

文章编号:0253-2697(2001)06-0073-04

一种新的油气田钻井参数监测方法和系统

张旭梅¹ 刘 飞² 郭 静³ 曾庆龙²

(1. 重庆大学工商管理学院 重庆 400044; 2. 重庆大学机械工程学院 重庆 400044;
3. 四川石油管理局重庆仪器厂 重庆 400021)

摘要: 钻井参数仪表是油气田钻井工程监测钻井过程、进行科学分析和科学决策的重要工具。国内外很多研究机构和公司在进行钻井参数仪的研究,但在钻井参数的测量方法、测量精度和可靠性等方面还有很多问题需要进一步研究。论文针对现有油气田钻井参数监测系统存在的问题,提出了一种新的大钩负荷、大钩高度等钻井参数的监测方法,研制了一套基于现场总线和客户/服务器模式、可进行异地监视的新型实时多参数钻井监测系统。该系统具有所测参数齐全、精度高、查询数据方便、界面美观友好等特点,已在钻井现场实际应用,取得了好的应用效果。

关键词: 钻井;参数;监测;石油仪器;客户/服务器;现场总线

中图分类号: TE249.2 **文献标识码:** A

钻井参数仪表是油气田钻井工程监测钻井过程、进行科学分析和科学决策的重要工具。目前钻井参数仪表正在经历一次重大革命,正在由过去的机械、液压仪表向数字化、计算机化、智能化、集成化和网络化方向发展^[1]。国内外有很多研究机构和公司在进行钻井参数仪的研究^[2~4],如加拿大的 DATALOG 公司、美国的马丁(M/D TOTCO)公司、英国的瑞设(RIGSERV)公司等,国内主要有中原油田钻井研究院、上海神开科技工程公司、徐水物探仪器厂、第三石油仪表厂和重庆石油仪器厂等。总体上看,国内外钻井参数的测量原理和方法都还有待改进和完善,国内钻井参数仪表在可靠性、精度和人机界面等方面与国外相比又还有一定差距。针对以往钻井参数仪表存在的问题,我们对钻井参数的测量方法进行了研究,并在此基础上运用现场总线、客户/服务器等新技术研究开发了一套精度高、功能齐全、界面美观友好的实时多参数钻井监测系统。

1 监测方法

钻井过程参数是在钻井过程中分析油气井油气储藏情况的最基础数据,以此为依据可进行分析决策,从而决定是否继续钻井或以何种方式钻井。钻井过程参数的种类和数量都比较多,其中可直接测量的参数主要有大钩负荷、大钩高度、立管压力、转盘扭矩、吊钳扭矩、转盘转速、泵冲次、相对流量、泥浆池体积、泥浆温度、泥浆密度等,由上述直测参数可派生计算的参数有钻压、标准井深、钻进、大钩速度等近 40 个(见图 1)。由于篇幅所限,本文主要对大钩负荷、大钩高度两大主要参数系列的测量方法进行研究。

1.1 大钩负荷

大钩负荷是钻井参数中非常重要的一个参数,由其可派生计算出钻压、大绳做功($kN \cdot m$)等其它重要参数,通过对大钩负荷状态的判断,还可计算出钻井过

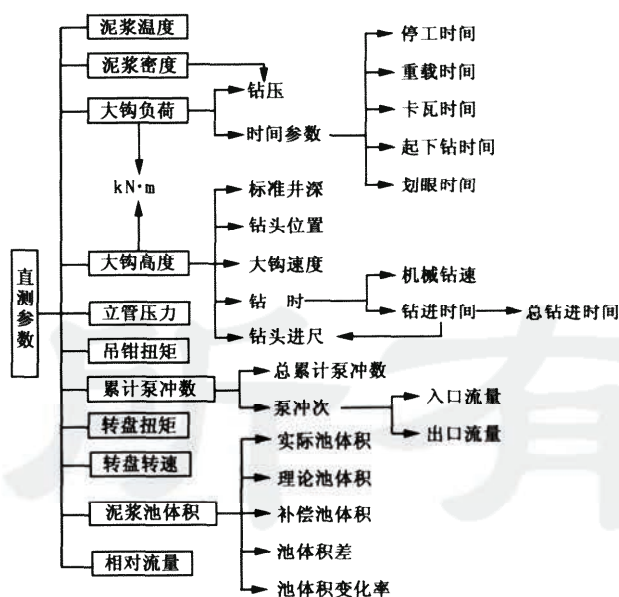


图 1 钻井参数及其派生关系

Fig. 1 Drilling parameters and the derived parameters

基金项目:重庆市科技攻关项目(2000-20-12)资助。

作者简介:张旭梅,女,1966年5月生,1998年毕业于重庆大学获博士学位,现为重庆大学工商管理学院副教授。

程的时间参数(重载时间、停工时间、卡瓦时间、起下钻时间和划眼时间等)。

大钩负荷测量系统由死绳固定器(图2)、拉力传感器、指示仪、液电变送器、阻尼器、排气阀和液压软管等组成。

钻机提升系统的钢丝绳死端沿死绳固定绳轮的绳槽后固定在夹板上,大钩上的悬重 G 通过滑轮组 N 使死绳受到拉力 F ,再通过绳轮上的力臂传递给拉力传感器,使液压膜盒产生挤压,通过液电变送器得到压力信号 p ,大钩负荷 G 即与该压力信号成正比,其数学模型如下

$$G = \frac{L}{l} \times N \times s \times p \quad (1)$$

式中 N 为钻机提升系统钢丝绳的股数; s 为传感器液压膜盒受力面积; l 为死绳拉力至绳轮转动中心的距离; L 为传感器拉力至绳轮转动中心的距离。

钻压是钻井过程非常重要的一个参数,它是由大钩负荷派生的。以往的钻井参数仪在钻压的测量上误差较大,笔者深入分析研究后发现,其原因是没有考虑钻杆在钻井过程中受到的泥浆浮力作用。在笔者新研制开发的钻井参数仪中采用以下数学模型

$$T = W - G \quad (2)$$

$$W = \rho_1 \times V_1 \times g - \rho_2 \times V_2 \times g \quad (3)$$

式中 T 为钻压; W 为钻杆在泥浆中的重量; ρ_1 为钻杆密度; V_1 为钻杆体积; ρ_2 为泥浆密度; V_2 为钻杆插在泥浆中的那部分体积。

1.2 大钩高度

大钩高度是钻井参数中另一个非常重要的参数,是派生参数最多的一个直测参数,可派生出标准井深、钻头位置、大钩速度、钻时、钻头进尺等和大钩移动情况有关的参数。大钩高度的测量及其精度在钻井参数仪中也因此显得尤为重要。

笔者在分析研究以往大钩高度测量方法的基础上,提出了一种新的测量方法:大钩高度传感器采用接近开关,安于钢丝绳滚筒的导气笼头处,由测出的脉冲数计算大钩移动的距离。

可推导出每接收到一个脉冲大钩移动的距离 H (图3)

$$H = \frac{N}{n} \times 2\pi R_i, \quad R_i = \frac{D}{2} + \frac{d}{2} + (i-1) \times h, \quad h = \frac{\sqrt{3}}{2}d \quad (4)$$

式中 N 为钢丝绳股数; n 为滚筒每圈脉冲数; R_i 为第 i 层钢丝绳中心距滚筒中心的距离; D 为滚筒直径; d 为钢丝绳直径。

由每接收到一个脉冲大钩移动的距离 H 及通过接近开关测出的正反脉冲数,即可计算大钩高度以及其它与高度有关的参数。

1.3 其它直测参数

其它直测参数的数学模型相对大钩负荷和大钩高度稍简单一些,均通过相应的传感器测出模拟信号(转盘

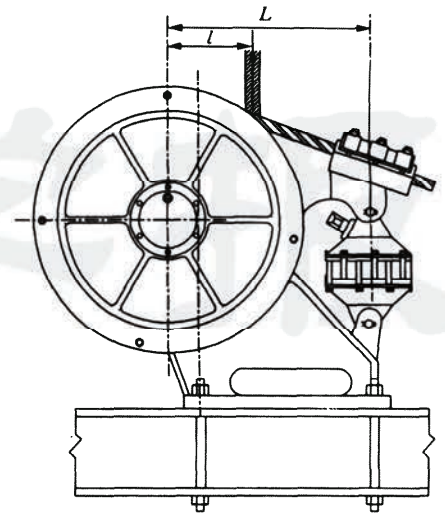


图2 死绳固定器

Fig. 2 The device used to fix the rope

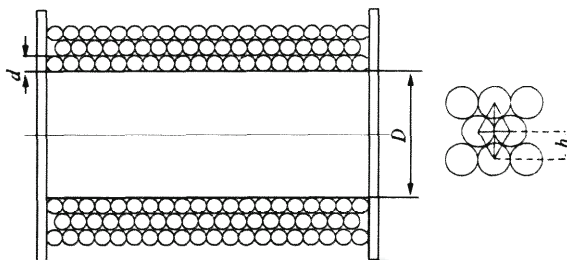


图3 大钩高度计算原理

Fig. 3 The calculation principle of height of hook

扭矩、立管压力、吊钳扭矩、相对流量、泥浆池体积、泥浆密度、泥浆温度)或数字脉冲信号(转盘转速、累积泵冲数),再通过相应的换算关系,计算出直测参数的值。

2 监测系统

根据上述测量方法,新研制了一套基于客户/服务器模式的实时多参数钻井监测系统,该系统的结构如图 4 所示。井台上各传感器采集的现场钻井参数经信号处理电路处理后送入远程信号采集模块 ADAM4017 和 ADAM4080 等,变换成可以远程传输的信号,经现场总线送到控制室的服务器进行计算、处理,其它控制室或异地的计算机可作为客户机实时监视现场情况。

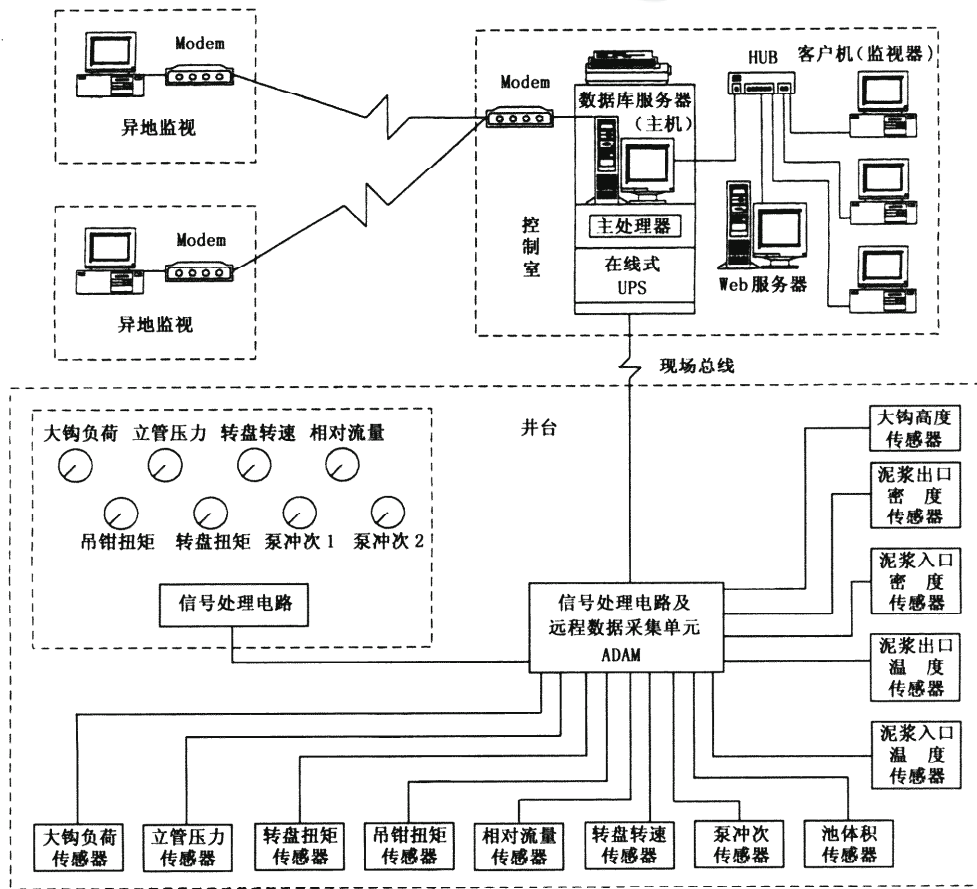


图 4 系统结构

Fig. 4 The architecture of the drilling parameters monitoring system

系统具有多参数同时采集、多种方式显示参数(实时标签数学显示、实时动画显示和实时曲线显示)、历史数据管理、历史数据报表、参数曲线打印、历史数据回放、实时曲线打印、多媒体报警、中英文切换、异地实时监测等功能。系统具有以下特点:① 测量参数齐全,直测参数 20 个,派生参数近 40 个。② 采用客户/服务器模式,通过局域网或 Modem,在客户机上也可实时显示、浏览、查询服务器现场采集的数据,并可实现异地实时工况参数监视。③ 以 Windows NT 作开发平台,前端采用 Visual C++ 作开发工具,后端采用 SQL Server 进行数据库管理。采用 Windows NT 平台,使系统具有很好的稳定性和安全性;采用数据库技术管理数据,解决了数据安全性问题,并可方便地进行历史数据的查找、修改和打印。④ 采用多线程编程技术,减少了数据的意外丢失。⑤ 采用现场总线和新型 ADAM4017、ADAM4080 等远程信号采集模块,提高了系统的可靠性。⑥ 可实时进行全中英文显示界面切换。⑦ 多种显示方式(实时标签数学显示、实时动画显示、实时曲线显示、模拟仪表显

示),界面友好美观。⑧ 精度高、可靠性好、操作方便、显示直观、功能齐全、可无人值守。

3 结 论

钻井参数仪表是为科学钻井提供准确齐全的现场基础数据的基本工具。论文提出了测量大钩负荷、钻压、大钩高度等钻井参数的新方法,研究开发了一套基于客户/服务器、现场总线等新技术的实时多参数钻井参数监测系统。目前,该系统已在川东矿区等钻井现场实际应用,取得了好的应用效果,并通过了重庆市科委的鉴定。

参 考 文 献

- [1] 吕维民. 钻采仪表的现状与发展方向[J]. 石油仪器, 1996, 10(1): 9~13.
- [2] 张仙珍. 钻井最佳参数的实时监控[J]. 武汉交通科技大学学报, 1994, 1(3): 313~318.
- [3] 邓乐, 吴吉波. 钻井参数仪微机多通道多功能接口[J]. 江汉石油学院学报, 1991, 13(3): 72~78.
- [4] 贾炜缤. 钻井六参数测量仪测量能力评价[J]. 石油钻采工艺, 1993, 15(11): 27~32.

(收稿日期 2000-09-11 修回日期 2001-01-25 编辑 张君娥)

《石油学报》召开第五届编辑委员会第二次会议

在进入新世纪的第一个金秋季节,中国石油学会于2001年10月19日至22日在青岛市召开了《石油学报》第五届二次编辑委员会全体会议。

出席会议的有:中国石油天然气集团公司翟光明院士、中国石化股份有限公司侯芙生院士、中国海洋石油总公司茹克总地质师,以及中国石油勘探开发研究院、中国石油化工集团公司研究院、辽河石油管理局、中海石油研究中心勘探研究院、石油大学、北京大学、南开大学、浙江大学、大庆石油学院、天津大学、中山大学、大连理工大学等单位的编委、教授,两个编辑部的同仁以及特邀代表共计60人。

会上,编委会主任翟光明院士作了《石油学报》第五届二次编委会工作报告;两个编辑部负责人作了编辑部两年的工作总结。会议期间,翟光明院士、侯芙生院士、茹克总地质师等6位著名专家还作了相关专业的学术报告。与会编委们对工作报告及编辑部工作总结进行了热烈地讨论,肯定了两年来编委会的工作和两个编辑部取得的成绩。编委们认为这两年来,《石油学报》、《石油学报(石油加工)》两个编辑部的同志坚持严谨的学风,始终把提高刊物的质量作为工作的核心,努力搞好编辑出版工作,实现了工作量逐年增加,信息量逐年增多,学报质量逐年提高,国内外影响逐年扩大,在全国科技期刊中的地位逐年上升。编委们对两个编辑部的工作表示满意和感谢。同时对今后的工作提出了非常中肯和有益的建议,并表示对《石油学报》的工作要给予更大的关心和支持。另外,五届二次编委会还增补了中国石油天然气集团公司刘振武局长、中油股份公司刘希俭局长、西南石油学院罗平亚院长、李允副院长、西安石油学院薛中天院长、勘探院廊坊分院单文文副院长、中国石油天然气集团公司咨询中心黄新生教授等8名同志为《石油学报》第五届编委会委员。

这次会议是在新形势下召开的一次求真务实的会议,我们相信《石油学报》在编委会的指导和帮助下,在广大作者和读者的热情支持下,一定会越办越好。

(本刊编辑部)

search that will be developed in the beginning of the 21st century in China. Author emphasises to develop the downhole-controlled techniques. The drilling data acquired and processed only from surface will be changed gradually to both surface and downhole, in order to realize the decision-making and operating control mainly in downhole directly. In this paper a new research program—"downhole closed-loop automatic steering technique while drilling and its information system" is proposed.

Key words: 21st century; drilling engineering; seismic while drilling; automatic drilling; drilling information technique; drilling fluids

OPERATION OPTIMIZATION OF LARGE-SCALE WATER INJECTION SYSTEMS

LI Cong-xin, et al. (*Daqing Petroleum Institute, Ando 151400, China*) ACTA 2001, 22(6): 69~72

Abstract: This paper presents a mathematical model of the operation optimization problem of large-scale water injection systems which minimize total electric power consumption of the system under the condition that practical water injection systems for every well dynamically and accurately follows the designed one. This operation optimization problem mathematically is a complex nonlinear integer programming with many equality and inequality constraints, and it is difficult to be solved by the conventional method, this paper gives a solution based on decomposition and coordination method of the large-scale system theory and the universal model and the universal solution of the subsystems. The results above are programmed a software package by C language. This method has been proved to effectively save total electric power consumption of water injection systems under the condition that practical water injection systems dynamically and accurately follows the designed one in the practice of oil field application.

Key words: water injection; optimization; large-scale systems; mathematical models

A NOVEL MONITORING METHOD AND SYSTEM OF DRILLING PARAMETERS

ZHANG Xu-mei, et al. (*College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China*) ACTA 2001, 22(6): 73~76

Abstract: The drilling parameters monitoring system is an important instrument for monitoring drill process, with which scientific analysis and decision are made. Now many research organizations and companies are going to research the drilling parameters monitoring system, but there are many problems need to be researched further, such as measurement method, measurement precision and reliability. Aiming at the problem of existing drilling parameters monitoring system, a new monitoring method of drilling parameter is presented in the paper. Using new technologies of fieldbus and client/server, a new real-time and multi-parameter drilling monitoring system is developed, with which drilling parameters can be monitored in another place. The system can measure almost all drilling parameters and has the characteristics of high precision, convenient data query, beautiful and friendly interface. The system has been applied in drilling scene and has obtained better results.

Key words: drilling; parameter; monitoring; petroleum instrument; client/server fieldbus