

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0095- 05

矿井主通风机自动监控系统的设计

王利华¹, 王小松², 魏广金¹

(1. 中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008;
2. 煤炭科学研究总院常州自动化研究院, 江苏 常州 213015)

摘要: 为了保障主通风机安全、可靠、经济地运行, 提出了一种基于 S7- 300 PLC 的矿井主通风机自动监控系统的设计方案; 给出了该系统的结构, 详细介绍了该系统中 PLC 的硬件及软件结构、模拟量的检测实现及采用智能型 PID 调节器 XMA5000 对风机负压和流量进行自动调节的方法。实际应用表明, 该系统能够实现通风机的就地、集中、远方 3 种控制方式, 提高了主通风机的自动化程度和运行可靠性。

关键词: 矿井主通风机; 自动监控; S7- 300 PLC; XMA5000

中图分类号: TD635 **文献标识码:** B

Design of Automatic Monitoring and Control System of Mine Main Ventilator

WANG Lihua¹, WANG Xiaosong², WEI Guangjin¹

(1. School of Information Electrical and Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China.
2. Changzhou Automation Research Institute of CCRI., Changzhou 213015, China)

Abstract: In order to ensure main ventilator run safely, reliably and economically, the paper proposed a design scheme of automatic monitoring and control system of mine main ventilator based on S7-300 PLC. It

收稿日期: 2010- 08- 25

作者简介: 王利华(1985-), 男, 山东济宁人, 中国矿业大学信电学院在读硕士研究生, 研究方向为矿井综合自动化。E-mail: gpdjs_ksqc@163.com

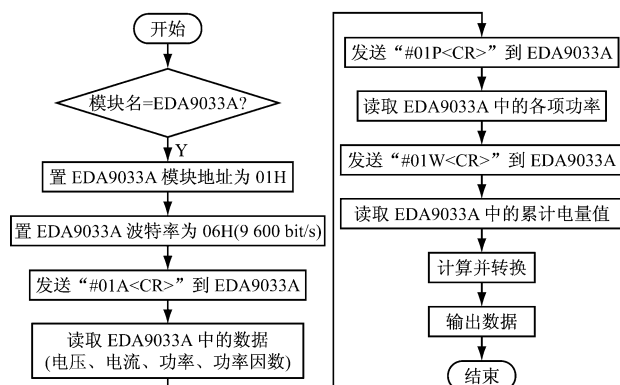


图 3 EDA9033A 的工作流程

5 结语

将 EDA9033A 应用于以 PLC 为核心的分布式风机性能测试系统中, 主要实现了以下几个功能:

- (1) 对风机的电参数进行采集;
- (2) 将采集的电参数通过 PLC 上传到上位机,

上位机通过软件平台读取、显示;

(3) 风机性能测试系统的性能更加稳定, 同时也提高了系统的集成度, 简化了电压、电流测量电路, 降低了系统成本。

应用该系统对兖矿集团东滩煤矿的通风系统进行了检测, 结果表明, 该系统采集的数据十分准确, 完全反映了东滩煤矿的实际情况, 提高了工作效率。

参考文献:

- [1] 王勇, 宋爱山, 蒋曙光, 等. EDA9033A 在风机性能在线监测系统中的应用[J]. 工矿自动化, 2004(1): 26-28.
- [2] 陈勇, 赵勇飞, 徐莉. 工控机与 PLC 分布式测控系统的设计[J]. 拖拉机与农用运输车, 1999(6): 4-13.
- [3] 张钦哉. PLC 分布式控制系统设计方略及 PLC 产品简介[J]. 电气自动化, 1993(4): 50-52.
- [4] 何新建, 蒋曙光, 吴征艳, 等. 矿井主要通风机性能分布式测试系统的研究[J]. 煤矿安全, 2008(1): 15-17.

gave structure of the system and detailedly introduced structure of hardware and software of PLC, implementation of detection for analog and using intelligent PID regulator XMA5000 to control negative pressure and flow of ventilator in the system. The actual application showed that the system can realize three control modes of in site control, integrated control and remote control, and improves automation degree and operation reliability of main ventilator.

Key words: mine main ventilator, automatic monitoring and control, S7-300 PLC, XMA5000

0 引言

矿井主通风机素有煤矿“肺脏”之称,它担负着向井下输送新鲜空气,排出瓦斯、粉尘等有害气体的重任,同时又是耗能大户,其安全、可靠、经济运行对矿井生产至关重要。目前,矿井主通风机控制系统的研究方向是采用先进的测量方法和传感器、高可靠性的 PLC 和计算机控制技术实现主通风机性能及状态的实时监测,并具有就地/集中/远方控制等功能,切实提高主通风机设备的自动化管理水平,保障主通风机安全、可靠、经济地运行。本文以某煤矿主通风机系统为例,介绍一种基于 S7-300 PLC 的矿井主通风机自动监控系统的设计。

1 主通风机系统概况

某煤矿主通风机系统由 2 台矿用对旋轴流风机组成(互为备用),每台风机由 2 台 380 V、185 kW

的异步电动机拖动,如图 1 所示。

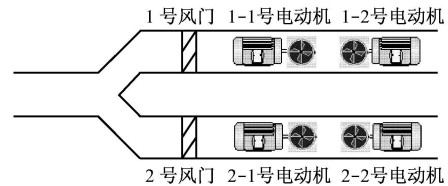


图 1 主通风机系统组成

2 主通风机自动监控系统的设计

2.1 系统组成

主通风机自动监控系统以 S7-300 PLC 为核心,主要由传感器、电力参数采集模块、PLC、触摸屏、上位机等组成,如图 2 所示^[1]。

2.2 PLC 的硬件结构

S7-300 PLC 的硬件主要由电源模块、CPU、数字量输入输出模块、模拟量输入输出模块、通信模块组成,其结构如图 3 所示。

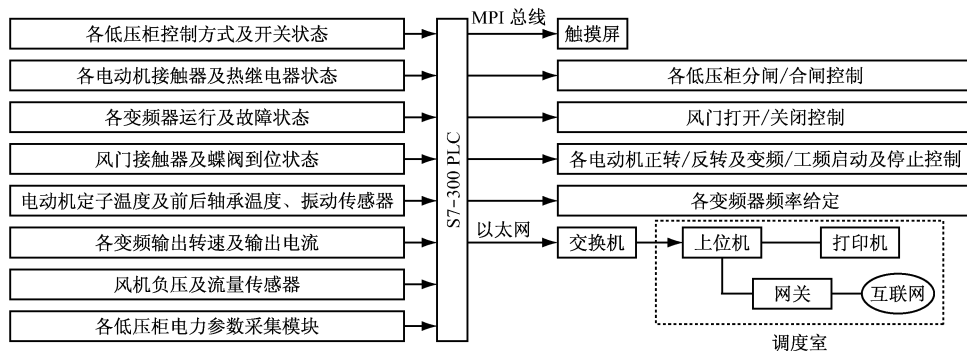


图 2 主通风机自动监控系统组成

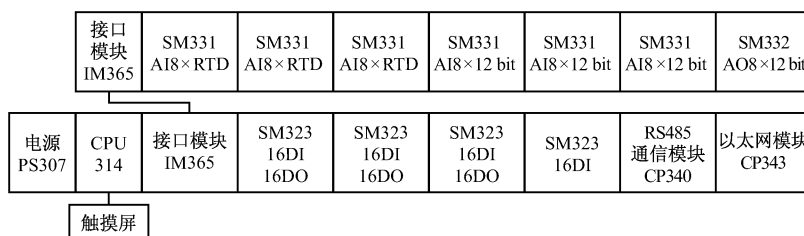


图 3 S7-300 PLC 的硬件结构

其中,数字量输入输出模块主要用于检测低压柜控制方式及开关状态、电动机接触器及热继电器

状态、变频器运行及故障状态、风门接触器状态及风门开到位、关到位状态,并控制低压柜开关的分合

闸、电动机的正转/反转和变频/工频启动, 以及风门的打开和关闭。模拟量输入输出模块主要对风机负压及流量、电动机温度和振动、变频器输出转速和电流、低压柜的电力参数等进行 AD 转换; 通信模块负责与各低压柜内的电参数采集模块、上位机通信。数字量输入输出模块和模拟量输入输出模块均留有备用余量。

2.3 PLC 的软件结构

S7 300 PLC 的软件采用模块化结构, 各控制模块之间相互嵌套, 可以满足复杂的监控要求, 其结构如图 4 所示。主循环程序包括无条件调用程序模块和有条件调用程序模块。每调用一次主循环程序块 OB1, 就调用一次无条件调用程序模块, 而只有在符合相应条件时(如发生异常故障)才调用有条件调用程序模块。这种对 2 种程序模块采用不同的处理方式可有效提高系统效率, 缩短程序处理时间。

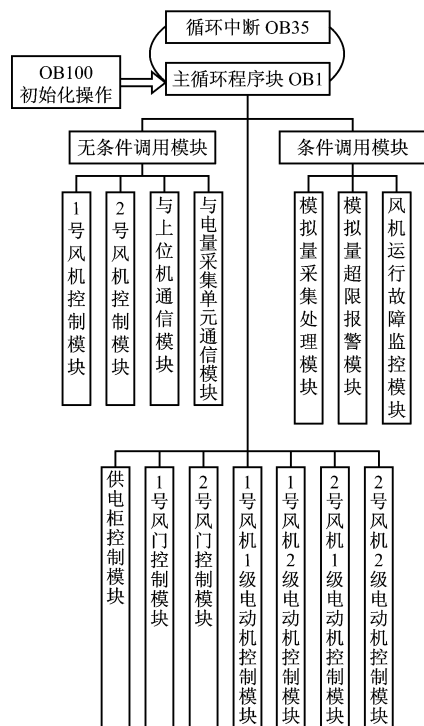


图 4 S7 300 PLC 的软件结构

2.4 模拟量的检测

(1) 温度检测

在 1- 1、1- 2、2- 1、2- 2 电动机的 A、B、C 三相定子和前后轴承安装有 PT100 热电阻, 测温范围为 $-200 \sim +640$ $^{\circ}\text{C}$, 将 SM 331 AI8 \times RTD 模块的输入方式设置成 RTD-3L 热电阻(线性, 3 导线), 由该模块将电阻值转换成相应的数字量(范围为 $-2000 \sim +6400$)送入 CPU 中, CPU 将其转换成实际温度值, 再存入相应的数据块中。

(2) 风机负压和流量检测

在风机风道处装有测量压力和流量的气体管路, 可以将其送至旁边的压力传感器、流量传感器接线箱, 传感器将压力或流量转换成 $4 \sim 20$ mA 电流输出信号, 送至 PLC 的模拟量输入模块 SM331, 由 SM331 将电流信号转换成数字量 $0 \sim 27648$, 送入 CPU 中。

(3) 电动机振动烈度检测

在 1- 1、1- 2、2- 1、2- 2 电动机的前后轴承安装有振动传感器, 它可以将电动机轴承上的振动烈度(单位为 mm/s)线性转换成 $4 \sim 20$ mA 电流信号, 送入 SM331, 由 SM331 将电流信号转换成数字量 $0 \sim 27648$, 送入 CPU 中。

(4) 变频器输出转速和输出电流检测

在低压柜 D2、D3、D5、D6 内各有一台 ABB 公司生产的 ACS800 系列变频器, 通过面板设置使其模拟量输出口 AO1、AO2 分别输出转速(范围为 $0 \sim 742$ r/min)和电动机电流值(范围为 $0 \sim 357$ A), AO1、AO2 端子输出的 $4 \sim 20$ mA 电流信号送入 SM331, 由 SM331 将电流信号转换成数字量 $0 \sim 27648$, 送入 CPU 中。

(5) 各低压柜电量采集

低压柜 D1~D8 内各有一块山东力创公司生产的 EDA9033A 智能电力参数采集模块, 可以完成三相电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、有功电度等电参数的测量, 其输入为三相电压($0 \sim 500$ V)、三相电流($0 \sim 1000$ A), 输出为 RS485 接口的数字信号, 通信规约采用 ModBus-RTU 协议。PLC 的 CPU 通过 RS485 通信模块 CP340 解析 ModBus-RTU 协议, 与电力参数采集模块通信。

2.5 风机负压和流量的自动控制

传统的通风机自动控制系统通常采用开环控制方法调节负压或流量, 即现场测定不同频率下风机负压或流量的实际值, 再结合技术人员的经验, 设定一个频率值给变频器, 使变频器长期在该频率下运行。该方法的优点是容易实现, 缺点是没有反馈控制, 精度不高。先进的通风机监控系统应采用闭环控制方法自动维持风机负压或流量恒定, 经济合理地满足生产需求。闭环控制多采用简单、可靠的 PID 控制, STEP7 中有 PID 控制功能块 FB41, 通过编写程序, 在软件上设置相应比例、积分、微分参数, 由 SM332 输出电流信号给变频器, 即可完成风机负压和流量的自动控制任务^[2]。

基于 S7 300 PLC 的矿井主通风机自动监控系统将 PID 控制任务交给了外部的专用 PID 控制模块——百特工控公司生产的智能型专家自整定 PID 调节器 XMA5000。XMA5000 可实现零点、满度自动跟踪, 长期运行无漂移, 信号输入、控制输出全部采用软件调校, 输入分度号、输出参数、控制算法按键可设定, 广泛用于温度控制、压力控制、流量控制、液位控制等各种现场和设备配套。XMA5000 的应用电路如图 5 所示^[3]。

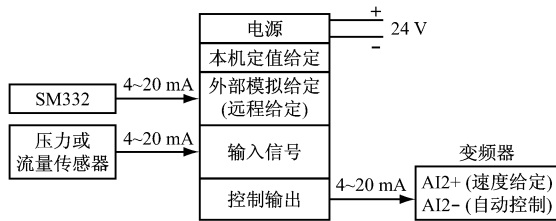


图 5 XMA5000 的应用电路

XMA5000 的输入信号形式可以通过其面板上的按键设置和硬件跳线设置来修改, 图 5 中使用的是 4~20 mA 标准电流信号。采用电流信号的原因是它可用于远距离传输, 电压信号在传输过程中要受到诸如传输距离等条件的限制, 并且 4~20 mA 电流可提供断线报警功能, 该电流反映的是负压或流量等过程值, 由负压或流量传感器提供。XMA5000 的过程量给定信号采用外部模拟给定(远程给定), 它同样采用 4~20 mA 标准电流信号, 该电流信号由 PLC 的模拟量输出模块 SM332 提供。XMA5000 为智能型 PID 调节器, 内部采用 PID 专家自整定算法, 无需人工输入比例、积分、微分参数, 其控制输出为 4~20 mA 电流信号, 送入变频器的可编程模拟量输入接线端子 AI2(速度给定、自动控制), 由变频器调节风机配用电机的转速, 进而调节风机的负压和流量。

当 PLC 出现故障或停电检修期间, 可以将 XMA5000 的信号给定方式改为本机定值给定, 其它设置不变, 仍由 XMA5000 输出 4~20 mA 电流信号, 送入变频器的可编程模拟量输入接线端子 AI2(速度给定、自动控制), 由变频器调节风机配用电机的转速, 进而调节风机的负压和流量。

当 XMA5000 出现故障时, 就需要使用变频器的 PID 控制宏及外部接线来实现压力或流量的自动调节功能。变频器 PID 控制的外部接线如图 6 所示^[4]。

例如要对负压进行闭环控制, 已知负压传感器的输入压力值(量程)为 0~5 kPa, 输出为 4~



图 6 变频器 PID 控制的外部接线

20 mA 直流信号, 要控制风机负压为 2 800 Pa, 则换算成变频器过程给定 AI1 的值应为 $2 + \frac{2\,800 - 0}{5\,000 - 0} \times (10 - 2) = 6.48$ V, 只需调节电位器, 使得 AI1+ 和 AI1- 端子之间的电位差为 6.48 V 即可。变频器投入运行后, 先调节好 P 参数和 I 参数, 再逐步增大 D 参数, 改善变频器响应的快速性, 以不出现振荡为最佳。实际上, 变频器可以不加微分作用, 即把 D 参数设置为 0 即可。设置 P 参数和 I 参数要注意以下环节:

(1) P 参数设置: 开始应将 P 参数设置大些, 以免变频器启动后运行出现超调或振荡现象。运行后如果要提高系统响应的快速性, 可逐步调小 P 参数, 以加强比例作用的效果, 以系统既能快速响应, 又不出现超调或振荡为最佳。

(2) I 参数设置: 开始应将 I 参数设置大些, 待变频器运行后, 先将比例参数设置好, 再逐步调小 I 参数, 使变频器既能快速消除静差进入稳态, 又不出现超调或振荡为最佳。

2.6 上位机监控软件设计

上位机监控软件采用 InTouch 组态软件, 其结构如图 7 所示^[5-6]。

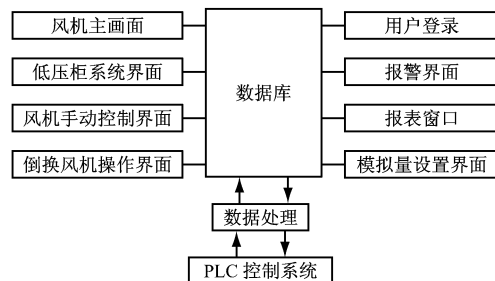


图 7 上位机监控软件结构

上位机接收来自 PLC 控制系统的数据, 送给实时数据库, 数据库中的信息经过处理, 可以实现以下功能:

(1) 风机、电动机、低压柜的参数以图画、数值的方式实时且直观地显示在计算机屏幕上。

(2) 在取得 PLC 控制系统的授权后, 可以向下位机发出控制命令, 以操作现场执行机构或调整被控模拟量。

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0099- 04

IETM 在凿岩台车维修保障系统中的应用研究

赖宝林, 李艾华

(第二炮兵工程学院 502 教研室, 陕西 西安 710025)

摘要: 为了提高凿岩台车维修保障系统的信息化水平, 提出了一种将 IETM 应用在凿岩台车维修保障系统中的方案; 阐述了 IETM 的概念、等级划分及目前流行的 IETM 标准, 介绍了基于 S1000D 标准的 IETM 凿岩台车维修保障系统的设计和实现。实际应用表明, 将 IETM 应用在凿岩台车维修保障系统中不仅可以节约设备出现故障时查阅资料的时间, 而且可以促进使用单位间的资源交流, 有效提高凿岩台车的维修保障水平。

关键词: 凿岩台车; 维修保障; 信息化; 电子技术手册; S1000D

中图分类号: TD639 **文献标识码:** B

Research of Application of IETM in Maintenance Support System of Drilling Jumbo

LAI Baolin, LI Aihua

(No. 502 Faculty of the Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025, China)

Abstract: In order to improve informatization level of maintenance support system of drilling jumbo, a scheme of IETM used in maintenance support system of drilling jumbo was proposed. Definition, classification and popular standards of IETM were described, and design and implementation of IETM maintenance support system of drilling jumbo based on standard of S1000D were introduced. The actual application showed that applying ITEM in maintenance support system of drilling jumbo not only can save time of consulting data when drilling jumbo has fault, but also can promote resource exchange between

收稿日期: 2010- 08- 25

作者简介: 赖宝林(1985-), 男, 四川绵羊人, 第二炮兵工程学院在读硕士研究生, 研究方向为凿岩台车故障诊断。E-mail: laibaolin@tom.com

(3) 对超限参数进行声光报警, 并存储报警记录。

(4) 报表输出和打印功能。

3 结语

实际应用表明, 由现场设备、PLC、触摸屏、上位机构成的矿井主通风机自动监控系统能够实现通风机的就地、集中、远方 3 种控制方式, 大大提高了风机设备的自动化程度和运行可靠性。其中, 利用高可靠性的智能型专家自整定 PID 调节器来调节风机负压或流量是一种良好方案。

参考文献:

[1] 谭长森, 孙鹏, 郭峰, 等. 基于 PLC 的矿井主扇风机

自动监控系统的设计[J]. 工矿自动化, 2007(6): 106-108.

[2] 廖常初. S7-300/400 应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.

[3] 百特工控公司. XMA5000 专家自整定 PID 调节器[EB/OL]. [2010-07-01]. <http://www.fbtc.com.cn/UploadFile/UploadImg/XMA5000.rar>.

[4] 中国工控网. ABB ACS800 变频器产品样本[EB/OL]. [2010-07-01]. <http://www.chinakong.com/download/listdown.asp?id=861>.

[5] 房利国, 华钢, 张培. 主扇风机在线监测监控系统设计[J]. 淮阴工学院学报, 2009, 18(1): 23-26.

[6] 周向志, 刘文斯, 林育华, 等. 基于 Matlab 处理矿井主通风机性能实测参数[J]. 矿业工程研究, 2010(2): 42-45.