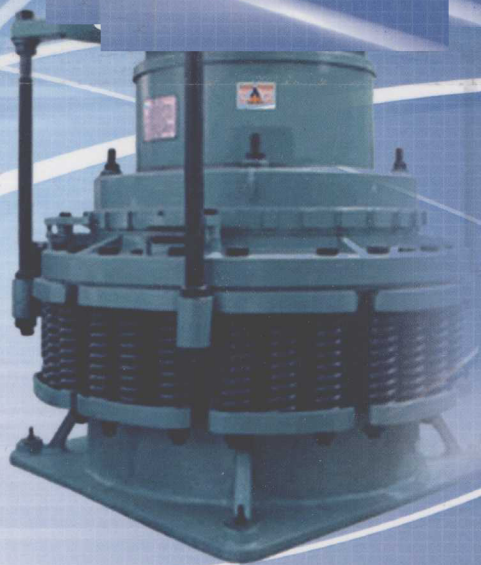




“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材
机电技术应用专业教学用书

液压与气压 传动技术

许亚南 陈秋一 汤家荣 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材

机电技术应用专业教学用书

液压与气压传动技术

许亚南 陈秋一 汤家荣 编

常州大学图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书分为液压与气压传动两个模块, 液压模块包括液压动力元件及辅助元件的拆装, 组装刀架刀盘液压传动系统, 组装卡盘液压传动系统, 组装刀架转位液压系统, 识读并连接 MJ—50 数控车床液压传动系统五个项目; 气压模块包括组装 H400 加工中心主轴定位气动系统, 组装 H400 加工中心主轴松刀夹紧气动系统, 组装 H400 加工中心主轴拔刀、插刀气动系统三个项目, 每个项目由若干个任务组成。在选取教学内容时努力做到紧扣教学基本要求, 降低知识难度; 在表达上力求深入浅出, 通俗易懂。

本书可作为中职中专机电技术应用专业相关课程教学用书, 也可作为机电类专业技术人员参考及培训用书。

为方便教学, 本书配有电子教案, 凡选用本书作为教学用书的教师, 可登录 www.cmpedu.com 网站免费注册下载。

图书在版编目 (CIP) 数据

液压与气压传动技术/许亚南, 陈秋一, 汤家荣编. —北京: 机械工业出版社, 2010.8

(“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材)

机电技术应用专业教学用书

ISBN 978-7-111-31269-7

I. ①液… II. ①许…②陈…③汤… III. ①液压传动-高等学校: 技术学校-教材②气压传动-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 132575 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 高倩 责任编辑: 张值胜

责任校对: 陈延翔 封面设计: 路恩中

责任印制: 杨曦

北京双青印刷厂印刷

2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 7.5 印张 · 178 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-31269-7

定价: 14.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

销售二部: (010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

任务二 认识气动压力控制元件	87
任务三 认识气动流量控制元件	92
任务四 认识气动方向控制元件	96
任务五 连接 H400 加工中心主轴换刀装置气动系统	101
项目八 组装 H400 加工中心主轴换刀、插刀气动系统	103

前 言

随着新一轮职业教育教学改革不断深化,为了提高学生的职业能力,培养高素质的技能人才,本书以就业为导向、以能力为本位,紧扣专业特点进行编写。本书本着培养学生阅读、分析、组装液压与气压系统的能力以及分析、排除液压与气压系统常见故障的目的,优化理论知识、增强实用性,采用理论与实践相结合的项目教学,使理论和技能统一。具体体现在以下几个方面。

- 1) 根据职业技能要求,以实用、够用为原则组织教材。删除繁琐深奥的理论知识,简化液压与气压元件的工作原理并降低其难度,加强液压与气压元件的识别、调节、简单回路的连接和系统常见故障排除的内容。
- 2) 与专业和生产实际相结合。本书采用数控车床的液压传动系统和加工中心的气压传动系统作为两大模块,再将系统按功能拆开,形成项目,以取得学以致用用的效果。
- 3) 以学生为本。本书在每个项目、任务的开始指出学完本项目、任务后应达到的知识和技能目标,使学生的学习过程中目标明确,少走弯路。
- 4) 打破原有学科体系框架,以项目为载体,将知识和技能整合。本书分液压部分五个项目,气压部分三个项目,每个项目又由若干个任务组成,这样有利于知识的讲授和技能训练的实施,以达到理论知识和技能训练相统一。

本书由常州铁道高等职业技术学校许亚南、陈秋一、汤家荣编写,由镇江机电高等职业技术学校赵光霞审稿。在本书的编写过程中,无锡机电高等职业技术学校葛金印提出了宝贵的修改意见和建议,提高了本教材的质量,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,教材中难免存在错漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

H400 加工中心主轴换刀装置气动系统 二卷目

H400 加工中心主轴换刀装置气动系统 六目更

气动系统基础理论 一卷目

气动系统基础理论 二卷目

H400 加工中心主轴换刀装置气动系统 十目更

气动系统基础理论 一卷目

目 录

前言

模块一 MJ—50 数控车床液压传动系统的组装	1
项目一 液压动力元件及辅助元件的拆装	3
任务一 液压传动的基础知识	3
任务二 认识液压动力元件	7
任务三 认识液压辅助元件	13
项目二 组装刀架刀盘液压传动系统	19
任务一 认识液压缸	19
任务二 认识单向阀	25
任务三 认识换向阀	27
任务四 连接刀架刀盘液压系统	33
项目三 组装卡盘液压传动系统	35
任务一 认识溢流阀	35
任务二 认识顺序阀	39
任务三 认识减压阀	44
任务四 认识压力继电器	47
任务五 连接主轴卡盘液压传动系统	50
项目四 组装刀架转位液压系统	52
任务一 认识液压马达	53
任务二 认识节流阀	55
任务三 认识调速阀	59
任务四 连接刀架转位液压传动系统	63
项目五 识读并连接 MJ—50 数控车床液压传动系统	66
任务一 识读 MJ—50 数控车床液压传动系统	66
任务二 连接 MJ—50 数控车床液压传动系统	69
模块二 H400 加工中心气压传动系统的组装	75
项目六 组装 H400 加工中心主轴定位气动系统	77
任务一 认识气压传动的基础知识和气动动力元件	77
任务二 认识气动辅助元件	79
项目七 组装 H400 加工中心主轴松刀夹紧气动系统	82
任务一 认识气动执行元件	82

任务二 认识气动压力控制元件	87
任务三 认识气动流量控制元件	92
任务四 认识气动方向控制元件	96
任务五 连接 H400 加工中心主轴松刀夹紧气动系统	101
项目八 组装 H400 加工中心主轴拔刀、插刀气动系统	103
任务一 识读 H400 加工中心主轴拔刀、插刀气动系统	103
任务二 组装 H400 加工中心主轴拔刀、插刀系统	105
附录 中、低压液压元件型号说明	110
参考文献	111

项目一 液压动力元件及辅助元件的拆装	
项目二 组装刀架刀盘液压传动系统	
项目三 组装卡盘液压传动系统	
项目四 组装刀架转位液压系统	
项目五 识读并连接MJ—50数控车床液压传动系统	

系统的组装

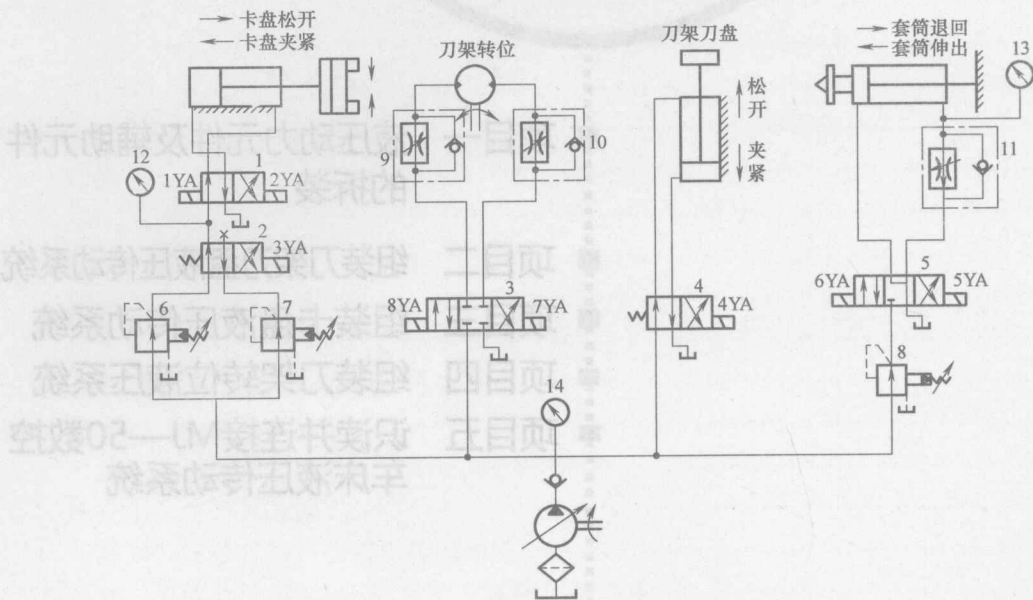
本模块通过对 MJ—50 数控车床液压传动系统（模块一图）的学习和训练，要求达到如下知识、技能目标：

知识目标：

- 知道液压传动的基本知识。
- 熟悉液压元件的作用、分类和特点。
- 熟悉液压系统的正确识读方法。
- 熟悉液压系统的使用维护。
- 熟悉液压系统的常见故障及产生原因。

技能目标：

- 具有正确使用和选择各种液压元件并能组装项目系统的能力。
- 具有正确调节各种液压元件并能调试项目系统的能力。
- 具有正确分析、判断液压系统中的常见故障的能力。
- 具有动手排除液压系统中的常见故障的能力。



模块一图 MJ—50 数控车床液压传动系统

1、2、3、4、5—电磁换向阀 6、7、8—减压阀 9、10、11—单向阀 12、13、14—压力表

项目一

液压动力元件及辅助元件的拆装

通过对本项目的学习和训练，要求达到如下知识、技能目标：

知识目标：

- 了解液压传动的基本工作原理。
- 知道液压传动的基础知识。
- 熟悉液压泵的作用、分类、特点和性能参数。
- 熟悉液压系统辅助元件的作用、基本要求和在系统中的安装位置。

技能目标：

- 具有正确动手调节各种液压泵、辅助元件并能组装简单回路的能力。
- 具有正确选择动力元件、辅助元件并能安装及排除常见故障的能力。

任务一 液压传动的基础知识

通过本任务对液压传动的基础知识的学习要求达到如下知识目标：

知识目标：

- 熟悉液压传动的基本工作原理及基础知识。
- 熟悉液压传动系统的组成、特点。

相关知识：液压传动

一、液压传动的工作原理及物理量关系

图 1-1a 所示为液压千斤顶的工作原理图。大缸体 3 和大活塞 4 组成举升缸。杠杆手柄 6、小缸体 8、小活塞 7、单向阀 5 和 9 组成手动液压泵。如提起手柄 6 使小活塞 7 向上移动，活塞下腔密封容积增大形成局部真空，这时单向阀 9 打开，通过吸油管从油箱 1 中吸油，完成一次吸油动作；当用力压下手柄时，小活塞 7 下移，其下腔密封容积减小，油压升高，单向阀 9 关闭，单向阀 5 打开，下腔的油液经管道输入举升缸下腔，使举升缸下腔油液压力升高迫使大活塞 4 向上移动，顶起重物 G 上升一段距离，完成一次压油动作。再次提起手柄吸油时，举升缸下腔的压力将倒流入手动泵内，但此时单向阀 5 自动关闭，使油液不能倒流，从而保证了重物不会自行下落。反复地抬、压手柄，就能使油液不断地被压入举升

缸，使重物不断升高，达到起重的目的。如将放油阀 2 旋转 90°，大活塞 4 可以在自重和外力的作用下实现回程。由此可见，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一种传动。它先将机械能转化为液体的压力能，再将液体的压力能转化为机械能。即是利用液体的压力能进行工作。

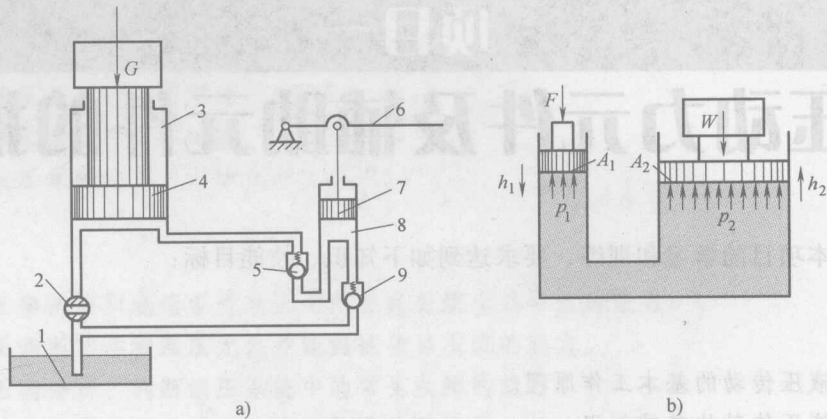


图 1-1 液压千斤顶

a) 工作原理图 b) 简化模型

1—油箱 2—放油阀 3—大缸体 4—大活塞 5、9—单向阀 6—杠杆手柄 7—小活塞 8—小缸体

图 1-1b 所示为液压千斤顶的简化模型，根据此可分析两活塞之间的力比关系、运动关系和功率关系。

1. 力比关系

当液体相对静止时，液体单位面积上所受的法向力称为压力，它在物理学中称为压强，但在液压传动中称为压力，压力通常用 p 表示。即

$$p = \frac{F}{A} \quad (1-1)$$

式中， F 为外力对液面的作用力 (N)； A 为承压面积 (m^2)。压力 p 的单位为 Pa (帕斯卡)， $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ 。

由于 Pa 单位太小，工程中使用不便，因而常采用 kPa (千帕) 和 MPa (兆帕)。其换算关系为： $1\text{MPa} = 10^3\text{kPa} = 10^6\text{Pa}$ 。

图 1-1b 所示为应用帕斯卡原理的液压千斤顶的简化模型。在两个相互连通的液压缸密封腔中充满油液，小活塞和大活塞的面积分别为 A_1 和 A_2 ，在大活塞上放一重物 W ，小活塞上施加一平衡重力 W 的力 F 时，则小液压缸中液体的压力 p_1 为 F/A_1 ，大液压缸中液体的压力 p_2 为 W/A_2 。由于两缸互通而构成一个密封容器，根据帕斯卡原理则有 $p_1 = p_2$ ，即

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

或

$$\frac{W}{F} = \frac{A_2}{A_1}$$

如果大活塞上没有负载，即 $W=0$ ，当略去活塞重力及其他阻力时，则 p_2 必然为零，也就不可能在液体中形成压力。由此得出一个重要概念：在液压传动中“系统的施加压力决定于负载”。

从式 (1-2) 可知, 当两活塞的面积比 A_2/A_1 较大时, 在小活塞上施加较小的力, 就可以通过大活塞抬起重力较大的物体。

2. 运动关系

如果不考虑液体的可压缩性、泄漏和缸体、油管的变形, 从图 1-1b 可以看出, 被小活塞压出的油液的体积必然等于大活塞向上升起后大缸增加的油液体积, 即 $A_1 h_1 = A_2 h_2$

$$\text{或} \quad \frac{h_2}{h_1} = \frac{A_1}{A_2} \quad (1-3)$$

式 (1-3) 中, h_1 、 h_2 分别为小活塞和大活塞的行程位移。

从式 (1-3) 可知, 两活塞的行程位移和两活塞的面积成反比, 将 $\frac{h_2}{h_1}$ 同除以活塞移动的时间 t 可得

$$\frac{h_2/t}{h_1/t} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$\text{即} \quad \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} \quad (1-4)$$

式 1-4 中 v_1 、 v_2 分别为小活塞和大活塞的运动速度。

从式 (1-4) 可看出, 活塞的运动速度与活塞的作用面积成反比。

我们把单位时间内流过某一截面积为 A 的流体体积, 称为流量 q_v , 即

$$q_v = \frac{Ah}{t} Av$$

$$q_v = A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (1-5)$$

如果已知进入液压缸的流量为 q_v , 则活塞运动速度为

$$v = \frac{q_v}{A} \quad (1-6)$$

在液压缸中液流的流速可以认为是均匀分布的 (液体流动速度与活塞运动速度相同)。由式 (1-6) 可得到另外一个重要的基本概念, 即 “当液压缸的有效工作面积 A 一定时, 活塞运动速度 v 取决于进入液压缸的流量 q_v ”。其中, 流速的单位为 m/s 。

3. 功率关系

由式 (1-3) 和式 (1-4) 可得

$$Fv_1 = Wv_2 \quad (1-7)$$

式 (1-7) 左端为输入功率, 右端为输出功率, 这说明在不计损失的情况下液压系统中输入功率等于输出功率, 由式 (1-7) 还可得出

$$P = pA_1 v_1 = pA_2 v_2 = pq_v \quad (1-8)$$

由式 (1-8) 可以看出, 液压与气压传动中的功率 P 可以用压力 p 和流量 q_v 的乘积来表示。压力 p 和流量 q_v 是流体传动中最基本、最重要的两个参数, 相当于机械传动中的力和速度, 它们的乘积即为功率。

二、液压油的性质

1. 液体的粘性

液体在外力作用下流动时, 液体分子间的内聚力会阻碍分子间的相对运动而产生一种内

摩擦力,这一特性称为液体的粘性。液体只有在流动时才会呈现粘性,静止液体不呈现粘性。粘性的大小用粘度表示,粘度是液体最重要的特性之一,是选择液压油的主要依据。液体的常用粘度有动力粘度、运动粘度和相对粘度三种。

2. 液体的可压缩性

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。液体的可压缩性一般用体积压缩系数 K (单位压力变化下的体积相对变化量) 表示。在常温下,一般可认为油液是不可压缩的,但当液压油中混有空气时,其抗压缩能力会显著降低。故在液压系统中应力求减少油液中混入的空气。

3. 液压油的要求与选用

(1) 液压油的要求 液压传动系统所用的液压油一般应满足的要求有:对人体无害且成本低廉;合适的粘度,良好的粘温特性;润滑性能好,防锈能力强;质地纯净,杂质少;与金属和密封件的相容性好;氧化稳定性好,不变质;抗泡沫性和抗浮化性好;体积膨胀系数小;燃点高,凝点低等。对于不同的液压系统,则需根据具体情况突出某些方面的专用性能要求。

(2) 液压油的选用 主要选择油的品种与粘度等级。根据液压传动系统的工作环境、工况条件和液压泵的类型等选择液压油的品种。确定粘度等级时要考虑系统压力、环境温度、运动部件速度等。

三、液压传动系统的组成

从液压千斤顶例子可以看出,液压传动系统由以下 5 个部分组成:

(1) 动力元件 动力元件即液压泵。它是将原动机输入的机械能转换为液压能的装置,其作用是为液压系统提供压力油,它是液压系统的动力源。

(2) 执行元件 执行元件是指液压缸和液压马达。它是将液体的压力能转换为机械能的装置,其作用是在压力油的推动下输出力和速度(或力矩和转速),以驱动工作部件。

(3) 控制调节元件 控制调节元件是指各种阀类元件,如溢流阀、节流阀等。它们的作用是控制液压系统中油液的压力、流量和方向,以保证执行元件完成预期的工作运动。

(4) 辅助元件 辅助元件指油箱、油管、管接头、滤油器、蓄能器等,这些元件分别起散热、贮油、输油、连接、过滤等作用,以保证系统正常工作,是液压系统不可缺少的组成部分。

(5) 工作介质 工作介质即传动液体,通常为液压油,其作用是实现运动和动力的传递。

四、液压传动的优缺点

液压传动与其他传动方式相比,有以下优缺点:

1. 液压传动的优点

1) 液压传动可以输出大的推力或转矩,可实现低速大吨位运动,这是其他传动方式所不能比的突出优点。

2) 液压传动可在运行过程中实现无级调速,调速方便且调速范围大。

3) 在相同功率条件下,液压传动装置体积小、重量轻、结构紧凑。

4) 液压传动工作比较平稳,反应快、换向冲击小,能快速起动、制动和频繁换向。

5) 操作简单, 调整控制方便, 易于实现自动化。特别是和机、电联合使用, 能方便地实现复杂的自动工作循环。

6) 液压系统便于实现过载保护, 液压元件能自行润滑, 故使用寿命较长。

7) 由于液压元件已实现系列化、标准化和通用化, 故制造、使用和维修都比较方便。

2. 液压传动的缺点

1) 油液的泄漏和可压缩性使液压传动难以保证严格的传动比。

2) 对油温的变化比较敏感, 不宜在很高或很低的温度下工作。

3) 由于工作过程中能量损失较大, 传动效率较低, 也不适宜作远距离传动。

4) 系统出现故障时, 不易查找原因。

任务二 认识液压动力元件

通过本任务对液压动力元件的学习和训练要求达到如下知识和技能目标:

知识目标:

- 熟悉液压泵的工作原理、分类、特点、常见故障。

技能目标:

- 能正确选用及动手调节各种液压泵。
- 能正确分析液压泵常见故障产生原因并排除故障。

相关知识: 液压泵

一、液压泵概述

液压泵是液压传动系统的动力装置, 它将原动机输入的机械能转换成液体的压力能, 在液压传动系统中属于动力元件, 是液压传动系统的重要组成部分。

1. 液压泵的工作原理及分类

液压泵的工作原理如图 1-2 所示。柱塞 2 靠弹簧 3 压在偏心轮 1 上, 偏心轮 1 转动时, 柱塞 2 便作往复运动。柱塞 2 向右移动时, 密封腔 4 因容积增大而形成一定真空, 在大气压力的作用下通过单向阀 5 从油箱中吸入油液, 这时单向阀 6 将压油口封闭, 以防止系统油液回流; 柱塞 2 向左移动时, 密封腔 4 的容积减小, 将已吸入的油液通过单向阀 6 压出, 这时单向阀 5 将吸油口封闭, 以防止油液回流到油箱中。于是偏心轮便不停地转动, 泵就不断地进行吸油和压油过程。由此可见液压泵是靠密封容积变化进行工作的, 故称其为容积式液压泵。单向阀 5 和 6 是保证液压泵正常吸油和压油所必需的配油装置。

由图 1-2 可以看出, 无论液压泵的具体结构如何, 它都必须满足两个工作条件: 第一, 必须有密封而且可以变化的容积, 以便完成吸油和排油过程; 第二, 必须有配流装置, 以便将吸油和排油分开。

液压泵的种类很多, 按其结构形式的不同, 可分为齿轮泵、叶片泵、柱塞泵等类型; 按泵的输出流量能否改变, 可分为定量泵和变量泵; 按泵的输出油液方向能否改变, 可分为单向泵和双向泵。液压泵的图形符号如图 1-3 所示, 图 1-3a 所示为液压泵的一般符号, 图 1-3b 所示为单向定量泵, 图 1-3c 所示为单向变量泵。

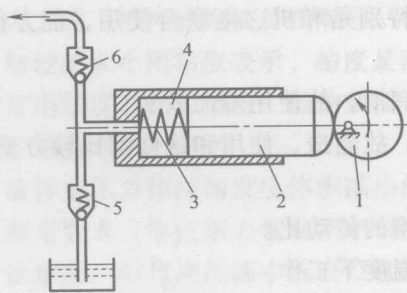


图 1-2 单柱塞液压泵的工作原理
1—偏心轮 2—柱塞 3—弹簧
4—密封腔 5、6—单向阀



图 1-3 液压泵的图形符号
a) 一般符号 b) 单向定量泵 c) 单向变量泵

2. 液压泵的性能参数（见表 1-1）

表 1-1 液压泵的主要参数

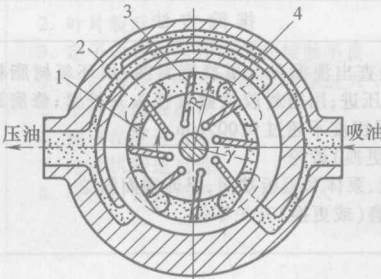
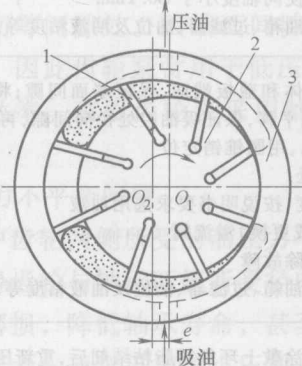
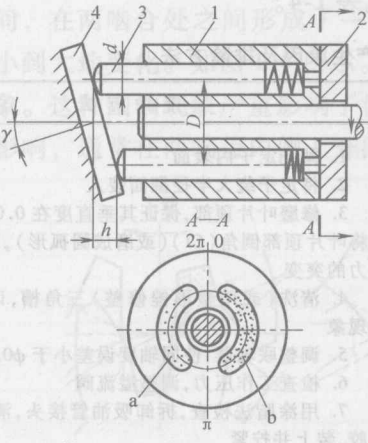
参数名称		定 义
排量/(m ³ /r)		泵轴每转一周,通过对其密封容腔几何尺寸变化量计算而得的排出液体的体积
流量/(L/min)	理论流量 q_{vt}	单位时间内,由密封容腔几何尺寸变化量计算而得的排出液体的体积。它等于泵的排量 V 与其转速 n 的乘积, $q_{vt} = Vn$
	额定流量 q_n	在正常工作条件下,按试验标准规定必须保证的输出流量
	实际流量 q_v	在实际工作条件下,泵出口处实际输出的流量
压力/MPa	最高压力 p_{max}	按试验标准规定,允许短暂运行的最高输出压力
	额定压力 p_n	在正常工作条件下,按试验标准规定能连续运转的最高输出压力
	工作压力 p	液压泵工作时,泵出口处输出油液的实际压力(泵工作压力取决于负载)
功率/kW	输出功率 P_o	泵输出的液压功率 $P_o = pq_v$
	输入功率 P_i	驱动泵轴的机械功率 $P_i = 2\pi nT_i$
效率	机械效率 η_m	摩擦造成的转矩损失
	容积效率 η_v	泄漏造成的流量损失
	总效率 η	$\eta = \eta_m \eta_v$
额定转速 n_p /(r/min)		在额定压力下,能连续长时间正常运转的最高转速

二、常见液压泵的工作原理、特点及应用（见表 1-2）

表 1-2 常见液压泵的工作原理、特点及应用

类型	工作原理图	工 作 原 理	特点及应用场合
齿轮泵		按结构不同齿轮泵分为外啮合齿轮泵和内啮合齿轮泵，而以外啮合齿轮泵应用最广，此处重点介绍外啮合齿轮泵。 一对齿轮的两端面与泵体、盖板和齿轮的各齿槽形成多个密封腔，轮齿啮合线又将左右两密封腔隔开而形成吸、压油腔。当轮齿脱离啮合一边，密封容积增大为吸油，轮齿进入啮合一边，密封容积减小为压油	结构紧凑简单、制造方便、价格低廉、工作可靠、维修方便。广泛应用于低压系统

表 1-1 液压泵主要类型及特点 (续)

类型	工作原理图	工作原理	特点及应用场合
双作用叶片泵	 1—转子 2—定子 3—叶片 4—配油盘	定子内表面为近似椭圆形且与转子同心。叶片与配油盘、定子、转子和两相邻叶片间形成若干个密封腔。转子转动过程中使密封容积变化,完成吸、压油。转子每旋转一周,叶片在槽内往复运动两次,完成两次吸油和压油,故称为双作用式叶片泵	结构紧凑、体积小、运转平稳、噪声小、使用寿命较长为其优点,但也存在着结构复杂、吸油性能较差、对油液污染比较敏感等缺点。广泛应用于机床液压系统中
单作用叶片泵	 1—叶片 2—转子 3—定子	与双作用叶片泵的区别是定子为圆柱形内表面,且转子与定子间有一偏心距 e 。转子旋转一周,叶片在转子槽内往复运动一次,每两叶片间的密封容积产生变化,便完成一次吸油与压油,故称为单作用式叶片泵。又因为转子、轴和轴承等零件承受的径向液压力不平衡,因此这类泵又称为非卸荷式叶片泵,其额定压力不超过 7MPa。由于转子和定子的偏心距 e 和偏心方向可调,故可作为变量叶片泵	限压式变量叶片泵适用于对执行机构有快、慢速要求的液压系统。快速时需要叶片泵低压大流量,慢速时需要高压小流量
柱塞泵	 1—缸体 2—缸盖 3—柱塞 4—斜盘	柱塞泵按柱塞排列方向不同分为径向柱塞泵和轴向柱塞泵。柱塞泵是依靠柱塞在缸体的柱塞孔内作往复运动时,通过密封容积产生变化来实现泵的吸油和压油的。缸体每旋转一周,每个柱塞往复运动一次,完成一次吸、压油动作。如果改变斜盘倾角 γ 的大小,就能改变柱塞行程 h ,进而也就改变了泵的排量;若改变斜盘倾角 γ 的方向,就能改变吸油和压油的方向,而使其成为双向变量泵	柱塞泵具有压力高、结构紧凑、效率高、流量调节方便等优点。常用于高压大流量和流量需要调节的液压系统中,如某些工程机械、液压机、龙门刨床等液压系统

三、液压泵常见故障、产生原因及排除方法

齿轮泵的常见故障、产生原因及排除方法见表 1-3。

表 1-3 齿轮泵的常见故障、产生原因及排除方法

故障现象	产生原因	排除方法
噪声大	1. 吸油管接头、泵体与盖板的结合面、堵头和密封圈等处密封不良,有空气吸入 2. 齿轮齿形精度太低 3. 端面间隙过小 4. 齿轮内孔与端面不垂直,盖板上两孔轴线不平行,泵体两端面不平行等 5. 两盖板端面修磨后,两困油卸荷凹槽距离增大,产生困油现象 6. 装配不良,如主动轴转一周有时轻时重现象 7. 滚针轴承等零件损坏 8. 泵轴与电动机轴不同轴 9. 出现空穴现象	1. 用涂脂法查出泄漏处。更换密封圈;用环氧树脂粘剂涂敷堵头配合面再压进;用密封胶涂敷管接头并拧紧;修磨泵体与盖板结合面,保证平面度不超过 0.005mm 2. 配研(或更换)齿轮 3. 配磨齿轮、泵体和盖板端面,保证端面间隙 4. 拆检,修磨(或更换)有关零件 5. 修整困油卸荷槽,保证两槽距离 6. 拆检,装配调整 7. 拆检,更换损坏件 8. 调整联轴器,使同轴度小于 $\phi 0.1\text{mm}$ 9. 检查吸油管、油箱、过滤器、油位及油液粘度等,排除空穴现象
容积效率低、压力提不高	1. 端面间隙和径向间隙过大 2. 连接处泄漏 3. 油液粘度太大或太小 4. 溢流阀失灵 5. 电动机转速过低 6. 出现空穴现象	1. 配磨齿轮、泵体和盖板端面,保证端面间隙;将泵体相对于两盖板向压油腔适当平移,保证吸油腔处径向间隙,再紧固螺钉,试验后,重新钻、铰销孔,用圆锥销定位 2. 紧固各连接处 3. 测定油液粘度,按说明书要求选用油液 4. 拆检,修理(或更换)溢流阀 5. 检查转速,排除故障 6. 检查吸油管、油箱、过滤器、油位及油液粘度等,排除空穴现象
堵头和密封圈有时被冲掉	1. 堵头将泄漏通道堵塞 2. 密封圈与盖板孔配合过松 3. 泵体装反 4. 泄漏通道被堵塞	1. 将堵头取出,涂敷上环氧树脂粘剂后,重新压进 2. 更换密封圈 3. 纠正装配方向 4. 清洗泄漏通道

定量叶片泵的常见故障、产生原因及排除方法见表 1-4。

表 1-4 定量叶片泵的常见故障、产生原因及排除方法

故障现象	产生原因	排除方法
噪声大	1. 定子内表面拉毛 2. 吸油区定子过渡表面轻度磨损 3. 叶片顶部与侧边不垂直或顶部倒角太小 4. 配油盘压油窗口上的三角槽堵塞或太短、太浅,引起困油现象 5. 泵轴与电动机轴不同轴 6. 超过公称压力下工作 7. 吸油口密封不严,有空气进入 8. 出现空穴现象	1. 抛光定子内表面 2. 将定子绕大半径翻面装入 3. 修磨叶片顶部,保证其垂直度在 0.01mm 以内;将叶片顶部倒角(C1)(或磨成圆弧形),以减小压应力的突变 4. 清洗(或用整形锉修整)三角槽,以消除困油现象 5. 调整联轴器,使同轴度误差小于 $\phi 0.01\text{mm}$ 6. 检查工作压力,调整溢流阀 7. 用涂脂法检查,拆卸吸油管接头,清洗,涂密封胶,装上并拧紧 8. 检查吸油管、油箱、过滤器、油位及油液粘度等,排除空穴现象

(续)

故障现象	产生原因	排除方法
容积效率低、压力提不高	1. 个别叶片在转子槽内移动不灵活甚至卡住 2. 叶片装反 3. 定子内表面与叶片顶部接触不良 4. 叶片与转子叶片槽配合间隙过大 5. 配油盘端面磨损 6. 油液粘度过大或过小 7. 电动机转速过低 8. 吸油口密封不严,有空气进入	1. 检查配合间隙(一般为0.01~0.02mm),若配合间隙过小应单槽研配 2. 纠正装配方向 3. 修磨工作面(或更换叶片) 4. 根据转子叶片槽单配叶片,保证配合间隙 5. 修磨配油盘端面(或更换配油盘) 6. 测定油液粘度,按说明书选用油液 7. 检查转速,排除故障 8. 用涂脂法检查,拆卸吸油管接头,清洗,涂密封胶,装上并拧紧

拓展知识：外啮合齿轮泵主要存在的三大问题

1. 泄漏问题

外啮合齿轮泵泄漏部位较多,如齿顶与泵体内壁之间、两齿轮的啮合线处及齿轮端面与端盖之间等间隙处。因端面间隙处泄漏量较大,约占总泄漏量的75%~80%,故难以形成高压,因此齿轮泵常用于低压系统中。普通齿轮泵采用控制轴向间隙的办法保证一定的容积效率。高压齿轮泵采用轴向间隙自动补偿装置,以减少轴向泄漏,提高容积效率。

2. 径向力不平衡问题

由于泵中齿轮两侧所受的油压力不同,吸油腔压力小于大气压,而压油腔压力为泵的工作压力,使得齿轮与轴承两侧所受径向力不平衡。油压越高,径向不平衡力越大,其结果会加速轴承的磨损,降低轴承寿命,甚至使轴承变形,造成齿顶和泵体内壁的摩擦等。为了减小径向不平衡力,通常采用缩小压油口的方法,如国产“CB”系列液压泵,这类齿轮泵的转向应有明确规定。

3. 困油问题

齿轮啮合工作时,当前一对齿轮尚未脱开啮合时,后一对齿已经进入啮合,这样在两对齿啮合瞬间,在两啮合处之间形成了一个密封容积,其内被封闭的油液随封闭容积从大到小,又从小到大地变化。如图1-4所示。被困油液压力周期性升高和下降会引起振动、噪声和空穴现象。这种困油现象严重影响了齿轮泵的工作平稳性和使用寿命,为了减轻和消除困油现象的影响,通常在两端盖内侧上开困油卸荷槽。

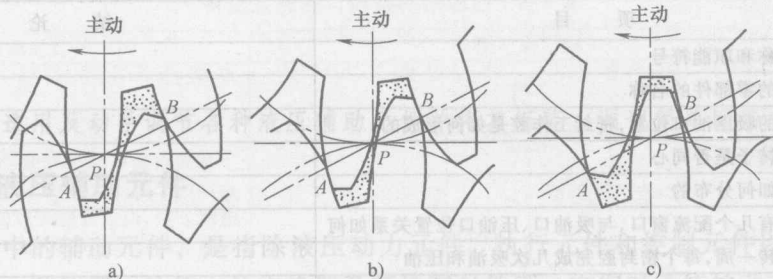


图 1-4 齿轮泵的困油现象