



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

“十二五”江苏省高等学校重点教材

Shuibeng Yu  
Shuibengzhan

# 水泵与水泵站

(第二版)

刘家春 白桦 杨鹏志 编著  
缴锡云 主审

# 水泵

中国建筑工业出版社



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

“十二五”江苏省高等学校重点教材(2013-1-060)

# 水泵与水泵站 (第二版)

刘家春 白桦 杨鹏志 编著  
缴锡云 主审

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

水泵与水泵站/刘家春等编著. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 5

“十二五”职业教育国家规划教材. 经全国职业教育教材审定委员会审定. “十二五”江苏省高等学校重点教材

ISBN 978-7-112-16430-1

I. ①水… II. ①刘… III. ①水泵-高等职业教育-教材②泵站-高等职业教育-教材 IV. ①TV675

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 030504 号

本书共 8 章, 主要内容有: 叶片泵基本构造、工作原理、性能、工况确定及调节; 机组选型、机组及管道布置、辅助设施和变配电设施的选型及布置; 进出水构筑物的布置与设计; 泵房稳定分析及泵房平面、立面设计; 泵站工艺设计; 机组和管道的安装; 泵站运行管理等。

本书可作为高职高专给排水工程技术、市政工程技术、供热通风与空调工程技术及相关专业教材, 也可供相关专业工程技术人员参考。

责任编辑: 王美玲 齐庆梅

责任校对: 姜小莲 赵颖

“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定  
“十二五”江苏省高等学校重点教材

### 水泵与水泵站

(第二版)

刘家春 白桦 杨鹏志 编著

缴锡云 主审

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12 $\frac{3}{4}$  字数: 307 千字

2014 年 8 月第二版 2014 年 8 月第四次印刷

定价: 25.00 元

ISBN 978-7-112-16430-1

(25129)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 第二版前言

《水泵与水泵站》(第一版)为普通高等教育“十一五”国家级规划教材、2008年普通高等教育精品教材,于2008年由中国建筑工业出版社出版发行,2013年被评为“十二五”江苏省高等学校重点教材。出版6年来得到了使用老师和学生的较高评价,但是教材中还是较重视理论知识、轻视实践知识;偏重泵站设计的内容较多、工程施工内容相对较少;城镇给水排水方面新成果、新技术、新工艺、新方法、新设备大量涌现;一些技术规范进行了修订。鉴于此对教材进行了修订。

教材应充分体现高等职业教育的办学理念和办学宗旨,应将高等职业教育的人才培养规格、研究成果、理念等充分体现在教材中。《水泵与水泵站》(第二版)根据2012年12月出版的《高等职业学校给排水工程技术专业教学基本要求》进行编写,充分体现高职高专教育教学特点,教育教学理念先进;紧紧把握“水泵与水泵站”课程在给排水工程技术专业的性质、特点以及在人才培养目标中的地位和作用;突出高素质技能型人才的培养,以实际工程的训练为特色;适当反映本领域新技术、新工艺、新方法,新成果、新设备;并吸纳其他院校老师反馈的意见和建议。2014年被评为“十二五”职业教育国家规划教材、经全国职业教育教材审定委员会审定。

内容叙述力求结构合理,层次分明,逻辑性强,语言简练,深入浅出,行文流畅,便于阅读;数据翔实可靠。

本教材第1、5、7、8章由江苏建筑职业技术学院刘家春编写,第2、3、4章由江苏建筑职业技术学院白桦编写,第6章由河北工程技术高等专科学校杨鹏志编写。

全书由刘家春教授进行统稿和修改。河海大学博士生导师缴锡云教授任主审,对书稿进行了认真细致的审查,编者在此深表谢意。

限于编者水平,书中不妥之处,恳请读者批评指正。

## 前 言

本教材从培养高素质技能型人才的目标出发，教材内容紧密结合生产实际，突出专业技术的应用，培养学生的技术应用能力，体现针对性；通过引入大量工程实例，使教学内容与生产实际有机结合，体现了高职高专教材的特色，突出了实用性和实践性；教材适当反映本领域新技术、新工艺、新方法、新成果、新设备，体现先进性；引用最新规范、标准体现规范性。

内容叙述力求结构合理，层次分明，逻辑性强，语言简练，深入浅出，行文流畅，便于阅读；有关数据翔实可靠。

本教材第一、五、七章由徐州建筑职业技术学院刘家春编写，第二、三、四章由徐州建筑职业技术学院白桦编写，第六章由河北工程技术高等专科学校杨鹏志编写。

全书由刘家春教授主编，并对全书进行统稿和修改，白桦副教授任副主编。河海大学博士生导师缴锡云教授任主审，主审人对书稿进行了认真细致的审查，编者在此深表谢意。

本教材编写过程中，参考引用了有关院校编写的教材和生产科研单位的技术资料及研究成果，除部分已经列出外，其余未能一一注明，在此一并致谢。

限于编者水平，书中不妥之处，恳请读者批评指正。

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 水泵及水泵站在给水排水工程中的地位和作用 .....	1
1.2 水泵的定义及分类 .....	2
<b>第 2 章 叶片泵的基础知识</b> .....	5
2.1 离心泵的构造与工作原理 .....	5
2.2 离心泵的主要零件 .....	5
2.3 轴流泵和混流泵的构造与工作原理 .....	9
2.4 给水排水工程中常用水泵 .....	12
思考题与习题 .....	22
<b>第 3 章 叶片泵的性能</b> .....	23
3.1 叶片泵的性能参数 .....	23
3.2 叶片泵的基本方程式 .....	25
3.3 叶片泵的性能曲线 .....	29
3.4 相似定律与比转数 .....	31
思考题与习题 .....	34
<b>第 4 章 叶片泵的运行</b> .....	35
4.1 叶片泵装置的总扬程 .....	35
4.2 叶片泵工况的确定 .....	37
4.3 叶片泵装置变速运行工况 .....	41
4.4 叶片泵装置变径运行工况 .....	46
4.5 叶片泵装置变角运行工况 .....	50
4.6 离心泵并联及串联运行 .....	51
4.7 叶片泵吸水性能及安装高程的确定 .....	63
思考题与习题 .....	67
<b>第 5 章 给水泵站</b> .....	70
5.1 泵站的组成及分类 .....	70
5.2 水泵的选型 .....	73
5.3 泵站电气及动力设施 .....	81
5.4 主机组的布置与机组基础 .....	84
5.5 进水构筑物 .....	88
5.6 吸水管道与压水管道 .....	91
5.7 给水泵站的主要辅助设施 .....	96
5.8 泵站停泵水锤及防护 .....	105
5.9 泵站噪声及防治 .....	110
5.10 给水泵站泵房尺寸确定和稳定分析 .....	113
5.11 给水泵站布置实例 .....	119

5.12 给水泵站工艺设计 .....	122
思考题与习题 .....	127
<b>第 6 章 排水泵站</b> .....	<b>128</b>
6.1 排水泵站的类型及特点 .....	128
6.2 污水泵站 .....	131
6.3 雨水泵站及合流泵站 .....	140
思考题与习题 .....	149
<b>第 7 章 机组和管道的安装</b> .....	<b>151</b>
7.1 安装要求与安装工具 .....	151
7.2 卧式机组的安装 .....	155
7.3 立式机组的安装 .....	159
7.4 管道的安装 .....	164
思考题与习题 .....	171
<b>第 8 章 泵站运行管理</b> .....	<b>172</b>
8.1 机组的使用及维护 .....	172
8.2 泵站技术经济指标 .....	175
8.3 泵站经济运行 .....	177
8.4 泵站运行管理自动化技术简介 .....	191
思考题与习题 .....	195
<b>主要参考文献</b> .....	<b>196</b>

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 水泵及水泵站在给水排水工程中的地位和作用

泵是人类应用最早的机器之一。随着生产的发展和对自然规律的认识和掌握，由自古以来人们所使用的戽斗、辘轳、水排、水车等原始的提水工具，逐步发展成为现代的泵。

在我国国民经济中，泵对工农业生产及人们的日常生活起着越来越重要的作用。从上天飞机、火箭，到入地的钻井、采矿；从水上的航船、潜艇，到陆地上的火车、汽车；无论是轻工业、重工业，还是农业、交通运输业；也不论是神秘的尖端科学，还是人们极普通的日常生活，都离不开泵，到处都可以看到它在运行。因此，泵被称为通用机械，它的产量仅次于电动机的产量，它所消耗的电能约占世界发电总量的 1/4。

在火力发电厂中，由锅炉给水泵向锅炉供水，锅炉将水加热变为蒸汽，推动汽轮机旋转并带动发电机发电。从汽轮机排出的废气到冷凝器冷却成水，需要冷凝泵将冷凝水压入加热器进行再次循环，冷凝器用的冷却循环水由循环水泵供给，如图 1-1 所示。此外，还有输送各种润滑油、排除锅炉灰渣的特殊专用泵等。泵在火力发电厂中应用极为广泛，泵的工作对火力发电厂的安全生产和经济运行，起着非常重要的作用。

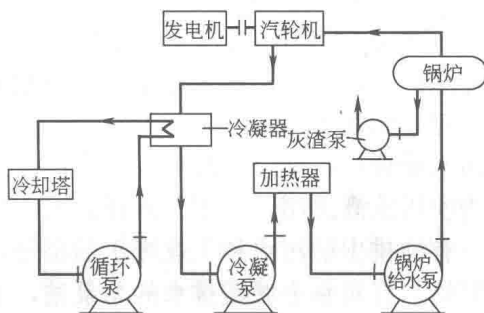


图 1-1 泵在火力发电厂中的应用示意图

在采矿工业中，矿井的井底排水，矿床的疏干，掘进斜井的排水，水力掘进，水力采矿，水力选矿及水力输送等需要建造一系列的泵站来满足采矿的需要。在煤炭开采中，排水泵不仅对安全生产至关重要，而且在煤炭开采中所消耗的能源占消耗总能源的比例较大，其运行中的节能降耗对降低生产成本具有较大的影响。

在化学工业中，无论是化工液体的输送，还是化工工艺流程中的工艺用水、循环冷却用水，均由相应的泵来实现，泵被称为化工工艺流程的心脏，泵在化学工业中具有举足轻重的作用。

在工程施工开挖基槽时，需用水泵抽水来降低地下水位或排除基坑中的积水；施工工地的供水、输送混凝土、砂浆和泥浆等，也必须由泵来实现。

在农田灌溉和排水方面，水泵的使用极为广泛，有大流量低扬程的排涝泵站，有高扬程的梯级灌溉泵站，有跨流域调水泵站，还有开采地下水的井泵站以及解决边远地区人、畜饮水的泵站。农田灌溉和排水的泵站在我国国民经济各领域的泵站中所占比例最大，工程的规模也最大。如江都水利枢纽由四座泵站组成，共装机  $4.98 \times 10^4$  kW，设计流量为



473m<sup>3</sup>/s, 抽送江水至京杭大运河和苏北灌溉总渠, 灌溉沿线农田, 并排除里下河地区的内涝, 同时又是南水北调工程东线第一级泵站的组成部分。我国高扬程、多梯级的灌溉泵站主要分布在西北高原地区, 如陕西合阳县东雷引黄泵站设计流量 60m<sup>3</sup>/s, 分 8 级提水, 总静扬程 311m, 总装机容量为 12×10<sup>4</sup>kW。

南水北调东线工程从江都水利枢纽抽长江水北上, 沿途经 13 级泵站, 将长江水抬高约 40m 后, 穿越黄河, 送到天津及河北, 输水主干线长达 1156km, 沟通长江、淮河、黄河、海河四大流域, 工程总投资约 420 亿元, 工程规模浩大, 设备先进, 运行管理和调度系统复杂, 采用很多先进技术。

在市政建设中, 水泵及水泵站是城镇给水和排水工程的重要组成部分, 是保证给水、排水系统正常运行的重要设施, 在给水和排水工程中具有不可替代的作用。图 1-2 所示为

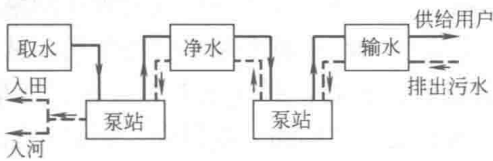


图 1-2 给水排水系统基本工艺流程

城镇给水排水系统的基本工艺流程。由图可以看出, 城镇中水的循环是借助于一系列不同功能的水泵站运行来实现的。取水泵站从水源取水将其送至水厂, 净化后的清水由送水泵站送到城镇管网中去供用户使用, 其工艺流程如图 1-2 中的实线所示。

在我国许多城市的给水工程中, “引滦入津” 工程是一项规模较大的跨流域引水工程。它将滦河流域的水调往海河流域的天津市, 该工程全长 234km, 全年引水量达 10 亿余 m<sup>3</sup>, 工程中修建了 11.39km 的隧洞, 加固了于桥水库, 建设了日产水能力为 50 万 t 的新开河水厂, 修建了 4 座大型泵站, 分别采用了多台叶片可调的大型轴流泵和高压离心泵。

对于城镇中排出的生活污水和工业废水, 经排水管渠汇集后, 由排水泵站将污水抽送至污水处理厂, 经过处理后的污水由另一座排水泵站 (或自流) 排到江河湖海中去, 或者作为农田灌溉之用, 其工艺流程如图 1-2 中的虚线所示。在排水系统中排水泵站的类型很多。有抽排生活污水和工业废水的泵站, 有专门抽排雨水的泵站, 有排除立交桥积水的立交泵站。有对整个城镇排水的总泵站, 也有对地势低洼区排水的区域性泵站。在污水处理厂中, 从沉淀池把新鲜污泥抽送到污泥消化池、从沉砂池中排除沉渣、从二次沉淀池中抽送回活性污泥等都要用各种不同类型的泵和泵站来完成。

水泵及水泵站的运行要消耗大量的能源, 对一般城镇水厂来说, 泵站运行的电费, 一般占自来水制水成本的 40%~70%, 有的甚至更高。因此, 泵站运行的节能对降低自来水的制水成本非常重要。近年来, 国内许多水厂采取了节能降耗措施。如北京市的水源九厂, 从怀柔水库取水, 一期工程日供水能力 50 万 m<sup>3</sup>, 有两台取水泵和两台配水泵采用了从德国西门子公司引进的变频电动机变速装置, 单台电动机的功率达 2500kW, 这是国内首次在大容量水泵机组采用变频调速装置, 每年节电达 940 万 kWh。三年节约的电费就可以把购买这套变频调速装置的成本收回来。除此之外, 泵站中还采用了多种形式的节能措施, 如采用微阻缓闭式止回阀、液压自控蝶阀等, 均获得了良好的节能效果。

## 1.2 水泵的定义及分类

### 1.2.1 水泵的定义

水泵是能量转换的机械, 它把动力机的机械能转换 (或传递) 给水体, 从而将水体提

升或输送到所需之处。

### 1.2.2 水泵的分类

水泵的品种繁多，结构各异，对其分类的方法也各不相同，按其工作原理可分为如下三大类。

#### 1. 叶片式水泵

叶片式水泵是靠泵内高速旋转的叶轮将动力机的机械能转换给被抽送的液体。属于这一类的泵有离心泵、轴流泵、混流泵等。

(1) 离心泵是靠叶轮高速旋转产生的惯性离心力而工作的水泵。由于其扬程高，流量范围广，因而获得广泛应用。

(2) 轴流泵是靠叶轮高速旋转产生的轴向推力而工作的水泵。其扬程较低，流量较大，多用于低扬程大流量的抽水场合中。

(3) 混流泵是靠叶轮高速旋转既产生惯性离心力又产生轴向推力而工作的水泵。其适用范围介于离心泵与轴流泵之间。

#### 2. 容积式水泵

顾名思义，它是靠泵工作室容积周期性的变化来转换能量的。容积式泵根据工作室容积改变的方式又分为往复泵和回转泵两种。

(1) 往复泵利用柱塞（或活塞）在泵缸内作往复运动来改变工作室的容积而输送液体。如拉杆活塞泵是靠拉杆带动活塞作往复运动进行提水的。

(2) 回转泵利用转子作回转运动来输送液体。如单螺杆泵是利用单螺杆旋转时，与泵体啮合空间（工作室）的周期性变化来输送液体的。

#### 3. 其他类型泵

这类泵是指除叶片式水泵和容积式水泵以外的泵。属于这一类的主要有螺旋泵、射流泵（又称水射器）、水锤泵、水轮泵以及气升泵（又称空气扬水机）等。上述水泵除螺旋泵是利用螺旋推进原理来提升液体外，其他各种水泵都是利用高速液流或气流的能量来输送液体的。在给水排水工程中，结合工程的具体情况，应用这些特殊泵来输送水或药剂（混凝剂、消毒药剂等）时，常常收到良好的效果。

上述各种类型的水泵均有各自的使用范围。图 1-3 所示为常用的几种类型泵的使用范

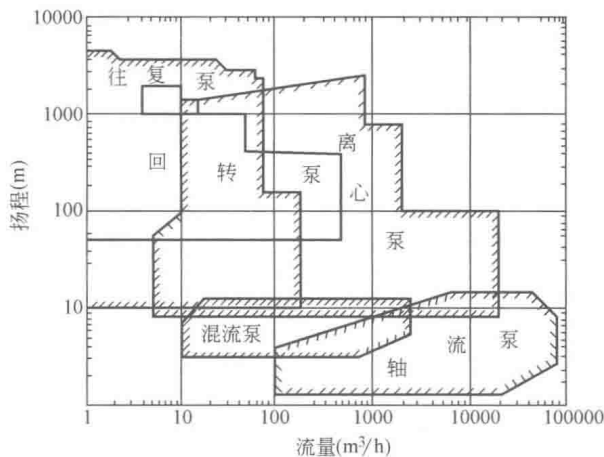


图 1-3 常用泵的使用范围

围。由图可见，往复泵的使用范围侧重于高扬程、小流量。轴流泵和混流泵的使用范围侧重于低扬程、大流量。而离心泵的使用范围介于两者之间，工作范围最广，产品的品种、系列和规格也最多。

在城镇给水工程中，一般水厂送水泵站的扬程在 20~100m 之间，单泵流量的使用范围一般在 50~10000m<sup>3</sup>/h 之间，由图 1-3 可以看出，使用离心泵是非常合适的。即使某些大型水厂，也可用多台离心泵并联运行的方式来满足用户用水量的要求。

在城镇排水工程中，污水、雨水泵站的特点是低扬程、大流量。扬程一般在 2~12m 之间，流量可超过 10000m<sup>3</sup>/h，这样的工作范围，一般采用混流泵、轴流泵比较合适。

综上所述，在城镇及工业企业的给水排水工程中，大量的、普遍使用的是离心泵、混流泵和轴流泵。因此，本教材将重点讲解这三种类型水泵的构造、工作原理、运行、泵站设计和运行管理。

## 第 2 章 叶片泵的基础知识

叶片泵的特点是依靠叶轮的高速旋转把动力机的机械能转换为被抽送液体的动能和压能。由于叶轮中叶片形状的不同，叶轮旋转时叶片与液体相互作用所产生的力就不同，叶片泵主要有离心泵、混流泵、轴流泵。

### 2.1 离心泵的构造与工作原理

由物理学可知，作圆周运动的物体受到离心力的作用，如果向心力不足或失去向心力，物体由于惯性就会沿圆周的切线方向飞出，形成所谓的离心运动，离心泵就是利用这种惯性离心运动而进行工作的。

图 2-1 所示为给水排水工程中常用的单级单吸离心泵的基本构造示意图。它主要的工作部件是叶轮 1、蜗形泵壳 2 和带动叶轮旋转的泵轴 3。蜗形泵壳的吸水口与水泵的吸水管 4 相连，出水口与水泵的压水管 7 相连。具有弯曲形叶片的叶轮安装在固定不动的泵壳内，叶轮的进口与水泵吸水管道相通。在开始抽水前，泵内和吸水管中先充满水。当动力机通过泵轴带动叶轮高速旋转时，叶轮中的水随着叶轮一起高速旋转，由于水的内聚力和叶片与水之间的摩擦力不足以形成维持水流作旋转运动的向心力，叶轮中水流逐渐向叶轮外缘流去，被甩出叶轮进入泵壳，再经扩散锥管流入水泵的压水管，由压水管道输送到管网中去。与此同时，叶轮中心处由于水被甩出而形成真空，吸水池水面作用着大气压强，吸水管中的水在此压差的作用下，沿吸水管源源不断地流入叶轮，叶轮的连续旋转，水被不断地甩出和吸入，就形成了离心泵连续输水。

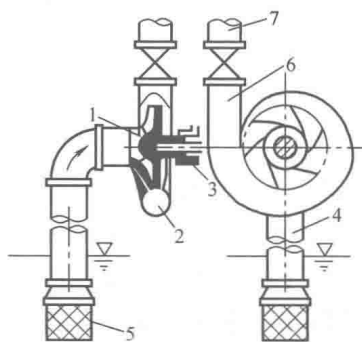


图 2-1 单级单吸式离心泵的构造

- 1—叶轮；2—泵壳；3—泵轴；
- 4—吸水管；5—底阀；6—扩
- 散锥管；7—压水管

由上所述可知，离心泵的工作过程，实际上是一个能量传递和转换的过程。它把动力机的机械能转换为被输送流体的动能和压能。在这个能量的传递和转换过程中，必然伴随着诸多的能量损失，这种损失越大，工作效率越低，该泵的性能就越差。

由上所述可知，离心泵的工作过程，实际上是一个能量传递和转换的过程。它把动力机的机械能转换为被输送流体的动能和压能。在这个能量的传递和转换过程中，必然伴随着诸多的能量损失，这种损失越大，工作效率越低，该泵的性能就越差。

### 2.2 离心泵的主要零件

离心泵是由许多零件组成的，下面以单级单吸式离心泵（图 2-2）为例，来讨论各主要零件的作用、材料和组成。

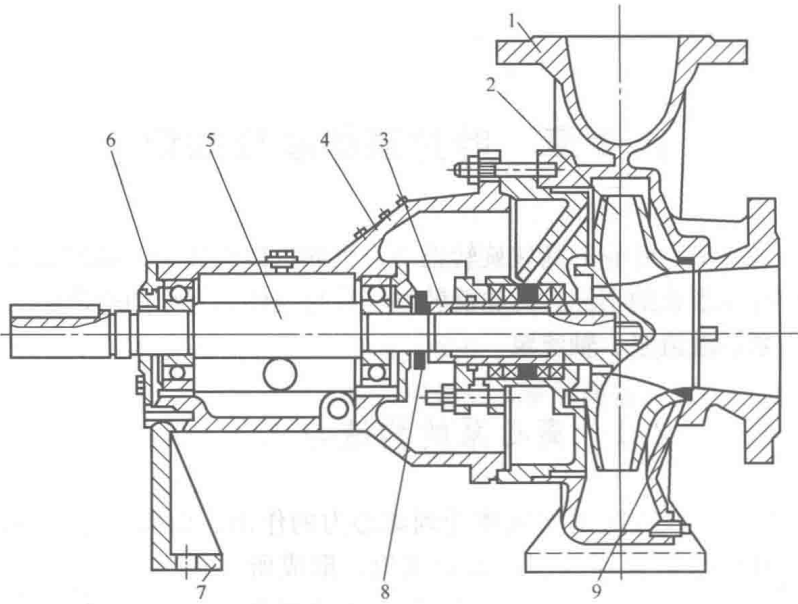


图 2-2 单级单吸式离心泵

1—泵体；2—叶轮；3—轴套；4—轴承体；5—泵轴；6—轴承端盖；7—支架；8—挡水圈；9—减漏环

### 2.2.1 叶轮

叶轮又称为工作轮或转轮，它的作用是将动力机的机械能传递给被抽送的液体，使液体流经叶轮后增加能量。在选择叶轮材料时，除考虑离心力作用下的机械强度外，还要考虑材料的耐磨和耐腐蚀性能。目前叶轮多用铸铁、铸钢和青铜制成。

叶轮按结构分为单吸和双吸两种。单吸叶轮如图 2-3 所示，它单侧吸水，叶轮的前后盖板不对称。单吸叶轮用于单吸离心泵。双吸叶轮如图 2-4 所示，它两侧吸水，叶轮盖板对称。双吸离心泵用双吸叶轮，这种泵的流量较大，能自动平衡轴向力。

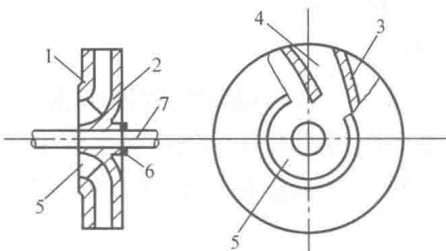


图 2-3 单吸式叶轮

1—前盖板；2—后盖板；3—叶片；4—叶槽；  
5—吸水口；6—轮毂；7—泵轴

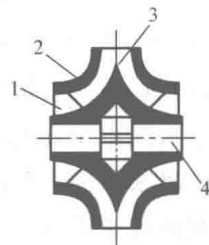


图 2-4 双吸式叶轮

1—吸水口；2—盖板；3—叶片；4—轴孔

叶轮按其盖板的情况分为封闭式、敞开式和半开式三种形式。具有两个盖板的叶轮，称为封闭式叶轮，如图 2-5 (a) 所示。盖板之间装有 6~12 片向后弯曲的叶片，这种叶轮效率高，应用最广。只有后盖板，而没有前盖板的叶轮，称为半开式叶轮，如图 2-5 (b) 所示。只有叶片而没有盖板的叶轮称为敞开式叶轮，如图 2-5 (c) 所示。半开式和敞开式叶轮叶片较少，一般仅有 2~5 片，这两种叶轮相对于封闭式叶轮来说效率较低，适用于

排污浊或含大量固体颗粒的液体。

### 2.2.2 泵轴

泵轴的作用是支撑并带动叶轮旋转，将动力机的能量传递给叶轮。要求泵轴端直且具有足够的强度、刚度，以免泵运行中由于轴的弯曲而引起叶轮摆动导致叶轮与泵壳相磨而损坏。泵轴一般由碳素钢或不锈钢制成。泵轴的一端用平键和反向螺母固定叶轮，在旋转时，使叶轮处于拧紧状态；在大、中型水泵中，叶轮的轴向位置采用轴套和并紧轴套的螺母来定位。泵轴的另一端装联轴器。

### 2.2.3 泵壳

离心泵的泵壳是包容和输送液体的蜗壳形，如图 2-6 所示。它由泵盖和蜗形体组成。泵盖为泵的吸入室，其作用是将吸水管中的水以最小的损失均匀地引向叶轮。按结构吸入室可分为直锥形吸入室、环形吸入室和半螺旋形吸入室。蜗形体由蜗室和扩散锥管组成。蜗室的主要作用是汇集叶轮甩出的水流并借助其过水断面的不断增大来保持蜗室中水流速度为一常数，以减少水头损失。水由蜗室排出后，经扩散锥管流入压力管。扩散锥管的作用是降低水流的速度，把水流的部分动能转换为压能。

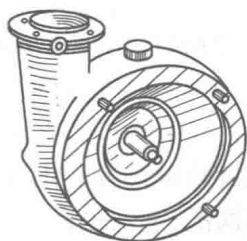


图 2-6 蜗壳形泵壳

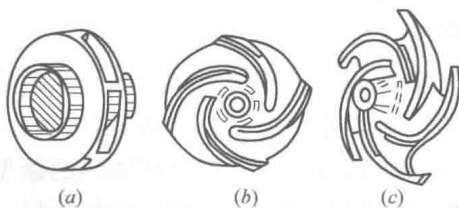


图 2-5 离心泵叶轮

(a) 封闭式；(b) 半开式；(c) 敞开式

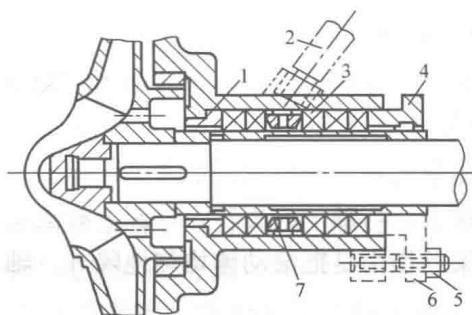


图 2-7 填料轴封装置

1—底衬环；2—水封管；3—填料；4—填料压盖；  
5—螺母；6—双头螺栓；7—水封环

泵壳的进、出水接管法兰处各有一钻孔，用以安装量测泵进口和出口压力的真空表和压力表。泵壳顶部设有灌水（或抽气）孔，以便在水泵启动前用来充水或抽走泵壳内空气。泵壳底部设有放水孔，用以停泵后放空泵内积水，防止冬季结冻。泵壳底部设有与基础固定用的螺栓孔。除固定水泵的螺栓孔外，其他螺孔在水泵运行中暂时不用时，需用带螺纹的丝堵堵住。

在上述零件中，叶轮和泵轴是离心泵的转动部件，泵壳是固定部件。这两者之间有三个交接处：泵轴与泵壳之间的轴封装置、叶轮与泵壳内壁接缝处的减漏环、泵轴与泵座之间转动连接处的轴承。

### 2.2.4 轴封装置

泵轴穿出泵壳处，旋转的泵轴和固定的泵壳之间必然存在间隙，如不采取相应的措

施，从叶轮流出的高压水会通过此间隙大量流出；如果间隙处的压力为真空，则空气会从该处进入泵内。因此，必须设置轴封装置。

轴封装置有多种形式，叶片泵最常使用的是填料密封。它由底衬环、填料、水封环、填料压盖等零件组成，如图 2-7 所示。常用的填料是浸油、浸石墨的石棉绳。近年来出现了各种耐高温、耐磨损及耐腐蚀的新型填料，如用碳素纤维、不锈钢纤维及合成树脂纤维编织成的填料等。为了提高密封效果，填料一般做成矩形断面。填料的压紧程度，用压盖上的螺母来调节。如压得过紧，泵轴与填料的机械磨损增大，机械损失也增大，严重时产生抱轴现象；如压得过松，达不到密封的效果。因此，填料应压得松紧适度，一般以水封管内水能通过填料缝隙呈滴状渗出为宜。目前有些离心泵采用了橡胶圈密封、机械密封等新型轴封装置。

### 2.2.5 减漏环

离心泵叶轮进口外缘与泵盖内缘存在有间隙。此间隙是高低压水的交界面，间隙过大，从叶轮流出的高压水通过此间隙漏回到叶轮进水侧，减少泵的出水量，降低泵的效率。但间隙过小时，又会引起机械磨损。所以，为了延长叶轮和泵盖的使用寿命，通常在间隙处的泵盖上，或在泵盖与叶轮上各镶嵌一个金属口环，此口环称为减漏环，如图 2-8 所示。减漏环的另一作用是用来承磨，在运行中，这个部位的摩擦是难免的，当发生摩擦间隙过大后，只需更换减漏环而不致使叶轮和泵盖报废。因此，减漏环又称承磨环，是一易损件。

### 2.2.6 轴承

轴承装于轴承座内用以支承转动部分的重量和承受转动部分在运转中产生的轴向和径向荷载，并减小泵轴转动的摩擦力。轴承分为滚动轴承和滑动轴承两大类。单级单吸离心泵通常采用单列向心球轴承，如图 2-9 所示。它由外圈、内圈、滚动体和保持架组成。内圈装在轴颈上，与轴一起旋转。外圈上有滚道，当内外圈相对旋转时，滚动体沿着滚道滚动，保持架的作用是把滚动体均匀地隔开。轴承用稀油或黄油润滑。

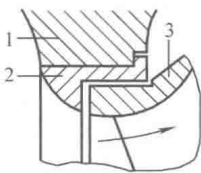


图 2-8 减漏环

1—泵壳；2—泵盖上的减漏环；3—叶轮

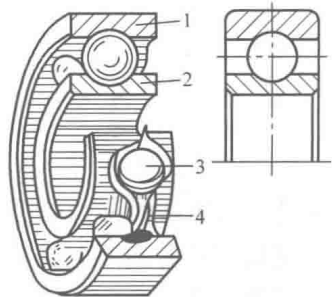


图 2-9 向心球轴承

1—外圈；2—内圈；3—滚动体；4—保持架

### 2.2.7 联轴器

联轴器把水泵和动力机的轴连接起来，使之一起转动，并传递扭矩。联轴器又称“靠背”轮，有刚性和弹性两种。

刚性联轴器实际上是用两个圆法兰盘连接，它对于泵轴与动力机轴的不同心，在连接和运行中无调节的余地。因此，安装精度高，多用于立式机组。

弹性联轴器有圆柱销和爪形两种，如图 2-10 和图 2-11 所示。

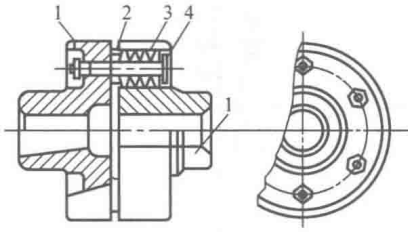


图 2-10 圆柱销弹性联轴器

1—半联轴器；2—挡圈；3—弹性圈；4—柱销

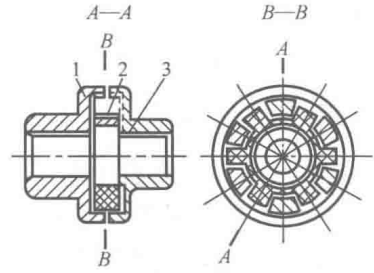


图 2-11 爪形弹性联轴器

1—泵联轴器；2—弹性块；3—动力机联轴器

圆柱销联轴器由半联轴器、圆柱销、挡圈和用橡胶或皮革制成的弹性圈组成，运转时允许产生少量的变形，能够补偿两轴线间的少量偏移。

爪形弹性联轴器由两半爪形联轴器和用橡胶制成的星形弹性块组成，结构简单，安装方便，传递扭矩较小，适用于小型卧式机组。

### 2.2.8 轴向力平衡装置

单级单吸离心泵运行时，由于叶轮前后盖板的面积不相同，水泵工作时，叶轮两侧作用的压力不相等，在叶轮上产生了一个指向入口方向的轴向力  $\Delta P$ ，如图 2-12 所示。轴向力除了使叶轮朝进口方向移动外，还会引起振动、磨损及增加轴承负荷。因此，必须设法平衡轴向力。对于单级单吸离心泵而言，一般采取在叶轮后盖板靠近轮毂处开平衡孔，并在后盖板上加装减漏环。高压水经此减漏环后，压力下降，并经平衡孔流回叶轮进口，使叶轮前后盖板上的压力接近，这样，消除了大部分轴向力，少部分未被消除的轴向力由轴承承担。此方法的优点是构造简单，缺点是水泵的效率有所降低。此外，还可在叶轮后盖板处用加做平衡筋板的方法，使叶轮两侧的压力趋于平衡。对于多级泵一般采用在末级叶轮后面加平衡盘或平衡鼓，或采取对称布置叶轮的方法来消除轴向力。

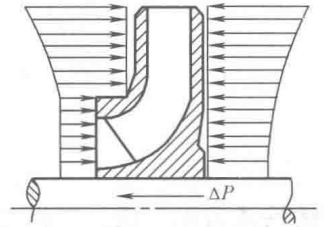


图 2-12 轴向推力

## 2.3 轴流泵和混流泵的构造与工作原理

轴流泵与混流泵是叶片泵中流量较大、扬程较低的泵型。在给水排水工程中广泛应用于城镇雨水防洪泵站、大中型污水泵站以及大型钢厂、火力发电厂中的循环泵站等。

### 2.3.1 轴流泵的构造

轴流泵按结构可分为立式、卧式和斜式三种。在给水排水工程中采用较多的是立式轴流泵。图 2-13 (a) 为立式轴流泵的外形图。图 2-13 (b) 为立式轴流泵的结构图，其基本部件有喇叭管 1、叶轮 2、上下橡胶导轴承 3 和 7、导叶体 4、泵轴 5、出水弯管 6、轴封装置 8、联轴器 9 等。

(1) 喇叭管。为了改善叶轮进口处的水力条件，一般采用符合流线形的喇叭管，大中型轴流泵由进水流道代替喇叭管。



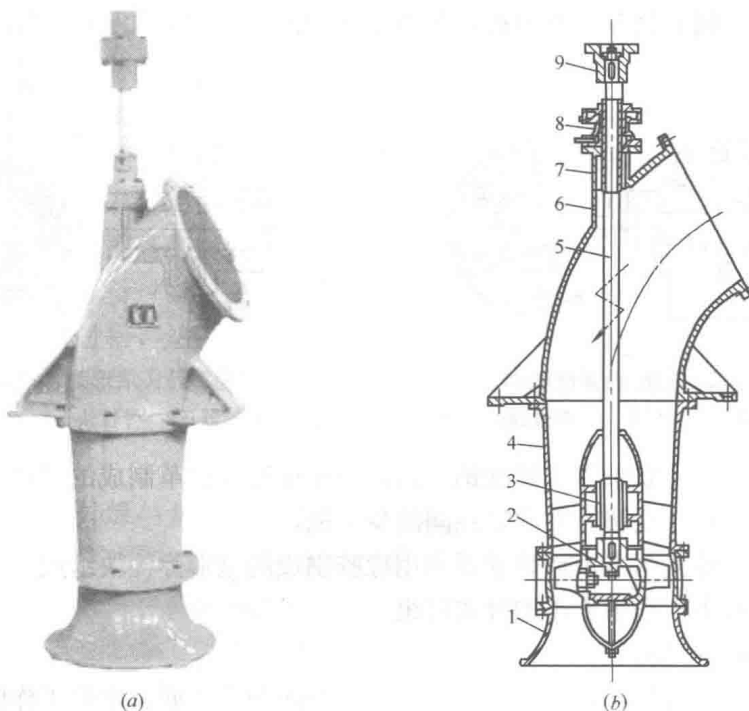


图 2-13 立式轴流泵

(a) 外形图; (b) 结构图

- 1—喇叭管; 2—叶轮; 3, 7—橡胶导轴承; 4—导叶体; 5—泵轴;  
6—出水弯管; 8—轴封装置; 9—联轴器

(2) 叶轮。叶轮是轴流泵的主要部件，通常由叶片、轮毂体、导水锥等几部分组成，用铸铁或铸钢制成。根据叶片的安装角度是否可调节，轴流泵又可分为固定式、半调节式和全调节式三种。固定式轴流泵的叶片和轮毂体铸成一体，叶片的安装角度不能调节。半调节式轴流泵的叶片是用螺母拴紧在轮毂体上，在叶片的根部刻有基准线，而在轮毂体上刻有几个相应安装角度的位置线，如图 2-14 所示。叶片的安装角度不同，轴流泵的性能也不同。根据使用要求把叶片安装在某一位置上，在使用过程中，根据需要调节叶片安装角度，把叶轮卸下来，将螺母松开转动叶片，改变叶片定位销的位置，使叶片的基准线对准轮毂体上的某一要求角度线，然后再把螺母拧紧，装好叶轮即可。全调节式轴流泵可以根据不同流量和扬程要求，在停机或不停机的情况下，通过油压调节机构改变叶片的安装角度，从而改变水泵的性能。这种全调节式轴流泵调节机构比较复杂，一般应用于大型轴流泵。

(3) 导叶体。导叶体由导叶、导叶毂、扩散管组成，用铸铁制成。导叶固定在泵壳上不动。导叶体的作用是把流出叶轮的液体收集起来输送到出水弯管；消除液体的旋转运动，使泵内水流沿泵轴方向流动，并把部分动能转换成压能。

(4) 泵轴和轴承。泵轴用碳钢制成，泵轴用来传递扭矩。在大型轴流泵中，为了布置调节机构，泵轴常做成空心。

轴流泵的轴承按其功能有导轴承和推力轴承两种。导轴承用来承受泵轴的径向力，起径向定位作用。中、小型轴流泵大多采用水润滑的橡胶导轴承，如图 2-13 (b) 中的 3、7 所示。推力轴承主要用来承受水流作用于叶片上向下的轴向水压力、水泵转动部分的重