

农用水泵丛书

长轴深井泵



机械工业出版社

农用水泵丛书

长 轴 深 井 泵

陕西省农业机械研究所 编著



机械工业出版社

本书主要介绍长轴深井泵的结构、原理、安装、使用和维修等方面的知识，可供农村泵站安装工人、管理人员和抽水机手参考，也可供农村知识青年参考。

农用水泵丛书
长轴深井泵
陕西省农业机械研究所 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 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $4\frac{1}{2}$ · 字数 100 千字

1976年10月北京第一版·1976年10月北京第一次印刷

印数 00,001—25,000 · 定价 0.33 元

*

统一书号：15033·4383

前 言

我国北方地区年降雨量一般偏小，河流较少，而且灌溉季节正是河流的枯水期，所以，单靠地表水进行农业灌溉很不可靠。这些地区的地下水源比较丰富，水质良好，有发展井灌的条件，再加井灌具有占地面积小、投资少、水源可靠等优点。我国井灌历史悠久，井灌机具发展得比较早，战国时代就发明了桔槔，利用杠杆原理提水。其后，又发明了辘轳、玉衡、恒升等井灌机具。但在历代剥削阶级的反动统治下，发展极其缓慢。解放后，在毛主席和党中央的关怀和领导下，井灌事业才得到了迅速发展。无产阶级文化大革命以后，随着“农业学大寨”群众运动的蓬勃展开，北方各省大力开发地下水源，取得了显著成绩。井灌机具，相应也发展很快。解放初，推广过解放式水车，后来又将离心泵用于井灌。各地还因地制宜，分别生产和试制了长轴深井泵、潜水电泵、拉杆泵、射流泵、螺杆泵等，在农业生产中起了一定的作用。从目前情况看，深井提水机具中用得较广泛的是长轴深井泵；从今后的发展趋势看，潜水电泵则更为理想。本书主要介绍长轴深井泵的构造、使用和维修等，可供安装长轴深井泵的农村抽水站中管理和操作人员参考。

本书编写过程中，得到陕西省渭南地区通用机械厂、西安交通大学流体力学教研组、陕西省地下水工作队、西北农学院水利系、西安工艺美术厂等单位多方面的帮助，沈阳水泵厂、山东省平阴县深井泵厂、阳泉水泵厂、天津农业泵修

造厂、陕西省咸阳深井泵厂等单位也提供了宝贵的资料，在这里一并致谢。

由于编者思想水平和业务水平有限，实践经验不足，书中难免存在错误和遗漏，敬请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 基础知识	1
第一节 水泵基本参数	1
一、流量 (Q)	1
二、扬程 (H)	2
三、转速 (n)	3
四、功率 (N)	4
五、效率 (η)	5
六、比转数 (n_s)	5
七、级	5
八、轴向力	6
九、水泵的性能曲线	6
第二节 水井常用名词	7
一、井的几何尺寸	7
二、井的涌水量和单位涌水量	8
第三节 井型简介	8
第二章 长轴深井泵	10
第一节 概述	10
一、长轴深井泵的构造	10
二、长轴深井泵工作原理和优缺点	10
三、长轴深井泵主要零、部件及动力机简介	12
第二节 长轴深井泵的型号和规格性能	38
一、JD 型深井泵	38
二、J 型、SD 型深井泵	43

三、NJ 型深井泵	47
四、J 型机井泵和 TJ 型土井泵	51
第三节 长轴深井泵的选择	55
一、选择长轴深井泵所需资料	55
二、选择步骤和方法	58
三、皮带传动装置的选择	62
第四节 长轴深井泵的安装	71
一、安装前的准备工作	72
二、安装步骤	77
第五节 长轴深井泵的运行	90
一、起动前的准备工作	90
二、试运转	98
三、运行中的检查和维护	98
四、停车注意事项	100
五、保养和大修周期	104
第六节 长轴深井泵的拆卸和检修	100
一、长轴深井泵的拆卸	100
二、泵体部分的拆卸、检修和装配	101
三、中间传动部分的检修	110
四、传动装置的检修	111
第七节 长轴深井泵的故障和排除	113
第八节 附属设备	117
一、电气设备	117
二、试验设备及计算方法简介	125
三、泵房	135

第一章 基础知识

第一节 水泵基本参数

一、流量 (Q)

流量又叫出水量，是单位时间内泵能出多少体积或重量的水。流量用符号 Q 表示，单位是升/秒、米³/时（或吨/时），它们之间可互相换算：

$$\text{因为 } 1 \text{ 米}^3 = 1000 \text{ 升； } 1 \text{ 升} = \frac{1}{1000} \text{ 米}^3；$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ 米}^3 \text{ 清水在 } 4^\circ\text{C} \text{ 时的重量} &= 1 \text{ 吨} \\ &= 1000 \text{ 公斤；} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ 升清水在 } 4^\circ\text{C} \text{ 时的重量} &= 1 \text{ 公斤} \\ &= \frac{1}{1000} \text{ 吨；} \end{aligned}$$

$$1 \text{ 小时} = 3600 \text{ 秒； } 1 \text{ 秒} = \frac{1}{3600} \text{ 小时；}$$

$$\begin{aligned} \text{所以 } 1 \text{ 升/秒} &= \frac{1}{1000} \text{ 米}^3 / \frac{1}{3600} \text{ 时} = 3.6 \text{ 米}^3 / \text{时} \\ &= 3.6 \text{ 吨/时。} \end{aligned}$$

知道升/秒数求等于多少米³/时（或吨/时）数时，可以用 3.6 去乘；知道米³/时（或吨/时）数求等于多少升/秒数时，可以用 3.6 去除。

流量与水泵口径有一定的关系，对于一般的离心泵，其大体范围见表 1。口径是指水泵进出水口的直径，它的大小常用毫米或吋表示。一时等于 25.4 毫米。我国新标准一律用毫米表示。

表1 离心泵流量大体范围表

水 泵 口 径		流 量 大 体 范 围	
毫 米	吋	升/秒	吨/时
75	3	7~20	25~70
100	4	18~35	65~125
150	6	30~55	110~200
200	8	55~95	200~340
250	10	90~170	320~600
300	12	140~280	500~1000
350	14	220~450	800~1600
400	16	400~480	1450~1700
500	20	400~700	1450~2500
600	24	650~1000	2300~3600
800	32	1300~1800	4600~6500
900	36	1500~2000	5400~7200
1000	40	2000~3000	7200~10800
1200	48	2500~3500	9000~12500

二、扬程 (H)

扬程也叫水头，是水泵能够扬水的高度（包括吸程）。扬程用符号 H 表示，单位是米。

如果深井泵的出水管口在出水池水面以上，从井中动水位到深井泵出水管中心线的垂直高度叫做深井泵的实际扬程；如果出水管口淹没在出水池水面以下时，实际扬程等于动水位到出水池水面的垂直高度，用符号 $H_{\text{实}}$ 表示。水流经过泵体、输水管等处，由于受到阻力和摩擦要损失一部分扬程，叫损失扬程，用符号 $H_{\text{损}}$ 表示。深井泵输水所需要的总扬程（用符号 $H_{\text{总}}$ 表示）是实际扬程和损失扬程之和（图1）。即

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

三、转速 (n)

转速指水泵叶轮轴每分钟转多少转,用符号 n 表示,单位是转/分。水泵铭牌上所给的转速是额定转速。

转速是水泵性能里很重要的一项指标,它直接影响着水泵的性能。转速改变后,水泵的流量、扬程、功率都要发生变化,它们之间的关系是:

水泵流量与转速成正比,即

$$Q_2 = Q_1 \frac{n_2}{n_1}$$

图 1 深井泵扬程示意图

式中 Q_2 ——转速改变后的流量;

Q_1 ——原来流量;

n_2 ——改变后的转速;

n_1 ——原来转速。

水泵扬程与转速的平方成正比,即

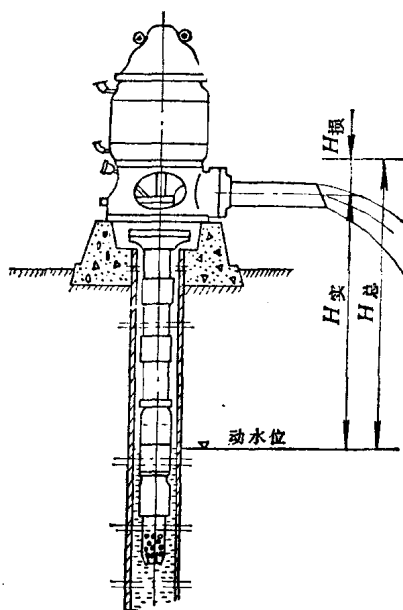
$$H_2 = H_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2$$

式中 H_2 ——转速改变后的扬程;

H_1 ——原来扬程。

水泵轴功率和转速的立方成正比,即

$$N_2 = N_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3$$



式中 N_2 ——转速改变后的轴功率，

N_1 ——原来轴功率。

从上述关系可知：（1）必须重视水泵与动力机（特别是柴油机）的转速配套；（2）有时可利用增减水泵转速的方法，扩大水泵的使用范围。但，提高转速应根据配套动力的富裕量来定，以免损坏动力机。转速提高太多，水泵也会损坏。降低转速一般不应太多，否则水泵效率会大大降低，甚至抽不出水来。

四、功率 (N)

功率是水泵在单位时间（如：1秒钟）内所作功的大小，用符号 N 表示，单位是千瓦或马力。

$$1 \text{ 马力} = 75 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{秒} = 0.736 \text{ 千瓦}$$

$$1 \text{ 千瓦} = 102 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{秒} = 1.36 \text{ 马力}$$

在有关水泵的书籍和技术资料中常见到配套功率、轴功率、有效功率等名词。

（1）配套功率 ($N_{\text{配}}$)：与水泵配套的动力机功率称为配套功率。

（2）轴功率 ($N_{\text{轴}}$)：动力机输入到水泵轴上的功率称为轴功率，即水泵的输入功率。配套功率应大于轴功率。

（3）有效功率 ($N_{\text{有效}}$)：单位时间内水泵做的有用功称为有效功率。它可根据水泵的流量和扬程计算出来。由于采用的单位不同，计算公式分别如下：

$$\begin{aligned} N_{\text{有效}} (\text{马力}) &= Q (\text{升/秒}) \times H_{\text{总}} (\text{米}) \div 75 \\ &= Q (\text{吨/时}) \times H_{\text{总}} (\text{米}) \div 270 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{有效}} (\text{千瓦}) &= Q (\text{升/秒}) \times H_{\text{总}} (\text{米}) \div 102 \\ &= Q (\text{吨/时}) \times H_{\text{总}} (\text{米}) \div 367.2 \end{aligned}$$

五、效率 (η)

效率表示水泵性能的好坏，也就是动力利用的多少，用百分数(%)表示，符号是 η 。

水泵在工作时，水流经叶轮、导流壳、输水管等处，产生摩擦、涡流损失，叶轮轴在旋转时，和轴承、填料之间，叶轮轮盘和水流之间，由于机械摩擦而消耗一部分功率。同时，从叶轮和泵壳间缝隙处的回流，以及填料和叶轮轴间缝隙处的漏水也要耗消一部分功率。所以，轴功率只能部分变为有效功率。有效功率和轴功率的比值就是效率。即

$$\eta = \frac{N_{\text{有效}}}{N_{\text{轴}}} \times 100\%$$

水泵的效率表示了水泵性能和动力利用情况，是一项重要的技术经济指标。一般深井泵的效率在60~75%之间。选择水泵时，要求效率越高越好。

六、比转数 (n_s)

比转数是表示水泵在最高效率工作状况下的一个综合性参数，符号是 n_s ，它表示了水泵各部分（主要指叶轮）尺寸的比例关系，并提供了水泵性能曲线的倾向。它和水泵的转速不是一回事。知道水泵的流量 Q (米³/秒)、扬程 H (米)和转速 n (转/分)后，可用下式求出水泵的比转数：

$$n_s = 3.65 \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

一般说来，比转数高的水泵，流量大，扬程低；比转数低的水泵，流量小，扬程高。长轴深井泵的比转数一般在80~300之间。

七、级

级，也叫段，指一台水泵上叶轮的个数。只有一个叶轮的水泵叫单级泵，有两个以上叶轮的泵叫多级泵或多段泵。

大多数长轴深井泵都是多级泵。

八、轴向力

深井泵采用的叶轮一般都是单面进水，叶轮两侧受力不相等，有一种力量迫使叶轮向吸水一侧移动，这种力量就是轴向力。

对于轴向力，如不事先加以平衡，可能引起轴承发热，零件磨损加剧，功率消耗增加，效率下降等问题。因此，在深井泵中，一般都要加装一个能够承受轴向力的推力轴承。有的还采用在叶轮后盖板上打平衡孔的办法来消除轴向力。

九、水泵的性能曲线

当水泵转速一定时，水泵流量与总扬程、流量与轴功率之间有一定的关系，我们把这种关系叫做水泵的性能。

转速一定时，流量变化，总扬程、轴功率和效率随着变化，把这种关系分别用曲线表示，就是水泵的性能曲线。

深井泵的性能曲线大致形状如图 2。

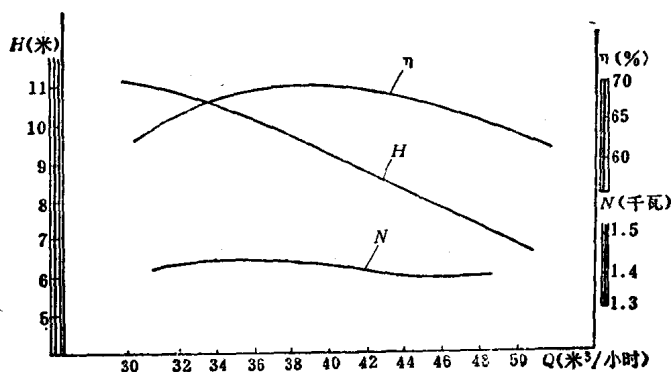


图 2 深井泵性能曲线

第二节 水井常用名词

一、井的几何尺寸

井的几何尺寸见图 3。

1. 井径 (D)

井径指井管的内径，单位是毫米或吋，用符号 D 表示。

2. 井深 ($H_{井}$)

井深指地面到井底的垂直高度，单位是米，用符号 $H_{井}$ 表示。

3. 静水位 ($H_{静}$)

静水位是不抽水时井内的自然水面。地面到静水位的垂直高度可用符号 $H_{静}$ 表示，单位是米。

4. 动水位 ($H_{动}$)

动水位是井内抽水时降低了的稳定水面。地面到动水位的垂直高度可用符号 $H_{动}$ 表示，单位是米。

5. 水深 ($H_{水}$)

水深是静水位与井底之间的距离，用符号 $H_{水}$ 表示，单位是米。

6. 降深 (S)

降深指稳定状态的动水位到静水位之间的距离，用符号 S 表示，单位是米。

从图 3 看出：

$$S = H_{动} - H_{静}$$

为了防止井中水位降落过大而造成井的坍塌或淤积，一般情况下，降深不应超过水深的一半。把等于水深一半时的

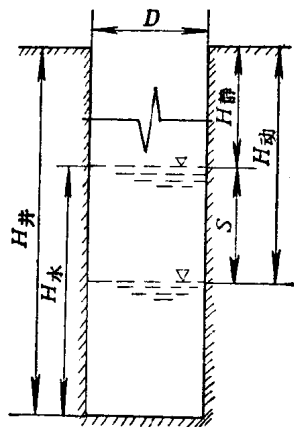


图 3 井的几何尺寸

降深叫做井的最大降深，用符号 $S_{\text{最大}}$ 表示，即

$$S_{\text{最大}} = \frac{1}{2} H_{\text{水}}$$

二、井的涌水量和单位涌水量

1. 涌水量 ($Q_{\text{井}}$)

涌水量是与降深相对应的稳定出水量，用符号 $Q_{\text{井}}$ 表示，单位是升/秒、米³/时或吨/时。

与最大降深相对应的涌水量就是井的最大可能涌水量，用 $Q_{\text{最大}}$ 表示。

2. 单位涌水量 (q)

单位涌水量是水位每降落一米的涌水量，用符号 q 表示，单位是升/秒·米、米³/时·米或吨/时·米。

已知最大降深和最大可能涌水量后，单位涌水量可用下式计算：

$$q = \frac{Q_{\text{最大}}}{S_{\text{最大}}}$$

第三节 井 型 简 介

农村常见的灌溉水井有下述几种：

1. 土井

土井也叫筒井。人工掏挖，水深 1~3 米，涌水量小。一般用辘轳提水，也可用斗子水车及解放式水车等。主要用于解决人畜生活用水和抗旱点浇。

2. 机井

机井是用钢锥、冲抓锥、火箭锥等开凿的井，最深 100 米左右，井径一般为 0.7~1.1 米，最低涌水量 10 米³/时。下砖管的机井叫砖管机井，下水泥砾石管的叫水泥管机井，可安装机井泵、电动水车等。

3. 深井

深井是指用钻机打成的井。井深一般在 150~300 米,也有 500 米以上的,井径在 100~400 毫米左右。可下水泥管、铸铁管或钢管,主要配长轴深井泵和潜水电泵等。

4. 大口井

大口井也叫泵井。人工开挖,用水泵排水,井径在 2 米以上,一般为 3~5 米,大的达 10 米左右。它是在总结了斗子水车井的基础上发展起来的,主要分布在地下水位高、水源丰沛的河流沿岸。

5. 辐射井

辐射井是在大口井的下部开凿或打进几个辐射状的横向集中管(辐射管),使大量潜水通过辐射管向大口井中汇流。辐射井是涌水量很高的一种井型,有些辐射井涌水量可达 $400\text{米}^3/\text{时}$ 左右,它是在地下水贫乏的黄土高原区大量开采浅层地下水的好方法。

按照配套井泵的扬程,又可把井分为三类:

- (1) 浅井: 井泵扬程在 50 米以内。
- (2) 中型井: 井泵扬程在 50~100 米之间。
- (3) 深井: 井泵扬程超过 100 米。

第二章 长轴深井泵

第一节 概 述

一、长轴深井泵的构造

国内生产的深井泵主要有 JD 型、J 型、SD 型深井泵，NJ 型农用深井泵，J 型（井龙型）机井泵及 TJ 型（水龙型）土井泵等。它们都是长轴深井泵，采用单吸、多吸、立式离心泵叶轮。

深井泵由三部分组成（图 4）：

（1）泵体部分，包括叶轮、导流壳、叶轮轴、橡胶轴承、滤网吸水管等，起吸水、提水作用。

（2）带传动轴的输水管部分，包括输水管、联管器、传动轴、轴承支架、橡胶轴承、联轴节等，起传递动力和导水作用。

（3）井上部分，包括泵座、电机支架、轴承箱体、电动机、联轴器组件或皮带传动装置等，起提供动力、承受水泵轴向力、支承输水管和泵体的重量等作用。

二、长轴深井泵工作原理和优缺点

1. 长轴深井泵工作原理

从电动机（或皮带轮）传来的动力，通过传动轴，驱动水泵叶轮旋转，叶轮进口处形成真空，吸入井水。叶轮的旋转使水的压力和速度同时增加，然后通过导流壳流进下一级叶轮入口。这样逐次流过所有的叶轮和导流壳，水流压力也逐级增加，并经输水管引到地面。