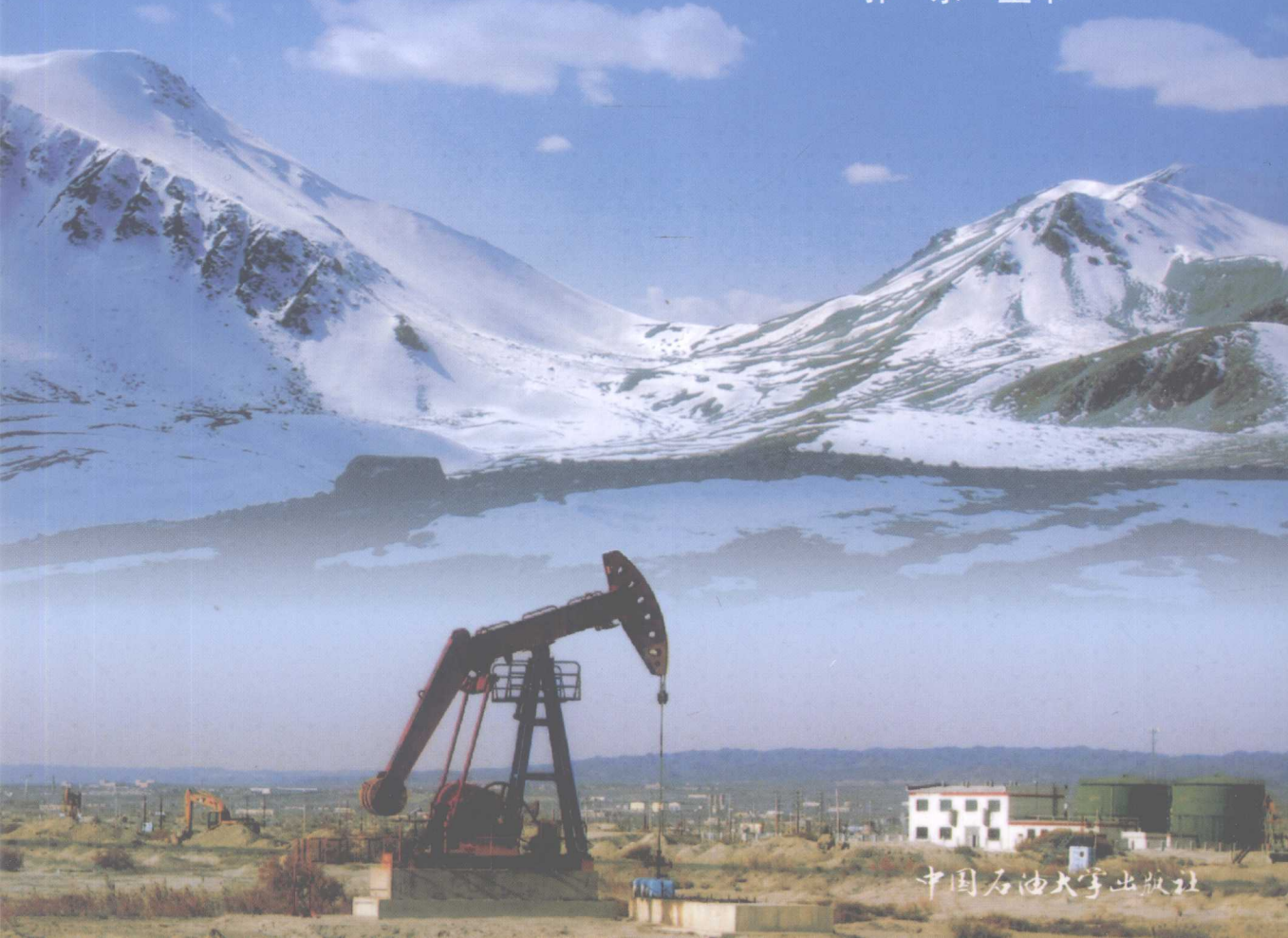


游梁式抽油机节能机理 及其典型构件分析

罗仁全 张学鲁 于胜存 王康军 编著
魏玉振 耿亚伟 季祥云
郭 东 主审



中国石油大学出版社

游梁式抽油机

节能机理及其典型构件分析

罗仁全 张学鲁 于胜存 王康军 编著
魏玉振 耿亚伟 季祥云
郭 东 主审

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

游梁式抽油机节能机理及其典型构件分析/罗仁全等
编著. —东营:中国石油大学出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-5636-2431-7

I. 游… II. 罗… III. ①抽油机—节能—研究②抽油机—
结构构件—研究 IV. TE933

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 117833 号

书 名:游梁式抽油机节能机理及其典型构件分析
作 者:罗仁全 张学鲁 于胜存 王康军
魏玉振 耿亚伟 季祥云

责任编辑:袁超红(电话 0546—8396214)

封面设计:王凌波

出 版 者:中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子邮箱: shiyoujiaoyu@126.com

印 刷 者:青岛星球印刷有限公司

发 行 者:中国石油大学出版社(电话 0546—8392791, 8392563)

开 本: 185×260 印张: 21 字数: 536 千字

版 次: 2007 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 98.00 元

内 容 提 要

本书在游梁式抽油机运行机理分析的基础上,首次系统地探讨了几种常用的游梁式抽油机和立式无游梁抽油机的节能机理,提出了 $1/2$ 油柱平衡原则和机械换向功概念,为设计、制造新型节能抽油机以及在生产运行中实现节能提供了理论支持。书中收集了游梁式抽油机在生产现场发生故障时的大量实例和实物照片,并从故障实例中的结构失效分析入手,对抽油机的润滑、连接、应力集中等三大课题进行了深入研究。

本书是《游梁式抽油机技术与应用》(石油工业出版社2001年出版)一书的姊妹篇。本书的出版将对从事或致力于抽油机设计、制造和应用的同仁们提供有益借鉴和帮助,同时也可作为相关专业师生的参考用书。

作 者 简 介

罗仁全同志简介



罗仁全，教授级高级工程师，享受政府特殊津贴，新疆维吾尔自治区有突出贡献优秀专家。荣获国家科技进步二等奖1项，新疆维吾尔自治区科技进步一等奖3项，荣获新疆维吾尔自治区科技进步特等奖；荣获新疆维吾尔自治区优秀论文一等奖2项，荣获专利43项，出版专著2部。现任新疆第三机床厂厂长兼总工程师。

耿亚伟同志简介

耿亚伟，高级工程师，长期从事油田设备管理工作。多次荣获油田公司奖励；荣获专利5项，发表论文12篇，出版专著1部。现任新疆油田分公司科技信息处副处长，新疆设备管理协会常务理事。



季祥云同志简介



季祥云，教授级高级工程师，享受政府特殊津贴，新疆维吾尔自治区有突出贡献优秀专家。荣获国家科技进步二等奖1项，新疆维吾尔自治区科技进步一等奖2项，新疆维吾尔自治区技术创新一等奖2项；荣获新疆维吾尔自治区优秀论文一等奖3项，荣获专利8项，发表论文60余篇，出版专著3部。现任新疆第三机床厂技术顾问、新疆维吾尔自治区产品质量监督检验研究院技术顾问，原新疆石油学院兼职教授。

季祥云，教授级高级工程师，享受政府特殊津贴，新疆维吾尔自治区有突出贡献优秀专家。荣获国家科技进步二等奖1项，新疆维吾尔自治区科技进步一等奖2项，新疆维吾尔自治区技术创新一等奖2项；荣获新疆维吾尔自治区优秀论文一等奖3项，荣获专利8项，发表论文60余篇，出版专著3部。现任新疆第三机床厂技术顾问、新疆维吾尔自治区产品质量监督检验研究院技术顾问，原新疆石油学院兼职教授。

参加编写工作人员

季祥云 ⁽¹⁾	冉蜀勇 ⁽²⁾	姜传芳 ⁽²⁾	邱元奎 ⁽¹⁾	吴东林 ⁽¹⁾
庞小谦 ⁽⁴⁾	王济新 ⁽²⁾	章敬 ⁽²⁾	房安敏 ⁽⁶⁾	陈克明 ⁽⁶⁾
李登春 ⁽¹⁾	刘期章 ⁽⁸⁾	张子忠 ⁽⁵⁾	张金力 ⁽²⁾	施前 ⁽⁴⁾
买买提依不拉音 ⁽²⁾		姚小平 ⁽¹⁾	常勇 ⁽¹⁾	杨永红 ⁽¹⁾
李战防 ⁽¹⁾	刘峰林 ⁽¹⁾	高长乐 ⁽¹⁾	马确慧 ⁽⁸⁾	刘增田 ⁽⁴⁾
张松亭 ⁽²⁾	董跃文 ⁽¹¹⁾	邹志刚 ⁽⁸⁾	高徐生 ⁽⁹⁾	刘振民 ⁽⁷⁾
孙飞 ⁽³⁾	卢坤 ⁽³⁾	刘德成 ⁽³⁾	邱先峰 ⁽³⁾	廖永勤 ⁽⁸⁾
徐广生 ⁽⁶⁾	张亮 ⁽⁶⁾	张福生 ⁽⁶⁾	王毅 ⁽⁶⁾	王守山 ⁽⁷⁾
谢剑 ⁽¹⁾	赵英杰 ⁽¹⁾	王新华 ⁽¹⁾	袁晓东 ⁽¹⁾	刘树建 ⁽⁴⁾
明金波 ⁽⁴⁾	刘国庆 ⁽²⁾	吴忆宣 ⁽⁴⁾	李海 ⁽⁴⁾	王宪文 ⁽⁴⁾
魏央 ⁽⁸⁾	周光爱 ⁽¹⁾	李俊鹏 ⁽¹⁾	王继彬 ⁽¹⁾	王武 ⁽¹⁾
曾祥清 ⁽¹⁾	黄甫建平 ⁽¹⁾	刘谦 ⁽¹⁾	徐刚 ⁽⁷⁾	王树行 ⁽²⁾
李伶杰 ⁽¹⁾	张文勋 ⁽¹⁾	李勇强 ⁽¹⁾	韩德熙 ⁽²⁾	刘乾义 ⁽²⁾
王志明 ⁽²⁾	车煜全 ⁽²⁾	李伟 ⁽²⁾	江涛 ⁽²⁾	付海利 ⁽²⁾
张新兵 ⁽²⁾	张胜 ⁽²⁾	腾卫卫 ⁽²⁾	佟太华 ⁽⁹⁾	刘毅 ⁽⁹⁾
石文东 ⁽¹⁾	刘锡会 ⁽⁵⁾	李宏成 ⁽³⁾	李文福 ⁽³⁾	王小刚 ⁽³⁾
李全 ⁽⁶⁾	董登俊 ⁽⁶⁾	曾向东 ⁽⁶⁾	聂述亮 ⁽⁶⁾	刘浦安 ⁽¹⁰⁾
张润强 ⁽¹¹⁾	栾树柏 ⁽¹⁰⁾	马述俭 ⁽¹⁾	董红宇 ⁽¹⁾	龚小明 ⁽¹⁾
葛富强 ⁽¹⁾	张万江 ⁽¹⁾	孙春旺 ⁽¹⁾	杨立春 ⁽¹⁾	杨锦图 ⁽¹⁾
曹克新 ⁽¹⁾	陆琦 ⁽¹⁾	潘伟山 ⁽¹⁾	朱建军 ⁽¹⁾	孙建军 ⁽¹⁾
商红海 ⁽¹⁾	张克明 ⁽¹⁾	陈晓亮 ⁽¹⁾	陈雨年 ⁽²⁾	张喜平 ⁽²⁾
张传新 ⁽²⁾	吴进江 ⁽²⁾	黄文涛 ⁽²⁾	骆建新 ⁽³⁾	朱家欢 ⁽⁵⁾
康奎州 ⁽⁸⁾	尹相荣 ⁽⁷⁾	胡广杰 ⁽⁷⁾	李有寿 ⁽⁷⁾	梅春明 ⁽⁷⁾
许强 ⁽⁷⁾	徐正元 ⁽⁸⁾	包建华 ⁽⁸⁾	邓臣 ⁽⁶⁾	周静 ⁽⁶⁾
王宝红 ⁽¹⁾				

上标注释:

(1) 新疆第三机床厂 (2) 新疆克拉玛依油田 (3) 辽河 (4) 山东 (5) 华北
(6) 大港 (7) 陕西 (8) 四川 (9) 江苏 (10) 新疆 (11) 山西

Preface

前言

新疆克拉玛依油田是新中国成立后开发的第一个大油田,2002年建成为中国西部第一个千万吨大油田,位列全国第四位。新疆第三机床厂以克拉玛依油田为服务对象,于20世纪80年代开始涉足抽油机的研制与生产,是新疆维吾尔自治区的重点企业之一。在长期的技术合作与现场技术服务中,新疆第三机床厂从早期仿制和生产传统的常规游梁式抽油机开始,一步一步地发展至今。目前,新疆第三机床厂已成为集研究、设计、制造于一体的全国新型节能抽油机生产的技术领先厂家之一。新疆克拉玛依油田也已成为全国抽油机节能技术应用最好的油田之一。

在这期间,双方的研究探索有成功的经验,也有失败的教训。这使我们逐步认识到抽油机制造和油田使用不是两个企业关起门来孤立地进行的事情,必须相互结合,密切合作,树立“两者离不开”的思想。因此,在合作中我们双方急生产所需,注重总结经验,相互促进,相互提高。不但在油田节能抽油机规模推广上成效显著,技术水平快速提高,而且2001年我们共同出版了《游梁式抽油机技术与应用》(石油工业出版社出版)一书,比较系统地总结、阐述了新型游梁式抽油机的研究成果和应用情况。尽管该书对游梁式抽油机的节能问题提出了一些技术发展思路,对节能理论问题进行了初步探讨,但美中不足的是该书还比较浅显。

2001年以来,随着生产中新情况的出现和研究的深入,我们对抽油机的平衡和运行效率问题从理论上有了新的认识,提出了 $1/2$ 油柱平衡原则和机械换向功概念。在研究中,我们积近20年的时间跨度,收集了大量抽油机在生产现场出现故障的实例和照片。针对这些第一手资料,我们结合抽油机的典型结构和构件

进行了失效分析和研究,从润滑、连接和应力集中三个方面提出了设计和制造中需要注意的有关技术问题。尽管这些研究成果在一定程度上还值得商榷,但我们有责任、有义务把它提出来。这也是一件有意义的事情。为此,我们共同编著了《游梁式抽油机节能机理及其典型构件分析》一书,以期求教于各位同仁,共同研究讨论。

在该书成书过程中,我们试图通过大量的实例和照片进行分析研究,采取图文并茂、深入浅出的方式展开讨论,以期收到事半功倍的效果。我们相信本书的出版一定会对抽油机的设计、制造乃至现场使用起到较强的指导作用,一定会对提高抽油机五个方面的产品质量(设计质量、制造质量、安装质量、服务质量、使用质量)有所帮助。

生产厂家是制造抽油机的,油田是使用抽油机的。我们在长期的技术合作过程中结下了深厚的友谊,共同总结出了研究成果和实践经验。本书比较系统地阐述了抽油机节能机理,同时也展示了长期生产过程中抽油机出故障的一笔笔教训。现在我们把它整理出来,提供给同行们参考,供大家研究分析,以避免再走弯路。这就是我们出版本书的良好愿望。

本书编写过程中参考摘录了有关文献,各油田提供了大量资料,在此一并表示感谢!

由于我们水平有限,书中难免有错误的地方,敬请大家批评指正。

作 者

2006年10月16日

Contents

目 录

第一章 游梁式抽油机运行及节能机理	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 游梁式抽油机节能机理	(6)
第三节 常用抽油机节能机理分析	(11)
第四节 常用抽油机受力与平衡分析	(14)
第五节 下偏杠铃平衡装置的惯性力及其对抽油机受力的影响	(20)
第六节 适用于稠油开采的游梁式抽油机设计分析	(27)
第七节 从偏轮抽油机改造看下偏杠铃平衡技术的功效	(31)
第二章 游梁式抽油机典型机构及失效分析	(36)
第一节 游梁式抽油机概述	(36)
第二节 基 础	(39)
第三节 抽油机底座	(56)
第四节 动力源	(64)
第五节 刹车装置	(82)
第六节 减速器常见质量问题及其控制	(95)
第七节 左、右曲柄及连杆	(137)
第八节 横梁及横梁轴承座	(166)
第九节 支架及支架轴承座	(179)
第十节 游梁及游梁平衡	(198)
第十一节 驴 头	(232)
第十二节 吊绳、悬绳器及其悬点失载、增载分析	(253)

第十三节 游梁式抽油机增程改造	(259)
第三章 游梁式抽油机构件综述及其安全防护	(270)
第四章 螺栓螺母在抽油机中的创新设计	(287)
附 录	(306)
参考文献	(323)

第一章 游梁式抽油机运行及节能机理

第一节 概 述

思索世界工业革命的发展,不难发现:人类是通过“四个发明”逐渐实现文明进步的,即火、轮、火推轮、智能火推轮。细想一下,往复式抽油机(包括游梁机和无游梁机)也不例外。

长期以来,人们对往复式抽油机致力于以下两个方面的研究:

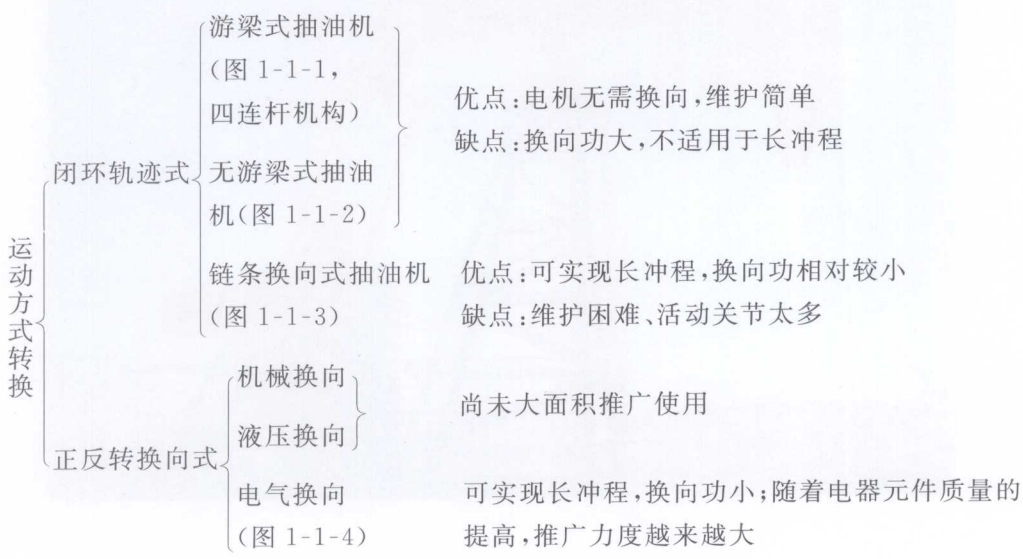
第一,如何将轮子的旋转运动转换成抽油泵的直线往复运动,称之为运动切

换。

第二,如何解决抽油泵直线往复运动中的抽油机平衡问题,称之为平衡。

人们针对上述内容开展了长期不间断的研究工作。近年来出现了百花齐放的大好局面,很多新式抽油机相继问世。

在运动转换方面,提出了两种抽油机模式,它们是:



在平衡方式上,先后推出了重力平衡、气动平衡、液压平衡等方式。本书重点探讨重力平衡方式,而其他平衡方式由于推广应用较少,或在实际中推广应用的

游梁式抽油机有两大工作特性:运动转换和运动平衡。

(1) 运动转换。游梁式抽油机将曲柄的旋转运动转换为驴头的垂直往复直线运动要消耗一定的能量。这一能量的消耗对抽油载荷来说没有效,但这是运动方向改变所必需的。我们称之为机械换向功,简称换向功。抽油机的结构参数将影响换向功。换向功越大,抽油机的运行效率越低,节能效果越差;换向功越小,抽油机的运行效率越高,节能效果越好。

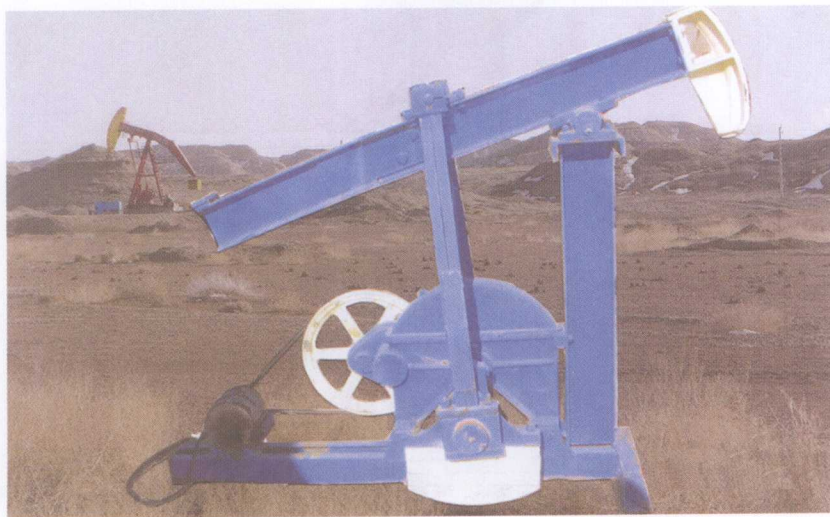
(2) 运动平衡。游梁式抽油机悬点速度在不断变化,其加速度也在不断变化。也就是说,井下的抽油载荷施加在悬点上的力也随加速度相应变化。另外,上冲程和下冲程抽油载荷也不同。为此,要求与这两种载荷的变化相匹配的平衡力矩也要适应这种变化,即在游梁的另一端或曲柄上加装平衡重块。我们称之为运动平衡。理想的平衡就是要做到动态随载平衡。只有这样才能减小与其匹配的电机的功率和与其匹配的减速器的额定输出扭矩。做到了理想的运动平衡,就可改变常规游梁式抽油机原有的匹配模式,实现平衡节能。



(a)



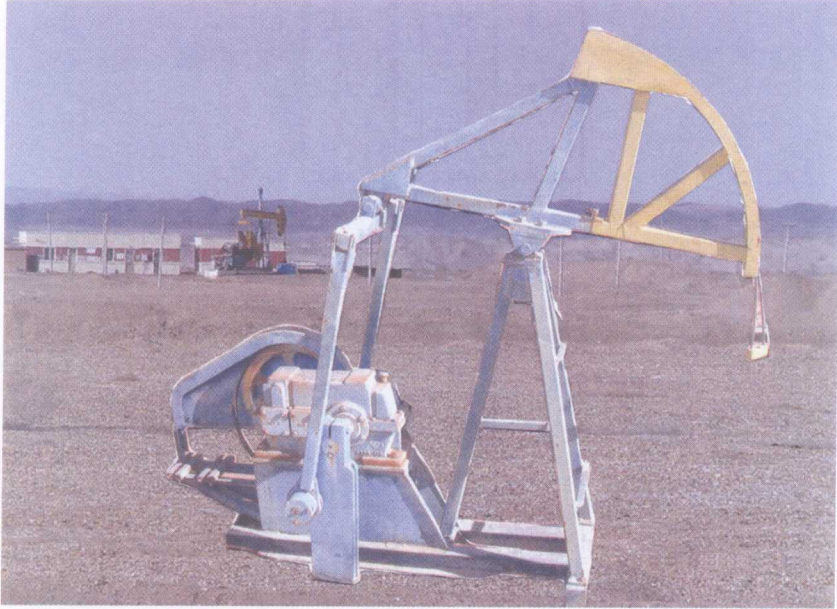
(b)



(c)

图 1-1-1 游梁式抽油机

(a) 后置式游梁抽油机; (b) 前置式油梁抽油机; (c) 后置式小型游梁抽油机



(a)



(b)

图 1-1-2 无游梁式抽油机

(a) 后置式无游梁小型抽油机;(b) 无游梁大型抽油机



图 1-1-3 链条机



图 1-1-4 电机正反转机

第二节 游梁式抽油机节能机理

在石油工业中,油田开采一般要经历三个阶段:第一阶段,依靠油藏的自然能量将油层原油举升到地面上来;第二阶段,依靠人工能量将原油从油层中举升到地面(如机械举升或油田注水);第三阶段,通过三次采油等非常规技术手段将残留在油藏中的原油置换出来。除第一阶段外,采用机械设备将油从油层举升到地面是最常用的开采技术。国内外应用最广泛的抽油设备是往复式有杆泵抽油设备,尤其是以游梁式抽油机为代表的抽油设备。游梁式抽油机的结构简单,制造容易,维护方便。

一、游梁式抽油机运行机理

图 1-2-1 所示为游梁式抽油机-抽油泵装置示意图。整套装置由三部分组成:一是地面部分(游梁式抽油机);二是井下部分(抽油泵);三是连接地面和井下部分(抽油杆柱)。

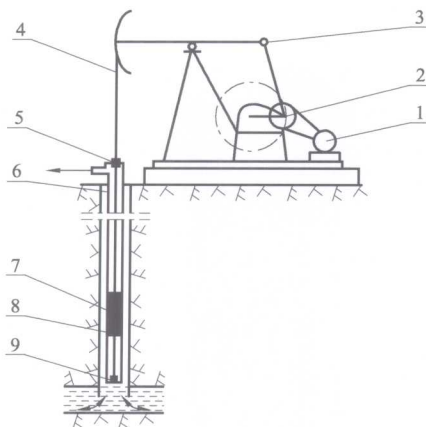


图 1-2-1 游梁式抽油机-抽油泵装置示意图

1—电动机;2—减速器;3—四连杆机构;4—抽油杆柱;5—油管;6—套管;7—抽油泵;8—游动阀;9—固定阀

要科学设计或者正确使用一台抽油机,必须分析抽油泵在相应工况下的工作原理。

抽油泵由柱塞和泵筒组成,如图 1-2-2 所示。在柱塞上装有游动阀(排出阀),在泵筒上装有固定阀(吸入阀)。工作时,柱塞上行,游动阀(排出阀)关闭、固定阀(吸入阀)打开。向上提抽油杆时,动力机需对悬点载荷做功。悬点载荷是衡量抽油机工作能力的重要参数之一。