

中等专业学校教材

# 泵与风机

重庆电力学校 徐晓云 主编



中等专业学校教材



# 泵 与 风 机

重庆电力学校 徐晓云 主编

中国电力出版社

## 内 容 提 要

本书围绕着火力发电厂动力设备的运行,着重阐述离心式泵与风机的构造、原理、性能及其运行和维护。结合大型火电机组,较详细地介绍了轴流式泵与风机及典型泵与风机的设备概况。

本书系电力工业部中等专业学校热动力类专业的教材,也可供有关专业的工程技术人员参考,还可供电厂有关生产人员在职与岗前培训使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

泵与风机/徐晓云主编.-北京:中国电力出版社,  
1995.11(1998重印)

中等专业学校教材

ISBN 7-80125-638-7

I. 泵… II. 徐… III. ①火电厂-电站用泵-专业学校-教材②鼓风机-火电厂-专业学校-教材 IV. TM621.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 03113 号

中国电力出版社出版

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

1995 年 11 月第一版 2001 年 8 月北京第三次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11 印张 243 千字

印数 12611—15610 册 定价 10.30 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

# 前 言

本书是根据1989年全国电力中专教材工作会议的决定和热动教研会流体力学课程组委员扩大会议所制定的“泵与风机”教学大纲编写的。本书是在原全国电力中专教材《工程流体力学泵与风机》第一、二版的基础上,为更符合培养目标,突出中专教材的特点,加强针对性、实用性和满足专业不断扩展的需要而重新编写的。本书在注重基本理论的完整性和系统性的同时,还注重与生产实践的结合,有助于加强对学生的动手能力和专业技能的培养。全书力求语言通俗、概念准确、公式推导简明,并着重于物理概念的阐述,内容由浅入深,便于自学。为适应大机组火力发电厂实际配置需要,专门编写了轴流式泵与风机一章,较详细地介绍了轴流式泵与风机的原理、性能及运行,并以国产300 MW机组为典型,介绍了火力发电厂常用泵与风机。此外,为了便于学生深入掌握基本理论及其应用,各章选编了适当的例题、思考题和习题。

本书由重庆电力学校徐晓云(绪论、第二、三、四章)主编,哈尔滨电力学校孙金榜(第一、五、六章)参编。全书由杭州电力学校孙昌人主审。

在编写本书过程中,曾得到杭州、山东、西安、郑州、泉州、长春、江西、武汉、合肥、大连、新疆等兄弟学校的热情帮助,邹县、石横、冻壁、重庆等有关电厂,以及沈阳、长沙、上海等地水泵厂与风机厂也都曾给予大力支持和协助,在此谨表示衷心的感谢。

限于编者的水平,书中难免会有错误、缺点,欢迎广大师生与读者批评指正。

编 者

1994年9月

# 目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 离心式泵与风机的分类和构造	6
第一节 离心泵的分类和构造	6
第二节 离心泵的轴向推力及其平衡	15
第三节 离心风机的分类和构造	19
思考题	25
第二章 离心式泵与风机的工作原理	26
第一节 离心泵与风机的工作过程	26
第二节 泵与风机的速度三角形	28
第三节 叶片式泵与风机的基本方程式	30
第四节 叶片型式及其工作特性	34
第五节 泵与风机实际总压头的确定	39
第六节 泵与风机内的损失、效率及功率	46
思考题	51
习题	51
第三章 离心式泵与风机的性能	54
第一节 离心式泵与风机的性能曲线	54
第二节 离心式泵与风机的性能试验	57
第三节 泵与风机的相似定律	64
第四节 比例定律在泵与风机中的应用	68
第五节 比转数	73
第六节 无因次性能曲线	77
第七节 叶片的切割与加长	82
第八节 泵内的汽蚀	85
第九节 泵与风机的选型	93
思考题	104
习题	104
第四章 离心式泵与风机的运行	107
第一节 泵与风机工作的稳定性	107
第二节 泵与风机工况调节	109
第三节 离心式泵与风机的联合工作	114
第四节 离心式泵与风机的正常运行及维护	118
第五节 离心式泵与风机在运行中的问题	121
第六节 变速给水泵的运行和调节	126
思考题	129
习题	129

第五章	轴流式泵与风机	131
第一节	轴流式泵与风机的基本型式和构造	131
第二节	轴流式泵与风机工作的基本原理	140
第三节	轴流式泵与风机的性能	145
第四节	轴流式泵与风机的运行	148
思考题		153
习 题		153
第六章	火力发电厂常用泵与风机	154
第一节	火力发电厂常用泵	154
第二节	火力发电厂常用风机	162
思考题		167

# 绪 论

泵与风机是将原动机的机械能转换为流体能量的机械。用于输送液体并提高其能量的机械称为泵；输送气体并提高其能量的机械称为风机。它们又统称为流体机械，或流体传输设备。

泵与风机被广泛地应用在国民经济的各个方面。如现代农业的排灌，城市工业和生活的给排水及通风，船舶制造与航运、石油、化工、矿山采炼、各种地下厂房和隧道的通风与排水等，均离不开它们。所以，泵与风机是一种通用机械。

## 一、泵与风机在火力发电厂中的作用

图0-1是火力发电厂生产系统的简图。图中，锅炉、汽轮机和发电机是电能生产的主要动力设备；泵与风机在系统中担负着输送各种流体的任务，以实现热力循环，确保火力发电厂安全可靠、经济合理的运行，因而是重要的辅助设备。随着火力发电厂单机容量的增大和参数的提高，对泵与风机提出了更新、更高的要求。因此，掌握泵与风机的有关知识对电能的生产乃是十分重要的。

学习《泵与风机》应掌握泵与风机的结构、原理、性能、运行调节及维护，以保证对泵与风机的科学管理和经济运行。

## 二、泵与风机的分类及发展趋势

泵与风机的应用十分广泛，种类繁多，一般按其工作原理可分为三大类：一类属叶片式泵与风机，流体是靠装在主轴上工作叶轮的旋转对其做功来提高流体能量的。根据工作

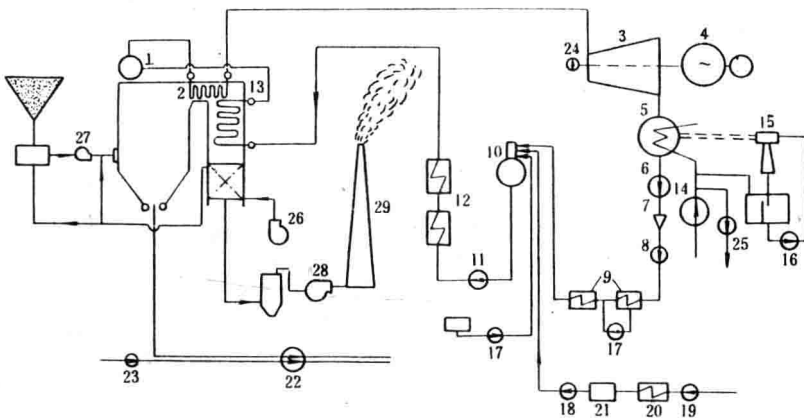


图 0-1 火力发电厂生产系统

- 1—锅炉汽包；2—过热器；3—汽轮机；4—发电机；5—凝汽器；6—凝结水泵；7—除盐装置；  
8—升压泵；9—低压加热器；10—除氧器；11—给水泵；12—高压加热器；13—省煤器；14—循环水  
泵；15—射水抽气器；16—射水泵；17—疏水泵；18—补给水泵；19—生水泵；20—生水预热器；21—  
化学水处理设备；22—灰渣泵；23—冲灰水泵；24—油泵；25—工业水泵；26—送风机；27—排粉机；  
28—引风机；29—烟囱

叶轮的叶片作用在流体上的力的不同，又可分为离心式（图 0-2）、轴流式（图 0-3）和混流式（图 0-4）三种。另一类属容积式泵与风机，它是利用泵与风机工作室容积周期地改变来改变工作室压力并传输流体的。根据工作室容积形式的不同，又可分为往复式（图 0-5）和回转式（图 0-6）。凡不属于以上两种型式的泵与风机均属于其他类型的泵与风机，如喷射式泵（图 0-7），它的工作原理是利用高能流体经流体能量转换来携带低能流体的。泵与风机的详细分类如下：

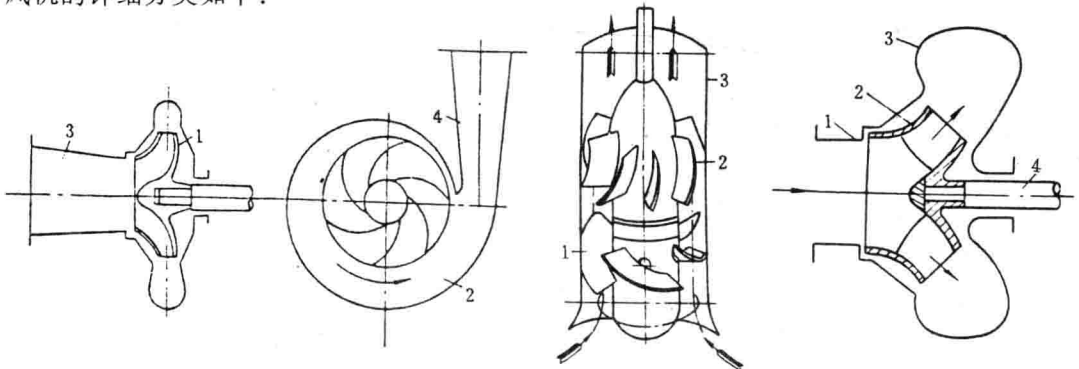


图 0-2 离心式泵示意图

图 0-3 轴流式泵示意图

图 0-4 混流式泵示意图

1—叶轮；2—压出室；3—吸入室；4—扩散管      1—叶轮；2—导流器；3—泵壳      1—吸入管；2—叶轮；3—泵壳；4—轴

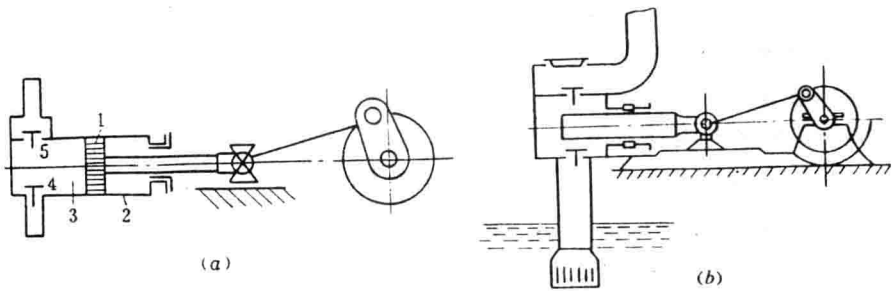


图 0-5 往复式泵示意图

(a) 活塞泵；(b) 柱塞泵

1—活塞；2—泵缸；3—工作室；4—吸水阀；5—压水阀

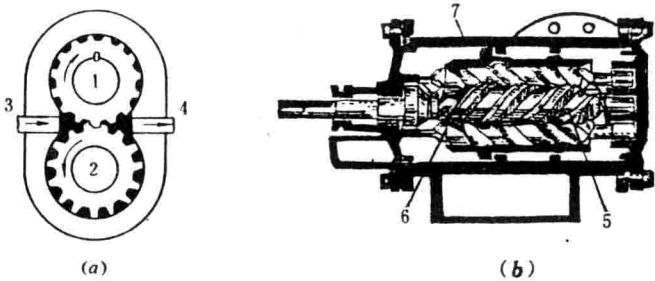
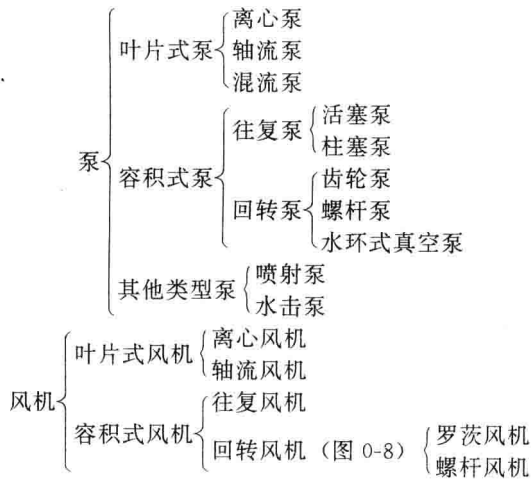


图 0-6 回转式泵示意图

(a) 齿轮泵；(b) 螺杆泵

1—主动轮；2—从动轮；3—吸油管；4—压油管；5—主动螺杆；6—从动螺杆；7—泵壳





火力发电厂常用泵与风机主要采用叶片式离心泵与风机。因为在众多类型中它的结构简单、体积小、重量轻，使用参数范围大，并具有效率高、性能平稳、运行可靠、便于操作和维护等优点。因此，本课程将着重介绍离心式泵与风机。随着机组容量的增大，轴流式泵与风机在火力发电厂中的应用范围正在逐渐扩大。当然，离心式和轴流式泵与风机的应用也受着特殊要求的限制，如输送粘度大的流体，或者小流量、高扬程的场合，因此其

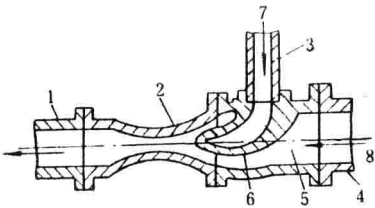


图 0-7 喷射式泵示意图

- 1—排出管；2—扩散管；3—管子；4—吸入管；  
5—吸入室；6—喷嘴；7—工作流体；8—  
被抽吸流体

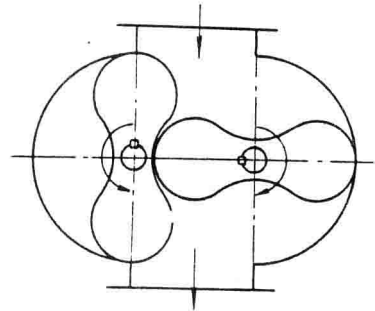


图 0-8 回转式风机示意图

他型式的泵与风机在生产中也有一定的使用价值。各种泵与风机的使用范围可参考图 0-9。

泵与风机的产生与发展和其他科学技术一样，也是在劳动人民与自然界做斗争中发展起来的。人类在生产和生活实践中创造了最原始的水力与风力工具，如戽斗、辘轳、水车和风箱、风车等，这些就是泵与风机的雏形。随着社会的进步，泵与风机到 20 世纪初期已取得了巨大的发展。近 20 年来，随着我国电力系统容量不断增大，火力发电厂的机组正向着大容量、高参数方向发展，从而促进了泵与风机也向着大容量、高转速、高效率、系列化、通用化、标准化及自动化方向迈进。

**大容量** 目前泵出口的最高压力可达 40MPa，其流量可达 300m<sup>3</sup>/s 以上。国外最大的给水泵驱动功率已达 6 万 kW，送引风机的驱动功率已达 1.1 万 kW。

**高转速** 过去泵与风机最高转速一般采用 3000r/min，因为转速的升高受到材料强度、制造工艺等条件的制约，而转速低又限制了泵与风机容量的增加。随着科学技术水平的提

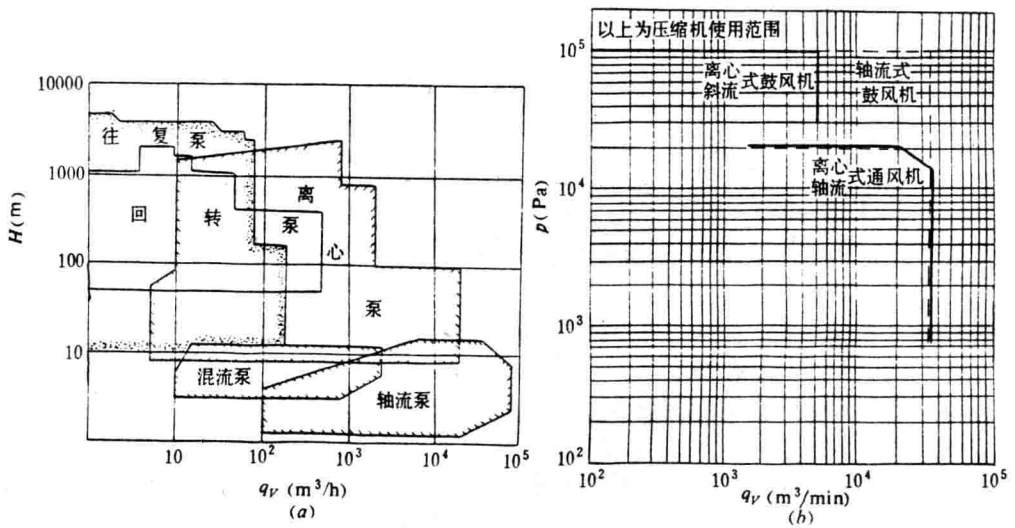


图 0-9 各种泵与风机的使用范围

(a) 各种泵的使用范围；(b) 各种风机的使用范围

高，目前大型锅炉给水泵的转速多采用 4500~6500r/min。国外已生产有 10700r/min 的高转速试验样机，这将会大大地提高泵与风机的参数，减少泵的级数，缩小泵与风机的外形尺寸及贵金属的消耗，有利于提高泵与风机运行的可靠性和经济性。

高效率 节省能源是一项重要的科学技术。我国泵与风机的能耗分别占全国电能消耗的 21%和 10%以上。火力发电厂大容量机组泵与风机的耗电量几乎占全部厂用电的 70%以上。由此可见，提高泵与风机的效率是降低能耗，提高发电厂的发电能力，降低发电成本的关键。目前我国制造的高效率给水泵效率已达 86.5%，高效率风机的效率可达 93%左右。

在火力发电厂中，由于机组容量的增大，泵与风机运行管理的自动化水平亦随之提高，并以此来加强泵与风机设备的正常运行、检测、调节控制和自动保护。随着泵与风机容量和参数的提高，产品的标准化、系列化及通用化是现代化工业生产的必然要求，也是通用机械工业发展的必然之路。

### 三、泵与风机的主要工作参数

泵与风机的工作参数是分析泵或风机的工作原理、性能特征、工作状况、故障的基本参数。泵与风机的主要工作参数有流量、压头、功率、效率、转速等。

#### 1. 流量

流量是指单位时间内泵与风机输送的流体的数量，分体积流量和质量流量两种。体积流量用  $q_v$  表示，常用单位为  $m^3/s$ 、 $m^3/h$  或  $L/s$ ；质量流量用  $q_m$  表示，常用单位为  $kg/s$ 、 $t/h$ 。体积流量与质量流量的关系为

$$q_m = \rho q_v \quad (0-1)$$

式中  $\rho$ ——输送流体的密度， $kg/m^3$ 。

## 2. 压头

(1) 扬程 泵的压头用水柱高度表示, 称泵的扬程。扬程是指单位重力液体通过泵轮后所提高的总能头, 用符号  $H$  表示, 单位为  $m$ 。

(2) 全风压 风机的压头用压力单位表示, 称为全风压。全风压是指单位体积的气体通过风机叶轮后所提高的总能头, 用符号  $p$  表示, 单位为  $Pa$ 。风机的全风压包括静风压  $p_{st}$  和动风压  $p_d$  两部分, 即

$$p = p_{st} + p_d \quad (0-2)$$

在泵扬程中, 动能头所占的比例很小, 一般不把静扬程与动扬程分开表示, 所以泵扬程主要是指静扬程。

## 3. 功率

(1) 有效功率 有效功率是指泵与风机输送流体实际所消耗的功率, 用符号  $P_e$  表示。当泵与风机的体积流量为  $q_v$ , 泵扬程为  $H$  或风机全风压为  $p$ , 输送流体的密度为  $\rho$  时, 泵的有效功率为

$$P_e = \frac{\rho g q_v H}{1000} \quad kW \quad (0-3)$$

风机的有效功率为

$$P_e = \frac{q_v p}{1000} \quad kW \quad (0-4)$$

因此, 有效功率是泵与风机的输出功率。

(2) 轴功率 轴功率是指原动机传递给泵与风机轴上的功率, 用符号  $P$  表示。它是泵与风机的输入功率。

(3) 配用原动机功率 由于泵与风机在运行时可能出现的超负荷情况及原动机与泵或风机传动中的功率损失, 原动机应具备一定的备用功率。包括备用功率在内的原动机所必须设置的最小功率, 称为配用原动机功率, 用符号  $P_0$  表示。

## 4. 效率

泵与风机的总效率 (简称效率) 是指泵与风机的有效功率与轴功率之比值的百分数, 反映泵与风机在传递能量过程中轴功率被有效利用的程度。泵与风机的效率用符号  $\eta$  表示, 即

$$\eta = \frac{P_e}{P} \times 100\% \quad (0-5)$$

## 5. 转速

转速是指泵与风机叶轮每分钟的转数。泵与风机的流量、压头、轴功率及效率都是在某一转速下的工作参数。转速用符号  $n$  表示, 单位为  $r/min$ 。

泵与风机除上述五个工作参数外, 还有比转数  $n_s$  或  $n_y$ 、泵的允许吸上真空高度  $[H_s]$  或允许汽蚀余量  $[\Delta h]$ , 这些工作参数将在第三章中详细介绍。

# 第一章 离心式泵与风机的分类和构造

## 第一节 离心泵的分类和构造

### 一、离心泵的分类

离心泵的种类繁多，根据离心泵的主要结构特点，可将其分成许多不同的类型。

#### 1. 单级单吸式离心泵

泵的转轴上只有一个叶轮，并且叶轮的吸入口在一侧，如图 1-1 所示。这种类型的泵，外壳通常为螺旋形的壳体（又称蜗壳）。由于该种泵只有一级叶轮，故扬程较低。

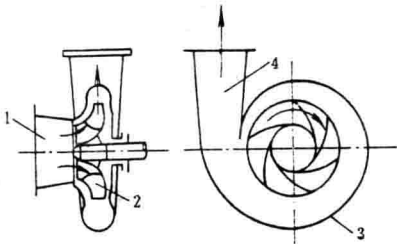


图 1-1 单级单吸式离心泵

1—吸入室；2—叶轮；3—泵壳；4—压出室

#### 2. 单级双吸式离心泵

这种类型的泵，叶轮双侧都有吸入口，如图 1-2 所示。采用双吸式叶轮的目的是：一方面可以防止泵的转子产生轴向推力；另一方面，由于液体从叶轮两侧同时进入叶轮，所以叶轮单侧入口的流量可减少一半，叶轮入口的流速大为降低，避免泵发生汽蚀。

#### 3. 多级单吸式离心泵

在叶轮的转轴上装有两个或两个以上的叶轮，每个叶轮的吸入口均在叶轮的一侧，如图 1-3 所示。液体依次通过每个叶轮，泵出口的总扬程为各级扬程之和。所以，多级泵用于要求扬程较高的场合。多级泵的壳体通常为分段式的壳体，如图 1-4 所示。

以上是按照离心泵的主要整体结构特点进行分类的。除此之外，还可根据泵所产生的扬程高低将泵分成低扬程（ $H < 200\text{m}$ ）、中扬程（ $H = 200 \sim 600\text{m}$ ）和高扬程（ $H > 600\text{m}$ ）的泵。也可根据泵主轴的位置将其分成卧式泵（图 1-4）和立式泵（图 1-5）。

总之，离心泵的种类很多，结构、尺寸、参数各不相同，用户可根据不同用途，选择不同类型的泵。

### 二、离心泵的构造

离心泵是由转子部分（叶轮、轴、轴套等）、静体部分（吸入室、导叶、压出室等）、密封装置及轴向推力平衡装置等组成。此外，为了保证水泵的正常工作，还需要配置一定的管道附件。

虽然离心泵的种类较多，结构形式也各不相同，但由于其工作原理是相同的，因此主要部件的作用和形状也是相近的。下面将离心泵的主要部件分别加以介绍。

#### （一）转子部分

##### 1. 叶轮

叶轮是直接对液体做功并提高液体能量的主要工作部件，如图 1-6 所示。它由前盖板、

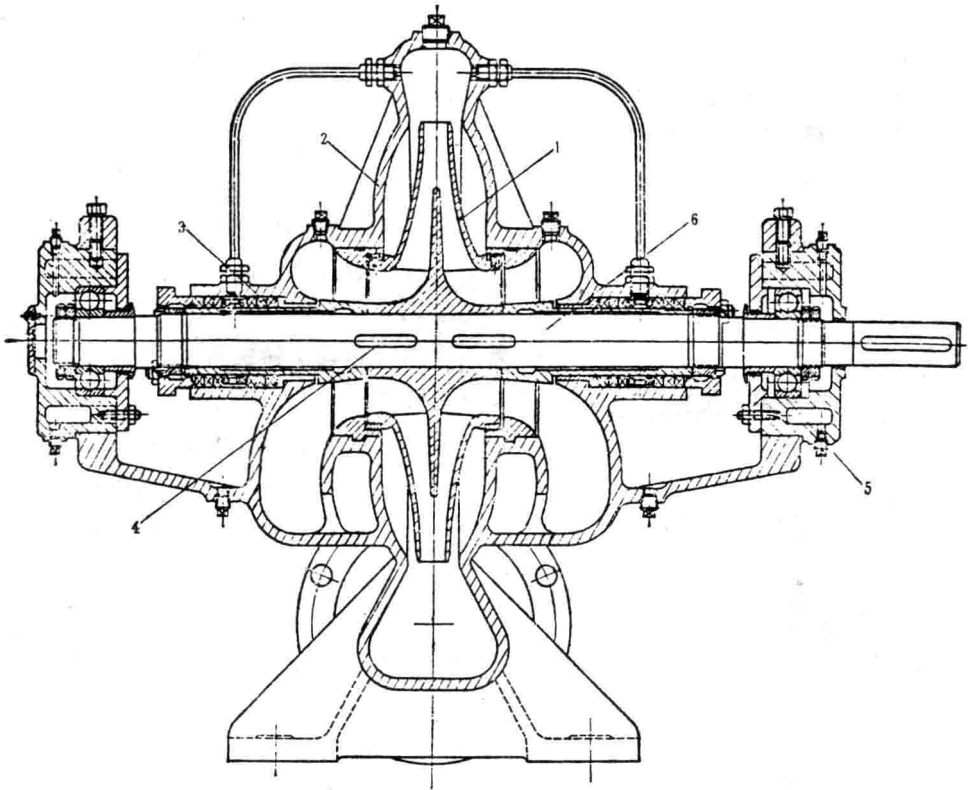


图 1-2 单级双吸式离心泵

1—叶轮；2—泵壳；3—轴封；4—键；5—轴承；6—轴

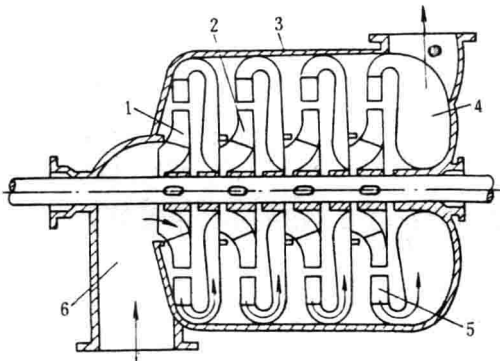


图 1-3 多级单吸式离心泵

1—首级叶轮；2—次级叶轮；3—泵壳；4—压  
出室；5—导叶；6—吸入室

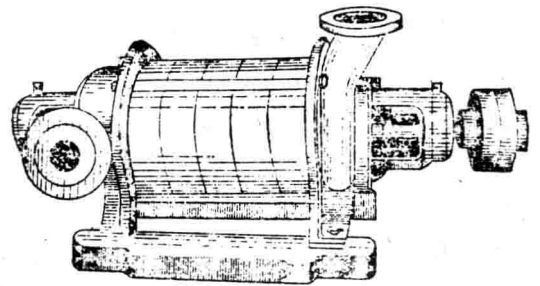


图 1-4 分段式多级离心泵

后盖板、叶片及轮毂组成。在前后盖板与叶片之间形成了流道，流体由叶轮中心入口处轴向流入，然后转成径向由轮缘排出。

叶轮的型式有封闭式、半开式和开式三种，如图1-7所示。封闭式叶轮又有单吸与双吸式两种。封闭式叶轮是指在叶片两侧均有盖板。半开式叶轮只有后盖板，当离心泵用于输送含有大量机械杂质的液体时，为防止流道堵塞，可采用半开式叶轮。开式叶轮只用于输送粘性很大的液体。在输送清水、油或其他液体时，都采用封闭式叶轮。

双吸式叶轮应用比较广泛，因为它具有平衡泵轴向推力和改善泵抗汽蚀性能的优点。

叶轮的叶片数一般为 6 ~ 12 片，叶片厚度为 3 ~ 6 mm 左右。

叶轮的材料应根据所输送的液体的化学性质、机械杂质的磨损程度及离心力作用下的机械强度而定。一般清水泵的叶轮常用铸铁或铸钢制成。当输送具有高温或腐蚀性的液体或工作转速很高时，叶轮可选用不锈钢、铜合金、陶瓷、耐酸硅铁或塑料等材料制成。

离心泵的叶轮均为铸造而成。

## 2. 轴及轴套

轴是传递扭矩的部件。它的直径是根据传递功率的大小按材料的许用应力计算确定的。轴的材料一般是采用优质炭素钢（35号或45号钢），对于大功率高压泵则采用40铬钢或特种合金钢，如沉淀硬化钢等。

在离心泵的主轴上常装有轴套。轴套的作用是对叶轮起轴向定位和保护主轴不直接受到腐蚀与磨损。轴套的材料一般为铸铁。但是，鉴于液体的性质和温度的不同，可以使用硅铸铁、青铜、不锈钢等材料。对于个别情况，如采用浮动环密封装置的，轴套表面还需要镀铬。

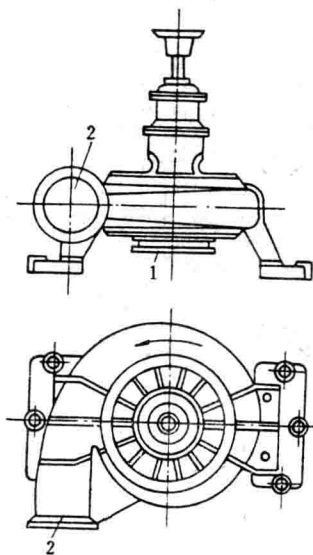


图 1-5 立式离心泵

1—吸入口；2—压出口

## (二) 静体部分

### 1. 吸入室

将泵吸入口法兰至首级叶轮入口之间的流动空间称为吸入室。它的作用是在最小的水力损失情况下，引导液体平稳而均匀地进入叶轮。

吸入室一般有以下三种型式：锥形管吸入室（图1-8）、圆环形吸入室（图1-9）和半螺旋形吸入室（图1-10）。

锥形管吸入室结构简单，制造方便，流速分布均匀，损失小，主要用于悬臂式离心泵中。

圆环形吸入室也具有结构简单、轴向尺寸小等优点。其缺点是流速分布不均匀，阻力

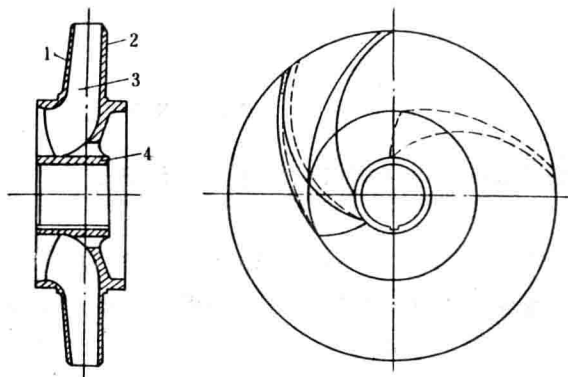


图 1-6 叶轮

1—前盖板；2—后盖板；3—叶片；4—轮毂

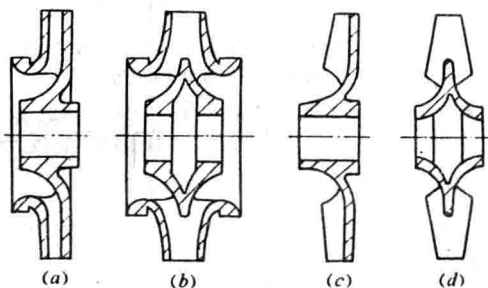


图 1-7 叶轮的型式

(a)、(b)封闭式；(c)半开式；(d)开式

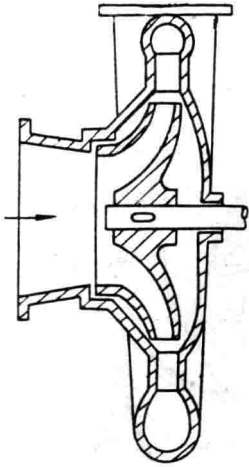


图 1-8 锥形管吸入室

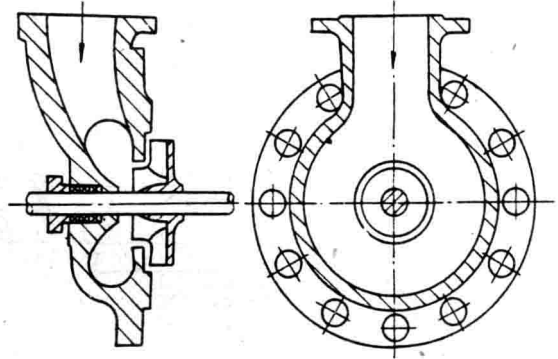


图 1-9 圆环形吸入室

较大。这种形式的吸入室主要应用在分段式多级泵中。

半螺旋形吸入室的优点是液体进入叶轮时流速分布比较均匀，阻力较小。但液体通过半螺旋形吸入室后，在叶轮入口将产生预旋而导致离心泵的扬程有所降低。这种形式的吸入室一般应用在中开式（即泵壳的接合面与轴心线在同一水平面上）泵中。

## 2. 导叶

导叶也称为导向叶轮，如图 1-11 所示。它位于叶轮的外缘，相当于一个不转动的固定叶轮。分段式多级离心泵中每一级叶轮都装配有一个导叶。导叶的作用是将叶轮出口处的高速液体汇集起来引向下一级叶轮的入口，并将部分动能转变成压力能，提高下一级叶轮入口的静压头。

导叶的型式有径向式、流道式和扭曲式三种。

图 1-12 所示是分段式多级泵常用的径向式导叶的结构，由正导叶、环形流道和反导叶组成。正导叶包括螺旋线和扩散段两部分。螺旋线正导叶用来收集从叶轮中甩出的液体，在扩散段中将一部分动能转变为压力能，经过环形流道流入反导叶，并引向下一级叶轮的进口。最后一级叶轮的导叶没有反导叶，直接经过正导叶后流入压出室。

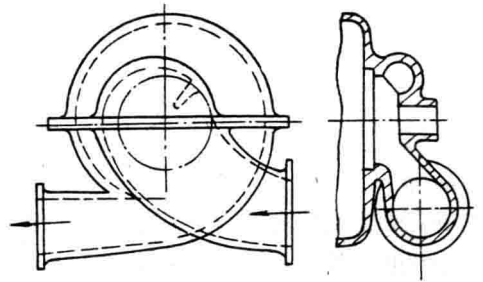


图 1-10 半螺旋形吸入室

## 3. 压出室

压出室是指叶轮出口或末级导叶出口处与压出室出口法兰之间的流动空间。它的作用是以最小的阻力损失汇集从叶轮中甩出来的液体，然后将其引向压水管。

压出室有环形及螺旋形两种。

图 1-13 (a) 为环形压出室，它主要用于分段式多级泵或输送含杂质多的泵，如灰渣泵、污水泵等。环形压出室的流道（即叶轮外缘与压出室内壁间）断面积沿圆周是相等的，而压出室收集的液体流量却沿圆周是变化的，故各断面流速是不相等的。因此，不论泵是否在设计工况下工作，环形压出室中总是有冲击损失的，其流动效率也总是低于螺旋形压出室的。

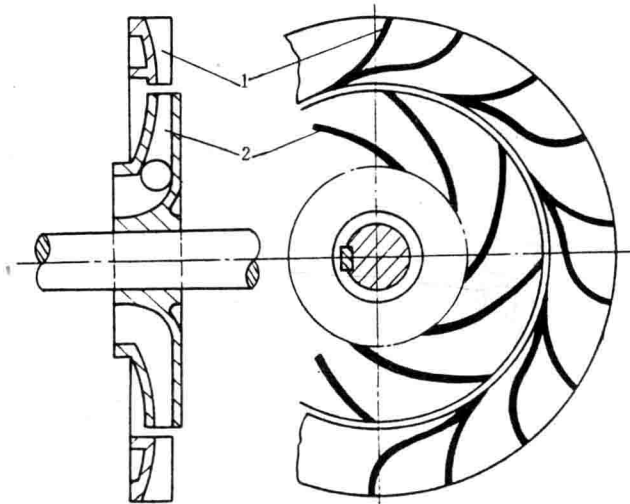


图 1-11 导叶  
1—导叶；2—叶轮

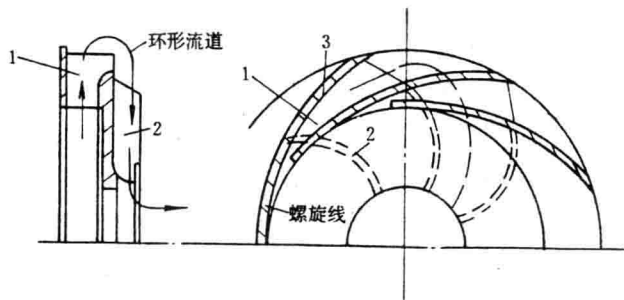


图 1-12 径向式导叶  
1—扩散段；2—反导叶；3—正导叶

螺旋形压出室（也称蜗室），如图1-13(b)所示。它不仅具有汇集液体和引导液体至泵的出口的作用，而且还具有将液体的部分动能变成压力能的作用。螺旋形压出室具有制造简便、效率高的优点。所以，在单级泵或中开式多级泵中一般均采用螺旋形压出室。其缺点是单蜗壳泵在非设计工况下运行时，压出室中的等速流动受到破坏，变成如图1-14所示的不均匀径向压力分布。因而，出现了转子的径向推力，泵轴产生较大的动挠度，甚至造成剧烈振动和密封环的严重磨损。因而当高压泵采用螺旋形压出室时，可改进成如图1-15所示的双蜗壳室，以此来平衡转子的径向推力。

(三) 密封装置

离心泵的转子与静体之间总存在着一定的间隙。如叶轮与泵壳的间隙、轴与泵壳的间隙等。为了防止液体从这些间隙中的泄漏，减少泄漏损失，提高泵的效率，则采用了密封装置。离心泵采用的密封装置有密封环和轴封，下面分别加以介绍。

1. 密封环（也称内密封装置）

离心泵叶轮出口压力高、吸入口压力低，为了减少液体从叶轮的出口倒流回吸入口而



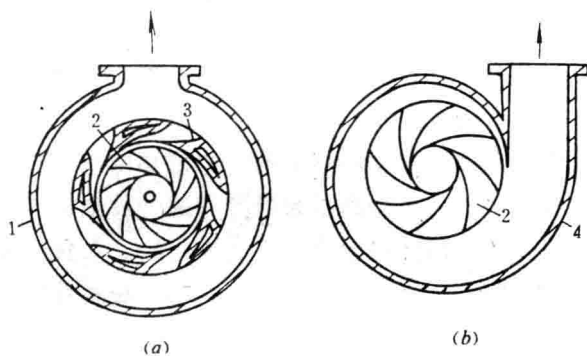


图 1-13 压出室

(a) 环形压出室; (b) 螺旋形压出室

1—环形泵壳; 2—叶轮; 3—导叶; 4—螺旋形外壳

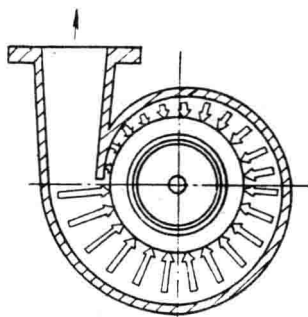


图 1-14 径向推力

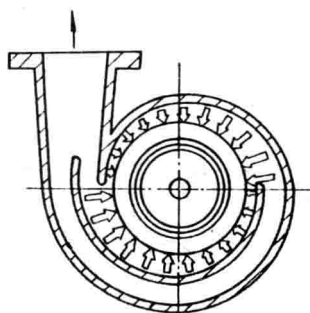


图 1-15 径向推力的平衡

造成的泄漏损失, 就需要减小叶轮吸入口与泵壳之间的间隙。由于这部分泄漏的液体在泵体内部循环, 故称泵内漏损。为此, 在泵的吸入口处装设了密封环(也叫口环或卡圈)。其作用是减小叶轮入口与泵壳之间的间隙, 用增加间隙前后的节流阻力来减小泵内泄漏。

密封环的型式如图1-16所示。中小型泵一般采用平环式和角环式。在高压泵中, 可采用锯齿式和迷宫式。一般密封环的单侧间隙为 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 。

密封环应采用耐磨且硬度较低的材料, 通常用青铜或碳钢, 也有采用高级铸铁制成的。密封环应加工成可拆卸的部件, 以备磨损后更换。

## 2. 轴封(也称外密封装置)

在泵壳与转轴之间也存在着一定的间隙, 为了防止液体泄漏同样需要密封, 这种密封装置称为轴封。由于此间隙的泄漏是向泵体外的, 故轴封又称外密封装置。轴封的作用有两方面: 一是当泵的吸入端处在真空时, 用来防止外界空气漏入泵内; 二是在压出端防止泵内高压液体漏出泵外。泵若输送易燃、易爆或有害的液体时, 外部泄漏不仅会污染

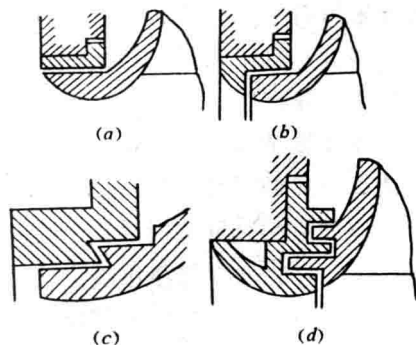


图 1-16 密封环型式

(a) 平环式; (b) 角环式; (c) 锯齿式; (d) 迷宫式