

中等专业学校教材

抽水机与抽水站

(第二版)

江苏省扬州水利学校 赵梦征 沙鲁生 合编

水利电力出版社

046309

271
332

中等专业学校教材

抽水机与抽水站

(第二版)

江苏省扬州水利学校 赵梦征 沙鲁生 合编

水利电力出版社

内 容 提 要

本书除绪论外,共分十一章。第1~6章讲水泵,内容为叶片泵的类型、构造、性能、工作点的确定及调节、汽蚀与安装高程的确定、选型和配套,以及其他排灌用泵等。第7~11章讲抽水站,内容为规划、进出水建筑物及压力水管的设计、机房的设计、机组安装和管理,并简要介绍了块基型和移动式抽水站的布置和计算。

本书为中等专业学校水利水电工程建筑和农田水利工程专业的通用教材,也可供水利工程技术人员参考。

中等专业学校教材

抽水机与抽水站

(第二版)

江苏省扬州水利学校 赵梦征 沙鲁生 合编

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

水利电力印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 17印张 384千字

1979年12月第一版

1985年5月第二版 1985年5月北京第三次印刷

印数22281—36180册 定价 3.00元

书号 15143·5668

前 言

本书是在1979年12月出版的中等专业学校教材《抽水机与抽水站》第一版基础上修订的，作为第二轮教材。这次是按照水利电力部教育司1982年8月颁发的抽水机与抽水站教学大纲要求进行修订的，对原教材进行了必要的、较大幅度的充实和删改。

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，同时注意理论联系实际，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。本书第六、十两章包括长轴井泵、水轮泵以及块基型、移动式抽水站等选修内容，各校可根据所在地区的自然特点选用。

本书由江苏省扬州水利学校赵梦征、沙鲁生两同志合作修订。其中绪论、第一章至第六章以及第十一章由沙鲁生同志修订，第七章至第十章由赵梦征同志修订。本书由安徽水利电力学校王永盛同志主审。

在本书的修订过程中，我们注意吸收了各校对原教材的意见，但因水平所限，书中缺点和错误在所难免，恳切希望广大师生及读者批评指正。

编 者

1984年7月

目 录

前 言

绪 论	1
第一章 水泵的类型和构造	6
第一节 泵的定义和分类	6
第二节 叶片泵抽水装置及其工作过程	7
第三节 叶片泵的工作原理与构造	8
第二章 叶片泵的性能	26
第一节 叶片泵的性能参数	26
第二节 叶片泵的基本方程式	30
第三节 叶片泵的性能曲线	37
第四节 叶片泵的相似律	44
第五节 叶片泵的比转数	48
第三章 叶片泵工作点的确定及调节	52
第一节 叶片泵工作点的确定	52
第二节 叶片泵在并联、串联运行时工作点的确定	54
第三节 叶片泵工作点的调节	57
第四章 叶片泵的汽蚀与安装高程的确定	67
第一节 叶片泵的汽蚀现象	67
第二节 叶片泵的汽蚀性能	69
第三节 叶片泵安装高程的确定	73
第四节 减轻汽蚀的措施	76
第五章 叶片泵的选型和配套	81
第一节 叶片泵的选型	81
第二节 动力机与水泵的配套	83
第三节 机组传动方式的选择	89
第四节 管路及其附件的配套	95
第六章 其他排灌用泵	99
第一节 长轴井泵	99
第二节 水轮泵	109
第七章 抽水站工程的规划	116
第一节 抽水站的类型及规划原则	116
第二节 灌溉抽水站的规划	118
第三节 排水抽水站的规划	132
第八章 抽水站的进出水建筑物及压力水管的设计	142

第一节	引水渠及沉沙、冲沙建筑物	142
第二节	前池和进水池	144
第三节	出水池和压力水箱	154
第四节	压力水管	161
第九章	抽水电站机房的设计	178
第一节	机房的结构形式	178
第二节	机房的内部布置及尺寸的拟定	185
第三节	机房的结构设计	195
第十章	其他形式的抽水电站	212
第一节	块基型抽水电站	212
第二节	移动式抽水电站	234
第十一章	抽水站的机组安装和管理	251
第一节	机组和管道的安装	251
第二节	机电排灌站的技术经济指标	257
第三节	提高排灌站装置效率的途径	260

绪 论

水利是农业的命脉。机电排灌是整个水利事业中的一个重要组成部分，是抗御水旱灾害，确保农业增产的重要措施之一，是实现农业机械化、农村电气化的重要物质基础。

一、我国机电排灌事业的发展概况

我国是一个地大物博、历史悠久的国家。早在春秋时代（公元前770~476年），我国人民在劳动中就创造发明了符合杠杆原理的提水工具桔槔，随后又发明符合绞盘原理的提水工具辘轳。到了东汉末年（公元168~189年），又制造了汲水量较大的翻车，即龙骨车。唐宋时代（公元618~1279年），由于轮毂机械的发展和水排与水碓的运转经验导致了筒车的产生，它使连续提水有了可能，并可利用水力资源作动力。元明时代（公元1276~1644年）开始用畜力带动翻车，筒车也有了高转式的。到了明末，还创制了构造比较复杂的斗子水车，即八卦水车。这些工具的发明和创造，不仅促进了国内农业生产的发展，有的还流传到国外，对世界作出了贡献。但是，由于封建地主阶级的长期统治，束缚了生产力的发展，使提水工具的发展陷于停滞状态。十八世纪末叶，钢铁工业的发展和蒸汽机的出现，国外已由简单的提水工具发展成为由蒸汽机驱动的活塞式水泵。十九世纪末，电动机的发明，又发展成由电动机驱动的离心式水泵。我国在本世纪初开始运用机械进行排灌。在杭州（州）嘉（兴）湖（州）地区以及太湖附近，首先采用了小型的抽水机和小型煤气机拖带龙骨车进行提水灌溉。1924年，江苏开始使用电动机驱动水泵。但是，在半封建、半殖民地的旧中国，由于帝国主义、封建主义、官僚资本主义的严重压迫和剥削，农村经济濒临破产，广大农民无力购置机械，直到建国初期，机电排灌动力仅有9.42万千瓦，提灌面积378万亩，约占当时灌溉总面积3.72亿亩的1.02%。机电排灌动力不仅数量少，在质量上也是很落后的。

建国后，为了适应工农业建设的需要，农用泵制造业迅速发展，规格品种和产品质量有了大幅度增长和提高。现在，我国不但能生产中小型农用泵，还能设计、制造大型水泵。目前我国最大的轴流泵叶轮直径为4.5米，单泵流量为60立方米每秒，单机功率为5000千瓦。最大的混流泵叶轮直径为5.7米，单泵流量为97.5立方米每秒，单机功率为7000千瓦。最大的离心泵叶轮直径为1.4米，单泵流量为2.2立方米每秒，单级扬程为225米，单机功率为8000千瓦。长轴井泵的最大扬程为270米。一些缺门产品如混流泵、贯流泵、潜水电泵、自吸泵、高速泵、微型泵等有了补充。在农用泵的系列化、标准化和通用化方面也做了不少工作，取得了很大成就。值得指出的是，我国还发展了一种利用水力提水的水轮泵，并已引起有关国际组织和许多国家的极大关注。建国以来，我国的机电排灌事业已经有了相当的规模。据1984年上半年统计，全国机电排灌动力已达5740万千瓦，相当于建国前几十年发展总量的600余倍。机电排灌动力约占全国农用动力的40%，我国农田排灌动力的保有量居世界首位。此外，还有水轮泵6万3千多台，喷灌设备20多万台套。全国使用机

电排灌的农田面积已达4亿5千万亩，约占全国总耕地面积15亿亩的30%。其中机电提灌面积约3.9亿亩，占全国灌溉面积7.3亿亩的53.4%；机电提排面积约6000万亩，占全国除涝面积的25%。水轮泵的灌溉面积约580万亩，喷灌面积约1000万亩。这些提水设施，在抗旱灌溉、抗洪排涝、改善农业生产条件，改变农村面貌，提供城乡用水等方面发挥了重大作用，并取得显著的社会经济效益。

二、机电排灌事业在我国社会主义建设中的作用

在农田灌溉、排涝工程中，分自流和提水两种方式。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灌溉和排水的工程。机电提水排灌通常适用于自流引水排灌不可能或不经济的场合、采用自流与提水相结合的场合、采用喷灌的场合，以及跨流域调水和抽水蓄能等场合。

我国机电排灌事业发展的特点是：数量大、范围广、类型多、速度快。从工程规模看，多属于中、小型，少量为大型，大、中、小结合。从动力类型看，电力和机械约各占一半。从建站目的看，有灌溉、排水和灌排结合泵站。

我国地域辽阔，自然条件复杂，由于地形和气候的影响，降雨量的季节变化和地区变化都很大。南方沿江滨湖地区，雨量充沛，地势平坦而低洼，汛期江河水位常高于田面，圩内渍水无法排出，渍涝成灾。天旱需灌时，水源水位又低于地面，不能自流灌溉。因而既需提排又需提灌，发展机电排灌工程是保证农业生产的重要措施。如浙江省嘉兴地区，位于太湖流域杭嘉湖平原北部，农业生产以种植水稻为主。据1982年统计，全区机电排灌动力已达23.52万千瓦，建成泵站一万余座，受益面积490万亩。这些泵站在抗旱、排涝斗争中发挥了巨大作用。近几年，该地区粮食产量每亩已接近1600斤，每年为国家提供的商品粮几乎等于解放初一年的总产量。我国西北黄土高原地区，塬高沟深，雨量稀少，要发展农业生产，解决人畜饮水，必须发展高扬程提水工程。如1969年兴建的甘肃省景泰川电灌工程，总体规划提水40立方米每秒，发展灌溉面积100万亩，分期建设。1974年建成第一批工程。其设计流量为10.56立方米每秒，灌溉面积30.42万亩，分十一级提水，总净扬程444.64米，总装机容量为64200千瓦，单机最大容量为2000千瓦。修建主要泵站15座，机组总台数为88台。景泰川电灌第一期工程灌区位于该省中北部的景泰县境内，这里少雨干旱，风沙大，年降雨量仅180多毫米，而年蒸发量高达3200毫米。由于缺水，千百年来大部分土地一直荒芜着。景泰川电灌第一期工程建成后，在原来风沙弥漫的荒滩上建成了田、渠、林、路配套的稳产高产农田。据1980年统计，粮食产量人均已达1204斤，树木人均已有一百余株。灌区内牧业、副业生产也有所发展。由于荒山变良田，植被面积大幅度增加，加上防风护田林网已初具规模，风沙危害得到一定控制，并初步改变了景泰川的小气候。我国北方平原属于干旱、半干旱地区，降雨量少，地表水缺乏，但地下水资源比较丰富。为了开发利用地下水资源，发展机井可以防旱抗旱，防涝治碱，保证农业稳产高产，同时解决人畜饮水。如河北省石家庄附近及其以东一带是井渠双灌地区，1982年灌区上游黄壁庄水库蓄水量只能供部分小麦灌一次返青水，以后浇水全靠机井，小麦仍获得亩产500~700斤的好收成。山东省禹城县在10万亩盐碱地上利用机井抽水灌溉，降低地下水位。据统计，自1966年以来，在年提水量为1000~2000万

立方米的情况下，土壤脱盐率达30~50%，盐碱地已减少到2万亩以下，粮食产量由1966年的1920万斤上升到1982年的4911万斤，亩产最高的达到658斤。内蒙苏尼特右旗牧区，过去因缺水不能开发利用的草场共216万亩，但自六十年代建设机井以来，每年为10万头牲畜解决了6个月的放牧饮水问题，年纯增收达43.83万元。我国的水资源很不平衡，南方水多，北方水少。为了解决北方缺水问题，需要建设跨流域调水引水工程。江苏省江都排灌站就是联结长江和淮河下游的一项大型调水工程。该站由四座大型排灌站和十三座水工建筑物及引排河道组成。排灌站装机33台，总装机容量为49800千瓦，总抽水流量为473立方米每秒。江都排灌站能抽引长江水北上，直接灌溉大运河和苏北灌溉总渠自流灌区，并为淮北部分地区提供水源。既能及时排除里下河地区的内涝和补充苏北沿海垦区冲淤保港、改良盐碱地的水源，又有利航运、工业和生活供水。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，加速发展农业生产创造了条件。1978年，江苏省遇到了六、七十年来所未有过的大旱，降雨量只有常年的40%左右。四座排灌站从四月中旬开机，连续运转222天，抽江水63亿立方米，加上配套工程自流引江，使这个地区在大旱之年获得大幅度增产。仅扬州地区就比上一年增产20亿斤粮食。1980年，苏北地区受到洪涝灾害的夹击，淮河来水量超过5000立方米每秒，长江高潮时全部超过警戒水位，降雨量比常年多三、四成。由于江都抽水站及时排涝水23亿立方米，加上配套工程及时自流排水，涝水下降速度比1965年快了5倍以上，苏北地区在该年又夺得了丰收。

黄淮海平原是我国粮油棉和多种经济作物的重要产区，也是煤炭、石油和其他许多重要工业的生产基地。由于水资源不足，使这个地区工农业生产的发展受到很大影响。为保证这一地区国民经济的正常发展，国家将兴建南水北调东线工程。这项工程分两个步骤实施。第一期工程先解决黄河以南，京杭运河沿线最紧迫的用水矛盾，并逐步满足这一地区工农业生产和人民生活提高的需要。其调水规模是：自江都排灌站抽江水500立方米每秒，进洪泽湖400立方米每秒，进南四湖下级湖150立方米每秒，进上级湖100立方米每秒，进东平湖50立方米每秒。调水线路主要沿京杭运河的路线，由南而北，经20座大型抽水站把水逐级地抽送到洪泽湖、骆马湖、南四湖等黄河以南的湖泊，如图所示。第二期工程将扩大引江工程规模，并在黄河上建穿黄枢纽工程，把江水穿过黄河自流送到河北、天津，以解决黄河以北缺水最严重地区水资源的供需矛盾。这项工程是作为长江、淮河、黄河、海河四大流域间的水量调度工程，是我国水利建设上的一件大事。

综上所述，机电排灌设施对抗御旱、涝、渍等自然灾害，改善生产条件，提高劳动生产率，确保农田稳产高产，促进农业机械化，农村电气化，都起了重要作用。同时，对工业、生活用水以及航运事业等，也都起着越来越大的作用。

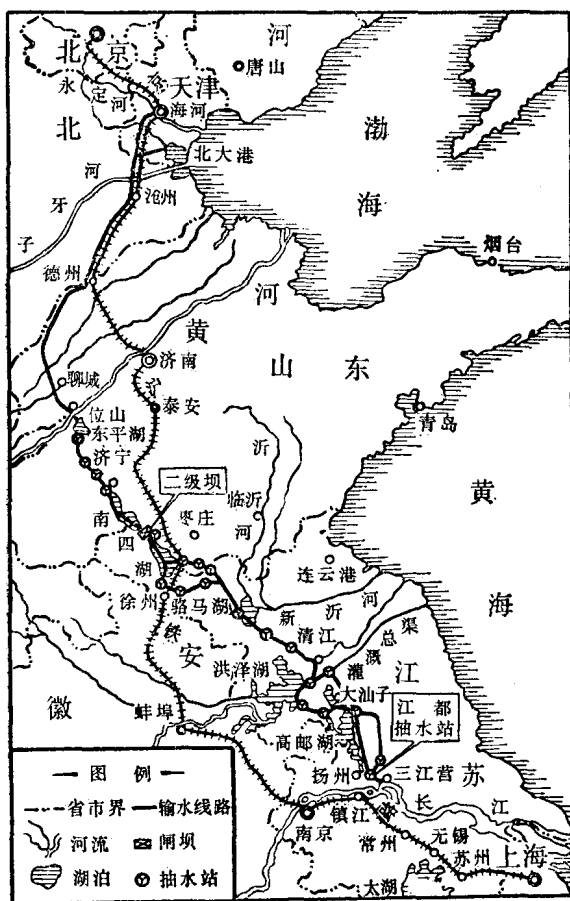
三、当前机电排灌中要解决的几个问题

建国以来，机电排灌事业发展很快，设备、容量和灌排效益都成百倍地增长。但是，随着四个现代化的进展，对机电排灌提出了越来越高的要求。目前我国机电排灌工作中有如下几个主要问题需要解决。

1. 搞好机电排灌规划

我国的机电提水工程虽然有了相当的规模，但还不能满足工农业生产的需要，因此要

继续发展。兴建机电排灌工程，必须认真做好规划工作。制定规划时，要根据建设旱涝保收、高产稳产农田的要求，结合本地区的自然地理条件和社会经济状况，因地制宜进行规划



南水北调东线工程示意图

规划和设计。在规划中要注意提水与自流结合，提水与蓄水结合，提灌与提排结合以及大、中、小泵站结合。合理地处理投资、耗能效益三者的关系，局部与整体的关系，眼前与长远的关系。要通过认真的经济论证和比较，使机电排灌工程的规划设计方案尽可能作到技术上可行，经济上最优，力求以社会最小的投入获得最大的产出。

2. 提高经济效益

在机电排灌事业迅速发展，由于规划布局不当，选型配套不合理，工程不配套以及设备陈旧落后、安装运行不当等原因，使得泵站的效率低、能耗大、排灌成本高。机电排灌是通过消耗能源而取得效益的水利工程。目前，在我国能源十分紧张的情况下，必须积极进行技术改造，提高泵站效率、节约能源、降低成本。泵站的技术改造是一项技术性、经济性很强的工作，应该从实际情况出

发，通过测试分析，找出影响效益的主要因素，提出具体的技术改造措施，以达到提高经济效益的目的。

3. 加强经营管理

机电排灌站的兴建，只是为农田灌溉、排水创造了一个良好的条件，而管好、用好这些工程和设备，是提高经济效益的重要保证。要做好管理工作，必须建立、健全管理机构，明确职权范围，制定合理的规章制度；要加强机电设备管理，使机电设备经常保持良好的技术状态，确保安全生产；要加强工程管理，进行检查观测和维修，充分发挥工程效益，延长使用寿命；要加强灌排水管理，实行科学的有计划的灌溉、排水，以达到省水、节能、增产的目的；要严格经济核算，加强计划管理、成本管理、定额管理等，并在管好用好排灌设备的前提下，充分利用设备、动力、技术力量，开展综合经营，增加收入，提高自给率。

4. 重视科学研究

机电排灌工程涉及到机、电、水各个方面，是技术性较强的综合性工程。要搞好机电

排灌工程的规划、设计、安装、运行、维护和已建工程的技术改造工作，必须重视科学研究，依靠科学技术进步，才能达到提高经济效益的新水平。例如西北高扬程提水经济评价及提高经济效益的途径，北方机井装置效率的提高，南方机电排灌的合理布局与调节运用，机电排灌的节能途径，机电设备各项性能的测试技术和方法，防止泵站水锤、汽蚀和泥沙淤积的措施，提供节能高效的新型水泵和扩大水泵品种等课题都是当前生产中急需解决的问题。

四、本课程的任务和要求

本课程的任务是使学生获得抽水机与抽水站的基础理论和生产实际知识，能从事水利工程中的中小型抽水站的规划、设计和管理的工作。具体要求是：对叶片泵的工作原理、构造、性能、工况确定及调节方法等具有基本知识，并能进行机泵选型配套；能进行中小型抽水站工程的规划，初步掌握中小型抽水站的进出水建筑物和机房设计方法；具备中小型抽水站的安装、运行、管理方面的基本知识。

第一章 水泵的类型和构造

第一节 泵的定义和分类

泵是一种转换能量的机械，它把动力机的机械能或其他能源的能量传递给所抽送的液体，使液体的能量（位能、压能或动能）增加。用来抽水的泵，称水泵，也称抽水机。

水泵是一种通用机械，它的用途很广，除了农业上用它灌溉与排涝外，国民经济各个部门几乎都要应用它。如城市中的自来水、发电厂的锅炉给水，矿井的排水，油田的注水，潜艇的沉浮等等，都要用水泵来进行工作。所以，它是发展现代化工业、农业必不可少的机械设备之一。

泵的种类很多，按工作原理可分为以下三大类：

1. 叶片式泵

它是利用叶片的旋转运动来输送液体的。按工作原理可分为离心泵、轴流泵和混流泵三种。

离心泵是利用叶轮旋转时使水产生的离心力来工作的。按主轴方向分有卧式泵和立式泵，按叶轮数目分有单级泵和多级泵，按叶轮进水方式分有单吸泵和双吸泵，按是否能自动吸水分有自吸泵和非自吸泵。

轴流泵是利用叶轮旋转时叶片对水产生的推力来工作的。按主轴方向分有立式泵、卧式泵和斜式泵，按叶片调节的可能性分有固定式泵、半调节式泵和全调节式泵。

混流泵是利用叶轮旋转时使水产生的离心力和叶片对水产生的推力来工作的。按结构型式分有蜗壳式泵和导叶式泵。

按照叶片泵构造和使用上的特点分，还有长轴井泵、潜水电泵、水轮泵等。长轴井泵是专门从井中抽水的泵。根据扬程的不同，又分为深井泵和浅井泵。潜水电泵是将电动机和水泵直接制成一体，全部潜入水里工作的泵。根据使用场合不同，又分为深井潜水电泵和作业面潜水电泵。水轮泵是用水轮机作为动力带动水泵工作的泵。

2. 容积式泵

它是利用工作室容积周期性变化来输送液体的。容积式泵又分为往复泵和回转泵两种。往复泵是利用柱塞在泵缸内作往复运动来改变工作室的容积而输送液体的。例如拉杆式活塞泵是靠拉杆带动活塞作往复运动进行提水的，适用于深井提水。回转泵是利用转子作回转运动来输送液体的。例如单螺杆泵是靠螺杆转动时，螺纹所产生的挤压力量进行提水的，适用于深井提水。

3. 其它类型泵

它是指叶片式泵和容积式泵以外的特殊泵。主要有以下几种：

（1）射流泵 它是利用高速工作流体（液体或气体）的能量来输送流体的，在灌排

抽水站中主要用于深井提水、抽真空起动及提高水泵吸程等。

(2) 水锤泵 它是利用水流从高处下泄时的冲力, 在阀门突然关闭时产生的水锤压力进行提水的。适用于解决山区、半山区农业生产及生活用水。

(3) 空气扬水机 它是利用空气和水混合后比重减轻而进行提水的。适用于深井提水。在打井工程中, 常利用它作为洗井用。

以上各种泵, 用于农田排灌的, 以叶片式泵为最广。所以, 本课程将着重介绍有关叶片泵的构造、工作原理、性能, 以及泵型的选择、运用等方面的知识。

第二节 叶片泵抽水装置及其工作过程

由水泵、动力机、传动设备、管路、管路附件, 以及进、出水池所组成的抽水总体, 统称为抽水装置。只有构成抽水装置后水泵才能发挥其抽水的效益。

一、离心泵抽水装置

图1-1为离心泵抽水装置示意图。卧式双吸离心泵安装在进水池水面之上。泵运行时, 动力机通过传动设备带动水泵叶轮旋转, 进水池的水经进水管吸入泵内, 从叶轮甩出的水经出水管流入出水池。管路系统中装有底阀、闸阀、逆止阀或拍门, 以及弯管、渐变接管和测量仪表等附件。

底阀装在进水管的管口, 它是个单向阀。它的作用是在水泵起动前, 进行人工充水时, 不让水漏掉, 使水充满进水管和水泵, 以便起动抽水。但底阀的水头损失较大, 目前生产上大多取消底阀, 而代之以其他设施, 进行无底阀抽水。一般吸入口径大于300毫米的水泵用真空泵抽气充水。滤网装在底阀的下部, 用以防止水中杂物吸入泵内。滤网俗称莲蓬头, 一般用铁丝或铸铁制成。

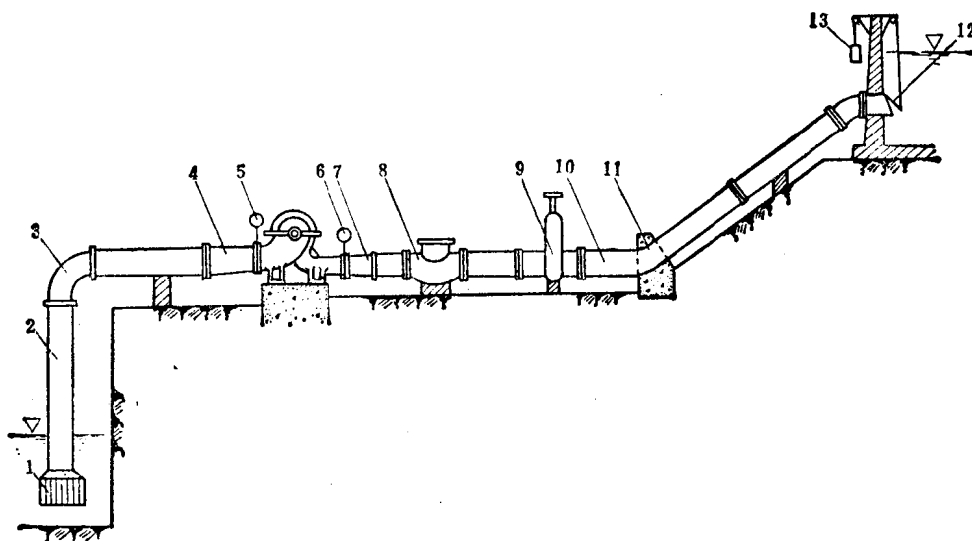


图 1-1 离心泵抽水装置示意图

1—滤网与底阀, 2—进水管, 3—90°弯头, 4—偏心渐缩接管, 5—真空表, 6—压力表, 7—渐扩接管, 8—逆止阀, 9—闸阀, 10—出水管, 11—45°弯头, 12—拍门, 13—平衡锤

弯管又称弯头，用来改变管路的方向，弯管增加水头损失，管路上应尽量少用。渐变接管又称大小头，用来连接直径与水泵进、出口口径不一致的水管。水泵进口端用偏心渐缩接管，出口端用同心渐扩接管。

逆止阀装在水泵出口附近的出水管路上，它是一个单向突闭阀，其作用是当事故停机时，阻止出水池和出水管路中的水倒流，避免机组高速反转。但是，安装逆止阀后，不仅增加水头损失，而且由于它的突然关闭，会产生很大的水锤压力，可能导致机组损坏，甚至发生水管爆破事故。因此，目前在一些扬程不高、出水管路较短的泵站均不设逆止阀，而在管路出口用拍门代替，如图 1-1 所示。拍门也是一个单向阀门，由于它淹没于水下，停车时能自动关闭。对于高扬程泵站，目前多采用缓闭逆止阀代替突闭逆止阀。

闸阀一般安装在逆止阀后的出水管路上，它的作用是：离心泵关闸起动，可以降低起动功率，关闸停机，可防止水倒流；抽真空时关闭闸阀，隔绝外界空气；水泵或逆止阀检修时关闭闸阀，截断水流；调节水泵的流量或功率。

真空表和压力表分别安装在水泵的进、出口处，用以监测泵的运行情况。

二、轴流泵抽水装置

小型立式轴流泵抽水装置，如图 1-2 所示。水泵叶轮安装在进水池水面之下。泵运行时，动力机带动叶轮在水中旋转，进水池的水从喇叭管进入叶轮后，经导叶体、出水弯管和出水管流入出水池。由于叶轮淹没在水下，水泵起动前无需充水，故不设底阀和进水管。轴流泵不允许关闸起动，所以出水管路上不装闸阀。为防止停机时水倒流，仅在出水管路出口处设置拍门。

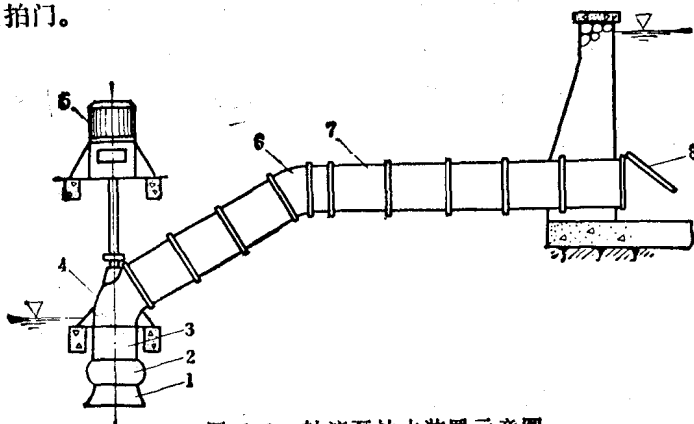


图 1-2 轴流泵抽水装置示意图

1—喇叭管；2—叶轮；3—导叶体；4—出水弯管；5—电动机；6—45°弯头；
7—出水管；8—拍门

混流泵抽水装置与离心泵抽水装置相同，但管路附件比较简单。当采用真空泵充水时，一般不用“三阀”（底阀、逆止阀、闸阀），仅在出水管路出口装设拍门。

第三节 叶片泵的工作原理与构造

一、离心泵

（一）离心泵的工作原理

离心泵是利用叶轮旋转而使水产生的离心力来工作的。图 1-3 为离心泵抽水示意图。

水泵在起动前，应先将泵壳和进水管灌满水，或用真空泵抽气。当动力机带动叶轮在泵体内旋转时，叶片拖带水使其作旋转运动水在离心力的作用下甩向叶轮外缘，并汇集到泵壳内。由于泵体的断面逐步增大，水流速度减慢，压力增加，于是有压水沿出水管输送出去。水被甩出后，在叶轮进口处形成负压或真空，而作用于水源水面上的压力为一个大气压，所以水源的水就通过进水管吸进了叶轮。叶轮不停地旋转，水就不不断地被甩出，又不不断地被补充，这样连续不断地把水排出去又吸上来，这就是离心泵的工作原理。

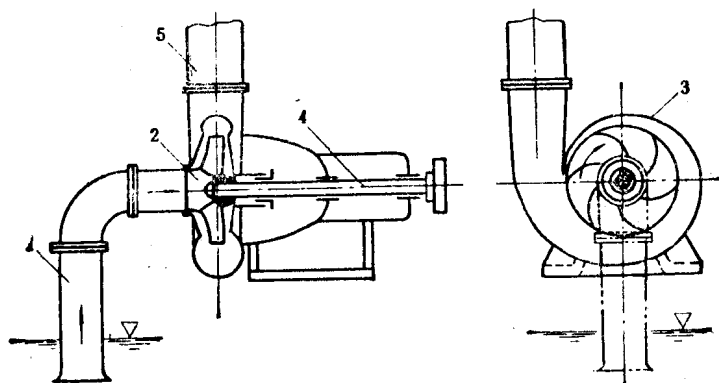


图 1-3 离心泵工作原理图

1—进水管；2—叶轮；3—泵体；4—泵轴；5—出水管

（二）离心泵的构造

离心泵的品种较多，下面简略介绍单级单吸悬臂式离心泵、单级双吸离心泵和分段式多级泵的构造。

1. 单级单吸悬臂式离心泵

单级单吸悬臂式离心泵常为卧式，如图1-4所示。它的结构如图1-5所示。这种泵叶轮仅有一个，液体从叶轮的一面进入，泵轴的一端用轴承支承，另一端悬臂端装有叶轮。所以，该型泵称为单级单吸悬臂式离心泵。其主要零件有叶轮、泵壳、密封环、填料函、泵轴、轴承等。分述于下。

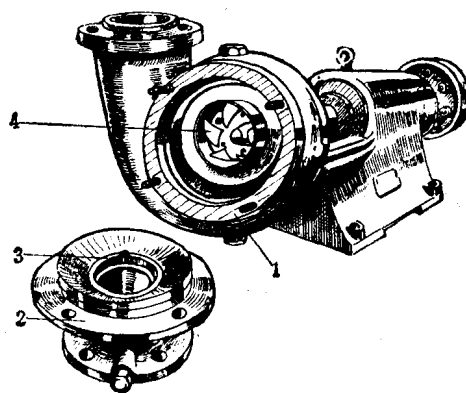


图 1-4 单级单吸悬臂式泵

1—泵体；2—泵盖；3—密封环；4—叶轮

（1）叶轮 叶轮是泵的核心，它的作用是将动力机的机械能传递给液体，使液体的能量增加。因此，它的几何形状、尺寸、所用材料和加工工艺等对泵的性能有极密切的关系。

农用离心泵一般采用封闭式叶轮，它由前盖板、叶片、后盖板和轮毂组成，如图1-6所示。盖板之间装有6~12片向后弯曲的圆柱形或扭曲形叶片。叶片和盖板的内壁构成了弯曲的槽道，称为叶槽。叶轮前盖板中间有一个进水口，水从进水口吸入，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。

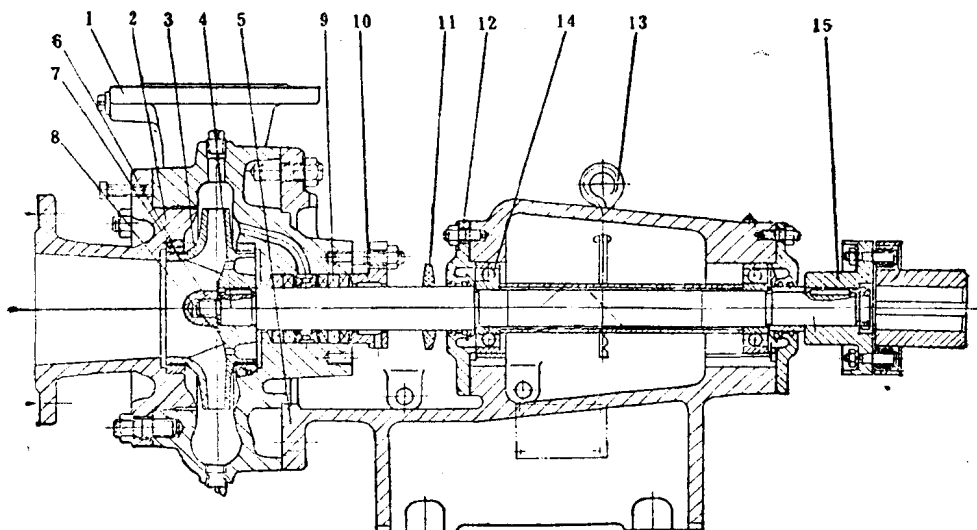


图 1-5 单级单吸悬臂式离心泵（BA型乙式）结构图

1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—泵轴；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—滚珠轴承；15—联轴器

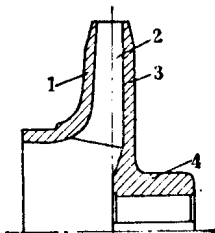


图 1-6 封闭式叶轮

1—前盖板；2—叶片；3—后盖板；4—轮毂

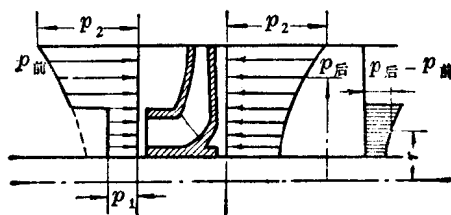


图 1-7 叶轮两侧压力分布图

叶轮尺寸基本上是根据流体力学计算并通过模型试验决定的，同时必须具有足够的机械强度。排灌用泵的叶轮大多用铸铁制成，大型水泵叶轮的材料一般用铸钢制成。叶轮铸件质量应符合要求，铸件不得有砂眼、气孔、裂纹等缺陷，叶槽要光滑平整，不得有粘砂、毛刺及凹凸不平，否则会影响泵的性能和叶轮使用寿命。

泵在运行时，由于作用在叶轮两侧的压力不相等，因此产生了一个指向进水侧的较大的轴向力。如图 1-7 所示。此力会使叶轮和轴发生串动，叶轮与泵壳发生摩擦，造成零件损坏。因此，必须设法平衡或消除作用在叶轮上的轴向力。对单吸式离心泵常用平衡孔平衡轴向力如图 1-5、1-8 所示。在叶轮后盖板靠近轮毂处开平衡孔，并在相应位置的泵体上加装密封环。压力水经泵体上密封环的间隙，再经平衡孔，流向叶轮进口，使叶轮两侧的压力大致平衡。但是，开了平衡孔后，水泵的效率有所降低。所以，对口径小的低扬程水泵，由于轴向力不大，滚动轴承可以承受，而不开平衡孔。

（2）泵壳 泵壳由泵盖和泵体组成，如图 1-5 所示。泵盖为泵的吸水室，是一段渐缩的锥形管，它的作用是把水以最小的损失均匀地引向叶轮。泵体为泵的压水室，由断面

逐渐增大的螺旋线流道和扩散管组成，由于它的外形象蜗牛壳，故又称蜗壳。如图 1-9 所示。它的作用是汇集从叶轮甩出来的水，送往出水管；降低水流速度，将水流的大部分动能转换为压力能；消除水流的旋转运动。泵盖和泵体一般用 铸 铁 制 成。泵盖进水口法兰上，制有安装真空表的螺孔。泵体出水口法兰上，制有安装压力表的螺孔。泵体顶部设有放气栓或加水孔，以便起动时抽真空或灌水。泵体底部设有放水孔，当泵停止使用时，泵内的水由此放出，以防锈蚀和冬季冻裂。

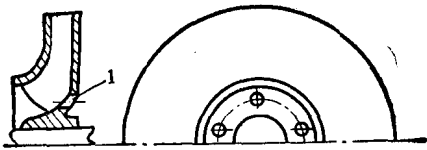


图 1-8 平衡孔示意图
1—平衡孔

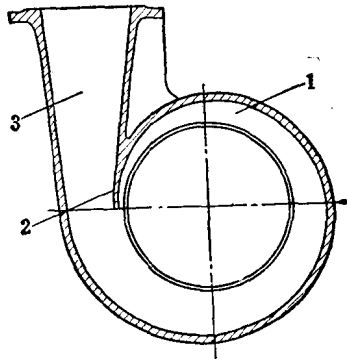


图 1-9 蜗壳
1—螺旋形流道；2—隔舌；3—扩散管

(3) 密封环 由于叶轮进口外缘与泵盖内缘之间留有间隙，这一间隙如过大，则泵体内高压水便会经过此间隙漏回到叶轮的进水侧，从而减少水泵的实际出水量，降低水泵的效率；这一间隙如过小，叶轮转动时就会和泵盖发生摩擦，引起机械磨损。为了尽可能减小漏水损失，同时又能保护泵盖不被磨损，在泵盖上或泵盖和叶轮上分别装一 铸 铁 圆 环，如图 1-5 所示，该环磨损后可以更换。因为该环既可减少漏水，又 能 承 受 磨 损，且位于水泵进口，故称密封环，又称减漏环、承磨环、口环等。

除上述径向间隙密封外，目前有些离心泵采用轴向间隙密封，又称端面密封，如图 1-10 所示。密封环与泵壳之间采用过渡配合，轴向间隙可以移动密封环的位置来调整。

(4) 填料函 在泵轴穿过泵体处，为了防止高压水通过该处的间隙向外大量流出和空气进入泵内，必须设置轴封装置。一般用填料密封装置，称填料函。它由底衬环、填料、水封环、水封管和压盖等零件组成，其构造如图 1-11 所示。填料又称盘根，常用的有

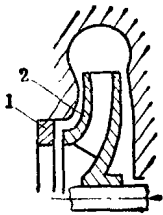


图 1-10 轴向间隙密封示意图
1—密封环；2—叶轮

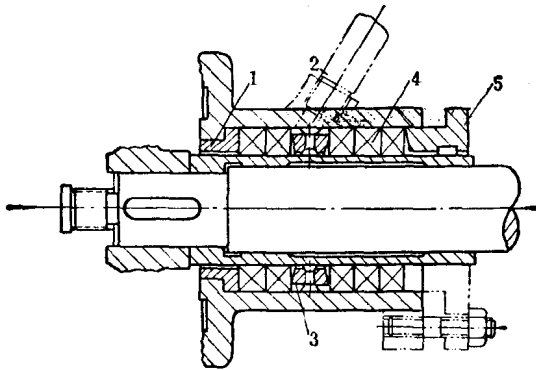


图 1-11 填料函构造图
1—底衬环；2—水封管；3—水封环；4—填料；5—填料压盖