



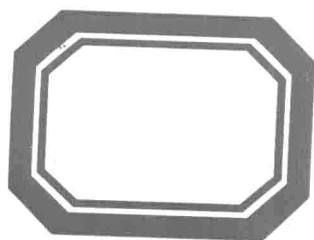
有杆泵采油系统 应用发展

YOUGANBENG CAIYOU XITONG YINGYONG FAZHAN

■ 宋开利 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



有杆泵采油系统应用发展

宋丹利 编著

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

有杆泵采油系统应用发展/宋开利编著. —北京:
中国石化出版社, 2014. 6

ISBN 978 - 7 - 5114 - 2864 - 6

I. ①有… II. ①宋… III. ①有杆泵 - 机械采油
IV. ①TE355. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 119815 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010)84271850

读者服务部电话: (010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京富泰印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

*

710 × 1000 毫米 16 开本 10.5 印张 106 千字

2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

定价: 42.00 元

前 言

当油层的能量不足以维持油井自喷时，则必须人为地从地面补充能量，才能把原油举升出井口。如果补充能量的方式是用机械能量把油采出地面，就称为机械采油。

随着石油资源的不断开发利用，世界上的油田大多数已转为机械采油阶段，我国目前的机械采油井占生产井总数的 88% 以上。由于各油田开发历史、开发方式和油井情况不同，采用的机械采油方法也各有侧重，但总的来说，机采井的比例都在逐年上升，机械采油已成为当今油田开发的主要工艺，各种机采方法亦在不断地发展和完善。

目前，国内外机械采油装置主要分有杆泵和无杆泵两大类。有杆泵包括传统的有杆抽油泵抽油系统和地面驱动螺杆泵采油系统，通过地面动力设备驱动，并通过抽油杆带动井下深井泵（或螺杆泵）工作，实现举升采油。无杆泵不借助抽油杆来传递动力，而是利用液（气）体或电缆将液（气）体能或电能传递到井下，直接在井下驱动井下泵工作，实现举升采油。这些不同的机械采油方式，各有不同的性能和适用性，矿场上应用最广泛的是游梁式抽油机深井泵装置。因为此装置结构合理、经久耐用、管理方便、适用范围广。

随着采油工艺技术的不断发展，国内外对提高有杆泵抽油系统效率的研究也在不断地进行。

在有杆抽油系统方面，国外从 20 世纪 70 年代就开始研究系统的节能元件。在抽油机、抽油杆、抽油泵以及优化配置等方面投入了相当大的精力，取得了一系列的成果，使得系统效率保持在 30% 以上。为了提高系统效率，美国先后推出了玻璃钢抽油杆系统、高强度抽油杆系统、连续抽油杆系统，并在抽吸系统中采用了抽空控制器、高效传动带，一些单项技术也达到了相当高的水平，研制应用了许多节能型抽油机和适应不同油井条件的特殊类型抽油泵，对常规抽油设备进行了进一步地系列化、标准化，参数和规格系列更细，更加便于优化配置，同时在生产参数的设置上进行了大量的优化设置，用于生产系统的管理和调整，保证了系统在高效下运行。在国内，多年来在单项技术的研究上取得了许多成果，研制出多种类型的抽油机，开发出多种适应不同类型油藏的特种泵，拓宽了抽油设备的选择范围，研制了高转差电机，调速电机等，这些单项技术的推出为提高系统效率打下了良好的基础。

伴随着越来越复杂的油气藏的投入开发，对传统机械采油技术提出了更高的要求，许多新型的机械采油技术也不断推出，有针对深井油藏开采的复合举升技术；有针对复杂结构井生产的复杂结构井机械采油技术；还有针对热采井的机械采油技术。

本书收集了近年来国内外有杆泵采油系统装置及配套工艺技术的应用及发展，对传统的和新发展的有杆泵采油技术的性能特点及适应性给予了总结，非常适合从事机械采油工艺研究和应用的石油工作者学习参考。在编写过程中，参考了大量文献，对这些文献的作者表示衷心的感谢！限于作者水平，书中难免会有不当之处，敬请斧正。

目 录

第一篇 有杆泵采油装置的应用发展

第一章 抽油机的应用发展	(3)
第一节 常规游梁式抽油机	(4)
第二节 发展中的抽油机	(8)
第二章 抽油杆的应用发展	(46)
第一节 常规抽油杆	(47)
第二节 特种抽油杆	(51)
第三章 抽油泵的应用发展	(59)
第一节 常规抽油泵	(59)
第二节 特种抽油泵	(64)

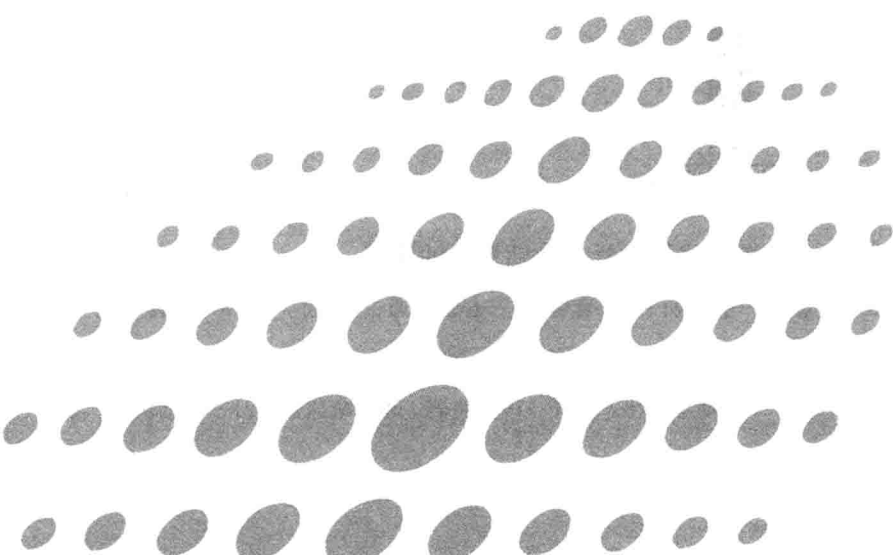
第二篇 有杆泵采油配套技术的应用发展

第四章 高含水期有杆泵采油配套技术	(81)
第一节 抽油机井防偏磨配套技术	(84)
第二节 无油管采油工艺技术	(92)
第三节 液力杆采油工艺技术	(95)
第五章 稠油油藏有杆泵采油配套技术	(96)
第一节 化学降黏技术	(96)

第二节	井筒掺水降黏技术	(97)
第三节	井筒加热降黏举升工艺	(101)
第四节	地面驱动螺杆泵采油技术	(110)
第六章	复杂井型有杆泵采油配套技术	(116)
第一节	深井、超深井有杆泵采油配套技术	(116)
第二节	水平井、大斜度井有杆泵举升配套技术	(123)
第三节	小井眼有杆泵采油配套技术	(128)
第七章	提高有杆泵采油系统效率技术	(131)
第一节	抽油机井举升系统优化设计软件发展应用	(132)
第二节	提高地面效率的设备工具	(141)
附录一	抽油泵类型及代号	(147)
附录二	游梁式抽油机代号及基本参数	(150)
附录三	有杆泵采油系统常用术语	(153)
参考文献		(161)

第一篇 有杆泵采油装置的

应用发展



有杆泵采油是目前应用最广泛的一种，它占全部机械采油井的 80% 以上。到过油田的人都会看到，野外的抽油机就像给人磕头一样在不停地上下运动，将地下的原油抽到地面上来。抽油机—抽油泵采油装置由抽油机、抽油泵(深井泵)、抽油杆三大主要部分组成。通常称为“三抽”设备，其系统组成见图 0-1。

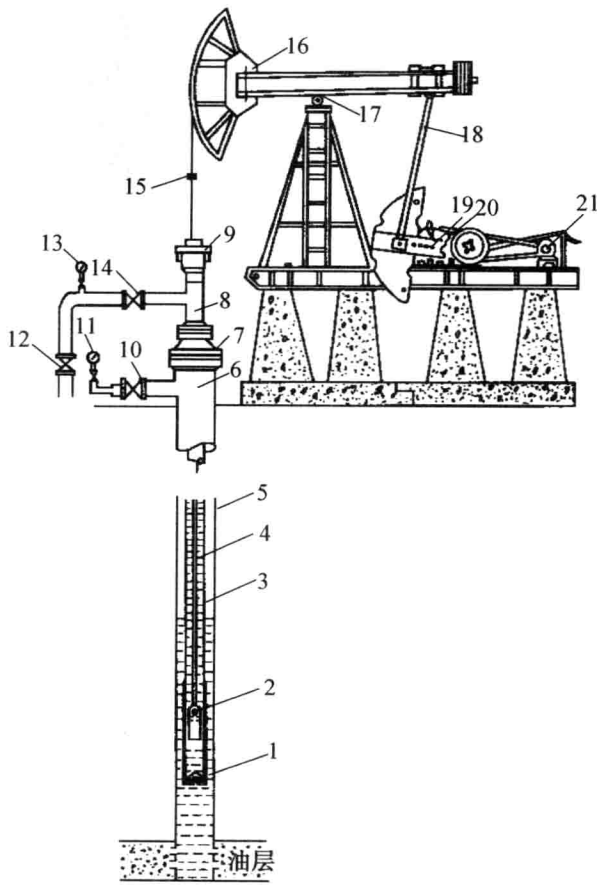


图 0-1 游梁式抽油机—抽油泵采油装置

- 1—固定阀；2—活塞；3—油管；4—抽油杆；5—套管；6—套管三通；7—法兰盘；8—油管三通；9—光杆密封圈；10—套管闸门；11—套压表；12—回压闸门；13—油压表；14—生产闸门；15—悬绳器；16—驴头；17—中轴承；18—连杆；19—曲柄；20—减速器；21—电动机

第一章 抽油机的应用发展

抽油机是有杆抽油设备的主要部件，其基本功能是为井下抽油泵提供运动和动力，实现从一定的井深处采出一定数量的原油。世界上，早在 120 多年前抽油机就产生并使用了。我国抽油机发展已有 40 多年的历史：20 世纪 50 年代以进口为主，修配为辅；60 ~ 70 年代，在仿前苏联的基础上制造出常规型游梁式抽油机；1975 年后制造并完善了国产抽油机技术标准；自 80 年代起抽油机实现了全部国产化，不仅满足了自给，而且有部分出口，此后抽油机技术有了飞跃发展，瞄准世界先进水平，等效采用和部分采用 API 标准，并引进国外先进设备和技术，从而使我国抽油机跻身世界先进行列。同时，广大科研工作者，结合我国不同类型油藏开发的需要，一方面积极开展常规游梁式抽油机节能和可靠性改造，另一方面积极研发新型抽油机，开发出多种多样的新型抽油机，不仅满足了我国高速发展的石油开发需要，同时也打入国际市场。

综合来说，在世界百余年的抽油机发展史中，抽油机发生了很大变化，抽油机的各项技术指标达到相当高的水平，其特点是：①增加了抽油机的适应性、可靠性、经济性和先进性；②改善了抽油机的性能，降低了抽油机的载荷与载荷变化范围，提高了抽油效率，减少了动力消耗；③提高了抽油机的平衡效果，改善了

抽油机的运动特性、动力特性和平衡特性；④增大了抽油机的使用范围，减小了抽油机的体积和质量，强化了抽油机自动化和智能化的程度。

第一节 常规游梁式抽油机

一、常规抽油机的类型

抽油机是抽油机—深井泵系统的地面机械传动装置，主要由动力设备、减速装置、曲柄—连杆—游梁机构以及辅助装置四大部分组成。抽油机按其外形结构和工作原理不同，可分为游梁式抽油机和无游梁式抽油机。游梁式抽油机按结构不同可分为常规型(图1-1)和前置式(图1-2)。

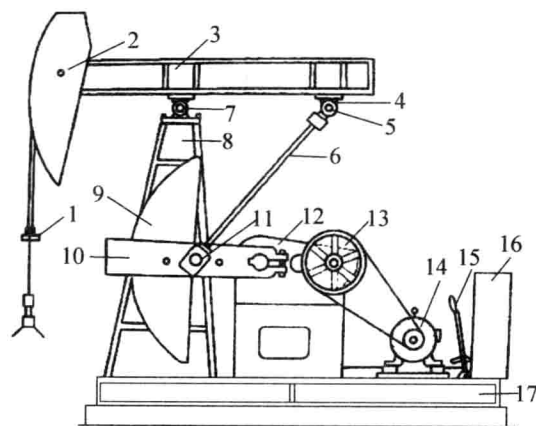


图 1-1 常规型游梁式抽油机结构图

1—悬绳器；2—驴头；3—游梁；4—横梁；5—横梁轴；6—连杆；7—支架轴；8—支架；9—平衡块；10—曲柄；11—曲柄销轴承；12—减速箱；13—减速箱皮带轮；14—电动机；15—刹车装置；16—电路控制装置；17—底座

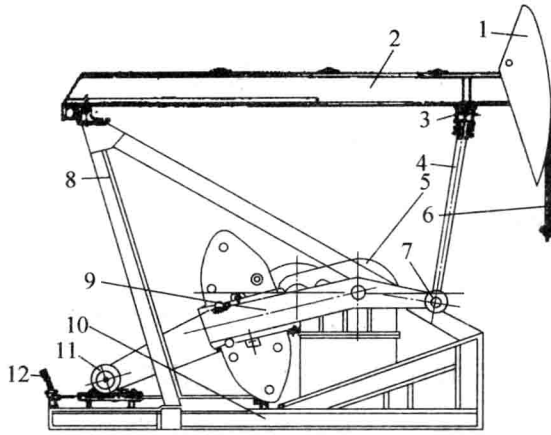


图 1-2 前置式曲柄平衡抽油机

- 1—驴头；2—游梁；3—横梁减速箱皮带轮；4—连杆；5—减速箱；
6—吊绳及悬绳器；7—曲柄销；8—支架；9—曲柄；10—底座；
11—电动机；12—刹车装置

常规型抽油机的支架在驴头和曲柄连杆机构之间；前置式抽油机的曲柄连杆机构位于驴头和支架之间。

二、常规抽油机的结构

现场使用的游梁式抽油机种类很多，但大都是在常规游梁式抽油机的基础上加以改进的，所以它的结构组成基本相同或类似，主要有动力设备、减速装置、曲柄—连杆—游梁机构和辅助装置。

动力设备：矿场上大多使用电动机，为抽油机系统提供动力，部分偏远井使用柴油发动机或天然气发动机。

减速装置：包括减速箱减速和皮带轮减速，作用是将电机的高速旋转运动变成曲柄的低速旋转运动。

曲柄—连杆—游梁机构：作用是将曲柄的低速旋转运动变为

抽油杆的上下往复直线运动。

辅助设备：主要有底座、支架等部件。作用是将抽油机连接成一体，实现抽油机的协调运转。

三、工作原理

电动机将电源电能转换为动能，经减速装置将电机的高速旋转运动变为曲柄轴的低速旋转运动，并由曲柄—连杆—游梁机构，将旋转运动变为抽油杆的上下往复运动，带动深井泵工作。

四、抽油机的平衡

1. 抽油机的平衡原理(以曲柄平衡为例)

下冲程抽油杆柱的重力位能和电动机共同做功，将平衡块从低处移到高处，变成平衡块的位能储存起来；上冲程，平衡块靠自重下落释放位能，帮助电动机做功，带动抽油杆柱和油管内液柱向上运动。若平衡块质量选择合适，平衡块在曲柄上的位置调整合理，就会使电动机上下冲程做功相等。

2. 抽油机的平衡方式

抽油机平衡包括气动平衡和机械平衡(曲柄平衡、游梁平衡、复合平衡)。

3. 抽油机平衡的调整方法

平衡块偏轻：游梁平衡的抽油机可加重平衡块的质量；曲柄平衡、复合平衡的抽油机，既可增加平衡重质量，也可加大曲柄平衡块的旋转半径，即平衡块向外调。

平衡块偏重：游梁平衡的抽油机可减轻平衡块的质量；曲柄平衡、复合平衡的抽油机，既可减轻平衡重质量，也可减小曲柄平衡块的旋转半径，即平衡块向里调。

五、常规游梁式抽油机的特点

1. 常规游梁式抽油机负载运行时的特点

① 抽油机负载是一种带有冲击性的周期交变负载，启动转矩大，在一个周期内负载波动很大。这种负载要求驱动电动机在选择容量时留有足够的裕量，以保证带载启动时能克服抽油机较大的惯性扭矩，满足启动要求。在运行时有足够的过载能力，以克服交变载荷的最大扭矩。这就造成运行过程中大多数情况下电动机处于轻载状态，运行效率和功率因数都很低的现象。

② 运行过程中，曲柄的角度是时刻变化的，不同的角度平衡效果是不同的。在相位角 φ 大于 90° 的情况下，有功电流为负，这就是发电状态。平衡效果越差，发电越多。游梁抽油机通常是采用三相异步电动机驱动的，三相异步电动机能够实现自动并网发电，将抽油机的机械能转换为电能回馈电网。但是从电动机原理上看，在电动和发电的转换过程中电动机正好处在效率最低段，整个过程中能量转换的效率特别低。因此提高平衡效果本身就是一种有效的节能措施。

③ 换向过程中悬点加速度比较大。油井抽油杆长度通常都在 1000m 以上，有的甚至达到 2000 多米。这样长的抽油杆在运行过程中弹性变形已经很明显，在换向加速度大时抽油杆变形更大。

这种变形使光杆与泵中的活塞的运动规律产生很大的差异。在大多数情况下抽油杆的弹性变形减少了活塞的实际行程，即降低了抽油泵的充满系数，从而影响泵的充满率，降低泵效。油越稠，抽油杆的弹性变形越大；冲次越高，抽油杆的弹性变形越大，对提高泵效越不利。

2. 结构特点与生产需要之间的矛盾

游梁抽油机主要通过调节曲柄来使抽油机的储能利用率提高，未能改变其载荷周期性变化的特点，上下死点的加速度比较大；另外游梁抽油机所需启动力矩比较大；实现长冲程较为困难，增大机型会造成抽油机体积和质量过大，冲次也不能过低，增加抽油机的冲程比增加其他系统参数要困难。

第二节 发展中的抽油机

一、节能型游梁式抽油机

随着游梁式抽油机在石油矿场的广泛使用，为了节约能源，提高经济效益。在平衡技术上根据变矩平衡原理，设计开发了不同类型的高效节能抽油机，最具代表性的有双驴头游梁式抽油机、异相型游梁式抽油机、摆杆式抽油机和悬挂偏置游梁平衡抽油机等。

（一）改变游梁机的结构形式

1. 异相型游梁式抽油机

结构特点如图 1-3 所示。通过杆件设计优化实现“慢提快