

谈谈交流液压传动

王 棣 棠

一 基 本 概 念

通常的液压传动，是把油泵排出的压力油经由管路而驱动执行元件，然后液流再返流到油箱，构成一个循环回路。它可以对应电的直流传动。而相应电的交流传动的交流液压传动 Alternating Flow Hydraulics (AFH)，则是另一个概念，其基本原理如图 1 所示，在一个充满液体的管子中，使其一端的活塞作往复运动，通过管内液体传递压力和平均流速，从而使另一端的活塞也相应做往复运动，用以传递能量或信号。其主要特点在于管中液体只作小振幅的运动，不穿行管路而流动。

在用来传递信号时，如图 1 (a) 所示，是利用驻波、即管的一端 A 处产生的波动在管内生成驻波，而另一端 B 把它接收，因此，管长和管端 A 处发生的波动频率应满足一定的条件。同时输出端 B 处的活塞必须近于固定状态，如不这样，输入和输出间的相位关系会因输出端的运动而改变。在由输出端取出能量，而作为能量传递用时，如图 1 (b) 所示，管的一端 A 处活塞虽然也是做往复运动，但由于其振幅比较大，管内的液体随同活塞一起进行往复运动，管内产生行波，输出端的活塞这时应是可动的。

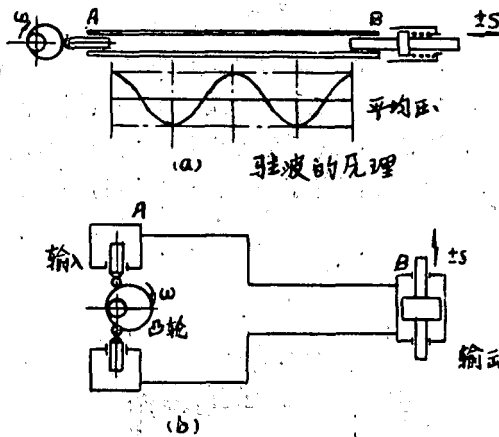


图 1 交流流的形成原理

交流液压传动这一概念，1913年首先由 G. Constantinesco 提出，至今已有约 60 多年的历史，近来重新受到重视，主要是因为它在一些特殊场合中使用是方便有利的。例如，首先很容易注意到的是液压系统输出端或回路的一部分置于很高温度的工作时，作为工作

流体，显然是不能用一般的油液，而可考虑用液态金属（例如水银），这种场合，如若为循环式传动，回路及回路内元件都会流入高温金属流体，这是很危险的，而且装置的费用也会增多。这时可用图2所示的分离器（活塞式），它是在连接动作部分和输入部分的管路中装一游动活塞，把两部分流体分开，使其不能互相混杂。当然，作为分离器也可以用隔板式、膜盒式。

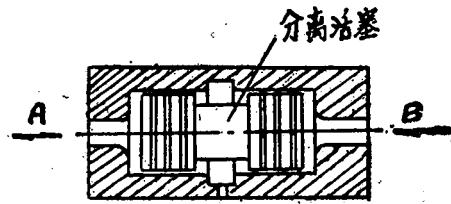


图2 分离器（活塞式）

在用分离器遮断的部分，回路流体被分开；因此，假如管路的一部分破损，其影响也就在分离器这里被切断了，不能上溯到油源，也就不会像通常的液压回路那样，一旦管路或回路中某一元件破损，油液外流，影响波及到整个回路。从这一点来讲，交流液压传动对事故和损伤的承受能力要强的多。譬如，对于军用飞机，很重视在飞机遭受损伤而能够保存飞机能力的所谓生存率。因此，近几年来，首先由美国空军委托一些科研单位（如美国空气推力研究所等）进行交流液压传动的研究，英国对交流液压传动的基础理论做了许多研究工作，日本也有些人（如竹中利夫，浦田映三教授等）进行这方面的研究工作。

在交流液压传动中还使用一种与分离器很类似的压力变换器，它像图3那样，由两个断面不同的油缸用直径不同的活塞连接而成。依据作用于活塞两端上力的平衡关系，使压力相应面积比而变化。这个压力变换器仅以一点点漏损（当活塞和油缸直径差小于 2×10^{-3} mm时，漏损实际上可看做是零），以及很小一点活塞同缸壁间的摩擦损失，即可产生各种能级的压力，比起用一般减压阀等进行压力变换时的能量损失，它可以忽略不计。而且它能够由一个油源同时简单而损失很小地得到几种压力，这在回路设计上也是方便有利的。

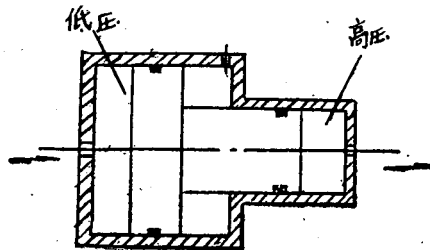


图3 压力变换器

利用分离器和压力变换器遮断工作流体，除了操作上的优点外，还有运转方面的优

点，例如，当回路中有灰尘侵入，工作流体被污染时，由于有分离器的遮断，就不能环流到回路中其他部分。而在回路发生漏损时，也比较容易发现漏损的地方。

自然，事物总是一分为二的。交流液压传动有它的缺点和不足之处，这也是它尚未得到普遍应用的原因。不管怎么说，交流液压传动管内的流体是做往复运动，因此管路本身及其支承部分有可能产生强迫振动，它除了使支承部件松弛外，也易使部件产生疲劳破损。此外，伴随着振动也极易产生噪音。

二、三相交流液压传动

在有些情况下，例如，（1）在高温，有放射线的地方，不希望流体在整个回路中循环时。（2）部分回路内需用异种工作流体时。（3）在回路内需要不同能级的压力，而用减压阀会招致显著的动力损失时。（4）要求回路内一部分破损不影响其他部分时。在系统里往往需要使用直流液压传动（指通常的液压传动）→交流液压传动→直流液压传动这样的变换。利用转阀可把通常的液压传动变成交流液压传动，而把交流液压传动再变成直流，这就需要一种转换装置，把交流加以整流。整流的基本形式如图4所示。在接近输出端装有分离器，首先是分流，同时装有两个阻止液流相互反向流动的单向阀，单向阀之前装有蓄能器。这样，虽然A处是往复液流，但B处只是正向液流，C处是负向液流，而流经负载的就只是单向液流了。

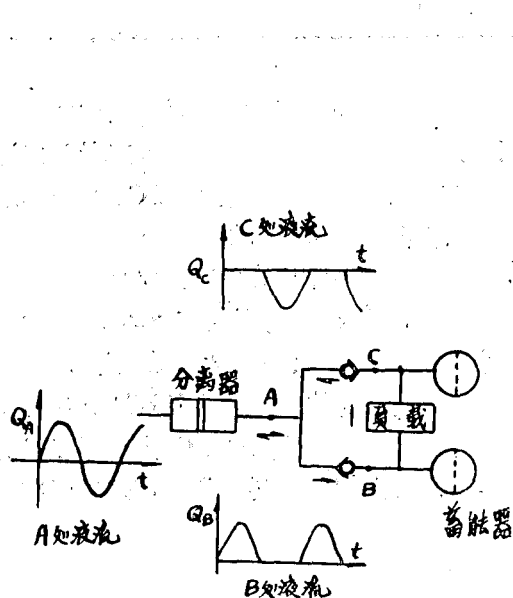


图4 整流器的作用

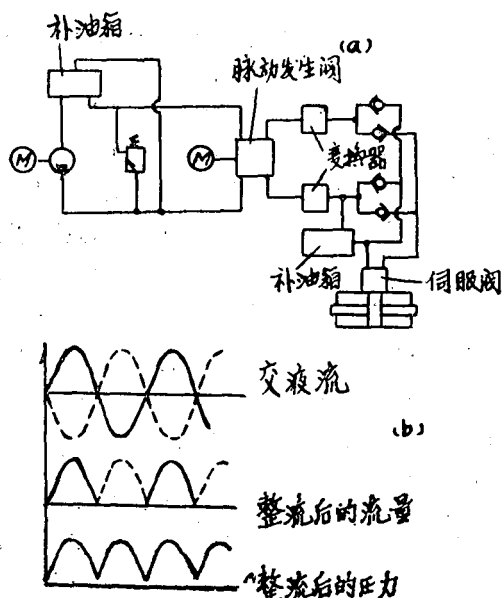


图5 单相交流液压回路

图5则是利用这一原理，把通常的液压传动和交流液压传动结合在一起，交流液流经整流后直接驱动油缸。但整流后的结果如图5(b)所示，压力和流量波动较大。因此，人们又考虑利用图6的三相交流液压回路。它是用一个偏心圆盘做凸轮，使成 120° 角配

置的三个活塞进行正弦运动。各活塞产生的液流相位相差 120° ，经由六个单向阀加以整流，使压力和流量的波动减小，比较平滑，可适于做伺服阀等的供油源。

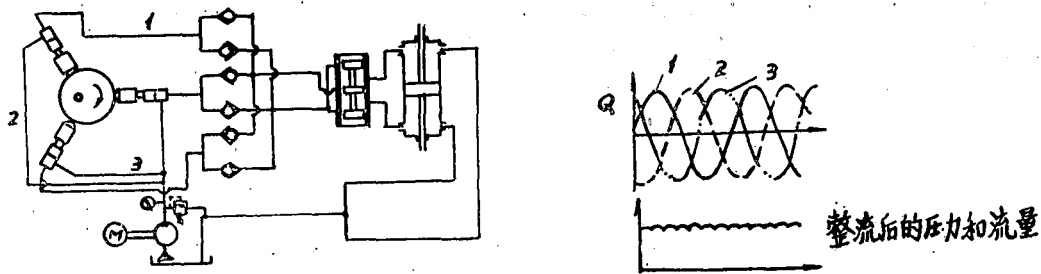


图6 三相交流回路。

目前对交流液压传动，更多的是侧重理论方面的研究，而实际应用方面还刚刚开始，虽然G. Constantinesco在第一次世界大战后就在飞机机枪的同步装置上应用了交流液压传动。英国的面包厂利用交流液压原理制成的切面包机已使用了20多年，但应用方面总的发展很慢。现在，国外重又重视了交流液压传动的研究，也有较多论文和报告发表。本文的简单介绍，是想使对此有兴趣的同志及有关研究单位，能够用一定的精力开展这方面的研究工作，以适应四个现代化发展的需要。

(上接130页) 通过倍增器 (X 2) 把 4—12ma 变成 4—20ma 信号，通过低选使 FCV404 B 阀 (SO) 关小一些，以降低 R 405 压力，但如果 B 阀由于关小引进三段入口流量过低时，压缩机将进入喘震状态，因此，FRC440 X 的输出会降到比 PRC402 输出还低的程度而取代 PRC402 去控制 FCV404XB 使它打开，预防喘震的发生。

当 R 405 内压力过高，即使 B 阀全关也不能奏效，或者 B 阀已由 FRC404 X 控制而 R 405 压力不能直接通过 B 阀调节时，PRC402 的输出会继续升高而超过 12ma，这时，PRC402 便使 A 阀打开、把三段出口介质泄放到 R 407 中去，以降低 R 405 的压力。

这套调节系统的设计，从控制角度考虑的还是比较周全的。即通过 PRC402 保证了 R 405 内的压力，又通过 PRC402 保证了 R 405 内的压力，又通过 FRC404 X 防止压缩机的喘震。B 阀一阀兼两职，A 阀又可以调整 R 405，R 407 之间的物料平衡。可以保证装置安全平稳运行。