

基于西门子 PLC 的中央真空控制系统设计

毛晓光

(珠海市技师学院 广东 珠海 519090)

摘要: 本文以中央真空供给装置为控制对象, 采用 S7-200Smart 系列 PLC 为控制系统核心, 设计了硬件电路和控制系统程序, 通过对真空管道中的真空度采集, A/D 转换, 送入 PLC, 经处理后控制真空泵组, 从而实现平板硫化机对真空度的稳定需求。

关键词: 中央真空; PLC; 硫化机; 真空度

0 引言

在很多行业的自动化生产线中, 生产设备往往要根据工艺流程用真空进行控制和动作, 由于生产车间越来越严格的噪声和散热规定, 在每台生产设备上单独安装真空泵势必会造成严重的工作噪声和较高的能耗。而中央真空供给方式由于设置有专门的设备间, 它与生产区域是完全隔开的, 这使得在其工作岗位上员工不会受到真空泵发出的噪声影响, 同时还有真空度稳定、便于管理和易于维护的优点, 在生产中得到了越来越广泛的应用。本文以平板硫化机车间中央真空供给装置为研究对象, 采用先进的控制方法, 实现中央真空系统内各处的真空度始终在其允许范围内上下波动, 且均匀地分配各个真空泵的工作负荷, 从而为车间的各个设备提供稳定可靠的真空, 确保生产工艺流程的正常运行。

1 整体方案设计

1.1 中央真空供给装置

企业生产车间共有 108 台平板硫化机, 硫化机使用点真空度要求 $-600 \sim 700\text{mmHg}$, 要求能按照车间硫化机使用情况动态调节, 满足设备对真空度的需要, 同时还要达到节能要求。本中央真空供给装置设计由 60 台真空泵和 10 个真空罐组成, 分为 10 组, 每组由 6 台真空泵和一个真空罐组成 (图 1), 通过 PLC 控制系统, 为车间持续提供稳定可靠的真空。

1.2 中央真空控制系统整体方案设计

本中央真空装置的控制系统的核心以西门子 S7-200Smart 系列 PLC 为控制核心, 由 1 个主控制箱和 10 个真空泵组分控制箱组成, 主控制箱和分控制箱 PLC 之间通过 PROFINET 接口用网线连接。通过触摸屏操作, 中央

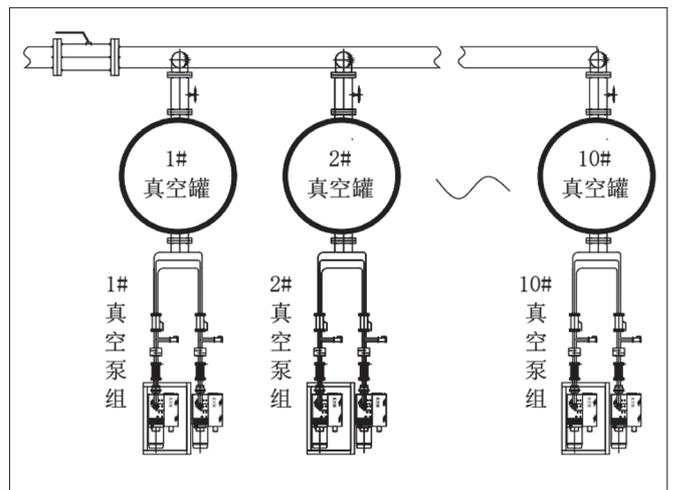


图 1 中央真空供给装置示意图

真空系统启动后, 真空管网上的真空传感器检测真空度信号, 传送到主控箱模拟量输入模块, 通过 PLC 运算后, 控制 1# ~ 10# 真空泵组分控制箱, 以启动和停止相应的真空泵组, 确保管网内各处的真空度始终在其允许范围内上下波动, 满足平板硫化机车间的生产需求。

2 硬件电路设计

中央真空供给装置硬件电路是控制系统的基础, 在 PLC 控制程序的协调下, 实现中央真空系统中真空度的检测与控制, 根据控制系统的整体设计方案, 其硬件电路主要包含主电路和控制电路。

2.1 主电路设计

本系统主电路由主控制箱主电路和真空泵组分控制箱主电路组成, 其控制原理如下:

在主控制箱主电路 (图 2) 中, 单向交流电 L、N 引入后, 经过总空气开关 QF0 后, 分成两个支路, 一路经过分空气开关 QF1 和整流模块后, 转换成直流 24V 电源, 为真空传感器、交换机和触摸屏提供电源;

另一路经过分空气开关 QF2 保护后，为总控制箱中的西门子 SR30PLC 提供电源，同时还为总控制箱面板上的运行状态指示灯和故障报警指示灯提供电源。

本系统采用同型号的 60 台真空泵组成，平均分成 10 组，每组包含 6 台真空泵，各个真空泵组分控制箱的电路相同，以 1# 真空泵组主电路（图 3）为例，说明其工作原理，三相四线电源经过分控制箱总空气开关 QF1 后，分成三相供电的真空泵支路和单向电源供电支路，在真空泵支路中，三相电源 L11、L21、L31 经过电机断路器 QF11 保护后，为 1-1# 真空泵提供电源，接触器 KM11 的接通和断开控制真空泵的启动和停止，本组内的其他真空泵的主电路工作原理于此相同；在单向供电电源电路中，单向电 L11、N11 经过分断路器 QF11 保护后，为 1# 真空泵组分控制箱中的西门子 SR20PLC 提供电源，同时还为分控制箱面板上的运行状态指示灯和故障报警指示灯提供电源。

2.2 控制电路设计

根据中央真空控制系统整体设计方案，本系统控

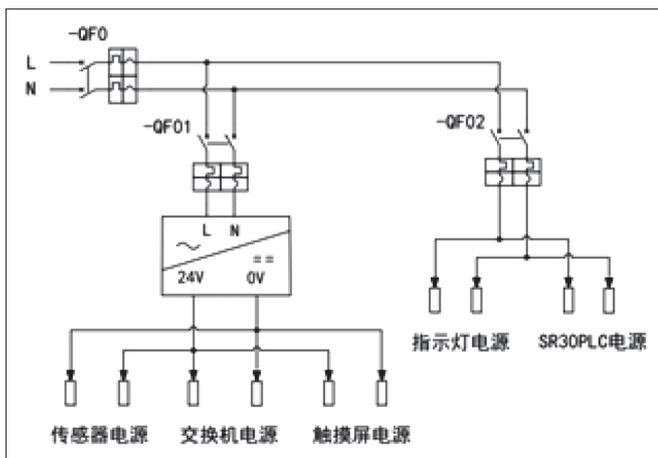


图 2 主控制箱主电路

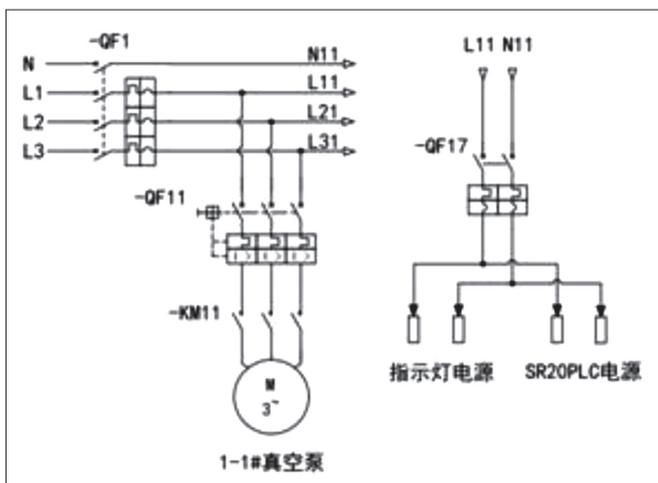


图 3 1# 真空泵组主电路

制电路包括主控制箱控制电路和真空泵组分控制箱控制电路，主控制箱的控制电路以西门子 SR30PLC 为控制核心，真空泵组分控制箱的控制电路以西门子 SR20PLC 为控制核心，它们之间使用网线通过交换机进行通信连接，具体控制电路设计如下。

主控制箱控制电路包含有中控操作和信息显示的触摸屏，门板上设计有手动 / 自动转换开关、用来选择系统的控制模式，还有启动、停止各组真空泵组的手动操作按钮和故障报警指示灯。主控制箱是系统自动运行的指令发出者，通过采集管网中真空度变化，由 PLC 控制相关的真空泵组进行工作。真空度采集电路图见图 4，图中的 EMAE04 模拟量输入模块，有 4 路模拟量输入通道，可以识别电压或电流信号，转换成 PLC 可以识别的数字量，两路传感器 P1、P2 将采集的真空度信号，转换成 4 ~ 20mA 电流信号，输入 EMAE04 模块，转换成 12 位的数字量信号送入 PLC，PLC 通过运算后，控制相应的真空泵组工作，满足硫化机对真空度的需要。

真空泵组分控制箱控制电路设计有选择系统控制模式的手动 / 自动转换开关，还有启动、停止组内各个真空泵的手动操作按钮和故障报警指示灯。真空泵组分控制箱是系统自动运行的执行者，通过主控制箱 PLC 发出的启动信号，控制对应的接触器动作，使得相应的真空泵运行，从而实现中央真空装置的自控控制。

3 控制系统程序

PLC 控制程序是中央真空控制系统的核心，根据

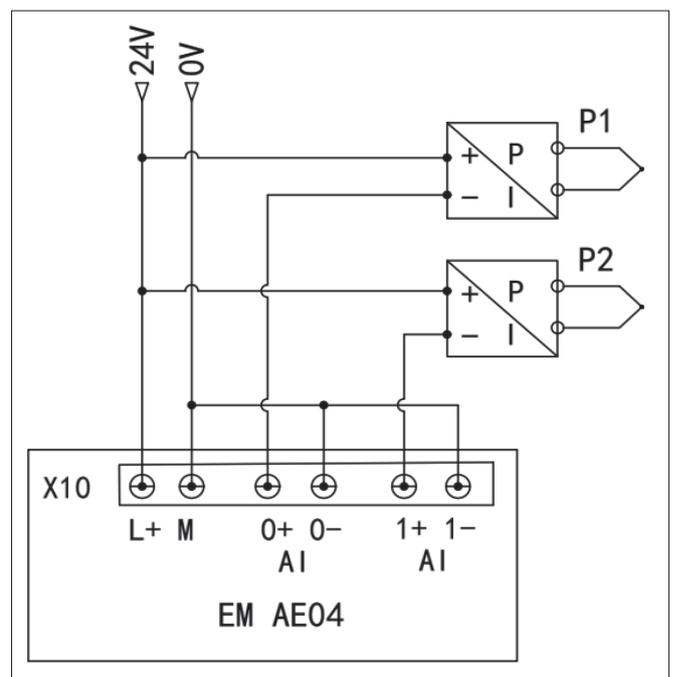


图 4 真空度采集电路图

平板硫化机车间真空需求情况,中央真空供给装置中管道内各处的真空度需要始终控制在允许范围内,且各真空泵组可以均匀地分配工作负荷,具有相同的运行小时数,方便进行预防性的维护。

本系统采用模块化设计方案,将PLC控制程序按功能分成各个控制功能模块,分别进行编写和调试,所有程序模块完成之后,再进行综合调试。模块化程序设计可以让设计调试非常方便,还便于维护系统,增强系统的稳定性。本系统程序主要包括手动程序、PID控制程序、真空泵组运行程序、报警程序、保养程序和真空泵运行程序。其中,真空泵运行程序在各组真空泵组控制箱PLC内,其余程序都在主控箱PLC内。

主要程序说明:

(1) 手动程序:主要是调试各个真空泵和指示灯动作是否正常,将操作开关转换到手动模式,在触摸屏和控制箱面板上,可以通过操作各个手动按钮来检测真空泵和指示灯的动作是否正常。

(2) PID控制程序:根据模拟量模块EMAE04真空度数据,通过PLC的PID运算后,实时计算出需要启动的真空泵组数量,为真空泵组运行程序提供启动数据。

(3) 真空泵组运行程序:通过输出端Q0.0~Q1.1控制1#~10#真空泵组的启动和停止,包含两个部分:①实时监测Q0.0~Q1.1的状态,计算出现真空泵组的运行数量,然后通过对比PID的运算结果,增加或减少真空泵组的开启数量;②每组真空泵组运行一段时间后,自动停止运行并切换到未运行的组,实现10组真空泵联动循环,确保各组真空泵运行时间相同,同时在增加启动组时,优先启动运行时间短的组,减少启动组时,优先停止运行时间长的组。

(4) 报警程序:通过60台真空泵电动机断路器异常反馈信号,驱动主控制箱上的报警指示灯,发出报警信号,报警信息传到触摸屏上,可以通过触摸屏查找具体泵的报警详细信息。

(5) 保养程序:各组的真空泵运行后,会记录其累积运行时间,达到设定的保养时间后,会在触摸屏上

提示需要保养的信息。

(6) 真空泵运行程序:由于每个组内的真空泵控制逻辑相同,故各组的运行程序也相同。而每一台真空泵功率较大,为避免启动和停止时对电网有冲击,当各组收到启动或停止信号时,利用移位指令,每间隔5~6s发一个脉冲,移动一位,依次开启或停止一台真空泵。

4 结语

自从本中央真空系统投入运行以来,实现了系统各处的真空度始终在其允许范围内上下波动,为车间的硫化机提供了稳定可靠的真空,确保了生产工艺流程的正常运行。另外,由于均匀地分配了各个真空泵的工作负荷,对真空泵可以进行预防性和计划性维护,延长了真空泵的使用寿命,且由于技术人员不需要进入生产车间操作,故维护维修工作可以在系统运行的同时进行,确保了各台真空泵随时可用,提高了中央真空系统的易维护程度。

参考文献:

- [1] 刘曦. PLC技术在电气工程及其自动化控制探讨[J]. 大众标准化, 2021(23): 87-89.
- [2] 梁远君, 梁洛铭. PLC控制系统在智能制造领域中的应用研究[J]. 科技创新与应用, 2021(23): 74-76.
- [3] 张燕平, 寇继磊. 基于PLC控制的“互联网+智能制造”实训平台物料装配结构[J]. 电子世界, 2016(05): 25-26.
- [4] 谭敬晃, 王厚英, 张清辰. 基于模块化的PLC电气控制主线路设计[J]. 装备制造技术, 2021(10): 135-136+149.
- [5] 王珉. 基于PLC的电气设备精准控制系统设计[J]. 自动化应用, 2021(10): 62-64.

作者简介:毛晓光(1981.09-),男,汉族,河北邢台人,本科,讲师,研究方向:电气自动控制。