

油井自动掺稀控制系统现场应用研究

任广欣, 吴登亮, 丁英展, 马有龙, 李安国

中石化西北油田分公司采油二厂, 新疆 尉犁

收稿日期: 2022年4月20日; 录用日期: 2022年5月20日; 发布日期: 2022年5月27日

摘要

近年来, 随着自动化信息技术的发展, 稠油的自动稀释在我国工业和经济发展中发挥着极其重要的作用。在稠油开采过程中, 由于稠油粘度过高, 卡住的泵或泵无法正常工作。稀释稠油以降低粘度的技术已在油田生产中使用多年。通过向稠油中添加稀油, 可以有效降低稠油中沥青的优质部分, 达到降低粘度的效果。

关键词

抽油机, 自动掺稀, 系统设计

Field Application of Automatic Dilution Control System in Oil Well

Guangxin Ren, Dengliang Wu, Yingzhan Ding, Youlong Ma, Anguo Li

No. 2 Oil Production Plant of China Sinopec Northwest Oil Field Company, Yuli Xinjiang

Received: Apr. 20th, 2022; accepted: May 20th, 2022; published: May 27th, 2022

Abstract

In recent years, with the development of automatic information technology, the automatic dilution of heavy oil plays an extremely important role in China's industrial and economic development. The pump cannot work normally due to high viscosity during heavy oil production. The technology of diluting heavy oil to reduce viscosity has been used in oilfield production for many years. Adding thin oil to heavy oil can effectively reduce the high-quality part of asphalt in heavy oil and achieve the effect of reducing viscosity.

Keywords

Oil Pumping Machine, Automatic Dilution, System Design



1. 引言

抽油装置只是一种用于抽油的机器装置,通常称为“磕头机”(如图1所示)。泵送装置是杆抽气系统中最重要提升装置。通常分为横梁泵送装置和非横梁抽水装置。横梁抽气机组根据平衡方式的不同可分为横梁平衡型、曲柄平衡型、复合平衡型和气动平衡型。横梁泵送机组根据不同的结构分为不同的抽油设备。普通横梁抽送装置:驴头和连杆机构分别位于夹具的正反面,平衡角为零梁抽水装置;大灯抽水装置:驴头和连杆位于夹具前面的光束抽水装置;异相梁抽送装置:驴头和连杆机构均位于夹具的前后,平衡角度不是零梁抽水装置;双驴头抽油装置:这是一种横梁抽送装置,其中驴头和连杆分别位于支架的前后,后臂和连杆的长度不是一次行程恒定的[1]。

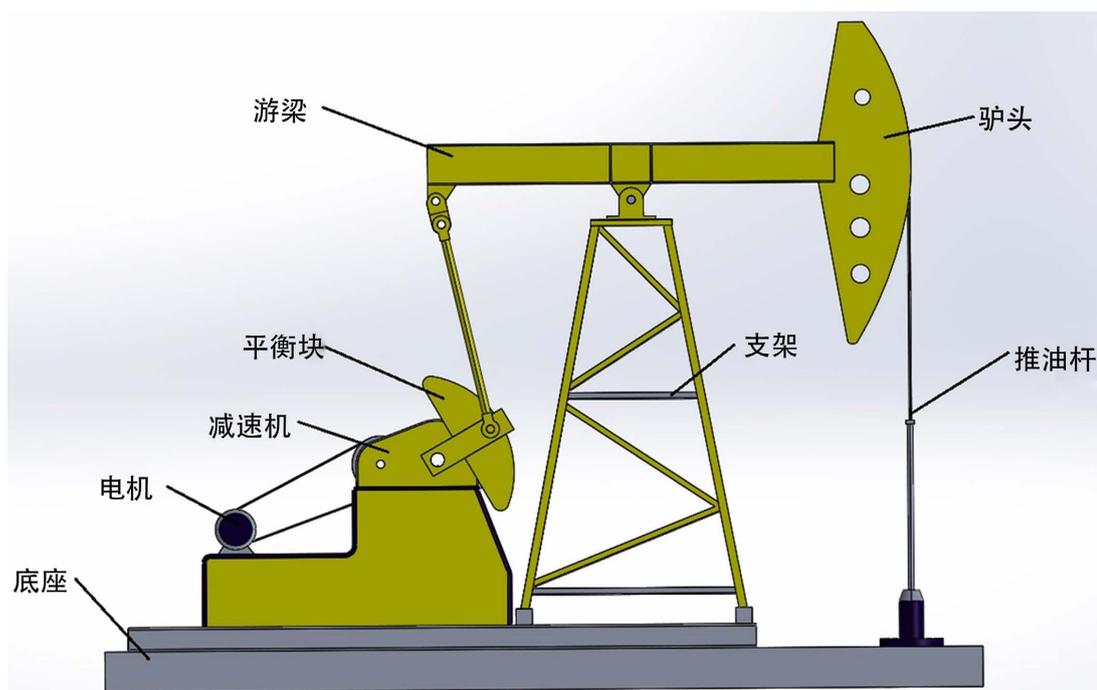


Figure 1. Structural diagram of oil pumping machine

图1. 抽油机结构示意图

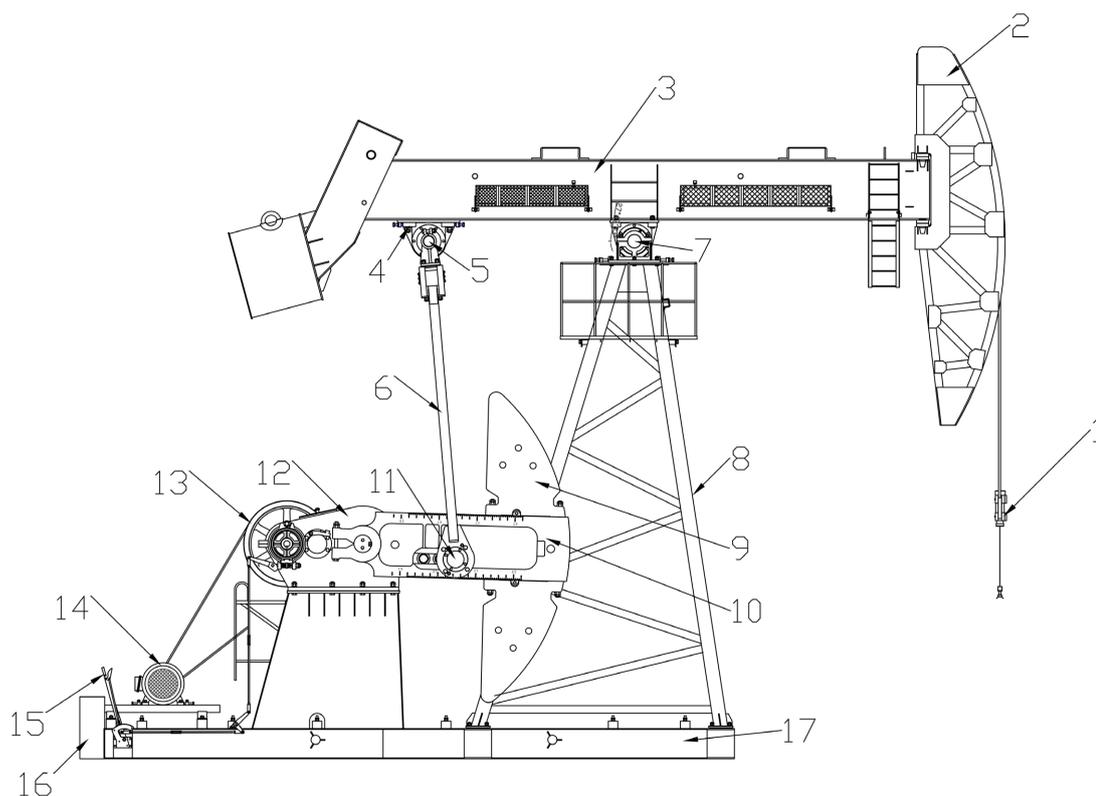
在利用抽油机进行抽油时,由于开采过程中的稠油粘度高不易开采,常常采用掺入稀油的方法进行井筒降粘,这就叫“掺稀”。稠油掺稀油开发技术应用效果的高低,直接影响到整体油田开采项目的质量。本研究将针对掺稀控制进行研究,以期对石油开采工作起到推动作用。

2. 抽油机工作原理简要说明

横梁泵送机组的工作原理如下:电源为供电机供电,改变供电系统的快速旋转,通过减速器使抽气装置的曲柄低速旋转,利用曲柄连杆行程梁机构将旋转运动改为抽水机组驴头的上下运动,深井泵由悬挂装置控制。

横梁泵送机组的主要部件有：动力机为动力；传输动力并降低速度的减速器；四波段机构(曲柄，连杆，横梁，羽毛和横梁和底座)，可传输动力并将旋转运动转换为高级运动；驴头和悬挂装置用于动力传输和平滑杆，使相互线性运动；制动器允许泵送装置保持在任何位置，并平衡设备，使功率功能能够在较小的负载变化范围内运行[2]。

机械采油是我国和世界上许多国家从井下提取原有的基本手段，目前广泛使用的是游梁抽油机，如图2所示，一些地区也使用无游梁式抽油机。游梁抽油机的工作原理是电动机通过带轮和减速器减速带动曲柄8转动，曲柄上配置平衡重块以平衡抽油机在上、下冲程中电动机承受的载荷。曲柄带动连杆做平面运动，驱动游梁绕支架左右摆动，驴头上的悬绳器拉动抽油杆上下运动，带动井底抽油泵中活塞抽吸原油，并将原油排出地面。



1: 刹车装置; 2: 电动机; 3: 减速箱皮带轮; 4: 减速箱; 5: 输入轴; 6: 中间轴; 7: 输出轴; 8: 曲柄; 9: 连杆轴; 10: 支架; 11: 平衡重; 12: 连杆; 13: 横梁轴; 14: 横梁; 15: 平衡板; 16: 游梁; 17: 支架; 18: 驴头; 19: 悬绳器; 20: 井口密封盒; 21: 出油三通; 22: 底盘。

Figure 2. Conventional beam pumping unit

图2. 常规型游梁抽油机

但是，由于运动部件多，控制重，可靠性低，这影响了该领域的应用和发展。为了提高可靠性，在更换特殊的扁平丝带以悬挂沉重的绳索时进行了一些改进，增加了主链以改善应力状态并改变了平衡模式，但由于寿命短，在这一领域的应用逐渐减少。

3. 沥青油成分分析及加工

油砂颗粒由被含有沥青油的水包围的沙粒组成。沥青是原油的粘稠形式。它又重又粘稠，除非用较轻的碳氢化合物加热或稀释，否则不能流动。与普通的轻油不同，稠油是粘稠的和糖浆状的。石油机翼

比其他原油重得多。沥青油是一种类似焦油的石油烃混合物，密度超过 0.96 g/cm^3 ，而轻质原油的密度高达 0.793 g/cm^3 。石油租赁含有 10%至 12%的沥青油。其余 80%~85%是矿物质(包括沙子和粘土)和 4%~6%的水。沥青油的原料药量为 8%~14%，硫含量为 4%~5%。沥青油由 83.2%的碳，10.4%的氢，0.94%的氧，0.36%的氮和 4.8%的硫组成。与小碳氢化合物分子不同，沥青油富含碳，氢含量低。因此，沥青油必须根据炼油厂的前体规格进行改性并进一步加工。这种改性涉及加氢以去除一些碳以产生更高价值的碳氢化合物。这是通过四个主要过程实现的：焦化 coxi 、 cox 、 coxis 的脱碳和将大沥青油分子分解成较小的分子；通过蒸馏将碳氢化合物分子的混合物分离成其组分；通过催化转化将碳氢化合物转化为更有价值的化合物；通过加氢处理和氢化烃分子进行反硝化。最终产品是 sco ，可以通过埋藏管道运输到北美的炼油厂。上合组织被精炼成喷气燃料、汽油和其他石油产品。一些石油公司不分解沥青，而是将其以稀释的形式送到其他炼油厂进行修改。一般来说，改进分为两个方面：初级改进和次要改进。主要的改性技术是焦炭(晚期焦炭和液体焦)和加氢裂化或这些技术的组合。其他一次升级的设备包括稀释油回收装置，减压装置等。水力处理厂的二次改造包括其他处理单元，如制氢单元、酸流清洗单元(胺处理、酸性水蒸气提取和硫回收单元)。

4. 稠油加工降粘技术开发与加工

中国稠油储存设施的检查、开发和加工已经成熟，产量占中国石油总产量的 1/10。目前，所有稠油田都是通过对其特征栽培技术的调配、消化、吸收和技术创新而形成的，在建设我国经济发展平台方面取得了新的和飞速的进步。20 世纪 80 年代，中国重点勘探和开发稠油。根据稠油罐的性质，它们的使用方法不同，但它们总是朝着降低粘性并使分子更小更轻的方向发展。目前，最成功的 eOR 回收方法分为两类：一类是热回收或注入流体剪切的方法，如热水驱、蒸汽增产、蒸汽驱、火灾驱等。二是增产，包括井卧式、良好复合支、液压、电加热、还原化学粘性等。这两种技术的结合是当今稠油开发的主要工具。其中，胜利油田吸收了热生产、注汽、电加热、降低化学粘度(聚合物驱)等技术；辽河油田中深热采稠油技术；大港油田的 Huff 技术和化学辅助喷头；新疆油田低油区技术驱强；河南油田的稠油热采技术在中国处于初始水平。特别是河南油田原油粘度非常高(正常稠油为 $10,000 \text{ Mpa}\cdot\text{s}$ ，特别是稠油为 $10,000\sim 50,000 \text{ Mpa}\cdot\text{s}$ ，超稠油为 $50,000 \text{ Mpa}\cdot\text{s}$ 以上)，热回收所需的参数非常高，例如注气率为 7.5 Mpa ，注气速度为 100 t/d ，蒸汽干度为 75%。蒸汽温度为 290°C ，油层深度为 300 m ，地层温度为 140°C ，压力为 5.5 mpa 。合理参数的优化选择是稠油有效开发的关键。中国稠油开发始于 20 世纪 80 年代。自 1982 年辽河油田首次蒸汽增产和生产试验以来，生产规模不断扩大。迄今为止，中国大陆的稠油开发一般分为三个阶段：1980~1985 年试验阶段、蒸汽气胀和气胀试验；从 1986 年到 1990 年，蒸汽气胀和泡沫技术的普及和应用以及蒸汽技术的中试阶段；自 1991 年以来，蒸汽和浮肿的效果以及扩展蒸汽的洪水测试阶段有所改善。2005 年，中国石油年产量达到 1.8 亿吨，稠油产量达到 2386 万吨，占年石油产量的 13.2%，经过近 20 年的发展，我国热回收技术不断成熟，发展水平不断提高。中国建立了辽河、新疆、胜利、河南油区等 4 大稠油开发生产区。稠油已成为中国石油生产的重要组成部分。

5. 掺稀方法之注水

科学家利用实验分析稠油和稀油的性质，确定最佳混合部位，对掺杂稀油在线辨别和分析实现双相稠油和稀油的控制精度，并将双相稠油与底部凝析油混合，根据稀油混合的不同部位，混合稀油和稠油，并进行点扩散试验，以确定稠油与稀油混合的最佳比例。在初级生产中，裂缝有助于溶解气体，气体从储层中传导石油，其中天然储层能量从岩石中驱动石油。然而，在正常的注水操作中，情况会发生决定性的变化，这些裂缝可能会对油剪流体开放。

因此,绕过了储层基质中所含的大量油。“裂缝的存在应该使我们对早期注水持谨慎态度”,Tarr和Heuer指出,“由于我们有一个明确的初级恢复理论,但二次恢复理论可能是试探性的,延迟注水是首选。我们总是喜欢在破碎的储层中开始小型注水研究,以评估裂缝的影响”。

其中一些存在于大气顶部的碳酸盐岩储层中[3],如果下面只是一个相对较小的含油区或良好的重力径流或强烈的自然水泛滥,那么问题“什么时候应该开始注水?”答案可能是“从不”。可以例外,但在这种情况下,应该深思熟虑和仔细地完成。值得注意的是,对宾夕法尼亚州碳酸盐岩储层的广泛水净化预测部分基于测量数千英尺(全直径)核心的渗透率。这些基本分析用于基于斯泰尔斯、戴克斯特拉和帕森斯(57)方法的注水预测计算,这两种方法都改变了储层中每个薄层中气体空间的恢复。对于每种方法,所使用的储层模型都不是储集层岩石及其裂缝系统的完美代表,但希望主要基础分析的数据至少能严酷地表示破碎的岩石系统的状态。使用快速计算机进行大量计算,并产生各种可预测的值。尽管场动态应接近至少一条预测曲线,但实际场动态与任何预测都不一致。迄今为止,文献中提出的所有油水预测方法都对具有裂缝和溶解通道系统的储层给出了过于乐观的结果。虽然通过检测和使用定向渗透率和定期注水设计,可以在这种类型的储层中导致注水作业,但有一些希望。然而,大多数含有此类系统的储层可能不适合常规注水。破损系统的存在,这在注水时非常麻烦,可以通过以下方式识别:1) 观察视觉核心;2) 观测表明,从瞬态压力数据确定的井间渗透率比从岩心确定的岩石基质的渗透率重复更多。大多数注水预测方法的共同之处是借助于莱桴利特分流方程式(1),估算注水前缘后方的残余油饱和度,分流方程式的简化形式如下:

$$f_w = 1 / \left(1 + \frac{K_{ro}}{K_{rw}} \cdot \frac{\mu_w}{\mu_o} \right) \quad (1)$$

其中 f_w 是系统产出端水的分流率, K_{ro} 是相对渗透率, K_{rw} 是指的同样的渗透率基数。在实验室内确定的典型, K 的“终止点”数值有较宽的范围。由0.04到0.2,就是这些“终止点”值控制了掺稀系统的注入率。 K 值随着掺稀控制系统的稠油的黏度降低而变化。在这个具体情况下没有发现其曲线有相应的变动[4]。

6. 结束语

抽油机自动控制掺稀技术的应用和发展,对于油田企业的持续发展起着重要的推动作用,随着油田采油工作复杂程度的不断提高,对于抽油机自动控制掺稀技术的要求也会不断提升。只有实现其自动掺稀技术应用的不断拓展,才能够提升其技术应用价值,从而满足油田企业和人们的日常所需。多项自动化行为结合软硬件参数的平滑整合,使原油开采稳定高效,信息时代的便利性体现在生活的各个领域。

参考文献

- [1] 刘希圣. 石油技术辞典[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996.
- [2] 张晓玲, 于海迎. 抽油机的节能技术及发展趋势[J]. 石油和化工节能, 2007(2): 4-6.
- [3] 方仁杰, 朱维兵. 抽油机历史现状与发展趋势分析[J]. 钻采工艺, 2011(2): 60-62+116.
- [4] 郭继香, 张江伟. 稠油掺稀降粘技术研究进展[J]. 科学技术与工程, 2014(36): 124-132.