



内河船舶轮机员培训教材

船舶辅机

武汉河运专科学校 编



人民交通出版社

内河船舶轮机员培训教材

船 舶 辅 机

Chuanbo Fuji

武汉河运专科学校 编

人 民 交 通 出 版 社

内河船舶轮机员培训教材

船 舶 辅 机

武汉河运专科学校 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：12.375 字数：259千

1984年8月 第1版

1984年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—11,450册 定价：1.30元

内 容 提 要

本书从内河船舶实际出发，对船舶辅机的各种类型、工作原理、主要性能、结构特点及使用管理等，分别都作了扼要的叙述。

全书共十三章，其中包括各种船用泵、空气压缩机、船舶辅助锅炉与废气锅炉、液压舵机、起锚机与系缆设备、船舶起货机、辅助管路系统、船舶制冷装置和船舶空气调节装置。

本书主要作为水运系统轮机人员培训教材，并可作轮机专业的教学参考书，也可供内河船舶轮机人员以及从事轮机工作的工人和技术人员阅读。

本书由单中柱同志执笔编写。

前 言

本书是根据1982年6月全国九省、区职工教育研究会议提出的内河柴油机船舶轮机人员培训教学计划与大纲所规定的船舶辅机教学时数、内容、要求和对象而编写的。

鉴于培训和教学时数较少等特点，在内容的取舍上，力求少而精，并结合实际；在理论叙述中，用物理概念取代理论推导，避免公式，力求深入浅出；在管用养修方面，以管用为主，结合典型实例分析，力求举一反三。

本书由单中柱编写。书中的描图工作承周宏基、刘传华等大力支持，并承湖南省航运局、广东省珠江航运公司、浙江省嘉兴航运公司、湖北省航运学校、江苏省无锡航运技校、江西省交通技校等单位审阅，在此表示感谢。

由于水平所限，加之时间仓促，来不及深入调查研究，广泛收集资料，多方征求意见，因此，书中的缺点和错误在所难免，希望读者提出宝贵意见，迳寄武汉河运专科学校，以便修改，使之更为适用。

编 者

目 录

前 言

第一章 船用泵	1
第一节 概述.....	1
第二节 泵的分类.....	2
第三节 名词解释和泵的性能参数.....	3
第二章 往复泵	6
第一节 概述.....	6
第二节 往复泵的工作原理.....	9
第三节 往复泵的主要部件.....	12
第四节 往复泵的安装.....	21
第五节 往复泵实例.....	22
第六节 电动往复泵的管理.....	28
第三章 回转泵	30
第一节 齿轮泵.....	31
第二节 螺杆泵.....	44
第三节 叶片泵.....	49
第四章 离心泵	55
第一节 离心泵的工作原理.....	55
第二节 离心泵的分类.....	57
第三节 离心泵的主要部件.....	59
第四节 离心泵的轴向推力及其平衡方法.....	66
第五节 离心泵的性能曲线与工况调节.....	71

第六节	离心泵的压头和排量的估算	75
第七节	离心泵的汽蚀	76
第八节	离心泵实例	78
第九节	离心泵的操作管理	86
第十节	离心泵的常见故障及其排除方法	88
第十一节	离心泵的装配与检修	90
第五章	喷射泵	96
第一节	喷射泵的工作原理	96
第二节	喷射泵的结构和分类	97
第三节	喷射泵的特点	99
第四节	喷射泵的安装	100
第六章	活塞式空气压缩机	101
第一节	活塞式空气压缩机的用途和分类	101
第二节	活塞式空气压缩机的工作原理与结构	104
第三节	活塞式空气压缩机的润滑和冷却	114
第四节	空压机的辅助设备	117
第五节	活塞式空气压缩机实例	120
第六节	空压机的自动控制装置	129
第七节	活塞式空压机的管理	137
第七章	船舶辅助锅炉与废气锅炉	145
第一节	概述	145
第二节	辅助锅炉的分类	147
第三节	燃油辅助锅炉的结构	148
第四节	辅助锅炉的附件和附属装置	154
第五节	辅助锅炉的自动化	171
第六节	辅助锅炉的管理	179
第七节	辅助锅炉的压力试验和修理	189

第八节	废气锅炉	194
第八章	舵机	197
第一节	舵机概述	197
第二节	转舵机构	200
第三节	变向油泵	204
第四节	人力操舵装置	215
第五节	液压舵机实例	220
第六节	液压舵机的维护管理	232
第九章	起锚机与系缆设备	237
第一节	锚设备概述	237
第二节	锚机	240
第三节	系缆设备	250
第四节	锚机的管理	254
第十章	起货机	256
第一节	概述	256
第二节	吊杆式起货设备及其分类	256
第三节	起货机	260
第四节	柱塞式油马达	265
第五节	吊杆式起货设备的使用	270
第六节	船舶起重工作的指挥信号	273
第十一章	辅助管路系统	276
第一节	管系的分类和功用	276
第二节	管系布置	285
第三节	管系附件	287
第四节	管系的管理	300
第五节	试验与验收	303
第十二章	船舶制冷装置	306

第一节	制冷方法和制冷装置的分类	306
第二节	压缩式制冷装置的工作原理	308
第三节	制冷剂与冷媒	312
第四节	活塞式制冷压缩机	316
第五节	食物冷库制冷装置	327
第六节	F12 制冷装置的管理	357
第十三章	船舶空气调节装置	372
第一节	空调概述	372
第二节	空调系统的分类及其组成	373

第一章 船用泵

第一节 概 述

俗话说“水往低处流”，如果它是绝对对的话，那么压力水柜的水为什么能从低处流往高处？因此，要获得正确回答，只有用能量大小来解释。在压力相同的条件下，液体确实是自发地从高处流往低处，而且不论远近如何，只要这种高低位置差存在，液体就会沿着管道或通道始终不停地连续流动。这是因为高处位能大、低处位能小的缘故，俗说“水平不流”就是这个道理。压力水柜里的水是有一定压力的，比大气压力要大（常为2~4个大气压），如果高处的压力低于压力水柜内的压力，那么那个压力差值就可以变为位能，因而水柜里的水能从低处流往高处，而且压力差值愈大，便能流到愈高的地方去。根据上述，可以得出结论为：液体只能从能量大的地方流往能量小的地方，不能单纯以位置高低为依据。

泵的驱动方式一般为电动机或柴油机。不常用的小型往复泵间或为水力手动。不论驱动方式怎样，驱动泵运转所耗的能量，几乎全都通过泵传给了泵内液体，因此液体的压力和流速都会有不同程度的提高，实际就是液体获得了从低处流向高处的能力。传给泵内液体的能量越多，液体流向高处或远处的能力就越大，亦即可流到更高或更远的地方去

船上生产和生活所需要的油、水以及其他各种液体，在

它们不能自行流去时，都要用泵通过管道来完成其输送任务。因此，泵在船舶动力设备中占有重要地位。

第二节 泵的分类

船用泵的种类不一，名称繁多，通常可分成如下几类。

1. 按工作原理分

1) 容积式泵。它包括活塞泵、齿轮泵、螺杆泵、滑片泵等。其中前一种是作往复运动的故又叫作往复泵；其余的均作回转运动、故总称回转泵。

2) 叶片式泵。它包括离心泵、旋涡泵、轴流泵等。

3) 喷射泵。

2. 按用途分

1) 船舶动力装置用泵。它包括燃油泵、滑油泵、冷却水泵、给水泵等；

2) 全船性总用泵。它包括压载水泵、舱底水泵、消防水泵、卫生水泵、淡水泵等；

3) 专用船舶用泵。如挖泥船上的挖泥泵、消防船上的消防泵、油船上的货油泵等。

3. 按原动力分

1) 手动泵。它仅用于小型往复泵、转叶泵中。

2) 电动泵。它使用最为普遍。

3) 蒸汽泵。仅用于蒸汽动力船舶和油船上。

4) 随车泵。它由主机带动。

上列各泵，名称繁多，概括地说不是水泵，就是油泵；不是为生产服务，就是为生活服务。

第三节 名词解释和泵的性能参数

1. 名词解释

任何型式的泵都需要人力或原动机驱动才能工作，驱动泵所耗的能量都是通过泵传给泵内液体使之具有液体能的。原动机所耗能量越多，则液体能越大。液体能可表现为三种形式，即位能、压力能和动能（速度能）。根据能量不灭定理，这三者可以相互转换。例如，日用水柜里的水，在没有加压之前，由于所处的位置较低，位能较小，故无法流向比水柜位置还高的地方。但是若把水柜做成封闭容器，并充入定量的压缩空气，而成为具有一定压力的压力水柜，这时，只要水柜内有足够的压力，水就能以某一流速流到或远或近而压力较低的高处去。这例子告诉我们两点重要的事实：

1) 压力能可以转换为动能和位能。当然在一定条件下，它们也可以转换为压力能；

2) 液体能从压力高的地方流向压力低的地方，水泵之所以能把水打进压力水柜去补充，就是因为从水泵出来的水具有足够压力的（比水柜内压力大）缘故。从装在泵上的压力表读数也可看出，泵前和泵后的压力总有差值，而且是泵后压力比泵前的为大，甚至大很多。

不论是压力水柜内的水或是从水泵出来的水，流入敞开容器或空间，究竟能流多高，得视它们的压力差高低而定。若已知压力，则可按下理论公式计算：

$$p/\gamma = H (\text{mH}_2\text{O})$$

式中： p ——表压力 (kgf/cm^2)；

γ ——水的重度 (kg/m^3)，(淡水的 $\gamma = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$)

H ——压头或扬程、提升高度 ($\text{m H}_2\text{O}$)。

例如压力水柜上的压力表指针指在1，即 $p = \text{kgf}/\text{cm}^2$ 代入上式便得：

$$10000/1000 = 10\text{mH}_2\text{O}$$

这一计算结果告诉我们，每 $1 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 的压力可使水最多输送到10米高。例如压力表指针指在 $8 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 处，一看就可知道这水最多能送到比压力表位置高30米的地方去。

水在流动过程中要克服流动阻力，就有部分压力损失，所以实际上每 $1 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 不能把水送到10米高，而要低于10米，一般可作8.5米高来估计。

2. 泵的性能参数

1) 排量。泵在单位时间内所能输送的液体量，用容积 (米^3 或升) 表示的称之为容积排量 (Q)；用重量 (公斤力或吨力) 表示的称之为重量排量 G 。前者与后者之间的关系为：

$$G = \gamma Q \text{ kg}/\text{h}$$

式中： γ ——液体的重度， kg/m^3 ；

Q ——容积排量， m^3/h 。

铭牌上所标出的排量，是泵在额定工况下的排量。工况不同，排量的大小是会改变的。

2) 压头又叫扬程。简单说来是指泵能把液体输送到多高 (它比实际扬程大)。常用 H 表示，单位是米 (液柱高) 压力 p 与压头 H 之间的关系为：

$$p = \gamma \cdot H \text{ kgf}/\text{m}^2$$

3) 功率与效率。泵的功率有输入功率和输出功率两种。

前者又称轴功率 (N) ; 后者又称有效功率 (Ne) 。

$$\begin{aligned} Ne &= G \cdot H = \gamma \cdot Q \cdot H (\text{kgf} \cdot \text{m/s}) \\ &= \gamma \cdot Q \cdot H / 102 (\text{kW}) \end{aligned}$$

泵的效率就是有效功率与轴功率的比值即:

$$\eta = \frac{Ne}{N}$$

效率越高, 其工作的经济性越好。

4) 转速。泵轴每分钟的回转数 n , 单位为 转/分。往复泵的转速常用活塞在每分钟内所完成的双行程数表示。铭牌上标出的转速是泵轴的额定转数。

第二章 往 复 泵

第一节 概 述

往复泵是依靠活塞或柱塞的往复运动，改变泵缸中工作空间的容积以产生吸排作用，并完成其输送任务的机械。前者称为活塞泵，后者称为柱塞泵。活塞为圆盘状，其上装有防漏的活塞环（又叫胀圈）；柱塞为圆柱形或圆筒形，一般不装活塞环。

往复泵是应用最早的一种泵，由于它具有独特的优点，如：工作可靠、效率较高、有干吸能力（即将泵内空气赶走并把液体吸进来）、压头高（如果结构强度允许和密封保证，原动机能提供足够的动力，则要求多高的压头都可实现）、压头不因排量变化而变化等，迄今并没有完全被结构简单、造价低廉、排量大、管理简便的离心泵所取代，特别在要求排量小、压头高、转速低和有自吸能力的场合，更是无法取代的。所以往复泵目前大都属于专用的特殊产品，而且也是它今后发展的方向。

往复泵的构造式样繁多，一般可按下列方式进行分类。

1. 按活塞构造形式分

1) 活塞式往复泵（常称活塞泵）

活塞呈圆盘状，长度较短（约 $0.8\sim 1D$ ， D 为活塞直径），通常装有防漏的活塞环；

2) 柱塞式往复泵（常称柱塞泵）

柱塞呈圆柱状，有实心和空心两种，由于长度大，表面经过精加工，故不装防漏的活塞环，其排出压力较活塞式为高；

3) 阀式活塞泵（又称唧子泵）

活塞上装有活塞阀5，它是活塞上部空间的吸入阀，也是活塞下部空间的排出阀。

图2-1为柱塞泵和唧子泵的示意图。

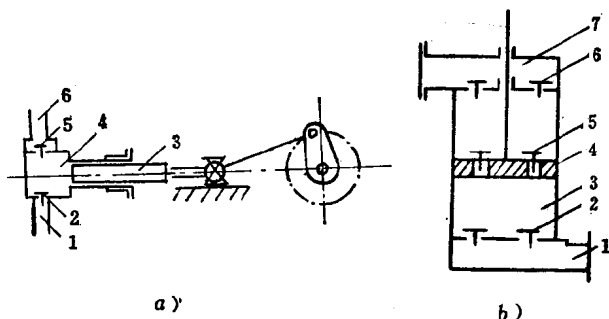


图2-1 单作用往复泵

a) 柱塞泵

1-吸入管；2-吸入阀；
3-柱塞；4-泵缸；5-排出阀；6-排出管

b) 唧子泵

1-吸入管；2-吸入阀；3-泵缸；
4-活塞（或唧子）；5-活塞阀；
6-排出阀；7-排出室

2. 按每一往复运动中的排出行程数分

1) 单作用往复泵

活塞每往复一次，只有一个吸入行程和一个排出行程。

单缸柱塞泵均为单作用泵；

2) 双作用往复泵

双作用泵如图2-2所示。它的结构特点从图2-2示意图中可以看出，活塞左右两个空间都是工作空间，有各自的吸入阀和排出阀。活塞每往复一次，共有两个吸入行程和两个排

出行程；

3) 三作用、四作用往复泵

在一根三个曲柄互成 120° 夹角的曲轴上，把三个单作用泵分别装在三个曲柄轴上（类似三缸柴油机的曲柄连杆），便成

为三作用往复泵；把两个双作用泵并联起来，便成为四作用往复泵；

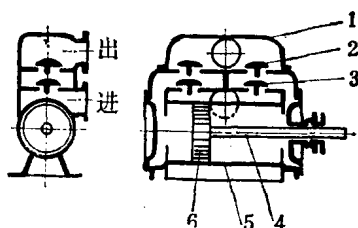


图2-2 双作用往复泵示意图
1-阀箱；2-排出阀；3-吸入阀；
4-活塞杆；5-泵体；6-活塞

4) 差动作用往复泵（简称差动往复泵）

差动往复泵如图2-3所示。其中a)为一次吸入，两次排出；而b)则为两次吸入，一次排出。它们的结构特点是活塞杆6比一般的大。

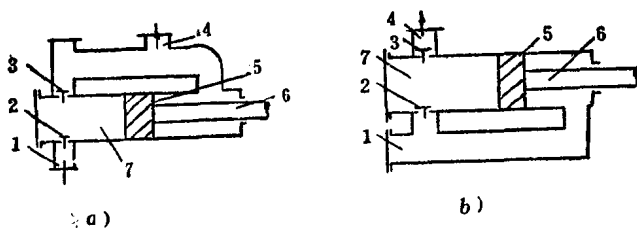


图2-3 差动往复泵示意图

a) 两次排出的差动往复泵；b) 两次吸入的差动往复泵
1-吸入管；2-吸入阀；3-排出阀；4-排出管；5-活塞；6-活塞杆；
7-泵缸

除上述分类外，还可按泵缸轴线分为立式和卧式往复泵；按泵缸数目分为单缸、双缸、三缸和多缸（三缸以上）往复泵；按输送液体的不同分为油泵和水泵。