

机械工业知识丛

泵

合肥通用机械研究所

机械工业出版社

TH3

5

机械工业知识丛书

泵

合肥通用机械研究所 编



机械工业出版社

泵

合肥通用机械研究所 编
(限国内发行)

*

机械工业出版社出版 (北京阜城门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

北京第四二五印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 • 新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ • 印张 $5\frac{5}{8}$ • 字数 140 千字

1977 年 9 月北京第一版 • 1977 年 9 月北京第一次印刷

印数 00,001—39,000 • 定价 0.48 元

*

统一书号: 15033 • (内)717

出版说明

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国机械工业欣欣向荣，蓬勃发展，形势很好。

“中国靠我们来建设，我们必须努力学习。”为了适应机械工业发展的需要，我们请有关单位编写了一套《机械工业知识丛书》，供机械行业的领导干部、管理人员和有关同志参考。

《泵》为本丛书之一。书中简要地介绍了泵在国民经济中的作用，泵的发展概况、发展趋势、性能参数和分类。书中介绍了各类泵的用途、工作原理和结构等，其中除了介绍一般的离心泵、轴流泵、混流泵、旋涡泵、往复泵、回转泵及其他类型泵外，还介绍了一些特殊泵和高压泵等。

本丛书在编写过程中，各编写单位给予大力支持，做了大量的工作；这本书在编写过程中，得到沈阳水泵厂和博山水泵厂的大力帮助。我们一并表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中难免有缺点和错误，希望读者批评指正。

目 录

出版说明

第一章 概述 1

一 泵及其在国民经济中的作用 1

二 我国泵类产品发展概况 3

三 泵类产品发展趋势 5

第二章 泵的性能参数和分类 8

一 泵的性能参数 8

二 泵的分类 14

第三章 离心泵 16

一 离心泵的工作原理和分类 16

二 离心泵的性能曲线和性能特点 19

三 离心泵的吸上高度和汽蚀 22

四 离心泵的一般构造 24

五 一般单级离心水泵 30

六 一般多级离心水泵 34

七 离心式井泵和吊泵 37

八 离心式锅炉给水泵和冷凝水泵 41

九 离心式油泵 43

十 水泵-涡轮机组 45

第四章 轴流泵、混流泵和旋涡泵 46

一 轴流泵 46

二 混流泵 50

三 旋涡泵 54

第五章 往复泵 60

一 往复泵的工作原理和分类 60

二 往复泵的性能特点和应用 63

三 电动往复泵 65

四	蒸汽往复泵	70
五	试压泵、手摇泵和其他往复泵	76
第六章	回转泵	80
一	齿轮泵	81
二	螺杆泵	83
三	滑片泵	87
四	径向柱塞泵	89
五	轴向柱塞泵	90
六	摆线转子泵和其他回转泵	92
第七章	特殊泵和高压泵	94
一	自吸离心泵	94
二	离心式杂质泵和往复式杂质泵	100
三	潜水泵	108
四	耐腐蚀泵	113
五	屏蔽泵	117
六	计量泵	119
七	高粘度泵	127
八	高速部分流泵	135
九	低温泵	139
十	高温高压离心泵	143
十一	高压往复泵	148
第八章	其他类型泵	160
一	喷射泵	160
二	酸蛋	161
三	水轮泵	162
四	水锤泵	163
五	内燃水泵	165
六	水环真空泵	165
附录		167
附录一	泵类产品型号编制方法	167
附录二	泵类产品现用型号与老型号对照	171

第一章 概 述

一、泵及其在国民经济中的作用

什么是泵，通常把用来抽吸液体、输送液体和使液体增加压力的机器统称为泵。从能量观点来说，泵是一种转换能量的机器。它把原动机的机械能转化为被输送液体的能量，使液体的流速和压力增加。

泵一般是用来将液体从地势较低的地方抽吸上来，沿管路输送到地势较高的地方去。例如，我们日常见到的，用泵把河流、池塘中的水抽上来往农田里灌溉；又如把地下深井里的水抽吸上来并送到水塔上去等等。由于液体经过泵后压力可以提高，所以泵的作用也可以用来将液体从压力较低的容器中抽吸出来，并克服沿途的阻力输送到压力较高的容器中或其他需要的地方，例如，锅炉给水泵从低压水箱中抽吸水往压力较高的锅炉汽包内给水。

泵的性能范围很广，巨型的泵流量可长达几十万米³/时以上；而微型的泵流量则在几十毫升/时以下。其压力可从常压一直高达10000公斤/厘米²以上。它输送液体的温度最低可到-200℃以下，最高可达800℃以上。泵输送液体的种类很多，它可以输送水（清水、污水等）、油液、酸碱液、乳化液、悬浮液和液态金属等。由于人们日常见到的泵大多是用来输送水的，因此在习惯上通常称它为“水泵”。但是，这个名词如作为泵的通称，那显然是不全面的。

实际上，泵的应用范围非常广泛，从上天的飞机、火箭，到入地的钻井、采矿；从陆地上的火车、坦克，到海上的舰船、潜艇；以及不论是重工业还是轻工业；不论是尖端的科学技术还是日常的生活，到处都需要用泵，到处都可以看到有泵在运行。泵

在国民经济各部门中几乎都需要它。由于它的用途广泛因而被列为通用机械。它是机械工业中的一类重要产品。

在机械工业中，泵的产量占有很大的比重，从产值上看，目前世界各国虽不完全相同，但一般都约占机械工业总产值的1~1.5%左右。随着现代科学技术的发展，国民经济各部门对泵的需要量也日益增加，在不少部门中都占有很大的比重，而在有些部门并成为关键设备之一。

化工和石油部门生产中的原料、半成品和成品大多是液体，而将原料制成半成品和成品，需要经过复杂的工艺过程。泵就起了输送液体和提供化学反应的压力及流量的作用，在很多装置中还用来调节温度。如果泵一旦出现故障，往往会使整个系统停止工作。因此，有人把泵的作用比喻为化工生产工艺流程中的“心脏”。同时，泵的好坏也直接影响到生产的正常进行，所以泵是化工、石油部门的关键设备之一。另外在化工、石油部门生产中的液体比较特殊，有的液体易挥发、易燃、易爆或有毒；有的为强腐蚀或高粘度的；有的要求在高温、高压或低温、低压下进行输送等等。因此，这些液体就相应地需要一些特殊泵来满足要求，而且要求的数量也很大。

在农业上，泵的作用更为显著，它可用来进行农业排灌，遇旱能灌，遇涝能排。这对提高农业战胜旱涝灾害的能力，保证农业的稳产、高产，促进农副业生产，为农业逐步实现机械化、水利化起着很大的作用。我国是一个农村幅员广阔的国家，每年农村都需要大量的泵。一般农用泵约占泵的总产量的一半以上。当前，随着“农业学大寨”，大办农业，普及大寨县的群众运动深入发展，大规模开展农田基本建设工作，改造土垌田、旱地改水田、开荒造地、围垦造田、修建海滩水库、发展井灌，以及建设高产、稳产田等等，更迫切地要求我们水泵行业加速发展农用水泵的生产。

开发矿业和发展冶金工业中，泵是不可缺少的设备之一。在

矿井排水时，如果泵发生故障，矿井就有被淹没的危险。另外，在矿井生产过程中，泵消耗电量很大，它是整个矿山中耗电量最多的设备，一般占到全矿耗电量的20~40%，个别矿井有高达50%的。在选矿、冶炼和轧制过程中，泵也是不可缺少的设备，如钢铁厂中用泵供水，要求不能间断，否则不仅影响生产，严重时还会损坏生产设备和造成重大事故。

电力部门中泵也起着很重要的作用。在热电厂就需要大量的泵，像锅炉给水泵、冷凝水泵、循环水泵和灰渣泵等，其中锅炉给水泵是电厂中耗电最多的设备。

在国防建设中也离不开泵，例如飞机襟翼、尾舵和起落架的调节，军舰和坦克炮塔的转动，潜艇的沉浮等都需要用泵。而在一些国防尖端技术方面，如原子能发电站、核反应堆和火箭导弹基地，不但需要泵，而且对泵有很多的特殊要求(如能输送高温、高压和有放射性的液体，有的还要求泵不允许有一点泄漏等)。

在船舶工业中，每艘远洋轮上所用的泵一般有上百台左右，其型式也是各式各样的。城市部门的给排水，陆上交通方面蒸汽机车的给水，机床工业中的机器润滑和冷却，轻工纺织工业中的输送漂液和染料，造纸工业中输送纸浆，以及食品工业中输送牛奶和糖类食品等，都需要有大量的泵。

由此可见，泵在国民经济各部门中不仅被广泛地应用，而且有其重要的地位和作用。它是发展现代化工业、农业必不可少的机器设备之一。

二、我国泵类产品发展概况

泵是人类应用比较早的机器之一。在我国历史上，为了农业灌溉，早就发明和创造了许多简单的提水工具。在三千七百年前，我国还处在奴隶社会的商朝时期，就创造了汲水的桔槔。在公元前一千一百年左右，我国又发明了辘轳这样简单的提水工具。东汉的毕岚和三国的马钧创造和改良了车水的脚踏翻车(又



图 1 脚踏翻车

则更是要依赖进口。

解放后，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国泵类产品制造工业，从无到有，从小到大，获得了迅速的发展。从1952年开始，我国就有计划地组织改革泵类的老产品，以提高产品质量、扩大产品性能范围和发展新品种。仅仅用了不到十年的时间，就已从根本上改变了解放初期泵类产品零乱重复、结构陈旧和技术经济指标落后的局面。特别是经过1958年的大跃进和伟大

叫水车，如图1)。这种水车南方农村至今还在使用。到元朝又改进使用了水力水车（图2）和以畜力拖动的水车。明朝末年，又有了风力带动的水车。

到十九世纪，国外已有了比较完整的泵的类型和品种，并得到了广泛的应用。但是，在我国解放前，由于长期受帝国主义的侵略和国民党反动派的统治，泵类产品工业和其他机械工业一样，也是极端落后的。解放前，我国根本没有一个像样的水泵制造厂，有的工厂也只能修修配配。农业排灌用的水泵少得可怜，工业用泵



图 2 水力水车

的无产阶级文化大革命运动，我国泵类产品工业的发展更加迅速。产品产量和品种都获得了大幅度的增长。现在，我国不但能生产一般的泵类产品，而且已先后试制和生产了各种特殊用泵。基本上已能满足农业、国防、石油、化工、矿山、钢铁冶金、电力和造船等国民经济各部门的需要。另外，通过对老产品的改革和新产品的试制，不仅填补了我国部分产品的空白，而且对常用的产品，已先后制订出具有我国自己特点的系列，大大地提高了我国泵类产品的系列化、标准化和通用化的水平。

现在，我国泵类制造工业，在毛主席的“独立自主、自力更生”的方针指引下，产品的设计和制造能力都有了显著的提高。我国已有很多泵类产品的专业制造厂，一般农用泵在县、社农机制造厂就能大量生产。现在不但能够自行设计制造各种泵类产品，而且有些产品已达到和接近世界先进水平，同时也已形成了我国泵类产品比较完整的生产体系。

随着科学技术的不断发展，我国国民经济各部门对泵类产品的要求越来越高，因此今后要进一步提高泵类产品的产量和质量，努力增加新品种（如高温、高压、高精度及特殊泵等），为国民经济各部门提供更多的符合各种要求的产品。泵类制造工业的广大职工，在党的一元化领导下，以阶级斗争为纲，大搞技术革新与技术革命，进行科学试验，正为创制出更多的、能满足国民经济各部门要求的、具有我国独特风格的泵类产品而努力奋斗。

三、泵类产品发展趋势

随着现代生产和科学技术的不断发展，泵类产品主要向以下一些方向发展：

1. 产品大型化

泵类产品大型化可以提高机组的技术经济指标和运转的可靠性。若用一台大泵和用多台小泵相比较，用一台大泵可以节约大量的材料，动力消耗少，占地面积小，也便于管理。另外，产品

大型化还便于采用自动化技术，如自动预报事故与自动调节流量等。

随着现代工业生产规模的扩大和技术的发展，工业装备容量越来越大，泵的流量和驱动功率也越来越大。电站的锅炉给水泵就是大型化的一个有代表性的例子。在四十年前，五万千瓦的发电机组还是作为机械工业中的一项杰出成就；到七十年代，单是大型电站给水泵的功率就超过五万千瓦。目前，国外 180 万千瓦的发电机组，驱动功率为 75000 马力的给水泵即将出现。

近几年来，国外大型泵发展较多，如 1000 毫米口径的大型潜水泵；叶轮直径 7 米的巨型轴流泵；2000 千瓦的屏蔽泵；流量为 1500 吨/时的船用螺杆泵等。

据估计，今后一段时期，泵类产品还要向大型化的方向发展。到二十世纪末叶，泵的叶轮直径可能要超过 15 米；给水泵的驱动功率可能要达到 8 万马力。

2. 泵的高速化

随着汽蚀问题、材料问题的不断解决，泵的转数越来越向高速化的方向发展，这不仅对离心泵而言，就是对往复泵和回转泵也是一样。

对离心泵来说，提高泵的转数是增加单级扬程、减少级数与减轻重量的重要途径。对其他泵也是一样，如果转数提高，便可以缩小体积、减轻重量。泵的高速化的经济效果颇为显著。表 1 和图 3 中，以三种不同转数的锅炉给水泵作比较，可以明显地看

表 1 不同转数的锅炉给水泵经济效果比较

制 造 年 份	机 组 容 量 (万千瓦)	泵 转 数 (转/分)	排 出 压 力 (公斤/厘米 ²)	单 级 扬 程 (米水柱)	级 数	泵 重 量 (吨)
1960	55	3000	196	341	5	44
1965	60	4700	226	567	4	17
1970	66	7500	223	1143	2	10.5

出转数越高，体积越小，重量越轻。

半个世纪以来，泵的高速化趋势比较明显的有锅炉给水泵。如西德卡艾斯倍公司，在1927年就制造了5000转/分的锅炉给水泵，到目前船用锅炉给水泵的转数有的已达18000转/分。另

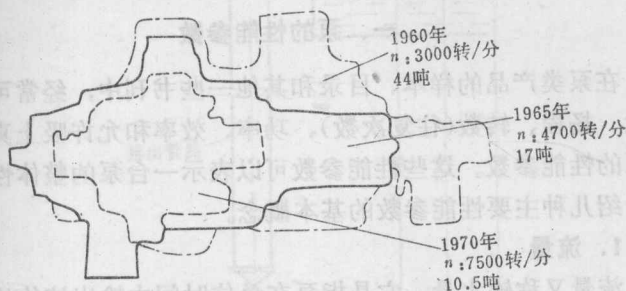


图3 不同转数的锅炉给水泵体积比较示意图

外，石油化工流程用泵的高速化趋势也较明显。这种高速泵已由宇宙火箭技术中应用转向一般产品，目前转数高达34000转/分的高速泵，在石油化工流程中也相继出现。

向高速化方向发展的其他泵，目前已有在24000转/分下运转的齿轮泵，在11000~22000转/分下运转的轴向柱塞泵及在30000转/分下运转的旋转活塞泵等。

3. 发展特殊泵

随着工农业生产的发展，对泵的要求越来越多，条件也越来越特殊。因此，目前各国一般用途的泵的比重下降，而特殊用途的泵(耐腐蚀泵、塑料泵、屏蔽泵、计量泵、潜水泵和电磁泵等)大量发展，比例逐年增加。据统计，在1880年左右，一般用途的离心泵产量占整个泵产量的90%以上，而动力装置用泵、化工用泵、矿山用泵等特殊用途的泵，仅占整个泵产量的10%左右；到1960年，一般用途的泵只占45%左右，而特殊用途的泵已占55%左右。据估计，到公元2000年，一般用途的泵可能只占20%以下，而特殊用途的泵将占到80%以上。

第二章 泵的性能参数和分类

一、泵的性能参数

在泵类产品的样本、目录和其他一些书刊中，经常可以看到流量、扬程、转数(往复次数)、功率、效率和允许吸上真空高度等泵的性能参数。这些性能参数可以表示一台泵的整体性能。下面介绍几种主要性能参数的基本概念。

1. 流量

流量又称输水量。它是指泵在单位时间内输出液体的体积或重量。有体积单位和重量单位两种表示方法。体积流量用 Q 表示，常用单位是米³/时、升/秒， $1 \text{ 升/秒} = 3.6 \text{ 米}^3/\text{时}$ 。重量流量用 G 表示，单位是吨/时、公斤/秒， $1 \text{ 公斤/秒} = 3.6 \text{ 吨/时}$ 。因为泵的流量一般都在常温清水下测得的，所以它们相互关系 $1 \text{ 米}^3/\text{时} = 1 \text{ 吨/时}$ ， $1 \text{ 升/秒} = 1 \text{ 公斤/秒}$ 。

2. 扬程

扬程又称压头，它表示泵能提升液体的高度。从能量观点来说，它是指每单位重量的液体通过泵后其能量的增加值。扬程用符号 H 表示，对于叶片泵的扬程单位是米液柱，通常多用米水柱作单位，习惯就简称米。

往复泵的排出压力相当于叶片泵的扬程。由于往复泵的排出压力较高，一般均不用米水柱作单位，而用公斤/厘米²作单位，有的还用工程大气压作单位，简称大气压。离心泵中有些较高扬程的泵也用公斤/厘米²作单位。通常 1 公斤/厘米^2 相当于 1 个大气压，也相当于 10 米水柱。

扬程是一个总的说法，我们一般说的扬程是指全扬程。全扬程可分为吸上扬程和压出扬程，如图 4 所示。

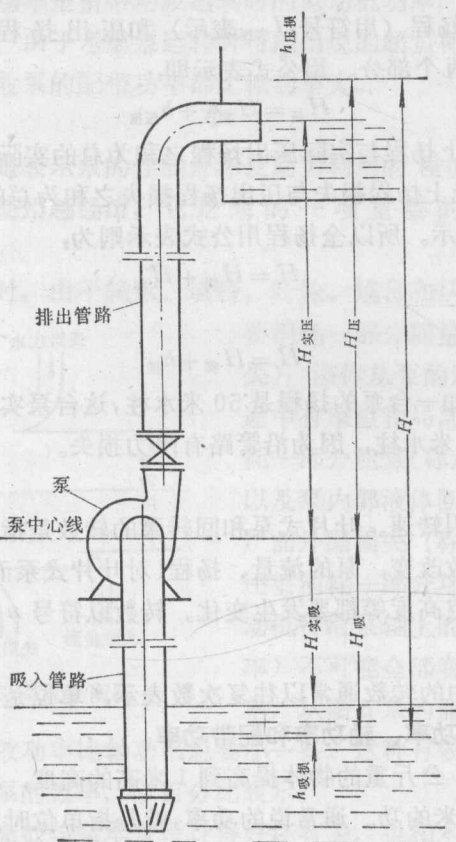


图 4 扬程示意图

吸上扬程简称吸程。它是指泵能吸上液体的高度，用符号 H 吸表示。由于液体经过吸入管路受阻力要损失一部分扬程，所以吸上扬程包括实际吸上扬程（用符号 $H_{\text{实吸}}$ 表示）和吸上扬程损失（用符号 $h_{\text{吸损}}$ 表示）两个部分。用公式表示即：

$$H_{\text{吸}} = H_{\text{实吸}} + h_{\text{吸损}}$$

压出扬程是指泵能把液体压出去的高度，用符号 $H_{\text{压}}$ 表示。

同样液体压出经过排出管路要损失一部分扬程，所以压出扬程包括实际压出扬程（用符号 $H_{\text{实压}}$ 表示）和压出扬程损失（用符号 $h_{\text{压损}}$ 表示）两个部分。用公式表示即：

$$H_{\text{压}} = H_{\text{实压}} + h_{\text{压损}}$$

实际吸上扬程与实际压出扬程之和为总的实际扬程，用符号 $H_{\text{实}}$ 表示。吸上扬程损失与压出扬程损失之和为总的扬程损失，用符号 $h_{\text{损}}$ 表示。所以全扬程用公式表示则为：

$$H = H_{\text{吸}} + H_{\text{压}}$$

或

$$H = H_{\text{实}} + h_{\text{损}}$$

因此，如一台泵的扬程是 50 米水柱，这台泵实际通过管路提升就不到 50 米水柱，因为沿管路有阻力损失。

3. 转数

转数又叫转速。叶片式泵和回转泵的转数是指每分钟泵轴回转次数。转数改变，泵的流量、扬程（对叶片式泵而言）、功率及允许吸上真空高度等都要发生变化。转数以符号 n 表示，单位是转/分。

往复泵中的转数通常以往复次数表示，单位是次/分。

4. 有效功率、轴功率和配带功率

如果把 1 公斤重的物体提高到 1 米高的高度，这时就对重物作了 1 公斤·米的功。通常说的功率，就是指单位时间内所作功的大小，如果每秒钟作 1 公斤·米的功，那么功率就是 1 公斤·米/秒。用公斤·米/秒的单位在工程上认为太小了，所以通常用马力或千瓦来表示功率，1 马力 = 75 公斤·米/秒；1 千瓦 = 102 公斤·米/秒；1 千瓦 = 1.36 马力。

泵的功率大多指泵的轴功率，即泵在运转时，在一定的流量和扬程下，原动机输送给泵轴上的功率。以符号 N 表示，单位是千瓦或马力。而有效功率是根据泵的扬程、流量计算出来的功率。也就是说泵在单位时间内对流经泵的液体作的功。

泵的配带功率是指带动泵运转时的原动机功率，即和泵配套的原动机功率。由于考虑泵运转时可能出现的超负荷情况，为了保证安全，一般泵的配带功率都比轴功率大。

5. 效率

泵的效率是表示泵的性能好坏及动力利用的程度。效率越高，说明泵的使用越经济，它是泵的一项重要技术经济指标。

泵在工作时，由于轴承、填料、叶轮、连杆和活塞等的摩擦

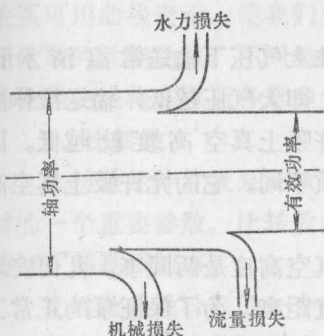


图 5 泵的能量平衡图

要消耗一部分能量（称机械损失），液体从泵的进口到出口，途中有摩擦和局部阻力也要消耗一部分能量（称水力损失），以及泵内部液体回流和密封不严而外漏损失（称流量损失）还要消耗一部分功率。所以原动机传给泵轴上的功率（轴功率）不可能全部变成有效功率，从图 5 泵的能量平衡图中

可以看出，有效功率比轴功率总要小一些。这种有效功率和轴功率的比值就是泵的效率，以百分比表示。

泵的效率高低与泵本身设计得好坏有关，也和木模、铸造、加工等工艺过程有关。各种泵的类型不同，它的效率范围也不一样。一般来说，离心泵效率大致在 60~90% 的范围，而一般往复泵的效率在 75~95% 的范围。

6. 允许吸上真空高度

允许吸上真空高度表示泵的吸上扬程的最大值。即保证泵在正常工作而不产生汽蚀[⊖]的情况下，将液体从贮液槽液面吸到泵

⊖ 有关汽蚀现象的概念详见第三章。