

# The Digital Technology Progress and Development Trend of the Pumping Unit

Xiaoke Ji<sup>1,2</sup>, Li Xu<sup>2</sup>, Fei Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Mechanical and Electrical Engineering, Southwest Petroleum University, Nanchong Sichuan

<sup>2</sup>Department of Equipment Management, Changqing Oilfield Company, Xi'an Shaanxi

Email: [jxk\\_cq@petrochina.com.cn](mailto:jxk_cq@petrochina.com.cn)

Received: Oct. 2<sup>nd</sup>, 2017; accepted: Oct. 15<sup>th</sup>, 2017; published: Oct. 20<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

On the basis of the current research progress technology of the digital oilfield construction, the pumping unit and the developmental direction of information technology, it sums up the main functions of the digital pumping unit, introduces the technology situation and the existing question of the digital pumping unit and proposes the developmental direction of the digital pumping unit. The development and utilization of high performance integrated circuit is crucial to the development of the digital pumping unit, needing to study the development of new control organic combination with mechanical adjustment device. Digital pumping unit is a product combined closely with the information technology and production technology, a major change and innovation of traditional pumping unit and the main developmental direction of pumping unit in the future.

## Keywords

Digital Pumping Unit, Control Cabinet, Technology Progress, Development Trend

---

# 数字化抽油机的技术进展与发展趋势

吉效科<sup>1,2</sup>, 许丽<sup>2</sup>, 王飞<sup>1</sup>

<sup>1</sup>西南石油大学机电工程学院, 四川 南充

<sup>2</sup>长庆油田公司设备管理处, 陕西 西安

Email: [jxk\\_cq@petrochina.com.cn](mailto:jxk_cq@petrochina.com.cn)

收稿日期: 2017年10月2日; 录用日期: 2017年10月15日; 发布日期: 2017年10月20日

---

## 摘要

结合当前油田数字化建设、抽油机研究技术进展及信息技术的发展方向, 归纳了数字化抽油机的主要功

文章引用: 吉效科, 许丽, 王飞. 数字化抽油机的技术进展与发展趋势[J]. 矿山工程, 2017, 5(4): 155-159.

DOI: [10.12677/me.2017.54022](https://doi.org/10.12677/me.2017.54022)

能,介绍了目前数字化抽油机的技术现状与存在问题,提出了数字化抽油机的发展方向,认为高性能集成电路的开发和利用是发展数字化抽油机的关键,需要研究开发新的控制与机械机构有机结合调参的装置。数字化抽油机是信息技术与采油技术紧密结合的产物,是对传统抽油机的重大变革和创新,也是未来抽油机发展的主要方向。

## 关键词

数字化抽油机, 智能控制柜, 技术进展, 发展趋势

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

抽油机是油田开发生产中非常重要的组成部分,为了适应油田快速上产和不断发展的需要,同时也是抽油机自身性能提高的要求,发展“数字化抽油机”已经成为当前油田采油装备发展的一种趋势。近几年,国内在抽油机的研究中,不断利用数字信息技术开发智能型抽油机,提高抽油机自动化水平,长庆油田在抽油机与数字化技术结合方面开展了卓有成效的工作,抽油机智能控制柜及平衡自动调节功能的提出和研究发展更充实了数字化抽油机的技术。但是,关于数字化抽油机的特征与功能以及涉及的关键理论与技术仍不是很明确。本文结合当前油田数字化建设、抽油机研究技术进展及信息技术的发展方向,提出数字化抽油机的完整的特征与功能,介绍了数字化抽油机的技术现状与存在问题,同时对数字化抽油机发展应用的前景进行了展望。

## 2. 数字化抽油机的基本功能

数字化抽油机应当满足数字化油田建设与发展的基本需要,这就是能够以数字方式全面提供抽油机及油井生产中的各种信息、状态,也能够以数字化的方式被加以有效调节和控制。从抽油机自身技术指标的改进与提高而言,数字化抽油机应当具有强大的自我诊断能力和自适应的控制能力,能够根据油井工况及时自动调整相关参数,使得抽油机运行在最佳工作状态,同时所有信息可以高度共享。从这些需求和发展趋势出发,应当更加充分地利用信息技术的各种最新成果,从根本上对抽油机的功能和实现功能的方式加以改进。

数字化抽油机就是在传统的抽油机上,融合了信息技术,嵌入了传感器、集成电路、软件和其它信息元器件,集成了油井参数采集、传输、调整和控制,实现了关键参数随工况自动调节,从而形成了机械技术与信息技术、抽油机与电子信息深度融合的系统[1]。

数字化抽油机应当具备以下四方面的特征:

1) 参量获取和处理数字化。数字化抽油机主要功能的实现基于数字化的信息,因此数字化抽油机必须能够实时获取各种参量,这其中包括采油系统运行和控制中需要获取的各种电参量,反映抽油机的载荷、温度、压力、冲程、冲次、平衡等特征参量。另外,各种参量都以数字化形式提供,信息的后续传输与发布、控制指令的传达、也都以数字化形式进行。

2) 自我监测与诊断能力。数字化抽油机具有自我监测与诊断能力,它可以实时监测各种涉及抽油机及油井状况和安全保护所必须的参量,同时通过预制的模型程序进行计算和分析,掌握抽油机及油井的

运行状况、故障点与发生原因。

3) 自适应控制能力。传统抽油机一旦安装就位,其功能参数要依靠人工完成,参数判断相对滞后,参数调整很难达到最优工况的效果,造成一定的能量消耗。数字化抽油机依靠数字技术,能够根据实际工作的环境与工况对操作过程进行自适应调节,使得所实现的控制过程和状态是最优的,这不但可以进一步提高抽油机自身的指标和性能,还可以在很大程度上节约运行所消耗的能源,这类抽油机也可以称之为智能化抽油机。

4) 信息交互能力。数字化抽油机的重要特征之一在于它的信息能够以数字化的方式广泛而便利地进行传播与交互。数字化信息传播的重要方式是网络传输,数字化抽油机具备这样的能力,任何一台抽油机都可以通过网络或通信获取任何控制指令或者将状态参数传输给其它指定的网络平台,这样就为拓展抽油机的功能提供了广阔的空间。目前数字网络技术正在飞速发展,传播的媒介有光纤、电缆、红外和无线方式等等,网络的规模不断更新,传播速度不断提升,这些发展与进步也必将不断影响数字化抽油机的发展,甚至包括运行模式、操作方式和管理理念的根本改变。

数字化抽油机的主要任务是通过监测、分析、调整、控制实现连续、合理、高效、安全的采油作业,达到节能降耗、减少工作量、延长寿命、无人值守、减员增效的目的。具体实现的基本功能如下:

1) 参数采集和传输。抽油机电流、电压、功率、频率、功率因数等电参数的测量和采集,可以采集油井示功图的数据,采集抽油机的冲次、冲程、平衡度等参数,并对采集的参数数据实现本地和远程传输。

2) 参数分析和调整。根据测量和采集的各项参数数据,抽油机进行分析和计算,按照给定的标准参数值和时间间隔,定时进行抽油机参数自动调整,使得抽油机保持最佳工况、安全平稳运行。

3) 本地和远程启停。具有本地和远程冲次、平衡等调整操作,本地实现工频、变频和自动功能的转换。通过控制柜操作面板可以控制抽油机的启停和操作控制,即本地操作;通过站控软件启停和操作控制抽油机,即远程操作。

4) 超载和超限保护。具有电机过载、缺相、过流、短路、超速等超限保护措施,抽油机具有超载、失载、卡泵、雷击等保护,确保抽油机安全运行。

5) 信息记录和管理。记录相应的抽油机基本数据、油井数据、运行数据、状态数据、标准数据等,记录抽油机运行的各项参数的历史数据和定时测试数据,方便抽油机的优化调参、故障分析、基础管理等工作。同时进行电能的自动计量和系统效率的分析计算,可以对历史数据进行综合查询、自动生成报表。

6) 故障提示和报警。根据测试电参数、油井参数、辅助的振动、润滑监测等参数,判断抽油机运行状态,分析判断抽油机及油井的故障情况,进行语音和显示提示和报警,进行故障处理和历史统计记录,提示油井清蜡、检泵等维修作业,提示抽油机例行保养工作。

### 3. 数字化抽油机的技术现状

#### 3.1. 数字化抽油机的技术现状

目前的数字化抽油机是在传统的游梁平衡抽油机的基础上,集成了机电一体化的内涵,平衡结构型式有三种,即移动平衡、摆动平衡和伸缩平衡,共同特点是通过抽油机后臂变矩实现平衡调节,对测量和采集的参数数据实现本地和远程传输,定时进行抽油机平衡、冲次等参数自动调整,使得抽油机保持最佳工况,具有电机过载、缺相、过流、短路、超速等超限保护措施,进行基本的故障提示和报警,本地和远程参数调整操作,实现工频、变频和自动功能的转换[2]。

平衡调节机构使得数字化抽油机平衡实现自调,目前油田推广使用的摆动平衡调节机构,初期配重

箱为一体式人工不可调节,后来根据现场使用情况改进为配重箱可人工调节。移动平衡调节机构配重箱可人工调节和手动调节,充分继承了游梁平衡抽油机的结构特点。另外,伸缩平衡调节结构采用一体化平衡配重块在游梁箱式结构中,通过伸缩变矩自动调节平衡。三种平衡调节机构从变矩范围看,从大到小的顺序为伸缩平衡、摆动平衡、移动平衡;从调节的使用性看,人工调节结合自动变矩调节要优于一体化单纯自动变矩调节;从可靠性看,移动平衡优于伸缩平衡和摆动平衡,其中摆动平衡可靠性较差。

智能控制柜是数字化抽油机的核心,由控制面板层、器件层、隔离层三部分组成[1]。控制面板用于操作人员对抽油机功能的选择和操作,包括按钮、旋钮、显示屏等。器件层安装控制电气元件及接线,包括变频器、RTU 模块、通讯模块、电气开关及中间辅助元件。隔离层用背板与电器层隔开。早期机械制造总厂开发的智能控制柜在隔离层安装制动电阻,安装电流互感器采集单项电机电流,用电流法判别平衡度,采用逻辑控制器取代部分中间继电器,采用地面示功图对比法进行井下抽汲工况判断,作为冲次调节依据。北京长森石油科技有限公司开发的智能控制柜采用了工业控制网络和无线通信网的“双通讯功能”,以及功率法兼顾电流法的“双平衡判别方法”,实现了数字化站控系统与我采系统监控平台的数据传输和远程监控,结合油井基础数据将地面示功图转化为井下泵功图作为冲次调节依据,采用变频器自动升频技术解决电机的再生电能。

### 3.2. 数字化抽油机存在的技术问题

1) 主要控制部件故障多。变频器在油区的工作环境恶劣,其使用寿命缩短,有的只有 1~2 年,据统计,变频器故障率占控制柜的 6.44%,增加了抽油机故障率和维护工作量;浪涌保护器在第一次雷击后断开后及时复位,对系统再次保护的可靠性、稳定性不够,且被雷击穿后,失去对系统的保护能力;井口 RTU 电源适应现场电压不稳的能力较差,易烧坏 RTU。

2) 实时监测功图数据缺乏准确性。目前在用的功图采集设备有“分体式载荷传感器+角位移传感器”和“载荷位移一体化传感器”两种,通讯方式也分为有线传输和无线传输。载荷传感器长期在承压工况下运行,造成载荷数据的飘移,通讯环境对传输信号的干扰形成错误信息,以上因素造成的示功图失真普遍存在;现场仅能采用更高精度的仪器进行对比测试,核对测试数据的准确性,控制系统不能自动进行数据的准确性判断和校正,影响了对抽油机工况、井下汲采组件工况和判断和油井产液量的计算。

## 4. 数字化抽油机的技术发展方向

1) 数字化抽油机的本质是将当前不断发展的信息技术全面融合到传统的抽油机中,一方面大幅度改进抽油机自身的功能和指标,另一方面使得每一台抽油机都真正工作于一个整体系统之中,设备是智能的,设备在系统中的功能是柔性的和可重构的。专用集成电路的开发和利用是发展数字化抽油机的一个关键,可以想象,当几片小小的芯片安装在一台智能控制柜上,它就具有了许多神奇的功能。在数字化抽油机为基础构成的系统中,人们可以更加科学合理地利用能源,可以使得每一台抽油机都处于最佳的工作状态。

2) 数字化抽油机具有比传统抽油机更加可靠、安全和节能的特点,它们随时监测着自身及油井的运行状态,随时报告抽油机及油井的完好程度,使得维护工作可以在最合适和最经济的时候进行。作为一个数字化油田的子系统,当局部发生故障时,它可以进行智能诊断和系统重构,提示报警,促使完成系统故障处理,恢复正常工作。

3) 由于数字化抽油机的工作环境复杂,露天安装运行,对智能控制系统的可靠性构成了威胁,从现有的数字化抽油机运行情况看,变频器调节冲次(或速度)并不是一个好的途径,需要研究开发控制与机械机构结合调参的装置,以提高数字化抽油机运行的可靠性和安全性。

4) 由于数字化抽油机的开放性, 许多新的功能将被不断地开发和利用, 如将来实现油井的清防蜡、油井测压测温、测试动液面、油井系统配置合理性等技术, 这些发展不但能够提高普通采油系统性能, 还能够对许多特种采油系统的发展起到积极的促进作用。

5) 数字化抽油机的结构并不一定局限于游梁式抽油机, 从目前油田试验的智能提捞式抽油机情况看, 降低生产能耗, 减少修井频次, 延长检泵周期, 避免油井结垢、含蜡、偏磨影响生产, 降低油井生产操作与维护费用, 具有显著的负压解堵增产效果, 系统可精确探测液面及计量产量, 兼顾了油井测温、测压等工作, 节省了油井参数测量设备, 大大降低了生产劳动强度; 同样, 数控潜油泵(包括往复式、螺杆式、离心式、隔膜式等)具有一次性投资少、泵效高、能耗低、系统效率高等技术优势, 而且数控潜油泵运行参数自控技术可以实现液位实时动态显示和柱塞泵运行参数自控调整功能, 系统具有过载自控保护功能。二者在低产油井具有十分重要的意义和推广前景, 也是未来数字化抽油机发展的方向之一。

## 5. 结论

本文根据数字化抽油机发展的需要和抽油机自身发展的趋势, 归纳了数字化抽油机的主要特征与功能, 分析了数字化抽油机的技术现状与存在问题, 提出了数字化抽油机的发展方向。总体来说, 数字化抽油机是信息技术与采油技术紧密结合的产物, 是对传统抽油机的重大变革和创新, 也是未来抽油机发展的主要方向。随着数字化抽油机关键理论与技术的研究不断深入, 必将产生更多新概念和新应用, 将使传统的抽油机井生产与管理方式产生大的转变, 也必将为采油装备产业的发展注入新的血液。

## 参考文献 (References)

- [1] 吉效科, 许丽, 智勇. 新型数字化抽油机的研制与应用[J]. 石油机械, 2013, 41(10): 96-99.
- [2] 戴志宏. 数字化抽油机在长庆油田采油六厂的应用[J]. 石油矿场机械, 2013, 42(9): 94-97.

### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [me@hanspub.org](mailto:me@hanspub.org)