

比例阀在混匀取料机料耙液压系统中的运用

刘昌吉¹, 李远慧², 陈新元², 付连东², 邓江洪²

(1. 武汉钢铁公司 港务公司, 武汉 430082; 2. 武汉科技大学 机械自动化学院, 武汉 430081)

摘要: 针对某厂混匀取料机料耙液压系统改造中出现的换向冲击大问题, 设计了比例换向阀与压力补偿器配合使用, 通过控制阀的信号, 调节料耙换向速度, 减小冲击, 该方案效果良好, 可作为类似设备设计时的借鉴。

关键词: 混匀取料机; 液压系统冲击; 比例换向阀; 压力补偿器

中图分类号: TH137.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-2333(2013)01-0082-02

1 引言

混匀取料机料耙驱动机构由曲柄连杆驱动改为液压系统驱动后, 消除了减速机损坏、轴销断裂, 减少了料耙开裂、耙齿磨损、脱落、牛腿变形等故障。但由于料耙自重重大、负载也大, 所以惯性大, 而料耙成往复运动, 运行速度较大、运行周期短, 加速度也大, 导致换向冲击大。这加快了液压管道、液压元件的损坏, 针对上述问题, 对原有液压系统进行了改进。采用了压力补偿器加比例换向阀控制方案, PLC 输出梯形指令信号, 控制通过阀口的流量, 从而调节换向时料耙的速度, 减少冲击。

2 改进后的液压系统原理

改进后的液压系统原理如图 1 所示。该液压系统分为循环冷却系统和主泵系统。

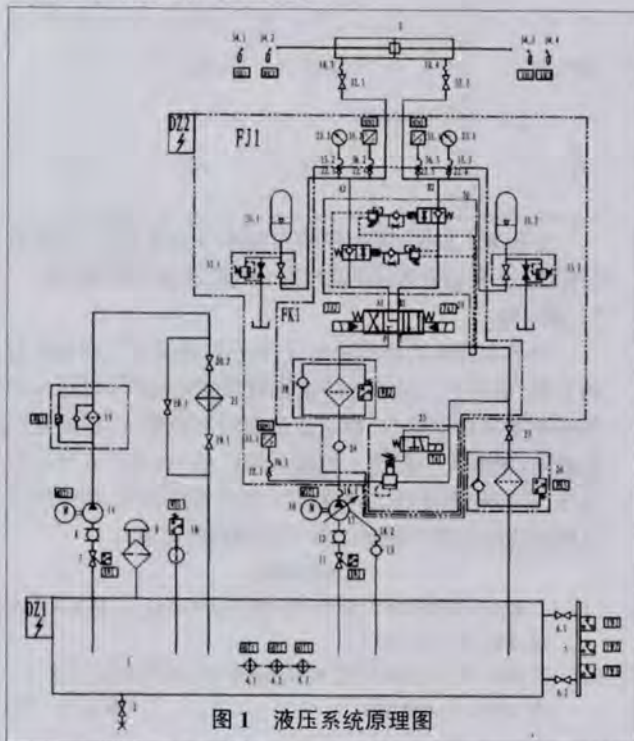


图 1 液压系统原理图

循环冷却系统保证油液的清洁度和温度在允许范围内。该系统采用三螺杆泵将油箱中的油吸出, 经 $10\mu\text{m}$ 的管路过滤器过滤, 独立式强制冷油冷却装置降温后, 送回

油箱中。

主泵系统采用恒压变量泵, 高压油经板式过滤器过滤后, 经比例阀、压力补偿器进入油缸一腔, 另一腔液压油经压力补偿器、比例阀回油箱, 液压油在回油箱之前经箱上回油过滤器过滤。过滤器的过滤精度为 $10\mu\text{m}$ 。在主泵出口装有电磁溢流阀, 控制系统压力。

为了监测油箱中液压油量, 在油箱上安装了翻板式液位计, 并设置高、低、极低三个液位点; 为了保证系统的油液清洁度, 在各过滤器上安装了压差发讯器, 压差值设定在 0.25MPa ; 为了便于检修, 在主泵和三螺杆泵吸油口安装了蝶阀, 该蝶阀带有限位开关, 避免蝶阀未开而启动泵, 导致泵故障。

该系统的主要特点是采用了比例换向阀, 阀的开口随给定信号变化。但是比例换向阀只能起到节流作用, 通过阀的流量随压差改变。在恒压系统中, 为了准确控制通过比例阀的流量, 必须保证负载压力波动在很小的范围内。所以该系统中采用了双出口压力补偿器, 对负载压力进行补偿, 保证比例阀的压油口与回油口的压差为恒定值。

3 改进后比例阀的电气控制

改进后的系统电气控制的关键在于比例换向阀的控制信号给定。它需要保证在料耙换向时, 通过阀口的流量减少, 换向后, 通过阀口的流量迅速增加。综合考虑料耙的运行速度、运行周期、现有泵的排量、电机功率、液压元件性能, 最终采用了梯形信号, 见图 2。

该系统设置了 4 个感应式限位开关 A、B、C、D, 沿料耙运动方向, 从左往右依次安装, 以监测料耙的位置。将比例阀的控制信号曲线分成 8 段, 分别为 a、b、c、d、e、f、g、h。当料耙向右运动, 经过感应开关 A, 料耙速度开始增加, 比例阀给定信号按曲线 a 增加; 当料耙向右运动, 经过感应开关 B, 比例阀给定信号为 b 段, 是定值, 料耙向右按设定最大速度匀速运行; 当料耙向右运动, 经过感应开关 C, 比例阀给定信号为 c 段, 料耙向右减速运动; 当料耙经过感应

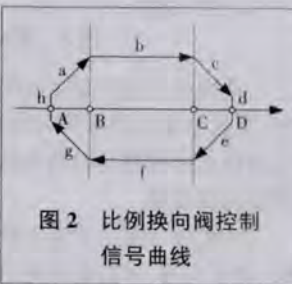


图 2 比例换向阀控制信号曲线

开关 D,比例阀信号发生跳跃,为 d 段,然后信号为曲线 e 段,料耙反向加速;料耙向左运动经过感应开关 C 后,比例阀信号保持在 f 段,料耙向左匀速;料耙向左运行经过感应开关 B 后,比例阀信号为曲线 g 段,料耙向左减速;料耙向左经过感应开关 A,比例阀信号按 h 跳变后,料耙立刻反向,然后进入 a 段,开始下一循环过程。

各加速、减速段信号,按时间的增加递增或递减,如 a 段,设定斜率 $k=10$,时间间隔为 $\Delta t=100\text{ms}$,信号初始值为 i_0 。自 A 被感应开始计时,历时为 t ,则 $x=t/\Delta t$,比例阀给定信号为 $i=i_0+kx$,由于比例阀有死区,因此初始值 i_0 应在该值附近设定。

由于料耙运动的方向与比例方向阀的工位对应,因此可以根据上一短时间段比例阀的控制信号所在范围来判断料耙的运动方向。

该系统采用控制器为施耐德 Quantum 系列 PLC,编程语言 LL984,比例阀控制曲线 a 段的程序如图 3 所示。

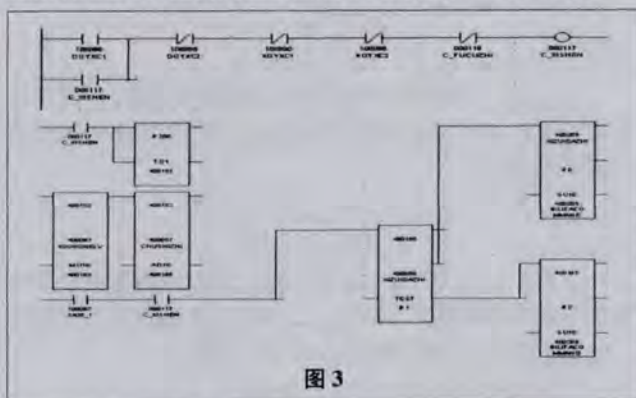


图 3

4 改进后的比例系统

改进后的比例系统在使用过程中,冲击明显减小。通过利用 NI USB-6009,对 A 腔、B 腔、泵出口压力进行测量,将测量值和给出阀信号值在同一坐标图中显示,如图 4,横坐标为时间,纵坐标为测量值。

由图 4 可知,(1)料耙的运动周期约为 8.2s,符合工艺需要;(2)由于压力补偿器的作用,料耙接近换向时,两腔压差波动小,油缸平稳减速;换向时,工作腔、回油腔压力同时升高,这是压力补偿器对回油口形成背压达到的,冲击减小;(3)料耙运动时,负载变化造成油缸工作腔压力

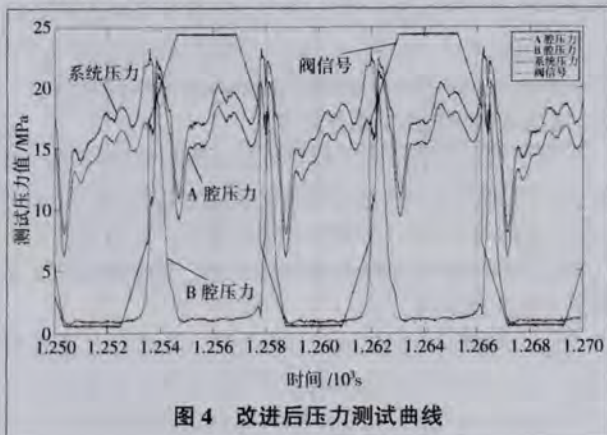


图 4 改进后压力测试曲线

连续较大的变化,而回油腔压力在 1MPa 左右轻微波动,但机构小车在比例阀的驱动下做平稳的运动。(4)换向时,泵出口压力过高,可以通过适当降低溢流阀设定值降低泵出口压力。

比例阀信号控制通过现场调试,利用程序进行了优化。调试前的系统工作曲线如图 5 所示,波动曲线为油缸

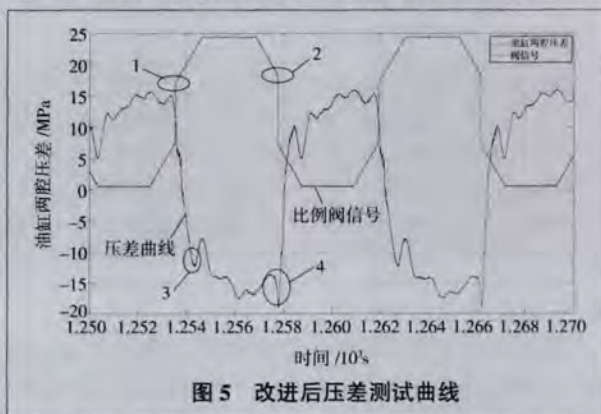


图 5 改进后压差测试曲线

两腔的压差曲线。4 处与 3 处压差比较,4 处压差也应平滑下降,但实际 4 处压差先快速上升后才下降,且最大压差明显高于 3 处,对应分析比例阀信号曲线,2 处信号值比 1 处信号值略大,即换向时,在信号 2 处系统流量略大于信号 1 处流量,对机构运动的速度影响不大,但增加了冲击。因此,程序调试,减低比例阀在换向点 2 处的信号,降低系统流量,消除冲击,改善了机构运动。

5 结语

换向冲击是运动速度快、换向频繁、负载大的设备存在的主要问题之一,换向冲击大大减少元件的寿命,加速密封失效,导致泄漏等,同时影响设备钢结构的稳定性。系统采用比例换向阀与压力补偿器代替电液换向阀后,系统冲击显著减小,设备故障率进一步降低。该方式可以作为其它重载、高速、换向频繁的设备液压系统设计的借鉴。

[参考文献]

- [1] 湛从昌,等.液压设备可靠性与故障诊断[M].北京:冶金工业出版社,2009.
- [2] 吴根茂,等.实用电液比例技术[M].杭州:浙江大学出版社,1993.
- [3] 沈雄伟,等.混合取料机料耙传动机构的液压改造[J].液压与气动,2012(3):114-116.
- [4] 候德伟,袁子荣,陈海涛.电液比例系统在高速送料机构上的应用与研究[J].机床与液压,2001(3):80-82.
- [5] 牛险峰.比例阀的应用[J].重型机械科技,2004(1):51-54.
- [6] 许益民.电液比例控制系统分析与设计[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [7] 李洪人.液压控制系统[M].北京:国防工业出版社,1990.
- [8] 王永华.现代电气控制及 PLC 应用技术(第 2 版)[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008. (编辑 立明)

作者简介:刘昌吉(1962-),男,工程师,主要从事电气设备维护管理工作。

收稿日期:2012-09-19