

发电机氢气参数现场实时监测系统设计

刘 巍,汪现中,赫树开

(郑州大学 物理工程学院,河南 郑州 450052)

摘要: 提出利用组态软件 MCGS、无线通信手机短消息业务(SMS)和工控总线 Modbus 通信协议实现发电机系统氢气参数的现场实时监测系统的设计方案。详细介绍了监控系统总体结构图及上位机监控系统的设计和设备构件编制;SMS 通过全球移动通信系统 GSM(Global System for Mobile communication)网络发送信息和接收新信息流程;以 Flash 型超低功耗 16 位单片机 MSP430F149 为控制器核心的通信模块设计和 Modbus 通信过程。该系统可实时监测发电机系统工况,投运实践证明实时、稳定、可靠。

关键词: 氢气;发电机;监测系统;GSM;Modbus;MCGS

中图分类号: TM 307

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2005)06-0080-03

在保证发电机系统发电效率的前提下,以氢气作为冷却剂,其安全性不容忽视。但是电力信息系统本身是一个问题域十分复杂、庞大或不可预测的系统,唯一的解决方法是开发大量有特殊功能的模块化成分(智能体),专门用于解决问题的某个特定方面^[1]。发电机系统一般包括发电机和制氢站两部分,本文设计的监测系统,将对发电机氢冷却剂部分的多个待测氢气参数的监测实现模块化,并对其实时地记录、分析和信息的反馈。克服信息采集的重复性大等缺点,并简化了信息处理系统硬件建设和控制回路的复杂性。

1 氢气参数现场实时监测系统结构与功能

系统监控对象是发电机系统冷却剂氢气品质和系统安全,主要包括氢气中氧含量、氧气中氢含量、氢气纯度、氢气湿度和漏氢含量(多点)等。监控对象整体上集中在发电机和制氢站,但其内部监测点比较分散。因此,系统以 RS-485 接口方式和 Modbus 通信协议组成分布式数据采集与控制网络,实现远距离多点的数据采集与控制。发电机氢气参数现场实时监测系统由上位机监控系统、通信部分及各工位下位机检测部分组成。总体结构如图 1 所示。

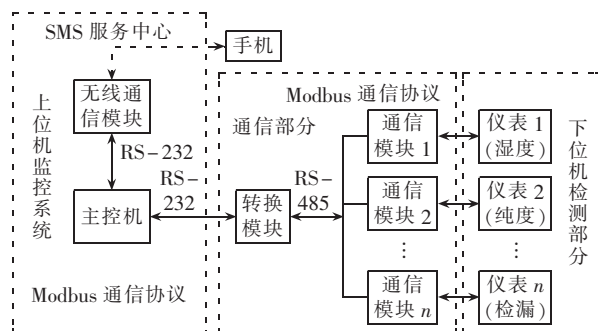


图 1 监控系统总体结构图

Fig.1 The overall structure of monitoring system

系统软件部分基于工控组态软件 MCGS, MCGS 高级程序开发包、VB6.0 和单片机 C 语言为开发工具,应用程序在 Windows 平台上进行开发,在与外部硬件或上位机通信中,串口通信与硬件连接简单、通信可靠,成为开发首选^[2]。上位机监控部分基于 PC 机完成,利用软件组态可提供友好的人机界面,与下位机通信发布指令并读取状态信息,以形象的动态画面对现场工况模拟等。

通信模块则是对下位检测仪表统一编址,并对其不同输出信号进行转换和传输,利用 Modbus 通信协议传送到上位机。下位机检测仪表大部分采用的是测量精度相对高、稳定性强的仪表(如芬兰 Vaisala 的湿度测量仪表 DMT242 等),可以保证对现场检测的可信度。

2 上位机监控系统设计和设备构件编制

2.1 上位机

上位机监控系统采用工控组态软件 MCGS 编制。它依靠菜单驱动,其核心是实时数据库。其系统框架采用 VC++ 编程,通过 OLE 技术向用户提供 VB 编程接口,提供丰富的设备驱动构件、动画构件、策略构件,用户可随时方便地扩充系统功能。

整个监控系统的软件设计结构框图如图 2 所示。

在主要功能的组态中:用户管理用于划分操作权限并进行系统的安全管理,组态时利用用户权限操作函数进行;帮助用于提供某些技术上的支持信息;中间各项实现动态流程、实时数据、报表和曲线等形式对多个氢参数的运行工况显示、实时动态分析及对故障原因报警等。采集数据首先送入实时数据库,实时数据库起到公用数据交换区的作用并自动完成对实时数据的报警和存盘处理。通过数据变量与曲线、报表等策略构件相连,并通过定时器、循环策略等控制其操作。为方便查看参数以及系统的

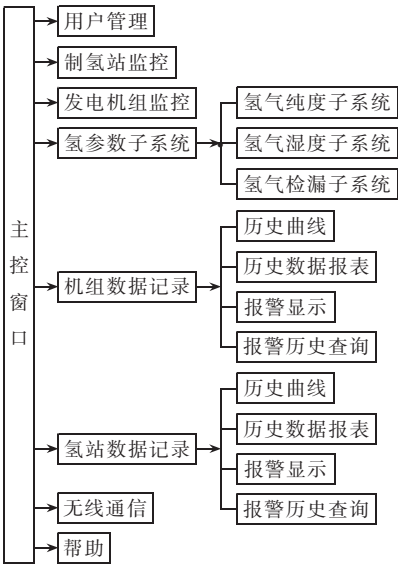


图 2 软件框图

Fig.2 The block diagram of software

运行状态,各画面之间有按钮链接,可方便各个画面之间跳转。

组态的结果使上位机具有一定的智能性,可自动报警、按时打印报表、自动进行数据分析并对系统作评估等。同时,构件组态结果功能也比较强,例如组态完成后,运行中的氢纯度实时曲线就显示,还可根据实际需要对纵向纯度轴和横向时间轴的范围进行设置及选中所需区域放大查看等。

2.2 设备构件编制

设备构件是组态软件与外界通信的一个重要接口,要求对不同型号的仪表进行控制和数据采集,由于在工控组态软件中没有提供合适的对设备构件连接,故采用 VB 编制专用的设备构件。MCGS 对此采用了开放式结构,提供了一个高级开发向导,能自动生成设备驱动程序的框架;5 种属性和 8 种方法。可以实现设备的类型、类别、通道个数、读取设备构件的类型名称、设置设备内部属性页、初始化设备、采集或输出数据和执行设备命令等设置。

上位机和下位机之间的通信协议采用工业上常用的 Modbus 协议,它无需考虑连接网络类型且协议简单明了,通信速率可达 1 Mbit/s。协议采用主从式通信方式,主机只能有 1 台(即主控机),每个从机(即与通信模块相连的各种类型的仪表)都有指定的地址,且地址范围在 0~247 之间(0 为广播地址)。只有主机具有主动权,从机只能对主机发送的命令作出响应。当主机启动请求命令时,从机根据命令字符串中的功能码作出响应并按主机要求动作或返回主机所需数据。

Modbus 协议支持 2 种数据传输模式:ASCII 模式及 RTU 模式^[3]。ASCII 模式中字符串每个 8 位字节分 2 个 ASCII 码发送;RTU 模式字符格式中每 8 位字符分 2 个 4 位 16 进制格式数据传送,见表 1、表 2。

表 1 ASCII 模式的信息格式

Tab.1 The message format of ASCII mode

起始符	地址 / 字符	功能码 / 字符	数据 / 字符	LRCS 校验码 / 字符	结束符
:	2	2	N	2	CR,LF

表 2 远程终端模式的信息格式

Tab.2 The message format of remote terminal unit mode

起始符	地址 / 位	功能码 / 位	数据 / 位	CRC 校验码 / 位	结束符
T ₁ T ₂ T ₃ T ₄	8	8	N×8	16	T ₁ T ₂ T ₃ T ₄

同种情况下,RTU 模式传输速度要优于 ASCII 模式。考虑整个系统的实时性,本系统采用工业上应用比较广泛的 RTU 传输模式。从两种模式上可看出,功能码占用 8 位,可以应用的功能有 255 个,在本系统用 Modbus 组网的过程中,主要应用了前 4 个功能码。即:01——读取线圈状态;02——读取输入状态;03——读取保持寄存器;04——读取输入寄存器。

编程中,对串口的操作采用 MCGS 本身提供的串口操作函数 ComOutInDat,用于把数据写到串口输出到通信设备,并从串口读取返回的数据。可以把命令以 RTU 的消息格式送入输出命令字符串,然后调用 ComOutInDat 函数,从串口送出并接收返回的信息进行处理。

上位机监控系统取消了传统的二次仪表,使用通信模块及设备构件的编制替代了二次仪表信号的激励和变换作用,并且利用串口通信模式与微机相连,在微机上实现对整个发电机系统的“监控”。

3 无线通信模块 GSM 的接入

为了将故障以及报警信息以最迅速、简洁、低廉的方式通知到系统负责人,从而由负责人发出指令对整个系统进行控制并对操作员进行指示,这里采用以手机短信的方式进行信息的传送和接收。

GSM 网络是国内覆盖范围最广,应用最普遍的无线通信网络^[4]。短消息业务(SMS)是通过 GSM 网的控制信道传输用户分组信息的一种增值服务,经短消息业务中心完成存储和前转功能。采用的无线通信模块是基于西门子 TC35 模块的无线终端,带有 RS-232 接口,可直接与 PC 机的 RS-232 接口相连(如图 1 示)。采用的 GSM AT 指令为 GSM07.05,对短消息的控制模式采用了目前运用最广的协议数据单元(PDU)模式。PDU Mode 中,可以采用 7-bit, 8-bit 和 USC2 三种编码方式分别用于发送普通的 ASCII 字符、数据信息和 Unicode 字符。发送和接收的字符串均需先进行 PDU 格式的编码和解码。

图 3 是针对此系统中发送短信和接收未读短信流程图。其中,AT+CMGS 为发送信息指令;^Z 为发送标志符;AT+CMGL=0 为检查是否有未读信息。通过上位机的组态,报警信息可以通过人工或自动方

式发往负责人,而负责人发回的信息如按一定的格式可直接调节系统参数,也可由监控人根据指示调节参数,对于上位机发送和接收的信息均存盘,可供查询。

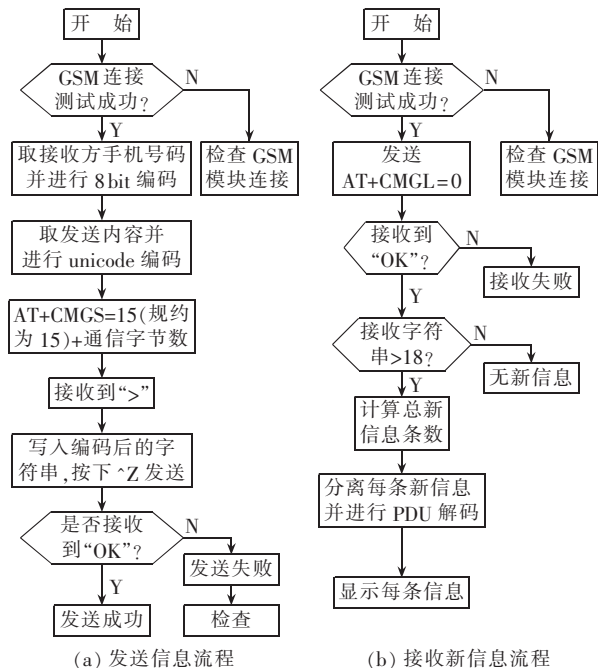


图 3 无线通信流程图

Fig.3 The flowchart of radio-communication

4 通信模块设计

通信模块的设计结合了下位机输出信号的多种形式,包括带有标准的 RS-232 接口的仪表输出信号和模拟信号等。监控系统通信模块的硬件原理框图如图 4 所示。

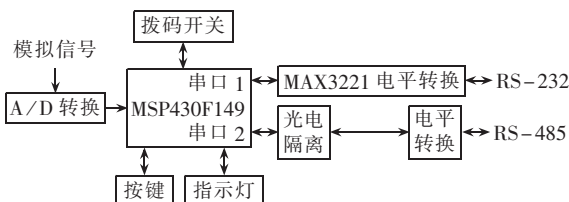


图 4 监控系统通信模块硬件原理框图

Fig.4 The block diagram of communication module

图 4 中把不同输入信号相应的转换成标准信号,以 Flash 型超低功耗 16 位单片机 MSP430F149 位控制器为核心^[5]。该单片机具有集成度高(片内集成 12 位 A/D、硬件乘法器、模拟比较口及双串行接口等模块)、功能丰富、超低功耗(在 LPM 4 时可达 0.1 μ A)等技术特点,可用 C 语言完成程序设计,方便地完成系统的功能设置。上位机和下位机之间采用的是基于差分信号传输的 RS-485 总线远距离通信方案,处理中采用光电隔离能有效地抑制远距离传输中的噪声干扰,通信距离可达 1 200 m^[6],有效地解决了工作现场与控制室之间的分离。

模块板的设计以通用性为原则。设计的输入通道有模拟通道和数字通道,同时有信号处理的功能。

a. 仪表输出的是模拟信号,首先转换成数字信号,在单片机中处理后,按照 Modbus 通信协议的信息格式,以 RS-485 的接口方式远传到上位机。

b. 仪表输出的是 RS-232 信号,对于不同的仪表要求设置不同的串口通信属性,用拨码开关进行设置。例如开机指示灯处于全灭状态,按下按键指示灯 1 点亮,调节拨码开关设置波特率,再按下按键确认,波特率设置完毕。同理,可以对其他的属性如数据位、停止位以及仪表的地址等进行设置。采集的数据同样按照 Modbus 通信协议的信息格式,以 RS-485 的接口方式远传到上位机。

现在,电厂仪表的输出大部分为标准的模拟信号如 4(0)~20 mA,0~5 V 等或者带有标准的 RS-232 接口,所以此通信模块具有一定的通用性,可以与仪表一起装配,通过 Modbus 组网到上位机。

5 结语

本系统是针对氢冷却剂发电机系统,结合多氢参数监测为一体而设计的。在电厂投入运行中,系统有效地解决了监控的实时性、可靠性、友好性。工控组态软件的广泛采用,提高了系统的成功率和可靠性^[7]。根据工控组态软件 MCGS 的网络特性,本系统可进一步通过网络对各电厂发电机系统进行监测。系统采用手机无线通信传递报警和故障等信息,方便且实时性强,但如果偶然有短信高峰期线路堵塞时,产生报警信息,则对信息传递的实时性有一定的影响。但是此机率比较小,并且可以启动模块拨号通信方法实现。所以此系统可广泛地应用于发电机系统,进行参数的实时监测。

参考文献:

- [1] 韩祯祥,曹一家. 电力系统的安全性及防治措施[J]. 电网技术,2004,28(9):1-6.
HAN Zhen-xiang, CAO Yi-jia. Power system security and its prevention [J]. **Power System Technology**, 2004, 28(9):1-6.
- [2] 徐建山,吕震中,于向军. 利用 Modbus 协议实现与火电站 DCS 的串行通信[J]. 测控技术,2003,22(3):40-42.
XU Jian-shan, LÜ Zhen-zhong, YU Xiang-jun. The serial communication with DCS system using the Modbus protocol[J]. **Measurement & Control Technology**, 2003, 22(3):40-42.
- [3] 王念春. 具有 Modbus 协议的多路高精度测温仪的研究[J]. 仪表技术与传感器,2002,1(1):46-48.
WANG Nian-chun. Development of high precision multi-channel thermoscope with Modbus interface[J]. **Instrument Technique and Sensor**, 2002, 1(1):46-48.
- [4] 陈雷,丁晓明,李强. GSM 短消息系统在远程数据采集中的应用[J]. 中国数据通信,2003,3(3):58-61.
CHEN Lei, DING Xiao-ming, LI Qiang. Application of GSM short message system in the teledata collection[J]. **China Data Communications**, 2003, 3(3):58-61.

(下转第 85 页 continued on page 85)

[5] 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,2002.

[6] 石东海. 单片机数据通信技术从入门到精通[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2002.

[7] 谢 军. 工控组态软件的功能分析和应用 [J]. 交通与计算机,2000,(3):46-48.

XIE Jun. Function analysis and application of industrial automation software[J]. **Communication and Computer**, 2000,(3):46-48.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

刘 巍(1979-),女,河南泌阳人,硕士研究生,主要从事氢冷发电机系统的参数监控及仪器仪表工作(E-mail:lwizzie@gs.zzu.edu.cn);

汪现中(1964-),男,河南信阳人,副教授,长期从事发电机电系统多参数监控系统的研究,电厂测试仪表的设计及电厂工业以太网等工作;

赫树开(1979-),男,河南周口人,工程师,主要从事工业以太网技术以及测试仪表的研究工作。

Design of real-time monitoring system for generator hydric parameters

LIU Wei,WANG Xian-zhong,HE Shu-kai
(Zhengzhou University,Zhengzhou 450052,China)

Abstract: A real-time monitoring system for generator hydric parameters is presented,which applies the configuration software MCGS,radio-communication SMS(Short Message Service) and Modbus protocol. The system architecture,superordinate computer design and device component development are introduced in detail,as well as the transmitting and receiving flow through GSM(Global System for Mobile communication) in the way of SMS. The design of communication module,with Flash-type 16-bit MSP430F149 as controller's core,and the communication process are also expounded. The proposed system monitors generator's operating conditions real-timely. Its practices show it stable and reliable,functional real-timely.

Key words: hydrogen; generator; monitoring system; GSM; Modbus; MCGS