



李志耘 朱岩

机井节能技术



SHUILI KEJI CHENGGUO CONGSHU

《水利科技成果》丛书

机井节能技术

李志耘 朱 岩

水利电力出版社

内 容 提 要

本书为适应机井节能改造之需要,着重介绍了机井装置测试改造中的一般理论和经验,通俗易懂,理论联系实际,便于现场测试改造时应用。全书共分五章,内容包括机井抽水装置及其效率、装置效率的测试、装置能耗的计算、装置选型配套、装置的管理维修和挖潜改造。

本书主要供具有初中以上文化程度、从事机井工作的技术人员和科技人员阅读,并可供机电排灌职工和科技人员参考。

《水利科技成果》丛书

机井节能技术

李志耘 朱 岩

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 3.125印张 67千字

1986年4月第一版 1986年4月北京第一次印刷

印数0001—1870册 定价0.59元

书号 15143·5892

序

水是人类生存和社会生产必不可少的物质资源。水利工作的基本任务是除水害、兴水利，开发、利用和保护水资源，为工农业生产和人们的物质、文化生活创造必要的条件。普及水利科学技术知识，让更多的人了解和掌握水利科学技术，也是两个文明建设的内容之一。为此，针对水利战线职工和社会上不同文化程度读者的需要，分层次地编写出版水利科普读物是十分必要的。

为了帮助水利科技人员的知识更新，掌握一些现代科技知识，并使水利科技成果更广泛地得到推广应用，尽快地形成生产力；为了使广大农村水利工作人员，掌握一些实用的水利基础知识，并应用于生产实际；为了总结和宣传我国水利建设的伟大成就和悠久历史，介绍水利在四化建设和人民生活等方面的重要作用，激发广大人民群众和青少年热爱祖国江河、关心水利事业，我们组织编写了七套水利科普丛书，包括：《现代科技》丛书、《水利科技成果》丛书、《水利水电施工》丛书、《小水电技术》丛书、《农村水利技术》丛书、《中国水利史》小丛书、《水与人类》丛书。这些科普丛书将由水利电力出版社陆续出版。

编写和审定这些丛书时，力求做到以思想性和科学性为前提，同时注意通俗性、适用性和趣味性。由于我们工作经验不足，书中可能存在某些不妥和错误之处，敬请广大读者给予批评指正。

中国水利学会科普工作委员会

一九八四年七月

水利科普丛书编审委员会名单

主任委员：史梦熊

副主任委员：董其林

委 员：	丁联臻	王万治	史梦熊	田 国
	李文治	邴凤山	杨启声	张宏全
	张林祥	沈增卿	陈祖安	陈春槐
	汪景琦	郑连第	郭之章	赵珂经
	茹 智	陶芳轩	谈国良	徐曾衍
	蒋元驹	曹述互	曹松润	董其林
	顾振元			

（以姓氏笔划为序）

前 言

机井是用水泵（原称抽水机）提取井水的农田水利设施。自六十年代初期至今我国已拥有机井 220 多万眼，配用动力 2000 多万千瓦，灌溉农田 1.7 亿亩（其中井和渠道双灌的 0.4 亿亩），这对改变北方农业生产面貌、促进粮食和经济作物丰收，起着重要的作用。但是，过去建设的机井，大部分没有经过详细的配套设计和合理选型，机械设备生产质量也不够稳定，加之近几年来使用技术提高不快，地下水位下降较多等原因，机井的装置效率一般较低，粗略估计约在 30% 左右。如果在现有设备的基础上略加改进，将装置效率提高到 40~50%，每眼机井每年可以节电 680~1080 度，或节柴油 180~300 千克（按机井每小时出水 50 吨浇地 1 亩、灌溉面积 80 亩、扬程 15 米、每年灌水 5 次计算）。全国 200 万眼的浅机井都改造以后，每年即可节电 13.6~21.6 亿度或节约柴油 36~60 万吨。这个数字是很可观的。

能源紧张，是一个世界性问题，目前世界各国对节约能源问题都很重视。美国科学院认为，开发能源要耗用大量投资，增加供应量，将使边际成本相应提高；但是在比较简单的节能领域内，却可获取较大效益，因此在能源政策中，必须把节约放在首位。日本的能源政策规定，必须积极开展节能工作，并于 1978 年成立了全国性“节能中心”机构，1979 年 10 月 1 日开始实行能源使用合理化法律，提出了耗能标准，对于拒不执行节能标准的要给予处罚。捷克斯洛伐克

在注重能源开发的同时，极为重视能源的合理利用与节约，并采取了十项措施，从1979年起对能源使用单位规定了限额，超过限额的罚款。罗马尼亚在农田水利方面的节能重点是合理使用抽水设备，充分发挥它们的应有性能，并采用耗能少的灌水系统和节水的灌水方法。

我国对能源问题也很重视。胡耀邦总书记在党的十二大报告中指出，为实现从1981年至2000年全国工农业总产值翻两番，最重要的是要解决好农业问题，能源、交通问题和教育、科学问题。机井节能工作与这三个问题都有密切联系。赵紫阳总理在五届人大四次会议的报告中说：解决能源的方针是开发和节约并重，近期把节约放在优先地位。赵总理在科学奖励大会上更明确指出：在能源翻一番的条件下，要实现工农业总产值翻两番，必须采用新技术，向科学技术要节约能源的办法。为开展节能工作，国务院还专门设立了节能小组和办事机构，并多次发出节能指令。如1981年4月颁发的第二号指令规定，各部门要对包括水泵在内的各种设备进行电能利用效率的普查，实际效率低于60%的水泵，应列入计划分期分批更换或改造。第三号指令要求在1984年以前消除排灌动力“大马拉小车”的现象，要求水电部在1982年上半年制订出农业排灌耗能的合理限度，超过的不许用油用电。

1980年，原水利部曾颁发“国营机电排灌站实行按八项技术经济指标考核的暂行规定”，其中第二项“能源单耗”指标规定每提水1000吨米，耗电不超过5度，耗柴油不超过1.35千克。相当于装置效率54.4%和54.8%，要求各地排灌站试行。机井的提水情况，与排灌站不尽相同，根据目前地下水位变化情况、使用技术水平和设备制造部门的生产状

态，笔者认为目前加强以节能节水为中心的机井技术改造，努力提高机井的装置效率，降低能源单耗，潜力还是很大的。

提高机井装置效率，降低能源单耗，减少灌水开支，是利国利民的事情。近两、三年来，已受到各级有关部门的重视。机井效率测试和技术改造工作，即将由点到面广泛开展。为了普及这项技术，我们编写了这本小册子，以应急需。本书由陕西机械学院水利水电工程系李志耘副教授（执笔编写了第一、三、四章和第五章中的第一、二节）、水利水电科学研究院水利所朱岩高级工程师（执笔编写了前言、第二章和第五章中的第三、四节）合编。全书由李志耘统稿。

本书承陕西机械学院水利水电工程系栾鸿儒副教授审阅，特表示感谢。

由于水平有限，书中难免存在错误和不足之处，热忱希望读者批评指正，并提出宝贵意见，以便在适当的时候修改补充。

编 者

1985年3月

目 录

序

前 言

第一章 机井抽水装置及其效率	1
第一节 抽水装置的形式及工作点确定	1
第二节 抽水装置的效率	8
第三节 装置效率与能耗	12
第二章 机井抽水装置效率的测试	16
第一节 水泵流量的测量	16
第二节 净扬程的测量	24
第三节 能耗的测量	28
第三章 机井抽水装置能耗计算	35
第一节 电力抽水能耗计算	35
第二节 柴油机抽水能耗计算	39
第三节 影响能源单耗的因素	40
第四章 机井抽水装置的选型配套	44
第一节 泵与井的合理配套	44
第二节 动力机与井泵的合理配套	56
第三节 泵与管道的合理配套	63
第五章 机井抽水装置的管理维修和挖潜改造	67
第一节 加强职工技术培训	67
第二节 加强对井泵运行状态的监护	68
第三节 设备的挖潜及技术改造	72
第四节 推行先进的灌水方法节约用水	88

第一章 机井抽水装置及其效率

机井抽水装置，一般指动力机、传动设备、井泵、输水管路以及进（井本身）、出水池所组成的抽水系统。这些组成部分，既相互联系又相互制约地协同工作，其中任何一部分工作发生变化，则抽水装置的工作特性也相应地发生变化，所以掌握抽水装置的性能及其工作特点，是研究机井能耗大小的重要内容之一。

第一节 抽水装置的形式及工作点确定

机井抽水装置的形式，因泵型不同而异，一般井用卧式离心泵，水泵和动力机均置于井口地面上，如吸程不够也可安装在井下静水位以上，对井用潜水电泵，机泵均置于井中动水位以下。对长轴井泵抽水装置形式，根据井中动水位的深浅以及动力机安放位置的不同，主要有以下两种：

（1）动力机安放在井口地面上，泵体和输水管均位于井口地面以下，如图 1-1 所示。这种形式输水管的长度，根据井中动水位的深浅而不同。但根据灌溉对出水池水位高低要求的不同，出水池有的位于井口附近的地面上，如图 1-1 中的实线所示，有的位于远离井口的高地上，如图 1-1 中的虚线所示。前者一般扬水管较短（指泵出口至出水池一段管道），后者扬水管较长。这种抽水装置一般多用于地下水埋藏较浅的地方。

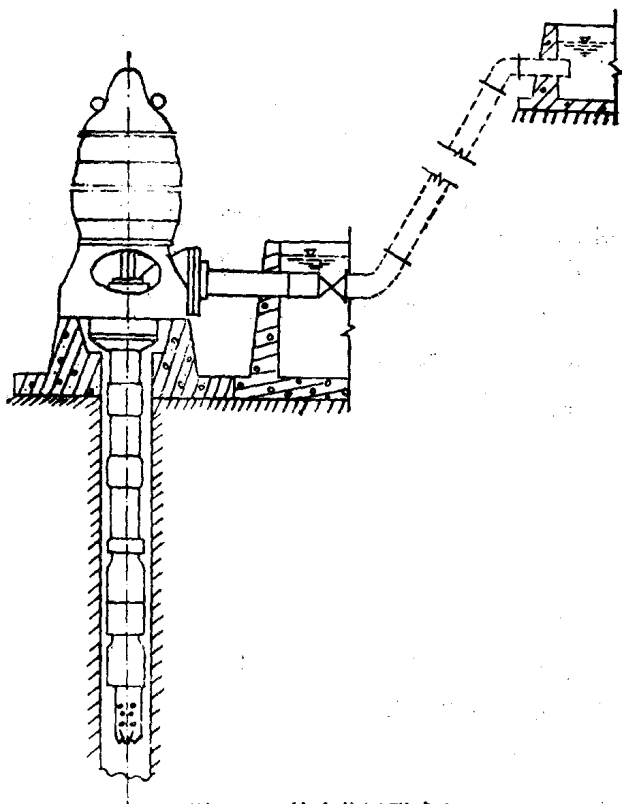


图 1-1 抽水装置形式之一

(2) 动力机安放在井口地面以下井中静水位以上的地方，输水管位于井中静水位以下，而泵体一般在动水位以下，如图 1-2 所示。这种形式输水管的长度也根据井中动水位的深浅而不同，但其长度比图 1-1 所示形式省掉静水位至井口地面一段长度，所以一般输水管较短。出水池有的也位于井口附近的地面上，如图 1-2 中的实线所示，有的位于远离井口地面的高地上，如图 1-2 中的虚线所示。由于扬水管

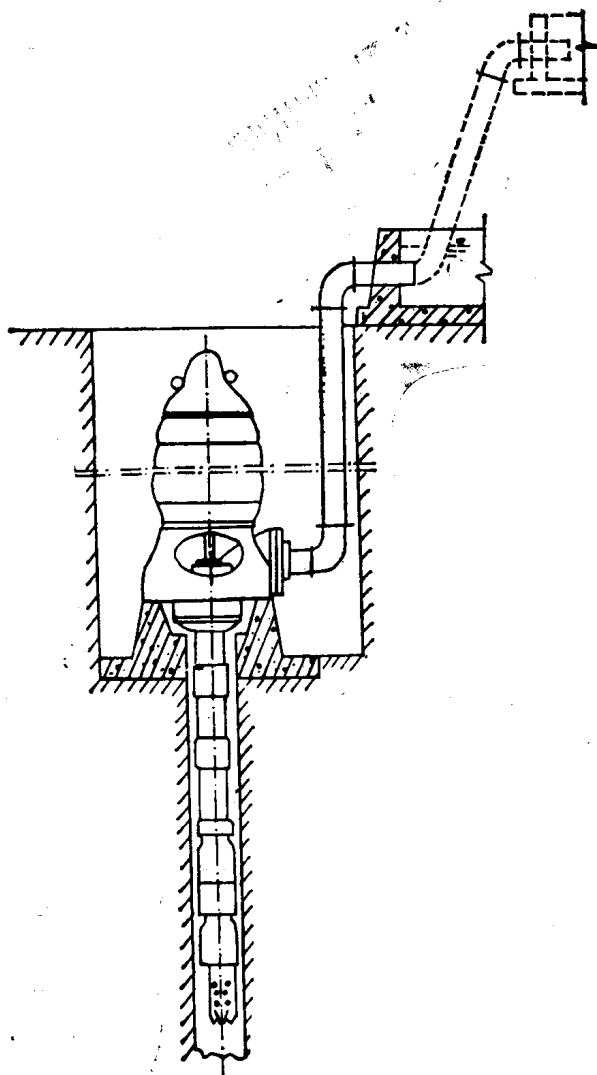


图 1-2 抽水装置形式之二

比图 1-1 所示形式多了泵出口至井口地面一段长度，所以一般扬水管较长。这种形式群众一般称作“下卧式”或“落井式”，多用于地下水埋藏较深的地方。

抽水装置形式确定后，合理地确定其工作点，使装置处于水泵的“高效率区”运行，这不仅是选型配套时必作的工作，而且是检查评价井泵运行是否经济合理的首要条件，也是校核验证机井抽水装置能耗大小必不可少的步骤。所以确定工作点和运用工作点分析研究机井抽水装置中的一些问题，是一项十分重要的工作。

机井抽水装置不论其形式如何，其工作点的确定方法有数解法、图解法和电算法，下面以图解法为例，说明抽水装置工作点的确定方法和步骤。

1. 绘制必要的曲线

(1) 以井中静水位为零点，绘出表示流量 Q 的横坐标、表示扬程 H 的纵坐标以及井中水位降深 S 的纵坐标（参见图 1-3~1-6）；

(2) 以零点为基准，在 $Q \sim H$ 坐标中绘出所选水泵的 $Q \sim H$ 特性曲线；在 $Q \sim S$ 坐标中向下绘出机井出水量 Q 和水位降深 S 的关系曲线 $Q \sim S$ ；

(3) 以出水池水面的高程与井中静水面的高程差，作为净扬程 H_n 。以净扬程 H_n 为准，绘出为泵所配管道（包括输水管和扬水管）的输水损失特性曲线 $Q \sim h$ 。

2. 求抽水装置的工作点

一般常用的方法有以下四种：

(1) 从水泵的 $Q \sim H$ 曲线的纵坐标即 H 中，减去同一个流量 Q 下 $Q \sim S$ 曲线的纵坐标 S ，得出一条新的 $Q \sim H_1$ 曲线，该曲线与 $Q \sim h$ 曲线相交于 A 点，如图 1-3 所示，该点即

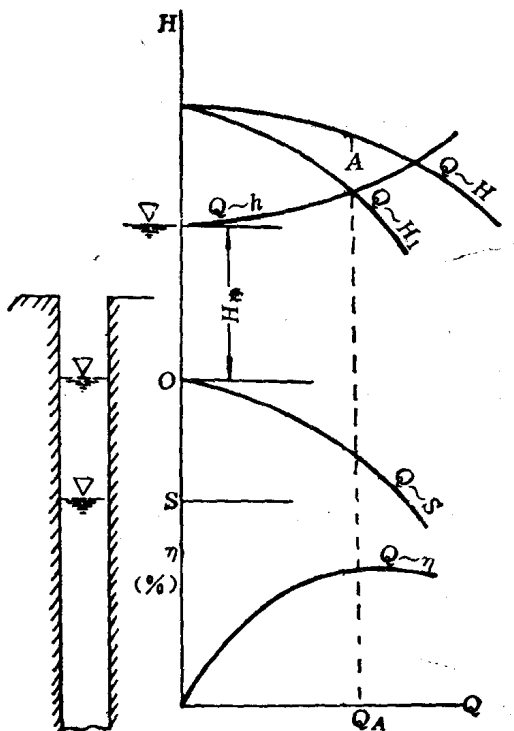


图 1-3 抽水装置工作点确定法之一

为抽水装置的工作点。从A点向上、下作垂直线，分别交 $Q \sim H$ 曲线、 $Q \sim \eta$ 曲线以及横坐标 Q 上于一点，从而可得该抽水装置的流量为 Q_A 、扬程 H_A 、效率 η_A 。

(2) 从水泵 $Q \sim H$ 曲线的纵坐标中，减去同一个流量 Q 下 $Q \sim h$ 曲线的纵坐标 h ，得出一条新的 $Q \sim H_2$ 曲线，该曲线与 $Q \sim S$ 曲线（移绘在 H_0 上）相交于B点，如图1-4所示。该点即为抽水装置的工作点。同理可得抽水装置的流量、扬程和效率分别为 Q_B 、 H_B 和 η_B 。

(3) 从水泵 $Q \sim H$ 曲线中，减去同一个流量 Q 下 $Q \sim$

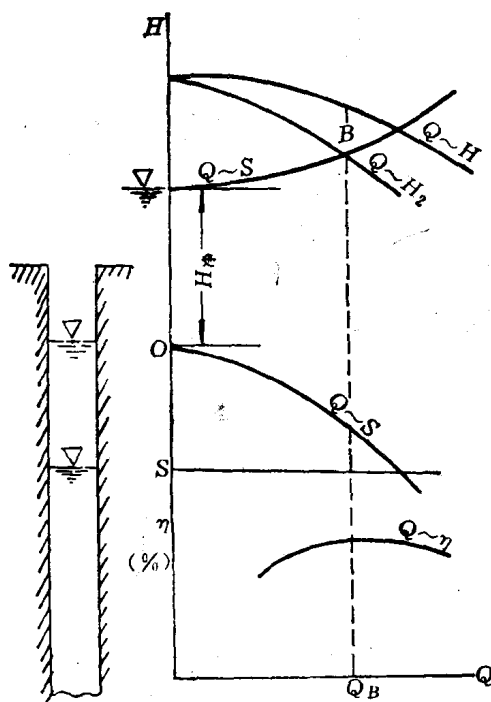


图 1-4 抽水装置工作点确定法之二

h 曲线和 $Q \sim S$ 曲线纵坐标值之和，得出一条新的 $Q \sim H_s$ 曲线，该曲线与 H_n 水平线相交于 C 点，如图1-5所示。该点即为抽水装置的工作点。该点对应的流量、扬程和效率分别为 Q_c 、 H_c 和 η_c 。

(4) 在 H_n 上将 $Q \sim h$ 和 $Q \sim S$ 两曲线的纵坐标值相加，得出一条 $Q \sim (h + S)$ 曲线，该曲线与 $Q \sim H$ 曲线相交于 D 点，如图1-6所示。该点即为抽水装置的工作点，相应的流量、扬程和效率分别为 Q_D 、 H_D 和 η_D 。

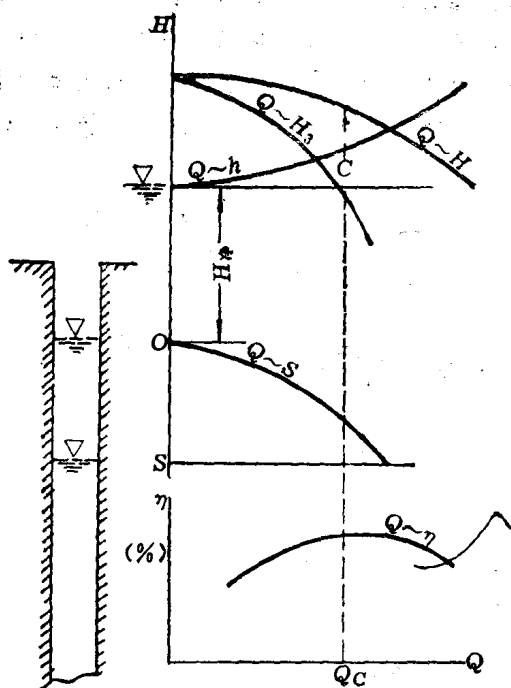


图 1-5 抽水装置工作点确定法之三

以上所述工作点确定的四种方法，虽然方法不同，但所得结果却完全相同，即 $Q_A = Q_B = Q_C = Q_D$ ； $H_A = H_B = H_C = H_D$ ； $\eta_A = \eta_B = \eta_C = \eta_D$ 。所以实际应用时选择其中一种方法即可。

由图1-3~1-6可以看出，抽水装置的工作点，表示某一抽水装置所能给出的流量，而在这一流量时，水泵提供的扬程，和用以克服净扬程、管道输水损失以及井中水位降深所需要的扬程之和恰好相等，即“供需平衡点”，这一工作点，

应该落在水泵的高效率区内。如果抽水装置中任何一部分发生变化或进行技术改造，则将改变原来的工作点而出现一个新的工作点，这个新的工作点，如位于水泵的高效率区，则抽水装置就可以高效低耗的运行，否则，运行就会不经济。

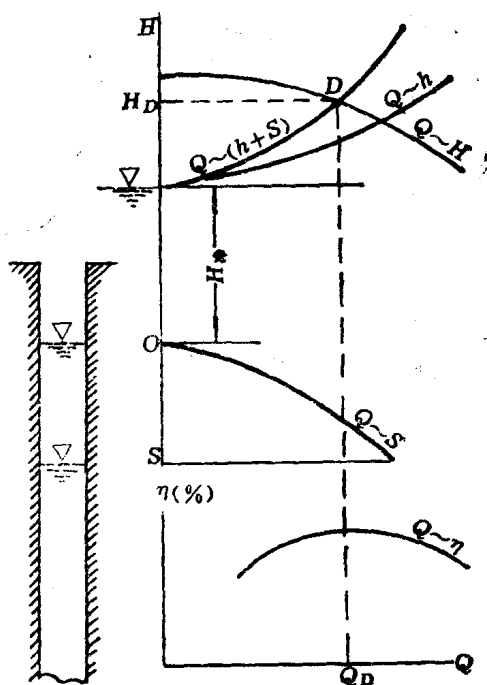


图 1-6 抽水装置工作点确定法之四

第二节 抽水装置的效率

无论哪一种形式的抽水装置，当从机井中提水时，必然从电源或其它能源取得一定的能量，最后将一定的水量，送