

基于 VB 和 MSP430 单片机的 太阳能电站监控系统设计

刘福才,王冬云,张海良

(燕山大学 电气工程学院,河北 秦皇岛 066004)

摘要:介绍了基于 MSP430F149 单片机的太阳能电站监控系统的设计方案,给出了控制器的蓄电池充放电控制流程和通讯接口电路,阐述了基于 VB 的上位机监控系统的设计方法。该系统具有功耗低、电路简单、数据实时性好等特点。

关键词:MSP430F149;太阳能电站;VB;数据采集

中图分类号:TP368 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0682(2006)06-0036-04

Design of solar power station monitor system based on MSP430 and VB

LIU Fu-cai, WANG Dong-yun, ZHANG Hai-liang

(Institute of Electrical Engineering, Yanshan University, Hebei Qinhuangdao 066004, China)

Abstract: MSP430F149 single chip micro controller is used in solar power station monitor system. Charge and discharge controls way of storage battery, communication port circuit of controller and upper computer monitor system design based on VB are presented. The characteristic of the system is that the compact circuit, real time data and low power waste. The expected design object of the monitor system is got through simulation debug and test run in lab.

Key words: MSP430F149; solar power station; VB; data collection

0 引言

在光伏电站中,根据系统设计的要求,提高电站运行效率,监测电站运行状态,了解当地太阳能资源分布情况,数据采集系统是非常必要和必需的^[1]。文献[1]采用工控机和 32 路数据采集卡,配以微软公司的 Windows9X 操作系统和使用 LabVIEW 开发平台开发的数据处理软件包,实现了对光伏电站的数据采集与监控;文献[2]采用微机和 PCL812PG 数据采集卡,配以基于 UCDS5.0 中文平台的 TurboC2.0 开发了全自动跟踪太阳能发电设备测控系统;文献[3]介绍了应用 PCL-813 数据采集卡,以 LabVIEW 为开发平台的光伏电站数据采集监测系统。上述系统可以实现对光伏电站进行实时数据采

集的功能,对光伏电站的正常运行起到了一定的作用,其不足是当微机停止工作以后,数据采集工作将会中止,不能实现对光伏电站 24 小时的全天候监测。随着微电子技术的飞速发展,TI 公司推出的 MSP430 系列单片机以其低功耗、丰富的片上外围模块、方便高效的开发方式等特点,已广泛应用于仪器仪表领域。该文将 MSP430 单片机应用于太阳能电站监控系统中,并基于 VB 实现了上、下位机的串行通讯。控制器上的 128MB SmartMedia 卡完成大量数据的本地存储,上位机实现对电站运行状况显示、报表打印等功能。当上位机停止工作时,MSP430 首先将采集到的数据存在 SmartMedia 卡中,待 PC 机开机后,执行数据上传工作。系统的优点是控制器可以脱离 PC 机独立运行,成本低,功耗小。

1 系统简介

该太阳能发电系统包括太阳能电池阵列、蓄电池、控制器、DA/AC 逆变器、输配电、交直流负载和上位机监控部分。其中太阳能电池为 64 块,每块

收稿日期:2006-01-19

基金项目:河北省教育厅科学研究计划资助项目(Z2005307)

作者简介:刘福才(1966-),男,黑龙江勃利人,博士,教授,研究方向为模糊辨识与预测控制、电力拖动及其自动化、太阳能系统计算机控制等。

17 V/38 W,采用每8块串连,每两串再并联的连接方式,分4路给蓄电池充电,总功率为2.4 kW。由于秦皇岛地处北纬40.12°,属于中纬度地区,方阵倾角取为45°即可。蓄电池组为9块12 V单体蓄电池串连组成。系统原理如图1所示。太阳电池阵列在太阳光照射下输出电能,经过防反充二极管向蓄电池组充电并向直流负载供电;同时太阳电池阵列的输出经过控制器接入逆变器的直流输入端,由逆变器经配电盘向交流负载供电。在连续阴雨天时太阳电池阵列功率输出不能满足正常负载供电时,由蓄电池通过逆变器向负载供电。基于VB的上位机监控系统实现了实时数据显示、曲线显示和数据报表打印等功能。

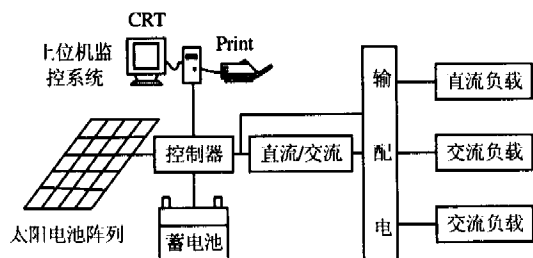


图1 光伏电站组成图

其核心控制器采用的是美国TI公司推出的超低功耗混合信号16位单片机系列中的一种——MSP430F149。该芯片的优点在于功耗低,在1.8~3.6 V电压、1 MHz的时钟下运行耗电电流在0.1~400 μ A之间;单片机内含8个外部通道的12位高性能A/D转换器和一个自动扫描功能的容量为16个字的可编程缓冲器,使得采样速率可达200 kHz^[4,5]。系统利用MSP430F149单片机内部的12位A/D转换器进行A/D转换,且它的48个I/O口可满足大量信号的输入输出,免除了用8051单片机时的8255扩展接口电路。使得控制器能准确地巡回检测多路模拟信号及开关信号,对检测信号进行采集、量化、显示和累计分析处理;根据分析的结果实现实时自动控制。

2 控制器的设计

由于MSP430F149为3.3 V供电,而一些器件、芯片要5 V供电,因此系统中存在两种工作电压,I/O逻辑电平匹配需要特别注意:MSP430F149的I/O电平与5 V TTL电平兼容,但与5 V CMOS标准器件相连要仔细分析,这时可用74LVC4245或者LVC245A等来达到电平匹配,保证输入MSP430单片机的电压在3.3 V之内。

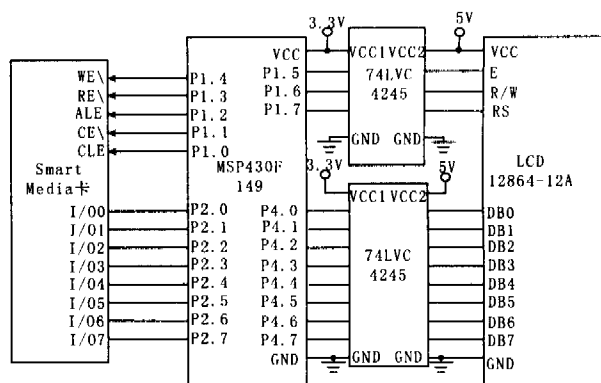


图2 控制器的部分接口电路

控制器数据显示及数据本地存储接口电路见图2。由于MSP430F149的I/O口数量多,这两路外围模块可都直接接到I/O上。显示模块采用RT12864M汉字图形液晶显示器。其中,RT12864M的电源电压是5 V,管脚输出的高电平也是5 V,3~5 V电压的转换工作由两片74LVC4245完成。

图2给出了MSP430F149与SmartMedia卡的接口。由于MSP430F149没有数据总线,因此利用它的一般I/O口来模拟总线。将MSP430F149的P2口与数据总线相连,P1口与一些控制线相连。MSP430F149通过端口的方向寄存器来设置端口的输入输出方向,因此能很好的完成总线的读写功能。I/O端口的输出实现控制线的高低电平的产生,并根据SmartMedia卡的不同操作来模拟不同的时序,这样就能产生相应的控制信号和读写信号。

控制器需对太阳能电站的运行情况和环境状况进行检测,包括光强、风速、环境温度、充电电流、蓄电池电压和蓄电池温度等物理量。模拟输入信号接到MSP430F149的P6口,P6口通过功能选择设定为A/D转换接口,需要注意的是,MSP430F149的输入最大电压限制为3.3 V,要将所有的模拟输入电压信号转换成0~3.3 V的范围,否则将会对电路元件造成损坏。

该光伏电站的64块光伏电池阵列采用串并联的方式分A,B,C,D四路对蓄电池进行充电,采用逐路切换充电控制的模式。其正常工作时端电压允许波动范围在110~120 V,MSP430单片机实时检测蓄电池端电压的大小,并根据充电控制的要求控制4路电子开关的导通和截止,从而延长蓄电池的使用寿命,保证系统的正常运行。蓄电池放电,也就是负载用电,采用两点控制方式,当蓄电池电压下降到109 V时报警,提醒管理人员节约用电,减少负荷;连续下降到102 V时,系统切断负载,从而防止

过放电对蓄电池造成损坏。在每块光伏电池和蓄电池之间分别接上二极管,防止光线较弱时蓄电池给光伏电池反向充电^[2]。充放电控制程序流程图如图 3 所示。

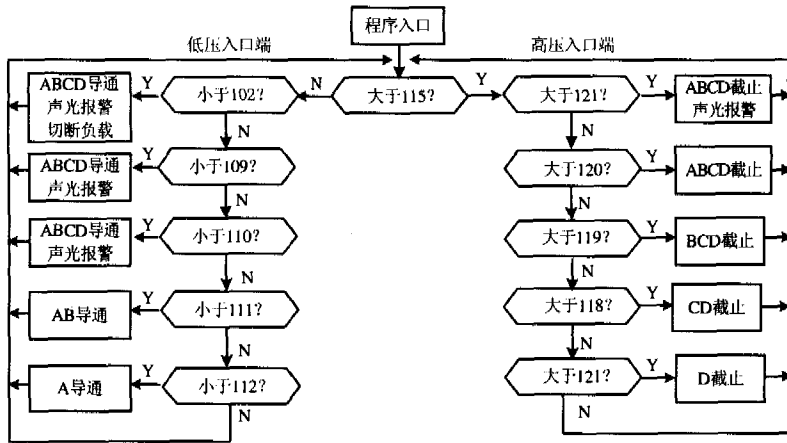


图 3 充放电控制程序流程图

3 MSP430 控制器的串行通讯接口电路

控制器上 MSP430 连接 MAX3221 实现 RS232 的通讯功能。MAX3221 要求 3.3 V 供电,与 MSP430 电压相容,且 MAX3221 能将 MSP430 端输出的 3 V 信号转换为 5.5 V 的信号输送到计算机的 RS232 接收端口,亦能将计算机 RS232 端输入的 5.5 V 信号转换成 3 V 的信号输送到 MSP430 的接收端口,非常适合 3~5 V 混合电路的通讯功能的实现。

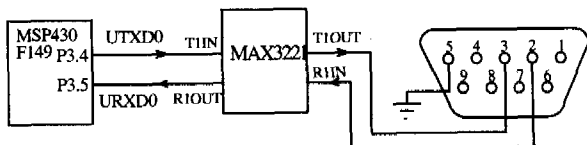


图 4 通讯电路接口及传输方向

图 4 所示为通讯电路的接法和数据传输方向。MSP430 有两组通讯接口, UTXD0, URXD0 和 UTXD1, URXD1, 这里用的是第一组。3 V 的信号由 UTXD0 出来输入到 MAX3221 的 T1IN 脚,转换成 5.5 V 的信号由 T1OUT 送到通讯标准接头(母头)的 3 脚;5.5 V 的信号从标准接头的 2 脚出来,送到 MAX3221 的 R1IN 脚,转换成 3 V 的信号后,由 R1OUT 脚输出到 MSP430 的 URXD0 脚^[6]。这就是上位机与控制器通讯的回路。

值得注意的是这个标准接头不能直接接到计算机的 RS232 接口,需要跳线。即此母头的 TXD 脚接到计算机上公头的 RXD 脚,而计算机上公头的 TXD 脚接到控制器母头的 RXD 脚。

在异步模式(UART)下,接收部分自身实现帧的同步,通讯双方只需使用相同的波特率即可。异

步模式的帧格式由 1 位起始位、7 位或 8 位数据位、校验位、1 位地址位、1 或 2 位停止位构成。MSP430 系列单片机的程序,使用配套的开发环境 Embedded _workbench 开发,它同时支持汇编语言和 C 语言编程。

4 上位机监控系统设计

4.1 主界面监控程序设计

该系统的上位机界面是基于 VB 设计的,光伏电站监控系统主界面如图 5 所示,在图中可以观测到各数据采集点的实时数据,在图的右下角的几个功能按钮,实现读取通讯数据、显示数据表格、选择曲线对象、绘制曲线图等功能。

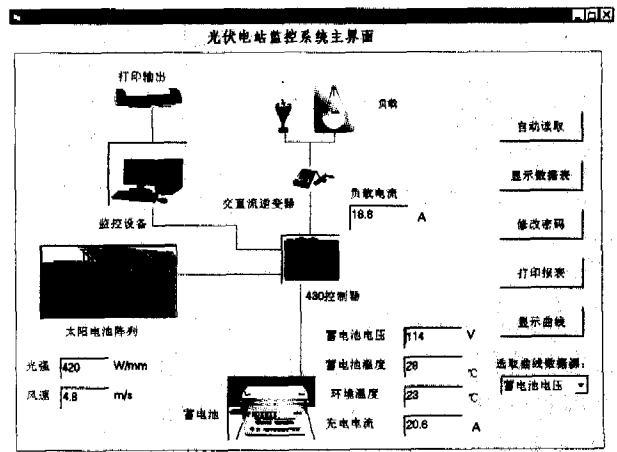


图 5 光伏电站监控系统主界面

整个设计中用到几个非可见的控件: Data1 控件、Timer 控件、MSComm 控件。Data1 控件是数据库连接到窗体的桥梁,使数据库中的数据可在窗体中显示;Timer 控件起到计时作用,实现每隔 1 秒钟将 Label 中的数据写入数据库中;实现了上位机和下位机通讯的 MSComm 控件是一般控件组中没有的,需要从菜单的 Project 中的 Components 中添加。

其中 MSComm 控件的几个重要参数的设置必须与 MSP430 控制器中的通讯参数设置一致,即:“MSComm1. CommPort = 1”,设置要使用的通讯连接端口号码;“MSComm1. Setting = 9600, N, 8, 1”,通信端口是以 9 600 位/s 的速率传输,不进行奇偶校验位的检查,每个数据单元是 8 个位,停止位是 1 个位;“MSComm1. Rthreshold = 7”,设置引发接收事件的字节数。当接收缓存区达到所设置的字节数时,就会引发 OnComm 事件中的接收事件^[6]。

下面程序中的 CmdReceive_Click 事件引发了数据接收开始和停止:当按钮的标题是“自动读取”,

则打开串口,清空接收缓存区,接收数据,启动 Timer1 控件的 Timer 事件,同时按钮的标题换成了“停止读取”;当按钮的标题是“停止读取”时,则停止 Timer1 控件的工作,关闭串口,同时按钮标题换为“自动读取”。

```
Private Sub CmdReceive_Click()
If cmdreceive. Caption = "自动读取" Then
MSComm1. PortOpen = True //打开串口
MSComm1. InBufferCount = 0//清空接收缓存区
Timer1. Enabled = True //启动时钟控件的工作
cmdreceive. Caption = "停止读取"
Else
Timer1. Enabled = False //停止时钟控件的工作
cmdreceive. Caption = "自动读取"
MSComm1. PortOpen = False //关闭串口
End If
End Sub
```

4.2 报表打印

系统建立的是 VB 默认的 Access 数据库,库文件的扩展名是. MDB。数据库建立完毕后需向库中添加数据,这里由启动 Timer1 控件的 Timer 事件来完成,其中 Timer1 的 Interval 属性设为 2000,就是每隔 2 秒钟将事先已被赋值的各 TextBox 控件中的数值写入数据库相应字段中。数据库更新程序如下:

```
Private Sub Timer1_Timer()
Set db = OpenDatabase("D:\msp4307.mdb")
Set rs = db. OpenRecordset("msp4307")
rs. AddNew
rs. Fields("日期"). Value = Format(Now, "dddddd")
rs. Fields("时间"). Value = Format(Time, "tttt")
rs. Fields("蓄电池电压"). Value = Text1(0). Text
rs. Fields("蓄电池温度"). Value = Text1(1). Text
rs. Fields("环境温度"). Value = Text1(2). Text
rs. Fields("充电电流"). Value = Text1(3). Text
rs. Fields("负载电流"). Value = Text1(4). Text
rs. Fields("光强"). Value = Text1(5). Text
rs. Fields("风速"). Value = Text1(6). Text
rs. Update
rs. Close
db. Close
End Sub
```

在实际应用中常常需要把数据打印出来进行分析,这就需要通过数据报表来实现。在使用报表设

计器时,必须有数据环境 (data environment) 的支持才能够使用,这是因为报表设计中的数据来源于数据环境。首先添加 Data Enviroment,在 Connection1 处单击右键,出现 Data Link Properties(数据连接属性),然后测试数据库是否连接成功。再添加 Command 的命令对象,设置“数据库对象”为表,设对象名称为系统的 msp4307 表,完成了数据环境与数据库的连接。

数据报表本质上是一个 DataReport 对象,将报表设计器的 Datasource 属性设置为已建立的数据环境 DataEnviroment1,可获得数据,再将 DataMember 属性值设置为 Command1,然后完成各数据域的添加。

报表设计好后,就可以在程序中调用该报表。这里在“运行状况数据表”窗体中添加了一个“打印报表”命令按钮,并为其 Click 事件添加如下代码:

```
Private Sub Command2_Click()
DataReport1. Show
End Sub
```

则可直接打印数据报表。

5 结束语

该太阳能发电控制系统,采用 MSP430F149 单片机作为控制器的核心。由于该芯片丰富的片上外围模块功能,使得整体电路简单,易于维护。该控制器对系统的运行状态进行参数采集和监控,数据实时性好,控制整个充放电回路的工作状态。基于 VB6.0 的上位机监控系统部分的实时数据显示和数据报表打印实现了系统的人机对话。该控制系统的研制对 MSP430 系列超低功耗单片机在太阳能发电系统中的应用提供了一种尝试。通过在实验室的模拟调试和试运行,达到了预期的设计目标。

参考文献:

- [1] 赵 炜,孙 晓.光伏电站的数据采集系统[J]. 新能源,2000,(9):231-233.
- [2] 刘福才,郑德忠,刘立伟,等.3 kW 全自动跟踪太阳发电设备计算机监控系统的设计[J]. 自动化仪表,2000,21(4):33-35.
- [3] 吴庆志,孙 晓.光伏电站的数据采集与通讯[J]. 微计算机信息,2002,18(5):31-33.
- [4] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [5] 沈建华,杨艳琴. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机实践与系统设计[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [6] Visual Basic 与 RS232 串行通信控制[M]. 北京:清华大学出版社,2002.