

农用水泵丛书



离心泵

机械工业出版社



农用水泵丛书

离心泵

北京水泵厂 编著

CAH158/01



机械工业出版社

本书主要介绍离心泵的工作原理、结构、选用、安装、运行、故障排除、维修等内容，可供泵站工人、机手参考，也可供农村知识青年参考。

农用水泵丛书

离 心 泵

北京水泵厂 编著

*

机械工业出版社出版（北京阜成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）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₃₂ ·印张 5 ·字数 110 千字
1976年8月北京第一版·1976年8月北京第一次印刷

印数 000,001—150,000 ·定价 0.36 元

*

统一书号：15033·4365

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国社会主义建设欣欣向荣、蒸蒸日上。随着工农业生产的迅速发展，水泵的使用极其广泛，尤其是农田的排灌，对战胜旱涝灾害，促进农业高产稳产起了极大的作用。离心泵在农田排灌中使用的最多，为了合理的选择、正确的使用、及时的维修，我们编写了《离心泵》一书，供使用单位参考。

本书主要介绍了离心泵的一些基本知识及使用方面（常温、清水）的一些问题。为了适应广大农村的读者阅读，文字力求通俗易懂。

本书在编写过程中，华中工学院动力工程一系水机教研组提出了许多宝贵的意见，在此表示感谢。

由于我们水平有限，实践经验不足，书中一定有不少错误，望读者指正。

编 者

毛主席语录

水利是农业的命脉

农业的根本出路在于机械化

农业学大寨

1989

统一书号：15033·4365

定 价： 0.36元

目 录

第一章 离心泵的基本知识	1
第一节 概述	1
第二节 离心泵的工作原理	4
第三节 离心泵的基本参数	6
第四节 离心泵的性能曲线	19
第二章 离心式水泵的几种典型结构	23
第一节 单级悬臂式离心泵	23
第二节 多级单吸离心泵	29
第三节 单级双吸离心泵	34
第三章 离心泵的运行和调节	39
第一节 离心泵的运行	39
第二节 离心泵的调节	52
第四章 离心泵的选型和配套	59
第一节 离心泵的选型	59
第二节 离心泵的配套	68
第五章 离心泵的安装	79
第一节 离心泵站的布局	79
第二节 离心泵的基础	84
第三节 传动装置的安装	85
第四节 管路的安装	91
第五节 离心泵的落井安装	95
第六节 离心泵的对口抽安装	98
第六章 离心泵的使用和维修	101
第一节 离心泵的使用和故障排除	101
第二节 离心泵的维修	111

附录	115
I 经验公式	115
II 离心泵规格性能表	117
表 I - 1 B型和BA型泵规格性能表	117
表 I - 2 Sh型泵规格性能表	125
表 I - 3 DA型泵规格性能表	136
表 I - 4 D型泵规格性能表	144

第一章 离心泵的基本知识

第一节 概 述

泵是一种抽送液体和增加液体能量的机械。泵能抽送水、油、酸、碱、熔融金属、纸浆、泥浆和含有煤、矿石、鱼等颗粒的液体。用于抽送水的泵，叫水泵，俗称抽水机。

泵的用途很广，在社会主义建设及人民生活的各方面都要用到它。例如：农业排灌、石油化学工业、矿山采掘、机器制造、交通运输、动力工业、城市给水排水等，都广泛地使用着泵，尤其是农业生产上抗旱、排涝、植物保护等，使用泵的数量更大，为确保农业丰收起着极大的作用。

泵的种类很多，一般可以按结构、作用原理等不同方法来进行分类。通常应用得比较多的有离心泵、混流泵、轴流泵等。本书主要介绍农业排灌用离心泵的一般知识。

一、离心泵的种类

离心泵的种类很多，划分方法也不同。

1. 以叶轮数目来分，有单级泵和多级泵。单级泵只有一个叶轮，所以，结构较简单，扬程较低，一般在8~150米。多级泵有二个及二个以上的叶轮，有几个叶轮，就称几级泵，它的扬程和轴功率是各个单级扬程和轴功率的和。多级泵的扬程较高，一般在14~350米，有的能达几千米，它的结构较复杂，重量也大，例如DA型泵和D型泵。

2. 以叶轮进水方式分，有单吸的和双吸的。单吸叶轮是指水从叶轮的一面吸入，而双吸叶轮是指水从叶轮两面吸入。

例如，Sh型泵的叶轮就是双吸的。双吸叶轮的流量较大，由于叶轮是对称的，所以轴向力基本上是平衡的。

3. 以压水室型式分，有蜗壳式和导叶式。蜗壳式的泵壳好像一个蜗牛壳，它的特点是体积大、效率高，一般用于单级泵中。例如，BA型泵和B型泵就是蜗壳式。导叶式的体积较小，效率低些，一般用于多级泵中。

4. 以泵轴的位置来分，有立式和卧式两种。立式泵的泵轴和地面是垂直的，卧式泵的泵轴和地面是平行的。立式泵的优点是安装占地面积小，叶轮一般是浸入水中，起动前不需要灌水。它的缺点是一般价格较贵，不易安装和检修，并且易腐蚀。如深井泵就是立式的。卧式泵的优点刚好和立式泵相反。

5. 以是否能自动吸水来分，有普通离心泵和自吸离心泵。普通离心泵需要在进水管安有底阀，进水管和泵内灌满水后才能起动。自吸式离心泵不需要底阀，只要将泵体里灌满水就能起动。起动后先将进水管里的空气抽完，然后就自动抽水了。

二、离心泵的型号

为了区别不同类型的水泵，给它们编制了型号。不同型号的水泵代表着不同型式和性能的泵。所以，选择水泵或更换水泵零件时，必须知道水泵的型号。我们只要知道了水泵的型号，就可以从水泵的性能表中，或水泵的特性曲线中，或水泵的型谱中查出它的流量、扬程、转速、轴功率、配套功率及允许吸上真空度等性能数据。

表示水泵型号的方法很多，我国是用汉语拼音字母的字头和有关的数字来表示的。下面介绍几种常用离心泵的型号和意义。

1. BA 型离心泵

如 6BA-18A

6——进水管内径为 6 吋（每吋 = 25.4 毫米）；

BA——表示单级单吸悬臂式离心泵；

18——比转数缩小 10 倍后的数字，所以这个泵的比转数是 180；

A——表示泵的叶轮外径车小后的规格标志（若是 B、C，则表示车小得更多些）。

2. DA 型多级离心泵

如 4DA-8×5

4——进水管内径为 4 吋；

DA——表示单吸多级分段式离心泵；

8——比转数缩小 10 倍后的数字；

5——表示泵的级数为 5 级。

3. Sh 型离心水泵

如 10Sh-19A

10——进水管内径为 10 吋；

Sh——双吸单级卧式离心泵，泵的叶轮为双面进水；

19——比转数缩小 10 倍后的数字；

A——表示这个泵的叶轮车小后的规格标志。

4. SD 型深井泵

如 SD10×5

S——深井泵；

D——表示低转速（即 1460 转/分）；

10——水井套管的内径最小尺寸为 10 吋；

5——表示 5 级泵。

5. JD 型深井泵

如 6JD-28×9

6——水井套管的内径最小尺寸为6吋；

J——深井泵；

D——表示第四种型式；

28——比转数缩小10倍后的数字；

9——表示9级泵。

最近水泵行业对于某些类型泵的结构进行了改革，改革后用泵的流量、扬程等参数来表示泵的型号。例如：

1. B100-25型离心泵

B——表示单级单吸悬臂式离心泵；

100——流量为 $100\text{米}^3/\text{时}$ ；

25——扬程为25米。

2. D46-30×4型多级离心泵

D——多级泵；

46——流量为 $46\text{米}^3/\text{时}$ ；

30——表示每一级叶轮的扬程为30米；

4——表示4级泵。

第二节 离心泵的工作原理

一、离心泵的压水原理

我们在雨天打伞，如果用手转动伞柄，伞上的水就会被甩出去，这是因为雨水在旋转的伞上受到离心力的作用，使水向四周飞出。旋转得越快，水点飞出也越快，如图1-1a。

离心泵的叶轮就好像一把伞，在开动水泵前，泵里灌满了水，当水泵转动时，叶轮旋转起来，水在离心力的作用下就被叶轮甩出去，经过泵体，顺着出水管把水送出去，这就是离心泵的压水原理。如图1-1b。

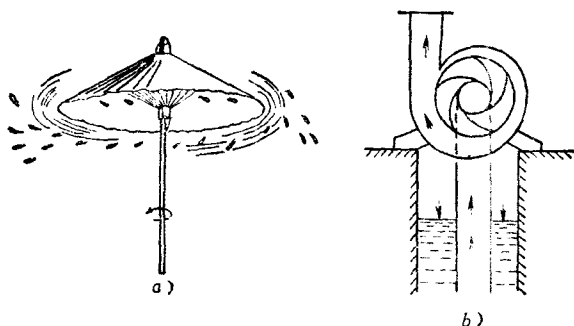


图1-1 离心泵的工作原理

a—雨水在旋转的伞上被离心力甩出； b—离心泵压水原理

二、离心泵的吸水原理

水往低处流，这是一个自然规律，人人皆知。那末水泵为什么能把低处的水吸上来呢？我们在医院里看到大夫打针时用针筒吸药水的情况，当大夫把针头插入药水内，把针筒芯慢慢地往上抽时，药水就被吸入针筒里了。为什么药水能吸到针筒里呢？在我们周围的空气是有一定的压力的，它作用在药水面上，当针筒芯往上抽时，原来针筒芯占的地方现在被抽上去了，这块地方没有空气便成了真空，而药面上还有大气压力的作用，药面压力高，针筒内压力低，所以，药水就被压入针筒里了。同样，在泵中也是这样的情况，水在离心力的作用下，叶轮把水甩出去了，水原来占有的地方就像针筒芯抽出去了一样，变成真空，而水面还有大气压力的作用，水面压力高，泵进口压力低，水就顺着吸水管被压上来，进入叶轮中，水在离心力的作用下，叶轮又将水甩出去，如图1-1 b所示，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。

离心泵可以把水从低处吸上来,它能吸多少米呢?这是我们感兴趣的问题。如果吸程没有限制,不管多深的井,都可以用加长吸水管的方法将水抽上来,该多好啊;但这是不可能的。

我们做一个实验,将一根长玻璃管插入水中,从上部将空气抽出,随着空气的抽出,水在大气压力的作用下,沿玻璃管上升。如果将玻璃管内的空气完全抽出,也就是抽成绝对真空,这时水上升到10.33米就不再上升了,如图1-2左。这是因为:

$$\begin{aligned} 1 \text{ 标准大气压} &= 760 \text{ 毫米水银柱} \\ &= 10.33 \text{ 米水柱} \end{aligned}$$

也就是玻璃管内水柱的压力与大气压力相等,使它们保持了平衡。

同理,如果离心泵叶轮的进口处也能达到绝对真空的话,水沿进水管最多只能上升10.33米,如图1-2右。

但是,离心泵进口处不可能达到绝对真空,常温时,当压力降低到0.024大气压时,也就是未达到绝对真空前,水就沸腾汽化了。另外,水流经底阀、进水管时也有阻力损失,为了使水在管路中流动还有速度水头,因此,离心泵的吸水高度不可能达到10.33米,更不可能超过10.33米。离心泵一般也就能吸上4~8米。具体能吸多高,每种型号的泵都不同,这与泵的允许吸上真空度有关。

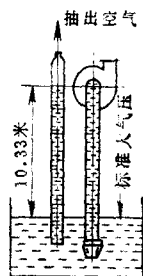


图1-2 水泵最大吸程示意图

第三节 离心泵的基本参数

一、流量

流量通俗讲就是水泵的出水量,它表示泵在单位时间内

排出液体的数量。流量有体积流量和重量流量两种表示方法。体积流量用 Q 来表示，单位有：升/秒、米³/秒、米³/时等；重量流量用 G 表示，单位有：吨/时、公斤/秒等。

体积流量和重量流量可按下式换算：

$$\text{重量流量} = \text{液体的重度} \times \text{体积流量}$$

$$\text{即} \quad G = \gamma Q \quad (1-1)$$

式中 γ ——液体的重度。对于水，重度 $\gamma = 1$ 公斤/升。

因为 1 升水 = 1 公斤

$$1 \text{ 米}^3 \text{ 水} = 1 \text{ 吨} = 1000 \text{ 公斤}$$

$$1 \text{ 小时} = 60 \text{ 分} = 3600 \text{ 秒}$$

$$1 \text{ 米}^3 = 1000 \text{ 升}$$

$$\text{所以} \quad 1 \text{ 米}^3/\text{时} = \frac{1000}{3600} \text{ 升}/\text{秒} = 0.278 \text{ 升}/\text{秒}$$

$$1 \text{ 升}/\text{秒} = \frac{3600}{1000} \text{ 米}^3/\text{时} = 3.6 \text{ 米}^3/\text{时}$$

例 问20升/秒的流量等于多少米³/时？

解 因为 1 升/秒 = 3.6 米³/时

$$\text{所以} 20 \text{ 升}/\text{秒} = 20 \times 3.6 \text{ 米}^3/\text{时} = 72 \text{ 米}^3/\text{时}。$$

二、扬程

泵的扬程是指单位重量的液体通过泵后能量的增加值，也就是泵能把液体提升的高度或增加压力的多少，通常用符号 H 来表示，单位是米水柱，习惯简称为米。不同型号的泵有不同的扬程，它是由设计来决定的，它与水泵叶轮的直径有关，与叶轮的数目和叶轮旋转的快慢有关。对于一个泵来讲，扬程是随流量的大小变化的。通常我们说这个泵的扬程多高，或泵标牌上标出的扬程，一般是指这个泵最高效率点的扬程。

三、转速

转速是指水泵轴每分钟的旋转次数，也就是说水泵在一分钟内转了多少转，通常用符号 n 表示，单位是转/分。目前泵中常用的转速，口径较小的泵转速有2900转/分、1450转/分，口径较大的泵的转速低些，有970转/分、730转/分，更大口径的水泵转速更低。水泵只有在规定的转速下工作时，流量、扬程、轴功率才能得到保证。转速改变后，水泵的流量、扬程、轴功率也都要相应改变。它们的变化关系是：泵的流量与泵的转速成正比，泵的扬程与泵的转速的平方成正比，泵的轴功率与泵的转速的立方成正比，这就是泵的比例定律。用公式表示

$$\text{水泵改变转速后的流量} = \text{原来的流量} \times \frac{\text{改变后的转速}}{\text{原来的转速}}$$

$$\text{水泵改变转速后的扬程} = \text{原来的扬程} \times \left(\frac{\text{改变后的转速}}{\text{原来的转速}} \right)^2$$

$$\text{水泵改变转速后的轴功率} = \text{原来的轴功率}$$

$$\begin{aligned} & \times \left(\frac{\text{改变后的转速}}{\text{原来的转速}} \right)^3 \\ \text{即} \quad & \left. \begin{aligned} \frac{Q_1}{Q_2} &= \frac{n_1}{n_2} \\ \frac{H_1}{H_2} &= \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 \\ \frac{N_1}{N_2} &= \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3 \end{aligned} \right\} \quad (1-2) \end{aligned}$$

- 式中 n_1 ——原来的转速；
 n_2 ——改变后的转速；
 Q_1 ——原来的流量；
 Q_2 ——改变转速后的流量；
 H_1 ——原来的扬程；
 H_2 ——改变转速后的扬程；

N_1 ——原来的功率；

N_2 ——改变转速后的功率。

所以，我们可以利用改变转速去改变水泵的性能，来调节水泵。

四、功率

功率是表示机器在单位时间内所作功的大小，常用符号 N 表示，它的单位是千瓦或马力。我们把 1 公斤重的物体提高 1 米，这时就对物体作了 1 公斤·米的功。如果 1 秒钟内作 1 公斤·米的功，那末功率就是 1 公斤·米/秒。

在工程上公斤·米/秒的单位太小了，通常用千瓦或马力来表示，它们之间的关系是：

$$1 \text{ 千瓦} = 102 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{秒}$$

$$1 \text{ 马力} = 75 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{秒}$$

因此 $1 \text{ 千瓦} = 1.36 \text{ 马力}$

$$1 \text{ 马力} = 0.735 \text{ 千瓦}$$

在水泵书中常见到有有效功率（或称水马力）、轴功率、配套功率等。

有效功率是泵在单位时间内对流经该泵的液体所做功的大小，也就是泵的重量流量和扬程的乘积，常用 $N_{\text{效}}$ 表示。

$$\text{即} \quad N_{\text{效}} = \gamma QH \quad (\text{公斤} \cdot \text{米} / \text{秒}) \quad (1-3)$$

$$\text{或} \quad N_{\text{效}} = \frac{\gamma QH}{102} \text{ (千瓦)} \quad (1-4)$$

$$N_{\text{效}} = \frac{\gamma QH}{75} \text{ (马力)} \quad (1-5)$$

式中 γ ——液体的重度（公斤/升）；

Q ——水泵的流量（升/秒）；

H ——水泵的扬程（米）。

从上面的几个式子中我们看到泵的有效功率是和所抽送