

[检测系统]

光伏制冷空调测控系统设计与实现

文/郭召永

深圳市汉盛制冷科技有限公司

为提升光伏制冷空调的实际应用效果，提出一种光伏制冷空调测控系统设计方案。通过对测控系统需求的简单介绍，进而详细对测控系统硬件框架与软件进行设计，并对测试系统运行情况进行测试。通过测试可以发现，该系统功能良好，基本达到了预期需求，可将该测控系统应用到光伏制冷空调当中。

目前节能环保理念逐渐加强，社会各界开始大力开发并使用各种清洁能源，太阳能是其中较为常见的一种。通过太阳能的开发与应用，可减少传统煤炭等自然能源的消耗量，加强对自然环境的保护。这一背景下，制冷空调系统开发时也对太阳能利用产生重视，并开发出光伏制冷空调，有效解决当前制冷空调系统能耗大的问题。但需要注意的是，现有光伏制冷空调测控系统依然不是很完善，在一定程度上影响光伏制冷空调系统的运行与推广。基于此，介绍一种光伏制冷空调测控系统设计方案，对进一步推动光伏制冷空调系统发展与推广具有重要意义。

需求分析

为了使测控系统在实际中发挥出最大的作用，应确保测控系统满足以下几个方面的需求：①测控系统可以实时采集制冷空调运行状态相关数据信息；②测控系统可以处理、传输与存储数据信息；③系统可以计算分析出制冷空调运行状态，并通过图像、数据等形式将空调运行状态直观显示出来；④通过关键词的检索，可以查询空调系统历史运行情况信息，并将查询结果导出并打印；⑤可以根据工作人员岗位的不同，赋予不同人员不同的权限；⑥系统发现制冷空调器出现异常后，可以自动发出警报，使工作人员及时了解空调系统出现的异常

问题。

硬件框架设计

根据测控系统需求，对光伏制冷空调测控系统硬件框架进行设计，如图1所示。该测控系统主要模块有：①传感器，采集光伏空调运行状态相关数据，包括热电偶、热电阻、压力传感器和辐照度表等，用于为制冷空调运行状态的诊断与分析；②信号与数据采集设备，用于对制冷空调系统全面监测，包括数据采集仪、智能电量和热量表等；③控制输出设备，根据测控系统监测结果，自动对制冷空调系统运行状态进行调控，使制冷空调系统处于最佳运行状态，包括PID表、变频器和继电器等；④本地服务器，用于对测控系统参数的设定，计算、分析与存储现场设备采集数据，并将制冷空调系统监测结果显示在用户眼前等。

测控系统软件设计与实现

1. 数据采集与处理软件

(1) 数据处理流程

根据测控系统运行需求，对测控系统的数据处理流程进行设计，如图2所示。将测控系统启动后，测控系统驱动现场传感器对制冷空调运行状态相关数据进行采集，如电压信号、电流信号与电阻信号，利用AD转换模块处理后，将模拟量信号转

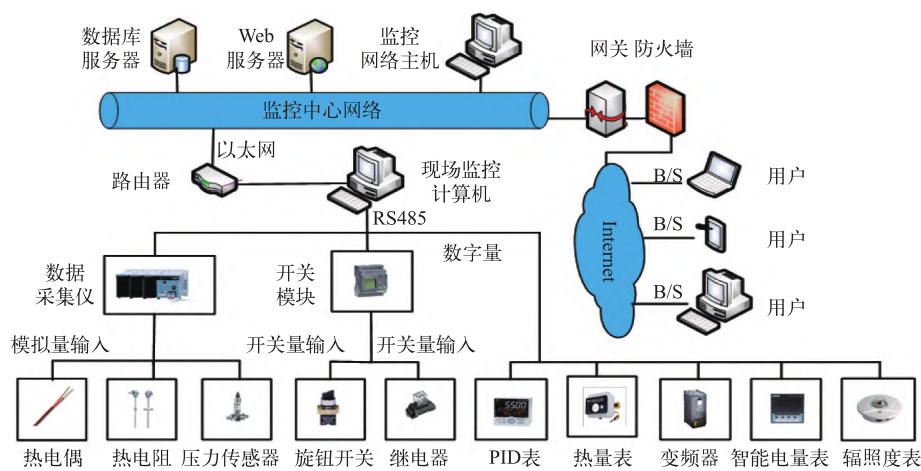


图1 光伏制冷空调测控系统硬件框架图

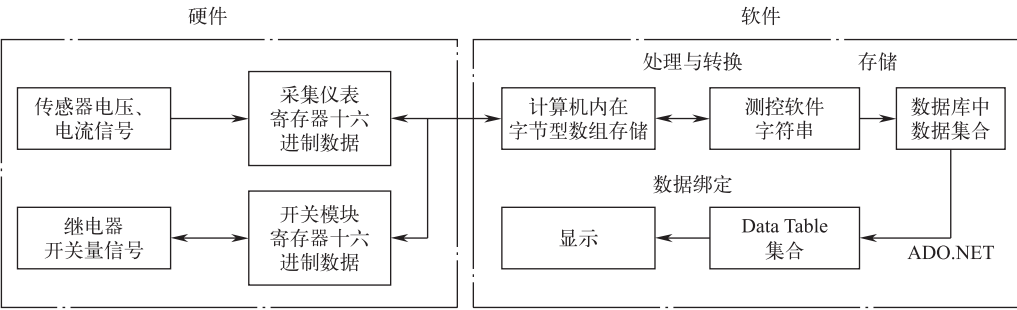


图2 数据处理流程图

换成数字量信号，并通过16进制的形式，将信号传输到寄存器中。之后利用RS 485总线等通信模式，将采集到的信号传输给测控软件，通过字节型数组的形式，将信号保存到计算机内存中。之后，通过CRC校验、滤波等方式对信号予以处理，得到相应的字符串数据，并将其传输给数据库保存。数据库安装在系统硬盘上，不仅能够长久保存，而且还能够利用ADO.NET的方式对数据读取，并将数据传输给客户端服务器，用于制冷空调监测结果的显示。

(2) SerialPort控件

对测控系统数据流程处理时，主要采用的是SerialPort控件，该控件操作简单，安全性较高，稳定性较强，有利于整个测控系统的运行。SerialPort控件运行流程如图3所示，具体如下：

- 1) 构建SerialPort对象，并根据测控系统运行要求，分别在系统中设置串口号、停止位和波特率等相关参数。
- 2) 在系统中设置数据接收处理函数SerialPort_DataReceived()，并将其与SerialDataReceivedEventHandler进行连接。在初

始条件下，当接收缓冲区内输入2个字节，即可将SerialPort_DataReceived()函数激活。

3) 启动定时器，激活串口功能，将写指令自动传输给现场控制设备。

4) 在SerialPort_DataReceived()函数当中，激活serialPort.Read()类，将数据传输至对应数组中，通过对字节数组的解析后，将数据传输到数据库保存，同时显示监测结果。

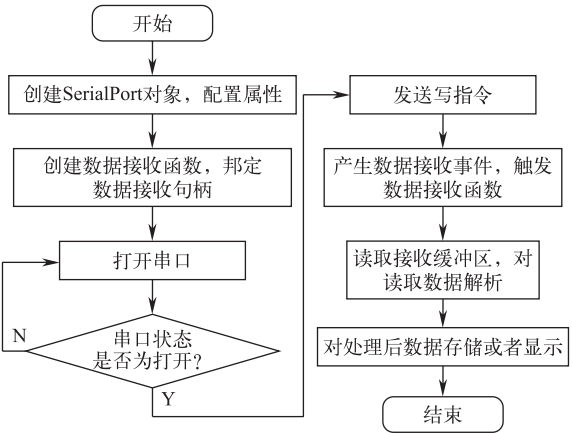


图3 SerialPort控件流程图

需要注意的是，整个测控系统采用了大量设备，且数据类型较多，如果只是利用SerialPort控件，将会降低系统数据传输质量与效率，不利于系统的运行。为此，应以SerialPort控件为基础，通过添加StringBuffer全局变量的方式，对SerialPort_DataReceived()函数予以改进。

1) 构建StringBuffer全局变量sb，并对其进行实例化处理。

2) 将数据传输至字符串String pStr中，并将整个pStr传输到sb内。

3) 对sb字符串长度进行分析，判断其是否超过设置阈值，若超过阈值，线程休眠5 ms后，重新读取数据；若未超过阈值，读取sb前2位字符，设置装置地址，选择读取长度Ni；在sb当中，取出0~Ni个字符，将原sb删除，并对取出的字符予以处理，从而得到最终的数据信号。

(3) 数据通信与校验

数据传输过程中，采用CRC校验的方式对数据进行校验，以提升数据的准确性。CRC校验主要流程为：将0~N字节数据传输给串口，并自动进行CRC计算，以此得到CRCL与CRCH两个字节组，其中前者为低位字节，后者为高位字节。之后通过两字节组与接收数据的比较，判断CRC校验结果与接收数据是否相同，若相同，说明数据正确，可进行后续处理；若不相同，说明数据错误，将数据删除。

(4) 滤波处理算法

测控系统运行过程中，受到环境、现场设备性能等多方面因素的影响，导致温度采集数据中存在一些干扰数据，影响空调系统测控结果的准确性，因而还应对温度采集数据进行滤波处理。研究中选择的是限幅平均滤波算法，该算法不仅能够解决数据干扰问题，而且还能提升数据的平滑度，主要流程如图4所示。假设：测控系统采集一组温度数据 $C=\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ，先通过限幅滤波的方式，去除数据集中的尖峰脉冲，表达式为

$$X_n = \begin{cases} C_n & \left| C_n - \overline{C_{n-1}} \right| \leq \Delta C \\ \overline{C_{n-1}} & \left| C_n - \overline{C_{n-1}} \right| > \Delta C \end{cases} \quad (1)$$

式中， C_n 为采集数据； $\overline{C_{n-1}}$ 为滑动队列中的数据均值； X_n 为限幅滤波结果； ΔC 为偏差峰值，研究中将 ΔC 设置成1℃。

若 C_n 与 $\overline{C_{n-1}}$ 之间的实际差值未超过 ΔC ，表明数

据是合理的可进行后续处理；反之，若 C_n 与 $\overline{C_{n-1}}$ 之间的实际差值超过 ΔC ，表明数据不合理，将该数据删除。

通过限幅滤波处理后，得到新的数据集 $X=\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ ，并对其进行滑动平均滤波处理。先将N个数据纳入同一个队列内，并利用先入先出的方式对数据队列进行处理，即导入新数据后，将队列内的第一个数据删除。之后，计算整个队列的均值，以此作为最终输出结果，并对限幅滤波的 $\overline{C_{n-1}}$ 进行更新。研究中，将N设置成5。

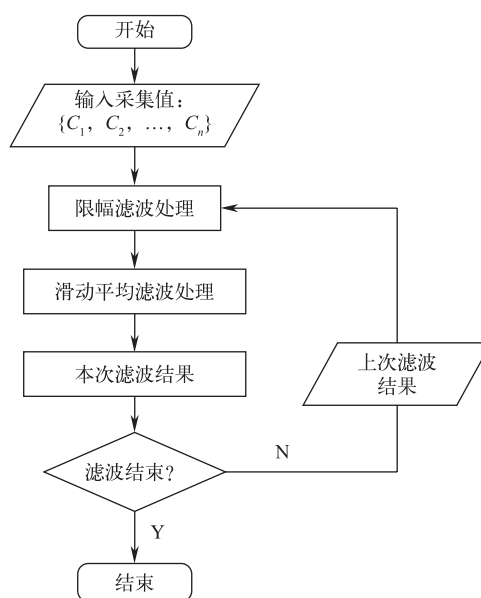


图4 滤波处理流程图

2. 测工功能软件

(1) Flash动态显示功能

光伏制冷空调测控系统显示功能的实现，选择的是Flash动态显示界面。该界面主要使用两种语言：一种为ActionScript脚本语言，该语言功能强大，内部类库种类较多，Flash界面开发方便；另一种为XML语言，主要控制Flash界面中数据的传输与保存。将测控系统启动后，自动将ActionScript脚本激活，并持续读取XML数据，以达到Flash动态显示的目的；Flash界面可根据监测结果信息，自动对界面内电磁阀等元件模型进行操作。

(2) 传感器标定功能

受到传感器性能的影响，使传感器采集值与实际必然具有一定的偏差，且偏差幅度较小，基本可将偏差看成固定值，即

$$y = ax + b \tag{2}$$

式中， y 为实际值； x 为采集值； a 与 b 分别为相关参数，可通过相关公式计算而得，具体为

$$a = \frac{e_s - s_s}{e_c - s_c} \tag{3}$$

$$ba = \frac{e_s - s_s}{e_c - s_c} \times s_c \tag{4}$$

式中， e_s 为起点实际值； e_c 为起点采集值； s_s 为终点实际值； s_c 为终点采集值。

在传感器标定功能界面内，直接点击确定选项，如图5所示，系统自动获取 e_s 、 e_c 、 s_s 、 s_c 等信息，并将信息传输至XML文件内，然后按照式（3）、式（4）分别计算出 a 与 b ，最后，利用式（2）计算出实际值。



图5 传感器标定功能界面

（3）历史查询功能

测控系统采集到现场数据后，先判断是否构建历史数据表，如果未构建，重新构建一个历史数据表；如果已构建，则同时将数据传输至实时监

测数据表与历史数据表中，前者用于制冷空调运行状态的监测与显示，后者用于空调历史运行状态的查询。在历史查询界面内，分别设置起止查询时间，点击确定后，系统利用“select name from sysobjects where name between ‘history起始时间’ and ‘history终止时间’”的语句，自动从历史数据表内提取出相关数据。然后，利用“select * from history起始时间union ‘history终止时间’”语句，将查询结果进行组合。最后，按照利用表格的形式将查询结果进行显示。

（4）报警功能

为提升光伏制冷空调运行的安全性，还在测控系统中设计报警功能。制冷空调启动前，根据制冷空调常见故障特征设置相应参数，并将这些参数传输到数据库内。将空调启动后，测控系统自动采集制冷空调运行状态信息，并将采集数据与设置参数予以对比，判断实际运行参数是否在预设参数范围内，若在预设参数范围内，表明空调运行状态良好，驱动制冷空调继续运行；反之，若超出预设参数范围，表明空调出现问题，通过报警铃、报警灯等形式向工作人员发出报警指令，并将故障信息传输到数据库内。

系统测试

按照上述内容对光伏空调测控系统进行开发，并通过用例测试的方式，检验该测控系统的实际应用效果。测试结果见表1。该系统功能良好，基本符合预期要求，可将其应用到实际中。

表1 系统测试结果

功能	用例	预期结果	实测结果
Flash动态显示	打开排水阀门，观察Flash界面示数是否与现场仪表相同	可以观察到相同的数据	观察到相同的数据
历史数据查询	在起止时间框内分别录入2024.05.23与2024.06.23两个时间点	可以显示出该时间段的历史数据	显示出该时间段的历史数据
传感器标定	采集制冷空调蓄冷系统温度	可以得到蓄冷系统实际温度数据	得到蓄冷系统实际温度数据
故障报警	人为模拟制冷空调冷凝器温度过高故障	可以检测出冷凝器温度过高问题	检测出冷凝器温度过高问题，并发出报警指令

结束语

本文设计并开发出一款光伏制冷空调测控系统，该测控系统主要具有现场数据采集、处理机及制冷空调运行状态诊断、查询等多种功能，在各项功能相互配合下，共同实现光伏制冷空调检测与控

制的目的。通过该测控系统的应用，可使人员准确了解光伏制冷空调运行情况，对提升光伏制冷空调运行效率与稳定性具有重要意义。EA

（收稿日期：2024-12-13）