

高等学校教材

# 水泵及水泵站

武汉水利电力学院 主编

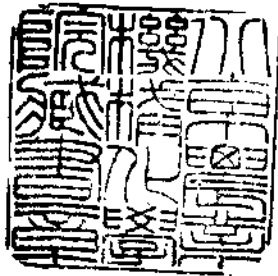
水利电力出版社

高等学校教材

---

# 水泵及水泵站

武汉水利电力学院 主编



水利电力出版社

## 内 容 提 要

本书为高等学校农田水利工程专业通用教材，也可供水利工程技术人员参考。

全书共分十一章。其中第一、二、三、四、六、十章分别论述叶片泵的类型、构造、工况确定和调节、水泵与动力机的选型和配套、泵站辅助设备、以及井泵、水轮泵、射流泵等内容；第五、七、八、九章分别论述排灌泵站的规划、设计等方面的内容；第十一章主要论述泵站的安装、管理等有关内容。

本书在附录中收集了本课程的习题、实验、课程设计指导书以及常用资料等，以供教学参考。

高等学校教材

### 水泵及水泵站

武汉水利电力学院 主编

(根据水利出版社纸型重印)

\*

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

水利电力印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 25.25印张 571千字

1981年2月第一版

1984年6月新一版 1984年6月北京第一次印刷

印数0001—9250册 定价2.60元

书号 15143·5376

## 前 言

本书系根据水利电力部一九七八年四月在武汉召开的高等学校农田水利工程专业教材编审规划会议的精神，及同年六月制定的《水泵及水泵站》教材编写大纲的要求编写的。

全书除绪论外共分十一章，其中第一、二、三、四、六、十章为水泵及其配套设备的构造、工作原理、性能以及选择和运用等方面的内容；第五、七、八、九章为泵站的规划和设计等方面的内容；第十一章为泵站的安装和管理等方面的内容；最后，还将本课程的习题、实验、思考题和常用资料等汇编为附录，供教学参考。

本书从专业教学要求出发，力求加强基本理论、基本概念和基本技能等方面的阐述，同时注意反映本学科的新发展和新成就。在阐述方法上，尽量做到由浅入深、循序渐进和理论联系实际。鉴于我国幅员辽阔，各地区自然条件差异较大，同时为了照顾不同地区的不同要求，本书编写了较多的内容，各院校使用本书时，可根据实际情况适当取舍。

本书系由武汉水利电力学院、西北农学院、华东水利学院分工编写，由武汉水利电力学院刘竹溪主编，陈固参加了统稿工作。参加编写工作的有：华东水利学院咸镔（第一、三章和第十章第三节）、蒋履祥（第二章一至四节和第十章第五节）、梅瑞松（第四章）、西北农学院李志耘（第五章第一节、第十一章第一节和第二节的一部分）、栾鸿儒（第八章第一、二节和第九章第三节）、冯家涛（第九章第一、二节）、范振江（第十章第一、二节和第十一章第二节的一部分）、武汉水利电力学院李继珊（第五章第二节和第七章第四节）、陈固（第六章第一、二节和附录）、郑玉春（第六章第三节）、颜锦文（第七章第一节的一部分）、于必录（第七章第一节的一部分和第二、三节）、申怀珍（第七章第五节）、丘传忻（第八章第三、四、五节）、陆宏圻（第十章第四节）、刘竹溪（绪论、第二章第五节、第十一章第三节）。

初稿完成后由主审单位——江苏农学院召开了审稿会议。参加审稿会议的有江苏农学院、华北水利水电学院、合肥工业大学、江苏省江都水利工程管理处和太原工学院、扬州水利学校等单位。在本书编写过程中，得到了许多兄弟院校及生产单位的积极支持和热情协助，在此一并表示衷心的感谢。

对于书中存在的缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

1980年4月

# 目 录

## 前言

绪论	1
一、机电提水工程的特点和适用场合    二、我国的机电提水排灌事业的发展概况    三、国外的机电提水排灌事业的发展概况    四、本课程的内容和要求	
第一章 叶片泵的构造	5
第一节 离心泵抽水装置及抽水过程	6
第二节 叶片泵的构造	7
一、离心泵    二、轴流泵    三、混流泵    四、泵的型号	
第二章 叶片泵的基本理论	16
第一节 工作参数	16
一、流量    二、扬程    三、功率    四、效率    五、允许吸上真空高度和汽蚀余量	
六、转速	
第二节 叶片泵基本方程	19
一、速度三角形    二、基本方程    三、轴流泵的升力理论简述	
第三节 水泵的基本性能曲线	29
第四节 水泵相似律和比转数	31
一、相似律    二、比例律    三、比速(比转数)	
第五节 叶片泵的全面性能曲线及其应用	39
第三章 水泵的工况确定及调节	44
第一节 水泵的工况确定	44
一、管路特性曲线    二、水泵的工况确定	
第二节 水泵在特殊情况下工作点的确定	46
一、水泵的并联    二、水泵的串联    三、同时向两个高程不同的出水池供水时工作点的确定	
第三节 水泵工况的调节	48
一、车削调节    二、变速调节    三、变角调节    四、节流调节	
第四章 水泵的汽蚀及安装高程的确定	57
第一节 水泵的汽蚀	57
第二节 汽蚀余量和吸上真空高度	60
第三节 汽蚀比转数	62
一、汽蚀相似律    二、汽蚀比转数	
第四节 水泵安装高程的确定	63
第五节 防止汽蚀的措施	66
第五章 机电排灌工程规划	67
第一节 灌溉站的规划	67
一、抽水灌区的划分    二、站址选择    三、泵站建筑物布置    四、设计流量和设计扬程的确定	

第二节 排水站的规划 .....	77
一、排水区的划分    二、站点布局    三、站址选择    四、泵站建筑物布置    五、设计流量和设计扬程的确定	
第六章 机组选型及配套 .....	90
第一节 机组选型 .....	90
一、水泵的选型    二、动力机的选型	
第二节 传动方式 .....	101
一、直接传动    二、齿轮传动    三、皮带传动    四、液压传动及其他传动	
第三节 辅助设备 .....	104
一、充水设备    二、供水设备    三、排水设备    四、通风设备    五、压缩空气设备	
六、供油设备    七、起重设备	
第七章 泵房 .....	127
第一节 分基型泵房 .....	128
一、结构型式及适用场合    二、设备布置与泵房尺寸的确定    三、分基型泵房结构设计要求    四、卧式机组基础设计	
第二节 干室型泵房 .....	142
一、结构型式及适用场合    二、设备布置与泵房尺寸的确定    三、泵房整体稳定及地基应力校核    四、侧墙及底板的受力分析	
第三节 湿室型泵房 .....	160
一、结构型式及适用场合    二、设备布置与泵房尺寸确定    三、泵房整体稳定及地基应力校核    四、主要构件受力分析	
第四节 块基型泵房 .....	169
一、结构型式及适用场合    二、泵房内部设备布置及主要尺寸的确定    三、泵房的稳定校核    四、主要构件的受力分析	
第五节 泵船及泵车 .....	194
一、泵船    二、泵车	
第八章 进、出水建筑物 .....	207
第一节 前池和进水池 .....	207
一、前池    二、进水池(吸水池)	
第二节 出水建筑物 .....	222
一、出水池的类型    二、出水池各部尺寸的确定    三、出水池的结构    四、压力水箱	
第三节 进水流道 .....	230
一、肘形进水流道    二、钟形进水流道    三、双向进水流道    四、进水流道形式的选择	
第四节 出水流道 .....	244
一、虹吸式出水流道    二、直管式出水流道    三、出水流道形式的选择	
第五节 断流方式 .....	252
一、拍门    二、快速闸门    三、真空破坏阀	
第九章 管道 .....	257
第一节 进水管道 .....	257
第二节 出水管道 .....	257
一、出水管道路线的选择    二、出水管道的布置及铺设    三、管材的选择    四、管径的选择    五、管道附件    六、管道及其支承结构	

第三节 泵站水锤计算及防护措施 .....	275
一、停泵水锤分析    二、事故停泵水锤计算    三、水锤防护措施	
第十章 其它类型泵 .....	292
第一节 长轴井泵 .....	292
一、长轴井泵的分类    二、长轴井泵的构造    三、长轴井泵的选型	
第二节 潜水电泵 .....	300
一、潜水电泵的分类和构造    二、潜水电泵发展的趋势	
第三节 自吸泵 .....	307
一、自吸方式    二、自吸原理    三、自吸能力    四、发展趋向	
第四节 射流泵 .....	310
一、概述    二、液体射流泵的设计	
第五节 水轮泵 .....	321
一、水轮泵的构造和性能    二、水轮泵站	
第十一章 安装和管理 .....	329
第一节 安装 .....	329
一、机组的安装    二、管道的安装    三、安装工作的全面检查和验收	
第二节 管理 .....	342
一、机组的运行和维护    二、水泵站的主要技术经济指标    三、泵站量测	
第三节 泵站自动化概述 .....	353
附录	
附录I 实验、习题及思考题 .....	359
实验一 水泵认识实习	
实验二 离心泵基本性能测试	
实验三 离心泵汽蚀实验	
习题一 离心泵工作点及安装高程的确定	
习题二 水泵的调节计算	
习题三 水泵的选型与配套	
习题四 井泵的选型与配套	
习题五 水轮泵的选型与配套	
思考题	
附录II 规划设计灌排水泵站所需的资料、说明书、设计图的主要内容 .....	374
附录III 灌溉泵站课程设计任务书示例 .....	376
附录IV 灌溉泵站课程设计指导书示例 .....	377
附录V 排水泵站课程设计任务书示例 .....	382
附录VI 排水泵站课程设计指导书示例 .....	384
附录VII 局部阻力系数 .....	385

## 绪 论

解放以来，随着工农业的迅速发展，我国的机电提水排灌事业也得到很大的发展。截至1979年底，全国机电排灌动力已达到近7000万马力（其中包括机井2800万马力），比解放初期增加了700倍。此外，还有水轮泵58000余台，喷灌设备20多万台。机电排灌动力占农村总动力的40%以上。提灌面积近4亿亩，占灌溉总面积的50%以上；提排面积6300多万亩，占除涝面积的25%。这些提水设施已成为建设高产稳产农田，实现农业机械化的重要物质基础，有力地促进了我国农业生产的发展。

机电提水排灌工程系指利用机电提水设备及其配套建筑物进行农田排水和灌溉的工程。它通常包括排灌水利系统、输配电力系统和联系以上两系统的泵站枢纽。

近二十年来，由于喷灌的迅速发展，地下水源的广泛利用，高堰灌区的大力开发，各类农田旱涝保收标准的提高以及大型跨流域调水工程的规划和实施等原因，不论国内和国外都十分重视机电提水工程的发展。

### 一、机电提水工程的特点和适用场合

机电提水工程，一般无需修建大型挡水或引水建筑物，因此，受水源、地形、地质等条件的影晌较小。在绝大多数情况下，它均能最大限度地、及时地满足生产上的要求。所以，它具有机动灵活、适应性强、一次投资小、工期短、受益快等优点。但是，它在运行中需要耗电（或油），且维护费用也较多。

机电提水排灌通常适用于以下几种场合。

①不可能采用自流引水排灌的场合。例如利用平原地区的井、塘、河、湖等水源进行灌溉；或者发展高地灌区以及排除洼甸渍水等。

②采用自流引水排灌不经济的场合。例如采用自流引水需要修建大型挡水建筑物或过长的引水工程；需要修建过多、过大的建筑物以及施工条件艰巨；或者渠系压废田亩过多；或者属临时性的工程等等。

③需要自流引水与机电提水相互补充的场合。例如在容泄区水位低时自排而水位高时则进行提排；又如在自流灌区中采用机械排水等。

④跨流域引水工程翻越分水岭的场合。

⑤采用喷灌的场合。

⑥需要抽水蓄能发电的场合。利用电力系统的非峰荷期向水库提水，而在峰荷期则利用抽水机组发电，从而拉平电力系统的负荷。

### 二、我国的机电提水排灌事业的发展概况

我国机电提水排灌的发展特点是，数量大、范围广、类型多、速度快。从工程规模上



看，多属于中、小型；从动力种类上看，机动和电动约各占一半。先后建成的大面积提水排灌地区有太湖、洞庭湖、江汉平原、珠江三角洲和苏北里下河地区等。

根据各地区自然条件的不同，我国的机电提水排灌泵站，基本上可分为以下几种类型。

(1) 小型泵站 这类泵站主要分布在平原河网、圩垸等多水源地区，如长江三角洲和珠江三角洲等河网地区。这类地区地势平坦，土地肥沃，水源水位变幅小。为了尽量减少渠系占地，应发展低扬程、小流量的小型泵站。由于这类地区到处都有水源，故小型泵站星罗棋布，形成大面积的泵站群，如珠江三角洲到1964年底已建成4000多座泵站，装机近30万千瓦，受益面积600余万亩，输配电线路总长8000多公里。这类泵站不仅投资小、效益高，而且在非排灌季节还可以利用其动力设备进行农副业加工。

(2) 机井泵站 这类泵站主要分布在我国华北、西北等井灌区。截至1979年止我国已发展机井200余万眼，装机容量2000多万马力，约占机电排灌总装机容量的45%，灌溉面积一亿六千余万亩。最大井深达500米，最大提水深度200米左右。这类泵站往往星罗棋布形成井站群。井群输配电网造价约占总投资的40%。

(3) 浮动式泵站 这类泵站主要分布在我国西南、西北、中南等省的水位变幅大的江河和水库等水源沿岸。如嘉陵江在重庆的水位变幅达30米，长江在重庆的最大水位变幅达35米；汉江在汉口的最大水位变幅为19米，中小型泵站若采用固定式则投资大，施工困难，因此，多采用浮船式和缆车式泵站。通常每条浮船的提水能力约为1.2立米/秒。

(4) 大型排水泵站 这类泵站主要分布在湖北、江苏、安徽、湖南等省的沿江滨湖低洼地区，其特点是扬程低、流量大、自动化程度高。如江苏省从1961年开始兴建的江都排灌站共装机49800千瓦、设计流量为400立米/秒。该站能够抽引长江水北上，送至大运河和苏北灌溉总渠，并向淮北地区补给水源，以及排除里下河地区的内涝等。这一工程的实施，为彻底改变苏北地区的多灾低产面貌、建设高产稳产农田创造了条件。又如湖北省在江汉平原建成36座大型排水泵站后，使江汉平原1300万亩易涝农田的一半实现了旱涝保收。

(5) 高扬程泵站 这类泵站主要分布在陕西、甘肃、宁夏、山西等省的高原地区。其主要特点是扬程高、梯级多、工程艰巨。如1969年规划的甘肃省景泰川提水工程（提水流量40立米/秒、灌地100万亩），于1974年完成了第一期工程，其设计流量为10.56立米/秒，灌溉面积30.42万亩，分十级提水，累计总扬程为450米，总装机容量5.5万千瓦，单机最大容量为2000千瓦。又如陕西省正在设计中的抽黄灌溉工程，系沿黄河在韩城县禹门口、合阳县东雷、潼关县港口等三处兴建泵站，其总流量为52立米/秒，其中东雷抽黄工程累计总扬程为311米，总装机容量为11万千瓦，二级站单级扬程为200余米，单机容量为8000千瓦。

(6) 跨流域调水泵站 如我国江苏省正在实施的引江济淮工程，已完成江都梯级、淮安梯级，正在兴建大汕子梯级。淮安梯级中最大口径的轴流泵已达4.5米，大汕子梯级泵站中，装有口径为6米的混流泵两台。

(7) 中型排灌泵站 这类泵站主要分布在丘陵地区或圩垸地区，有的是单纯灌溉或

者单纯排水，也有些站兼有灌溉和排水的双重作用。它们的特点是，流量和扬程适中、类型多、数量大。

### 三、国外的机电提水排灌事业的发展概况

苏联的机电提水灌溉面积截至1972年共5100万亩，占其总灌溉面积的30%，总装机180万千瓦。并计划至1985年发展到950万公顷，占其灌溉面积的45%。其中以乌克兰加盟共和国提灌面积最大，它在1957年建成的英古列茨泵站总装机容量为4万马力，设计扬程60多米，单机容量4200千瓦，为当时苏联功率最大的灌溉供水泵站。阿塞拜疆加盟共和国是苏联应用浮式泵站进行灌溉最早的地方。现在在库拉河和阿拉卡斯河上建有浮式泵站126座，土库曼加盟共和国大量发展了用电动深井泵提水的井灌，并于1957年开始采用远距离集中控制。

苏联从1973年开始运转的卡尔西泵站总装机容量为45万千瓦，共分6个梯级提水，每座梯级泵站内均装有6台全调节轴流泵，其单机流量为25~39立米/秒，平均扬程为26米。另外，苏联还计划从本国欧洲部分的河流调水至伏尔加河流域和从西伯利亚调水至威海，这些均需修建大型泵站提水以跨越分水岭。其第一级泵站计划提水流量为700立米/秒，提升高度为10~15米；第二级泵站计划提水流量为2200立米/秒，提升高度为5~60米并计划用多瑙河的水补充第聂伯河以发展乌克兰南部灌区。

美国的灌溉面积约占耕地总面积的12%，而其中提水灌溉面积所占比重却很大。井灌区主要集中在加利福尼亚州和内布拉斯加州。比较有名的提灌工程有建在哥伦比亚河上的大古力泵站，水泵单机设计流量为38.2立米/秒，设计扬程为94.5米，配套电动机功率为65000马力；另外还有在1970年左右开始运转的圣路易斯提水工程，它有两座泵站，其中一座泵站装有离心泵三台，其扬程为38米，单机流量为62立米/秒，单机容量为3万千瓦，另一座泵站装有全调节混流泵三台，单机流量为34~62立米/秒，两座泵站总流量为374立米/秒，灌溉面积为364万亩。值得提出的是，该工程内另有一座抽水-发电站，站内装有8台双速可逆式泵-轮机组，在转速为150转/分下作为水泵-电动机抽水时，单机容量为47000千瓦，作为水轮机-发电机发电时，单机容量为53000千伏安；在转速为120转/分下作为水泵-电动机抽水时，其单机容量为25000千瓦，作为水轮机-发电机发电时，其单机容量为34000千伏安。每台机组从抽水工况转变为发电工况，或者从发电工况转变为抽水工况，其转换时间仅需27秒钟。该机组在电力系统峰荷期机组发电，在非峰荷期间则向水库抽水。这样不仅能平衡电力系统负荷，而且可以回收大量电能。

其它国家如日本、荷兰等，最近十多年来也陆续修建了一些大型排水泵站。如日本1971~1973年建成的新川河口排水站，装有6台口径为4200毫米的圆筒形卧式全调节轴流泵，其扬程为2.6米，单机流量为40立米/秒，配套电动机功率为1300千瓦；1975年建成的三乡排水站，扬程变化范围为0~9米，装有口径为4600毫米的混流泵，该泵设计扬程为6.3米，单机流量为50立米/秒，配套动力为6200马力柴油机；荷兰于1973年在北海运河入海处修建的爱茅顿排水泵站，站内装有大型轴流泵4台，其扬程为2.3米，单机流量为37.5立米/秒。

综上所述可以看出，我国的机电提水排灌工程在数量上已跃居世界的首位，在工程规模上也已接近国外先进水平，但是，在技术水平，工程质量以及经济效益指标等方面与国外先进水平相比，还有一定的差距。譬如：国外十分重视高效率水泵的研制，重视整个工程的动能经济问题，重视最大限度地提高设备利用率和设备的自动化程度等等，这些都是值得我们深入研究和学习的。

#### 四、本课程的内容和要求

本书除绪论外，共分十一章，其中第一、二、三、四、六、十章为水泵及其配套设备的构造、工作原理、性能以及选择和运用等方面的内容。根据本专业的要求，着重介绍了农田排灌中使用最广的叶片式水泵，对配套动力以讲述电动机为主，同时也相应地增添了一些柴油机方面的内容。对传动方式和辅助设备等内容，只作了一般介绍，在教学中不一定全讲；第五、七、八、九章为泵站的规划和设计等方面的内容。由于泵站类型较多，在教学中不需一一介绍，各院校可根据实际情况适当取舍；第十一章为泵站的安装和管理等方面的内容，这类内容实践性较强，应考虑结合实物或现场进行教学。至于近代测试仪表和泵站自动化等内容，根据课程性质只作了概念性的介绍。有关本课程的习题、实验、思考题、课程设计以及常用资料等均作为附录供教学参考。

本课程内容较多地涉及到水力机械、电气设备、农田水利、土木建筑等方面，在讲授时注意突出本课程的重点，力求讲透基本理论和基本概念，从而培养和提高学生分析问题和解决问题的能力。

# 第一章 叶片泵的构造

泵是一种能够进行能量转换的机械。它能把原动机的机械能传给被抽送的流体，使流体的能量增加，从而使流体从低处提升到高处或压送到用水地点。

泵的种类很多，从转换能量的方式来分，通常可分为有转子泵和无转子泵两大类。前一类是靠高速旋转或往复运动的转子把动力机的机械能量转变为提升或压送流体的能量，如叶片泵、容积泵（又分往复式和回转式两种）和涡旋泵；后一类则是靠工作流体（液体或气体）或电磁力把工作能量转变为提升或压送流体的能量，如水锤泵、射流泵、内燃泵、空气扬水机和电磁泵等。

叶片泵是靠装有叶片的叶轮不停地旋转而进行能量转换的。这种泵具有效率高、成本低、结构紧凑、使用简便、运转可靠和适用范围广阔等优点，是最通用的一种泵，广泛地应用于机电提水排灌和其它许多方面。这种泵根据被抽流体流出叶轮时的方向不同又可分为离心（径流）式、轴流式和混流（斜流）式三种（图1-0-1）。

离心泵是径流式叶轮[图1-0-1(a)、(b)]，叶轮在高速旋转时其圆周速度沿半径方向愈来愈大，因此，叶片上的水水质点在这逐步增大的离心力作用

下不断地被甩向叶轮出口。这种叶轮所产生的扬程取决于流体由于切向力把它抛向切于旋转叶轮外周的切线方向上的切向速度。

轴流泵装有轴流式叶轮[图1-0-1(d)]，叶轮中的水流是平行于泵轴而流动的。这种叶轮上的叶片上下表面具有不同的曲率，下表面曲率大、上表面曲率小，当叶轮在水中高速旋转时，其叶片将水劈开，流经叶片下表面的水流比流经上表面的路线要长，其速度也必然相应地增大，因此，下表面的压力比上表面小。由于这个压力差便产生了方向向下的作用力作用于叶片的上表面，若水泵位置固定不动则高速旋转的叶片将对水产生一向上的推力使水上升。

混流泵的叶轮[图1-0-1(c)]介于离心泵与轴流泵之间，其抽水原理既有离心力的作用，又有推力的作用。

下面将着重介绍叶片泵（以下简称水泵）的构造、工作原理、性能以及选择、运用等方面的知识。

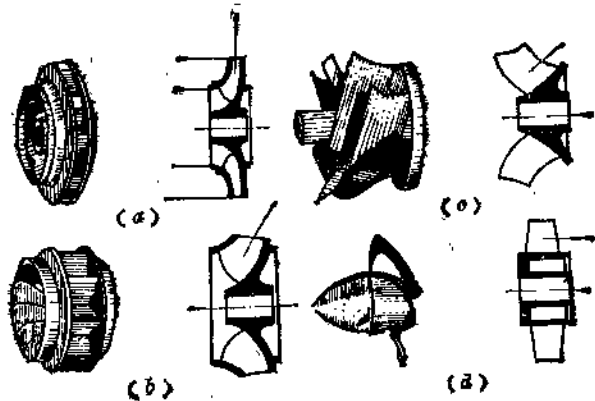


图 1-0-1. 叶片泵叶轮  
(a)、(b)离心泵；(c)混流泵；(d)轴流泵

## 第一节 离心泵抽水装置及抽水过程

水泵、动力机及传动设备的组合体称为抽水机（或抽水机组、水泵机组等），抽水机组和管道（包括管道上的阀件等）统称为抽水装置或水泵装置。

如图1-1-1所示为离心泵抽水装置简图。它是由水泵、动力机、管道所组成。其管道包括带有滤网的底阀1、进水管（或吸水管）2、弯头3、偏心异径接头4、逆止阀8、闸阀9、出水管（或压水管）10、45°弯头、拍门12以及真空表5、压力表6、平衡锤13等。

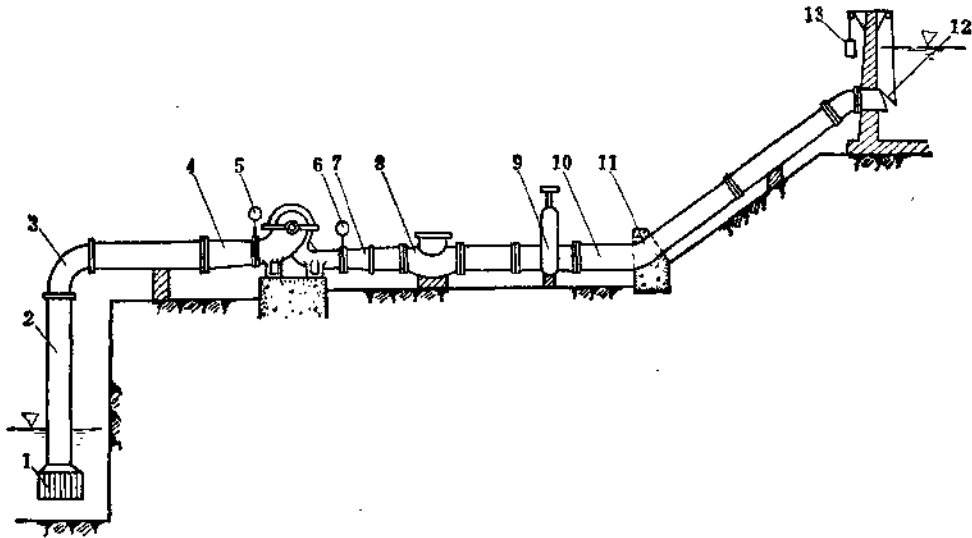


图 1-1-1 离心泵抽水装置示意图

1—滤网和底阀；2—进水管；3—90°弯头；4—偏心异径接头；5—真空表；6—压力表；7—渐扩接头；8—逆止阀；9—闸阀；10—出水管；11—45°弯头；12—拍门；13—平衡锤

当水泵在动力机的带动下高速旋转时，泵内的水不断被叶轮甩向水泵出口，于是在水泵进口处就造成负压，而进水池中的水在大气压力的作用下经过底阀1、进水管2流向水泵进口。

在开动水泵前必须将进水管和水泵充满水。底阀1就是防止这些水漏失的单向阀门，其外部的莲蓬头主要是防止进水池中的漂浮物流入进水管。底阀对于流经的水流有相当大的阻力，因此，对于大型泵都不装底阀而采用真空泵进行起动前的充水。

闸阀9的作用主要是在开、停或检修水泵（或逆止阀）时截断水流，以减轻起动负荷，或者防止水倒流产生水锤增压，对于小型水泵机组还可以用于调节水泵的流量或功率。

逆止阀8的主要作用是当事故停泵时自动关闭，从而防止出水管中的水倒流引起水泵机组转子的高速反转。

拍门12的作用和逆止阀类似，在停机时靠自重关闭。有时为了减小拍门引起的水头损

失，常采用平衡锤13以增大拍门开度，但有可能因此引起拍门关闭时下拍力的增大。

真空表5和压力表6，分别为测定水泵进、出口压力的仪表，根据表计读数可以算出水泵工作扬程和检查运行中的故障。

放气旋塞的作用是在当水泵启动前向水泵和吸水管充水时排气。

立式水泵抽水装置通常是將水泵淹没于水中，因此它没有底阀1和吸水管2，也不需要启动前排气的设施。

## 第二节 叶片泵的构造

### 一、离心泵

按照构造上的特点离心泵通常可分为单级单吸悬臂式、单级双吸式和多级式三种，各种又有立式和卧式之分。

单级单吸悬臂式离心泵（图1-2-1）仅有一个叶轮，液体从叶轮的一侧进入，泵轴的悬臂端装有叶轮，另一端用轴承支承。其支承方式分甲式和乙式两种。乙式的泵轴支承在轴承室两端的滚动轴承上，滚珠轴承14安装在托架5的轴承室内，其内径与泵轴是压入配合，外径与轴承室是推入配合，两端用轴承盖12压紧。轴承端盖下方铣有一个小槽，小槽通过托架轴承室下部的小孔与油室相通，作为回油用。油室配有检查油位用的油标尺。油室下方制有放油用的螺孔。挡水圈11是由橡胶制成，用于防止水渗入托架轴承室内。甲式的泵轴支承一个是滚珠轴承，用黄油润滑，另一个则是泵壳内的填料套，用水润滑和冷却。

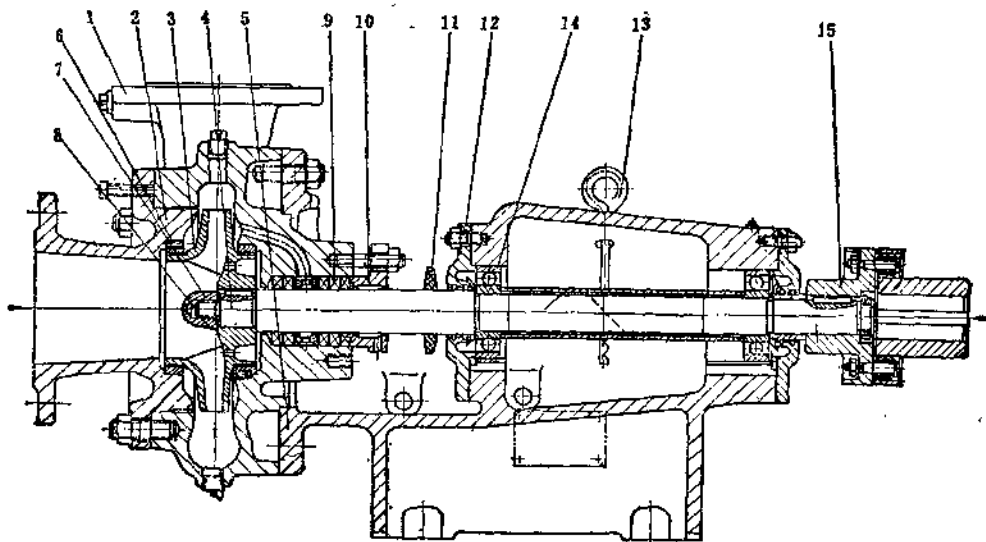


图 1-2-1 单吸式离心泵（乙式）结构图

- 1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—轴；5—托架；6—密封环；7—叶轮螺母；8—外舌止退垫圈；9—填料；10—填料压盖；11—挡水圈；12—轴承端盖；13—油标尺；14—单列向心球轴承；15—联轴器

单级双吸式离心泵（图1-2-2）的泵体1与泵盖2共同构成半螺旋形吸水室和蜗形压水室。泵的吸入口和出水口均在泵体上，呈水平方向与泵轴垂直。水从吸入口流入后，沿着半螺旋形吸水室从两侧流入叶轮3，叶轮用键、轴套和轴套螺母固定在泵轴4的中央。叶轮相对于泵体的位置可用两边的轴套螺母来调整，使其对中。泵壳内壁与叶轮进口外缘配合处，装有密封环5两只，在密封环（减漏环）上有凸起的半圆环嵌在泵体凹槽内起定位作用。泵轴穿出泵壳的地方装有填料函，填料函是由填料套7、填料8、水封环9、水封管和水封管压盖10所组成。有压水通过泵盖上的水封管或泵盖中开面上的水封槽流入填料周围起水封、冷却和润滑作用。泵轴两端由装在轴承体12内的轴承支承。轴承处的轴径小于60毫米的，其两个支承都是滚珠轴承（称为甲式）。轴承处的轴径在75毫米以上的，其两个支承都是巴氏合金滑动轴承（称为乙式）。泵盖顶部设有安装抽气管的螺孔。泵体下部有放水用的螺孔。

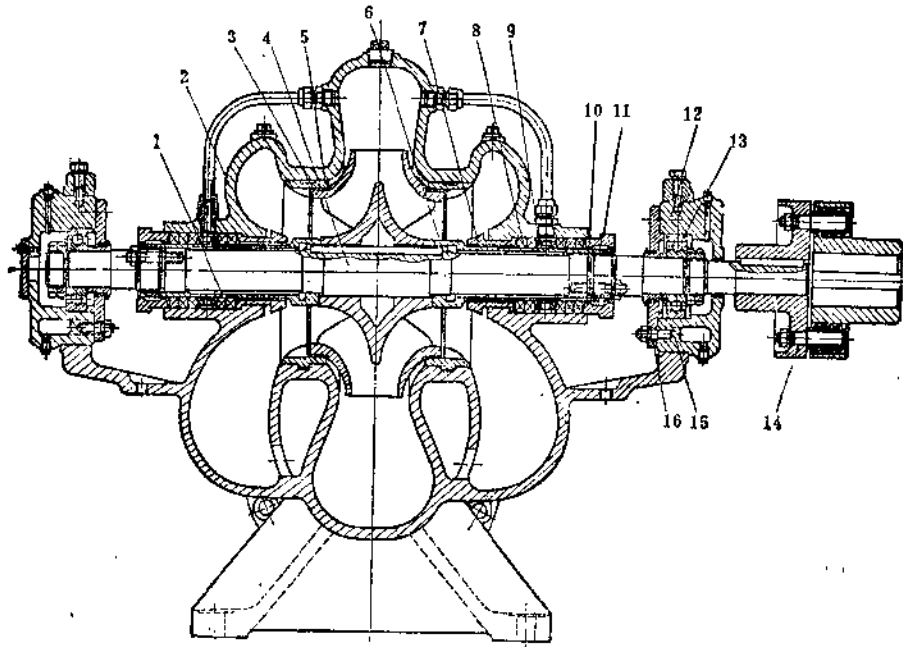


图 1-2-2 双吸式离心泵（甲式）结构图

1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—泵轴；5—密封环；6—轴套；7—填料套；8—填料；9—水封环；10—填料压盖；11—轴套螺母；12—轴承体；13—滚珠轴承；14—联轴器；15—轴承挡套；16—轴承端盖

多级式离心泵（图1-2-3）是在一根泵轴上串装若干个单吸式叶轮。泵体分为进水段、中段（叶轮部分）和出水段，各段用长螺钉连成为一个整体。吸入口位于进水段上成水平方向，出水口在出水段上成垂直方向。叶轮工作是从前一级叶轮中流出来的水经过前导叶、再经过后导叶流至后一级叶轮的进水侧，使水逐级增加能量。所以，泵的扬程是随叶轮的级数而增减。

由于各级叶轮都是单侧进水，所以在末级叶轮的后面设有专用的机械平衡装置以平衡轴向推力。为了保证平衡盘自动平衡轴向力，所以采用滑动轴承而不采用止推轴承。

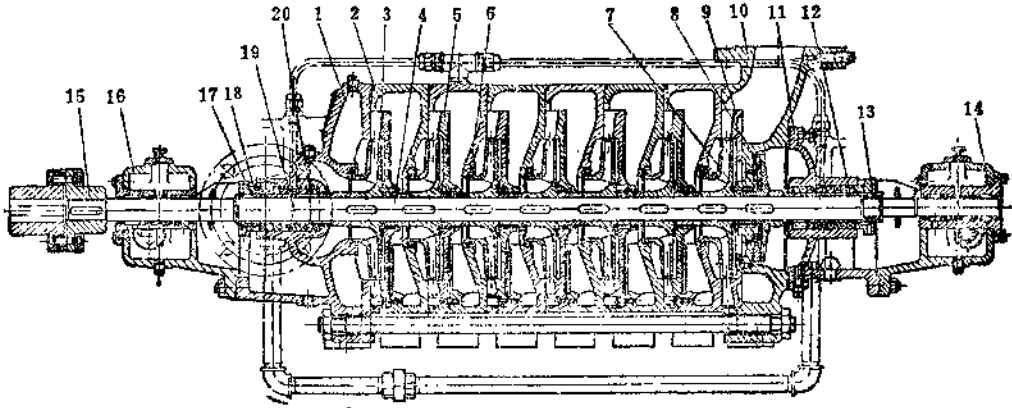


图 1-2-3 DA型离心泵

1—进水段；2—中段；3—叶轮；4—泵轴；5—导叶；6—密封环；7—平衡盘；8—平衡环；9—出水段导叶；10—出水段；11—尾盖；12—轴套乙；13—轴套螺母；14—轴套乙部件；15—弹性联轴器部件；16—轴承甲部件；17—轴套甲；18—填料压盖；19—水封环；20—填料

上述三种不同类型的离心泵都是由叶轮、泵轴、泵壳、减漏环、轴承、填料函等主要零件组成。现将它们的构造和作用简述如下。

### 1. 叶轮

又叫工作轮或转轮。它是水泵的主要部件，它的形状、尺寸、加工工艺等，对水泵性能有决定性的影响。水泵的叶轮可分为封闭式、半封闭式和开敞式三种。农用泵叶轮多为封闭式[图1-0-1(a)、(b)]，叶片的两侧有封闭的轮盘，中间有6~12个叶片，相邻两叶片之间的空间称叶槽。叶轮前盖板中间有一个进水口，水从进水口进入叶轮后转90°，流过叶槽后再从叶轮四周甩出，所以水在叶轮中的流动方向是轴向进水，径向出水。半封闭式叶轮没有前盖板，只有后盖板，目前只有少数泵使用。开敞式叶轮由于没有轮盘，同时叶片数目又较少，因此多用于抽送浆粒状液体或污水。

叶轮用键和反向螺母固定在轴的一端，用反向螺母的目的在于轴转动时，螺母不会自行松脱，而是越转越紧。

离心泵叶轮，按进水方向还可分为单吸和双吸两种。单吸式由于背水面受的压力较进水侧大，因此产生一个指向进水方向的轴向力，如图1-2-4所示。这个轴向力随着泵的大小、扬程高低而变化，泵越大其值就越大，扬程越高其值也越大。显然，如果不设法平衡叶轮上的轴向力，叶轮和轴必将一起向进水侧移动，引起叶轮和泵壳发生摩擦，使泵不能工作。为了平衡此轴向力，在叶轮后轮盘上靠近叶轮入口处开4~6个小孔。因为开了小孔后，叶轮后面的压力水就可经过这些小孔流向进水侧，从而降低了水对叶轮的轴向推力。但因此使泵效率有所降低（降低值约为2~5%），所以近年来对小型低扬程泵，因泵小扬程低，轴向推力不大，故均不开平衡孔，轴向推力完

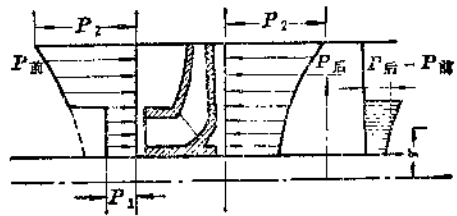


图 1-2-4 叶轮两侧压力分布图  
 $P_{前}$ —叶轮进水侧压力； $P_{后}$ —叶轮背水侧压力



全靠轴承负担。

目前有些水泵厂，对单级单吸离心泵叶轮的轴向力平衡问题，已改用在叶轮后盖板上加若干条径向的平衡筋板，筋板强迫叶轮后面的液体加快旋转，使叶轮背面的压力显著下降，从而达到减小或平衡轴向力的目的。

双吸式叶轮，好像由两个单吸式叶轮背靠背地组合而成，水从叶轮的左右两侧流入叶轮，然后再汇集到同一泵壳中。因而叶轮形状对称，从双侧进水，因此水的轴向力可以自行平衡，不需要再增加其它措施。

## 2. 泵壳

泵壳一般用铸铁铸造，由泵盖、壳体和出水接管三部分组成，单吸式泵盖内部为渐缩的锥形管，其主要作用是把水流平顺地引向叶轮。壳体内部有呈蜗壳状的出水流道（图1-2-5），所以又叫蜗壳，其主要作用是汇集由叶轮甩出的水，并借助壳体断面的不断增大，以保持壳中水流速度基本不变。出水接管是一个断面逐渐扩散的锥形管，随着断面积的增大，水流速度逐渐减小，压力逐渐增加，这样在出水接管中就把水流的大部分动能转换为压能。

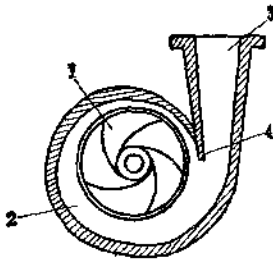


图 1-2-5 单吸式离心泵蜗壳  
1—叶轮；2—蜗道；3—出口；4—隔舌

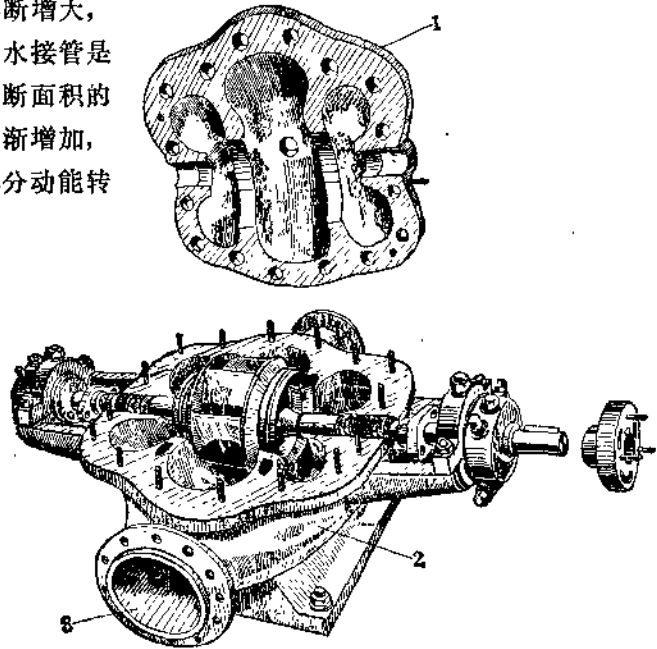


图 1-2-6 双吸式离心泵  
1—泵盖；2—泵体；3—吸入口

这种泵壳的缺点是，当需要打开泵壳时，必须首先拆开吸水管路。因此，双吸式泵均采用水平中开式泵壳（图1-2-6），即将泵壳分上下两部分，上部分称泵盖，下部分称泵座，泵盖用双头螺栓固定在泵座上，所以只要松开泵盖上的螺钉，就可取下泵盖，对泵体内部进行检修。泵壳内部的出水流道和单吸式泵的出水流道一样，也是蜗壳形；但进水流道与单吸式泵不同，它不是呈直锥形收缩管段，而是呈半螺旋形。

## 3. 减漏环

水泵叶轮进口外缘和泵壳之间留有间隙，这一间隙如果过小，叶轮转动时就会与泵壳发生摩擦，引起机械磨损；如果间隙过大，从叶轮出口的高压水流就会通过此间隙大量漏