

高等职业技术教育规划教材

汽车自动变速器维修

朱 迅 主编

2.41

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等职业技术教育规划教材

汽车自动变速器维修

主 编 朱 迅
参 编 李延红
 马立峰
 张习泉
主 审 李 晓



机械工业出版社

本书从基础知识入手,介绍了机械传动、液力传动、液压控制和电子控制系统的基本知识。本书结合实例,介绍了汽车自动变速器的结构、工作原理以及汽车自动变速器及其控制系统的故障检测、诊断、维修和试验方法。

本书是面向高职、兼顾中专汽车专业的教材,也可作培训教材,并可供从事汽车维修、服务的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器维修/朱迅主编. —北京:机械工业出版社, 2002.8

高等职业技术教育规划教材

ISBN 7-111-10635-0

I. 汽... II. 朱... III. 汽车-自动变速装置-车
辆修理-高等学校:技术学校-教材 IV. U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第053671号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:赵爱宁 版式设计:冉晓华 责任校对:刘志文

封面设计:姚毅 责任印制:付方敏

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年9月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·19.25印张·473千字

0 001—3 000册

定价:27.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677—2527

封面无防伪标均为盗版

编写说明

随着国民经济的迅速发展,汽车行业已成为我国的支柱产业。近年来,我国汽车保有量迅速增加;同时为满足环保、节能、安全性和舒适性等要求,现代汽车已采用了许多新结构和新技术,尤其是随着计算机技术、控制技术的发展,各种先进的电控系统在汽车中得到广泛的应用,给汽车的生产、使用和维修等带来了许多新问题。因此,为培养应用型人才,迫切需要与之相适应的职业技术教材。

本套教材是由机械职业教育汽车专业教学指导委员会组织编写的,一套共7种。它们是《汽车发动机构造与维修》、《汽车底盘构造与维修》、《汽车电气设备构造与维修》、《汽车使用性能与检测》、《汽车材料》、《电控发动机维修》和《汽车自动变速器维修》。该套教材的特点是面向高等职业技术教育,兼顾中等职业技术教育,既有较强的理论性、实践性,又有较强的综合性,并根据高等职业教育的特点,在内容上加强了针对性和应用性,以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职业教育特色,力求把传授知识与培养能力有机地结合起来。

本套教材的编者均来自教学第一线,有着丰富的教学经验和扎实的专业知识基础。他们对于当今的教改形势、专业设置等,有着深刻的体会和认识。这些无疑为编写出具有创新性、适用性的高水平教材奠定了良好的基础。

本套教材的编写得到了机械职业教育汽车专业教学指导委员会各委员及相关院校的大力支持,在此表示衷心的感谢。

机械职业教育汽车专业
教学指导委员会
2002年4月

前 言

随着汽车的私有化和个性化的快速发展，自动变速器的装车率会不断提高。汽车自动变速器为汽车的使用者提高了驾驶舒适性和行车安全性。同时，由于采用计算机对自动变速器进行控制，大大提高了整车的经济性和动力性。自动变速器操作简便、易于掌握，特别受到非专业驾驶人员的喜爱，这是自动变速器发展的市场基础。

与手动变速器相比较，自动变速器涉及知识面广泛、机械结构复杂、控制原理难于掌握，维修、检测技术要求较高；由于自动变速器的制造成本较高，所以自动变速器出现故障后，不能以简单的更换新变速器的方式来消除故障。因此，自动变速器维修成为汽车维修行业中具有普遍性的技术难点，对汽车维修人员提出了更高的要求。

本书作为教材，其目的是为了系统、全面地介绍自动变速器的结构与工作原理，通过学习自动变速器的结构、工作原理以及检测、维修的方法，培养具有一定理论知识和技术能力的汽车维修专业人员。通过本书的学习也可以提升汽车专业维修人员的知识水平，以满足汽车服务行业的发展对该方面专业人才的需求。

本书的编写人员有李延红、张习泉、马立峰、朱迅，由朱迅任主编，李晓任主审。

本书在编写过程中得到北京市燕美自动变速器维修中心周国栋、杨朝辉的大力支持和帮助；同时，参考了大量国内外文献资料，在此致以诚挚谢意！

由于本教材涉及的知识面较广、技术内容较新，而编写人员水平有限，书中会有疏漏不当之处，欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

编写说明

前言

第一章 基础知识	1
第一节 液压技术基础	1
第二节 机械传动基础	14
第三节 液压传动的特性	19
第二章 液力耦合器与液力变矩器	26
第一节 液力耦合器	26
第二节 液力变矩器	29
第三章 自动变速器的结构与工作	
原理	49
第一节 行星齿轮变速器结构与工作	
原理	49
第二节 拉威娜式 (Ravigneaux) 行星齿轮	
变速器结构与工作原理	52
第三节 三排 4 挡辛普森式行星齿轮	
变速器结构与工作原理	65
第四节 定轴轮系自动变速器结构与工作	
原理	70
第四章 行星齿轮变速器液压控制	
系统	74
第一节 概述	74
第二节 供油系统	76
第三节 液压控制系统	80
第四节 执行机构	91
第五节 冷却、润滑和锁止系统	100
第六节 自动换挡规律与换挡控制	
机构	102
第五章 汽车电子控制自动变速器	112
第一节 自动变速器的电子控制系统	113
第二节 电-液控制变矩器锁止离合器工作	
原理	125
第三节 电-液控制换挡工作原理	139

第四节 自动变速器电子控制系统	150
第六章 无级调速自动变速器	157
第一节 带式无级变速器的工作原理与	
传动带	157
第二节 无级变速器的结构和控制	
装置	159
第三节 无级自动变速器与有级自动变速器	
的特性比较	164
第七章 自动变速器的调整与试验	166
第一节 道路试验与换挡试验	166
第二节 自动变速器的基本调试	172
第八章 自动变速器的故障诊断与	
维修	183
第一节 自动变速器的维修准备	183
第二节 机械故障的诊断与维修	186
第三节 液压系统的故障诊断与维修	190
第四节 液力变矩器的故障诊断与	
检修	205
第五节 电子控制系统的故障诊断与	
维修	209
第九章 自动变速器测试与诊断	
设备	216
第一节 电子控制自动变速器的自诊断	
功能	216
第二节 非车载式电子控制自动变速器诊断	
装置	220
第三节 汽车专用检测仪器	233
第四节 自动变速器试验设备	237
第十章 典型自动变速器维修实例	240
第一节 广州本田雅阁轿车自动变速器	
结构与工作原理	240
第二节 广州本田自动变速器的维修	263
参考文献	300

第一章 基础知识

第一节 液压技术基础

用液体作为工作介质来实现能量传递的传动方式称为液体传动。液体传动按其工作原理的不同分为两类：主要以液体动能进行工作的称为液力传动，主要以液体压力能进行工作的称为液压传动。

一、液压传动的工作原理

液力学是研究流体运动的科学。宇宙中的万物都是以固体、液体或气体存在。因为液体和气体没有一定的形状，被称为流体。所有流体的形状都与它们的容器相同。气体与液体的主要差别是气体总要充满封闭的容器而液体则不一定如此。当气体受到液力作用时，也容易随之膨胀或压缩；而当液体受压力作用时，不易膨胀或压缩。由于液体的这一特性，因此可以利用液压做功。

首先以一个简单例子来说明液压传动的工作原理。图 1-1 为液压千斤顶的工作原理。大液压缸 3 和大活塞 4 组成举升缸，杠杆 6、小液压缸 8、小活塞 7、止回阀 5 和 9 组成手动液压泵。活塞和液压缸体之间保持一种良好的配合关系，不仅活塞能在缸内滑动，而且能够实现可靠的密封。

当抬起杠杆 6 时，使小活塞 7 向上移动，于是小液压缸 8 的密封容积增大，形成部分真空，此时止回阀 5 将进入大液压缸 3 的油路关闭，油箱中的油液在大气压力的作用下推开止回阀进入小液压缸的下腔，完成一次吸油动作；当压下杠杆 6 时，小活塞 7 下移，小液压缸下腔的密封容积减小，腔内压力升高，止回阀 9 自动关闭了油液流回油箱的通路，小液压缸下腔的压力油就推开止回阀 5 进入大液压缸 3 的下腔，推动大活塞将重物向上顶起一段距离。如此反复地提起、压下手柄杠杆，就可以使重物不断升起，达到起重的目的。若将放油阀 2 旋转 90°，则在重物的自重作用下，大液压缸中的油液流回油箱，活塞下降到原位。

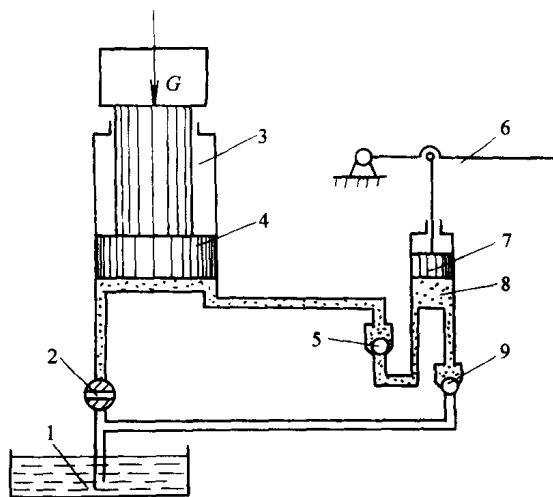


图 1-1 液压千斤顶的工作原理

- 1—油箱 2—放油阀 3—大液压缸 4—大活塞
- 5、9—止回阀 6—杠杆 7—小活塞 8—小液压缸

从以上液压千斤顶的工作过程可以看出，液压传动是以密封容积中的受压液体作为工作介质来传递运动和动力的传动。液压传动的实现必须经过两次能量转换，既先将机械能转换为液压能，然后再将液压能转换为机械能。液压传动利用液体的压力能进行工作，它与利用

液体的动能工作的液力传动有根本的区别。

液压系统中是靠液体的压力产生作用力克服外载荷的，那么液体的压力是怎样形成的呢？现将液压千斤顶的原理简化为图 1-2 的密封连通器，分析其动力传递过程。

用手通过杠杆在小活塞上施加一个力 F ，把液体向大活塞缸挤，因大活塞上有重力 G ，则油液受挤压产生压力 p ；当油压足够大使 $pA = G$ 时，才能将重物顶起；重物越重，系统内的油压就必须越高。如果大活塞上无重物，则系统内油压就近似为零。因此，得出液压传动的一个结论：密闭容器中，由外力作用产生的压力可以等值地传递到液体内部的所有各点，且压力的大小由外载荷决定。

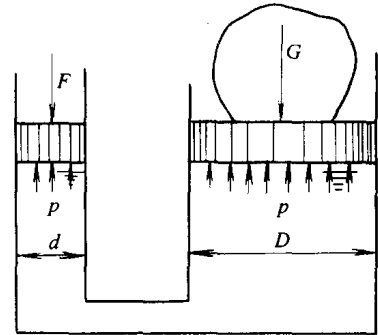


图 1-2 密封连通器

为什么手柄上只需施加几十牛的力，千斤顶的大活塞却能顶起质量为好几吨的重物？根据受力平衡原理：小活塞上受到的压力为

$$p_1 = F/A_1$$

大活塞上受到的压力为

$$p_2 = G/A_2$$

式中， A_1 为小活塞的面积； A_2 为大活塞的面积。

因密封容器中压力处处相等，即 $p_1 = p_2 = p$ ，所以

$$F/A_1 = G/A_2 \text{ 或 } G = FA_2/A_1$$

上式表明，小活塞面积 A_1 做得很小，大活塞面积 A_2 做得很大，就可用很小的力 F 去推动很大的重物。因此，液压千斤顶具有力的放大作用。

二、液压油

液压油在液压系统中占有极重要的地位，可以将其比喻为系统中的血液。它在自动变速器中的主要作用有：在变矩器中作为流体动能传递的介质，是传输功率必不可少的媒介；在液压系统中传输静压力，使各执行元件在液压下正确地动作；可以把运动件、传动件在运转中产生的热量带走，防止温升太高；代替机油、润滑油对传动件进行润滑等。

(一) 液压油的性质

如果液体被密闭并且在其上施加一个力，则产生液体压力，也就是说为了给液体加压，液体必须是在密闭的容器中，容器稍有泄漏也将使压力下降。

液体没有一定的形状，而是随容器的形状，并且总处于同一平面，因此液压系统中的油液可以向任何方向流动，而不论管路的大小和形状。液体基本上是不可压缩的，因而液体可以传送力。在密闭的容器中，作用在液体上的压力平均地向各个方向传递到系统的各个部位，并且平均压力保持不变，因而液体可以把力增大。受压下的液体在一定温度下可能会变成气体，所以用于液力或液压传动的液体不同于一般的油液，具有某些特殊的性质。

1. 粘度

油液在外力作用下流动时，液体分子间的内聚力要产生一种阻碍液体分子间相对运动的内摩擦力，称为液体的粘性。粘性的大小用粘度表示。油液的粘度随压力和温度的变化而变化。

当液体所受压力增大时，其分子间的距离将减小，于是内聚力增加，粘度也随之增大，但在压力小于 10MPa 时，油液粘度随压力的变化可忽略不计。

液压油粘度对温度的变化非常敏感，温度升高时，油液的粘度会显著下降。油液粘度与温度之间的关系称为油液的粘温特性，不同油液有不同的粘温特性。油液的粘温特性将直接影响液压系统的工作稳定性、泄漏和效率等。因此，在选择液压油时，对粘温特性要特别注意。

2. 液体的压缩性

液体受压力作用而发生体积减小的性质称为液体的可压缩性。它是指受压液体单位压力变化时，液体体积的相对变化量。一般液压系统压力不高时，液体的可压缩性很小，可以认为油液是不可压缩的。但当压力很高或油液中混入空气时，液体的抗压缩能力将显著降低。

(二) 汽车变速器所用液压油及要求

液压油在汽车液压传动系统中具有非常重要的作用。液压油除了传递能量外，在系统中还对零、部件进行润滑；在液体流动过程中带走运动零、部件表面由于摩擦产生的热量。由于汽车液压传动系统是在比较苛刻的环境条件下工作，因此对于液压油有特殊的要求。

(1) 粘度适宜 粘度过高，液压泵吸油困难，液体流动阻力增大，压力损失增加，增加额外动力消耗；粘度过小，润滑性能下降，影响密封质量，增加泄漏损失，难以维持正常工作压力。

(2) 粘温特性好 液压油要在较宽的环境范围下工作。冬季寒冷地区的温度可达 -55°C ，而工作时的温度可达 120°C 。要保证液压系统在环境温度变化大的范围内能正常工作，液压油粘度随温度的变化越小越好，则液压油必须有良好的粘温特性。

(3) 抗氧化性能好 液压油在工作过程中压力、温度较高，与空气接触容易被氧化，使液压油质发生变化，降低液压油的润滑性能，生成的胶质可能造成油路堵塞，影响整个液压系统的工作稳定性，甚至迫使系统停止工作。因此，液压油对抗氧化性能要求较高。

(4) 抗腐蚀性能高 液压油在工作过程中与空气、水或其他气体作用，使其出现变质而形成的酸、碱物质可能造成对机件的腐蚀，影响对机件的润滑和使用寿命。因此，液压油要具有较高的抗腐蚀性能。

(5) 抗泡沫性能高 液压油中侵入空气后，会使系统工作显著恶化。因进入空气而泡沫化的油液，其可压缩性下降，使能量传递不稳定，出现振动和噪声。气泡的存在使液压油与空气的接触面积增大，加速了氧化过程，所以要抑制泡沫的产生。

(6) 良好的润滑性 液压系统中的许多元件具有相对运动，需要液压油来润滑。汽车自动变速器中的机械元件也是靠液压油进行润滑，所以液压油应具有良好的润滑性能。

(7) 与密封材料的相容性 自动变速器油液中的一些化学成分可能与油封的纤维材料发生有害的化学反应，这种不相容性可能造成密封材料的变质、膨胀或收缩，均影响密封的效果。因此，要求液压油具有较高的相容性。

为保证油液的耐久性和综合性能，在自动变速器液压油中添加了多种化学添加剂，以满足以上各种性能要求。现代的自动传动汽车使用经过改进的液压油，其内增加了各种添加剂，如防氧化添加剂、粘性改良添加剂、悬浮物驱散剂、防腐蚀剂、减少磨损剂以及摩擦改良剂等。

液压油在使用中因长久升温、发热，会逐渐破坏原有的良好性能，因此应定期更换，以

避免因液压油不良导致系统中各传动件、密封件等受到损害。

三、液压系统的组成

液压系统通常由四部分组成：

动力元件——液压泵，是将机械能转换为液体压力能的能量转换元件。其作用是为液压系统提供压力油。

执行元件——液压缸，是将液体的压力能转换为机械能的能量转换元件。其作用是在压力油的推动下输出力和速度，以驱动工作部件。

控制元件——各种阀，如分配阀、止回阀、限压阀等，用于控制系统所需要的力、速度和方向，以满足机械的工作要求。

辅助元件——包括油箱、过滤器、油管及密封件等。

一个简单的自动变速器液压系统如图 1-3 所示。

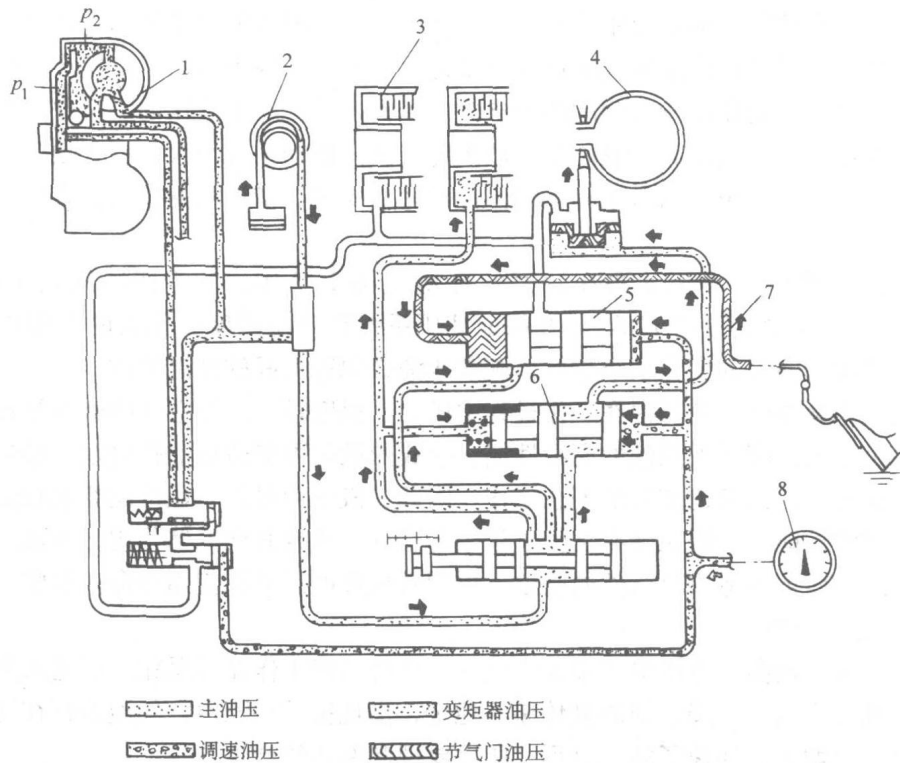


图 1-3 自动变速器液压系统简图

1—液压泵 2—压力调节器 3—手动分配阀 4—制动带 5—伺服液压缸
6—换挡阀 7—节气门开度压力 8—速度调节压力表

四、液压泵

在变速器供油系统中，常用的液压泵有齿轮泵、转子泵和叶片泵。这些泵的体积小、输出油量大，能输出连续的、平稳的压力油，其工作油压通常不超过 2MPa。

1. 内啮合齿轮泵

齿轮泵内有一对偏心安置、互相啮合的齿轮。如图 1-4 所示，其中心部位的外齿轮为主动齿轮，内齿轮为从动齿轮，两者均为渐开线齿轮；两齿轮之间有一个固定不动的月牙形隔板，以便把吸油腔和压油腔隔开。当外齿轮驱动与其啮合的内齿轮顺时针转动时，吸油腔轮

齿自啮合状态转变为分离状态，其容积由小变大，产生真空，油箱内的油液则在大气压力下通过吸油管被吸入到液压泵内；

随着齿轮的转动，齿间的液压油被带到压油腔，在压油腔，内、外齿轮轮齿逐渐进入啮合，使容积减小，将液压油从出油口排出而输往液压系统。

决定液压泵使用性能的主要是齿轮的工作间隙，特别是齿轮端面间隙影响最大。在这些间隙处，总有一定的油液泄露。如果因装配或磨损的原因使得工作间隙过大，油液泄漏量就会增加，严重时会造成输出油液压力过低，影响系统正常工作。

2. 摆线转子泵

摆线转子泵内有一对偏心安置并互相啮合的内、外转子。如图1-5所示，内转子的齿廓曲线为外摆线，外转子的齿廓曲线为圆弧曲线。

一般内转子的齿数为4、6、8、10等，而外转子比内转子多一个齿，内、外转子

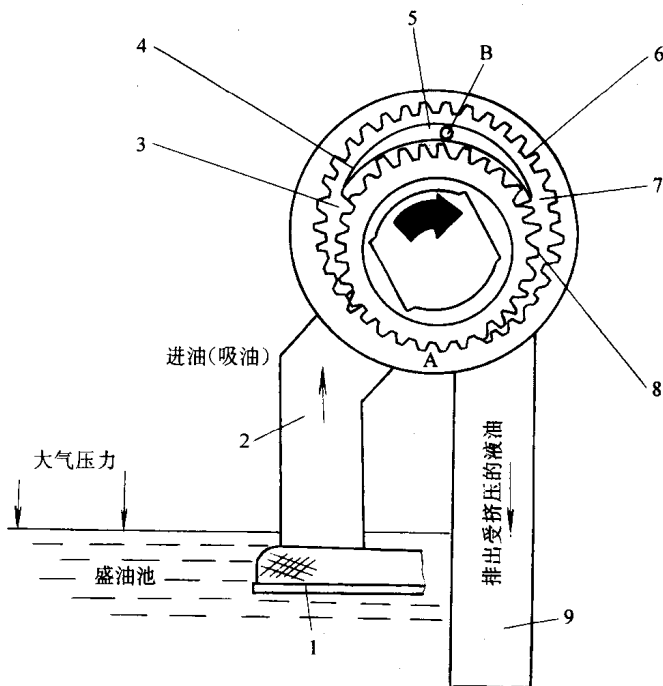


图 1-4 内啮合齿轮泵

- 1—盛油器滤网 2—吸油管 3—吸油腔 4—主动齿轮 5—月牙形隔板
- 6—从动齿轮 7—压油腔 8—输出压力油 9—压力油

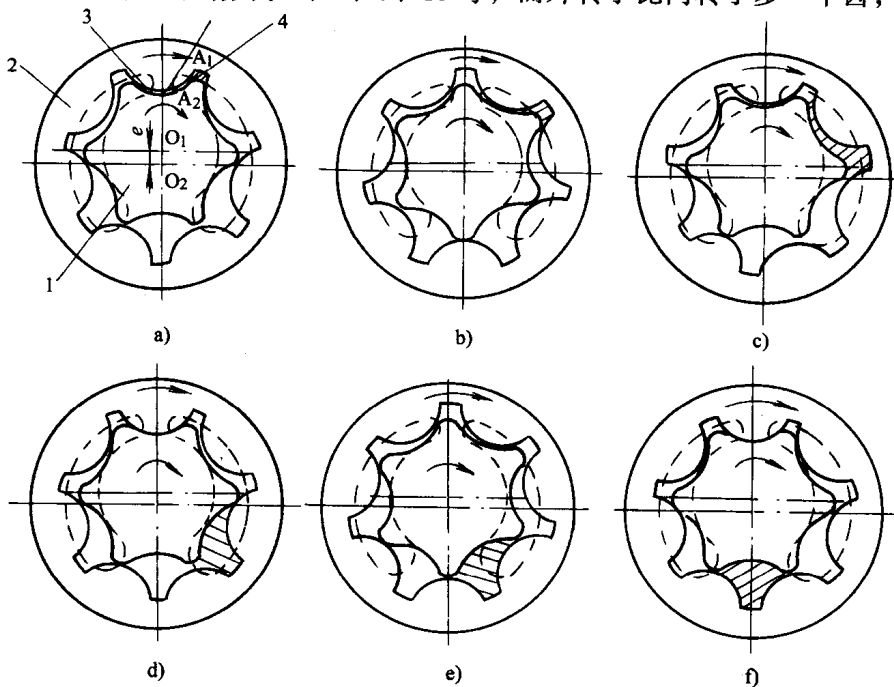


图 1-5 内啮合摆线齿轮泵

- 1—内转子 2—外转子 3—压油槽 4—吸油槽

的齿廓是一对共轭曲线。它能保证液压泵在运转时，各齿均处于啮合状态，从而在内、外转子之间形成与内转子齿数相同个数的工作腔。当内转子驱动与其啮合的外转子顺时针方向旋转时，其右侧的工作腔容积由小变大，将油从进油口吸入，左侧的工作腔容积由大变小，将液压油从出油口排出。内啮合摆线转子泵具有很多优点：结构紧凑，体积小，零件少，转速可以很高，运动平稳，噪声低。

3. 叶片泵

如图 1-6 所示，它主要由配油盘、转子、定子、叶片和壳体等零件组成。定子内表面为圆柱形，转子上有均匀分布的径向狭槽，矩形叶片安装在槽内，并可在槽内滑动。转子与定子偏心距为 e 。在定子和转子的两个端面装有配油盘，盘上开有吸油窗口和排油窗口，分别与泵壳上的进、出油口相通。转子旋转时，叶片靠离心力及叶片槽底压力油的作用，紧贴在定子内壁上。这样，两相邻的叶片与定子内表面、转子外表面及两端面配油盘间构成了若干密封的工作容积。当转子按图示箭头方向旋转时，右边的叶片逐渐伸出，相邻两叶片间的容积逐渐增大，形成局部真空，油液经配油盘的吸油窗口进入工作容积，此即吸油过程。而左边的叶片被定子的内表面逐渐压进槽内，工作容积逐渐减小，将油液经排油窗口排出，即为排油过程。在封油区和排油区之间，各有一段封油区把它们隔开。这种泵的转子每转一周，每个密封工作容积吸、排油各一次，故称为单作用叶片泵。如果改变转子与定子的偏心距，也就改变了吸、排油腔的大小，液压泵的输出流量就会变化，此即变量叶片泵的工作原理。叶片泵也具有结构紧凑、流量均匀、使用寿命长等优点，但它对油质比较敏感。

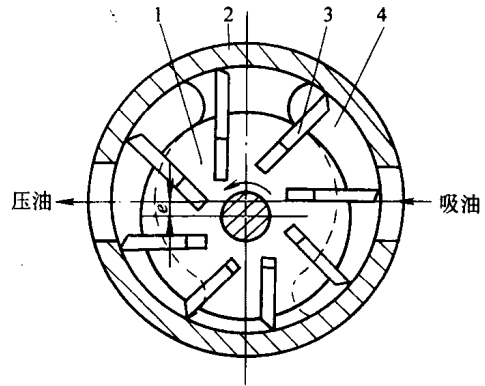


图 1-6 定量式叶片泵

1—转子 2—定子 3—叶片 4—配油盘

五、液压缸

液压缸是液压系统中的执行元件，它是实现压力能转换为机械能的转换装置。液压缸输出的是力和位移。液压缸由缸体、活塞、活塞杆及活塞环等组成，如图 1-7 所示。

液压缸按其作用方式分为单作用与双作用两类。图 1-7 所示结构是双作用式液压缸，其正、反两方向的运动都依靠液压力来实现。只利用液压力推动活塞向一个方向运动的液压缸称为单作用式液压缸，它的反方向运动需要借助重力或弹簧力来实现。自动变速器中的离合器多采用此类液压缸，如图 1-8 所示结构，当液压油作用于活塞左侧，活塞克服弹簧力向右移动，弹簧被压缩，离合器片被压紧。当液压力被释放后，在弹簧力作用下，活塞回到左侧，离合器片上的压力消失。

液压缸的推力取决于液体的压力和活塞的作用面积，活塞的运动速度取决于进入液压缸液体的流量。

六、控制阀

控制阀用以控制或调节液压系统中液压缸或伺服元件的运动速度、方向和压力。液压控制阀性能的优劣、工作是否可靠，对整个液压系统能否正常工作将产生直接影响。

通常，按阀的功用分为方向控制阀、压力控制阀和流量控制阀三大类。

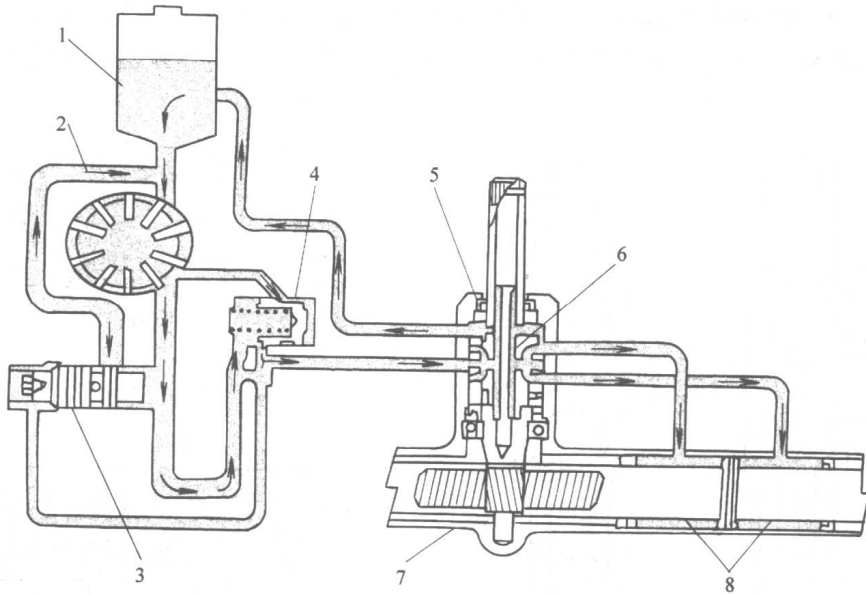


图 1-7 利用双作用式液压缸的动力转向装置

1—储液罐 2—叶片泵 3—流量控制阀 4—辅助阀 5—回转式控制阀机构
6—控制阀 7—转向齿条机构 8—双向作用液压活塞

1. 止回阀

止回阀在油路中的作用是：只准许油液按规定单方向流动，反向则截止。如图 1-9 所示，当油液自下向上方流动时（见图 1-9a），压力油推顶钢球离开钢球座，把油路开通。若油液自上向下流动时（见图 1-9b），压力油把钢球推顶到钢球座上压紧，油路被封闭。图 1-10a 是油液自下方油路 a 流通时，把钢球向上推顶，封闭上端钢球座油口，此时油液自 a 流向 c。图 1-10b 所示为油液自上方油路 b 流通时，把钢球向下推顶，封闭下端钢球座油口，油液自 b 流向 c。

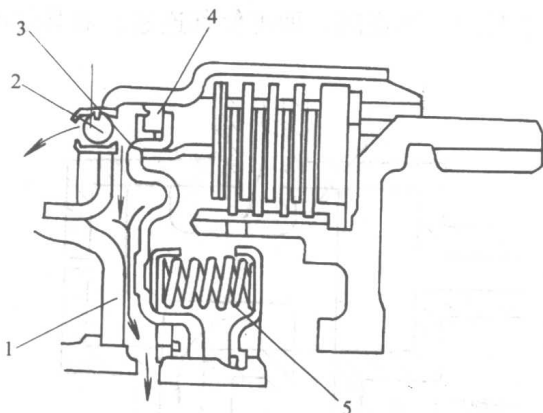


图 1-8 单作用液压缸

1—液压缸 2—止回阀 3—活塞 4、5—回位弹簧

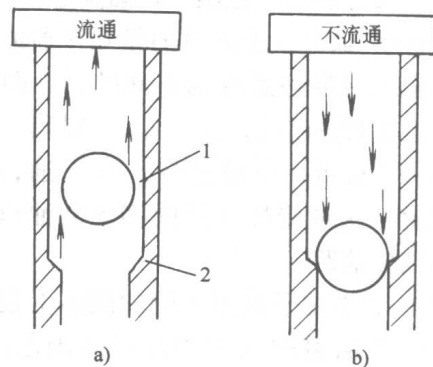


图 1-9 止回阀

1—球阀 2—阀座

2. 限压阀

当油路系统中的油压超过规定限度时，限压阀会自动开启，使油路泄油，直至油压降低到规定限度，避免油路系统因油压过高遭受损害。图 1-11 中的钢球或锥形阀平时被弹簧压

紧在阀座上，封闭油路的泄油口 S；当系统油压大于弹簧力时，将推动此阀离开阀座，使油路中 S 口开启泄油。转动其中的调节螺钉可以调整其弹簧力，把系统油压调定在规定数值。

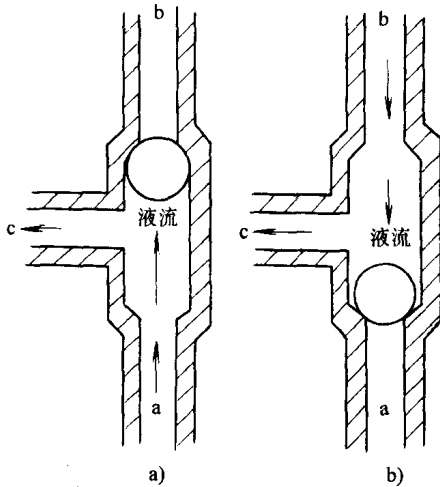


图 1-10 双流向止回阀

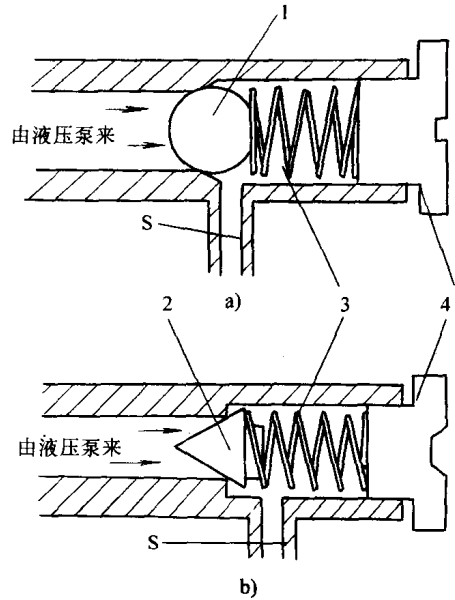


图 1-11 限压阀

a) 钢球释压阀 b) 锥形释压阀

1—球阀 2—锥阀 3—弹簧 4—压力调节螺钉

3. 滑阀

液压传动系统中使用很多滑阀，它们分为移动滑阀和旋转滑阀。具有接通、切断或改变油液通道作用的滑阀，称为换向滑阀；具有油压调节作用的滑阀，称为调压滑阀。

(1) 换向滑阀（简称换向阀） 换向阀的基本结构如图 1-12 所示，滑阀由阀体和阀芯组成。圆柱形阀芯上切有环槽；阀体不同方向上设有油道，与阀芯轴线垂直的油道 c、a、b 通、断受阀芯位置的控制。移动阀芯，当环槽介于某两个油道间，即可使其连通；而其他油道则被封闭。通过改变油道的相互连通或封闭状态，实现对油路系统的不同控制。图 1-12 中阀芯位置使油路 c、b 开通，a 封闭，若阀芯左移一个位置，可使油路 c、a 开通，而封闭 b 油道。这种受控于滑阀移动的油道，又称之为被控油路。

图 1-12 中位于阀芯两侧的阀体上也设有油道，进入油道的压力油作用于阀芯两侧，当两侧作用力失去平衡，阀芯将沿轴向移动至某个位置，从而改变被控油道的流向或通、断。用来改变阀芯位置的油压或油路，称为控制油压或控制油路。阀芯位置的改变还可以通过作用在阀芯上的弹簧力与其他作用力的平衡结果来获得。

如图 1-13 所示是受液压与弹簧力控制的换向阀。滑阀的一端被弹簧推动，而另一端则

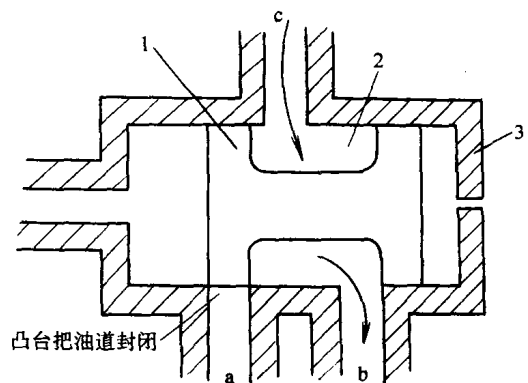


图 1-12 换向阀

1—阀芯 2—环槽 3—阀体

受到液压作用。在需要对油液管路切换时，通过升高或减小液压力使阀芯作水平移动。

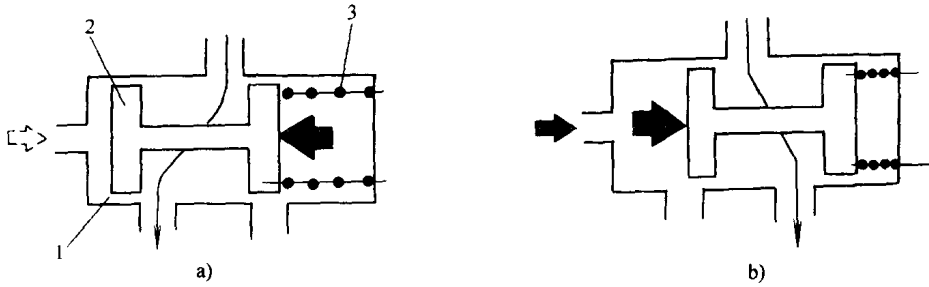


图 1-13 受液压与弹簧力控制的换向阀

1—阀体 2—阀芯 3—弹簧

图 1-14 所示为手控式换向阀。该阀借助拉杆或缆绳用手控方式水平移动滑阀以使油路换挡。

(2) 调压滑阀 (简称调压阀) 调压阀可以通过液压与弹簧力的平衡原理控制阀口的启闭，来调节系统的油压，使系统油压保持在规定压力，调压原理如图 1-15 所示。

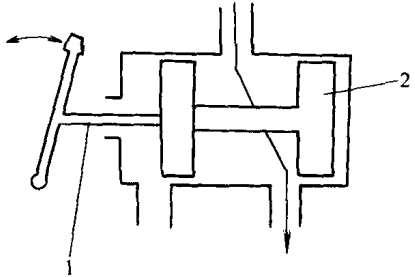


图 1-14 手控式换向阀

1—拉杆 2—滑阀

1) 如图 1-15a 所示，当系统主油压 p 较低时，通过压力反馈油道作用于阀芯右侧的压力小于弹簧力，阀芯右移将泄油口关闭，系统内保持主油压力。

2) 如图 1-15b 所示，当系统油压升高，此时通过反馈油道作用于阀芯右侧的油压升高。当压力大于弹簧力

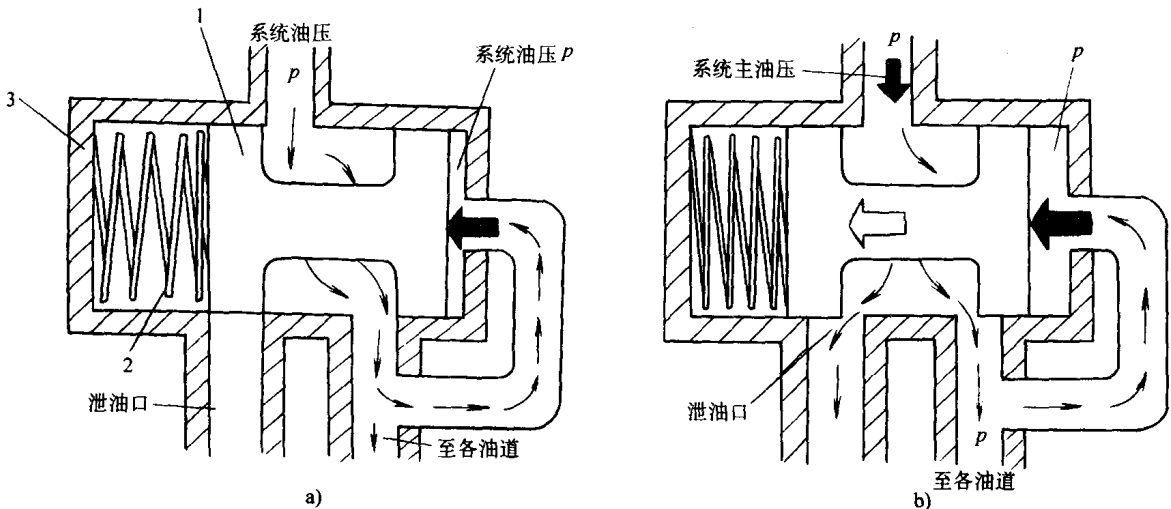


图 1-15 调压阀

a) 主油压力较低时 b) 主油压力较高时

1—滑阀 2—弹簧 3—阀体

时，阀芯被推动左移，打开泄油口，使系统油压下降。系统油压降低使作用于阀芯右侧的反馈压力下降，受弹簧力作用阀芯右移，逐渐关闭泄油口，系统油压逐渐上升。

3) 滑阀两侧压力的变化, 使阀芯左右移动, 泄油口不断导通或关闭, 从而使系统油压保持在规定数值范围内。

若在调压阀的弹簧侧增加一个油压 p_1 , 如图 1-16 所示, 主油压力要推动阀芯移动, 必须克服弹簧力与 p_1 的合力, 此时的调节压力相应增加。当 p_1 增减时系统油压也随之相应增减, 则 p_1 的变化对系统油压起到动态调节的作用。调整弹簧压缩量, 也可改变系统的油压。

以上滑阀皆为单一直径的滑阀形式, 当阀芯直径不同时, 相同的油压作用于不同的端面积上, 形成压力差, 推动控制阀芯的移动。如图 1-17 所示, 滑阀两直径分别为 D_A 、 D_B , 油液作用于阀芯左、右两端的合力 $F_A - F_B = p\pi(D_A^2 - D_B^2)/4$ 使阀芯右移。

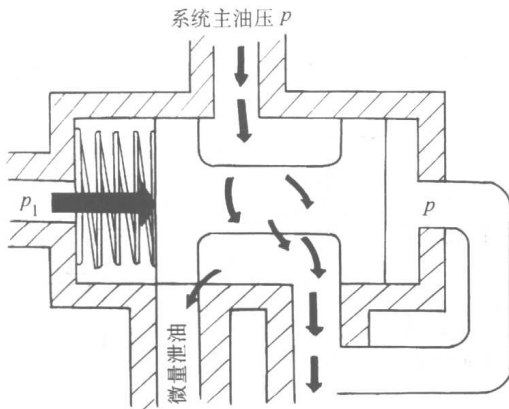


图 1-16 压力可调式调压阀

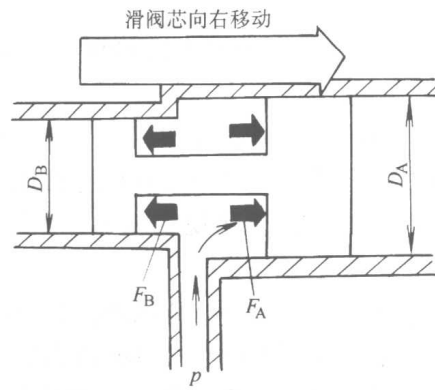


图 1-17 阀芯直径不同的滑阀

(3) 节流阀及限流孔 节流阀用以控制液体的流量, 从而控制工作机构的运动速度, 或通过对液体的节流作用实现系统的缓冲。

节流阀的形式很多, 其基本原理是在液流通道上设置一个小孔或缝隙以形成“阻尼”。当其前后的压力差为已知时, 可算出通过该阻尼的流量。阻尼一定, 则相应的流量为定值; 阻尼变化, 通过的流量也随之而改变。图 1-18 为常见的节流口形式。其中图

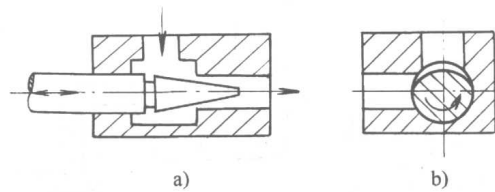


图 1-18 常见节流口形式

1-18a 是最常用的针状式节流口, 改变其锥阀芯的轴向位置即可改变通过节流阀的流量。图 1-18b 是偏心缝隙式, 转动阀芯即改变通过阀的流量。

限流孔是一个微小的油液流通孔, 它只允许微量油液通过, 起到两种不同的作用:

1) 在流通的油路中起到降低油压的作用。图 1-19a 表示油液流经限流孔时将有一部分油压损耗, 导致油压降低, 限流孔两侧的油压不相等。图 1-19b 表示油路端头是封闭的, 此时在无油液流动情况下, 不发生油压损耗, 限流孔两端的油压相等。

2) 在油路中起到限制油液流动过急、减缓冲击的作用。油液只能微量地流经限流孔, 从而缓和了过急流动和冲击。

在汽车自动传动系统的液压油路中, 各部位装置有很多限流孔, 其中有些起到降压作用, 另一些起到缓冲作用, 用以提高置换传动挡位的动作质量。

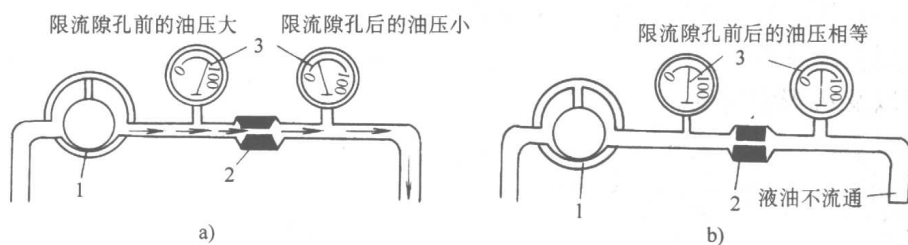


图 1-19 限流孔压力变化
1—液压泵 2—限流孔 3—压力表

(4) 顺序阀 顺序阀是利用油路压力控制几个液压缸按顺序动作，或按顺序向几条油路供油。如图 1-20 所示，主油压力首先传递到作用液压缸 A，当液压缸 A 内达到一定压力，这个压力同时作用于顺序阀芯的下端，克服弹簧力推动阀芯上移，将通向液压缸 B 的通路打开。这样两个液压缸实现先后动作。

七、液压密封件

液压密封件是液压油路中极重要的小零件。液压密封件的主要作用是防止油液泄露，并起到防止外界灰尘、杂物进入机件内的作用。如果这个小零件不能保持良好状态，产生微小漏油，就可能导致液压油路运作失灵，甚至使自动传动系统不能正常运转。液压密封件按材质区分，有合成橡胶密封圈、金属密封圈和塑料密封圈三类。

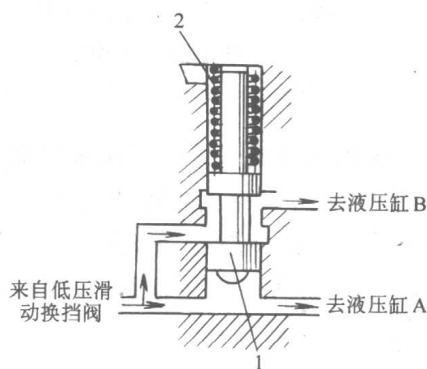


图 1-20 顺序阀
1—阀芯 2—弹簧

1. 合成橡胶密封圈

合成橡胶密封圈由氯丁合成橡胶或硅（氧、酮）橡胶材料制成，具有耐油性强，在相当大的温度变化下仍能保持良好弹性等特点。按其使用的不同条件，可分为静止密封、运动密封、转动密封等，如图 1-21 为静止件使用的密封圈；运动件使用的密封圈，如图 1-22、图 1-23 所示。完全密封时使用的密封圈应保证无泄漏。非完全密封时使用的密封圈允许有轻微

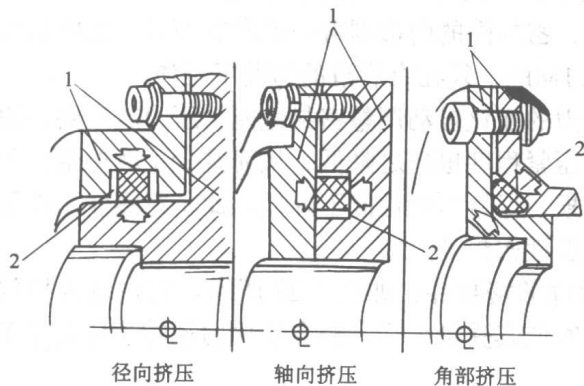


图 1-21 静止密封
1—壳体 2—橡胶密封圈

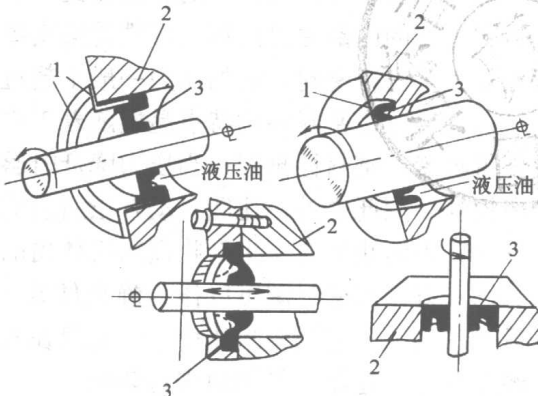


图 1-22 转动密封
1—金属架 2—壳体 3—密封圈