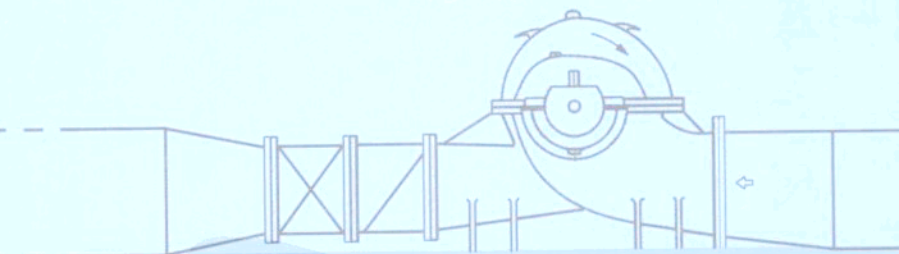


鲁流金 编著

水泵给排水

SHUIBENG JI PAISHUI



云南科技出版社

PDG

前 言

水泵是一种现代生产、生活中都离不开的通用设备。在农村、城市、工厂、矿山、国防、科研的每一个领域里都有水泵工；水泵给排水越来越成了人们生产生活中不可缺少的一部分。水泵能耗在全国总能耗中占有15%左右的比重。水泵的安全、经济运转，在生产生活以及节能节电方面占有不可忽视的位置。随着企业深化改革以及社会进步的需要，广大水泵工需要学习技术和进一步提高综合作业水平的问题已经开始得到重视。本书是笔者根据三十多年工作的实践经验，结合劳动和社会保障部制定的国家职业技能标准基本要求编写而成的，它可供广大水泵工人、水泵营销人员以及水泵制造厂的有关职工学习之用，也可供水泵给排水设计和水泵工的教学与考评人员参考。

目 录

第一章 水泵在国民生活生产中的地位和作用	(1)
第二章 泵站及其附属组分的一般构成	(4)
第三章 水泵的一般性知识	(8)
第一节 水泵及其发展概况	(8)
第二节 水泵的定义及分类	(9)
第四章 离心式水泵	(12)
第一节 离心式水泵的分类	(12)
第二节 离心式水泵的工作原理	(13)
第三节 离心式水泵的常见型式	(15)
第四节 离心泵的构造特点	(20)
第五节 离心泵的牌号与性能	(33)
第六节 离心泵的选择	(51)
第七节 离心式水泵系统的安装	(56)
第八节 离心式水泵系统的运行与维护	(86)
第九节 离心式水泵的检修	(108)
第五章 其它常见泵	(137)
第一节 轴流泵和混流泵	(137)
第二节 水环式真空泵	(142)
第三节 螺杆式泵	(145)
第六章 给排水系统中的管道与阀门	(147)
第一节 管道基本知识	(147)
第二节 阀门基本知识	(151)
第三节 管子与阀门的选用原则	(153)

第四节	阀门开关过位问题的处理办法	(156)
第七章	水泵站的电机、电器及常用仪表	(158)
第一节	电动机	(158)
第二节	变压器	(162)
第三节	线路与开关设备	(164)
第四节	给排水系统中的常用仪表	(166)
第八章	水质要求与水处理简介	(168)
第九章	水泵系统中的水力学基本知识	(171)
第一节	水力学初步知识	(171)
第二节	泵体内的水力学	(178)
第三节	管路中的简单水力学	(182)
第十章	水泵机械制图知识	(188)
第一节	识图	(188)
第二节	绘图	(190)
第十一章	水泵系统中的电工基础知识	(197)
第一节	直流电和交流电	(197)
第二节	简单电路知识	(200)
第三节	简单电路中主要运行参数之间的关系	(202)
第四节	水泵系统中的简单电路计算知识	(207)
第十二章	水泵知识百问简答	(213)
附录 1	议论水泵节能	(240)
附录 2	水泵给排水常用图表	(247)
后记		(257)

第一章 水泵在国民生活 生产中的地位和作用

有人曾说：万物生长靠太阳。对于我们人类来说，水比阳光更重要。

没有水就没有生命，水太多了也要遭殃，这是最浅显的道理。

水泵，在国民生活生产中起着不可缺少和替代的作用。

早在几千年前，我国劳动人民在“逐水而居”的同时，也开始与洪水灾害进行了不懈的斗争。以后，随着生产发展的需要，还兴修了许多利用自然落差的灌溉及航道运输工程，接着开始制作和应用了最早的提水设备——水车，开始把水从低处“车”到高处。

随着人类生活、生产活动的巨大进步，现在人们不需要，也不可能简单地“逐水而居”了，而人类生活又离不开水，就必须“供需者水”，这就少不了水泵给水。与洪水作斗争，也不再是单纯的因势利导，而是从植树造林开始到南水北调、排涝防洪一条龙的综合治理，其中也少不了巨大的抽水泵站。

水泵，不论是在工业、农业、渔业、林业、牧业还是国防、交通、科研的每一个领域中，都在默默地充当着心脏般的作用。

下面，以钢铁的生产过程为例，简要说明水泵给水在生产活动中的具体作用。

在铁矿的采、选过程中，需要比较多的高压水，这些高压水，必须用泵来提供；矿井内的积水，也要用泵来排出。没有水

泵，就无法进行现代化的铁矿采、选工作。

在炼铁厂的高炉中，矿石、焦炭，需要在 1300℃ 以上的高温下进行熔炼，才能分离出铁渣，冶炼出通红的铁水。

大家知道，钢铁材料在高温下（600℃ 以上）就会开始发红，发红的钢铁是软的，温度再高就会开始熔化。如果没有压力水（或者水汽）在高炉炉膛（1300℃）和外壳之间分秒不停地起到冷却作用，造价昂贵的高炉就会在几分钟之内变成一堆废铁！这种事故在国内是发生过的。

要在这么高的温度下连续作业，钢铁炉壳何以保证它的冷固状态而不变形呢？这就要靠水泵站提供的压力水（或者水汽）起到很好的冷却作用。

炼钢炉中的温度比炼铁炉内的温度还要高得多。如果没有水（或者水汽）的冷却作用，高温炼钢就不可能进行下去，如果没有水（或者水汽）的冷却作用，滚滚的钢水就无法浇注成型。

在轧钢过程中，需要的水量也不少。有的地方要求的水压还相当高。比如一个年产 60 万吨热轧板卷的车间，它在生产中每小时的工艺用水量就达 5800 多 m^3 。在轧钢之前的加热炉中，火红而沉重的钢锭压在加热炉中的支承轨道上。如果没有水（或者水汽）的冷却作用，分分钟之内就会将整座炉子压垮；当热轧板卷的钢坯从加热炉中出来之后、进入轧钢机之前，需要通过一道高压水除鳞工艺，在这里，要有 2000 多米扬程的水泵供出高压水喷射在钢坯表面上，以达到清除红钢表面粘鳞的目的。

如果没有水（或者水汽）的冷却作用，其它高温轧钢设备也都无法正常运转。

总之，在钢铁联合企业中，从矿石的开采、洗选到烧结、焦炭的生产（含焦化产物的提取）直到炼铁、炼钢、轧钢每一道生产工序都少不得压力水。一旦断水，轻则停产，重则损坏设备，甚至可能出现机毁人亡的重大事故！

一旦因水泵故障断水，会造成“轻则停产，重则损坏设备，甚至可能出现机毁人亡的重大事故！”这种说法，并不是危言耸听，什么船坞沉下去、潜艇浮不起来等恶性事故，就很可能与“水泵”这个平时不引人注目的家伙有关。

我国已经开始实施的南水北调工程，如果没有水泵提水，也将只是一种梦想。

开垦荒山种果树、改造沙漠植草坪，划出土地开工厂、居民住进新楼房，……在现代化的生产生活领域里，哪一个离得了水泵给排水呢？

水泵给水不仅在国民生活、生产中的应用范围极其广泛，而且在向着更高深的领域发展。比如，利用高速水流切割钢板、加工工艺美术品甚至给病人开刀等等。我们各行各业的水泵工都要十分明确自己所肩负的重大责任，热爱本职工作；刻苦钻研业务，掌握操作技能；遵守劳动纪律，爱护工具设备，安全文明生产；诚实团结互助，做好抽水工作。力争在给排水事业的发展中，做出自己更大的贡献。

第二章 泵站及其附属组分的一般构成

最简单的泵站就是一间泵房，泵房外面取水和出水。
有代表性的工业给水泵站系统则由以下八个组分构成。

1. 水源

泵站的水源一般可以是地表水，也可以是地下水，还有的是从管网中取水。

地表水有河水、湖水、水库水等。地下水也同样可以是地下河（阴河）水、地下湖水、地下水水库水等；也有的是地下渗流水，即井水。

具备足够的水量并且能满足一定水质要求的水源，是建设泵站的先决条件。

2. 取水设施

在这里，取水设施指的是把水从水源引进水泵所需要的设施。

如果水泵站比较小而且在水源边上，那么取水设施仅仅是简单一些的吸水口、拦污栅以及水泵本身较短的吸水管线、阀门。如果水泵站比较大，离水源还有一段较长的距离，那么取水设施就要相对复杂一些了。它可能就得设有大型、正规的吸水口、拦渣网和机械清渣设备；较长的进水管线、阀门或者正规的站外吸水井；有的还要设置比较先进的水位监测、报警设备甚至卫星气象测报接收装置。

在来水很浑的特殊情况下还要设置有专用沉沙井等等。

3. 水泵

水泵是给排水泵站的中心设备。水泵的种类和型式非常之多。

需用水泵的型号，是根据用户所需水量、水压（或扬程）和基本水质情况从现有样本上选取的；也有的特殊用途泵，可以请厂家专门研究特制。

水泵知识是水泵工需要重点掌握的知识，也是本书的重点。有关水泵的知识，将在本书的第三、第四、第五章中作详细介绍。

4. 拖动设备

水泵一般要有动力设备来推动才能运转。水泵的拖动设备最常用的是电动机。电动机的种类、型式也不少。在用电不方便的野外（或者虽然有电，但必须作备用的情况下），也常用柴油发动机或汽油发动机带动水泵运转；在水能资源十分丰富的情况下，也可用水力来带动水泵工作（比如水锤泵、水动泵、射流泵等）。在大型发电厂里的大型锅炉给水泵，也可用汽轮机直接带动泵的运转。

拖动设备及传动机构的功率、转速、型式等主要技术参数是根据水泵的具体需要来配置的。

5. 出水管网系统

水泵的出水管网，最简单的就是一节出水管。

正规水泵站的出水管网系统包括出水管道、出水阀门、止回阀门、联通阀门以及压力表、流量计、安全阀等等。

出水管最常用的是钢管，在农村，压力不高的输水管也常用铸铁管、水泥管等。在比较特殊的工业管道中也有大口径的橡胶制品管、玻璃钢管等。除此之外，还有工程塑料管、不锈钢管、铜管、铝塑管、陶瓷管等等。出水管的口径，一般由泵的流量（考虑经济流速）来决定；管子的壁厚、材质则由流体的压力和

品质来确定。

出水管上所需的阀门数量及型式，由设计人员根据管网的复杂程度，流体的品质压力以及操作、控制方面的需要来确定。

阀门的种类及型式也是非常之多。

较大的出水管线上一般还应安装有压力表、流量计等监测设备，以便水泵工及有关管理人员掌握水机的运转状态，并为数据管理、科学核算和调整水机的安全、稳妥、经济运行提供相关依据。

6. 操作及调控系统

现代化的给排水工作是一项重要而复杂的生产活动。给排水泵站需要花费的能源是十分可观的，这就得考虑一个安全、经济运行的问题。因此，给排水泵站（特别是大型站）不仅需要一整套可以安全投入运行的电源操作、开关保护系统，而且还要具备一套科学合理的调节（流量、压力）监视信号、讯息反馈及通讯等系统。有的甚至要纳入计算机系统管理。

7. 蓄水池

不少生产用水单位，需要设置蓄水池，因为要做到水泵的出水每时每刻都刚好够用是非常困难的。平时，水泵供出的富余水（或用户暂时不要的水），就存蓄在高位水池之中，在停电、停泵或需要较多的水时，池中的存水就可以自流（或再加压）供给用户。蓄水池不仅可以起到调控用水（安全供水）的作用，同时也可以起到一定的沉清、散热等作用。

水泵站的出水水池一般都建在较高的位置上（山上或做成水塔形式）。蓄水池的位置（高度）和容积是根据用户的调控（或事故）用水量和需水压力来确定的。

8. 水处理设备（或设施）

在现代化生产活动中，不仅少不了水，而且往往对水质还要有些要求。也就是说，从自然水体中抽取的“源水”不一定可以

直接用于生产；生产用过的水，往往也要经过一定的“净化”处理之后才能达到回用（或排放）标准。所以，在工业生产泵站给排水系统中，往往还得有水处理设施或设备。

水处理设施设备可以是单一的一体化设备，也有的是从收集（或抽取）开始，到加药、混凝、沉清、过滤、消毒、供（排）出的一整套设施设备。

为了保护环境和节约能源，生产水要反复利用，因此往往还存在着需要降温的问题。解决的办法，就是设置冷却塔。成都化工研究设计院水处理技术开发中心研制的 CWLT 型无填料冷却塔，是在考察、研究国内外各种冷却技术及装置的基础上，采用新思维、新观念研制、开发的一种比较理想的水冷设施。这种冷却塔的核心部分——低压离心雾化装置已获得国家实用新型专利，专利号为 ZL61256675·6。

无填料冷却塔与普通填料冷却塔的结构区别示意如图 2-1：

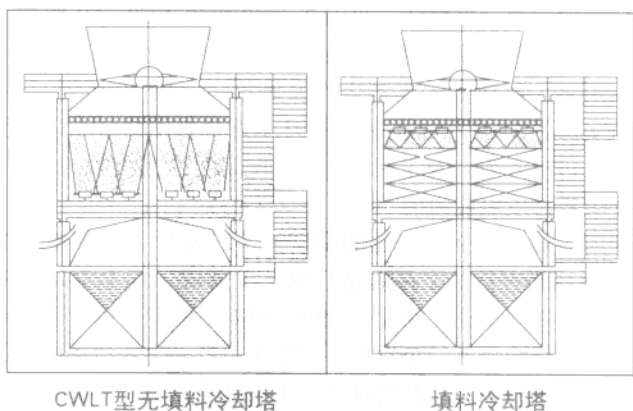


图 2-1

第三章 水泵的一般性知识

第一节 水泵及其发展概况

水泵是一种通用机械，是一种输送（或排出）液体的设备。

古时候，人们在与大自然的合作中，创造了最原始的提水工具，比如戽斗、水车、辘轳等。这些就是水泵的雏形。

随着社会的发展和科学技术水平的提高以及生产、生活各种领域的需要，原始的提水工具逐步变成了后来的泵类设备并得到了更广泛的应用。据统计，我国在 1949 年到 1978 年从解放、建立新中国的初期发展阶段，就生产了 316.8 万台工业泵和 887.7 万台农用泵。而在步入正常生产发展第一年的 1979 年一年内，全国就生产了 31.9 万台工业泵和 93.7 万台农用泵。又以配套功率为例，1979 年农业及工业用泵的总配套功率为 1672.6 万千瓦，相当于当年总发电能力的 29%。

众所周知，1979 年至今的中国经济，发生了天翻地覆的变化！以前屈指可数的水泵制造厂家，发展成了如今争奇夺艳的泵类行业。随着工业、农业、渔业、林业、牧业等各个领域向更加现代化、集约化的趋势发展，泵类在生产、生活活动中更加成了不可缺少的设备。泵站给排水，不仅已经在某一局部单位起到十分重要的作用，而且也将在改善大范围自然环境中起到重要作用。例如：我国已经开始实施的南水北调工程，其中将有三十多

座主要的水泵站，仅南水北调一项工程中，水泵的总装机容量就将超过一百万千瓦。

在 20 多年前，5 万千瓦发电机组已经认为是大发电机了。可是到现在，这么大的功率只够用来驱动一台 130 万千瓦汽轮发电机的给水泵而已。

以前，泵只用来输送常温清水，随着生产发展的需要，泵类产品的形式、种类也得到了相应的发展。现在，泵除了可以输送各种常温液体之外，还可以输送带有固体颗粒的流体，其中的固体颗粒不仅可以是细小的泥砂、矿浆等，还可以是直径达几百毫米的煤、矿石、鱼、甜菜等等。另外，用泵还可以输送温度低至零下 200℃ 左右的液态氧等流体，甚至还可以输送温度高达 600℃ 的液态金属。总之，泵类早已超出了原来意义上的“水泵”概念，开始应用到原来想都不敢想的领域当中。

水泵本身也正在向大型化、高扬程化、高速化、系统化、通用化、标准化、国标化方向发展。

第二节 水泵的定义及分类

1. 泵的定义

什么叫做泵？

通常是把提升液体、输送液体或者使液体增加动能或势能的机器称之为泵。

液体的被提升，或者使液体克服流道阻力输向高处或远方，或者使液体本身增加压力，都需要消耗能量，所以，泵，也可以说成是一种把原动机的能量转变为液体能量的设备。

水泵，就是用来给水、排水的泵。

2. 泵的分类

泵的种类繁多，分类的方式也有几种。根据作用原理，可以将泵分为三大类：即容积式泵、叶片式泵和其它形式的泵。

(1) 容积式泵。

利用工作室容积有规律变化来输送液体的泵叫做容积式泵。一般使工作室容积产生有规律变化的方式有活塞往复运动和转子旋转运动两种基本形式。最典型的容积泵是活塞式往复泵和柱塞式往复泵、转子泵、螺杆泵。除此之外，还有齿轮泵、滑板泵、隔膜泵等等。

(2) 叶片式泵。

利用叶片和液体相互作用来输送液体的泵，叫做叶片式泵。例如，离心泵、轴流泵、旋涡泵等等。

(3) 其它形式的泵。

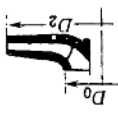

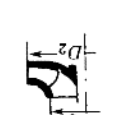

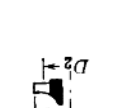
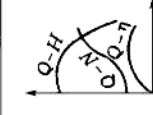
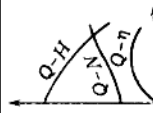
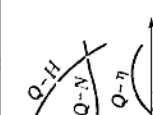
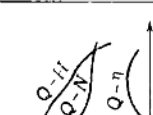

除了上述两类泵之外，还有一些泵。比如，利用机械运动推升液体位能的设备和泵有水车、螺旋泵；利用流体能量来输排、提升流体的泵有射流泵、水锤泵、风车“泵”等。除此之外，还有气体扬水泵、电磁泵等等。

在上述众多的水泵类型当中，用得最多的是叶片式水泵；在叶片式水泵当中，用得最多的又是离心式水泵。

叶片式水泵可以按其比转数分类，那就是：低比转数泵、中比转数泵、高比转数泵和更高比转数泵以及超高比转数泵。其中，比转数在 50~300 之间的泵属于离心式泵；在 500~1200 之间的属于轴流式泵，而在离心式和轴流式之间的泵就称为混流式泵。

比转数不同的叶片式泵，其叶轮形状、叶片形状、性能曲线就不同，它们之间的关系见表 3.2-1。

表 3.2-1 比转数和叶轮形状及性能曲线的关系

水泵类型	离心泵			混流泵	轴流泵
	低比转数	中比转数	高比转数		
比转数	50~80	80~150	150~300	300~500	500~1000
叶轮简图					
尺寸比	$\frac{D_2}{D_0} \approx 2.5$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 2.0$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 1.8 \sim 1.4$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 1.2 \sim 1.1$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 0.8$
叶片形状	圆柱形	进口处扭曲 出口处圆柱形	扭曲形	扭曲形	扭曲形
性能曲线					

第四章 离心式水泵

第一节 离心式水泵的分类

在众多的水泵类型当中，离心式水泵的应用最为广泛。这是因为在离心式水泵上面可以集中体现出比其它的泵类更多的优点，这些优点主要有转速高、体积小、重量轻、效率高、流量大、结构简单、性能平稳、容易操作、便于检修、安装方便等等。当然，离心泵也有一些缺点，例如，普通的离心泵在起动之前须要抽空引水（或加水）；液体的粘度对泵的性能影响较大等。但相比之下，它的优点多、缺点较少。所以在国内外的泵类生产及应用中，离心泵的数量一直都占着大头。

离心式水泵的型式非常多，分类的方式也五花八门：有的是按结构型式分类；有的是按安装方式分；有的按用途分；有的按制造材料分，等等。每一种分类都有一定的优点和缺点。下面，我们就按离心泵的基本结构型式来分类。

离心式水泵按结构及安装型式分类，总体上可以分为卧式和立式两大类。其中用得最多的是卧式离心泵。不论是立式还是卧式，又都可以分为蜗壳式泵、导叶式泵两种，其中每一种又可进一步分为单吸和双吸。再以下又再分为单级和多级等等。

离心式水泵用这种方式分类的情况参见下面的简图 4.1-1。

接着还可以继续分下去。其中不论是单吸泵还是双吸泵，又

都可以再分为单吸单级、单吸多级、双吸单级和双吸多级（有一种多级泵的第一级用双吸叶轮）等等。再加上每一种泵也都可以用不同的材质制造，这么“排列、组合”就可以生产出满足不同要求的数千种离心泵来。

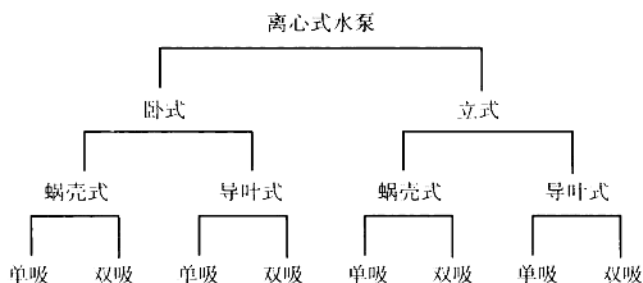


图 4.1-1 离心式水泵的分类

第二节 离心式水泵的工作原理

顾名思义，离心泵是靠离心力来做功的。

什么是“离心力”呢？当物体作圆周运动的时候，会产生一种向外的力（离开运动中心的力），这就是离心力。比如，一根线拴着一块石头，用我们的手提着线头甩起来，让石头作圆周运动。一旦松手，石头就会向（手心）外飞出去。又比如，我们在下雨时打的伞，用手扭动把手，让雨伞快速旋转，伞上的雨滴就会向外飞出。伞的直径越大，转得越快，雨滴就飞得越远。离心式水泵就是靠这个基本原理工作的。参见图 4.2-1a、图 4.2-1b 及图 4.2-1c。

什么是离心式水泵的工作原理呢？用比较简单的文字描述就