

塞棒伺服油缸试验台设计研究

刘自银, 石博强, 余 洋

Research of the hydraulic servo cylinder testing rig

LIU Zi-yin, SHI Bo-qiang, YU Yang

(北京科技大学 机械工程学院, 北京 100083)

摘 要:塞棒缸是炼钢连铸环节中的关键部件,它行程短、频响快、精度高,测试难度大。该文针对这些特点,设计了伺服油缸的试验台,试验台从开发至今,使用效果良好。

关键词:塞棒缸;试验台;电液伺服控制

中图分类号:TH137 文献标识码:B 文章编号:1000-4858(2012)02-0001-03

引言

炼钢厂的连铸环节要求结晶器钢水液面稳定在一定的水平。在浇铸过程中,由于钢水液面波动太大会卷入渣子,在铸坯表面形成夹渣,影响钢坯质量。经验指出:钢水液面波动控制在 ± 10 mm就可以避免产生夹渣,而结晶器内液面的稳定性取决于中间包浇入到结晶器内的钢水量和从结晶器内拉出的铸坯量的平衡。如果拉速一定时,结晶器钢液面升高,中间包水口可以关小些;钢液面太低,中间包水口可以开大些。包水口的开度通过塞棒缸电液伺服系统自动调节,塞棒缸在这个闭环系统中起很关键的作用,其性能的好坏直接影响浇铸质量,塞棒缸实物如图1所示。

然而塞棒缸载荷大、频率响应高,结构复杂,调试及故障诊断难度很大,常因而不能判断故障部位而被迫停产检修,而目前已有的试验台均不适合塞棒缸的专用测试,因此急需能够对塞棒缸进行动态和静态试验的平台,以解决事故停产检修过多的问题。本文主要对我单位研制的高精度塞棒缸试验台的电液伺服系统的设计进行介绍。



图1 塞棒缸实物图

1 试验台的主要试验内容

塞棒缸和普通油缸具有很大差别,塞棒缸要求响应快,精度高。塞棒缸的检测方案及测试项目和普通油缸有所不同。其试验不但包括普通液压缸的试验内容,更为重要的是要进行伺服液压油缸的摩擦力与

动态特性的测试。

在连铸环节中,塞棒缸的摩擦力有重要影响,摩擦力是影响低速性能及稳态精度的重要因素之一。为了使系统达到较高的定位精度并无爬行现象,塞棒缸一般都采用刚性支撑,间隙密封,并要求较高的加工精度。目前国内使用的这种伺服缸以进口油缸较为常见。摩擦力的允许值最高保持在最大出力的0.4%以内。由于摩擦力相对很小,按普通油缸启动力的测试方法根本测不出准确值,因此对塞棒缸摩擦力的测试不仅十分重要,而且研究它的测试方法具有较大意义。

另外,还须检测塞棒缸的动态特性,以确定其响应速度能否能够满足连铸的需要,并确定其响应曲线在高频段有无平顶现象,因平顶现象是引起极限环振荡及影响动态精度的主要因素。总之,试验台应能够完成以下主要内容。

(1) 可完成塞棒缸的动态特性测试:频率响应测试(主要检测工作频带以内的频率特性)的范围达到10 Hz以上,测试精度达到0.5%,绘制幅频特性与相频特性波德图;

(2) 可完成塞棒缸的静态特性测试:泄漏测试、耐压试验、启动力试验、爬行测试、摩擦力特性测试等,并绘制有关曲线。

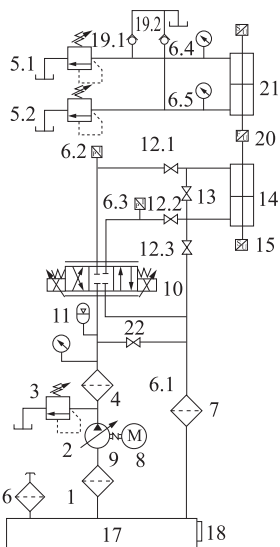
2 试验台液压系统及测试方法

试验台液压系统简图如图2所示,它由油箱、泵组、伺服阀及其力伺服控制系统、塞棒伺服油缸、负载

收稿日期:2011-08-04

作者简介:刘自银(1987—),男,安徽六安人,硕士研究生,主要研究方向为液压控制系统设计与研究。

模拟加载油缸等组成。试验系统最大使用压力 31.5 MPa, 额定压力 25 MPa, 静态负载力达 30 kN, 塞棒缸实际动态负载力值最大 10 kN。该试验台实测的频响可达 20 Hz, 正常塞棒缸在该试验台的实际位置控制精度可达 0.01 mm。



1. 滤油器 2. 液压泵 3. 溢流阀 4. 过滤器 5. 直动式溢流阀
6. 压力传感器 7. 回油过滤器 8. 电机 9. 联轴器 10. 伺服阀
11. 蓄能器 12. 球阀 13. 高压手动球阀 14. 塞棒液压缸
15. 位移传感器 16. 空气过滤器 17. 油箱 18. 直读式液位计
19. 充液阀 20. 拉力传感器 21. 加载缸 22. 球阀

图2 塞棒缸试验台液压原理图

泵组出油经蓄能器稳压后为伺服阀提供恒压油, 伺服阀根据测控系统的指令信号实时动态调整油缸位置, 调节图2中直动溢流阀5的调压手柄可以调节塞棒缸伸出和缩回负载的大小, 高位油缸自动为油缸低压腔补油。

塞棒缸的静态试验项目如泄漏试验、耐压试验、启动力试验等, 其试验内容与方法与普通油缸大同小异, 在此不再累述。下面主要介绍塞棒缸的动态特性试验与摩擦力特性试验的方法。

1) 动态试验方法

本试验系统模拟塞棒缸的实际工作状态。实际工作中, 阀控器、伺服阀、塞棒缸与位移传感器组成油缸位置控制小闭环; 测控系统、油缸位置控制小闭环与钢水液面检测元件构成钢水液面控制大闭环。本试验通过上位机测控软件及硬件产生 0 ~ 20 Hz 扫频正弦信号, 信号幅值可根据塞棒缸规格的不同而输入不同的值, 其变化范围为 -5 ~ +5 V (对应于活塞 ±6 mm 的振幅)。此扫频正弦信号通过伺服放大器驱动两级电液伺服阀 10, 从而使被试油缸作相应运动。由上位测

试系统采集被试塞棒缸的位移传感器信号及力传感器信号, 对数据进行分析, 即可得到被试缸的频率特性, 绘制波德图。

2) 全行程摩擦力测试

测摩擦力时需要用到的液压元件有塞棒缸 14、二级电液伺服阀 10、压力传感器 6、位移传感器 15 等元件构成, 加载缸 21 缩回一端不工作 (与塞棒缸分离), 在实验前将压力调到很低的数值 (1 MPa 以下)。其测试方法是上位测控软件控制伺服阀调定一个很小的开口, 由于压力很低, 流量很小, 塞棒缸会以很低的速度匀速伸出或缩回, 同时由位移传感器检测位移, 由两个压力传感器测出塞棒缸的两腔压差, 然后由计算机上位软件预定程序进行实时处理, 从而获得精确的被试伺服油缸的静摩擦力及动摩擦力。由于压力传感器及位移传感器精度较高, 比之普通油缸的启动摩擦力测试方法, 从测试精度上来说要高得多。

3 主要液压件选型

计算机辅助设计的塞棒缸试验台液压系统如图3所示。对于塞棒缸试验台的液压元件选型, 以下做简要的介绍。

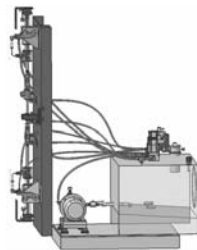


图3 计算机辅助设计的塞棒缸试验台液压系统

3.1 负载匹配

因加载力较大, 为避免激振缸尺寸、伺服阀流量和供油系统参数和尺寸过大, 拟取经济压力; 参考可选液压元件及伺服阀的额定压力系列, 取 $p_s = 25 \text{ MPa}$ 。

$$\text{塞棒缸活塞有效面积 } A \geq \frac{3F_m}{2\sqrt{2}p_a} \quad [4]$$

式中, F_m 为最大静态推力, p_a 为供油压力。

则需 $A \geq 1.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$; 实际塞棒缸活塞有效面积 $A = 1.35 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, 符合要求。

3.2 伺服阀的选型

$$\text{伺服阀流量 } Q_R \geq \sqrt{\frac{3}{2}} A Y_m \sqrt{\frac{7}{p_a}} \quad [4]$$

式中, A 为活塞有效面积; Y_m 为油缸最大线速度 (这里为 150 mm/s); p_a 为供油压力。

航空液压系统脉动衰减技术的发展

付永领¹, 荆慧强²

The development of fluctuation attenuation technology for aviation hydraulic system

FU Yong-ling¹, JING Hui-qiang²

(1. 北京航空航天大学 机械工程及自动化学院, 北京 100191;
2. 北京航空航天大学 自动化科学与电气工程学院, 北京 100191)

摘要: 液压系统因具有能量密度高、结构紧凑体积小等诸多优点, 成为了航空领域首选的动力传输系统。然而, 随着新型飞行器动态性能要求的不断提高, 液压系统的压力也随之从 14.7 MPa 提高到现有的 56 MPa。高压使得液压系统的缺点更为突出, 压力脉动就是其中重要的一个急待解决的问题。文章阐述了航空液压系统脉动产生的原因及导致的结果, 同时对现有的脉动衰减技术进行了较为全面的总结, 并在此基础上指出脉动衰减技术的发展方向。

关键词: 液压系统; 压力脉动; 脉动滤波器; 流量脉动; 流固耦合

中图分类号: TH137 文献标识码: B 文章编号: 1000-4858(2012)02-0003-05

概述

液压系统基本遍布飞机整个机身, 约占飞控系统总重的 60% 左右, 主要用于舵面驱动、起落架收放、舱门开启及关闭等, 液动力系统之所以在航空飞行器

则, $Q_R \geq 8.4 \text{ L/min}$ 。考虑留出 10% 以上余量, 并结合样本, 选择伺服阀 4WRPEH6C4B12L-2X/G24K0/F1M, 最大使用压力 31.5 MPa, 流量 12 L/min。

3.3 其它主要元件的型号

(1) 电机: 低噪音电机 1LGO 107-4AA76, 7.5 kW 转速为 1410 r/min;

(2) 液压泵: 变量泵 V15A4R, 最大使用压力 31.5 MPa, 最大排量 15 mL/rev;

(3) 蓄能器: NXQ1-L10/31.5-L-H;

(4) 先导式溢流阀 DB8-2-30/315, 最大使用压力 31.5 MPa, 流量 100 L/min;

(5) 压力油路过滤器倒装管式 ZU-H100X10DLP, ZU-H100X3DLP。

4 结论

塞棒缸动静态试验台可以进行塞棒缸的动静态性能试验, 适用于塞棒缸维修后的性能测试和新塞棒缸的出厂检验。同时本试验台搭配先进的电控测控系

收稿日期: 2011-11-29

作者简介: 付永领(1966—), 男, 河北唐山人, 教授, 博士, 主要从事新型液压伺服系统理论与技术方面的科研和教学工作。

统, 能够完成试验数据的采集及处理工作。本试验台从开发至今, 使用效果良好。实际应用情况表明, 试验台设计先进, 性能可靠, 解决了因塞棒缸事故而停产检修的问题, 为钢厂连铸系统的塞棒缸故障诊断提供了有力手段, 保障了工厂正常生产, 经济效益显著。

参考文献:

- [1] 夏永胜, 等. 计算机控制液压试验台软件设计方法[J]. 制造技术与机床, 2006, (11).
- [2] 曾良才, 等. 轧制伺服油缸试验台研究[J]. 机床与液压, 2003, (3).
- [3] 成大先. 机械设计手册(单行本液压传动)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [4] 宋学义. 袖珍液压气动手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1995.
- [5] 姜继海, 等. 液压与气压传动[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [6] 王积伟, 等. 控制工程基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.