

关于水泥厂节能供水的控制系统设计

郑浩哲 洪永强 薛文东

(厦门大学机电工程系, 福建 厦门 361005)

摘要: 本文设计了水泥厂节能供水系统的控制系统, 包括系统方案设计、硬件组成和软件设计, 通过 PLC 控制变频器来实现节能供水, 通过触摸屏了解系统的工作情况, 设定相关参数, 界面美观实用, 操作灵活方便。

关键词: 节能供水 PLC 变频器 触摸屏

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4801 (2009) 04-016-03

引言

在资源日渐紧张的今天, 节能减排是全世界都十分重视的问题, 我国的“十一五”计划更是明确制定了今后五年的节能减排计划。节能减排不仅关系到企业效应, 还关系到社会效应, 所以企业应该注重节能减排方面的考虑, 为建设节约型社会做贡献。水泥厂的供水系统, 在整个生产中是不可或缺的一部分。若按传统方法, 为了保证其具有高的稳定性和可靠性, 以及免除不停启闭给电机造成损耗, 带动水泵的电机需要 24 小时连续工作, 仅在遇到例行检修和故障时, 才停止运行。这样不仅大大的浪费电力资源, 还增加电机的工作负担, 减少其使用寿命。而由 PLC、触摸屏和变频器组成的控制系统, 根据设置在输水管道的传感器返回的数据, PLC 控制变频器的频率, 从而控制电机转速, 影响管道中的压力, 使水管中的压力保持在一个较为稳定的值, 触摸屏可以直观的查看各项数据, 也可通过其控制 PLC 和变频器的各项参数。使用该控制系统不仅可以保证其稳定性和可靠性, 还可以运用 PID 控制大大的节约了电能, 同时操作灵活, 更便于控制。

1 系统的方案设计

1.1 设计要求

整个控制系统必须满足以下条件:

(1) 可与变频器实现通讯, 实时监控变频器工作状态, 并将设备状态主要参数显示在触摸屏上。

(2) 实现 PLC 与触摸屏通讯, 可直接在触摸屏上对参数进行设定, 界面友好且美观。

(3) 触摸屏上显示时间和记录设备工作状态等, 故障记录等功能可随时调用。

(4) PLC 预留级联通讯口, 便于多台设备组网通讯集中管理。

(5) 控制过程要实现使变频器启动后工作在下限频率值(可调定)和上限频率值(可调定)之间, 并随采样传感器的中心值变化调整。

具体的方案是: 变频器与电机相连, 通过改变变频器的输出频率, 来控制电机的转速; PLC 通过 RS485 与变频器通讯, 可对变频器进行各项操作; PLC 通过 RS232 与触摸屏通讯, 把各项数值显示到触摸屏上, 同时也可通过触摸屏, 修改 PLC 的参数, 最终达到控制变频器的效果; 水压传感器与 PLC 的模拟量输入连接, 根据传感器反馈的实时的水压值, 来设定变频器的频率。改造方案的原理如图 1 所示。

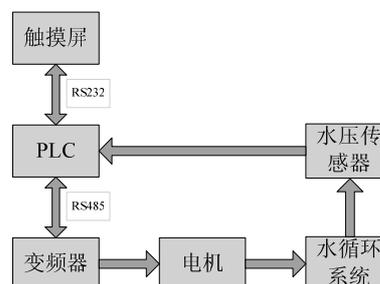


图 1 改造方案的原理图

这个方案以 PLC 作为控制元件, 由于 PLC 的可靠性比触摸屏的高, 在触摸屏出现故障的情况, PLC 依然可以控制变频器正常运行; 当 PLC 出现故障, 变频器将按照原先 PLC 设定的频率值运行, 虽然 PLC 的 PID 控制功能无法实现, 但是可以保证供水系统的基本水压, 维持正常的生产; 若变频器出现故障, PLC 立即把系统切换到工频状态, 有效的保证的整个系统的可靠性。

2 系统的硬件设计

2.1 硬件的选择

变频器选用的是 150kW 的西门子 MICROMASTER 430 变频器。PLC 选用的是西门子 S7-200 224xp

PLC。触摸屏选用的是 WEINVIEW MT500 系列触摸屏。

2.2 变频器和 PLC 之间的连接和通讯

变频器和 PLC 是通过 RS485 连接。二者通讯采用通用的串行接口协议 (USS)，USS 按照串行总线的主-从通讯原理来确定访问的方法。为了 PLC 与 MM430 变频器能正常通讯，需设置以下的参数：

将端子 14 和端子 15 分别接到 P+和 N-来实现。

P0003=2 (访问第 2 级的参数所必须的)

P2010=USS 波特率 (这一参数必须与主站采用的波特率一致)

P2011=USS 结点地址。(这是为了变频器指定的唯一从站地址)

2.3 触摸屏和 PLC 之间的连接和通讯

触摸屏的电源由 PLC 提供，为 24V DC 的直流电源，PLC 和触摸屏之间的串口线接线图如图 2 所示。

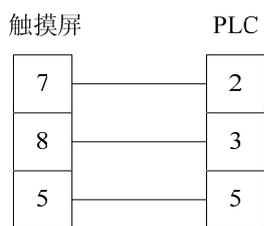


图 2 串口线接线图

3 系统的程序设计

3.1 PLC 程序设计

PLC 的程序设计，除了使用到常用的 S7-200 PLC 指令外，考虑到跟变频器通讯的报文格式，还需要使用到 STEP 7-Micro/WIN 指令库。STEP 7-Micro/WIN 指令库包括专门设计用于 USS 协议与变频器通讯的预配置子程序和中断例行程序，可以使用 USS 指令控制变频器和读取 / 写入变频器参数，使控制 MicroMaster 变频器的作业更加简便。

程序的流程如图 3 所示。

该控制系统的 PLC 程序实现的控制方式为扫描方式。程序按照流程图依次扫描。由于是采用 USS 的通信，为了防止连续的两个与变频通讯的指令互相干扰，需在每个指令发送完毕之后，延时一段时间。

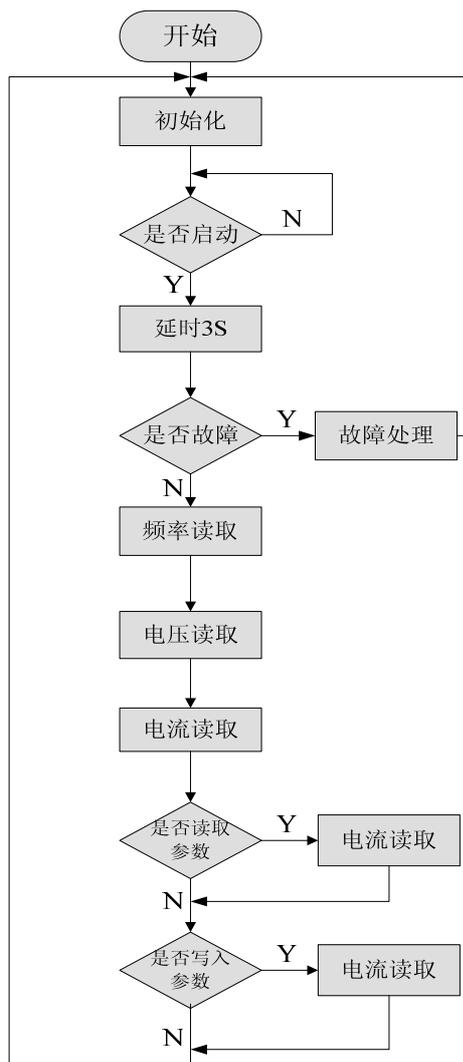


图 3 程序流程图

PID 的自整定：

S700-2 的 PID 自整定，是根据过程变量振荡的周期和幅度的变化，确定最终的频率和增益，并用它们来求出 PID 控制器的增益、积分时间常数和微分时间常数的最佳的推荐值。所以至少有一个 PID 回路的程序下载到 PLC，并将 PLC 切换到运行模式，通过菜单中的“工具→PID 调谐面板”命令，打开 PID 自整定控制面板；可以用屏幕左下方的单选框选择参数的当前值、推荐值或手动值，选择手动值可以手工修改参数；点击“Update PLC”按钮，将显示的参数传送到被监视的 PID 回路中；通过点击“Start Auto Tune”按钮用来启动和停止自整定过程。自整定的 PID 参数可能对于系统来说的并不是最佳的，还需要手动凭经验来进行整定。

3.2 触摸屏界面设计

触摸屏的界面用威纶 EasyBuilder 500

V2.6.2 编辑。总共包括首页界面、操作界面、设定界面、高级界面和PID界面。

首页界面：显示水泵电机的工作情况，如电压、电流、功率以及水压。

设定界面：可对水压类型以及变频器运行的极限频率等进行设定。

高级界面：可查询和修改变频器的参数。

PID界面：主要是显示PID的一系列参数，并可随时修改。

操作界面：可对水泵电机进行启停等控制。

图4为操作界面。左上角有“启动”、“正常停止”和“快速停止”三个按钮，用来控制电机的启停。左下方的菜单可实时显示变频器输出的电压、电流和功率。界面中央清楚的显示变频器输出的频率，通过点击“自动”和“手动”可以选择让其是工作在设定频率，还是根据PID控制。当电机和变频器正常运行时，显示“正常”状态，一旦出现故障，将报警，同时将变为“故障”状态。右侧显示当前的水压反馈值和设定的水压值，同时也可以直接根据不同的工作情况，选择三种不同的水压类型。对右下角的菜单进行操作，可实现不同界面之间的切换。

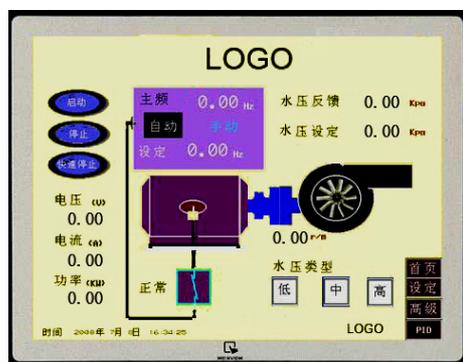


图4 触摸屏界面图

参考文献:

- [1] 王雷勇, 张天开. 基于UUS协议实现PLC对变频器的控制[J]. 电气应用, 2008, 27(16): 18-20.
- [2] 黄昭. 基于西门子S7 PLC和TP170A触摸屏的精酱机自动进退刀控制系统[J]. 电工技术, 2008(8): 38-39.
- [3] 王立乾. 触摸屏、PLC在空压机检测试验台中的应用[J]. 机械与电子, 2008(8): 50-54.
- [4] 滕敏君, 李伟光, 刘铨权等. 基于PLC和触摸屏的高速邮包机控制系统设计[J]. 制造业信息化, 2008(6): 92-93.

作者简介: 郑浩哲(1986年-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 机电一体化。

薛文东(1982年-), 男, 博士研究生, 主要研究方向: 计算机测控技术。

通讯作者: 洪永强(1959年-), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 计算机测控技术, 智能控制与仪器和生产过程自动化等。

4 安装调试

电控柜先期已经根据图纸由电器柜工厂生产。利用水泥厂进行设备大修之际，把电控柜安装上去，试运行，检查电控柜是否能如预期的控制变频器，同时在供水管道中安装压力传感器，并将传感器跟PLC连接，测试是否能成功收到反馈信号。因无法得知满足生产要求的最低水压为多少，故要启动系统，进行试生产，经过多次试验，最终才能得到“水压类型”中的低中高三个档的压力值。利用PLC的PID自整定功能，得出最佳的PID参数。逐项对参数进行设置和测试，如频率的上下限等，保证可以通过触摸屏控制修改变频器的大部分参数。需要注意的是，温度对设备的影响，若控制室不是恒温的，需要给电控柜加装散热设备，不然外部环境过高的话，会造成变频器的保护关闭，使系统无法正常的运行。

5 结论

在安装新系统前，记录原系统的五天的日耗电量，取平均值；在安装新系统后，同样记录新系统的五天的日耗电量，取平均值；计算得电量的消耗降低了19.7%。若剔除在同一个线路上的照明系统等用电器，实际的节能率应高于19.7%。而且由于使用的是触摸屏，不仅界面美观，查看所需参数一目了然，对系统的参数设置，亦很简便。此外，新系统在节能的同时，同时，新系统亦为以后的扩展预留了接口，以待性能更加完善。