

中等专业学校教材

抽水机与抽水站

扬州水利学校主编

水利出版社

内 容 提 要

本书为水利类中等专业学校水利工程建筑和农田水利工程专业的通用教材，也可供水利技术人员参考。

全书共两篇，分为十一章。第一篇包括水泵的类型、构造和性能，水泵的工作点及调节，水泵与动力机的选型和配套等。第二篇包括抽水站的规划，抽水站的进出水建筑物及管道的设计，机房的布置和结构计算，水泵及管道的安装和运行维护，并简要介绍了块基型和移动型抽水站的布置和计算。

本书附有中小型抽水站不同结构类型的设计示例。

中等专业学校教材

抽 水 机 与 抽 水 站

扬州水利学校主编

(根据原水利电力出版社纸型重印)

水利出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

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 23印张 525千字 插页1张

1979年12月第一版

1982年10月新一版 1982年10月北京第一次印刷

印数00001—9140 册 定价2.05元

书号 15047·4196

前 言

本书是根据1978~1981年水利电力类中等专业学校教材编审规划组织编写的。

本书从专业教学要求出发，在加强基本理论的同时，注意了理论联系实际，并适当反映本门学科发展的新成就。为了供学生学习和设计时参考，在附录中选编了中小型抽水站的设计示例。

为了适应各地中等专业学校教学的需要，全书取材较多。各校在使用时，可根据本地区、本专业的特点和学生的实际情况，在内容上加以取舍。书中除例题外，凡用小体字排印的均为选学内容。

全书共两篇，第一篇抽水机，第二篇抽水站。由江苏、安徽、浙江、湖北、湖南、四川、陕西等省水利学校分工编写。参加编写的有：赵梦征、沙鲁生二

同志主编，倪明娟同志参加。本书由安徽水利电力学校、江苏省水利电力学校、江苏农学院等校协助，在此谨表示感谢。

由于我们的水平有限，书中难免有错误，恳请读者及读者对本书提出意见和建议，以便今后改进。

者

1979年6月

目 录

前 言

第一篇 抽 水 机

第一章 水泵的类型和构造	1
第一节 水泵及其分类	1
第二节 水泵的工作原理与构造	3
第三节 水泵的管路及其附件	21
第二章 水泵的性能	23
第一节 水泵的性能参数	24
第二节 水在叶轮内的运动	29
第三节 水泵的基本方程式	31
第四节 水泵的性能曲线	35
第五节 水泵的相似律	45
第六节 水泵的比转数	48
第七节 水泵的汽蚀及安装高程的确定	52
第三章 水泵的工作点及调节	60
第一节 水泵工作点的确定	60
第二节 水泵的串联与并联运行	67
第三节 水泵工作点的调节	74
第四章 水泵与动力机的选型和配套	84
第一节 水泵的选型	84
第二节 动力机的选型	90
第三节 传动方式的选择	97
第五章 其他排灌用泵	115
第一节 长轴井泵	115
第二节 潜水电泵	130
第三节 水轮泵	136
第四节 自吸离心泵	142
第五节 多级泵	146
第六节 圩工泵	150
第七节 射流泵	151

第二篇 抽 水 站

第六章 抽水站的规划	153
第一节 灌溉抽水站的规划	153

第二节 排水站和排灌站的规划	164
第七章 抽水站的进出水建筑物及管道设计	173
第一节 引水建筑物	173
第二节 前池和进水池	178
第三节 出水池和压力水箱	187
第四节 压力水管及镇墩	195
第八章 机房的布置	213
第一节 机房的结构形式	213
第二节 机房内部布置和尺寸的拟定	222
第三节 机房的整体稳定分析	229
第九章 机房的结构计算	234
第一节 房屋	234
第二节 墩墙型机房	242
第三节 排架型机房	250
第四节 干室型和分基型机房	254
第十章 其它形式的抽水站	257
第一节 块基型抽水站	257
第二节 移动型抽水站	278
第十一章 水泵及管道的安装和运行维护	293
第一节 水泵和管道的安装	293
第二节 水泵的运行和维护	300
第三节 抽水站的管理	304
附录一 离心泵站设计示例	307
附录二 轴流泵站墩墙型机房设计示例	319
附录三 轴流泵站排架型机房设计示例	335

第一篇 抽水机

第一章 水泵的类型和构造

第一节 水泵及其分类

泵是一种转换能量的机械，它把动力机的机械能传给所输送的液体，使液体的能量增加，把液体从低处抽送到高处。用于抽送水的泵，叫水泵，俗称抽水机。

水泵的用途很广，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、农业必不可少的机器设备之一。

泵的种类很多，用于农田排灌的水泵可分为叶片式泵、容积式泵和其他类型泵。

1. 叶片式泵

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

离心泵是利用叶轮旋转时产生的离心力来工作的。按叶轮数目来分有单级泵和多级泵，按叶轮进水方式来分有单吸泵和双吸泵，按是否能自动吸水来分有普通离心泵和自吸离心泵。

轴流泵是利用叶轮旋转时产生的推力来工作的。按主轴方向分有立式、卧式和斜式三种，按叶片调节的可能性分有固定式、半调节式和全调节式三种。

混流泵是利用叶轮旋转时产生的离心力和推力双重作用来工作的。按结构型式分有蜗壳式和导叶式两种。

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进行灌溉的泵。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。例如三联泵由三个柱塞联在一起工作，适用于解决高山上人畜生活用水及灌溉果木。又如拉杆泵靠连接在活塞上的拉杆工作，适用于高扬程、小流量的深井提水。回转泵是利用转子作回转运动来输送液体的。例如单螺杆泵是靠单根螺杆与泵体内的衬套相互啮合，当螺杆转动时，液体由吸入端推挤到出水端，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:

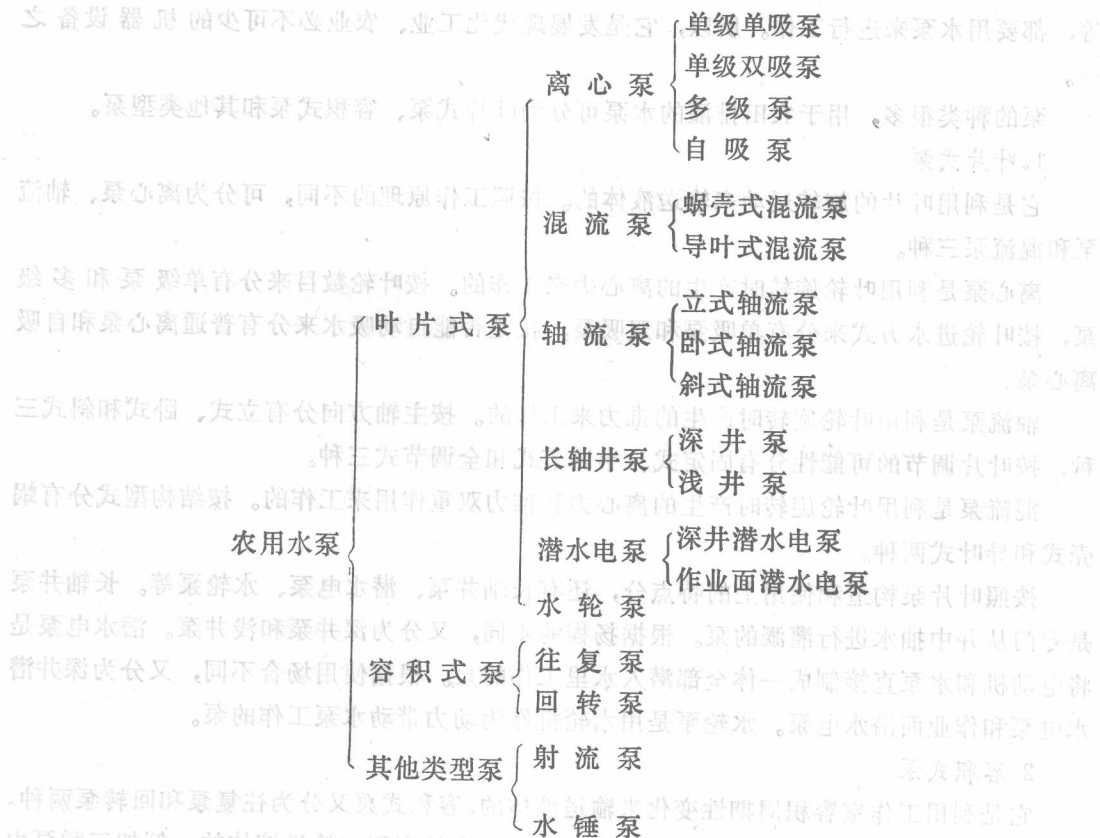
(1) 射流泵 它是利用高速工作流体(液体或气体)的能量来输送流体的,在灌排抽水站中主要用于深井提水、抽真空起动等。

(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。水锤泵的流量较小,扬程较高。适用于解决山区、半山区农业生产及生活用水。

(3) 内燃水泵 它是利用燃气为动力直接提水的机械。适用于山区、丘陵区的农业排灌。

(4) 空气扬水机 它是利用空气和水混合后比重减轻而扬水的一种提水设备。在打井工程中,常利用它作为洗井用。

常见的农用水泵的种类概括列表如下:



以上各种泵,以叶片式泵应用最广。所以本课程将着重介绍有关叶片泵的构造、工作原理、性能及运用等方面的内容。

第二节 水泵的工作原理与构造

一、离心泵

(一) 离心泵的工作原理

离心泵是利用离心力原理进行工作的。在起动前必须把泵和进水管灌满水，或用真空泵抽气。图 1-1 为离心泵抽水示意图。当叶轮 1 在泵壳 3 内高速旋转时，水在离心力的作用下甩向叶轮外缘，并汇集到泵壳内。由于泵壳的断面逐步增大，水流速度减慢，压力增加，于是高压水沿着出水管 5 被压送到高处。水被甩出后，在叶轮进口处形成一定的真空值（即小于一个大气压力的数值），而水源水面为一个大气压力，所以水源的水就通过进水管 4 吸进了叶轮。叶轮不停地旋转，水就不断地被甩出，又不断地被补充，这样连续不断地把水压出去又吸上来，这就是离心泵的工作原理。

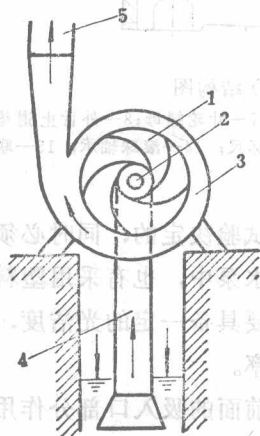


图 1-1 离心泵抽水示意图

1—叶轮；2—泵轴；3—泵壳；4—进水管；5—出水管

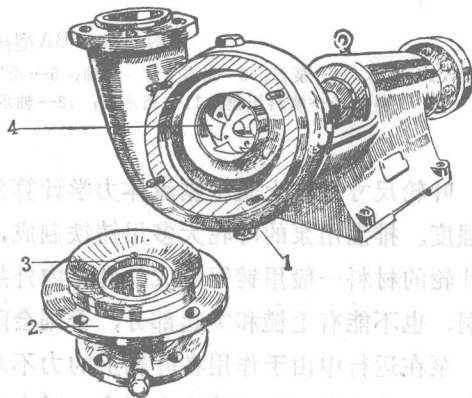


图 1-2 BA型离心泵

1—泵体；2—泵盖；3—密封环；4—叶轮

(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和单级双吸离心泵的构造。

1. 单级单吸悬臂式离心泵

单级单吸悬臂式离心泵以 BA 型泵、B 型泵应用最广。这种水泵常为卧式，如图 1-2 所示。它的结构如图 1-3 所示。其主要零件有叶轮、泵壳、泵轴、轴承、密封环、填料函等。分述于下。

(1) 叶轮 叶轮 3 是泵的主要零件，它的作用是将动力机的机械能传递给液体，使液体能量增加。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。

BA 型水泵叶轮一般由前盖板、后盖板、叶片和轮毂组成，如图 1-4 所示。这种叶轮叫封闭式叶轮。它具有完全密闭的流道，叶片夹于两盖板之间，呈圆柱形或扭曲形，一般有 5~9 片。BA 型叶轮仅一个，液体从叶轮的一面进入，所以该型泵又叫单级单吸离心泵。

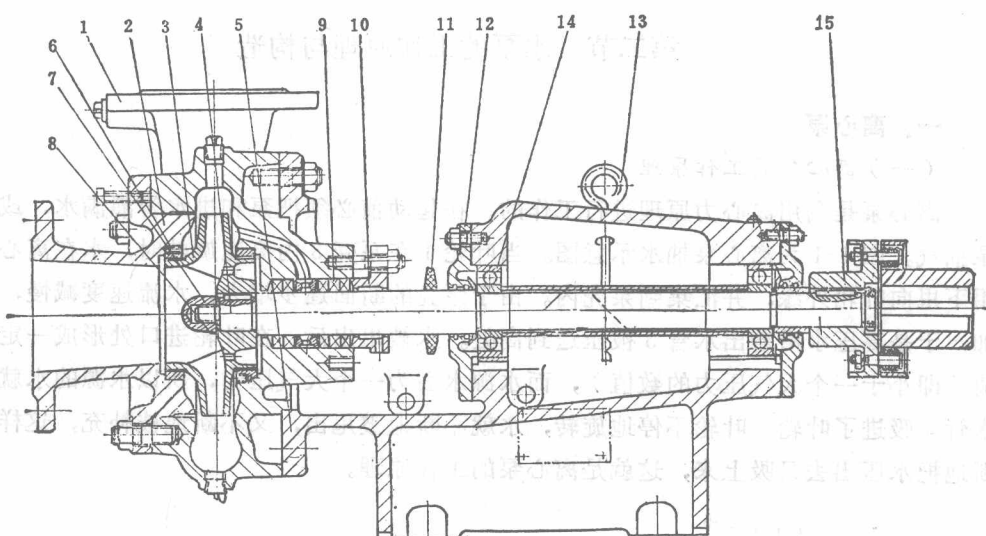


图 1-3 BA型离心泵（乙式）结构图

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

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，在低扬程水泵中，也有采用塑料制的。大型水泵叶轮的材料一般用铸钢制成。叶轮内外加工表面都要具备一定的光洁度，不能有砂眼、孔洞，也不能有毛糙和突起部分，否则会降低水泵效率。

泵在运行中由于作用在叶轮上的力不对称，叶轮前面的吸入口部分作用着吸入压力，压力低；叶轮后面作用着排出压力，压力高。其压力分布如图 1-5 所示。因而产生了指向吸入侧的轴向力。此力将加速轴承磨损，并使叶轮与泵壳摩擦。为了减轻或平衡轴向力，在叶轮后盖板靠近轴孔处的四周钻有若干个平衡孔，使叶轮后面的部分压力水经此孔流向吸入侧，对轴向力起平衡作用，如图 1-6 所示。但是开了平衡孔后，因有回流损失，降低了泵的效率。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。

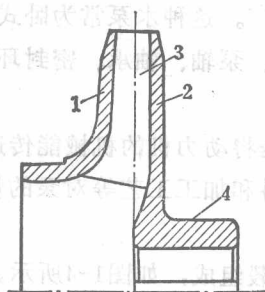


图 1-4 封闭式叶轮

1—前盖板；2—后盖板；3—叶片；4—轮毂

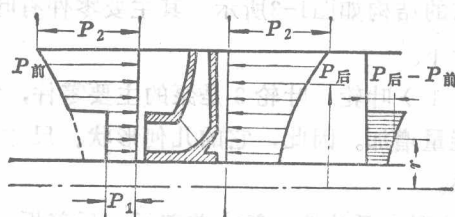


图 1-5 叶轮两面的压力分布图

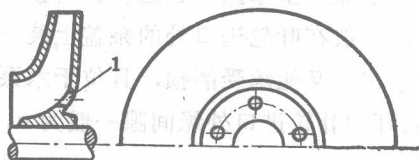


图 1-6 平衡孔示意图

1—平衡孔

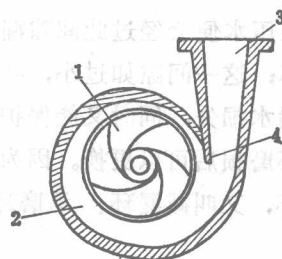


图 1-7 蜗壳示意图

1—叶轮；2—蜗道；3—出水口；4—隔舌

(2) 泵壳 泵壳由泵盖 2 和泵体 1 组成。泵盖 2 为泵的吸入口，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。泵盖一般用铸铁制成。它和泵体 1 的接合面间有纸垫，以防漏水。进口法兰上制有安装真空表的螺孔，泵盖在与泵体接合面法兰上制有两个拆卸用螺孔，并配有两个拆卸用螺钉。当需要卸下泵盖时，把两个拆卸螺钉同时拧入，就可把泵盖往外顶出而拆下来。

泵体 1 用来汇集由叶轮甩出的水并将其平顺地引向泵的出水口。泵体的外形象蜗牛壳，故又称蜗壳，如图 1-7 所示。蜗道断面沿着流出方向不断增大，它除了汇流作用外，还可使其中的水流速度基本不变，以减小由于流速变化而产生的能量损失。从隔舌到泵的出水口，是一段扩散的锥形管。水流随着断面的增大，速度逐渐减小，压力逐渐增加，水的部分动能转化为压力能。泵体为铸铁制成，用连接螺钉固定在托架 5 上。在泵体出水口法兰上，制有安装压力表的螺孔。在泵体上部装有供起动时排除内部空气的旋塞，或者装设灌水漏斗。泵体下部装有放水用的螺孔，当泵停止使用时，泵内的水由此放出，以防锈蚀和冬季冻裂。

(3) 泵轴 泵轴 4 是将动力机的机械能传给叶轮的重要零件。要求有足够的强度和刚度，用不低于 35 号的优质碳素钢制成。为了防止泵轴的磨损和腐蚀，在泵轴与水接触部分和承磨部分装有轴套。轴套磨损、锈蚀后可以更换，以延长泵轴的使用寿命。泵轴一端用键、叶轮螺母和外舌止退垫圈固定叶轮，另一端装联轴器。

(4) 轴承 轴承用以支承转动部分的重量和承受水的轴向推力，并减小轴转动时的摩擦力。根据轴承结构的不同，可分为滚珠轴承（又称弹子盘）和滑动轴承（又称轴瓦）两种。BA 型泵采用滚珠轴承。

BA 型离心泵轴的支承方式有甲式和乙式两种。乙式泵的泵轴支承在轴承室两端的滚珠轴承上，用稀油润滑，如图 1-3 所示。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，两端用轴承端盖 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。油室配有油标尺，用来检查油室内油位。油室侧面下方制有放油用的螺孔。挡水圈由橡胶制成，用来防止水渗入托架轴承室内。甲式泵泵轴的一个支承是滚珠轴承，用黄油润滑，另一个支承是泵壳内的填料套，用水润滑和冷却。

由于泵轴的一端用轴承支承，另一端悬臂端装有叶轮，所以该型泵又叫悬臂式离心泵。

(5) 密封环 在叶轮进口外缘与泵盖内缘之间有一定的间隙, 这一间隙如过大, 则泵壳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, 一般在叶轮进口处的泵盖上装一铸铁圆环 6, 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, 故叫密封环, 又叫减漏环、承磨环或口环。密封环和叶轮进口外缘间隙一般为 $0.1 \sim 0.5$ 毫米。

口径较大的和扬程较高的 BA 型泵, 还在泵体上安装密封环, 如图 1-3 所示。该环与叶轮后盖板形成环状的小间隙, 起减压作用, 并与叶轮后盖板上平衡孔相配合, 可以平衡大部分轴向力。

(6) 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, 必须设置密封装置。一般用填料密封, 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 1-8 所示。填料又叫盘根, 常用的有石墨浸透的石棉填料以及石墨或黄油浸透的棉织填料等, 外表涂黑铅粉, 断面一般为方形。它的作用是填充间隙进行密封, 通常用 4~6 圈。每圈的接头斜切成 30° 角。装填料时, 填料接头必须错开, 通常交错 120° 。填料的中部装有水封环, 一般用铸铁制成, 它是一个中间凹下外周凸起的圆环, 环上开有若干个小孔, 该环对准水封管。当水泵运转时, 泵内的压力水通过水封管进入水封环渗入填料进行水封, 同时还起着冷却、润滑泵轴的作用。底衬环和压盖通常用铸铁制作, 套在轴上填料的两端, 起阻挡和压紧填料用。填料压紧的程度, 用压盖上螺丝来调节。如压得过紧, 虽然能减少泄漏, 但填料与轴套摩擦损失增加, 降低填料和轴套的寿命, 严重时造成发热、冒烟, 甚至将填料与轴套烧毁; 压得过松, 则会大量漏水, 降低效率, 甚至在泵的低压区有透入空气的危险。一般比较合适的压紧程度是使水能一滴一滴连续漏出为宜。

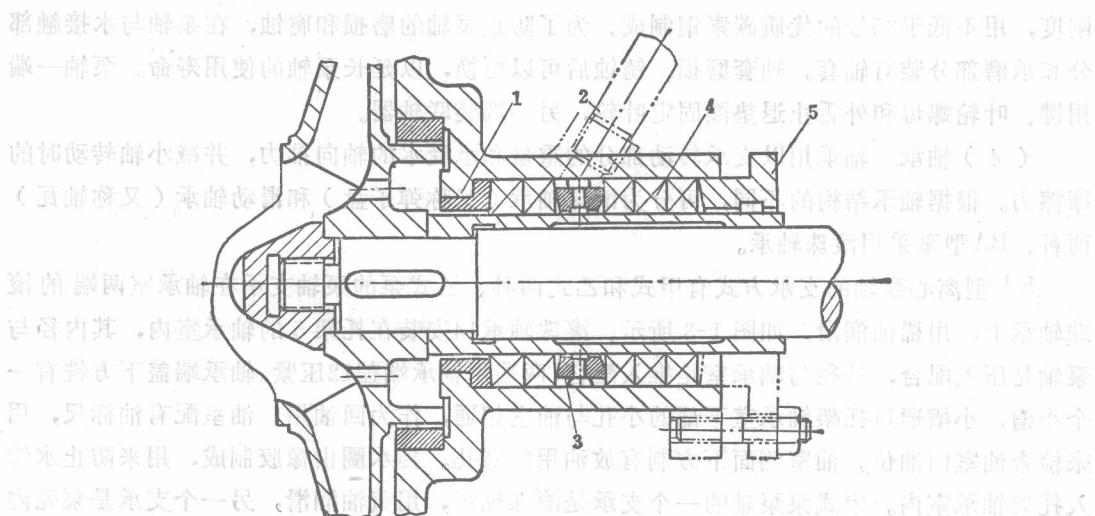


图 1-8 填料函构造图

1—底衬环; 2—水封管; 3—水封环; 4—填料; 5—填料压盖

除填料密封外，还有机械密封、有骨架的橡胶密封等形式。机械密封又称端面密封，如图 1-9 所示。它由七个零件组成，静环 6 和静环座 7 被压在密封座 8 内，动环组合件 1、2、3、4、5 装在泵轴上。弹簧的一端嵌在弹簧座上，另一端嵌在叶轮轮毂上，弹簧使动环和静环的接触面上产生压力，同时又带动动环回转。泵运行时动环与静环紧密贴合，在密封面上形成一层极薄的液膜，起密封、润滑和冷却作用。这种密封结构的优点是密封性能好，寿命长，消耗功率少，结构尺寸小。缺点是结构较为复杂，需要一定的加工精度和安装技术，成本较高。用于密封有较高要求的泵上。

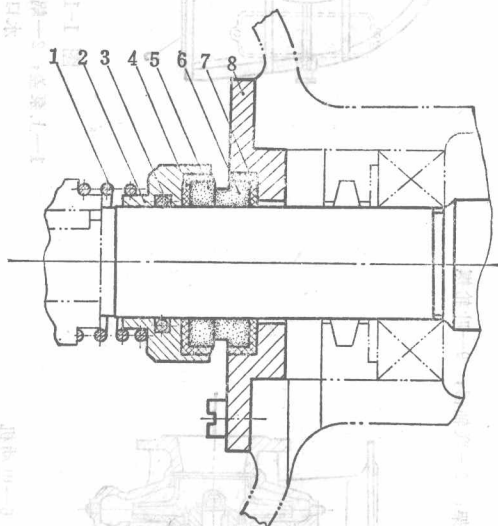


图 1-9 机械密封构造图

1—弹簧；2—弹簧座；3—O 形胶圈；4—动环座；
5—动环；6—静环；7—静环座；8—密封座

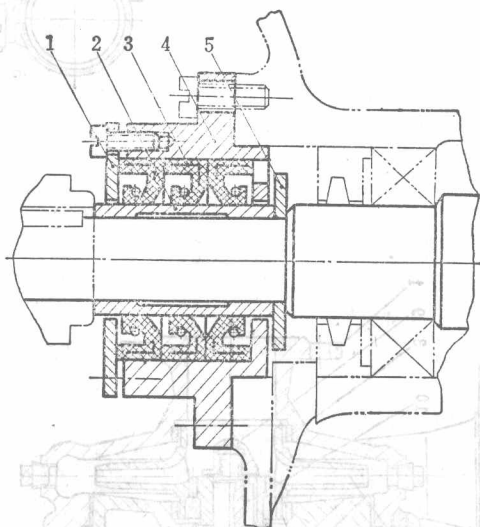


图 1-10 有骨架的橡胶密封构造图

1—压盖；2—轴套；3—有骨架的橡胶密封；
4—密封座；5—挡水圈

有骨架的橡胶密封如图 1-10 所示。它由密封座、有骨架的橡胶密封、轴套、压盖等组成。它是利用橡胶的弹力和弹簧压力将密封紧压在轴上，一般装 2~3 个。这种密封结构的优点是结构简单，体积小，密封性能好。缺点是寿命短，维修成本高。用于小型离心泵。

我国有关部门对 BA 泵的结构进行了革新，制定了 B 型泵系列产品。图 1-11 是 B 型泵的结构图。它的性能与 BA 型泵基本一样，只是用轻巧的轴承体代替了原 BA 型泵笨重的托架，缩短了泵体的轴向尺寸和各零件的尺寸，使泵体的构造简单而紧凑，重量减轻很多。对于较小的泵，还制成了 BZ 型直联式离心泵，如图 1-12 所示。叶轮直接装在加长了的电机轴上，省去了 B 型泵原来的泵轴、轴承、托架、联轴器等零件，因而结构简单、重量轻。BZ 型泵的泵盖和泵体铸成一体，叶轮从泵后面装入泵体，泵体与电动机法兰之间用直联架连接。

BA 型、B 型离心泵的特点是体积小，重量轻，移动方便；结构简单可靠，维护检修容易；泵的出水口方向可根据安装使用要求作 90°、180°及 270°的旋转；泵的出水量小，扬程高。其口径为 1/2~8 英寸，流量自 4.5~360 米³/时，扬程自 8~98 米。国外这类泵的最大流量有高达 2400 米³/时。在井灌地区，一井一泵，流量不大，广泛使用；也适宜在丘

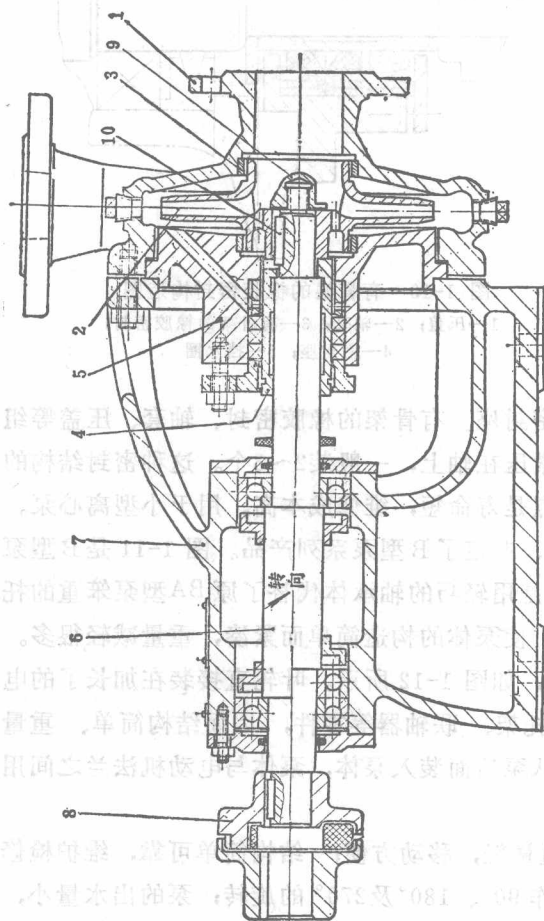


图 1-11 B 型离心泵结构图

1—泵体; 2—叶轮; 3—密封环; 4—轴套; 5—后盖; 6—泵架; 7—托架; 8—联轴器; 9—叶轮螺母; 10—键

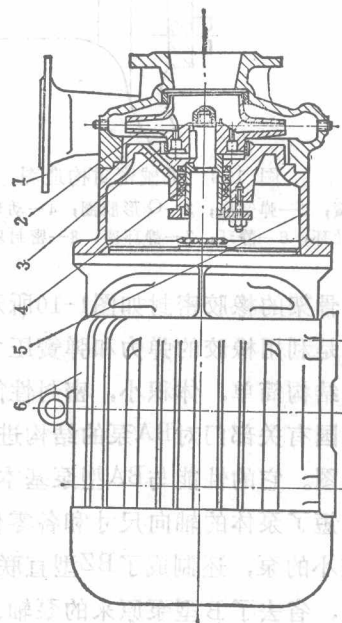


图 1-12 BZ 型离心泵结构图

1—泵体; 2—叶轮; 3—密封环; 4—轴套; 5—直联架; 6—电动机

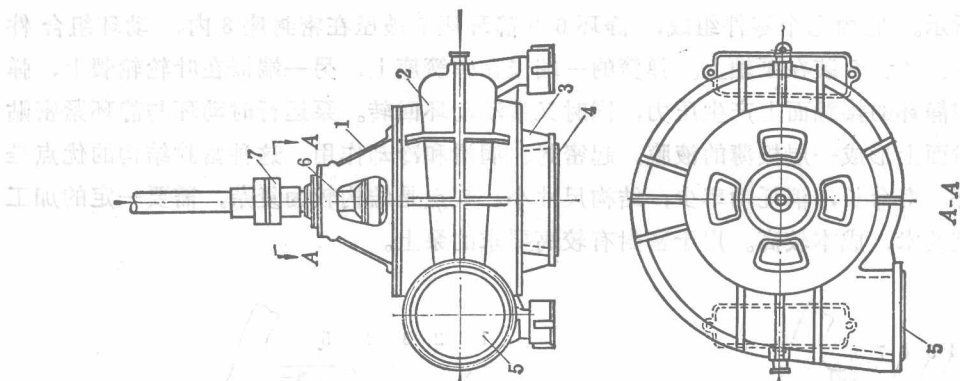


图 1-13 沉江型立式泵外形图

1—上泵盖; 2—泵壳; 3—下泵盖; 4—吸水口; 5—出水口; 6—泵轴; 7—联轴器

陵山区零星的小块田地上作移动灌溉用，或作为喷灌的工作泵。

除卧式泵外，还有沅江型大型立式、单级、单吸离心水泵，如图1-13所示。该泵轴为立式安装，吸水口向下，位于泵轴下端，出水口成水平方向。泵壳分上泵盖、蜗壳和下泵盖三部分，泵的支座与蜗壳铸为一体。水泵轴通过刚性联轴器与电机直联传动，动力机在泵房上层，水泵在泵房下层。采用立式机组能大量减少厂房建筑面积，降低造价。但由于立式机组安装精度要求高，水泵在下层维修也不太方便，故只用于大型机组。目前最大的沅江型泵其口径为48英寸，扬程为54.5米，流量为4.17米³/秒，配套功率为2500千瓦。

2. 单级双吸离心泵

单级双吸离心泵以Sh型泵应用最广，如图1-14所示。它的结构如图1-15所示。其主要零件与BA型泵基本相似，有泵体、泵盖、叶轮、泵轴、密封环、轴承及填料函等组成。

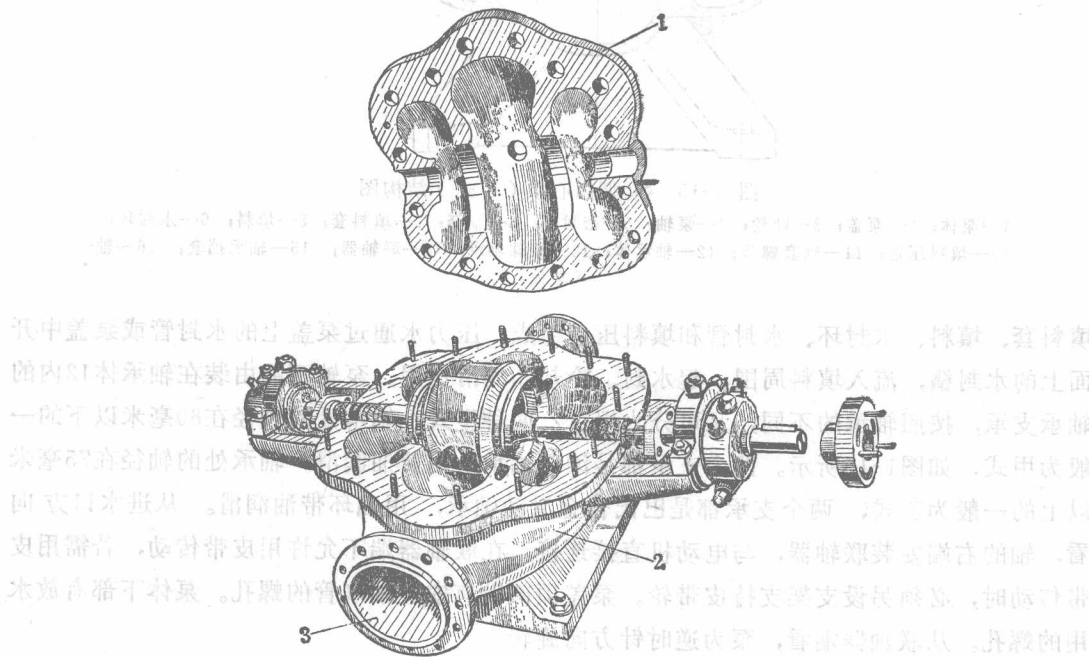


图 1-14 Sh 型离心泵

1—泵盖；2—泵体；3—吸入口

泵体1与泵盖2(图1-15)为铸铁制成，泵盖与泵体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，吸入口大，出水口小。水从吸入口流入后，沿着半螺旋形吸水室从两面流入叶轮，所以Sh型泵叫双吸泵。因为泵盖与泵体的连接缝是水平中开的，所以又叫水平中开式泵。叶轮3用铸铁制成，叶轮的形状是对称的，好象是把两个相同的BA型泵叶轮背靠背地连结在一起，在两壁间有扭曲的叶片，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，由

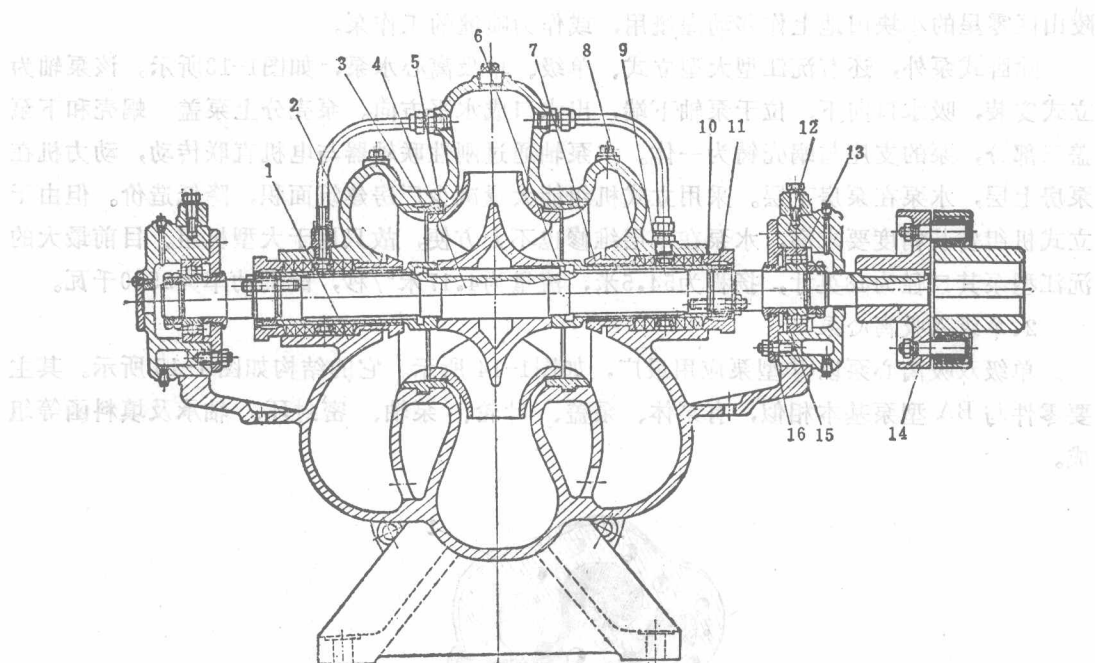


图 1-15 Sh 型离心泵（甲式）结构图

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

填料套、填料、水封环、水封管和填料压盖组成。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12内的轴承支承，按照轴承的不同，又可分为甲、乙两种型式。轴承处的轴径在60毫米以下的一般为甲式，如图1-15所示。两个支承都是滚珠轴承，用黄油润滑。轴承处的轴径在75毫米以上的一般为乙式，两个支承都是巴氏合金滑动轴承，用油环带油润滑。从进水口方向看，轴的右端安装联轴器，与电动机直接连接。在联轴器端不允许用皮带传动，若需用皮带传动时，必须另设支架支持皮带轮。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。从联轴器端看，泵为逆时针方向旋转。

卧式单级双吸离心泵除 Sh 型泵外，还有 SA 型、湘江型和革新产品 S 型泵，其基本结构大体相同。该泵的特点是流量大，目前国外这类泵的最大流量有高达 54500 米³/时的，泵壳是水平中开的，检修水泵时，只要揭开泵盖就可以检查泵内全部零件，无需拆卸进、出水管路和移动电机，所以安装、维修都较方便；由于叶轮对称布置，基本上没有轴向力，故运转比较平稳。但这种泵比较笨重，机组占地面积较大，固定使用比较适宜。我国常用的单级双吸泵，其口径为 6~64 英寸，扬程自 9~140 米，流量自 126~25000 米³/时。广泛使用在丘陵山区较大面积的农田灌溉。

二、轴流泵

（一）轴流泵的工作原理

轴流泵的工作原理与离心泵不同。离心泵靠叶轮旋转时所产生的离心力工作，而轴流

泵则靠叶轮旋转时所产生的升力工作。图1-16为轴流泵抽水示意图。

利用升力的例子很多，如飞机飞行靠机翼上产生的升力，支持它在空中飞行。机翼由流线形翼剖面所构成，如图1-17所示。翼剖面的前端圆钝、后端尖锐，上边较弯、下边较平。当飞机靠着发动机产生的推力在空气中以速度 v 向前运动时，因机翼剖面上边凸起，气流在这部位高速通过，流速大于前方速度 v ，于是流体的动压增高，相应的静压就低于机翼剖面前方气流的大气压；机翼剖面下边平直，气流能较平滑地流过，因而流速接近 v ，静压与前方大气压基本上相等。这样，机翼剖面上下静压不一致就产生了压强差。再加上空气与机翼的摩擦力，就形成了总空气动力 R 。 R 的方向向后向上，可分成两个分力。一个与流速 v 垂直，起支托飞机重量的作用，就是升力 L ；另一个与流速平行，起阻止飞机前进的作用，就是阻力 D 。阻力由螺旋桨上的推力或喷出气体的反冲力克服。

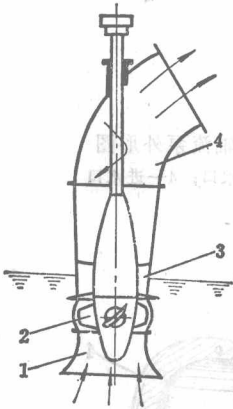


图 1-16 立式轴流泵抽水示意图

1—进水喇叭；2—叶轮；3—导叶体；4—出水弯管

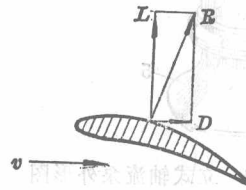


图 1-17 飞机机翼受力情况

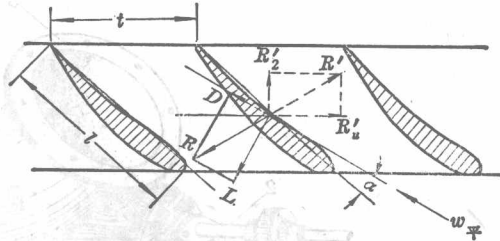


图 1-18 轴流泵叶片受力情况

轴流泵叶片的剖面 and 飞机机翼剖面形状相似，叶片在水中运动的受力情况和机翼在空气中运动的受力情况也基本相同。当轴流泵在工作时，叶轮在水中旋转，水流以速度 $w_{\text{平}}$ 与翼剖面成 α 角流过，便产生由上向下的合力 R 。 R 在 $w_{\text{平}}$ 方向分力 D 为阻力，垂直于 $w_{\text{平}}$ 的分力 L 则为升力，如图1-18所示。由于作用力等于反作用力，叶片相对于水流也会有一个反作用力 R' ，它们的大小相等而方向相反。合力 R' 可分成沿轴向的分力 R'_2 和垂直于轴向的分力 R'_u 。前者使水沿泵轴上升，后者使水在叶轮中绕轴旋转。为了消除水流的旋转运动，使旋转能转变为压力能，在叶轮后有导叶，把流向导成轴向，使水流平顺地通过出水弯管，流入出水池，如图1-16所示。

（二）轴流泵的构造

轴流泵按照泵轴的安装方式分有立式、卧式和斜式三种。其外形如图1-19、1-20、1-21所示，内部结构基本相同。目前使用较多的是立式轴流泵。

图1-22为立式轴流泵的结构图。其主要零件有：进水喇叭、叶轮、导叶体、出水弯管、泵轴、橡胶轴承、填料函等。分述于下。

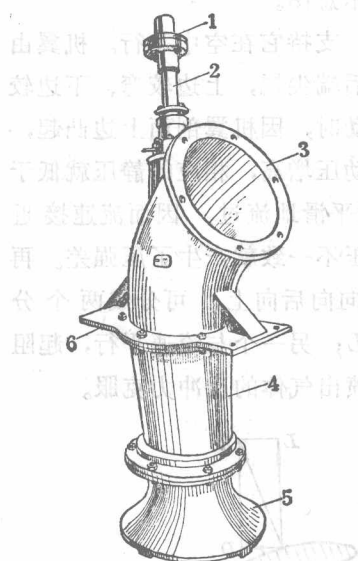


图 1-19 立式轴流泵外形图

1—联轴器；2—泵轴；3—出水弯管；4—导叶体；5—进水喇叭；6—水泵支座

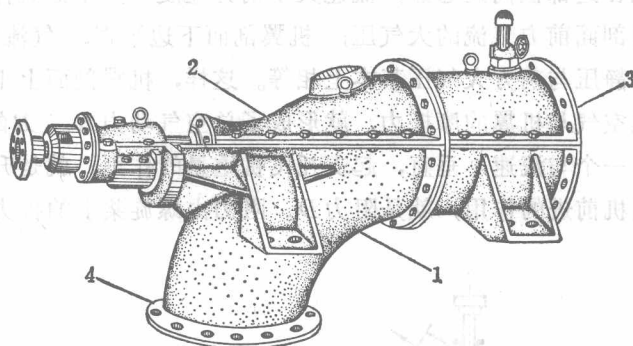


图 1-20 卧式轴流泵外形图

1—泵体；2—泵盖；3—出水口；4—进水口

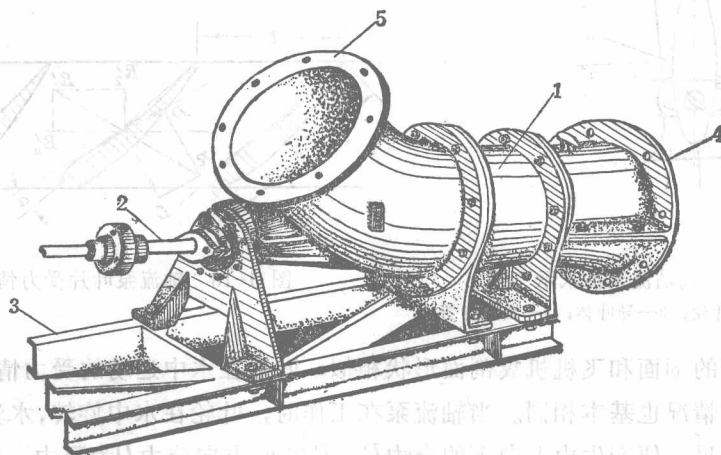


图 1-21 斜式轴流泵外形图

1—泵体；2—泵轴；3—泵架；4—进水口；5—出水口

1. 进水喇叭

为了使水以最小的损失均匀地引向叶轮，在中小型轴流泵的叶轮进口前装有进水喇叭，喇叭口直径约为叶轮直径的1.5倍左右。进水喇叭用铸铁制造。

进水道的形状和尺寸对轴流泵的工作性能有重大影响，在大型轴流泵中常用钢筋混凝土肘形弯管（见第十章第一节）。

2. 叶轮

轴流泵的叶轮是由叶片、轮毂、导水锥等几部分所组成，一般用铸铁制造。

轴流泵的叶片有2~6片，大多为4片，叶片呈扭曲形，其断面为流线型，如图1-23