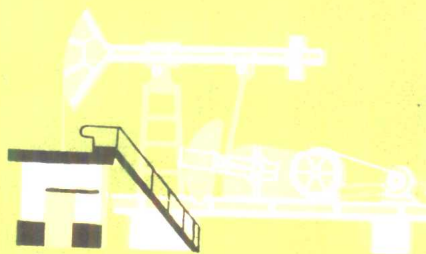


石油勘探与开发普及



抽油井

大庆油田《抽油井》编写组



55.9

1

科学出版社

石油勘探与开发普及丛书

抽 油 井

大庆油田《抽油井》编写组

科 学 出 版 社

1 9 7 6

内 容 简 介

“石油勘探与开发普及丛书”是大庆油田革委会主持编写的，是以石油战线上的工人为主要对象的科学技术读物，共约 20 余种。

这套丛书力求反映大庆工人阶级在勘探、开发大庆油田的过程中，坚决执行“独立自主、自力更生”的方针；坚持“两论”起家，发扬会战传统，在实践中认真学习并运用毛主席的光辉哲学思想；大力宣传辩证唯物论，批判唯心论的先验论和形而上学。

《抽油井》是本丛书的一种。抽油井是在油层厚度薄、渗透率低、与周围水井连通不好的情况下，或在油井开发后期，为保持油井生产能力，用机械把油抽汲到地面的一种油井。本书介绍的是游梁式抽油机—深井泵采油。

全书共分五部分，主要介绍抽油井概况；深井泵工作方式；影响深井泵生产效率的因素；深井泵工作情况的检查，特别是介绍了示功图；以及抽油井的机械设备。

石油勘探与开发普及丛书

抽 油 井

大庆油田《抽油井》编写组

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1976 年 1 月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1976 年 1 月第一次印刷 印张：1 5/8

印数：0001—29,000 字数：21,000

统一书号：13031·448

本社书号：671·13—14

定 价： 0.14 元

前 言

在毛主席革命路线指引下，在党的社会主义建设总路线的光辉照耀下，我国石油工业战线广大职工发扬了独立自主，自力更生，艰苦奋斗的革命精神，赢得了石油工业的迅速发展。通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，特别是通过无产阶级专政理论的学习，石油战线形势越来越好。为满足广大石油工人、干部，尤其是青年工人迫切需要掌握科学技术知识的愿望，我们编写了“石油勘探与开发普及丛书”。

我们力求通过这套丛书反映大庆工人阶级坚持“两论”起家的会战传统，积极运用毛主席的光辉哲学思想指导斗争实践，努力学习无产阶级专政理论，大力宣传辩证唯物主义和历史唯物主义，批判唯心论的先验论和形而上学。丛书内容着重介绍基础科学知识，文字力求简明扼要，通俗易懂，深入浅出。

丛书是由战斗在生产第一线的工人、干部和技

术人员组成三结合小组进行编写的，并广泛征求了群众的意见。但是，在内容上，主要反映了大庆油田的特点，对于石油勘探开发的全局来说，还有较大的片面性；文字上，由于水平所限，仍然与广大工人的需要会有差距。恳切希望读者提出批评意见。

大 庆 油 田

“石油勘探与开发普及丛书”编写领导小组

一九七五年五月

目 录

前言	i
一、概述	1
1. 为什么要抽油	2
2. 石油是怎样抽上来的	7
3. 抽油井产量	10
二、深井泵的工作方式	11
1. 深井泵的沉没度	13
2. 泵径、冲程、冲数三个参数的配合	15
三、影响深井泵生产效率的因素	18
1. 蜡、气、砂对生产效率的影响	18
2. 深井泵结构对生产效率的影响	23
四、深井泵工作情况的检查	25
1. 深井泵工作状态的镜子——示功图	25
2. 回声仪是怎样测量液面的	32
五、抽油井的机械设备	35
1. 抽油井的动力——抽油机	35
2. 抽油井的心脏——深井泵	38
3. 抽油井动力传递工具——抽油杆	43

一、概 述

深井泵采油是一种机械采油方式，通过机械的作用把油抽出地面。我们把这种采油方式称为抽油，这种井叫做抽油井。深井泵按其动力传递的媒介不同，可分为有杆泵和无杆泵。有杆泵是借助于抽油杆，将动力传递到深井泵，如游梁式抽油机-深井泵。无杆泵动力的传递不需要抽油杆，如电动沉没泵、水力活塞泵、振动泵等。本书介绍的是游梁式抽油机-深井泵采油。

抽油机-深井泵采油在我国已有几十年的历史了。几十年生产实践证明，它具有设备简单，牢固可靠，管理简便等特点，是比较经济的采油方式。解放前，我国用的抽油机和深井泵全部是由国外进口，残缺不全、破烂不堪、生产效率低，井下事故多，没有一套科学的管理办法，给工人带来繁重的体力劳动以及工伤事故。“一唱雄鸡天下白”，解放后，在中国共产党和毛主席的领导下，广大石油工人成了油田的

主人。为了改变我国石油工业的落后面貌，以王进喜同志为代表的石油工人，破除迷信，解放思想，打破洋框框，坚持“独立自主，自力更生”的方针，自己制造出多种型号的抽油机和深井泵。特别是通过无产阶级文化大革命，广大石油工人坚持以伟大领袖毛主席光辉著作《实践论》和《矛盾论》为武器；大搞群众性的科学实验，不断创新，自己设计制造出新型的双作用深井泵，实现了抽油分层开采的新工艺。生产能力从日产几十吨提高到数百吨。同时，建立了一套科学管理方法，大搞自动控制，为社会主义革命和社会主义建设作出了新的贡献。

1. 为什么要抽油

石油埋藏在地下几百米到数千米深的油层里。它是一种流动的液体，储藏在油层岩石的孔隙、裂缝和孔洞中。我们怎样把它拿出来呢？一种是依靠石油本身在油层中所具有的静液柱压力和天然气的膨胀能量，通过油管象喷泉一样从井底举升到地面，并且输送到集油站。这样的井叫自喷井。另一种是利用机械把它采出地面，这叫机械采油。自喷采油如

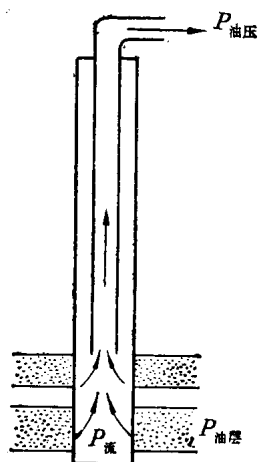


图 1 自喷采油示意图

图 1，它是设备最简单，管理简便而且效率高的一种采油方式。保持油田旺盛的生产能力，使油井长期自喷，是每一个采油工人的责任。我国石油工人在油田开发过程中，创造出早期注水、内部注水、分层注水和分层采油等新工艺，使油田长期保持稳产高产。但是，有些油井，石油流入井底后，剩余的能量不能把石油举出地面；另外在油田开发末期，为了强注强采，油井含水率很高，液体流动阻力增大，这样的井必须采取深井泵采油。在实际开采中，哪些情况必须用抽油机-深井泵采油呢？

(1) 油层厚度薄, 渗透率低, 与周围水井连通不好的油井 油井自喷, 靠的是油层本身的能量。在开采过程中, 油层能量不断地消耗, 为了使油井长期自喷, 就必须采取注水的办法补充能量。但是, 有些油井, 它所开采的油层大部分是与注水井不连通, 或者只有薄层和渗透率不好的油层与水井连通。比如图 2, A 井是注水井, B 井是油井。B 井开采甲、乙、丙三个油层, 甲层和乙层与水井不连通, 只有丙层与水井连通。假若丙层渗透率低, 吸水能力差, 这样在开采时, B 井由于长期得不到水的补充, 油层能量逐渐被消耗, 由自喷变为不能自喷。

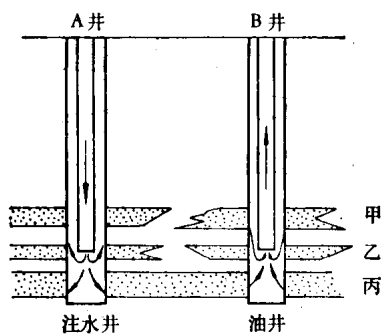


图 2 油水井连通图

油水过渡带有些油井, 不但油层薄, 渗透率低, 与水井连通不好, 而且油稠, 粘度大, 含气少。这些

井的石油在井筒流动阻力大,气体膨胀能量小,有的井一开始就没有自喷能力。

这些没有自喷能力和自喷能力不强的井,石油只能喷到油管的某一高度,而喷不到地面。这就需要采用抽油的办法,把石油从井筒某一高度再提升到地面。

(2) 油田开发末期,为了强注强采,也必须用深井泵采油。在油田开发中,水井注水,必然导致油井出水。到油田开发末期,油井含水率高达90%以上。油井含水以后,井筒中油水混合物的比重不断增加,从而增加了液体流动的阻力。我们先作一个实验,如图3,在一盆水和在一盆比重为0.86的石油

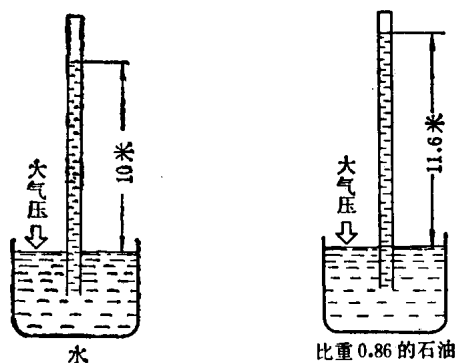


图3 两种比重不同的液体在大气压作用下外举高度图

中各插一根真空管，在大气压作用下，水盆里的真空管上升 10 米高；而石油上升 11.6 米高。

在油井含水率高达 80—90% 时，天然气的膨胀能量非常小，可认为液体全部依靠井底静液柱压力举升。液体在井筒流动要克服：井筒液柱重量，流动时的摩擦力和井口建立起来的回压。它们之间的关系为：

$$P_{\text{井底}} = P_{\text{液}} + P_{\text{摩}} + P_{\text{井口}}$$

式中 $P_{\text{井底}}$ ——液体流入井底剩余压力（即流动压力）；

$P_{\text{摩}}$ ——液体在井筒流动时摩擦力；

$P_{\text{井口}}$ ——井口建立起来的回压；

$P_{\text{液}}$ ——井筒液柱重量。

从它们的关系中可以看出：油井随着含水率不断增高，举升液体的井底流动压力不断增大，这样，加大了液体在油层流动的阻力，使供油速度减慢。在油田开发末期，油井含水率很高以后，为了多拿油，必须放大生产压差进行生产，自喷采油满足不了这个要求，只能采用深井泵抽油。目前，我国大泵径、大冲程抽油，每日生产能达数百吨，即使含水率高达 90%，每日也能抽出几十吨油。

2. 石油是怎样抽上来的

抽油井采油，是由地面抽油机借助于抽油杆带动深井泵的活塞上下运动，把石油抽出来。其原理类似于我们常见的手压抽水机。手压抽水机的结构（见图4）包括手臂——7；支架——6；泵杆——5；上胶皮舌头——4；活塞——3；下胶皮舌头——2；衬管——1。

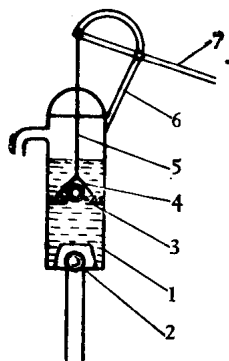


图4 手压抽水机

我们用手作用于手臂一起一压，手臂带动泵杆和活塞在衬管内作上下运动，活塞下行时，上胶皮舌头被水顶开，水进入活塞上部；活塞上行时，上胶皮

舌头关闭,活塞抽水往上运动。同时,下胶皮舌头被衬管下部水顶开,水进入衬管中活塞让出的体积。活塞不断上下运动,就把水源源不断地抽了出来。

抽油机-深井泵工作原理与手压抽水机基本上相似。不同点是,由于深井泵装在几百米到数千米深的油管下,它工作时的负荷远远大于手压抽水机。因此,它需是一整套的机械设备。主要由抽油机、抽油杆和深井泵三部分组成。图5是正在工作的抽油机。

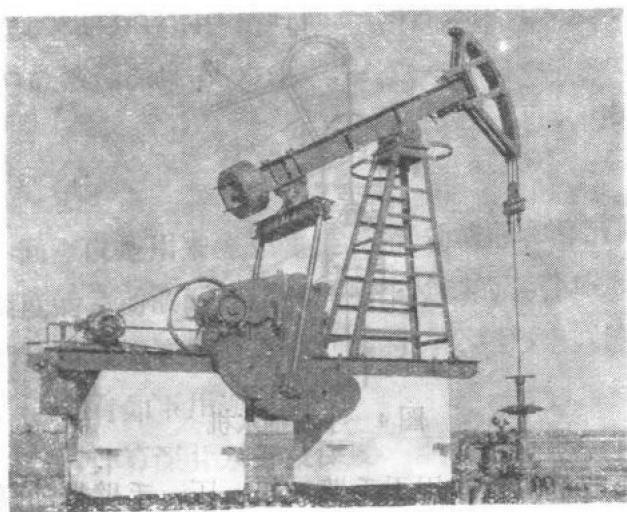


图5 抽油机

深井泵装有固定凡尔(相当于手压抽水机的下

胶皮舌头)和游动凡尔(相当于上胶皮舌头)。活塞上行称上冲程,活塞下行称下冲程(见图6)。活塞作上冲程运动时,游动凡尔因油管中的油柱重量而关闭;同时,泵内活塞让出的空间的压力突然下降,在管底部油柱压力作用下,石油顶开固定凡尔而进入泵内,占据活塞让出的空间。活塞作下冲程运动时,泵内石油压力逐渐增大,使固定凡尔关闭;同时把游动凡尔顶开进入活塞上部。这样深井泵就完成了—个抽汲过程。抽油机带动活塞不断地上下运动,固定凡尔和游动凡尔交替关闭和打开,结果石油不断上升,一直到井口流出地面。

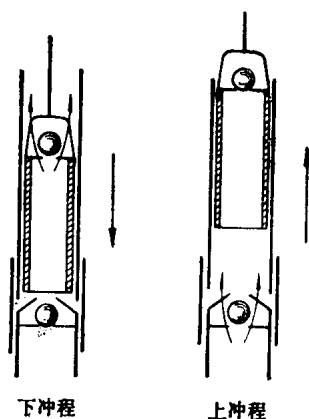


图6 深井泵工作原理示意图

3. 抽油井产量

抽油井是机械采油,它产量的高低由抽油机-深井泵工作能力的大小决定。比如用水桶从水井打水,每提一桶水的体积决定于水桶的直径和高,

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

式中 V ——一桶水的体积 (米³);

D ——水桶直径 (米);

L ——水桶高 (米)。

抽油井和提水一样,它的产量决定于深井泵的直径、抽油机的冲程长度和冲数。

什么叫冲程长度和冲数呢? 冲程长度就是抽油机从下死点提到上死点,光杆移动的距离。冲数就是每分钟抽油机作上、下冲程的次数。

因此,抽油井日产量为:

$$Q = 1440 \times \frac{\pi}{4} D^2 S n \gamma$$

式中 Q ——抽油井日产量 (吨/日);

D ——深井泵直径 (米);

S ——冲程长度 (米);

n ——冲数 (次/分);

γ ——石油比重 (吨/米³);

1440 是每日分钟数 (分)。

我们计算的产量是抽油井理论产量。它排除了地层和机械等因素的影响,是在油层供油充足情况下,抽油机-深井泵本身的理论排量。但是,在实际生产中,由于深井泵受地层中的蜡、砂、气和机械本身多种因素的影响,实际生产能力总是达不到它理论上的生产能力。为了衡量抽油机-深井泵工作效率的高低,人们用泵效来衡量:

$$\eta = \frac{Q_{\text{实}}}{Q_{\text{理}}}$$

式中 η ——泵效;

$Q_{\text{实}}$ ——抽油井实际产量;

$Q_{\text{理}}$ ——抽油井理论产量。

二、深井泵的工作方式

深井泵采油,包括从油层到井底及从井底到地面两个过程。前者决定于油层供油能力,后者与