

doi: 10.11832/j.issn.1000-4858.2014.11.007

轧机 AGC 伺服液压缸故障诊断与对策

龚云, 陈奎生, 湛从昌, 陈新元

(武汉科技大学 机械自动化学院, 湖北 武汉 430081)

摘要: 对轧机 AGC 伺服液压缸进行故障介绍、分析及静态仿真, 指出了最易出现故障的部位及其改善措施。以某钢厂轧机 AGC 伺服液压缸为例, 通过静态仿真数据分析, 对轧机 AGC 伺服液压缸进行故障诊断, 并提出处理对策。

关键词: AGC 伺服液压缸; 静态仿真; 故障诊断; 处理对策

中图分类号: TH137 文献标志码: B 文章编号: 1000-4858(2014)11-0029-04

Fault Diagnosis and Countermeasures for Rolling Mill AGC Servo Hydraulic Cylinder

GONG Yun, CHEN Kui-sheng, ZHAN Cong-chang, CHEN Xin-yuan

(Institute of Mechanical Automation, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430081)

Abstract: In this paper, the mill AGC servo hydraulic cylinder fault is introduced, analyzed and statically simulated. We point out the area of the most prone to failure and improvement measures. And with a steel plant rolling mill AGC servo hydraulic cylinder as an example, through the static simulation data analysis, fault diagnosis of rolling mill AGC servo hydraulic cylinder, and countermeasures are put forward.

Key words: AGC servo hydraulic cylinder, static simulation, fault diagnosis, treatment countermeasures

引言

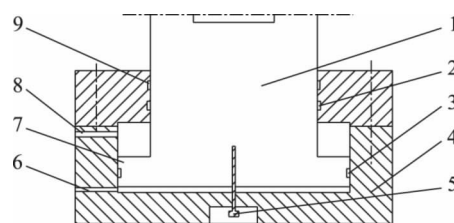
轧机液压压下 (AGC) 装置是针对轧制力变化实施厚度调节的一种快速精确定位系统。液压 AGC 控制系统是轧机液压控制系统的核心, 目前一些钢厂在生产过程中, 使用 AGC 伺服液压缸越来越多。为了使产品的质量更好, 工作效益更高, 工作环境安全, 轧机 AGC 伺服液压缸故障诊断与对策为检修提供更好的判断依据。

1 AGC 缸结构及故障形式

1.1 轧机 AGC 伺服液压缸结构

液压压下 (AGC) 装置由动力源、电液伺服、伺服液压缸、液压阀、传感器及液压附件等组成。通过控制电液伺服阀的输出流量, 从而控制伺服液压缸缸体 (或活塞杆) 上下移动, 达到调整辊缝的目的。AGC 缸通常由后端盖、缸筒、活塞杆组件、前端盖等主要部分组成, 如图 1 所示。为了防止油液向液压缸外泄或由高压腔向低压腔泄漏, 在缸筒与端盖、活塞与活塞杆、

活塞与缸筒、活塞杆与前端盖之间均设置有密封件, 在前端盖外侧, 装有防尘圈。为防止活塞快速退回到行程终端时撞击缸盖, 液压缸端部设置缓冲装置; 有时还需设置排气装置。



1. 活塞杆 2、3、9. 防尘圈 4. 缸筒 5. 位移传感器

6. 无杆腔油口 7. 活塞 8. 有杆腔油口

图 1 AGC 伺服液压缸简图

收稿日期: 2014-04-02

基金项目: 国家自然科学基金 (51175386)

作者简介: 龚云 (1987—) 男, 湖北武汉人, 研究生, 研究方向为电液系统智能控制。

1.2 轧机液压 AGC 系统在运行过程中易出现的故障

(1) 位置控制故障 轧机液压 AGC 系统位置控制主要故障为传感器,如位置、液压缸油压、轧制力等传感器故障。当液压压下实际值(任一侧)到极限位置时,轧机停止工作。当两液压缸位置传感器偏差超过规定值时,可能是位移传感器故障、伺服阀或液压缸泄漏、偏差或调零不准等。轧机液压 AGC 控制系统由两套独立且完全相同液压位置伺服系统组成。设定同一值时,两套控制系统按照完全相同的指令控制压下液压缸上下移动。当两液压缸位置传感器位置超差时,必有一套液压位置伺服系统存在故障。应分别对伺服系统进行分析,逐步确定故障位置,对故障进行排除。当两侧压力传感器测量值超差,可能是压力传感器故障,应对其进行处理。

(2) 机架振动 我们对某一钢厂,热轧带钢液压压下系统进行机架振动较严重的故障分析,轧制咬钢时,振动严重,并伴随有啸叫声。检查系统供油是否稳定,溢流阀是否工作正常,排除这些因素后,发现是由于蓄能器容量小,吸振功能不够。经计算,在原 1 个蓄能器基础上增到 4 个,结果振动现象大大减弱,满足生产要求。

(3) 溢流阀故障 溢流阀故障,主要有溢流阀在工作时没有处于溢流状态,检查溢流阀实际状态,溢流压力设定值是否符合实际工况。轧制时,检查液压缸工作腔压力是否满足要求并及时处理。

(4) 伺服液压缸故障 液压缸拉伤,泄漏严重,动态特性变差,应拆检液压缸,更换密封件,重新测定动态特性,符合要求后方能装入系统中或更换液压缸。液压缸被卡死,无法工作时,应拆检液压缸进行清洗,更换液压油。

1.3 轧机 AGC 伺服液压缸故障归类

轧机 AGC 伺服液压缸主要有压力和位置精度两方面的故障,其最终特征量表现在以下几个方面:

(1) 位置控制精度达不到要求,如某一位置传感器测量值大于极限值,或压下液压缸位置值超差,或两压下液压缸位置在 ΔT 时间内超差。

(2) 压下液压缸压力过高或过低,或压力建立不起来。

(3) 伺服阀驱动零偏电流大于正常范围。

(4) 压下液压缸偏向一端,或不受控制。

例如某钢厂的缸底外直径 1850 mm 的 AGC 伺服液压缸如图 2 所示,在使用的过程中出现沿缸底与缸

筒交界线上,进出油口附近区域及与两油口的对称区域出现大段裂纹,如图 3 所示。

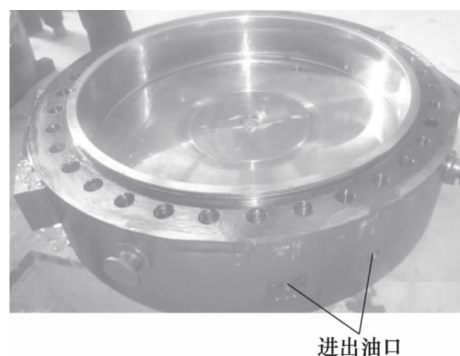


图 2 AGC 伺服液压缸缸底



图 3 AGC 伺服液压缸缸底进出油口处裂纹

2 大型 AGC 缸故障分析及对策

2.1 AGC 伺服液压缸工况分析

某轧机 AGC 伺服液压缸的使用工况:每小时轧制 40 块钢,每块 7 ~ 10 次,每块板厚 70 ~ 80 mm,速度 2.5 ~ 5 m/s,每天工作 21 h,单个液压缸轧制力最大 3000 t,通常 1000 ~ 2000 t,油缸设计工作压力 23 MPa,测试压力 30 MPa,设计寿命 8 年,液压缸缸底只有 900 mm 宽的平面支撑。

AGC 伺服液压缸的使用情况:轧机在工作时,都是靠 AGC 伺服液压缸来执行动作。当咬钢时,液压缸瞬间液压力升高,此时油口附近的压力也会瞬间增大,带来很大的冲击力,当抛缸时,液压缸瞬间液压力降低,此时油口附近的压力也会瞬间减小,同样带来很大的冲击力。这种冲击力不断的变化,频繁的对缸底及油口作用。沿缸底与缸筒交界线上,油口附近区域及油口的对侧对称出现大段裂纹。

AGC 伺服液压缸是通过铸造和精加工而成,缸底与缸筒交界处及油口附近的应力集中及频繁的冲击导致了此处出现大段裂纹。为了解决这种故障,通过分析研究,采用 AGC 伺服液压缸缸底外圆加 100 mm 缸底厚度加 50 mm 的改进方案。

2.2 AGC 伺服液压缸静态分析

改进后的 AGC 伺服液压缸采用的材料为:

42CrMo, 查得 42CrMo(毛坯 $\phi 25$ mm) 的抗拉强度为 1080 MPa, 屈服极限为 930 MPa, 密度为 7850 kg/m^3 , 疲劳极限为 504 MPa; 查得 $\phi 1850$ mm 的尺寸因子为 0.567, 经计算该液压缸疲劳极限为 285.768 MPa, 屈服极限为 390 MPa。在 20°C 时它的弹性模量为 210 GPa, 泊松比为 0.3。

在 ANSYS/Workbench 中进行静态应力分析: 图 4、图 5、图 8 是液压缸在改进前, 工作压力为 23 MPa 时的应力仿真截图; 图 6、图 7、图 9 是液压缸在改进后, 缸底外圆加 100 mm 和缸底厚度加 50 mm 的改进方案, 工作压力为 23 MPa 时的应力仿真截图。

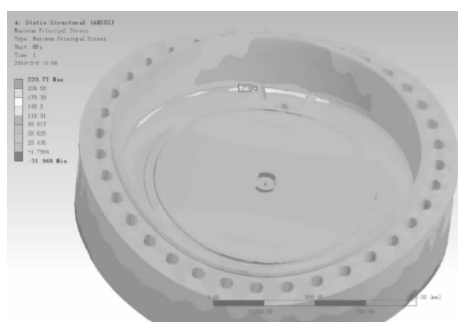


图 4 原尺寸第一主应力

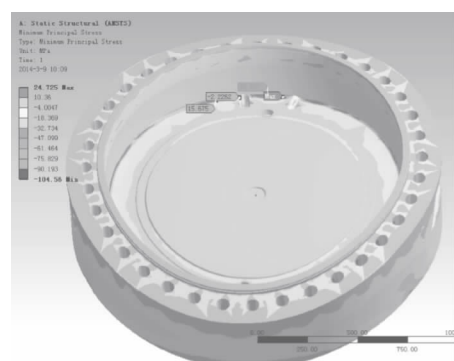


图 5 原尺寸第三主应力



图 6 改进后尺寸第一主应力

从仿真的结果及结合图来分析, 在原尺寸 23 MPa

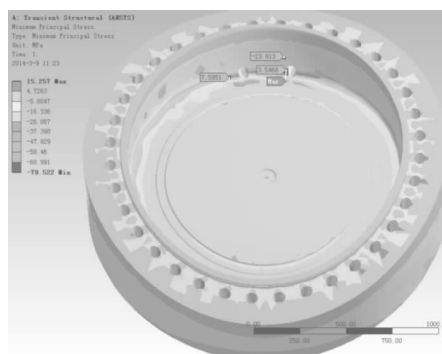


图 7 改进后尺寸第三主应力

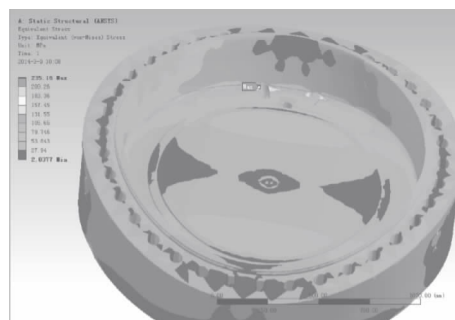


图 8 原尺寸等效应力

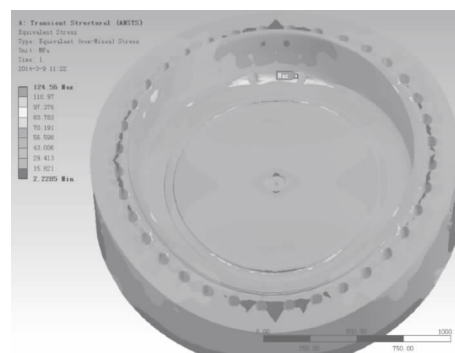


图 9 改进后尺寸等效应力

压力时, 液压缸缸底部左端进油口左边缘受到三向受压应力, 应按等效应力 235.16 MPa 进行强度校核; 在改进后尺寸 23 MPa 压力时, 液压缸缸底部右端进油口左边缘受到三向受拉应力, 应按最大拉应力(第一主应力) 132.86 MPa 进行强度校核; 28 MPa、30 MPa、40 MPa 在油口处都是受到三向受压应力, 应按该处的等效应力进行强度校核。液压缸底部进出油口边缘处是最危险的部位, 液压缸缸底断裂正是此处^[3 4]。

经过对液压缸进行仿真, 得到的最大应力是在缸底进出油口处, 因此最容易破裂的地方也是缸底进出油口处。

在 ANSYS/Workbench 中对多种压力工况进行静态应力分析, 汇总得到表 1。

(下转 99 页)

较高,加压过程的液压冲击导致控制误差较大,压力小于 10 MPa 时线性度较好,压力尚可精确控制,但高压段液压冲击的影响逐渐加大,表现为驱动气压力改变的响应迟钝,易产生升压过快的现象,升压过程呈非线性。

实践中采取了下列措施:①在液压管路中并联缓冲器,减少液压冲击的影响;②软件的高压加压控制采用 PID 模糊算法,使问题得到了解决,高压段控制精度达到了 ± 7 bar 之内。

5 结论

本项目依托小口径导管液压强度试验和爆破试验的需要,采用计算机控制技术、比例调节和 PID 控制方法,利用先进的气驱增压技术和基于组态王软件的控制流程,解决了高压、小口径导管的液压试验和爆破试验的精确控制问题,实现了产品试验的自动化。

本项目取得的成果亦可应用于大口径导管或容器

的试验,为了加快试验进度,可在系统中增加注水口,先行注水、排气后在进行加压试验。

参考文献:

[1] 鲁士军,郭海艳,杨永立,周力,王徽,朴丕龙.一种超高压水压试验装置[J].工程机械,2010,(1):5-8,10.
[2] 张冬明,陶国良.基于模块化气动元件性能测试平台开发[J].液压与气动,2010,(10):78-81.
[3] 韦瑞录,罗启平.基于组态王和 PLC 的模糊 PID 水压控制研究[J].微计算机信息,2008,(13):56-58.
[4] 谢腾飞,赵继云,王温锐,戚厚宝,王振兴.液压支架大流量安全阀动态性能试验方法研究[J].液压与气动,2010,(12):17-19.
[5] 汝少明,杨安元,赵德春.200 MPa 液压导管爆破试验台研制[J].液压与气动,2003,(5):25-26.
[6] 刘增丽,孟昭,林解宁,王收军,宗生发.汽车水箱散热器爆破试验台液压系统[J].液压与气动,1997,(5):8.

(上接第 31 页)

表 1 多种压力仿真数据汇总

液压缸工作时的 压力大小/MPa	液压缸原尺寸的油口处的最大应力大小/MPa			液压缸改进后尺寸的油口处的最大应力大小/MPa		
	第一主应力 σ_1	第三主应力 σ_3	等效应力 σ_e	第一主应力 σ_1	第三主应力 σ_3	等效应力 σ_e
23	239.77	-2.2262	235.16	132.86	3.5468	124.56
28	284.23	-2.7408	235.16	141.52	-1.3376	138.91
30	302.06	-3.1092	297.28	150.41	-1.684	147.88
40	391.19	-5.211	386.1	193.45	-3.4337	192.73

3 结论

(1) 采用改进后 AGC 伺服液压缸与原尺寸的 AGC 伺服液压缸相比,油口附近区域及油口的对侧对称处的应力明显降低,AGC 伺服液压缸的使用寿命大幅度的提高。

(2) 原尺寸的 AGC 伺服液压缸在测试压力为 30 MPa 时,油口附近区域及油口的对侧对称处等效应力 297.28 MPa 高于疲劳极限应力 285.768 MPa,因此此处很容易出现裂纹。改进后的 AGC 伺服液压缸在测试压力为 30 MPa 时,油口附近区域及油口的对侧对称处等效应力 147.88 MPa 低于疲劳极限应力,满足设计要求。

(3) 轧钢过程的咬钢和抛钢工作中,载荷突变严重,其压力峰值将超过 30 MPa,而且变化频繁,这样会使缸筒和缸底产生破裂,单纯从加固缸筒和缸底结构强度不够,还应从液压系统和控制系统来解决这些技

术难题。

参考文献:

[1] 湛从昌,傅连东,陈新元.液压可靠性与故障诊断(第 2 版)[M].北京:冶金工业出版社,2009.
[2] 陈奎生.液压与气压传动[M].武汉:武汉理工大学出版社,2001.
[3] 李舜酩.机械疲劳与可靠性设计[M].北京:科学出版社,2006.
[4] 徐灏.机械设计手册[M].北京:机械工业出版社,1991.
[5] T G Doust, A Parmer. Hydrostatic Effects in a Mechanical Face Seal[M]. ASLE TRANSACTIONS, 1985.
[6] Kurokawa J, Matsumoto K, Matsui J, Imamura H. Performance Improvement and Peculiar Behavior of Disk Friction and Leakage in Very Low Specific-speed Pumps[C]. Proceedings of 20th IAHR Symposium on Hyposium on Hydraulic Machinery and Systems, Charlottle, USA, 2000, August.