

# 什么是液压阀

## ——与学习液压的朋友们交流

张海平

(上海 hpzhang856@sina.cn)

**摘要:**该文指出,液压阀就是一个“其液阻可调的装置”,液压阀名称,特别是中文名称中有很多不精确,因此,学习了解液压阀不能仅从名称和图形符号,而是要研究其结构和测试曲线,来了解其功能和特性。

**关键词:** 液压阀

中图分类号:TH137.5 文献标识码:A 文章编号:1008-0813(2012)11-0001-03

What is Hydraulic Valves

ZHANG Hai-ping

(Shanghai, hpzhang856@sina.cn)

**Abstract:** This article pointed out that hydraulic valves are actually the components that their hydraulic resistance are changeable, there are many name of hydraulic valves not so accurate, so, to learn the function of a hydraulic valve should not only from its name and graphic symbol, but also from its structure and measure curves.

**Key words:** hydraulic valves

### 0 前言

国家标准 GB/T 17446-1998《流体传动系统及元件术语集》(译自 ISO 5598:1985)中定义“阀——用来调节流体传动回路中流体方向、压力、流量的装置。”ISO 5598:2008 保持了这一定义。

这个提法只说到了阀的用途,或者说是良好愿望。愿望,尽管良好,却不一定能实现。

笔者认为,液压阀,本质上来说,只是一个“其液阻可调的装置”,仅此而已,不多也不少。所有的液压阀都必须能做到“调节液阻”,而且也只能做这件事,无一例外。

从这个本质出发,就能够比较容易并且全面地理解液压阀,特别是,工程机械中的一些组合阀、一些结构复杂的液压阀,在实际液压系统中,在不同工况下可能有的种种效应和现象。

### 1 分析新定义的含意

(1)就像电阻是对电流的阻力一样,所谓“液阻”,就是对液体流动的阻力。所以,液压阀必须具有至少一条液流通道。

(2)要有一条液流通道,那就至少要有两个液流的通口。一根液压软管,有两个通口,可形成一条液流通

道。用力挤压液压软管,可以改变液流通道的液阻,理论上也可以算作一个液压阀——节流阀。只是现代液压技术使用的高压软管如此之硬,挤压软管如此费力,并且会大大降低软管寿命,一般情况下都不使用这个方法。

有教科书把压力开关(也称压力继电器)归入液压阀类,这是思维混乱。压力开关只有一个液体端口,不能构成一条液流通道,不能开关液压力。它只能根据压力状况,输出电信号,和压力传感器同属一大类,只是一个输出开关量,一个输出模拟量而已。而且现在已经出现了实质上是压力传感器,同时带有可调的开关信号工作点的所谓数字式压力开关,压力开关和压力传感器之间已没有截然的界限了。所以,压力开关不应该归入液压阀,而应该归入压力检测仪器。

(3)液压阀都有至少一个阀体和至少一个阀芯,基本上都是通过阀芯在阀体中的相对移动所形成的开口变化来改变液阻的。通道封闭,即液阻无穷大。通道全开,即液阻接近零。

目前仅有的例外,是使用“电流变”液体的控制阀。这种阀不需要阀芯,仅仅通过对液流通道施加电场,改变“电流变”液体的粘度,就能影响液阻,起到与改变开口同样的作用。这项技术,一旦全面进入实用阶段,会对整个液压技术带来颠覆性的变化。只是这项研究已进行了几十年了,目前仅有极少量的试制样品,什么时候,能否进入实用阶段还很难说。

收稿日期:2012-05-11

作者简介:张海平(1947-),男,江西湖口人,博士,主要从事液压技术方面的工作。

所以,在以下的讨论中,不把液压软管和“电流变”液压控制阀考虑在内。

(4) 液压阀与压力介质相连接的端口,可以分为通口和控制口。

可能有持续的工作流量通过的端口,称为通口。液压阀至少有两个通口。在工作时,至少有一个是进口,一个是出口。由于液流通道的多少总是有些液阻,所以,在有液流时,出口的压力总是低于进口。但进出口并非始终固定不变,完全可能交换。

没有持续工作流量通过的端口,称为控制口。一般是盲口,仅与弹簧腔或阀芯端面连通。主要是为了引入压力信号,推动阀芯。有些控制口有时会有极少量先导液流或泄漏流量持续通过。

(5) 说液压阀是一个“液阻可调的装置”而不提其用途——控制压力流量方向,不是故意为了和国标唱反调,而是为了突出,一个液压阀能否调节液压回路中流体的方向、压力或流量,还取决于回路中其它部件的状态。比如说,泵根本没有运转,或另有一旁路通油箱,那么无论怎样调节溢流阀,也无法调节压力。

(6) 液压阀芯是一个机械部件,只服从力平衡原则。阀芯在且只在外力的作用下移动,停留在这些力平衡的位置。所导致的液流通道的形状和开口的大小——液阻,就和系统中其他元件的状态一起决定液流的方向、流量,从而影响系统某部分的压力、执行器的运动和停止。

在液压技术中经常使用的提法——流量阀、方向阀,指的仅是这些阀的功能或用途:可以用于控制流量或流动方向。液压阀芯本身并不能直接感知流量和流动的方向。流量和流动方向是通过节流口产生的压差间接地来影响阀芯位置的。

(7) 有些阀芯,受外部作用力作用,如手动力、机动力、气压力、液压力或电磁力;有些阀芯则也受或仅受内部物理量,如一个或多个压力、弹簧力或摩擦力的作用。在现代液压技术中,阀芯的重量相对这些力,往往小得多,通常都可以忽略不计。但其惯量,对动态过程、响应速度的影响却往往是不可不考虑的。

(8) 阀芯的移动,都有两个极限位置,一般都是通过机械结构来限定的。

液压阀可分为开关阀和连续调节阀。

开关阀的阀芯在正常工作时,大多都停留在极限位置,或利用弹簧力平衡的某一个中间位置。如不能达到这些位置,则往往是非正常工作状态,也是值得关注的。单向阀、换向阀一般都是开关阀。

连续调节阀的阀芯,在正常工作时,一般都应该可

以停留在任意中间位置,而非极限位置。如不能稳定地停留在中间位置,则这个阀,或系统就会不稳定。流量阀、压力阀一般都是连续调节阀。

(9) 在学校学习液压阀,为了简化,往往只考虑液压阀处于理想工作状态时的表现和特性,这对初学者是可以的。但是,作为一个工程师,特别是液压系统的设计师,不仅要考虑液压阀在正常工作时的情况,也要考虑这些阀在非正常工作条件下的表现,还要考虑到,在系统中某些元件没有正常工作时,液压阀、乃至整个系统会出现的状况。这样,才能提高系统的可靠性、安全性,减少事故。

(10) 要想真正了解液压阀,就决不能被那些阀的名称,特别是中文名称所迷惑。因为,我们现在经常使用的液压阀名称往往是从不同的角度来命名的,有不少是名不符实的。

① 溢流阀说的是现象——“溢流”。减压阀,说的是其功能,其实两者都是限压,溢流阀限制进口压力,减压阀则只能限制出口压力,不一定减低压力,如果进口压力低于其设定压力,减压阀就起不了减压作用;

② 调速阀,说的是打算:打算用它来调节运动速度,实际上,它能调节的仅仅是流量,并不能直接调速,而且,只有在进出口之间的压差超过最低工作压差时,才能起调节流量的作用;

③ 节流阀只是能改变液阻而已,不一定能节制流量;

④ 平衡阀也不是用来保持平衡的;

⑤ 压力补偿阀其实并不能补偿压力,而是消耗压力;

⑥ “压力切断”其实还是限压,指的是在闭式回路中,通过降低泵的排量来避免持续过高的压力,因为,如持续通过溢流阀溢出,就会造成不必要的能耗和油液过热;

⑦ 定差溢流阀、定差增压阀常被笼统称为定差减压阀;

⑧ “比例阀(proportion valve)”一词在欧美也被混用了,一是指可无级连续调节,可停留在任意中间位置的阀,相对开关阀而言,一是指电比例阀,阀的控制量与输入的电流(电压)成比例。

这些名称只是表象、或一个美好的愿望、甚至一个翻译错误而已。愿望不一定就能实现。翻译错误要靠独立思考来识别。

一个术语名不符实,还可以约定俗成。但多个术语名不符实,就会给初学者带来困惑。

一些教科书中,把插装阀和(电)比例阀并在一章介绍,这就像把江西人和运动员归为一类一样逻辑混乱。

(11) 阀的分类。在国内液压技术中经常使用的提法——三大类阀:压力阀、流量阀、方向阀。其中,方向

阀包括了换向阀和单向阀。其实,在欧美都不使用三大类阀这一提法,而是把液压阀分为压力阀、流量阀、换向阀和单向阀这四大类,根本没有一个对应中文术语中“方向阀”这么一个包含单向阀和换向阀的术语。例如,在 ISO 5598《流体传动系统及元件术语》1985版中,directional control valve (§4.1)和 non-return valve 单向阀 (§4.2)是并列的。所以,GB/T17446-1998 根据字面意思将 directional control valve 直译成方向阀,是错误的,应该译成“换向阀”。笔者查阅了 ISO6403 和 Rexroth 公司、EATON 公司、Parker 公司、英国 Sterling 公司、英国 Integrated Hydraulic 等公司的产品样本,其中 directional control valve 和 check valve (non-return valve)都是并列的。

其实,液压技术发展至今,已经出现了很多种类的液压阀,特别是工程机械中,有很多复合阀。它们具有多种功能<sup>[1]</sup>,相互间已没有截然的界限了。因此,不能再拘泥于目前的功能分类。例如:

①节流阀通常被归为流量阀,而单向节流阀的功能则介于流量阀与单向阀之间;

②顺序阀与溢流阀的功能结构差别不大,与液控换向阀也无截然的差别;

③比例节流阀与比例换向阀间也无明显界限;

④液压逻辑元件最初得名,是因为它只能够实现简单的开和关,就如逻辑判断中的是和。但以后又发展出,结构相近、阀芯能够停留在开和关之间的任意位置,以实现压力和流量的连续调节型。还是称作液压逻辑元件,虽然已经名不符实了。而调节型逻辑元件与定压差阀在结构与功能上都很相近。

有些阀同时具有几个功能:

①单向阀被归入方向阀,但也可被用作为低压不可调的溢流阀;

②许多减压阀都同时含有溢流功能;

③平衡阀是溢流阀、节流阀和单向阀三合一的组合阀。

图 1 在一定程度上反映了这些阀在功能上的“剪不断,理还乱”的关系。

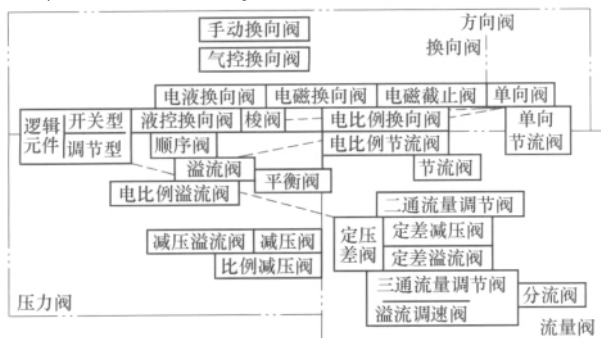


图 1 一些液压阀在功能上的相近关系

阀分类的观念要适应现代液压,特别是以螺纹插装阀为代表的多品种多功能的状况。在 ISO 5598《Fluid power systems and components -Vocabulary》2008 版中干脆取消了这些分类,而是简单地按名称排列,大概也是基于这个原因吧。

笔者希望在此再次强调:

①分类只是为了梳理现状,以便于学习,只能作为学习的起点,决非学习的终点,决不能僵化死守分类而阻碍了创新;

②任何分类都是不完善的。因为,在现实中总存在,或者会出现,介于两类之间的品种。而这非马非驴往往由于吸取了两类的优点或摒弃了两类的弱点而特别有生命力。

(12) 液压阀的图形符号大致反映了阀的工作原理,比名称要有用得多。但是,必须看到:

①有些产品样本上提供的图形符号是简化了的,从中并不能看出阀的工作原理;

②有些产品样本上的图形符号并没有执行国际标准 ISO1219;

③也有些国际知名公司产品样本上的图形符号,根本就是画错了的。

另外,图形符号并不能反映阀的动作细节。靠图形符号也不能看出阀可能的出错部位。

(13) 因此,要完全理解一个液压阀,特别是复合阀的功能,不要先去看各个部分,是溢流阀还是所谓“调速阀”,而是首先要把它当作一个机械零件。根据(产品样本提供的)剖面图仔细了解它的结构,了解作用在阀芯上有哪些力,这些力又是从何而来,受何影响的,从而理解它的动作原理。然后,才能把它当作是一个流体技术元件,了解它对压力和流量的控制功能,了解其功能的局限性。

## 2 结束语

认识及选用液压阀要面向实际应用。先定性,再定量,最后还要注意细节,否则是达不到完美的。具体来说,大体就是这么几步:

- (1)通过阀的结构来了解阀的功能;
- (2)通过阀的特性曲线来认识阀的特性;
- (3)根据应用的要求来选择恰当的产品;
- (4)根据样机测试结果来确认所选择的阀的适用性。

## 参 考 文 献

- [1] 张海平.液压螺纹插装阀[M].北京:机械工业出版社,2011.
- [2] GB/T 17446-1998,流体传动系统及元件术语集[S].
- [3] ISO 5598-1985,Fluid power systems and components[S].
- [4] ISO 5598-2008,Fluid power systems and components[S].