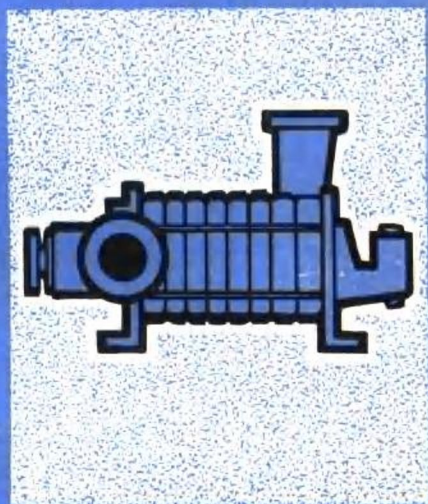


矿山机电工操作丛书

离心式水泵司机

潘金生 编



煤炭工业出版社

442

矿山机电工操作丛书

离心式水泵司机

潘金生 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书是《矿山机电工操作丛书》之一，简要介绍了离心式水泵的构造、原理及性能等有关基础知识，重点叙述了水泵的使用、维护及故障处理。对司机必须知道的安装知识及有关规章制度亦作了扼要介绍。

为了节约电能，本书对司机应该掌握的矿井排水设备经济运行的测定方法，简单进行了介绍。

本书主要供给水泵司机培训自学之用，也可供现场从事离心式水泵操作、维修的技术管理人员学习参考。

矿 山 机 电 工 操 作 丛 书

离 心 式 水 泵 司 机

潘 金 生 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张5

字数107千字 印数1—16,100

1982年1月第1版 1982年1月第1次印刷

书号15035·2456 定价0.55元

前 言

保证机电设备安全经济运行，不仅直接关系到煤矿安全均衡生产，同时对节约能源亦有重要意义。为了不断提高矿山机电工人的技术操作水平，更好地发挥机电设备的效能，避免事故的发生，这就对设备管理和操作人员提出了较高的要求，并且需要有计划地进行培训。为此，我们组织编写了这套《矿山机电工操作丛书》。

这套丛书参考了各工种应知应会的技术要求，是在总结现场实际操作经验的基础上编写的。它着重叙述了机电设备的操作、维修及故障处理方法；简要介绍了其结构和工作原理。对有关安全、检修质量方面的规定以及应遵守的各项制度和流体机械的测定方法等也作了相应的介绍。在编写过程中尽量做到理论联系实际，文字通俗易懂，是一本机电工必备的读本。

这套丛书是由开滦、阜新、抚顺、鹤岗、淮南、大同、枣庄、新汶等矿务局、上海煤矿机械研究所和大同煤矿学校等单位的同志参加编写的。许多单位还提供了很多宝贵意见和资料，谨此表示衷心感谢。

《矿山机电工操作丛书》编写组

目 录

第一章 矿井排水设备的用途、分类及构造	1
第一节 矿井排水	1
第二节 矿用水泵的分类及构造	6
第三节 附属设备	44
第二章 离心式水泵的工作原理及性能	62
第一节 离心式水泵的工作原理	62
第二节 离心式水泵的性能	72
第三节 轴向力及其平衡	82
第三章 离心式水泵的操作与维护	86
第一节 水泵的安装	86
第二节 离心式水泵的串、并联运行	92
第三节 矿井离心式水泵的操作	95
第四节 水泵的故障处理	97
第四章 离心式水泵的经济运行	111
第一节 开展排水设备的技术测定	111
第二节 合理选用和使用水泵	122
第三节 降低排水管路阻力	127
第四节 降低吸水管阻力	133
第五章 有关规程制度和注意事项	138
第一节 维护检修制度	138
第二节 离心式水泵的检修质量标准	141
第三节 水泵司机的岗位责任制度	147
第四节 《煤矿安全规程》有关规定	149
第五节 水泵房应具备的必需品	152

第一章 矿井排水设备的用途、分类及构造

第一节 矿井排水

一、矿井涌水

矿井开采是地下作业，为了安全生产，必须排除井下大量的涌水。矿井涌水主要来自大气降水、地表水、含水层水、断层水和老空水等。

大气降水包括雨水和融雪，降水量大的地区，降水量大的季节，涌入矿井的水量较大，降水量小的地区，降水量小的季节，涌入矿井的水量较小。在煤层上部有透水层、溶洞发育、小窑裂隙或陷坑较多的矿井，降水量的影响尤为明显。

地表水是指地面上的江、河、湖、海、洼地积水及水库等，由于地表水水源水量很大，在这些地区下面附近开采的矿井，一旦与地表水沟通，威胁很大。

地下有各种岩层和土层，其中如砂土、砂砾和卵石等，因有大量空隙，水可在其中积存和渗透，称为含水层。石灰岩层很细密，但易被水浸蚀成溶洞，连起来的溶洞，构成地下暗河，这种岩层也叫含水层，矿井在开采过程中，含水层受到破坏时，涌水量会突然增大。

断层附近的岩石比较破碎，易于积水，称为断层水。

废弃的井巷和采空区的积水，称为老空积水。一般都在煤层上部，静水压力大，而且常含有有害气体，容易造成事故。

矿井涌水量的大小，通常以每小时或每分钟涌入矿井多少米³来计算，由于涌水量受水文地质、地质特征、气候条

件、地面地下积水以及开采方法的影响，因此各矿涌水量极不一致，即使同一矿井，不同季节也不一样，在雨季和融雪期出现高峰，这时的涌水量叫最大涌水量；正常时期的涌水量称为正常涌水量。

除了这些自然涌水外，在水砂充填法、水力采煤法开采的矿井中，还涌入矿井一些废水。

矿井涌水在穿过岩层并沿坑道流动过程中，溶受各种物质，因此矿井涌水的重度比一般清水大，水温 15°C 时约为 $1015\sim 1025$ 公斤/米³。矿井涌水含有的物质很多，其中有悬浮状态的颗粒，容易磨损水泵零件，水砂充填废水所含悬浮状态的颗粒更多，而且重度也大，对水泵零件的磨损更为严重。水中还含有游离酸，游离酸含量表明水的酸性程度，酸性愈大，对水泵的腐蚀作用就愈大，一般依水中 pH 值划分（表1-1）。

表 1-1

矿井涌水	pH 值				
	0~3	4~6	7	8~10	11~14
酸性	强酸性	弱酸性	中性	弱碱性	强碱性
物理性质	混浊浓茶色	混浊黄色	微混	清洁透明	味涩

当水的 $\text{pH} < 3$ 时，对金属腐蚀严重；在排这种水时，必须采取一定措施，防止对排水设备的腐蚀。

二、矿井排水方式

为了排除井下涌水，以保证井下安全作业，目前主要依靠以水泵为主的排水设备。

依矿井排水设备所担负的任务不同，一般可分为移动式

排水及固定式排水。

1. 移动式排水

立井及斜井掘进工作面的排水，恢复淹没矿井的排水，水泵随着工作面的移动或水位的变化而作相应的移动，所以叫移动式排水，移动式排水大都只是为矿井的局部服务。

图1-1所示，为立井井筒掘进工作面利用吊泵排水的工作情形。吊泵、排水管和电缆都用专用钢丝绳悬吊着，钢丝绳一端固定在井架天轮平台上，另一端经过悬吊吊泵的滑轮及井架上的天轮，然后缠绕在凿井绞车的滚筒上，并用专门卡子将水管和在井筒中的电缆固定在钢丝绳上，电缆的一端则缠在电缆专用绞车上，在露出井外的排水管端接着软胶管，使水排入水沟内。随着井筒掘进工作面的推进，可以开动绞车使吊泵作相应的移动，当工作面放炮时，也可利用绞车把吊泵暂时提起。

斜井下山掘进工作面的排水，也属于移动式排水。水泵安放在离工作面很近的地方，吸水管一般用软胶管加上底阀直接插入工作面临时水窝内，抽上的水通过排水管送到上一

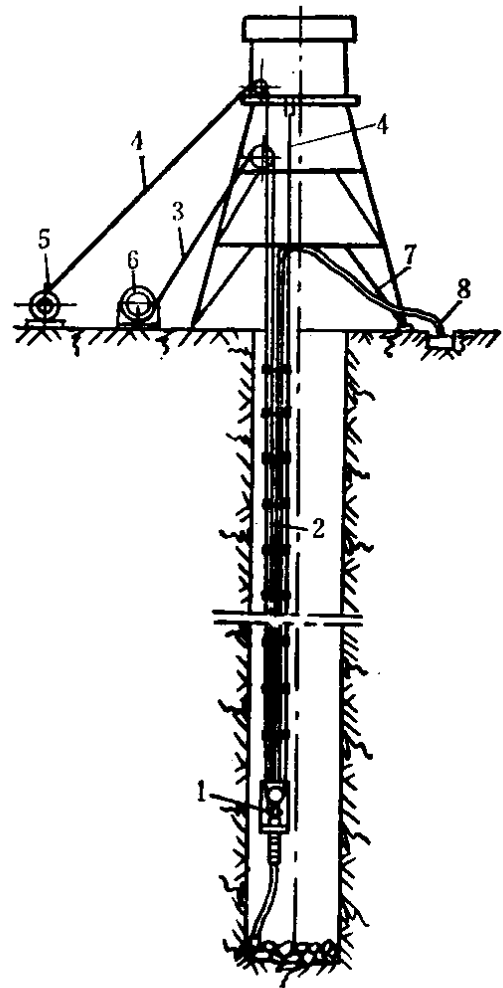


图 1-1 立井井筒掘进工作面的排水

1—吊泵；2—排水管；3—电缆；
4—钢丝绳；5—凿井绞车；6—
电缆车；7—软胶管；8—水沟

段排水水平的水沟，再流入水仓。一般排水高度较低，设备也较小。

恢复淹没矿井的局部巷道或整个矿井，排水设备随水位的变化而移动。在恢复被淹没的立井井筒时，通常用悬挂在井筒中的吊泵、潜水泵进行排水，也可用装在罐笼内的卧式离心泵来排水。恢复被淹没的斜井井筒时，可以用多级离心水泵排水，此时水泵安装在专用的车架上，可沿轨道随着水位变化而移动。

2. 固定式排水

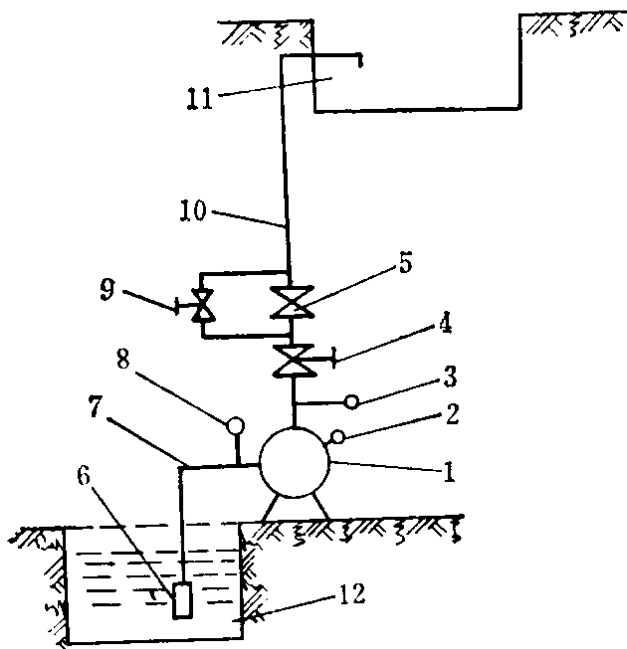


图 1-2 固定式排水系统示意图

1—水泵及电机；2—放气阀；3—压力表；
4—闸阀；5—逆止阀；6—底阀；7—吸水管；
8—真空表；9—放水阀；10—排水管；
11—水池；12—吸水井

逆止阀沿排水管送到地面水池。

2) 矿井排水的流程

生产矿井一般都是用以离心式水泵为主体的排水设备排

固定式排水为矿井主要排水方式，整个矿井涌水都由固定式排水设备排出。设备长期固定，布置比较合理，形成一种固定式排水设备系统。

1) 固定式排水设备系统

图 1-2 所示为固定式排水设备系统示意图。水由水泵吸水管的底阀进入水泵，获得压力能后顺水泵排出口进入排水管，通过闸阀、

水，主要泵房设在井底车场附近。比较典型的立井主泵房在井下的布置见图1-3,为了排出矿井涌水，首先要把水集中起来。水顺大巷内有一定坡度的排水沟流入水仓。水仓的作用有二：一是贮水，二是沉淀，对于采用水砂充填和水力采煤的矿井，在水仓进口处还要设置专门的沉淀池。

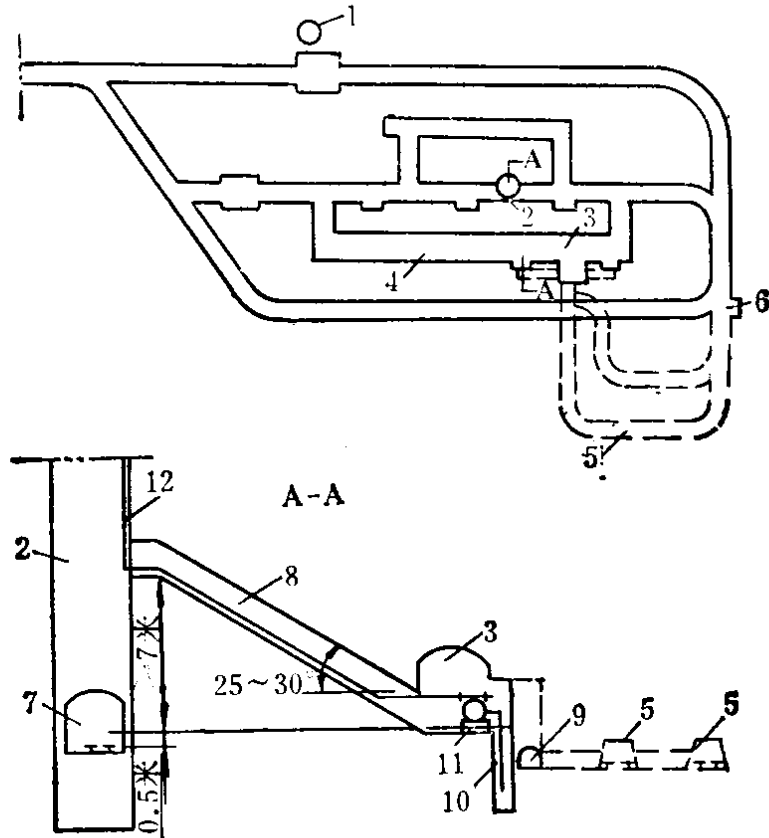


图 1-3 立井水泵房布置示意图

1—主井；2—副井；3—泵房；4—变电所；5—水仓；6—绞车房；
7—井底车场；8—管子道；9—分水井；10—吸水井；11—水泵；
12—排水管

沉于仓底的沉淀物要及时清扫。为此，一般都有两个水仓，一个主仓和一个副仓。两者轮换清理使用。

设在井底车场附近的水泵房，一般对外有三条通道：一条是与井底车场相通的水平通道，工作人员和装备由此出

入；一条是与井筒相通的倾斜通道，叫做管子道，泵房内的排水管，通过管子道进入井筒直达地面，把井下涌水送入地面水池或排水沟；第三条通道是泵房内的分水井与水仓相联的通道，通道间设有闸门，可以控制由那一个水仓进水。

经过水仓进入分水井中的水穿过配水闸门再经分水沟分流到各泵的吸水井。最后由装在泵房内的水泵通过排水管排至地面水池及水沟中。

第二节 矿用水泵的分类及构造

一、矿用水泵的分类

水泵的种类很多，在煤矿中一般应用的可以分成下列几类：

1) 往复式水泵：利用活塞往复运动于水泵缸体内而进行吸水排水。这种水泵过去应用得非常广泛，近来由于离心式水泵的大量应用，在煤矿中除一些特殊用途外（例如泥浆泵），已很少使用。

2) 无传动装置水泵：这种泵是无传动装置的。其所以能产生排水作用，主要是依靠另一流体的作用，例如矿井中应用的喷射泵（又叫水抽子，以后还要介绍），系利用另一高压水流的作用；又如水文探测时所用的气泡泵，系利用压缩空气来完成排水作用，这种泵用得很少。

3) 离心式水泵：这种泵具有很高的效率，能够和高速电动机直接联结传动，构造简单，机体轻便，操作简单，调节容易。现在煤矿中，离心式水泵得到广泛的应用。除用于排除矿井涌水外，其他如露天矿排水、水力采煤、选煤及辅助排水等都大量使用它。

矿井应用的离心式水泵又可分为几类：

1) 按叶轮数目分类,可分为多级离心式水泵和单级离心式水泵。图1-4为多级离心式水泵的外形,它的特点是由多个叶轮组成。这种水泵的扬程较高,煤矿的主水泵就属于这一类型的泵。图1-5为单级离心式水泵的一种,它的特点是只有一个叶轮,有的是单吸叶轮也有的是双吸叶轮,而且大都不用平衡盘来平衡轴向推力。这种泵扬程较低,一般用作移动式排水设备,如掘进工作面,或用作辅助排水设备,如空气压缩机冷却水循环就用这种泵。

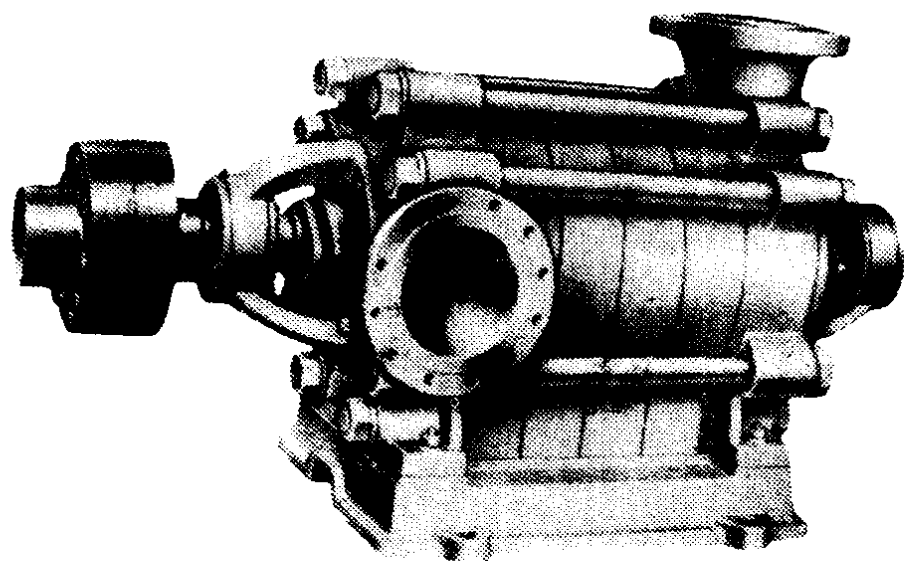


图 1-4 多级离心式水泵

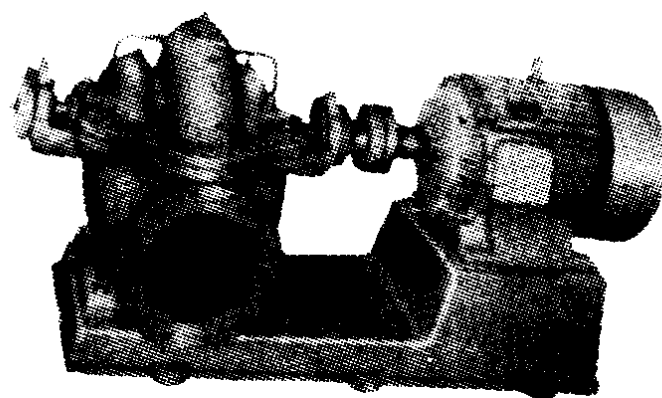


图 1-5 单级离心式水泵

2) 按水泵外壳构造分类,可分为分段式外壳离心式水泵(图1-4)及整体式外壳离心式水泵,前者拆装及制造都很方便,得到广泛应用,后者外壳为整个圆筒形,现在很少应用。目前还有上下两半对开外壳的离心式水泵(图1-6),拆卸检修非常方便,这种泵又叫螺壳式水泵,它既无导叶又无平衡盘。可用于排含有少量悬浮颗粒的混水。

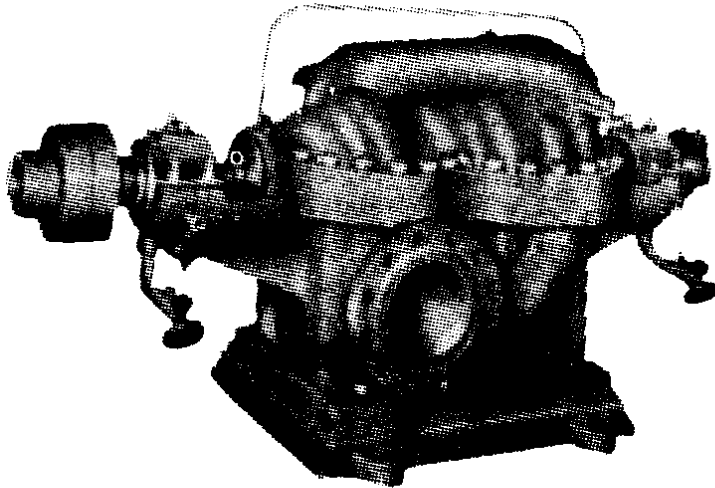


图 1-6 螺壳式水泵

3) 按有无导叶分类,可分为有导叶离心式水泵或无导叶离心式水泵,螺壳式水泵为无导叶离心式水泵,水从叶轮出来后直接进入泵壳。

4) 按水泵传动轴是水平安装或垂直安装,可分为卧式和立式水泵。图1-4为卧式水泵,煤矿应用很多。传动轴垂直安装的立式水泵有吊泵、潜水泵及深井泵等,吊泵为多级立式离心水泵,立井井筒掘进时常用它来排水。潜水泵有可靠的密封结构,防止水进入电机,这样就可以把泵和电动机装在一起,做成移动式潜水泵,可潜入水中工作。恢复淹没的矿井,有时就用这种泵。

二、常用离心式水泵的结构

离心泵的品种很多，结构也不一样。煤矿常用的水泵以单级单吸离心泵及多级单吸离心泵用得最多。下面介绍这两种水泵的结构特点。通过这两种水泵的介绍，初步了解离心泵的结构及各零部件的作用和注意事项。

1. 单级悬臂式离心泵

单级悬臂式离心泵结构简单，使用维护都很方便，在煤矿中应用很广。如生产矿井掘进工作面的排水，空气压缩机冷却水的供水及其他辅助用水等大都使用这种水泵。这种泵的扬程从几米到100米，流量从4.5米³/时到360米³/时，口径从40到200毫米。最常用的有BA型、B型、BAZ型及BZ型等。现以BA型为例，介绍其结构特点。

BA型离心泵的结构如图1-7所示。主要由泵体1、泵盖2、叶轮3、轴4和托架5等组成。泵进口在轴线上，吐出口与泵轴线成垂直方向，并可根据需要将泵体旋转90°、180°、270°角。泵由联轴器直接传动。

泵体1为铸铁制成，其中有螺旋形压水室，用以收集来自叶轮排出的水，在扩散段把水的一部分动能转化为压力能，把水引向泵的排出口。泵体上还有盘梗箱，由盘梗、水封环（单口环者无水封环）、盘梗压盖共同组成盘梗密封装置，起密封作用，以防止空气进入和大量水的流出。少量的高压水通过外部的水封管或铸在泵体上的水封孔，流入盘梗室，起水封作用，同时也起冷却和润滑作用。在排出口法兰上，有安装压力表用的螺孔（不安压力表时用螺钉堵住）。泵体下部钻有放水用的螺孔，当泵停止使用时可将泵内水放走，以防冬季冻裂。泵体两侧制有2级精度的止口，分别与托架和泵盖用双头螺栓连接。

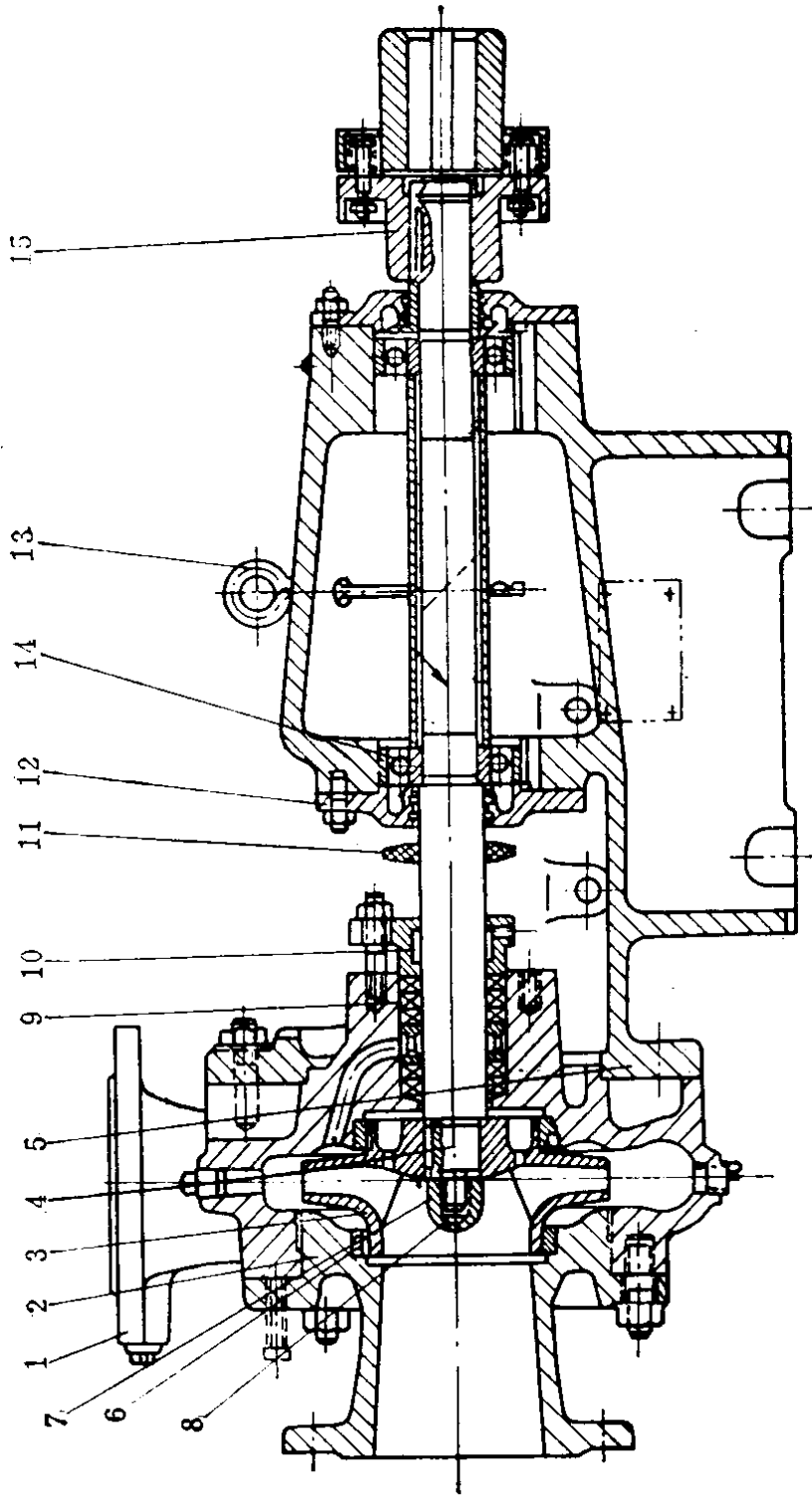


图 1-7 BA型离心泵

1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—轴；5—托架；6—水封环；7—叶轮螺母；8—外舌止退垫圈；9—盘梗；
10—盘梗压盖；11—挡水圈；12—轴承端盖；13—油标尺；14—单列向心球轴承；15—联轴器

在铸铁制成的泵盖 2 上有收缩形的吸水流道，使水均匀地流入叶轮。泵盖和泵体结合面间有纸垫以防漏水。进口法兰上有安装真空表的螺孔，泵盖在与泵体接合面法兰上有两个拆卸用螺孔，并配有两个拆卸用螺钉。当需要卸下泵盖时，可把两个拆卸螺钉同时拧入，就可把泵盖顶出而卸下。

单面进水的叶轮 3 为铸铁制成，其中有圆柱形或扭曲形的叶片。通过叶轮把电动机的机械能转变为水的压力能和动能。叶轮有双口环和单口环两种，口径小的，扬程低的为单口环（只有前盖板有），口径大的、扬程高的为双口环。双口环的叶轮后盖上有若干平衡孔，以平衡轴向推力。单口环叶轮由轴承来承受轴向推力。叶轮应经过静平衡试验，并由螺母和外舌止退垫圈固定在轴的一端。

由优质碳素钢制成的轴 4，一端固定叶轮，一端装有联轴器，支承在两个单列向心球轴承上。

由铸铁制成的轴架 5，内有轴承室及油室，用稀油润滑配有油标尺，以便检查油室油位。轴承室用以安装轴承，两端用轴承端盖压紧。轴承端盖下方有一个小槽，小槽通过托架轴承室下部的小孔与油室相通，作为回油用。油室侧面下方制有放油用的螺孔。

在盘梗压盖与轴承箱之间，在轴上装有挡水圈，系由橡胶制成，用以防止水渗入托架轴承室内。

BA 型离心泵单口环者，密封环安装在泵盖上，与叶轮口形成环状小间隙，以防大量高压水漏回进水流道。双口环者还在泵体上安装密封环，与叶轮后盖板上的口环也形成环状小间隙，起减压作用。由于平衡孔的作用，可以平衡轴向推力。密封环还可保护泵体和泵盖不受磨损，当密封环磨损后可以更换。

联轴器的结构，各制造厂不完全一样，有弹性联轴器、木销联轴器及爪型联轴器等几种。

单级悬臂式离心泵除了BA型外，还有B型、BAZ型和BZ型等多种。

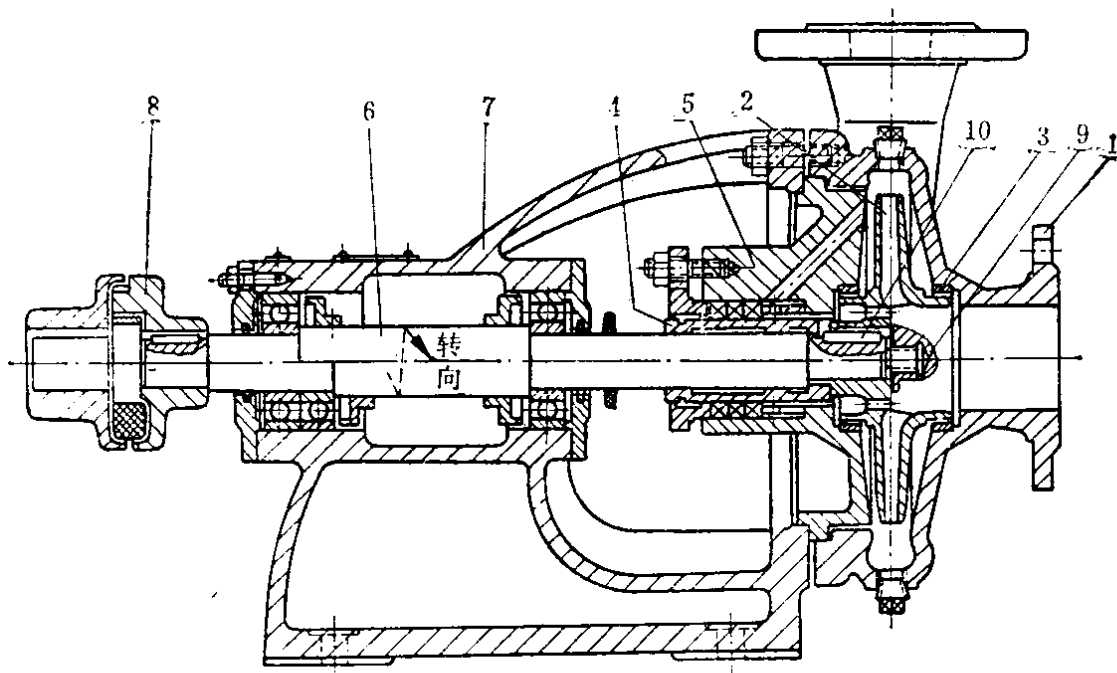


图 1-8 B型泵的结构

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

图1-8为B型泵的结构图。B型泵是在BA型泵原有结构上加以改革后的产品。性能与BA型一样，但在结构上略有不同。如轴承采用黄油润滑，取消原BA型托架的油室，泵的旋转方向与BA型相反。其它结构与BA型差别不大。总的看B型泵比较轻巧。

图1-9为BZ型泵的结构图。BZ型泵是在B型泵原有结构上加以改革而成，为直联式结构。叶轮直接装在JO₂(D₂/T₂)型立卧两用的标准电动机的轴上，用叶轮螺母固定叶