中存放在数据寄存器 D33 中,然后将 D23 中清零,进行下一天的雨量计数。

### 3 通讯网络的设计

通讯网络包括 PSTN、超短波、GPRS、CDMA、卫

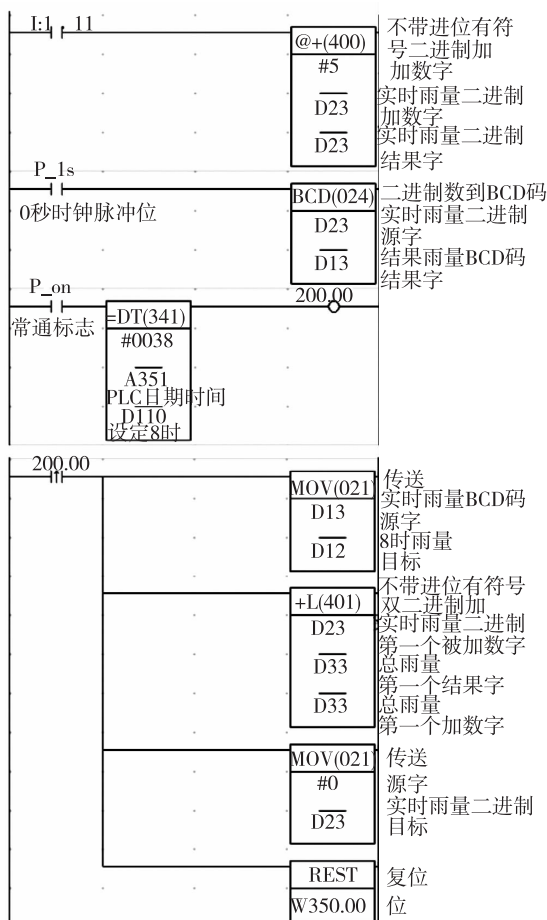


图 5 雨量梯形图程序

Fig. 5 The ladder program of rainfall

星通信等多种方式。本系统采用 GPRS 作为通信网络。GPRS (General Packet Radio Service) 通讯分组无线业务是一种基于包的无线通讯服务。相对于传统的远程传输方式(例如通过电话拨号)来说,GPRS 数据传输具有突出的优点。一方面,GPRS 资费比较便宜,可以采用多种资费方案;另一方面,在 GPRS 网中,用户只需与网络建立一次连接,就可长时间的保持这种连接,并只在传输数据时才占用信道并被计费,保持时不占用信道、不计费;此外,GPRS 网络接入速度快,提供了与现有数据网的无缝连接。由于 GPRS 网本身是一个分组型数据网,支持 TCP/IP、X.25 等协议,因此无需经过 PSTN 等网络的转接,可以直接与分组数据网(IP 网或 X.25 网)互通,而且接入迅速,仅需几秒,快于电路型数据业务<sup>[7-9]</sup>。

GPRS 网络即数据传输部分通过 GPRS Modem 与 DTU 实现中心点对多点的通信方式,遥测站采集到的数据有若干,它们通过 GPRS 数据终端打成 IP

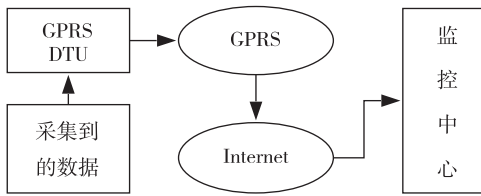


图6 通讯原理框

Fig.6 Block diagram of communication principle

包,经过 GPRS 无线网络传输到监控中心的 IP 地址, GPRS 网络预先分配数据中心内网固定 IP 地址. DTU 根据配置的数据中心内网 IP 地址与数据中心建立数据通道. 如图 6 所示.

随着 GPRS 技术的不断扩展,国内外厂家纷纷研究各类 GPRS 模块以供生产和生活需要. Q2403 是法国 WaveCom 公司推出的新一代无线通信 GSM/GPRS 模块,它有 2 个型号:Q2403A 和 Q2403B,都是基于 EGSM/GPRS900/1800 MHz 双频. 不同的是, Q2403A 带有 16 M 的闪存和 2 M 的 SRAM,而 Q2403B 带有 32 M 的闪存和 4 M 的 SRAM. 考虑到系统维护的方便,本文采 Q2403A 模块.

## 4 中心站的设计

中心站通过软件负责对各子站监测数据进行采集、整理、生成图表,对整个系统进行远程控制管理,并可以实现辅助决策、预案仿真以及信息发布等功能. 本系统使用组态王软件进行画面设计,将自动化监控系统所要监测、控制的画面集中在主画面上:实时监测、实时报表、历史报表和退出按钮,如图 7 所示.

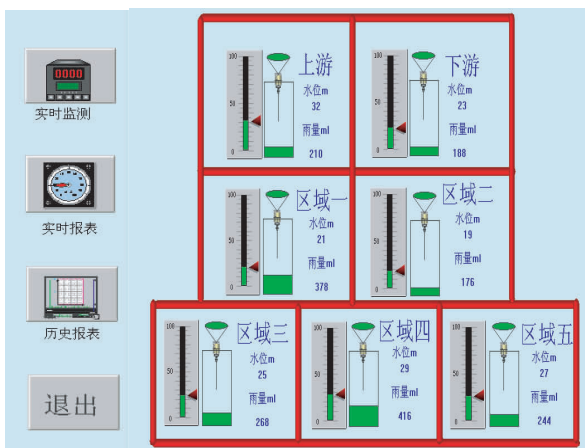


图7 实时监测画面

Fig.7 Real-time monitoring screen

## 5 结语

考虑到我国国情和经济基础状况,从经济性、简便性等方面出发,结合 GPRS 网络的特点,本文设计了基于 PLC 的水文水文信息采集系统. 该系统通过 PLC 控制和软件程序编写,实现了水文信息中水位、雨量信息的自动化采集. 通过该系统的研制,对于提高水文信息采集效率、降低水文信息采集成本、实现水文站的无人值守、积累丰富而详实的水文资料可以提供有力的技术支持.

## 参考文献

### References

- [1] 魏文秋,张利平. 水文信息技术[M]. 武汉:武汉大学出版社,2003  
WEI Wenqiu, ZHANG Liping. Hydrology information technology[M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2003
- [2] 郁汉琪. 电气控制与可编程序控制器应用技术[M]. 南京:东南大学出版社,2003  
YU Hanqi. Electric control and programmable controller application technology[M]. Nanjing: Southeast University Press, 2003
- [3] 欧阳小琴. 水资源信息监控与管理[J]. 科技广场, 2006(5): 90-92  
OUYANG Xiaoqin. Water resource information monitoring and management[J]. Science Mosaic, 2006(5): 90-92
- [4] 贺国庆,周刚炎,张红月,等. 美国水文测报技术简况及思考[J]. 人民珠江,2004(1): 22-24  
HE Guoqing, ZHOU Gangyan, ZHANG Hongyue, et al. Brief description and thinking of hydrologic gauging and reporting technology in USA[J]. Pearl River, 2004(1): 22-24
- [5] OMRON. CP1H PLC 编程手册(中文) W451-CN5-01 [M]. 2006  
OMRON. CP1H PLC Programming manual (chinese) W451-CN5-01[M]. 2006
- [6] OMRON. CP1H PLC 操作手册(中文) W450-CN5-01 [M]. 2006  
OMRON. CP1H PLC Operation manual (chinese) W450-CN5-01[M]. 2006
- [7] 李云,杨玉峰,梅顺良,等. 基于 GPRS 的水文遥测监控系统[J]. 仪表技术与传感器,2004(6): 39-40  
LI Yun, YANG Yufeng, MEI Shunliang, et al. Remote measurement and monitor system of hydrology based on GPRS[J]. Instrument Technique and Sensor, 2004(6): 39-40
- [8] 李观义,肖坚. GPS 大气水汽监测数据传输方法研究与应用[J]. 人民长江,2007,38(1): 72-74  
LI Guanyi, XIAO Jian. GPS water vapor monitoring data transmission method research and application[J]. Yangtze River, 2007,38(1): 72-74
- [9] 李惠鹏. GPRS 在水文遥测中的应用[J]. 人民长江, 2006,37(8): 36-38

LI Huipeng. The application of GPRS in hydrological te-

lemetry[J]. Yangtze River, 2006, 37(8): 36-38

## Automatic acquisition system of hydrological information

CAI Xiaoyan<sup>1</sup> LI Boquan<sup>1</sup> SUN Linlin<sup>1</sup>

1 School of Mechanical Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013

**Abstract** Based on the measuring and control technology of programmable logic controller, an automatic data acquisition system is designed to collect water level and rainfall information in different regions. The system is connected to and communicated with Internet through GPRS module, which can bring all the monitoring data together to the hydrological information center. The system is integrated with various functions such as the hydrological information telemetry, monitoring, report printing, tendency analyzing, and alarming. The actual test results verify the feasibility and accuracy of the system.

**Key words** hydrological information; information acquisition system; GPRS (General Packet Radio Service); PLC (Programmable Logic Controller)