

基于LabVIEW的光伏电站发电设备温度监测系统研究

摘要：本文基于LabVIEW软件开发平台，设计了一套光伏电站发电设备温度实时监测系统。通过对光伏组件温度和环境温度的监测，不仅为系统运行的安全稳定提供了保障，还为光伏发电量的预测提供了有力的依据；系统还可以实时监测防雷汇流箱、并网逆变器和变压器的温度、变压器运行状态、故障信息等，及时掌握工作现场发电设备运行情况，从而有效降低了发电系统的故障率。

1引言

光伏发电系统主要由光伏组件、汇流箱、并网逆变器、变压器等设备组成。在光伏电站实际运行中，有时会因为设备故障导致其工作温度过高，如变压器的轴流风机发生故障而无法启动，导致变压器工作温度过高；或由于设备的工作温度过高，影响光伏发电设备的寿命和故障率，如逆变器工作温度过高，会影响其内部器件尤其是IGBT器件的工作寿命，并增加故障率。针对上述两种情形，如果能实时掌握设备运行时的温度，则不仅能对光伏发电设备的运行状态做出预测，还可及时针对故障采取有效的防范措施，降低系统故障率，提高系统运行的安全可靠。

但目前，多数光伏电站均利用人力定时巡检，这不仅增加了运行人员的工作量，更降低了系统运行的可靠性、安全性。针对上述问题，本文开发了一套基于LabVIEW的光伏电站发电设备温度监测系统。该系统可实现以下功能：

- (1) 实时监测光伏组件、汇流箱、逆变器、变压器和室外环境的温度，并具有温度越线告警、超高温告警等功能；
- (2) 对光伏电站正常运行极为重要的变压器设备采用故障优先报警模式；
- (3) 具有数据存储、曲线存储、报表打印、历史数据回访等功能，加上其友好、简约的上位机界面，为用户操作提供极大方便。

该系统的应用可有效降低光伏电站的故障率，提高光伏电站的安全可靠性，减轻运行人员的工作量，提高运行管理的自动化程度，推动光伏发电行业科学技术的进步，为未来光伏发电事业的发展起到示范作用。

2监测系统硬件架构

2.1 系统硬件结构

本系统硬件主要由室外温度传感器、汇流箱、逆变器、变压器温控表、485集线器、RS485-RS232串口转换器等设备构成。

在5#发电单元设计有室外温度传感器，采集光伏组件温度和室外环境温度，用于光伏发电量预测系统研究；每台汇流箱内部设计有温度传感器，主要采集其箱体内部温度，因为当汇流箱设计参数不符合要求或其接线工艺不符合标准，则会导致箱体内部温度异常；针对逆变器主要监测其内部器件温度和接线端温度，防止温度过高影响器件和电缆的寿命；变压器主要采集其三相温度，针对风机启动、超温、跳闸等状态具有报警功能。本系统通讯方式采用RS485通讯，该方式结构简单、通讯可靠、成本低廉。

2.2 RS485拓扑结构设计

RS485通讯的拓扑结构主要有手拉手总线结构、星型拓扑结构、树型拓扑结构等，如图1所示。

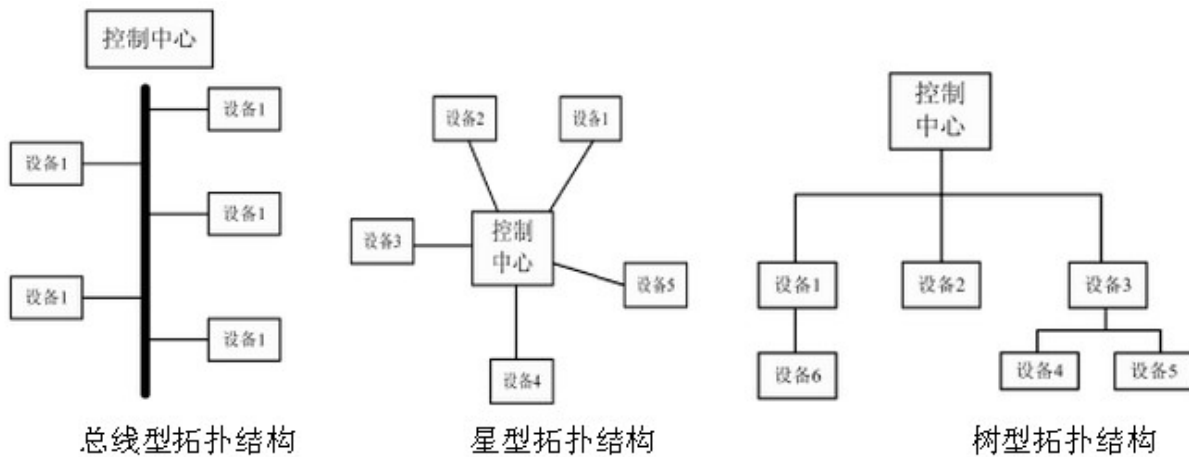


图1 三种不同拓扑结构示意图

星型拓扑结构的优点是结构简单、通讯速率高，但这种方式布线较多，不经济，而且当线路较长时，会产生反射信号，从而影响485通信质量。

树型拓扑结构优点是布线较简单、可扩展性好，但是该方式需要485中继器辅助实现，成本较高。

手拉手总线结构是常用方式，虽然布线较复杂，但具有传输可靠性高、结构简单、成本低廉等优点，而且本光伏电站占地面积广，设备与主控室间距离远，采用手拉手总线方式可延长传输距离、保障传输质量。

由于本系统监测设备较多，因此采用总线拓扑结构为主，星型拓扑结构为辅的混合性拓扑结构。系统硬件结构框架见图2所示。

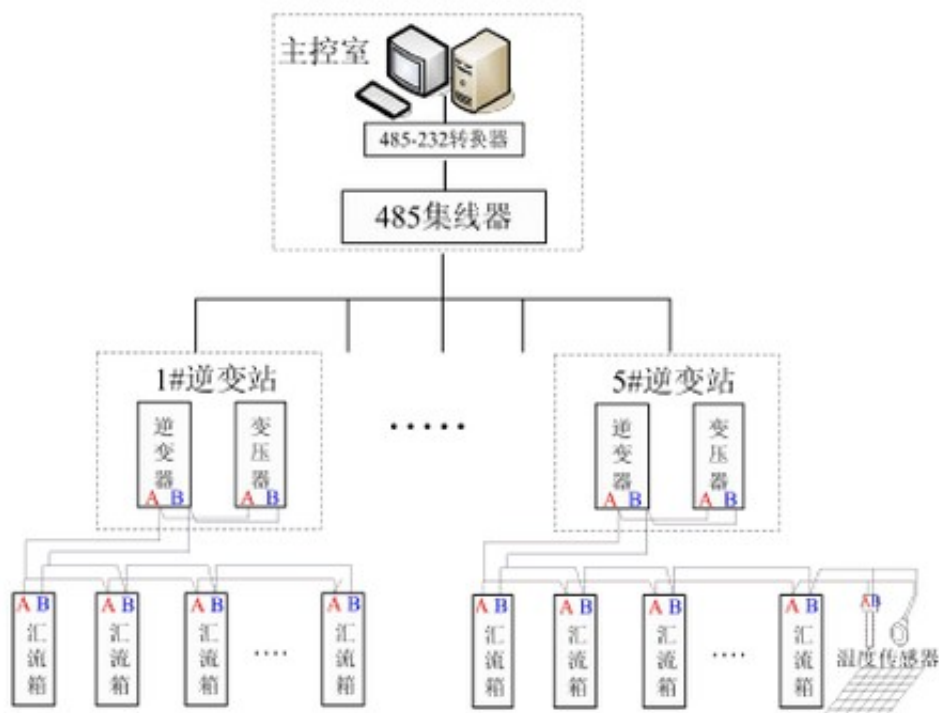


图2 监测系统硬件结构示意图

从图2可知，底层设备（温度传感器、汇流箱、逆变器和变压器温控表）间采用总线拓扑结构，使得通信安全可靠；5个逆变站与主控室间的通讯采用星型拓扑结构，可有效提高数据传输速率。在此，采用485集线器来增强带负载能力和抗干扰能力，使得通信更稳定、准确、迅速。

3监测系统软件设计

3.1 编程环境简介

本文软件在LabVIEW环境下实现。LabVIEW由美国国家仪器（NI）公司研制开发的程序开发环境，与其他计算机语言的显著区别是：其他计算机语言都是采用基于文本的语言产生代码，而LabVIEW使用的是图形化编辑语言G编写程序，产生的程序是框图的形式。

LabVIEW的主要特点： 尽可能采用了通用的硬件，各种仪器的差异主要是软件； 可充分发挥计算机的能力，有强大的数据处理功能，可以创造出功能更强的仪器。 用户可以根据自己的需要定义和制造各种仪器； 完全模块化程序，无须编写复杂的代码，简单易学。

3.2 通讯协议介绍

本系统采用标准的RS485ModBusRTU通信协议，即“9600，n，8，1”，波特率9600（可选），无校验，8位数据位，1位停止位。采用CRC校验方式，从地址字节开始到校验之前的所有字节。
系统采用上位机发送查询命令、下位机响应并返回应答命令方式。

上位机查询命令帧格式为：

名称	地址	命令	开始		个数		校验码	
字节数	1	1	2		2		2	
举例	0x01	0x03	H	L	H	L	H	L
备注		读取	高	低				

下位机应答命令帧格式为：

名称	地址	命令	返回个数		数据区	校验码	
字节	1	1	2		N	2	
举例	0x01	0x03	H	L	第 i 个(i=1~N)	H	L
备注		读取	高	低	H	L	

3.3 系统软件实现

逆变器和变压器温控表与上位机通讯采用RS485通讯方式，因此，需要在LabVIEW中调用串口通讯模块，并根据通讯协议对其进行正确配置，系统软件主程序流程如图3所示。

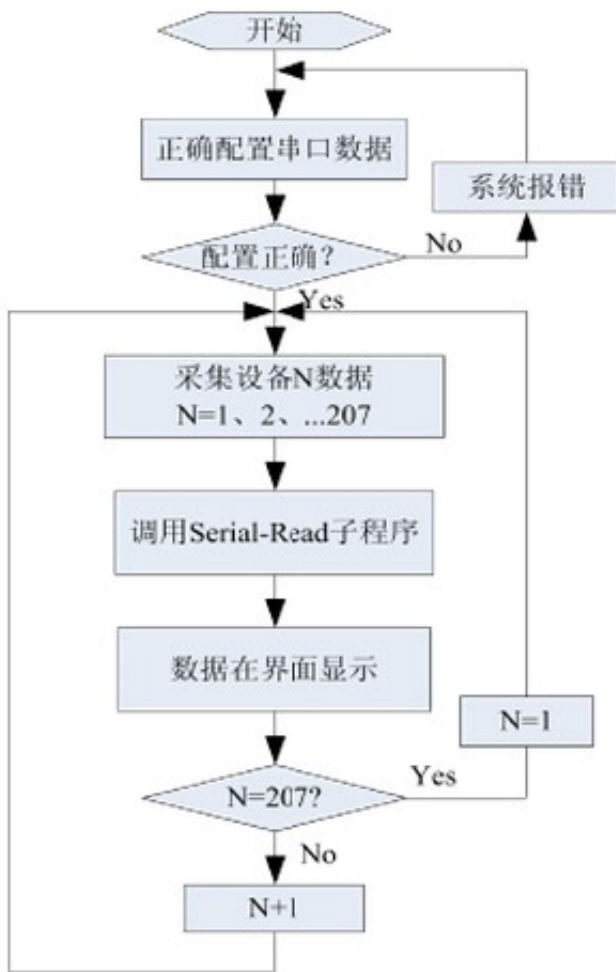


图3 系统主程序流程图

在主程序运行过程中，调用了Serial-Read子程序，该子程序主要功能是完成上位机与底层设备间的串口通信功能，Serial-Read的流程图如图4所示。在Serial-Read程序中又调用了CRC-16校验码计算子程序。

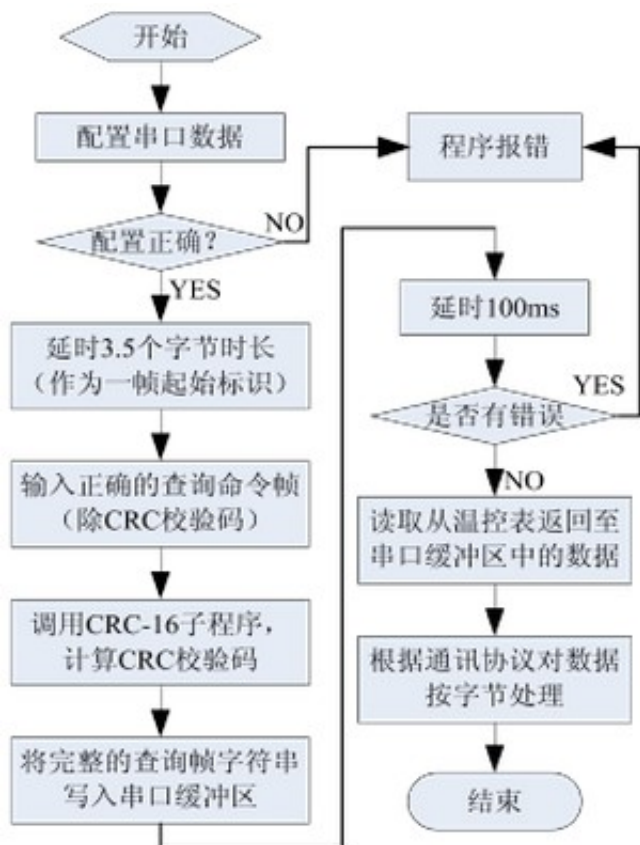


图4 Serial-Read程序框图和流程图

CRC校验码计算程序框图和计算流程如图5所示。

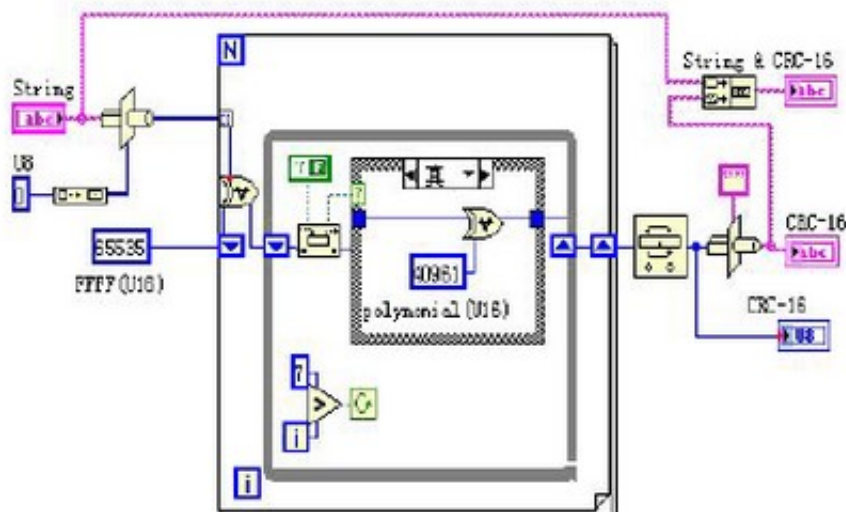


图5 CRC校验程序及流程图

4实验及调试

本系统已在内蒙古自治区呼和浩特市的神舟电力5MW光伏示范电站中应用。该示范电站分为5个发电单元，共有172台汇流箱、28台逆变器和5台变压器，逆变器和变压器分别布置于五个逆变器室内。其中，距主控室最远的距离达到400米以上。

利用所编制的软件对5个区发电区的光伏组件温度、环境温度、172台汇流箱内温度、28台逆变器工作温度和5台变压器工作温度进行了现场监测，调试界面如图6所示。为验证上位机串口读取数据的正确性，在实验过程中，布置一位现场查看人员，通过对讲机与主控室调试人员进行核对。并通过人为设定变压器的风机启动、超温、跳闸的温度阈值来测试报警功能是否正常。

经调试，系统可实现光伏组件温度、环境温度、汇流箱温度、逆变器温度和变压器三相温度的实时监测显示，并可通过曲线方式进行数据分析；可实现变压器状态显示、故障报警（包括语音报警）等功能；并且可将变压器温度数据、状态信息存储、打印，也可进行信息回访（由于篇幅有限，在此不以图片形式展示）。



图6 变压器温控系统上位机显示界面

5总结

本文运用美国NI公司的LabVIEW软件开发平台，研制了一套光伏电站发电设备温度实时监测系统。本系统采用模块化设计理念，运用分层次调用子程序方式，提高程序的扩展性和可维护性；开发可视化、友好化人机交互界面，更方便用户系统管理。将该系统运用到大型光伏电站中，不仅大大减少运营人员的巡检强度，而且显著的提高了光伏电站运行效率，有效保障了电站的安全可靠性，并为光伏发电系统开发建设、运营维护起到示范作用。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/58518.html>