

矿用机械设备正流量液压系统电控算法应用

高达

中联重科股份有限公司, 湖南 长沙 410203

[摘要]随着科技的发展, 矿用机械设备也在日益更新, 使得矿场工作效率日益提升, 真正发挥了正流量液压系统的作用。在此过程中, 不仅要了解正流量液压系统的基本组成, 也要了解其工作原理, 掌握其电控算法, 才能有效控制矿用机械设备, 进而促使矿场正常运转。本篇文章主要介绍矿用机械设备正流量液压系统的基本组成、工作原理以及其电控算法, 旨在提供参考。

[关键词] 矿用机械设备; 正流量液压系统; 电控算法

DOI: 10.33142/ec.v5i3.5519

中图分类号: TD355.4

文献标识码: A

Application of Electric Control Algorithm in Positive Flow Hydraulic System of Mining Machinery and Equipment

GAO Da

Zoomlion Heavy Industry Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410203, China

Abstract: With the development of science and technology, mining machinery and equipment are also being updated day by day, which improves the working efficiency of the mine day by day, and really plays the role of positive flow hydraulic system. In this process, we should not only understand the basic composition of the positive flow hydraulic system, but also understand its working principle and master its electric control algorithm, so as to effectively control the mining machinery and equipment and promote the normal operation of the mine. This paper mainly introduces the basic composition, working principle and electric control algorithm of positive flow hydraulic system of mining machinery and equipment, in order to provide reference.

Keywords: mining machinery and equipment; positive flow hydraulic system; electronic control algorithm

引言

随着技术革新, 矿用机械设备逐渐使用正流量液压系统, 其电控算法更加符合实际情况, 能够很好地提升工作效率, 促使矿场正常运转。因此, 通过实践检验, 正流量液压系统存在部分优势, 非常有利于矿场经营, 故有必要认真探讨其电控算法。

1 正流量液压系统的基本组成

在矿用机械设备中, 必须先了解正流量液压系统的基本组成, 才能了解其工作原理和控制算法, 从而促使其正常运转。关于矿用机械设备正流量液压系统, 主要包含几种装置。能源装置: 主要是为系统提供能源, 确保系统能够持续正常运转, 使其能够发挥自身作用, 从而实现工作的目的。

动力元件: 也是常见的液压泵, 其次把发动机的机械能转化为油液液压, 并为系统提供液压油, 促使系统拥有足够的动力运转, 从而能够持续作业。

控制阀: 是整个系统中最核心最复杂的部件, 具有多变性。其既能调节系统中的油液流量, 也能调节油液方向, 还能调节油液压力。常见的控制阀既分为先导控制阀, 也分为主控阀。主控阀是液压系统的核心枢纽, 既依靠阀柱的位置, 也依靠其动作, 改变节流口开度, 既要控制流经

阀芯的液压油方向, 也要控制其压力, 还要控制其流量, 先导控制阀输出的压力油控制主控阀芯的动作。先导油路与主油路存在差异, 先导油路拥有单独的泵, 操纵手柄控制油压大小。

执行机构: 油液的油压被其转化为机械能, 其既有液压马达, 也有液压缸。液压马达是从事执行机构的回路运动, 液压缸则从事执行机构的直线运动。

辅助元件: 是指除了上述以外的其他元件和辅助部分。其既包含垫圈和油管, 也包含过滤器和油箱。其发挥为系统提供闭合回路的作用, 是系统缺一不可的组成部分。

由此可见, 整个液压系统的基本组成部分都不可或缺, 任何部分都关乎其是否能够正常运转, 形成一个完整的液压系统, 促使矿用机器设备能够正常运转。

2 正流量液压系统的工作原理

1980 年以后, 关于正流量控制系统技术, 才开始对其进行研究。在传统的定量系统中, 节流调速既拥有效率低的缺点, 又存在发热多的弊端, 还存在温升高的弊端, 正流量控制以容积调速为主, 代替原来的节流调速, 系统的工作效率进而提升。对比负流量控制系统, 正流量控制系统对手柄实施操纵, 具备先导压力, 不仅能将换向阀进行控制, 也能将住泵的排量进行调节。当负载端压力接近

0、执行元件不再操作时，换向阀的开口也会微乎其微，同时油泵上的先导压力接近 0，斜盘的摆角此时最小，油泵的流量输出较少，系统的液压油即可低压流动。执行元件开工时，将控制手柄进行操纵，先导油路的压力逐渐提升，泵下盘转交也逐渐增大，泵排量因此升高，同时将换向阀进行移动。关于泵的排量，既与换向阀的开度有关系，也与操纵手柄有关联。

在正流量控制中，先导压力直接将主泵排量实施控制，同时，并联的先导压力既要系统流量的供给元件实施控制，也将其需求元件进行控制。在执行动作时，既要解决响应时间过长的问题，也要改进中间环节过多的情况，既要体现执行动作的快速性，也要反映其准确性。如若安装合适的主阀，既要先导压力的响应时间实施控制，也要对主泵的响应时间进行把控，从理论上实现供给正好响应主阀流量的需求，充分体现了工作原理的及时性。

3 正流量液压系统的电控算法

3.1 液压系统建模

首先，应对液压系统进行建模，分别建立正流量泵模型、多路阀模型以及执行机构模型。在建模的过程中，需要了解建模的意义。本次建模就是为了研究挖掘机日常操作过程以及工作原理，使其比较清晰明了，方便研究液压系统的基本组成和工作原理，从中了解其相关工作以及原理，才能更好地使用挖掘机。因此，建模就是为了了解液压系统，不仅要了解正流量泵的工作原理，也要了解多路阀模型的工作原理，还要了解执行机构的工作原理，从而了解挖掘机的工作原理。

3.2 仿真分析

3.2.1 确定初始参数

在液压系统中，元件的参数分别为外部变量和内部变量，内部变量是关于油液性质的参数，比如雷诺数、油液粘性，其与油液类型有关，也说明油液作为传输介质不可调。外部变量是关于元件的参数，包含元件的尺寸，比如液压缸的缸径和长度，外部变量可调。因此，不管是外部变量，还是内部变量，都必须掌握确定的参数，才能取得有效的仿真效果，促使仿真实验成功，并将其使用于实际工作，为日常工作提供更多可靠的经验。另外，这些参数也是多次实验总结的结果，具有很强的代表性，真实反映液压系统的工作特点和工作原理，并能够使其发挥作用，为挖掘机正常运转提供有效依据，进而使其能够正常运转。

泵的参数：正流量控制单泵的最大输出功率为 30KW，输出最大电流为 $150L \cdot \min^{-1}$ ，系统最大压力为 320bar。可见，这些都是泵所能承受的最大参数，也是挖掘机工作时，所能发挥的最大工作效率，经过实践检验，能够有效应用于正流量控制单泵，使其发挥最大作用，进而促使挖掘机正常运转。

多阀路的参数：先导压力最大为 35bar，弹簧刚度为

$53000n \cdot m^{-1}$ ，阀芯最大移位为 11.5mm，压力的大小与阀芯位移成正比关系。可见，这些是多阀路最大的参数，促使多阀路正常运转，也是多阀路发挥最大动力的理论依据，经过实践检验，使其充分发挥作用，促使多阀路发挥最大作用，进而促使挖掘机正常运转。

3.2.2 单独工作仿真分析

为了研究液压系统单个回路的可行性，以挖掘机的动臂回路为例，研究其液压系统的响应特性，在动臂有缸腔和无缸腔输入信号。在 0-2.5s 之间，开启无缸腔信号，液压系统向其供油，动臂提升；在 10.5-13.5s 之间，开启有缸腔信号，液压系统向其供油，动臂下降。整个仿真过程用时 18s，0-2.5s 之间，动臂提升；2.5-11s 之间，动臂保持；11-18s 之间，动臂下降。0s 时，压力图像有明显的波动，最终走向平稳，流量提升到 $135L \cdot \min^{-1}$ 。2.5s 时，动臂油缸运行，压力达到峰值，流量近乎为 0。2.5-11s 之间，斗缸执行动作，存在伸出和收回的动作。先导压力控制主控阀芯位移，油缸进油，有些小幅震动，但在短时间内，不管是有缸腔的压力值，还是无缸腔的压力值，均比较稳定。执行完毕之后，阀芯回位，油液压力原本应该是最小值，但因为力矩的作用，油缸存在压力。斗缸收回时，有缸腔压力降低，无缸腔压力升高。从挖掘机的整体来看，铲斗流量变化比动臂、流量平稳。铲斗压力变化很大，波动明显。在运行中，挖掘机的执行元件存在很大的相关性。任何元件的动作，都能引起其他元件的震动。因此，在系统单个回路中，挖掘机开始工作，整个系统就会运转。如果存在短路，那就是系统哪个部件存在问题，导致整个系统无法正常运转。此时，应根据相关故障，对系统进行检测，并采取有效对策，促使系统元件恢复正常，才能确保整个系统能够正常运转。另外，整个系统运转就是升高，逐渐升高，再到下降，如此循环反复，透露挖掘机的工作原理，符合动臂回路的运行特点，也符合挖掘机给人的感官特点，进而促使挖掘机液压系统正常运转，从而达成工作最终目的。

3.2.3 复合工作仿真分析

为了研究液压系统多个回路的可行性，动作循环开始时，0s 时，动臂提升；0.5s 时，动臂继续提升；2.5s 时，斗缸伸出；4.5s 时，铲斗挖掘；6.5s 时，铲斗卸荷；7s 时，卸荷完成；8.5s 时，斗缸收回；10s 时，动臂下降。不管是动臂负载，还是斗缸负载、铲斗负载，在大小方面差距较大。在启动时，动臂负载远大于铲斗负载和斗缸负载，因为动臂受到的力矩较大。可见，在多个回路中，液压系统也能像单个回路那样运转。依然是动臂、铲斗、斗缸协调作业，支持动臂提升，再到保持，然后下降，多个回路给予支持，促使挖掘机能够正常运转。因此，在多个回路的液压系统中，必须有计划、有步骤协调相关动作，促使多个回路正常运转，相互支持，才能促使挖掘机液压系统完成全部动作，完成各项工作任务。另外，在多个回

路的液压系统中,必须确保单个回路的液压系统正常运转,才能促使多个回路的液压系统正常运转。此时,挖掘机应先执行单个回路的液压系统,如果存在问题,及时修护,如果正常运转,继续执行。正因为如此,即使面对多个回路,液压系统也能运行自如,不必担心液压系统的单个回路出现故障,系统基本保持平稳的状态,能够拥有足够的信心使用液压系统,并使其发挥重要的作用。

4 正流量液压系统的控制性能分析

不管是负流量系统,还是正流量系统,均受操作人员的控制信号影响。从负流量系统而言,液压阀的开度深受操作人员的控制信号影响,液压泵的流量需求被液压阀改变,改变液压阀流量需求之后,原有的流量供需平衡关系被打破,从某种角度来讲,操作人员的控制信号干扰负流量系统。为了避免操作信号的干扰,负流量液压系统借助反馈通道控制液压泵的排量,重新平衡液压阀和液压泵之间的流量供需关系。在负流量系统中,不管是流量跟随控制机制,还是事后补偿控制机制,使其在应用过程中存在不少性能缺陷。而从正流量系统而言,操作人员的控制信号不是干扰信号,而是指令信号。可见,正流量系统在控制性能方面,相对于负流量系统而言,明显存在更多优势,能够促使机器设备正常运转。

正流量系统拥有两个开环控制通道:不管是开环控制液压阀开度,还是开环控制液压泵排量,相对于负流量系统而言,这种控制结构具有明显优势。不管是液压泵,还是液压阀,均使用开环控制,成功避开闭环控制的不少缺陷;对于正流量系统而言,操作信号就是开环控制的信号源,不会干扰系统;两个共用信号源的开环控制通道解决了液压阀和液压泵的流量匹配问题。操作信号不仅使得液压阀的流量具有快速性,也使得液压泵的流量拥有准确性,开环控制本身也拥有稳定性。相对于负流量系统而言,正流量系统的开环控制并不完美,也存在某些控制缺陷。

操作人员与机械设备之间的关系,就是控制者与被控对象的关系。操作人员操作机器设备,机器设备才能发挥作用。如果没有操作人员,机器设备很难正常运转;如果操作人员操作不当,机器设备可能出现故障,甚至报废。操作人员的控制信号被液压系统所接收,驱使机器设备作业,部分或者完全按照操作人员的命令。操作人员希望操控性具备完美特质,即操作人员希望操作动作与预期一样。正流量系统可以避免负流量系统的不少缺陷,明显提升了操控性,但仍然无法完全按照操作人员的命令,使得操作

人员感受完美的手感,因为系统无法避开负载影响系统流量。液压阀的流量与负载存在联系,负载借助系统压力影响系统流量。在操作机器设备时,操作人员发出同样的控制信号,负载如果过大,就会降低机器设备的速度,随着机器设备逐渐变慢,操作人员能够感觉负载影响机器设备的速度,虽然无法完全按照操作人员的命令,但也向操作人员反馈有用信息,使得操作人员感觉到机械设备负载的大小程度,改变操作方法以及维修机器设备,进而促使机器设备更好作业。

总之,随着科学技术的发展,矿用机械设备也在逐渐发展,正流量液压系统也逐渐应用在矿用这些设备中。流量液压系统有别于负流量液压系统,其能够有效弥补负流量液压系统的缺点,进而被投入使用。关于正流量液压系统,应事先了解其基本组成,再了解其工作原理,最后了解其控制算法。通过了解其基本组成,可以了解其运行流程,掌握其基本组成的种类和用途,然后形成一套正确的工作流程;通过了解其工作原理,能够快速了解其如何正常运转,区分其主要部分和辅助部分,并对两者了如指掌,才能了解其控制算法。通过了解其控制算法,从建模中了解挖掘机的日常工作状况,并通过相关的参数分析其工作原理,也掌握了控制正流量液压系统的相关知识。因此,关于矿用机械设备,必须了解其正流量液压系统,不管是其基本组成,还是其工作原理,还是其控制算法,都必须了如指掌,才能促使机器设备正常运转。另外,掌握其正流量液压系统的相关知识,不仅能充实驾驶员的专业知识,也能提升其实践技能,并将相关知识和技能应用在实际操作中,不仅能够提升其挖掘机技术,也能有效避免挖掘机事故。这不管对驾驶员而言,还是对企业而言,都是双赢的选择。正因为如此,在操作矿用机械设备前,必须事先了解其基本组成、工作原理以及控制算法,才能顺利实施相关操作,有效提升工作效率,从而确保工作进展顺利。

[参考文献]

- [1]杨建忠. 矿用液压支架电控系统的设计与应用[J]. 机械管理开发, 2020(5): 198-200.
 - [2]李永合, 邵庆祥. 挖掘机正流量控制液压系统浅析[J]. 机械工程, 2013(4): 111.
 - [3]刘剑. 挖掘机正流量控制系统的研究[J]. 浙江大学, 2011(6): 102.
- 作者简介: 高达(1989.2-)男, 大连理工大学, 自动化专业, 中联重科矿山事业部, 副所长, 中级工程师。