

基于 PLC 控制的刮板自动补压系统的设计

Design of Automatic Pressure Compensation System for Scraper Based on PLC Control

袁文胜 陈允降

Wensheng Yuan Yunjiang Chen

国家电投集团协鑫滨海发电有限公司 中国·江苏盐城 224500

State Power Investment Group GCL Coastal Power Generation Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224500, China

摘要: 针对传统刮板液压张紧装置系统的不足,为使具有更好的补压方式和可靠的运行方式。构建基于 PLC 触摸屏控制的自动补压控制系统,以罗克韦尔 PLC 为控制核心,实现了刮板张紧装置自动补压的功能。同时,可以通过通讯将该套装置的油压信号、设备运行信号上传给控制室操作员站,供运行人员实时监视。不仅提高了设备的安全稳定运行,还极大地减轻了运行人员的劳动强度,是机电一体化的典型应用。

Abstract: Aiming at the shortcomings of the traditional scraper hydraulic tensioning device system, in order to have a better pressure compensation method and a reliable operation mode. Construct an automatic pressure compensation control system based on PLC touch screen control, with Rockwell PLC as the control core, the automatic pressure compensation function of the scraper tightening device is realized. At the same time, the oil pressure signal and equipment operation signal of the device can be uploaded to the control room operator station through communication for real-time monitoring by the operator. It not only improves the safe and stable operation of the equipment, but also greatly reduces the labor intensity of the operators, it is a typical application of mechatronics.

关键词: 火电厂; 液压张紧装置; 自动补压

Keywords: thermal power plant; hydraulic tensioning device; automatic pressure compensation

DOI: 10.12346/etr.v3i10.4440

1 引言

取料刮板可以说是悬臂堆取料机的最重要结构之一,依靠它的正常运行来实现取料作业,由于取料刮板在运行的过程中不可避免地会碰到大的煤块或硬物。如果刮板张紧压力不足,则会造成取料刮板变形、驱动链条断裂的严重后果。因此,对刮板张紧压力进行精确控制显得尤为重要。本次改造取料刮板张紧压力的控制采用 PLC 加液压系统的结构。其中液压系统具有体积小、易安装、产生的压力高、可实现无级调压、响应速度快等优点。从自动补压系统来看,它通过执行元件、检测、还有控制元件,以实现对整个装置的控制。论文主要介绍一种基于可编程逻辑控制器的液压控制系统的设计。该系统主要用于取料刮板在运行作业过程中实时控制刮板张紧压力,当检测到刮板张紧压力低于设定值 11MPa 时,液压泵自动启动对装置进行补压;当刮板张紧压力达到设定值 13MPa 时,液压泵自动停止运行;刮板正

常运行时,有蓄能器维持正常压力运行。如图 1 所示。

2 自动补压系统组成

整套系统由就地控制箱、PLC、液压泵站、输油管道、油缸等组成。

2.1 动力系统

动力是整个液压系统的核心,液压泵安装在油箱顶部,有一台高压柱塞泵、一台电动机、一个连阻器及主要支架等部件组成。本系统设计采用单缸单泵工作,采用三相异步电动机,拖动功率 17kW,采用油泵插入油箱内的垂直安装形式,很大程度上减少了动力系统的占地面积,节省了大量的输油管道和阀门,减少了泄露液压油的环节。而且在油箱上设置有油位、油温检测传感器,提高了整个系统的安全性和可靠性^[1]。

【作者简介】袁文胜(1984-),男,中国湖北黄冈人,本科,中级工程师,从事电厂热控自动化控制设备方面的研究。

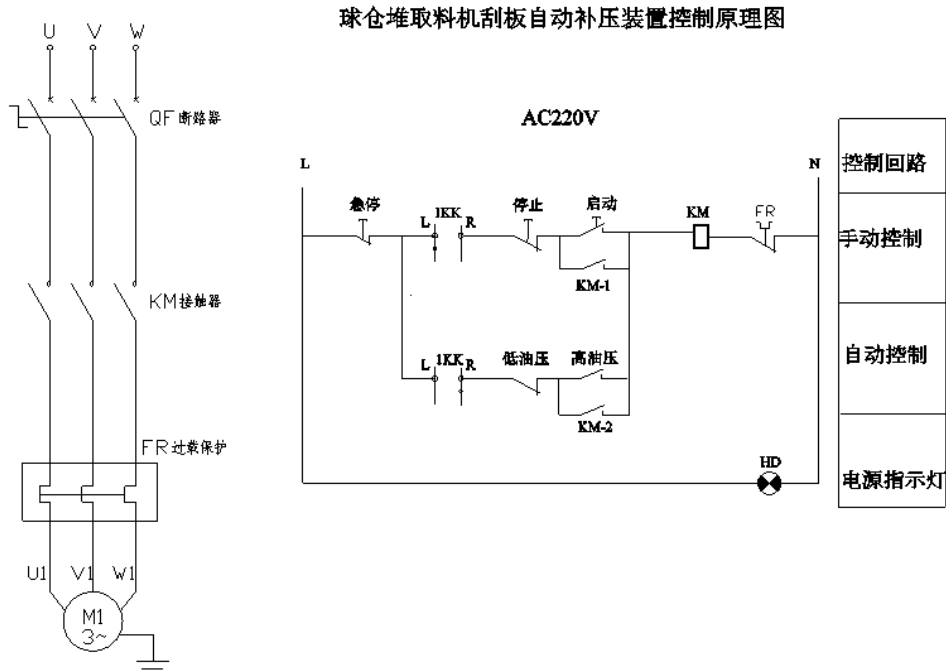


图1 基本控制原理图

2.2 控制系统

液压系统中比例控制阀的压力必须与油缸工作压力相适应，才能既满足工作要求，又减少动力损耗。根据设计要求选择直动式比例控制阀，溢流阀可以随着输入电流信号强度的变化，改变电磁铁的磁力，从而改变弹簧的压缩量来控制该阀开启。但在实际操作中，因控制电压较小，需要增加外接电位器或PLC控制单元的信号输入模块，所以在比例阀前端安装了一种E-MI-AC型插头式电子放大器元件，最大功率消耗30W，供给最大电流20A，用户可以通过其内部发生器与配用的比例阀统调校准。液压缸的动作分为建压、保压、卸压三个动作，以系统中液压缸为例，如图其主油路已用粗实线标出^[2]。

3 液压系统主要参数计算

3.1 初选系统工作压力

刮板液压张紧装置属小型液压机，载荷最大时刮板工况，此时，高压油用增压缸提供；其他初步确定系统工作压力为11MPa。

3.2 计算液压缸的主要结构尺寸

3.2.1 确定液压缸的活塞及活塞杆直径

液压缸最大载荷时，为张紧工况，其载荷力为1000kN，工作在活塞杆受压状态。活塞直径：

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi[p_1 - p_2(1 - \phi^2)]}}$$

此时 p_1 是由液压缸提供的增压后的进油压力，初定增压比为5，则 $p_1 = 5 \times 11\text{MPa} = 55\text{MPa}$ ，锁模工况时，回油流量极小，故 $p_2 \approx 0$ ，求得液压缸的活塞直径：

$$D_h = \sqrt{\frac{4 \times 100 \times 10^4}{3.14 \times 55 \times 10^6}} \text{m} = 0.185\text{m}，取 D_h = 0.19\text{m}。$$

取 $d/D = 0.7$ ，则活塞杆直径 $d_h = 0.7 \times 0.19\text{m} = 0.13\text{m}$ ，取 $d_h = 0.14\text{m}$ 。

为设计简单加工方便，将增压缸的缸体与液压缸的活塞做成一体（见图2），增压缸的活塞直径也为0.19m。其活塞杆直径按增压比为5，求得：

$$d_z = \sqrt{\frac{D_h^2}{5}} = \sqrt{\frac{0.19^2}{5}} = 0.088\text{m}，取 d_z = 0.09\text{m}。$$

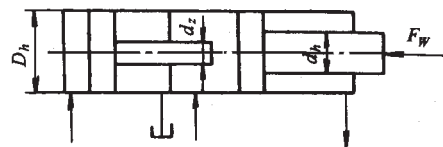


图2

3.2.2 注射座移动缸的活塞和活塞杆直径

注射座移动缸最大载荷为其顶紧之时，此时缸的回油流量虽经节流阀，但流量极小，故背压视为零，则其活塞直径：

$$D_y = \sqrt{\frac{4F}{\pi p_1}} = \sqrt{\frac{4 \times 3 \times 10^4}{\pi \times 11 \times 10^6}} m = 0.053m, \text{ 取 } D_y = 0.1m。$$

由给定的设计参数知,注射座往复速比为 $0.08/0.06 = 1.33$,查表得 $d/D = 0.5$,则活塞杆直径为: $d_y = 0.5 \times 0.1m = 0.05m$

3.2.3 确定注射缸的活塞及活塞杆直径

当液压油充满张紧装置型腔时,注射缸的载荷达到最大值 213kN,此时注射缸活塞移动速度也近似等于零,回油量极小;故背压力可以忽略不计,这样:

$$D_s = \sqrt{\frac{4F}{\pi p_1}} = \sqrt{\frac{4 \times 21.3 \times 10^4}{\pi \times 55 \times 10^6}} m = 0.181m, \text{ 取 } D_s = 0.18m。$$

活塞杆的直径一般与螺杆外径相同,取 $d_s = 0.04m$ 。

3.3 计算液压马达的排量

液压马达是单向旋转的,其回油直接回油箱,视其出口压力为零,机械效率为 0.95,这样:

$$V_M = \frac{2\pi T_w}{p_1 \eta_m} = \frac{2 \times 3.14 \times 796}{11 \times 10^6 \times 0.95} m^3 / r = 0.8 \times 10^{-3} m^3 / r$$

4 液压系统的软件控制部分

4.1 PLC 控制系统设计

本系统采用罗克韦尔 PLC 为控制核心,完成了所有 IO 点或上位机信号的接收,并按照内部程序设计进行逻辑运算处理。根据自动补压装置控制要求,本系统设计有手动,自动两种控制方式,主要是控制油管出口油压在 11MPa 到 15MPa 的范围内。另外,泵站油位、油温也采用模块化控制,这样可以达到集中监控分散控制的目的。本系统采用的触摸屏是 GX754VS12 层工业触摸屏,安装在就地控制柜内。支持组态王 Win7.0 编程,组态王不仅能够实现对现场的实时监测与控制,还能充分的用 Windows 的图形编辑功能方便的构成监控画面,并以动画方式显示控制设备的运行状态,具有报警窗口^[3]。

4.2 触摸屏软件设计

触摸屏软件设计包含画面组态和通讯连接。设计步骤主要有以下几点:

①画面组态根据自动补压系统设计的要求,画面组态设计由文本显示功能键组态设备流程组态设备运行状态,信息组态等。

②设定变量:在触摸屏上可以设置液压泵启动时最低压力、停止时最高压力和发生故障时的油位和油温,通过触摸屏的组态功能与 PLC 运行数据相连,还有输出模块,建立通讯。

③设置 PLC 与触摸屏之间的通讯:需要确定两者之间的通讯协议,COM 端口波特率、通讯地址等参数,以便两者之间建立连接^[4]。

5 结语

悬臂堆取料机刮板是否正常运行,直接影响到电厂燃料系统的安全生产,因此对刮板张紧压力进行精确控制显得尤为重要。论文的论述通过可编程控制器 PLC 来控制刮板自动补压系统的自动运行,不仅提高了设备运行的可靠性,降低了设备维护成本,减轻运行人员的劳动强度,而且加之触摸屏、人机界面的设计,在实际应用中有很高的推广价值。

参考文献

- [1] 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,2021,11(23):74-76.
- [2] 钱原铭.电气自动化控制设备中PLC技术应用与策略分析[J].电气开关,2021,59(4):81-83.
- [3] 张学礼,郝磊,闫树军,等.基于PLC的插销式液压升降台控制系统设计与研究[J].液压气动与密封,2021,41(8):40-44.
- [4] 王远征,江渊,潘强.基于PLC技术的工业自动化控制[J].设备管理与维修,2021(14):90-92.