



高等学校教材

水 泵 学

江苏农学院 冯汉民 主编



内 容 提 要

本书为高等学校水利水电类机电排灌工程专业的通用教材。

全书共分为8章,前4章着重阐述了叶片泵的类型、构造、基本原理、性能和相似律,工况确定和调节,汽蚀及安装高度计算。后4章分别介绍了离心泵和轴流泵的水力设计,水泵的模型试验,以及井泵、水轮泵、潜水电泵、自吸泵、射流泵等。

本书除主要作有关高等院校教材外,也可供水利水电动力工程、农田水利工程和水力机械工程技术 人员参考。

高等学校教材

水 泵 学

江苏农学院 冯汉民 主编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 16.75印张 378千字

1991年5月第一版 1991年5月北京第一次印刷

印数0001—1940册

ISBN 7-120-01232-0/TV·429

定价 4.40 元

前 言

根据原水利电力部教育司1983年3月印发的“高等学校，机电排灌工程专业教学计划及教学大纲”的要求，编写了这本教材。

大纲规定课堂讲课时间为74学时，本书即按此安排的教学内容而编写的。全书除绪论外，共分为8章。前4章着重阐述叶片泵的基础理论。后4章分别讲授离心泵和轴流泵的水力设计及轴向力的计算方法；水泵及水泵装置的模型试验方法，试验装置及设备，模拟准则及试验成果分析整理；其他排灌用泵等。

在编写过程中注意贯彻“少而精”的原则，加强了基本概念、基本原理、基本方法的阐述，力求理论联系实际，切合我国国情，并反映本学科的新成就和新发展。

参加本书编写的有冯汉民（绪论、第1、2章），袁伟声（第3、4、6、7、8章），储训（第5章）。冯汉民任主编。

本书由华北水利水电学院北京研究生部窦以松任主审，对全书进行了认真审阅，提出了宝贵的修改意见。另外在编写过程中，曾参考陈永泉等原编《水泵》讲义的部分内容，同时还得到江苏机电排灌工程研究所一些同志的帮助，在此一并表示衷心的感谢！

对于书中存在的缺点和错误，恳望读者予以批评指正。

编 者

1989. 12.

目 录

前 言	
绪 论	(1)
第一章 泵的基础知识	(5)
第一节 泵的定义和分类	(5)
第二节 叶片泵的构造	(6)
第三节 叶片泵的主要性能参数	(18)
第四节 泵的型号	(20)
第二章 叶片泵的基本理论	(22)
第一节 液体在叶轮中的流动状况	(22)
第二节 叶片泵的基本方程	(24)
第三节 泵内的各种损失及效率	(32)
第四节 叶片泵性能曲线	(33)
第五节 水泵相似律和比例律	(41)
第六节 水泵全性能曲线	(49)
第三章 叶片泵工作状况的确定及调节	(54)
第一节 水泵工作状况的确定	(54)
第二节 水泵的并联与串联	(59)
第三节 水泵运行工况的调节	(61)
第四章 叶片泵的汽蚀及安装高程的确定	(72)
第一节 汽蚀现象及危害	(72)
第二节 汽蚀基本方程及汽蚀性能	(78)
第三节 汽蚀相似律和汽蚀比转数	(86)
第四节 水泵安装高程的确定	(89)
第五节 防止和减轻水泵汽蚀的措施	(92)
第五章 离心泵叶轮的水力设计	(98)
第一节 泵主要设计参数和结构方案的确定	(98)
第二节 离心泵叶轮相似设计法	(102)
第三节 离心泵叶轮的速度系数设计法	(107)
第四节 圆柱形叶片叶轮的绘型	(121)
第五节 扭曲形叶片保角变换绘型	(126)
第六节 离心泵叶轮的电算方法	(137)
第六章 轴流泵的水力设计	(146)
第一节 轴流泵叶轮设计所采用的假定	(146)
第二节 用升力法设计轴流泵叶轮	(148)

第三节	用升力法设计叶轮的步骤	(156)
第四节	用圆弧法设计轴流泵叶轮	(179)
第五节	用模型换算法设计轴流泵叶轮	(190)
第六节	轴流泵导叶的设计	(192)
第七节	叶轮上的轴向力及部分强度计算	(202)
第七章	水泵模型试验	(209)
第一节	模型试验的意义和内容	(209)
第二节	模拟相似准则及试验模型	(211)
第三节	试验装置、量测设备及数据的自动采集	(215)
第四节	试验精度、试验数据整理及换算	(222)
第八章	其它排灌用泵	(228)
第一节	井泵	(228)
第二节	潜水电泵	(236)
第三节	水轮泵	(240)
第四节	自吸泵	(249)
第五节	射流泵	(252)

绪 论

古代劳动人民在农业生产实践中，发明创造了许多提水工具，用以进行农田的灌溉与排水，促进农业的发展，这种历史可以追溯到几千年前。

我国古代在发展科学技术、创造提水工具方面有着杰出的成就。据有关文献记载，我国最早出现的提水工具大概是桔槔，距今约有2500~3000年的历史。桔槔就是吊杆，它虽然简单，但符合杠杆原理，已经摆脱了“抱瓮而出灌”的最原始状态。稍后，则有辘轳的应用。辘轳利用绞盘的原理而工作，较之桔槔又进了一步。东汉以后，又有翻车、筒车、等的发明与创造。翻车即龙骨水车，这一著名的提水工具，在我国科学技术史上占有重要的一页。龙骨水车原以人力转动，经过几代的发展与改进，自唐以后，出现了用畜力、水力、风力为动力的翻车。这是一项重大的进步。

古代世界其它国家，在发展生产的过程中，也有许多提水工具的创造与发明。如古埃及和古希腊，两千多年前也已用吊杆提水。在古希腊更有著名的阿基米德螺旋管。在其稍后，发明了活塞唧筒。在欧洲，公元16世纪甚至已有用活塞唧筒多级提排矿井积水的系统，其它如波斯水轮，链斗水车等，发明使用也都很早。

毫无疑问，提水工具的创造与使用对促进古代工农业生产曾经起过巨大的作用。龙骨水车、链斗水车等，至今仍被人们所沿用，继续发挥着它们的作用。有些则进一步演变成现代的泵，促进了提水机械的发展。

一切复杂的机器都是由简单的工具发展而来的。17世纪的欧洲曾出现过一种蒸汽抽水机，实质就是用蒸汽作为原动力以代替人力的汲水唧筒；18世纪末瓦特在蒸汽抽水机的基础上，经过多次试验改进，最终发明了蒸汽机，从而导致了英国的“工业革命”。蒸汽机的发明又推动了提水机具的发展，汲水唧筒发展成为现代的活塞式往复泵，也是近代最先出现的泵，阿基米德螺旋管也发展成为现代的螺旋泵。

与活塞泵比较起来，叶片泵的发明与发展则为时要晚，虽然16世纪在欧洲就有人提出利用离心力提水的设想，17世纪末法国人曾制出了第一台离心泵的雏型，19世纪初离心泵已经实用化，但是直到19世纪末电动机问世后，有了高速旋转的动力机，离心泵方才得到广泛应用。轴流泵更是随着航空事业的发展而发展起来的，所以又迟于离心泵的问世。

从简单提水工具到现代水泵虽经过漫长的发展过程，然而现代水泵的日趋完善毕竟不过百多年的历史。在这百年的时间里，特别是近几十年间，随着工农业生产和科学技术的不断发展，水泵技术进展十分迅速，泵的种类日益增多，应用也愈趋广泛，正向大型化、高速化、自动化方向迈进。

现在，不论工业或农业，国防建设或是人们日常生活几乎无处不用泵。诸如飞船宇航、

舰艇巡洋、钻井采矿等都需要用到泵；热电厂里有着多种多样的泵为它服务，矿井中近乎一半的电能为泵所消耗；在重工业的化工炼油、轻工业的纺织造纸中，泵是关键设备之一。对于城市给水排水，泵更是须臾不可离。一台万吨水压机产生的巨大水压力固然有赖于水泵，一颗微小的人工心脏何尝不就是一台血泵。可以毫不夸张地说，国民经济的各个领域都或多或少地需要泵卓有成效地工作。

泵在农业上的作用更为显著。毛泽东说“水利是农业的命脉”，没有水就没有农业。在不能自流灌溉和自流排水的地区，水泵是现代化提水灌溉、排水除涝的重要工具。我国有制造农用水泵的工厂300多家，年产量已超过200万台以上，基本上满足了全国农田灌溉与排水的需要。供应农业灌排使用的泵在国家每年生产的泵类产品中差不多占有半数。据统计，全国已拥有机电排灌动力近6000万kW，约占全国农村动力总数的40%，还不包括为数众多的水轮泵（5万多台）和喷灌设备（20余万台套），机电排灌面积4.9亿亩（其中提排面积0.6亿亩），约占全国耕地面积的1/3，可见泵在我国农业中所占位置的重要。

我国地处温带，南北跨有纬度约50度，东西横越经度60余度。在这广大的土地上，地形地貌极其复杂，气候变差亦很悬殊，加以各地的农业经济和水利条件不一，因此对于水泵的使用与要求也相差很大。按照全国各地的自然地理条件，大致可区划如下：

（1）西北高原区：这里是著名的黄土高原，面积约有54万km²，广及甘肃、陕西、山西等省。由于地势高，雨量少，干旱严重，不仅农业用水，甚至人民生活用水亦很困难。但有利的条件是黄河就在脚下，因而发展机械提水，抽黄河之水，灌塬上之田，实是解决这一地区生产与生活用水的迫切任务。这里发展机械提水的特点是扬程高、梯级多、送水远，所以大都采用高扬程离心泵或是用多级泵站梯级提水，工程艰巨，投资较大。例如甘肃省景泰川提水工程，计划提水流量40m³/s，灌地100万亩，第一期工程灌溉30万亩，分10级提水，累计扬程高达450m。山西省夹马口电灌工程，流量9.5m³/s，灌田40万亩，扬程也高达70m。最近，陕西省东雷建成一座高扬程大型离心泵站，站内安装两台大泵，出水管直径为1.2m，每台泵的流量为2.2m³/s，扬程为225m，配套电机功率为8000kW，是我国目前首屈一指的高扬程大型离心泵。

（2）华北平原区：包括冀、鲁、豫等省以及西北一些平原地区。河流、湖泊稀少，地面水源不足，加之气候偏旱，多年平均年降雨量不到500mm，经常出现旱情。但是这里的地下水储量丰富，所以开发利用地下水资源就成为这里农业灌溉的重要途径。据统计，这个地区的机电井保有量已达234万眼，井灌面积1.7亿亩。有些地区已初步形成机井群。井深一般几十米，甚至上百米，有的深达几百米。以往多选用离心泵，70年代以来，改用长轴井泵和潜水泵系列，目前提水深度最深为325m。由于地下水并不是“取之不尽，用之不竭”的，过度的汲取地下水，将引起水文地质上一系列问题，所以解决问题的根本途径还有待自南方多水地区进行跨流域调水引水。

（3）南方圩垸地区：主要在南方各省，如著名的长江三角洲、珠江三角洲、江汉平原等。这类地区雨量丰沛，水源充足，地势平坦，土壤肥沃，是我国主要的粮食产区。但是降雨量在时间上分布很不均匀，且变率很大，常常是一次暴雨几百毫米以致积涝成灾，或是数月涸滴不雨而发生旱情，或是旱涝交错互有发生。有些沿江滨湖地区，地势低洼，

水位在地面上下浮动；有些感潮地区，水位更是一天两次涨落。暴雨时，如水位高于地面，便需排水；天旱时，水位低于地面，需要提水方可灌溉。这类地区发展机电排灌的特点是既需提灌，又需提排，扬程不高，流量较大，特别是排涝流量很大。扬程一般在5m左右，最高不超过10m，低的还不到1m，所以一般都选用轴流泵或是混流泵，同时采取排灌结合的方式，使一站两用。目前已建成许多大中小型泵站相结合的连片的机电排灌网，基本实现了排灌作业的机械化。如珠江三角洲原属感潮区，包括25个县市，总农田面积2100余万亩，是广东省主要商品粮基地，提供的商品粮约占全省的70%以上。1959年以来，大规模发展机电排灌，现装机已达120余万kW，受益面积700余万亩，扬程一般在3m以下，大都是轴流泵。该省斗门县建成的西安泵站，采用3m直径的大型卧式轴流泵，单泵流量为 $30\text{m}^3/\text{s}$ ，额定扬程3.5m，是我国目前最大的卧式轴流泵站。又如江苏省，地处江淮下游，南有太湖河网区，北有里下河河网区，境内湖泊星列，河港交叉，在农业机械化中首先发展机电排灌，已逐步形成大中小灌排站相结合的体系，全省排灌站有46000多座；60年代以后又建成了全国闻名的江都排灌站以及其它大中型扬水站36座。全省共有机电排灌动力380万kW，排灌面积达5500余万亩，基本实现了灌排机械化。江都排灌站抽水流量可达 $476\text{m}^3/\text{s}$ ，不仅担负着里下河地区的灌排任务，而且抽引长江之水北送到徐淮地区，以济淮水之不足。在这基础上，将进一步发展为南水北调东线工程，使长江水北调至京津，解决华北平原地区的用水问题，为在流域间进行水量调剂，以盈补缺，创造了条件。

(4) 丘陵山区：我国南方多山，特别是中南、西南、华东等有不少丘陵低山区，耕地面积约7亿多亩，占可耕地的45%。丘陵山区的特点是地势高亢，起伏不平，水土容易流失，天时偶一失调，即易遭受旱灾威胁，因此对灌溉要求十分迫切。这些地区过去大都利用塘坝水库灌溉，但蓄水量不足，保证率不高，不能适应农业发展的需要。所以这类地区发展机电排灌的任务主要是补充蓄水之不足，提高保证率。由于耕地面积零星分散，灌区面积不大，一般发展小型离心泵或混流泵站；部分补充水源的翻水泵站，也采用中型离心泵或混流泵站。为了充分利用山区的水力资源，60年代我国南方发展和推广了水轮泵提水。收到很好的效果。此外尚有水锤泵也是利用水力的一种提水机械，在丘陵山区亦有所采用。为了节约用水，有些地区还发展了喷灌、滴灌，对发展山区经济作物极为有利。

(5) 草原牧区：全国约有20余亿亩的草原，由于缺乏灌溉设施，近年来不少草原呈现退化现象，威胁着畜牧业的发展。这里缺乏地面径流，问题的解决仍有赖于打井。为了充分利用地下水资源，必须发展井泵以及与之配套的各种喷灌机。我国已研制成功的一种大型圆形（中心支轴式）喷灌机，以电动机驱动，机架长四百余米，共装有喷头45个，行走一圈约10~13h，喷雨15~20mm，适宜在平原使用。另外，为了节约能源，还应大力发展风力机和利用太阳能。

其它如城市郊区一些蔬菜区大都亦已发展喷灌或微喷灌，微型水泵也得到广泛应用。

我国的社会主义现代化建设在稳步前进，我们的机电排灌事业正方兴未艾。我国已经制造和发展了多种农用水泵，其动力保有量之大，受益面积之广，都居于世界的前列。为

了更有效地抗旱排涝,提高农业的产出,以及南水北调宏伟目标的实现,大力研究和发展水泵技术实是一项十分急迫的任务。

水泵是泵站的主要工作机,是泵站的核心,《水泵学》是机电排灌工程专业的一门主要专业课。课程的主要任务是使学生了解农用水泵的种类及构造;掌握叶片泵的基本性能;能够进行叶轮的水力计算,绘制木模图;掌握一些水泵的测试技术,为今后从事机电排灌工程的设备选型配套、运行管理、技术改造和科学研究工作打下坚实的理论基础。

第一章 泵的基础知识

第一节 泵的定义和分类

一、泵的定义

“泵”字在粤语中本来是形容水浪击石的声音,50年代初始借用来作为Pump的译音,是个外来语。Pump原意是抽水的机器,最早音译为“邦浦”,意译为抽水机、戽水机。随着生产和科学技术的发展,现代泵的用途愈来愈广泛,泵不仅用来抽水,而且用来抽送其它各种液体,甚至抽提带有固体粒块的液体,所以应该按照能量的观念科学地阐明它的意义。广义地说,泵应是一种能够进行能量转换的机器,它把原动机的机械能化为被抽液体的能量,从而使液体的流速或压力增加,将液体从低处提到高处,从近处送到远处,或是从低压的地方抽到高压的地方。

现代泵虽然不完全是提水,可是日常生产与生活中很大部分仍然是用作提水的,所以,在习惯上称之为水泵(Water Pump),而其中有部分水泵又特别适用于农业的灌溉与排水,所以就把这部分水泵简称之为农用水泵或是农用水泵。

二、泵的分类

泵的类型极多,且有着不同的分类方法。比如按用途进行分类,可将泵分为工业用泵和农业用泵;按所输送的液体性质,分为清水泵、污水泵、泥浆泵、耐酸泵、液氢泵等等。不同的分类法应用在不同的场合。目前,最基本的分类法是按照泵的作用原理,将泵分为下列三大类。

(1) 叶片式泵。它是依靠具有叶片的叶轮的旋转运动而进行工作的。根据叶轮旋转时叶片与液体相互作用所产生的力的不同,又有离心泵、混流泵、轴流泵、旋涡泵等等之分。

(2) 容积式泵。它是利用工作室容积作周期性的变化而输送液体的。根据其挤子运动的情况又可分为往复泵和回转泵,前者如活塞泵、柱塞泵等,后者如齿轮泵、滑片泵、螺杆泵等。

(3) 其它类型泵。如射流泵、水锤泵等。它们是依靠工作流体流动的能量来输送液体。又如电磁泵则是利用电磁力的作用而输送液体。

这三类泵中,容积泵适用于高扬程、小流量的场合,工业上用得较多,农业上只在个别高山地区人畜用水或是深井提水的地方有少数的应用。

常用几类泵的使用范围如图1-1所示。

由于叶片式泵(简称叶片泵)具有使用范围宽广、运转性能可靠、效率高、成本低等优点,所以被广泛地应用于农业的灌溉和排水以及其它方面。本书将着重讲解叶片泵。

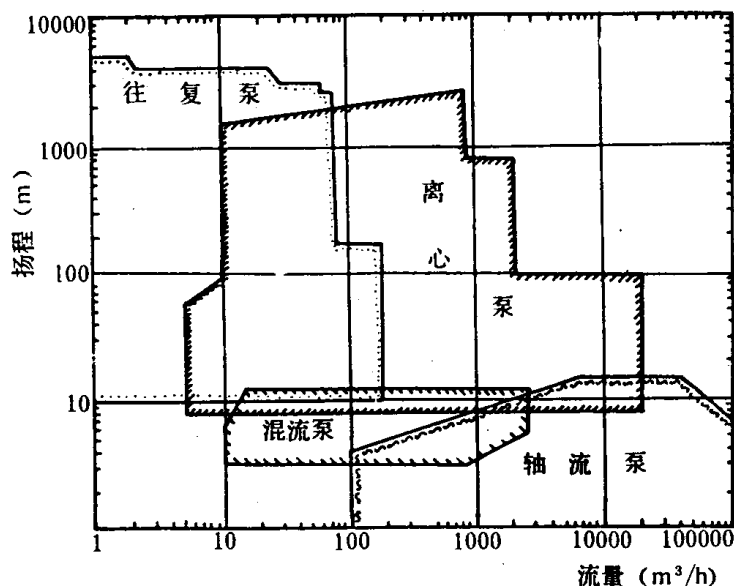


图 1-1 常用的几种类型泵的使用范围

第二节 叶片泵的构造

一、叶片泵主要零部件

各种叶片泵的结构型式虽有所不同，但有着相近似的零部件。根据其功能，一般可分为过流部件（包括叶轮、吸水室和压水室），转动机构（轴、轴承）和轴封机构（如填料函）等。

（一）叶轮

叶轮亦称转轮或工作轮，是转换能量的主要部件。通过叶轮将来自动力机的能量传递给所抽送的液体，使液体的能量增加。所以它是泵的核心，对水泵性能有着决定性的影响。由于叶轮在旋转时，叶片与液体相互作用所产生的力的不同，液体的出流方向也有所不同，据此叶轮可分为三种形式。

1. 离心式叶轮

离心式叶轮由叶片和前后轮盖所组成，一般有 6 ~ 12 片叶片。叶片与叶片之间构成叶槽。当叶轮作旋转运动时，沿轴向进入叶轮吸入口的液体，在离心力的作用下作 90° 的转向，流经叶槽，被甩向叶轮四周，然后径向地流出叶轮，所以又称为径流式（或辐流式）叶轮。离心式叶轮如两面都有盖板则称为封闭式，前轮盖中间设吸入口，这种叶轮使用较为普遍；如果只有后轮盖，没有前轮盖则称为半封闭式；前后两面都无轮盖则称为开敞式。开敞式叶轮既无盖板，叶片又较少，叶槽宽畅，不易堵塞，因此多用于抽送带固体颗粒的液体。图 1-2 为各式叶轮示意图。

2. 轴流式叶轮

轴流式叶轮由叶片、轮毂体和导水锥所组成。一般具有 2 ~ 5 个叶片，安装于轮毂之上，轮毂前端为一导水锥体，如图 1-2(f) 所示。叶片呈扭曲状，上下表面具有不同的曲

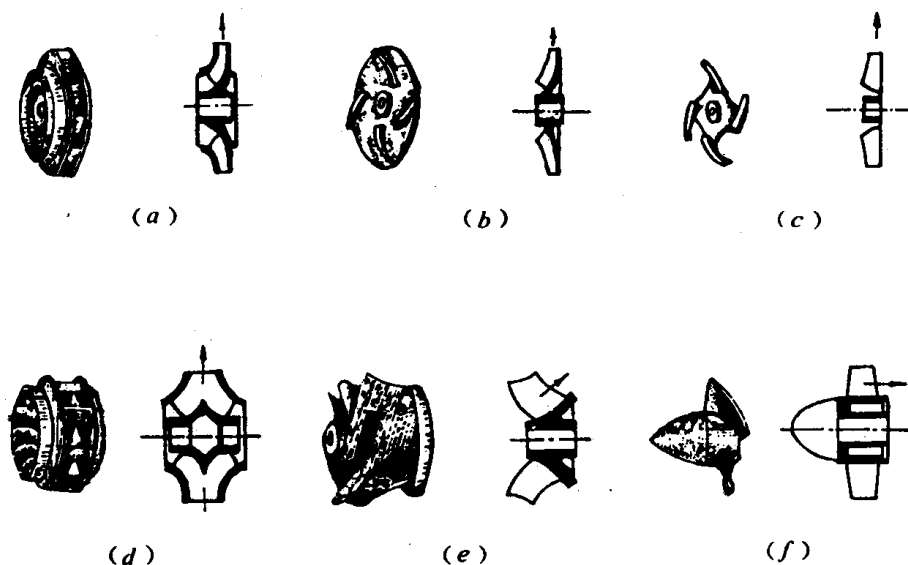


图 1-2 叶轮示意图

(a) 封闭单吸式叶轮；(b) 半封闭式叶轮；(c) 敞开式叶轮；
(d) 封闭双吸式叶轮；(e) 混流式叶轮；(f) 轴流式叶轮

率，上表面曲率小，下表面曲率大，当叶轮在液体中旋转时，流经叶片上表面的流速比流经下表面的流速要小，因此产生压力差，相对于液体则产生一向上的推力，从而使液体得以提升。叶轮中的液流是平行于泵轴而流动的，所以称为轴流式叶轮。

根据叶片在轮毂体上能否转动以调节叶片的安放角，轴流式叶轮又可分为固定式、半调节式和全调节式三种。固定式叶轮的叶片与轮毂体铸造成一整体，叶片只能固定在一个安放角的位置运行，其轮毂体一般是圆柱形或圆锥形。半调节式叶轮的叶片与轮毂体是分开铸造的，轮毂体是球形结构，叶片是活络可转动的，可以按要求调节叶片安放角，然后依靠紧固螺母紧固在轮毂上。由于调节时需打开水泵，拆下叶片，重新紧固安装，所以称为半调节式。叶片根部有角度指示线，轮毂上亦刻有角度线，以备调节之用。目前中小型轴流泵一般都采用这种结构。

对于大型轴流泵，设有叶片调节机构，叶片角度可在不停机情况下进行调节，或者虽然停机，并不需要拆卸叶片，只要操纵调节机构即可调节叶片角度。前者称为动调节，后者称为静调节。

3. 混流式叶轮

混流式叶轮的形态介于离心式叶轮和轴流式叶轮之间，叶轮旋转时，液体既受离心力的作用，又受推力的作用，在这双重力的作用下抽送液体。液体沿着与泵轴轴线相倾斜的方向流出叶轮，所以高比转数的混流式叶轮有时也称作斜流式叶轮。图1-2(e)为混流式叶轮的示意图。

(二) 泵壳

泵壳也称泵体，内含叶轮，它将吸入室、压出室、叶轮室等联结在一起，是液体的通道。其作用为：①通过泵的吸入室把液体按一定要求引入叶轮。②通过压出室汇集从叶轮中高速流出的液体，使其速度降低，将动能转化为压能，并把液体按一定的要求导向压出

口。③将各非转体的固定部分联结成一体，同置于支座上，以利安装。

离心泵吸入室有直锥形、螺旋形等几种结构型式。轴流泵叶轮之前为一进水喇叭管，有的轴流泵在叶轮前装有前导叶，借以引导液体沿着轴向流入叶轮。大型轴流泵的吸入室一般称之为进水流道，有肘形、钟形等型式。

压出室主要有螺旋形蜗室、导叶式等几种型式。离心泵和比转数低的混流泵基本为蜗形压出室。比转数高的混流泵及轴流泵大都采取导叶式压出室的型式，外壳呈一圆筒状。压出室由导叶体、扩散管和弯管等部分组成。

所以根据泵体的外观，可将泵基本分为蜗壳式和圆筒式两种结构型式。

根据壳体剖分面的情况，又有中开式与整体式之分。中开式的壳体在通过轴心线的平面上分开，有水平中开与垂直中开两种。水平中开式的泵体的剖分面是水平的，上部称为泵盖，下部称为泵座，如双吸式离心泵，卧轴导叶式混流泵等，大多数采用这种型式。

（三）口环

离心泵叶轮的吸入口外缘与泵壳之间留有一定的间隙。此间隙过小，将引起机械磨损；但过大时，从叶轮流出的高压液流就会通过间隙大量倒流回吸入侧，以致减少泵的流量，降低泵的效率。所以，为使间隙尽量地小，以减少漏损，同时又使磨损后便于更换与修复，一般在叶轮吸入口外侧及相对应的泵体部位上分别镶装一个口环。此环磨损后很容易更换。由于其既可减少泄漏，又能承受磨损，所以，称为减漏环或承磨环。

近年有些泵厂将小型离心泵的口环改为端面密封，叶轮端面与泵壳之间的间隙可借螺丝与垫圈来调节，加工安装检修都较方便，已逐步在推广。

（四）泵轴和轴承

泵轴借轴承的支承，带动泵体中的叶轮旋转。它是泵的主要零件，轴上除装有叶轮外，尚装有轴套、联轴器或皮带轮等零件，组合成为泵的转子。

泵轴必须有足够的扭转强度和弯曲强度，同时水泵转子必须经过静平衡或动平衡试验，以免造成泵在高速旋转时，发生过大的振动，影响泵的安全运行。

泵轴的放置方式有立式、卧式或斜式之分。立式泵的轴是垂直安装的，卧式泵的轴则安装成水平的，斜式泵的轴是倾斜放置的。斜轴泵一般在轴流泵中用得较多。

泵轴上可以安装不同数目的叶轮，一根轴上只装有1个叶轮的称为单级式，同一根轴上装有2个或2个以上的叶轮的称为多级式。

轴承是支承泵转子的部件，承受径向和轴向载荷。目前，轴径在70mm以下的泵均采用滚动轴承，轴径大于100mm的泵则用滑动轴承，在70mm和100mm之间轴径的泵，两者都兼而用之。

对于滑动轴承的轴衬材料，有金属的和非金属的。金属的一般采用巴氏合金。非金属材料如塑料、橡胶等，近年得到了广泛使用。轴流泵的导轴承大都在水面以下工作，所以常用橡胶轴承，以水润滑。

轴承安装在托架上，托架则与泵体联结成一体，它们组合成定子。

（五）轴封机构

在泵轴穿出泵壳的地方，旋转的泵轴和固定的泵体之间设置轴封机构，起着密封的作

用。一方面借以减少高压液流漏出泵外；同时防止空气从外部透入泵内。

轴封机构有多种型式，一般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1-3所示。

填料的种类也很多，一般农用水泵抽送常温清水，所以常用石蜡或黄油浸透的石棉绳编织的填料，外涂黑铅粉，它具有耐磨擦、耐高温的特性，在磨损或硬化后可以更换。轴封的严密性可以用松紧填料压盖的方法来调节。填料应压得松紧合适，以液体渗出成滴状为宜。

由于石棉绳填料具有容易磨损和变质硬化、使用寿命较短、同时松紧程度较难控制操作等缺点，所以近年来已有一些新的轴封方法，如橡胶圈密封，在一些低扬程的单吸泵中得到推广使用。机械密封（端面密封）由于造价较高，更换不易，所以在中小型农用水泵中使用还不太多。

二、叶片泵的典型结构

叶片泵按照以上所述主要零部件，如叶轮、泵轴和泵体等型式不同，可以组合成多种结构型式的泵，现将农用水泵最常见的几种典型结构型式简述如下：

（一）单级单吸离心泵（图1-4）

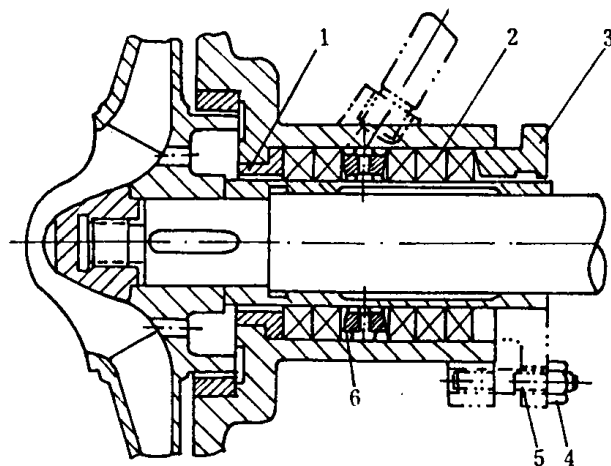


图 1-3 离心泵的填料密封

1—底衬环；2—填料；3—填料压盖；4—螺母；
5—双头螺栓；6—水封环

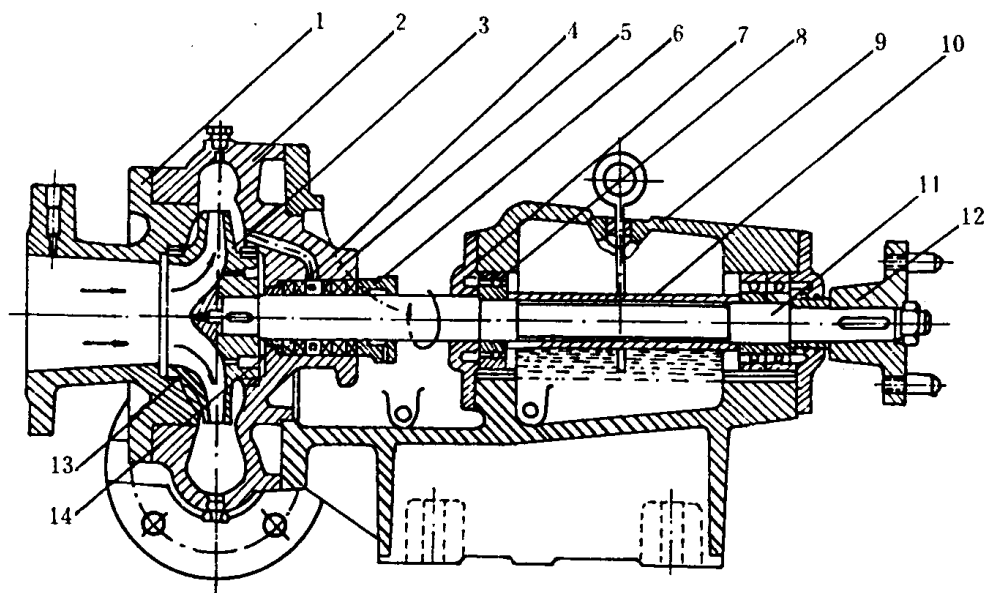


图 1-4 乙式BA型离心泵结构图

1—泵盖；2—泵壳；3—叶轮；4—填料；5—水封环；6—填料压盖；7—轴承端盖；8—滚动轴承；
9—托架；10—定位套；11—泵轴；12—联轴节；13—底衬环；14—口环

这是按照泵装有一个单吸叶轮而命名的。其特点是采用悬臂式结构。泵轴是卧式安装的，由位于其一侧的两个轴承所支承，叶轮则悬挂于泵轴另一侧的端部，所以又常称为悬臂式泵。泵的吸入口沿着轴的方向，而压出口为径向。根据要求，压出口方向可作上下左右的调整。

由于叶轮背面所受压力恒较吸入侧为大，因此产生一个指向入口方向的轴向力。这个轴向力有的泵直接由轴承承受；有的则在叶轮后盖板上开平衡孔或是加做平衡筋板，使叶轮吸入侧与压出侧的压力得以平衡，以免叶轮与泵体磨擦损坏。

(二) 单级双吸离心泵 (图1-5)

这种泵的特点是叶轮为双吸的，近似两个单吸叶轮背靠背地结合在一起，液体自叶轮左右两侧进入叶轮，然后再径向地汇集一起甩向叶轮出口。叶轮呈对称布置，两侧压力相等，所以轴向力已自行平衡。

另一特点是壳体普遍采用水平中开结构，故又称为水平中开式泵。壳体分为两部分，下部泵体（泵座）布置吸入室和压出室，上部泵体为一泵盖，可以吊起。故不需拆开外部管道，即可进行拆装维修，比较方便。但是壳体流道是蜗壳式，内部较为复杂，铸造技术要求高，加工较困难，如达不到工艺要求，有时会影响其效率的提高。

我国生产的水平中开式泵，凡轴径在65mm以下者，泵轴两端均采用滚动轴承，对于轴径在70mm以上的泵则用滑动轴承。不过目前对某些轴径大于70mm的泵也采用滚动轴承以简化结构。

(三) 节段式多级泵 (图1-6)

这种泵的结构特点是壳体按与泵轴垂直的平面分开，分成前段（吸入段）、中段和后段（压出段）。然后将各段用穿杆把紧，使之联接成一整体。

所谓多级就是将若干个叶轮同装在一根轴上，串联地工作。每一个叶轮为一级，每一级的壳体都是分开的。自前一级叶轮中流出的液体经前导叶、反向导叶流至后一级叶轮的吸入口，液体逐级流经叶轮，便逐级增加能量，所以，泵的扬程是级数与单级叶轮的扬程的乘积。可根据需要来选用叶轮的级数。

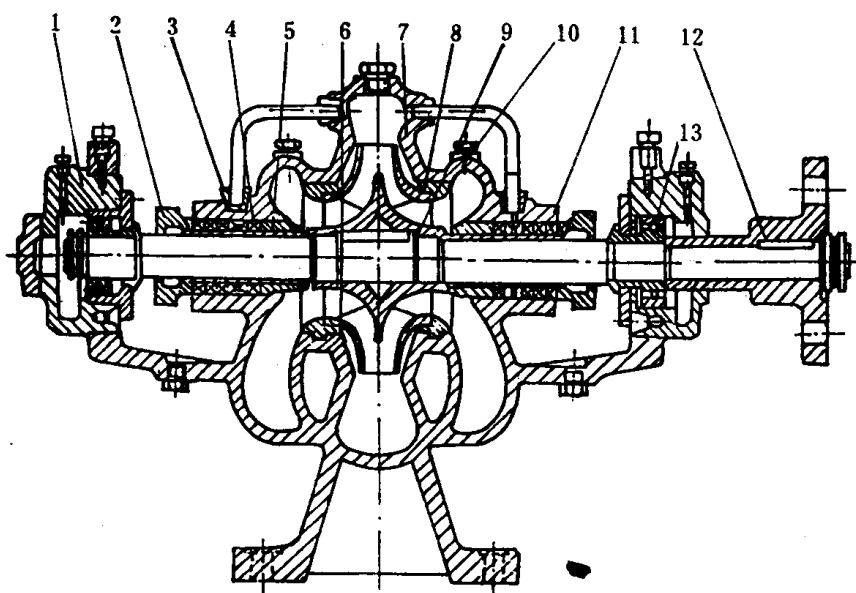
泵所有的叶轮均按同一方向布置，轴向推力较大。扬程愈高，级数愈多，轴向力也愈大。所以一般都在末级叶轮的后面设有专门的机械平衡装置——平衡盘，用以平衡轴向力。

(四) 蜗壳式混流泵 (图1-7)

混流泵有蜗壳式和导叶式两种结构，对于中小型低比转数混流泵广泛采用蜗壳式结构。

蜗壳式混流泵大都为卧式，其外形与结构均类似于悬臂式离心泵。但由于混流泵的流量一般较离心泵为大，其蜗壳体也比较大，为使其支承稳固，故将混流泵的泵壳与底座铸造成一体，而轴承体则用螺丝联接在泵体上，靠泵体来支承。

由于导叶式混流泵的壳体比蜗壳式混流泵的体积要小，因此安装面积也小。如果采用卧轴，则其壳体结构尚可采用水平中开式，对于拆卸安装检修都很方便，所以近年来在生产上有很大发展。大中型高比转数的混流泵一般都采用立轴或卧轴导叶式的结构。

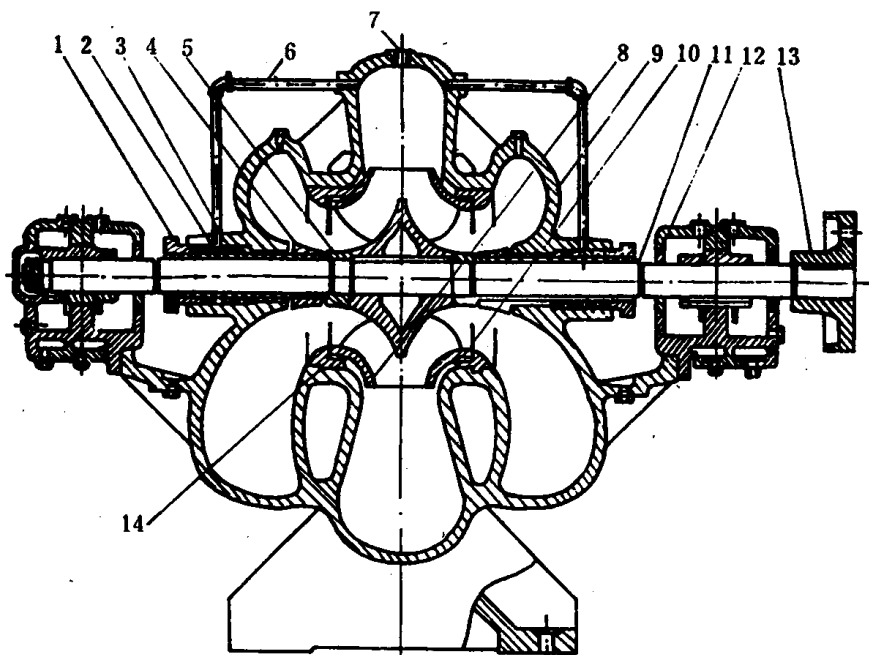


(a)

图 1-5(a) 甲式Sh型离心泵结构图 (轴径60mm)

以下者为滚动轴承)

- 1—轴承体; 2—填料压盖; 3—水封环; 4—填料; 5—底衬环; 6—泵座; 7—泵盖;
8—叶轮; 9—泵轴; 10—口环; 11—轴套; 12—联轴器; 13—滚珠轴承



(b)

图 1-5(b) 乙式Sh型离心泵结构图 (轴径75mm)

以上者为滑动轴承)

- 1—填料压盖; 2—水封环; 3—填料; 4—底衬环; 5—轴套; 6—水封管; 7—抽气孔; 8—泵座;
9—泵盖; 10—叶轮; 11—泵轴; 12—轴承体; 13—联轴器; 14—口环

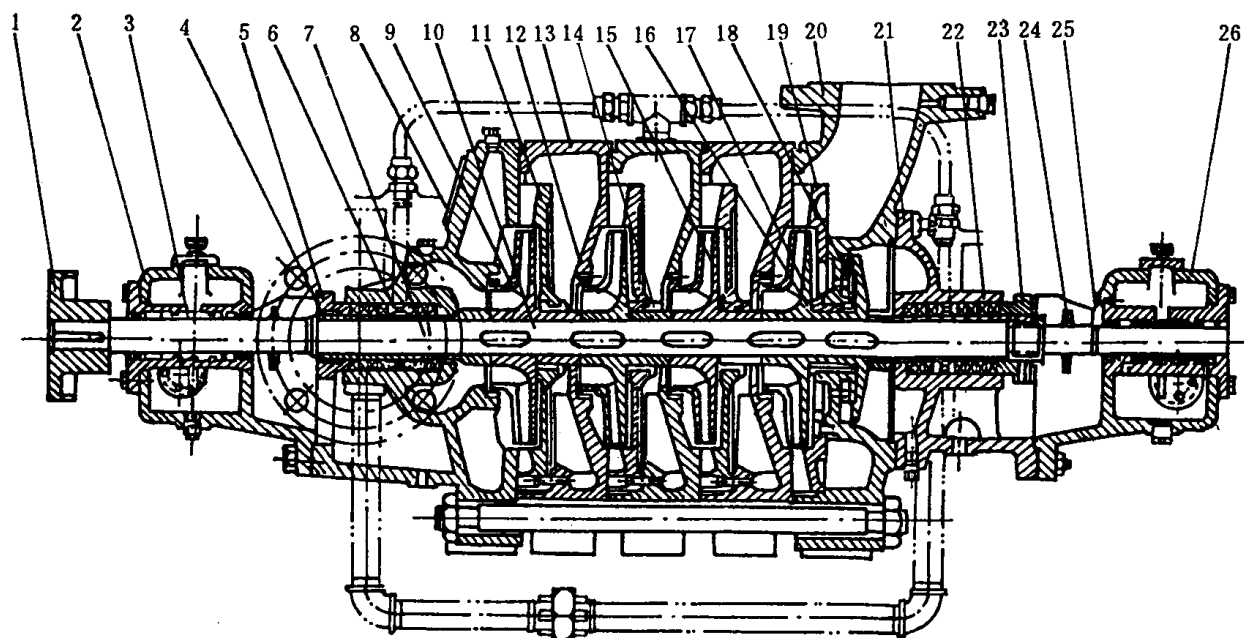


图 1-6 节段式多级泵

1—弹性联轴器；2—轴承甲部件；3—油环；4—轴套甲；5—填料压盖；6—填料环；7—拉紧螺栓；
8—前段；9—叶轮；10—泵轴；11—导叶；12—密封环；13—中段；14—叶轮挡套；15—导叶套；16—平
衡盘；17—平衡套；18—平衡板；19—出水段导叶；20—后段；21—尾盖；22—轴套乙；23—轴套螺母；
24—挡水圈；25—平衡盘指针；26—轴承乙部件

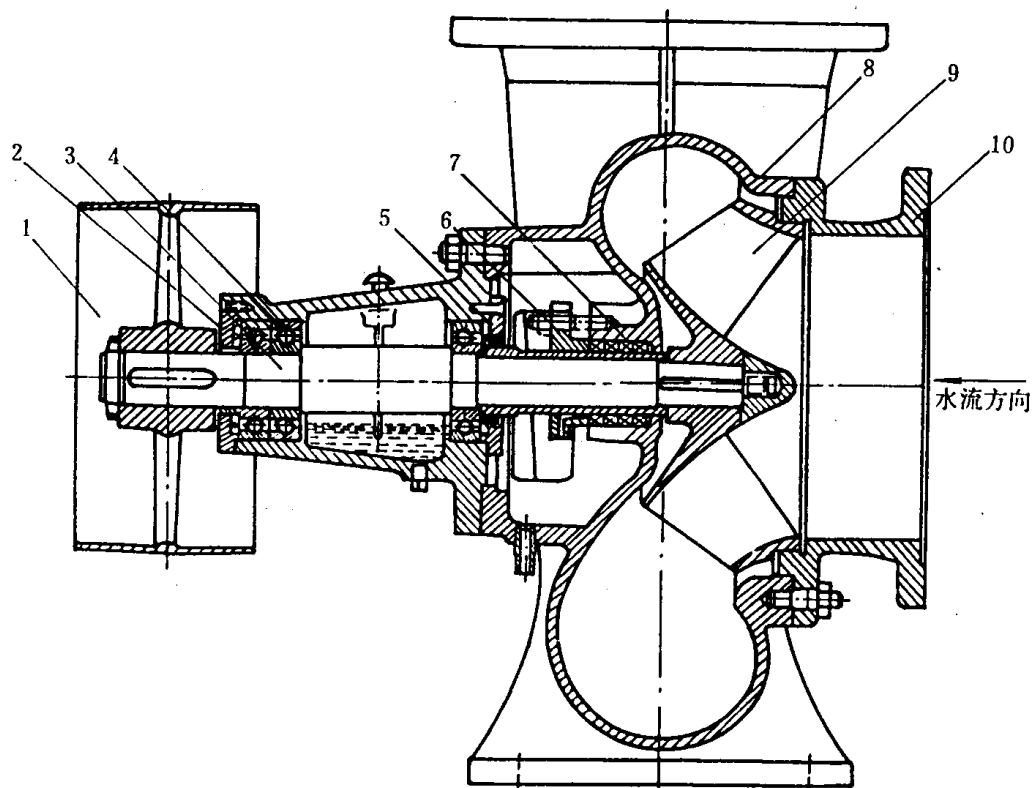


图 1-7 蜗壳式混流泵结构图

1—皮带轮；2—挡圈；3—泵轴；4—滚珠轴承；5—轴套；6—填料压盖；7—填料；
8—泵壳；9—叶轮；10—泵盖