

液压维修技能图解 速成系列



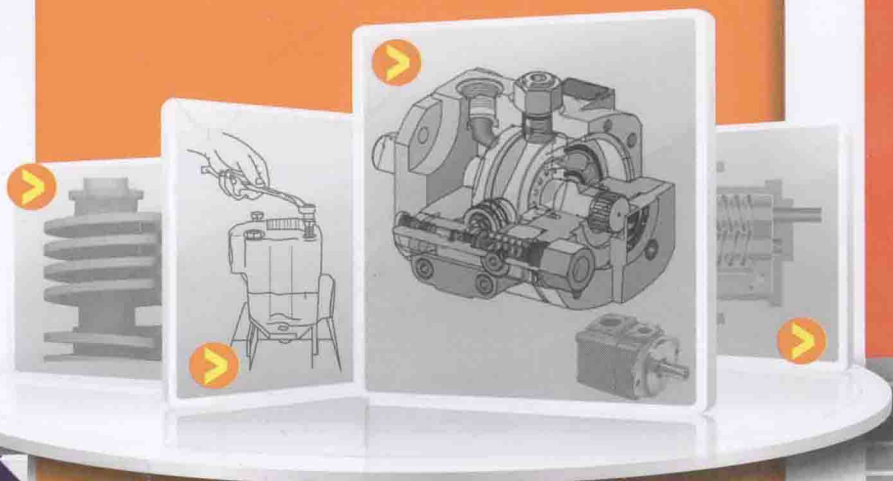
图解

液压泵维修

陆望龙 等编著

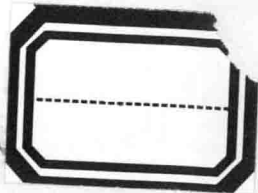


TUJIE YEYABENG
WEIXIU



化学工业出版社

液压维修技能图解 速成系列



图解

液压泵维修

陆望龙 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

安全出版 科技出版

定价：00.00元

本书是《液压维修技能图解速成系列》中的第二分册。全书内容涵盖了各类液压泵,包括齿轮泵、叶片泵、柱塞泵(径向柱塞泵和轴向柱塞泵、定量柱塞泵和变量柱塞泵)、螺杆泵等的维修,重点讲解维修操作方法及拆装步骤。

本书内容理论结合实际,以实际维修应用为宗旨,以短期提升实际技能为突出目标,适于初级液压维修工人阅读,也可作为相关企业培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

图解液压泵维修/陆望龙等编著. —北京:化学工业出版社, 2014.9
(液压维修技能图解速成系列)
ISBN 978-7-122-21345-7

I. ①图… II. ①陆… III. ①液压泵-维修-图解
IV. ①TH137.51-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第162209号

责任编辑:黄 滢

文字编辑:陈 喆

责任校对:宋 玮

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张5¼ 字数243千字

2014年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00元

版权所有 违者必究

DREW

紙價至少支出不，每合同相之則，紙價至少支出不

读者通过对本系列图书的系统阅读,可以掌握基本的液压原理,看懂液压系统图,熟悉液压元件的基本结构,会拆装、检修各种常见的液压元件,会进行故障分析与排除,并且会修理液压元件。

1. 液压泵基础知识; 2. 齿轮泵的维修; 3. 叶片泵的维修; 4. 轴向柱塞泵的维修; 5. 径向柱塞泵的维修; 6. 螺杆泵的维修六个部分。学习这些内容, 是做好维修工作的基础。

本书中介绍了各种泵的工作原理与结构，介绍了各种泵的结构特点与拆装方法、查找和排除故障的方法，以及维修方法。学习这些内容，是维修液压泵的基础。只有对每一种泵的工作原理懂透，弄清楚各种泵的结构，才能去拆装泵，才能准确找到出故障的零件位置，才能找出故障原因所在，才能排除掉泵的故障，最终能去修理好泵。

本丛书由陆望龙等编著，参编人员还有：刘钰锋、陈

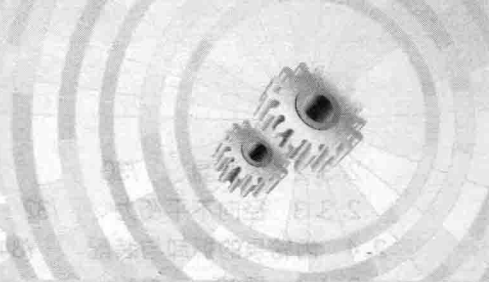
黎明、张汉珍、朱声正、陶云堂、汪桂兰、陆桦、马文科、朱皖英、但莉、陈旭明、江祖专、朱兰英、李刚、陆泓宇。

由于编者水平有限，加之时间仓促，不足之处在所难免，请广大读者批评指正！

编著者

目录

CONTENTS



第1章 ▶ 液压泵基础知识

- 1.1 简介 /1
 - 1.1.1 液压泵是液压系统的核心 /1
 - 1.1.2 液压泵的分类 /1
 - 1.1.3 液压泵的工作原理 /2
 - 1.1.4 液压泵的主要性能参数 /5
 - 1.1.5 液压泵主要性能参数计算与公英制单位换算 /7
- 1.2 液压泵与原动机的连接 /9
 - 1.2.1 液压泵与电机、发动机的连接方式 /9
 - 1.2.2 联轴器安装误差 /9
 - 1.2.3 液压传动中所用联轴器的种类 /9
- 1.3 液压泵使用中须特别注意的几个问题 /16
 - 1.3.1 泵气穴的防止 /16
 - 1.3.2 泵壳内的泄油压力 /16
 - 1.3.3 对泵工作中连续峰值压力运行时间的限制 /17

第2章 ▶ 齿轮泵的维修

- 2.1 齿轮泵的工作原理 /19
 - 2.1.1 外啮合齿轮泵的工作原理 /19
 - 2.1.2 内啮合齿轮泵的工作原理 /20
 - 2.1.3 摆线内啮合齿轮泵的工作原理 /21
- 2.2 齿轮泵的外观与结构 /22
 - 2.2.1 外啮合齿轮泵 /22
 - 2.2.2 内啮合齿轮泵 /26
- 2.3 影响外啮合齿轮泵寿命的三大问题 /29
 - 2.3.1 困油 /29

- 2.3.2 内泄漏 /30
- 2.3.3 径向不平衡力 /32
- 2.4 齿轮泵的拆卸与装配 /34
 - 2.4.1 拆卸 /34
 - 2.4.2 装配 /35
 - 2.4.3 拆卸后的装配要领 /35
 - 2.4.4 拆卸后的检查与修理 /37
- 2.5 故障排查与对策 /38
 - 2.5.1 齿轮泵吸不上油, 无油液输出 /38
 - 2.5.2 齿轮泵输出流量不够, 系统压力上不去 /39
 - 2.5.3 中高压齿轮泵起压时间长 /40
 - 2.5.4 齿轮泵噪声大并出现振动 /42
 - 2.5.5 齿轮泵工作时有时油箱内油液向外漫出 /42
 - 2.5.6 齿轮泵的泵轴油封处漏油或老是翻转 /43
 - 2.5.7 内啮合齿轮泵吸不上油、输出流量不够, 压力上不去 /43
 - 2.5.8 摆线齿形内啮合齿轮泵(转子泵)的故障排除 /45

第3章 叶片泵的维修

- 3.1 双作用叶片泵(定量叶片泵)的工作原理与结构 /47
 - 3.1.1 工作原理 /47
 - 3.1.2 结构 /49
- 3.2 变量(单作用)叶片泵的工作原理与结构 /50
 - 3.2.1 变量的工作原理 /50
 - 3.2.2 限压式变量叶片泵的工作原理与结构 /50
- 3.3 叶片泵高压化的结构措施与结构 /59
 - 3.3.1 使用带倒角叶片的泵结构 /60
 - 3.3.2 采用子母叶片的泵结构 /61
 - 3.3.3 采用柱销式叶片的泵结构 /62
 - 3.3.4 弹簧加载式叶片的泵结构 /63
 - 3.3.5 采用浮动配流盘实现端面间隙补偿的结构 /63
 - 3.3.6 带减压阀的泵结构 /64
 - 3.3.7 双级泵 /66

- 3.4 叶片泵的装拆与维修要领 /66
 - 3.4.1 拆卸与装配 /66
 - 3.4.2 维修要领 (拆卸后的零件检查与修理) /69
- 3.5 故障排查 /70
 - 3.5.1 “不排油或排油无压力”的故障排查 /70
 - 3.5.2 “流量不足或压力不能升高”的故障排查 /70
 - 3.5.3 “振动、噪声严重”的故障排查 /71
 - 3.5.4 有“外漏”的故障排查 /72
- 3.6 国外厂家叶片泵的相互替代 /73

第4章 轴向柱塞泵的维修

- 4.1 定量轴向柱塞泵的工作原理与结构 /76
 - 4.1.1 工作原理 /76
 - 4.1.2 结构 /78
- 4.2 变量轴向柱塞泵的工作原理与结构 /79
 - 4.2.1 变量原理与变量机构 /79
 - 4.2.2 恒压式变量柱塞泵的工作原理与结构 /81
 - 4.2.3 斜轴式柱塞泵的工作原理与结构 /83
- 4.3 轴向柱塞泵的结构说明 /86
 - 4.3.1 泵芯组件 /86
 - 4.3.2 滑靴及静压支承 /86
 - 4.3.3 滑靴和斜盘的接触 /87
 - 4.3.4 柱塞泵的缸体和配油盘的接触 /89
- 4.4 轴向柱塞泵拆装 /89
 - 4.4.1 对拆装对象外观的认识 /89
 - 4.4.2 拆卸 /90
 - 4.4.3 拆卸要领 /98
 - 4.4.4 拆卸后的检查与修复 /99
 - 4.4.5 装配 /101
- 4.5 柱塞泵的故障分析与排除 /106
 - 4.5.1 定量柱塞泵易出故障的零件及其部位 /106
 - 4.5.2 变量柱塞泵易出故障的零件及其部位 /106
 - 4.5.3 柱塞泵的故障排查 /106

第5章 ▶ 径向柱塞泵的维修

- 5.1 径向柱塞泵 /116
 - 5.1.1 轴配流径向柱塞泵的工作原理与结构 /116
 - 5.1.2 阀式配流径向柱塞泵的工作原理与结构 /117
 - 5.1.3 直列式柱塞泵的工作原理与结构 /120
- 5.2 变量径向柱塞泵的各种变量方式 /122
 - 5.2.1 手动变量泵 /122
 - 5.2.2 机动变量泵 /122
 - 5.2.3 恒压变量(压力补偿变量)泵 /122
 - 5.2.4 压力补偿变量泵 /123
 - 5.2.5 远程控制恒压变量泵 /124
 - 5.2.6 流量与压力复合补偿控制(负载敏感控制)泵 /125
 - 5.2.7 恒功率控制泵 /125
 - 5.2.8 限定压力和流量的恒功率变量泵 /126
 - 5.2.9 比例流量控制泵 /126
 - 5.2.10 液压比例流量控制泵 /127
 - 5.2.11 力调节变量泵 /128
- 5.3 径向柱塞泵的其他几种结构 /129
 - 5.3.1 R型径向柱塞泵 /129
 - 5.3.2 RK系列径向柱塞泵 /130
 - 5.3.3 轴配油的径向柱塞泵 /131
 - 5.3.4 端面配油的径向柱塞泵结构 /132
- 5.4 径向柱塞泵的故障分析与排除 /133

第6章 ▶ 螺杆泵的维修

- 6.1 单螺杆泵 /136
 - 6.1.1 工作原理 /136
 - 6.1.2 结构 /137
- 6.2 双螺杆泵 /138
 - 6.2.1 工作原理 /138
 - 6.2.2 结构 /139
- 6.3 三螺杆泵 /141

6.3.1	工作原理	/141
6.3.2	结构	/142
6.4	三螺杆泵的拆装	/144
6.4.1	拆装实例	/144
6.4.2	拆卸方法	/145
6.4.3	装配螺杆泵	/148
6.5	故障分析及排除	/151
6.6	使用注意事项	/152

参考文献

第1章

液压泵基础知识

1.1 简介

1.1.1 液压泵是液压系统的核心

在液压传动系统中，将机械能转换成液体压力能的元件称液压泵。它是液压传动系统的核心，其作用是给液压系统提供足够的压力油，如图 1-1 所示。

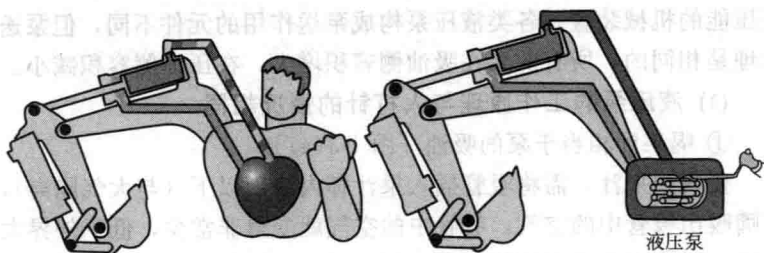


图 1-1 液压泵与人的心脏

1.1.2 液压泵的分类

水泵是离心式泵，而液压系统中使用的泵均为容积式泵。它们可分为许多类型。

按流量是否可调节可分为：变量泵和定量泵。输出流量可以根据需要来调节的称为变量泵，流量不能调节的称为定量泵。

按液压系统中常用的泵结构可分为：齿轮泵（含摆线泵）、叶

片泵、柱塞泵和螺杆泵等。液压泵的分类如图 1-2 所示。

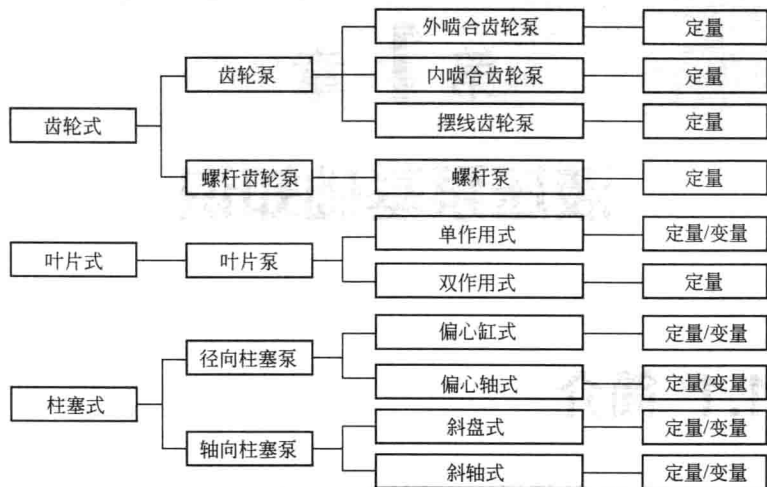


图 1-2 液压泵的分类

1.1.3 液压泵的工作原理

液压泵是把原动机（电动机、内燃机等）传递的机械能转换为液压能的机械装置。各类液压泵构成泵送作用的元件不同，但泵送原理是相同的，所有的泵在吸油侧容积增大，在压油侧容积减小。

(1) 液压泵的工作原理与人打针的情况相同

① 喝果汁相当于泵的吸油 [图 1-3(a)]。

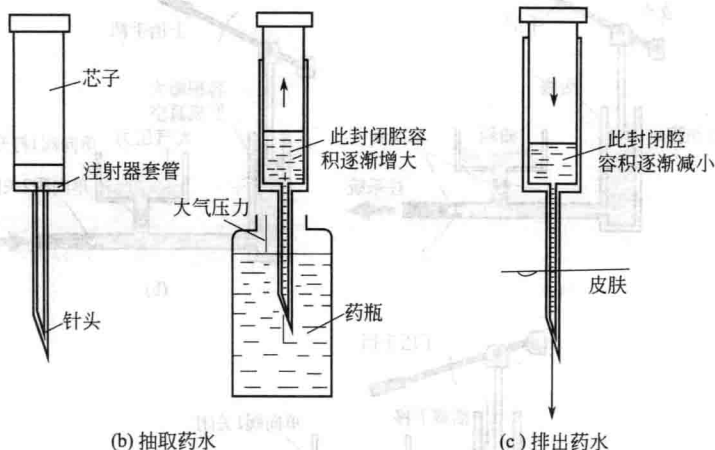
要喝到果汁，需将吸管插入果汁杯内液面以下（与大气隔离），用嘴吸出吸管中的空气，吸管中的空气就变得非常少，低于外界大气压，吸管内果汁表面的压力比杯内果汁表面的压力小，力的平衡受到破坏。于是在大气压力的作用下，吸管内果汁表面被上推，最终被吸到我们嘴里。即吸饮料时必须吸气，将吸管吸成真空，饮料才会是在大气压的作用下被压（吸）入口中。液压泵吸油也与此相同。

② 医疗注射器的工作步骤相当于液压泵的吸、压油（泵的工作原理）。

a. 抽取药水（相当于液压泵的吸入油）：吸入药水前，芯子按



(a) 吸饮料



(b) 抽取药水

(c) 排出药水

图 1-3 液压泵的工作原理与人打针比较

到下端 [图 1-3(b)]。将针头插入装有注射液的瓶中，把芯子往上拉时，套管下端的封闭空腔的容积逐渐增大，于是该封闭腔内便形成一定的真空度，这时作用在注射液药瓶液面上的大气压力便把注射液压入到注射器内，产生“吸”液作用。

b. 排出药水（相当于液压泵的压出油）：当推动芯子下行，注射器内封闭腔的容积逐渐由大变小，注射液便被挤出注入人体皮

肤内 [图 1-3(c)]。

③ 儿童玩的水枪也与液压泵是相同的工作原理。

(2) 液压泵的工作原理

所有的液压泵均为容积式泵：依靠密封容积的变化来吸油、压油。吸油时密封容积增大，形成局部真空；压油时密封容积减小，压力增加，油液被挤出。

如图 1-4 所示，当手向左拉手柄时，与缸（泵）体孔滑动配合得很好的柱塞上行，由于密封很好，密封油腔 a 的容积逐渐增大，a 腔内形成局部真空，油箱中的油液在大气压的作用下，打开单向阀 1 进入泵体 a 腔内，单向阀 2 此时封住油口，这时油泵“吸油”（实际上是大气压将油压入泵内的）。

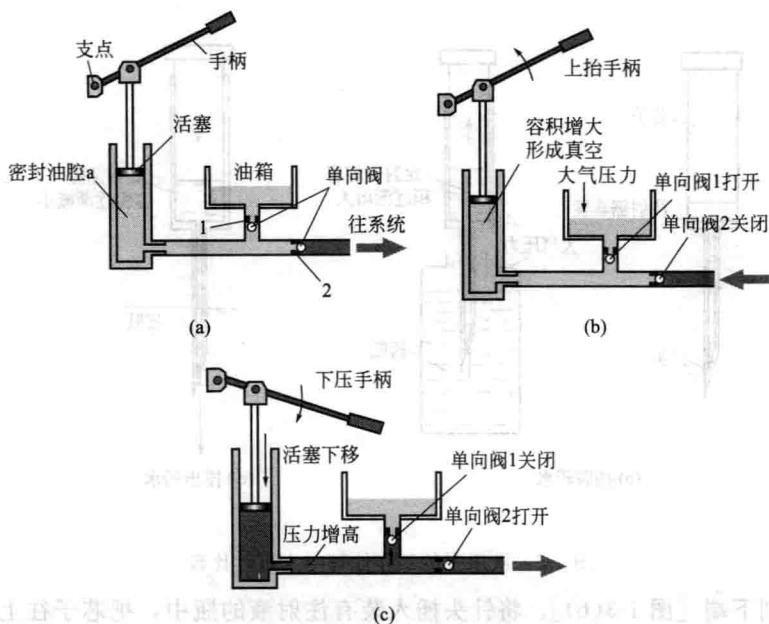


图 1-4 液压泵的工作原理

反之，当手向右推手柄时，柱塞下行，a 腔内密闭的容积逐渐减小，油液受压压力增高（大于一个大气压），一方面压住单向阀 1，封住与油箱相连的油口，另一方面推开单向阀 2，油液进入系

统,这时叫泵的“排油”(压油)。若不停地推拉手柄,则单柱塞泵就不断地“吸油”与“排油”。

通过上述分析可以得出液压泵的工作原理和注射器工作时的情况完全一样,液压泵吸油和压油必须满足三个条件。

① 必须有若干个密封且可周期性变化的容腔。每一液压泵,都至少要有两个或两个以上的封闭容腔,其中一个(或几个)做吸油腔,一个(或几个)做压油腔。

② 封闭容腔的容积能逐渐变化。由小变大的封闭容腔内形成局部真空($0.7 \sim 0.9 \text{ bar}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$),油箱内一个大气压的油液被压入到此局部真空的容腔内,实现“吸”油,此容腔叫吸油腔;由大变小的封闭容腔,实现压排油,该容腔叫压油腔。

③ 必须有合适的配流(配油)装置。目的是将吸油腔和压油腔隔开,以保证液压泵有规律地连续不断地吸油、排油。对后述的各种液压泵而言,两腔之间要有一段密封段(区域)或用配油装置(阀配油或轴配油)将两者隔开。未被隔开或隔开得不好而出现压、吸油腔相通时,则会因吸油腔和压油腔相通而无法实现容腔由小变大或由大变小的容积变化(相互抵消变化量),这样在吸油腔便不成一定的真空度而吸不上油,在压油腔也就无油液输出了。

泵工作时能一直保持吸油腔中的压力比大气压低,液体就会连续被“吸”入(实际上是被油箱中油面上的大气压压入),就能够连续吸取液体。并把吸进来的液体连续地输送到压油腔挤出。吸油腔中的压力和大气压力之间的差值越大,“吸入力”就越强。

1.1.4 液压泵的主要性能参数

(1) 液压泵主要性能参数的含义

液压泵主要性能参数的含义见表 1-1。

(2) 液压泵的主要性能比较与选用

液压系统中常用液压泵的性能比较如表 1-2 所示,合理地选择液压泵对于降低液压系统的能耗、提高系统的效率、降低噪声、改善工作性能和保证系统的可靠工作都十分重要。选择液压泵的原则是:根据主机工况、功率大小和系统对工作性能的要求,首先确定液压泵的类型,然后按系统所要求的压力、流量大小确定其规格型号。

表 1-1 液压泵主要性能参数的含义

项目	说 明
压力	- 工作压力: 泵工作时的出口压力, 其大小取决于负载 - 额定压力: 正常工作条件下按实验标准连续运转的最高压力 - 吸入压力: 泵进口处的压力
排量 and 流量	- 排量: 液压泵每转一转理论上应排出的油液体积, 又称为理论排量或几何排量。常用单位为 cm^3/r。排量的大小仅与泵的几何尺寸有关 - 理论流量: 在不考虑泄漏的情况下, 泵在单位时间内理论上排出的油液体积, 单位为 m^3/s 或 L/min - 实际流量: 泵在单位时间内实际排出的油液体积。由于存在泄漏流量, 实际流量比理论流量小 - 额定流量: 泵在额定压力, 额定转速下允许连续运转的流量 - 瞬时理论流量: 任一瞬时理论输出的流量, 一般泵的瞬时理论流量是脉动的
转速	- 额定转速: 额定压力下能连续长时间正常运转的最高转速 - 最高转速: 额定压力下允许短时间运行的最高转速 - 最低转速: 正常运转允许的最低转速
功率和效率	- 输入功率: 驱动液压泵泵轴的机械功率为泵的输入功率 - 输出功率: 泵输出的液压功率 - 机械效率: 理论输入转矩与实际输入转矩之比 - 容积效率 = 实际流量 / 理论流量 - 总效率 = 机械效率 $\times$ 容积效率

表 1-2 液压系统中常用液压泵的性能比较

性能	外啮合齿轮泵	内啮合齿轮泵	双作用叶片泵	限压式变量叶片泵	径向柱塞泵	轴向柱塞泵	螺杆泵
输出压力	低压	中高压	中压	中压	高压	高压	低压
流量调节	不能	不能	不能	能	能	能	不能
效率	低	低	较高	较高	高	高	较高
输出流量脉动	很大	一般	很小	一般	一般	一般	最小
自吸特性	好	较好	较差	较差	差	差	好
对油的污染敏感性	不敏感	不敏感	较敏感	较敏感	很敏感	很敏感	不敏感
噪声	大	较大	小	较大	大	大	最小

(3) 液压泵的压力分级

液压泵的压力分级如表 1-3 所示。

表 1-3 液压泵的压力分级

压力分级	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

1.1.5 液压泵主要性能参数计算与公英制单位换算

(1) 主要性能参数的计算公式

液压泵（含液压马达）的主要性能参数及计算公式如表 1-4 所示。

表 1-4 液压泵（含液压马达）的主要性能参数及计算公式

参数名称		单位	液压泵	液压马达
排量、流量	排量 q_0	m^3/r	每转一转,由其密封腔内几何尺寸变化计算而得的排出液体的体积	
	理论流量 Q_0	m^3/s	泵单位时间内由密封腔内几何尺寸变化计算而得的排出液体的体积 $Q_0=q_0n/60$	在单位时间内为形成指定转速,液压马达封闭腔容积变化所需要的流量 $Q_0=q_0n/60$
	实际流量 Q		泵工作时出口处流量 $Q=q_0n\eta_v/60$	马达进口处流量 $Q=q_0n/60\eta_v$
压力	额定压力	Pa	在正常工作条件下,按试验标准规定能连续运转的最高压力	
	最高压力 $p_{\max}$		按试验标准规定允许短暂运行的最高压力	
	工作压力 p		泵工作时的压力	
转速	额定转速 n	r/min	在额定压力下,能连续长时间正常运转的最高转速	
	最高转速		在额定压力下,超过额定转速而允许短暂运行的最大转速	
	最低转速		正常运转所允许的最低转速	同左(马达不出现爬行现象)
功率	输入功率 P_i	W	驱动泵轴的机械功率 $P_i=pQ/\eta$	马达入口处输出的液压功率 $P_i=pQ$
	输出功率 P_0		泵输出的液压功率,其值为泵实际输出的实际流量和压力的乘积 $P_0=pQ$	马达输出轴上输出的机械功率 $P_0=pQ\eta$
	机械功率		$P_i=\pi Tn/30$	$P_0=\pi Tn/30$
			T —压力为 p 时泵的输入转矩或马达的输出转矩, $\text{N}\cdot\text{m}$	