

[工业电机]

PLC控制电机变频调速试验系统的开发与应用研究

文/刘春明
广西中油电能售电有限公司

为了确保工业电机运行的安全性与稳定性，介绍一种PLC控制电机变频调速试验系统的设计方案。该试验系统由软件和硬件两大模块构成，其中硬件主要包括上位机、PLC、变频器、传感器及电磁阀，软件包括操作系统，上位机、变频器与PLC之间的通信流程等，在软硬件相互配合下共同实现电机变频调速试验。通过应用分析可以发现，该试验系统功能良好，可自动对电磁阀、电机进行控制，显示电机转速、变频器故障等信息，有利于相关工作人员准确了解整个动力系统具体情况，因而能够将该试验系统大规模应用。

电机是现代机械设备中的重要组成部分，主要用于为机械设备的运行提供驱动力，以保证整个机械设备正常运行。现代机械设备运行过程中，通过变频调速的方式进行控制，可以使电机处于良好的转速状态。但需要注意的是，受到变频器自身性能、人员操作等因素的影响，可能对电机变频调速性能造成破坏，不利于电机乃至整个机械设备的运行。所以，为了提升电机变频调速效果，应采取科学、合理的方式对电机变频调速性能予以检测。基于此，设计并开发出一种可编程逻辑控制器（PLC）控制电机变频调速试验系统，为相关工作人员更好地了解电机变频调速性能提供支持。

总体框架设计

研究中选择一台物料搅拌设备电机为例对试验系统进行了设计。该设备主要用于混凝土的拌和，在设备中设置相应的配合比参数后，系统自动将一定量的粗细集料、水泥和细砂等物料运输到搅拌机中，以此完成混凝土拌和操作。整个设备运行过程中，不同功能由不同电机控制。针对该设备电机工作特点，结合电机变频调速试验需求，设计出一台

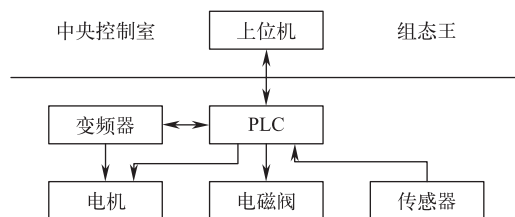


图1 试验系统总体框架图

电机变频调速试验系统，其总体结构如图1所示。该试验系统主要工作原理为：利用各种传感器实时采集电机转速与转矩、变频器频率与电压等数据，通过对这些数据初步处理后，将数据传输给PLC。PLC通过接收到的数据进行计算与分析，以此判断电机与变频器实时运行状态。然后以此为基础，根据物料搅拌操作需求，PLC自动生成电磁阀、变频器及电机等的控制指令，并将这些控制指令传输到对应模块当中，实现对各个模块的自动化控制。其中，变频器接收到PLC控制指令后，自动对变频器电压与频率进行调节，以此控制电机的转速与转矩^[1]。另一方面，PLC计算出电机、变频器等设备运行状态情况后，还可将计算结果传输给上位机，以此用于试验检测结果的展示，提升相关工作

人员对电机及变频器运行状态的了解,有利于工作人员准确判断电机变频调速性能是否符合要求。

系统硬件设计

1. 上位机

上位机是整个试验系统的人机交互界面,一方面面对系统试验检测结果进行展示;另一方面操作人员可以根据电机变频调速实验需求设置相应的参数。针对变频调速试验需求,结合经济性、可行性等原则,上位机选择的是触屏式PC机,其CPU主频为2 GB,内存容量为256 MB,通过485DB通信模式,完成上位机与PLC之间信息的传输。

2. PLC模块

PLC是整个试验系统的核心模块,用于对传感器采集数据的计算与分析,判断电机、变频器运行情况,并自动生成相应的控制指令,以此对电机、变频器运行情况进行调节^[2]。现代工业领域内存在多种类型PLC模块,每种PLC模块功能、接口数量和运行效率等均存在一定差异,因而需要根据实际情况选择最佳的PLC模块。通常情况下,PLC模块选择主要考虑外接设备数量。针对物料搅拌设备来说,共安装5台电机、4个电磁阀、5个光电传感器、4个速度传感器及4个继电器,总计22个外接设备,因而需要PLC上的接口数量超过22个。为此,选择的是FX2N-48ER PLC,该PLC共有48个接口,其中输入接口与输出接口各24个,符合电机变频调速试验系统需求。

3. 变频器

正常工况条件下,电机通常处于标准电压及标准频率运行状态,且输出转矩与功率均能够达到标准值。而处于变频调速工况条件下,电机供电频率并不固定,使得电机输出也随之而改变。同时,由于电机功率存在差异,使得电机调速时需要不同的变频器,只有确保变频器容量高于电机容量,才可使变频器发挥出最大的作用,即变频器的标准电流 I_{CN} 高于电机的标准电流 I_M ,一般选择标准为 $I_{CN} \geq (1.0 \sim 2.0) I_M$ ^[3]。通过对搅拌装置电机相关资料查询可知,传送带配套电机功率为14 kW,搅拌机配套电机功率为20 kW,取中间值1.5倍来计算可得,传送带配套电机控制变频器容量为21 kW,型号为6SE7023-2ES87-2DC0;搅拌机配套电机控制

变频器容量为30 kW,型号为DKML-A511-4T030/30 kW/380 V。

4. 传感器

针对物料搅拌设备结构特点,结合电机变频调速试验需求,试验系统中共采用9个传感器,其中,5个光电传感器、4个速度传感器。传感器包括:1台SP103202BP型变频功率传感器,用于实时采集变频器、电机运行电压、电流及功率相关数据,电流测量范围为0~2 000 A,精确度为0.1%FS;电压测量范围为75 V~15 kV,精确度为0.11%FS;功率测量范围为5~1 500 Hz,精确度为0.2%FS。4台型号为KG1006A,用于检测各个料仓内是否有物料,其测量范围为5 kg~5 t,可根据用户需求来选择。4台速度传感器用于采集不同物料运输皮带的转速。该传感器磁钢固定在动滚筒上,随着皮带的转动,磁钢也随之而旋转,以此产生感应脉冲信号,该信号通过放大、整形处理后,得到0~5 V的脉冲信号,最后通过0~5 V脉冲信号的计算与分析,即可得到皮带转速。

5. 电磁阀

电磁阀主要以PLC传输的控制指令为依据,自动调节电磁阀的开关状态,以此用于各个料仓的打开与关闭,以向搅拌机输送适量的物料。根据物料搅拌设备料仓规格尺寸、形状特点等,采用的是DN25-2W250-40B电磁阀,该电磁阀接管口径为3.81 cm,流量通径为40 mm,可正常通过不同类型物料。

软件设计

1. 操作系统设计

试验系统上位机用于完成试验系统的控制及电机变频调速试验结果的显示,可能同时进行多项任务。所以,为保证整个系统快速运行,需要选择技术较为成熟,且可以同时进行多进程的操作系统。为此,最终选择Windows 7 professional x64系统。该操作系统功能强大,如目录、远程桌面、备份和演示等,且具有较多内容,有利于整个试验系统的快速运行。在该操作系统内,安装6.55版本的组态王软件,用于应用程序与界面的开发,其主要功能如图2所示。

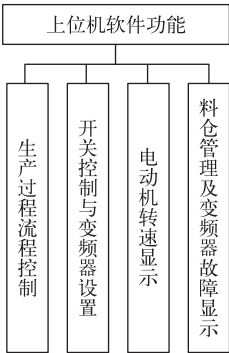


图2 上位机软件主要功能框架图

2. 上位机与PLC模块的通信流程

上位机与PLC模块通信时，采用的是全局变量模式，通过组态王建立通信过程，包括5个方面内容，分别为定义画面、定义设备、定义变量、构建动画连接以及运行与调试。5个方面内容相互交错进行，并非独立存在的。将组态软件打开后，点击FX2N选项，在打开界面内分别录入PLC变量名称、数据类型与地址等相关参数，以此完成变量定义操作，使得PLC与组态王软件连接到一起。其中，部分PLC变量见表1。所有变量定义结束后，组态王软件以此为基础，自动跳转到画面编辑器界面，根据系统内部结构特点，利用编辑器内相应的图形绘制出生产监控画面，并自动将变量与对应对象进行连接，以使画面投射到上位机屏幕上，实现PLC分析结果直观显示的目的。

表1 部分PLC与上位机通信变量

符号	控制	地址	类型	初始值	说明
DJK_CF	PLC1	M001	Bool	0	控制粗集料皮带电动机变量
DJK_G	PLC1	M002	Bool	0	控制搅拌机电动机变量
DJK_XF	PLC1	M003	Bool	0	控制细集料皮带电动机变量
DJK_DS	PLC1	M004	Bool	0	控制水泥皮带电动机变量
LCF_CF	PLC1	M011	Bool	0	控制粗集料仓电动机变量
LCF_G	PLC1	M012	Bool	0	控制搅拌机电动机变量

3. 变频器与PLC模块的通信流程

变频器与PLC模块通信设计时，采用的是有线通信连接模式，将长度适中的两对导线分别连接PLC芯片与变频器，连接原理如图3所示。SDA、SDB、RDA、RDB与SG均表示变频器或PLC的端口。

4. 系统程序设计

该实验系统主要程序包括按键处理程序、报警程序和变频器设定程序等，所有程序均利用PLC中

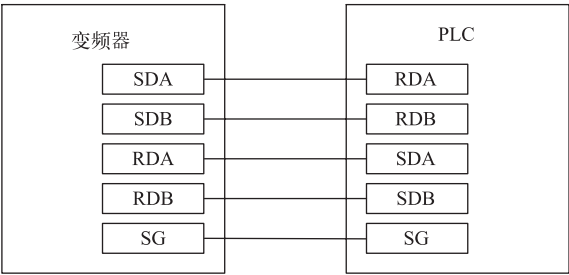


图3 变频器与PLC模块通信原理图

的FX_GP_WIN-E软件完成，即软件根据系统功能需求，分别构建出相应的功能块（子程序）、数据块（数据库）和结构块（接口界面），将3个模块组装到一起后，即可得到相应的控制程序。

应用分析

按照上述内容对PLC控制电机变频调速试验系统进行开发，对该试验系统的应用效果进行测试。通过测试可以发现，该系统可动态显示电机、变频器运行情况信息，系统可以自动对变频器、电磁阀运行状态进行调控，且当变频器出现故障后，系统可以自动发出故障警报等，符合预期要求。由此表明，该试验系统功能良好，可将其应用到电机变频调速功能检测工作当中。

结束语

综上所述，设计一种集PLC、上位机、变频器、电磁阀及各种传感器为一体的PLC电机变频调速试验系统，利用该系统对物料搅拌设备电机变频调速功能检测时，不仅可以直观显示出检测结果，而且还可自动对电机或电磁阀进行调节，有利于对电机变频调速的控制与管理，对提升整个设备运行安全性与稳定性具有重要意义。EA

(收稿日期：2024-11-19)

参考文献

[1] 郭刘勇. 坡底煤业通风机变频调速系统应用[J]. 江西煤炭科技, 2024(3): 277-279, 282.

[2] 罗浩. 副井提升机三电平交直交变频调速系统优化设计[J]. 机械工程与自动化, 2024(3): 162-164.

[3] 高成荣. 无速传变频调速系统设计与仿真试验[J]. 中国新技术新产品, 2024(9): 62-64.