

水泵与水泵站

SHUIBENG YU SHUIBENGZHAN

高等学校“十一五”规划教材



市政与环境工程系列丛书



(第3版)

主编 张景成 张立秋

主审 袁一星 李亚峰



哈尔滨工业大学出版社

高等学校“十一五”规划教材
市政与环境工程系列丛书

水泵与水泵站

(第3版)

主编 张景成 张立秋
主审 袁一星 李亚峰

哈尔滨工业大学出版社

内容摘要

本书介绍了水泵的定义与分类,离心泵的工作原理与基本构造,离心泵的基本方程式与特性曲线,水泵工况点确定及改变方式等基本内容;同时,对给水泵站、排水泵站和雨水泵站的设计方法与步骤、给水泵站的优化调度等进行了详细介绍。

本书可作为高等学校给水排水专业和环境工程专业本、专科学生的教材,也可从事相关专业的工程技术人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

水泵与水泵站/张景成主编.—3版.—哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2010.8(2014.1重印)

(市政环境工程系列丛书)

ISBN 978-7-5603-1843-1

I. ①水… II. ①张… III. ①水泵-基本知识 ②泵站-基本知识 IV. ①TV675

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第136647号

责任编辑 贾学斌

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 17.5 字数 400千字

版 次 2003年9月第1版 2010年8月第3版

2014年1月第5次印刷

定 价 28.00元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

第3版前言

《水泵与水泵站》是哈尔滨工业大学市政环境工程学院的市政工程、环境工程专业的本科生教材,其内容不但结合紧密结合教学,而且紧贴工程实际,具有较强的教学性和实用性。

本书自出版发行以来,受到了广大读者的认同,尤其是得到了各高等学校及大专院校的师生的欢迎,认为在学习和设计中比较适用,使用方便。而且收到了读者许多建设性的意见,对教材中的内容和问题提出了非常好的建议。这次再版就是采纳了一些读者的建议进行了部分修订,尤其是对例题进行了较大的调整,使其更具有代表性。并且对全书重新进行了校勘。

虽然此次再版对全书重新进行了校勘和修订,但由于作者的知识水平有限,仍就难免出现疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

借此再版之际感谢广大读者的厚爱和支持。

编 者

2010年8月

前 言

水泵与水泵站是水工程(给水排水工程)中不可缺少的组成部分,在给水和排水系统中起着不可替代的枢纽作用,离开水泵,整个给水或排水工程系统将不能正常运行,因此,“水泵与水泵站”是高等学校给水排水工程、环境工程、环境设备工程等专业学生必修的一门重要的专业基础课。

水泵与水泵站技术发展迅速,新技术、新产品层出不穷,为适应教学的需要,使教学与工程紧密结合,使教学与新技术、新产品发展相适应,编者在总结多年来的教学和工程实践的基础上,借鉴许多前辈的经验,根据新技术、新产品的发展趋势,编写了本书,以供大学本、专科学生学习使用,也可供有关工程技术人员参考。

本书由哈尔滨工业大学张景成、张立秋、魏宝成,大庆市东城区污水处理厂于清江,黑龙江建筑职业技术学院谷峡、边喜龙、于文波编写。编写分工如下:第一章张景成;第二章张景成、张立秋;第三章张立秋;第四章张景成、张立秋、于文波;第五章边喜龙、谷峡;第六章魏宝成;第七章张景成、边喜龙;附录张立秋、于清江。全书由张景成、张立秋主编,袁一星、李亚峰主审。

由于作者知识水平有限,难免存在疏漏及不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003年6月

目 录

第 1 章 水泵的定义和分类	1
1.1 水泵与水泵站在给水排水工程中的作用和地位	1
1.2 水泵的定义和分类	2
思考题	4
第 2 章 叶片式水泵	5
2.1 离心泵的基本构造与工作原理	5
2.2 离心泵的主要零件	6
2.3 水泵的基本性能参数	12
2.4 离心泵的基本方程式	14
2.5 安装角对叶轮性能的影响	20
2.6 离心泵的特性曲线	23
2.7 离心泵装置的总扬程	28
2.8 离心泵装置的工况	30
2.9 水泵叶轮的相似定律	36
2.10 水泵工况调节	40
2.11 水泵的联合工作	49
2.12 水泵的吸水性能	59
2.13 离心泵的维护和使用	64
2.14 轴流泵与混流泵	66
思考题与习题	71
第 3 章 常用水泵介绍	76
3.1 IS 型单级单吸清水离心泵	76
3.2 Sh 型单级双吸离心泵	77
3.3 D 型多级离心泵	78
3.4 DG 型锅炉给水泵	80
3.5 TC 型自吸泵	81
3.6 IH 型单级单吸化工离心泵	82
3.7 WL 型立式排污泵	83
3.8 WW 型无堵塞污水污物泵	85
3.9 JC 型深井泵	86
3.10 潜水泵	86
3.11 GD 型管道泵	88
3.12 TC 型液下泵	89
3.13 射流泵	90
3.14 气升泵	93

3.15 往复泵	100
3.16 螺旋泵	103
思考题	105
第4章 给水泵站工艺设计	106
4.1 给水泵站的作用及分类	106
4.2 确定工作泵的型号和台数	111
4.3 确定备用泵的型号和台数	114
4.4 水泵机组的布置和基础设计	116
4.5 吸水和压水管路系统	119
4.6 泵站水锤及防护	122
4.7 泵站的辅助设备	124
4.8 水泵机组的安装	136
4.9 给水泵站的工艺设计	141
4.10 给水泵站的构造特点	145
思考题	147
第5章 排水泵站	148
5.1 概述	148
5.2 污水泵站	151
5.3 雨水泵站及合流泵站	160
思考题	169
第6章 水泵的控制与优化运行	170
6.1 水泵的调节控制	170
6.2 多水源给水系统中泵站的优化运行	178
第7章 泵站设计工程实例	183
7.1 送水泵站工艺设计实例	183
7.2 污水泵站工艺设计实例	190
附录1 清水泵性能参数	194
附录2 污水泵性能参数	252
参考文献	272

第 1 章 水泵的定义和分类

1.1 水泵与水泵站在给水排水工程中的作用和地位

水泵是一种应用广泛的水力通用机械,在航天、航空、发电、矿山、冶金、钢铁、机械、造纸、建筑以及农业和服务业等方面都有着广泛的应用,发挥着非常重要的作用。

在城市建设中,给水排水工程是城市不可缺少的公共设施,是城市生活的“大动脉”和“静脉”,是城市赖以生存的基础设施;而水泵是给水排水工程不可缺少的重要组成部分,是给水系统或排水系统的水力枢纽——“心脏”,只有水泵的正常工作才能保证整个给水或排水系统的正常运行。

图 1.1 是城市给水系统和排水系统的组成示意图。一个城市的给水系统要从天然水体取水输送到城市的各个用水户,就要靠给水系统上的取水泵站、送水泵站以及加压泵站的连续工作,给水增加能量,才能把水送到目的地。虽然城市排水系统中的排水管道是靠重力流动的,但是仍然需要中途提升泵站、总提升泵站以及雨水提升泵站的连续工作才能把城市污水和雨水送达目的地(污水处理厂或天然水体)。

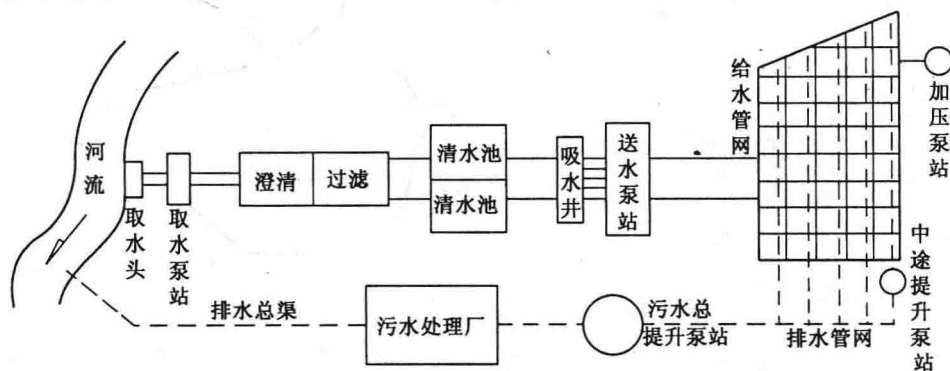


图 1.1 城市给水系统和排水系统

此外,水泵与水泵站在我国许多大型的引水工程中发挥着巨大作用。例如,建于 20 世纪 80 年代的“引滦入津”工程,从潘家口水库取水输送至天津市,全长 234 km,每年供水量可达 10 亿 m^3 ,沿途修建了 4 座大型的加压泵站,分别采用了多台叶片可调的大型轴流泵和高压离心泵进行抽升工作,解决了天津市的用水危机。

除此之外,在农田灌溉、防洪排涝等方面,水泵与水泵站经常作为一个独立的构筑物而服务于各项事业,发挥着作用。

1.2 水泵的定义和分类

水泵是一种转换能量的水力机械。它把原动机(如电机)的机械能转换成液体的动能和势能,达到输送和提高液体的目的。

由于水泵的品种系列繁多,对它的分类方法也各不相同,通常水泵按其工作原理的不同分成三大类型。

1.2.1 叶片式水泵

叶片式水泵对液体的抽送是靠装有叶片的叶轮的高速旋转来完成的。根据叶轮出水的水流方向可以将叶片式水泵分为径向流、轴向流和斜向流三种。有径向流叶轮的水泵称为离心泵,液体质点在叶轮中流动主要受到离心力的作用;有轴向流叶轮的水泵称为轴流泵,液体质点在叶轮中流动时主要受到轴向升力的作用;有斜向流叶轮的水泵称为混流泵,它是上述两种叶轮的过渡形式,液体质点在叶轮中流动时,既受到离心力的作用,又受到轴向升力的作用。

1.2.2 容积式水泵

容积式水泵对液体的压送是靠水泵内部工作室的容积变化来完成的。一般使工作室容积改变的方式有往复运动和旋转运动两种。属于往复运动的容积式水泵有活塞式往复泵、柱塞式往复泵等;属于旋转运动的容积式水泵有转子泵等。

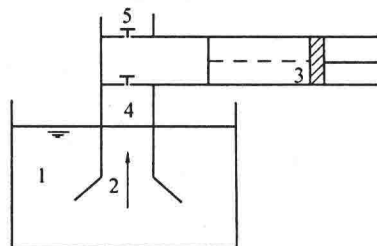


图 1.2 容积式水泵的工作原理

容积式水泵的工作原理示意图如图 1.2 所示。当活塞向右拉动时,工作室容积增大,压力降低,进水阀打开,出水阀关闭,吸水池中水在大气压力作用下,通过进水管进入工作室;当活塞向左推动时,进水阀关闭,出水阀打开,工作室水流进入压水管,如此循环进行连续工作。

1.2.3 其他水泵

其他水泵是指除叶片式水泵和容积式水泵以外的特殊泵。其他水泵主要有:螺旋泵、射流泵(又称水射器)、水锤泵、水轮泵以及气升泵(又称空气扬水机)等。这些水泵当中,除螺旋泵是利用螺旋推进原理来提高液体的位能以外,其他水泵都是利用高速液流或气流(即高速射流)的动能来输送液体的。

这些水泵的应用虽然没有叶片式水泵那样广泛,但在给水排水工程中,结合具体条件,应用这些特殊的水泵来输送液体,常常会获得良好的效果。例如,在城市污水处理厂中,二沉池的沉淀污泥回流至曝气池时,常常采用螺旋泵或气升泵来提升;射流泵在给水厂投药方面的应用也比较多,通常用来投加混凝剂或消毒剂等。

以上各种类型水泵的使用范围是很不相同的,图 1.3 所示为常用的几种类型泵的总型

谱图。从图中可以看出,往复泵的使用范围侧重于高扬程、小流量;轴流泵和混流泵的使用范围侧重于低扬程、大流量;离心泵的使用范围介于两者之间,工作区间最广,产品的品种、系列和规格也最多。

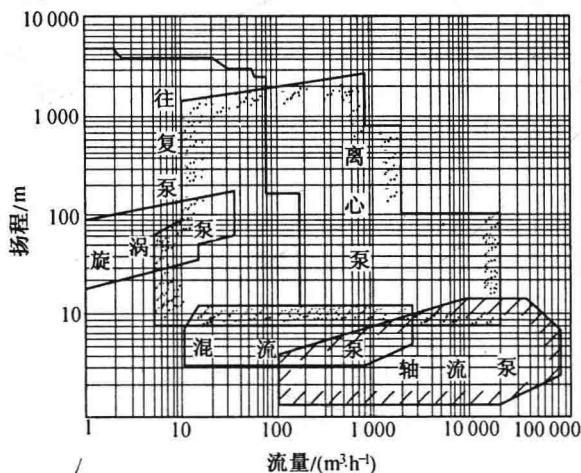


图 1.3 常用的几种水泵总型谱图

对城市给水工程来说,送水泵站的扬程在 20 ~ 100 m 之间,单泵流量的使用范围一般为 50 ~ 10 000 m³/h,要满足这样的工作区间,从总型谱图可以看出,使用离心泵装置是十分合适的;即使在某些大型水厂中,也可以在泵站中采取多台离心泵并联的工作方式来满足供水量的要求。从排水工程来看,城市污水泵站、雨水泵站的特点是大流量、低扬程。扬程一般在 2 ~ 12 m 之间,流量可以超过 10 000 m³/h,在这样的工作范围内,一般采用轴流泵比较合适。

综上所述,在城镇及工业企业的给水排水工程中,大量的、普遍使用的水泵是离心泵和轴流泵。

目前,水泵发展的总趋势可以归结为如下几条。

1. 大型化、大容量化

在几十年前,如果把 5 万 kW 的发电机组的出现看做是一个重大的技术成就的话,那么,在今天这一动力只不过是能用来驱动一台 130 万 kW 大型汽轮发电机组的给水泵而已。近几年来,大型水泵技术发展得很快,巨型轴流泵的叶轮直径已达 7 m,潜水泵叶轮直径已达 1 m,用于城市及工业企业给水工程中的双吸离心泵的功率已达 5 500 kW。

2. 高扬程化、高速化

目前,锅炉给水泵的单级扬程已打破了 1 000 m 的记录,要进一步实现高扬程化,势必要提高泵的转速。今后,随着水泵气蚀、材料强度等问题的不断改善,泵的转速有可能进一步向高速化的方向发展。在水泵行业中,这种高速化的发展趋势是具有世界性的。

3. 系列化、通用化、标准化

产品的系列化、通用化、标准化(简称为“三化”)是现代工业生产工艺的必然要求。1975 年国际标准化协会制订了额定压力为 720 kPa 的单级离心泵的主要尺寸及其规格参数(ISO 2858—1975E)。此标准泵的性能范围为:流量为 6.3 ~ 400 m³/h,扬程为 25 ~ 125 m。目

前,在欧洲凡满足此规格的水泵均已作为标准泵出售。我国自 1958 年以来,在统一型号、系列分类、定型尺寸等方面也做了不少工作,水泵的托架、悬架、轴承架等主要零部件均已有了系列标准,产品的“三化”程度在不断提高。

今后,随着原子能和燃化工业等科学技术的发展,将进一步要求发展具有高速、耐高温高压、高效率以及大容量等方面的各种水泵特殊产品;同时也要求不断提高现有常规产品的质量和水平。所有这些,都意味着必须在基础理论、计算技术、模型试验、测量手段以及材料选择、加工工艺等一系列环节上进行革新。未来是现今的延伸和继续,此任务是十分光荣而艰巨的。

思考题

1. 叙述水泵在给水处理工程中的地位和作用。
2. 水泵的定义是什么? 水泵是如何分类的?
3. 水泵的发展趋势是什么?

第 2 章 叶片式水泵

2.1 离心泵的基本构造与工作原理

2.1.1 两个例子

在介绍离心泵的工作原理之前,我们首先来看生活中经常见到的两种现象:

(1)在雨天,旋转雨伞,水滴沿伞边切线方向飞出,旋转的雨伞给水滴以能量,旋转的离心力把雨滴甩走,如图 2.1 所示。

(2)在垂直平面上旋转一个小桶,当小桶旋转速度较慢且转到上面时,桶里面的水就会流出来;当小桶旋转速度加快到一定程度时,小桶里面的水就不会流出来,反而会压向桶底,若在小桶底部打一个小洞,桶里面的水就会从小洞喷溅出去。这同样是旋转的离心力给水以能量,旋转的离心力把水甩走,如图 2.2 所示。

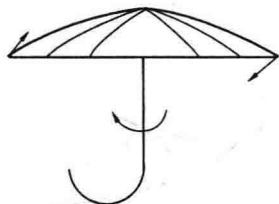


图 2.1 雨天旋转雨伞

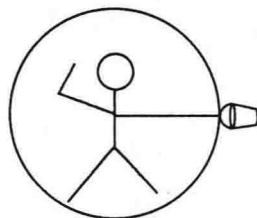


图 2.2 旋转小桶

从以上两个例子中可以看出,旋转的离心力能给水增加能量。

2.1.2 离心泵的工作原理

离心泵就是根据上述离心力甩水的原理设计出来的。与以上两个例子不同的是离心泵的各个部件都是经过专门水力计算和水力试验而设计完成的。

离心泵工作原理 利用水泵叶轮高速旋转的离心力甩水,使得水的能量增加,能量增加的水通过泵壳和水泵出口流出水泵,再经过压水管输往目的地。

离心泵的工作过程 离心泵在启动之前,应先用水灌满泵壳和吸水管,然后驱动电机,使叶轮和水做高速旋转运动,此时,水受到离心力的作用被甩出叶轮,经蜗形泵壳中的流道流入水泵的压水管,由压水管输入到管网中去;与此同时,水泵叶轮中心处由于水被甩出而形成真空,吸水池中的水在外界大气压的作用下,通过吸水管而源源不断地流入水泵叶轮,水又受到高速转动叶轮的作用,被甩出叶轮而输入压水管。这样,就形成了离心泵的连续输水。

离心泵工作过程实际上就是一个能量传递和转化的过程,它把原动机(电机)的高速旋转的机械能转换成水的动能和势能。在能量传递和转化过程中,就伴随着许多能量损失,这种能量损失越大,说明该离心泵的性能越差,工作效率越低。

2.1.3 离心泵的基本构造

图 2.3 所示为单级单吸式离心泵的基本构造,主要包括有蜗壳形的泵壳 1,其作用是收集叶轮甩出的水;泵轴 2,从原动机获取能量并带动叶轮旋转;装于泵轴 2 上的叶轮 3,高速旋转用水增加水的能量;吸水管 4,与泵壳上的进口相连接;压水管 5,与泵壳上的出口相连接;底阀 6,安装于吸水管进口,在向泵壳与吸水管路灌水时,防止水倒流回吸水池;控制阀门 7,安装于压水管上,起控制和调节作用;灌水漏斗 8,水泵在启动时,从这里灌水;泵座 9,支撑并固定泵壳。

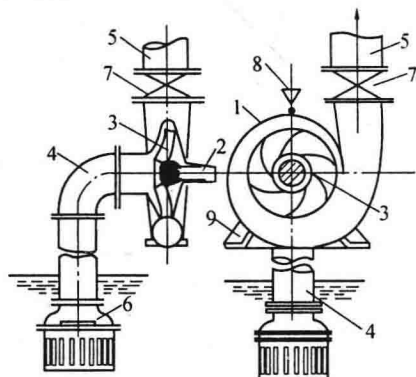


图 2.3 单级单吸式离心泵构造
1—泵壳;2—泵轴;3—叶轮;4—吸水管;5—压水管;
6—底阀;7—闸阀;8—灌水漏斗;9—泵座

2.2 离心泵的主要零件

离心泵是由许多零件组成的,根据工作时各部件所处的工作状态,大致可以分成三大类型:转动部件、固定部件和交接部件。下面以单级单吸卧式离心泵为例,如图 2.4 所示,介绍一下各个零件的作用、组成、构造和材料。

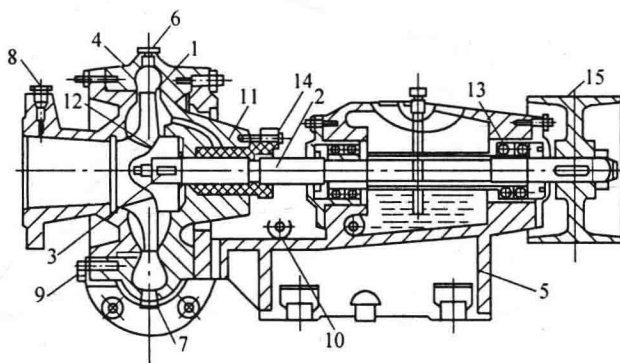


图 2.4 单级单吸卧式离心泵

- 1—叶轮;2—泵轴;3—键;4—泵壳;5—泵座;6—灌水孔;7—放水孔;
8—接真空表孔;9—接压力表孔;10—泄水孔;11—填料盒;12—减漏环;
13—轴承座;14—压盖调节螺栓;15—传动轮

2.2.1 转动部件

1. 叶轮(又称工作轮)

叶轮是水泵的主要零件,甚至可以说是水泵的核心零件。离心泵就是靠叶轮的高速旋转用水实现能量转换的。

离心泵的叶轮一般是由两个圆形盖板所组成,盖板之间有若干片弯曲的叶片将前后两块盖板连接在一起,相邻两片叶片和前后盖板围住的空间槽道称之为过水的流道。

叶轮的形状和尺寸是通过试验和计算决定的,一般可分为单吸式叶轮和双吸式叶轮。叶轮的前盖板上开有一个圆孔进水的叫单吸式叶轮,叶轮前后盖板均开有圆孔进水的叫双吸式叶轮。

图 2.5 是单吸式叶轮,它是单边叶轮盖板开有进口吸水,后盖板则没有进口,叶轮的前盖板和后盖板呈不对称形状。图 2.6 是双吸式叶轮,叶轮前后盖板均开有圆形进水口,前后盖板呈对称形状,一般为大流量离心泵采用。

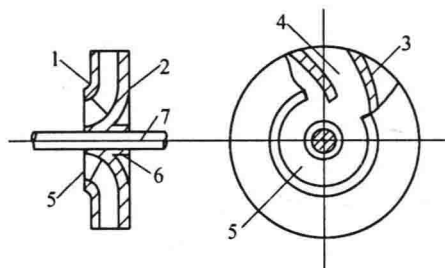


图 2.5 单吸式叶轮

1—前盖板;2—后盖板;3—叶片;4—叶槽;5—吸水口;6—轮毂;7—泵轴

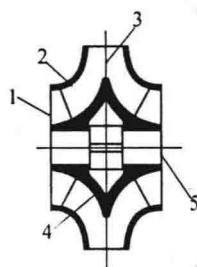
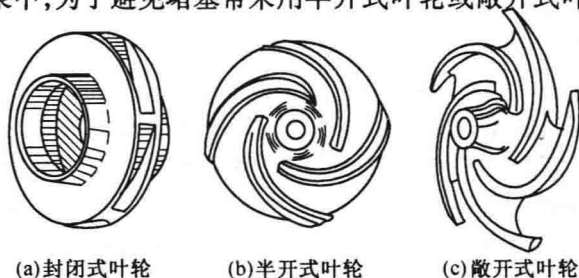


图 2.6 双吸式叶轮

1—吸入口;2—轮盖;3—叶片;
4—轮毂;5—轴孔

选择叶轮的材料时,除了要考虑具有足够的机械强度外,还要考虑材料的耐磨、耐腐蚀性能。目前多数叶轮采用铸铁、铸钢、青铜制成,硬塑料和合金钢等材料也有一定的应用。

叶轮按其盖板情况又分为封闭式叶轮、半开式叶轮和敞开式叶轮三种形式,如图 2.7 所示,叶轮(a)具有前后两个盖板,称为封闭式叶轮,应用最为广泛,单吸式叶轮和双吸式叶轮均属于这种叶轮,其叶片一般较多,通常有 6~8 片,多的可至 12 片;叶轮(b)只有后盖板没有前盖板,称为半开式叶轮;叶轮(c)根本没有完整的前后盖板,称之为敞开式叶轮。在输送含有悬浮物的污水泵中,为了避免堵塞常采用半开式叶轮或敞开式叶轮,其特点是叶片少,



(a) 封闭式叶轮

(b) 半开式叶轮

(c) 敞开式叶轮

图 2.7 叶轮形式

一般仅 2~5 片。

2. 泵轴

泵轴是用来旋转水泵叶轮的。它从原动机(电机)接受动力,并带动叶轮旋转。因而,泵轴要有足够的抗扭强度和足够的刚度,其挠度不能超过允许值;工作转速不能接近产生共振现象的临界转速。泵轴常用的材料是碳钢和不锈钢。

3. 键

叶轮和泵轴之间用键来连接。键俗称销子,是转动部件的连接件,图 2.4 中 3 为离心泵通常采用的平键,这种平键只能传递扭矩而不能固定叶轮的轴向位置,在大、中型水泵中,叶轮的轴向位置通常是采用轴套和并紧轴套的螺母来定位的。

2.2.2 固定部件

1. 泵壳

离心泵的泵壳通常铸成蜗壳形,所以泵壳也称之为蜗壳,其过水部分要有良好的水力条件。叶轮工作时,其周边不断向外甩水,泵壳过水断面不断收集叶轮甩出来的水,流量沿程逐渐增大,为了减少水力损失,在设计水泵时,设计者就将泵壳过水断面设计成渐扩断面,过水断面面积不断扩大(蜗壳形),使之沿程流量虽然增加,但是沿程流速却不变化,而是一个常数。

水流出泵壳后,经泵壳上的锥形扩散管流出泵壳,而后流入压水管。泵壳上的锥形扩散管的作用是降低水流的速度,使速度水头的一部分转化为压力水头。

泵壳的材料要能抗介质对过流部分的腐蚀和磨损,还应有足够的机械强度以耐高压。

2. 泵座

泵座起支撑和固定泵壳作用,通常和泵壳铸成一体。泵座上有法兰孔,用来与底板或基础固定;泵壳顶部有灌水螺孔,可以充水和放气,以便在水泵启动前用来充水和排走泵壳内的空气;水泵吸水锥形管上有螺孔,用来安装真空表;水泵压水锥形管有螺孔,用来安装压力表;泵壳底部有放水螺孔,在水泵停车检修时,用来放空泵壳内积水;在泵壳的横向槽底开有泄水螺孔,以便随时排走由填料盒内流出的渗漏水滴。所有的这些螺孔,如果暂时不用时,可以用带螺纹的丝堵(又叫“闷头”)栓紧。

2.2.3 交接部件

转动部件和固定部件之间存在着几个交接部分,称之为交接部件。

1. 轴封装置

在泵轴穿出泵壳的部位上,泵轴与泵壳之间存在着间隙;有间隙就会有渗漏,因此,就必须采取轴封措施,以减少泵壳内高压水向外渗漏,从而提高水泵的效率。目前,应用较多的轴封装置有填料密封和机械密封。

(1) 填料密封。填料密封在离心泵中得到了广泛的应用。近年来,它的形式很多,图 2.8 就是一种较为常见的压盖填料型的填料盒,它是由轴封套、填料、水封管、水封环(图 2.9)及压盖等部件组成。

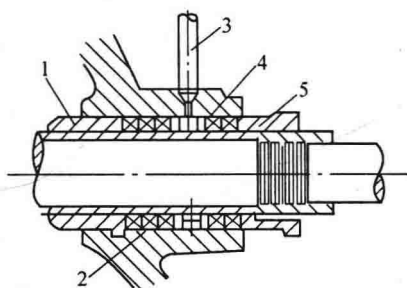


图 2.8 压盖填料型填料盒

1—轴封套;2—填料;3—水封管;4—水封环;5—压盖

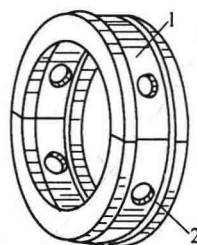


图 2.9 水封环

1—环圈空间;2—水孔

填料又叫盘根,在轴封装置中起阻水或阻气的密封作用。常用的填料是浸油、浸石墨的石棉绳;但随着耐高温、耐磨损、耐腐蚀的填料,如碳纤维、不锈钢纤维及合成树脂纤维编织成的填料的出现,大大提高了轴封效果,因此填料亦在不断进步中。

压盖是用来压紧填料的。它对填料的压紧程度可通过拧紧或拧松压盖上的螺栓来进行调节,压盖压得太松,达不到密封效果;压得太紧,泵轴与填料之间的机械磨损大,消耗功率也大。如果压得过紧时,甚至可能产生抱轴现象,出现严重的发热和磨损。一般用水封管将泵壳内的高压水通过水封环中的小孔流入轴和填料之间的缝隙处,可以达到冷却和润滑目的,填料的松紧密实程度以水能够通过填料缝隙呈水滴状渗出为宜。

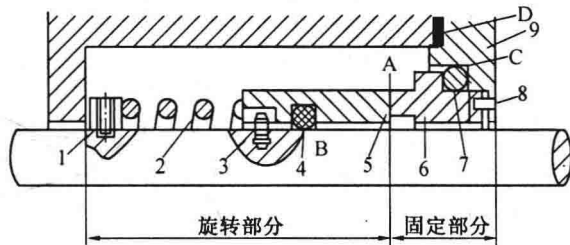


图 2.10 机械密封的基本元件示意图

1—弹簧座;2—弹簧;3—传动销;4—动环密封圈;5—动环;

6—静环;7—静环密封圈;8—防转销;9—压盖

(2)机械密封。机械密封又称端面密封,其基本元件如图 2.10 所示,主要由动环 5(随轴一起旋转并能做轴向移动)、静环 6、压紧元件(弹簧 2)和密封元件(密封圈 4、7)等组成;其基本原理是动环借密封腔中液体的压力和压紧元件的压力,使其端面贴合在静环的端面上,并在两环端面 A 上产生适当的压强(单位面积上的压紧力)和保持一层极薄的液体膜而达到密封的目的。而动环和轴之间的间隙 B 由动环密封圈 4 密封,静环和压盖之间的间隙 C 由静环密封圈 7 密封。由此构成的三道密封(即 A、B、C 三个界面的密封),封堵了密封腔中液体向外泄漏的全部可能的途径。密封元件除了密封作用以外,还与作为压紧元件的弹簧一道起到了缓冲补偿作用。泵在运转过程中,轴的振动如果不加缓冲而直接传递到密封端面上,那么密封端面不能紧密贴合而会使泄漏量增加,或者由于过大的轴向荷载而导致密封端面磨损严重,使密封失效。另外,端面因摩擦必然会产生磨损,如果没有缓冲补偿,势必会造

成端面的间隙越来越大而无法密封。

机械密封有许多种类,下面仅介绍平衡型与非平衡型机械密封,见图 2.11。

非平衡型:密封介质作用在动环上的有效面积 B (去掉作用压力相互抵消部分的面积)等于或大于动、静环端面接触面积 A ,此时端面上的压力取决于密封介质的压力,介质压力增加,端面上的压强也成正比地增加。如果端面的压强太大,则可能造成密封泄漏严重,寿命缩短,因此非平衡型机械密封不宜在高压下使用。

平衡型:密封介质作用在动环上的有效面积 B 小于端面接触面积 A ,此时当介质压力增大时,端面上的压强增加缓慢,亦即介质压力的高低对端面的压强影响较小,因此平衡型可用于高压下的机械密封。

2. 减漏装置

转动部件和固定部件之间如果存在相对运动就必然存在缝隙。叶轮吸入口的外圆与泵壳内壁之间就存在一个转动交接缝隙,而缝隙两侧正是高低压区,泵壳内高压区的水就会通过这个缝隙泄漏到叶轮进口处的低压区,泄漏的水量称之为回流量,这种泄漏会降低水泵流量及工作效率,所以,就要尽量减少回流量。一般水泵在构造上采用两种减漏方式:①减小交接缝隙(不超过 $0.1 \sim 0.5 \text{ mm}$);②增加泄漏通道中的阻力。交接缝隙越小回流量就越少,但在加工、安装时就要求做到均匀准确,否则,水泵在运行过程中就会导致叶轮与泵壳之间发生磨损。为了减少回流量,减少磨损和延长泵壳、叶轮的使用寿命,通常在缝隙两侧的泵壳或者叶轮上镶嵌一个金属口环,这个口环的接触面可做成多齿形,用以增加水流回流阻力,减少回流量,提高了减漏效果,因此,称之为减漏环;这个口环是用耐磨材料做成的,这样,就可以经常更换口环而不致使泵壳或叶轮报废,同时也可以达到延长泵壳和叶轮的使用寿命的目的了(也称之为承磨环)。图 2.12 为三种形式的减漏环,图 2.12(c)为双环迷宫型的减漏环,其水流回流阻力大,减漏效果最好,但构造复杂。

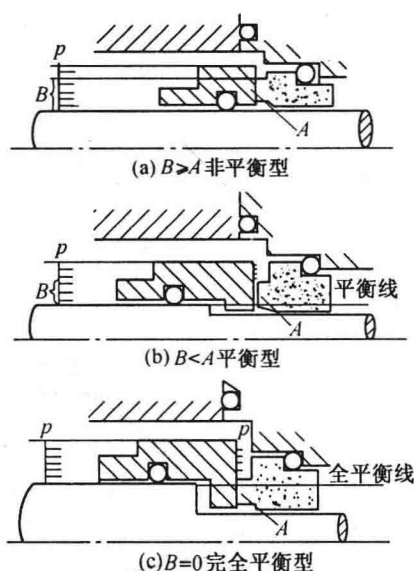


图 2.11 平衡型和非平衡型机械密封

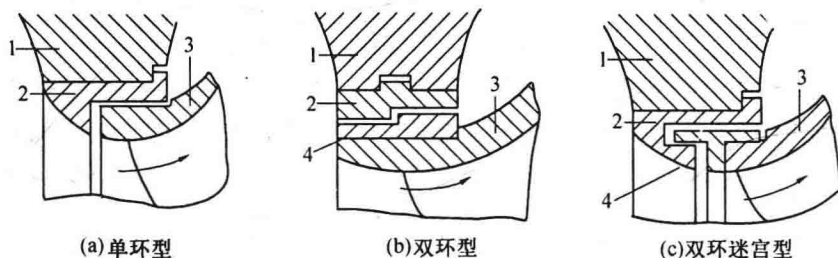


图 2.12 减漏环

1—泵壳;2—镶在泵壳上的减漏环;3—叶轮;4—镶在叶轮上的减漏环