

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

船舶辅机与电气

主 编 林凌海

副主编 谭居新 周金喜

主 审 梁 军

轮机专业

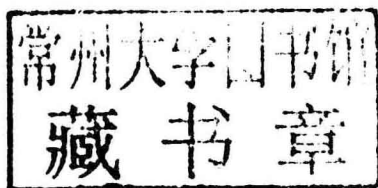


大连海事大学出版社

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

船舶辅机与电气

主 编 林凌海
副主编 谭居新 周金喜
主 审 梁 军



大连海事大学出版社

© 林凌海 2011

图书在版编目(CIP)数据

船舶辅机与电气 / 林凌海主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2011. 7

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

ISBN 978-7-5632-2586-6

I. ①船… II. ①林… III. ①船舶辅机—技术培训—教材②船用电气设备—技术培训—教材 IV. ①U664.5②U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 125415 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路 1 号 邮政编码:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连美跃彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 字数:502 千 印张:20.25

责任编辑:董玉洁 版式设计:冰 清

封面设计:王 艳 责任校对:李继凯

ISBN 978-7-5632-2586-6 定价:60.00 元

内 容 提 要

本书依据国家海事局 2010 年颁布的《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》要求编写,主要介绍现代内河船舶的辅助机械设备与电气设备的作用、工作原理、典型结构、主要性能、调试管理和维护要点以及常见故障的诊断和处理方法。全书共分十一章,包括船用泵、船用活塞式空压机和通风机、船舶制冷与空调、甲板机械、船用锅炉、离心分油机、电工基础知识、电工仪表、船舶电机、船舶电气设备和自动控制等。本书可作为珠江水系内河船舶船员适任培训的参考教材,也可作为轮机工程技术研究、教学及海事安全管理的相关人员参考书。

《船舶辅机与电气》参编人员

孙承璇	王一群	林曙光	廖 韬	付其芬	张 杰	朱宁强	张志远
刘熙庆	刘朝伟	王华祥	王来发	吴业新	罗炳坤	钟 宇	王德云
杨庆杰	郑 卫	王文年	冯海青	冯小亮	张华发	张志强	吴光辉
邱树林	顾亚辉	杨志亮	吴文华	连理新	谢锐志	李超林	洪二雄
江李智	尚海斌	郭国强	张兴广	王建定	袁少娟	陈建辉	李伟斌
李群欢	仇发培	王细年	王国军	王双波	陈志平	欧敏灵	卓妃明
钟镇东	董元昌	刘伟标	黄建平	谭康平	邱浩锋	陈 猛	陈皇养
金开祖	李兴原	王平文					

前 言

为了履行 2011 年 1 月 1 日起施行的《中华人民共和国内河船舶船员适任考试和发证规则》(简称《10 规则》),广东和广西海事局组织了两省区的高等院校、内河船员培训中心及内河航运企事业单位有丰富教学、培训和实践经验的学者、专家根据《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》(2010 版)的要求,针对珠江水系内河船舶船员的特点编写了珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材。

《船舶辅机与电气》教材编审人员在珠江水系内河船舶特点、船员状况进行了深入调研分析,总结了珠江及两省区内河船舶轮机员工作岗位的特点、船舶特性,船员的实际状况,有针对性地对内容进行筛选梳理,选取内河船舶典型机电设备及系统为实例,具有代表性和实际应用价值。本教材的特点是紧靠大纲,语言通俗易懂,理论适度,注重实用性,强调操作性。

本书由广东交通职业技术学院林凌海担任主编,广西交通运输学校谭居新和广东交通职业技术学院周金喜担任副主编,广东海事局梁军主审。全书共分十一章,林凌海编写了第三、五、六、七和第十一章;谭居新编写了第一、二、四章;周金喜编写了第八、九、十章;董胜先、高炳、陈文彬、张少明等参与了编写工作,全书由林凌海统稿。

限于编者水平,错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

2011 年 3 月

目 录

第一章 船用泵	(1)
第一节 船用泵的分类、性能参数和泵的正常工作条件	(1)
第二节 往复泵	(4)
第三节 齿轮泵	(13)
第四节 螺杆泵	(18)
第五节 离心泵	(22)
第六节 叶片泵	(34)
第七节 喷射泵	(39)
第二章 船用活塞式空压机和通风机	(42)
第一节 压缩空气的用途、特点;活塞式空压机的类型	(42)
第二节 活塞式空压机的工作原理	(42)
第三节 船用压缩空气系统的组成及作用	(46)
第四节 船用压缩空气系统的附件	(52)
第五节 船用活塞式空压机的管理	(53)
第六节 通风机	(57)
第三章 船舶制冷与空调	(59)
第一节 制冷方法和制冷装置的种类	(59)
第二节 单级压缩制冷装置的基本组成和制冷原理	(59)
第三节 制冷剂 and 冷冻机油	(63)
第四节 活塞式制冷压缩机的结构	(66)
第五节 船用制冷装置的换热设备和辅助设备	(69)
第六节 压缩制冷装置的自动控制元件	(73)
第七节 压缩制冷装置的管理	(79)
第八节 空调装置	(88)
第四章 甲板机械	(96)
第一节 液压传动的基本知识	(96)
第二节 常用液压泵、液压马达	(98)
第三节 液压控制阀	(111)
第四节 液压油的使用、污染控制技术和工作油温的控制	(123)
第五节 电动液压舵机	(127)
第六节 锚缆机械	(141)
第五章 船用锅炉	(146)
第一节 船用锅炉的功用、分类和性能参数	(146)
第二节 船用锅炉的结构	(147)



第三节 燃油辅助锅炉的附件	(152)
第四节 燃油辅助锅炉的燃烧装置	(156)
第五节 燃油辅助锅炉的自动控制	(162)
第六节 锅炉的管理	(165)
第六章 离心分油机	(176)
第一节 离心分油机的结构	(176)
第二节 离心分油机的工作原理	(182)
第三节 离心分油机的使用、管理、常见故障分析与处理	(184)
第七章 电工基础知识	(187)
第一节 直流电的基础知识	(187)
第二节 交流电的基础知识	(194)
第三节 三相电源、三相负载的连接方法	(197)
第八章 电工仪表	(201)
第一节 电流及电压的测量	(201)
第二节 万用表的使用	(203)
第三节 兆欧表的基本原理及应用	(204)
第九章 船舶电机	(206)
第一节 异步电动机	(206)
第二节 同步发电机	(210)
第三节 直流电机	(213)
第十章 船舶电气设备	(217)
第一节 常用控制电器	(217)
第二节 典型控制电器	(223)
第三节 船舶电站	(228)
第四节 电气安全与安全用电	(252)
第十一章 自动控制	(260)
第一节 自动控制系统的基本概念	(260)
第二节 控制系统	(264)
第三节 火警报警系统	(269)
复习题	(272)
复习题参考答案	(306)
附录 “船舶辅机与电气”考试大纲	(309)
参考文献	(316)



第一章 船用泵

第一节 船用泵的分类、性能参数和泵的正常工作条件

一、泵的功用

泵是用来输送液体或提高液体压力的机械。就功能而言,泵是用来提高液体机械能的设备。在船舶上,它是一种应用最广、数量和类型最多的辅助机械。机、炉所需的燃油、润滑油、动力油、冷却水、补给水,生活所需的饮用水和卫生水,船舶所需压载水、消防水等等,都是用各种类型的泵来输送的。

二、泵的分类

1. 按用途分类

1) 船舶动力装置用泵

主要有燃油泵、润滑油泵、淡水泵、海水泵、液压舵机油泵、液压锚机及起货机油泵、锅炉给水泵、制冷装置用的冷却水泵、海水淡化装置给水泵和排污泵等。

2) 船舶通用泵

主要有舱底水泵、压载水泵、消防泵、日用淡水及卫生水泵等。

3) 特殊船用泵

如油船货油泵、洗舱泵,挖泥船的泥浆泵,渔船上的捕鱼泵等。

2. 按工作原理分类

1) 容积式泵,如往复泵、齿轮泵、螺杆泵、叶片泵、水环泵等,其工作原理的共同点是依靠工作部件的运动造成泵的工作容积的周期性变化来向液体提供压力能并吸入和压出液体。

2) 叶轮式泵,如离心泵、轴流泵、旋涡泵等,其工作原理的共同点是依靠叶轮带动液体高速旋转来向液体提供速度能和压力能并吸入和排出液体。

3) 喷射式泵,其工作原理是依靠工作流体产生的高速射流引射需要排送的流体,通过动量交换向其提供能量并将其排出。

典型的容积式泵、叶轮式泵、喷射式泵如图 1-1 所示。

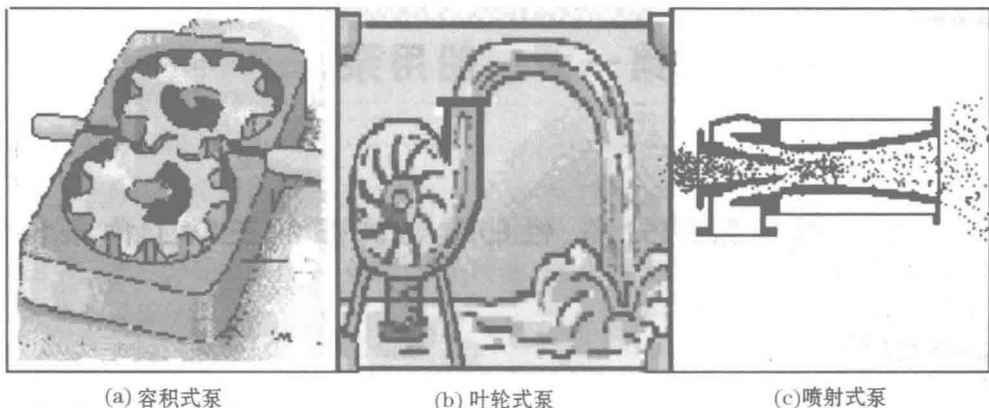


图 1-1 船用泵

三、泵的性能参数

泵装置的工作原理简图如图 1-2 所示。泵装置由泵、管路、阀件以及滤器等管路辅件所组成。泵是泵装置中的核心,对泵装置的工作性能现分述如下:

1. 流量

流量指泵单位时间内所排送的液体量,即流量 = 液体量/时间,流量分为体积流量与质量流量。

$$\begin{cases} \text{体积流量: } Q = \text{体积/时间 } \text{m}^3/\text{s} \text{ (或 } \text{L}/\text{min}, \text{m}^3/\text{h}) \\ \text{质量流量: } G = \text{质量/时间 } \text{kg}/\text{s} \text{ (或 } \text{kg}/\text{min}, \text{t}/\text{h}) \end{cases}$$

排量是指泵在一定限定条件下排出的液体量。常见的有容积泵的每转排量,常用 q 表示,单位是 m^3/r 、 L/r 、 cm^3/r 。流量属于排量的一个特例。

泵铭牌上标注的流量是指泵的额定流量,而泵实际工作时的流量则与泵的工作条件有关,不一定等于额定流量。

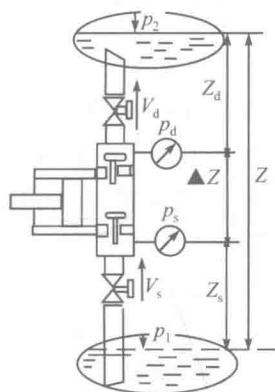


图 1-2 船用泵工作原理简图

2. 压头(扬程)或排出压力

扬程又称压头或排出压力,是指泵传给单位重量液体的能量,或单位重量液体通过泵后所增加的机械能。常用 H 表示,单位为 m (液柱)。液体经过泵后所获得的能量(包括位能、动能和压力能)全部转换为位能,则扬程又可以理解为泵能将液体所排送的理论几何高度(它大于实际几何高度),泵的工作扬程可用下式估算:

$$H = \frac{p_d - p_s}{\rho g} \quad (1-1)$$

式中: p_d ——泵的排出压力表读数, Pa ;

ρ ——液体密度, kg/m^3 ;

p_s ——泵的吸入压力表读数, Pa ;

g ——重力加速度, m/s^2 。



应当指出,容积泵铭牌上标注的往往为额定排出压力,它是按照实验标准测定泵连续工作所允许的最高排出压力。容积泵工作时的实际排出压力不允许超过额定排出压力。压力和扬程可按下式换算:

$$H = \frac{p}{\rho g} \quad (\text{m}) \quad (1-2)$$

式中: ρ ——液体密度, kg/m^3 ;
 g ——重力加速度, m/s^2 。

从上式可知:1 MPa $\approx$ 100 m 水柱高度,即 1 MPa 的压力能将水输送至约 100 m 高度。

3. 转速

泵的转速是指泵轴单位时间的回转数,用 n 表示,单位是 r/min 。大多数泵系由原动机直接传动,二者转速相同。但电动往复泵往往需经过减速,故其泵轴(曲轴)的转速比原动机要低。泵铭牌上标注的转速是指泵轴的额定转速。

4. 功率和效率

1) 功率

泵的功率有输出功率和输入功率之分。

泵的输出功率又称有效功率,是指泵在单位时间内实际传给排出液体的能量,用 P_e 表示,单位是 W 或 kW。

泵的输入功率也称轴功率,即单位时间内原动机传给泵轴的功率,用 P 表示。

泵铭牌上标注的功率指的是额定工况下的轴功率。

泵的配套功率是指所配原动机的额定输出功率,用 P_m 表示。当原动机是通过传动装置与泵连接时,要考虑传动效率;另外,考虑到泵运转时可能超负荷等情况,泵的配套功率应大于额定轴功率。

2) 效率

泵的效率(总效率)是指泵的输出功率与输入功率之比,通常用 η 表示,即

$$\eta = P_e / P \quad (1-3)$$

泵在实际工作中存在三个方面的能量损失:

- (1) 容积损失 —— 由于漏泄及吸入液体中含有气体等造成的流量损失。
- (2) 水力损失 —— 液体在泵内流动因摩擦、撞击、旋涡等水力现象造成的扬程损失。
- (3) 机械损失 —— 由泵运动部件的机械摩擦所造成的能量损失。

由于泵在实际工作中不可避免地会产生各种能量损失,不可能把轴功率全部转变为有效功率,因此有效功率总是小于轴功率,即 $\eta < 1$ 。由此可见,效率是表明泵工作时经济性好坏或能量损失大小的参数,其值越高,经济性越好。

泵铭牌上标注的效率是指泵在额定工况下的总效率。

5. 允许吸上真空度

泵要能吸入液体,吸入口处应有一定真空度,但此真空度高到一定程度时(即泵的吸入压力 p_s 低到一定程度时),液体在泵内的最低压力就可能等于或小于其饱和蒸汽压力 p_v ,液体就会汽化,造成汽蚀,使泵不能正常工作。因此就需要规定泵的允许吸上真空度。

允许吸上真空度是指泵在额定工况下保证不发生汽蚀时泵进口处能达到的最大吸入真空

度,用 H_s 表示,单位是 MPa。它是衡量泵吸入性能好坏的重要标志,也是管理中控制最高吸入真空度的重要依据。

泵的允许吸上真空度主要与泵的类型、结构和工况有关。例如:泵内流道表面不光滑、流道形状不合理,泵内液体压降大,会使泵的允许吸上真空度减小;在船上对于既定的泵而言,大气压力 p_a 降低、泵流量增大(使泵吸入腔压降增大),液体温度增高(使饱和蒸汽压力 p_v 提高),也会使泵的允许吸上真空度减小。

应当指出,铭牌上标注的性能参数是泵额定工况运行时的参数,泵运行中的实际参数一般不同于铭牌上标注的参数。

铭牌上所标注的允许吸上真空高度是由制造厂在标准大气压下,输送 20℃ 清水,通过试验把泵刚好产生汽蚀时泵进口的最大真空高度减去 0.3 m 安全量的数据。一般泵的允许吸上真空高度为 2.5 ~ 7 m。

6. 汽蚀余量

为保证泵不产生汽蚀,泵吸入口处单位质量液体所具有的压力能和速度能相对于汽化压力能应有富余能量,该富余能量称为“汽蚀余量”,用 Δh 表示。

四、泵的正常工作条件

泵的结构形式虽多,但其正常吸入条件是基本一致的,可简要概括为“吸入压力不能过高过低”。具体来讲,有以下两个方面:

(1) 泵本身能够形成的吸入真空度必须足够高,否则液体就吸不上来。泵本身能够形成的吸入真空度主要取决于泵的密封件的密封性能和运动件的技术状态。

(2) 泵工作时的实际吸入真空度又不能高于允许吸入真空度,否则液体就会汽化。泵工作时的实际吸入真空度(或吸入压力)主要取决于工况。

第二节 往复泵

往复泵是一种容积式泵,它是靠活塞或柱塞的往复运动使工作容积发生变化而实现吸排液体的泵。根据活塞在泵缸中一个往复行程吸、排液体的次数,分为单作用、双作用和多作用往复泵。

一、往复泵的基本结构和工作原理

1. 基本结构

图 1-3 是单缸双作用往复泵的结构简图。它主要由活塞、泵缸、吸入阀和排出阀等部件组成。

2. 工作原理

往复泵属于容积式泵,其对液体做功的主要运动部件是做往复运动的活塞或柱塞,亦可分别称为活塞泵或柱塞泵。

活塞 1 在泵缸 2 内将泵缸分隔成上、下空间,它们分别通向阀箱 3 中各自的小室。每个小室

的下部装有吸入阀7,上部装有排出阀5。并分别通向公共的吸入室8和排出室4。活塞经活塞杆传动,在缸内做上下往复运动。当活塞上行时,泵缸下部空间容积不断增加,与之相通的小室内的压力也随之降低,吸入室中的气体将顶开相应的吸入阀进入泵缸。于是吸入室8和吸入管9内压力也就降低,液体在吸入液面上的气压作用下,将沿吸入管上升。当活塞向下回行时,泵缸下部容积减小,压力增加,迫使吸入阀关闭,并克服排出室中的压力将相应的排出阀顶开,部分气体经排出管6排出。与此同时,因活塞上部的容积在增大,吸入室中的气体改由右边小室的吸入阀吸入泵缸上部,吸入管中液面继续上升。这样,活塞继续不断运动,吸入管中气体将不断被泵排往排出管,最后液体将进入泵缸,泵就开始正常排送液体。

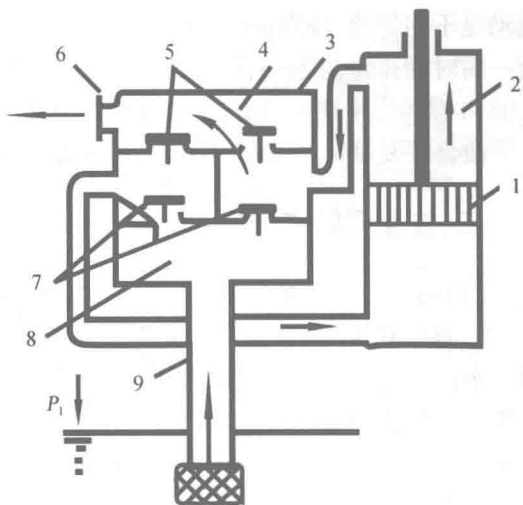


图 1-3 往复泵的工作原理图

1—活塞;2—泵缸;3—阀箱;4—排出室;5—排出阀;6—排出管;7—吸入阀;8—吸入室;9—吸入管

往复泵曲轴每转一周理论上排送液体容积相当于多少个泵缸工作容积(活塞杆侧略小于另一侧),称为往复泵的作用数。上述往复泵每往复行程活塞两侧各吸排一次,是双作用泵。单缸柱塞泵只有单侧工作,每往复行程吸排一次,是单作用泵。由三个单作用泵缸或两个双作用泵缸配合同一曲轴组成的往复泵即称为三作用泵或四作用泵。

二、影响往复泵容积效率的因素

往复泵的理论流量即活塞在单位时间内所扫过的容积

$$Q_t = 60KA_e S n \quad (1-4)$$

式中: K ——泵的作用数;

S ——活塞行程,m;

n ——泵的转速,r/min;

A_e ——泵缸截面积 $1/4\pi D^2$ (D 为泵缸直径), m^2 。

往复泵的实际流量 Q 总小于理论流量 Q_t ,即 $Q = Q_t \eta_v$ 这是因为:

(1) 泵吸入的液体可能含有气泡;压力降低时溶解在液体中的气体会逸出,同时液体本身也可能汽化;此外,空气还可能从填料箱等处漏入。

(2) 活塞换向时,由于泵阀关闭迟滞造成液体流失。例如,在排出行程终了开始吸入时,由于排出阀关闭滞后,部分已排出的液体就会经排出阀漏回泵缸;反之,吸入阀关闭滞后,又会使部分液体在排出行程开始时经吸入阀重新被排回吸入管。

(3) 活塞环、活塞杆填料等处由于存在一定的间隙以及泵阀关闭不严等会产生漏泄。

一般输送常温清水的往复泵, $\eta_v = 0.80 \sim 0.98$;输送热水、液化烃、石油产品的往复泵, $\eta_v = 0.60 \sim 0.80$ 。高压小流量、高转速、制造精度低的泵,以及输送高温、高黏度或低黏度、高饱和蒸汽压或含固体颗粒的液体的泵, η_v 较小。

上述讨论的往复泵流量是平均流量,没有反映出泵流量的瞬时变化。由于往复泵活塞的

运动是不均匀的,特别是用曲柄来驱动的,活塞的运动是按正、余弦规律变化的,这样造成了泵每一瞬时的排量均不一样。根据计算,单、双、三和四作用泵的不均匀度分别为 3.14、1.57、1.05 和 1.10。由此可以看出,三作用往复泵的流量最为均匀。

改善往复泵流量不均匀的措施有:采用多作用泵;泵的出口加装空气室。

三、往复泵的工作特点

(1) 有较强的自吸能力。所谓泵的自吸能力,是指其靠自身即有抽出泵内及吸入管路中的空气而将液体从低于泵的地方吸入泵内的能力。自吸能力可用自吸高度和吸上时间来衡量。泵在排送气体时能在吸入口造成的真空度越大,则自吸高度越大;造成足够真空度的速度越快,则吸上时间越短。自吸能力与泵的类型和密封性能有重要关系。当往复泵的泵阀、泵缸等密封性变差,或余隙容积较大时,其自吸能力就会降低,故泵启动前如能将缸内灌满液体,则可改善泵的自吸能力。

(2) 理论流量与工作压力无关,只取决于转速、泵缸尺寸和作用数。因此,往复泵要调节流量不能采用调节排出阀开度的节流调节法,只能采用变速调节法或回流(旁通)调节法。有些特殊结构的往复泵可以通过调节柱塞的有效行程来改变流量。

(3) 额定排出压力与泵的尺寸和转速无关,主要取决于泵原动机的功率、轴承的承载能力、泵的强度和密封性能等。为了防止过载,往复泵启动前必须打开排出阀,且在排出阀的内侧必须装设安全阀。

以上特点大致上也是容积式泵共有的特点。此外,由于往复泵特有的运动方式和结构形式,它还有以下特点:

(4) 流量不均匀,从而会导致排出和吸入压力波动。为了减轻这种弊端,常采用多作用往复泵或设置相应的空气室。

(5) 转速不宜太快。电动往复泵转速多在 200 ~ 300 r/min 以下,一般最高不超过 500 r/min,高压小流量泵最高不超过 600 ~ 700 r/min。因为,若转速过高,泵阀迟滞造成的容积损失就会相应增加;而泵阀撞击更为严重,引起的噪声增大,磨损也将加剧;此外,液流和运动部件的惯性力也将随之增加,而产生有害的影响。由于转速受限,故往复泵较难进入大流量的范畴。

(6) 运送含固体杂质的液体时,泵阀容易磨损和泄漏,所以必要时应加装吸入滤器。

(7) 结构比较复杂,易损件(活塞环、泵阀、填料等)较多。

由于往复泵的上述特点,故在流量相同时它与其他泵相比显得笨重,造价较高,管理维护比较麻烦,因此在许多场合它已被离心泵所取代。但舱底水泵和油船扫舱泵等在工作中容易吸入气体,需要具有较好的自吸能力,故常采用往复泵;在要求小流量、高压头时,也可采用往复泵。

四、往复泵的主要部件和空气室

1. 泵缸与阀箱

泵缸与阀箱常用铸铁铸成一体,结构如图 1-4 所示。

往复泵的泵缸是一个内表面经过加工的圆筒体,其一端做成喇叭形,以便于安装活塞组



件。大中型泵,为防止海水腐蚀和磨损后便于更换,常在泵缸内膛衬有青铜或不锈钢缸套。

泵缸缸套的圆度和圆柱度应符合要求。活塞环装入后用灯光检查,整个圆周上的漏光不应多于两处,且距开口处圆周角不小于 30° ,每处径向间隙弧长不大于 45° 。必要时可用内径千分卡测量缸套的圆度和圆柱度,如发现磨损超过标准,即需镗缸,并换新活塞。镗缸后,其厚度减少不应超过15%,否则应换新。

阀箱4分三层。底层a是吸入室,与吸入管连接;上层b是排出室与排出管连接;中间一层c用隔板隔成两个互不相通的工作室,分别和泵缸两端的工作空间连通,吸、排阀分组安装在中层空间上下层隔板的阀孔座上。

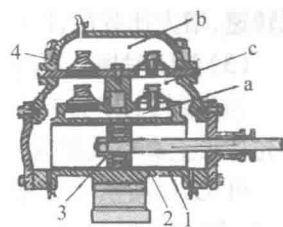


图 1-4 往复泵的泵缸与阀箱

1—泵缸;2—泵缸衬套;3—活塞;
4—阀箱

2. 阀与阀座

1) 泵阀的结构形式

阀与阀座的结构如图 1-5 所示。

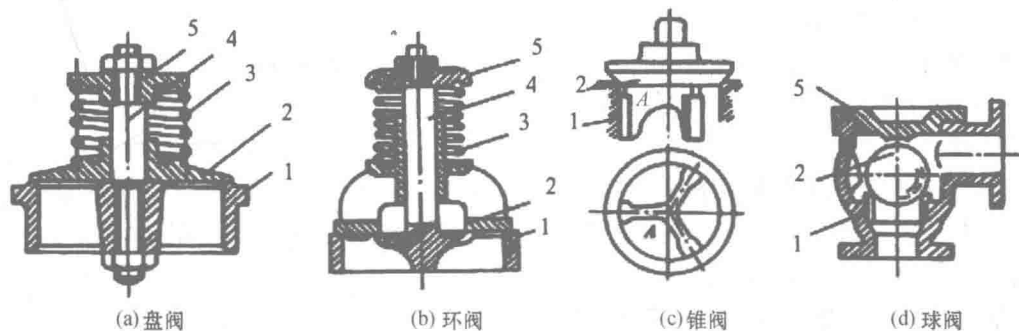


图 1-5 往复泵泵阀的结构形式

1—阀座;2—阀芯;3—弹簧;4—导向装置;5—升程限制器

往复泵的泵阀有吸入阀和排出阀,它们的作用是使泵缸工作空间交替地与吸排管接通或隔断,以完成泵的吸排过程。常见的泵阀结构形式有盘阀、锥阀、球阀、环阀等几种。

2) 泵阀的特点

盘阀:结构简单,易于加工,经久耐磨,应用广泛,但水力损失较大,适用于清水低压场合。

环阀:结构简单,易于加工,流阻较小,应用较广,但刚性较差,适用于低压、大流量场合。

锥阀:关阀迅速,无需弹簧,密封性好,阻力很小,但加工要求高,适用于高黏、高压场合。

球阀:结构简单,磨损均匀,密封性好,流阻较小,但尺寸不宜过大,适用于高黏、低压、小流量和泵速不高的场合。

3) 对泵阀的要求

泵阀工作的好坏,对泵的工作和工作性能有很大影响,因此对泵阀有以下要求:

(1) 关闭严密。它主要靠阀与阀座的加工精度及接触面的研配质量来保证。关闭不严会使容积效率下降,泵的自吸能力变差。因此,当阀与阀座的接触面上出现伤痕或磨损不均时,就需重新研磨或更换新阀件。研磨或更新后,对阀与阀座的接触面必须进行密封试验,即将二者倒置后注入煤油,5min 内应无渗漏。

(2) 启闭迅速。阀的启闭滞后角过大,泵的容积效率下降,自吸能力变差。为此应适当降

低转速、增大比载荷,以限制阀的最大升程。

(3)关闭时撞击要轻,工作无声,否则将会加剧阀的磨损。

(4)泵阀的阻力要小。这不仅可以提高泵的水力效率,而且吸入阀阻力小还有助于使泵的允许吸上真空度增大。这就要求阀的质量和阀的比载荷都不宜过大。

可见,提高泵的转速,虽可增加泵的流量,但也会使阀的升程增加,使阀关闭滞后敲击加重,严重时损坏阀的升程限制器。故应限制往复泵转速的提高。

3. 活塞与活塞环

活塞是泵工作的主要部件,用铸铁铸成,其结构如图 1-6 所示。活塞 2 靠螺母 4 固定在活塞杆 1 上,为了防止螺母松动,螺母常用开口销锁死。活塞直径一般比缸径小 1~2 mm。泵缸与活塞间的气密靠活塞上装设的活塞环 3 来保证。活塞环(又叫涨圈)在环槽中能松动自如,活塞环借助本身外弹力与缸壁贴紧。活塞环磨损可以换新。

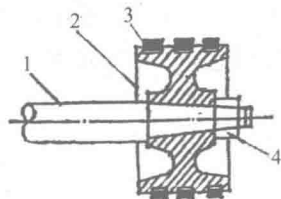


图 1-6 活塞和活塞环
1—活塞杆;2—活塞;3—活塞环;4—螺母

活塞环材料应比缸壁软,常用材料有铸铁、青铜和非金属材料(如夹布胶木)等,根据输送液体性质选定。一般水泵多用夹布胶木。它的缺点是在水中浸泡会胀大,长期离开水又会干缩。工厂制造这种活塞环时,是先经热水浸泡后才进行加工。活塞环的切口通常切成 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

活塞环关系到泵缸两端工作空间的气密,它的弹力好坏和在环槽中的松紧,势必直接影响泵的吸、排工作。因此活塞环在安装时,一定要注意有关间隙,间隙过大会漏气,间隙过小又会卡死漏气。换新活塞环时,应先在热水中浸泡一段时间,变软后取出,使开口撑开到 8 mm 左右,等冷却后放入缸内及环槽内,检查各间隙值,符合要求后才可装入使用。安装活塞环时上、下两环的搭口要错开 120° 或 180° 。

夹布胶木环的安装间隙见表 1-1。

表 1-1 夹布胶木活塞环安装间隙表

活塞环直径/mm	切口间隙/mm		轴向间隙/mm	
	安装间隙	极限间隙	安装间隙	极限间隙
< 100	1.5	4.0	0.15	0.30
100 ~ 150	2.0	5.0	0.20	0.40
150 ~ 200	2.2	5.5	0.25	0.50
200 ~ 300	2.5	6.5	0.30	0.60
> 300	3.0	7.5	0.40	0.80

4. 填料函与填料

填料函的构造如图 1-7 所示,由内套、填料和压盖组成。内套和压盖接触填料的端面处都做成倾斜面的称双斜面式,仅压盖做成倾斜面的称单斜面式。做成斜面是为了便于上紧压盖螺母时把填料挤向活塞杆,保持密封,在船用泵的管理中经常要做此项工作。填料一般用浸油棉纱、麻丝或石棉等材料制成,叫软填料。

填料函与填料的作用是防止泵缸中液体沿活塞杆孔处漏出,或外部空气从杆孔处进入,以保证泵的正常吸、排工作。当填料用久变质发硬而失去密封作用时,必须更换。

更换填料时,新填料的宽度应按活塞杆与填料函径向间隙选取,稍宽可适当锤扁;长度应

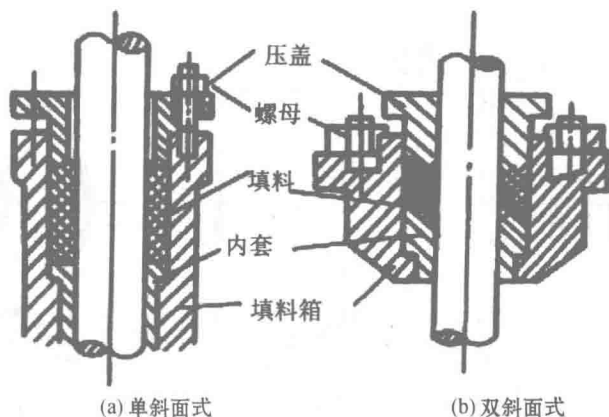


图 1-7 填料与填料函

根据活塞杆周长截取填料,切口最好成 45° 。填料要逐圈安装,相邻填料的切口要错开。填料圈数不要随意增减。填料装满后其松紧可借压盖螺母进行调整。上螺母时要注意用力平均,防止单边用力,使压盖倾斜,碰到活塞杆。填料的松紧以填料箱不发热,并能有少许液体渗出(约 60 滴/min)为宜,以满足活塞杆的润滑和冷却。

5. 空气室

往复泵由于活塞的变速运动,造成吸、排液体时流量和吸排压力的波动,易引起液击与恶化泵的吸入条件,限制了泵转速的提高。装设空气室是往复泵用来减轻流量和压力波动的常见措施之一。

空气室通常设在尽量靠近泵的吸、排口处,故有吸入空气室和排出空气室之分,如图 1-8 所示。

空气室是一个内部充有空气的容器,当泵的瞬时流量达到最大值与最小值时,通过空气室中空气被压缩和膨胀来存入和放出一部分液体,就能达到调节管路中的流量与压力,使管路中的流量与压力趋于均匀,其均匀性取决于空气室的容积与空气的存放量。空气室中的空气容积约占 $2/3$,水占 $1/3$ 。空气室高度与直径之比一般为 1.4。空气室中空气太多、太少以及空气室安装不正确,都会使空气室不能发挥正常作用,管理时应加以注意。

对于排出空气室,由于其工作压力较高,在工作过程中室内气体会不断溶于水并被带走。因此,在排出空气室设有充气阀,在工作过程中应及时充气。

对于吸入空气室,由于其工作压力较低,在工作过程中,溶解在液体中的气体会不断逸出,使室内的气体逐渐增加,当气体增加到一定量时,如果大量被泵吸入,就会使泵吸入出现短时无流。因此,吸入空气室的吸入管下端常钻有小孔或做成锯齿口等形状,其目的是让泵在不断流的情况下将逸出的多余气体吸走。

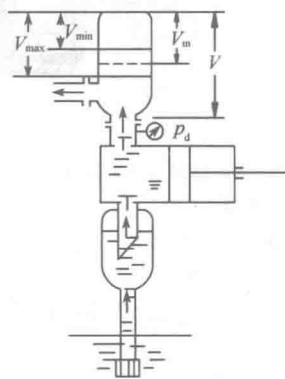


图 1-8 空气室