

空压机组智能群体控制技术

温雪媛,李盛健,熊锐博,蓝小棚,陆润年,付晓飞

(上汽通用五菱汽车股份有限公司,广西 柳州 545000)

摘要:建立了多台大型空压机组成的空压机组的智能控制技术,利用西门子 1200PLC 实现各空压机所需信号的采集,通过 Siemens Simatic TIA Portal V16 软件实现自动化编程与人机接口的搭建,最终通过 SIMATIC WinCC 实现远程视窗监视,实现对空压机组的智能控制与远程监视操控一体化。

关键词:空压机组智能化控制;西门子 1200PLC;自动化编程;远程视窗

中图分类号:TP273.5

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)07-0171-03

0 引言

空气压缩机(简称空压机)能够将空气由低压力转为高压,从而实现输出高压压缩空气的功能。压缩空气是一种工业领域重要的动力源,在机器人、气动喷枪等工业设备中起到关键作用,因此在现代工业领域中得到广泛应用。

空压机主要分为螺杆式空压机与离心式空压机。螺杆式空压机主要特点是体积较小,易损件较少便于维护,进排气均匀且无压力脉冲。离心式空压机主要特点是体积较大,维护、操作要求较高,排气量变化会对机械运行效率产生较大影响。螺杆式空压机相较于离心式空压机单位功耗产气量更小,因此在应对高压压缩空气需求时,工厂必然投入多台离心式空压机与螺杆式空压机,设定不同的空压机加载组合来应对厂区用气需求^[1]。

包含多台不同型号的大型空压站内,在日常生产投入中,通常会会出现供气压力不稳定、操作空压机启停响应时间慢、空压机操作不当导致耗能过高、经常需要工人穿梭空压站房的高噪声环境等问题。针对以上在实际生产中遇到的难点,本文以采集并读取空压机关键数据为切入点,通过在电脑端建立视窗监视与控制系统,实现对空压机组启停智能控制。

1 系统设计方案

1.1 系统设计框架

首先使用 PLC 与 PC 组成的计算机控制系统对空压机进行关键信号采集,对空压机进行远程监测、控制、报警与数据记录。控制系统中下位机选用西门子 S7-1200PLC,其具有模块化、结构紧凑、功能全面等特点,适用于多种应用,能够保障现有投资的长期安全。由于控制器的可扩展和灵活设计特点,其通信接口符合工业通信标准以及其广泛的集成技术特性,使其能

够参与建立一个完整的自动化综合解决方案。

系统上位机选用符合企业要求的普通微型计算机,可在该计算机内安装 SIMATIC WinCC V7 组态软件,搭建人机交互界面从而实现关键参数显示与多样化控制的功能。WinCC 系统能提供可视任务所需的组件、函数、脚本、报警、趋势和报表的编辑器。基本系统中的历史数据归档以较高的压缩比进行长期数据归档,并具有数据导出和备份功能。WinCC 可以与多种自动化设备及控制软件集成,它是一个高度开放的过程可视化系统,可以实现更大程度的生产过程透明性。还需要安装 Siemens Simatic TIA Portal V16 软件,通过该软件可实现对西门子 S7-1200PLC 的编程,实现空压机组智能控制。空压机群组智能控制系统结构如图 1 所示。

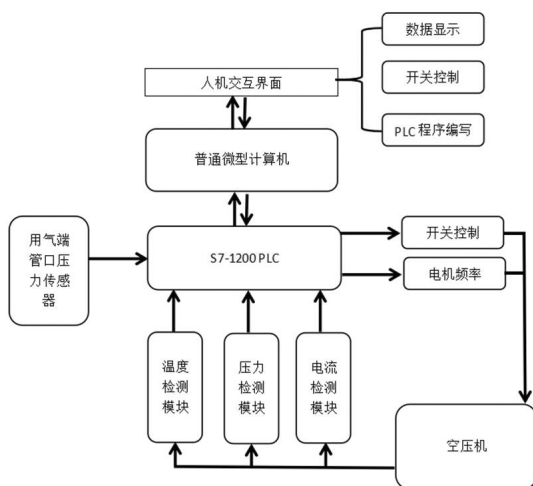


图 1 控制系统

现场传感器用于采集现场信号,其中的温度信号、电流信号与压力信号经智能模块 RS485 传至上位机程序接口,经变送以 PLC 标准信号形式传至上位机。系统通过在压缩机的排气口安装压力及温度传感器,

对压缩机的排气压力和温度进行监测并对冷却系统、润滑系统和电机等的温度数据进行采集。现场传感器用于采集现场信号，温度和电流信号通过智能模块 RS485 发送到上位机程序接口，其他信号通过 PLC 标准信号上传至上位机。本系统监测压缩机排气压力和温度，并通过安装压力和温度传感器检测相应信号，将冷却系统、润滑系统和发动机的温度、压力数据传输到上位机。控制柜包含了启停无源信号、运行灯、报警灯等开关量信号，以及电动机的电量参数等模拟量信号²。

变频器在空压机的运行中起着变频启动、稳定供气、保护设备及节能降耗的作用。但是在实际的工作中，变频器的使用又引发了谐波干扰问题，影响了附近的电力及控制设备，造成了电机额定功率下的温升增加等。在空压机运行中，变频器起到变频启动、稳定供气、保护设备、节能降耗等作用。但在实践中，使用变频器会造成谐波干扰影响附近电力控制设施和控制设备的问题，导致在电机额定功率内温升增加等问题。

1.2 空压机节能群控系统原理

空压机群控的核心在于实现供气端与用气端之间的平衡关系³。如图 2 所示，空压机组为供气端，厂区用气设备为用气端，空压机组为厂区用气设备供气时，压缩空气压力值保持在较稳定的波动范围内，且压缩空气压力波动范围值尽可能接近用气设备所需的最低压缩空气压力。压缩空气压力进行变化时，可优先使用装有变频器的大功率螺杆式空压机应对气压波动；气压波动更大的时候再使用多台较小功率螺杆式空压机进行调控；为保障生产安全，当空压机存在安全系数超出安全范围时立即减载该空压机并加载合适的空压机，加快问题处理响应速度，保障生产安全。这样可以尽量减少压缩空气供气量浪费，使供气量尽可能接近与用气需求量，从而达到减少耗电量的目的。空压机群控节能措施主要为以下 3 点：螺杆式空压机轮换启停机制、变频器自动调控、特定情况自动开关机。螺杆式空压机轮换启停机制作用为避免某一空压机因气压波动频繁加卸载，导致空压机损耗增加；变频器自动控制作用为通过 PID 控制，使空压机电机频率自动变化，保持压缩空气气压稳定在设定值，减少压缩空气供应浪费从而在满足供气需求时降低电耗；特定情况自动开关机作用为当空压机内部关键参数超出预警值时，及时关停问题设备并及时加载其他空压机保持气压稳定，避免空压机问题运行时间过长导致空压机电机损坏，产生不必要的损失。以下为空压机节能群控具体措施。

1.2.1 螺杆式空压机轮换启停机制

螺杆式空压机轮换启停机制功能可以实现多台螺杆式空压机循环处于加载待机状态。螺杆式空压机若

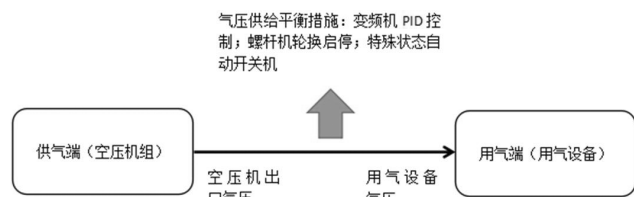


图 2 压缩空气供给平衡

频繁进行加卸载动作，对空压机的效率与寿命会造成不良影响，且危及站房设备安全，增加安全隐患。

空压机加卸载是空压机正常运作的一部分，但空压机频繁加卸载会对空压机造成大的伤害。空压机频繁加卸载会导致进气阀、泄放阀、气缸、最小压力阀等阀门损坏。当空压机频繁加卸载，空压机电机在轻重负载频繁更换的整个过程中需要很长时间，会严重损坏电机和主机滚动轴承。与此同时空压机耗电量增加，输出单位体积的压缩空气时需要更多的电力消耗，产出能效低。因此，在上位机的微型计算机处可编写程序，实现多台小螺杆机轮换处于加载待机状态。即当前设置一种螺杆机加卸载顺序，当压缩空气管道压力超过相应的气压控制上下限时，加载或减载螺杆机；每隔 1h，改变一次螺杆机加卸载顺序，使得不同的螺杆机均可存在启停机会，而不是频繁启停某个螺杆机，从而避免出现频繁加载某一螺杆机的情况。

1.2.2 变频机自动调控

变频器一般都安装在较大功率的螺杆机，该功能可以根据变频机的具体情况，实现对大功率螺杆机的合理控制。利用模糊 PID 技术，控制变频机的转速。模糊控制 PID 能够实时调整三个 PID 参数。利用模糊逻辑并根据一定的模糊规则对 PID 的参数进行实时的优化，以克服传统 PID 参数无法实时调整 PID 参数的缺点。

利用实时监测的空压机出口压缩空气压力值，将其反馈至 PID 模糊控制的输入端，通过找出 PID 的 3 个参数与误差和误差变化率的关系，对 PID 的 3 个参数进行实时调整。由此可实现变频器稳定输出，应对压缩空气压力波动，如图 3 所示。

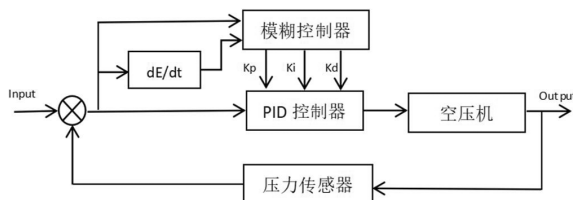


图 3 压力模糊控制

1.2.3 特定情况自动开关机

该功能可在特定情况下使小空压机机自动加卸载。当空压机出现电机温度过高或电流过高时，此时会在上位机处的人机交互界面进行报警，该空压机将进

入危险的运行环境。若此时正处于为厂区生产持续供气过程中,若不能及时关闭出现报警的空压机或开启其他空压机保证压缩空气压力,会对空压机造成较大损坏,且可能会对企业生产造成较大影响。因此出现空压机警报信号时,可利用程序使得出现报警信号的空压机及时卸载,并根据螺杆式空压机轮换加载待机程序,及时加载已经处于加载待机的螺杆式空压机,保证生产供气稳定性^[4]。

2 PLC 系统设计方案

2.1 PLC 的选择

本文使用的 PLC 为西门子系列的 S7-1200PLC,该 PLC 中的每一种模块都可以进行扩展,本文选择的为 CPU 1211C。可在任 CPU 的前方加入一个信号板,轻松扩展数字或模拟量 I/O,同时不影响控制器的实际大小。可将信号模块连接至 CPU 的右侧,进一步扩展数字量或模拟量 I/O 容量。

2.2 传感器的选择

本系统使用的温度传感器为 KTY84 温度传感器。KTY84 温度传感器芯片结构基于扩散电阻原理,主要成分是硅,硅天性稳定,测量范围内都具有实际在线性的温度系数,确保了温度测量的高精确度。所以此类具有精度高、可靠性高和稳定性强以及正温度系数的特点。

2.3 继电器的选择

相序保护可采用相序继电器,当电路中相序与指定相序不符时,相序继电器将触发动作,切断控制电路的电源从而达到切断电动机电源、保护电动机的目的^[5]。

3 人机界面设计

通过 WinCC 搭建人机交互界面,从而实现关键参数显示与多样化控制的功能。WinCC 基本系统具有各种标准功能,入过程值的监测与控制,事件触发与确认,测量值与消息的通知与记录,以及用户管理等等。人机交互监控系统应具备以下特点。

(1)空压机远程启停控制。空压机运行系统可实现自动控制与手动控制切换的功能。在自动控制下,根据编写好的空压机启停程序,使螺杆式空压机在管道气压高于设定值时,按照设定的顺序自动减载相应螺杆机;在管道气压低于设定值时,按照设定的顺序自动加载相应螺杆机。并且变频器在低转速时自动减载螺杆机。同时系统还应该具有故障情况下的保护性停机,比如螺杆机电机温度超出设定的安全值时,应立即报警并自动减载该故障螺杆机。

(2)实时数据检测。各空压机应该有各自的空压机数据实时显示画面,当点击某空压机图标画面是即可显示该空压机数据显示窗口,显示该螺杆机内三相电

机的相电压、相电流、有功功率以及功率因数,电机与润滑系统温度,螺杆机产气速率等数据。并且可显示并记录当前空压机产气量与用电量比值,用来呈现该螺杆机运行效率。由基础数据组成的空压机相关数据,可利用 WinCC 脚本系统编写脚本,从而计算想要的数

(3)空压机组形象展示。可采用模拟图片素材与动画效果展现空压机组运行画面,可使用 WinCC 提供的库文件进行编制,并使用 WinCC 自带的脚本功能编制脚本,实现自己想要的显示功能。

(4)数据查询与报表记录。使用 OPC 通信技术,可实现以上位机为服务器的数据远程传输,并利用 sql 数据库对数据进行采集与存储,并使用 WinCC 报表系统制作相应数据的日报表与月报表,记录空压机内各项监测数据与压缩空气压力与流量数据。

(5)报警保护机制。当空压机电机关键参数超出安全范围时,若不及时发出报警并通知相关负责人,会有较大的安全隐患与供气风险,从而影响生产。首先可设置声光报警机制,当空压机内部参数超出安全范围时在上位机发出声光报警,提醒值班人员;还可增加远程无线报警系统,通过短信的方式直接将报警信息发送至设备负责人的手机中。

4 结语

综上所述,空压机组智能群体控制技术是根据多台不同型号的螺杆式空压机同时运行的时候,所采取的一种智能化节能控制方式。与单台或少量空压机运行方式不同,多台不同型号的空压机群控控制更适用于压缩空气使用量较大的企业或工厂,灵活控制多台空压机,确保压缩空气供应的智能化与节能化。

参考文献

- [1] 庞成伟.基于 PLC 的空压机控制系统设计 [J]. 自动化应用, 2020(8): 41-42.
- [2] 王浩,李海超.基于 PLC 控制的空压机控制系统[J].科学与信息化,2017(14): 42-43, 45.
- [3] 李福送,李桂林,黄永任,等.螺杆空压机控制方式及节能对比分析[J].压缩机技术,2017(5): 43-47.
- [4] 杨晓信,刘增东.空压机智能控制系统简述[J].能源技术与管理, 2021, 46(05): 188-190.
- [5] 范高原.空压机智能控制系统的研究与应用 [J]. 化工管理, 2021(25): 139-140.

作者简介:温雪媛(1981—),女,汉族,广西玉林人,硕士研究生,工程师,主要从事汽车制造基地的公用动力(水、电、压缩空气、燃气)供给管理、制造成本管理、全基地的节能降本总体筹划及实施工作。