

基于 AMESim 的全液压钻机回转液压系统 节能特性分析

万丽荣, 孟祥灿, 任现立

(山东科技大学 机械电子工程学院, 青岛 266590)

摘要: 针对钻机回转液压系统能耗问题, 构建了基于 AMESim 的钻机回转系统仿真模型, 完成了普通钻机回转液压系统和钻机负载敏感回转液压系统特性的对比分析, 进行了不同工况下钻机回转系统的能耗特性的仿真。仿真结果表明, 钻机负载敏感回转液压系统能够适应井下复杂的地质条件, 具备显著的节能特性。

关键词: 钻机回转系统; 负载敏感; 节能; AMESim

中图分类号: TD

Analysis of energy-saving of rotation hydraulic system of fully hydraulic mine drill based on AMESim

WAN Lirong, MENG Xiangcan, REN Xianli

(Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590)

Abstract: According to the problem of energy consumption in hydraulic system of mine drill, simulation model of rotation hydraulic system of mine drill was established based on AMESim. A comparative analysis between common rotation hydraulic system and load sensing hydraulic system was completed, and the energy consumption of rotation hydraulic system under different working conditions were simulated. The results show that load sensing hydraulic system can adapt to the various geologic in the mine, have good energy -saving performance.

Key words: Rotation system of drill; Load sensing; Energy saving ;AMESim

0 引言

近年来, 随着国家对煤矿安全的不断重视, 煤矿井下钻探地质勘探孔、瓦斯抽放孔、探放水孔的工作量不断增加。全液压钻机因其突出的功重比和控制性能, 在钻探领域逐渐得到了广泛应用。然而, 钻探机械工作环境复杂多变, 钻机负荷变化较大, 加上工人的误操作, 致使液压钻机常处于过载工况下工作, 导致钻机系统发热量过大, 消耗了大量的能源^[1]。能源问题已经是设计领域的重要指标之一, 本文从钻机液压系统能源消耗问题出发, 应用 AMESim 软件平台对传统钻机回转液压系统和负载敏感控制系统进行了能耗特性的对比分析, 研究不同钻机系统的功耗特性, 为提高钻探机械的整机效率提供了技术支持。

1 钻机回转液压系统

矿用液压钻机的工作主要是井下钻孔, 因而钻机系统设计主要考虑钻机动力头回转系统的钻探综合特性。本文综合分析国内外钻机液压系统, 结合钻机在井下实际应用情况, 将负载敏感控制技术应用用于钻机液压系统, 动力头采用比例变量马达驱动, 利用泵负载敏感控制技术和马达的比例变量控制技术, 实现对钻机回转系统的转速和转矩的调节。图 1 为钻机液压系统工作原理图。

基金项目: 长江学者和创新团队发展计划 (IRT1266)、山东省自主创新专项 (2013CXB40203)、高等学校博士学科点专项科研基金资助课题 (20113718110006)

作者简介: 万丽荣 (1965-), 女, 教授, 主要从事液压技术方面的科研和教学工作. E-mail: wanlr666@163.com

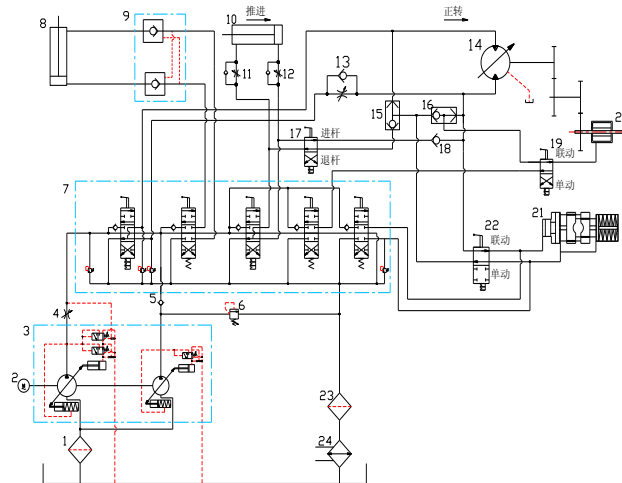


图1 钻机液压系统工作原理图

1-进油粗滤油器；2-电动机；3-双联柱塞泵；4-可调节流阀；5、18-单向阀；6-溢流阀；7-多路阀；8-角度调节油缸；9-双向液压锁；10-推进油缸；11、12、13-单向节流阀；14-变量马达；15、16-梭阀；17、19、22-手动换向阀；20-卡盘；21-液压夹持器；23-精滤油器；24-冷却器

钻机回转液压系统主要由双联柱塞泵3的主泵、多路阀7、单向节流阀13和回转马达14组成。回转系统的主泵利用负载敏感控制系统控制变量泵的变量机构，负载敏感控制系统具有良好的响应特性，可以自动调整泵流量输出与负载相匹配，减小了回路的压力震荡和溢流损失，提高了钻机回转系统的输出效率^[2]。负载敏感控制系统的原理图如图2所示^[3]。

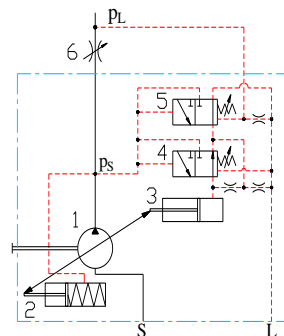


图2 负载敏感控制系统原理图

如图2所示，负载敏感控制系统主要由变量泵1、变量油缸小腔2、变量油缸大腔3、恒压阀4、负载敏感阀5和可调节流阀6组成。恒压阀用于限定系统的最高工作压力，当负载压力小于系统压力设定值时，恒压阀不工作，而此时负载敏感阀动作，调定泵出口与负载的压差 Δp ，当 Δp 变化时负载敏感阀就会控制变量机构，实现变量泵流量的随动输出；当负载压力超过恒压阀的限压值时，泵出口油压 p_s 使恒压阀右移，高压油经恒压阀进入变量油缸大腔，减小变量泵的流量输出，维持系统压力恒定，减少溢流损失。因此，负载敏感控制系统实现了泵源与负载的压力流量的自动匹配输出，具有显著的流量、压力和节能特性^[4]。

2 AMESim 建模

全液压钻机的回转系统是一个涉及机械、液压等多学科领域的复杂系统，为了保证多学科建模仿真过程中的处理接口问题和仿真精度问题，本文采用 AMESim 仿真平台，进行多学科建模仿真，既避免了处理接口问题，又保证了仿真精度。同时，由于利用其强大的计算功能、简便的操作方式和齐全的分析工具，对钻机普通回转系统和钻机负载敏感回转系统进

进行了建模仿真分析。由于钻机负载敏感回转系统的负载敏感泵的结构特殊性，其模型的创建采用了 AMESim 中的液压元件设计库^[4]。图 3 和图 4 分别为钻机的普通回转系统和负载敏感回转系统的 AMESim 模型。

65

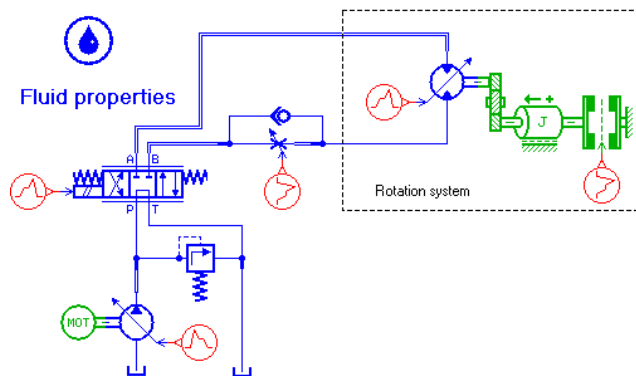


图 3 钻机普通回转系统的 AMESim 模型

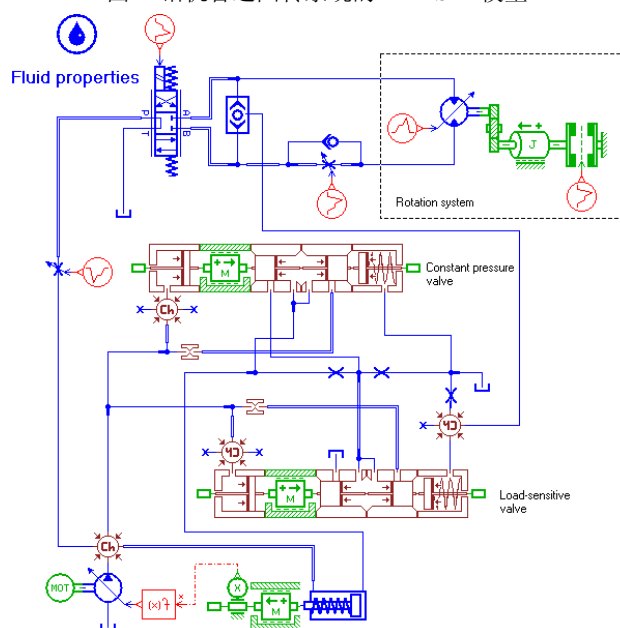


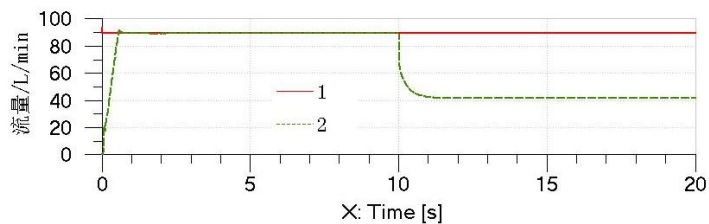
图 4 钻机负载敏感回转系统的 AMESim 模型

70 3 系统的能耗特性对比分析

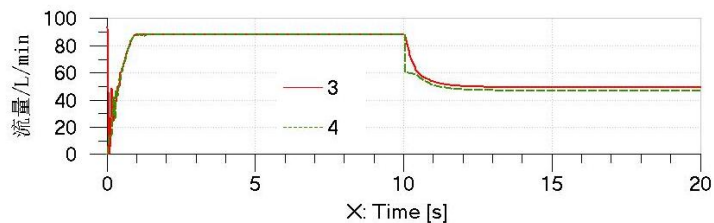
钻机回转液压系统的主要参数为：变量泵的排量为 0~63ml/r，驱动电机额定转速为 1470r/min，负载敏感阀的弹簧预紧力为 1.6MPa，恒压阀的弹簧预紧力为 21MPa；钻机额定转速为 85~280r/min，钻机额定负载为 400~1600N.m，模拟负载转动惯量为 2.41 [kg.m]²，变量马达排量为 30.8~107 ml/r，减速器传动比为 0.15；液压油密度为 850kg/m³，液压油工作温度设为 40℃。

75

在钻机液压系统设计中，节能控制技术也是系统设计的一个重点。为了降低钻机系统的能量损耗，对普通回转系统和负载敏感回转系统进行了功率和效率的特性分析，得出两个系统在负载扭矩从 400N.m 突变至 1200N.m 时的流量、功率和效率对比曲线，如图 7 所示。

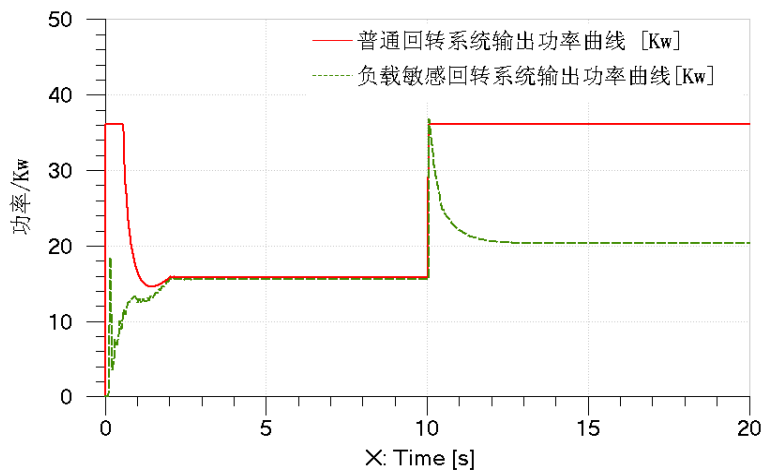


普通回转系统：1-泵输出流量曲线 2-负载流量曲线

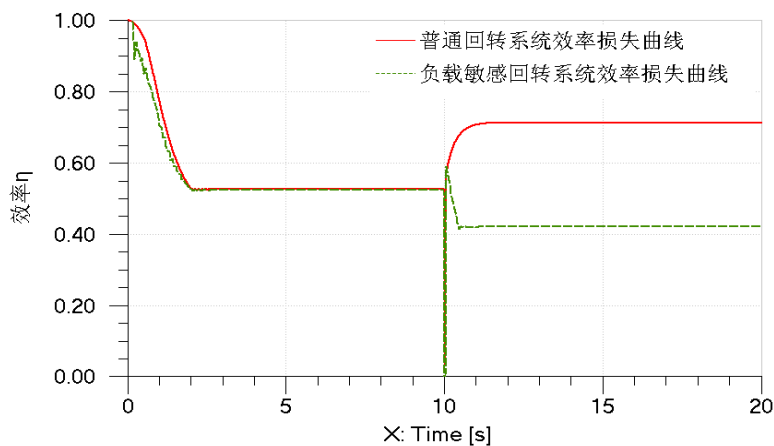


负载敏感回转系统：3-泵输出流量曲线 4-负载流量曲线

(a) 两个系统流量对比曲线



(b) 两个系统输出功率对比曲线



(c) 两个系统效率损失对比曲线

图7 两个系统随负载变化的能耗特性曲线

如图7(a)所示，负载敏感回转系统的流量特性更加优于普通回转系统，能够始终输出与负载相匹配的流量。图7(b)和7(c)为两系统的功率和效率特性对比曲线，负载敏感回转系统所消耗的功率一直维持在20Kw以下，而普通回转系统在载荷突变时的效率达到38Kw，造成了大量的溢流损失，溢流损失效率达到30%。

90 通过对普通回转系统和负载敏感回转系统的能耗特性分析,可知负载敏感回转系统的节能特性更加突出,在工程应用中能够避免过多的无用功的损耗,基本解决了传统钻机系统发热量大的问题。

4 结论

95 利用 AMESim 仿真软件对全液压钻机的普通回转系统和负载敏感回转系统进行建模,对两系统的能耗特性进行了对比分析。分析结果表明,钻机负载敏感回转系统较传统回转系统具有突出的能耗特性,可以针对多种工况实时调节,提高了钻机系统的能源利用率。

致谢

100 本研究受长江学者和创新团队发展计划(IRT1266)、山东省自主创新专项(2013CXB40203)、高等学校博士学科点专项科研基金资助课题(20113718110006)资助。

[参考文献] (References)

- 105 [1] 张红彦,郑午,尚涛,陈贵生. 国内外全液压钻机节能控制系统发展趋势[J]. 矿业工程,2004,03:43-45.
[2] 黄新年,张志生,陈忠强. 负载敏感技术在液压系统中的应用[J]. 流体传动与控制,2007,05:28-30.
[3] 沙永柏,呼咏,王连栋. 钻机负载敏感控制系统[J]. 吉林大学学报(工学版),2012,S1:67-70.
[4] 王龙鹏. 瓦斯钻机负载敏感液压系统特性分析[J]. 煤矿机械,2013,08:127-129.
[5] 王伟伟. 负载敏感系统动态特性与节能分析[D].燕山大学,2011.