

基于范例推理的钻井液优化设计系统的研究

程金霞, 郑秀华, 夏柏如

(中国地质大学 北京 工程技术学院 北京 100083)

摘要 将基于范例推理技术和规则推理技术应用到钻井液设计系统中 根据钻井液设计原则和一般过程 建立相关计算机模型。运用数据库管理钻井液设计范例 将模糊相似理论与最邻近法计算相似度 考虑特征量之间的联系和特征量的部分匹配等实际情况。将配方设计模块、数据管理模块和其他辅助模块有机组合 共同完成钻井液的设计。

关键词 钻井液 范例库 范例推理(CBR) 范例相似度

中图分类号 P634.6 文献标识码 A 文章编号 1672-7428(2005)S1-0300-03

Research on Drilling Fluid Optimization Design System with Case-bases Reasoning/CHENG Jin-xia, ZHENG Xiu-hua, XIA Bo-ru (China University of Geoscience, Beijing 100083, China)

Abstract :The system introduced in the paper used the techniques based on Case-based Reasoning and on Regular-based Reasoning to design the drilling fluid. The relative computer models were established according to drilling fluid design rules and general processes. The similarity was calculated based on drilling fluid design cases stored in database, using fuzzy similarity theory and nearest neighbor method, taking actual situations such as the relationship between characteristic quantities and partially matching of characteristic quantities. The drilling fluid design was completed by putting formula module, data management module and other supplementary modules into together.

Key words :drilling fluid; case base; case-based reasoning; case similarity

在地质勘查钻探、石油天然气钻井、地下水资源钻采、矿山勘探和工程地质勘察中,向地层钻进是这些领域必不可少的工作,而钻井液技术又是钻进工作的重要环节。在钻进情况各不相同、地质条件复杂多变的时候,钻井液技术是钻进工作安全顺利完成的保证。钻井液工艺技术有很强的实践性,因此它的设计因人而异,设计水平难以保证。但另一方面,却是大量的经验数据得不到有效保存,钻井液专家的知识得不到有效的吸收。

如何利用钻井液设计领域积累的宝贵资料,实现资源共享,优化资源配置,避免重复劳动,促进开发研究,节约生产成本,高效地确定钻井液的设计方案。这些问题已引起了有关人员的高度重视。本项目把计算机作为主要工具引入钻井液工程设计中,系统有效地运用了钻井液专家知识经验和钻井液设计资料,实现了钻井液配方设计、钻井液数据管理、钻井液信息查询等功能,为钻井液的优化设计提供了一个有效途径。

1 系统概述

1.1 总体结构

钻井液优化设计系统包括钻井液配方设计、钻井液数据管理、辅助功能及系统帮助等 4 个结构模块,其结构框图见图 1。

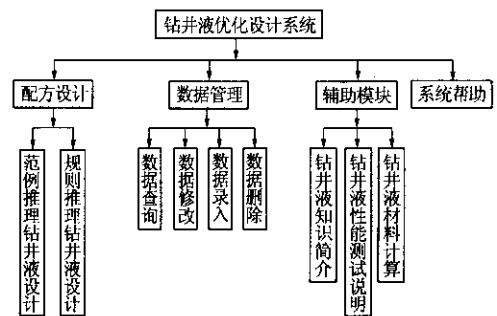


图1 钻井液优化设计系统模块结构图

1.2 各模块功能

1.2.1 钻井液配方设计模块

这部分主要通过范例推理(CBR)和规则推理(RBR)2种方法来完成钻井液的配方设计(设计流程如图2所示)。

在范例推理配方设计中,用户根据系统提示,选择与设计井相匹配的范例的基本信息(包括油田、区位、井别等)、实钻地层岩性和实钻地层可能出现

收稿日期 2005-06-30

基金项目 中国地质大调查项目“钻掘工程设计软件的研究与开发”

作者简介 程金霞(1979-),女(汉族),湖北武汉人,中国地质大学(北京)硕士研究生在读,地质工程专业,研究方向为钻井液研究与开发,北京市海淀区学院路29号(010)82321976、13521147891,chengjinx@126.com。

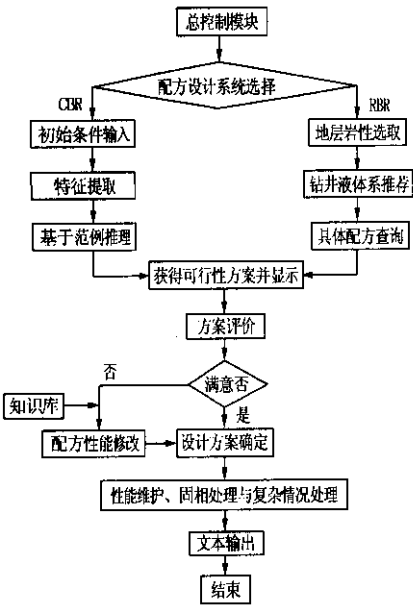


图2 钻井液配方设计模块流程图

的井下事故等特征,系统通过特征识别算出相似度,最后给出最佳的范例方案。在规则推理配方设计中,系统主要通过实钻地层的岩性特征,推荐与之适应的钻井液体系。

1.2.2 数据管理模块

钻井液配方设计系统的设计是以强大的数据库信息管理系统为基础的。为了便于系统升级,增强系统灵活性,本系统将长期以来钻井液设计方面积累的信息资料进行了收集整理,以 Access 数据库为工具,建立了钻井液范例库和钻井液配方库。范例库中收集了 20 个油田 170 多条富有代表性的钻井液设计范例,配方库中收集了 8 大类型 300 多条钻井液配方信息。

用户可以根据需要对这些数据信息进行了查询、添加、删除和修改。配方库的查询以钻井液类型为前提,可以对钻井液适用地层、钻井液温度和密度等量进行单独查询或综合查询;范例库的查询分 2 种方式,即按范例井的物理位置(油田和区块)查询和按钻井液使用情况(适应地层类型、地层岩性和钻井液类型)查询,同样可以进行单独或综合查询。

1.2.3 辅助模块

这个模块分为钻井液基本知识简介、钻井液性能试验和钻井液材料计算 3 部分。前两部分为钻井液工作人员提供了一个便捷的学习环境,这里用详实的内容系统介绍了钻井液的有关知识和钻井液性能试验仪器、试验方法、步骤及注意事项;第三部分为钻井液配浆时的原材料计算和钻井液使用过程中的密度调整计算提供了方便。

2 系统特点

本系统在吸收前人研究成果的基础上,进行了一些创新,具体而言有以下几个特点。

2.1 改进后的钻井液配方设计系统更加合理

钻井液设计人员在构思方案的过程中,往往是搜寻以往类似的成功配方的例子,并对其稍作修改,以满足实际需要,所以在钻井液智能化设计方面,已有的系统很多都是采用基于范例推理技术。值得注意的是在这些系统中,存在两点不足(1)范例特征的描述不够准确,由于所钻地层变化多端,没有将地层岩性这一关键特征考虑进来(2)相似度的计算只是考虑了完全匹配和完全非匹配两种特殊情形,而忽视了范例特征的部分匹配。

基于范例推理技术中,范例的表示和特征的确立是系统成败的关键。本系统中范例的表示同样分为两个结构,在描述信息中,除了油田、区块、范例名称、井别(探井、资料井、生产井和调整井)等量;约束性信息中,除了包括了钻井液应解决的复杂事故和对储层的潜在伤害等量之外,还加入了钻井液所适应的地层岩性这一重要特征,在进行了一定研究之后对地层岩性分类见表 1。

表 1 钻进地层岩性分类表

岩石类别	所含岩性
砂层	砂层、卵石层
盐岩层	盐岩层、膏盐层、盐膏层
泥页岩	泥岩、页岩、砂质泥岩、粉砂质泥岩、膏泥岩、炭质泥岩
砂岩	含细砂岩、粉砂岩、中砂岩、粗砂岩、砂岩、泥质砂岩、含砾砂岩、砂砾岩或长石石英细砂岩
碳酸岩	灰岩、白云岩、碳酸岩
其它	煤、凝辉岩、玄武岩和花岗岩

传统特征权值非“0”即“1”的赋值方式,忽视了钻井液范例特征之间的联系(如地层岩性和井下复杂情况之间的关系)和范例部分匹配的情况^[2]。在钻井液设计的具体操作中,完全匹配的情况很少,大部分是部分匹配,且部分匹配还应有强部分匹配和弱部分匹配。所以本项目引用模糊理论的方法,对地层岩性、井下复杂情况等特征采用模糊匹配的方式,同时也考虑了岩性及井下复杂情况等特征之间的联系。这样构造的钻井液范例的模糊相似度计算模型,克服了传统算法的不足,使得范例的检索更加科学合理。

2.2 系统升级更加简单

基于范例和基于规则的配方设计系统,必须以信息完备的范例记录和配方记录为前提,这样对知识规则的维护显得尤为重要。本系统的数据管理模

块,在这方面起到了至关重要的作用,由于在对数据库系统进行管理的同时也增强了配方设计系统的功能,这样系统升级就变得更加简单了。

2.3 良好的界面环境

钻井液优化设计系统用户可以享受 Delphi 所见即所得的开发环境带来的全部好处,一致的界面使得软件的使用形象生动,操作简单。由于对专业知识进行了标准化的整理,用户按照向导性的系统提示即可完成设计工作,最后利用 Word VBA 将设计结果形成统一格式的设计书自动输出,用户还可以在 Word 环境里对设计书进一步改进。

2.4 一个复合型的优化设计系统

本系统是一个集钻井液配方设计、钻井液信息查询和钻井液知识学习于一体的工具性软件,功能完善。它对钻井液配方设计、钻井液维护处理和井下复杂情况措施等钻井液工艺技术有指导性建议,对钻井液配方信息和钻井液基础知识都有介绍。

3 结论

利用 Delphi 和 Access 开发基于范例推理和基于规则推理的钻井液优化设计系统,在开发过程中用数据库技术管理范例库和配方库。为了给广大钻井液工作者提供更多的帮助,还以电子图书的形式开发了钻井液知识简介子模块和建立在 Client Data 上的钻井液性能测试技术介绍模块。通过本系统的研究得到如下的初步结论:

(1)以 CBR 和 RBR 为基础的钻井液配方设计系统的开发,可以有效保存和利用原有的设计资料,在遇到新的工程实例时利用已有经验,快速有效的得出设计方案。它的指导思想与许多工程设计研究人员的思路一样,即建立一个大的“数据库”,将各种知识(以范例记录和配方记录的形式)包含在内,然后主要通过 CBR 并辅之以 RBR 来实现求解。

(2)在范例设计过程中,相似度计算模型、加权系数的取值都非常关键。本项目采用最近邻法和模糊相似度法相结合的方法,避免了根据一些无关紧要因素搜索出一堆范例的情况,提高了搜索效率。

(3)用数据库技术管理钻井液信息方便快捷,也为系统升级打下了很好的基础。

(4)计算机技术的进步和钻井液领域标准化程度的提高必将使钻井液设计的智能化技术上升到一个新的台阶。

在钻井液优化系统后继的开发中,为了提高系统功能,使系统有更广的实用性,还需要进一步补充

范例,并辅之以大量的专家规则。随着范例库和规则库的不断完善,该系统的功能也将越来越强大。

优化设计系统的主要操作界面如图 3、4、5、6。



图 3 基于范例推理的钻井液配方设计子模块界面



图 4 基于范例推理的钻井液配方设计子模块界面



图 5 钻井液范例库查询子系统界面



图 6 钻井液基本知识简介子系统界面

参考文献:

- [1] 乐硕昌. 岩石学[M]. 北京:地质出版社, 1998.
- [2] 张跃. 模糊数学方法及其应用[M]. 北京:煤炭工业出版社, 1992.

致谢 本项目在完成过程中参考了翟冠军、王淑华等同志撰写的《新疆塔里木盆地北部泥浆设计专家系统》(科技攻关项目报告),在此表示感谢!