

## 基于 LabVIEW 和 RS485 通信的光伏发电实时监测系统设计

设计了一套基于 LabVIEW 数据采集和 RS485 通信的光伏发电监测系统，可实时监测光伏发电系统运行电参数和环境参数并统计发电量信息。该系统由单片机和传感器采集光伏发电系统的各类相关参数。并采用 RS485 协议与 PC 机通信。上位机通过 LabVIEW 提供的标准 I/O 应用程序接口 VISA 实时获取单片机传递的数据信息，数据经上位机监测软件处理后通过监测界面图形化显示。该监测系统结构简单、硬件成本低廉、数据传输稳定、运行稳定可靠，具有可视化的监测界面。经测试系统可实时监测到各类参数的变化情况，可有针对性地对光伏发电系统进行维护进而提高光伏运行效率。

随着能源危机的日益严峻。各种可再生能源得到了长足的发展。在诸多的可再生能源中，光伏发电在未来有着广泛的应用前景，光伏产业是最有潜力的新能源之一。进行光伏发电时，对光伏电站发电状态的监测是十分必要的。因为单块光伏组件输出的直流电压较低，一般在几十伏左右，所以通常采用多块光伏组件相互串联。然后各个组串相互并联从而形成光伏阵列。在发电过程中，光伏阵列的局部故障会导致整个供电系统输出电压或功率下降，直接影响系统性能和运行效率。为确保系统正常运行，应对光伏阵列进行状态监测，以便能及时地、有针对性地进行维护。从而提高光伏发电效率。据此，本文基于 RS485 通信和 LabVIEW 软件平台研发了一套光伏电站监测系统。该系统具有可视化的监测界面，可实时显示光伏发电系统的发电状态，并可供用户查询历史数据以便进行统计分析。

### 1. 系统结构及原理

图 1 为系统总体结构框图。PC 机主要对光伏发电系统中的温度、光照强度等环境参数和输出电流、输出电压、输出功率等发电信息进行监控、统计及显示。单片机、A/D 转换和传感器构成一个数据采集器，传感器将环境参数和发电信息采集过来，通过 A/D 转换将模拟信号变成数字信号发送至单片机，单片机将数据处理后缓存并发送。单片机与 PC 机之间采用 RS485 转

RS232 通信协议进行数据传输。PC 机将接受到的数据处理后保存并及时显示，实现对光伏发电系统各类参数的实时监测。

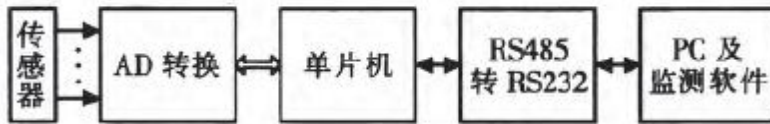


图 1 系统原理框图

## 2 . 硬件电路设计

本系统硬件电路主要包括 2 方面：数据采集模块和通信。数据采集部分将所需数据采集处理后，通过单片机发送至上位机：通信部分在硬件上主要是电平的转换和与上位机通信时接口处理。

系统处理器采用 STC89C51 芯片，该芯片具有 8 K 字节 Flash，512 字节 RAM，32 位 I/O 口线，看门狗定时器，3 个 16 位定时器/计数器，4 个外部中断，1 个 7 向量 4 级中断结构，全双工串行口，是一种低功耗、高性能微控制器。

### 2. 1 数据采集模块

该模块主要功能是采集电流、电压、温度、照度 4 类数据。利用模数转换芯片将传感器采集回来的模拟信号转换成数字信号，再由单片机进行数据处理。模数转换芯片采用 ADC0809，它是 8 位逐次逼近式模数转换器，包括 1 个 8 位的逼近型的 ADC 部分，并提供 1 个 8 通道的模拟多路开关和联合寻址逻辑，用它可直接将 8 个单端模拟信号输入，分时进行 A/D 转换。本系统中只需要应用其中的 4 个通道，分别对有传感器采集回来的电流、电压、温度、照度 4 个模拟信号进行转换。然后由 51 单片机进行数据存储及数据处理，完成对模拟信号的采集。

由于 ADC0809 芯片内部没有时钟脉冲源，可利用单片机 89C51 提供的地址锁存控制输入信号 ALE 经 D 触发器四分频后，作为 ADC0809 的时钟输入。当 CPU 访问外部存储器时，ALE 的输出作为外部锁存地址的低字节的控制信号；当不访问外部存储器时，ALE 端以 1/6 的时钟振荡频率固定地输出正脉冲，可取单片机的时钟频率为 12 MHz。则 ALE 端输出的频率为 2 MHz。再经四分频后为 500kHz，符合 ADC0809 对时钟的要求。

如图 2 所示。ADC0809 内部设有地址锁存器，通道地址由 P2 口的低 3 位直接与 ADC0809 的 A、B、C 相连，通道基本地址为 0000H~0007H。模拟量由 ADC0809 的 IN0~IN7 输入。数字量由 ADC0809 的 D0~D7 输出并接到单片机 I/O 口的 P0 口，ADC0809 其他引脚如：START、OE、ALE、A、B、C 等直接接到单片机的 P2 口。最后 ADC0809 的结束信号端口直接接到单片机的 P2.7 口。

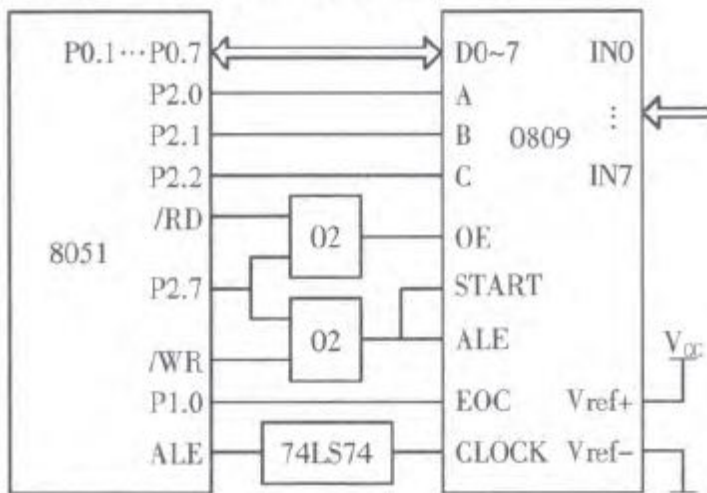


图 2 ADC0809 与单片机的接口电路

## 2. 2 通信部分

PC 机串行口为标准的 RS232C 接口，最大通信距离仅为 15 m，无法适用于远距离的监测。选用 RS485 串行接口标准可实现管理微机远距离对下位机进行通信管理。串口通信采用 RS485 协议进行，其传输距离较长。适用于从光伏发电设备到监控设备之间的数据传输。RS485 采用差分信号负逻辑，逻辑“1”以两线间的电压差为+(2~6)V 表示；逻辑“0”以两线间的电压差为-(2~6)V 表示。RS485 接口是采用平衡驱动器和差分接收器的组合，抗共模干扰能力增强，即抗噪声干扰性好。RS485 最大的通信距离约为 1219 m，最大传输速率为 10 Mb/s，传输速率与传输距离成反比。

采用 Rs485 通信时，需要解决 2 个问题。STC89C51 本身具有全双工串行口。但进行 RS485 通信时需要电平转换：PC 机串行 1: 1 为标准的 RS232C 接口，通信时需要将 RS485 接口的逻辑电平转换成 RS232 电平。Rs485 通信的

电平转换芯片有全双工的和半双工的，为了便于软件开发，本次设计采用全双工芯片 MAX488。

如图 3 所示，电平转换电路采用 MAX488 全双工集成芯片，使用时将单片机的串行收发端接入 RS488 的发收端。为保持通信信号的稳定，一般会在 MAX488 加上、下拉电阻。上拉电阻把不确定的信号通过一个电阻嵌位在高电平，此电阻还起到限流的作用。同理，下拉电阻将不确定的信号嵌位在低电平。在实际工程应用中，由于存在反射信号和环境等各种干扰的影响，特别是在通讯波特率比较高的时候，在线路上加上、下拉偏置电阻是非常必要的。上、下拉电阻可提高总线的抗电磁干扰能力，管脚悬空容易受到外界的电磁干扰，同时长线传输中电阻不匹配容易引起反射波干扰，加上、下拉电阻就是电阻匹配，可有效地抑制反射波干扰。

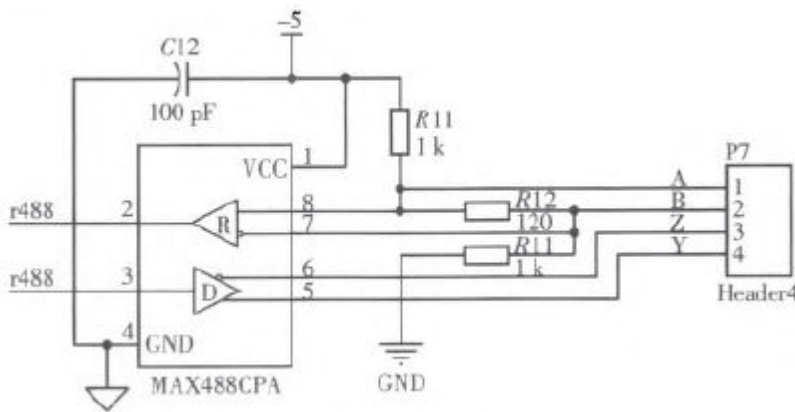


图 3 RS485 电平转换电路

RS485 转 RS232 接口电路主要包括了电源、RS232 电平转换、RS485 电路 3 部分。本电路的 RS232 电平转换电路采用了 MAX232 集成电路，RS485 电路采用了 MAX488 集成电路。为使用方便，电源部分设计成无源方式，整个电路的供电直接从 PC 机的 RS232 接口中的 DTR (4 脚) 和 RTS (7 脚) 获取。PC 串口每根线可以提供大约 9 mA 的电流，因此 2 根线提供的电流足够满足这个电路的使用要求。使用本电路需注意 PC 程序必须使串口的 DTR 和 RTS 输出高电平，经过 D3 稳压后得到 VCC，经过实际测试，VCC 电压大约在 4.7 V 左右。其电路图如图 4 所示。

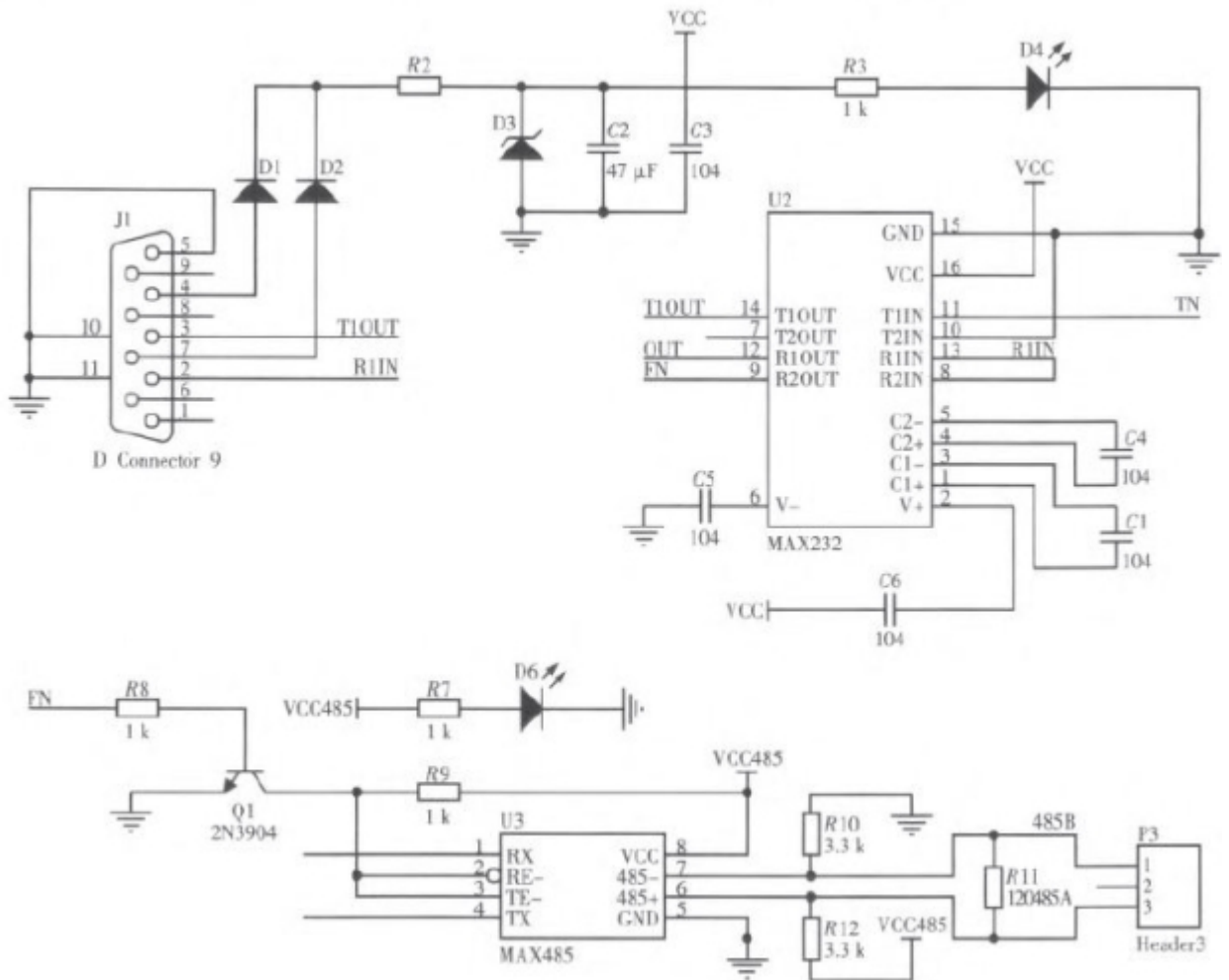


图 4 RS485 转 RS232 接口电路

### 3. 软件设计

#### 3.1 单片机程序设计

下位机程序完成 A/D 转换和通信收发的功能，串口接收采用中断方式。为方便上位机识别数据以及减少错误率，发送时加上前后校验码。照度、温度、电压、电流 4 类数据分别采用不同的前后校验码。在主程序中，A/D 转换完成后，将数据处理后并储存，紧接着查看上位机发送回来的信息，将指定类型数据发送给上位机。

#### 3.2 上位机程序设计

上位机主要是完成 3 项任务：与下位机的通信；将下位机发送回来的数据进行处理及存储；设计一个显示界面。把数据变化情况以图表形式显示出

来。

程序采用 LabVIEW 软件平台进行编写，LabVIEW 是当下最流行的图形化编程开发软件，利用它可以大量使用图表、菜单、图形等可视化工具，使系统具有丰富、灵活的画面和图表显示功能。

LabVIEW 通过 VISA 与串行接口仪器通信。VISA 是应用于仪器编程的标准 I/O 应用程序接口 (API)，它本身并不具有仪器编程能力，而是为用户提供了—套独立的可方便调用的标准 I/O 底层函数。利用 LabVIEW 中的 VISA 函数，可实现上位机与单片机之间的通信。通过 LabVIEW 平台内丰富的底层函数，可进行高速精确的数据处理。其设计分为前面板和后面板，前面板为可视化的用户界面，而后面板就是支撑系统运行的程序，并且采用图形化的编程，数据的传输通过各函数之间的连线实现。

在前面板设立 5 个波形图表控件，分别用于显示照度、温度、电流、电压、功率 5 类数据信息的实时变化情况，若干数值显示控件用于显示各数据的平均值及发电量总值。

后面板串口通信利用 LabVIEW 中的 VISA 配置串口函数、VISA 写入函数、VISA 读取函数可完成对串口的配置及串口收发。VISA 关闭函数用于关闭 VISA 资源名称指定的串口会话句柄或事件对象。是一个串口接收和发送的子 VI，上位机可以向单片机发送命令及接受单片机发送回来的 数据。

主程序采用平铺式顺序结构，先利用子 VI 生成 5 个电子表格文件以保存当天的数据，然后在循环结构下，调用串口收发子 VI 为每类数据分别发送获取指令，让下位机把相应数据发送过来。接收数据后，比对前后校验码，若有误则重新发送，若正确则获取数据码进行数据处理。数据处理包括将数据还原、存入相应表格文件以及送入波形图表控件进行显示。

此外。设计子 VI 从各电子表格文件中获取储存的累计数据，则可计算各类数据的平均值以及总发电量，便可得到光伏发电系统的发电信息。在 LabVIEW 中可自行设立用户菜单，程序运行时操作用户菜单，可方便用户设置串 VI 参数及查看历史数据。

#### 4. 结语

经系统实际运行测试。系统可稳定地监测到各类参数的变化情况。各类

参数的平均值和总发电量通过储存的累计数据得到，并通过控件显示。整个系统可完成数据的采集、处理、储存、统计、显示等功能，实现对光伏发电系统的监测目的。将系统运用到光伏发电领域中，能够供电站工作人员实时了解电站的环境情况及发电信息，还可对历史数据进行统计分析。通过监测界面能够及时有效地发现电站运行故障。以实现系统检修及有针对性地进行维护，提高光伏运行效率。