



NONGYONG SHUIBENG DE SHIYONG YU WEIXIU

农用水泵的

使用与维修

(第2版)

余泳昌 主编



黄河水利出版社

农用水泵的使用与维修

(第2版)

主 编 余泳昌

副主编 陈新昌 李 赫

黄河水利出版社

· 郑州 ·

图书在版编目(CIP)数据

农用水泵的使用与维修 / 余泳昌主编. —2 版.
郑州:黄河水利出版社,2011. 10
ISBN 978 - 7 - 5509 - 0122 - 3

I. ①农… II. ①余… III. ①农用水泵 - 使用
②农用水泵 - 维修 IV. ①S277.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 194824 号

组稿编辑:李洪良 电话:0371 - 66024331 E-mail:hongliang0013@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:郑州海华印务有限公司

开本:850 mm × 1168 mm 1/32

印张:5.875

字数:148 千字

版次:2011 年 10 月第 1 版

印次:2011 年 10 月第 1 次印刷

定价:23.00 元

前 言

农用水泵是用于农作物灌溉的主要提水工具。随着农业生产机械化水平的不断提高,农民对购置农业机械的积极性空前高涨。农用水泵在抗御自然灾害、确保农作物丰产增收方面发挥了重要作用,近几年生产销售量在逐年增加。为了更好地发挥灌溉机械的效益,降低作业成本,延长水泵的使用寿命,更好地为农业生产服务,特编写了《农用水泵的使用与维修(第2版)》一书,供广大农机管理人员、水泵操作人员和农村知识青年阅读参考。

本书主要介绍了农业上常用的离心水泵、潜水电泵、深井泵、轴流泵和混流泵的基本结构、工作原理、安装使用及故障排除方法,并对农业灌溉机工的配电设备进行了简单论述。内容立足于实用性,通俗易懂,图文并茂。需要说明的是,为方便阅读,对于“英寸”、“马力”等非法定计量单位暂作保留。

本次修订版第一、二章由陈新昌完成;第三、四章由李赫完成;第五、六章由何玉静完成;全书由余泳昌负责统稿。

由于作者水平有限,书中难免有不当之处,诚望同行专家和广大读者批评指正。

编 者

2011年6月

目 录

前 言

第一章 农用水泵的基础知识	(1)
第一节 水泵的压水原理	(1)
第二节 农用水泵的分类	(4)
第三节 农用水泵的性能参数	(9)
第四节 水泵的工况要求	(17)
第二章 离心泵	(27)
第一节 离心泵的构造及特点	(27)
第二节 离心泵的选型及配套	(37)
第三节 离心泵的安装与运行	(56)
第四节 离心泵维护及故障排除	(72)
第三章 潜水电泵	(82)
第一节 潜水电泵的结构、类型与工作特点	(82)
第二节 潜水电泵的安装与运行	(93)
第三节 潜水电泵使用维护和故障排除	(96)
第四章 深井泵	(101)
第一节 深井泵的结构	(101)
第二节 深井泵的安装与运行	(103)
第三节 深井泵的维护保养及故障排除	(113)
第五章 轴流泵和混流泵	(120)
第一节 轴流泵	(120)
第二节 混流泵	(132)
第六章 农用水泵的配电设备	(135)
第一节 农用水泵的配套电动机	(135)

第二节	配电变压器和配电线路	(155)
第三节	常用低压电器	(173)
参考文献		(182)

第一章 农用水泵的基本知识

第一节 水泵的压水原理

一、压力的概念

众所周知,地球周围有一层厚厚的大气,人类生活在大气包围之中,这种包围会对地表形成一定压力,科学上称为大气压力。大气压力是我们周围空气中普遍存在的一种压力,一般情况下不易察觉。如果我们做一个试验,就可以清楚地看到它的存在:取一根 10 多 m 的玻璃管,一端插在水杯中,一端封闭,并不断地将管中空气抽出,则管里的水柱不断上升,这是由于管子外面的大气压力把水压上去的缘故。如果管子里的空气全部被抽空,则水柱将上升到 10.33 m 的高度。此时,水中玻璃管口处的压力为零,内外压力相等,不存在压力差。不严格地讲,10.33 m 高度水柱底部产生的压力即为大气压力。

水泵的工作原理就是建立在压力这种基本概念的基础上的。

从能量的观点来说,水泵是一种转移能量的机器。它把原动机的机械能转化为被输送液体的能量,使水的流速和压力增加。不同的水泵,其压力原理是不同的。常用水泵的压水原理可分为离心式压水、轴流式压水和混流式压水三种,大多数水泵均是根据这三种原理来进行工作的。

二、离心式压水

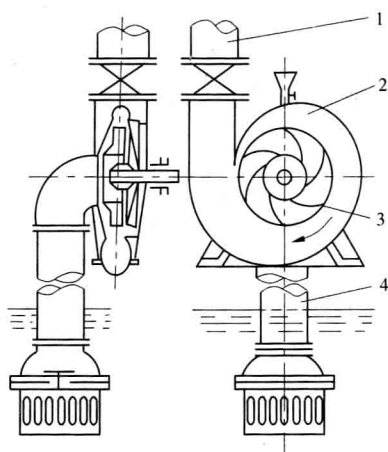
任何物体绕一根轴旋转时都会产生离心力,这是一般的物理常识。例如,用一根细绳,一头拴上小石块,另一头拿在手里用力转动,石块就会始终将绳子拉紧,转得越快,拉得越紧,这种拉紧的力就是石块旋转时产生的离心力,旋转速度越快,离心力就越大。又如,雨水落到雨伞上,如果急速旋转伞柄,水点就会沿着伞的边缘飞溅出去,雨伞转得越快,雨点飞得越远,如图 1-1 所示。这里,雨点的飞溅也是由离心力造成的。



图 1-1 伞上雨点被离心力甩出

离心式压水是利用离心力原理完成的。图 1-2 是离心泵的压水原理。泵壳两端分别与进水管和出水管相连接,泵壳内部安装着水泵叶轮。当叶轮在动力的带动下旋转时,叶轮内的水受离心力的作用被压进螺旋形泵壳。叶轮进口处形成真空,于是水池内的水在大气压力的作用下经进水管被压进水泵。压进水泵内的水与泵内叶轮一起旋转,同样由于离心力的作用,水便飞离叶轮向周围流出,速度很高的水流在泵壳中慢了下来,压力增高,经螺旋形泵壳留到水泵出口,通过出水管将水压向高处。

由于水泵压水要依靠大气压力,因此启动之前,须将水泵内部灌满水。这样,水泵叶轮的水被甩出去后,才会形成真空。另外,大气压力最大值约为 10 m 水柱高度压力,所以水泵吸水高度不能超过 10 m,再加上损失等因素,水泵最大吸水高度应在 8.5 m 以下。



1—出水管;2—泵壳;3—叶轮;4—进水管

图 1-2 离心泵的压水原理

三、轴流式压水

在日常生活中,我们会观察到这样的现象,例如电风扇的运转,风之所以产生是由于风扇叶片在快速旋转时,把叶片背后的空气不断地推向前面的结果。又如,河中行驶的轮船,也是由于尾部螺旋桨旋转时把水不断往后推,依靠着反作用力而前进的。轴流式压水就是依据这一原理,依靠旋转叶片产生的推力或升力而完成压水过程的。

图 1-3 为轴流泵的压水原理。泵壳是圆桶形的,泵内装有螺旋桨式的叶轮,泵轴很长,进水管呈喇叭形,出水管做成 60° 或 90° 的弯管,叶轮部分淹没在进水池水面以下。当叶轮旋

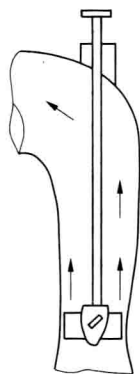


图 1-3 轴流泵的压水原理

转时,水被叶轮推升向上,使水获得动能,经过叶轮上方的导叶使得水压升高,水就通过水弯管流出。由于水在泵壳中的流动方向与轴平行,即沿着轴的方向流动,故称为轴流泵。

四、混流式压水

混流式压水综合了离心式压水和轴流式压水两种工作原理。混流泵外形很像离心泵,但内部的叶轮与离心泵不同,介于离心泵和轴流泵之间,可以说一半像离心泵、一半像轴流泵。因此,当叶轮旋转时,对水既产生离心压力,又产生推力,是依靠离心力和推力的混合作用来实现压水的,所以称为混流泵。同时,由于采用这种压水原理的水泵,其水流方向与轴既不平行也不垂直,而是倾斜的,所以又称为斜流泵。

第二节 农用水泵的分类

由于用途不同,要求各异,泵的形式也是多种多样的。用于农业排灌的泵叫农用排灌泵,简称农用水泵。按照不同的分类标准,农用水泵又有许多种形式。

一、按工作原理不同分类

农用水泵按工作原理可分为叶片泵,如离心泵、轴流泵、混流泵等;容积泵,如柱塞泵、隔膜泵、齿轮泵等;其他类型的泵,如射流泵、水锤泵等。

农用水泵中常见的是叶片泵,可概括为离心泵、轴流泵和混流泵三大类。叶片泵的共同特点是都有一个叶轮或数个叶轮,叶轮上装有数量不等的叶片,叶片紧固在泵轴上,泵轴用轴承支承与动力机轴相连接。在动力机的带动下,叶轮在旋转过程中将动力机的机械能转换为水能,通过与进、出水管连接的泵壳将水收集起来,

并将水的部分动能转换成压能,经出水管将水从低处输往高处。

二、按构造及使用要求分类

离心泵、轴流泵和混流泵实际上是根据液体从叶轮流出的方向进行分类的。离心泵是液体受离心力的作用,沿径向流出叶轮的一种叶片泵,所以又叫径流泵;轴流泵是根据液体在推力的作用下,沿轴向流出叶轮的叶片泵,其原理类似飞机上的螺旋桨,故又称为旋桨泵;混流泵则是在离心力和推力的双重作用下,液体沿斜向流出叶轮的一种叶片泵,因此也有人称做对角线式泵。

离心泵按其叶轮进水方式可分为单吸泵和双吸泵,按叶轮的数目可分为单级泵(一台泵上只有一个叶轮)和多级泵(将两个或两个以上的叶轮装在同一根轴上串联工作,一台泵上装几个叶轮就叫几级泵),按泵轴的方向分为立式和卧式。轴流泵按其泵轴的方向可分为立式、卧式和斜式,按叶片安装角是否可调分为固定叶片式、半调节式。混流泵按泵轴的方向也可分为立式和卧式,按泵体的结构可分为蜗壳式和导叶式。

根据构造和使用的要求,叶片泵中还有长轴井泵、潜水电泵、自吸泵、水轮泵等。长轴井泵有一个长的传动轴,根据井的结构和扬程的高低,又可分为浅井泵和深井泵。潜水电泵是与电动机联成一体、潜入水中抽水的泵。用来从深井中抽水的潜水电泵叫深井潜水电泵。自吸泵是在泵体内储有部分水体,能自行排气充水的离心泵。水轮泵是利用水流驱动水轮机带动同轴的水泵抽水的一种叶片泵。

三、水泵型号的识别

水泵的种类很多,规格各异,不同类型的水泵,按其口径、结构形式和有代表性的性能参数,分别编制成不同的型号,以便于选用或订购。

我国水泵型号一般由汉语拼音字母和阿拉伯数字组成,组合形式一般为:阿拉伯数字-汉语拼音字母-阿拉伯数字。通常,前面的阿拉伯数字表示泵口直径(in),中间的汉语拼音字母表示泵型及结构,后面的阿拉伯数字表示比转数被10除后的整数。20世纪80年代改型后,前面的数字多为以毫米(mm)表示的口径,后面的数字,除轴流泵外,多改为水泵的扬程(m)。水泵的类别型号很多,加之新老型号并存,泵型号中的代号与数字的含义有很大差异,所以选用时应特别注意,应弄清楚型号和代号的意义,这样才不会选错。技术人员选择水泵性能参数时应查阅最新国家标准。

常见农用水泵(叶片泵)型号的识别及意义可见表1-1。

表 1-1 农用水泵(叶片泵)型号意义

叶片泵 种类	型号	型号举例	型号中各组成部分的意义
单级 单吸 离心泵	BA	3BA-13A	3——泵的进水口直径(in) BA——单级单吸悬臂式离心泵 13——比转数被10除后的整数 A——泵的叶轮外径,已车削过
	B	150B-90/30	150——泵的进水口直径(mm) B——单级单吸悬臂式离心泵 90——泵的额定流量(m^3/h) 30——泵的额定扬程(m)
	WB	WB40-40-105 (550B)	WB——微型离心泵 40——泵的进、排水口直径(mm) 105——叶片直径(mm) 550——电动机功率(W) B——单相电机
	IS	IS80-65-160	IS——国际标准单级单吸清水离心泵 80——泵的进水口直径(mm) 65——泵的出水口直径(mm) 160——泵叶轮名义直径(mm)

续表 1-1

叶片泵 种类	型号	型号举例	型号中各组成部分的意义
单级 双吸 离心泵	Sh	12Sh - 6B	12——泵的进水口直径(in) Sh——单级双吸离心泵 6——比转数被 10 除后的整数 B——叶轮比 A 车削得更多
	S	150S - 78	150——泵的进水口直径(mm) S——单级双吸离心泵 78——泵的额定扬程(m)
混流泵	HB	4HB - 35	4——泵的进水口直径(in) HB——蜗壳式混流泵 35——比转数被 10 除后的整数
	HW	100HW - 5	100——泵的进、出水口直径(mm) HW——蜗壳式混流泵 5——泵的额定扬程(m)
	HD	250HD - 12	250——泵的出水口直径(mm) HD——导叶式混流泵 12——泵的额定扬程(m)
轴流泵	ZLB	32ZLB - 100	32——水泵的出水口直径(in) ZLB——立式半调叶片式轴流泵 100——比转数被 10 除后的整数
	ZWB	350ZWB - 70	350——水泵的出水口直径(mm) ZWB——卧式半调节叶片轴流泵 70——比转数被 10 除后的整数

续表 1-1

叶片泵 种类	型号	型号举例	型号中各组成部分的意义
长轴 井泵	JD	8JD80 × 10	8——适用最小井管直径(in) JD——多级深井泵 80——泵的额定流量(m ³ /h) 10——叶轮级数
	JC	150JC30 - 95 × 6	150——适用最小井管直径(mm) JC——长轴井泵 30——泵的额定流量(m ³ /h) 95——泵的额定扬程(m) 6——叶轮级数
潜水电泵	QS	QS28 × 15	Q——潜水电泵 S——电机为充水湿式 28——泵的额定扬程(m) 15——泵的额定流量(m ³ /h)
喷灌泵	BPZ	50BPZC ₂ - 45	50——泵的进水口直径(mm) BPZ——自吸式喷灌离心泵 C ₂ ——与柴油机直联 45——泵的额定扬程(m)
	NP	3NP - 70	3——泵的进水口直径(in) NP——农用喷灌泵 70——泵的额定扬程(m)

第三节 农用水泵的性能参数

要正确地选择、使用水泵,首先要了解水泵的性能,水泵的性能是通过水泵的性能参数来表示的,它们都是一些专用的名词术语,常常被标注在水泵使用说明书和水泵“铭牌”上。以下分别介绍。

一、水泵的扬程

扬程是指水泵扬水的高度,常用英文字母 H 表示,单位是米(m)或其他长度单位。扬程的严格意义是:单位重量的液体通过水泵以后所增加的能量。众所周知,液体的能量可以有三种表现形式,即位能、动能和压能。农用水泵的生产使用中,最常见的是增加水的位能。例如,将下面的水扬送到一定高度的渠道中,就是增加位能。

一般情况下,水泵通过吸水管将水吸上来,通过叶轮的作用将水压到压力出水管中,最后输送到水池中,如图 1-4 所示。

有关水泵扬程的概念有时容易产生误解,应加以区别。首先要区分水泵扬程中的地形扬程与水泵总扬程这两个概念。所谓地形扬程,是指由水面到水泵压力出水管出口的垂直高度。所谓水泵总扬程,是指水泵地形扬程再加上水在管路中流动时引起的能量损失,这种能量损失分为两部分,即沿程摩擦水力损失和局部阻力水力损失。沿程摩擦水力损失是指沿管路长度流动时引起的摩擦损失。局部阻力水力损失是指弯头、闸阀等管路附件引起的能量损失。用公式表示就是:

$$H_{\text{总}} = H_{\text{地}} + H_{\text{损}}$$

式中: $H_{\text{总}}$ 为水泵总扬程; $H_{\text{地}}$ 为水泵地形扬程; $H_{\text{损}}$ 为水泵抽水管路引起的水力损失扬程,包括沿程摩擦水力损失与局部阻力水力

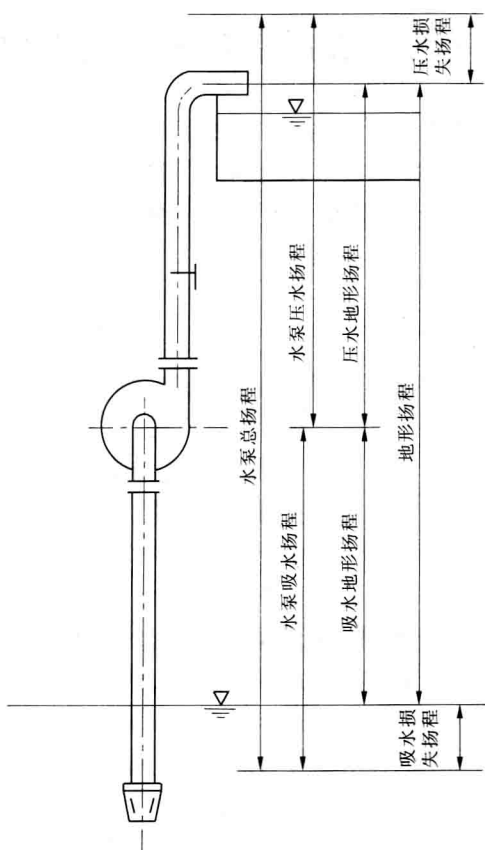


图 14 离心泵扬程示意

损失。

水泵扬程还可分为两部分:吸水扬程和压水扬程。从下水面到水泵中心线是吸水扬程,从水泵中心线到压水管出口为压水扬程。吸水扬程包括吸水地形扬程与吸水损失扬程,压水扬程包括压水地形扬程与压水损失扬程。用公式表示如下:

$$H_{\text{总}} = H_{\text{吸}} + H_{\text{压}}$$

$$H_{\text{吸}} = H_{\text{吸地}} + H_{\text{吸损}}$$

$$H_{\text{压}} = H_{\text{压地}} + H_{\text{压损}}$$

式中: $H_{\text{吸}}$ 为吸水扬程; $H_{\text{压}}$ 为压水扬程; $H_{\text{吸地}}$ 为吸水地形扬程; $H_{\text{吸损}}$ 为吸水损失扬程; $H_{\text{压地}}$ 为压水地形扬程; $H_{\text{压损}}$ 为压水损失扬程。

二、水泵的流量

流量是指单位时间内水泵抽送的水量,常用英文字母 Q 表示,单位是 m^3/s 、 m^3/h 、 L/s 等。

每小时流量是 80 m^3 时,写成 $80 \text{ m}^3/\text{h}$;每秒钟流量是 20 L 时,写成 $20 \text{ L}/\text{s}$ 。因为 1 m^3 水的质量为 $1\,000 \text{ kg}$, 1 L 水的质量为 1 kg , 1 h 为 $3\,600 \text{ s}$,所以不同的单位之间可以进行换算。例如, $20 \text{ L}/\text{s} = 72 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

三、水泵的转速

转速是指水泵轴每分钟的转数,常用英文字母 n 表示,单位是 r/min 。在农用水泵中,小型泵多采用 $n = 2\,900 \text{ r}/\text{min}$,中型泵多采用 $n = 1\,450 \text{ r}/\text{min}$,大型泵多采用 $n = 970 \text{ r}/\text{min}$ 或更低。根据统计资料,单级单侧进水和单级双侧进水的离心泵,其额定转速如表 1-2 所示。

表 1-2 农用水泵额定转速统计

水泵形式	单级单侧进水		单级双侧进水				
水泵进口直径(m)	0.10 以下	0.15 ~ 0.20	0.20 以下	0.25 ~ 0.30	0.50 ~ 0.60	0.80	0.90 以上
额定转速(r/min)	2 900	1 450	2 900	1 450	980	730	485