



〔日〕 栗冈祐策等著

杨 运 海 译

渔船液压机械

农 业 出 版 社

渔 船 液 压 机 械

〔日〕栗岡祐策等著

杨运海译

农 业 出 版 社

改 订
渔船用油压機器
—構造と取扱い—

渔船機関士協会
昭和49年3月1日改订5版

漁 船 液 压 机 械

〔日〕栗岡祐策等著
杨运海译

农业出版社出版（北京朝内大街130号）
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

850×1168毫米32开本 3.75印张 96千字
1983年5月第1版 1983年5月北京第1次印刷
印数 1—1,800册

统一书号 15144·640 定价 0.60 元

译 者 的 话

近几年，日本渔船机关士协会组织出版了一批水产丛书，本书是其中之一。该书由日本川崎重工业公司的栗岡祐策和其他单位的六人共同编著；并于1967年7月15日初版发行，这次是根据1974年3月1日修订第五版译出的。全书共分六章，从液压原理、液压件的计算、液压机械的构造、符号和系统图的看法到液压机械在渔捞作业中的应用，对装配、维修的注意事项和事故处理等也作了详尽的叙述。内容系统完整、通俗易懂，适用于我国水产战线从事渔业机械工作的广大工人、干部和技术人员，特别适用于我国各类机动渔船的船员，亦可作为渔业机械科研人员和水产院校师生的参考书。

本书在翻译过程中，得到了湛江水产学院熊大仁教授的热情支持和国家水产总局渔机局贺寿仑、彭荣滔等同志的大力协助，表示谢意。

由于译者的水平有限，难免会有许多缺点和谬误，衷心希望读者批评指教。

杨运海

1979年10月于湛江海洋渔业公司

前 言

近年来，在渔船上迅速地采用液压的甲板机械和捕鱼机械，已成为世界性的潮流。这主要因为液压机械能够充分满足船用机械的各种性能要求，液压机械变换方便、传动平稳，是一种理想的动力源。

在日本，虽然渔船液压机械的发展稍微迟了一点，但随着国产液压机械的不断改善，渔船液压化定将沿着渔船近代化和渔业省力化的道路尽快地得以实现。

这些可以减轻劳动强度的液压机械被采用后，在某种程度上可能会增加轮机人员的某些管理工作，但就全船而言，由于装置了省力化机械，可以节省了很多劳动力，在人员少的情况下仍然可以增加渔获量，因而提高了总收益率。

本书阐述了渔船液压机械，主要作为各渔船轮机人员的必读书。

作者深信，如由本书掌握了液压知识，因而对装置在渔船上的先进机械就能充分发挥其效力，这将十分有助于日本渔业的发展。

第 三 版 序

液压机械一般装置在比较新的渔船上。本书自1967年初版发行以来至今已有四年时间，其间液压机械很多地方已进一步发展了。关于这一点，征求了执笔委员的意见，并由菊池、岩浪、百瀬三委员提出了适当的修改意见，修改后作为第三版发行。

在此，特向三委员以及参与修改工作的各位先生致以衷心的感谢。

理事长 伊藤茂

1971年8月1日

液压机械符号表

符号	意 义	单 位	符号	意 义	单 位
A	面积	厘米 ²	η_{mm}	液压马达的机械效率	%
D	液压缸内径	厘米	η_{mp}	液压泵的机械效率	%
d	油管内径	厘米	η_{mw}	机械本身的机械效率	%
F	力	公斤	η_{md}	驱动装置的机械效率	%
f	油管摩擦系数		L	距离	米
g	重力加速度	厘米/秒 ²	l	油管的长度	厘米
H	动力	千瓦或马力	n	每分钟转数	转/分
H_o	液压油输出功率	马力	p	有效压力	公斤/厘米 ²
H_{pi}	液压泵的输入功率	马力	p_1	液压马达入口侧压力	公斤/厘米 ²
H_i	原动机的输出功率	马力	p_2	液压马达出口侧压力	公斤/厘米 ²
H_w	机械净输出功率	马力	p_f	由管摩擦产生的压力损失	公斤/厘米 ²
H_{mv}	液压马达的输出功率	马力	Q	出油量	升/分
H_{po}	液压泵的输出功率	马力	Q_{th}	理论出油量	升/分
h	总压力 (总扬程)	公斤/厘米 ²	q	液压马达的吸油量	厘米 ³
h_d	出油压力	公斤/厘米 ²	R	半径	米
h_s	吸油阻力 (吸油压力)	公斤/厘米 ²	S	活塞的行程	厘米
i	减速比		T	转矩	公斤·米
η	总效率	%	V	容积	厘米 ³
η_v	容积效率	%	v	速度	厘米/秒或米/分
η_{vp}	液压泵的容积效率	%	W	功	公斤·米
η_{vm}	液压马达的容积效率	%	w	负荷	公斤
η_o	液压效率	%	γ	液压油的比重	克/厘米 ³
η_m	机械效率	%			

目 录

译者的话

前言

液压机械符号表

第一章 液压的基础知识	1
1. 巴斯加原理	1
2. 液压机械的结构	1
3. 泵的工作原理	3
4. 液压泵计算公式	5
5. 液压马达计算公式	6
6. 液压缸计算公式	9
7. 液压系统的压力损失	10
8. 例题	13
9. 液压油	16
第二章 液压机械的组成	25
1. 液压泵	25
2. 液压马达	31
3. 液压缸	42
4. 液压阀	43
5. 仪表及辅助装置	49
第三章 液压元件的符号及系统图的看法	50
1. 液压泵和液压马达	50
2. 液压缸	51
3. 阀类	58
第四章 液压机械的应用	63
1. 捕鱼机械	63

2. 液压舵机	82
3. 舷侧推进装置	85
第五章 液压机械的装配要点	88
1. 液压机械与船体和基座的关系	88
2. 液压机械的安装	88
3. 配管工程	90
第六章 维修管理	96
1. 参考资料的准备	96
2. 维修注意事项	97
3. 液压机械的故障特征、产生原因及排除方法	100
附表 JIS 液压基本用语表	111

第一章 液压的基础知识

1. 巴斯加原理

“在密闭的容器中，如在静止的液体的一处施加压力，则该压力将数值不变地传到液体的各处”。这就是物理学中的巴斯加原理。

在图 1—1 中，如在面积为 1 平方厘米的活塞上施加 1 公斤的力，则该力将向液体的各个方向传递，使得容器的内壁上每平方厘米的面积都受到 1 公斤力的作用。如液体的重量忽略不计，则这时各部分的压力均为 1 公斤/厘米²。

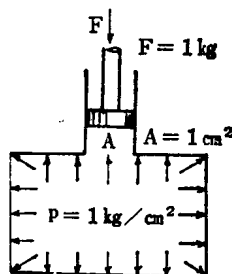


图 1—1

又如图 1—2 所示， A_1 、 A_2 分别为小、大活塞的面积，当在小活塞上施加 F_1 的力时，根据上述理论，则传递到大活塞上的力 F_2 为：

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 \dots\dots\dots (1)$$

因为 A_1 比 A_2 小，所以可得到 $\frac{A_2}{A_1}$ 倍 F_1 的力 F_2 。所谓液压的特点“用小的力能够敏捷地获得大的力”，便是巴斯加原理的实际应用。

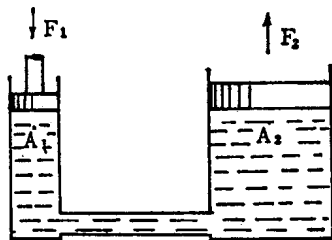


图 1—2

2. 液压机械的结构

液压机械是以产生液压能的液压泵、将液压能转变为机械能

的液压马达或液压缸以及为使该机械保持有目的的工作所必要的控制阀类为主体，由适当的配置管路组合而成。

表 1—1 对液压和电气两种方式进行了比较。可以看到，两种方式的系统是十分相似的。

电气方式用发电机来产生电，通过电线将电传导到电动机上并使其转动。电动机绝不能毫无控制的转动，它有时要减速、有时要增速；有时要启动、有时要停止，为此目的，装置继电器和开关是必要的。另外，为了提高负荷变动的电动机的效率，有时也在电路中加入电容器。

表 1—1 液压与电气的比较

方 式 要 素	液 压	电 气
发 生 要 素	液压泵	发电机
传 递 要 素	管 路	电 线
马 达 要 素	液压马达	电动机
	液压缸	
控 制 要 素	阀	继电器、开关
其 他	蓄压器	电容器

液压方式与电气很相似。用液压泵来产生液压油的油压，使液压马达或液压缸动作，其动作速度与流入的液压油的油量成正比，而产生的力则与液压油的压力成正比，所以为了完成一件特定的工作，需要增加或减少油量和油压，有时还必须变更液压油流动的方向。为此，在液压系统中采用了各种控制阀。另外，为了补偿压力和油量、提高系统的效率以及调整由于压力过高而引起的失调等，还装置了蓄压器。

图 1—3A 和图 1—3B 表示了使用液压缸的简单的液压机构。由电动机驱动的液压泵产生了压力油，借助于换向阀控制该压力油有时压入液压缸内、有时转换方向、有时停止，从而能够方便

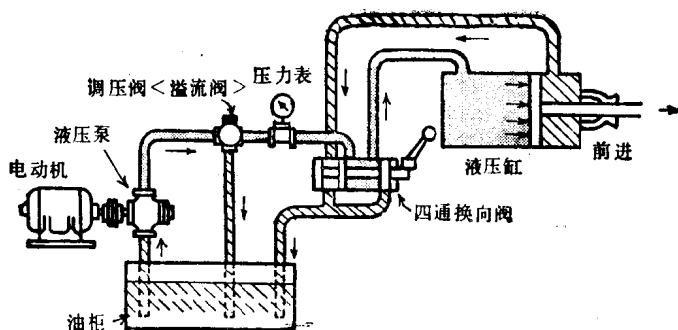


图 1—3A

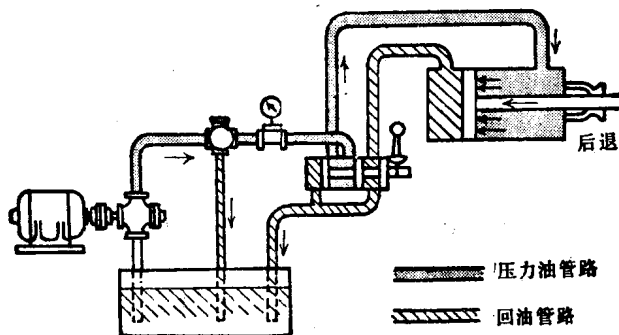


图 1—3B

地操纵液压缸的前进、停止、后退。

3. 泵的工作原理

“为什么泵能够将液体从低处吸上来呢？”这是个最简单的问题，却又是个并非人人皆知的问题。用麦秆来吸玻璃杯中的糖汁，毫无疑问，糖汁便吸入口中。读者们想想看这是什么原因呢？由图 1—4 可以看到，由于在液面上平常作用着一个大气压（约 1 公斤/厘米²），吸麦秆时麦秆芯里的空气变得稀薄，此时大气压便将液体压上来。泵的工作原理也是如此。



图 1—4

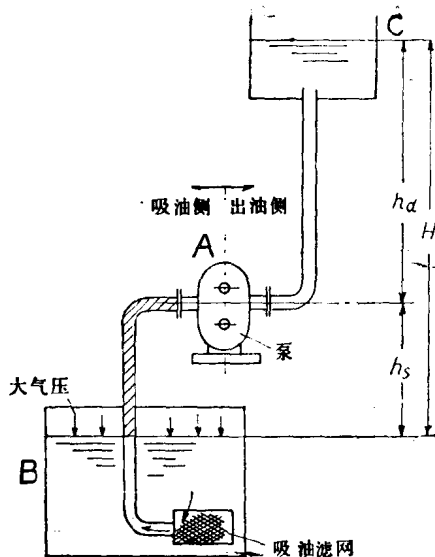


图 1—5

由图 1—5 我们观察一下泵 A 将 B 油柜里的油泵向有一定高度的 C 油柜流动时的情景。

图 1—5 中, h_s 称为吸油阻力, h_d 称为出油压力, 如 h 为泵的总压力(或总扬程), 则存在 $h = h_d + h_s$ 的关系式。当驱动泵时, 泵开始吸油之前首先吸上了进入吸油管斜线部分的空气, 并将其送入出油侧。这同用麦秆吸糖汁的情况一样, 由于大气压的作用, 油被压入泵内。

这个简单的事实与选择泵的型式和事故发生时的处理有着很大的关系。由于一个大气压约相当于 1 公斤/厘米² 的压力, 1 公斤/厘米² 的压力换算为水柱高约相当于 10 米的高度, 假若斜线部分为纯粹的真空, 则泵能够吸上 10 米以下的水或油。然而泵的结构很难达到纯粹的真空, 而且由于所配置的管路和滤网等产生的阻力经常产生负值, 所以泵的吸入能力实际上一般认为在 5 米以下。

4. 液压泵计算公式

如前所述，液压泵在液压机械中作为动力源，掌握液压泵的基本计算是进一步掌握液压缸和液压马达以至整个液压系统的基础，故在此将一般使用的计算公式予以介绍。

$$Q = Q_{th} \times \eta_{vp} \quad \therefore \eta_{vp} = \frac{Q}{Q_{th}} \dots\dots\dots (2)$$

$$H_o = \frac{Q_{th} \times h}{450} \text{ (马力)} = \frac{Q_{th} \times h}{612} \text{ (千瓦)} \dots\dots\dots (3)$$

$$H_{pi} = \frac{H_o}{\eta} \quad \therefore \eta = \frac{H_o}{H_{pi}} \dots\dots\dots (4)$$

$$\eta = \eta_{vp} \times \eta_{mp} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

Q (升/分) 出油量：实际上是指泵出的油量。

Q_{th} (升/分) 理论出油量：泵内的泄漏忽略不计时的计算出油量。

η_{vp} (%) 容积效率：为 Q 与 Q_{th} 的比值，用小数点表示，例如 0.8，但一般是用 % 表示。

h (公斤/厘米²) 总压力： $h = h_d + h_s$

H_o 液压油输出功率 (理论马力)：假如液压油的效率为 100% 时，由液压油的流量和压力算出的计算功率。

H_{pi} 所需功率 (所需马力)：考虑到泵的效率，欲使泵回转实际需要的功率。

η 液压泵的效率 (总效率)：为 H_o 与 H_{pi} 的比值，用来表示泵的性能。

η_{mp} 机械效率：除去液压泵运动部分的摩擦损失和其他机械损失而剩下的效率。

H_i 为原动机的输出功率，其数值随着驱动方式的不同而异。当根据液压泵的输入功率 H_{pi} 来决定驱动液压泵的电动机

或发动机的输出功率时，由于有时输入功率会随着液压管路内压力的急剧变动而急增，特别是电动机由于存在电压下降的问题，所以为防止电动机的烧毁或发动机的停车，应该留有一定的余量。

与电动机直接联接时 $H_i = 1.1 H_{pi}$

用三角皮带传动时 $H_i = 1.15 H_{pi}$

与发动机直接联接时 $H_i = 1.2 H_{pi}$

另外 η_{vp} 和 η_{mp} 随液压泵的类型、出油量、出油压力和转速的不同而相异，所以实际上必须以制造厂的数据为标准。

表 1—2 表示了各种液压泵一般常用的各项数值。

表 1—2 液压泵的种类及其性能

种 类	使用压力 (公斤/厘米 ²)	转 速 (转/分)	容积效率 η_v (%)	泵的总效率 η (%)	实用出油量 范 围 (升/分)	使用马力
齿轮泵	30—140	—2000	80—90	70—90	350	约 150
叶片泵 A	30—140	—2000	85—95	75—90	300	约 50
叶片泵 B	10—30	—350	80—90	70—90	1500	约 100
柱塞泵	70—200	—1800	90—95	85—95	350	约 200

5. 液压马达计算公式

液压马达是一种将液压泵所施加于液压油的压力能（流量和压力）转变为机械能（速度和力）的机械装置。液压马达的构造基本与液压泵相同，只不过所起的作用与液压泵刚好相反。也就是说，如在液压泵的吸油侧送进压力油时，该液压泵便成了液压马达。

图 1—6 表示了齿轮液压马达中液压油的流向与齿轮转向之间的关系。为了提高液压马达的效率，通常液压马达都采取与液压泵不同的结构。

关于液压马达的种类和构造，将在第二章详细叙述；就其主

要特点来说,可列举为下列几点:

(1) 容易实现反转和调速。

(2) 与其他马达相比(如电动机、蒸气马达等)在同样的输出功率下,液压马达体积小且重量轻。

(3) 即使转速变化而回转力矩亦几乎不变,运转平稳。

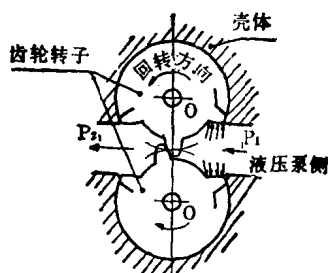


图 1—6

通常液压马达的功率用回转力矩和液压马达每转一周的吸油量(立方厘米)来表示。经常有人问道:这部液压绞机的液压马达是多少马力的?这说明,人们常常将回转力矩与马力混淆起来了,所以下面简单说明一下。

一句话说,马力是功率的一种单位,它表示单位时间内所作的功。功(W)意味着作用于某物体的力(F)使该物体移动了某个距离(L),功用力和距离的乘积表示,即 $W = F \times L$ 。作为功率的标准单位可采用马力或千瓦。

$$1 \text{ 马力} = 75 \text{ 公斤米/秒} = 0.735 \text{ 千瓦}$$

$$1 \text{ 千瓦} = 102 \text{ 公斤米/秒} = 1.36 \text{ 马力}$$

力(F)使物体产生回转运动时,则该力所起的扭转作用称为回转力矩。如图 1—7 所示,力(F)使其以点 O 为中心而回转,则该扭转作用即回转力矩 T 为:

$$T = F \times R \dots\dots\dots (6)$$

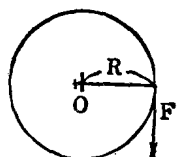


图 1—7

由上式可以很明显地看到回转力矩与马力的截然不同的。

在图 1—7 中,力(F)使其回转一周时所作的功(W)为:

$$W = F \times 2\pi R \quad (\pi = 3.14) \dots\dots\dots (7)$$

如每分钟转数为 n 时,则一分钟内所能作的功为:

$$W \times n = F \times 2\pi R \times n = 2\pi n \cdot T \dots\dots\dots (8)$$

$2\pi n$ 是每分钟 n 转时的角速度 (弧度/分)。

所以如每分钟转数用 n 表示, 回转力矩 T 用公斤米表示时, 则该绞机的输出功率 H 与回转力矩 T 的关系式为:

$$H = \frac{2\pi n \cdot T}{4500} = \frac{n \cdot T}{716} \text{ (马力)} \dots\dots\dots (9)$$

$$\therefore T = \frac{4500H}{2\pi n} = \frac{716H}{n} \text{ (公斤 米)} \dots\dots\dots (10)$$

由上式可知:

(1) 输出功率与回转力矩和转速成正比。

(2) 回转力矩与转速成反比。

即当输出功率一定时, 则转速愈高, 其回转力矩愈小; 转速愈低, 其回转力矩愈大。

通常, 绞机的功率用绞收重量与绞收速度的乘积表示。如重量为 w 公斤, 速度为 v 米/分, 根据公式(9)和(10), 可写成下列形式:

$$H = \frac{w \times v}{4500} \text{ (马力)} \dots\dots\dots (11)$$

$$T = \frac{w \times v}{6.28n} \text{ (公斤米)} \dots\dots\dots (12)$$

下式表示驱动该绞机的液压马达的回转力矩 T_o 与输出功率 H_{mo} 的计算公式。

$$T_o = \frac{1}{\eta} \frac{(p_1 - p_2) q}{200\pi} \text{ (公斤 米)} \dots\dots\dots (13)$$

$$H_{mo} = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{p \times Q}{450} \text{ (马力)} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

p_1 : 液压马达入口侧压力 (公斤/厘米²)

p_2 : 液压马达出口侧压力 (公斤/厘米²)

$p = p_1 - p_2$: 有效压力 (公斤/厘米²) (参照图 1—6)

q : 液压马达回转一周需要的油量 (厘米³) (即吸油量)

η : 液压马达的总效率 (%)

Q : 流量 (升/分)

表 1—3 表示了液压马达的种类及其性能。

表 1—3 液压马达的种类及其性能

种 类	使用压力 (公斤/厘米 ²)	转速范围 (转/分)	容积效率 (%)	总效率 (%)	用 途	
					输出功率	最大回转矩 (公斤米)
齿轮马达	30—140	300—2000	80—95	70—90	小功率	30—50
叶片马达 A	30—140	300—2000	85—95	75—90	小功率	30—50
叶片马达 B	10—30	50—200	85—95	70—90	大功率	1,000—1,500
柱塞马达 A	70—200	50—2000	90—95	85—95	大、小功率	150—200
柱塞马达 B	50—140	10—200	90—95	80—93	大功率	2,000—2,500

注: 通常叶片马达 A 采用平衡型 (威氏型)、叶片马达 B 采用不平衡型 (挪威型), 柱塞马达 A 采用轴向型或径向型, 柱塞马达 B 采用径向大柱塞型。

6. 液压缸计算公式

在液压系统中, 液压缸和液压马达一样, 也是很重要的执行机构。它将油液的压力能转换为机械能, 实现往复的直线运动和回转运动。历年来, 液压缸在陆地上多用于压力机、翻斗车、叉式升降机等, 而在渔船上则用于舵机、舱口的开关、发动机的遥控等。

液压缸所产生的推力与液压缸的有效断面积成正比, 而液压缸内活塞运动的速度则与单位时间内压入液压缸内的油量成正比。液压缸的内径、运动速度、油液的压力、液压缸产生的推力、动力以及油量之间, 存在着下列的关系。

$$v = \frac{Q}{A} \text{ (厘米/秒)} \dots\dots\dots (15)$$

$$F = p \times A \text{ (公斤)} \dots\dots\dots (16)$$

$$V = A \times S \text{ (厘米}^3\text{)} \dots\dots\dots (17)$$