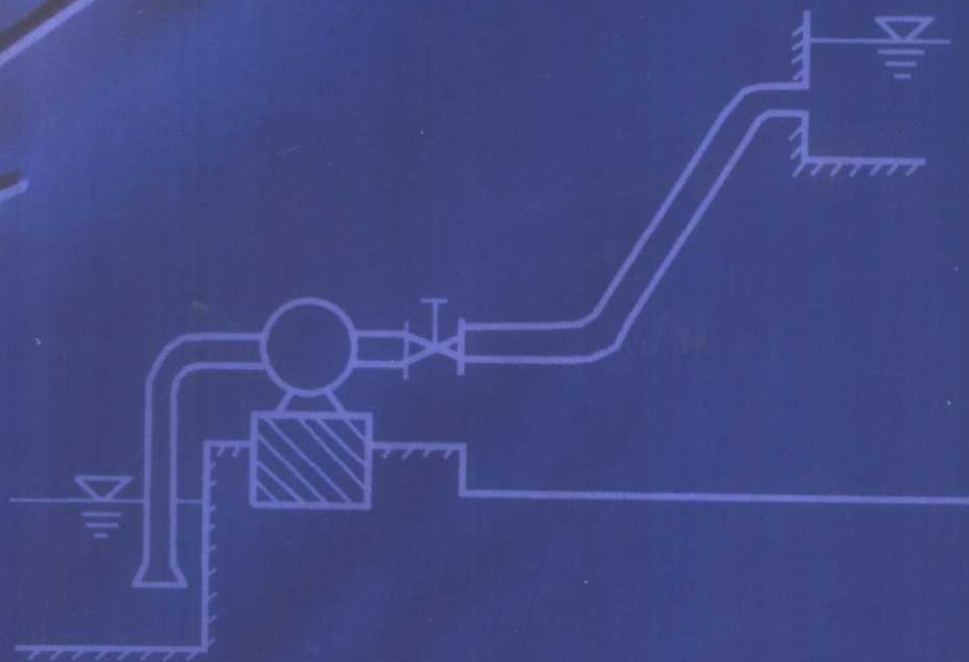


全国水利水电类高职高专统编教材

水泵与水泵站

袁俊森 万亮婷 主编



黄河水利出版社

全国水利水电类高职高专统编教材

水泵与水泵站

袁俊森 万亮婷 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

黄河水利出版社

内容提要

本书是根据全国水利水电高职教研会制定的《水泵与水泵站》课程教学大纲编写的全国水利水电类高职高专统编教材。全书共分10章,主要内容为:水泵的类型和构造、叶片泵的基本理论、叶片泵工作点的确定及调节、水泵的汽蚀及安装高程确定、机组的选型配套、泵站工程规划、进出水建筑物及泵房设计、其他类型泵站、泵站的机组安装及运行管理。本书除作为农业水利技术专业教材外,还可供相关专业教学参考及有关技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

水泵与水泵站/袁俊森,万亮婷主编. — 郑州:黄河水利出版社,2003.1

全国水利水电类高职高专统编教材

ISBN 7-80621-643-X

I. 水… II. ①袁…②万… III. ①水泵-高等学校:技术学校-教材②水轮泵站-高等学校:技术学校-教材
IV. TV675

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 106603 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrpc@public2.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:12.75

字数:295千字

印数:1—4100

版次:2003年1月第1版

印次:2003年1月第1次印刷

书号:ISBN 7-80621-643-X / TV·301

定价:21.00元

前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,以及全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,报水利部批准,用中央财政安排的“支持示范性职业技术学院建设”项目经费组织编写的水利水电类全国统编教材。

本教材是根据全国水利水电高职教研会审定的《高等职业技术教育农业水利技术专业指导性教学计划》,按照《水泵与水泵站》教材编写大纲编写的。力求突出高等职业技术教育教材的特点,按照教学计划要求,着重于教材的实用性,以培养学生的应用能力为主线,注意反映本学科的新发展和新成就,尽量做到由浅入深、循序渐进和理论与实际的联系。

参加本书编写工作的有:黄河水利职业技术学院袁俊森(绪论、第十章)、陶永霞(第五、八章);杨凌职业技术学院万亮婷(第二章、附录)、刘林章(第一、九章);山东水利职业学院张志光(第六、七章);沈阳农业大学高等职业技术学院石丽忠(第三、四章)。本书由袁俊森和万亮婷任主编,袁俊森统稿,安徽水利水电职业技术学院胡晓军任主审。

编写过程中得到了有关院校和生产单位的热情协助,在此一并表示感谢。诚恳地希望读者对本书存在的缺点和错误提出批评和指正。

编者

2002 年 7 月

目 录

前言	
绪论	(1)
第一章 叶片泵的工作原理与构造	(4)
第一节 泵的定义和分类	(4)
第二节 抽水装置及抽水过程	(5)
第三节 叶片泵的工作原理与构造	(6)
第二章 叶片泵的性能	(22)
第一节 叶片泵的性能参数	(22)
第二节 叶片泵的基本方程	(26)
第三节 叶片泵的性能曲线	(32)
第四节 叶片泵的相似律和比例律	(38)
第三章 叶片泵工作点的确定与调节	(44)
第一节 叶片泵工作点的确定	(44)
第二节 叶片泵的串联和并联运行	(47)
第三节 叶片泵运行工况的调节	(50)
第四章 叶片泵的汽蚀及安装高程的确定	(56)
第一节 汽蚀及其危害	(56)
第二节 汽蚀基本方程与汽蚀性能参数	(58)
第三节 水泵安装高程的确定	(61)
第四节 减轻汽蚀的措施	(63)
第五章 机组的选型与配套	(65)
第一节 叶片泵的选型	(65)
第二节 动力机的配套	(68)
第三节 传动方式	(71)
第四节 管路及其附件的配套	(74)
第六章 泵站工程规划	(78)
第一节 灌溉泵站工程规划	(78)
第二节 排水泵站工程规划	(86)
第三节 灌排结合泵站的枢纽布置	(90)
第七章 泵站进出水建筑物	(92)
第一节 引渠	(92)
第二节 前池和进水池	(94)
第三节 出水池	(102)

第四节	出水管道	(110)
第八章	泵房设计	(120)
第一节	泵房的结构型式	(120)
第二节	泵房设备布置及尺寸确定	(124)
第三节	泵房结构设计	(134)
第九章	其他类型泵站	(143)
第一节	井泵及井泵站	(143)
第二节	移动式泵站	(148)
第十章	泵站的机组安装、运行与管理	(152)
第一节	水泵机组与管道的安装	(152)
第二节	水泵的运行	(156)
第三节	水泵的故障与排除	(158)
第四节	泵站的管理及技术经济指标	(161)
第五节	泵站的测试技术及节能技术	(166)
附录	离心泵站初步设计示例	(173)
参考文献		(197)

绪 论

一、我国机电提水工程的发展概况及其在国民经济中的作用

机电提水工程是土木、建筑、机械、电气设备等多种技术汇集,以提水为功能的综合水利工程。一般由水工建筑物、机械设备和电气设备三部分组成。主要用于农田灌溉、排水、供水、输水和抽水蓄能等方面。

(一)我国机电提水工程的发展概况

传统的提水工具在我国出现很早,品种也很多。西汉以前,使用最普遍的提水工具为桔槔,后因桔槔不便于提深水,乃有辘轳的问世。汉灵帝(公元168~189年)时,人们发明了翻车(俗称龙骨水车)。到宋代,翻车发展到了用畜力和水力传动。到了元代(公元1300年左右),又改翻车为筒车,提水高度达70m。至明朝末年,构造比较复杂的斗子水车(即八卦水车)出现。

19世纪末,柴油机的发明,改变了传统的提水方式,由人畜、自然能提水发展为机械提水。1920年,我国开始仿制小型柴油机与水泵。1924年,上海、江苏开始生产离心式水泵,浙江一带相继兴建起水泵站,进行农田灌溉。直到新中国成立,全国农田水利排灌动力仅为9.42万kW,机电排灌面积为25.2万 hm^2 ,占当时全国灌溉面积的1%。

新中国成立后,在中国共产党的领导下,机电提水工程建设得到了迅速发展,无论是高原地区、沿海滨湖地区或平原丘陵和山区,星罗棋布地分布着各种类型的水泵站,机电提水装机容量稳步发展。据统计,截至1997年底,全国固定机电排灌站达50多万座,配套机电井已发展到330余万眼,机电排灌动力7020万kW,机电排灌面积3400万 hm^2 。此外,建成了大量的用于城镇供排水的给水泵站、雨水泵站和污水泵站。这些水泵站在抗旱灌溉,抗洪排涝,提高农业生产规模,确保农业增产,保障城镇居民生活,提高人民生活水平,保证工业企业用水,促进国民经济发展等各个方面发挥了重要作用,取得了显著的社会经济效益。

从我国机电提水工程建设及其发展的过程来看,其显著特点是:数量大,范围广,类型多,发展速度快。在工程规模上,以中、小型泵站为主,少量为大型,大、中、小型相结合。在祖国大地上,建成了具有中国特色的机电提水工程体系。机电提水工程技术方面取得了很大的进步,产品的系列化、标准化和通用化程度大幅度提高,形成了轴流泵、混流泵、离心泵、潜水泵和水轮泵等农用泵及用于其他方面的多种类型泵系列。一些低扬程泵站,一站同时具有灌溉、排水、发电等几种功能,一机多用。对于大型泵站,过去那种单一的肘管进水、虹吸出水的进出水流道,也发展成为双向进出水或钟形进水、直管出水的形式,还设计出了贯流式泵站。我国机电提水工程,在数量上和规模上均占据世界首位。

近年来,随着我国改革开放的不断深入,机电提水工程的“软件”建设亦日臻完善,已颁布了规划、设计、施工和管理等方面的技术规范,为更好地发挥泵站的工程效益和经济效益提供了保证,为提高机电提水工程的科学技术水平和管理水平提供了科学依据。

(二)适用场合及当前要解决的问题

由于我国水资源的时空分布严重不均及地形条件的限制,泵站的使用条件也不同。

我国西北黄土高原地区,由于塬高沟深,雨量稀少,农业灌溉和人畜饮水贫乏,必须发展高扬程扬水站,其工程的主要特点是扬程高、梯级多、工程艰巨。如甘肃省景泰川提水工程,总体规划提水 $40\text{m}^3/\text{s}$,共分 11 级,总净扬程 445m,总装机容量 6.42 万 kW;甘肃西津电灌站,共分 10 个梯级,其提水净扬程达 684.8m。

平原河网地区,地势平坦而低洼,水网密布,汛期水源水位高于田面,圩内渍水不能自排;天旱时,水源水位又低于田面,不能自流引水灌溉。为保证农业生产就需要兴建大量低扬程泵站。如浙江嘉兴地区已于 1981 年建成了 10 000 余座泵站,总装机容量为 23.52 万 kW。在我国一些沿江滨湖地区,兴建了一批流量大、扬程低、自动化程度高的大型排水泵站。如湖北省樊口泵站,装有 4 台口径为 4 000mm 的大型轴流泵,设计流量为 $214\text{m}^3/\text{s}$,总装机容量为 2.4 万 kW。

我国华北、西北、华中等干旱地区,因降雨量少、地表水不足而积极开发利用地下水资源,开展机井建设,发挥抗旱、防涝和治碱的多功能作用。

中南、西南水力资源丰富地区,可根据地区水力资源丰富特点,兴建水轮泵站。在我国已兴建的 2 万多座水轮泵站中,贵州新民水轮泵站的总提水净扬程高达 300m。

从我国机电提水工程的总体情况来看,主要存在的问题是:泵站的装置效率低,能源消耗偏大,自动化程度普遍不高,管理水平偏低。据有关资料统计,全国有一半以上的泵站,其装置效率在 50% 以下,有的甚至低至 20%。有的提水灌区,渠道渗漏严重,水的利用率低,有 30%~50% 的水量漏失。针对这些情况,当前应从以下几个方面做好工作。

1. 搞好规划、设计

泵站规划、设计的合理与否,直接影响着泵站效益的发挥。新建泵站必须科学合理地规划,提高设计水平,为充分发挥效益提供可靠的保证。

2. 加强经营管理,提高管理水平

规划、设计是前提,管理是关键。一个泵站规划、设计得再好,如果管理不好,仍不能充分发挥其效益。因此,加强经营管理,提高泵站管理人员的经营管理水平,对于充分发挥泵站的效益是至关重要的。

3. 重视科学研究,提高装置效率

在泵的结构设计、动力机配套、泵站设计理论等方面重视科学研究工作,提高泵站的装置效率,进而达到降低能耗、提高泵站工程效益之目的。

4. 进行泵站改造,更新设备,提高自动化程度

随着科学技术的发展,我国早年兴建的一些泵站普遍存在的问题是设备老化,性能较差,自动化程度低,能耗偏大,工程效益难以发挥。因此,进行泵站改造,更新设备,提高自动化程度,对于降低能耗,充分发挥泵站的工程效益是非常必要的。

(三)机电提水工程在国民经济中的作用

我国水资源的人均占有量仅相当于世界人均水量的 $1/4$,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,有一半的国土水源不足。如我国西北高原地区、南方丘陵地区和华北井灌地区,或是干旱少雨,或是有水不能自流灌溉,必须采用机电提水;而

国土的另一部分,如华北的平原河网地区,以及华东、华中的圩垸低洼地区,地势低洼易涝,又需要采用机电排水。所以,我国农业方面的灌溉、排涝任务是非常艰巨的。再者,城镇居民生活、公共事业及工矿企业用水等需要兴建供水泵站,城镇雨水、污水排放需要兴建雨水泵站和污水泵站。为解决缺水地区农村人畜饮水的困难,也需要兴建机电提水工程。根据2000年《中国水资源公报》,2000年,我国北方大部和南方部分地区由于降雨量的减少,造成严重旱灾,旱灾先后波及20多个省(自治区、直辖市),北方一些大中城市出现了新中国成立以来最为严峻的缺水局面。通过流域水资源统一管理和优化配置、合理调度,取得了抗旱胜利。而跨流域调水又离不开机电提水工程。已建成的引滦入津工程,将滦河水跨过海河,穿越燕山,经三级提水送入天津,共建大型泵站4座,安装大型轴流泵27台,总装机容量为2万kW。拟建中的以长江为水源的南水北调东线第一期工程,新建和扩建泵站20座,提水总流量为 $500\text{m}^3/\text{s}$,除满足沿线工矿、城市居民及航运用水外,可灌溉水稻田近100万 hm^2 。第二期工程扩大流量 $200\text{m}^3/\text{s}$,过黄河向华北输水,共建泵站37座,总装机容量达80万kW。从我国国民经济的发展来看,在保证农业高产稳产、夺取历次抗旱胜利的过程中,机电提水工程都发挥了极其重要的作用。如1978年17个省、市发生旱灾,各地开动了总功率约1500万kW(2100多万马力)的柴油机和1000万kW的电动机,共引提1700多亿 m^3 的水量进行灌溉,相当于黄河3年的总水量,挽回粮食200多亿kg,棉花500多万担,充分显示了机电提水工程的威力。2000年全国农田灌溉用水量达3100亿 m^3 ,城镇生活用水30亿 m^3 ,工业用水1000多亿 m^3 。2001年江苏发生秋旱,为确保秋播用水,江苏省防汛抗旱指挥部采取应对措施,江都、淮安、淮阴等抽水站紧急开启,向淮北地区抽调长江水。江苏江水北调工程沿线累计抽水量达127亿 m^3 ,其中江都抽水站直接抽送江水相当于近两个洪泽湖的正常蓄水量。

由上述可知,机电提水工程对于保证农业的稳产高产,促进我国农业的发展,保证城镇和农村的生活用水,提高人民的生活水平和改善生活条件,促进国民经济的发展和社会的稳定都有着重要的作用。

二、本课程的任务和内容

《水泵与水泵站》是农业水利技术专业的一门专业课。本课程的主要任务是使学生通过学习能掌握泵站规划、设备选型配套、泵站设计的方法及运行管理的基本知识,树立整体观念和经济观点;同时,结合作业、技能训练、课程设计、毕业设计等实践性教学环节,培养和提高学生的实际动手能力及独立分析问题、解决问题的能力。

本课程的主要内容包括四个方面:

(1)水泵。主要介绍水泵的类型、构造和水泵的拆装方法,叶片泵的基本理论,叶片泵工作点的确定,机组的选型与配套。

(2)泵站工程规划及进出水建筑物。主要介绍灌溉泵站及排水泵站的站址选择、枢纽布置、设计参数确定和进出水建筑物设计的有关知识。

(3)泵房设计。主要介绍泵房的结构型式、内部布置、尺寸设计及泵房整体稳定分析。

(4)泵站的机组安装、运行与管理。主要介绍水泵及管道的安装方法、水泵运行的步骤、水泵常见故障原因及排除方法、泵站管理的一般知识及泵站的测试技术和节能技术。

第一章 叶片泵的工作原理与构造

第一节 泵的定义和分类

泵是一种转换能量的机械。利用泵把动力机的机械能转换成所抽送液体的能量(位能、压能、动能)。用于抽送水的泵,叫水泵。

泵的用途很广,在工业、农业、建筑、电力、石油、化工、冶金、造船、轻纺、矿山和国防等国民经济各部门中占有重要的地位。用于农业灌溉及排水的泵被称为农用水泵或农用泵。

农用泵品种繁多,结构各异,按工作原理可分为下列几种。

一、叶片式泵

叶片式泵按工作原理的不同,可分为离心泵、轴流泵和混流泵三种。

离心泵按其基本结构、型式特征分为:单级单吸式离心泵、单级双吸式离心泵、多级式离心泵以及自吸式离心泵。

轴流泵按主轴方向可分为立式泵、卧式泵和斜式泵,按叶片调节的可能性可分为固定式、半调节式和全调节式。

混流泵按结构型式分为蜗壳式和导叶式。

叶片泵按照使用范围和结构特点分,还有长轴井泵、潜水电泵、水轮泵等。长轴井泵具有长传动轴,泵体潜入井中抽水。根据扬程的不同,又分为浅井泵、深井泵和超深井长轴泵。潜水电泵的泵体与电动机联成一体潜入水中抽水。根据使用场合不同,又分为作业面潜水电泵、深井潜水电泵。水轮泵是用水轮机作为动力带动水泵工作的,它直接利用可再生的水力资源就地提水,按使用水头与结构特点分为低、中、高水头轴流式水轮泵和低、中、高水头混流式水轮泵。

二、容积式泵

容积式泵是靠工作室容积的周期性变化输送液体的。容积式泵又分为往复泵和回转泵两种。往复泵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。例如拉杆式活塞泵靠拉杆带动活塞作往复运动进行提水。回转泵是利用转子作回转运动来输送液体的。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。

三、其他类型泵

叶片式泵和容积式泵以外的特殊泵型称为其他类型泵。在灌排泵站中有射流泵、水锤泵、气升泵(又称空气扬水机)、螺旋泵、内燃泵等。其中,除螺旋泵是利用螺旋推进原理

来提高液体的位能外,其他各种泵都是利用工作流体传递能量来输送液体的。

叶片式泵覆盖了从低扬程到高扬程、从大流量到小流量的广阔区间,使用范围广泛。在排灌用泵中使用最多的是叶片式泵。因此,本教材将着重介绍叶片式泵。

第二节 抽水装置及抽水过程

水泵运行时,除了配上动力机、传动设备外,还必须配上管路及其附件,构成抽水装置后,才能进行抽水。现将离心泵、轴流泵抽水装置及抽水过程介绍如下。

一、离心泵抽水装置及抽水过程

图 1-1 为卧式离心泵抽水装置示意图。水泵安装在进水池水面之上,驱动水泵的动力机为电动机,电动机与水泵通过联轴器直接连接。水泵进口端接进水管路,出口端接出水管路。在进、出水管路上还装有各种管件、阀件和测量仪表,统称为管路附件。管件是将管子连接起来的连接件,在图 1-1 中可见到的有 90°弯头、偏心渐缩接管、正心渐扩接管、任意弯头。阀件包括底阀、闸阀、逆止阀、拍门。逆止阀和拍门根据实际需要,可只安装其中一个。测量仪表有真空表、压力表等。

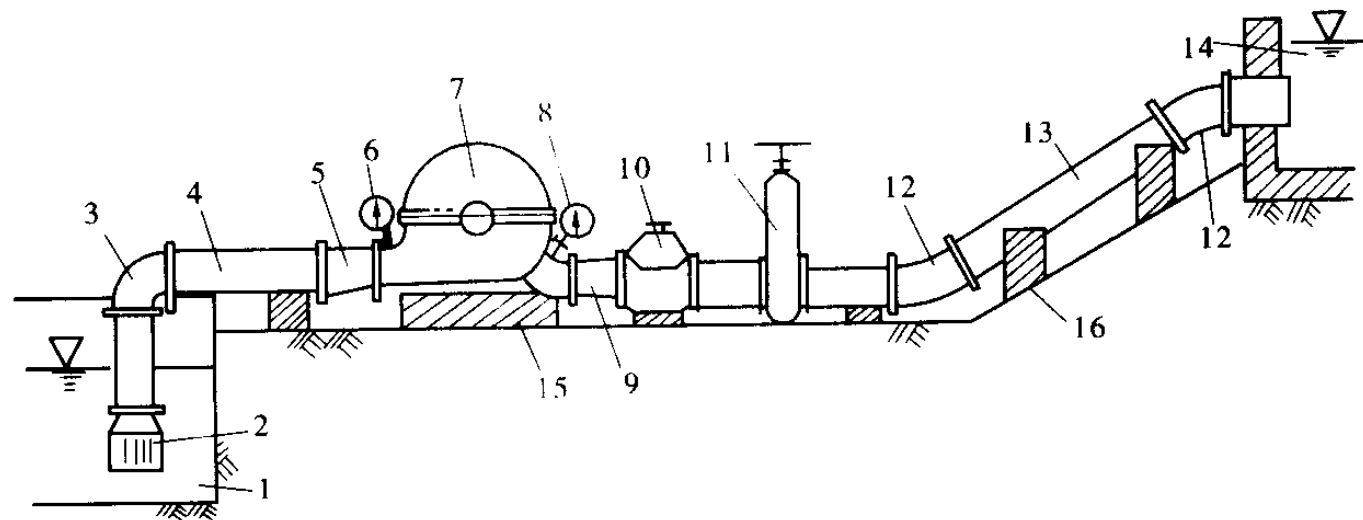


图 1-1 离心泵抽水装置示意图

- 1—进水池;2—滤网与底阀;3—90°弯头;4—进水管;5—偏心渐缩接管;
6—真空表;7—水泵;8—压力表;9—正心渐扩接管;10—缓闭式逆止阀;
11—闸阀;12—任意弯头;13—出水管;14—出水池;15—水泵基础;16—支墩

水泵启动前泵壳和进水管内必须充满水。底阀就是人工充水时防止水漏失的单向阀门。但是,运行时水流流经底阀的水头损失很大,故应取消而代之以其他充水设备。在小型抽水装置中,为防止水中杂物吸入泵内,在进水管管口装有滤网。闸阀装在出水管路上,用以启动、停机或检修时截断水流,并可减轻动力机启动负荷,抽真空时隔绝外界空气,对小型抽水装置也可调节水泵流量或功率。逆止阀是装在水泵出水口附近的出水管路上的单向突闭阀,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,防止机组高速反转。但是,安装逆止阀后,既增加水头损失,又由于它的突然关闭,会产生很大的水锤压力,可能导致机组损坏,甚至发生水管爆裂事故。因此,在一些扬程不高、出水管路较短的泵站均不设逆止阀,而用拍门代替。高扬程泵站目前多采用缓闭式逆止阀代替突闭式逆止阀。拍门也是一种单向阀,它淹没于出水池水面以下,停机时能自动关闭,以防

止水倒流。电动机带动水泵叶轮旋转,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。

二、轴流泵抽水装置及抽水过程

图 1-2 为立式轴流泵抽水装置示意图。立式轴流泵叶轮安装在进水池最低水面以下,因此无需充水排气设备。电动机装在水泵的上方,用联轴器与水泵直接连接。水泵出水弯管与出水管路连接。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。轴流泵不允许关闸启动,因此轴流泵抽水装置中不设置闸阀,停泵时断流设备采用拍门。

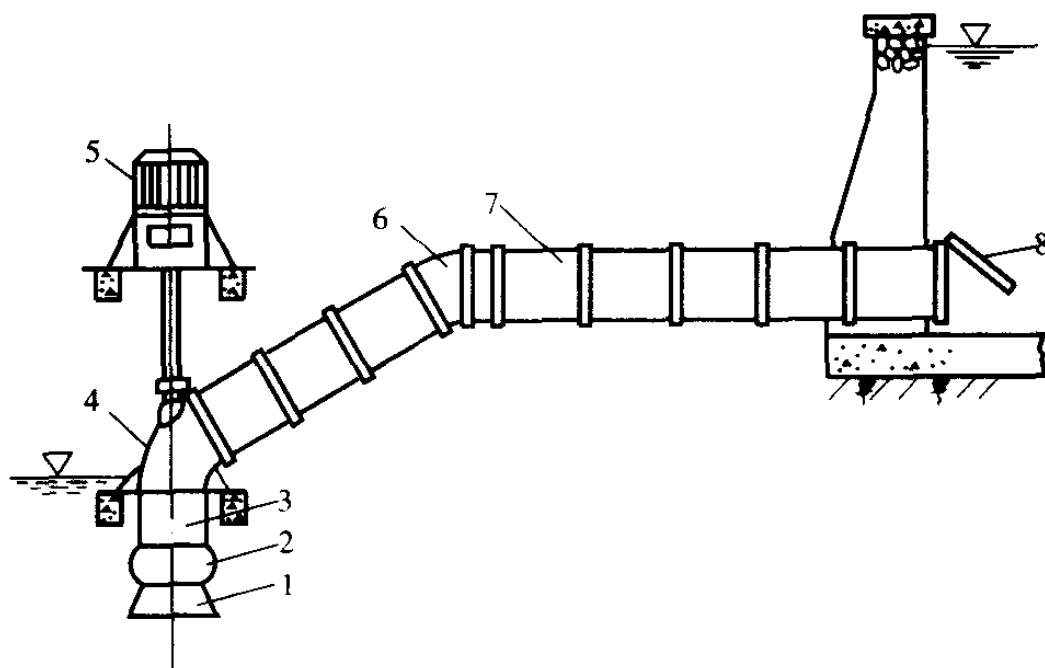


图 1-2 轴流泵抽水装置示意图

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

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

图 1-3 为单级单吸离心泵基本构造图,它由叶轮、泵轴、泵体等零件组成。叶轮的圆心对着进水口,进、出水管路分别与水泵进、出水口连接。离心泵在启动前应充水排气。当电动机通过泵轴带动叶轮高速旋转时,叶轮中的水由于受到离心力的作用,由叶轮中心甩向叶轮外缘,并汇集到泵体内,获得势能和动能的水在泵体内被导向出水口,沿出水管输送至出水池。与此同时,叶轮进口处产生真空,而作用于进水池水面的压强为大气压强,进水池中的水便在此压强差的作用下,通过进水管吸入叶轮。叶轮不停地旋转,水就源源不断地被甩出和吸入,这就是离心泵的工作原理。

(二)离心泵的构造

离心泵的类型很多,且有不同的分类方法。按泵轴上叶轮的个数可分为单级和多级。按吸入方式可分为单吸和双吸,叶轮仅一侧有吸入口的称单吸,叶轮两侧都有吸入口的称

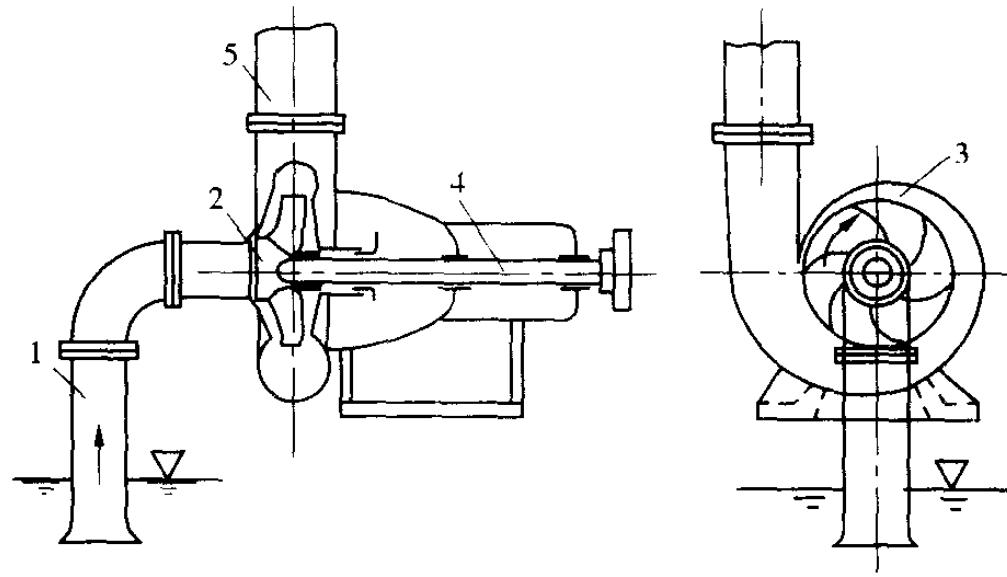


图 1-3 离心泵基本构造

1—进水管;2—叶轮;3—泵体;4—泵轴;5—出水管

双吸。按泵轴方向可分为卧式、立式和斜式。按是否需要充水排气可分为普通离心泵和自吸离心泵。下面简略介绍单级单吸离心泵、单级双吸离心泵、分段式多级离心泵及自吸离心泵的构造。

1. 单级单吸离心泵

单级单吸离心泵常为卧式,它的结构如图 1-4 所示。由叶轮、泵体、减漏环、泵轴、轴承以及轴封等主要部分组成,各部分的作用及制造要求如下:

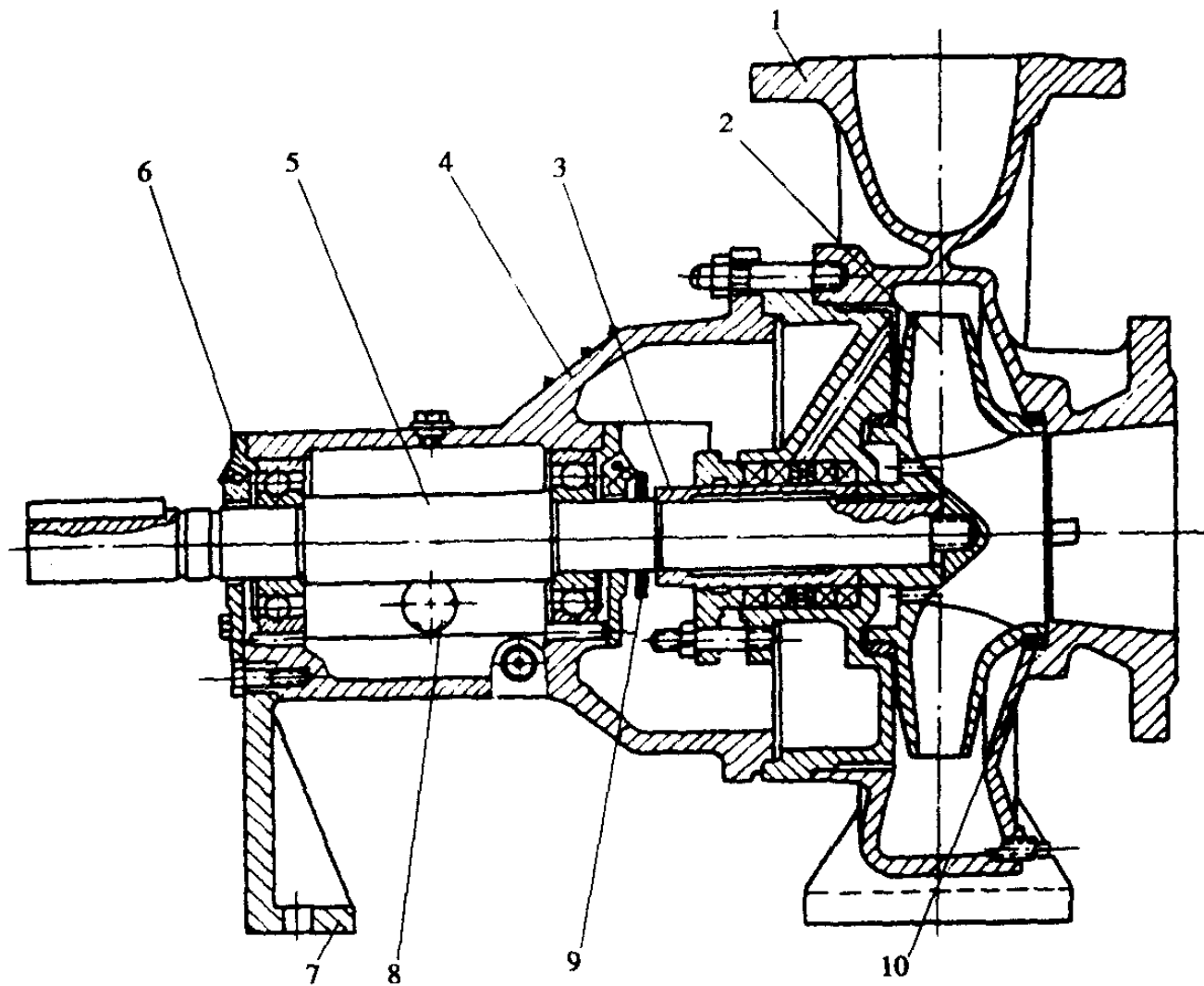


图 1-4 单级单吸离心泵结构图

1—泵体;2—叶轮;3—轴套;4—轴承体;5—轴;
6—轴承端盖;7—支架;8—油标;9—挡水圈;10—密封环

(1)叶轮。叶轮是把能量传给液体的具有叶片的旋转体。它的几何形状、尺寸、所用材料和加工工艺等对泵的性能有着决定性的影响,所以它是泵的核心。

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 1-5、图 1-6(a)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。叶片的主要作用是传递能量。叶片和盖板的内壁构成了弯曲的槽道,称为叶槽。叶轮前盖板中有一个进水口,当叶轮旋转时,水从进水口吸入,在离心力的作用下,水流经叶槽后,从叶轮的四周甩出,所以水在叶轮中的流动方向是轴向进水,径向出水。前后盖板不全的叶轮称开式叶轮,其中只有后盖板的叶轮称半开式叶轮,如图 1-6(b)所示;前、后盖板都没有或只有很短后盖板的叶轮称为全开式叶轮,如图 1-6(c)所示。

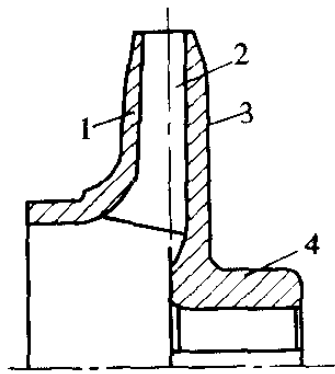


图 1-5 封闭式叶轮

1—前盖板;2—叶片;3—后盖板;4—轮毂

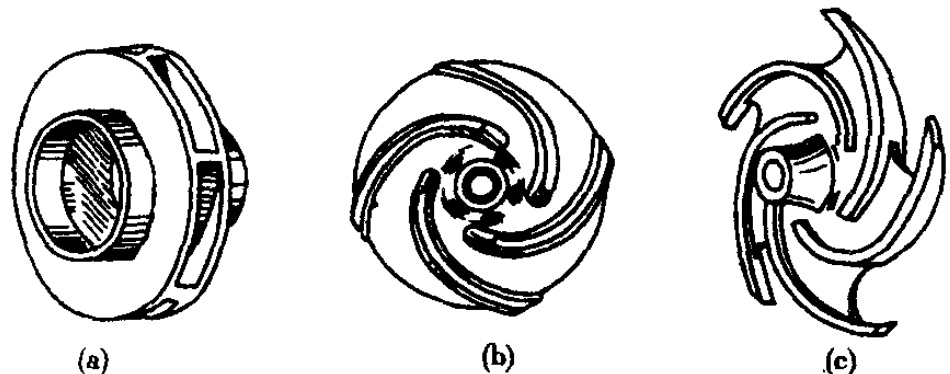


图 1-6 离心泵叶轮

(a)封闭式;(b)半开式;(c)全开式

叶轮型式、形状和尺寸是根据水力设计并通过模型试验决定的,同时应能满足强度的要求。农用泵叶轮的材料多为铸铁,也可采用铸铜,大型水泵叶轮的材料一般用铸钢。叶轮铸件质量应符合要求,铸件不得有影响机械性能的铸造缺陷,叶槽要光洁平整,清砂除刺,否则会影响泵的性能和叶轮的使用寿命。加工好的叶轮要做静平衡试验,消除不平衡重量,避免水泵运行时发生振动。

泵在运行时,叶轮前后盖板外侧与泵体的间隙中充满了从叶轮中排出的有一定压力的液体,由于叶轮后盖板受排出液体作用的面积大于前盖板,因此产生了一个指向入口方向的不平衡轴向力,此力会使叶轮和轴发生向吸入方向的窜动,叶轮与泵体发生摩擦,造成零件损坏。因此,必须设法平衡或消除作用在叶轮上的不平衡轴向力。对单吸式离心泵,常在叶轮后盖板靠近轮毂处开平衡孔,并在后盖板上加装密封环。泵工作时,后盖板密封圈内的液体与吸入口相通,其压力与吸入口压力相近,使叶轮两侧的压力大致平衡,少部分未被平衡的轴向力由轴承承受。但是,开了平衡孔后,水泵的效率有所降低,这种方法只适用于小型单级单吸离心泵。此外,还可在叶轮后盖板处用平衡管或采用加做平衡筋板的方法,使叶轮两侧压力达到平衡。

(2)泵体。泵体(壳体)是形成包容和输送液体外壳的总称,主要由泵盖和蜗形体组成,如图 1-4 所示。泵盖为泵的吸入室,是一段渐缩的锥形管,锥度一般为 $7^{\circ} \sim 18^{\circ}$,其作用是将吸水管路中的水以最小的损失均匀地引向叶轮。叶轮外圆侧直接形成的具有蜗形的壳体称蜗形体,它是泵的压出室,如图 1-7 所示。蜗形体由蜗室和扩散管组成,扩散管的扩散角一般为 $8^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 。其作用是汇集从叶轮中高速流出的液体,并输送到排出口,将液体的一部分动能转化为压能,消除液体的旋转运动。蜗室起点处的隔舌与叶轮外径的间隙要适当,过小易引起液流阻塞而产生振动和噪音,过大则增加能耗,降低泵的效率。泵体材料一般为铸铁。泵体及进、出口法兰上设有泄水孔、排气孔(灌水孔)和测压孔,用

以停机后放水、启动时抽真空或灌水并安装真空表、压力表。

(3)减漏环。离心泵叶轮进口外缘与泵盖内缘之间有一定的间隙。此间隙过大,从叶轮流出的高压水就会通过此间隙漏回到进水侧,以致减少泵的出水量,降低泵的效率。但过小时,叶轮转动时就会和泵盖发生摩擦,引起机械磨损。所以,为了尽可能减少漏损和磨损,同时使磨损后便于修复或更换,一般在泵盖上或泵盖和叶轮上分别镶装一精制铸铁圆环,由于其既可减少漏损,又能承受磨损,且位于水泵进口,故称减漏环,又称密封环、承磨环或口环。

(4)泵轴。泵轴的作用是将动力传给叶轮。泵轴一端用键和叶轮螺母固定叶轮,轴上的螺纹旋向,在轴旋转时,应使螺母处于拧紧状态。轴的另一端装联轴器或皮带轮。为保护轴免遭磨损,在对应于填料密封的轴段装轴套,轴套磨损后可以更换。为保证泵工作可靠,泵轴应有足够的强度和刚性,轴的材料用45号碳素钢,轴表面不允许有发纹、压伤及其他缺陷。为防止水进入轴承,轴上有挡水圈或防水盘等挡水设施。

(5)轴承。轴承是用以支撑泵转子部分的重量以及承受径向和轴向荷载的。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1-8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,滚动体将沿着滚道滚动。保持架的作用是把滚动体均匀地隔开。单列向心球轴承除承受径向荷载外,亦可同时承受不太大的轴向荷载。轴承用稀油或干油润滑。轴承温升不得超过环境温度 40°C 。

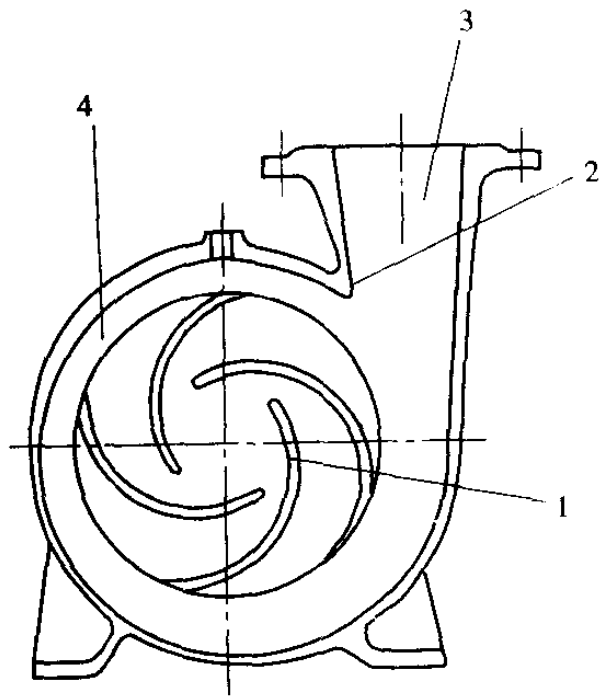


图 1-7 蜗形体

1—叶片;2—隔舌;3—扩散管;4—蜗室

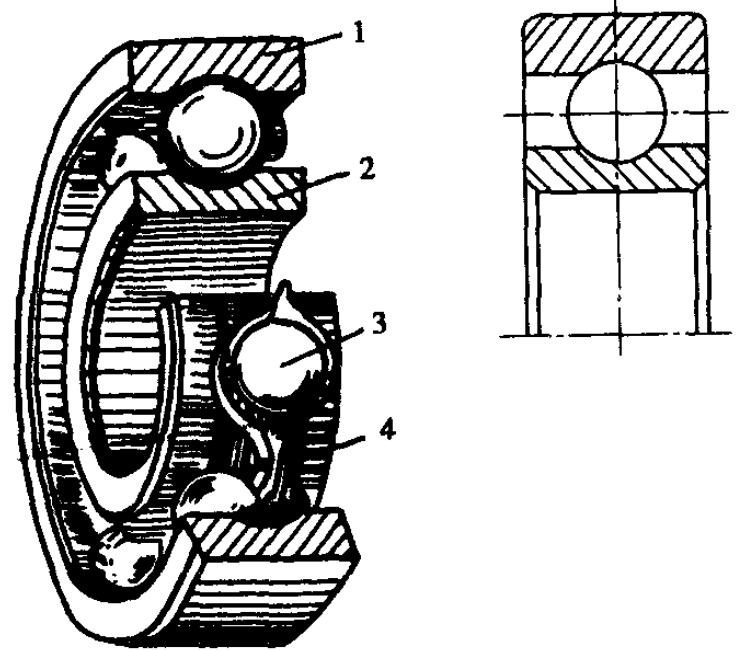


图 1-8 向心球轴承

1—外圈;2—内圈;3—滚动体;4—保持架

(6)轴封。泵轴穿过泵体处,必然有间隙存在,为了防止高压水通过此间隙大量流出和空气从该处进入泵内,必须设置轴封装置。填料密封是最常用的一种轴封型式,它由填料、水封环、水封管和填料压盖等零件组成,如图1-9所示。填料密封依靠填料与轴套的紧密接触以及填料中的润滑剂被挤出后在接触面上形成的油膜实现密封。底衬环和填料压盖套在轴上填料的两端,起阻挡和压紧填料作用。填料压紧的程度,用压盖上螺母来调节。如果压得过紧,填料与轴套摩擦损失迅速增加,缩短填料和轴套的使用寿命,严重时发热、冒烟,甚至将填料与轴套烧焦;如果压得过松,泄漏增加,泵的效率降低,故填料应

压得松紧合适,一般以液体漏出时成滴为宜。填料中部的水封环,是一个中间凹下外周凸起的圆环,环上开有若干个小孔,水封环对准水封管。水泵运行时,泵内压力较高的水,通过水封管进入水封环,引入填料进行水封,同时还起冷却、润滑作用。

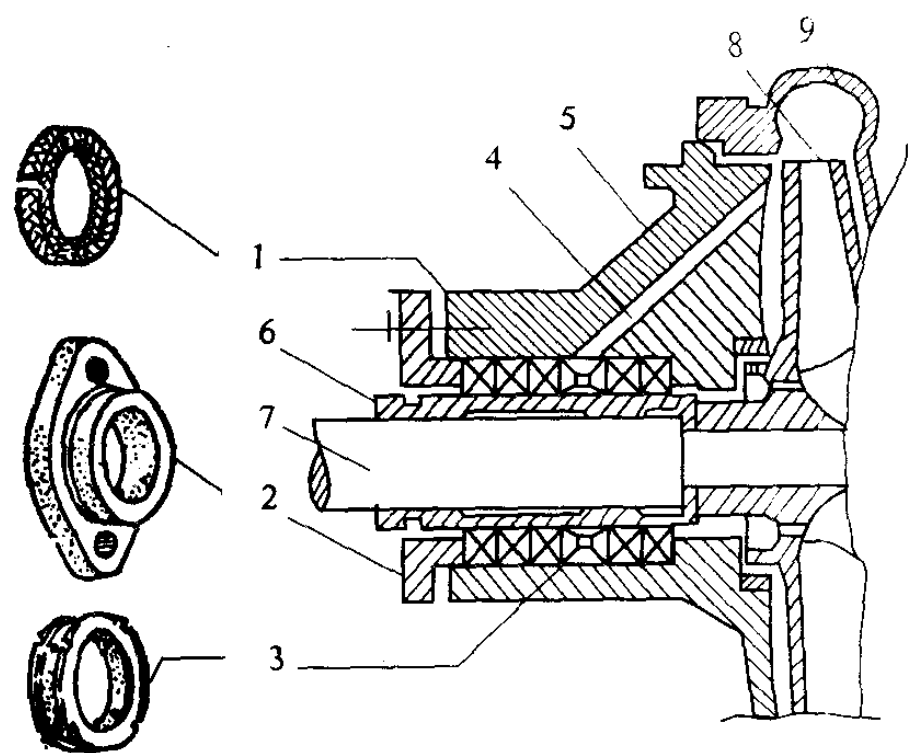


图 1-9 离心泵的填料密封

1—填料;2—填料压盖;3—水封环;4—水封管;5—泵盖;
6—轴套;7—泵轴;8—叶轮;9—泵壳

填料的种类较多,农用水泵常用油浸石棉填料,它是由用石墨浸渍过的石棉线或铜丝石棉线编结而成的,具有耐热、耐磨、柔软和良好的润滑特性。填料的根数应不少于 4 根,放入填料时接缝处要相互错开。为保证填料密封的良好工作状态,对已磨损或硬化的填料,应及时更新。填料密封的优点是结构简单,成本低,拆装方便,但使用寿命短,密封性能差。所以,近年来已采用了一些新的轴封装置,如机械密封(又称端面密封),它是由垂直于主轴的两个平面间的接触压力达到回转密封作用的一种装置。但它的结构较为复杂,需要一定的加工精度和安装技术,成本较高,用于对

密封有较高要求的泵上。

单级单吸离心泵的特点是扬程较高,流量较小,结构简单,维修容易,体积小,重量轻,移动方便;泵的出水口方向可根据安装使用要求作 90° 、 180° 及 270° 的调整。单级单吸离心泵目前主要有 IB、IS、B、BA 型四个系列。IB、IS 与 B、BA 型泵的构造基本相同,是 B、BA 型泵的更新产品。它是按照 ISO2858 国际标准设计,性能指标和标准化、系列化、通用化水平都比老产品有较大提高的泵型,其适用范围:转速为 2900r/min 或 1450r/min ,泵进口直径为 $50\sim 200\text{mm}$,流量为 $6.3\sim 400\text{m}^3/\text{h}$,扬程为 $5\sim 125\text{m}$,用于丘陵山区的一些小型灌区。

2. 单级双吸离心泵

单级双吸离心泵的外形如图 1-10 所示,其结构如图 1-11 所示。它的主要零件与单级单吸离心泵基本相似,所不同的是:双吸泵的叶轮是对称的,好像由两个相同的单吸式叶轮背靠背地连接在一起,水从两面进入叶轮。叶轮用键、轴套和两侧的轴套螺母固定,其轴向位置可通过轴套螺母进行调整;双吸泵的泵盖与泵体共同构成半螺旋形吸入室和蜗形压出室。泵的吸入口和出水口均铸在泵体上,呈水平方向,与泵轴垂直。水从吸入口流入后,沿着半螺旋形吸入室从两面流入叶轮,故该泵称为双吸泵;泵盖与泵体的接缝是水平中开的,故又称水平中开式泵。双吸泵在泵体与叶轮进口外缘配合处装有两只减漏环,称双吸减漏环。在减漏环上制有突起的半圆环,嵌在泵体凹槽内,起定位作用;双吸泵在泵轴穿出泵体的两端共装有两套填料密封装置,水泵运行时,少量高压水通过泵盖中开面上的凹槽及水封环流入填料室中,起水封作用;双吸泵从进水口方向看,在轴的右端安装联轴器,根据需要也可在轴左端安装联轴器,泵轴两端用轴承支撑。轴承型式一般用单

列向心球轴承,当轴径与转速的乘积 $Dn > 300\ 000\text{mm}\cdot\text{r}/\text{min}$ 时采用滑动轴承。

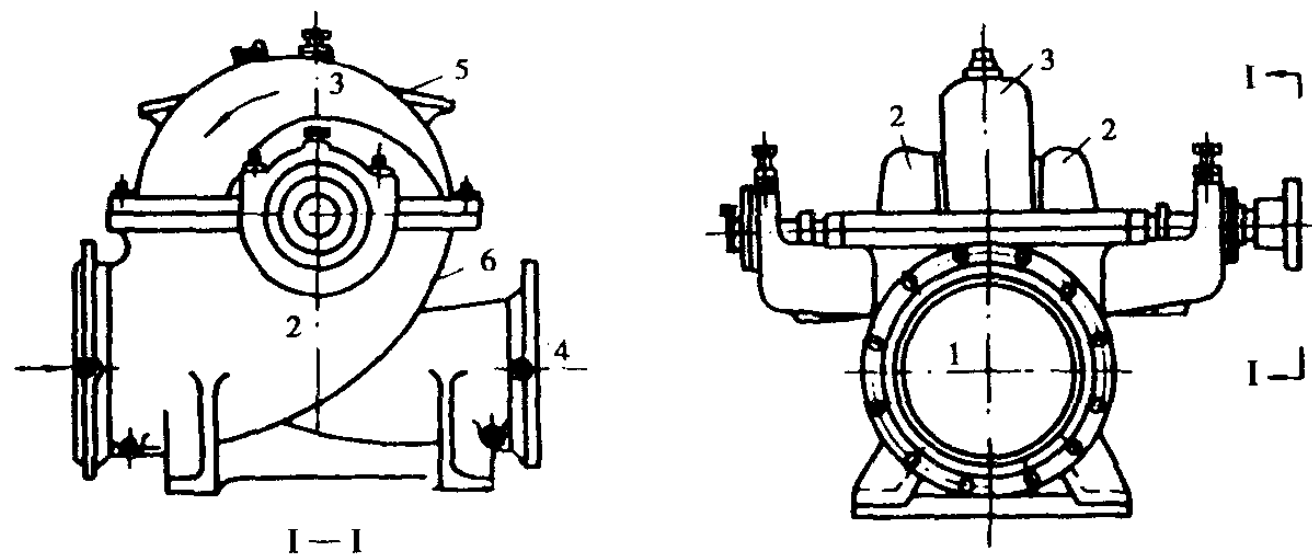


图 1-10 单级双吸离心泵外形图

1—吸入口;2—半螺旋形吸入室;3—蜗形压出室;4—出水口;5—泵盖;6—泵体

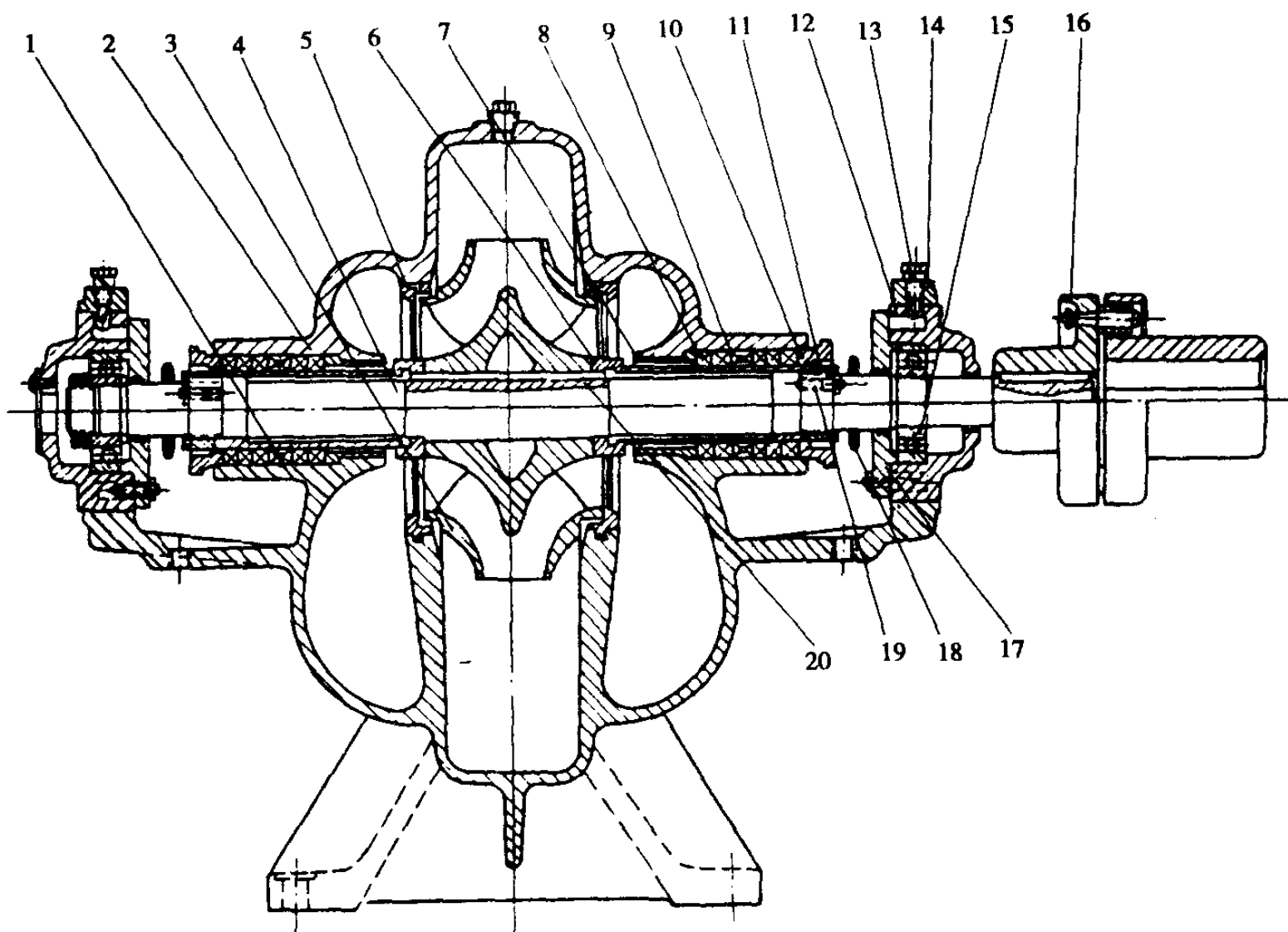


图 1-11 单级双吸离心泵结构图

1—泵体;2—泵盖;3—叶轮;4—泵轴;5—双吸减漏环;6—轴套;7—填料套;8—填料;9—填料环;
10—压盖;11—轴套螺母;12—轴承体;13—固定螺钉;14—轴承体压盖;15—单列向心球轴承;
16—联轴器;17—轴承端盖;18—挡水圈;19—螺柱;20—键

卧式双吸离心泵常用剖分式向心滑动轴承,它由螺栓,轴承盖,轴承座,剖分的上、下轴瓦组成,如图 1-12 所示。轴瓦内表面镶有轴衬,以承受压力和起耐磨作用。轴承衬常用轴承合金又称巴氏合金,它浇铸在钢轴瓦、铸铁轴瓦或青铜轴瓦上。滑动轴承一般用 2 号或 3 号锭子油润滑。为承受轴向推力,在远离联轴器的轴承内还装有单列向心球轴承。