

21世纪

水利水电类高职高专教育统编教材

水泵及水泵站

主 编 郝和平

副主编 马述娟 陈海迟 徐 智



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21世纪

水利水电类高职高专教育统编教材

水泵及水泵站

主 编 郝和平

副主编 马述娟 陈海迟 徐 智



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

水泵及水泵站/郝和平主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2008

21 世纪水利水电类高职高专教育统编教材

ISBN 978 - 7 - 5084 - 5634 - 8

I. 水… II. 郝… III. ①水泵—高等学校: 技术学校—教材②泵站—高等学校: 技术学校—教材 IV. TV675

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 085506 号

书 名	21 世纪水利水电类高职高专教育统编教材 水泵及水泵站
作 者	主编 郝和平 副主编 马述娟 陈海迟 徐智
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 9.75 印张 231 千字
版 次	2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	20.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

内 容 提 要

本书是水利水电类高职高专教育统编教材，全书不计绪论共分九章。第一章至第四章主要内容为水泵的类型和构造、叶片泵的性能、叶片泵工作点的确定与调节、叶片泵的汽蚀与安装高程的确定；第五章至第八章的内容为水泵站的规划、水泵站机组的安装及辅助设备、水泵机组的运行和故障处理、泵站的管理；第九章为思考题与习题。

本书可供高等职业技术学院水利水电工程、水利工程、水电站、灌溉站等专业，以及成人专科学校相关专业教学使用；也可供从事提水灌溉工程管理和施工的工程技术人员参考。

前 言

本书从高职高专院校培养具有实践技能的应用型人才的教學要求出发，力求加强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。在阐述方法上，尽量结合我国北方地区农田提水灌溉的特点，做到与实际应用紧密结合，循序渐进。水泵与水泵站是一门实践性很强的课程，在编写过程中力求突出高职高专的教學特色，重视实践技能的培养。为了加强学生的实践技能训练，我们编入了大量的习题和思考题，以帮助学生搞清概念，提高独立分析问题和解决问题的能力。作为将来的水利工作者，掌握水泵与水泵站的基本知识和基本技能是十分必要的。

本书编写人员及分工如下：内蒙古机电职业技术学院的郝和平编写绪论、第一章、第三章；马述娟编写第二章、第四章、第八章；陈海迟编写第六章、第七章；徐智编写第五章、第九章；全书由郝和平统稿。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大师生及读者批评指正。

编 者

2008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 泵及泵站的定义和分类	6
第二节 抽水装置及工作过程	8
第三节 离心泵的工作原理与构造	9
第四节 轴流泵的工作原理与构造	14
第五节 混流泵	16
第六节 长轴井泵	17
第七节 潜水电泵	19
第八节 其他类型泵	22
第九节 叶片泵的型号	24
第二章 叶片泵的性能	27
第一节 叶片泵的性能参数	27
第二节 叶片泵的基本方程	30
第三节 叶片泵的性能曲线	33
第四节 叶片泵的相似律和比例律	36
第五节 叶片泵的比转速	39
第六节 离心泵的性能试验	42
第三章 叶片泵工作点的确定与调节	45
第一节 叶片泵运行工作点的确定	45
第二节 叶片泵的串联和并联运行	48
第三节 水泵的运行效率	51
第四节 叶片泵运行工况的调节	53
第四章 叶片泵的汽蚀与安装高程的确定	59
第一节 叶片泵的汽蚀现象	59
第二节 汽蚀基本方程式与汽蚀性能参数	61
第三节 水泵安装高程的确定	64
第四节 减轻汽蚀的措施	66

第五章 水泵站的规划	67
第一节 排灌区的划分及站址的选择	67
第二节 设计流量和设计扬程的确定	68
第三节 水泵选型与动力机配套	73
第四节 泵房	78
第五节 进出水建筑物	83
第六章 水泵站机组的安装及辅助设备	88
第一节 水泵站机组的安装	88
第二节 泵站的拍门断流装置	95
第三节 快速闸门断流	101
第四节 真空破坏阀断流	103
第五节 泵站的油、气、水系统	104
第七章 水泵机组的运行和故障处理	108
第一节 水泵机组的运行	108
第二节 水泵的故障及其处理	110
第三节 电动机的故障及其排除	114
第四节 机组运行中的常见故障及其处理	115
第八章 泵站的管理	124
第一节 泵站管理的任务和技术经济指标	124
第二节 泵站节能与技术改造	128
第九章 思考题与习题	132
第一节 思考题	132
第二节 习题	138
第三节 选择题	141

绪 论

随着世界经济的高速发展，水资源的战略地位愈来愈重要，水资源的高效利用和有效管理越来越得到世界各国政府的高度重视。泵站——水的唯一人工动力来源，作为重要的工程措施，它在水资源的合理调度和管理中起着不可替代的作用。同时，泵站在防洪、排涝和抗旱减灾，以及工农业用水和城乡居民生活供水等方面发挥着重要作用。另外，泵站为耗能大户，节能和节水问题一样重要。因此，泵站的经济运行和优化管理就显得尤为重要。

一、我国水泵与水泵站发展概况

1. 水泵的研制与生产技术

1949年新中国成立初期，我国的水泵生产几乎为零。随着水利事业和机械工业的发展，我国已建成了具有相当规模的水泵行业，形成了一支有较强力量的科研队伍，我国农用泵及工业泵的设计制造能力亦有相应提高，研制和生产了大量适合我国特点的各类水泵。到目前为止，我国生产的水泵产品有100多个系列、数千种规格。产品包括离心泵、混流泵、轴流泵、长轴深井泵、潜水电泵、水轮泵等。现有水泵的进出口口径范围为32mm~6m，流量为 $3\text{m}^3/\text{h}$ ~ $100\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程为1.5~600m，深井提水泵可达400m以上，叶轮直径最大的轴流泵，直径4.5m，单机流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程7m，功率5000kW。最大的混流泵，叶轮直径5.7m，单机流量 $97.5\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程5.96m，功率7000kW。最大的离心泵，单机流量 $2.2\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程225m，功率8000kW。这些大型水泵都是我国自行研制的，在国际上也是少有的。

现有水泵基本满足了农业排灌和城乡供水的需要，为扩大农田排灌面积、改善城镇和乡村供水方面提供了技术装备。当然，在水泵制造工艺方面，我国与国际先进水平尚有一些差距，导致某些水泵部件的寿命和可靠性指标比较低。

2. 机电排灌泵站

我国机电排灌泵站的主要特点是数量大、范围广、类型多。98%的机组为机泵同轴的传动方式。大型低扬程排水泵站主要分布在湖北、湖南、广东、安徽、江苏和浙江等省的低洼地区。这些泵站多采用肘形进水流道和虹吸式出水流道。我国在高扬程提水灌溉和大流量排水泵站方面发展很快。高扬程泵站以甘肃、陕西、山西、宁夏等高原地区为主。1974年建成的甘肃景泰川提水一期工程，共11个梯级，累计净扬程445m，抽水流量 $10.6\text{m}^3/\text{s}$ ，总装机容量6.7万kW。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，发展机电井可以防旱抗旱，保证农业稳产高产，同时解决人畜饮水。内蒙古苏尼特右旗牧区，过去因缺水不能开发利用的草场几百亩，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。

3. 跨流域调水泵站

我国水资源分布不均,使得近年来跨流域调水工程发展迅速,如引滦入津工程、南水北调工程等。

4. 抽水蓄能泵站

抽水蓄能泵站(电站)在我国得到了较大发展。我国最早建成的抽水蓄能电站是河北省平山县岗南抽水蓄能电站,建于1960年。此后又建成了北京十三陵、河北潘家口、浙江天荒坪和广东从化抽水蓄能电站。位于广东从化县的抽水蓄能电站,上下水库建在流溪河支流的召大水和九曲水上,落差为588m,上下水库用2200m长的压力隧道相连,下厂房内安装4台30万kW的抽水蓄能机组,总装机容量120万kW。该泵站是为大亚湾核电站调峰而建的,是我国第一座百万千瓦以上的大型抽水蓄能机组。

此外,水轮泵站、矿井排水泵站、城市污水泵站等,在我国也有较大发展。

虽然在泵站的数量和工程规模上,我国已跃居世界前列,但在技术水平、工程标准及经济指标方面与发达国家相比,仍有不小差距。随着机组向大型化、高速化和装置型式多样化方向发展,今后,需要在泵站规划上注重经济综合利用,更加讲求工程的经济效益。

二、国外水泵与水泵站发展概况

泵站是解决洪涝灾害、干旱缺水、水环境恶化当今三大水资源问题的有效工程措施之一。它们承担着区域性的防洪、除涝、灌溉、调水和供水的重任,主要用于农田排灌、城市给排水以及跨流域调水等。泵站与其他水利建筑物不同,它无需修建挡水和引水建筑物,对资源和环境无影响,受水源、地形、地质等条件的影响较小,且具有投资省、成本低、工期短、见效快、灵活机动等优点。但是,泵站运行要耗能,设备维护和更新费用高。尽管如此,许多国家还是把泵站工程建设列为优先考虑的重点。尤其是荷兰、日本和美国等国家,他们的发展速度较快,技术更先进,管理更完善,有许多东西值得我们借鉴和学习。

1. 荷兰泵站工程发展状况

荷兰是一个地势低洼的国家,约有1/4的国土面积低于海平面,其排水问题十分突出。荷兰政府兴建了众多的大型排水泵站。荷兰排水泵站的特点是扬程低、流量大。荷兰目前已建成的大型泵站有600多座,安装口径1.2m以上的大型水泵机组2400多台,荷兰泵的转速高,其口径1.2m相当于我国口径1.8m以上的大泵。在水泵设计及装置配套方面,荷兰有世界著名的水力机械专家,可对水泵装置进行性能测试。他们还广泛利用计算机,从水力、结构优化设计到叶片、导叶加工的严格控制,全程使用计算机,使产品在高度先进的设计和工艺基础上制造出来。荷兰比较注重科研的投入,科研力量很强,研究机构齐全,提高了机组的性能指标,增加了泵站运行的安全性和稳定性。

2. 日本泵站工程发展状况

日本是一个岛国,国土面积大部分为山地、丘陵。兴建了一批排水泵站,以解决易涝地区的排渍问题。灌溉排水设施与自然环境密切共存。它们在贮存地下水、防洪、防污治污、国土治理的生态环境中,发挥着极为重要的作用,在该国众多的大型泵站中,新川河口和三乡排水站是较有代表性的。新川河口排水站共装有6台直径为4.2m的贯流式水泵,扬程2.6m,单台泵流量 $40\text{m}^3/\text{s}$,排水受益面积30万亩。三乡排水站装有直径为

4.6m 的混流泵, 单台泵流量 $50\text{m}^3/\text{s}$, 设计扬程 6.3m。

3. 国外泵站的运行、管理及自动化

国外泵站在运行、管理方面自动化程度高, 监控系统完善。这样, 既提高了泵站运行的安全性、可靠性和经济性, 又节约了人力资源, 为工程的维护提供了可靠依据。其中, 泵站在运行、管理方面自动化程度高的有美国、日本、英国、荷兰等。

日本水管理几乎全部实现了自动化, 现已完成改造、扩建和安装新的计算机系统。监控系统大都采用集中管理的分层分布式结构, 采用计算机和遥测、遥控装置对各种泵站、水工建筑物、渠道等进行集中监控, 以达到水资源综合利用的目的。各分站和中央管理站之间采用无线电进行联系。大型泵站由于设备比较集中, 易于实现自动化, 采用的是自动调节水泵叶片安装角和自动选择运转台数的控制机构。

三、国外泵站技术和管理制度值得学习和借鉴的地方

国外泵站技术装备好、自动化程度高。国外水泵的性能指标明显优于国内, 机组的结构、配套和传动方式也丰富多彩。一般具有转速高、体积小、重量轻等优点, 其流量是我国同口径水泵流量的 1.5~2 倍。如荷兰 1.8m 的水泵与我国 2.8m 的水泵性能相同, 但前者的重量为 23.1t, 后者的重量却是 48t, 不仅使机组的体积减小、重量变轻, 而且还使厂房和土建投资大幅度降低。

国外水利工程建设十分注意严把质量关。如荷兰的水泵生产和泵站管理, 水泵厂的设计人员对泵站的运行管理非常熟悉, 这样就确保了水泵符合泵站的使用要求, 不仅效率高, 而且大大地延长了水泵的使用寿命。

国外泵站的自动化程度较高, 对泵站运行的各种指标长期跟踪、监测和记录, 随时发现问题可随时加以解决。同时, 记录下来的数据也将成为水泵开发和性能完善的依据。另外, 自动化可以及时发现问题, 大大减少了事故的发生, 避免造成经济上不必要的损失。

四、水泵与水泵站发展趋势

(1) 为降低泵站建设投资, 大型水泵正在向着转速提高、体积减小、运行稳定性增强的方向发展。

(2) 农业提灌和工业供水相结合。国外泵站提水工程一般是多目标服务的, 例如兼顾工业和城镇生活供水等, 这样可以工扶农, 促进农业生产的发展。

(3) 调水工程泵站逐渐增多。随着全球性水资源紧缺的加剧, 兴建跨流域、跨地区的调水工程, 成为全球水利发展的趋势之一。而泵站在调水工程中肩负着不可替代的重要作用。

(4) 泵站应用范围日益扩大。除了农业灌溉排水和城市给排水外, 泵站正在越来越广泛地用于石油、煤炭、化工、火电厂等领域。

(5) 泵站规模在逐渐增大。大型泵站越来越多, 一方面向着高扬程发展, 如锅炉给水和长距离管道输水工程; 另一方面向着低扬程、大流量发展, 如南水北调工程。

(6) 更加讲究投资效益。泵站工程越来越注意工程的投入产出, 运用系统工程的观点和方法, 优化工程投资、运行费用和工程效益之间的关系, 从而使泵站的经济效益水平更高。

(7) 安全节能的要求越来越高。目前广泛采用实验、计算机计算流体动力学的手段对

水泵和泵站流态与结构特性进行分析,寻找提高效率、减轻振动等的途径。

(8) 泵站的自动化水平在不断提高。泵站自动化的主要内容包括巡回检测、自动记录、事故报警、优化控制等,国内外都很重视这方面的研究,已有不少泵站实现了自动控制。

五、当前机电排灌中要解决的几个问题

随着农业现代化的进展,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、耗能与效益三者的关系,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做到技术上可行,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中,由于规划布局不当,选型配套不合理,工程不配套、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,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,才能达到提高经济效益的新水平。认真研究北方机井装置效率的提高,机电排灌的节能途径,机电设备各项性能测试技术和方法,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。

六、结语

泵站是为水提供势能和压能,解决无自流条件下的排灌、供水和水资源调配问题的唯

一动力来源，是解决洪涝灾害、干旱缺水的重要工程措施和实现水利现代化的重要标志之一。由于泵站的作用和特殊地位，各国都很重视。国外特别是在泵站技术装备、投资和经营管理机制方面，很多都值得我们借鉴和学习。更多的有待我们更深入的考察、了解、研究和学习，脚踏实地地做好工作，力争在较短的时间内，使我国泵站工程的发展出现一个新的局面。本课程的任务是使学生获得水泵与水泵站的基础理论和生产实践技能，具备中小型水泵站的安装、运行、管理方面的基本知识，能从事水利工程中的中小型水泵站的规划、管理和维修工作。

第一章 水泵的类型和构造

第一节 泵及泵站的定义和分类

一、水泵的定义和用途

泵是把动力机的机械能转换为所抽送液体的能量的机械。在泵的作用下，液体能量增加，从而被提升、增压或输送到所需要之处。用以输送水或给水增加能量的泵称为水泵。

泵的应用范围包括农田排灌、城镇供水、浆料运输、石油化工、动力工业、采矿和造船工业，以及在火箭燃料供给、船舶及水陆两栖战车的推进等方面，也得到广泛应用。它除了可以用来抽水外，还可抽送其他液体，如油、血液、液态氢等，甚至抽送带有固体粒块的浆液，如泥浆、煤浆、灰浆、纸浆等。由于大部分场合下用于抽水，所以，习惯上将其称为水泵，有时简称泵。在特定的领域，也常根据抽送的介质将泵称为油泵、血泵、热泵、泥浆泵等。

泵是一种通用机械，种类多、用途广。在国民经济各部门中，凡是有液体流动的地方，就有泵在工作。因为有了现代泵及泵站技术，才使得各类产业向大规模、自动化、集约化发展，才形成了现代意义上的大都市及城镇的人们可以很方便地享用清洁的生产和生活用水。

二、水泵的分类

水泵的种类繁多，结构各异，按其工作原理可分为三大类：叶片泵、容积泵和其他类型泵。

(1) 叶片泵。叶片泵是依靠泵中叶轮的高速旋转把能量传给液体。这种泵的突出特点就是具有旋转的叶轮，同时叶轮上有弯曲的叶片，故称为叶片泵。根据叶轮的结构型式及液体从叶轮流出的方向不同，叶片泵分为离心泵、混流泵和轴流泵。离心泵的特点是扬程高，是目前应用最广泛的泵型，而轴流泵的特点是流量大，在大型调水和排灌工程中广为使用。

(2) 容积泵。容积泵是靠工作室容积周期性变化来输送液体的。在这种泵中，工作室容积增大时，压力降低，吸入液体；容积变小时，排出液体。根据工作室容积改变方式，容积泵分为往复式和回转式两种。往复式泵是利用柱塞在泵缸内作往复运动来改变工作室容积而输送液体，常见的往复式泵包括活塞泵、柱塞泵和隔膜泵等。回转式泵是利用转子作回转运动来改变工作室容积而输送液体，常见的回转式泵包括齿轮泵、螺杆泵和滑片泵等。

(3) 其他类型泵。其他类型泵是指除叶片泵和容积泵以外的泵，如射流泵、水锤泵、

气升泵、螺旋泵等。其中，螺旋泵是利用螺旋推进原理来提水的，而其他各类泵多是利用液体能量来输送液体。

在上述三种类型的水泵中，容积泵和其他类型泵只用于特定的场合，而叶片泵使用广泛。叶片泵具有效率高、成本低、适用性强等特点，是目前供水、排水和调水工程广泛采用的泵型。

三、水泵站的定义

水泵是不能单独工作的，它需要有动力机、传动设备、管路系统和相应的建筑物等配套，我们把这一总体工程设施称为水泵站，常简称泵站。

水泵站主要由泵房、进出水建筑物、管道以及变电站等组成。在泵房内，安装有水泵、传动装置和动力机组成的机组，还有辅助设备和电气设备等。进出水建筑物主要有引渠、前池、进水池、进水流道、出水流道和出水池等。水泵站的管道包括进水管和出水管。

四、水泵站的分类

根据水泵站的不同特点，可对水泵站分类如下。

1. 根据水泵站的功能分类

(1) 供水泵站。其功能是供水，包括农田灌溉泵站、工业供水泵站、城镇居民供水泵站等。

(2) 排水泵站。其功能是排水，将农田、城镇、工矿企业多余的雨水、污水排除，或降低过高的水位。包括城市排水泵站、农田排水泵站、矿山排水泵站、工业排水泵站等。

(3) 加压泵站。在长管道输水的情况下，在中途加压，以克服管道水力损失。如城市给水工程总是需要加压泵站将水送到管网。

(4) 调水泵站。指跨流域调水的泵站，实现沿途的供水、灌溉、排水和航运等。

(5) 蓄能泵站。将水从低处（下游）抽送到高处（上游），供用电高峰时发电。这种泵站有时称为抽水蓄能电站。

2. 根据所使用的水泵的类型分类

(1) 离心泵站。工作主泵为离心泵的泵站，多用于高扬程灌溉、加压等。

(2) 轴流泵站。工作主泵为轴流泵的泵站，多用于低扬程的调水、排水等。

(3) 混流泵站。工作主泵为混流泵的泵站，多用于扬程变化幅度大、轴流泵站无法满足要求的场合。

3. 根据动力分类

(1) 电力泵站。电力泵站是以电动机为动力机的泵站。因电机启动、停机以及运行管理等都比较方便，因此，近代大中型泵站都是电力泵站。

(2) 机动泵站。机动泵站是以煤、汽油、柴油等为燃料的蒸汽机和内燃机为动力机的泵站。由于振动和噪音较大，其使用范围在不断减少，目前主要以移动泵站方式用于应急排水场合。但在日本等台风较多的国家和地区，为防止停电后泵站不能工作，常采用这种泵站。

(3) 水轮泵站。水轮泵站是安装水轮泵的泵站。水轮泵是由水轮机带动水泵抽水的。它可以利用山区溪流、潮汐河道、渠道跌水的水位差工作，机组结构简单、投资小、运行

费用低,在我国西北、东北、福建等地应用较多。

(4) 风力泵站。风力泵站是以风车为动力机的泵站。这是一种环保泵站,但从发展经验看,风力泵站应该走提水与发电并举的道路。

此外,还有一些特殊的分类形式,如为适应水源水位变化幅度在 10m 以上时所构建的泵站,可根据水位涨落的速度,分为竖井式泵站、缆车式泵站、浮船式泵站和潜没式泵站等。

第二节 抽水装置及工作过程

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。

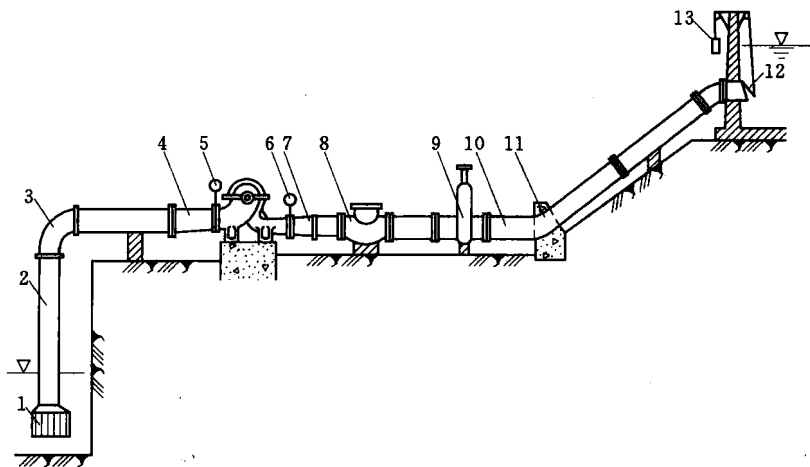


图 1-1 离心泵抽水装置示意图

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

底阀装在进水管的管口,它是个单向阀。它的作用是在水泵启动前,进行人工充水时,关闭底阀,使水充满进水管和水泵,以便启动抽水。但底阀的水头损失较大,目前生产上大多取消底阀,而用真空泵进行无底阀抽水。一般吸入口径大于 300mm 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。

弯管又称弯头,用来改变水流的方向,弯管会增加水头损失,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

渐缩管，出口端用同心渐扩管。

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，不仅增加了水头损失，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之，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替代突闭逆止阀。

闸阀一般安装在逆止阀后的出水管路上，它的作用是：离心泵关闸启动，可以降低启动功率；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，电动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，水泵启动前无需充水，故不设底阀和进水管。轴流泵不允许关闸启动，因而出水管路上不设闸阀。为防止停机时水倒流，仅在出水管路出口处设置拍门。

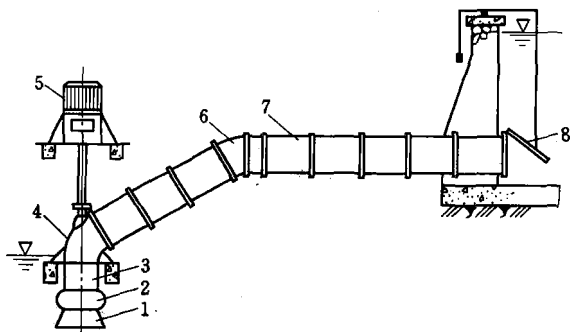


图 1-2 轴流泵抽水装置示意图

- 1—喇叭管；2—叶轮；3—导叶体；4—出水弯管；
5—电动机；6—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即可。

第三节 离心泵的工作原理与构造

一、离心泵的工作原理

离心泵是靠叶轮旋转时产生的离心力来抽水的，当动力机通过水泵轴带动叶轮高速旋转时产生了离心力。叶轮中的水在此离心力的作用下甩向泵壳，于是叶轮中心压力降低，其压力低于进水管内的压力，水就在这个压力差的作用下通过吸水管由进水池流入叶轮。同时在泵壳的作用下，叶轮旋转使水流产生的动能大部分变成压力能，并平稳地引向出水管。水泵叶轮不停地高速旋转，水就源源不断地被甩出和吸入，由此泵就可以连续不断地将水抽送至高处或远处。

离心泵与其他类型泵相比，具有构造简单、运行平稳、便于维修、效率较高等优点，因此在农业排灌中应用非常广泛。农业机电排灌中常用的离心泵有单级单吸离心泵和单级双吸离心泵。

二、构造

(一) 单级单吸离心泵

单级单吸离心泵结构简单，使用维护方便，其扬程为 5~125m，流量为 3.6~400m³/h，额定转速为 2900r/min 和 1450r/min，泵进口直径为 50~200mm。最常见的型号有 BA 型、B 型、IB 型等。这类泵扬程较高，流量较小，适用于丘陵山区的农业灌溉，也常用于喷灌和井灌中。除此之外，还有热水泵、化工泵和污水泵等。如 IB 型、IS 型、IH 型、IR 型等（B、S、H、R 分别代表农用、工业、化工和热水）。

这类泵按照泵体结构，可分为悬臂式、悬架式、后开门式和直连式。

1. 悬臂式泵

悬臂式泵的结构如图 1-3 所示，主要有泵盖、泵体、叶轮、轴和托架等组成。泵轴一端在托架内用滚动轴承支承，另一端安装叶轮。泵体呈涡型，与泵盖形成叶轮的工作室，泵底座和轴承体（即托架）连成一体，叶轮与泵体均悬臂在外。

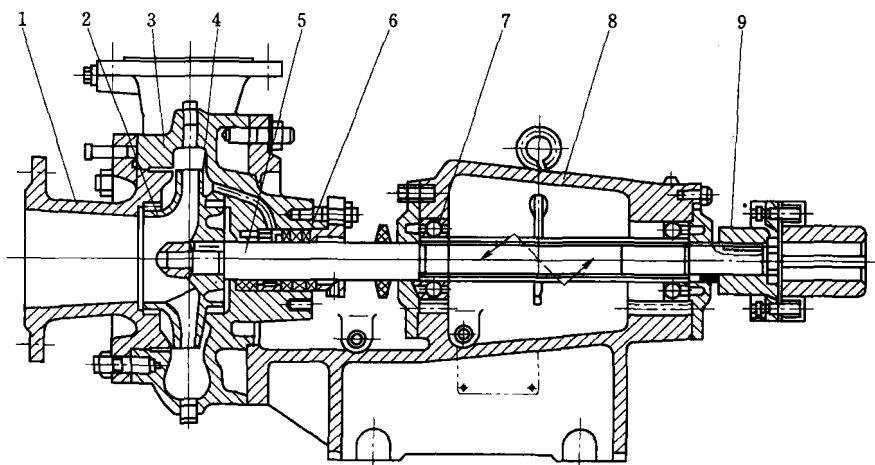


图 1-3 悬臂式离心泵 (BA 型)

1—泵盖；2—口环；3—泵体；4—叶轮；5—轴；6—填料；7—滚珠轴承；8—托架；9—联轴器

2. 悬架式泵

悬架式泵的底座与泵体连成一体（图 1-4），轴承体（即悬架）悬出在外，因而其重量较轻，水泵零件较少。

3. 后开门式泵

与普通悬臂式和悬架式泵不同的是泵盖不在泵体的前端，而在后端与轴承体连成一体（图 1-5），这样在检修时，无需拆卸进出水管就可将轴和叶轮取出，所以拆装很方便。

4. 直连式泵

省去了悬架式泵的泵轴、轴承、托架、联轴器、底座等零件，泵盖和泵体铸成一体，叶轮从泵后面装入泵体，电动机与泵同轴或加一连接轴（图 1-6）。这种泵结构简单紧凑，外形小、重量轻，拆装方便。

下面将单级单吸离心泵的主要零部件分述如下。