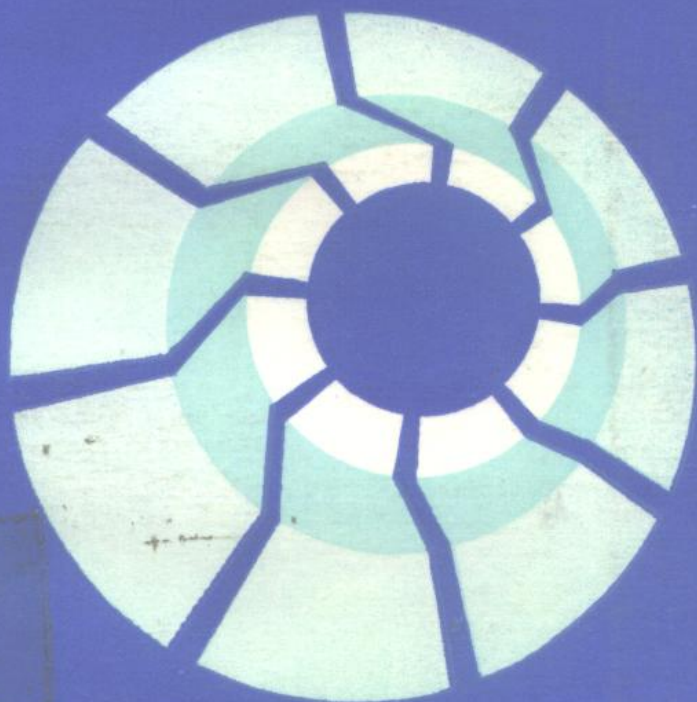


常用液压泵与其修理

● 赵应樾 赵小鲁



上海交通大学出版社

常用液压泵与其修理

赵应樾 赵小晋

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书以液压打包机中常用的外啮合齿轮泵、JB Z-01 B型为代表的阀配流径向变量柱塞泵和 YCY14-1 B型为代表的端面配流轴向变量柱塞泵为主要讨论对象,着重介绍它们的工作原理、构造特点,以及运行使用中的正常维护和常见故障的排除方法,并根据主要零部件实际生产的加工方法及技术要求,较详细具体地论述了泵及零件的修理方法、工艺过程和有关诀窍。

本书蕴有作者多年的机修工作和教学经验,并附有不少立体插图,具有较强的实用价值。

本书主要供液压泵使用管理、修理制造和与设计研究有关的技工技师使用,也可供企业管理干部、工程技术人员及大中专院校师生学习参考。可作为大专证书班的试用教材。其基本内容作为技工培训教材尤为合适。

常用液压泵与其修理

出 版:上海交通大学出版社

(淮海中路 1984 弄 19 号)

发 行:新华书店上海发行所

印 刷:江苏太仓印刷厂

开 本:787×1092(毫米)1/32

印 张:7.25

字 数:161000

版 次:1991 年 3 月第一版

印 次:1991 年 4 月第一次

印 数:1—8300

科 目:242—251

ISBN7-313-00821-X/TH·137

定价:4.80 元

前 言

液压泵作为液压设备的核心，在液压传动系统中具有特殊的地位。随着液压技术的广泛应用，一批着重于理论分析、试验研究和科学设计的高水平、高质量的论著应运而生，对我国液压技术的发展起了巨大的推动作用。相比之下，掌握运用有关理论知识，针对性地具体解决液压泵运行使用中的实际问题，特别是详细讨论修理方法、工艺过程、操作诀窍等的书籍则比较少见。为此，我们根据作者 30 多年的机修工作及教学经验，编著了本书。目的是使读者能获得比较系统的液压泵的理论基础知识，紧密结合实际，使读者能独立地对液压泵进行自拆、自检、自修，减少停泵停机率，提高生产经济效益，更好地为四化建设服务。

本书的重点在第 4 章，它详细介绍了压力机中广泛使用的 YCY 14-1 B 型轴向变量柱塞泵的工作原理，结构作用特点，变量特性与调节，修理和操作的技术要领等；第 1 章概论中介绍了液压泵的合理用油及对污染程度的经验判断与控制；第 2、3 章分别阐述了齿轮泵和 JBZ 型径向变量柱塞泵必要的理论知识及其修理方法；第 3 章中还论及了低温电镀、快速电刷镀、冷胀修理法等先进工艺；第 5 章简单介绍了近年来从国外引进的有关液压泵。

对于 JBZ-01 B 型径向变量泵存在拾多年的困油现象，作者研究出本书所述的解决问题的简便结构，现已被制造厂家所采纳，裨以小慰。

本书在编写过程中,得到了江苏南通棉机厂高永度厂长、江苏棉机研究所顾敏俊副所长、上海经济区液压气动联合公司总经理兼上海液压泵厂韩华来厂长和湖北供销机械厂杜同武厂长的支持帮助并热情提供资料,尤其是顾敏俊高级工程师和高永度高级工程师,在百忙中评阅了本书初稿并提出有益的建议。对上述同志和本书中所引用资料的作者,在此一并表示诚挚的谢意。

由于水平有限,时间仓促,书中的缺点,错误在所难免,恳请读者批评、指正。

赵应樾 1989.12

目 录

第 1 章 概述	1
§ 1.1 液压泵的工作原理与分类	2
§ 1.2 液压泵的基本性能参数	4
1.2.1 压力	4
1.2.2 排量、流量和转速	5
1.2.3 功率和效率	6
1.2.4 液压泵性能比较	10
§ 1.3 液压泵的用油及对污染的控制	10
1.3.1 液压泵用油的发展概况与选用意义	10
1.3.2 液压泵用油的主要特性与基本要求	11
1.3.3 液压泵用油的选择	16
1.3.4 液压泵用油的污染与控制	20
§ 1.4 液压泵维修的概念	28
1.4.1 液压泵损坏的原因	28
1.4.2 维修的意义与主要手段	30
复习题 1	32
第 2 章 外啮合齿轮泵与其修理	34
§ 2.1 齿轮泵的特点、现状与分类	34
§ 2.2 外啮合低压齿轮泵	36
2.2.1 CB-B 型泵的结构和工作原理	36
2.2.2 齿轮泵的困油现象	40

2.2.3 齿轮泵的径向力不平衡问题	42
2.2.4 平均输油量的计算	43
§ 2.3 外啮合中高压齿轮泵	44
§ 2.4 外啮合齿轮泵的修理	48
2.4.1 外啮合齿轮泵常见故障与排除	48
2.4.2 主要零件的修理	50
2.4.3 修复装配的注意事项与性能试验	54
复习题 2	55
第 3 章 JBZ-01 型径向柱塞泵与其修理	57
§ 3.1 概述	57
§ 3.2 JBZ-01 B 型泵的工作原理和输油量计算	59
§ 3.3 JBZ-01 B 型泵的构造与可调吸油阀的工作	61
§ 3.4 JBZ-01 B 型泵的变量调节与流量特性曲线	66
§ 3.5 主要零部件的修理	69
3.5.1 柱塞与缸体的修理	69
3.5.2 球阀的修理	76
3.5.3 传动轴的修理	78
§ 3.6 JBZ-01 B 型泵的装配	88
§ 3.7 JBZ-01 B 型泵的常见故障与排除方法	90
复习题 3	91
第 4 章 YCY14-1 B 型轴向柱塞泵与其修理	93
§ 4.1 概述	93
§ 4.2 YCY14-1 B 型泵的工作原理与输油量计算	98
§ 4.3 YCY14-1 B 型泵的构造	100
4.3.1 主体部分	100
4.3.2 压力补偿变量部分	103

§ 4.4	YCY14-1B 型泵的流量特性曲线与调节	106
§ 4.5	关键零件的结构、加工概况和修理	110
4.5.1	配流盘	110
4.5.2	缸体与外套	122
4.5.3	柱塞与滑靴	130
4.5.4	传动花键轴	144
4.5.5	CY 14-1 B 型泵的技术规格和易损件的 主要技术要求	147
§ 4.6	YCY 14-1 B 型泵的装配与使用维护	151
4.6.1	装配工艺顺序	151
4.6.2	使用与维护	154
§ 4.7	常见故障与排除方法	155
复习题 4		159
第 5 章	其他液压用泵简介	161
§ 5.1	ZB × 型斜盘式轴向柱塞泵及 CZB 型泵	161
§ 5.2	A 2 F 斜轴式定量柱塞泵	164
§ 5.3	A 7 V 型恒功率变量柱塞泵	169
复习题 5		173
附录 1	中外表面粗糙度代号及与表面光洁度对照 表	174
附录 2	“公差与配合”新旧国家标准对照表	175
附录 3	常用金属材料与热处理的有关解释	177
附录 4	CY14-1 A(B) 型轴向柱塞泵部分零件的 制造工艺	183
参考文献		220

第 1 章 概 述

液压泵是液压传动中的能量转换装置。它将原动机转动的机械能转换成工作液体的压力能，为液压系统提供工作所需的具有一定压力和流量的液体，从而驱动系统中的各液压执行装置，完成各项规定的动作。它是液压系统的动力源。根据液压元件分类，属于动力元件。

液压传动的理论基础——帕斯卡定律，早在1650年即已建立。1795年英国约瑟夫·布拉玛制造了世界上第1台水压机，用来对羊毛、棉花等纤维进行打包。因此，打包机是世界上最早采用液压传动的工业装置。

但在漫长的岁月中，由于缺乏良好的工作介质，以及未能发明性能理想的动力装置——液压泵，液压传动发展极为缓慢。直到二十世纪初，开始采用具有润滑和防锈性能的油液作为工作介质，各种各样高效能的液压泵相继问世后，液压传动才充分显示出传递功率大，结构小，响应快，易于自动化等电气和机械传动难以相比的优点。从此，液压传动形成了一门独立的应用学科，迅速地在机床、冶金、锻压及打包机械、工程机械、轻纺、化工、农业、汽车等民用工业和飞机、坦克、舰艇、火炮、导弹、宇航等国防工业中得到广泛的应用和不断地发展。

人们常把液压泵(主泵)形象地称为包括打包机在内的各种液压装置的“心脏”，足见液压泵在液压机械中的特殊地位。

§ 1.1 液压泵的工作原理与分类

现以手动液压泵——液压千斤顶为例来说明液压泵的工作原理。如图 1-1 所示,它是由小液压缸 3,小活塞 2,单向阀 4、单向阀 5 和管道等组成。当手柄 1 向上运动时,小活塞 2 向上运动,使小液压缸 3 的下腔(泵腔)工作容积增大,此时单向阀 5 关闭,腔内形成局部真空,油箱 9 中的油液在大气压力作用下,推开单向阀 4,经过吸油管道被吸入泵腔内,此即液压泵的吸油过程;当手柄 1 向下运动时,小活塞 2 也向下运动,泵腔内容积逐渐减小,泵腔内油液压力升高,因而将单向阀 4 关闭,并将单向阀 5 顶开,油液经单向阀 5 压入系统中,这就是液压泵的排油过程。若手柄 1 连续上下交替地运动,则液压泵便连续交替地吸油和排油。

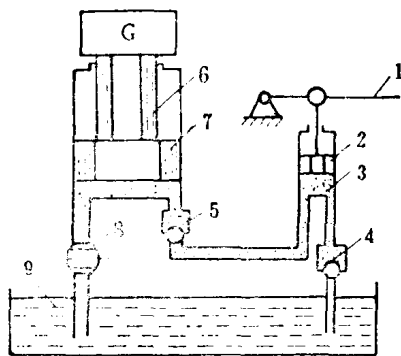
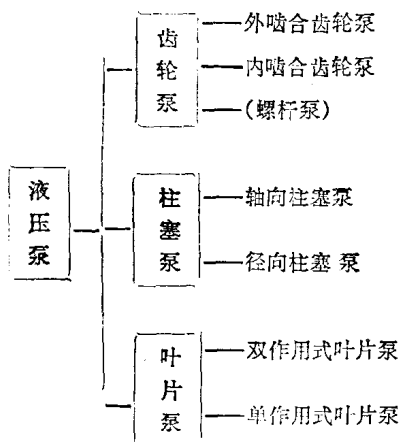


图 1-1 液压泵的工作原理

- 1-杠杆; 2-小活塞; 3-小液压缸; 4-单向阀; 5-单向阀;
6-大活塞; 7-大液压缸; 8-球阀; 9-油箱

液压传动中所用各种泵的工作原理与液压千斤顶中的液压泵的工作原理是一致的，它们都是依靠泵内密封的工作腔容积的变化进行工作的。这种依靠密封工作容积反复变化进行工作的泵称为“容积式液压泵”。

工程中采用的容积式液压泵，按其密封工作容积的方法及吸、排油的机理，常分类如下：



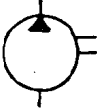
这些液压泵，若按其输油方向，可分为单向泵和双向泵；若按其输出流量，可分为定量泵和变量泵；若按它们允许使用的压力，还可以分为低压泵、中压泵、高压泵等。表 1-1 为常见压力等级分类表。

表 1-1 常见压力等级分类

压力分级	低压	中压	中高压	高压	超高压
压力范围(10^5 Pa)	0~25	25~80	80~160	160~315	>315

常用液压泵的图形符号参见表 1-2

表 1-2 常用液压泵的图形符号

特性 图形符号	单向定量	双向定量	单向变量	双向变量
我国标准				
国际标准化组织(ISO)				

打包工程中,尤其在国产棉花液压打包机中,为设备提供动力源的多为高压变量式轴向柱塞泵和径向柱塞泵,工作压力均在 $160 \sim 315 (10^5 \text{Pa})$ 之间;作为控制和辅助动作动力源的,则多为外啮合定量齿轮泵。

§ 1.2 液压泵的基本性能参数

各种液压泵,尽管形式和结构大不相同,但却存在着一些共同的基本性能参数。

1.2.1 压 力

液压泵的输出压力由负载决定,常用 p 来表示。当负载增加时,泵的压力升高,当负载减小时,泵的压力下降。所以,在液压系统的工作过程中,泵的压力是随负载(包含管路系统阻力)的变化而变化的。如果负载无限制地增加,泵的压力也无限制地升高,直至泵本身工作机构的密封性和零件被损坏,这是容

式泵的一个重要特点。因此,在液压系统中必须设置安全阀,限制泵的最大压力,起过载保护作用。

液压泵在出厂铭牌上一般都标示两种压力:

(一) 额定压力

额定压力又叫公称压力,是指泵在连续运转情况下所允许使用的工作压力,并能保证泵的容积效率和使用寿命的达到。

(二) 最大压力

最大压力是指泵在短时间内超载时所允许的极限压力,由液压系统中的安全阀限定。安全阀的调定值不能超过泵的最大压力值。

此外,泵在实际工作过程中承受的压力称为实际工作压力,注意与额定工作压力间的区别。

1.2.2 排量、流量和转速

(一) 排量

在无压力差的情况下,液压泵主轴旋转一周所排出的液体体积,称为排量,用 q 表示。单位为毫升/转(ml/r)或升/转(l/r),对于定量泵,排量 q 是一个常数;对于变量泵,排量 q 是一个变值,它可通过变量机构进行调节。

(二) 流量

流量是指泵在单位时间内输出液体的体积。流量有理论流量 Q_1 与实际流量 Q_2 之分。单位均为米³/秒(m³/s)或升/分(l/min)。

理论流量 Q_1 等于排量 q 与转速 n 的乘积。

$$Q_1 = qn, \text{ m}^3/\text{s}, \quad (1-1)$$

或

$$Q_1 = qn \times 10^{-3}, \text{ l/min.} \quad (1-2)$$

泵的实际流量 Q_s 是泵工作时实际输出的流量, 等于理论流量减去因泄漏、压缩等损失的流量。实际流量与容积效率有关, 其表示式为

$$Q_s = Q_1 \eta_v \quad (1-3)$$

式中: η_v ——容积效率;

Q_1 ——理论流量。

由式(1-3)可见, $\eta_v = \frac{Q_s}{Q_1}$, 实际流量与理论流量之比, 即为

液压泵的容积效率。

(三) 转速

当泵的排量 q 为恒值时, 提高泵的转速可增大泵的流量。但转速太快会加剧零件摩擦副之间的磨损, 甚至烧坏有关零件和降低泵的寿命, 所以对泵的最高转速要加以合理限制。

转速常以每分钟泵的转数来表示, 即转/分(r/min)。

1.2.3 功率和效率

液压泵输出压力为 p , 理论流量为 Q_1 的功率称为泵的理论输出功率 P_1 。简称为理论功率。

液压泵向系统供给压力为 p (Pa), 实际流量为 Q_s (l/min) 的压力油, 则泵向系统的实际输出功率, 简称输出功率 P_s 为

$$P_s = \frac{pQ_s}{6 \times 10^7}, (\text{kW}). \quad (1-4)$$

式中 P_s ——泵的实际输出功率, (kW);

p ——泵的输出压力, (Pa);

Q_s ——泵的实际输出流量, (l/min)。

若油液压力单位为巴(bar)时,则

$$P_s = 1.67 p Q_s \times 10^{-3}, (\text{kW}). \quad (1-5)$$

若油液压力为帕斯卡(Pa)时,实际流量为米³/秒(m³/s)时,则

$$P_s = p Q_s \times 10^{-3}, (\text{kW}). \quad (1-6)$$

而过去常用的实用工程制习惯公式,其压力单位为公斤力/厘米²(kgf/cm²),流量为升/分(l/min)时,则实际输出功率为

$$P_s = \frac{p Q_s}{612}, (\text{kW}). \quad (1-7)$$

此外,泵的实际输出功率与理论输出功率的比值,即为容积效率

$$\frac{P_s}{P_1} = \eta_v. \quad (1-8)$$

泵向系统输出能量时,需要由驱动它的原动机向它输入功率。如果泵在进行能量转换过程中没有任何能量损耗,则原动机(如电动机等)向泵的理论输入功率应和泵的实际输出功率 P_s 相等。

实际上,液压泵在进行能量转换过程中有能量损耗,由泄漏等原因产生的流量损耗产生前述的实际流量与理论容量之比值,即容积效率 η_v ;由相对运动表面之间的摩擦和液体粘性摩擦所引起的机械损耗产生泵的理论功率与其实输入功率之比的机械效率 η_m 。故实际输入功率为

$$P = \frac{P_1}{\eta_m} = \frac{P_s}{\eta_v \cdot \eta_m} = \frac{P_s}{\eta}, \quad (1-9)$$

式中: P ——泵的实际输入功率

P_s ——泵的实际输出功率;

P_1 ——泵的理论输出功率;

表 1-3 各类液压泵的性能特点比较及应用

类型 项目	齿 轮 泵	叶 片 泵		柱 塞 泵
		单作用式(变量)	双作用式	
容积效率 η_v	0.85~0.90	0.80~0.90	0.80~0.94	径向柱塞式 0.90~0.95
总效率 η_{Σ}	0.6~0.8中等	0.7~0.85中等	0.7~0.85中等	0.75~0.92
工作压力 (Pa)	一般 $20 \times 10^5 \sim 175 \times 10^5$ Pa,个别达 300×10^5 Pa,外齿轮泵稍低,一般为 $35 \times 10^5 \sim 140 \times 10^5$ Pa	25×10^5 Pa~ 63×10^5 Pa	$63 \times 10^5 \sim 210 \times 10^5$ Pa	$200 \times 10^5 \sim 350 \times 10^5$ Pa 10 ⁵ Pa阀式配油泵 可达 1000×10^5 Pa 低
流量 (l/min)	单级2.5~570	25~63	单级4~210	50~400
转速范围 (r/min)	300~4000 最高达10000	600~1800	960~1450	960~1450
流量调节	不可变量	可变量,主要型式为限压式	不可变量	同 左 各种变量型式 阀式配油泵变量困难
单位功率重量 (N/kW)	1.5~100	3~150	同 左	1~50 比轴向泵重
单位功率造价	最低	较 贵	中 等	同 左 最高、变量型较贵
对污染的敏感 性和过滤要求	中 等	中等比齿轮泵高	同 左	配油盘式泵最敏感,过滤要求最高,配油轴式泵敏感,过滤要求高

续表

类型	项目	齿轮泵	叶片泵	柱塞泵	柱塞塞	泵
流量脉动和压力脉动	项目	齿 轮 泵	单作用式(变量)	双作用式	轴向柱塞式	径向柱塞式
	噪 音	稍 大	较 短	较 小	最 大	最 大
寿 命	噪 音	稍 高	较 短	较 低	最 高	最 高
	寿 命	一般较短,因轴承有不平衡负荷,尤其是高压泵。	较 短	较 长	寿 命 长	寿 命 长
其 他	其 他	结构简单,价格便宜,工作可靠,维护方便,使用寿命长,转动惯量小,磨损轻,转动性能差,一般要更换新的。	轴承上承受单轴向力,容易磨损,泄漏较高,压力低,改变流量可变量小,与定量泵相比,价格便宜的特点。	轴承寿命较长,精度要求高,加工精度好,苛刻,互换性要求高,必须500rpm才能可靠吸油,折断,咬死,磨损。	结构复杂,密封性能好,压力高,流量小,转动惯量小,加工精度较高,装配性差,耐冲击振动性比柱塞泵稍差。	结构复杂,价格昂贵,与轴尺寸大,转动惯量大,转速不宜太高,冲击作用可实现变量。
应 用	应 用	一般常用于25×10 ⁵ Pa以下的机床液压系统或流量控制阀及一些低压系统。常用于工程机械、航空、造船等方面。	在系统中,用精密的液压泵,及一些功率较大的精密机床液压系统,如高精度磨床、塑料注射机等,用得很多。	在各类机床设备中,得到广泛应用。如注塑机、液压机、机械装卸工程。	在各类高压系统中,如矿山、冶金、锻压、工程机械等,应用广泛。如起重机械、船舶制造等。	多用于100×10 ⁵ Pa以上各类液压系统中,由于系统冲击重量大,常用于固定压力方面。