

新形势下的钻井信息化

杨传书

(胜利石油管理局 钻井工艺研究院, 山东 东营 257000)

摘 要: 介绍了我国石油行业在新的发展形势和管理模式下, 钻井领域进行信息化的重要任务。在理清钻井业务流程的基础上, 提出了以“钻井数据中心”为核心的钻井信息系统框架。从自动采集和人工采集两个方面阐明了钻井数据采集的范围和方式; 从井筒网络、井场局域网、远程传输网和企业网等方面介绍了钻井信息化立体网络的构成, 还介绍了钻井数据与甲方数据中心的数据交换方式、钻井数据中心的构建方法、以及钻井数据中心所支持的上层应用系统设计内容。提出了钻井信息化的发展方向, 对我国钻井行业信息化有一定的指导意义。

关键词: 钻井; 信息; 数据库; 数据采集; 数据管理; 数据传输

中图分类号: TE928 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0890 (2007) 02-0079-04

在信息技术迅猛发展、市场竞争日益激烈的今天, 国内外大公司、大企业纷纷加强信息化建设, 优化工作流程, 提高技术和管理水平, 以期达到提高核心竞争力、创新增效的目的。我国许多石油企业纷纷开始了数字油田的研究与建设, 信息化将带动石油勘探开发这个传统工业完成新一轮的革命。而石油钻井作为上游业务中投资最大又对石油勘探开发水平产生重大影响的工程技术服务板块, 其信息化也已经得到石油企业的高度重视。

自 20 世纪末期, 我国石油企业开始了以钻井资料管理系统应用为代表的钻井信息化建设。经过多年的探索和实践, 大部分企业都建立了钻井数据库, 研发或配套了部分应用软件。这些系统促进了钻井技术水平的提高, 一定程度上降低了勘探开发的综合成本, 但与国外钻井信息系统相比仍然存在很大差距, 与我国钻井行业的自身要求仍然不相适应^[1-2]。

1 钻井信息化面临的新形势

全世界的钻井服务商都面临着前所未有的来自经济与技术两个方面的巨大挑战。国际上大的石油公司都已经建立起了成熟的钻井系统, 其数据采集全面、自动采集率高、准确率高, 网络健全。通过先进的钻井信息系统, 钻井现场的钻井工程数据、井眼轨迹数据、随钻测井数据、录井数据等被加密后通过无线网络(如卫星网、GSM 网络)实时传送到公司总部, 现场工程师和总部的地质师、地球物理师、油藏工程师如同在一个“虚拟办公室”中

协同工作(设计井眼轨道、调整钻井措施、确定完井策略等), 效率大大提高^[1]。这种数字化钻井技术帮助石油公司打破了地域限制和专业局限, 实现了专业集成, 具有良好的辅助决策功能, 为石油公司创造了巨大的财富。

自上世纪末, 我国石油系统格局发生了重大变化, 尤其是陆上石油石化重组成为上下游一体化的“南北”两大集团, 即中国石化和中国石油两大集团, 每个集团都有上游的油田企业和下游的炼化化工企业。之后, 两大集团又将优良资产进行组合在海内外上市, 每个集团均一分为二, 即有限公司(上市)和集团公司(存续)。总的改革趋势就是按照国际油公司的管理模式, 钻井、作业等工程技术行业将作为乙方承接油田工程技术服务。随着甲乙方的格局逐渐明朗, 作为工程技术服务的核心板块——石油钻井的信息化, 正面临着以下形势:

1) 作为甲方的油田公司目前都在建立油田数据中心, 需要乙方在钻井施工过程中和完井后提交给甲方所需的数据, 这就迫使乙方必须建立与甲方同步的信息管理系统。

2) 钻井企业作为乙方, 需要独立生存和发展,

收稿日期: 2006-09-29; **改回日期:** 2006-12-12

基金项目: 国家“863”项目“MES 为基础的数字油田 PetroDW 研发及应用”(编号: 2003AA412020) 部分内容

作者简介: 杨传书(1972—), 男, 湖北罗田人, 1996 年毕业于石油大学(华东), 工程师, 长期从事石油企业信息化研究以及软件研发项目管理工作。

联系电话: (0546) 7770919—8016

信息化也是其自身发展的内在需求。但钻井信息系统所需的数据和功能要远远大于甲方所需的部分。因此，如果将钻井系统自身的信息系统建设好了，也就能满足甲方需求了。

3) 在目前的管理模式下，各油田企业尤其是较大的油田公司与存续部分关系仍然较为密切，大多数油田是由一个信息中心总管上市和存续的信息化，在信息化的组织形式和相关政策方面还是能给予存续部分很多照顾。因此，钻井行业可以借上市公司建设“数据中心”和“数字油田”的机会，搞好自身的信息化框架建设和数据采集工作。

4) 以往没有把钻井行业的信息化单独考虑，现在需要把钻井信息化作为单独板块研究其信息化框架结构以及同甲方信息系统的对接方式。

2 钻井信息系统框架

石油钻井的主流程是从市场信息的收集与分析开始，经过地质设计、工程设计、钻前、钻井施工、完井、试油（采）的全过程，其中钻井施工过程还包括管具、井控、欠平衡、钻井液、固井、定向井、取心、井控、储层保护、复杂情况及事故处理等子流程和录井、测井、试油（或中途测试）等关联业务，流程所涉及的单位除了钻井队外，还有钻井设计单位、钻前施工队、固井队、定向技术服务队、欠平衡服务队、钻井液服务队、录井队、测井队、试油队，以及上层的钻井公司、钻井研究机构和技术服务等单位。石油钻井业务流程如图 1 所示。

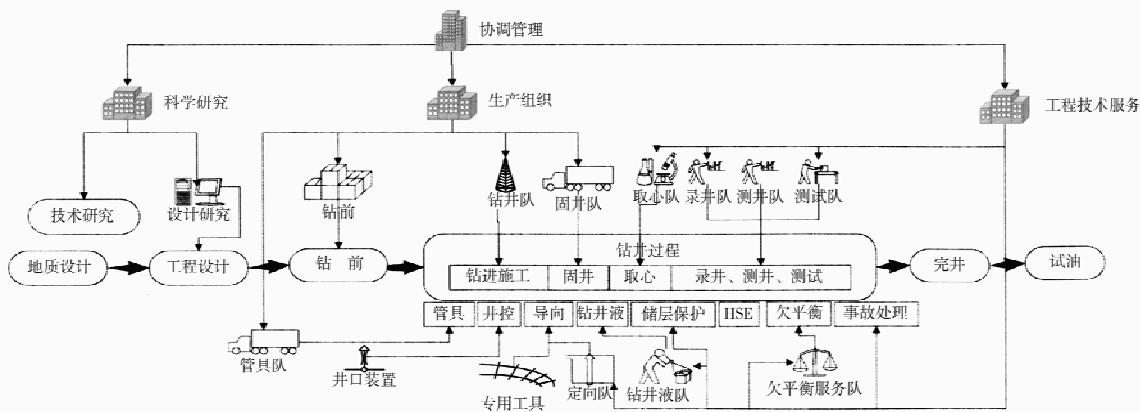


图 1 石油钻井业务流程

笔者全面考虑了钻井全过程所涉及到的数据以及生产经营活动，从钻井数据的采集与管理、上层应用、网络与基础设施配套等 3 方面设计了钻井信息系统框架，如图 2 所示。

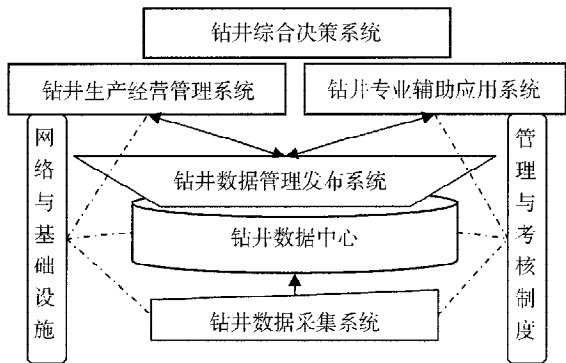


图 2 钻井信息系统框架

图 2 中的钻井数据中心是基础，钻井生产经营管理系统和钻井专业辅助应用系统是建立在钻井数据中心之上的应用系统，前者侧重于生产经营管理，后者侧重于专业技术辅助。最后可在两大应用

系统之上建立综合决策系统，包括生产经营决策和技术方案决策等。完善的数据采集系统和钻井数据管理发布系统和钻井数据中心紧密相连，前者与钻井现场和各管理环节相连接，相当于神经末梢，后者作为钻井数据的综合发布平台，为各类人员提供数据查询服务，为上层应用系统提供数据接口，同时为甲方提供数据支持。网络与基础设施、管理与考核制度两大配套体系是整个框架实施的保障。

2.1 钻井数据采集

钻井数据采集按照采集方式可分为自动采集和人工采集两种方式。

自动采集的数据主要来自于现场使用的钻井参数仪、综合录井仪、随钻测量系统等的传感器。通过传感器自动获取及派生计算的数据主要是钻井工程参数、钻时录井数据、气测资料以及井眼几何参数（如钻头位置、大钩负荷、烃含量、井斜角、方位角等），一般是通过数据接口软件从传感器端口获得。智能仪表和现场总线技术已经成为 21 世纪

智能化生产技术的代表^[2]。钻井数据采集常用的是地质录井仪和钻井参数仪,钻井参数仪生产商以加拿大的 Datalog 公司和我国上海神开公司等为代表。由于不同传感器以及不同厂家生产的传感器所使用的信息编码协议不尽相同,所以要获取这些数据必须开发相应的接口软件,将获取的信号进行解码和预处理,转换成数据库规定的格式。

另外,钻井设计数据也可以通过先进的钻井设计系统自动生成并存入数据库。按照钻井工程设计领域进行分类,钻井设计数据主要包括井的基本信息、地质设计数据、轨道设计数据、井身结构设计数据、钻井液设计数据、钻井参数设计数据、固井设计数据、欠平衡设计数据等。Landmark 公司的钻井设计系统和胜利石油管理局钻井院研制的钻井工程设计一体化系统均可实现自动生成并存储设计结果数据。

人工采集的数据主要是目前难以利用传感器获取的数据,如施工(包括钻井、录井、测井、试井)动态、施工总结、施工报表(钻头、钻井液、钻具、时效等)、实钻地层信息、岩屑数据、分析化验、复杂情况与事故处理、井史报告、钻井成本、钻井标准等数据^[3]。

2.2 钻井数据中心

从广义上来说,钻井数据中心是一个涵盖钻井生产科研、经营管理、生产辅助、人力资源以及关联业务等 5 大类源头数据的数据仓库。但从目前油田企业的管理模式来看,经营管理和人力资源等数据很难统一集中到钻井数据中心进行管理,因此目前只能建立狭义的钻井数据中心,即只在数据仓库中加载钻井生产科研、生产辅助以及关联业务的数据,为钻井生产管理和工程技术决策提供信息支持。生产科研类数据包括钻井设计、钻井工程、钻井实时、钻井技术标准与规范、钻井专家知识等;生产辅助类数据可分为钻前、管具、钻井装备、钻井液、特殊工艺、固井、运输、维修、档案、培训等;外部关联业务类数据包括勘探、开发、录井、测井、测试、地面建设等。

钻井源头数据要按照统一的标准规范进行采集,做到各种数据在数据发生的第一时间以统一的格式一次性入库并通过校验,直接进入钻井数据中心集中管理,同时支持上层各类业务管理和数据的深层次处理应用。在进行库结构设计时遵循统一的标准,考虑到不同数据类之间的内在联系。根据企业管理方式的不同,数据的物理存储可以形式多

样,可以在钻井公司存储本公司的数据,同时在油田级钻井数据库中存储全部数据,亦可只在油田级数据库存储全部数据,以内部逻辑结构对各公司数据进行划分,但不管以哪种形式,对于这样的数据资源,必需做好备份和其他数据安全工作。最重要的是做好数据库的异地备份,以便在其中一处发生事故或者故障时,能从另一处得到顶替和恢复^[4]。

在逐渐明朗的甲乙双方管理模式,钻井数据中心与甲方(油田公司)的数据交换可以通过钻井数据中心与甲方数据中心之间的接口自动完成。钻井数据的审核和交换流程如图 3 所示。

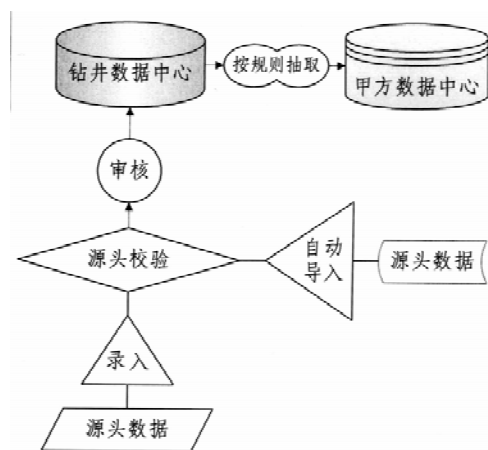


图 3 新形势下的钻井数据流程

目前,钻井系统需将甲方数据需求的压力变为动力,大力搞好数据采集等基础性工作,为甲方提供数据的同时,也奠定自身的信息化基础。

2.3 上层应用系统

生产经营管理系统是通过网络将钻井生产、经营与管理的各单位或部门组织在一个虚拟办公室内,通过信息的实时采集和指令的实时传递,实现网络协同调度,提高生产运营组织效率和科学性。例如,在钻井设计阶段,其他各部门可以从网上获取该井的概要信息,并着手进行前期准备;钻井设计审批后,各部门可以迅速从网上查阅到相关的技术要求,并制定相应的施工措施;定向井服务队、取心服务队、钻井液服务队、固井队、录井队、测井队、中途测试队等均可随时掌握现场动态和需求,在最短时间内介入,以缩短钻井周期。在整个过程中,各级领导和调度人员可以在大屏幕前对现场生产的全局动态进行实时把握,在线指挥,使钻井生产管理直观、高效、同步,犹如进入了生产管理驾驶舱。同时,各生产环节发生的经营活动数据也一并采集入库,供领导查询分析,及时指导经营活动。该系统可以由若干子系统组成,如钻井生产

运行系统、钻井动态实时监测与专家诊断系统、钻井队伍管理系统、钻井 HSE 管理系统、井场电子巡检系统、钻井物流成本管理系统、井场安全监控系统、人力资源管理系统、企业档案管理系统、员工网上培训考试系统等。

钻井专业辅助应用系统是通过实时数据采集、传输和处理、分析等系统的结合,钻井现场和技术人员可以在线查询专家知识,在线与专家交流,专家远程帮助现场会诊,解决疑难问题。也可以按照地质区块设立专家小组,专门负责某区块的钻井技术支持。利用该中心把有限的专家人力资源和丰富的经验知识汇集起来,形成集体智慧处理技术问题。该系统也可分若干子系统进行建设,如钻井工程设计系统、钻井数据综合分析系统、钻井地质环境描述及实钻轨迹描述系统、区域钻井专家系统、钻井计算机模拟系统、井眼轨道设计及防撞扫描系统、地层压力预测监测评价系统等。

2.4 网络设施

钻井信息采集、处理和应用离不开网络,该网络是从井底到地面,从井场到后方服务器,再到个人桌面的立体网络。井下仪器采集的井眼几何参数、定向参数、井下工况参数以及地层测试参数等从井底到地面的传输方式主要有钻井液脉冲传输、电磁波传输和导线传输几种方式,称为“井筒网络”。其中钻井液脉冲传输的下传脉冲信号采集技术尚不成熟,电磁波传输由于信号衰减严重仅适用于浅井。以智能电子钻柱为代表的导线传输技术是一种先进的信息传输方式,也是一种发展方向^[5]。

地面网络主要包括井场局域网、远程信息传输网和企业网三部分。井场局域网是连接数据采集传感器、信息采集终端计算机、现场辅助应用计算机和信息传输计算机之间的网络,该网络由电缆、计

算机、交换机和普通网线组建而成;远程传输网是连接井场和企业办公地的网络,通常是无线网,如微波网、GSM/CDMA 通信网和卫星网,其中卫星网的建设和使用成本较高,但网络不受地域限制,特别适合于山区、沙漠及海上的钻井施工;企业网目前各油田企业都很成熟,这是油田企业进行信息化的最基本需求^[6]。

3 结束语

钻井信息系统不断地采集、传输钻井实时数据,并进行处理,专家会诊后再把决策指令反馈到钻井队,实现实时最优化钻井施工,还可使钻井和油藏地质人员“透视”地下三维图像实时监督正钻井和待钻井的井眼轨迹。钻井信息系统将综合运用网络技术、信息技术、数据库技术、综合性软件集成技术和 Internet 技术,使钻井过程控制和优化钻井达到新水平,使石油钻井的信息共享和技术应用突破地域的界限,各学科专家组成的项目工作组远程协同工作成为现实。

参 考 文 献

- [1] 张绍槐,张洁.21 世纪中国钻井技术发展与创新 [J]. 石油学报,2001,22 (6): 63-68.
- [2] 司马冰.石油化工信息化现状和发展趋势 [J]. 数字化工,2004 (12): 1-4.
- [3] 樊洪海.钻井工程实时监测与井场信息系统开发 [J]. 石油钻探技术,2003,31 (5): 17-19.
- [4] 张冰,张宁生,刘茜,等.基于多级数据仓库的钻井信息管理与应用系统 [J]. 石油钻采工艺,2004,26 (4): 7-9.
- [5] 石崇东,张绍槐.智能钻柱设计方案及其应用 [J]. 石油钻探技术,2004,32 (6): 7-10.
- [6] 张进双,郭学增,张红玲.井场信息系统建设体系结构 [J]. 石油钻探技术,2002,30 (6): 42-44.

[审稿 张绍槐]

Drilling Informatization in New Era Yang Chuanshu

(Drilling Technology Research Institute, Shengli Petroleum Administration, Dongying, Shandong, 257000, China)

Abstract: This paper introduces the important works for informatization of drilling industry in petroleum engineering under the new development and management system. Based on the analysis of the drilling operations sequence, this paper proposed that the “drilling data” is the core for the structure of drilling information system. This paper introduces the data collection ranges and methods in automatic and manual collection. This paper introduces the constitution of drilling informatization from wellbore network, well field local area network and long-distance transmitting network. This paper also introduces how to exchange drilling data with client database. This paper describes the method to build the drilling data center and the design of the upper application system supported by the drilling data center. This paper gives the direction for the drilling informatization which can provide some guidance for the drilling informatization in China.

Key words: drilling; information; database; data acquisition; data management; data transmission