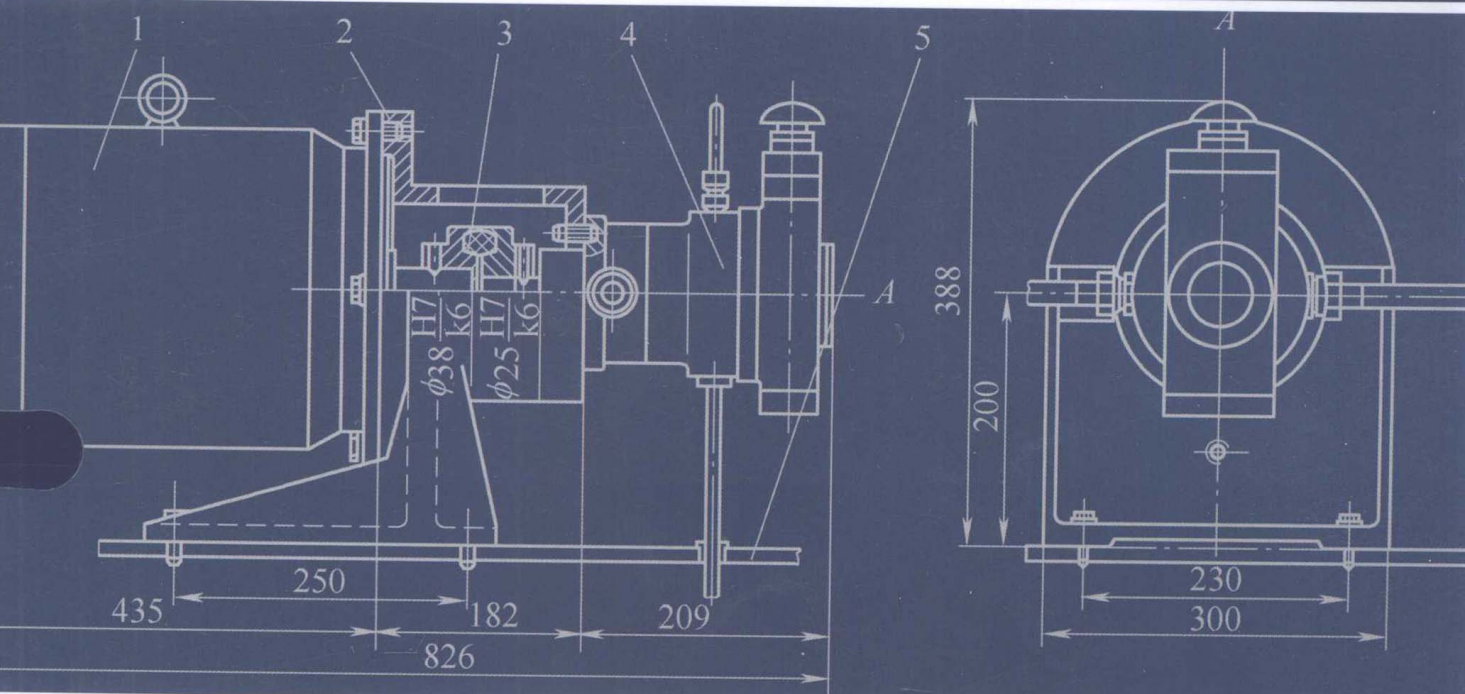


液压元件

HYDRAULIC COMPONENTS

王洁 赵晶 编著



液压元件

HYDRAULIC COMPONENTS

王洁 赵晶 编著

苏东海 王野牧 主审



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

液压元件/王洁, 赵晶编著. —北京: 机械工业出版社, 2013. 4

ISBN 978-7-111-41736-1

I. 液… II. ①王… ②赵… III. 液压元件 IV. TH137. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 043878 号

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

液压技术是近年来发展较快的技术之一,也是衡量一个国家工业化水平的重要标志,其特有的优势使其广泛应用于工农业生产的各个部门。本书着重介绍液压元件的基本工作原理、典型结构及特性分析。在选材上精选目前应用较多的新型液压元件,如 DBD 型溢流阀、三通减压阀、蝶阀、可曲挠橡胶接管、高压截止阀等,在结构上采用实际产品结构图,尽量反映国内外液压技术的最新发展状况;在突出基本内容的基础上,介绍了常用元件的选用原则、实际应用,力求理论与工程实际相结合,培养和提高学生分析问题、解决问题的能力。

本书可作为各行业液压元件及液压系统的加工制造、安装调试和使用维护部门的一线人员的短期培训、上岗培训教材或自学读本,以及本科和专科学生的教材,也可供初学液压技术的人员及液压技术爱好者学习参考。

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:赵陈碑 版式设计:刘永青

北京京师印务有限公司印刷

2013 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

185mm × 260mm · 18.75 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-41736-1

定 价: 35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

客服热线:(010) 88379210 88361066

投稿热线:(010) 88379007

购书热线:(010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱:hzjg@hzbook.com

液压技术是近年来发展较快的技术之一，也是衡量一个国家工业化水平的重要标志，其特有的优势使其广泛应用于工农业生产的各个部门。国内众多领域都需要大量从事液压技术的工程人才。为满足培养高水平的液压技术专业人员的需要，有必要编写一套理论性、系统性、工程性较强的流体传动与控制专业教材。

本书着重介绍液压元件的基本工作原理，典型结构及特性分析。在选材上精选目前应用较多的新型液压元件，如 DBD 型溢流阀、三通减压阀、蝶阀、可曲挠橡胶接管、高压截止阀等，在结构上采用实际产品结构图，尽量反映国内外液压技术的最新发展状况；在突出基本内容的基础上，介绍了常用元件的选用原则、实际应用，力求理论与工程实际相结合，培养和提高学生分析问题、解决问题的能力。

本书是为高等院校机械工程类专业编写的教材。全书共六章。第一章内容有：液压传动的工作原理及特征、液压传动的工作介质、液压传动的优缺点及应用。第二章内容有：概述、齿轮泵、叶片泵、柱塞泵、螺杆泵及液压泵的选用原则。第三章内容有：概述、高速液压马达的工作原理及结构特点、低速液压马达的工作原理及结构特点、变量马达、液压马达的选用原则。第四章内容有：液压缸的分类、活塞式液压缸、其他形式液压缸、液压缸的结构及设计计算、液压缸的选用原则。第五章内容有：概述、方向控制阀、压力控制阀、流量控制阀、插装阀、叠加阀、其他形式的阀、液压控制阀的选用原则。第六章内容有：蓄能器、过滤器、油箱、热交换器、密封装置、管件、压力表及压力表开关、其他辅助元件、阀块、液压站。附录摘录了国家标准最新常用液压与气压图形符号和液压专业英语词汇，在第二~六章后面有针对各章内容的思考题与习题。本书内容涉及基本概念、基本原理、结构特点、元件选用原则、应用场合等，体现了基础性、系统性、先进性、工程应用性等特点。

本书由沈阳工业大学王洁和赵晶编著，第一章、第五章、第六章由王洁编写，第二~四章由赵晶编写。全书由沈阳工业大学苏东海教授和王野牧副教授主审。

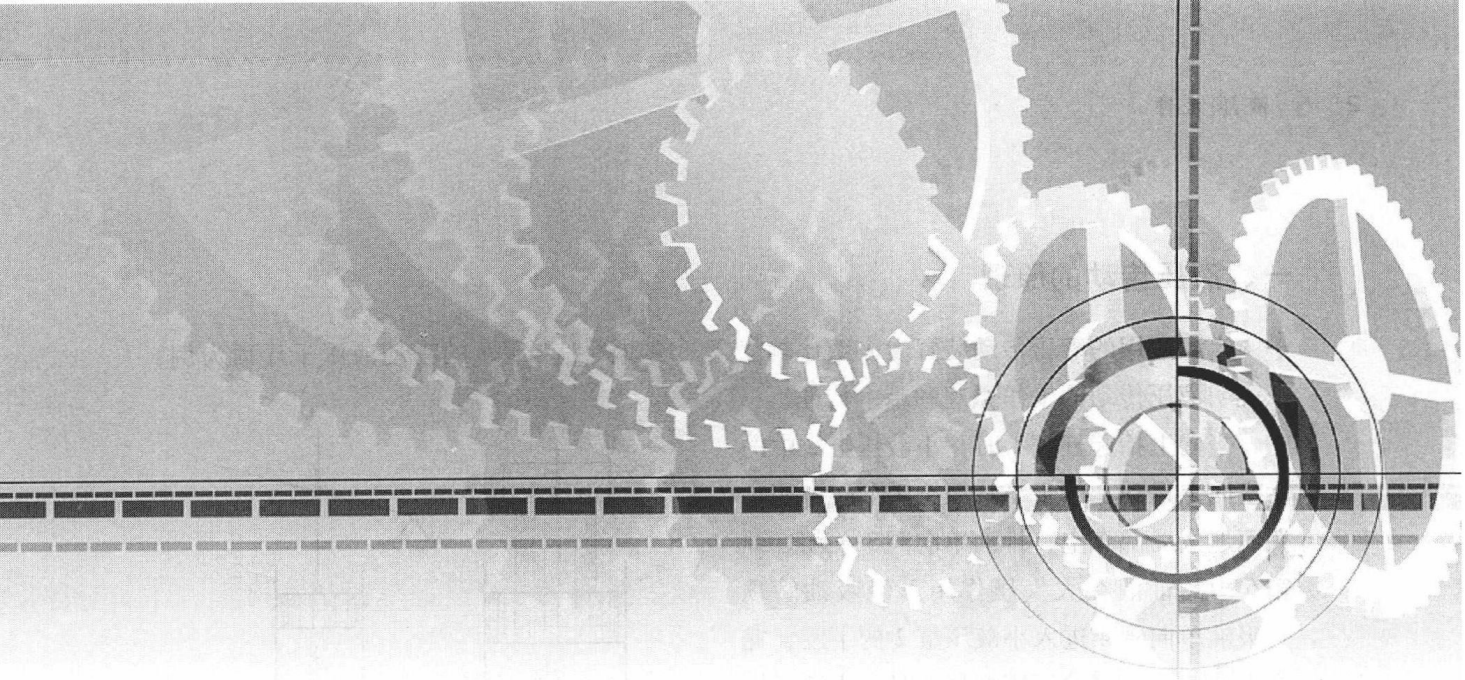
由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请同行专家和广大读者给予指正。

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 液压传动的工作原理及特征	1
第二节 液压传动的工作介质	4
第三节 液压传动的优缺点及应用	6
思考题与习题	9
第二章 液压泵	11
第一节 概述	11
第二节 齿轮泵	18
第三节 叶片泵	29
第四节 柱塞泵	42
第五节 螺杆泵	59
第六节 液压泵的选用原则	65
思考题与习题	65
第三章 液压马达	67
第一节 概述	67
第二节 高速液压马达的工作原理及结构特点	77
第三节 低速液压马达的工作原理及结构特点	92
第四节 变量马达	98
第五节 液压马达的选用原则	103
思考题与习题	106
第四章 液压缸	107
第一节 液压缸的分类	107

第二节	活塞式液压缸	110
第三节	其他形式液压缸	113
第四节	液压缸的结构及设计计算	116
第五节	液压缸的选用原则	124
	思考题与习题	127
第五章	液压控制阀	129
第一节	概述	129
第二节	方向控制阀	141
第三节	压力控制阀	156
第四节	流量控制阀	181
第五节	插装阀	195
第六节	叠加阀	206
第七节	其他形式的阀	211
第八节	液压控制阀的选用原则	219
	思考题与习题	221
第六章	液压辅助元件	225
第一节	蓄能器	225
第二节	过滤器	233
第三节	油箱	238
第四节	热交换器	242
第五节	密封装置	247
第六节	管件	254
第七节	压力表及压力表开关	260
第八节	其他辅助元件	264
第九节	阀块	266
第十节	液压站	270
	思考题与习题	274
附录 A	常用液压与气压图形符号	277
附录 B	液压专业英语词汇	287
参考文献	291



第一章

绪 论

第一节 液压传动的工作原理及特征

一部机器通常由三部分组成，即原动机、传动装置、工作机。原动机的作用是把各种形态的能量转变为机械能，是机器的动力源；工作机利用机械能对外做功；由于原动机的输出特性往往不可能与机器工作任务要求的特性相适应，因此，在原动机与工作机构之间就需要配备某种传动装置，以便将原动机的输出量进行适当的变换，使工作机构的性能满足机器的要求。传动装置设在原动机和工作机之间，起传递动力和进行控制的作用。

传动装置按照所采用的传动件或工作介质的不同可以分为：机械传动、电力传动、流体传动。

流体传动是以流体（液体、气体）为工作介质来进行能量转换、传递和控制的传动形式。以液体为工作介质时称为液体传动，以气体为工作介质时则称为气压传动。

流体传动按其工作原理不同，又可分为液压传动和液力传动。前者的主要特点是靠密封工作腔的容积变化来进行工作，它主要通过液体介质的压力（压强）来进行能量的转换和传递。后者的主要特点是靠工作部分的叶轮进行工作，它除了小部分是利用液体的压力外，主要通过液体介质的动能来进行能量的转换和传递。

一、液压传动的原理

实际应用的液压传动装置大多数比较复杂。现以图 1-1 所示的手动液压千斤顶为例，来说明液压传动的工作原理和基本特征。

当向上抬起杠杆 1 时，小液压缸 2 中的活塞向上运动，由于小液压缸 2 下腔容积增大而形成局部真空，排油单向阀 3 关闭，油箱 5 中的油液在大气压作用下经吸油管顶开吸油单向阀 4 进入小液压缸 2 的下腔，完成吸油工作。当向下压杠杆 1 时，小液压缸 2 中的活塞向下运动，小液压缸 2 下腔容积减小，油液受挤压后压力升高，吸油单向阀 4 关闭，油液经排油单向阀 3 输送到大液压缸 7 中，推动活塞上移，顶起重物做功，完成排油工作。如此不断地压抬杠杆 1，使重物逐渐举升。工作时，截止阀 6 关闭。当需要将重物放下时，打开截止阀 6，大液压缸 7 中的油液流回油箱，活塞在重力的作用下下移，回到初始位置。这是一个简单的液压传动系统，实现了力和运动的传递。

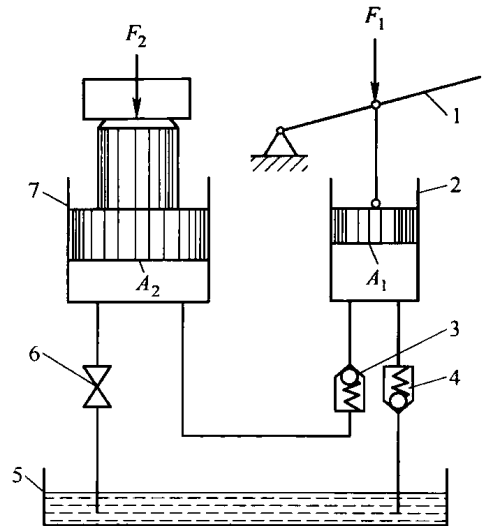


图 1-1 液压千斤顶原理图

1—杠杆 2—小液压缸 3—排油单向阀
4—吸油单向阀 5—油箱 6—截止阀 7—大液压缸

由液压千斤顶的工作过程可知：

1) 杠杆 1、小液压缸 2、排油单向阀 3、吸油单向阀 4 构成手动液压泵，即动力元件，完成吸油和排油的工作，实现了将施加于杠杆上的机械能转换为小液压缸 2 输出的液压能。

2) 大液压缸 7 是执行元件，将油液的液压能转换为机械能输出，举起重物。

3) 液体介质起到了将能量进行传递和转换的作用。

4) 液压泵和液压缸均靠密闭工作腔的容积变化来实现油液的吸入和排出。

5) 作为一个完整的传动装置，除了液压泵和液压缸（当输出不是直线运动而是旋转运动时，则为液压马达）这两类元件外，还需要配备对油液的流量、压力和流动方向进行控制的液压控制阀和其他必要的辅助元件。

本书的内容就是论述组成液压传动系统的液压元件——液压泵、液压缸、液压马达、液压控制阀及各种辅助元件。

二、液压传动的特征

1. 动力元件的工作压力主要取决于负载

在图 1-1 所示的系统中，若忽略管路中的流动阻力，就可以认为其力的传递符合流体

静力学原理，即作用在小液压缸 2、大液压缸 7 活塞上的压力（物理中的压强，行业中统称压力）均等于 p 。则有

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (1-1)$$

式中 A_1 、 A_2 ——小液压缸 2、大液压缸 7 的活塞面积；

F_1 、 F_2 ——作用在小液压缸 2、大液压缸 7 活塞上的力。

当结构尺寸要素 A_1 和 A_2 一定时，液压缸中的油液压力取决于举升负载重物所需要的作用力 F_2 ，而手动泵上的作用力 F_1 则取决于液压缸中的油液压力。所以，被举升的负载越重，则油液的压力越高，所需作用力 F_1 也就越大。反之，如果空载工作，并且不计摩擦力，则油液压力以及手动泵工作所需要的力 F_1 都为零。

液压传动的这一基本特征可以简略地表述为“压力取决于负载”。

2. 执行元件的运动速度主要取决于输入的流量而与负载无关

在图 1-1 所示的系统中，若不考虑液体的可压缩性、泄漏等因素，就可以认为其运动速度的传递符合液流连续性方程，即符合密闭工作腔容积变化相等的原则。图 1-1 中小液压缸 2 的活塞向下移动所改变的容积，应等于大液压缸 7 的活塞向上移动所改变的容积。则有

$$A_1 h_1 = A_2 h_2$$

式中 h_1 、 h_2 ——小液压缸 2、大液压缸 7 活塞的位移。

上式两边同除以活塞的运动时间 t ，可得

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = q \quad (1-2)$$

式中 v_1 、 v_2 ——小液压缸 2、大液压缸 7 活塞的平均运动速度；

q ——液压泵输出的平均流量。

当结构尺寸要素 A_1 和 A_2 一定时，大液压缸 7 的移动速度 v_2 只取决于输入流量 q 的大小。输入液压缸的流量 q 越大，则运动速度 v_2 越大。液压传动的这一基本特征可以简略地表述为“速度取决于流量”。

3. 工作压力和流量之间相互独立

容积式液压泵的流量取决于液压泵工作容腔的大小，而与液压泵的工作压力基本无关。不管液压千斤顶的负载如何变化，只要供给的流量一定，则重物上升的运动速度就一定。同样，不管液压缸的活塞移动速度多大，只要负载一定，则推动负载所需的液体压力就确定不变。即上述两个特征是独立存在的，互不影响。因此，从理论上讲，容积式液压泵能在任何高压下输出基本固定不变的流量，保证执行元件能够平稳地工作，这就是液压系统中均采用容积式液压泵的原因。

4. 液压系统的功率等于流量与压力之积

在图 1-1 所示的系统中，若不计损失，则系统的输入功率 P_1 为

$$P_1 = F_1 v_1 = p A_1 v_1 = p q$$

输出功率 P_2 为

$$P_2 = F_2 v_2 = p A_2 v_2 = pq$$

由此可见，与外负载相对应的流体参数是压力，与运动速度相对应的流体参数是流量。压力和流量是液压系统中两个最基本的参数。

第二节 液压传动的工作介质

液体作为液压传动的介质，其性质对液压系统的工作性能有重要影响。液压介质在液压系统中的主要功能有：

- 1) 传递动力。
- 2) 润滑运动部件，减少摩擦和磨损，防止锈蚀。
- 3) 散发系统工作时产生的热量。
- 4) 在对偶运动副中密封间隙。
- 5) 传输、分离和沉淀系统中的非可溶性污染物。
- 6) 为元件和系统的失效提供和传递诊断信息。

一、对工作液体的基本要求

(1) 适合的粘度及良好的粘温特性 粘度既不能过高也不能过低。粘度过低会增加泄漏，粘度过高则使摩擦损失增大。因此，工作液体应该具有与工作条件相符的适当的粘度，并且油温变化时粘度的变化应该小，即要求粘度指数尽可能高，以保证当系统油温变化时，其粘度始终能保持在系统所要求的正常范围之内。

(2) 良好的氧化安定性和热安定性 氧化安定性是指工作液体抵抗与含氧物质，特别是抵抗与空气起化学反应而保持其理化性能不发生永久变化的能力。热安定性是指工作液体在高温时抵抗化学反应及分解的能力。一般可以通过添加抗氧化剂来提高工作液体的氧化安定性和热安定性。该性能越好，工作液体的使用寿命越长。

(3) 良好的润滑性（抗磨性） 工作液体不仅是液压传动的介质，而且还对运动副起润滑作用。因此，工作液体应对材料表面有牢固的吸附力，并且抗挤压强度高，可在摩擦副相对运动表面形成具有良好润滑性能的边界润滑膜，避免干摩擦，减少摩擦和磨损。

(4) 良好的抗乳化性和水解安定性 抗乳化性是指阻止工作液体与水混合形成乳化液的能力。水解安定性是指工作液体抵抗与水起化学反应的能力。水在工作液体中可导致腐蚀，加速工作液体变质，破坏润滑膜，降低液压油的润滑性能。

(5) 良好的抗泡性和空气释放性 抗泡性是指抑制工作液体与空气结合并形成乳浊液（泡沫）的能力。空气释放性是指工作液体释放分散在其中的气泡的能力。由于气体极易被压缩，所以在工作液体中混有气泡会使工作液体的体积弹性模量显著降低，引起气蚀。

(6) 良好的抗燃性 矿物油具有可燃性,为了保证人身和设备安全,要求工作液体闪点、燃点高,具有良好的抗燃性。

(7) 良好的防蚀性 防蚀性是指工作液体阻止与其相接触的金属材料生锈和被腐蚀的能力。工作液体所具有的少量活性物质及酸度,可能对与其相接触的金属材料产生腐蚀性,从而影响元件的正常工作和使用寿命。

(8) 良好的相容性 包括与密封材料、产品和环境的相容性。主要是指与其相接触的密封材料不发生相互损坏和显著影响其工作性能,不对产品和环境造成严重的损坏和污染。

(9) 其他 包括良好的剪切安定性、过滤性、洁净度和稳定性,对人体无害等。

为了提高上述性能,液压传动采用的矿物油或非矿物油型工作液体中,均适当地添有诸如抗氧化、抗泡、油性、抗磨、改进粘度指数、降凝、缓蚀等添加剂。

二、工作液体的种类及主要性能指标

液压传动可使用的工作液体种类很多,按 GB 7631.2—2008 主要可以分为两类:一类是易燃的烃类液压油,主要包括矿物油型和合成烃型;另一类是抗燃的液压油,主要包括含水型液压油(如高水机液 HFA、油包水乳化液 HFB 等)和无水型液压油(如磷酸酯等)。目前应用较广泛的是矿物油型液压油。常用液压油的性能指标见表 1-1。

表 1-1 常用液压油的性能指标

项目	性能指标									
	普通液压油					高级抗磨液压油			低温液压油	
品种										
牌号	32	46	68	32G	68G	L-AN 32	L-AN 46	L-AN 68	22	32
40℃时的运动粘度/ $10^{-6} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	28.8 ~35.2	41.4 ~50.6	61.2 ~74.8	28.8 ~35.2	61.2 ~74.8	28.8 ~35.2	41.4 ~50.6	61.2 ~74.8	22	32
粘度指数	90					95			130	
闪点(开口)/℃	170					180		200	140	160
凝点/℃	-10					-15			-36	
机械杂质(%)	无					无			无	
氧化稳定性(酸值达 2.0mg KOH/g), h 不小于	1 000					1 000			1 000	

三、工作液体的选用

选择工作液体时考虑的因素主要是:

(1) 液压系统的环境条件 如气温的上、下限,系统的冷却条件,有无高温热源和明火。环境温度较高时,应选用粘度较大的液压油。

(2) 液压系统的工作条件 如液压泵的类型、工作压力、执行元件的运动速度、

与金属、密封和涂料的相容性等。其中，液压泵的工作条件是选择液压油的首要依据，因为液压泵内相对运动的零件运动速度较高，对润滑要求严格，所以液压泵对液压油的性能极为敏感，应尽可能满足液压泵样本中提出的对液压油的要求。各类液压泵适用的液压油粘度范围见表 1-2。系统的工作压力也是液压油选择的重要依据，一般规则是工作压力低时选粘度较低的液压油，工作压力高时选粘度较高的液压油，以减少系统的泄漏。当执行元件的运动速度较高时，应选粘度较低的液压油，以减少功率损失。

(3) 液压油的性质 包括各类液压油的理化指标和使用性能。矿物油型液压油制备容易，来源多，价格较低，因此应优先选用。

表 1-2 各类液压泵适用的液压油粘度范围

液压泵类型		环境温度 5 ~ 40℃	环境温度 40 ~ 80℃
		$\nu/10^{-6} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (40℃)	$\nu/10^{-6} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (40℃)
齿轮泵		30 ~ 70	95 ~ 165
叶片泵	$p < 7 \times 10^6 \text{Pa}$	30 ~ 50	40 ~ 75
	$p \geq 7 \times 10^6 \text{Pa}$	50 ~ 70	55 ~ 90
轴向柱塞泵		40 ~ 75	70 ~ 150
径向柱塞泵		30 ~ 80	65 ~ 240

第三节 液压传动的优缺点及应用

液压传动由于具有一系列特点，因此获得了广泛的应用。任何事物的优缺点都是相对的，以下所列的特点是指与一般的机械传动或电气传动相比较而言。

一、液压传动的主要优点

1) 体积小、重量轻，可适用于不同功率范围的传动。由于液压传动的动力元件可以采用很高的压力（一般可达 32MPa，个别场合更高）来进行能量转换，因此具有体积小、重量轻的特点。单位功率的质量远小于一般的电动机，在中、大功率以及实现直线往复运动时，这一优点尤为突出。

2) 操纵控制方便，易于实现无级调速，调速范围大。可以采取各种不同的方式（手动、机动、电动、气动、液动等）操纵液压控制阀，来改变液流的压力、流量和流动方向，从而调节液压缸或液压马达的功率、速度、位移。调速范围可达 2000:1。

3) 易于实现自动化。可以简便地与电控部分组成机电液一体化，实现各种自动控制，这种电液控制既具有液压传动输出功率适应范围大的优点，又可以充分利用电子技术控制方便、灵活等特点，因而具有很强的适应性和广阔的应用领域。

4) 工作安全性好，易于实现过载保护。从液压力元件的两个基本特征可知，工作机构的载荷、速度将直接反映为液流的压力、流量。因此，通过对液流参数的监控，即

可实现对机器的安全保护。

5) 传动平稳。油液具有吸收冲击的能力, 所以运动均匀、平稳。

6) 系统安装灵活。液压传动装置的各元件之间仅靠管路连接, 没有严格的定位要求。因此结构布置可以根据机器的具体情况灵活决定, 与机械传动的严格安装要求相比, 简单、方便得多。

7) 液压传动的响应快, 动态特性好。由于液压元件的运动部分质量小, 因此液压传动的动态响应快。

8) 系统设计、制造和维护方便。液压元件已实现标准化、系列化和通用化, 有利于缩短液压系统的设计周期, 降低制造和维护成本。

二、液压传动的主要缺点

1) 传动效率较低。在液压传动中, 需经过由机械能到液压能, 再由液压能到机械能两次能量转换, 同时由于受液体流动阻力和泄漏的影响, 传动效率不高, 影响了功率的利用, 不适用于远距离传动。

2) 工作性能易受温度变化的影响。因为当温度变动时, 液体的粘度会发生变化, 直接影响液流的状态、泄漏、压力损失等, 从而影响执行元件运动的稳定性。液压系统不宜在过高或过低的温度下工作。

3) 难以保证严格的传动比。由于油液的可压缩性、泄漏等因素影响, 难以保证严格的传动比。

4) 容易污染环境。当液压元件、系统某处的密封失效而产生外泄漏时, 油液会污染工作场所。

5) 液压系统造价较高。为防止和减少泄漏, 液压元件的制造和维护要求均较高, 价格也较高。

6) 故障难以诊断。造成液压元件和液压系统故障的因素较多, 不易诊断。

三、液压元件的发展趋势及液压传动的应用

液压传动的发展趋势见表 1-3。

表 1-3 液压传动的发展趋势

发展趋势	具体方面
减少能耗, 充分利用能量	采用集成化回路和铸造流道, 减少管道损失, 减少元件和系统的内部压力损失
	尽量减少采用节流系统来调节流量和压力, 以减少节流损失
	采用静压技术和新型密封材料, 减少摩擦损失
控制污染	开发无泄漏元件和系统, 减少环境污染
	开发封闭式密封系统
	开发油水分离净化装置, 消除油液中所含的气体和水分

(续)

发展趋势	具体方面
机电液一体化	扩大电-液伺服比例技术的应用
	开发可编程电控液压泵, 通过改变程序, 操纵标准化调节机构, 实现液压泵的各种调节方式
	提高液压元件的性能, 满足机电液一体化要求。开发内藏式传感器、带有计算机和自我管理功能(故障诊断、故障排除)的智能元件
提高可靠性和稳定性	采用新材料、新工艺、新结构, 减少由于粘附擦伤、气蚀而引起元件损伤
	合理进行元器件选择匹配, 最大限度地消除诱发故障的潜在因素
增加适应性	高度重视能耗控制技术, 降低工作噪声
	改善代用介质的性能及其适应性研究
提高元件的功能密度	单功能元件的组合向多功能元件发展
	集成元件子系统化
	开发智能型一体化元件
发展轻小型和微型液压技术	提高轻小型元件的功率密度
	开发微型液压技术
纯水液压传动	开发纯水液压元件与系统, 可广泛应用于食品机械以满足其卫生要求, 以及水下机器人、水切割等

总之, 液压技术作为便捷和廉价的自动化技术, 有着良好的发展前景。液压产品不仅在机电、轻纺、家电等传统领域有着广大的市场, 而且在新兴的产业如信息技术产业、生物制品业、微纳精细加工等领域都有广阔的发展空间。

液压传动的应用领域见表 1-4。

表 1-4 液压传动在各行业中的应用

行 业	应用举例
机床工业	组合机床、磨床、拉床、车床、机械加工自动线
汽车工业	汽车中的制动、转向、变速, 自卸式汽车
船舶工业	船舶用的甲板起重机械(绞车)、船头门、舱壁阀、船尾推进器、舰艇消摆
电力工业	电站调速系统
兵器工业	火炮操纵装置、导弹发射车、火箭推进器、坦克火炮系统
航空工业	飞机起落架、飞机舵机、飞机前轮转向装置、飞行器仿真
航天工业	飞行姿态控制和驱动
冶金机械	轧辊调整装置、轧钢设备
工程机械	推土机、装载机、挖掘机、平路机、起重运输机
矿山机械	液压支架、凿岩机、破碎机、开掘机
水利机械	防洪闸门及堤坝装置、河床升降装置、桥梁操纵机构
锻压机械	液压机、模锻机、剪板机、空气锤、压力机

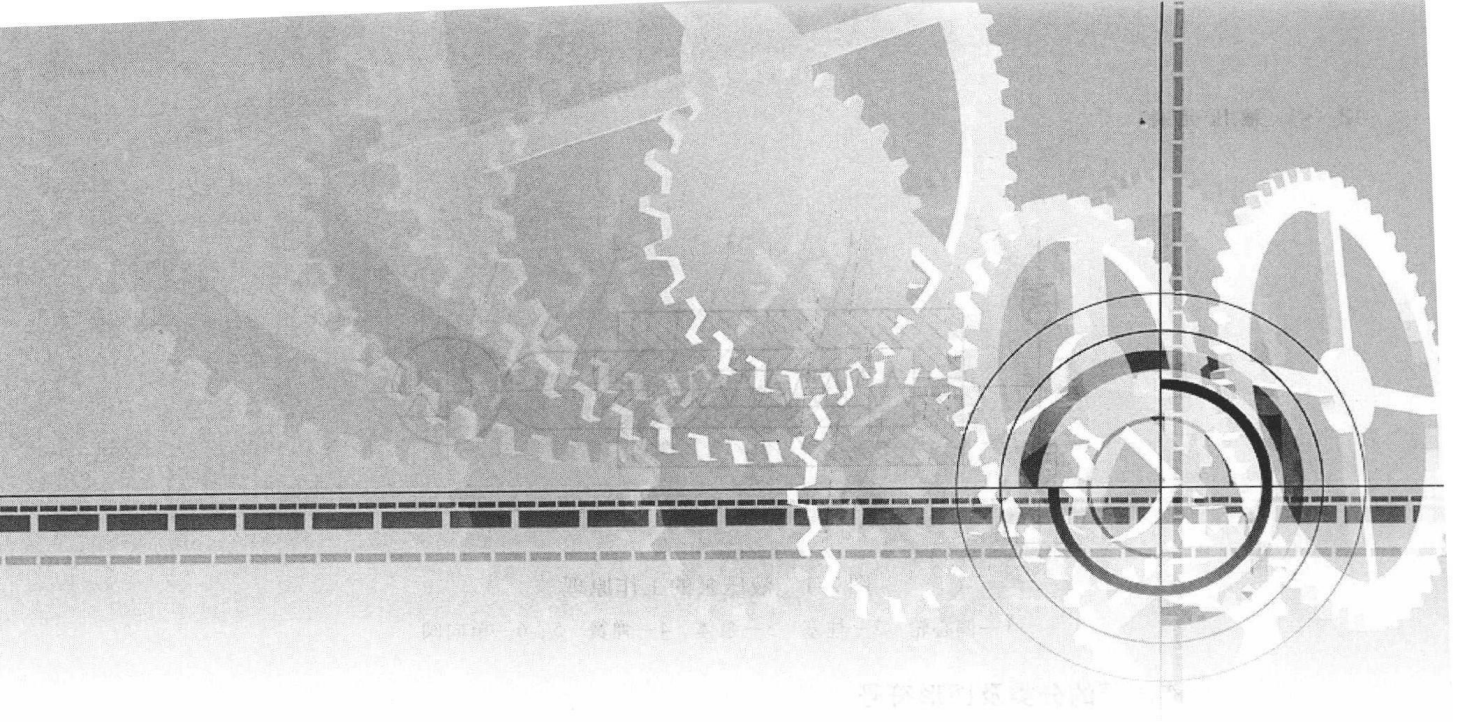
(续)

行 业	应用举例
农业机械	耕种机具、精播机、平移式喷灌机、联合收割机、拖拉机
轻工机械	打包机、注射机、造纸机、皮革切片及压下厚度控制
渔业机械	启网机、吊装机、干冰制造机
牧业机械	牧草收获机、饲料造粒机、高密度打捆机



思考题与习题

- 1-1 液压传动系统的工作压力取决于什么？执行元件的速度取决于什么？
- 1-2 液压系统的两个主要参数是什么？
- 1-3 液压传动系统由哪几部分组成？各部分的功能是什么？
- 1-4 流动的液体具有压力能、动能和位能，这三种能是同时存在的。哪一种能量形式在液压传动中是最主要的？为什么？
- 1-5 具体说明液压系统的工作压力不能无限大的原因（假设负载可以无限大）。
- 1-6 液压传动系统常用的工作介质有哪几类？
- 1-7 液压传动系统对工作介质的要求有哪些？
- 1-8 简述液压传动的优缺点。
- 1-9 列举几个你所见到的液压系统。



第二章

液 压 泵

第一节 概 述

液压泵是动力元件，它由原动机（电动机、内燃机等）驱动，把输入的机械能转换成液压能，以液体的压力和流量的形式输送到系统中去。

一、液压泵的工作原理及分类

1. 液压泵的工作原理

当图 2-1 所示装置作液压泵使用时，原动机带动偏心轮 1 顺时针方向旋转，柱塞 2 随之右移，密封工作容腔 c 的容积变大，产生真空，将吸油单向阀 6 打开，油箱中的油液在大气压作用下经吸油单向阀 6 被吸入工作容腔 c ，此为吸油过程。当偏心轮继续旋转，柱塞 2 开始左移，工作容腔 c 的容积减小，腔内已吸入的油液压力增大，将排油单向阀 5 打开，油液即通过流道、排油单向阀 5 输出到系统，此为排油过程。传动轴转动一周，液压泵吸、排油各一次。原动机驱动偏心轮连续旋转，液压泵就不断吸油、排油。

上述单柱塞液压泵具有容积式液压泵的基本结构原理特征。