



应用电液伺服阀提高磨削机同步精度[※]

李锁牢 边宝丽

(咸阳职业技术学院机电工程系, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 本文介绍了某工程机械厂自制MXJ-1型磨削机的液压控制系统以及采用电液伺服阀代替分流阀, 实现液压缸提高同步精度的理论研究。

关键词: 分流阀; 电液伺服控制系统; 同步精度

1、概述:

某工程机械厂自制大型磨削设备(MXJ-1)是集机械、液压与电气为一体的自动设备, 随着生产量的提高及机械磨损的增加, 该设备近年来常常发生故障, 出现卡死等现象, 严重影响了生产的进度和产品的质量。为了改善该机的使用性能。我们应厂方的请求对该机进行了改造, 本文着重阐述了该机改造前后的(液压控制)系统。

2、MXJ-1液压系统

该设备的主要功能是利用两个液压缸同步运动, 举起被磨削的巨型零件, 到位后磨头启动磨削, 为了保证工件磨削的平直度要求, 两液压缸的同步精度应控制在0.7mm以内。

该机改造前的液压控制系统简图如图1所示。该回路采用分流阀和导轨强制相结合的同步动作回路, 当换向阀A与C同时切换至左位后, 压力油经分流阀D被分成等量的两只油液并分别流入两液压缸下腔, 使两活塞同步上升。为了提高两缸的同步精度再加上强制导轨, 当换向阀A与C同时切换至右位后, 经分流阀D后的两支油液等量地分别流入两活塞缸上腔, 使两活塞同步下降。背压阀B的作用是防止活塞下降时, 工作台因自重而很快下滑, 该系统使用分流阀分流, 实现同步动作。结构简单、体积小、重量轻、使用维修方便。负载变化时对同步精度影响较小, 但随着生产产量的增加, 同步精度急剧下降, 且能耗大, 效率低。常发生重载平台与轨道卡死现象。

针对该机的具体情况, 我们分析了多种形式的同步运动回路, 其中有机械方式实现的同步回路和液压阀同步回路。这些回路尽管有许多优点, 但都不能满足使用要求。因此, 我们决定采用高响应的电液伺服同步回路。

3、电液伺服同步回路的理论研究

该伺服系统的控制对象是同步伺服液压缸, 其系统为一闭环系统。改造前的液压系统简图如图1所示, 改造后的液压系统简图如图2所示, 其回路工作原理方框图如图3所示。

[※]该论文发表于《液压与气压传动》2009年第11期, 获2011年咸阳市第五届自然科学优秀学术论文二等奖。

作者简介: 李锁牢(1974—), 男, 硕士, 副教授, 主要从事机电一体化教学及相关技术研究。



图1 改造前液压系统控制简图

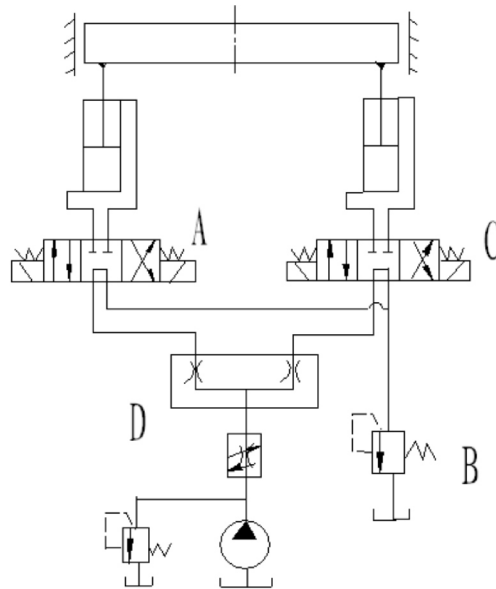


图2 改造后液压系统控制简图

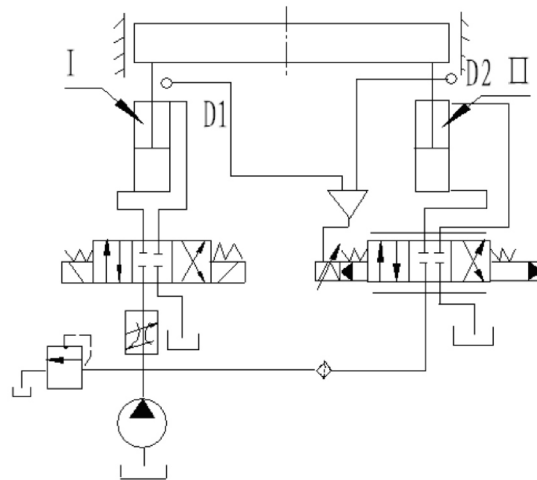
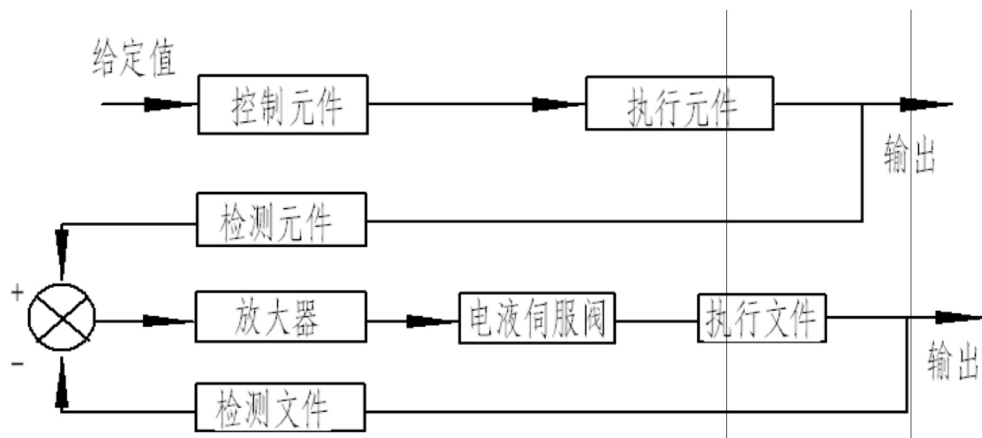


图3 伺服同步回路工作原理方框图





对于高响应电液位置伺服系统来讲,它是一个本质非线性系统[1],系统的静态误差主要是由执行元件和负载的摩擦死区、放大器,伺服阀的死区,零点漂移以及位置反馈元件的制造精度,安装精度等引起的,同时噪声也会带来随机误差。动态误差是由动态滞后引起的,伺服系统在初态跟随过程中,由于响应能力有限,必然会造成相位滞后和幅值衰减。

对于工程任务提出的响应要求,系统中的各个环节都要进行特殊的设计和选择。首先硬件的性能质量直接影响着系统的整体性能。我们选择的电液伺服阀为FF102双喷嘴挡板力反馈流量控制阀,其-3db频宽为213Hz, -90° 相频宽为162.6 Hz,其传递函数为:

$$G_v(s) = \frac{K_v}{s^2/\omega_v^2 + 2\xi_v s/\omega_v + 1}$$

式中: K_v —伺服流量阀增益, $10\text{L}/\text{min}/10\text{mA}=1\text{L}/\text{min}\cdot\text{mA}$;

ω_v —伺服阀 -90° 相频宽, $\omega_v=2\pi f=2\pi\times 162.6\text{rad/s}$;

ξ_v —阻尼比(取0.5~0.7);

滞环 $<4\%$, 分辨率 $\leq 1\%$, 零漂 $< \pm 3\%$;

温漂($-30^\circ\text{C}\sim 150^\circ\text{C}$ 时) $\leq \pm 4\%$ 。

油温每变化 10°C 可引起伺服阀1%左右的零点漂移。因而阀在工作时(系统由油温控制在 $20^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ 范围内)引起的零点漂移 $<4\%$ 。伺服力矩马达磁回路的磁滞和阀芯、阀套间的运动阻尼会造成伺服阀的死压[2]。从1%的分辨率和综合漂移等因素,可以得出:伺服阀的最小反应电流

$$\Delta I_1=10\times 1\%=0.1\text{mA}$$

漂移量折合电流

$$\Delta I_2=10\times 4\%=0.4\text{mA}$$

伺服放大器由于布线方向的原因,也会产生温漂和线性度的变化,但是这部分的变化远比机械部分的漂移小得多,而且远小于伺服阀的分辨率,故而可以忽略。为了便于分析,可将伺服放大器视为比例环节,其增益为 $2\text{v}/\text{mA}$ 。为了进一步改善系统的动态响应,专门设计了有较高固有频率的液压缸和选取与之配套的高响应伺服放大器[3]。

位移传感器选用LVDT-1型差动变压器式传感器,其传递函数为:

$$H(s) = \frac{K_f}{s/\omega_f + 1}$$

式中: $K_f=3\text{r}/\text{min}$; $\omega_f=2\pi f=2\pi\times 240\text{rad/s}$;

(-3dB转折频率)量程 $\pm 1\text{mm}$; 精度0.1%

油源系统的压力脉动也可造成系统的误差,因为伺服阀的流量受压力脉动的影响,而流量的输出直接影响液压缸的位移。设伺服阀输出流量为 Q ,负载压力为 P_L ,工作压力为 P_0 ,则 Q_k 为流量系数,因此在高精度的电液伺服系统的油路上都要采取一定的措施来保证压力脉动不致过大,在本 $=K\sqrt{P_0-P_L}$ 设计中我们采用了蓄能器,一方面使压力脉动降低,同时降低噪声。

据资料介绍系统的位置精度除了系统的硬件性能影响和压力脉动外,还与系统的非线性有关。我们选择自适应控制表示法,不仅解决了系统中的非线性问题,而且满足了高精度和快速性的要求。

4 结束语

磨削机经改造后油缸II活塞跟随油缸I活塞运动,并保持同步。其工作原理为,机床工作时,位移传感器P1和P2不断发出两个液压缸活塞的位置信号。两信号进行比较,经放大器放大后,再输入电液伺服阀进行控制阀芯的位移量,从而使油缸II活塞与油缸I活塞保持同步。经实践证明该机改造方案正确可行,



一次试车成功，经检测两缸位置同步精度误差只有0.05-0.2mm。可满足使用要求，使产品质量档次提高。

参考文献

- 1.卫启平 《高响应高精度电液位置伺服系统的性能研究与改善》，西安交通大学硕士论文 1991年。
- 2.H.E梅里特（美）著，陈燕庆译，科学出版社 1976年。
- 3.李新忠《提高电液位置伺服阀系统动态响应的措施》，《机床与液压》，1995 [3]。

Increases the milling machine synchronization precision using the electrohydraulic servo valve

Li Suo-lao, BIAN Bao-Li

(Department of Mechanical Engineering, Xianyang Vocational Technical college, Xianyang, Shaanxi 712000)

Abstract: This article introduced some project machine shop self-restraint MXJ-1 milling machine hydraulic control system as well as uses the electrohydraulic servo valve to replace the slide valve, realizes the hydraulic cylinder to increase the synchronized precision the fundamental research.

Key word: Slide valve ;battery solution servocontrol; synchronization precision