

中华人民共和国

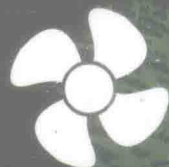
内河船舶船员适任考试培训教材

船舶辅机与电气

中国海事服务中心组织编审

主编 刘德宽 封晓黎

轮机专业



大连海事大学出版社

中华人民共和国内河船舶船员适任考试培训教材

船舶辅机与电气

中国海事服务中心组织编审

主 编 刘德宽 封晓黎

大连海事大学出版社

内 容 简 介

本书分为船舶辅机和船舶电气两部分。船舶辅机部分共分6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、船用离心分油机等。船舶电气部分共分5章,包括电工基础知识、电工仪表、船舶电机、船舶电气设备和自动控制等。

本教材是受中国海事服务中心的委托编写的,主要用于全国内河一类船舶轮机员适任考试培训,也可作为轮机工程专业的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

船舶辅机与电气 / 刘德宽,封晓黎主编. —大连:大连海事大学出版社,2010. 12
(2011.4 重印)

中华人民共和国内河船舶船员适任考试培训教材

ISBN 978-7-5632-2516-3

I. ①船… II. ①刘… ②封… 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(2010)第 246750 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

大连华伟印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2010年12月第1版

2011年4月第2次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm

印张:18.625 字数:463千

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 978-7-5632-2516-3

定价:49.00元

前 言

根据《中华人民共和国内河船舶船员适任考试和发证规则(2010)》和《内河船舶船员适任考试大纲(2010)》,中国海事服务中心组织在内河船舶运输领域有着丰富教学和培训经验的专家、教授、高级讲师在 2006 年培训教材的基础上重新编写了《内河船舶船员适任考试培训教材》,并组织实践经验丰富的海事管理机构专家和船公司的指导船长、轮机长对教材进行了审定。

在本套教材编写前,中国海事服务中心组织参编专家对内河船舶运输现状进行了广泛的调研和深入的讨论,确保教材内容符合船上实际,反映最新航海应用技术和最新法律、法规、规范与标准,并在表达方式上通俗易懂、易于理解,符合内河船舶船员业务学习和技能培训的需要。

本系列教材分驾驶专业和轮机专业两部分:驾驶专业包括《船舶操纵》、《避碰与信号》、《航道与引航》、《船舶管理》、《船舶驾驶与管理》五种教材;轮机专业包括《主推进动力装置》、《船舶辅机与电气》、《机舱管理》、《轮机基础》、《船舶动力装置》、《轮机管理》六种教材。另外,单独编写和开发了内河船舶船员适任考试模拟练习软件,以光盘的形式出版,驾驶专业和轮机专业各一种。

《船舶辅机与电气》由重庆交通大学刘德宽、封晓黎主编,江苏海事职业技术学院陈立军、王云华主审。参加编写的还有重庆交通大学何洪康、谭显坤、沈玉梅,重庆海事局钟应坤、张伟等。在编写过程中重庆交通大学韩雪峰、吕宏和相关院校同仁提出了许多宝贵意见。

教材在编写过程中得到了交通运输部海事局领导和专家的关心和指导,相关海事部门和船公司对教材编写也提供了热情的帮助和支持,在此一并表示感谢!由于时间仓促,书中难免存在错误和疏漏,欢迎广大读者和专家批评指正。

中国海事服务中心

2010 年 11 月

目 录

第一篇 船舶辅机

第一章 船用泵	(1)
第一节 船用泵总述	(1)
第二节 往复泵	(3)
第三节 齿轮泵	(8)
第四节 螺杆泵	(13)
第五节 离心泵	(16)
第六节 叶片泵	(26)
第七节 喷射泵	(29)
第二章 船用活塞式空压机和通风机	(31)
第一节 压缩空气的用途、特点、空压机的分类	(31)
第二节 活塞式空压机的工作原理	(32)
第三节 活塞式空压机的结构	(33)
第四节 船用压缩空气系统附件	(41)
第五节 船用空压机的管理	(42)
第六节 通风机	(45)
第三章 船舶制冷与空调	(48)
第一节 制冷方法和制冷装置的种类	(48)
第二节 单级压缩制冷装置的基本组成和制冷原理	(48)
第三节 制冷剂 and 冷冻机油	(50)
第四节 活塞式制冷压缩机的结构	(51)
第五节 制冷装置的换热设备和辅助设备	(55)
第六节 压缩制冷装置的自动控制元件	(58)
第七节 压缩制冷装置的管理	(64)
第八节 船舶空调装置	(75)
第四章 甲板机械	(80)
第一节 液压传动的基本知识	(80)
第二节 常用液压泵与液压马达	(81)
第三节 液压控制阀	(89)
第四节 液压油	(100)
第五节 电动液压舵机	(102)
第六节 锚缆机械的种类、结构和工作原理	(117)

第五章 船用锅炉	(124)
第一节 船用锅炉的功用、分类和性能参数	(124)
第二节 船用锅炉的结构	(125)
第三节 锅炉附件	(127)
第四节 辅助锅炉的燃烧装置	(131)
第五节 燃油辅助锅炉的自动控制	(135)
第六节 锅炉的管理	(136)
第六章 船用离心分油机	(144)
第一节 离心分油机的结构	(144)
第二节 分油机的工作原理	(151)
第三节 离心分油机的使用、管理和常见故障分析与处理	(152)

第二篇 船舶电气

第七章 电工基础知识	(155)
第一节 直流电的基础知识	(155)
第二节 交流电的基础知识	(161)
第三节 三相电源、三相负载的连接方法	(164)
第八章 电工仪表	(166)
第一节 电流及电压的测量	(166)
第二节 功率的测量	(166)
第三节 万用表的使用	(167)
第四节 兆欧表的使用	(168)
第九章 船舶电机	(171)
第一节 异步电动机	(171)
第二节 同步发电机	(175)
第三节 直流电机	(177)
第十章 船舶电气设备	(181)
第一节 常用控制电器	(181)
第二节 典型控制电路	(186)
第三节 船舶电站	(190)
第四节 电气安全与安全用电	(214)
第十一章 自动控制	(222)
第一节 自动控制的基本概念	(222)
第二节 控制系统	(227)
第三节 火警探测器以及火警报警系统	(242)
习题及答案	(245)
附录 常用液压元件图形符号	(283)
参考文献	(292)

第一篇 船舶辅机

第一章 船用泵

第一节 船用泵总述

一、船用泵的分类

泵是用来输送流体或提高流体机械能的机械。在船上,它是一种应用最广、数量和类型最多的辅助机械,需输送的流体基本均由泵输送。

(一)按泵在船上的用途分类

(1)船舶动力装置用泵:如燃油泵、润滑油泵、锅炉给水泵等。

(2)船舶通用泵:如舱底水泵、压载水泵、消防泵等。

(3)特殊船用泵:如货油泵、洗舱泵、泥浆泵等。

(二)按泵的工作原理分类

(1)容积式泵——靠泵内工作部件的运动,使其工作容积周期性地变化而实现吸入、排出液体的泵。根据工作部件是移动或转动,又可分为往复式和回转式。往复式包括往复泵和柱塞泵,回转式包括齿轮泵、叶片泵、螺杆泵等。

(2)叶轮式泵——靠叶轮带动液体高速回转将机械能(动能和压力能)传给所输送液体的泵。包括离心泵、旋涡泵和轴流泵等。

(3)喷射泵——利用具有一定压力的工作流体产生的高速射流来引射流体的泵。根据工作液体的不同包括水喷射泵、水喷射真空泵和蒸汽喷射泵等。

二、泵的性能参数

为了表明泵的性能,便于比较和选用,在泵的铭牌和说明书上通常给出以下性能参数:

(1)流量——是指泵在单位时间内所排送液体的数量。包括体积流量 Q 和质量流量 G , 其关系为 $G=Q\rho$, 体积流量单位是 m^3/h 、 L/min 。

(2)扬程(压头或排出压力)——是指泵传给单位重量液体的机械能,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又称为能头或水头(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克服吸、排管路阻力;克服的吸、排液面压差和排送液体的几何高度的能力。其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; p_s ——泵的吸入压力表读数, Pa,

ρ ——液体密度, kg/m^3 ;

g ——重力加速度, m/s^2 。

应当指出, 容积式泵铭牌上标注的往往为额定排出压力, 它是指按照实验标准泵连续工作所允许的最高排出压力。容积式泵工作时的实际排出压力是不断变化的, 且不允许超过额定排出压力。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) 功率和效率。功率有输出功率和输入功率之分。

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;

输入功率又称为轴功率——指单位时间内原动机传给泵的能量, 用 P 表示。泵铭牌上标注输入功率。

效率(总效率)——指泵的输出功率与输入功率之比, 用 η 表示, 即:

$$\eta = P_e / P \quad (1-2)$$

泵的能量损失包括: ①容积损失——因泄漏等造成的流量损失, 用容积效率 η_v (实际流量与理论流量之比) 表示; ②水力损失——液体在泵内流动因摩擦、撞击、旋涡等造成的损失, 用水力效率 η_h (实际扬程与理论扬程之比) 表示; ③机械损失——运动部件间和运动部件与液体间的摩擦所造成的能量损失, 用机械效率 η_m (水力功率与轴功率之比) 表示。

(4) 转速——指泵轴每分钟回转次数, 用 n 表示, 单位是 r/min 。

(5) 允许吸上真空高度 $[H_s]$ ——是指泵在不发生汽蚀的前提下, 泵进口处能达到的最大真空度用水柱高度来表示的, 单位为 (m)。

允许吸上真空高度是泵吸入性能好坏的重要指标, 铭牌上所标注的允许吸上真空高度是通过试验得到的, 一般在 2.5~7 m 之间。许用吸高 $[Z_s]$ 可以用允许吸上真空高度 $[H_s]$ 减去吸入速度水头 $\frac{v_s^2}{2g}$ 和吸入管路阻力损失 $\sum h_s$ 的能头来计算, 故许用吸高 $[Z_s]$ 总是小于允许吸上真空高度 $[H_s]$ 。

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, 泵在运行中的参数为工作参数, 不同于铭牌上标注的参数。

(6) 汽蚀余量——为了保证泵不产生汽蚀, 泵吸入口处单位质量液体所具有的能头(压力水头和速度水头)相对于汽化压力能所富余的能量, 称为“汽蚀余量”, 用 Δh 表示。

三、泵的正常工作条件

(一) 泵正常吸入的条件

(1) 泵内必须形成足够大的真空度或足够低的吸入压力 (p_s)。其值由吸入条件决定, 在吸入液面压力一定和吸入管路密封良好情况下, 泵才具有足够多的能头来克服吸入高度、吸入管路中的速度水头和吸入管路的阻力损失, 顺利地吸入液体。

(2) 必须保证泵内的最低吸入压力 (p_s) 大于被输送液体在输送温度下的饱和蒸发压力 (p_v) 即 $p_s > p_v$, 以避免液体汽化而产生“汽蚀”现象。

(二) 泵正常排出的条件

(1) 泵必须能产生足够高的排出压力。以克服排出液面的压力、排吸液面的高度差和排出管路的阻力。

(2) 容积式泵的排出压力不超过额定排出压力, 叶轮式泵的扬程不超过关闭扬程。

第二节 往复泵

往复泵是容积式泵的一种,它是靠活塞或柱塞的往复运动,使泵内工作容积发生周期性变化而使其压力变化来实现吸、排液体的泵。根据泵内工作部件是活塞或柱塞又可分为活塞式泵或柱塞式泵。

一、往复泵基本结构、工作原理

往复泵的基本结构如图 1-1 所示。主要由活塞 2、泵缸 1、吸入阀 3、排出阀 4 等构成。由活塞、泵缸、吸、排阀所构成的工作空间,当活塞在泵缸内作往复运动时,泵缸内容积变化而使其压力降、升,实现液体的吸入和排出。只要活塞不断地在缸内作往复运动,液体就被连续地吸入和排出,实现液体的输送。

泵轴旋转一周泵吸、排液体的次数称为泵的作用数。按作用次数,往复泵可分为:单作用泵、双作用泵和多作用泵。

往复泵的理论流量 Q_t 可由活塞的有效面积 A 。在泵缸内单位时间所扫过的容积求出 $Q = Q_t \eta_v$, 实际流量,其值与泵的容积效率 η_v 有关。往复泵的流量是随时间在不断变化的、是不均匀的,往复泵流量的不均匀性可采用增加泵的作用次数和在泵的排出口加装空气室来改善,在 1~4 作用的往复泵中,其中三作用泵的流量较均匀。

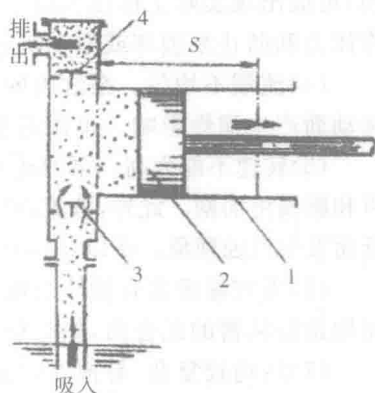


图 1-1 往复泵的结构图

1—泵体; 2—活塞; 3—吸入阀; 4—排出阀

二、影响往复泵容积效率的因素

容积效率——是指泵实际流量与理论流量的比值。往复泵的容积效率一般为 85%~95%。其影响包括以下因素。

(一) 漏泄的影响

(1) 外漏: 由于活塞杆填料、管路接头、泵盖与缸体接合面之间等处的泄漏。

(2) 内漏: 泵的吸、排阀关闭不严, 活塞与缸套间的间隙等均会造成泄漏。

(二) 运动部件惯性的影响

吸、排阀的运动因受惯性的作用, 阀动作的迟滞, 不能即时开启和关闭造成液体流失。

(三) 气体的影响

(1) 在吸入过程中, 当吸入压力降低到一定程度时, 溶解在液体中的气体逸出;

(2) 在吸入过程中, 当吸入压低于输送温度下液体的汽化压力时, 液体本身的汽化;

(3) 从吸入管路和填料等处泄漏的空气。

(四) 液体黏度和泵本身结构的影响

三、往复泵的工作特点

(1) 有自吸能力, 即泵启动时, 能抽除其内与吸入管路中的空气吸上液体的能力。自吸能力的好坏与泵的形式和密封性能有重要关系。

(2)理论流量与工作压力无关,取决于转速、缸径、活塞行程和作用数。在额定工作压力范围内,实际流量也几乎与工作压力无关。因此,往复泵不能采用改变排出阀开度的办法即节流调节法调节流量,否则就会引起排出压力升高、功率增大甚至发生超负荷运行的危险。往复泵流量只能采用变速、回流(或旁通)和吸入部分空气的方法来调节。

(3)额定排出压力与泵的尺寸和转速无关。产生的最高压力主要取决于原动机的功率、泵的强度、密封性和轴承的承载能力。实际工作压力却取决于管路特性和泵的特性,若使用不当,可能出现实际工作压力高于额定工作压力而损坏泵或原动机过载。为了限制泵的最高工作压力和防止泵损坏或原动机过载,故在泵的排出端必须设置安全阀。

(4)流量不均匀。泵缸内的活塞作不等速运动,使泵的流量不均匀;管路中的液体作变速运动而产生惯性影响。单作用泵尤甚,多作用泵也只能有所改善而已,不能消除。

(5)转速不能太高。泵的转速过高,阀迟滞所造成的容积损失会相对增加,阀撞击引起的噪声和磨损将加剧。此外,液流的惯性阻力损失也将增加,特别是在吸入行程,易导致缸内压力过低而发生汽蚀现象。所以,电动往复泵的转速一般在 $200\sim 300\text{ r/min}$,最高不超过 500 r/min 。

(6)不宜输送含有固体杂质的液体。由于液体与泵缸、活塞、阀与阀座直接接触,且它们之间均是较精密的配合面,如有杂质进入,会加快磨损或把阀搁起,使泵工作失常。

(7)结构较复杂,易损件较多。

四、往复泵的主要部件和空气室

(一)泵缸

泵缸是一般铸铁浇铸,内表面经过加工,镶青铜缸套可防腐蚀,也便于维护修理。缸套漏光检查时,整个圆周上漏光不多于2处,且距开口处圆周角不小于 30° ,每处弧长不大于 45° ;缸套的圆度和圆柱度应符合要求,厚度减少大于15%应换新。

(二)活塞与活塞环

活塞多用铸铁制成,用于输送海水的泵,为防止腐蚀则多用青铜制造。活塞靠螺母固定在活塞杆端部的锥面或凸肩上。

活塞直径一般比泵缸缸径小 $1\sim 2\text{ mm}$,为了防止液体经缸壁间隙泄漏,在活塞上装有数道活塞环。活塞环是具有一定弹性的开口圆环,装在活塞环槽中应松动自如,活塞环依靠本身的弹力与缸壁紧密贴合而阻止液体的泄漏。

活塞环常用的材料有铸铁、青铜和夹布胶木等,一般多用夹布胶木,该材料在水中浸泡会胀大,长期离开水会干缩。因此,新胶木环应先放在热水中浸泡,待充分发胀后再测量配合间隙和安装。活塞环的搭口通常切成 $45^\circ\sim 60^\circ$ 。安装时,上、下两环的搭口要错开 180° 。

(三)泵阀

对应往复泵的每个泵缸工作空间,均有一对吸入阀与排出阀又称水阀,它的作用是使泵缸工作空间交替地与吸、排管路接通或隔断,以完成泵的吸排过程。对吸、排阀有如下要求:

- (1)关闭严密;
- (2)启闭迅速,及时;
- (3)工作无声,撞击小,使用寿命长;
- (4)流动阻力损失小。

往复泵的泵阀有盘阀、锥阀、金刚阀和球阀等几种。

图 1-2 所示为盘阀和环片阀的结构图。盘阀的阀盘由金属或塑料等材料制成,在自重、弹簧力和阀盘上下液体压力差作用下,紧压在阀座 3 上。阀的启闭主要靠阀盘两侧的压差产生的液压力。弹簧的弹力要适中,过大或过小均对阀的工作不利。一般其自由长度变化超过新弹簧 5% 需换新。阀的升程一般为 12~15 mm。

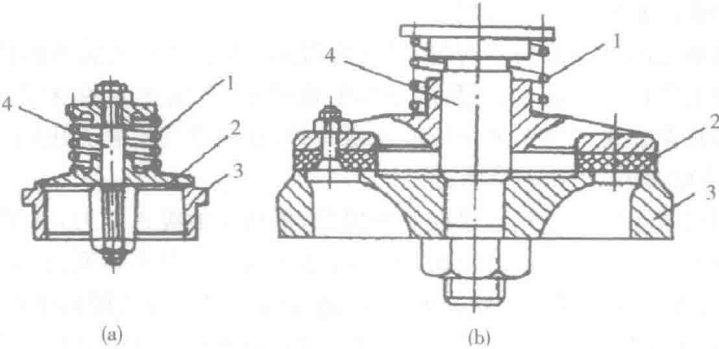


图 1-2 盘阀(a)和环片阀(b)

1—弹簧;2—阀盘;3—阀座;4—导杆

吸、排阀是易损件。由于液体对阀盘的阀面与阀座的冲刷、腐蚀和工作时阀盘的撞击,使其配合面产生锈蚀和磨损,造成关闭不严。为此应定期检查,如发现有轻微斑痕时,可用研磨砂进行研磨;如蚀痕较深,则可先在车床上光车后再进行研磨。阀检修装配后应进行密封性、灵活性和连接紧固性检查后方能装机使用。

(四)填料箱

填料箱是一种设于活塞杆穿过泵缸处的防漏装置,它是用于防止吸入行程空气漏入泵内和排出行程泵内液体漏出的装置,允许少量滴漏,填料一般多采用软填料,它是由浸过黄油或石墨的棉纱绳或石棉绳编织而成。更换填料注意事项请参考离心泵有关部分。

(五)空气室

往复泵由于活塞作不等速运动,造成了泵的流量不均匀、吸排压力的波动和产生惯性压头损失等。装空气室的目的在于减小其影响。

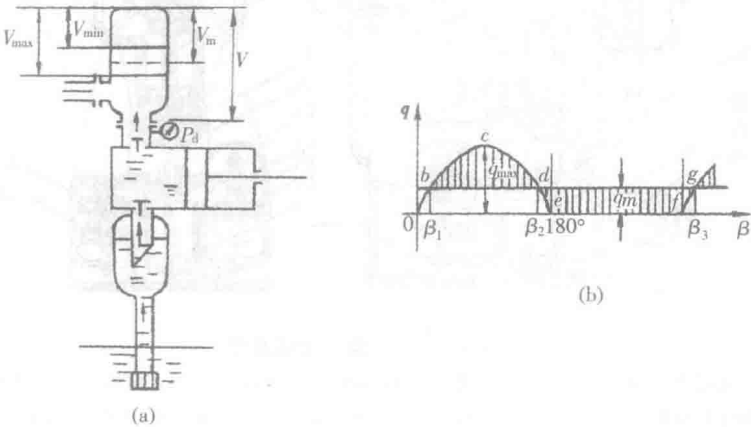


图 1-3 往复泵空气室工作示意图

空气室是内部充有一定数量空气的密闭容器。装在泵吸入口的称为吸入空气室;装于排

出口的称为排出空气室。其结构如图 1-3 所示,下面以排出空气室为例,说明空气室的工作原理。

在排出过程中,当泵的瞬时流量增大时,排压升高,进入空气室的液体压缩空气部分贮存空气室内;当瞬时流量减小时,排压降低,空气室内的空气膨胀,把前面贮存的液体逐渐压出,从而使空气室后的排出管路液体流量趋于均匀。

虽然空气室和泵之间的流量仍不均匀,但管路很短,排出过程液流的惯性影响大大减小。由于排出空气室内工作压力较高,空气易溶于水里被带走,空气室内的空气量会越来越少,使空气室的作用减弱甚至丧失。当泵的排压波动增大时,应向空气室补充压缩空气。安装时,排出空气室的进、出口应隔开,以防液体直通。

吸入空气室用以减小吸入过程的惯性压头损失,提高泵的吸入压力,其工作原理与排出空气室类同。由于吸入空气室内的压力较低,溶于液体中的气体会不断逸出,空气室中的空气量会越来越多,当吸入液面降至吸入短管的吸口时,造成吸入过程液流瞬时中断,发生液压冲击。为此,在吸入短管的下端周壁上钻有许多小孔或将下端做成斜切口或缺口形状。

五、电动往复泵的典型结构

图 1-4 所示为国产 2DSL-25/3 型船用双缸四作用电动往复泵的结构,船上多用作舱底水泵。该泵主要由减速齿轮箱 1、曲轴连杆机构 7、泵本体等组成。减速齿轮箱由电动机传动,经两级圆柱齿轮减速传至曲轴上。

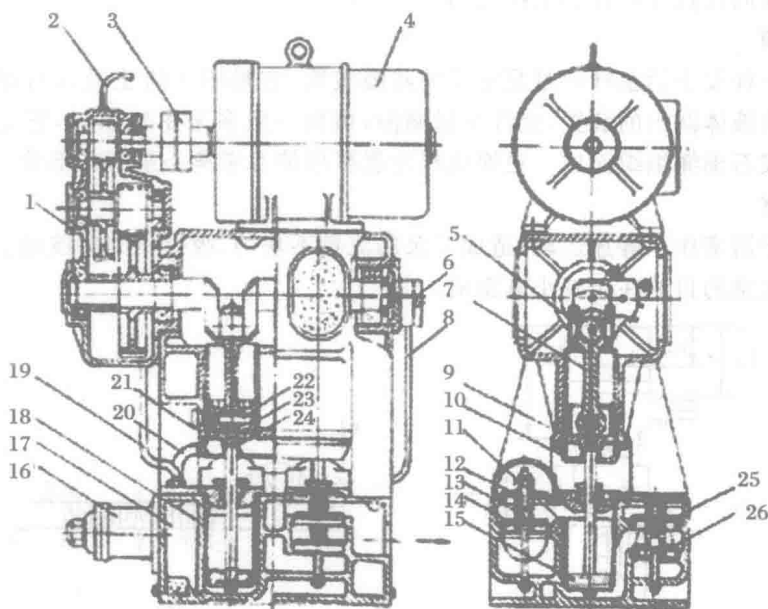


图 1-4 2DSL 型电动往复泵

- 1—减速齿轮箱; 2、8、19、20—油箱; 3—联轴器; 4—电机; 5—固定螺栓; 6—润滑油泵;
7—曲轴连杆机构; 9—十字头; 10—油盘 11—缸套; 12、25—排出阀; 13—阀杆; 14、26—吸入阀;
15—活塞; 16—安全阀; 17—滑油箱; 18—泵本体; 21—堵头; 22—十字头销; 23—卡簧; 24—活塞杆

曲轴连杆机构。曲轴由互成 90° 的两个曲柄构成,其右端驱动润滑油泵 6,为保证润滑,泵不能反转。通过十字头销,将曲轴转动与摆动转换为活塞杆往复直线运动。

泵部分主要由两个泵缸和阀箱构成。泵体内镶有青铜缸套,每一阀箱内装有两组盘阀,形成三个空间,其中上、中、下三层分别与排出管路、泵缸和吸入管路相通。在泵的排出端装有安全阀用以限制泵的最大工作压力,其开启压力应为 1.1~1.15 倍额定工作压力。

泵一般采用 40 号机润滑油,工作时轴承温度和滑油温度不应超过 70℃,滑油压力应保持在 0.08~0.25 MPa。

六、往复泵的日常管理、常见故障分析与处理

(一)往复泵的日常管理

1. 启动

(1)检查泵各部件的技术状况,检查泵内、外有无妨碍运动的东西,对刚检修过的泵先用人力转动 1~2 个往复行程;

(2)检查润滑油箱内的油量是否充足,并应该在需要人工加油的各摩擦部位加适量的润滑油;

(3)填料箱压盖不应歪斜,松紧要适当;

(4)查明电动机转向与泵的转向是否一致(防止供应润滑油的齿轮泵转向不对而造成不供油);

(5)全开管路上的吸入和排出截止阀,接通电源,启动泵。启动时如运转正常,各有关仪表的读数要符合要求,启动工作即告完毕。

2. 运转

泵在运转中,主要是通过看、听、摸、闻的方法来监视运转情况是否正常。

(1)看——看吸、排压力表读数是否在正常范围内,发现失常应及时采取措施,以免损坏泵;看填料箱有否过量漏泄现象,要有漏泄,但以不成线为宜;油箱的油量是否足够,油温是否正常;滑油压力是否在要求范围,滑油压力不得低于 0.147 MPa,油温不得超过 70℃。

(2)听——随时留心倾听泵各运动部件有无异响或不正常的响声。

(3)摸——用手触摸填料箱、减速箱,十字头及各轴承是否发热,一般不超过 70℃,用手摸以不烫手为宜。

(4)闻——注意电动机在工作时有无异常的气味。

3. 停车

(1)切断电源,使泵停止工作;

(2)依次关闭吸、排截止阀;

(3)外界温度低于 0℃时,应将泵缸内的存液全部放尽以防冻裂;

(4)长期停用时,泵应拆开,将水擦干,涂上油脂后再装配保管。

(二)常见故障分析与处理

往复泵的常见故障分析与处理见表 1-1

表 1-1 往复泵常见故障分析与处理

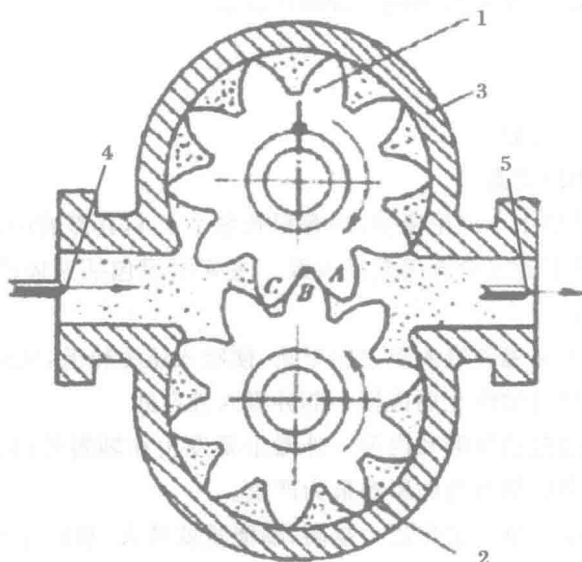
故障现象	故障原因	排除方法
1. 启动后不排水或排量不足	(1) 水柜无水 (2) 吸入或排出阀未开或开度不足 (3) 吸入管漏气 (4) 吸入滤网或底阀堵塞 (5) 胶木活塞环干缩 (6) 活塞环、缸套或填料磨损过大 (7) 安全阀弹簧太松 (8) 阀泄漏、损坏或搁起 (9) 吸高太大 (10) 吸入管或缸内产生汽蚀现象	补水 全开 查明漏处堵漏 清洗滤器或清除堵塞物 引水浸泡 换新或修复 更换弹簧 修阀或清除阀下杂物 降低泵的安装高度 减少管路或缸内流阻
2. 安全阀顶开或电机过载	(1) 排出截止阀未开 (2) 排出管路堵塞 (3) 排出压力过高安全阀未开 (4) 缸内落入异物卡死活塞 (5) 泵久置不用锈蚀 (6) 填料太紧	开截止阀 查明堵因, 排除堵物 查明并校验安全阀 取出异物 拆开除锈 调整或更换
3. 填料箱泄漏	(1) 填料失效 (2) 压盖未上紧 (3) 活塞杆变形	换新填料 拧紧压盖 修复活塞杆
4. 摩擦部件发热	(1) 摩擦间隙太小 (2) 滑油不足 (3) 摩擦面不干净	调整间隙 加足滑油 予以清洗后更换滑油
5. 缸内有异响	(1) 活塞松动 (2) 缸内有异物 (3) 填料过紧 (4) 活塞环断裂 (5) 传动件间隙太大 (6) 活塞环天地间隙太大 (7) 活塞杆的固定螺母松动 (8) 轴承松动 (9) 吸高太大, 吸管太长, 转速太高 (10) 空气室缺少空气产生水击现象	上紧固定活塞的螺母 取出 重新调节 更换新活塞环 予以调整 更换活塞环 上紧固定螺母 检修轴承 降低吸高、转速, 缩短管长 空气室充气
6. 阀箱内有异响	(1) 吸、排阀弹簧断裂或弹力不足 (2) 阀盘与升程限制器撞击	换新 减少阀的升程

第三节 齿轮泵

齿轮泵按齿形分为正齿泵、斜齿泵和人字形齿轮泵;按啮合方式分为外齿轮泵和内齿轮泵;按转动方向分为可逆转和不可逆转齿轮泵。

一、外啮合齿轮泵的基本结构和工作原理

如图 1-5 所示。齿轮泵结构主要由泵体 3、主动齿轮 1、从动齿轮 2 和泵轴等构成。



1-5 齿轮泵的工作原理图

1—主动齿轮；2—从动齿轮；3—泵体；4—吸入口；5—排出口

由主从动齿轮、泵壳和端盖构成左右两个工作空间，当主动齿轮按图示方向顺时针回转时，左腔齿轮退出啮合，容积增大压力降低而吸入液体；右腔齿轮进入啮合，容积减小压力升高而排出液体。只要齿轮连续回转，泵就不断地吸入和排出液体，实现液体的输送。

由工作原理可知：①齿轮泵轮齿退出啮合一侧为吸入腔，进入啮合一侧为排出腔，故泵不能反转；②吸、排空间是由径向（齿顶）间隙、轴向（端面）间隙和啮合间隙构成的；③齿轮均承受大小不等、方向不同的不平衡径向力，且从动齿轮大于主动齿轮。

二、齿轮泵的困油现象和影响泵容积效率的因素

（一）齿轮泵的困油现象

1. 困油现象

为了保证齿轮转动的连续和平稳，同时避免吸、排腔相互旁通，就会出现二对以上的轮齿同时啮合的情况，在两啮合线与泵端盖间形成一个封闭容积，称齿封容积或困油容积，随着泵的转动，此容积先缩小（困油压缩）后增大（困油膨胀）。

2. 困油现象的危害

- （1）油温升高而加快滑油变质；
- （2）齿轮和轴承负荷增加而降低泵的使用寿命；
- （3）导致泵的流量减小；
- （4）泵及系统产生振动和噪声，工作不平稳。

3. 消除困油现象的方法

(1)卸压槽法。卸压槽法是指在油泵两端盖内侧,沿两齿轮节圆公切线方向,相应于吸、排腔位置各挖的两个凹槽称为卸压槽。形式有对称卸压槽和非对称卸压槽两种。卸压槽法是我国泵类设计所推荐的方法,也是最常用的一种卸压方法。

(2)卸压孔法。

(3)修正齿形法。

(4)采用斜齿轮或人字齿轮。

(二)影响泵容积效率的因素

齿轮泵的实际流量总是小于理论流量,即容积效率小于1,其影响因素主要包括:

(1)吸油过程中,油液不能完全充满泵吸入腔。主要原因包括液体的流动阻力过大、泵的转速过高和泵吸高太大等。

(2)气体的影响。由于油温和吸入阻力的影响,使吸入压力较低,从而使外界气体进入、溶于油中的空气析出、油液自身的汽化而占据一部分吸入腔空间。

(3)泄漏的影响。泄漏包括外漏和内漏。外漏主要发生在轴封处;内漏包括轴向间隙、径向间隙和啮合间隙处,其中以轴向间隙影响最为严重。

(4)泵工作压力的影响。泵的工作压力越高,漏泄量就越大,泵的容积效率也就越低。

三、齿轮泵的工作特点

(1)具有容积式的共同特性(能自吸、可产生很高的压力、理论流量与工作压力无关)。

(2)齿轮泵的吸、排方向取决于原动机的回转方向,齿轮泵不能反转。

(3)流量连续,但存在脉动。流量脉动率与齿数和齿形有关。齿数多,脉动率小。

(4)主、从齿轮存在不平衡径向力。这是由于沿主、从动齿轮圆周方向液压力分布不均匀所致。工作压力越高,不平衡的径向力就越大。常采用缩小排油口油液的作用面积,以减小径向力。

(5)结构简单,价格低廉。

(6)摩擦面较多,且密封间隙较小,宜输送洁净且具有润滑性的油液。

四、可逆转齿轮泵

可逆转齿轮泵分为可逆转外齿轮泵和可逆转内齿轮泵。可逆转外齿轮泵与普通外齿轮泵在结构上的差别主要是在泵内多安装了4个单向阀,由于应用较少,在此不述。下面主要介绍可逆转内齿轮泵。

图1-6所示为带月牙形隔板可逆转的内齿轮泵,俗称月牙泵,它常用作制冷压缩机轴带润滑油泵。

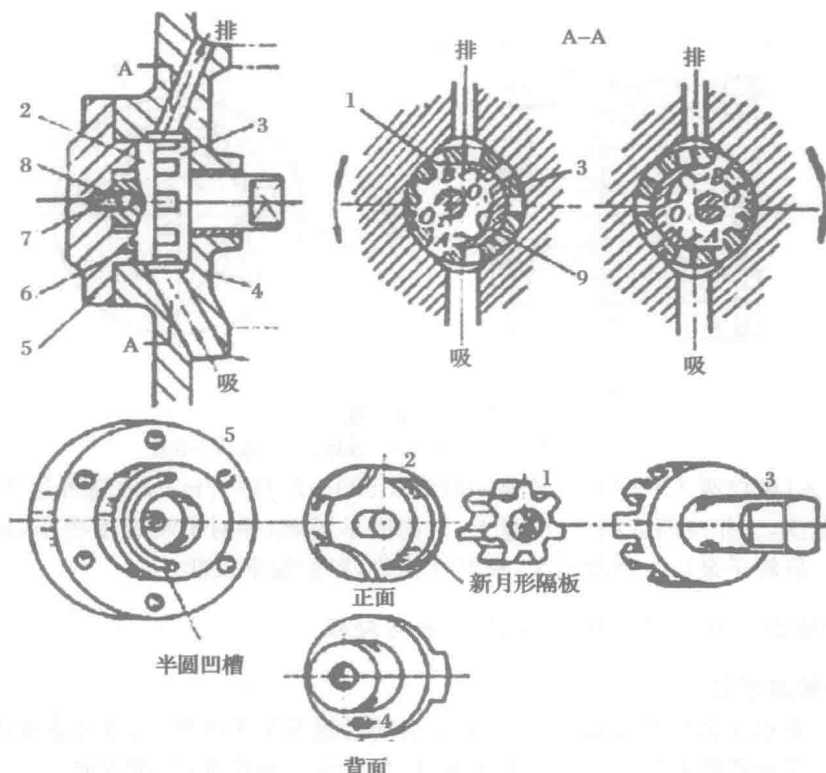


图 1-6 可逆转内齿轮泵结构图

1—齿轮；2—底盘；3—齿环；4—泵体；5—盖板；6—销钉；7—弹簧；8—钢球；9—月牙形隔板

齿环 3 通常与泵轴制成一体，作主动齿轮。齿轮 1 直径较小，作从动齿轮，滑套在底盘 2 的偏心短轴上。底盘 2 的正面还加工有月牙形隔板 9，背面装有限位销钉 6，销钉一端伸入盖板 5 的半圆形凹槽中；底盘的直径与齿环的外径相同，两者的圆心重合；在底盘背面的中心孔内装有弹簧 7 和钢球 8，即使齿环与齿轮的端面轻贴，又使底盘于盖板之间有一合适的间隙。齿环包容齿轮并带动齿轮作同向旋转。

如图中 A-A 剖面所示，当泵轴作逆时针方向旋转时，齿环对齿轮啮合齿的作用力传至偏心短轴上，使底盘以钢球为中心也逆时针回转，直至销钉 4 转至半圆凹槽的终端为止，月牙形隔板刚好处在左图所示位置。此时，齿环、齿轮在下半周脱离啮合而吸油，在上半周进入啮合而排油。

当泵轴作顺时针方向旋转时，齿环对齿轮啮合齿的作用力传到偏心短轴上，该力对底盘的中心产生一转矩，使底盘以钢球为中心作顺时针回转，直至销钉 4 由凹槽的下端转至上部终端，月牙形隔板也相应随底盘转过 180° ，如右图所示位置。此时，齿环、齿轮仍在下半周脱离啮合而吸油，在上半周进入啮合而排油，即泵的吸、排方向保持不变。

五、转子泵的基本结构及工作原理

如图 1-7 所示。其外转子 2 比内转子 1 多 1 个齿，两者的圆心 O_2 、 O_1 偏心，转向相同，转速不等。转子啮合线与前盖 5 和后盖 6 形成若干个密封腔。转轴 3 带动内、外转子转动时，密