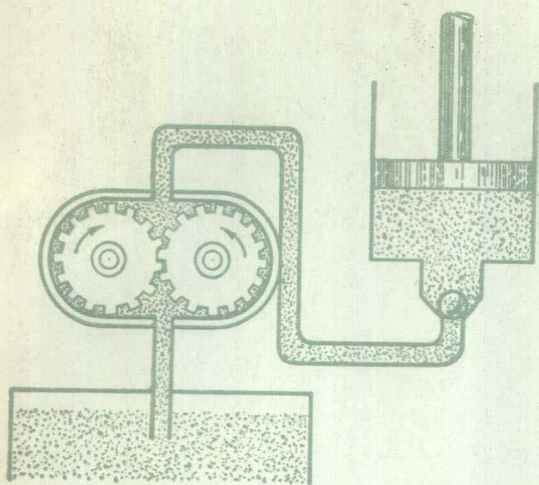




液压油应用基础知识

海 戈 编

石油化学工业出版社

液压油应用基础知识

海 戈 编

石油化学工业出版社

内 容 提 要

本书简要的介绍了液压原理和液压系统的组成及元件；比较全面地阐述了液压系统对液压油的基本要求 和 实 验 方 法；并按化学组成介绍了各种液压油的性能和应用；最后，还从油料应用的角度介绍了液压系统的操作和维护问题。

液压油应用基础知识

海 戈 编

*

石油化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092 ¹ / ₃₂	印张5 ³ / ₄ 插页1
字数123千字	印数1—32,400
1976年12月第1版	1976年12月第1次印刷
书号15063·油101	定价0.49元

毛 主 席 语 录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

我们能够学会我们原来不懂的东西。我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将善于建设一个新世界。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

前 言

远在古代人们就已开始将水力应用于生产实践中。一六五〇年 巴斯噶 (Blaise Pascal) 总结出液体中压力传播原理, 一七九五年 布拉玛 (Joseph Bramph) 发明了水压机。今天, 通过压力液体在一定结构的管路和元件组成的系统中流动来实现能量的传送和转换, 已经成为比较普遍的能量控制和应用的系统, 这就是液压系统。

在国民经济和国防建设的各个领域中, 包括农业机械、工矿设备、陆海空交通运输、武器尖端技术都愈来愈广泛地应用液压系统。例如: 起重设备、矿山液压支架、锻压机、轧钢机、各种机床、打包机、收割机、火炮台座、雷达天线、船舶、飞机、导弹以及宇宙飞行器的操纵和驾驶等。

自从人类将各种形式的能量应用于生产实践中, 能量的控制、转换和传送便成为一个重要的课题。任何一种有价值的能源, 若无法控制就不能应用。为此, 人们发明了各种形式机械传动、电力传动、气压传动 (又称风动) 以及电子控制系统等。液压传动也是人类在生产实践中创造的一种传送、控制和应用能量的机械装置。

液压传动与电气和机械传动比较有以下优点:

1. 在同样功率条件下液压传动装置与机械传动装置比较, 体积紧凑、重量轻。非常适宜交通运输和航空设备应用。
2. 液压油本身起润滑和冷却作用, 能保证元件的长期

使用。大家知道，机械在运转中的摩擦发热是限制一般机械长期运转的重要原因。发热所造成的高温往往会使润滑剂失效，机器零件损坏，绝缘体击穿等。而液压系统在工作过程中发出的热量可由工作液本身通过热交换器带走。

3. 能传递比较大的功率。液压系统与电动机械比较不受磁饱和的限制，能量的损耗也比较小。液压机构所传递的功率与压力差成正比，只受安全压力限制。

4. 液压系统灵敏度高，能够迅速启动、停车和转向，并具有很高的加速性能。利用随动系统可使液压操纵起到大幅度的加力作用。

5. 能自动的防止过载。并可以安全稳定地进行连续、间歇或转向操作。利用安全阀液压执行机构可以在动态下截断。

6. 操作方便。液压机构可以在比较宽的速度范围内灵活地做直线运动和转动。借助于阀和泵等元件，液压系统的开启、停车和转向都相当简单。利用蓄压器还可以很方便的贮存能量。

7. 操作方法多样化，从人力操纵到全自动操纵，包括机械操纵、气动操纵、电动和电子操纵、射流控制等，甚至可用另外的液压系统操纵。

当然，液压传动也有其不足之处。如：液压能不象电能那样容易远距离输送；工作液易漏损；难于维护；比较容易脏；不适于低能控制等。

液压油是液压系统的重要组成部分。即使一种设计先进、制造精度相当高的液压设备，如果不能正确地选择和应用液压油，就不能充分地发挥设备的使用效率，甚至会使设备损坏、缩短使用时间和造成严重事故。特别是在液压技术

不断发展，液压油的品种和组成愈来愈多的情况下，正确地选择和应用液压油，显得更为重要。

因此，从事液压油研究、制造和应用的工程技术人员和工人有必要了解一些关于液压系统的工作原理及其用油部位和对液压油的基本要求等方面的知识；而作为液压系统的设计人员和操作人员懂得一些有关液压油的基本知识，对于系统的设计和维护保养也有所裨益。

本书为了适应这一目的，在关于液压系统基本知识的叙述中，尽量避免繁琐的数学推导，以便于工人和油料工作人员阅读。而对于液压油的叙述且是按化学组成进行分类以便于读者从化学角度来了解各类液压油的基本特性。

限于编者水平，本书难免会有不少缺点和错误，希望广大读者批评指正。

目 录

前 言

第一章	液压系统工作原理	1
第二章	液压系统的组成和主要元件	5
第一节	液压系统的种类和组成部分	5
第二节	液压能源	7
第三节	液压能的传送与控调	18
第四节	液压系统的辅助装置	38
第三章	液压系统对液压油的基本要求	
	和试验方法	43
第一节	粘度和粘温性能	44
第二节	润滑性能	54
第三节	稳定性能	58
第四节	对材料的适应性和保护性能	71
第五节	防火性能	78
第六节	液压油的其它性能	82
第四章	液压油的添加剂	92
第一节	改善基础油物理性质的添加剂	93
第二节	改善基础油化学性质的添加剂	100
第五章	液压油和液压液	105
第一节	工作液的分类	105
第二节	石油基液压油和合成烃类液体	109
第三节	合成液压油	118
第四节	水基液压油	148

第五节	液态金属	156
第六章	典型液压系统介绍	158
第七章	液压系统的操作和维护	165
第一节	液压系统的清洗	166
第二节	操作中的维护和保养	167
第三节	液压油的检查和化验	169
第四节	液压系统一般故障的分析和处理	170
参考文献		175

第一章 液压系统工作原理

液压系统是以液体为介质实现能量的转换、传递和应用的一种机械装置。为了弄清液压传递的基本原理，首先熟悉一下力学的基本概念和反映压力在液体中传播规律的巴斯噶原理。

力——是引起物体运动或状态变化的原因。力与其所作用的物体的面积之间存在如下关系：

$$F = P \cdot A \quad (1-1)$$

式中 F ——力，物体所受的力；

P ——压力，按垂直方向作用在物体单位面积上的力；

A ——物体受力的面积。

能——物体做功的一种本领。根据能量守恒定律，能既不能无中生有的创造，也不会自消自灭的消失，只能从一种形式转换为另一种形式。机械能有两种形式：以一定速度运动的物体所具有的动能和与物体距离地球表面位置有关的势能。

功——作用力使物体位移所消耗的能量。功是力和距离的乘积，计算公式如下：

$$W = F \cdot S \quad (1-2)$$

式中 W ——功；

F ——力；

S ——距离。

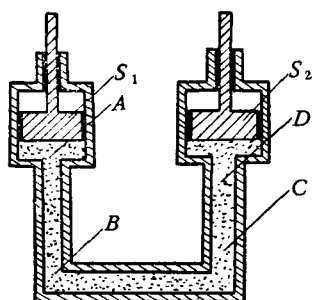


图 1-1 U形管连通器里液体压力分布

功率——单位时间内所做的功。

巴斯噶原理——在彼此联通的容器中，处于静止状态的液体的压力分布是均匀的，各点压力相等（忽视重量），并且任何一点的压力在各个方向上也是相等的。或者说，密闭容器内的液体能把它在一处受到的压力，大小不变地向内部

各点和各个方向传递。

根据巴斯噶原理，在用U形管连通两个直径相等的液缸的系统中（图1-1），A、B、C、D各点的压力以及各点上各个方向的压力是相等的。因此，左右活塞所受的液体压力也是相等的（等于 P ）。由于左右活塞的面积相等（ $S_1=S_2$ ），所以各活塞所受的力也相等（ $F_1=F_2$ ）。显然，这样的系统还构不成一个能够做功的机械装置。

但如果将系统的结构改变一下，使两个活塞面积不相等（图1-2）。这时，当在左活塞1（面积1厘米²）上加上10公斤力，那么系统中液体的压力则为10公斤/厘米²，通过连通管传到大活塞2（面积10厘米²）的力将为 $P \cdot S_2 = 10 \times 10 = 100$ 公斤。这种系统实际上已经是最简单的液压机械了。但是这种液压机械所传递的功率的放大倍数主要取决于大活塞和小活塞的面积比，是较原始的液压机械。

如果用泵代替小液缸1来造成系统中的液压（如图1-3所示），这种液压系统的工作压力取决于泵的出口压力。原来右面的大活塞相当于一个工作液缸（液压机）。但是这种

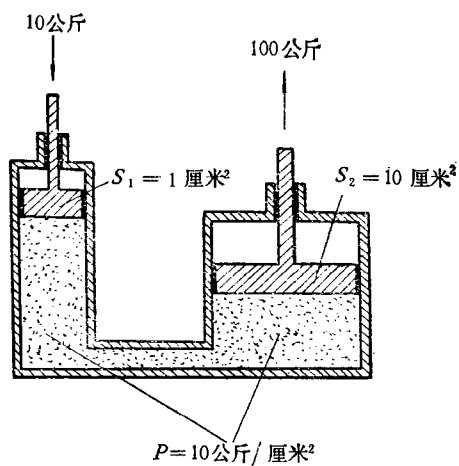


图 1-2 最简单的液压机械

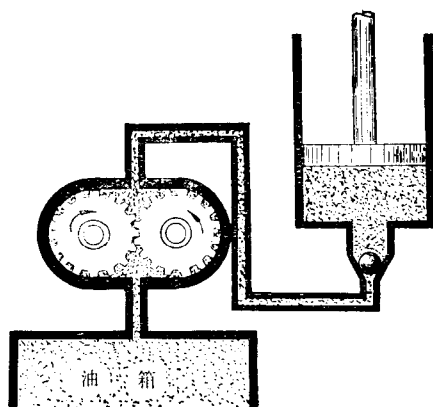


图 1-3 以泵为压力源的简单的液压系统

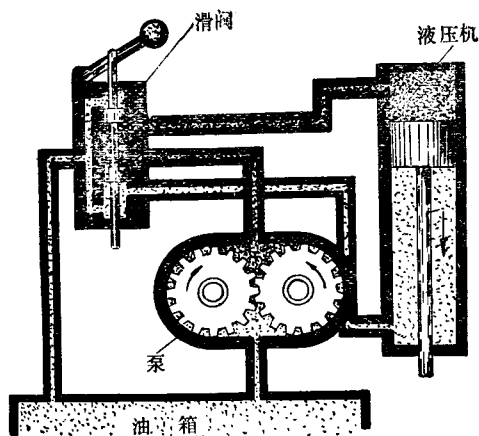


图 1-4 现代最简单的液压系统示意图

液压机只能做直线的单向运动，活塞的复位往往要借助于弹簧或放空液压（卸荷）。如液压刹车系统（弹簧复位）和千斤顶（放空液压复位）。

如果再在工作液缸前边加上换向阀，通过一定机构（人工或机械）来改变进入液压机的液流方向，这样就获得了现代的简单的液压系统如图 1-4 所示。

如果将换向阀的操纵与电子控制系统连接起来，并通过一定的机构使泵的排量、流向也实行自动控制，这样的液压系统就是现代化工业设备了，如仿形机床、船舶和飞机的自动舵等所应用的高度自动化的液压系统。

第二章 液压系统的组成和主要元件

第一节 液压系统的种类和组成部分

现代国民经济和国防装备上应用的液压系统，从简单的人力控制的液压刹车系统到高度自动化的船舶和飞机的自动舵液压系统，形式是多种多样的。

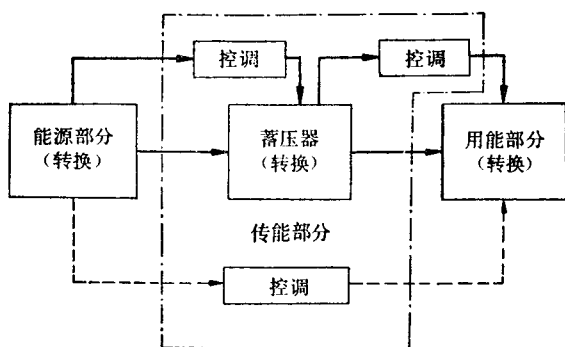
按照油箱是否与大气相通，液压系统可分为开式和闭式两种。普通的机床、农业机械、运输设备等多为开式液压系统。飞行设备一般采用闭式液压系统。有的液压设备，如船舶可根据情况同时采用开式和闭式液压系统。开式液压系统液压油的冷却比较方便，但由于液压油与大气相通容易污染和氧化。在闭式液压系统中，泵的吸液管直接与液动机的排液管相连，形成一个闭合循环。为了补偿系统的泄漏损失，往往需附设小型补油泵或压力油箱。闭式液压系统冷却条件比较差，但由于液压油与空气接触机会少，特别是在充氮加压油箱的液压系统中，能有效地防止液压油与氧接触，保证系统的长期使用。

按照液压系统的用途，可分为机床液压系统、汽车液压系统、飞机液压系统、船舶液压系统、矿山液压支架、火炮液压系统，等等。不同用途的液压系统根据它的使用部位和工作环境，也表现出不同的特性。

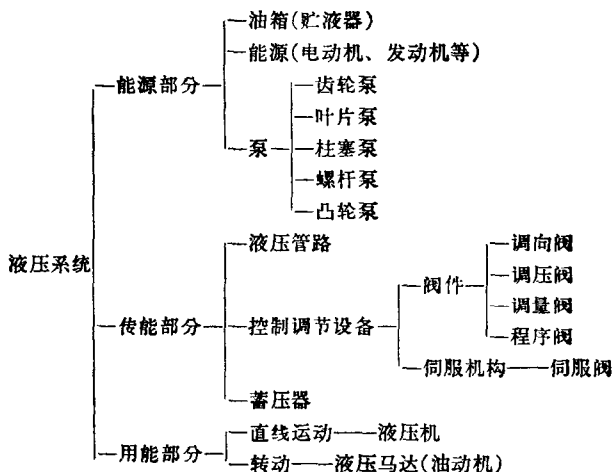
按照液压系统的布局，可分为单机液压系统和多机液压系统。单机液压系统比较简单。多机液压系统，是多个液压

执行机构共用一个液压中心，即由一个液压源（液压中心）向各个液压实施机械供给工作液压。如：潜水艇的全船液压系统、矿山液压支架（泵站）。这种液压系统结构比较复杂，对液压油质量的要求也比较高。

液压系统的组成，按各部分的功用，不管是结构简单的单机液压系统，还是复杂的多机液压系统，不管是人工手控的液压系统，还是高度自动化的液压系统都是由以下几个部分组成的：



各部分的组成如下：



第二节 液 压 能 源

一、能源部分的作用

能源部分的作用是将原动机的机械能转换为液体的势能和动能。这一过程是通过液压泵来实现的。泵将液压油从油箱压送到系统中，使液体获得一定的压力，便完成了从泵的机械能向液体的液压能的转换。

现代液压系统的能源一般是电动机。有些液压系统，如汽车的液压刹车系统，也可以直接通过传动机构取之汽车发动机的主轴（原动机为内燃机）。

二、液 压 泵

液压泵是液压系统的重要元件之一。它如同人体的心脏一样向全系统提供液压，推动工作元件运动。

表示液压泵特性的基本参数是排量和工作压力。所谓排量是指在泵原动机转数一定的情况下，单位时间吸入压力管线的液体的数量，也可称做泵的输出，通常以升/分表示。泵的输出通常用与原动机转数无关的比流量表示，即泵完成一个工作循环所输出的液体的数量。对于转体泵来说，就是每转所输出的液体的数量，用升/转表示。

关于泵的工作压力问题，必须注意一点，即自身闭合的泵虽然能建立液流，但不能发展压力。因为系统的压力与系统的摩擦阻力有关，而自身闭合的泵这种阻力几乎等于零。

泵在闭合回路中工作时所产生的压力会影响泵的体积流量。压力增高，泵的体积流量下降。这是由泵的内回流，即从泵的压力腔到吸入腔的内回流造成的。所以在说明泵的流量时，一般要说明泵的工作压力。泵的内回流与泵的型号和它的磨损程度有关。内回流量可用来测定泵的容积效率。一般用占泵的总流量的百分数表示。

泵的类型是多种多样的。按吸送液体的原理可分为环流泵和容积泵两种。

环流泵的液流比较稳定，但不能保证绝对密封以防止液体的内回流。这种泵的流量随压力变化很大。而容积泵虽然所造成的液流是波动的，但可通过内部密封防止液体的内回流。所以，这种泵的流量与系统的压力变化关系不大。

在操作上，关闭环流泵的压力腔，则会导致泵的压力升高，体积流量下降，直到泵所形成的液流动力与系统阻力达到平衡为止。这时，虽然原动机还在继续做功，但由于所有的液体都经过内部溢流回到吸入腔，所以泵没有输出。而在容积泵里，由于内回流很小，与总流量相比可忽略不计。所以，如果将容积泵压力腔关闭，则所产生的压力能导致发动