

远距离水位智能监控系统的研究与实现*

郝迎吉 高红红 王 燕
(西安科技大学 西安 710054)

摘要 介绍一种基于单片机 AT89C2051 和调制解调器 MSM7512B 的远距离智能水位监控系统。该系统以普通电话线为通信线路,实现了相距 11km 的蓄水池与水库泵站间水位数据的实时传输、数字显示和自动控制。

关键词 单片机 水位 调制解调器 SPI 总线 看门狗

Research and Implementation of Intelligent Monitoring and Control System for Long-distance Water Level

Hao Yingji Gao Honghong Wang Yan
(Xian University of Science and Technology, Xian 710054, China)

Abstract The intelligent system based on AT89C2051 and MSM7512B is introduced for monitoring and controlling long-distance water level. Using common telephone line as communication circuitry, the system realized real time data transmission and digital display between cistern and pumping station, and it can control water level automatically.

Key words MCU Water level MODEM SPI bus Watchdog

1 引 言

针对陕西华县金堆城铝业公司生产、生活供水的实际情况,设计了一套远距离智能水位监控系统。其工况为蓄水池与泵站相距 11km,使用 8 台功率为 110kW 的水泵供水,以前蓄水池与泵站之间的供水控制是通过人工拨打电话的方式来完成,值班人员稍不注意就会出现失控,给公司生产、生活带来不便和经济损失。这里所介绍的单片机水位智能监控系统仅利用一对普通电话线,将数据采集仪采集到的蓄水池水位数据实时传送给安装在泵站的接收控制仪,接收控制仪将数据处理后输出给可编程控制器和变频器,分别控制水泵的启停及其数量、微调总流量的变频器频率,实现对水位的远距离实时监控。在此主要介绍数据采集、远距离通信、水位控制和实时显示等部分。

2 系统概述

该系统主要由数据采集仪和接收控制仪两部分组成,系统原理框图如图 1 所示。系统主控芯片采用 ATMEL 公司的 89C2051 单片机。数据采集仪安装在水池监测房,前端的液位变送器采集蓄水池的水位信号并将其转换成 4~20mA 的标准电流信号,经过 180m 的传输后到监测房的数据采集仪,经模数转换(A/D)得到数字信号送给 89C2051 控制数码管实时显示,并通过调制解调器将数字量调制成模拟量后送到电话线上。水库泵站的接收控制仪的调制解调器对接收的模拟量进行解调得到水位数字信号,经 89C2051 处理后输出控制信号,控制水泵的启停和微调泵的变频器频率,实现多台水泵的变流量自动供水。

* 本文于 2002 年 12 月收到。

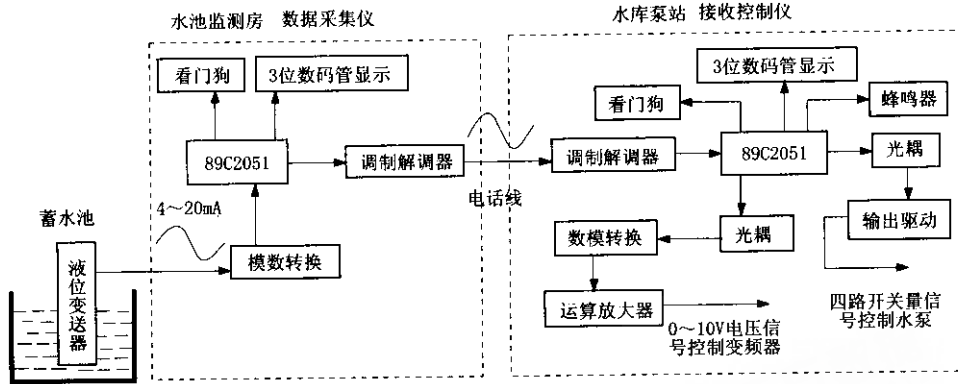


图1 系统原理框图

3 系统硬件组成

3.1 通信模块

系统通信传输信号线路简单,仅利用一对普通电话线,两端的调制解调器(MODEM)采用OKI公司的MSM7512B,它具有抗干扰能力强、功耗低、外围电路简单、可靠性高等优点。以接收控制仪的MODEM为例,其应用电路如图2所示。

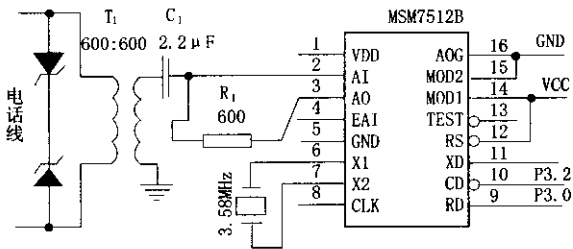


图2 MSM7512B应用电路图

耦合变压器 T_1 的输入端用两个稳压二极管过压保护作用。电容 C_1 和电阻 R_1 用来隔离信号中的直流成分,并将输入工作点钳位在 2.5V 左右,从而使 MSM7512B 的输入放大器能够使用单一的 +5V 电源。MSM7512B 有两个工作模式选择端 MOD1 和 MOD2,可选择四种工作模式。其中,模式 0 为 1200bps 发送方式;模式 1 为 1200bps 接收和 75bps 发送方式;模式 2 和模式 3 分别为自环测试模式和低功耗模式。接收控制仪的 MSM7512B 采用工作模式 1,发送使能端 RS 接高电平,所以为 1200bps 接收方式。

3.2 数据采集仪

数据采集仪通过 UCB-5 型静压密封应变式液位变送器采集水池水位。该变送器采用静压测量原理,当测量端放入液体中时,设大气压力为 P_0 ,液位高度为 h ,液体密度为 ρ ,当地重力加速度为 g ,则测量端

的压力为:

$$P = P_0 + \rho gh$$

测量电桥将压力信号转变成满量程为 10mV 的电压信号,经精密运算和电流变换集成电路 STR105 放大和转换,输出 4~20mA 的标准电流信号。该信号经电阻取样、A/D 转换后变成数字信号送给 89C2051,如图 3 所示。系统测量水位高度上限为 5m,所以电流 4mA(测量电桥和 STR105 的最小工作电流)对应高度为 0m,20mA 对应 5m,根据水位控制的实际需要,取采集仪的分辨率为 1cm,则水位 5m 对应的数据为 $5 \times 100 \times (20\text{mA}/16\text{mA}) = 625$,因此采用分辨率为 10 位的 A/D 转换器 TLC1543 就可以满足要求。TLC1543 为 10 位转换精度(最大 $\pm 1\text{LSB}$ 线性误差)、11 路模拟输入的串行 A/D 转换器,最大转换结果为 1024,数据接口为 SPI(同步串行外设接口)。由于 89C2051 不带 SPI 接口,所以用软件合成与 TLC1543 的 SPI 接口。由于系统水位测量随机误差为 $\pm 1\text{cm}$,为了消除数字的频繁变化,在单片机软件中采用统计处理方法。将当前采集值与显示水位值做多次“差 1”比较判断,若多次判断值相差都为 1 或 -1(根据本系统的要求,相应时间控制在 1s 内),则认为水位有变化,否则显示水位值不变,即认为它是干扰数据。

TLC1543 的 AIN9 和 AIN10 分别作为采集水位输入端和基准端,液位变送器输出的零液位电流约为 4mA,在硬件电路中,用串联电阻采样。采集数零位和输入放大倍数调节的具体步骤为:(1)在液位探头放入水中前,读取 A/D 转换结果;(2)将液位探头放入水深 1m 处,调节电位器 D_2 使液位数据增加 100,反复步骤(1)(2)使采集输入端的变化范围也为 100;(3)调节电位器 D_1 使基准端数据等于采集输入端零液位的采样值,用于数字调零。

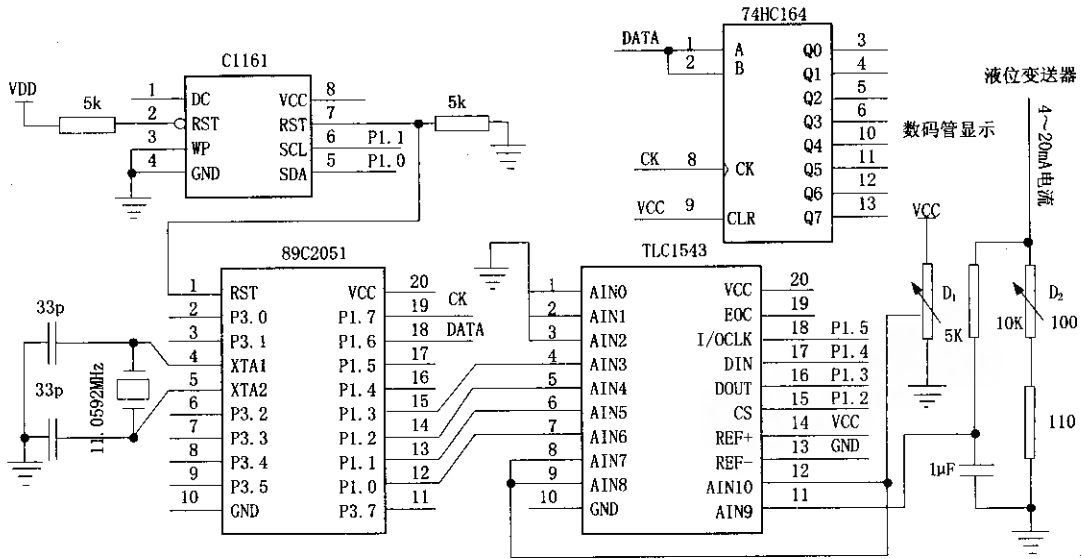


图 3 数据采集仪原理图

在抗干扰方面,该系统采用 I²C 总线接口的看门狗 CAT1161(下面简称 C1161),该芯片具有看门狗定时器、电压监控和 E²PROM 三种功能,复位时间为 1.6s。用它来克服系统运行过程中,供电电压可能发生波动而出系统正常工作电压范围或者由于干扰出现程序跑飞的现象。当系统正常工作时,程序在看门狗的复位时间内,定时对看门狗清零,使系统不会复位;而当程序跑飞或系统死机 1.6s 后,看门狗使系统自动复位,89C2051 通过 P1.1 和 P1.0 与 C1161 的 SCL 和 SDA 线接口。

为了随时观察水位的变化和线路的通断状态,采用 3 位数码管显示水位,其驱动电路使用 3 片串入并出的 74HC164,利用 89C2051 的 P1.7 和 P1.6 分别作为 74HC164 的时钟线和数据线,采用移位寄存器同步串口方式发送数据。

数据采集仪的 89C2051 通过串口 TXD(P3.1)将水位信号发送给调制解调器 MSM7512B,它将电平数字信号调制成两种不同频率的模拟信号后从输出端 AO 发送到电话线上。

3.3 接收控制仪

接收控制仪的 MSM7512B 将从电话线上接收的模拟信号解调后送给 89C2051,如图 4。89C2051 对数据进行处理后,一方面驱动数码管(LET)显示水位,另一方面由 P1.0~P1.3 输出 4 路开关量控制信号,经光电耦合器 TLP521 隔离、MC1413 驱动放大后给可编程控制器的输入接点(传输距离约 100m,可编程采用 +24V 供电),然后由可编程控制器的程序控制水泵的启停及其数量。

当水位在 0~5m 变化时,根据要求,系统输出 0~10V 的电压信号给变频器频率的控制端。这是由 89C2051 将 0~5m 的数字量给 TLC5620 进行 D/A 转换,得到 0~5V 模拟电压量,再经过运算放大器 LM324 放大 2 倍,最后输出 0~10V 电压信号。

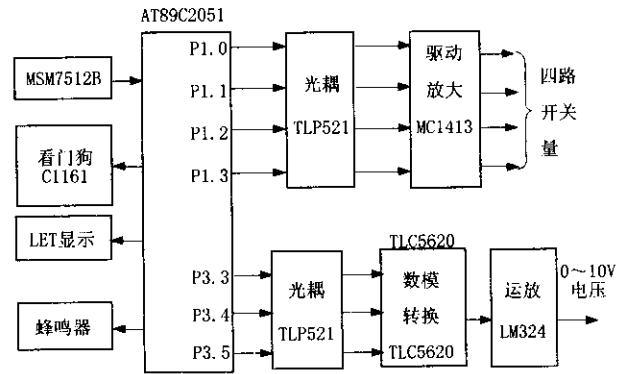


图 4 接收控制仪原理简图

为了防止输出接口外接设备的干扰,采用了光电耦合器 TLP521。光耦的输入回路和输出回路之间通过光电转换来传送信号,实现了信号电源的隔离,提高了抗干扰效果。

MC1413 与可编程的 4 个接点处的开关量控制水泵信号时序如图 5 所示。

当水位在 4.6m 以上时,4 个接点均为高电平,关掉所有水泵,停止供水;当水位下降到 4.6m 时,接点 ④ 出现脉冲下降沿,开启 2 台水泵(1 台为微调泵);降到 4m 时,接点 ③ 出现脉冲下降沿,再开启 2 台水

泵;降到 3.5m 时,接点②出现脉冲下降沿,再开启 2 台水泵;降到 2.5m 时,接点①出现脉冲下降沿,再开启 2 台水泵,此时,8 台水泵都处于工作状态。当水位上升时,按图 5 所示时序逐步关闭水泵。

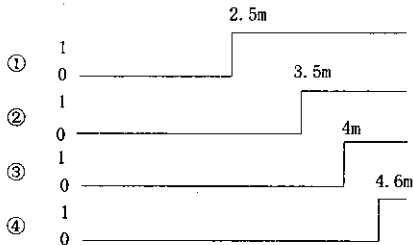


图 5 控制水泵信号时序图

若水位超过 4.8m 或电话线路发生中断等情况时,通过编程使 LET 显示相应的故障符号,并由蜂鸣器发出报警声,提示值班人员进行检查和维护。接收控制仪的看门狗和 LET 显示部分与数据采集仪基本相同,在此不再赘述。

4 系统软件设计

4.1 SPI 总线协议

TLC1543 采用 SPI 总线协议,89C2051 与它接口是通过软件编程合成 SPI 来实现的。SPI 系统总线有主次之分,仅需 4 根线(数据线和控制线)即可扩展具有 SPI 接口的各种 I/O 器件。在实际应用中,各 I/O 芯片只能在收到 CPU 发出的使能命令后,当时钟出现上升沿时,接收 CPU 的数据;当时钟出现下降沿时,向 CPU 传送数据并遵循“高位(MSB)在前,低位(LSB)在后”的数据传输格式,典型时序如图 6 所示。

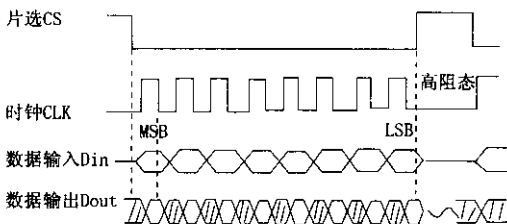


图 6 SPI 串行总线典型时序图

这种串行总线除片选线需要专用控制口线外,其他 I/O 口线可以复用,节省接口资源。

4.2 I²C 总线

系统所采用的看门狗芯片 C1161 是 I²C 总线接口器件。I²C 总线是一种双向二线制(时钟线 SCL 和数据线 SDA)的同步串行总线,可以挂接多个单片机

和外围器件,且每个器件都有惟一的地址。该系统仅利用 C1161 的看门狗功能,只需在单片机程序中定时(小于 1.6s)对 SDA 线给个负脉冲即可。

4.3 通信协议

系统中,89C2051 的定时器 T1 工作于方式 2,作为波特率发生器,串口工作于方式 1(8 位异步收发方式),晶振频率为 11.0592MHz,远距离传输采用 600bps 的波特率,一个数据帧为 6 个字节,每个字节为 10 位,连续发送速率为 $600/60=10$ 次/秒。采集仪的 CPU 发送的数据帧格式如下所示。

0AAh	055h	高 2 位 数据	低 8 位 数据	8 位数	校验和
------	------	-------------	-------------	------	-----

格式中,开始两个字节为前导码,接着两个字节为 10 位数据的高两位和低八位,第五个字节为 10 位数转换后的 8 位数,发送给接收控制仪,处理后给出控制水泵信号,最后一个字节是前面所发送的五个字节数据的校验和。接收控制仪接收数据时,首先判断接收到的前导码是否正确,若接收正确,才接收后续数据;否则,返回重新接收前导码。

5 结束语

上述水位监控系统成功地实现了远距离电话线传输、实时监控的功能。系统电路结构紧凑、成本低、性能可靠,实际水位分辨率为 1cm,传输控制延迟时间为 0.1s。该系统现已投入运行两年,运行稳定可靠,各项功能均已达到了设计要求,保证了全公司生产、生活正常供水,而且大大提高了水库的自动化和信息化管理水平,明显地减少了浪费,提高了经济效益。该系统还可以在油库、锅炉等其它液位的远距离监控中推广使用。

参考文献

- 1 李华,等. 单片机应用技术选编[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1993. 491~497.
- 2 郝迎吉,贺科学. 一种新型铁路调度自动监督系统[J]. 铁道学报,2002,24(6):55~59.
- 3 胡刚,等. 水位远程自动测报系统在水利工程中的应用[J]. 计算机自动测量与控制,2001,9(1):41~42.

远距离水位智能监控系统的研究与实现

作者: 郝迎吉, 高红红, 王燕
作者单位: 西安科技大学, 西安, 710054
刊名: 仪器仪表学报 ISTIC EI PKU
英文刊名: CHINESE JOURNAL OF SCIENTIFIC INSTRUMENT
年, 卷(期): 2004, 25(6)
引用次数: 3次

参考文献(3条)

1. 李华 单片机应用技术选编 1993
2. 郝迎吉, 贺科学 一种新型铁路调度自动监督系统[期刊论文]-铁道学报 2002(6)
3. 胡钢, 张金波, 张学武, 闫伟伟, 黄陈荣 水位远程自动测报系统在水利工程中的应用[期刊论文]-计算机自动测量与控制 2001(1)

相似文献(10条)

1. 期刊论文 于建清, 龚德俊, 徐永平, 李思忍, YU Jian-qing, GONG De-jun, XU Yong-ping, LI Si-ren 基于单片机的自动返回式采水器的控制系统—仪表技术与传感器2007(8)
为一种新型无缆自动返回式采水器设计了控制系统, 详述了系统的工作原理、硬件组成及单片机的软件设计。该控制系统以单片机为核心, 装载压力传感器获知水深, 可控制采水器到达预定深度时的释放配重及在给定深度(1 km水深范围内)各采水瓶的关闭采样。系统联调结果表明: 该系统定深准确, 运行可靠, 具有实用意义。
2. 会议论文 张孝林, 王宏宇 水泥加水成球单片机模糊控制的研究 1998
在分析水泥预加水成球生产工艺过程及其控制特点的基础上, 提出了用单片机和模糊控制技术控制该过程工况参数的方法, 给出了系统的硬件构成及其软件设计; 为控制系统的产品化奠定了基础。
3. 期刊论文 邓锦焯, 李绣峰, 余运昌, DENG Jin-Chi, LI Xiu-Feng, YU Yun-Chang 基于单片机的刮水电机测试系统的研究—机电产品开发与创新2008, 21(1)
开发了基于单片机的汽车刮水器电机性能测试系统, 介绍了该测试系统的结构组成及其工作原理。测试系统采用89C51微处理器作为处理核心, 对加载装置进行脉宽调速, 对信号进行采集、检测、处理。能够进行力矩、转速的测量, 并动态显示于生产现场; 输出和显示试验曲线和试验报告于PC机。试验表明, 该性能测试系统自动化程度高, 可靠性好, 测量精度高, 满足了生产需要, 提高了生产效率。
4. 期刊论文 张建政, 张建辉, 刘伟, ZHANG JIANZHENG, ZHANG JIANHUI, LIU WEI 基于PIC单片机的新型冲水器的设计—计算机信息2007, 23(20)
本文设计了一种基于PIC单片机的低成本、高可靠性的节水、节能、清洁的厕所冲水器的控制器, 讨论了该控制器的设计思路, 给出了相关的硬件电路和软件流程。最后通过实际应用证明该控制器运行可靠, 能产生一定的经济价值。
5. 期刊论文 邹强 单片机在水泵站自动监控系统中的应用—矿业安全与环保2000, 27(z1)
介绍了应用单片机技术构成的水泵站自动监测系统的主要功能、结构和软件设计原理。该系统结构紧凑, 功能完善, 工作可靠性性价比高, 较好地实现了传统水泵站的现代化技术改造。
6. 期刊论文 邹强, Zou Qiang 单片机在水泵站自动监控系统中的应用—湖南冶金2000(2)
叙述了应用单片机技术构成水泵站自动监测系统的主要功能, 介绍了该监控系统的硬件结构和软件设计原理。该系统结构紧凑, 功能完善, 工作可靠, 性价比高, 系统投入运行后, 1年可节约人工费2~3万元, 节约水12万t, 节电8万kWh。
7. 会议论文 邹强 单片机在水泵站自动监控系统中的应用 2001
文章叙述了应用单片机技术构成水泵站自动监测系统的主要功能、硬件结构和软件设计原理。该系统结构紧凑, 功能完善, 工作可靠, 性价比高, 较好地实现了传统水泵站的现代化技术改造。
8. 学位论文 孟凤果 单片机在太阳能中央热水系统中的应用 2008
在太阳能的热利用中, 用于产生热水的太阳能集热器应用广泛, 它充分利用了自然能源——太阳能, 节省大量能源, 这对于当今资源紧张的时代, 具有重要意义。本文综述了太阳能热水器智能控制技术的发展现状和趋势, 对太阳能中央热水智能控制系统的工作原理及控制方法进行了深入的研究和讨论。可用于热水工程和家用太阳能热水器, 实现了建筑工程与散户安装的统一和兼容。 本文主要研究太阳能中央热水系统的热辅功能, 即太阳能集热器与储水水箱的热交换、电辅助加热的单片机控制系统。通过单片机控制实现集热系统智能化, 通过数字滤波提高了系统各项指标和可靠性。实现了水位指示、自动给水、温度显示、定时给水、无给水自动停电报警等功能, 利用LED显示器显示太阳能热水器的运行状况, 使用方便。 在控制方法的选择上, 应用单片机技术和模糊控制理论对太阳能集热器与储水水箱的热交换、电辅助加热进行了分析。控制方案的设计中, 因为必须要考虑如何充分利用太阳能, 在天气好的情况下, 电加热器尽量不用, 而只有在太阳能强度不够的情况下, 为了满足用户的要求, 才启用电加热方式, 补充太阳能的不足。根据以上的控制要求, 我们可以采用模糊控制技术来完成对电加热器和循环泵的控制。并开发了相应的单片机控制程序, 大大提高了太阳能的利用效率, 实现了节约电能之目的。
9. 会议论文 王君, 凌振宝, 邱春玲 基于MSP430单片机不溶水固体密度测量的研究 2003
在分析常用固体密度测量方法和MSP430系列单片机性能特点的基础上, 提出了一种基于MSP430单片机和阿基米德浮力定律测量不规则形状不溶水的固体密度的测量方法, 并完成了密度仪硬件电路设计和配套软件编程工作, 同时给出了密度仪的技术指标及测量结果的误差分析。该密度仪具有智能化程度高、功耗低、节省A/D转换器、自动显示密度值、可打印测试结果、测量精度高和操作简单等优点。
10. 期刊论文 毛献辉, 郭宏, 朱昊, MAO Xian-hui, GUO Hong, ZHU Hao 一种基于单片机的红外测控系统—实验室研究与探索2005, 24(6)
红外测控技术和单片机技术有着非常广泛的应用, 本文介绍了一种基于单片机的红外测控系统, 它采用了单片机控制技术和红外感应技术, 集成了光学、电

子、单片机和机械等技术于一体,该系统应用于自动冲水器的实际应用表明:系统工作可靠,成本低廉,经济效益显著.

引证文献(3条)

1. 高红红. 一种单片机综合实验系统的设计[期刊论文]-西安工业大学学报 2007(05)
2. 刘德辉, 廖高华, 周国浩. 一种隧道位移激光定位自动监测系统[期刊论文]-仪表技术与传感器 2006(12)
3. 高红红. 基于双单片机的数据通信模块的设计[期刊论文]-现代电子技术 2005(23)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_yqyb200406031.aspx

下载时间: 2010年1月6日