

一种新型的悬臂式掘进机液压系统

郭彬福

(神华宁夏煤业集团, 宁夏 银川 750002)

摘要 介绍了新型悬臂式掘进机液压系统的工作原理, 从变量泵的恒功率、压力切断功能和负载敏感功能3个方面说明新型液压系统与常规系统功能上的优劣; 从供油方式的不同, 说明新型液压系统采用恒流量系统较常规系统采用恒压系统效率更高; 并从冷却效能的比较, 得出新型液压系统采用定量泵系统较常规系统采用变量泵系统具有更高的冷却效能。

关键词 掘进机; 液压系统; 变量泵; 恒流量系统

中图分类号 TD421.5 **文献标识码** B **文章编号** 1006-6225 (2015) 02-0030-02

Hydraulic System of A New-style Cantilever Tunneling Machine

掘进机液压系统的成本接近整机的三分之一, 其经济性受到很高的重视。目前, 掘进机液压系统普遍存在元件成本高、供货周期长、功能不合理等问题。大多数掘进机厂家的液压系统均采用某一两个国际品牌的高端液压元件, 缺乏创新, 没有开发高性价比的液压系统, 不能满足客户的需求。跟国外掘进机液压系统相比, 国内掘进机液压系统原理单一, 缺少自主的元件, 没有掌握核心技术, 亟需开发新型的掘进机液压系统。

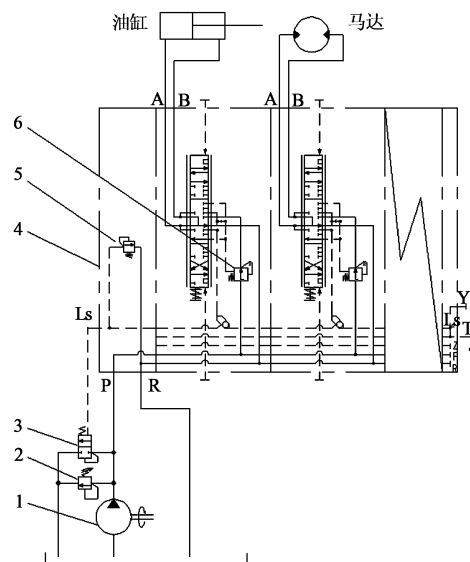
1 新型液压系统简介

新型液压系统的工作原理示意如图1所示, 定量泵1输出的压力油液经安全阀2、三通流量阀3进入负载敏感多路阀4, 再由负载敏感多路阀4分配到各个执行器。三通流量阀根据负载敏感多路阀的阀芯开口度大小向执行器提供所需流量, 并将多余流量返回油箱。三通流量阀具有很好的节能效果, 进出口压力差仅0.7 MPa左右, 系统效率高。

负载敏感多路阀4包含先导溢流阀5和压力补偿器6等元件。其中压力补偿器保证阀芯进出口压差恒定, 因此新型液压系统中执行器的速度与负载大小无关, 仅跟阀芯的开口度有关。新型液压系统具有负载敏感功能, 传统的掘进机定量泵系统没有负载敏感功能, 执行器速度跟负载大小有关, 调速效果差且损失大。

在执行器不动作的待机状态, 定量泵输出的油液通过三通流量阀低压回油箱, 油液处于低压循环状态, 压力损失小, 产生的热量小。

掘进机的执行器主要包括油缸、行走马达、装运马达。掘进机的装运马达为定量马达, 转速恒



1—定量泵; 2—安全阀; 3—三通流量阀;
4—负载敏感多路阀; 5—先导溢流阀; 6—压力补偿器

图1 工作原理示意

定, 运转时为其提供固定的流量即可, 特别适合使用定量泵驱动。掘进机的行走马达亦为定量马达, 转速虽要求可调, 由于大多数情况是以最大速度行走的, 流量变化不大, 亦适合使用定量泵驱动。掘进机油缸的运行速度需可调, 但大多数情况下只有截割部的升降或回转油缸动作, 流量变化不大, 亦可用定量泵驱动。因此, 新型液压系统所采用的定量泵适用于掘进机执行器的运行工况。

新型液压系统采用的定量泵具有耐污染能力强、自吸能力强、成本低等特点。掘进机在井下作业的环境非常恶劣, 粉尘大, 液压系统易受污染, 定量泵比变量泵适应性更好。

收稿日期 2014-08-26

作者简介 郭彬福 (1964-), 男, 宁夏永宁人, 工程师, 主要从事煤矿机电技术、管理工作。

引用格式 郭彬福. 一种新型的悬臂式掘进机液压系统[J]. 煤矿开采, 2015, 20(2): 30-31, 105.

DOI 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2015.02.009

2 新型液压系统与常规系统的比较

新型液压系统采用定量泵（齿轮泵），其成本远低于变量泵，且货源广、周期短，新型液压系统成本低于变量泵系统。虽然新型液压系统降低了成本，但其功能和效率与变量泵系统相当，而且冷却效能还优于变量泵系统。

2.1 新型液压系统与常规系统的功能比较

常规的掘进机液压系统主要由变量泵、负载敏感路阀、马达、油缸等组成。其中变量泵具有恒功率、压力切断、负载敏感功能。

(1) 变量泵的恒功率功能 输出压力与流量的乘积为常数。即压力升高时，流量会减少。在油泵电机的额定功率充足时，恒功率值要设得较高，否则就会出现压力上升而流量提供不足的问题。例如，在掘进机行星轮憋卡时系统压力升高，泵输出流量减少，从而影响了刮板链的运行速度。当恒功率值设置较高时，该功能在系统正常运行时不起作用。在新型液压系统中，将不采用这一过剩功能。

(2) 变量泵的压力切断功能 负载压力达到压力切断设定值时，使泵的斜盘摆向小排量，减小泵的流量，使系统压力不再升高，起到限压作用。在新型液压系统中，其限压功能可以通过在油路上增加溢流阀实现，如图 1 中的安全阀 2 和先导溢流阀 5。

(3) 变量泵的负载敏感功能 根据负载反馈压力调整泵的排量，使泵的排量达到执行器的流量要求。在新型液压系统中，该功能通过三通流量阀 3 和压力补偿器 6 实现，使流量达到执行器的要求，并与负载大小无关。

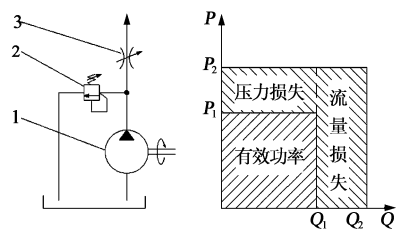
在新型液压系统中，取消正常工况不起作用的恒功率功能；由回路溢流阀替代泵的压力切断功能；由负载敏感阀替代泵的负载敏感功能。因此，在功能上新型液压系统可替代变量系统。

2.2 新型液压系统与常规系统的效率比较

常规的掘进机液压系统主要有 2 种不同的供油方式：恒压系统（节流控制）和变量泵系统。新型液压系统提供了第 3 种供油方式——恒流量系统。

(1) 恒压系统 如图 2，该系统使用定量泵供油，通过节流孔调节执行器的速度，多余的流量通过溢流阀回油箱，泵总是在溢流压力下工作。系统的压力和流量损失大，效率低，发热量大。

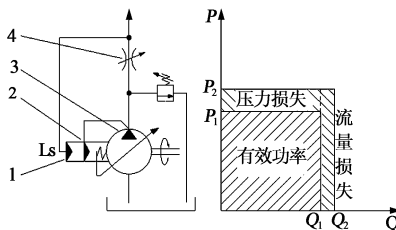
(2) 变量泵系统 如图 3 所示，该系统使用变量泵供油，通过变量泵的负载敏感阀保证节流孔进出口压差（2.5MPa 左右）恒定，使执行器的速



1—定量泵；2—溢流阀；3—节流孔

图2 恒压系统（节流控制）

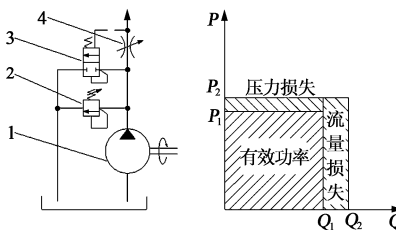
度与负载大小无关，仅跟节流孔的开口度有关。因此，变量泵的输出流量仅比执行器所需流量稍多即可，多出部分用于元件自身的泄露。该系统流量损失小，效率高，发热量小。



1—变量泵的负载敏感阀；2—压力切断阀；3—变量泵；4—节流孔

图3 变量泵系统

(3) 恒流量系统 如图 4 所示，该系统使用定量泵供油，通过三通流量阀保证节流孔进出口压差（0.7MPa 左右）恒定，使流量达到执行器的要求，多余流量通过三通流量阀返回油箱。该系统压力、流量损失小，系统效率高。



1—定量泵；2—安全阀；3—三通流量阀；4—节流孔

图4 恒流量系统（新型液压系统）

由图 2 ~ 图 4 可以看出，上述 3 种供油方式中，恒压系统（节流控制）效率最低；变量泵系统与恒流量系统（新型液压系统）的效率，且两者效率相当。

2.3 新型液压系统与常规系统的冷却效能比较

众所周知，冷却器的冷却效能主要与冷却面积有关，冷却面积越大冷却能力越强。但在冷却面积相同的情况下，冷却效能还与通过冷却器的油量、水量有关。在冷却器通流能力充足的情况下，油量、水量越大冷却效能越好。

掘进机的冷却器安装在系统的回油油路，冷却

（下转 105 页）

构,发现空区得到有效充填,观测到空区上方裂隙被浆液充填,如图3所示。

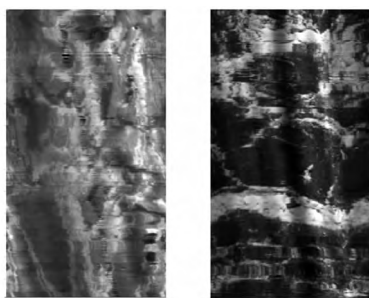


图3 钻孔彩色电视观测裂隙填充情况

利用钻孔,对充填结石体进行取芯,测得其平均单周抗压强度达到16.16MPa,满足治理要求。

综上所述,设计方、业主及施工方通力合作顺利完成了安泰选煤厂下伏采空区注浆治理工程,采用了技术管理措施顺利完成了质量目标、进度目标及投资目标,如表3所示。

表3 注浆治理工程目标与实际值对比

类别	投资	质量	进度
目标	钻探 3000m, 注浆 13373m ³ , 投资 500 万元	场地满足洗煤厂建设使用	90d
实际	钻探 2353m, 注浆 13293m ³ , 投资 473 万元	物探及钻探显示采空区得到有效充填,能满足使用	85d

3 结论

采空区注浆治理属于隐蔽工程,其工程质量直接关系其上部建筑物的安全。为确保安泰洗煤厂下伏采空区治理效果,业主与设计方采用了技术管理手段,实现了注浆治理的质量目标、进度目标及投资目标,采用设计方委派代表协助进行现场技术管理,有利于保证施工质量,节约施工投资,完成施工目标。

(上接31页)

的油量跟回油量相关。在常规的变量系统中,变量泵输出的流量是变化的,其回油量也随之变化,多数工况下平均回油量仅为最大流量的60%左右。在新型液压系统中,采用定量泵系统,其输出流量与回油量基本一致,通过冷却器的油量约为最大流量的100%。因此,在冷却器冷却面积和通水情况一致的情况下,新型液压系统的冷却效能高于变量系统,系统油温可得到有效控制。

3 结束语

新型的悬臂式掘进机液压系统在常规的掘进机液压系统基础上,采用恒流量系统原理,使新型液

(1) 在设计阶段,利用开采沉陷及土力学理论计算得出该区域需进行治理方可使用,确定了注浆治理重点区域,明确了注浆治理的工程量及工期。

(2) 在探测阶段,采用物探及钻探相结合的手段,有利于保证注浆治理的质量。

(3) 在治理阶段,采用优化注浆顺序、完善来料管理、料浆质量抽检、逐孔验收等技术管理措施,确保了施工质量,控制了工程投资。

(4) 在检测阶段,采用“物探+钻探+漏失量观测+钻孔彩色电视+岩石力学测试”综合技术手段,提高了检测的质量。

参考文献

- [1] 吴贵生,谢伟.我国技术管理学科发展的战略思考[J].科研管理,2005,26(6):49-54.
- [2] 陈临韬,董雪.工程技术管理在施工中的重要作用[J].施工技术,2013,42(S1):320-322.
- [3] 陈亚平,周民伟.谈施工项目管理中的技术管理[J].煤炭经济研究,2002(1):48-49.
- [4] 郑学亮.综放工作面过断层技术管理实践[J].煤矿开采,2006,11(6):55-56,79.
- [5] 张刚艳,邹友平.采空区地基稳定性评价及注浆治理方案设计[J].天地科技股份有限公司,2010.
- [6] 崔锋,邹友平,甘志超,等.采空区治理效果综合检测及评价报告[J].天地科技股份有限公司,2011.
- [7] 邹友平,张华兴,张刚艳,等.粉煤灰水泥注浆材料主要性能试验研究[J].煤矿开采,2012,17(4):15-16,95.
- [8] 孙林.高密度电阻率法与浅层地震在探测煤田采空区中的应用[J].物探与化探,2012,36(S1):88-91.
- [9] 李学良,李树志,侯金波.EH-4电导率成像系统在采空区注浆效果检测中的应用[J].煤矿安全,2012,43(11):139-142.
- [10] 张志沛,刘旭,徐汉民,等.煤矿采空区注浆工程质量检测的试验研究[J].岩土工程学报,2005,27(5):604-606.

责任编辑:邹正立

压系统在功能上可替代变量泵系统,在效率上与变量泵系统相当。该系统通过科技创新,既保证系统的可靠性和性能又降低了系统成本,为今后悬臂式掘进机液压系统的发展提供了新思路。

参考文献

- [1] 李壮云.液压元件与系统(第2版)[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [2] 陈启松.液压传动与控制手册[M].上海:上海科学技术出版社,2006.
- [3] 张利平.液压传动系统设计与使用[M].北京:化学工业出版社,2010.
- [4] 章信才.进口挖掘机液压系统结构原理与维修(第1版)[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2008.
- [5] 王虹.我国煤矿巷道掘进技术和装备的现状与发展[J].煤炭科学技术,2010,38(1):57-62.

责任编辑:徐亚军