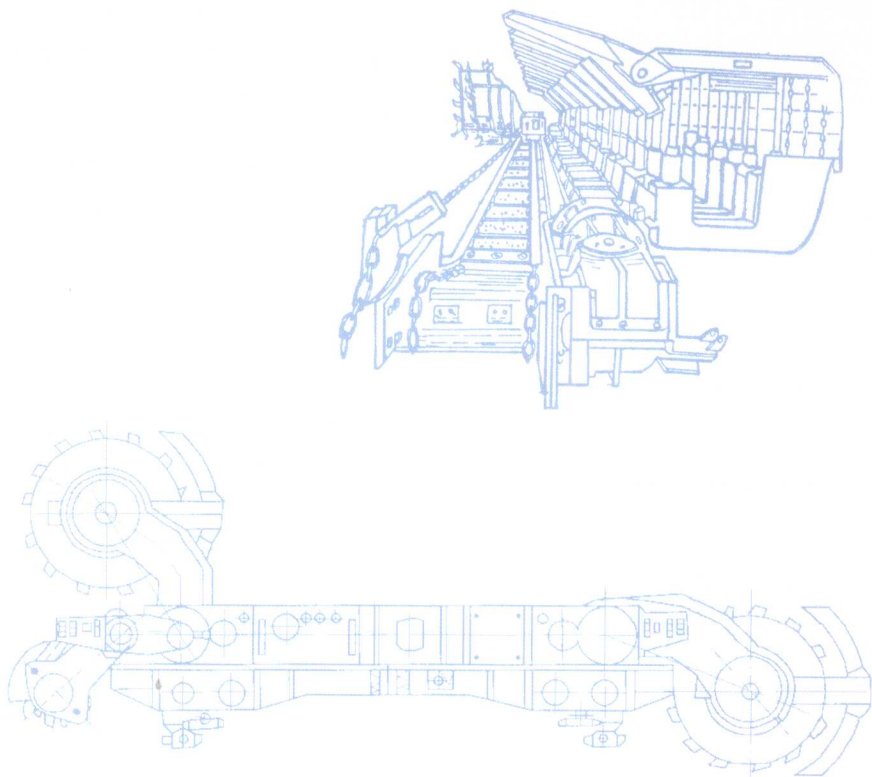


中国煤炭教育协会
教学与教材
建设委员会

中等职业教育规划教材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

采掘运机械与液压传动

● 主 编 葛宝臻



煤炭工业出版社

中 等 职 业 教 育 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

采掘运机械与液压传动

主 编 葛宝臻
副 主 编 毋虎城
参编人员 纪颖彩 周宝川 郑庆新

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

采掘运机械与液压传动/葛宝臻主编. —北京: 煤炭工业出版社, 2009. 8

中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-5020-3430-6

I. 采… II. 葛… III. ①采煤机械-液压传动-专业学校-教材②掘进机械-液压传动-专业学校-教材③矿山运输-运输机械-液压传动-专业学校-教材 IV. TD42 TD5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 162159 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.ceiph.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 × 1092mm $\frac{1}{16}$ 印张 19 $\frac{3}{4}$
字数 467 千字 印数 1—5,000
2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
社内编号 6235 定价 39.00 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

煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(煤矿机电类专业)

主 任 何富贤

副主任 何全茂 刘秀艳 郭 雨 卢芳革

委 员 (按姓氏笔画排序)

王纪风	王国文	王瑞捧	田树钰	关书安	刘英才
刘胜利	朱庆华	余升平	吴文亮	李 佳	陆 红
姜宏勋	郝敬豪	钟 诚	潘连彪	魏 良	魏晋文

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，加快煤炭专业技能型人才的培养，满足煤炭行业发展对人才的迫切需求，依托煤炭职业学（院）校建立煤炭行业技能型人才培养培训基地，培养面向煤矿生产企业一线，具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好的职业道德，了解矿山企业生产的全过程，掌握本专业的基本专业知识和技能，具有从事矿山机电设备的生产运行、维护检修的中级技能型人才，中国煤炭教育协会组织煤炭职业学（院）校专家、学者编写了机电工程配套系列教材。

《采掘运机械与液压传动》一书是矿山机电专业中等职业教育规划教材中的一本，可作为中等职业学校机电专业采掘运机械与液压传动课程教学用书，也可作为在职人员培养提高的培训教材。

本书由山东工贸职业学院葛宝臻主编并统稿，其编写了第二章；河南工程技术学校毋虎城任副主编，其编写了第四章；山西雁北煤炭工业学校纪颖彩编写了第一章；山东煤炭技术学院周宝川编写了第三章；徐州机电工程高等职业学校郑庆新编写了第五章。

中国煤炭教育协会职业教育
教学与教材建设委员会

2009年7月

内 容 提 要

本书介绍了煤矿井下采掘运机械的基本结构组成、工作原理、主要性能参数、操作使用、维护保养、常见故障判断处理和有关液压传动的基本知识。全书共分五章，第一章液压传动，第二章采煤机械，第三章支护设备与泵站，第四章掘进机械，第五章运输机械。本书在取材方面反映了近年来国内外采掘运机械技术发展进步、科研的新成果和发展趋向，注重理论联系实际，突出教材的针对性和实用性。

本书可作为中等职业教育矿山机电专业学习采掘运机械和液压传动的教材，也可供有关煤矿现场工作的管理干部、工程技术人员和技术工人参考。

目 次

第一章 液压传动	1
第一节 液压传动的基本知识.....	1
第二节 液压泵.....	5
第三节 液压马达	17
第四节 液压缸	23
第五节 液压控制阀	26
第六节 辅助液压元件	40
第七节 液压系统基本回路	46
第八节 液压传动系统的使用与维护	50
第二章 采煤机械	55
第一节 采煤机概述	55
第二节 滚筒采煤机的结构	61
第三节 典型采煤机的结构	81
第四节 采煤机的操作运行及维护与检修	99
第五节 采煤机常见故障分析与处理.....	118
第三章 支护设备与泵站	129
第一节 单体支护设备.....	129
第二节 液压支架.....	135
第三节 液压支架的部件结构.....	143
第四节 液压支架的结构.....	165
第五节 液压支架的液压控制系统.....	176
第六节 液压支架的操作使用与维护.....	181
第七节 乳化液泵站.....	190
第四章 掘进机械	200
第一节 钻孔机械.....	200
第二节 装载机械.....	219
第三节 巷道掘进机.....	233

第五章 运输机械..... 254

 第一节 刮板输送机..... 254

 第二节 桥式转载机..... 276

 第三节 带式输送机..... 284

参考文献..... 307

第一章 液 压 传 动

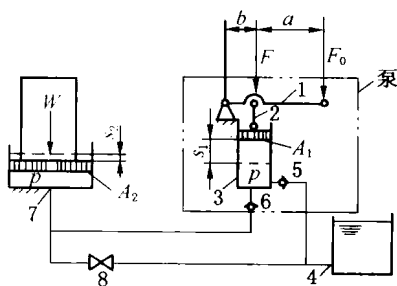
第一节 液压传动的基本知识

一、液压传动的工作原理与液压传动系统的组成

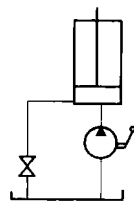
1. 液压传动的工作原理

液压传动是以液体为工作介质、靠液体的压力能在原动机和工作机构之间进行能量转换、传递运动和力的一种传动形式，在煤矿采掘机械中应用十分广泛。下面以液压千斤顶为例介绍液压传动的工作原理。

图 1-1 所示为液压千斤顶工作原理示意图。小活塞和泵、大活塞和工作缸构成两个密封而又可以变化的容积。当杠杆向上提起时，泵中的密封容积增大，压力减小形成真空。这时，油箱中的工作液体在大气压力作用下，打开单向阀 5 进入泵，此时单向阀 6 关闭。当杠杆向下压时，单向阀 5 关闭，泵的容积缩小，工作液体打开单向阀 6 进入工作缸的密封容积中，并将大活塞向上顶起，升起重物 W 。如此反复摇动杠杆，工作液体不断地输入工作缸下腔，推动大活塞缓慢上升，使重物上升到所需高度。工作完毕后，只要打开旁路截止阀，工作缸内的液体即在重物的作用下流回油箱，重物下降复位。这就是液压千斤顶的工作过程，也是一个简单液压传动系统的工作原理。



(a) 工作原理



(b) 职能符号

1—杠杆；2—连杆；3—泵；4—油箱；
5、6—单向阀；7—工作缸；8—截止阀

图 1-1 液压千斤顶工作原理示意图

2. 液压传动系统的组成

由液压千斤顶的液压传动系统可以看出，一个完整的液压传动系统有以下 5 个基本组成部分：

(1) 动力元件，即液压泵。它是将原动机所提供的机械能转变为工作液体的液压能的元件。

(2) 执行元件，即液压缸和液压马达。它是将液压泵所提供的工作液体的液压能转变为驱动负载的机械能的元件。

(3) 控制元件，即各种液压控制阀。它们的作用是控制液压系统的压力、流量和液流方向。

(4) 辅助元件，是指除上述三部分以外的其他元件，如油箱、管道、滤油器、蓄能

器、冷却器、加热器及监测仪表等。它们对保证系统的正常工作起着重要的作用。

(5) 工作液体, 指液压油和乳化液等。它是液压系统中能量的载体, 是传递力和运动的介质, 同时起着润滑运动零件和冷却传动系统的作用。

3. 液压传动系统的职能符号

液压传动系统的结构原理图可直观地表示出各元件的工作原理及在系统中的功能, 容易理解, 但因图形复杂且难于标准化, 当系统中元件数量多时更是不方便, 故一般情况下已不采用。目前一般采用只表示液压元件基本功能, 不表示元件的具体结构和参数的特定图形符号, 即职能符号, 来表示液压元件及其构成的液压系统, 如图 1-1b 所示。

我国已制定了《液压气动图形符号》(GB/T 786.1—1993)。在以后的学习过程中, 熟识常用液压元件的职能符号, 是看懂和正确分析液压传动系统的基础。

二、液压传动系统的特点

图 1-1 可简化为一个密封的连通器, 如图 1-2 所示。如果大活塞上有负载 W , 小活塞上作用的主动为 F , 当连通器处于平衡状态时, 根据流体力学中的帕斯卡原理, 密封容器中静止液体的压力以同样大小向各个方向传递, 或称密封容器中压力处处相等。即

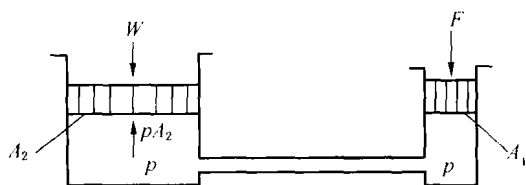


图 1-2 连通器

$$p = \frac{F}{A_1} = \frac{W}{A_2} \quad (1-1)$$

$$W = \frac{A_2}{A_1} F \quad (1-2)$$

式中 A_2 ——大活塞面积;

A_1 ——小活塞面积。

由式 (1-1) 可知, 封闭容器内的压力大小与外负载 (重量 W) 的大小有关。但系统的压力并不可以无限制地随着外负载的增大而增大, 它要受到密封容器和管路等强度的限制。为使系统工作可靠, 一般在系统内设置安全阀来保护系统。

由式 (1-2) 可知, 当 $A_2 > A_1$ 时, $W > F$ 。可见, 在液压传动系统中, 力不但可以传递, 还具有力 (或转矩) 的放大作用。液压千斤顶就是利用这个原理进行工作的。

由于液体几乎是不可压缩的, 若不计液体的泄漏, 小液压缸输出的液体体积应该等于输入大活塞缸的液体体积, 即容积变化相等:

$$A_1 h_1 = A_2 h_2 \quad (1-3)$$

式中 h_1 ——小活塞的行程;

h_2 ——大活塞的行程。

将式 (1-3) 两端同时除以活塞运动的时间, 得

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = Q \quad (1-4)$$

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \frac{Q}{A_2} \quad (1-5)$$

式中 v_1 ——小活塞的运动速度;

v_2 ——大活塞的运动速度;

Q ——单位时间排出的液体体积，即流量。

式（1-5）说明，重物的运动速度取决于密封容积的变化量（或流量 Q ），与所传递力的大小无关。因此，液压传动也称静压传动或容积式液压传动。

通过以上分析，液压传动系统的基本特点为：

（1）液压传动中液体压力的大小取决于负载，也就是说，液体压力只随负载的大小而变化，与流量无关。

（2）负载的运动速度只与流量有关，而与压力无关。

三、工作液体

（一）工作液体的特性

液压传动系统中的工作液体除了传递能量之外，还起着润滑、防锈的作用。工作液体的主要物理化学特性即为黏度。

液体在外力作用下流动时，液体分子与固体壁面之间的附着力和液体分子间内聚力的作用，导致液体分子间产生相对运动，从而在液体内部产生内摩擦力，这种性质称为液体的黏性。表示油液黏性大小的指标称为黏度。静止液体不呈现黏性。

我国采用运动黏度表示黏度。在国际单位制中，它的单位是 m^2/s ，而在实际应用中，使用 mm^2/s 来表示。

按照 ISO（国际标准化组织）规定，采用 40°C 时油液的运动黏度平均值来表示液压油牌号，共分为 10、15、22、32、46、68、100、150 共 8 个黏度等级。如 32 号液压油，就是指这种工作液体 40°C 时运动黏度平均值为 $32\text{mm}^2/\text{s}$ 。

液体的黏度随温度变化的性质称为黏温特性。不同种类的液体具有不同的黏温特性。液体的黏温特性可以用黏度指数 V.I. 来表示，V.I. 值越大，表示液体黏度随温度的变化率越小，即黏温特性越好。一般工作液体要求 V.I. 值在 90 以上，精制的工作液体及加有添加剂的工作液体，其 V.I. 值可大于 100。

（二）工作液体的类型及合理选择与使用

1. 工作液体的种类

工作液体的种类繁多，但就其化学组成和可燃性而言，可归纳为两大类：矿物油型液压油和抗燃液。

1) 矿物油型液压油

矿物油型液压油是由精制的矿物润滑油，再加入各种添加剂制成的。根据所加添加剂的不同，液压油又分为普通液压油、抗磨液压油、低温液压油和专用液压油。普通液压油又称 L-HL 液压油，该产品为改善防锈、抗氧化性的精制矿物油，常用于 7MPa 以下的，要求较高的中、低压液压系统和轻负荷机械的一般循环润滑系统。抗磨液压油是在 L-HL 液压油的基础上添加了抗磨剂等制成的，不仅具有良好的防锈、抗氧化性，在抗磨性方面表现更为突出，常用于 7MPa 以上的精密机床液压系统及 14MPa 以上的高压液压系统。煤矿井下采掘机械的液压系统均采用抗磨液压油。

2) 抗燃液

抗燃液应用场合比较特殊，共分 8 类。这里主要介绍一下煤矿液压支护设备使用的乳化液（水包油型）。

乳化液是由乳化油和水混合而成的。乳化油是由矿物油加乳化剂、防锈剂、助溶剂等制成的，它能与水均匀地溶解。根据水和乳化油所占的比例，乳化液分为油包水型和水包油型两种类型。其中，水包油型乳化液中乳化油占 3% ~ 15%，它的抗燃性好，价格低廉，具有一定的润滑性，黏度很低，但黏度指数很高，特别适用于煤矿工作面液压支架的液压系统。我国研制的 M - 10 乳化油和 MDT 乳化油都是液压支架的专用乳化油。

配制乳化液的水质对乳化液的性能影响很大。对水包油型乳化液，由于水的含量很大，水质的优劣将直接影响乳化液的稳定性、防锈性、防霉性和起泡性等。用于配制乳化液的水质要求如下：

- (1) 不含机械杂质和悬浮物，无色、透明、无臭味；
- (2) pH 值在 6 ~ 9 范围内；
- (3) 水质硬度符合乳化油的要求。

水质选定后，应根据水质的硬度选用与之相适应的乳化油。乳化液的配制要严格控制浓度。乳化液的浓度须按规定进行配制，对液压支架规定浓度为乳化油：水 = 5：95。使用过程中，乳化液箱内的浓度不得低于 3%。

2. 工作液体的合理选择和使用

正确而合理地选用和维护工作液体，对于保证液压系统达到设计要求，保障工作能力，满足环境条件，延长使用寿命，提高运行可靠性，防止事故发生等方面都有重要影响。

1) 工作液体的选择

工作液体的选择主要是确定工作液体的类型和规格（主要是黏度和黏温特性）。

工作液体的类型主要根据液压设备的工作环境、载荷条件和工作液体的性能与适用范围来确定，同时还要兼顾液压传动系统的成本与工作液体的价格。工作液体类型确定以后，即可根据系统的工作状况选择具有合适的黏度和黏温特性的工作液体。

由于液压泵是液压系统的主要元件，所以在选择工作液体时首先应当满足液压泵对工作液体的要求。表 1 - 1 所列为不同工作温度下常用液压泵的工作液体与黏度的推荐值。

表 1 - 1 不同工作温度下常用液压泵的工作液体与黏度的推荐值

液 压 泵 型 式		工作温度/℃		推 荐 工 作 液 体 品 种
		5 ~ 40	40 ~ 80	
		40℃时运动黏度/（mm ² · s ⁻¹ ）		
叶 片 泵	< 6. 3 MPa	28 ~ 46	39 ~ 72	普通液压油及其代用油 抗磨液压油
	> 6. 3 MPa	49 ~ 70	56 ~ 90	
齿 轮 泵		28 ~ 70	99 ~ 170	中低压用普通液压油 中高压用抗磨液压油
柱 塞 泵	径 向	28 ~ 46	61 ~ 240	中低压用普通液压油 中高压用抗磨液压油
	轴 向	40 ~ 70	70 ~ 160	

2) 工作液体的使用维护

合理选择工作液体仅是保证液压系统正常工作的一个方面,工作液体的使用维护也很重要。实践证明,液压系统故障的70%是由于工作液体的使用维护不当引起的。工作液体维护的关键是控制污染,常用的措施有:

- (1) 严格清洗元件和系统。
- (2) 防止污染物从外界侵入。工作液体必须经过过滤器注入系统。
- (3) 采用高性能的滤油器。滤油器必须定期检查、清洗和更换滤芯。
- (4) 控制工作液体的使用温度。长时间在高温下工作的工作液体,其寿命会大大缩短,一般液压系统的工作温度最好控制在55~65℃之间。
- (5) 保持系统所有部位良好的密封性。防止水分、空气进入工作液体中。
- (6) 定期检查和更换工作液体。如发现变质、严重污染,要及时更换。

第二节 液 压 泵

液压泵是液压传动系统中的动力元件,它是将原动机(通常是电动机)输出的机械能(输出轴上的转矩和角速度的乘积)转变为工作液体的液压能(液压泵的输出压力和输出流量的乘积)的能量转换装置,向系统提供具有一定压力和流量的工作液体,以推动执行元件工作。

一、液压泵的基本知识

(一) 液压泵的工作原理及类型

由液压千斤顶的工作原理可知,由杠杆、连杆、小活塞、缸体和单向阀所组成的手动泵及其工作过程,充分说明了容积式液压泵的工作原理,即液压泵的基本工作条件是:

- (1) 密封的工作容积必须发生变化。
- (2) 必须有配流装置将液压泵的高压腔和低压腔相互隔开,并且工作容积在变化过程中分别与液压泵的高压腔和低压腔接通。
- (3) 油箱内液体绝对压力必须恒等于或大于大气压力,这是保证液压泵能从油箱吸液的必要外部条件。因此,一般油箱的液面总是与大气相通的。

液压泵的种类很多,分类方法也各种各样,但一般按主要工作构件的形状分为齿轮泵、叶片泵和柱塞泵,按其每转一转所能输出油液体积可否调节分为定量泵和变量泵。

液压泵的职能符号如图1-3所示。图1-3a中只有一个黑三角形,其尖头向外,表示单向定量液压泵;图1-3b中有两个黑三角形,表示双向定量液压泵;图1-3c、图1-3d中有一45°斜箭头,分别表示单向变量液压泵和双向变量液压泵。

(二) 液压泵的主要技术性能参数

1. 压力

1) 额定压力 p_r

在正常工作条件下,按试验标准规定连续运转的最高压力称为

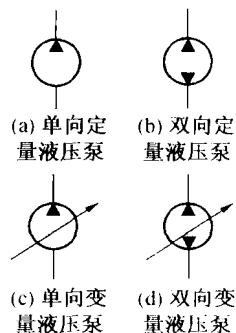


图1-3 液压泵的
职能符号

泵的额定压力。在额定压力作用下，液压泵能保证规定的容积效率和使用寿命。

2) 最高压力 p_H

按试验标准规定，超过额定压力允许短时运行的最高压力，称为液压泵的最高压力。

3) 工作压力 p

液压泵工作时的实际压力称为工作压力，其大小是由负载决定的。

2. 排量、流量和容积效率

1) 排量 q

液压泵每转一转，由其几何尺寸变化计算而得到的排出液体的体积称为泵的排量，用 q 表示，常用单位为 L/r 或 mL/r 。

2) 理论流量 Q_t

在不考虑泄漏的理想条件下，液压泵单位时间内排出液体的体积。即

$$Q_t = qn \quad (1-6)$$

式中 n ——液压泵的主轴转速， r/min 。

3) 实际流量 Q

液压泵在某一工况下，单位时间内实际输出的液体体积称为实际流量。它等于理论流量减去泄漏流量，即

$$Q = Q_t - \Delta Q \quad (1-7)$$

式中 ΔQ ——液压泵的泄漏流量， L/min 。

泄漏流量是通过液压泵的各个运动副的间隙所泄漏的液体流量，这一部分液体不作有用功，也称容积损失。

液压泵的泄漏流量大小取决于其运动副的间隙、工作压力和液体黏度等因素。

4) 额定流量 Q_r

在正常工作条件下，按试验标准规定必须保证的流量称为额定流量。

5) 容积效率 η_v

液压泵的实际流量与理论流量的比值称为容积效率，即

$$\eta_v = \frac{Q}{Q_t} = \frac{Q_t - \Delta Q}{Q_t} = 1 - \frac{\Delta Q}{Q_t} \quad (1-8)$$

在实际工作中，常按下式计算液压泵的实际流量：

$$Q = Q_t \eta_v \quad (1-9)$$

各类液压泵的容积效率以柱塞泵最高（0.85 ~ 0.98），叶片泵次之（0.80 ~ 0.95），齿轮泵最低（0.70 ~ 0.95）。

3. 功率和效率

1) 输入功率 P_i

驱动泵轴的机械功率称为泵的输入功率，其表达式为

$$P_i = M\omega \times 10^{-3} \quad (1-10)$$

$$P_i = 2\pi nM \times 10^{-3} \quad (1-11)$$

式中 M ——泵主轴上的输入扭矩， $N \cdot m$ ；

ω ——泵主轴的角速度， rad/s ；

n ——转速， r/min 。

2) 输出功率 P

液压泵输出的液压功率为泵的输出功率，其表达式为

$$P = \frac{pQ}{60} = \frac{pQ_v \eta_v}{60} \quad (1-12)$$

3) 总效率 η

液压泵的输出功率与输入功率之比值称总效率。即

$$\eta = \frac{P}{P_i} = \eta_v \eta_m \quad (1-13)$$

式中 η_m ——机械效率。

故液压泵所需的电动机传动功率 P_i 为

$$P_i = \frac{P}{\eta} = \frac{pQ}{\eta} \times 10^{-3} \quad (1-14)$$

式中 p ——液压泵的实际工作压力，Pa；

Q ——液压泵的实际输出流量， m^3/s 。

式(1-14)即为液压泵选择电动机功率的依据。实际所选电动机的功率稍大于此计算值。液压泵的总效率 η 值：柱塞泵为 0.80 ~ 0.90，叶片泵为 0.75 ~ 0.85，齿轮泵为 0.60 ~ 0.80。

4. 液压泵的特性曲线

液压泵的各个参数和压力之间的关系如图 1-4 所示。

二、齿轮泵

齿轮泵一般是由互相啮合的成对齿轮构成的，在结构上可分为外啮合和内啮合两种型式。

1. 外啮合齿轮泵

图 1-5 所示为外啮合齿轮泵的工作原理。在密封的泵体中装有一对参数相同的渐开线齿轮，壳体、端盖和齿轮的齿槽组成了许多密封容积。当电动机带动传动轴、传动轴带动齿轮按图示方向旋转时，在啮合点逐渐脱开的一侧，密封容积逐渐增大，形成局部真空，经吸液口由油箱吸入液压油，然后利用两齿轮的齿槽将油液带到啮合点另一侧。在另一侧，因轮齿逐渐进入啮合，容积在减小，从而将油液挤出排液口。当齿轮连续运转时，齿轮泵就连续地吸、排油液。

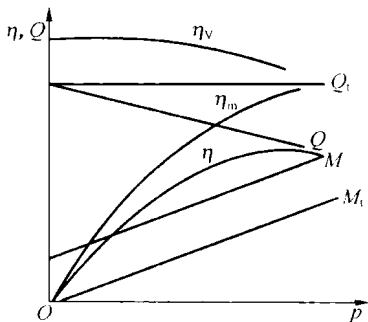


图 1-4 液压泵的特性曲线

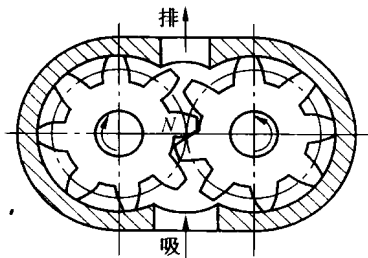


图 1-5 外啮合齿轮泵工作原理

齿轮泵在工作过程中, 轮齿的啮合线一直起着分隔高、低压腔的作用。因此, 在齿轮泵中不需要设置专门的配流机构。

为保证齿轮泵连续平稳地啮合, 防止吸、排液腔串通, 必须使齿轮传动的重叠系数大于 1, 但这样会周期性地出现在某一段时间内同时有两对轮齿在啮合。这时, 两对轮齿的啮合点之间的空间容积被封闭, 与进、排液腔均不相通, 称为闭死容积。随着齿轮的旋转, 闭死容积由大变小再变大, 直到前一对轮齿脱离啮合, 如图 1-6 所示。闭死容积变小时, 被包在其中的油液压力升高, 从齿轮侧面挤出, 不但降低容积效率, 而且造成油液发热并引起振动和噪声; 闭死容积变大时, 因无油液补充而出现吸空, 这就是齿轮泵的困油现象。

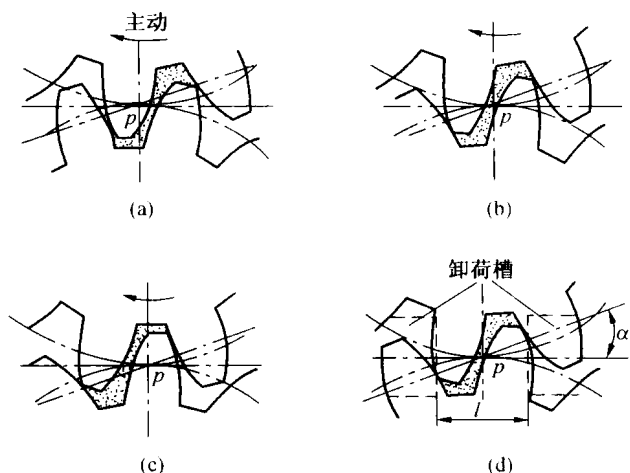


图 1-6 齿轮泵的困油现象

对齿轮泵来说, 通常在齿轮侧面盖板或轴套上开设卸荷槽, 使闭死容积缩小阶段与排液腔相通, 闭死容积变大阶段则与吸液腔相通, 而在闭死容积最小时, 不应与两个卸荷槽相通, 以保证吸、排液腔隔开。

齿轮泵工作时, 排液腔压力大于吸液腔压力。每个齿轮从吸液腔到排液腔沿齿轮顶圆的压力分布, 可近似认为是逐渐升高的, 如图 1-7 所示。不平衡液压力作用在齿轮上, 严重时会引起齿轮轴的变形。此外, 由受力分析证明, 该不平衡的径向液压力使从动齿轮轴承所受的负载要比主动齿轮轴承大得多, 其轴承磨损也快得多。

经验表明, 齿轮上受的径向不平衡力造成轴承磨损是影响齿轮泵寿命的主要原因。为了减小齿轮上的径向不平衡力, 在结构上采取如下措施:

(1) 开压力平衡槽, 如图 1-8 所示。平衡槽通常开在侧盖上或滑动轴承上。平衡槽虽使径向液压力得到部分抵消, 但使高、低压腔更加靠近, 引起泄漏增大, 容积效率降低。

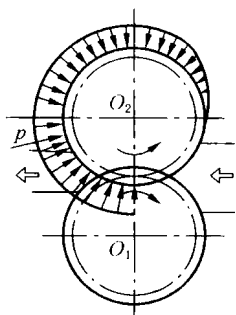


图 1-7 齿轮径向液压力分布

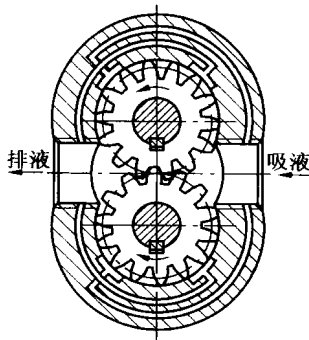


图 1-8 齿轮泵径向力平衡原理

(2) 缩小排液口尺寸, 使高压油作用于齿轮上的面积减小, 从而减小齿轮所受的径向液压力。

(3) 设计时, 使从动轮的轴承承载能力比主动轮轴承大些, 一般要大 15% ~ 20%。

外啮合齿轮泵的优点是结构简单、体积小, 工作可靠、便于维护, 对油液的污染不敏感, 自吸能力较强。它的主要缺点是流量不均匀, 不能变量, 容积效率较低。外啮合齿轮泵通常用作润滑泵、补油泵、辅助泵和低压系统的供油泵。

2. 摆线内啮合齿轮泵

摆线内啮合齿轮泵又称摆线转子泵, 其工作原理如图 1-9 所示。它由内转子 (主动轮)、外转子 (从动轮)、端盖等主要零件组成。外转子的齿廓曲线为圆弧曲线, 而内转子的齿廓曲线是与外转子齿形曲线相共轭的短幅外摆线的等距曲线。内、外转子的偏心距为 e , 外转子的齿数 Z_2 比内转子齿数 Z_1 多 1, 即 $Z_2 = Z_1 + 1$, 因此, 啮合时在两个齿轮轮齿之间形成 Z_2 个相互独立的密封工作容积。当内转子绕 O_1 轴顺时针转动时带动外转子绕 O_2 轴同向回转。由图 1-9 可见, 在连心线 O_1O_2 右侧, 内转子的齿与外转子的齿逐渐脱开, 由它们所形成的密封容积在逐渐扩大, 形成局部真空, 通过盖板上的配流窗口 b 吸油。在连心线 O_1O_2 左侧, 内转子的齿逐渐进入啮合, 密封容积逐渐缩小, 通过配流窗口 a 排油。内转子转过一圈, Z_2 个密封容积分别依次完成一次吸油和排油。内转子连续转动, 就可以连续不断地吸排油。

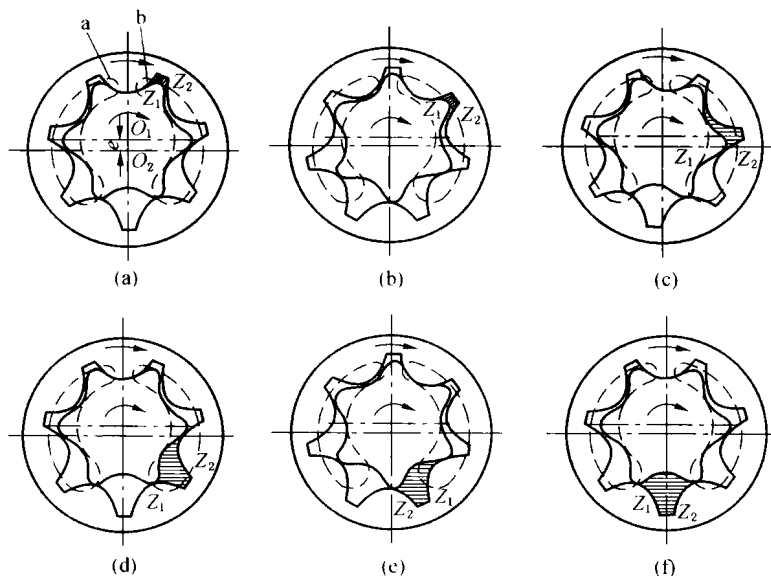


图 1-9 摆线内啮合齿轮泵

由以上工作原理可知, 如果将摆线内啮合齿轮泵两齿轮的偏心位置变更至另一侧 (可通过改变内外转子的位置实现), 这时, 若内转子的转动方向也改变, 则摆线转子泵的吸、排油口仍可保持原来的形状。因此, 当主动轮改变转向时, 只要偏心位置能随着改变, 摆线内啮合齿轮泵流向就不会改变。在有些液压传动的采煤机中, 采用摆线内啮合齿轮泵作为液压系统的辅助泵。当采煤机电动机改变转向时辅助泵的进出油口不会改变, 使