

文章编号: 2095-4980(2014)02-0299-06

基于 MCGS 的上位机监控系统设计与实现

高 静

(中国工程物理研究院 919 信箱 71 分箱, 四川 绵阳 621999)

摘 要: 针对易燃易爆介质生产和存放安全性要求, 提出了基于通用监控系统的上位机监控系统解决方案, 下位机采用 S7-200 系列可编程控制器, 通过 PROFIBUS 网络技术, 实现了采集数据的集中管理和实时监控。详述了系统组态、数据库设计、图形界面的开发。系统提供参数的实时和历史曲线, 显示报警窗口, 自动生成数据报表, 监测数据通过动画界面实时显示, 完成实时系统与信息系统的集成。实际运行证明, 系统性能稳定, 可靠性及过程自动化控制效率得到了显著提高, 达到了设计目标。

关键词: 组态软件; 通用监控系统; 通信; 监控系统; 趋势曲线

中图分类号: TN911.73; TP273

文献标识码: A

doi: 10.11805/TKYDA201402.0299

Host computer monitor and control system design and realization based on Monitor and Control Generated System

GAO Jing

(China Academy of Engineering Physics, P.O.Box 919-71, Mianyang Sichuan 621999, China)

Abstract: To meet the safety requirements during producing and storing flammable and explosive medium, a scheme of computer monitoring system is proposed based on Monitor and Control Generated System(MCGS). The slave computer adopts S7-200 series Programmable Logic Controller(PLC), to realize the centralized management of data acquisition and real-time monitoring by using the PROFIBUS network technology. The development of the system configuration, database design, and graphic interface are described. The system provides real-time and historical curves of the parameters, displays alarm window, automatically generates data reports. Monitoring data are displayed through animation interface to realize the integration of real-time system and information system. The practical operation indicates that the proposed system bears stable performance and good reliability; and its process automation efficiency has been improved significantly, which achieves the design goals.

Key words: configuration software; Monitor and Control Generated System; communication; monitor and control system; trend curve

随着工业自动化水平的迅速提高和计算机在工业领域的广泛应用, 人们对工业自动化的要求越来越高, 种类繁多的控制设备和过程监控装置在工业领域的应用, 使得传统的工业控制软件已无法满足用户的各种需求。通用工业自动化组态软件的出现为解决上述实际工程问题提供了一种崭新的方法。

组态软件是指一些数据采集与过程控制的专用软件, 它们是在终端控制系统监控层一级的软件平台和开发环境, 为用户提供快速构建工业自动化控制系统监控功能的、通用层次的软件工具^[1]。它能根据用户对被控对象和控制目的的要求在模块间进行任意组合, 完成最终的自动化控制工程。它不仅满足了被控对象的个性要求, 缩短了软件开发时间并节省了开发费用, 而且具有实时多任务, 接口开放, 操作直观, 使用灵活简单, 功能多样, 运行可靠等特点, 因此组态软件有着更强的竞争力和更为广阔的市场前景, 可用于任何监控系统。目前国内外有很多公司开发出不少优秀产品, 通用监控系统(Monitor and Control Generated System, MCGS)是众多监控软件中的一种。

1 系统的结构设计

监控系统采用了西门子的过程现场总线-分布式外部设备(Process Field Bus-Decentralized Periphery, PROFIBUS-DP)网络技术和昆仑通态的 MCGS 组态软件。根据现场的实际情况,系统硬件由安全区域和危险区域两部分组成。下位机 SIMATIC S7-200 可编程控制器(Programmable Logic Controller, PLC)作为 PROFIBUS-DP 的从站,负责完成危险区域的数据采集,状态判别,发送各种控制信息。位于中央控制室内的上位工控机作为主站,通过工业控制组态软件 MCGS 完成采集信息的存储,事件记录与处理,参数设定,状态显示,高级复杂算法等功能,实现系统的实时监控。上位机内配置支持 PROFIBUS-DP 协议的 CP5611 通信适配卡,用于完成 PROFIBUS-DP 总线与上位监控计算机之间的协议转换^[2]。使上位机通过现场总线 PROFIBUS-DP 与下位机进行信息交换,最后利用组态软件实现对危险场所的可视化监控,是一种高性能低成本的解决方案。

根据被测点的物理位置,将测控点划为 3 个区域:A 区共需采集 33 个模拟量和 9 个数字量,9 个控制信号输出;B 区需要采集 27 个模拟量和 9 个数字量,9 个控制信号输出;C 区需采集 5 个模拟量和 2 个数字量。

2 监控系统的软件设计

2.1 MCGS 组态软件特点及总体结构

本系统的上位工控机监控部分采用 MCGS 组态软件平台搭建。MCGS 是一套用于快速构造和生成计算机监控系统的组态软件,它为用户提供了从设备驱动、数据采集到数据处理、流程控制、动画显示、报警和安全机制等解决实际工程问题的完整方案和操作工具^[3]。具有功能完善,操作简便,可视性好,可维护性强等突出特点,并支持国内外众多数据采集与输出设备。

MCGS 组态软件系统包括“组态环境”和“运行环境”这 2 个部分^[4],它们既互相独立,又紧密相关。“组态环境”相当于一套完整的工具软件,设计和构造用户的应用系统^[5]。用户可在其中完成动画设计,设备连接,编写控制流程,编制工程打印报表等全部组态工作。“运行环境”是一个独立的运行系统,它按照在组态环境中构造的组态工程,以用户指定的方式运行,并进行各种处理,完成对工程的控制工作。

2.2 MCGS 的组态

MCGS 组态软件所建立的工程由主控窗口、设备窗口、用户窗口、实时数据库和运行策略 5 部分构成,见图 1。每一部分分别进行组态,完成不同的工作,具有不同的特性^[6]。

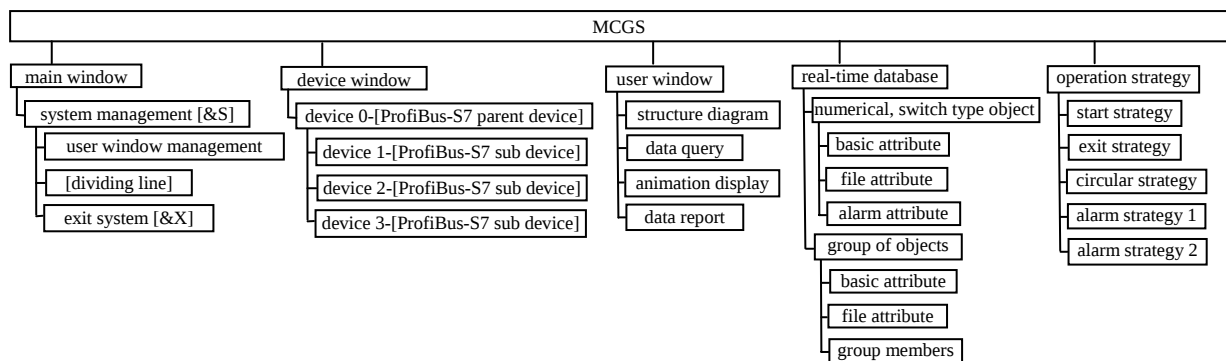


Fig.1 MCGS configuration software structure diagram

图 1 MCGS 组态软件结构图

1) 主控窗口:是负责和调度系统程序运行的主窗口或主框架。“用户窗口”组态完成之后,在“主控窗口”中,通过对系统菜单和参数的定义和设置来调度、管理这些用户窗口的打开或关闭。在这个窗口中,各种操作功能、数据处理及实验结果的记录等操作都是通过调用相应的运行策略程序模块实现的。

2) 设备窗口:是 MCGS 的重要组成部分,作为与外部设备建立联系的后台作业环境,负责建立系统与外部硬件设备的连接,实现过程的实时监控。设备窗口通过设备构件把外部设备的数据采集进来,送到实时数据库,或者把实时数据库中的数据输出到外部设备^[7]。

MCGS 把实际的外部设备分为独立的设备(是指可独立工作,完成特定数据输入输出功能的设备)、父设备(是指本身不直接处理数据输入输出,但起到管理其他设备工作的设备)和子设备(是指本身具有处理数据输入输出的功能,但只有和对应的父设备一起才构成完整工作系统的设备)^[8]。MCGS 采用的通信处理机制是在父设备下挂

接多个通信子设备,各子设备除继承一些父设备的公有属性外,还拥有自己的私有属性。

3) 用户窗口:主要用于设置工程中人机交互界面,见图2。如系统的主控界面、动画、实时数据显示、报警输出、数据与曲线图表等。

4) 实时数据库:在 MCGS 中的数据不同于传统意义的数据库或变量,它不只包含了变量的数值特征,还将与数据相关的其他属性(如数据的状态、报警限值等)以及对数据的操作方法(如存盘处理、报警处理等)封装在一起,作为一个整体,以对象形式提供服务。这种把数值、属性和方法定义成一体的数据称为数据对象。

MCGS 用数据对象来表述系统中的实时数据,用对象变量代替传统意义的值变量。把用数据库技术管理的所有数据对象的集合称为实时数据库。实时数据库是 MCGS 的核心,是应用系统的数据处理中心,它把 MCGS 工程的各个部分连接成有机的整体,系统各个部分均以实时数据库为公用区交换数据,实现各个部分协调动作,见图3。

在 MCGS 组态软件中,数据对象有开关型、数值型、字符型、事件型、组对象 5 种类型。不同类型的数据对象,属性不同,用途也不同。数据对象是构成实时数据库的基本单元,建立实时数据库的过程即为定义数据对象的过程。定义数据对象的内容主要包括:指定数据对象的名称、类型、初始值和数值范围,确定与数据对象存盘相关的参数,如存盘的周期、存盘的时间范围和保存期限等。本工程共定义和设置了 114 个数据对象,其中数值型 65 个,开关型 38 个,组对象 11 个。下面介绍本监控系统数据对象的定义步骤。

鼠标点击工作台的“实时数据库”窗口标签,进入实时数据库窗口页。点击“新增对象”按钮,在窗口的数据变量列表中,增加新的数据对象,多次按该按钮,则增加多个数据对象,系统缺省定义的名称为“Data1”,“Data2”,“Data3”等,选中变量,按“对象属性”按钮或双击选中变量,则打开对象属性设置窗口。

指定名称类型:在窗口的数据对象列表中,用户将系统定义的缺省名称改为用户定义的名称,并指定类型,在注释栏中输入变量注释文字。

1) 数值型对象设置:以“温度 1”对象为例。在基本属性中,对象名称为: t1;对象类型为:数值;其他不变。

2) 组对象属性设置:在基本属性中,对象名称为: A 区压力;对象类型为:组对象;其他不变。在“存盘属性”对话框中,数据对象值的存盘选则定时存盘,存盘周期设为 10 min。在“组对象成员”对话框内,右边为“组对象成员列表”窗口页,用来定义组对象的成员。图中左边为所有“数据对象列表”窗口页。利用属性页中的“增加”按钮,可以把左边指定的数据对象添加到“组对象成员列表”中;“删除”按钮则把右边指定的组对象成员删除。组对象没有工程单位、最大值、最小值属性,组对象本身没有报警属性。组态完成后,在 A 区压力组对象成员列表中有 p1~p11 共 11 个数据对象。

3) 开关型对象设置:以“风阀 1”对象为例。属性设置只要把对象名称改为风阀 1;对象类型选中“开关”,其他属性不变。

4) 运行策略:主要完成工程运行流程的控制。包括对系统的“启动策略”、“循环策略”、“报警策略”、“退出策略”等分别进行组态和设置。使系统能够按照设定的顺序和条件,操作实时数据库,控制用户窗口的打开、关闭以及设备构件的工作状态,从而实现对系统工作过程精确控制及有序调度管理的目的。

3 PLC 设备驱动

MCGS 通过设备驱动程序与外部设备进行数据交换,包括数据采集和发送设备指令。设备驱动程序中包含符合各种设备通信协议的处理程序,将设备运行状态的特征数据采集进来或发送出去。MCGS 负责在运行环境中调用相应的设备驱动程序,将数据传送到工程中各个部分,完成整个系统的通信过程。每个驱动程序独占一个线程,达到互不干扰的目的。

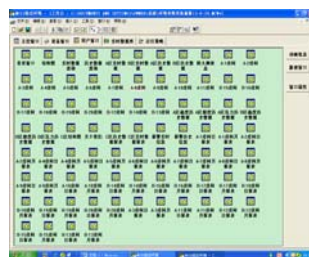


Fig.2 User windows
图2 用户窗口

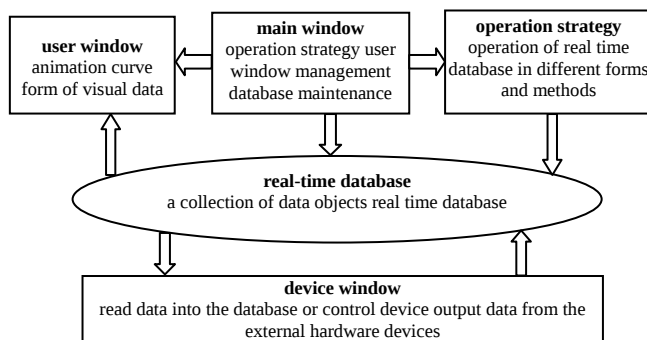


Fig.3 Schematic drawing of real-time database as the public area exchange data
图3 实时数据库作为公用区交换数据示意图

3.1 通信方式的建立

工控机与 PLC 的通信连接, 是本系统的一个关键问题。系统采用 PROFIBUS-DP 总线“主-从通信”结构。主站通过 PROFIBUS-DP 总线和各远程 I/O 从站进行连接, 主站机箱内装有一块支持 PROFIBUS 协议的 CP5611 通信卡, 网络连接器通过其上的 RS-485 通信端口, 在主站与从站间建立连接, 实现上位机与下位机的数据传输与信息交换。每个从站都是通过其上的 EM277 模块, 利用网络连接器与主站进行通信^[2]。

通信程序可以采用高级语言编写, 但用户必须熟悉 PLC 网络的通信协议, 并严格按照它们之间通信协议的格式编写程序, 这对用户的要求较高。由于 MCGS 中定义了国内外众多厂家的 PLC 通信驱动程序, 用户只需在 MCGS 中的设备管理菜单中, 找到 PROFIBUS 协议的驱动程序, 并设置相应的参数, 建立工控机和 PLC 的通信连接, 便可从 PLC 中读取现场的各种参数, 并在用户窗口中实时显示, 完成对 PLC 的操作, 从而大大简化了程序设计过程。

3.2 通信的实现过程

为实现实时监控, 需在 MCGS 中进行设备连接, 使 PLC 和上位计算机建立起正确的通信^[9]。MCGS 与 PLC 之间通信的设置过程如下:

- 1) 进入“设备窗口”后, 在“工具箱”中打开“设备工具箱”。
- 2) 单击“设备管理”, 在可选设备列表中, 双击“PLC 设备”下的“西门子”。
- 3) 双击“PROFIBUS NT 设备”, 分别双击“PROFIBUS S7 父设备”和“PROFIBUS S7 子设备”添加到右侧选定设备列表中。
- 4) 单击“确认”按钮, “PROFIBUS S7 父设备”和“子设备”即被添加到“设备工具箱”中。
- 5) 分别双击“父设备”和“子设备”, 它们被添加到设备组态窗口中。

在 PROFIBUS 父设备里设置公有属性, 在各个子设备 S7-200 PLC 里设置私有属性, 见图 4。需增加各自的 PLC 通道, 然后在通道连接里把 MCGS 数据对象和 PLC 通道对应起来。上位机不断从 PLC 读取状态并放入 MCGS 的实时数据库中, 同时从实时数据库提取控制信息发送给 PLC, 实现对整个系统工作状态的实时监测和工作过程的自动控制^[10]。设置完毕后, 在设备调试栏中进行设备调试, 如通信状态标志栏显示为 0, 表示设备通信成功, 可以实现数据交换。

以上基本参数设置完成后, 监控程序就可以和外部 PLC 的变量建立起联系, 从而在上位机运行的监控程序中反映出下位机的运行状况, 也可以把上位监控机中的一些工作参数传输到下位机 PLC 中。



Fig.4 Attribute window of father-equipment and son-equipment
图 4 父设备与子设备属性窗口

4 MCGS 实现的功能

MCGS 运行环境是独立的运行系统, 按照组态环境中用户指定的方式进行各种处理, 完成用户组态设计的目标和功能。工作人员在运行环境中对各个被测点进行实时监测。本系统能实时采集到各监测点的温度、湿度及压力, 并显示其实时趋势曲线, 查询历史数据并打印趋势曲线。

1) 安全机制设计: 为确保监控系统的安全、稳定运行, 对参数输入、按钮动作的操作者设置了访问的权限, 由系统登录时的权限管理模式来决定操作者的权限等级, 有效地保证了系统操作的安全性。

2) 动画设计: MCGS 实现动画设计的主要方法是将用户窗口中的图形对象与实时数据库中的数据对象建立相关性连接, 并设置相应的动画属性。在系统运行过程中, 图形对象的外观和状态特征, 由数据对象的实时采集值驱动, 使现场信号动态地反映到图形界面上, 从而实现了图形的动画效果。

3) 实时运行参数监测及显示: 组态软件实时采集生产过程中设备运行状态及参数, 采用图形、报表的形式显示系统的实时运行情况, 见图 5。测试点的温度、湿度、压力等参数直观动态地显示在组态界面上, 通过现场温度、湿度和压力等实时监测, 数据存储于实时数据库中, 实现了监测过程的实时管理和可视化。

4) 存盘数据处理: 报表是工业生产控制中必不可少的工具^[11]。利用 MCGS 设置的历史报表、历史曲线给出现场参数在历史任意时刻的运行状态及变化趋势, 以备查询、分析之用。由存盘数据提取和 Excel 报表输出构件制作的日报表、月报表, 可定期打印上报, 克服了以前人工记录数据的繁琐与随意。

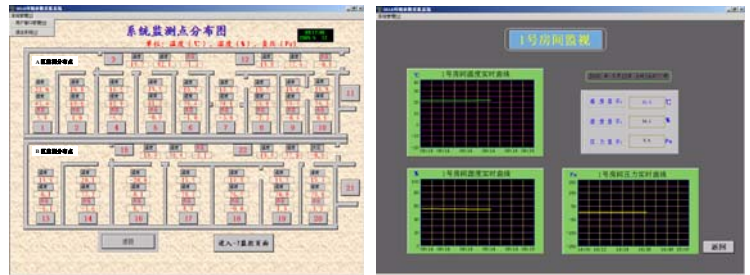


Fig.5 Real-time data display
图5 实时数据显示

5 结论

本文介绍的基于 MCGS 的上位机监控系统, 采用了西门子公司的 PROFIBUS-DP 现场总线技术, 简化了现场布线, 提高了数据传输速率; 采用组态软件 MCGS 实现系统的控制与监测, 解决了以往工业监控软件的编写工作量大、可靠性低、通用性差等问题。实时报表管理方便地解决了现场数据定时抄写、维护及繁琐的数据处理工作。记录员不必再每天花费大量的精力填写报表, 减轻人工工作量, 提高工作效率和生产的安全性, 提高了企业的办公自动化能力和管理水平。经运行, 系统稳定、可靠, 达到了设计目标。系统的设计经验和技术相对于其他工业控制网络的组建有一定的借鉴和应用价值。

参考文献:

- [1] 马国华. 监控组态软件及其应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2001. (MA Guo-hua. Monitor configuration software and applications[M]. Beijing:Tsinghua University Press, 2001.)
- [2] 高静,黄绍明. 基于 PROFIBUS-DP 的环境参数采集系统设计与应用[J]. 电讯技术, 2011,51(2):80-84. (GAO Jing,HUANG Shao-ming. Design and Application of Environment Parameter Acquisition System Based on PROFIBUS-DP[J]. Telecommunication Engineering, 2011,51(2):80-84.)
- [3] 师玉宝,张志富. 基于组态技术的干燥设备控制系统[J]. 制造业自动化, 2010,32(6):111-113. (SHI Yu-bao,ZHANG Zhi-fu. Technology-based configuration control system for drying equipment[J]. Manufacturing Automation, 2010,32(6):111-113.)
- [4] 马兵智,孙志毅,赵志诚,等. 组态软件 MCGS 在锅炉液位控制中的应用[J]. 控制工程, 2004,11(1):84-86. (MA Bing-zhi, SUN Zhi-yi,ZHAO Zhi-cheng,et al. Applications of Configuration Software MCGS in the Boiler Level control[J]. Control Engineering of China, 2004,11(1):84-86.)
- [5] 张永建,刘少荷,王维. 基于 MCGS 的矿用主通风机在线监测与控制系统[J]. 机械设计与制造, 2009,21(10):129-131. (ZHANG Yong-jian,LIU Shao-he,WANG Wei. Mineral fanner monitoring and control system based on configuration software MCGS[J]. Machinery Design & Manufacture, 2009,21(10):129-131.)
- [6] 赵会军,杨俊杰,张青松,等. MCGS 组态软件在多相流实验控制系统中的应用[J]. 自动化与仪表, 2007,22(2):95-98. (ZHAO Hui-jun,YANG Jun-jie,ZHANG Qing-song,et al. Applications of MCGS Configuration Software in the Monitoring and Control System of Multi-phase Flow Experimentation[J]. Automation and Instrumentation, 2007,22(2):95-98.)
- [7] 朱晋,虞炜华. 组态软件在汽车零部件自动检测系统中的应用[J]. 制造业自动化, 2009,31(7):63-65. (ZHU Jin,YU Wei-hua. The application of configuration software in the auto parts detection system[J]. Manufacturing Automation, 2009,31(7):63-65.)
- [8] 张晓明. MCGS 在董庄水厂自动化监控系统中的实践[J]. 电工技术杂志, 2004,16(4):71-73. (ZHANG Xiao-ming. MCGS Practice of Automatization Prison Control System in Dongzhuang Water Factory [J]. Electrotechnical Journal, 2004,16(4):71-73.)
- [9] 高士杰. 基于 PLC 技术的果汁生产控制系统的设计[J]. 制造业自动化, 2010,32(2):129-131. (GAO Shi-jie. Design of juice production control system based on PLC technology[J]. Manufacturing Automation, 2010,32(2):129-131.)
- [10] 王坚,段振刚,刘雪连. 基于 MCGS 组态软件的电梯监控系统设计[J]. 电气应用, 2011,30(4):81-83. (WANG Jian, DUAN Zhen-gang,LIU Xue-lian. Design of elevator monitoring system based on MCGS configuration software[J]. Electro-technical Application, 2011,30(4):81-83.)
- [11] 王树文,房俊龙. 烧结自动化监控系统的设计[J]. 控制工程, 2006,13(2):111-113. (WANG Shu-wen,FANG Jun-long. Research and Design of the Monitoring and Controlling System for Sintering Automation[J]. Control Engineering of China, 2006,13(2):111-113.)

(下转第 309 页)