

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.11.019

智能液压容错控制在钻机的应用

何沛霖¹, 黄国勤², 于今²

(1. 东方电机有限公司设备中心, 四川 德阳 618000; 2. 重庆大学机械工程学院, 重庆 400044)

摘要: 针对目前液压矿山钻机容易发生卡钻等现象导致生产隐患的问题, 提出一种基于智能液压容错技术的控制方法。介绍控制系统的工作原理, 并对其液压系统进行改进设计。工程应用实例结果表明: 该方法能够有效提升液压系统的工作性能和可靠性。

关键词: 液压钻机; 可靠性; 容错控制; 负载感知

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A

Application of Intelligent Hydraulic Fault Tolerance Control Technique in Mine Hydraulic Drill

He Peilin¹, Huang Guoqin², Yu Jin²

(1. Dongfang Electric Machinery Co., Ltd., Deyang 618000, China;

2. College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Aiming at the problem of mine hydraulic drill usually happen sticking situation at present, therefore induce existence manufacture hazard, a control method based on hydraulic intelligent fault tolerance was adopted. Introduce its principle of work of control system, and process improving design for its hydraulic system. The engineering application examples show that the method can effectively improve work performance and reliability of hydraulic system.

Keywords: coal mine hydraulic drill; reliability; fault tolerance control; load-sensing

0 引言

目前, 常见的矿山用钻机有液压钻机、气动钻机和电动钻机等, 其中液压钻机因安全性好、功率大、效率高等特点应用最为广泛。由于矿山地质环境复杂, 工作条件差别大, 使得矿山钻机实际需要的推进力的变化范围较大, 依靠人工操控容易产生载荷冲击, 如果操作不当则会出现卡钻现象, 导致钻具损坏和钻孔失败, 甚至还可能引发煤气燃烧和瓦斯爆炸等严重事故^[1]。现有的全液压钻机采用的是定量泵加溢流阀的控制系统^[2], 主要由回转回路和钻进回路组成, 其中钻进回路提供了钻头的前进动力, 回转回路克服了回转负载转矩。当普通液压钻机的钻头碰到坚硬的障碍物或者地质环境发生明显改变时, 回转负载就会迅速改变, 此时液压系统的压力也会相应改变, 产生压力冲击和钻头速度失稳的现象。如果压力过高则会打开溢流阀, 系统的能量严重损失且发热严重, 甚至引发安全事故。液压钻机如果采用负载感知的智能液压容错技术^[3-4], 能够根据实际负载情况自动的调节液压系统的压力, 使得钻机的推进力与实际负载相匹配, 从而提高钻机的钻机质量和能量利用效率, 同时消除安全隐患, 大大提高钻头的实用寿命和整个钻机的可靠性。因此, 笔者针对矿山液压钻机的智能液压容错控制技术对其进行研究。

1 系统工作原理

在对某机械有限公司的矿山钻机液压系统改造中, 为有效避免安全事故的发生, 实现钻头推力的自动调节, 应用了液压智能控制技术, 其液压系统原理见图 1。该液压系统在钻机原型基础上, 增加负载感应调压阀等元件(见图 2)。

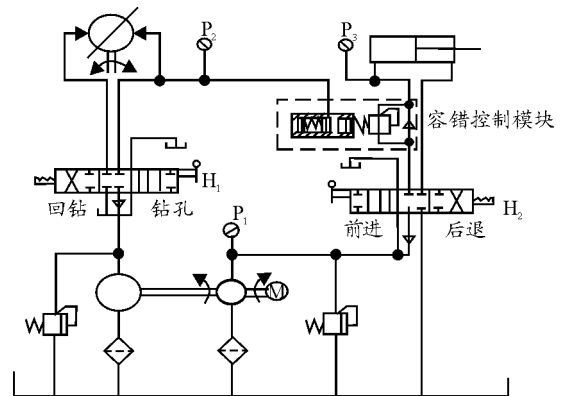
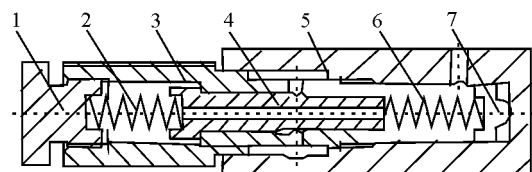


图 1 钻机液压控制系统原理



1. 调压头; 2. 反馈弹簧; 3. 转换接头; 4. 活塞; 5. 阀体接头; 6. 调压弹簧; 7. 调压弹簧底座。

图 2 负载感应调压阀结构图

收稿日期: 2011-07-07; 修回日期: 2011-07-25

作者简介: 何沛霖(1971—), 男, 四川人, 硕士, 高级工程师, 从事自动化控制、数字控制技术。

该系统主要由钻进回路和回转回路组成。回转回路中, 动力马达的正转、反转、停止由多路阀 H_1 通过切换手柄位置来控制, 完成钻孔、回钻。钻进回路中, 在马达停止转动时, 多路阀 H_1 、 H_2 切换手柄位置, 可以将大泵和小泵分别对推进缸供油, 推进缸驱动钻头快速进退和正常进退。该系统使驱动钻头的马达实现了负载自适应、具备自动防卡死功能, 推动钻头进给的推进缸能够轻推开孔, 同时实现了钻头快速进退; 与原型机相比, 新机自动化程度高、安全性能好, 对操作者要求低, 能够更好地适应矿井环境。其中, 智能控制依靠推力自适应控制模块实现, 该模块由负载感应调压阀和 DR10 减压阀组成。如图 2 所示为负载感知调压阀, 它带有压力测量单元和逻辑控制装置, 能够根据马达负载的变化来调节液压回路的驱动油压, 从而自动调节钻头推进力, 有效避免卡钻现象。如图 2 所示, 调压头与阀体接头是 rexroth 系列的减压阀的压力调节器; 负载感应调压阀在调压头与阀体接头之间增加一转换接头, 采用双弹簧、浮动活塞结构, 在反馈弹簧和远程控制油压作用下, 调节减压阀先导控制口压力; 反馈活塞在反馈弹簧作用下, 贴紧活塞环, 此时调压弹簧受压, 同时将球阀压在减压阀先导控制油口, 使减压阀阀后最大压力为 100 bar, 作用在钻头推进缸上, 产生 50 kN 进给力; 调节转换接头的旋入深度可以得到调压弹簧不同压缩量, 取得不同的减压阀阀后最大压力; 控制口将远程控制油压引入控制腔, 作用在反馈活塞上, 对反馈弹簧产生推力; 调节调压头, 通过反馈弹簧将反馈活塞压紧, 贴在转换接头上, 然后再旋入调压头, 压缩反馈弹簧, 使由此增加的弹簧力与 80 bar 的控制口油压产生的推力相等; 不同的调压头旋入深度, 对应不同的控制口油压; 反馈弹簧腔和调压弹簧腔通过反馈活塞的内部泄油口连通, 泄漏油通过的阀体接头的泄油口回油; 所以, 当控制口油压低于 80 bar 时, 反馈弹簧将活塞始终压紧在转换接头上, 此时减压阀不起减压作用, 阀后压力等于系统的负载压力(不超过 100 bar); 当控制口油压高于 80 bar 时, 反馈弹簧缩短, 活塞向左移动, 同时调压弹簧伸长, 对右底座的力减小, 此时减压阀起减压作用, 系统油压降低。

2 试验结果

在某矿区的实际应用中, 加装压力容错控制模块的 ZDY-750 型钻机进行了大量的现场试验^[5], 负载感知调压阀的调压特性实测曲线如图 3。初始压力设为 80 bar, 最高工作压力 100 bar。从图 3 可以看出, 试验曲线和理论曲线基本吻合, 当马达负载压力低于调定压力时, 推进缸的油压为最高工作压

力 100 bar, 钻头可以保持最高效率工作; 当马达负载压力超过 80 bar 时, 减压阀的阀后压力随马达的负载增大而逐渐降低, 使得钻机钻进力与实际负载相适应, 因而可以避免卡钻等故障现象的发生。

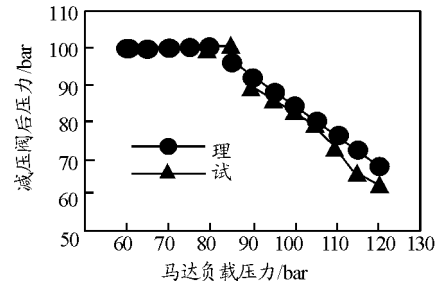


图 3 调压阀调压特性曲线

在与无模块同型钻机进行的对比试验中, 可以明显看出, 加装压力容错控制模块的钻机具有以下优点: 1) 具有马达自动防卡钻功能, 不会出现卡钻现象, 可避免丢失钻杆, 成孔率大大提高, 几乎达到 100%; 2) 钻进速度快, 比无模块同型钻机快 50%~75%; 3) 钻头寿命长, 正常钻进 3 000 多米无一根钻杆损坏, 使用无模块同型钻机的报废钻头, 还可继续钻进 150~200 m; 4) 具有轻推开孔功能, 开孔操作简单容易, 不易损坏钻头, 能够避免误操作损坏钻机设备; 5) 适应性增强, 可以根据钻孔需要和岩性特征调整钻机最大最小扭矩和推力; 6) 实现了单根钻杆钻进过程的自动化控制, 一个操作小组可操纵多台钻机, 大大提高了劳动生产率。

3 结论

使用负载感知的容错单元进行压力容错控制, 既不需要增加冗余设备, 也不需电控, 还可以实现矿山钻机推进力的自动调节, 防止马达过载, 避免钻头卡死、损坏, 保证成孔率, 能有效降低劳动强度, 提高工作效率和使用寿命。实际应用效果证明, 该方法能够有效提升现有矿山液压钻机的容错能力和智能程度, 从而全面提升其工作性能和可靠性。

参考文献:

- [1] 周林锋, 郎华伟. 浅谈 ZY-1250 型液压钻机的现状及改进[J]. 中国新技术新产品, 2010, 18: 79-80.
- [2] 张萌, 李波, 秘成良. 全液压深孔岩芯钻机液压系统设计与研究[J]. 机床与液压, 2008, 36(12): 102-106.
- [3] Jiang Shao-hua, Gui Wei-hua, Yang Chun-hua, Tang Zhao-hui. Method based on kernel principal component analysis and support vector machine and its application[J]. Journal of Central South University(Science and Technology), 2009, 40(5): 1323-1328.
- [4] 孟庆春, 王晓京. 高可靠性控制系统容错设计模式的新发展[J]. 计算机工程, 2007, 33(11): 256-258.
- [5] 于今, 刘隆强, 谈进. 液压智能控制器在煤矿全液压钻机中的应用[J]. 矿山机械, 2009(9): 10-12.