

高等学校教学用书

船舶辅机学

上册

张永令 侯增源 编



上海海运学院

前 言

本书是在本院辅机教研室78年所编一套船舶辅机教材的基础上进行改编的。主要依据是教育部有关教材篇幅的规定、修订的轮管专业教学大纲、以及经过连续五年院内外教学实践的经验总结。

为适应我国远洋运输事业的飞速发展，以及相应的教学改革的需要。新编教材着重注意基础理论和实际应用相结合、技术先进性和典型性相结合、知识面的广度和深度相结合。尽量做到理论联系实际、少而精、学以致用。

在本书编写过程中，得到各方面的大力支持，谨在此一并表示感谢。

由于水平有限，时间仓促，错误与不妥之处在所难免，敬希批评指正

八四年十一月

目 录

第一篇 液压甲板机械

第一章 油泵	(3)
§ 1—1 齿轮泵	(3)
一、齿轮泵的基本工作原理	(3)
二、齿轮泵的典型结构	(4)
三、齿轮泵的其它结构型式	(8)
§ 1—2 螺杆泵	(9)
一、螺杆泵的基本工作原理	(9)
二、螺杆泵的典型结构	(11)
§ 1—3 叶片泵	(14)
一、叶片泵的基本工作原理	(14)
二、叶片泵的典型结构	(15)
§ 1—4 径向柱塞泵	(17)
一、径向柱塞泵的基本工作原理	(17)
二、径向柱塞泵的典型结构	(18)
§ 1—5 轴向柱塞泵	(24)
一、轴向柱塞泵的基本工作原理	(24)
二、轴向柱塞泵的典型结构	(25)
§ 1—6 油泵的使用、管理和维修保养	(30)
一、一般通则	(30)
二、各种类型油泵的常见故障	(30)
三、油泵流量、扭矩和功率的估算	(32)
第二章 低速大扭矩油马达	(34)
§ 2—1 柱塞连杆式油马达	(34)
§ 2—2 静力平衡式油马达	(37)
§ 2—3 内曲线多作用式油马达	(39)
第三章 控制阀	(42)
§ 3—1 压力控制阀	(42)
一、溢流阀	(42)
二、减压阀	(43)
三、顺序阀	(44)
§ 3—2 流量控制阀	(46)
一、节流阀	(46)

二、单向节流阀·····	(46)
三、调速阀·····	(47)
四、行程节流阀·····	(48)
§ 3—3 方向控制阀·····	(49)
一、单向阀·····	(49)
二、换向阀·····	(50)
第四章 液压装置的使用和管理 ·····	(55)
§ 4—1 液压油的选用·····	(55)
§ 4—2 维护液压装置的清洁·····	(59)
§ 4—3 安装、维修和保养·····	(59)
第五章 电动液压舵机 ·····	(61)
§ 5—1 概述·····	(61)
§ 5—2 船舶对舵机的要求·····	(63)
§ 5—3 电动液压舵机的组成和工作原理·····	(63)
一、推舵机构·····	(64)
二、舵机液压系统·····	(76)
三、操舵控制系统·····	(79)
§ 5—4 电动液压舵机实例分析·····	(92)
一、“风”字号船舶电动液压舵机·····	(92)
二、“丰”字号远洋轮电动液压舵机·····	(97)
三、“亨”字号远洋轮电动液压舵机·····	(100)
四、AEG型转叶式电动液压舵机·····	(102)
§ 5—5 电液舵机的管理·····	(103)
一、舵机液压系统管理的一般原则·····	(103)
二、使用前的准备·····	(104)
三、运行中的管理·····	(105)
四、停泊时的管理·····	(105)
五、故障及其排除·····	(105)
第六章 液压起货机和舱口盖 ·····	(107)
§ 6—1 液压起货机·····	(108)
一、基本工作原理和特点·····	(108)
二、双吊杆式液压起货机·····	(108)
三、单吊杆式液压起货机·····	(114)
四、回转式液压起货机——液压克令吊·····	(115)
§ 6—2 液压舱口盖·····	(124)
一、甲板置油缸式液压舱口盖·····	(124)
二、舱盖板置油缸式液压舱口盖·····	(126)
三、油马达式液压舱口盖·····	(128)
四、螺旋油缸式液压舱口盖·····	(131)

§ 6—3 使用实例·····	(133)
“长风”轮液压起货机和舱口盖·····	(133)
第七章 液压起锚机和绞缆机·····	(137)
第二篇 水泵	
第八章 离心泵·····	(143)
§ 8—1 离心泵的基本理论·····	(143)
一、离心泵的基本结构及工作原理·····	(143)
二、离心泵的基本参数·····	(143)
三、流体在叶轮里的流动、速度三角形·····	(145)
四、离心泵的基本方程式·····	(146)
五、叶片型式对压头的影响·····	(148)
六、离心泵的性能曲线·····	(149)
七、泵的运行和调节·····	(156)
八、离心泵的相似理论和比转数·····	(161)
§ 8—2 离心泵的结构和性能特点·····	(165)
一、离心泵的分类·····	(165)
二、离心泵的性能·····	(165)
三、输送粘性液体时离心泵的性能·····	(169)
四、离心泵的几何安装高度与汽蚀现象·····	(171)
五、离心泵的构造、拆装和检修·····	(173)
六、船用离心泵的结构实例·····	(187)
七、船用离心泵的吸入自动化·····	(194)
八、船用离心泵的运行管理及故障排除·····	(202)
第九章 旋涡泵·····	(206)
§ 9—1 旋涡泵的工作原理·····	(206)
§ 9—2 旋涡泵的性能·····	(208)
一、旋涡泵的性能曲线·····	(208)
二、旋涡泵的汽蚀性能·····	(209)
§ 9—3 典型结构·····	(209)
第十章 往复泵·····	(215)
§ 10—1 往复泵的基本构造·····	(215)
§ 10—2 往复泵的排量、容积效率和排量不均匀度·····	(218)
§ 10—3 吸入过程和排出过程·····	(221)
§ 10—4 空气室·····	(225)
§ 10—5 往复泵的主要零件·····	(227)
§ 10—6 电动往复泵·····	(231)

附录 I 液压系统图图形符号对照表

附录 II 常用单位和国际单位的符号和换算

第一篇 液压甲板机械

在现代船舶上，应用液压传动的地方很多。例如舵机，现在绝大多数都已采用液压传动；液压起货机的应用日益广泛；其它如锚机、绞缆机、舱口盖、特种装备等采用液压传动的型式也相继增多。

液压传动的工作原理见图0—1。

油泵1由电动机驱动旋转，经过滤网6，从油箱7中吸油，并将有压力的油液送入工作管路系统。从油泵打出的压力油作为液压能源使油缸或油马达动作，以完成各项工作，例如推舵或开启舱口盖等。

从油泵1到油缸5之间，设置有若干控制阀。其中溢流阀2是用来控制工作油液的最大工作压力的；换向阀4是用来改变油液流动方向，使油缸活塞向左或向右移动；节流阀3是调节油缸活塞的移动速度快慢的。

由上可知，液压传动系统是由三个主要部份组成：

1. 油泵能源装置。它将电动机输出的机械能转换成为油液的压力能，供给液压系统。

2. 油压执行装置。它可能是直线往复运动的油缸，或者是旋转运动的油马达。均是在油压的作用下产生运动和作功，完成船舶上各种机械的动作要求。

3. 控制调节装置。例如系统中溢流阀控制压力；换向阀控制液流方向；节流阀调节运动速度等。

除此之外，为了保证整个液压传动的可靠运行和工作完善，在液压系统中设置有各种辅助元件和测示仪表。例如油箱、油滤器、压力表、流量计等。

液压传动在船舶上能够得到迅速发展，是与它具有的若干优越性能分不开的。例如：

1. 液压传动与机械传动、电力传动相比较，在相同的输出功率条件下，它的体积和重量减小。反过来说，也就是在相同的重量、体积与所占舱位容积的条件下，液压传动能够输

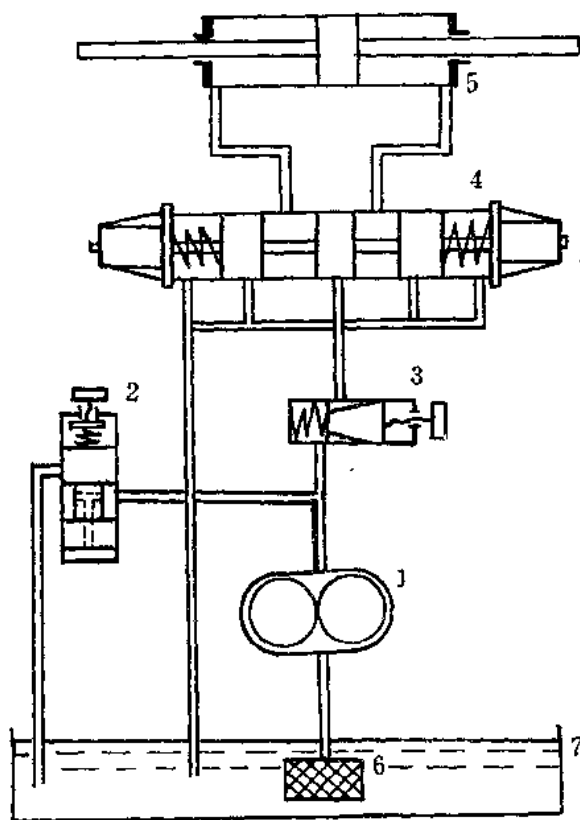


图0—1 液压传动工作原理

1—油泵；2—溢流阀；3—节流阀；4—换向阀
5—油缸；6—滤网；7—油箱。

出大得多的力、力矩或功率。因而它更适应船舶大型化、高速化的发展；

2. 调速范围大，可较方便地实现无级调速；

3. 工作平稳，换向冲击小。提高了工作的安全性和机构的可靠性。同时也可以延长机器的使用寿命；

4. 操纵简单，便于与电气装置联合实现遥控和自动化；

5. 液压传动元件大多在油液中工作。具有自动润滑性能，并且易于实现过载保护，因而使用管理方便，工作寿命长；

6. 传动机构布置较为方便。

虽然，液压传动也存在着一些缺点，例如应用不当常会引起油液的泄漏，因而污染机舱或货物；油液对温度的影响较为敏感；发生故障后的检查和排除需要有一定的专业知识等，但这些问题随着科学技术的发展和使用经验的积累已经逐步得到解决。

第一章 油 泵

油泵在液压传动系统中的功用是：将机械能转换成油液的压力能，并将有压油输送到执行机构中去作功。因此，它是能量转换装置，是整个液压传动的能源部份。

油泵的种类很多，在船舶液压装置中常用的有：齿轮泵、滑片泵、螺杆泵、径向柱塞泵和轴向柱塞泵。它们都是利用工作空间的容积变化来吸入或排出油液进行能量传递的，故称为容积式油泵。

按它的工作压力可分成：

低压泵——工作压力在25公斤力/厘米²以下；

中压泵——工作压力在25~80公斤力/厘米²；

中、高压泵——工作压力在80~160公斤力/厘米²以下；

高压泵——工作压力在160~320公斤力/厘米²以下。

油泵又可分为定量泵和变量泵：

定量泵——当转速一定时，它的排量是固定不变的；

变量泵——当转速一定时，它的排量是可以利用变量机构来改变的。一般变量泵可以实现双向变量，即变向。

在船舶上，油泵的应用很广泛，有主机润滑油泵、冷却油泵、燃油输送泵、驳油泵、舵机主油泵和辅助油泵、液压起货机、锚机以及各种液压装置的油泵。

油泵图形符号示于图1—1。

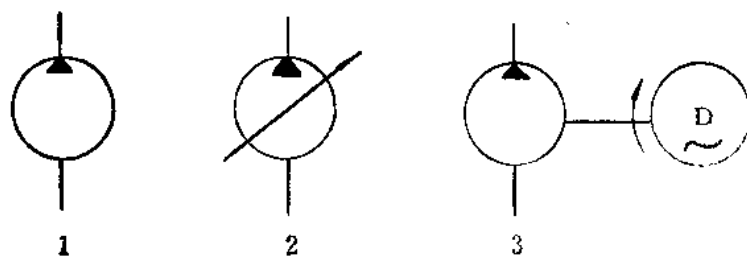


图1—1 油泵图形符号

1—定量泵 2—变量泵 3—电动机与油泵组合的能源装置

§ 1—1 齿 轮 泵

一、齿轮泵的基本工作原理

齿轮泵是由一对啮合齿轮、泵壳、以及两侧端盖所组成。它的工作原理示于图1—2。齿轮1装在由原动机带动作等速旋转的主动轴上，称为主动齿轮；齿轮2装在从动轴上，称

为从动齿轮。由泵体3和两侧端盖形成的密闭空间，被两个啮合齿轮隔成两个互相隔离的空腔——与吸入管4相通的吸入腔和与排出管5相通的排出腔。当泵轴带动齿轮按图示方向转动时，啮合着的轮齿C就逐渐退出啮合，使吸入腔的密闭空间容积逐渐扩大，压力相对降低，油液就从吸入管流进来补充，这就是齿轮泵吸入端吸油的原理。吸入的油液将随着齿轮的转动而从齿轮的外围空腔带到排出腔。由于轮齿A的啮入占有了齿间的容积，使排出腔的密闭空间容积逐渐缩小，将油挤出，压力相应增高，油液就从排出管输出。这就是齿轮泵排出端排油的原理。

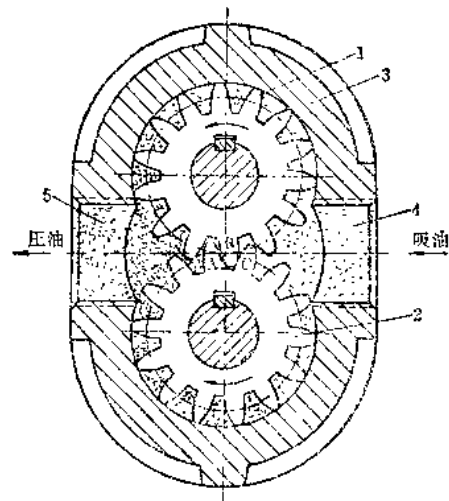


图1-2 齿轮泵的工作原理

1—主动齿轮；2—从动齿轮；3—泵体
4—吸入管；5—排出管

齿轮泵的吸入性能和排出性能是由加工精度和密封性能来保证的。为了要使齿轮在泵壳中灵活转动，在齿轮外周与泵体之间，在齿轮两侧和端盖之间必须要有一定的间隙。间隙越小，密封性能越好，使齿轮泵的吸入高度大，排出压力高，油液通过缝隙的漏泄少，效率高。但是过小的间隙会影响到转动的灵活性，机械摩擦增加，降低机械效率。若间隙过大则往往使油液从缝隙中漏泄，在吸入端不能形成必要的吸油压力，或者排出压力上不去，容积效率低，甚至不能正常工作。在使用过程中可能常要遇到这样的情况，造成这种情况的原因，可能是油泵使用时间较长产生磨损使密封间隙过大，或者是由于油液清洁度差，加剧了油泵的磨损。

若油泵经拆修试运转时发现油泵不正常的温升过高，则可能是由于安装不当使径向间隙或侧面间隙太小引起机械摩擦增加所造成的。

齿轮泵的排油是连续的，但并不绝对均匀。排量的不均匀度取决于齿轮的形状、齿数和转速等因素。

齿轮泵的吸入口和排出口是根据齿轮旋转的方向而确定的。有的齿轮泵吸入口和排出口的大小不一样，则大的为吸入口，小的为排出口。

齿轮泵的体积小，重量轻，结构简单，工作可靠，维护方便，但是一般结构的齿轮泵所能达到的工作压力有限，因此广泛用在压力不高的液压系统。

二、齿轮泵的典型结构

1. CB型齿轮油泵

CB型齿轮油泵，工作压力为25公斤力/厘米²，流量为2.5—125升/分，是国产的定型系列产品。它的结构如图1-3所示。一对齿轮装在泵体3中，由传动轴5通过键带动回转。两根齿轮轴分别装在具有滚针轴承2的两侧端盖1和4中。小孔a为泄油孔，使泄漏出的油液经从动齿轮的中心小孔c及通道d流回吸油腔。在泵体3的两端面上各铣有卸荷槽b，由侧面泄漏的油液经卸荷槽流回吸油腔，这样可以降低泵体与端盖接合面间泄漏油的压力，以减少紧固螺钉的拉力。

CB型齿轮泵采用了泵体和两侧盖的三片分离式结构，装配后油泵的轴向间隙，即齿

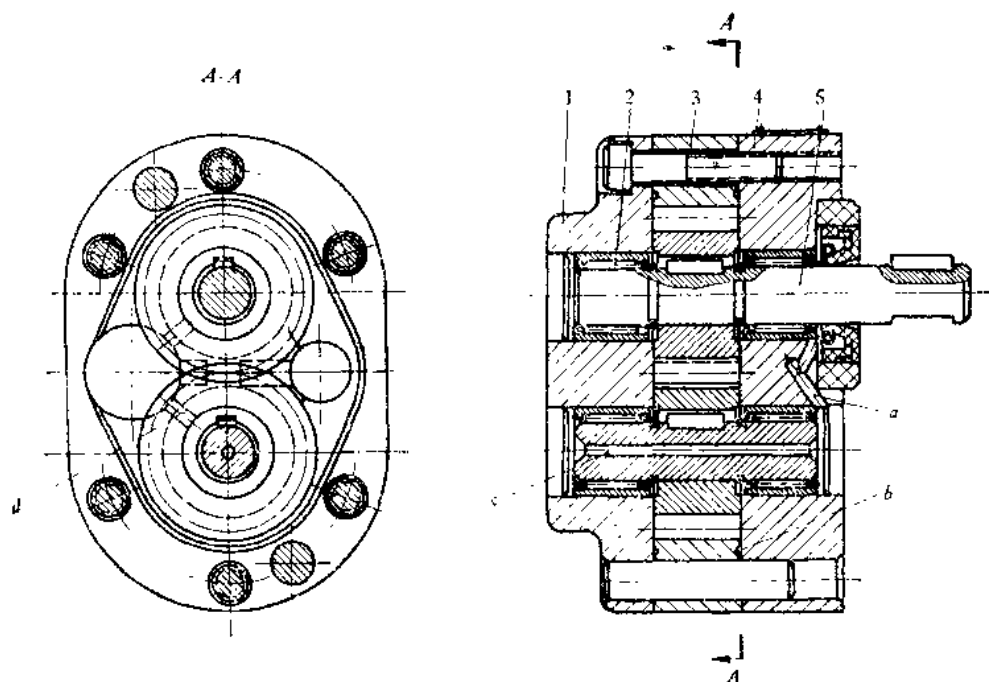


图1-3 CB型齿轮油泵

1—后端盖；2—滚针轴承；3—泵体；4—前端盖；5—主动轴

端面和侧盖之间的端面间隙，直接由齿轮厚薄的尺寸和公差来决定，较为容易控制。轴向间隙的泄漏面积大，泄漏路程短，对容积效率影响较大。三片分离式结构使轴向间隙在工艺上容易保证。CB型齿轮泵轴向间隙为0.03~0.04毫米，容积效率和机械效率可达90%以上。

齿轮油泵中的径向压力分布是不均匀的，在吸油腔的压力最低，一般低于大气压力；压油腔的压力最高，即工作压力。由于齿顶与泵体内表面有径向间隙，在齿轮外圆上从压油腔到吸油腔的油压是逐步降低的。压力分布如图1-4所示。它的径向合力 P_1 和 P_2 分别作用在二根齿轮轴上，使轴承受到单向压力，影响到轴承的使用寿命。CB型齿轮泵采用缩小压油口的方法，使油压作用在齿轮上的面积缩小，以减少齿轮轴上的径向不平衡力。由于径向不平衡力的作用，轴要产生一些弯曲变形，为了不使齿顶和泵

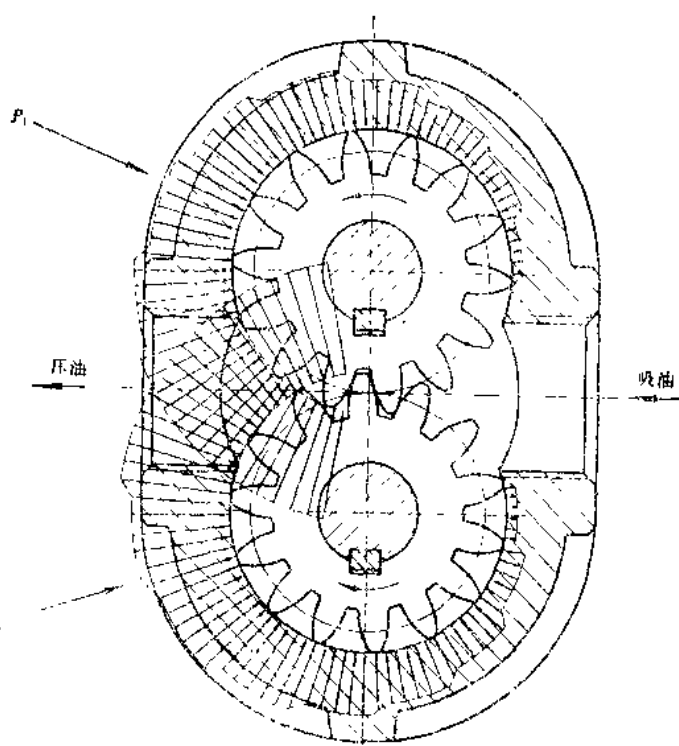


图1-4 齿轮油泵中的径向压力分布

体接触产生机械摩擦，CB型泵将径向间隙增加到0.13~0.16毫米。由于圆周密封带较长，对容积效率影响不显著。

CB型齿轮泵采用在两侧端盖上铣两个卸荷槽的措施来消除困油现象。困油现象是这样产生的：齿轮泵为了能连续供油，要求齿轮的重迭系数 ϵ 大于1。也就是说在一对牙齿脱开之前，后面的一对牙齿要进入啮合。在一小段时间内，要有两对牙齿同时啮合。这样在两对啮合牙齿的中间形成一个封闭的油液空间，如图1—5 a)所示。当齿轮继续旋转时，这个封闭空间的容积逐渐减小，直到两个啮合点A、B处于节点两侧的对称位置时，如图1—5 b)所示，空间容积达到最小。由于油液的可压缩性很小，封闭空间的容积在减小过程中，被困的油液就受挤压而压力急剧升高，使齿轮和轴承受到很大的径向力。齿轮继续旋转，这个封闭空间的容积又逐渐增大，直到图1—5 c)所示的最大位置。在容积增大的过程中，产生部分真空，使溶于油液中的空气分离出来，油液也要蒸发汽化，破坏了油泵工作的平稳性，出现噪音。这就是齿轮油泵的困油现象。它使齿轮泵的工作不平稳，噪音大，寿命低。为了消除困油现象，在两侧盖上开卸荷槽，如图1—5 d)中虚线所示。卸荷槽的尺寸 a 应保证困油空间在到达最小位置以前和压油腔连通，过了最小位置后和吸油腔连通。但 a 不能过小，否则压油腔和吸油腔沟通而引起泄漏，将使容积效率降低。

2. CY型齿轮油泵

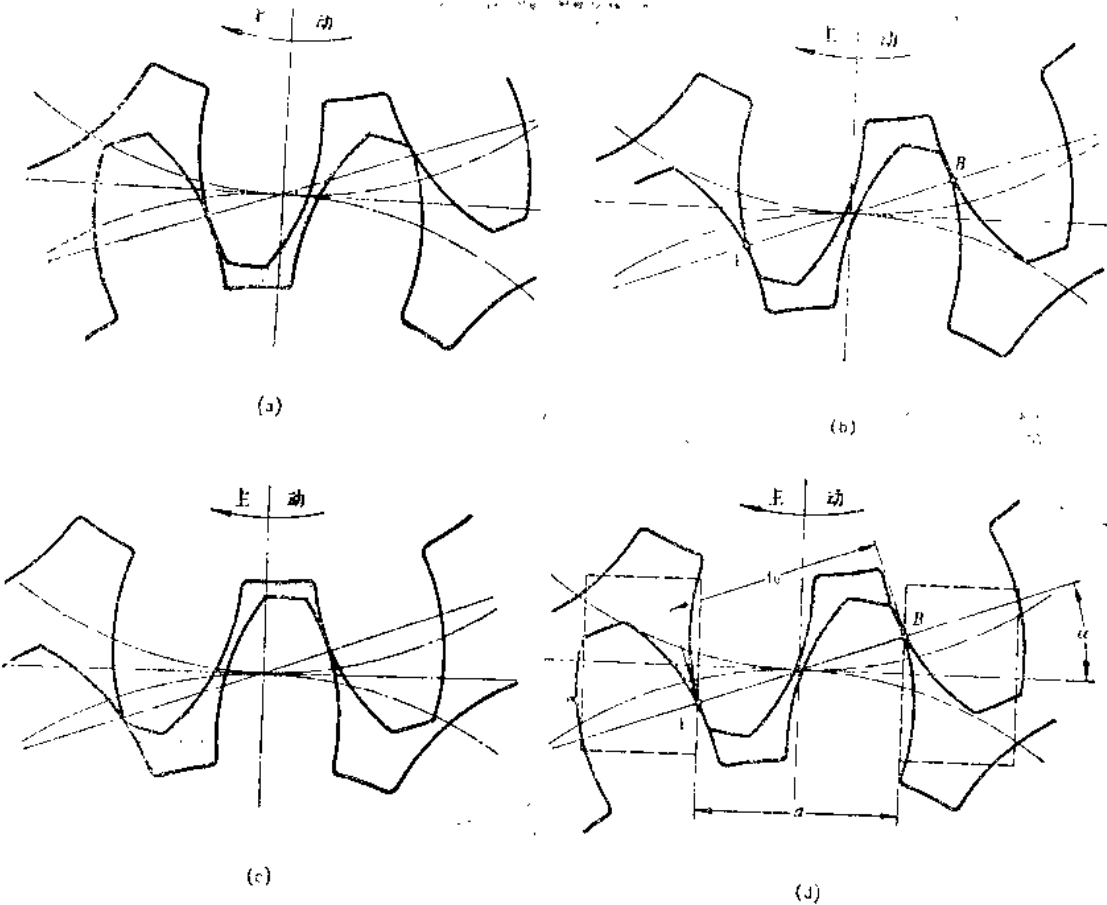


图1-5 齿轮油泵困油现象

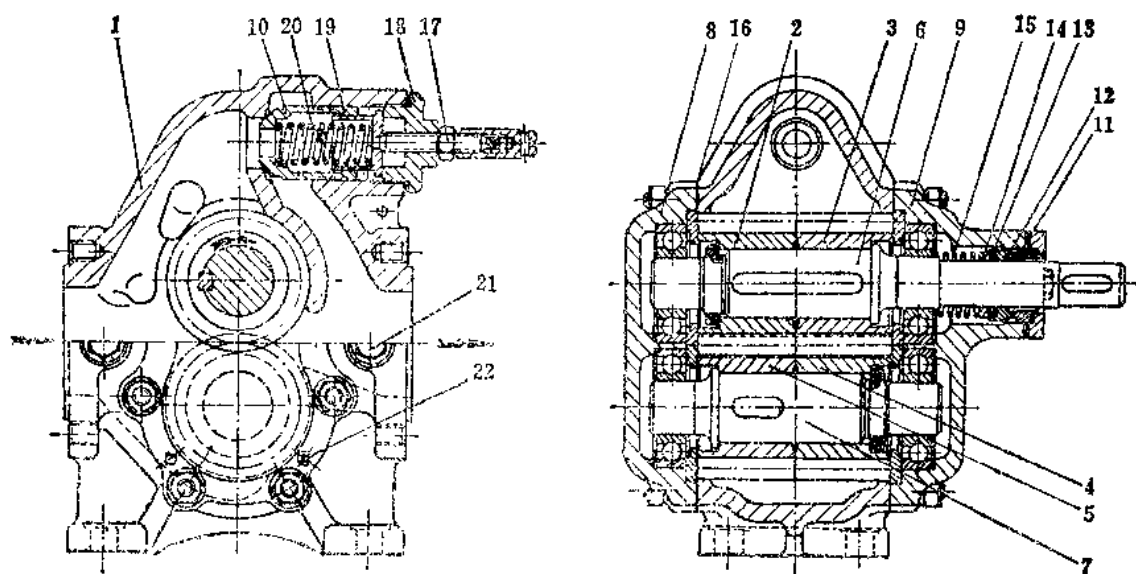


图 1-6 CY型齿轮油泵

1—泵体；2、3—主动齿轮；4、5—从动齿轮；6—主动轴；7—从动轴；8、9—端盖；10—安全阀；11—静密封环；12—动密封环；13—密封圈；14—弹簧座；15—弹簧；16—纸垫；17—锁紧螺母；18—封盖；19—弹簧座；20—弹簧。

CY型齿轮油泵是国产低压油泵系列产品。工作压力为 $2.8 \sim 25$ 公斤力/厘米²，流量为 $1.08 \sim 38$ 米³/小时。现以系列中2CY29/3.6—1型齿轮油泵为实例说明其结构。CY前面的2表示齿轮数，29表示排量29米³/小时，3.6表示工作压力为3.6公斤力/厘米²，末位数1表示型式。

油泵的主要组成部分是：泵体1，主动齿轮2和3，从动齿轮4和5，主动轴6，从动轴7，端盖8和9，安全阀10。

主动齿轮2和3分别为右螺旋齿轮和左螺旋齿轮，拼成一个人字齿轮，用平键安装在主动轴6上，由电动机带动。从动齿轮4和5也分别为右螺旋齿轮和左螺旋齿轮。齿轮5以平键固装于从动轴7上，而齿轮4则空套在从动轴上，这样可使啮合传动具有一定的自动调整位置的能力，以补偿加工和安装时可能出现的误差。齿轮是用螺帽固定在轴的凸肩上的。齿轮两端面并不与端盖8和9直接配合，中间还有两块加工良好的盖板，泵体和盖板组成齿轮泵的工作空间。两根泵轴都装在单列向心滚动轴承上。由加工保证两轴的平行和中心距的准确。在泵轴6的出轴端，设有机械密封装置以防泄漏。机械密封装置的主要构件是静密封环11和动密封环12，静密封环用垫片及止动销安装在轴封盖上，动密封环则要通过密封圈13、弹簧座14、弹簧15而与轴一起旋转。这样，油液既不能沿轴向通过密封圈13，也不能沿径向通过动环和静环的密封面漏出，造成了比较好的密封条件。密封的好坏，与动静环摩擦面上的光洁度有很大的关系。在泵体的前后盖板与泵体之间，垫有纸垫16，以防油液外漏。调整这种纸垫的厚度，就能改变齿轮的轴向工作间隙。

油泵的工作压力是利用安全阀10来调整的。安全阀的阀体是一个圆柱形带有凸肩的差动式活塞。当压力超过限时，阀上弹簧就受压而使阀开启，沟通排吸两腔，达到泄压和保护的目的。该型油泵的旋转方向在泵上都有标明，是不能反向工作的。这是因为安全阀的工作方向是一定的。

三、齿轮泵的其它结构型式

齿轮油泵随着性能和用途不同，有多种不同的结构型式。上述外啮合齿轮泵是最常用的一种，一般简称为齿轮泵。此外有内啮合齿轮泵，高压齿轮泵，可逆转齿轮泵。

1. 高压齿轮泵

外啮合齿轮泵由于结构简单，成本较低，在液压系统中得到广泛的应用。但是由于齿侧端面和端盖的轴向间隙、齿顶圆和壳体的径向间隙、齿轮啮合处的齿面间隙造成了油液的泄漏，阻碍了工作压力的提高。例如CB型和CY型齿轮油泵额定工作压力最大为25公斤力/厘米²，为了要得到高压，就必须采取适当的措施。较为有效的是减少齿轮轴向间隙。但若采用在制造上减少轴向间隙的方法，将不仅增加制造中的困难，并且零件的磨损将引起间隙迅速增加，不能达到目的。因此目前在高压齿轮泵中，为了提高工作压力和容积效率，采用液压补偿轴向间隙的方法较为普遍。具体的结构型式很多，现以图1—7说明其工作原理。图中出油口处有一小孔A，通过小孔将有压油引入阀1的底部，通过压盖2将齿轮侧面的活动端块4压紧，以消除齿轮的轴向间隙。这样在端面磨损后，能自动补偿间隙。图中弹簧3是为了保证油泵启动时所需要的压紧力，泄漏的油液经小孔B回到吸入口。

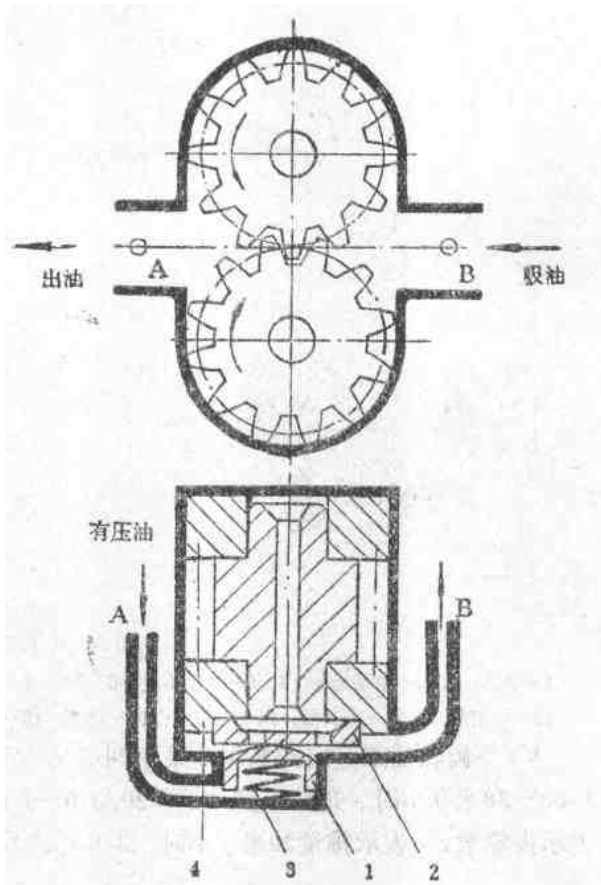


图1—7 高压齿轮泵

1—阀；2—压盖；3—弹簧；4—活动端块；

通过压盖2将齿轮侧面的活动端块4压紧，以消除齿轮的轴向间隙。这样在端面磨损后，能自动补偿间隙。图中弹簧3是为了保证油泵启动时所需要的压紧力，泄漏的油液经小孔B回到吸入口。

2. 可逆转齿轮泵

对于有些可逆转的机器，在逆转时仍需要保持良好的润滑。这时由机器主轴导动的润滑油泵就需要在油泵主动轴反转的情况下仍保持同样的供油方向。解决这个问题，可在油泵的吸、排油管路上，安装四只单向阀，如图1—8所示。当油泵主动轴按逆时针方向转动时，阀1、3开启，而阀2、4则受压关闭，油泵从进油口吸油，而从出油口排油。若油泵主动轴反转，即按顺时针方向转动，齿轮泵本身的吸排方向就发生变化。但这时由于单向阀1、3已被自动关闭，阀2、4则被打开，所以油液在进出口处的流动方向不变，

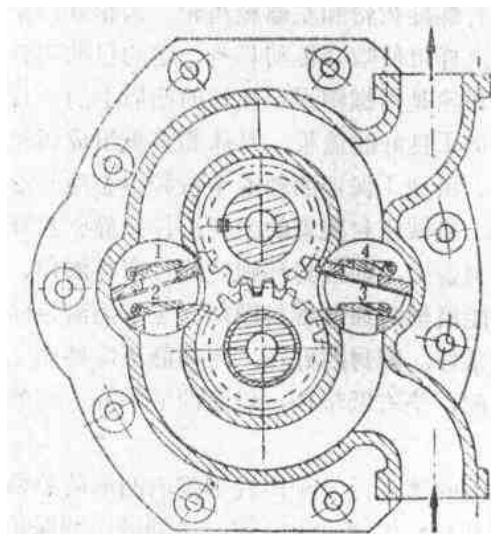


图1—8 可逆转齿轮油泵

1、2、3、4—阀

这样就能将润滑油仍按原定方向送到各润滑部位。

3. 内啮合齿轮泵

内啮合齿轮泵，或简称内齿轮泵，其结构更紧凑，外形尺寸更小，常用来作为机器的润滑油泵。它的结构和工作原理如图 1—9 所示。内齿轮泵主要构件有：泵体 6、内齿轮 5、外齿轮 4、月牙形隔板 3。内齿轮和外齿轮都可以作主动轮。现在假设内齿轮为主动轮，由泵轴带动，逆时针方向旋转时，外齿轮也跟着同方向转动。月牙形隔板是不动的，它将油泵分隔成两个空间，转动时右边为吸入腔，左边为压出腔。月牙形隔板与一端的盖板可做成一体。对于小型内齿轮泵，由于齿数较少，齿形往往用适当的弧线来代替。泵中设有带弹簧的密封块 1 和 2 是为了保证泵体与内齿轮外圆周间的密封。

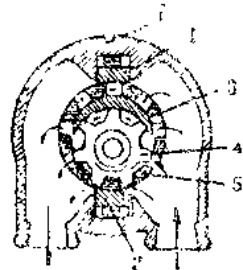


图 1—9 内齿轮油泵
1、2—密封块；3—月牙形隔板；4—外齿轮；5—内齿轮；6—泵体；

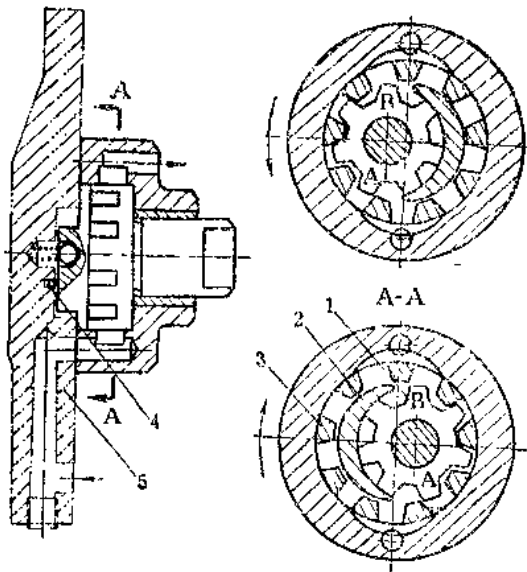


图 1—10 可逆转内齿轮泵
1—外齿轮；2—月牙形隔板；
3—内齿轮；4—销钉；5—盖板；

内齿轮泵也可以做成可逆转的。当泵轴反向旋转时，维持供油的方向不变。这种可逆转的内齿轮泵的结构基本上与上述内齿轮泵相同，只要使月牙形隔板，在泵轴反转时，从原来的位置上，转动 180° 就可以了。如图 1—10 所示。内齿轮 3 带动外齿轮 1 旋转，月牙形隔板 2 的底板上装有销钉 4，在盖板 5 的相应位置上开有半圆槽，以使销钉能在半圆槽中转动。这样，当泵轴作顺时针方向回转时，销钉卡住在半圆槽的一端，而使隔板 2 停留在左侧位置上；当泵轴作逆时针方向回转时，内齿轮作用在外齿轮上的力，使外齿轮和月牙形隔板绕泵体中心转动，一直到月牙形隔板的底板上的销钉 4 沿半圆槽转到半圆槽的另一端被阻挡住为止，这时月牙形隔板 2 转动 180° 而位于右侧，因此主动齿轮旋转方向虽然改变但是油泵的吸排油方向仍保持不变。

§ 1—2 螺 杆 泵

螺杆泵是利用啮合螺杆回转时封闭容积的变化完成吸油和压油工作的。

螺杆泵在船舶上是常见的一种泵，经常用作主机滑油泵、燃油泵、舵机液压系统中的工作油泵。

一、螺杆泵的基本工作原理

常用螺杆泵一般是由一根主动螺杆和两根从动螺杆所组成。三根螺杆互相啮合，安装在

泵体内。位于中间的主动螺杆和二根从动螺杆的齿形由成对摆线共轭曲线所组成。如图1—11所示。螺杆的啮合线把主动螺杆的螺旋槽分割成若干密封容积。当主动螺杆回转时，就带动从动螺杆回转，它们的螺纹相互啮合，随着空间啮合曲线的移动，密封容积就沿着轴向移动。这相当于在一个螺杆副中，当螺杆回转时，被限制转动的螺帽必然沿螺杆作轴向移动一样，密封容积中油液会从一端移到另一端。主动螺杆每转一周，各密封容积就移动一个导程 T 。在吸油腔一端，密封容积逐渐增大，完成吸油过程，在压油腔一端，密封容积逐渐缩小，完成压油过程。

在三螺杆泵中，通常都采用双头螺杆，它所形成的密封容积如图1—12所示。图中AB—

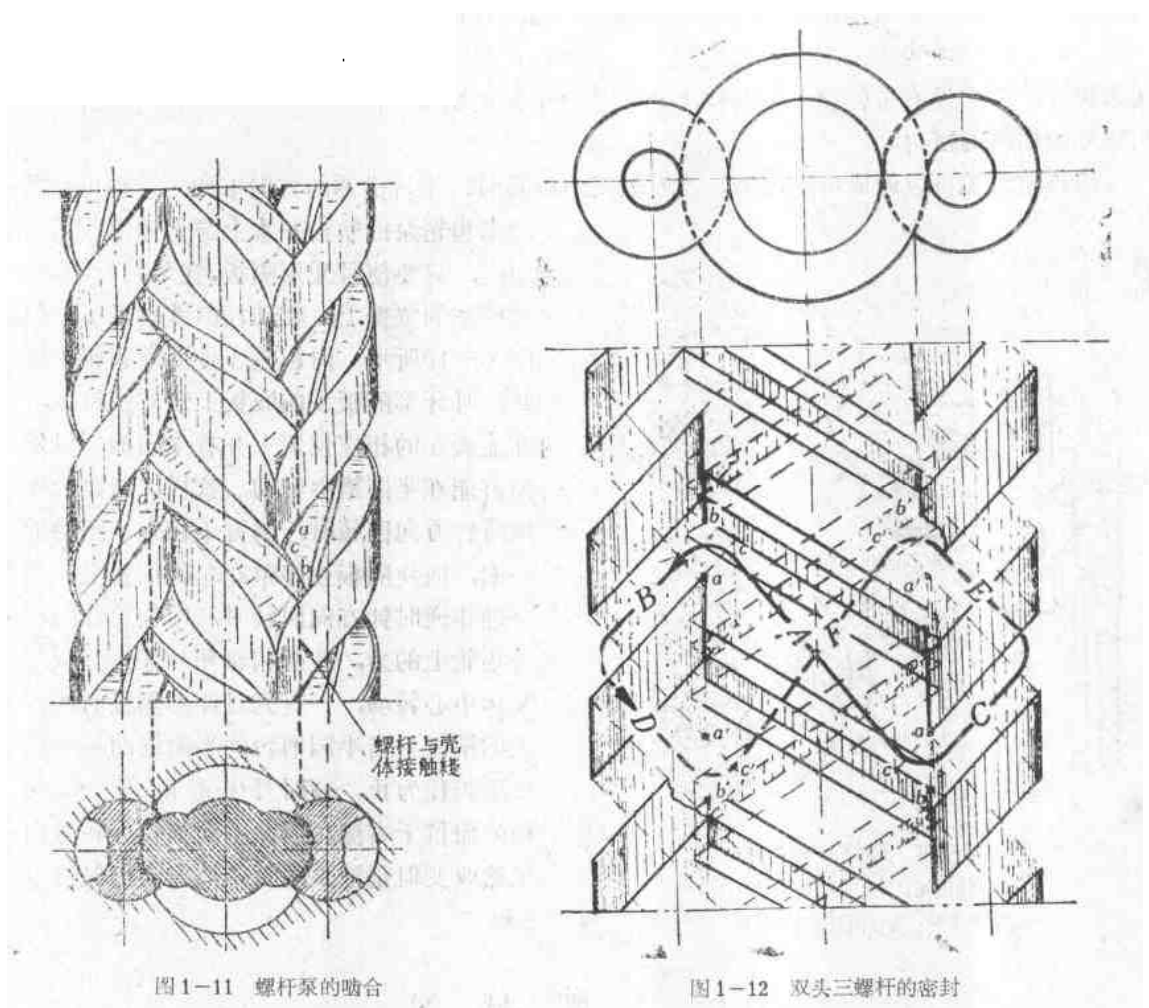


图1-11 螺杆泵的啮合

图1-12 双头三螺杆的密封

DFEC所组成的“ ∞ ”型回路，就是一个独立的封闭容积。图上实线表示螺杆的正面部分，虚线表示螺杆的背面部分。每个密封容积的轴向长度正好等于螺杆的导程 T 。

螺杆泵主要的特点是输液平稳，压力脉动小，工作平稳，噪音小，寿命长，在结构上也比较简单紧凑，体积小。常用转速1450~3000转/分，惯量小，可高速运转，最高转速可达18000转/分。它的缺点是螺杆齿形复杂，加工较困难。一般用于100公斤力/厘米²以下的中低压系统。若加长工作长度，提高加工精度，可使工作压力达到200公斤力/厘米²。

螺杆泵最常用的是三螺杆式，也有两螺杆和单螺杆的。

二、螺杆泵的典型结构

1. LB—25型螺杆泵

LB—25型螺杆泵，压力16公斤力/厘米²，流量25升/分。它的结构如图1—13所示，为三螺杆式螺杆泵。中间主动螺杆4为右旋，二根从动螺杆5为左旋，均为双头的。主动螺杆的旋转方向从轴头伸出端看去为顺时针方向。

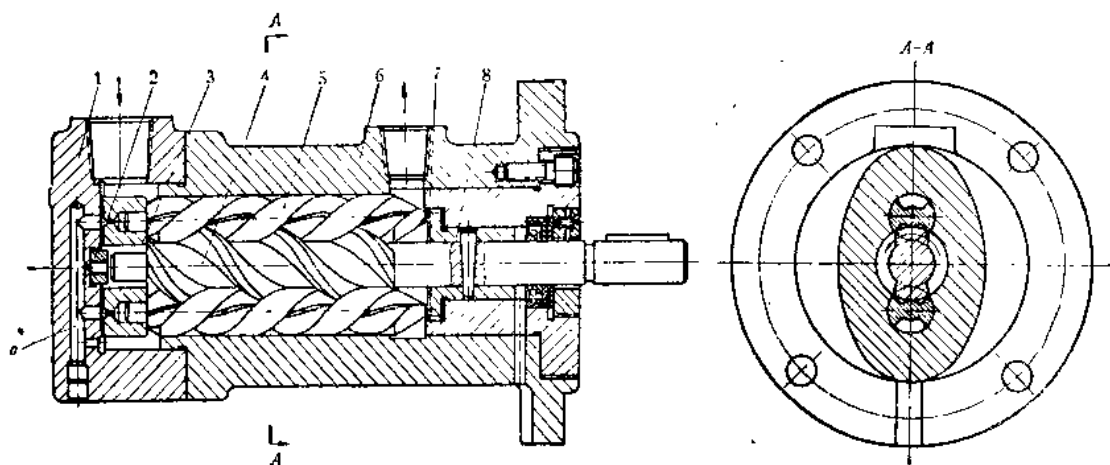


图1—13 LB—25型螺杆泵

1—端盖；2—铜垫套；3—铜套；4—主动螺杆；5—从动螺杆；6—泵体；7—压盖；8—铜套。

泵体6上左端油口是吸油口，右端油口是排油口。油泵工作时，压油腔的压力油作用在螺杆的右端，把螺杆往左推。为了承受从动螺杆上的轴向力，在螺杆左端的小柱上装有铜套3，工作时铜套和从动螺杆一起回转，并用它的端面作为止推面支承在盖1的端面上，铜套的止推面上开有润滑油槽，吸油腔的油经通道a进入止推面，以保证润滑。在主动螺杆上，除压油腔的压力油作用在它的螺旋面上，使主动螺杆受到一个向左的轴向力外，在主动螺杆的右部还装有铜套8，铜套用锥销联接固定在螺杆上。压力油作用在铜套8的端面上，使主动螺杆承受一向右的轴向力。由于铜套的轴向承压面积较螺旋部分的有效轴向承压面积要大些，所以在这两种轴向力的作用下，最后主动螺杆是被推向右端。这一轴向力是通过铜套8作用在右端压盖7的端面上。铜套8上开有油槽，以保证有压油液进入止推面进行润滑。当油泵刚起动，油压尚未建立时，主动螺杆有可能被推向左端，因此设有铜垫2，以支承主动螺杆的左端面，在装配时保证两者之间有0.02~0.04毫米的间隙。

船用立式三螺杆泵结构和工作原理与LB—25相类似，示于图1—14。

它的特点是：立式放置。螺杆泵的吸排油口都设在泵体中部，以保证泵缸内部都经常存有液体，避免螺杆因干转而导致损坏的可能性。

为了防止压力过高引起的患害，装有安全阀10。安全阀本身是一个中空园形滑阀，下端插套在端盖11的套筒上，形成一个可以上下滑移的活塞。在阀10的顶部，钻有小孔，使阀10的上、下两侧同受高压液体的作用。只是由于上侧的作用面积大于下侧，所以就产生一个向下的作用力，这个力被弹簧12的压力所平衡。当排出压力过高时，阀10就压缩弹簧12而下移，沟通吸排空间，使高压油泄回吸入空间，从而达到降低排出压力的目的。安全阀的打开

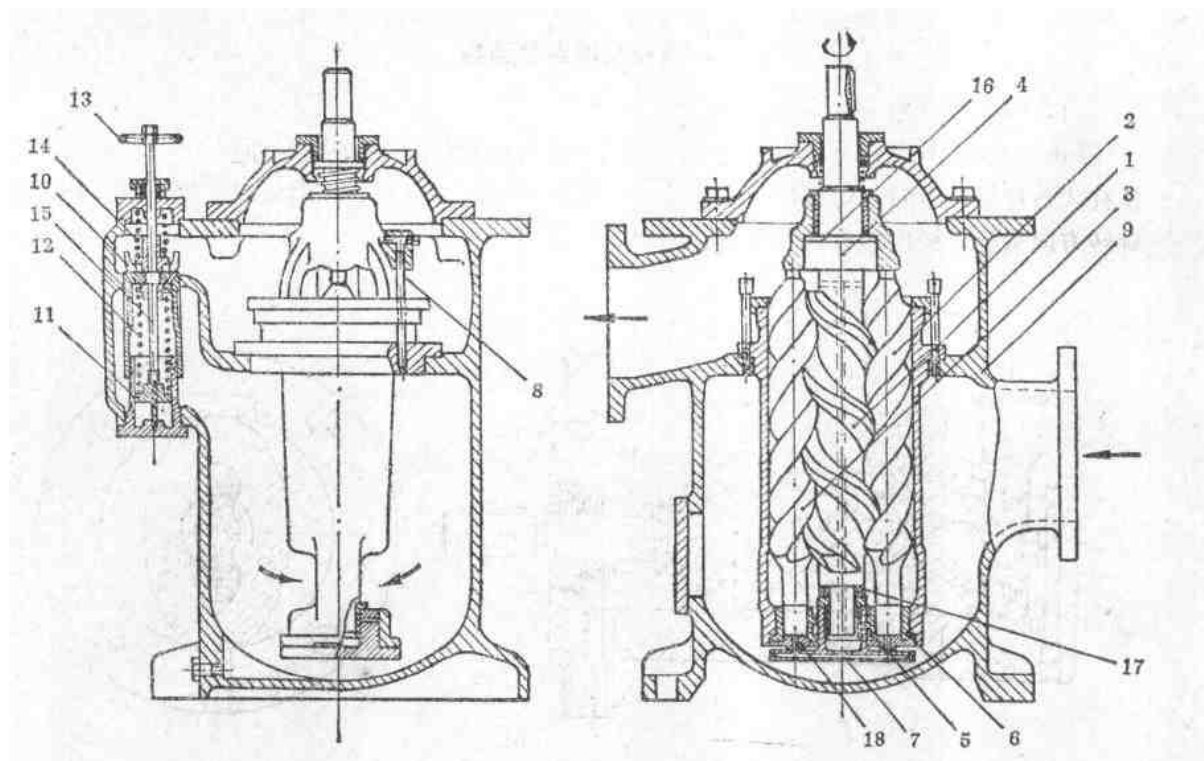


图1-14 立式三螺杆泵

1—主动螺杆；2、3—从动螺杆；4—平衡活塞；5、6平衡轴套；7—盖板；8—回油管；9—泵壳；10—安全阀；

11—防转活销；12、14—弹簧；13—手轮；15—调节螺杆；16、17—推力垫圈；18—推力垫块。

压力可以通过手轮13来调节。顺时针方向转动手轮，使弹簧12的压力增加，阀的开启压力也就增加；反之，逆时针方向转动手轮，就使开启压力降低。由于手轮可调范围较大，所以安全阀兼有旁通阀的作用。假使由于某些原因，在吸入空间产生过高压时，高压油作用在阀10下部的圆环部分产生一个向上的推力，压缩弹簧14，也能使阀开启，沟通高、低压空间。弹簧14和弹簧12都是独立工作，不互相影响的。例如，当阀10压缩弹簧14而上升时，弹簧12的上部承座就被杆15上的凸肩抵住，对阀10上升开启不发生影响。当阀10向下压缩弹簧12时，弹簧14被杆15上的凸肩抵住，对阀10的开启压力不产生影响，弹簧14是不能用手轮调节的。

该螺杆泵吸排压力产生的不平衡轴向力是采用下述措施来进行平衡的：在主动螺杆的排出端设有平衡活塞4，可以平衡其大部分推力；此外，在吸入端设有平衡轴套5、6和盖板7，压力油通过主动螺杆上的径向孔道和中央的轴向孔道进入各平衡轴套底部，作用在螺杆上，产生一个与轴向推力方向相反的平衡推力。只要轴套的大小适当，主动螺杆和从动螺杆上的轴向推力就可以完全得到平衡。在平衡活塞4的背面设有回油管8，导出泄漏的油液，以保证平衡活塞的正常工作。

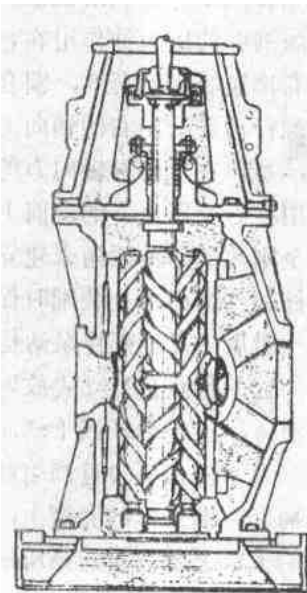


图1-15 双吸式螺杆泵