

地质钻探冲洗液数据库的研发

付帆, 陶士先*, 卢彤, 于躍

(北京探矿工程研究所, 北京100083)

摘要: 冲洗液技术是钻探领域关键技术之一, 被誉为钻探的“血液”。随着信息技术的飞速发展, 建立专业技术数据库成为提高冲洗液技术水平的新途径。全面系统总结地质钻探冲洗液技术研究成果、数据和应用案例, 开发了国内首个地质钻探冲洗液数据库, 为钻探技术人员提供针对复杂地层的冲洗液技术支持。该数据库包括10个一级模块和39个二级模块, 可实现冲洗液设计、辅助计算、技术资料查阅等功能, 发布了冲洗液新材料、新体系、新工艺以及冲洗液的选型和设计等大量成果资料。该数据库已于2022年10月在中国地质调查局“地质云”平台面向互联网用户提供服务。

关键词: 地质钻探; 冲洗液; 数据库; 复杂地层

中图分类号: P634.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-9686(2023)S1-0537-05

Research and developmeng of geological drilling flushing flui database

FU Fan, TAO Shixian*, LU Tong, YU Yue

(Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

Abstract: Known as the “blood” of drilling, the flushing fluid technology is one of the key technologies in the field of drilling. With the rapid development of information technology, the establishment of professional technical database has become a new way to improve the technical level of flushing fluid. In this paper, the geological drilling flushing technology researches, data and application cases are summarized comprehensively and systematically, the first database for geological drilling flushing fluid in China has been developed to provide technical support for drilling workers in view of the complex formation. The database includes 10 first-level modules and 39 second-level modules, which can realize the functions of flushing fluid design, auxiliary calculation, technical data consulting, etc. A large number of results such as new materials, new systems, new processes, as well as the selection and design of flushing fluid have been released. The database has been made available to Internet users on the China Geological Survey’s “Geological Cloud” platform in October 2022.

Key words: geological drilling; flushing fluid; database; complex strata

0 引言

随着能源资源勘探向深部发展, 地质钻探钻遇地层条件越来越复杂, 如高地应力、强水敏、破碎、漏失等, 这给钻探工程带来了更严峻的挑战。冲洗

液是钻探的重要组成部分, 被誉为是钻探的“血液”, 正确地选择和使用冲洗液是安全、顺利完成钻探工程的重要保障, 是提升钻探工程质量和效率的必要条件。如何快速提高地质行业整体的冲洗液

收稿日期: 2023-05-31; 修回日期: 2023-08-10 DOI: 10.12143/j.ztgc.2023.S1.088

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“地质云系统集成与共享服务(北京探矿工程研究所)”(编号: DD20190395)

第一作者: 付帆, 女, 锡伯族, 1986年生, 高级工程师, 硕士, 材料科学与工程专业, 长期从事钻井液材料和钻井液体系研究工作, 北京市海淀区学院路29号探工楼606室, 120953889@qq.com。

通信作者: 陶士先, 女, 汉族, 1964年生, 教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事钻井液材料和钻井液体系研究工作, 北京市海淀区学院路29号探工楼, 13641250082@139.com。

引用格式: 付帆, 陶士先, 卢彤, 等. 地质钻探冲洗液数据库的研发[J]. 钻探工程, 2023, 50(S1): 537-541.

FU Fan, TAO Shixian, LU Tong, et al. Research and developmeng of geological drilling flushing flui database[J]. Drilling Engineering, 2023, 50(S1): 537-541.

技术水平即成为了一个迫在眉睫需要解决的问题。随着计算机信息技术的快速发展,建立一个冲洗液技术专业数据库系统,无疑成为了解决这一难题的新途径。

虽然,国内外的石油钻探工程领域早已研发了一批成熟的、已经商业化应用的软件和数据库^[1-3],但都是针对石油钻探设计,并不能满足国内地质钻探实际情况,无法直接套用。地质钻探多为取心钻探,有着明显区别于石油钻探的特点,其小井眼、小环空间隙、孔壁裸露时间长以及工艺方法、装备等方面的特殊性,使得冲洗液作业环境和条件极为苛刻,护壁堵漏更加困难。如:采用绳索取心钻进工艺时,井眼和环空间隙小(环空间隙通常只有1~3 mm),因此环空外压力波动较大,冲洗液粘度稍有提高,就会引起环空压力的大幅度变化,对孔壁稳定产生不利影响,由此导致没有达到设计深度而不得不提前终孔的情况屡见不鲜。冲洗液不但要担负起保护孔壁、携带岩粉等作用,还要考虑其对取心质量的影响。因此,亟需建立符合新时代地质钻探要求的冲洗液数据库,为地质钻探工程提供冲洗液技术支撑。

1 研究现状

国外的专业化泥浆技术服务公司均开发了自己的专业技术软件系统,例如:1984年,美国的M-1 SWACO泥浆公司就已经把现场所得的数据整合建立数据库,目前该公司软件能够满足工程设计、井场规划、数据管理、报表生成、成本分析、信息共享等现场作业的各项需求,涵盖了基本工程计算、水力学模拟、钻(完)井液体体系优选、储层保护、防漏堵漏、固相控制、废弃物处理等主要的钻井液工程技术问题^[4];为解决泥浆设计与优选等技术难题,IMCO泥浆公司建立了MUDSYS系统,NL Bapoid公司与Capnegie-Mellon大学联合开发了MUDMAN系统^[5];BP公司的墨西哥湾分部建立了钻井液效率管理,该软件包括了钻井液、完井液和废液处理整套的管理系统。斯伦贝谢(Schlumberger)公司的Drilling Office是钻井液设计方面最新、功能最全的软件^[6-7]。

在国内,20世纪90年代,辽河石油勘探局钻井二公司建立了钻井液数据库,借助其进行钻井液设计。进入21世纪后,随着计算机技术的高速发展,

相关数据库水平也大幅度提高。2005年由华东石油大学石油工程学院开发了“钻井液完井液数据库系统”^[8],并在大港油田钻井液公司进行了应用;中国石油集团钻井工程技术研究院开发的ANY-DRILL1.0^[9-10]是我国目前功能较为全面的钻井工程设计与工艺软件平台,其冲洗液设计及分析系统可以实现油井冲洗液设计、邻井数据查询和冲洗液常用计算等功能。另外,还有一些泥浆水力学和流变学计算专业软件^[5];中国石油勘探开发研究院钻井所指导研发的“钻井工程设计系统DPS2.0”、北京石大胡杨石油科技发展有限公司开发的“钻井液计算软件V2.0”、中国石油天然气总公司开发的“钻井液流变参数优选应用软件”等。

综上所述,目前的钻井液或是工程设计软件都是针对石油行业,并不能满足国内地质钻探实际需求,需要研发与地质钻探相适应的数据库以指导地质钻探冲洗液的设计与应用。

2 数据库建设

2.1 建库方法

遵循相关的标准和规范,同时对接“地质云”平台数据库建设要求,开展用户需求调查,依据用户需求,形成数据库功能模块设计标准;梳理归纳相关技术信息,进行数据库集成开发,主要包括需求分析阶段、设计阶段、系统开发阶段、测试阶段和运行维护阶段(见图1)。

2.2 需求分析与定位

经与钻探施工单位技术人员进行需求调研,明确需求主要包括:查询冲洗液的新材料、新体系和新工艺,冲洗液的选型和设计,了解技术成果使用方法和具体的应用效果等。在此基础上,经与行业专家的研讨,确定地质钻探冲洗液数据库的建设目的是为钻探技术人员提供针对复杂地层的冲洗液技术支撑,其具体实现功能包括针对地质钻探的冲洗液设计、计算、技术资料查询等。

2.3 功能模块设计

将数据库的3项基本功能又进行了细致划分,根据内容区细致划分为10个一级模块和39个二级模块,具体功能介绍见表1。

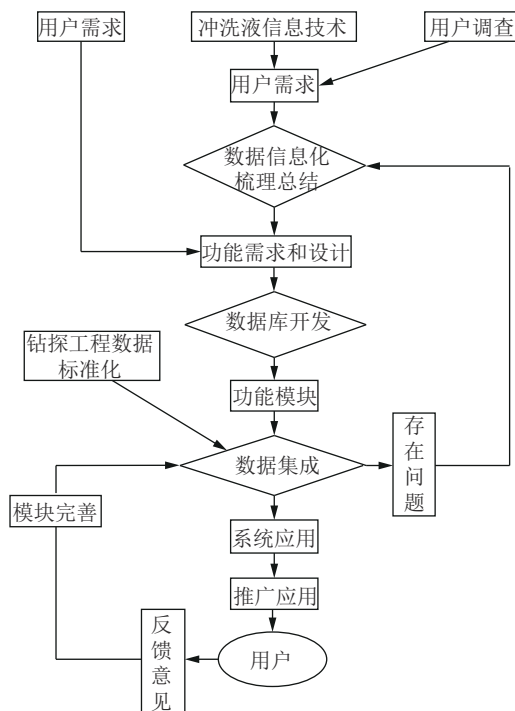


图1 地质钻探冲洗液数据库建设总流程

2.4 数据来源及整理

2.4.1 数据来源

钻探工程专业中冲洗液相关的专业知识、石油天然气行业标准、中石油和中石化等常用企业标准,以及本行业中约定俗成的经验构成了本数据库中知识类数据,主要包括:冲洗液性能测试方法、冲洗液化学分析方法、泥浆材料和泥浆添加剂介绍、冲洗液维护与处理方法、复杂情况预防与处理方法、堵漏工艺与方法、流变学相关计算、化学分析相关计算、配制与维护相关计算、水力学相关计算、冲洗液成本计算、常用标准列表等内容。

实验数据和成果类数据是对北京探矿工程研究所地质钻探冲洗液研发团队新技术、新方法成果的集成。近10年,该团队研发了低粘增效粉LBM、多功能剂MBM等20余种特色的钻井液材料,以及超高温钻井液技术、绿色环保钻井液技术、地质钻探堵漏技术等特色钻井液技术已广泛应用于能源资源勘查、科学钻探、矿山治理工程及工程地质勘察。技术成果在能源资源勘查、科学钻探、矿山治理工程及工程地质勘察等4000余个钻孔应用,完成钻探工作量400余万米,显著降低了钻探工程事故率,提高了施工效率,得到了施工单位的认可。在研究和现场应用期间,积累了大量的室内实验数据、现场检测数据

和应用报告,形成了针对不同复杂地层的冲洗液体系介绍、全国多地矿区的复杂地层信息汇总、应用案例、冲洗液方案推荐等内容,这些数据对冲洗液技术人员具有很好的参考价值。这些数据经过进一步校对、整理分类、分析,即成为了本数据库的数据来源。

2.4.2 数据整理

知识类数据按冲洗液技术的内容进行的归类整理。冲洗液技术主要包括冲洗液材料、冲洗液体系、性能测试仪器与测试方法、护壁堵漏方法与工艺等方面。因此,对数据的整理是以材料、体系、护壁堵漏等为主线,分别对其检测结果、应用情况、材料和体系使用说明书等进行整理、编写、校对。

为确保数据库的综合质量,在实验数据和成果资料的整理中,对原始资料、实验数据、成果资料的收集整理全过程均严格遵守统一的标准。尤其是实验数据,均是由经过专业培训的实验人员采用较为先进且可靠的实验仪器测试获得,保证实验数据结果真实、可靠。

3 特色功能及应用

3.1 冲洗液方案推荐

用户可通过勾选地层、配浆介质、钻探工艺等关键词选项,借助数据库内搭建的地层与钻井液材料、配方等之间的适应性关系,获取包含钻井液配方、配制与维护工艺等在内的钻井液推荐方案(见图2),为解决复杂地层钻探冲洗液技术难题提供了有效支撑。

3.2 复杂地层信息查询

数据库中目前已经录入了全国不同省份31个钻孔的80余个岩心的信息,可了解到钻孔复杂地层的矿物成分、岩心照片、问题等详细信息,也可以通过孔号、区域或矿区的检索到某一地区或矿区的钻探孔复杂地层信息(见图3和图4),为钻探工程设计提供地层风险预警信息。

3.3 应用

地质钻探冲洗液数据库已于2022年10月在“地质云”面向互联网用户提供服务,地质钻探冲洗液数据库平台建成后,先后赴山东省地质矿产勘查开发局第三地质大队、云南地质工程第二勘察院有限公司等矿产勘查、煤炭、环境资源调查行业的10余家单位进行了数据库的推广培训交流工作。参与人员均表示地质钻探冲洗液数据库功能便捷,实用

表1 地质钻探冲洗液数据库模块功能

序号	一级模块名称	二级模块名称	功 能
1	冲洗液性能测试与分析	冲洗液性能测试 冲洗液滤液分析	查询常用的冲洗液性能检测及滤液分析项目,查询测试用仪器及测定程序
2	泥浆材料与处理剂	造浆材料、多功能材料和加重材料 无机处理剂 降滤失剂 增粘剂和降粘剂 防塌剂 絮凝剂 润滑剂 堵漏材料 其他处理剂	查阅泥浆材料的产品介绍、性能指标、产品特点、使用说明、配制方法、检测方法、应用的冲洗液体系等相关信息
3	冲洗液体系	淡水冲洗液 盐水冲洗液	介绍分别用淡水和盐配制的、针对不同复杂地层和特殊条件研发的冲洗液体系,可以查询到每一种冲洗液体系的特点、基本配方、泥浆性能、配制方法、应用案例
4	冲洗液维护与处理	冲洗液配制 冲洗液性能维护与调整 冲洗液污染与处理	查询冲洗液配制、性能维护与调整、冲洗液污染与处理方法的内容
5	复杂情况预防与处理	地层信息 复杂地层冲洗液护壁 孔内复杂情况的预防与处理	近10年收集到的国内钻遇的复杂地层(例如水敏性地层、松散破碎地层等)岩心的矿物成分信息、钻遇问题等 介绍压力(应力)异常地层、松散地层、破碎地层、水敏性地层、溶蚀性地层、高温地层和低温地层的特点、孔壁稳定机理及应对措施、推荐的冲洗液体系 查询现场钻遇粘附卡钻、坍塌掉块、缩径卡钻、泥包卡钻和沉砂卡钻等复杂情况的预防与处理方法。针对每种复杂情况,介绍它的特征、预防和处理
6	堵漏方法与工艺	漏失类型 堵漏方法	查询漏失类型,不同堵漏方法的适用范围与工艺流程
7	应用案例	金属矿勘探 煤炭勘探 钾盐勘探 地热(干热岩)勘探 页岩气等能源勘探 科学钻探 金属矿勘探	为便于用户有针对性的查找,将应用案例根据不同钻探施工任务进行了划分,并介绍了冲洗液在现场应用情况,分析了现场存在的问题及解决效果
8	相关计算	流变学相关计算 化学分析相关计算 配制与维护相关计算 水力学相关计算 冲洗液成本计算	汇总了冲洗液室内及现场应用时常用的流变学、水力学、成本计算等公式,实现了线上计算功能
9	冲洗液方案推荐	在线推荐	通过选择一些必要信息,自动推荐一套可供选择的冲洗液方案
10	资料查询	书籍 论文 常用数据 标准 科普知识	提供地质钻探冲洗液相关书籍、论文和标准介绍,及常用数据查询 提供科普知识、文章或信息



图 2 冲洗液方案推荐界面

编号	孔号	区域	矿区	取芯时间	操作
0008	ZK10008	甘肃省	文峪陈家山	2013	详情
0007	ZK51	云南省	香格里拉红牛铜矿	2013	详情
0006	ZK50	云南省	香格里拉红牛铜矿	2013	详情
0005	——	青海省	天峻县麻矿	2013	详情
0004	ZK2	重庆市	铜梁山坪矿扩初	2013	详情
0003	ZK38-4	新疆维吾尔自治区	若羌县北湖镇矿区	2013	详情
0002	ZK2-6	新疆维吾尔自治区	若羌县北湖镇矿区	2013	详情
0001	ZK2704	内蒙古自治区	鄂托克旗苏达木图矿扩详查	2013	详情

图 3 地层信息界面

ZK38-4

取芯提供单位: 新疆地矿局第六地质大队 取芯时间: 2013

基本信息

序号: 0003 项目名称: 新疆维吾尔自治区若羌县北湖镇矿区 ZK38-4
 区域: 新疆维吾尔自治区 矿区: 若羌县北湖镇矿区 孔号: ZK38-4 取芯时间: 2013
 取芯提供单位: 新疆地矿局第六地质大队 地层类型: 水敏性地层

扩展信息

孔深: 一
 矿物成分: 长石 25%, 闪石 25%, 绿帘角闪石 20%, 蒙脱石 15%, 绿帘石 5%, 伊利石 5%, 含铁矿物 5%
 问题: 地层逸气破裂, 伊利石和绿帘石遇水易分散剥离, 蒙脱石遇水化膨胀, 因此遇到多段破碎垮落地层, 频繁发生孔内事故。

图 4 地层信息详情

性高, 可以作为一种知识和工具类专业软件在地质钻探行业广泛推广。

4 结论及建议

(1) 随着地质钻探过程中越来越多地遇到各种不同的复杂地层和特殊条件, 老旧技术和土办法已经不能解决遇到的复杂问题, 冲洗液新技术的应用成为了实现复杂地层孔内安全的重要保障。北京探矿工程研究所集成在地质钻探冲洗液技术方面已经积累了大量研究成果建立了地质钻探冲洗液数据库, 成为一个了解新技术的平台, 通过“地质云”服务

平台快速将成果推广至全行业各单位。信息的共享打破了地域局限性, 为施工单位提供技术支撑, 更好地促进各单位间相互交流, 促进了地质钻探技术进步与地勘行业高质量发展。

(2) 如果想要打造一支高素质专业化地质调查队伍, 提高专业人才的培养水平是关键。专业人才水平的提高除了靠积累丰富的实践经验, 新技术的学习也是必不可少的。地质钻探冲洗液数据库的建立为技术人员的学习又增加了一个实用、便捷方式, 既可以学习冲洗液基础知识, 也可以针对工作中遇到的问题进行有针对性的新技术学习, 有利于提高地质钻探从业人员技术水平。

(3) 坚持地质钻探冲洗液数据库的功能优化、升级和完善, 时时更新补充新的技术内容、实验数据和成果应用, 保持良好实用性的同时, 提高便捷性和时效性, 可以作为一种知识和工具类专业软件在地质钻探行业广泛推广。

参考文献:

- [1] 张冬梅, 周英操, 蒋宏伟, 等. 国外石油钻井软件的发展现状[J]. 石油科技论坛, 2012, 31(3): 46-50.
- [2] 赵庆, 蒋宏伟, 石林, 等. 国内外钻井工程软件对比及对国内软件的发展建议[J]. 石油天然气学报, 2014, 36(5): 87-92, 6.
- [3] 黄哲. 钻井工程数据实时分析处理技术研究及软件编制[D]. 北京: 中国石油大学(北京), 2016.
- [4] 卢小川, 王伟, 徐博韬, 等. 钻井液工程软件发展现状[J]. 科技视界, 2015(35): 82, 135.
- [5] 文亮. 一体化钻井液工程师助理软件系统研究与开发[D]. 西安: 西安石油大学, 2014.
- [6] 柴龙. 钻井液体系设计软件 DFDS 及其应用[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2010.
- [7] 魏子涵. 入井流体数据库建设及应用[D]. 北京: 中国石油大学(北京), 2017.
- [8] 马善洲, 程远方, 董国卿, 等. 钻井液数据库软件系统的开发与应用[J]. 钻井液与完井液, 2003(4): 52-54, 72.
- [9] 刘岩生, 赵庆, 蒋宏伟, 等. 钻井工程软件的现状及发展趋势[J]. 钻采工艺, 2012, 35(4): 38-40, 124.
- [10] 张冬梅, 周英操, 赵庆, 等. ANYDRILL 钻井工程设计与工艺软件[J]. 石油科技论坛, 2012, 31(1): 17-19, 24, 69.

(编辑 李艺)