

球团耐热风机系统的升级改造

丁春生

首钢矿业集团有限公司计控检验中心

[摘要]球团厂原耐热风机系统由传统的电磁继电器、就地数显仪表构成,其自动化程度低、保护装置少。为提高生产线工艺需求,满足当前生产形势,提出应用PLC控制技术对风机控制系统进行升级。上位机软件采用西门子WINCC组态软件,下位机采用西门子S7-400 PLC负责现场数据的采集、逻辑控制及反馈控制。应用DP网络通信技术,简化了大量的数据传输线路和转换设备。形成一套具有一定自诊断监控能力的数据在线监测和自动控制系统,实现风机运行参数的全面监控和相应预警功能,实现一键式开、停机功能。通过PID控制风机转速达到链篦机风箱温度自动调节,升级后有效提升了风机系统技术性能,满足了生产需求,也大幅度降低了工人的劳动强度。

[关键词]耐热风机; 西门子S7-400PLC; 自动控制

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.09.617

绪论

耐热风机属于不间断运转设备,主要由电机、液力耦合器、风机以及其他附属设施组成,升级前风机系统日程巡查、维护操作等均需要现场操作,存在监控不到位,操作不及时,不精确等情况。运行中存在保护不健全隐患,风门转速与风门控制不精确且故障率高,控制线路复杂。对此,我单位在原有电气控制系统的基础上,新增加一套远程自动控制系统,通过对过程变量的实时监测、生产工艺的实时监控、过程参数的实时控制,实现耐热风机运行参数不间断监测和风机转速自动精准控制。远程控制系统成功应用后,风机转速能够根据工艺参数需求自动精准调节,提高了企业生产的自动化水平,为实现工业生产自动化、信息化提供技术保障。

一、引言

1.1 耐热风机系统组成和工作原理

(1) 系统组成

耐热风机系统的主体设备包括:电机、液力耦合器和风机等;

附属设备包括:耦合器上的转速调整执行器,进风管道上的风门调节执行器,为风机轴承座、液力耦合器提供润滑的稀油站和电控系统。其中电控系统包括:温度、压力、振动等一次检测元件,二次显控仪表、电控开关、继电器等低控元器件等和高压开关柜。

(2) 工作原理

电机带动耦合器内的液压油高速旋转,耦合器内高速旋转的液压油带动风机旋转,风机叶轮旋转形成管道风。通过调整耦合器内的油勺角度控制风机的转速,进而调节风量。

1.2 耐热风机自动控制系统设计背景

耐热风机自控系统中主电机的启、停由操作工通过机旁箱手动控制高压开关,保护通过高压柜上的综合保护装置;风机采用控制柜操作,分立的中间继电器与时间继电器联动控制,缺少保护功能,无法实现与上位机画面通讯;液力耦合器转速执行器、风门执行器通过手操器控制,转速调节反应慢、精度差;稀油站内的两台油泵靠人工操作,两台油泵不能自动切换,油压检测保护装置不系统,保护能力差。电控系统初始设计是由显控仪表、中间继电器和时间继电器等分立元件组成;风机、电机轴承测温度、测振通过数显表显控,由人工巡视监控。现场设备启停操作、运行参数控制全依靠人工操作,时常会出现调整滞后、精准度不够等问题,给整个生产工艺带来极其不利影响。

随着球团厂生产能力的提升,单纯的人工操作不能满足正常生产需要。

1.3 改造设定目标

本次升级以实现风机及其附属设备一键式开、停机操作、风机转速自动调整、风机运行参数、运行状态集中监控、相应超标预警、风机运行保护等功能为目标。分别从高压、低压两部分进行控制系统改造,通过控制程序编写,并通过I/O接口模块对现场风机运行参数信号采集和控制输出,形成一套具有一定自诊断监控能力的数据在线监测和自动控制系统,检测系统选用西门子PLC,上位机软件采用西门子WINCC组态软件,实现了良好的人机交互界面。

二、硬件设施改造方案

2.1 现场的优化设计

改装高压柜与低控柜间的控制线路,使高压柜具备PLC控制功能;组装设备连锁控制功能转换开关、按钮,加装设备状态指示灯;改装耦合器转速执行器及风门执行器的控制及信号传输线路以满足PLC直接控制风机调速要求;改用一体化测振装置和测温热电阻,取消数显表变送中转环节;增加风机进口温度检测热电阻;取消耦合器原电接点压力计和电接点温度计,改用压力变送器和热电阻;在稀油站出口油管上加装一台压力变送器,用于检测油压值,增装一套电加热装置及油温检测热电阻,用于稀油加热;组态PLC控制系统,组建PLC与上位机画面的通讯网路,组装PLC与现场一次检测元件及被控设备的控制信号传递回路。形成整体的PLC控制系统。根据设备的检测控制要求,汇总出以下PLC输入输出信号点,如表2-1所示。总计数字量DI点13个、模拟量AI点16个;数字量DO点12个、模拟量AO点0个。

三、系统的设计与实现

3.1 硬件配置

耐热风机附属链算机系统且球团链算机系统采用西门子S7-400系列PLC,其中主控模块选用CPU 414-2 DP型,结合现场实际,设计将耐热控制系统放在链算机CPU下,作为链算机的子站系统,采用PROFIBUS-DP网络,如图3-1所示。

系统包括电源模块(PS)、接口模块(IM 153)以及300系列DI/DO/AI/AO模块。

3.2 系统设计的要求

(1) 风机开机条件设计

(2) 风机启停机设计

系统设两种控制模式:一是就地控制,二是上位机画面一键式连锁启、停控制。在开机条件全部满足要求的前提下,点击上位机画面“风机启动按钮”,首先启动油泵,当稀油压力增加到0.15Mpa时,延时1分钟,发出高压柜合闸信号,高压柜合闸、分闸信号是一个脉冲信号(延时1S)。停机时,点击

表 2-1 PLC输入输出信号点表

| | DI | DO | AI | AO |
|----|----------|----------|-----------|----|
| 1 | 风机允许启动 | 1#油泵启停控制 | 电机前轴承温度 | |
| 2 | 风机运行 | 2#油泵启停控制 | 电机后轴承温度 | |
| 3 | 风机急停 | 稀油加热控制 | 风机前轴承温度 | |
| 4 | 高压允许启动 | 电机合闸 | 风机后轴承温度 | |
| 5 | 1#油泵自动 | 电机分闸 | 风机进口烟气温度 | |
| 6 | 2#油泵自动 | 耦合器执行器关阀 | 耦合器进口油温 | |
| 7 | 1#油泵故障 | 耦合器执行器开阀 | 耦合器出口油温 | |
| 8 | 2#油泵故障 | 风门执行器关阀 | 风机自由端垂直振动 | |
| 9 | 1#油泵运行 | 风门执行器开阀 | 风机自由端水平振动 | |
| 10 | 2#油泵运行 | 警铃驱动 | 风机固定端垂直振动 | |
| 11 | PLC 操作有效 | 风机停止 | 风机固定端水平振动 | |
| 12 | 风机综合故障 | 风机运行 | 耦合器开度反馈 | |
| 13 | 高压柜故障 | | 风门开度反馈 | |
| 14 | | | 风机转速 | |
| 15 | | | 稀油压力 | |
| 16 | | | 风机电流 | |

“风机停机按钮”，风门、耦合器开度自动关闭后，发出分闸信号。油泵延时15分钟后自动停止。系统设有两种停机方式，一是正常停机，二是故障保护或紧急停机。通过点击“风机停机按钮”，属正常停机。当风机系统各部运行参数超出停机保护设定值、附属设备运行状态变化或急停信号到达，系统发故障停机命令，属故障保护停机。

(3) 风机的运行保护设计

开机时稀油压力达到0.15Mpa，风机才能启动，否则不启动；

运行中油压低于0.1Mpa时，备用泵自动启动并报警；油压低于

0.08Mpa时，油压低报警并延时5秒停机；油压高于0.25Mpa时，油压高报警并延时5秒停机。风机轴承温度高于70℃报警，高于90℃停机；振幅值高于7.1mm/s报警，高于11.2mm/s停机；耦合器出口油温高于80℃报警，高于85℃停机；电机轴承温度高于65℃报警，高于80℃停机；风机进口温度高于350℃时报警。

3.2 控制程序编制的要点

(1) 按照风机启、停、运行调整的逻辑控制关系编制系统下位连

锁控制程序，根据设备状态组态上位机工艺画面。

(2) 上位显示所有 PLC输入输出的设备状态开关量信息，报警停机故障时弹出并记录报警原因信息。上位显示并历史曲线记录所有输入PLC的模拟量数据信息。

(3) 上位设置风机集中远程控制转换、油泵选择等转换开关，设

置风机连锁启动、连锁停止、急停、警铃及风量调整按钮。

3.3 自动控制系统的扩展研究

风机风量输出是由耦合器执行器调节控制转速来实现的，进而调节风机输出风量，此系统可扩展两种调节方式，如下

调节方式一：在上位机画面设计转速增、减键，进行人工调节；此调节方式有很大的滞后性，缺点明显不建议使用。

调节方式二：根据风量需求，设定一个参考值，通过PID自动调节。在系统温度稳定的基础上，链算机风箱温度与耐热风机转速呈现正比例关系，即耐热风机转速提高后，链算机风箱温度上升，反之亦然。按照链算机热工制度要求，高温点风箱温度需控制在 450℃-520℃范围内。设计以链算机东3#、西3#风箱温度作为因变量，将两台耐热风机转速作为自变量，纳入控制程序设计，通过PID调节，实现风机转速根据东3#、西3#风箱温度自动调节的功能。如图3-3所示被控变量东3#、西3#风箱温度由传感器来检测，这个值与给定值进行比较，得到偏差，再由PLC控制系统通过PID调节改变风机转速，进而改变风箱温度，使偏差接近于零。

其中风门主要用于风机启动时减小负荷或当风机转速不能调节等特殊情况下使用，因此，风门调节只设计人工调节方式以减少对设备的损害。

结 论

本文对球团厂耐热风机进行升级改造，得到如下结论：

(1) 通过运用 PLC技术，实施升级改造，实现了对耐热风机法人远程自动控制。

(2) 通过取消二次仪表数据显控环节，选用PLC直接处理数据，大大提高了系统控制精度和数据的可靠性。

(3) 应用PROFIBUS-DP网络通信技术，简化了大量的数据传输线路和转换设备，提高了数据的稳定性，使设备网络化控制变成现实。

(4) 上位机人机界面使设备操作、运行状态、报警信息的可视化，提高了设备操作的可靠性。运行数据的屏显与记录，为设备的运行分析和故障处理提供了方便。

参考文献

[1] 陈立定. 电气控制与可编程序控制器 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2001.

[2] 刘华波. 西门子 S7-300/400 PLC编程与应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.

[3] 《SIMATIC S7-300 模块数据手册》--西门子公司 2008 年第五次印刷.