

负载敏感技术在液压系统中的应用

黄新年 张志生 陈忠强

(煤炭科学研究总院上海分院液压研究所 上海 200230)

摘要:简要介绍了负载敏感技术的背景及工作原理,并给出了一些工程应用的实例。对从事工程设计的人员具有一定的实用意义。

关键词:液压技术;负载敏感;变量泵;节能

中图分类号:TH137

文献标识码:B

文章编号:1672-8904(2007)05-0028-003

引言

液压技术是基于帕斯卡定律(Pascal law)的一种利用静压来实现功率传递的应用技术。该技术真正意义上的大规模得以应用还是近百年来事。液压技术可应用在需要传递高功率密度及负载运动需精确控制的场合。

对于液压系统来说,主要涉及的变量有两个,即:速度(流量)与力(压力)。液压系统的压力是由负载来确定的,而流量是系统重点要控制的变量。

流量与压力的乘积为功率,因此,采用何种方式来对上述两个变量进行控制,便关系到系统的功率利用率问题。

在上世纪60年代以前,液压界的人士一直无法回避的是液压系统效率低下问题。随着负载敏感技术的日益成熟,这种情况正逐渐得到改善。

1 负载敏感技术的原理

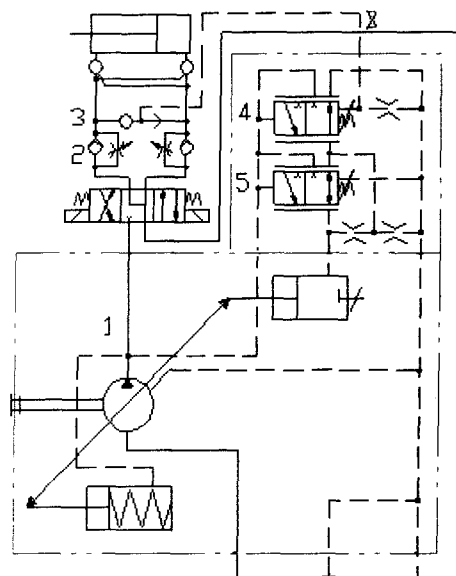
简言之,负载敏感技术就是将负载所需的压力、流量与泵源的压力流量匹配起来以最大程度提高系统效率的一种技术。

要提高系统的功率利用效率,一方面要将负载所需的压力与泵源的输出压力匹配,另一方面,泵源的输出流量正好满足负载驱动速度的需要。此外,还需要实现待机状态的低功耗。

如图1所示,实现负载敏感控制的系统由如下元件组成:负载敏感变量柱塞泵1;速度调节元件(节流阀)2;压力传感元件(梭阀)3。

在负载敏感泵1上集成有流量阀4及压力阀5。压力阀5用于限定泵的最高工作压力 p_e 。负载的驱动压力 p_L 则通过梭阀3反馈到泵的控制口X,流量阀4用于限定泵出口至液压缸进油口之间的压

差 Δp 。这样连接的结果是:液压缸运动的速度取决于节流阀2的开度。在此系统中,节流阀2与流量阀4共同构成了一个调速阀。



1-负载敏感泵;2-节流阀;3-梭阀;4-流量阀;
5-压力阀

图1 负载敏感控制原理图

只要在 $p_L \leq p_e - \Delta p$ 的范围内,无论负载如何变化,泵提供的流量始终与负载的要求相适应,而泵的输出压力则为 $p_L + \Delta p$ 。

这样,液压系统的效率(不计泵的效率及液压缸的效率)为 $p_L / (p_L + \Delta p)$ 。

当液压系统未工作而处于待机状态时,负载压力 $p_L = 0$,系统的待机功率损耗为:

$$P = \Delta p q_d$$

其中, q_d 为泵的外泄漏及控制流量损失。

采用负载敏感技术的好处是:系统的输出压力及流量直接取决于负载的要求,可以大大提高系统

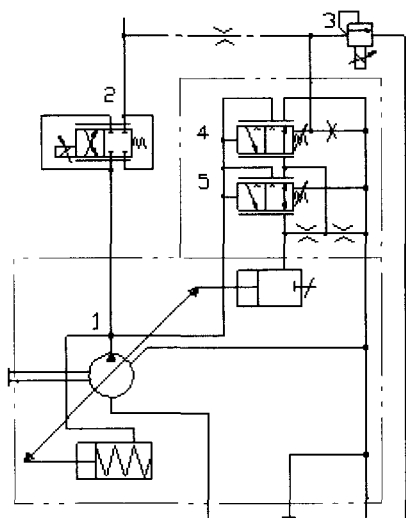
的效率。

2 应用实例

图1所示的系统是负载敏感系统的一种典型应用,但实际的系统构成远比该系统的构成更为复杂。如果负载敏感泵与比例阀相结合的话,则系统构成的灵活性可以得到极大的提高。

2.1 压力、流量双比例控制泵源

图2所示为注塑机液压系统中压力、流量双比例控制泵源的原理图。该系统由负载敏感泵1、比例节流阀2及比例溢流阀3组成。



1-负载敏感泵;2-比例节流阀;3-比例溢流阀

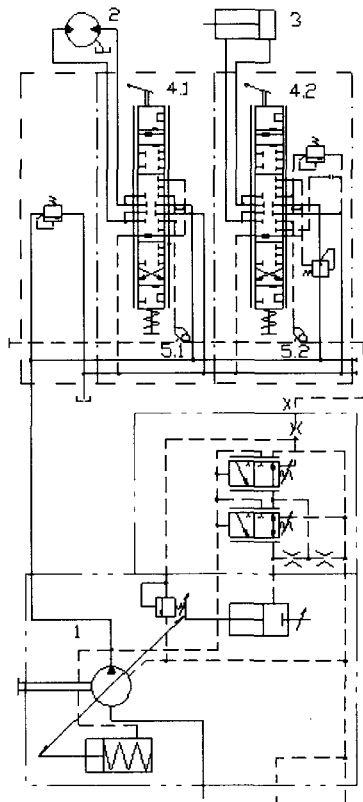
图2 压力、流量双比例控制泵源

根据驱动负载的不同,比例溢流阀3可以设置不同的最高负载输出压力;比例节流阀2设置不同的开度以改变泵的输出流量,泵1上流量阀4的存在稳定了比例节流阀2的输出流量。在该系统中,比例节流阀2采用倍流量的连接方式达到增大通流能力的目的。

该系统通过流量、压力的双比例控制,使泵变为一个流量、压力可以无级调整的比例泵。采用该方案可以适应多负载尤其是多负载同时工作的工况。虽然针对每个负载状况的不同,可能由于最高压力的设置不当造成系统效率下降,但在该系统中依然不存在溢流现象。

2.2 带式输送机皮带卷取装置液压系统

图3所示,为一带式输送机皮带卷取装置液压系统的简化原理图。实际的系统中片式多路阀多达7组。该系统主要由恒功率泵1加手动比例阀4组成。液压马达2及液压缸3为执行元件。



1-恒功率泵;2-液压马达;3-液压缸;4-手动比例阀;5-梭阀

图3 皮带卷取装置液压系统

当系统工作时,梭阀5.1及5.2将两个液压缸的最大负载驱动压力 p_{lh} 反馈至泵的X口,于是泵的输出压力为 $p_{lh}+\Delta p$,并始终跟随负载的变化,泵源的压力过剩值为 Δp 。系统不存在溢流现象。

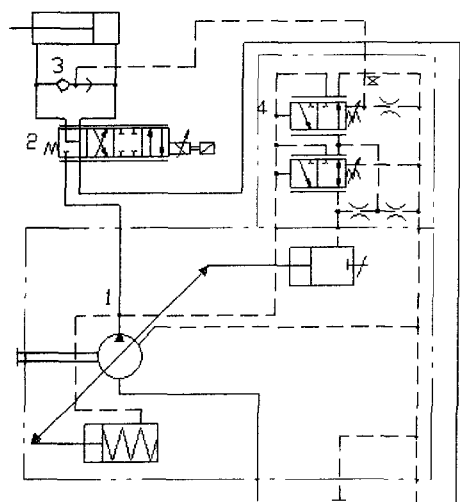
对于需要精确速度控制的执行元件,如系统中的液压缸3,可在多路阀4.2的进油口处串联一个定差减压阀作为压力补偿器。因此,手动比例阀与压力补偿器所构成的调速阀便可以精确地控制液压缸的运动速度了。多路阀4.2中的溢流阀可作为液压缸无杆腔的安全阀。

梭阀的采用,主要解决了多负载同时工作时最大负载的驱动问题,手动比例阀则可以实现负载速度手动连续调整。

该方案也可以应用在工程机械等移动设备上。

2.3 精密冷辗机液压系统

精密冷辗机是用于辗压轴承套圈的一种少或无切削的冷成型加工设备。在该设备中,液压速度伺服系统是其中的关键组成之一,图4为该设备的液压系统的一种设计方案。



1-负载敏感泵;2-比例伺服阀;3-梭阀;4-流量阀
图4 精密冷压机液压系统

该方案由负载敏感泵1加比例伺服阀2组成。系统工作时,梭阀3将负载压力反馈到泵的控制口X,而辊压套圈的速度则由比例伺服阀的电信号给定。

由于比例伺服阀2阀口前后的压差是恒定的,因此,在此方案中,即便采用开环控制的方式,系统的速度控制精度也是相当高的。通过调整泵1上的流量阀4,可以改变比例伺服阀2的流量增益,也即阀的通流能力。当然提高阀4的设定压力亦会降低系统的效率。

3 结 语

随着变量泵的普遍,负载敏感技术正得到越来越广泛的应用,其特点在于:

- 1) 负载敏感技术可以提高系统的效率;
- 2) 运用负载敏感技术可以消除系统的溢流损失,但并不能消除系统的节流损失。原因是,系统泵源的流量输出可与负载的流量需求完全匹配,而系统泵源的输出压力却要略高于负载压力;
- 3) 在不考虑泵源部分的容积效率及先导控制流量损失的情况下,负载敏感系统的效率是与负载敏感泵的流量阀的设定压力有关的,随着系统工作压力的提高,系统的效率呈现提高的趋势;另一方面,随着流量阀的设定压力值越高,虽然可以使系统的供流能力提高,但也会降低系统的效率。

Application of Load Sensing Technique in Hydraulic Systems

HUANG Xin-nian ZHANG Zhi-sheng CHENG Zong-qiang

Abstract: The background and principle of load sensing technique in hydraulic systems and introduced briefly and some applications are also giving in the papper.

Key words: hydraulic technology load sensing variable-displacement pump saving energy

参加 2007 汉诺威工业博览会

2007 汉诺威工业博览会于 2007 年 4 月 16~20 日在德国汉诺威市召开。中国液气密工业协会内企业参加该展会共 38 家。协会与西麦克国际展览公司合作组团,18 家企业入会参展,展地面积 302 平方米。参加协会展团的企业有:

合肥长源液压件有限责任公司	27m ²	黎明液压有限公司	18m ²
宁波汉商液压有限公司	9m ²	宁波亿日科实业有限公司	24m ²
宁波铮华阀门管件有限公司	9m ²	北京华德液压工业集团有限公司	18m ²
镇江液压件厂有限公司	18m ²	金城集团进出口股份有限公司	9m ²
南京压机机械制造厂有限公司	9m ²	上海国昂进出口股份有限公司	18m ²
江都永坚有限公司	9m ²	宁波慈溪进出口有限公司	18m ²
济宁泰丰液压有限公司	27m ²	广州宝力特液压密封有限公司	18m ²
奉化新华液压件厂	9m ²	榆次液压有限公司	18m ²
海特克液压有限公司	18m ²	浙江苏强格液压有限公司	9m ²