

刘家春 李少华 周艳坤 编著

泵站管理技术



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

泵站管理技术

刘家春 李少华 周艳坤 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书主要内容为：水泵的基础知识，水泵的性能，水泵工况确定与调节，机组的选型与配套，泵站辅助设施，机组的安装，泵站运行管理，泵站经营管理。

本书可供从事泵站管理的技术人员使用，也可作为泵站管理人员的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

泵站管理技术/刘家春，李少华，周艳坤编著. —北京：中国水利水电出版社，2003
ISBN 7-5084-1460-8

I. 泵… I. ①刘…②李…③周… III. ①水泵
—基本知识—技术培训—教材②泵站—管理—基本知识
—技术培训—教材 N.TV675

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 022009 号

书 名	泵站管理技术
作 者	刘家春 李少华 周艳坤 编著
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: sale@waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京安锐思技贸有限公司
印 刷	北京地矿印刷厂
规 格	850×1168 毫米 32 开本 9.25 印张 242 千字
版 次	2003 年 4 月第一版 2003 年 4 月北京第一次印刷
印 数	0001—3100 册
定 价	23.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

泵站工程广泛应用于农田排灌、城镇给水排水、农牧业供水、围海造田、抽水蓄能、工程施工排水、大规模跨流域调水工程等，为社会发展和国民经济建设及提高人民生活水平提供了可靠的保障，取得了很大的经济效益和社会效益。

在泵站工程建设迅速发展的同时，经营管理工作也积累了许多经验，取得了一定的成绩。但是，长期以来受“重建轻管”思想的影响，也存在着一定的问题。主要表现在泵站工程、机电设施老化，大修、更新改造资金来源不足，效益出现衰减等。但也有很多有利条件和潜在性的有利因素，对泵站的经营管理产生巨大的推动作用。《水利产业政策》的颁布实施为泵站经营管理的改革与发展创造了良好的政策环境和难得的机遇。在社会主义市场经济条件下，如何管好、用好、经营好泵站工程，并将其纳入正规化、规范化、科学化管理的轨道；真正按照基础设施、基础产业的要求进行经营管理，是泵站管理的中心任务，也是促进水利可持续发展的重要举措，为此我们组织编写了本书。

本书由刘家春、李少华、周艳坤编著，参加编写的还有代群英、王岩波、贾福华。

本书在编写过程中得到了有关人员的热忱帮助和鼎力支持，在此致以诚挚的谢意。

由于泵站管理技术涉及知识面广，限于编者水平，书中缺点和不妥之处在所难免，望读者批评指正。

编者

2002年9月

目 录

前言

第一章 水泵的基础知识	1
第一节 水泵的定义及分类.....	1
第二节 水泵的工作原理及构造.....	2
第三节 抽水装置	20
第二章 水泵的性能	23
第一节 水泵的性能参数	23
第二节 水泵的性能曲线	28
第三节 相似定律与比转数	32
第四节 水泵的汽蚀与安装高程	37
第三章 水泵工况确定及调节	46
第一节 水泵工况的确定	46
第二节 水泵工况的调节	58
第四章 机组的选型与配套	71
第一节 水泵的选型	71
第二节 动力机及其选配	76
第三节 传动设备	84
第四节 管路及附件	91
第五章 泵站辅助设施	100
第一节 充水设备.....	100
第二节 供水设备.....	103
第三节 排水设备.....	111
第四节 供油设备.....	117
第五节 压缩空气设备.....	124
第六节 通风设备.....	131
第七节 起重设备.....	135

第六章 机组的安装	137
第一节 安装的基本要求.....	137
第二节 卧式机组的安装.....	145
第三节 立式机组的安装.....	150
第四节 管路的安装.....	159
第七章 泵站运行管理	165
第一节 泵站运行管理.....	165
第二节 泵站技术经济指标.....	189
第三节 泵站经济运行.....	197
第四节 泵站测试.....	205
第五节 泵站技术改造.....	224
第八章 泵站经营管理	240
第一节 泵站工程管理.....	240
第二节 工程维修.....	249
第三节 泵站经营管理.....	273
参考文献	287

第一章 水泵的基础知识

第一节 水泵的定义及分类

泵是一种能够进行能量传递的机械，它把动力机的机械能传递给被抽送的流体，使流体的能量增加，从而达到提升或输送流体的目的。泵是一种通用机械，广泛用于各行业，泵的主要用途是抽水，故习惯上称为水泵。用于农田灌溉与排水的泵又称农用水泵或农用水泵。

农用水泵的品种繁多，结构各异，按其工作原理可分为以下三大类。

1. 叶片式泵

叶片式泵是利用叶片的高速旋转来输送液体的。按叶轮旋转时对液体产生的力的不同，又可分为离心泵、轴流泵和混流泵三种。

离心泵是指水沿轴向流入叶轮，沿垂直于主轴的径向流出。按其结构型式可分为单级单吸离心泵、单级双吸离心泵、多级离心泵，以及自吸离心泵等。

轴流泵是指水沿轴向流入叶片，又沿轴向流出。按主轴的方向可分为立式泵、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。

混流泵是指水沿轴向流入叶轮，沿斜向流出。按结构型式可分为蜗壳式混流泵和导叶式混流泵。

叶片式泵还有长轴井泵、潜水电泵、水轮泵等。长轴井泵具有长的传动轴潜入井水中抽水，按扬程的高低又分为浅井长轴井

泵和深井长轴井泵。潜水电泵是水泵和电动机联成一体潜入水中抽水的，根据使用场合不同，可分为井用潜水电泵和地表水潜水电泵。水轮泵是用水轮机作为动力带动水泵工作的，它直接利用水力资源就地提水。

2. 容积式泵

容积式泵是靠工作室容积周期性变化输送液体的。容积式泵根据工作室容积改变的方式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容积而输送液体。回转泵是利用转子作回转运动来输送液体。

3. 其他类型泵

其他类型泵是指除叶片式泵和容积式泵以外的泵。在排灌泵站中有射流泵、水锤泵、气升泵（又称空气扬水机）、螺旋泵等。其中除螺旋泵是利用螺旋推进原理来提高液体的位能外，其他各类泵都是利用工作流体传递能量来输送液体。

叶片泵包括了从低扬程到高扬程、从大流量到小流量的广阔范围。在农田排涝、灌溉中用得最多的还是叶片泵。因此，本书重点讲解叶片泵。

第二节 水泵的工作原理及构造

一、离心泵

（一）离心泵的工作原理

图 1-1 为单级单吸离心泵基本构造图，它由叶轮、泵轴、泵体等零部件组成。叶轮的圆心正对进水口，进、出水管路分别与水泵进、出口连接。离心泵在启动前泵体和进水管路应充满水。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惯性离心力的作用，由叶轮中心甩向叶轮外缘，并汇集到泵体内，获得能量的水便被导向水泵的出水口，沿出水管输送出去。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

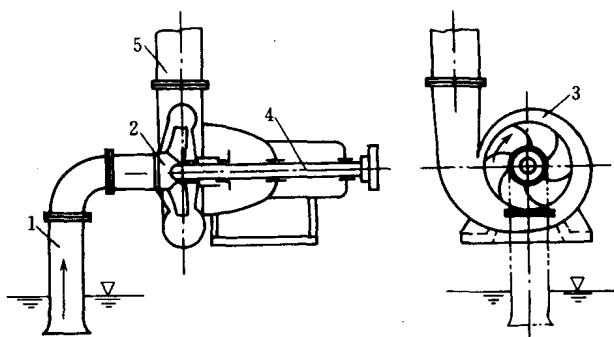


图 1-1 离心泵基本构造图

1—进水管；2—叶轮；3—泵体；4—泵轴；5—出水管

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

用于农田排水和灌溉的离心泵有单级单吸离心泵、单级双吸离心泵和多级离心泵等。

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 1-2 所示，由转动和固定两部分组成。转动部分指叶轮、泵轴、轴承、联轴器（或皮带轮）等，简称转子；固定部分指泵壳、轴承支架和进出水口等，简称定子。泵体重量由支架支承，支架底座四角用螺栓固定在底板或基础上，水泵转子搁置在支架的轴承盒上，泵轴伸出轴承盒穿过泵体伸入泵内，叶轮装在轴伸入泵内的一端，泵轴穿出泵体处设轴封装置进行密封。泵壳外形很像蜗牛壳，俗称蜗壳，叶轮就包在蜗壳里。

(1) 叶轮。叶轮又叫工作轮或转轮，是水泵的重要部件，水泵依靠旋转的叶轮把动力机的机械能传递给所抽送的水体，使水的能量增加。叶轮的形状、尺寸、加工工艺等，对水泵的性能有着

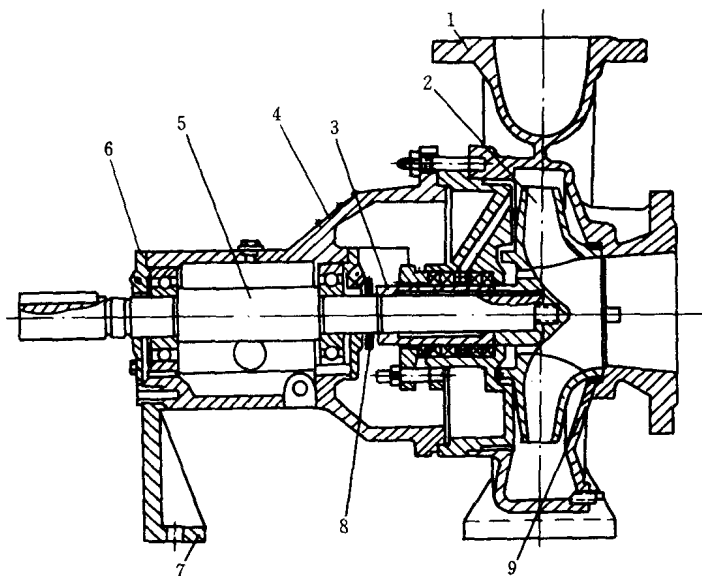


图 1-2 单级单吸离心泵结构图

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

决定性影响。水泵的叶轮可分为封闭式、半封闭式和开敞式三种。农用离心泵一般采用封闭式叶轮，即叶轮的前后均有盖板，中间有 6~12 片向后弯曲的叶片，叶片与盖板内壁构成的过水通道称为叶槽。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，在惯性离心力的作用下，水流经叶槽后，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。叶轮用键和反向螺母固定在泵轴一端，泵轴转动时，螺母不会松脱，而是越转越紧。

泵在运行时，叶轮前后盖板的外侧与泵体的间隙中充满了从叶轮中排出的具有一定压力的水，由于叶轮后盖板受排水作用的面积大于前盖板，因此产生了一个指向进口方向的轴向力。这个轴向力必将使泵轴和叶轮一起向进水侧窜动，引起叶轮与泵壳

发生摩擦，使泵无法正常工作。因此，必须设法平衡或消除作用于叶轮上的轴向力。对于单级单吸离心泵，常在叶轮的后盖板上靠近轴孔处开若干个小孔（称为平衡孔），叶轮后面的高压水，经这些小孔流向进水侧，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。开了平衡孔后，水泵的效率有所降低，因此这种方法只适用于小型单级单吸离心泵。此外，还可用在叶轮后盖板处加做平衡筋板的方法，使叶轮两侧的压力达到平衡。

叶轮一般用铸铁、铸钢或青铜制造。为了节省青铜，多用铸铁制造。加工好的叶轮要作静平衡试验，以消除不平衡的重量，避免泵运行时发生振动。

(2) 泵体和减漏环。泵体由进水接管、蜗壳形压水室和出水接管组成。在泵体的进、出水口法兰上设有小孔，用以安装真空表和压力表。泵体的顶部设有排气孔（灌水孔），用以抽真空或灌水。在壳体的底部设有一放水孔，平时用方头螺栓塞住，停机后用来放空泵体内积水，防止泵内零件锈蚀和冬季结冰冻坏泵体。泵体由铸铁制造，其内表面要求光滑，以减小泵内的水头损失。

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，从叶轮中流出的高压水就会通过该间隙漏回到叶轮的进口，以致减少泵的出水量，降低泵的效率；但间隙过小时，虽能减少漏水量，但会引起机械摩擦。因此，为了尽可能地减少漏水量，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嵌一金属圆环，如图 1-2 所示。由于该圆环既可减少漏水量，又能承受磨损，且位于水泵进口，故称其为密封环，又称减漏环、承磨环或口环。

(3) 泵轴和轴承。泵轴用来支承并带动叶轮旋转。泵轴一端用键和反向螺母固定叶轮，另一端装联轴器或皮带轮。泵轴要有足够的强度和刚度，轴的材料采用优质碳钢或不锈钢。为保护泵轴避免遭磨损，在对应于填料密封的轴段装轴套，轴套磨损后可以更换。为防止水进入轴承，轴上有挡水圈或防水盘等挡水设施。

轴承是支承泵转子的部件，承受径向和轴向荷载。轴承分为

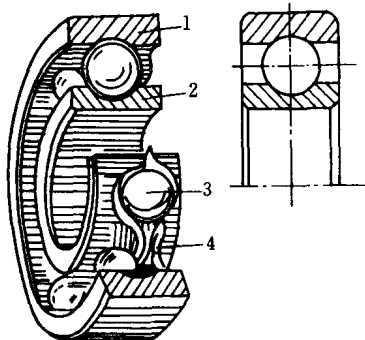


图 1-3 向心球轴承

1—外圈；2—内圈；
3—滚动体；4—保持架

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 1-3 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的隔开。单列向心球轴承除承受径向荷载外，也可承受较小的轴向荷载。轴承用稀油或干油润滑。轴承温升不得超过周围环境温度 35°C 。

(4) 轴封装置。在泵轴穿出泵壳处，转动的泵轴和静止的泵壳之间必然存在间隙，为防止泵壳内高压水通过此间隙大量流出，或间隙处为真空时空气会从该处进入泵内，故必须设轴封装置。填料密封是最常用的一种轴封装置，它由底衬环、填料、水封环、水封管和填料压盖等零件组成，如图 1-4 所示。填料的压紧程度用压

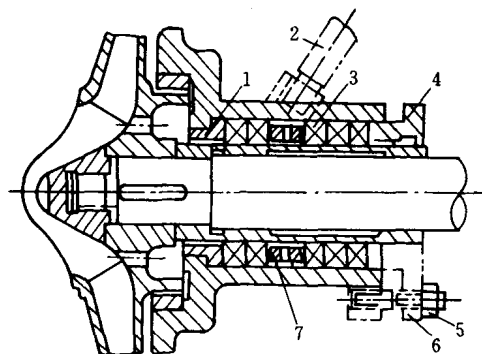
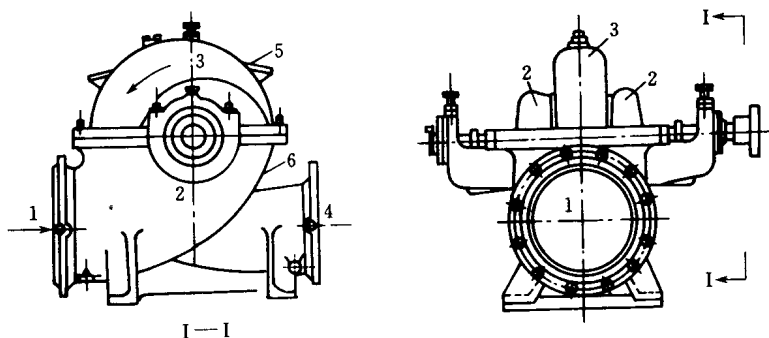


图 1-4 离心泵的填料密封

1—底衬环；2—水封管；3—填料；4—填料压盖；
5—螺母；6—双头螺栓；7—水封环

填料的种类较多，农用水泵常用油浸石棉填料，它是由石墨浸渍过的石棉线或铜丝石棉线编结而成，具有耐磨、耐热、柔软和良好的润滑特性。为保证填料密封有良好的工作状态，对已磨损或硬化的填料，应及时更换。填料密封的优点是结构简单，成本低，拆装方便；缺点是使用寿命短，密封性能差。所以，近年来出现了一些新的轴封装置。

单级单吸离心泵的特点是扬程较高,流量较小;泵的体积小,重量轻,结构简单,维修容易,使用方便。其型号目前主要有 IB、IS、B 和 BA 型四大系列。IB、IS 型是 B、BA 型的换代产品,按国际标准设计,性能指标和产品的三化(标准化、系列化、通用化)水平比老产品有较大提高。



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

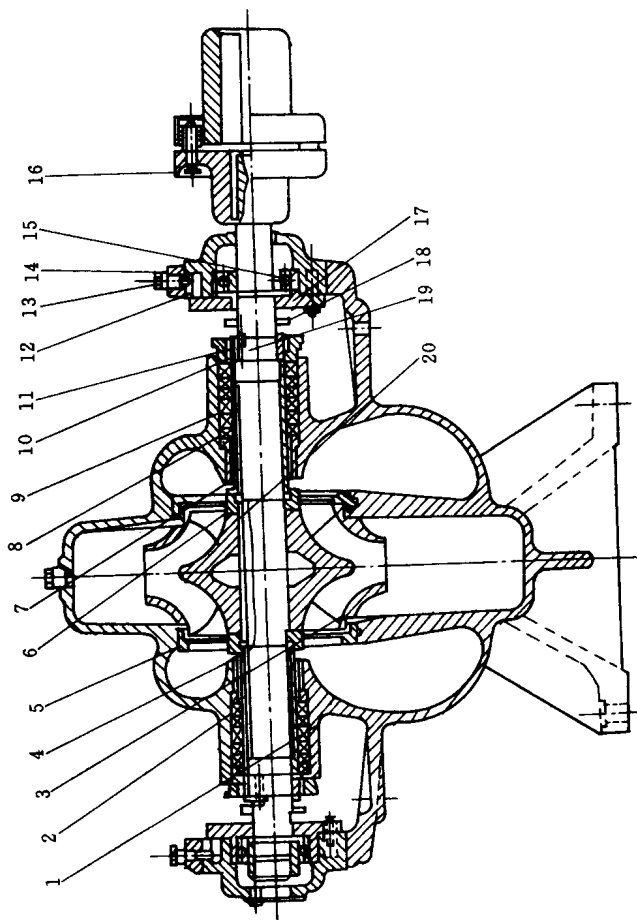


图 1-6 单级单吸离心泵结构图

- 1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—泵轴；5—减漏环；6—轴套；7—填料套；8—填料；9—水封环；10—压盖；11—轴套螺母；12—轴承体；13—固定螺栓；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—螺栓；20—键

2. 单级双吸离心泵

单级双吸离心泵的外形如图 1-5 所示，其结构如图 1-6 所示。单级双吸离心泵的主要零件与单级单吸离心泵基本相似，所不同的是：叶轮双侧吸水，好像两个相同的单吸叶轮背靠背地连接在一起，叶轮结构是对称的。叶轮用键、轴套和两侧的轴套螺母固定，叶轮的轴向位置可通过轴套螺母来调整。泵体与泵盖共同构成半螺旋形吸水室和蜗形压水室，由铸铁制成。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，沿半螺旋形吸水室从两侧进入叶轮。泵壳内壁与叶轮进口外缘配合处装有两支减漏环。泵轴穿出泵壳的两端各设有轴封装置，压力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内的轴承支承。双吸泵从进水口方向看，在轴的右端安装联轴器，根据需要也可在左端安装联轴器。

单级双吸离心泵的特点是扬程较高，流量较大，泵壳是水平中开的，检修时不需拆卸电动机及管路，只要揭开泵盖即可进行检查和维修。由于叶轮结构对称，叶轮的轴向力基本达到平衡，故运行比较平稳。单级双吸离心泵目前有 S、sh 型两个系列。S 型泵是 sh 型泵的换代产品，泵的性能指标和三化水平比 sh 型泵先进。单级双吸离心泵的体积较大，比较笨重，广泛用于山区、丘陵地区和平原地区较大面积的农田灌溉、排水和城镇供水。

3. 多级离心泵

图 1-7 为多级离心泵的结构图。它分成吸入段、中段和压出段，由穿杠紧固在一起。为了提高水泵的扬程，将若干个叶轮串联起来工作，每一个叶轮为一级。吸入段、中段和压出段均为铸铁制造，共同形成泵的工作室，各段的下方均设有放水用的螺孔。叶轮由铸铁制造，水由轴向单侧进入叶轮。水泵运行时，水流从第一级叶轮排出后，经导叶进入第二级叶轮，再从第二级叶轮排出后经导叶进入第三级叶轮，依此类推。叶轮的级数越多，水流得到的能量就越大，水泵的扬程就越高。泵轴穿出泵壳的两端各

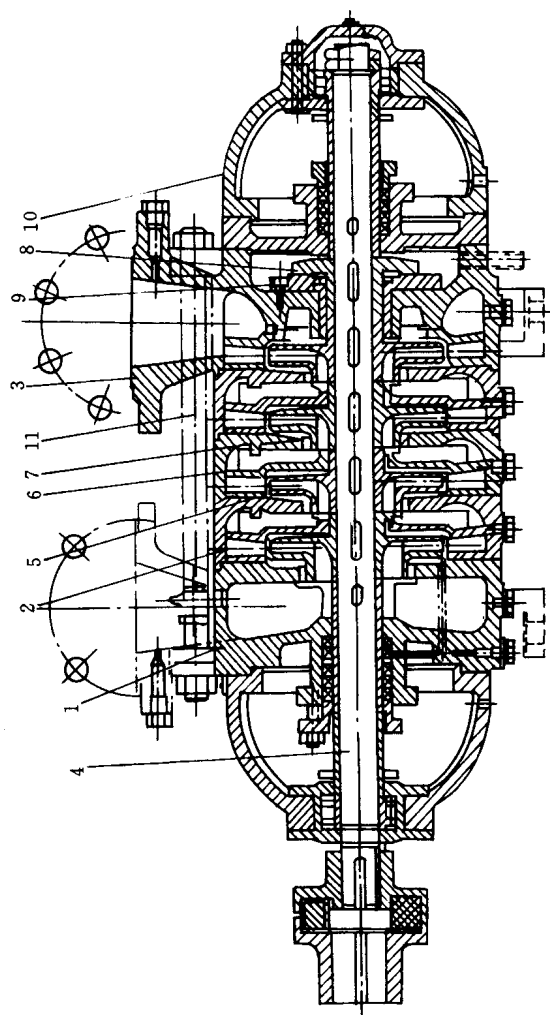


图 1-7 多级离心泵结构图
 1—吸入段；2—中段；3—压出段；4—轴；5—叶轮；6—导叶；7—减漏环；
 8—平衡盘；9—平衡圈；10—轴承部分；11—穿杠

设有填料密封装置，水流通过回水管进入填料室，起水封作用。由于泵内各叶轮是朝一个方向排列的，故轴向力很大，一般采用在末级叶轮后面装设平衡盘来加以平衡。平衡盘用键固定在泵轴上，随轴一起旋转。平衡盘与静止的平衡圈之间有一定的轴向间隙。平衡盘的背面是平衡室，用回流管与泵的吸入口连通。

多级离心泵的特点是扬程高，流量小。扬程可根据实际需要，通过选用不同的叶轮级数来满足要求。多级离心泵结构较复杂，使用维护不太方便。常用的多级离心泵主要有 D、DA 两个系列，D 型是 DA 型的换代产品。多级单吸离心泵适用于山区人畜用水和农田灌溉。

二、轴流泵

(一) 轴流泵的工作原理

图 1-8 为立式轴流泵结构图，它由叶轮、泵轴、喇叭管、导叶体和出水弯管等组成。立式轴流泵叶轮安装于进水池水面以下，当电动机通过泵轴带动叶轮旋转时，叶片对水产生推力（又称升力），使水得以提升，水流经导叶体后沿轴向流出，然后通过出水弯管、出水管输送至出水池。

轴流泵叶片与飞机机翼具有相似的剖面，一般称叶片剖面为翼型。由图 1-9 可知，翼型的前端圆钝，后端尖锐，上表面（叶片工作面）曲率小，下表面（叶片背面）曲率大。当叶轮在水中旋转

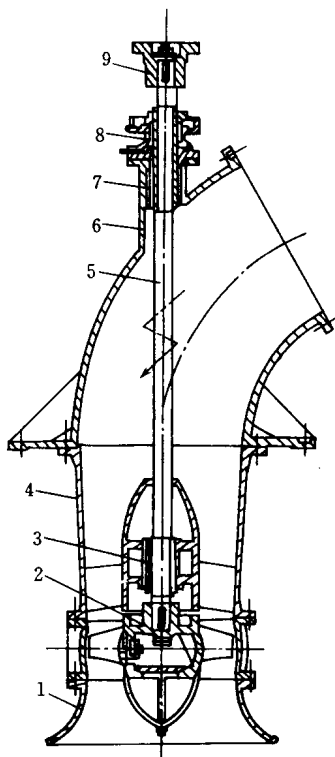


图 1-8 立式轴流泵结构图

1—进水喇叭；2—叶轮；3、7—橡胶轴承；4—导叶体；5—泵轴；6—出水弯管；8—轴封装置；9—联轴器