



# 泵与风机

王朝晖 主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

# 泵 与 风 机

王朝晖 主编

中国石化出版社

## 内 容 提 要

本书以实际应用最多的离心泵为主线,详细介绍了泵的基本理论、基本性能、运行调节、选用方法以及节能途径;简要介绍了风机及油库常用其他类型泵的工作原理、结构特点、性能及使用方法、选择方法;分析了泵与风机产生噪声、振动的原因,提出了防治措施。

本书是油料管理工程类专业本科教材,也可供电力、冶金、化工等部门从事泵与风机工作的技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

泵与风机/王朝晖主编.  
—北京:中国石化出版社,2007  
ISBN 978-7-80229-363-2

I. 泵… II. 王… III. ①泵②鼓风机  
IV. TH3 TH44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 089683 号

### 中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京密云红光制版公司排版

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

787 × 1092 毫米 16 开本 18.5 印张 462 千字  
2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

定价:42.00 元

# 前 言

目前有关系与风机应用类的书籍，出版时间大都较早，内容稍显陈旧，难以反映当今的发展现状；而最近出版的此类书籍有的偏重理论，有的偏重实用、维修，往往不够全面。教学中我们发现难以找到一本适合油料管理专业及相近专业本科层次需要的教材，在参考兄弟院校本科教材的基础上，结合多年的教学实践，我们编写此书。在内容安排上，遵循理论联系实际和满足专业教学需要的原则，努力保持本学科理论体系的完整性，同时也力求反映当今国内外最先进的理论研究成果。理论阐述上深入浅出，简明扼要。考虑到专业的需要，对泵与风机的选用、使用、维护、保养、维修也作了较为详细的介绍。各章均编写了一定数量的思考题和习题，以加强对读者应用基本理论和方法分析解决实际问题的能力培养。

# 目 录

<b>1 概述</b> .....	( 1 )
1.1 泵与风机在国民经济中的地位和作用 .....	( 1 )
1.2 泵与风机的分类及主要性能参数 .....	( 1 )
1.3 泵与风机的发展趋势 .....	( 4 )
1.4 思考题 .....	( 5 )
<b>2 离心泵的结构及平衡、密封</b> .....	( 6 )
2.1 油库常用离心泵的典型结构型式 .....	( 6 )
2.2 离心泵的主要部件 .....	( 10 )
2.3 轴向力、径向力的产生及其平衡 .....	( 13 )
2.4 轴封装置 .....	( 19 )
2.5 思考题 .....	( 26 )
<b>3 离心泵的基本理论</b> .....	( 27 )
3.1 泵内液体流动的分析 .....	( 27 )
3.2 离心泵的基本方程式 .....	( 29 )
3.3 离心泵叶轮的叶片形式 .....	( 34 )
3.4 思考题 .....	( 36 )
3.5 习题 .....	( 36 )
<b>4 离心泵的性能</b> .....	( 37 )
4.1 离心泵的扬程 .....	( 37 )
4.2 离心泵的功率、损失和效率 .....	( 41 )
4.3 离心泵的性能曲线 .....	( 45 )
4.4 离心泵输送黏性液体时的性能曲线 .....	( 53 )
4.5 离心泵的允许吸上真空高度 .....	( 56 )
4.6 汽蚀余量及提高泵抗汽蚀性能的措施 .....	( 62 )
4.7 相似原理及其在叶片泵中的应用 .....	( 68 )
4.8 比转数 .....	( 77 )
4.9 思考题 .....	( 83 )
4.10 习题 .....	( 83 )
<b>5 离心泵的运行与调节</b> .....	( 88 )
5.1 管路特性曲线及工作点 .....	( 88 )
5.2 泵串联工作 .....	( 90 )
5.3 泵并联工作 .....	( 92 )
5.4 离心泵在分支管路上工作 .....	( 94 )

5.5	离心泵运行工况的调节 .....	( 95 )
5.6	离心泵的选择 .....	( 102 )
5.7	思考题 .....	( 118 )
5.8	习题 .....	( 118 )
<b>6</b>	<b>离心泵的检修与安装 .....</b>	<b>( 121 )</b>
6.1	检修内容及质量要求 .....	( 121 )
6.2	离心泵的拆卸 .....	( 125 )
6.3	离心泵各部件的检查与修理 .....	( 127 )
6.4	离心泵的装配 .....	( 132 )
6.5	离心泵的操作和故障分析 .....	( 135 )
6.6	泵机组的安装 .....	( 140 )
6.7	思考题 .....	( 144 )
<b>7</b>	<b>其他类型泵 .....</b>	<b>( 145 )</b>
7.1	自吸离心泵 .....	( 145 )
7.2	旋涡泵 .....	( 147 )
7.3	水环式真空泵 .....	( 151 )
7.4	往复泵 .....	( 158 )
7.5	齿轮泵 .....	( 168 )
7.6	螺杆泵 .....	( 175 )
7.7	滑片泵 .....	( 180 )
7.8	射流泵 .....	( 182 )
7.9	油库常用泵的比较 .....	( 184 )
7.10	思考题 .....	( 187 )
<b>8</b>	<b>通风机 .....</b>	<b>( 188 )</b>
8.1	通风机的分类 .....	( 188 )
8.2	轴流式通风机的基本理论 .....	( 189 )
8.3	通风机的性能曲线 .....	( 195 )
8.4	风机的空气动力学简图 .....	( 200 )
8.5	通风机的选择 .....	( 202 )
8.6	洞库通风系统的工艺设计 .....	( 208 )
8.7	泵房通风系统的工艺设计 .....	( 224 )
8.8	通风系统的使用和检查维护 .....	( 225 )
8.9	思考题 .....	( 228 )
8.10	习题 .....	( 229 )
<b>9</b>	<b>泵与风机的节能技术、噪声与振动 .....</b>	<b>( 231 )</b>
9.1	泵与风机的节能途径 .....	( 231 )
9.2	泵与风机的节能措施 .....	( 234 )
9.3	泵与风机的噪声和噪声的控制 .....	( 242 )

9.4 泵与风机的振动和防振措施 .....	(250)
9.5 思考题 .....	(254)
附录一 离心通风机的型号分类 .....	(255)
附录二 轴流通风机的型号分类 .....	(259)
附录三 叶片泵型号意义 .....	(261)
附录四 离心式通风机性能表、无因次性能曲线、性能选择曲线 .....	(265)
附表一 油库常用泵的性能表 .....	(270)
附表二 国内主要城市海拔高度和大气压力 .....	(286)
参考文献 .....	(288)

# 1 概 述

## 1.1 泵与风机在国民经济中的地位和作用

泵与风机是一种将原动机的机械能转变为输送流体的能量的机械。

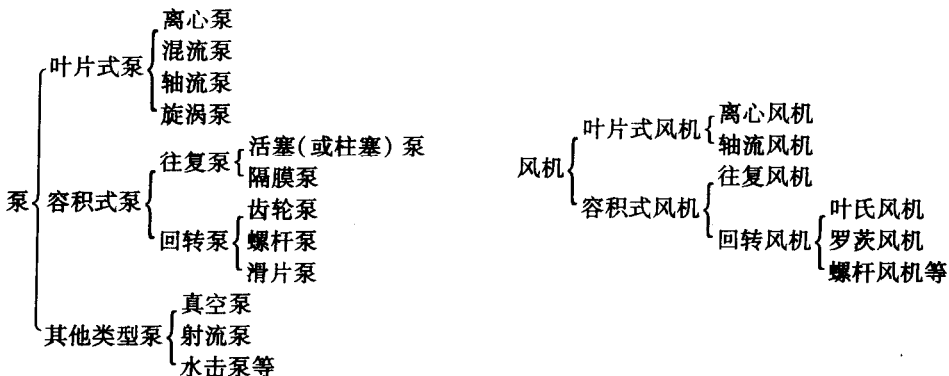
在农业生产中，泵是主要的排灌机械。我国农用泵占泵总产量的一半以上。在矿业和冶金工业中，泵也是使用得最多的设备。矿井下需要用泵排水；在选矿、冶炼和轧制过程中，需用泵来供水等。在国防建设中，飞机襟翼、尾舵和起落架的调节、军舰和坦克炮塔的转动、潜艇的沉浮等都需要用泵。在一些国防尖端技术方面，如原子能发电站、核反应堆和火箭导弹基地，不但需要泵，而且对泵有很多特殊要求（如输送高温、高压和有放射性的液体，有的还要求泵无任何泄漏等）。在船舶制造业中，每艘远洋轮上所用的泵一般在百台以上，其类型也是各式各样。其他如城市的给排水、蒸汽机车的用水、机床的润滑和冷却、纺织工业中输送漂液和染料、造纸工业中输送纸浆，以及食品工业中输送牛奶和糖类食品等，都需要大量的泵。输送各种气体的风机在矿山坑道的通风，冶炼厂的输送空气，工厂车间、居民住房、影剧院、会议室等的通风降温等都得到了广泛的应用。在火力发电厂中，需要许多泵与风机同时配合主机工作，才能使整个机组正常运转，生产电能。

油库常用泵的主要用途是：离心泵用于输送轻质燃料（汽油、煤油、柴油）；水环真空泵用于固定泵站为离心泵吸入系统抽真空引油和抽吸油罐车底油；齿轮泵用于输送润滑油；螺杆泵用于输送润滑油、专用燃料油或柴油；往复泵用于输送黏油、专用柴油和柴油，也可用来抽吸油罐车底油，为离心泵的吸入系统抽真空引油。风机主要用于洞库和泵房的机械通风。

## 1.2 泵与风机的分类及主要性能参数

### 1.2.1 泵与风机的分类

泵与风机种类繁多，一般按工作原理，大致可分类如下：





泵按产生的压力分为：

低压泵：压力在 2MPa 以下；

中压泵：压力 2 ~ 6MPa；

高压泵：压力在 6MPa 以上。

风机按产生的风压分为：

通风机：风压小于或等于 10 ~ 15kPa；

鼓风机：风压在 10 ~ 15kPa 到 290 ~ 340kPa 以内；

压气机：风压在 290 ~ 340kPa 以上。

通风机按压力大小又可分为：

低压通风机：风压在 1kPa 以下；

中压通风机：风压 1 ~ 3kPa；

高压通风机：风压 3 ~ 15kPa。

各种泵的使用范围如图 1-1 所示，由图 1-1 可以看出离心泵所占的区域最大，流量在 5 ~ 20000m<sup>3</sup>/h，扬程在 8 ~ 2800m 的范围内。各种风机的使用范围如图 1-2 所示。这两个图可作为选择泵与风机时的参考。

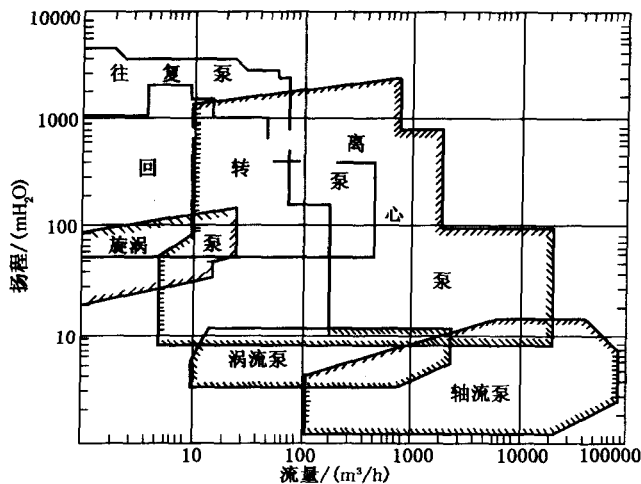


图 1-1 各种泵的使用范围

## 1.2.2 泵与风机的主要性能参数

泵与风机主要性能参数包括：流量  $Q$ 、能头  $H$ （泵称为扬程，风机称为全风压）、功率  $N$ 、效率、转速以及比转数。对泵来说，还有表示泵汽蚀性能的参数，即允许汽蚀余量或允许吸上真空高度。这些参数反映了泵或风机的整体性能。对于每一台泵或风机，为了使其运转安全并在高效区内工作，都规定了一定的工作范围。在规定的范围内运转，泵与风机就可得到既安全又经济的合理使用。

### 1.2.2.1 流量

流量是指泵与风机在单位时间内所输送的流体数量，它可以用体积流量  $Q$  表示，也可以用质量流量  $G$  表示。体积流量  $Q$  的常用单位为 L/s、m<sup>3</sup>/s 或 m<sup>3</sup>/h。质量流量的常用单位

为 N/s 或 kN/h。

体积流量与质量流量的关系为：

$$G = \rho g Q$$

式中  $G$ ——质量流量, kg/s;  
 $\rho$ ——流体密度, kg/m<sup>3</sup>;  
 $g$ ——重力加速度 9.81m/s<sup>2</sup>;  
 $Q$ ——体积流量, m<sup>3</sup>/s。

当温度  $t = 0^{\circ}\text{C}$  时, 水的密度  $\rho$  为 1000kg/m<sup>3</sup>, 空气的密度为 1.293kg/m<sup>3</sup>, 由于空气的密度  $\rho$  很小, 并随温度、压力的变化而变化, 所以在风机设计中, 一般不采用质量流量。

### 1.2.2.2 能头

泵的能头通常称为扬程, 系指单位质量的液体在泵内所获得的能量, 用符号  $H$  表示, 单位为 m 液柱。

风机的能头通常称为全压或风压, 包括静压和动压, 系指单位体积的气体在风机内所获得的能量, 用符号  $p$  表示, 单位为 Pa。

### 1.2.2.3 功率

泵与风机的功率可分为有效功率、轴功率和原动机功率。有效功率是指单位时间内通过泵或风机的流体所获得的功率, 也就是泵与风机的输出功率, 用符号  $N_e$  表示, 单位为 kW。泵与风机对流体所做的有效功率, 必须从原动机那里获得。我们把原动机传递给泵或风机轴上的功率称为轴功率, 用符号  $N$  表示, 单位为 kW。因为在泵与风机内部有各种损失, 因而轴功率不可能完全传给流体, 所以, 有效功率始终小于轴功率, 即  $N_e < N$ 。由于考虑泵与风机动转时可能出现超负荷情况, 所以, 原动机的配套功率  $N_g$  通常选择比轴功率  $N$  大些, 而轴功率  $N$  又比有效功率  $N_e$  大些, 即  $N_g > N > N_e$ 。

### 1.2.2.4 效率

如前所述, 泵与风机内部有各种损失, 要消耗一部分能量, 轴功率不可能全部变为有效功率。我们把有效功率与轴功率之比称为总效率, 用符号  $\eta$  表示。即：

$$\eta = \frac{N_e}{N} \times 100\%$$

### 1.2.2.5 转速

转速系指泵或风机的转轴每分钟的转数, 用符号  $n$  表示, 单位为 r/min。一定的转速, 产生一定的流量  $Q$ 、能头  $H$ , 并对应着一定的轴功率  $N$ 。当转速改变时, 流量  $Q$ 、能头  $H$  以及轴功率  $N$  都将随之改变。所以, 必须按照说明书或铭牌上规定的转速运转, 否则, 将达不到设计要求, 或者将导致部件超速损伤。

除上述五个参数之外, 还有比转数  $n_s$ , 允许汽蚀余量  $[\Delta h]$  或允许吸上真空高度  $[H_s]$ , 这些参数将分别在以后的章节中介绍。

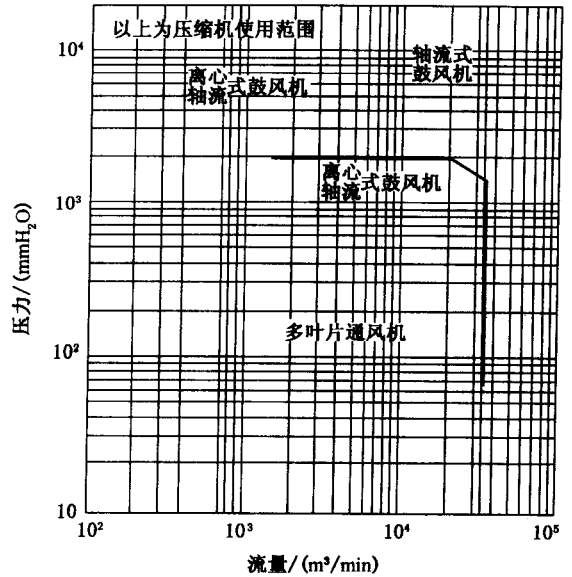


图 1-2 各种风机的使用范围

## 1.3 泵与风机的发展趋势

随着现代科学技术的不断进步,泵与风机在各国都正向着自动化、多样化、高效节能、有利环保等方面发展。

### 1.3.1 自动化

随着科学技术的发展,自动检测技术、自动控制技术和电子计算机已不仅逐步应用于泵与风机的设计、制造过程中,而且还日益广泛地应用在泵与风机的运行上。例如,泵与风机的自动启停;压力、流量、温度等参数的自动检测、显示和控制;主要参数的上下限报警以及泵与风机的自动联锁、保护等。

### 1.3.2 多样化

制造技术的发展使泵制造厂能够经济地生产小批量的产品,因此,生产逐渐趋向多品种小批量的方向发展来适应用户各种各样的需要。近年来国外泵与风机业技术方面另一个重要的发展趋势是朝着模块化的方向发展。在模块化系列中,只需有少数几个零部件就可以构成整个泵与风机系列。这样就能够降低生产成本,缩短从设计到交货的时间,同时还减少了零部件和备件的库存量。

### 1.3.3 高效节能

能源问题已是当今世界的重大问题之一,能源状况决定着国家的经济发展,并直接影响到人民生活。泵与风机是使用得极为广泛的一种通用机械,据1992年统计,泵的电能消耗约占全国电能消耗的25%,风机占10%以上,由此可见,泵与风机的电能消耗是十分惊人的。有关资料显示,我国泵与风机的效率,多数比工业发达国家同类产品低5%~10%,而泵的实际使用效率普遍比发达国家低10%~30%。因此,提高我国泵与风机的设计效率和运行效率具有十分重要的现实意义。我国在这方面也进行了大量的工作,如改进后的DG400-140型锅炉给水泵的效率可达79%,G/Y4-73型后弯机翼型叶片离心式送、引风机的效率可达90%以上。除了从提高泵与风机本身效率着手外,采用经济性高的调节方法,改进管理,正确的选择和使用,也是泵与风机节能的重要措施。

### 1.3.4 有利环保

人类环保意识的增强、环境法规的日益严格和完善,使得减少、杜绝泄漏,降低噪音成为泵与内机的又一个发展趋势。改进密封技术是减少泄漏的一项有效措施。填料密封作为泵的传统密封结构,由于具有一定量的泄漏和在高速下效果差等问题,使用领域日益缩小。目前,机械密封在泵用密封市场上占有的份额越来越大。最为突出的是集装式密封。这种密封既易于安装和维护,又安全和可靠,但价格昂贵。预计今后的发展很可能集中在采用“上游式泵送”和“磁性流体密封”或者类似技术来提高密封系统功能的完整性。“上游式泵送”是一种利用各种密封面流槽将密封面低压侧(下游)的少量泄漏流体泵送回到高压侧(上游)的新概念。而“磁性流体密封”是从航天工业项目中派生的新技术,具有无泄漏和不磨损的特点。国外泵业在整个20世纪80年代最重要的技术进展在无密封泵技术领域。检测泄漏物花费的

代价和无密封泵所具备的安全优势已促使用户在许多新领域中选用这类泵。

噪音是近代工业的一大公害，它不仅影响人们的工作和生活，而且会损伤人的听觉，并对神经、心脏和消化系统带来危害。热力发电厂是工业部门的一个强烈的噪声源，如300MW机组的送风机附近的噪声高达124dB，如果人们长期在这样的环境工作，对健康是十分有害的。所以，降低和控制噪音具有十分重大的社会意义和经济意义。60~70年代，许多国家已开始给予重视，现在，已发展成为一门新兴的科学技术。

此外，各种新材料的开发和应用是推动泵与风机技术发展的一个重要因素。目前泵的零部件采用了各种各样的材料，其范围从铸铁到诸如钛和铅合金等稀有金属，从天然橡胶到氟橡胶等。各类新材料所带来的主要好处是延长了泵在腐蚀性和磨蚀性介质中的使用寿命和可靠性，并扩展了泵的使用温度范围。铸铁作为一般场合中的首选泵用材料正在被不锈钢所取代。塑料近年来在泵用材料中显示了突出的作用，早期的塑料在较高温度下工作性能很差，而目前则可达到良好的耐高温和耐冲击能力并使重量减轻和制造成本降低。目前，一些泵制造厂已设计并推出了全部采用塑料制成的泵。今后的发展方向是开发能够在金属泵目前应用的环境中工作的优质塑料泵，这在一定程度上取决于塑料本身性能的进一步完善。陶瓷材料在泵零部件中的使用量正在日益增大。这种材料具有优良的耐磨性能，并且已克服了高成本和难以加工制造的缺点。最令人瞩目的应用实例包括在机械密封和在介质润滑轴承中采用碳化硅陶瓷。美国一家公司还推出了新一代的采用创新的陶瓷/金属复合物材料制成的泵用零部件，其耐磨能力比传统材料的使用寿命高3~10倍。据专家估计，今后对陶瓷零部件的使用量会有一定的增长。目前，涂覆技术和材料的表面处理技术对于改善泵的流动特性和耐磨性方面变得日益重要。例如，澳大利亚最大的泵制造商汤普森公司最近开发出一种带涂层的叶轮，这种新型的带有聚氨酯涂层的叶轮在采矿和矿物处理过程中具有极佳的耐腐蚀和耐磨蚀能力。此外，国外一些泵制造厂普遍在一些精密度较低的泵中采用树脂涂层，采用这种技术可以低廉的处理费用延长泵的使用寿命并提高泵的水力效率。纵观近年来各种材料的发展，可以看出，今后塑料等非金属材料将起到越来越重要的作用。

## 1.4 思 考 题

- 1-1 泵与风机是怎样的机械？
- 1-2 泵与风机在国民经济中的地位、作用如何？
- 1-3 油库常用泵及其用途是什么？
- 1-4 按工作原理分类，泵与风机分为哪几种型式？
- 1-5 泵与风机的主要参数有哪些？
- 1-6 简述泵与风机的发展趋势。

## 2 离心泵的结构及平衡、密封

### 2.1 油库常用离心泵的典型结构型式

离心泵的结构型式很多，下面将油库常用的几种结构型式简述如下。

#### 2.1.1 单吸单级泵

单吸单级泵的用途很广泛。油库早期用它输送各种轻油以及生活用水等。这类泵的流量一般在  $5.5 \sim 300 \text{m}^3/\text{h}$ ，扬程在  $8 \sim 150 \text{m}$  范围内。

如图 2-1 所示，为典型单吸单级泵结构。泵轴的一端在托架内用轴承支承，另一端悬出称为悬臂端，在悬臂端装有叶轮。这种结构型式的泵也称悬臂泵。泵轴穿过泵壳处采用填料密封或机械密封。在叶轮上有平衡孔平衡轴向力。这种泵结构简单，工作可靠，零部件少，易于加工、维修，被广泛使用。

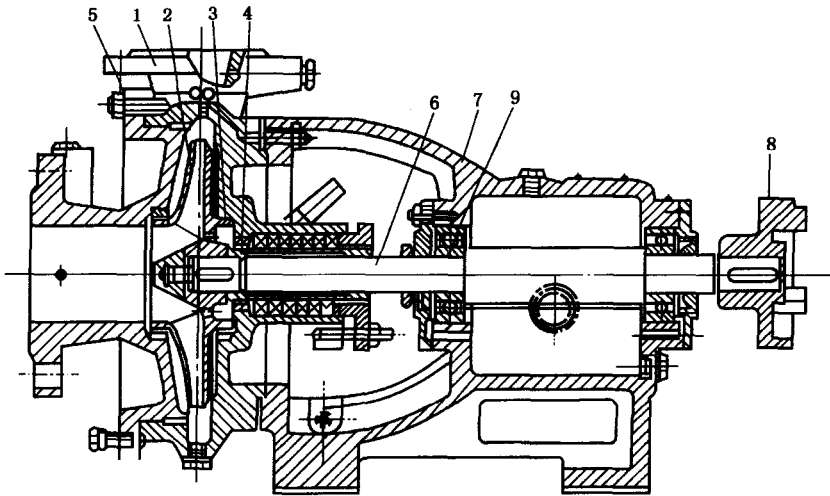


图 2-1 典型的单吸单级泵

1—泵体；2—叶轮；3—密封环；4—轴套；  
5—泵塞；6—泵轴；7—托架；8—联轴器；9—轴承

#### 2.1.2 双吸单级泵

双吸单级泵在工业、农业各部门使用比较广泛。双吸单级泵实际上等于将两个相同的叶轮背靠背地装在一根轴上，并联工作，如图 2-2 所示。这种泵不但流量比较大，而且使轴向力得到了平衡。双吸单级泵一般采用半螺旋形吸入室，泵体水平中开，大泵一般采用滑动

轴承，小泵采用滚动轴承。轴承装在泵的两侧，工作可靠，维修方便，打开泵盖后即可将整个转子取出。我国的双吸单级泵，一般流量在  $144 \sim 12500 \text{m}^3/\text{h}$ ，扬程在  $9 \sim 140\text{m}$  范围内。

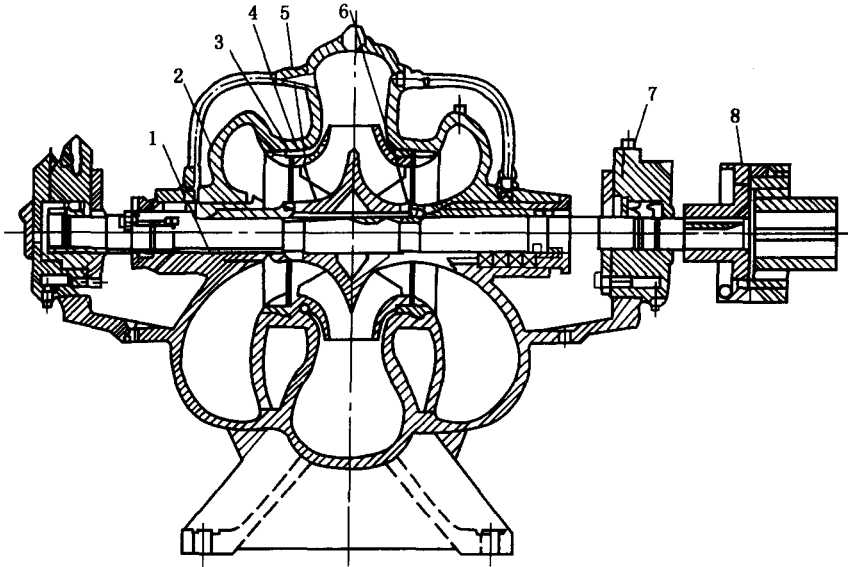


图 2-2 双吸单级泵

- 1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—泵轴；  
5—密封环；6—轴套；7—轴承；8—联轴器

### 2.1.3 分段式多级泵

分段式多级泵用途比较广泛，在油库中应用在输送高差较大(如山洞油库)或距离较长的管线中。这种泵实际上等于将几个叶轮装在一根轴上，串联工作，所以，泵的扬程一般都比较高。如图 2-3 所示，每个叶轮均有相应的导叶。为了平衡轴向力，在泵的末级叶轮后

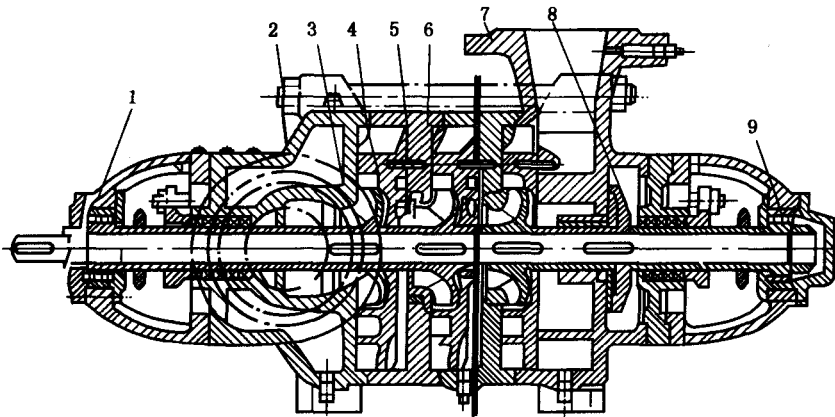


图 2-3 分段式多级泵

- 1—轴承体；2—前段；3—密封环；4—叶轮；  
5—导叶；6—中段；7—后段；8—平衡盘；9—轴承

面一般装有平衡盘，泵的整个转子可以左右串动，因此，平衡盘能自动地将转子维持在平衡位置上。我国的中压分段式多级泵，流量一般在  $2.5 \sim 485\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程在  $13 \sim 685\text{m}$  范围内。

### 2.1.4 离心式油泵

早期各油库、炼油厂均使用水泵输油，随着科学技术的发展，我国已能够定型生产输油专用泵——油泵，油库常用的是 Y 型离心式油泵。Y 型油泵依其输送介质的温度分为油泵和热油泵。油泵输送  $200^\circ\text{C}$  以下的石油和石油产品；热油泵输送  $400^\circ\text{C}$  以下的石油及其产品。Y 型油泵的流量在  $2 \sim 600\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程在  $32 \sim 2000\text{m}$  范围内。

常用 Y 型油泵的结构型式有以下几种：

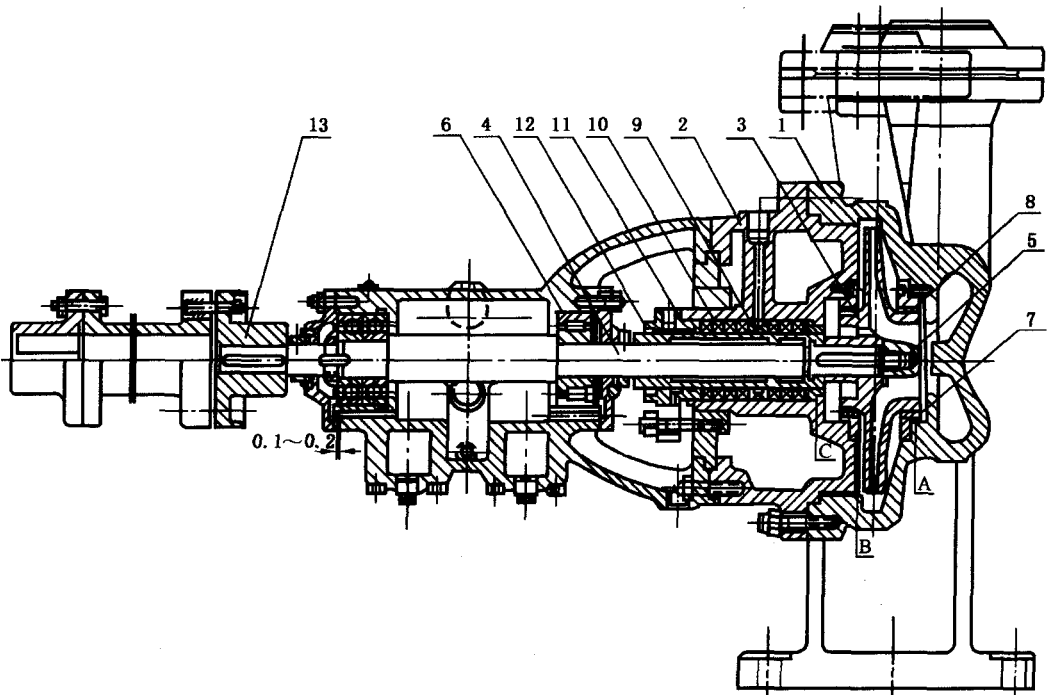
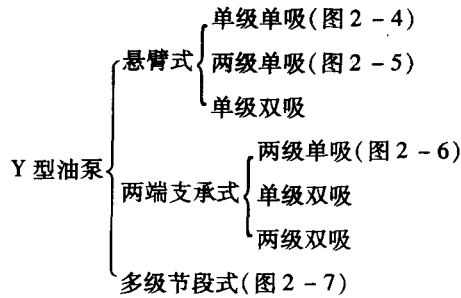


图 2-4 悬臂式单级单吸油泵

- 1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—轴；5—叶轮螺母；6—托架结合部；  
 7—泵体密封环；8—叶轮密封环；9—填料环；10—填料；11—中开填料压盖；  
 12—轴套；13—加长联轴器结合部

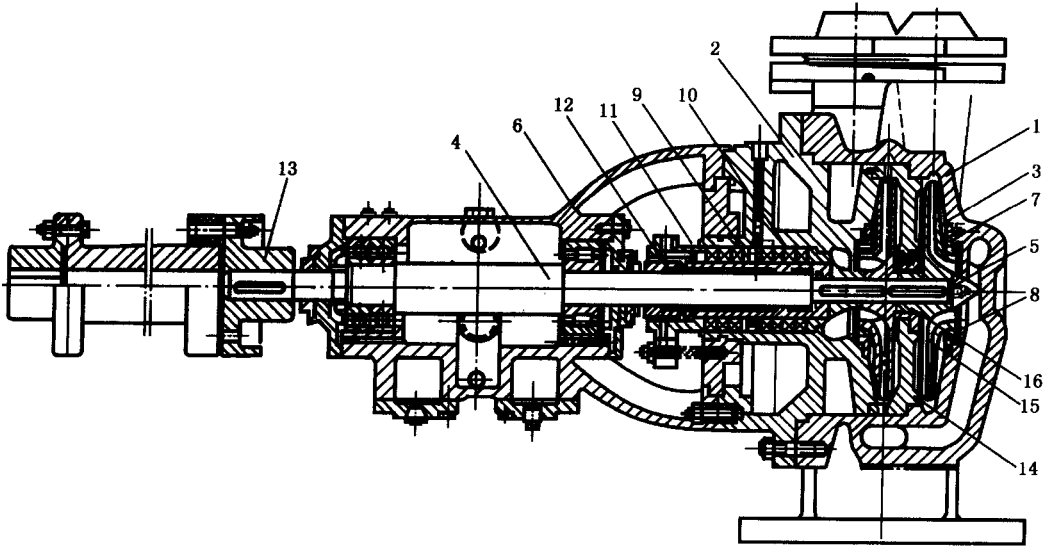


图 2-5 悬臂式两级单吸油泵

- 1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—轴；5—叶轮螺母；6—托架结合部；7—泵体密封环；  
8—叶轮密封环；9—填料环；10—填料；11—中开填料压盖；12—轴套；  
13—加长联轴器结合部；14—级间隔板；15—隔板衬套；16—级间轴套

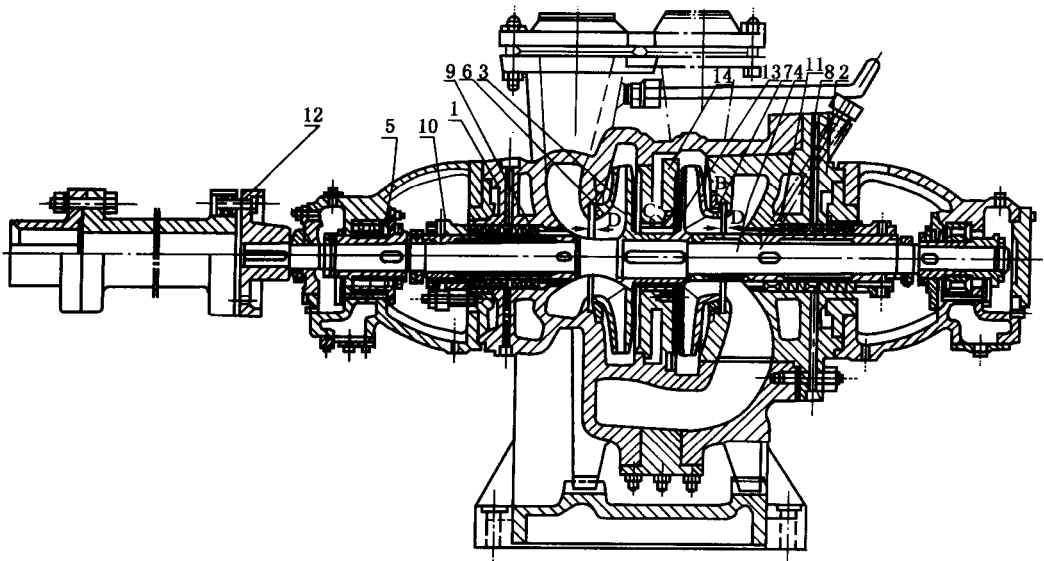


图 2-6 两端支承两级单吸油泵

- 1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—轴；5—轴承结合部；6—泵体密封环；  
7—叶轮密封环；8—填料环；9—填料；10—中开填料压盖；  
11—轴；12—弹性联轴器；13—支撑密封环；14—隔板



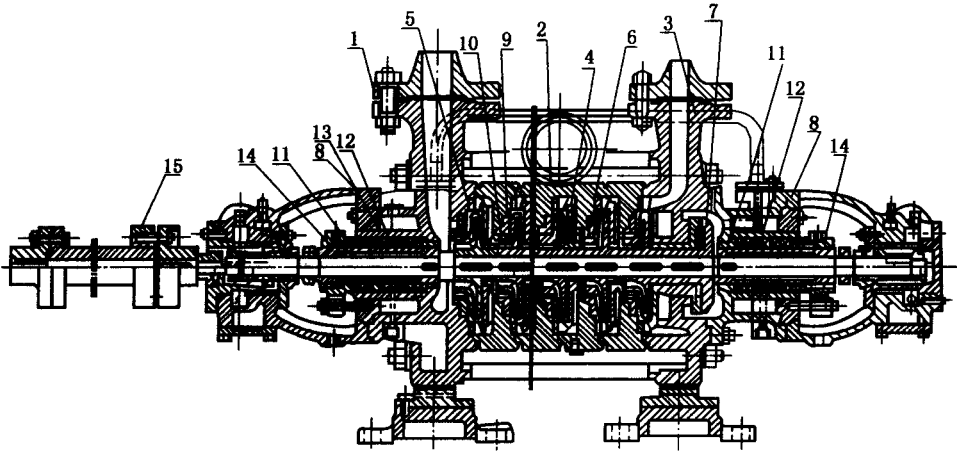


图 2-7 多级节段式油泵

- 1—吸入段；2—中段；3—压出段；4—导叶；5—叶轮；6—轴；  
 7—平衡盘；8—轴承结合部；9—泵体密封环；10—叶轮密封环；  
 11—轴套；12—填料环；13—填料；14—中开填料压盖；15—加长联轴器结合部

## 2.2 离心泵的主要部件

### 2.2.1 叶轮

叶轮是离心泵中传递能量的主要部件。离心泵的叶轮大多数为后弯叶片型叶轮，其叶片数一般在 6~12 片之间，叶片形状有圆柱形和扭曲形之分。就结构型式来看，离心泵的叶轮可分为闭式、半开式和开式三种。闭式叶轮具有盖板和轮盘，流道是封闭的 [见图 2-8(a)]。这种叶轮水力效率较高，适用于高扬程，输送洁净的液体，如清水、轻油等。半开式叶轮只有轮盘，流道是半开启的 [见图 2-8(b)]，适用于输送含固体颗粒和杂质的液体。它的叶片和轮盘可由整块锻件铣制成一个整体，强度较高，且制造较容易。开式叶轮既无盖板，又无轮盘，流道完全敞开 [见图 2-8(c)]。常用来输送浆状或糊状液体。离心泵叶轮还分为单吸式和双吸式两种。双吸式叶轮 [见图 2-8(d)] 适用于流量较大的情况，并且其汽蚀性能较好。

### 2.2.2 轴

轴是传递机械能的主要部件，它承受很大的扭矩，其直径是根据扭曲产生的最大剪切应力设计的。轴的材料一般采用碳钢，在输送腐蚀性液体时，采用青铜或镀铬钢，或在碳钢轴上加青铜轴套。中小型泵多采用平轴，叶轮滑配在轴上，叶轮间的距离用轴套定位。近代的大型泵则多采用阶梯式轴，不等孔径的叶轮用热套法装在轴上，并采用渐开线花键代替过去的短键。这种方法叶轮与轴之间没有间隙，不致有轴间窜水和冲刷，但拆装较困难。叶轮和轴组成泵的转动部件，称为转子。