

煤炭教育

中等职业教育“十二五”规划教材

煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

采掘运机械

◆ 主 编 毋虎城

煤炭工业出版社

中等职业教育“十二五”规划教材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

采掘运机械

主 编 毋虎城

副主编 王志甫

参编人员 邳富标 赵长义

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

采掘运机械/毋虎城主编. --北京: 煤炭工业出版社,
2011

中等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5020-3877-9

I. ①采… II. ①毋… III. ①采煤机械-中等专业学校-教材②掘进机械-中等专业学校-教材③矿山运输-运输机械-中等专业学校-教材 IV. ①TD42②TD5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 118131 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 13¹/₄

字数 309 千字 印数 1—3 000

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

社内编号 6747 定价 27.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本教材共 7 个模块, 24 个项目。主要介绍: 液压传动、采煤机械、液压支架、乳化液泵站、巷道掘进机、刮板输送机、带式输送机等内容。本书编写力求适应当前中职教育工学结合的教学需要, 实现理论学习和实践操作一体化。

本书是采矿技术专业教材, 也可供有关工程技术人员参考。

煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(采矿技术类专业)

主 任 郭奉贤

副主任 雷振刚 邵 海

委 员 刘 兵 刘跃林 何水明 张玉山 王春城

庞国强 胡贵祥 胡湘宏 荣保金 郭廷基

常现联 梁新成 龚琴生

前 言

为贯彻《教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成厅〔2008〕4号)精神,加快煤炭行业专业技能型人才培养培训工程建设,培养煤矿生产一线需要,具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好职业道德,了解矿山企业生产全过程,掌握本专业基本专业知识和技术的技能型人才,经教育部职成司教学与教材管理部门的同意,中国煤炭教育协会依据“采矿技术”专业教学指导方案,组织煤炭职业学(院)校专家、学者编写了采矿技术专业系列教材。

《采掘运机械》一书是中等职业教育规划教材采矿技术专业中的一本,可作为中等职业学校采矿技术专业基础课程教学用书,也可作为在职人员培养提高的培训教材。

本书由河南工程技术学校毋虎城任主编,其编写模块一、模块五;平顶山工业职业技术学院王志甫任副主编,其编写模块六、模块七;甘肃煤炭工业学校赵长义编写模块二;河南工程技术学校鄧富标编写模块三、模块四。全书由毋虎城统稿。

中国煤炭教育协会职业教育
教学与教材建设委员会

2011年5月

目 次

模块一 液压传动	1
项目一 液压传动系统的启动与运行	1
项目二 液压元件拆装及基本回路组装	8
项目三 液压系统的安装与调试	37
项目四 液压系统的维护与故障排除	44
模块二 采煤机械	52
项目一 采煤机基本操作	52
项目二 采煤机截割部维护	59
项目三 采煤机牵引部维护	71
项目四 采煤机辅助装置维护	80
项目五 采煤机的使用与安装	86
模块三 液压支架	96
项目一 液压支架的基本操作	96
项目二 液压支架的维护	102
项目三 液压支架的使用与安装	108
模块四 乳化液泵站	116
项目一 乳化液泵站运行操作	116
项目二 乳化液泵站维护	120
模块五 巷道掘进机	132
项目一 掘进机的基本操作	132
项目二 掘进机工作机构的维护	140
项目三 掘进机液压系统的维护	147
项目四 掘进机的安装与使用	151
模块六 刮板输送机	159
项目一 刮板输送机运行操作	159
项目二 刮板输送机的维护	164
项目三 刮板输送机的安装与调试	179
模块七 带式输送机	183
项目一 带式输送机运行操作	183
项目二 带式输送机的维护	189
项目三 带式输送机的安装与调试	199
参考文献	203

模块一 液 压 传 动

项目一 液压传动系统的启动与运行

学习目标

1. 知识目标：了解液压元件的作用及图形符号的意义；初步了解液压传动的应用；掌握液压传动系统的组成、工作原理；了解工作介质的性质及选用；掌握阅读液压系统原理图的方法、步骤及注意事项。

2. 能力目标：能够看懂一些常用液压元件的图形符号；能够对液压传动的应用有初步的认识；能够根据系统工作循环和动作要求，读懂液压系统原理图；会对液压系统进行启动和停止操作；具有资料查阅能力和语言表达能力。

3. 情感目标：培养学生熟悉液压设备工作环境，加强团队合作，树立岗位意识。

项目描述

液压传动是以液体为工作介质，利用密闭的系统传递液体压力能的一种形式。与机械传动、电气传动相比，液压传动有许多独特的优点，广泛地应用于机械制造、工程机械、建筑、航天航空、军事、冶金等领域。

通过在实训室对某一给定的液压系统进行技能训练，培养学生初步感受液压传动工作人员的工作性质、任务及要求，让学生掌握液压传动系统启动与运行的操作方法，并掌握相关的理论知识，为后续学习奠定坚实的基础。

液压系统的启动与运行操作主要包括：启动前的检查、启动操作、执行机构的往返运行、停止操作等。

相关知识

一、液压传动的基本知识

1. 液压传动的工作原理

1) 液压千斤顶的工作原理

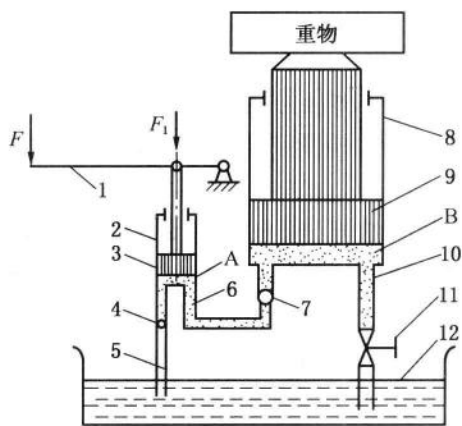
液压千斤顶是以液体为工作介质实现动力传递的典型装置。图 1-1 所示为液压千斤顶的工作原理，液压缸 2、8 中分别装有活塞 3、9，并形成密封腔 A 和 B。当提升杠杆 1 时，活塞 3 上移，密封腔 A 容积增大，腔内压力下降，形成局部真空。这时，油箱 12 中

的油液在大气压力作用下,通过吸油管进入A腔,实现吸油。当压下杠杆1时,活塞3下移,密封腔A容积减小,腔内压力升高,单向阀4关闭,单向阀7开启,油液进入B腔,推动活塞9上移,将重物顶出一段距离。如果反复提升和压下杠杆1,就能使油液不断地被压入液压缸8,使重物不断升高,达到起重的目的。如将放油阀11打开使B腔与油箱接通时,B腔内的油液流回油箱,活塞9在外力作用下向下运动。

2) 机床工作台液压传动工作原理

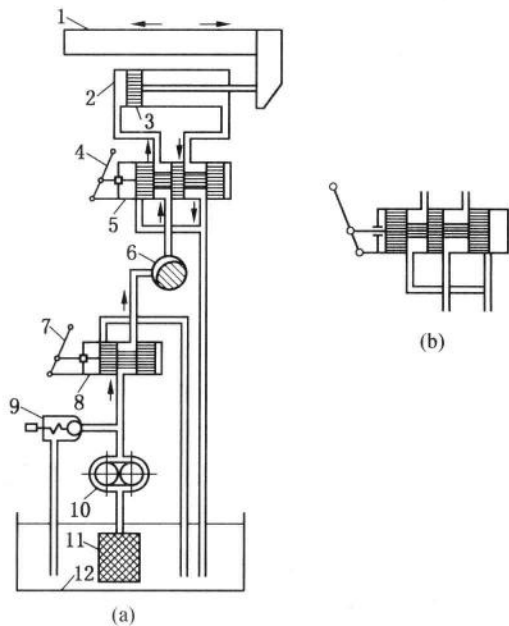
图1-2所示为机床工作台液压传动系统,液压泵10由电动机驱动旋转,从油箱12中吸油,经过过滤器11进入液压泵,经换向阀5压入液压缸左腔,推动活塞及工作台向右移动,这时液压缸右腔的油液经换向阀5排回油箱。当换向阀5处于图1-2b所示状态时,油液经换向阀压入液压缸右腔,推动活塞及工作台向左移动,这时液压缸左腔的油液经换向阀5排回油箱。通过换向阀改变油液的通路,便能实现工作台液压缸的运动换向。

调节节流阀6的开口大小就可改变进入液压缸的油液体积,便能调节工作台的移动速度。开口大,进入液压缸的流量大,工作台运动速度高;开口小,则工作台运动速度低。工作台在运动时,要求油液具有一定的压力,通过溢流阀9可调定液压泵输出油液的压力。



1—杠杆; 2、8—液压缸; 3、9—活塞;
4、7—单向阀; 5、6、10—油管;
11—放油阀; 12—油箱

图1-1 液压千斤顶的工作原理



1—工作台; 2—液压缸; 3—活塞; 4、7—换向手柄;
5、8—换向阀; 6—节流阀; 9—溢流阀; 10—
液压泵; 11—过滤器; 12—油箱

图1-2 机床工作台液压传动系统

2. 液压传动系统的职能符号

在液压系统中,凡是功能相同的元件,尽管其结构和工作原理不同,仍均用一种图形符号表示,这种图形符号称为液压元件的职能符号。用职能符号绘制的液压系统图,只表示系统和各个元件的功能,而不表示这些元件的具体结构和参数,以及它们在系统中的具

体安装位置。液压系统的职能符号图,图形简洁标准、绘制方便、功能清晰、阅读容易。它适用于分析系统工作性能和元件的功能,大大简化了方案设计过程中的绘图工作。

根据规定,液压元件的职能符号应以元件的静止状态或零位来表示。在图 1-3 中,换向阀 6 的阀芯处于中间位置,这时压力油孔 P 与 A、B 断开,工作台不动。

3. 液压传动系统的组成

由机床工作台液压传动系统可知,液压传动系统一般由以下五个部分组成:

(1) 动力元件:功用是把机械能转换成流体压力能,一般称为液压泵。

(2) 执行元件:功用是把液体的压力能转换成机械能,一般指作直线运动的液压缸和作回转运动的液压马达。

(3) 控制元件:功用是控制和调节液压系统中流体的压力、流量和流动方向,如溢流阀、节流阀、换向阀等。

(4) 辅助元件:各种油管、油箱、过滤器等元件,它们是保证系统正常工作不可缺少的组成部分。

(5) 工作介质:传递能量的载体,通常指液压油。

4. 液压传动的特点

与机械传动、电气传动相比,液压传动系统有其特有的特点。

1) 优点

(1) 能方便地实现无级调速,且调速范围大。

(2) 容易实现较大力和转矩的传递。在输出功率相同时,液压传动装置的体积小、质量轻、运动惯性小。

(3) 液压传动装置工作平稳,反应速度快,换向冲击小,便于实现频繁换向。

(4) 易于实现过载保护,而且工作油液能实现自行润滑,从而提高元件的使用寿命。

(5) 操作简单,易于实现自动化,尤其是和电气控制相结合,能方便地实现复杂的自动工作循环。

(6) 液压元件易于实现标准化、系列化和通用化,便于设计、制造和推广应用。

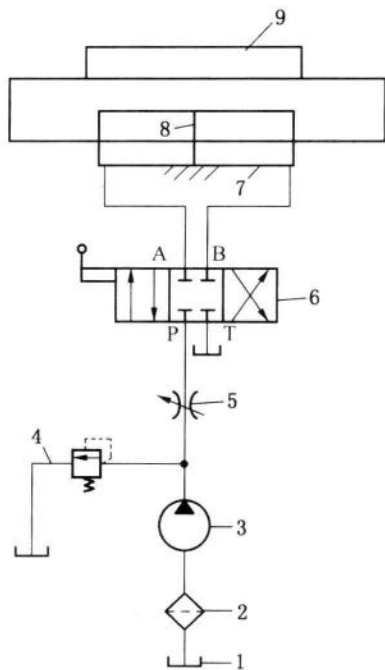
2) 缺点

(1) 液体的泄漏和可压缩性使液压传动难以保证严格的传动比。

(2) 在工作过程中能量损失较大,传动效率较低。

(3) 对油温变化比较敏感,不宜在很高或很低的温度下工作。

(4) 液压传动出现故障时,不易诊断。



1—油箱; 2—过滤器; 3—液压泵; 4—溢流阀; 5—节流阀; 6—换向阀; 7—液压缸; 8—活塞; 9—工作台

图 1-3 用职能符号表示
液压传动原理

二、液压油

1. 液压油的主要性质

液压系统中一般使用矿物油作为工作介质。液压油最重要的性质是黏性和可压缩性。

1) 液体的黏性

液体在外力的作用下流动时,由于液体分子间内聚力(称为内摩擦力)的作用,而产生阻止液层间的相对滑动,液体的这种性质称为黏性。黏性的大小用黏度来表示,常用的黏度有动力黏度、运动黏度和相对黏度。

(1) 动力黏度 μ :它是表示液体黏性的内摩擦系数,由实验得出。流动液体液层间的内摩擦力的大小与液层间的接触面积、液体的动力黏度 μ 、液层间相对速度成正比,而与液层间的相对距离成反比,即动力黏度越大,流动的液体内摩擦力也越大。

(2) 运动黏度 ν :动力黏度与该液体密度的比值称为运动黏度,即 $\nu = \mu/\rho$ 。在国际单位制(SI)中,运动黏度的单位为 m^2/s 。液压油的牌号就是以 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 时的运动黏度(mm^2/s)平均值来标号的。例如,L-HI32普通液压油在 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 时的运动黏度的平均值为 $32\text{ mm}^2/\text{s}$ 。

(3) 黏度与温度和压力的关系:液压油的黏度对温度变化十分敏感,温度升高,黏度将显著降低。液压油的黏度随温度变化的性质称为黏温特性,不同种类的液压油具有不同的黏温特性。当液体所受压力增大时,其分子间距离减小,内聚力增大,黏度也随之增大。但在一般的中、低压系统中,液压油的黏度受压力变化的影响甚微,可忽略不计。

2) 液体的可压缩性

液体受到压力作用后其容积发生变化的性质,称为液体的可压缩性。对一般的中、低压液压系统,其液体的可压缩性是很小的,可以认为液体是不可压缩的。而在压力变化很大的高压系统中,就需要考虑液体可压缩性的影响。当液体中混入空气时,其可压缩性将增加,影响液压系统的工作性能。

2. 液压油的分类及选用

1) 液压油的种类

液压油主要有石油型、乳化型和合成型三大类。石油型液压油又分为普通液压油、液压-导轨油、抗磨液压油、低温液压油、高黏度指数液压油以及专用液压油。石油型液压油具有润滑性能好、腐蚀性小、黏度较高和化学稳定性好等优点,在液压传动系统中应用最广。合成型液压油主要有水-乙二醇、磷酸酯液和硅油等。乳化型液压油分为水包油乳化液(L-HFAE)和油包水乳化液(L-HFB)两大类。在一些高温、易燃、易爆的工作场合,为了保证安全,应使用合成型或乳化型液压油。

2) 液压油的选用

选用液压油时,一般根据液压元件产品样本和说明书所推荐的工作介质来选,或者根据液压系统的工作条件(系统压力、运动速度、工作温度)和环境条件等全面考虑。通常是先确定黏度范围,再选择液压油品种,同时注意液压系统的特殊要求。如在低温条件下工作的系统宜选用黏度较低的油液,高压系统则选用抗磨性好的油液。当系统的工作压力较高、环境温度较高、工作部件运动速度较低时,为了减少系统的泄漏量,宜选用黏度较高的液压油;当系统的工作压力较低、环境温度较低、工作部件运动速度较高时,为

了减少系统的功率损失,宜选用黏度较低的液压油。常用石油型液压油的使用范围见表 1-1。

表 1-1 常用石油型液压油的使用范围

名 称	代号	主 要 用 途
普通液压油	L-HL	适用于 7~14 MPa 的液压系统及精密机床液压系统(环境温度为 0℃以上)
抗磨液压油	L-HN	适用于低、中、高特别是有防磨要求并使用叶片泵的液压系统
低温液压油	L-HV	适用于-25℃以上的高压、高速工程机械、农业机械和车辆的液压系统(加降凝剂后,可在-20~-40℃条件下工作)
高黏度指数液压油	L-HR	用于数控精密机床的液压系统和伺服系统
其他液压油		加入多种添加剂,用于高品质的专用液压系统

三、液压传动的主要参数

1. 压力

1) 压力的定义及单位

液体在单位面积上所受的垂直力称为压力,用 p 表示,在物理学中称为压强,在液压传动中通常称为压力。

$$p = F/A \quad (1-1)$$

在国际单位制(SI)中,压力的单位为 N/m^2 ,即 Pa。由于 Pa 单位太小,在工程上常用其倍数单位表示:

$$1 \text{ MPa} = 10^3 \text{ kPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

2) 压力的表示方法

压力的表示方法有两种,即绝对压力和相对压力。绝对压力是以绝对真空作为基准所表示的压力,而相对压力是以大气压力作为基准所表示的压力。相对压力为正值时称为表压力,为负值时称为真空度。由于大多数测压仪表所测得的压力都是相对压力,因此在液压传动系统中,若未作特别说明,压力均指相对压力。

$$\text{绝对压力} = \text{相对压力} + \text{大气压力}$$

$$\text{真空度} = \text{大气压力} - \text{绝对压力}$$

绝对压力、相对压力和真空度的相互关系如图 1-4 所示。

2. 流量

1) 定义

流量是指单位时间内流过某一通流截面的液体体积,一般用符号 Q 来表示,即 $Q = V/t$ 。在国际单位制(SI)中,流量的单位为 m^3/s ,工程上常用 L/min ,两者的换算关系为

$$1 \text{ m}^3/\text{s} = 6 \times 10^4 \text{ L}/\text{min}$$

2) 流量连续性原理

假定液体不可压缩,则液体在单位时间内流过通道任一通流截面的液体质量应相等。设液体在图 1-5 所示的通道内流动,任取两截面 1 和 2,其截面积分别为 A_1 和 A_2 ,并且在两截面处的流速分别为 v_1 和 v_2 。根据连续性原理可知,在单位时间内流过两截面液体的体积应相等,即

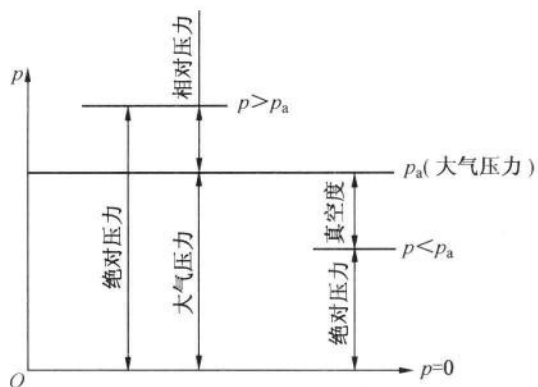


图 1-4 绝对压力、相对压力和真空度

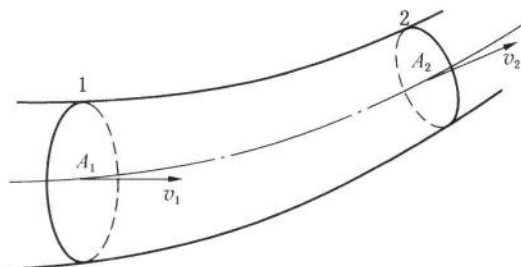


图 1-5 液流的连续性原理

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 = \text{常量} \quad (1-2)$$

或

$$Q = vA$$

平均流速

$$v = \frac{Q}{A} \quad (1-3)$$

式 (1-3) 表明，流速与通流面积成反比，内径大流速低，内径小流速快。

技能训练

一、熟悉实训环境，了解液压实训设备

- (1) 该项目在实训室液压实训台上进行，如图 1-6 所示。
- (2) 按实训台的摆放位置，分成若干实训小组，明确负责人。
- (3) 熟悉液压实训台上液压元件的型号、结构、性能等技术参数。

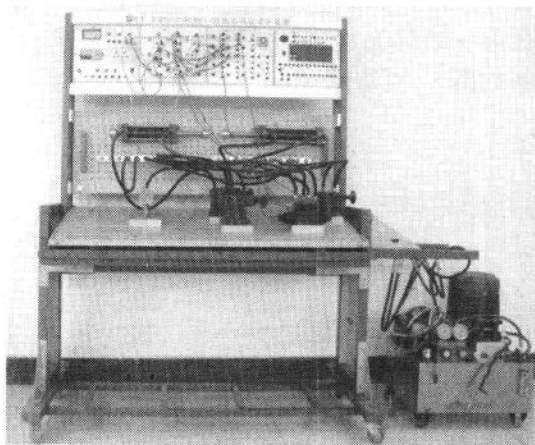


图 1-6 液压实训台

- (4) 熟悉液压系统的组成并与职能符号图对照认识元件。
- (5) 熟悉液压系统的操作规程。

二、实训注意事项

- (1) 液压泵为三相交流供电，可正反转，接线时必须注意 3 个接线柱 L1、L2、L3 的顺序。
- (2) 液压泵的进油口压力最好在 3 MPa 以内。
- (3) 做完实训后，应先关掉电源，再拔掉快速接头。
- (4) 按钮模块、电磁阀模块、中间



复习思考题

1. 液压传动系统的组成部分及各部件的主要作用是什么?
2. 液压传动有哪些优缺点?
3. 如何选用液压油?
4. 液压传动系统启动操作应注意哪些事项?
5. 对于进油路节流调速液压系统, 液压泵启动后, 液压缸活塞杆伸不出(不动作)的原因有哪些?
6. 画出常用液压元件的职能符号图。

项目二 液压元件拆装及基本回路组装

学习目标

1. 知识目标: 了解常用液压元件的作用及日常维护知识; 掌握液压元件的结构、工作原理。
2. 能力目标: 能正确识别常用液压元件的职能符号; 能正确辨认各种液压元件及正确选用液压元件; 能正确安装和拆卸液压元件并会对液压元件进行日常维护; 会组装简单的液压基本回路。
3. 情感目标: 培养学生团结协作的团队精神、安全文明的操作方法和严谨、认真的工作态度。

项目描述

液压元件是液压系统的基本组成“元素”, 主要有液压动力元件(液压泵)、液压执行元件(液压缸和液压马达)、液压控制元件(液压阀)和辅助元件。

通过本项目训练, 使学生掌握常用液压元件的结构、安装和拆卸的方法以及日常维护注意事项, 达到会选用和使用液压元件的目的。液压元件的拆装包括液压泵、液压缸、液压阀等常用元件的拆装。

相关知识

一、液压泵和液压马达

(一) 液压泵

液压泵是液压系统的动力元件, 它可以将机械能转换为液压能, 为液压系统提供一定流量和压力的液体。

1. 液压泵的工作原理

图 1-9 所示为液压泵的工作原理, 柱塞 2 在弹簧 4 的作用下紧压在偏心轮 1 上, 当电动机带动偏心轮转动时, 柱塞 2 与泵体 3 形成的密封腔的容积交替变化。柱塞向右运动

时,密封腔的容积增大,形成局部真空,油箱中的油液在大气压力的作用下,经单向阀6进入密封腔而实现吸油;反之,当密封腔的容积由大变小时,油液受挤压,经单向阀5压入系统,实现压油。电动机带动偏心轮不断旋转,液压泵就不断地吸油和压油。由此可见,液压泵是通过密封腔的变化来实现吸油和压油的,其排油量的大小取决于密封腔容积的变化量,因而又称容积泵。

2. 液压泵的主要性能参数

1) 工作压力和额定压力

液压泵的工作压力是指泵实际工作时输出油液的压力。液压泵的额定压力是指泵在正常工作条件下按试验标准规定连续运转的最高工作压力,超过此值就是过载。由于液压系统的用途不同,所需的压力也不同,液压泵的压力分级见表1-3。

表1-3 液压泵的压力分级

压力等级	低 压	中 压	中高压	高 压	超高压
压力/MPa	≤ 2.5	2.5 ~ 8	8 ~ 16	16 ~ 32	> 32

2) 排量 and 流量

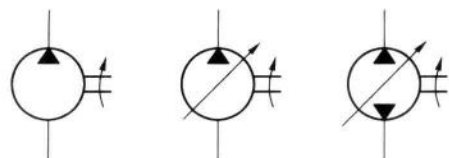
液压泵的排量(用 q 表示)是指泵每转一转,由其密封腔几何尺寸变化所计算得出的输出液体的体积,即,在无泄漏的情况下,泵每转一转所能输出的液体体积,其常用单位为 cm^3/r 。

液压泵的理论流量(用 Q_L 表示)是指泵在单位时间内由其密封腔几何尺寸变化计算而得出的输出的液体体积。泵的转速为 n 时,泵的理论流量为

$$Q_L = qn \quad (1-4)$$

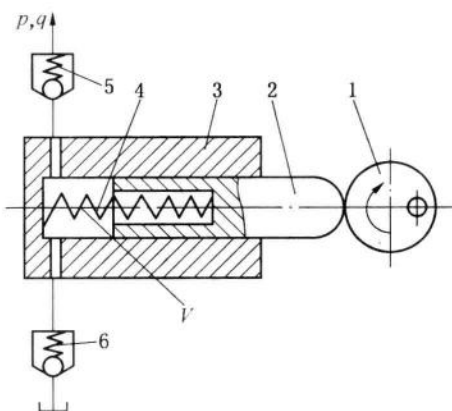
液压泵的额定流量是指在正常工作条件下,按试验标准规定必须保证的流量,即在额定转速和额定压力下由泵输出的流量。

液压泵的实际流量(用 Q 表示)是指液压泵工作时实际输出的流量。由于泵存在内泄漏,所以其实际流量小于理论流量。流量单位为 L/min 或 m^3/s 。



(a) 单向定量泵 (b) 单向变量泵 (c) 双向变量泵

图1-10 液压泵的图形符号



1—偏心轮; 2—柱塞; 3—泵体;
4—弹簧; 5、6—单向阀

图1-9 液压泵的工作原理

3. 液压泵的类型和图形符号

液压泵按输出流量是否可调节分为定量泵和变量泵两类;按结构形式又可分为齿轮式、叶片式和柱塞式三大类。液压泵的图形符号如图1-10所示。

1) 齿轮泵

齿轮泵按结构形式可分为外啮合式和内啮合式

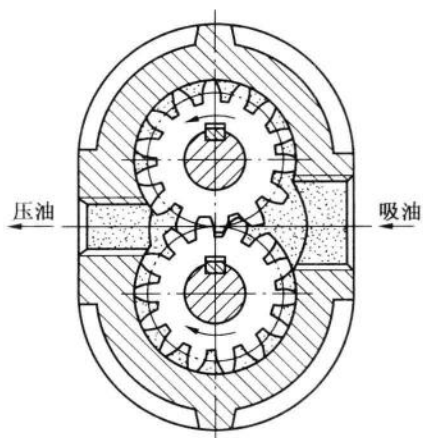


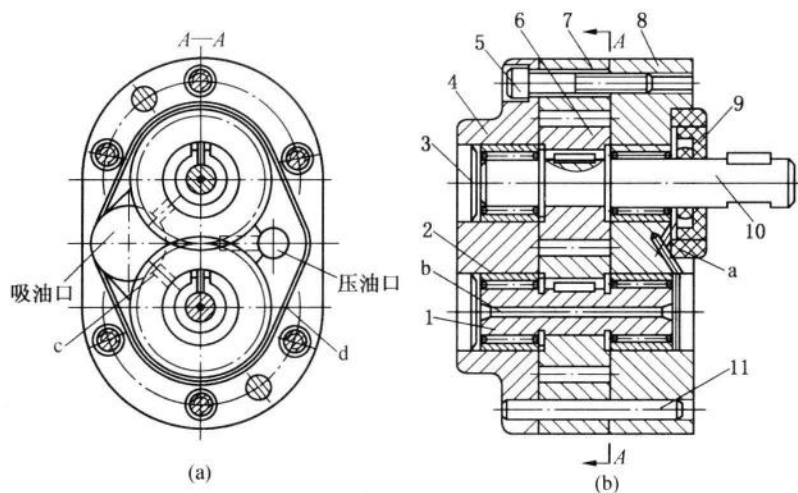
图 1-11 外啮合齿轮泵的工作原理

合式两种。由于外啮合齿轮泵具有结构简单、紧凑、容易制造、成本低、对油液污染不敏感、工作可靠、维护方便和寿命长等优点，故广泛应用于各种低压系统中。

外啮合齿轮泵的工作原理如图 1-11 所示。在泵的壳体内有一对外啮合齿轮，齿轮两侧有端盖（图中未示出）。壳体、端盖和齿轮的各个齿间组成了许多密封工作腔。当齿轮按图示方向旋转时，右侧吸油腔由于相互啮合的轮齿逐渐脱开，密封工作腔容积增大，形成部分真空，油箱中的油液被吸进来，将齿间槽充满，并随着齿轮旋转把油液带到左侧压油腔去。在压油腔一侧，由于轮齿逐渐进入啮合，密封工作腔容积不断减小，油液便被挤出去。

吸油腔和压油腔由相互啮合的轮齿以及泵体隔开。

CB-B 型齿轮泵是三片式结构的低压齿轮泵，其结构如图 1-12 所示。三片是指泵体 7 和前、后泵盖 4、8，主动轴 10 装有主动齿轮，从动轴 1 装有从动齿轮。用定位销 11 和螺钉 5 把泵体 7 与前盖 4 和后盖 8 装在一起，构成齿轮泵的密封腔。泄漏通道 b 将泄漏到轴承的油，通过从动轴中心孔及通道 c 流回吸油腔。卸荷沟槽 d 使泵体与前、后泵盖接合面外泄的高压油流回吸油腔。



1—从动轴；2—滚针轴承；3—堵头；4、8—前、后泵盖；5—螺钉；
6—齿轮；7—泵体；9—密封圈；10—主动轴；11—定位销

图 1-12 CB-B 型齿轮泵

2) 叶片泵

叶片泵具有结构紧凑、运动平稳、噪声小、流量均匀、寿命长等优点，目前广泛应用于中高压液压系统中。叶片泵按其输出流量是否可调，分为定量叶片泵（双作用叶片泵）和变量叶片泵（单作用叶片泵）两种。