

地质岩心钻探现场泥浆专家系统设计

彭旭东¹, 陈礼仪¹, 何远信², 朱文鉴²

(1. 成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 四川 成都 610059; 2. 北京探矿工程研究所, 北京 100083)

摘要:根据当前地质岩心钻探泥浆使用的技术要求, 讨论了满足现场使用的泥浆专家系统的设计方法。建立了以地层分类为基础、以工程实例为依据的泥浆配方推导模式。构建了专用于本系统的地层信息数据库、配方实例数据库以及材料信息数据库等。可根据现场施工钻遇的不同地层, 通过本软件迅速查询相应的工程实例配方和使用经验。同时, 还可以查询相应泥浆材料的介绍、推荐加量、生产厂商等信息, 以便更好地满足施工现场的需求。

关键词:岩心钻探; 泥浆; 专家系统; 泥浆配方; 数据库

中图分类号: P634.6 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2013)03-0046-03

Design of Mud Expert System for Geological Core Drilling Field/PENG Xu-dong¹, CHEN Li-yi¹, HE Yuan-xin², ZHU Wen-jian² (1. Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China; 2. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

Abstract: According to the technical requirements to current geological core drilling mud, discussion was made on the mud expert system design method to satisfy the field application. The mud formula derivation model is established on the basis of stratigraphic classification and the engineering examples; formation information database, the formula example database and material information database, etc. are especially constructed for this system. According to the different formations in field drilling constructions, the rapid inquiry of relative engineering cases and application experiences can be realized with the software; the introduction of corresponding mud material, recommend dosage, manufacturers can also be obtained to satisfy the requirement of construction site.

Key words: core drilling; mud; expert system; mud formula; database

1 概述

近年来, 随着我国国民经济的飞速发展, 对矿业资源的需求也不断增加, 地质钻探工作量大幅提高。特别是深部钻探工作量越来越大, 钻遇地层越来越复杂。这不仅需要研制开发一大批钻探新技术、新方法, 而且还需要将这些新技术、新方法及时推广应用到实际工程中去。在钻探工程设计中, 泥浆方案设计是重要的组成部分, 也是指导钻探现场工程技术人员施工的重要依据。人们已经越来越清醒地认识到, 钻探工程中出现的各种复杂情况都可能直接或者间接地与所用的泥浆有关。因此, 设计合理的泥浆方案是成功进行钻探作业和降低钻探费用的关键。

但就我国目前钻探泥浆技术水平的普及程度而言, 泥浆设计和处理剂的选用一般都是由工程技术人员凭借自己的工程经验来进行的。这种根据现场技术人员的水平和经验进行的泥浆设计存在许多缺点, 主要表现在:

(1) 由于设计人员的技术水平、工程经验不同, 大多无法针对不同钻遇地层设计出与之相适应的泥浆配方, 从而导致现场泥浆的设计存在着很大的差异;

(2) 由于大多数现场实验条件所限, 钻遇不同地层应采用的有效泥浆技术方案不能得到及时反馈, 造成现场泥浆使用效率大大降低;

(3) 成功有效的泥浆设计方案和使用经验, 凝聚着前人的经验和心得体会, 这些数据和经验得不到有效保存, 专家知识得不到有效吸收, 难以实现共享;

(4) 受现场泥浆管理人员技术水平和经验所限, 国内外先进的泥浆技术难以得到及时推广。

为解决钻探泥浆传统设计方法上的上述缺点, 我们采用计算机技术将先进的专家系统技术引入到泥浆设计中去, 采用专家系统的推理机来实现泥浆配方的推导及生成的功能, 使现场泥浆技术人员能够通过本系统迅速获得所需要的泥浆配方以及各种

收稿日期: 2012-11-13; 修回日期: 2013-01-21

作者简介: 彭旭东(1984-), 男(汉族), 四川邛崃人, 成都理工大学在读硕士, 地质工程专业, 研究方向为岩土钻掘工程, 四川省成都市成都理工大学银杏园2-363室, peng78694@163.com。

材料的用量和其他信息,极大地缩短了现场泥浆配方的设计周期。

2 结构设计

2.1 目标与功能

现场泥浆专家系统设计的基本目标与功能是将国内石油、地矿部门成功应用的泥浆方案经验和专家知识转化为计算机数据,对地质岩心钻探现场技术人员提供专家支持。能实现以下功能:

(1) 针对不同地层情况提供多个成功的泥浆方案和专家知识,辅助现场技术人员快速设计出与具体工程相适应的泥浆配方;

(2) 提供泥浆材料用量、流变参数等计算工具,以便现场技术人员快速计算现场的泥浆性能参数;

(3) 提供各泥浆材料的详细介绍(包括成分、作用原理、生产厂商等),以便现场技术人员选择和采购等。

2.2 结构设计

众所周知,在实际施工过程中,影响泥浆性能的因素有很多,如地层因素、配方因素、固控系统因素等。基于现场泥浆专家系统软件简便、实用的原则,笔者采用最简单也是最直接的方法,就是建立泥浆设计信息系统(包括地层信息数据库、配方实例数据库以及材料信息数据库),保存各种有效的泥浆数据,以及典型区域、地层条件使用的泥浆配方等,形成泥浆专家系统,供不同地区、不同工程类型的现场泥浆设计人员选择使用。现场泥浆技术人员可以通过选择所钻遇的地层信息来直接推导出在此类地层成功施工过的工程实例以及工程实例的现场描述,可以给技术员设计钻井液配方体系和选择相应材料提供极大参考。而软件中的材料信息数据库则能提供各种钻井液材料的性能介绍、用量以及生产厂商等适用信息,这可以极大地方便现场施工时对各种钻井液材料的选择与采购。泥浆配制计算、泥浆流变参数计算等功能,能极大地方便在施工过程中对泥浆性能的调节。基于以上考虑,形成了泥浆专家系统的总体框架结构图(如图1所示)。

2.3 流程设计

用户通过人机接口的交互完成身份验证、连接数据库进入使用界面,之后可以进入系统的各个功能区,在各个功能区别可以查询泥浆方案、进行泥浆参数计算、查询材料信息以及对数据库资料的添加和修改等。

泥浆专家系统中的最主要的是泥浆配方推导功

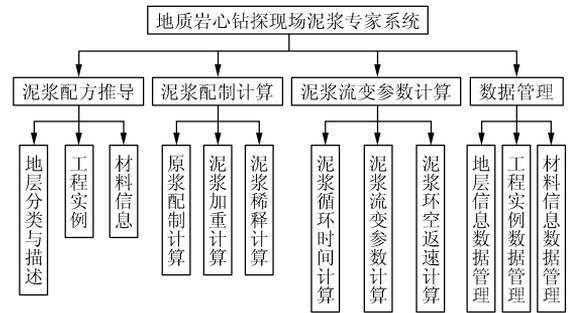


图1 现场泥浆专家系统总体框结构图

能,所以泥浆配方推导的逻辑结构的设计就成了整个泥浆专家系统研究的一个关键。由于现有的钻探泥浆配方和成功经验还不算很多,而地质岩心钻探方面就更少了,所以若设定过多的前置判定条件容易使软件推导过于复杂化且难以针对各种条件都找到与之相适应的实例配方和经验。所以笔者设计只采用钻遇地层情况为判定条件来推导在此类地层成功的工程实例,而工程实例信息则包含工程现场情况简介、采用的泥浆配方及泥浆性能参考等,这样就可以清楚的知道不同工程、不同配方的实用情况。为了方便现场技术人员简便、快捷的了解不同配方所使用泥浆材料的信息,笔者设计在推导出工程实例配方后可以直接从工程实例配方中查询到所采用的泥浆材料的简介、推荐用量、生产厂商等信息。

根据泥浆专家系统的总体框架结构,笔者设计采用C#与Access相结合为开发工具。C#既具备VB简单的可视化操作又拥有C++的高运行效率,同时C#以其强大的操作能力、优雅的语法风格、创新的语言特性和便捷的面向组件编程的支持成为.NET开发的首选语言。Microsoft Office Access是微软把数据库引擎的图形用户界面和软件开发工具结合在一起的一个数据库管理系统,在很多地方得到了广泛的应用。泥浆专家系统系统运行流程图如图2所示。

3 软件运行示例

3.1 软件运行初始界面(见图3)

3.2 泥浆配方推导示例

根据地层分类和简单的特征描述即可推导出此类地层相关的成功工程案例,参见图4。

双击图4中任一个工程案例即可得到其工程简介、配方详情和性能参考,如图5所示。

了解配方详情后既可以返回之前页面继续了解其他成功经验,也可双击任何一个配方材料即可得到该材料的详细信息,如图6所示。

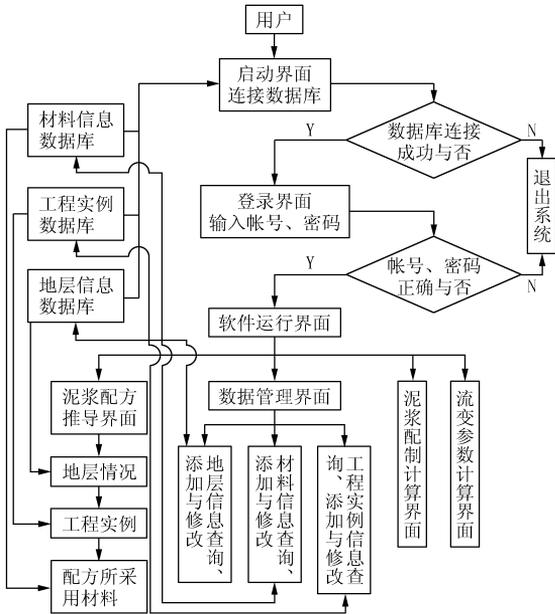


图2 泥浆专家系统系统运行流程图



图3 软件运行初始界面



图4 泥浆配方推导界面



图5 工程案例泥浆详情界面

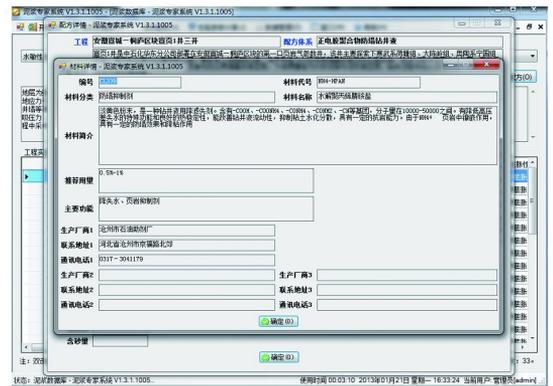


图6 某泥浆材料详情界面



图7 泥浆配制计算界面



图8 流变参数计算界面

3.3 软件计算功能示例

3.3.1 泥浆配制计算(见图7)

3.3.2 流变参数计算(见图8)

4 结语

基于以上理论研究和思路,开发出了一套地质岩心钻探现场泥浆专家系统。该系统能够根据钻遇的不同地层推导出在此类地层的工程实例经验,还

可以简便地查询到工程实例采用的配方中使用的泥浆材料的生产厂商、联系地址等详细信息,极大地方便了技术人员在现场施工时对各种材料的采购。同时技术人员能通过数据管理功能自由的查询、添加和修
(下转第77页)

(2)当张拉段裂隙发育较多,节理张开度较大,且按照以上方法进行控制施工后灌浆单耗 $>200\text{ kg/m}$ 孔口仍未出现返浆时,可将灌注纯水泥浆液调整为灌注水泥砂浆进行施工,直至灌浆结束。灌注砂浆必须采用专用砂浆泵进行施工,砂浆配合比根据试验室配比试验获得。灌注砂浆过程中可根据实际情况分别采取限流、限压及间歇的方法控制超灌浆量。

(3)当张拉段裂隙发育很多,节理张开度很大,岩体非常破碎且裂隙串通性很好时,此时如采用纯水泥浆液或砂浆进行灌注,无法在短时间内完成灌浆施工,灌注的浆液都通过裂隙全部渗透到岩层中去,无法充填锚索孔道,造成浆液大量浪费。此时可将灌浆材料由原纯水泥浆液或水泥砂浆调整为水泥-水玻璃双液快浆进行施工。双液快浆配合比通过试验室配比试验获得,必须确保双液初凝时间满足灌浆工艺时间要求,以避免出现堵管现象,造成灌浆质量缺陷。

3.2 不产生超灌浆量控制技术

当锚索支护工程进度要求非常紧、工程投资控制要求高且工程建设不需要对张拉段进行灌浆时,此时便可使用不产生超灌浆量控制技术。无超灌浆控制技术的核心为在张拉段索体的外端包裹防止浆液进入岩层的土工布,灌浆时浆液仅充填锚索锚固段及张拉段包裹体,而浆液无法进入岩体中,具体结构如图3所示。

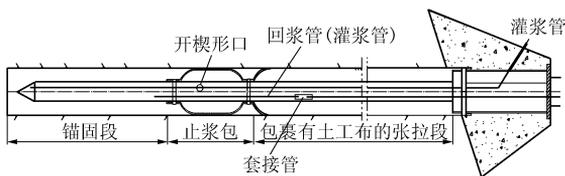


图3 张拉段安装土工布套筒的锚索结构示意图

其工作原理中锚固段灌浆与上述减少超灌浆量控制技术中锚固段灌浆方法一致,进行张拉段灌浆

时,在孔外拉拔回浆管,致使回浆管的外部管从套接管中拔出,此时回浆管作用变更为张拉段的灌浆管,灌浆时浆液仅充填张拉段索体中缝隙及索体与外包土工布套筒之间间隙,直至浆液充填密实土工布膨胀后紧密贴紧孔壁。灌浆张拉段外包土工布套筒在未充填浆液前与孔壁的间隙一般控制在 $1\sim 2\text{ cm}$,套筒包裹必须严实及紧密,确保索体安装时能顺利进入孔道且准确安装到位。

3.3 控制技术效果

4号公路边坡共施工预应力锚索350束,在未采取以上控制技术前施工的10束锚索,锚索超灌浆干水泥量平均为 30 t/束 ,采取了以上减少超灌浆控制技术后,剩余所有的锚索平均超灌浆量降至 8 t/束 ,共节约水泥耗量6000多吨,节省了工程投资。

4 结语

在边坡支护中,预应力锚索是最常见的一种支护方式,近年来,在国内许多正在施工的工程边坡支护中,经常有大量锚索超灌浆量的情况发生,从而导致出现大金额的索赔款项及合同项目总造价难以得到有效控制。工程实践证明,以上所述施工技术是可以有效的控制锚索超灌浆工程量的,可以为其他类似工程提供一定的借鉴。

参考文献:

- [1] 孟庆鸿. 预应力锚索施工实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 1997, (2).
- [2] 杨世伟, 李德勇. 锦屏一级水电站坝基无盖重固结灌浆施工工艺探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(8).
- [3] 聂细生, 李忠社. 预应力锚索工程施工质量控制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(11).
- [4] 冯杨文. 预应力锚索有关问题的分析研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(S1).
- [5] 杜慧君, 杨超, 向东. 水电工程边坡支护锚索灌浆费用控制对策探讨[J]. 四川水利发电, 2010, (6).

(上接第48页)

改地层信息、工程实例信息、材料信息等,这使得该系统能不断地充实地层、工程、材料等数据库,使越来越多的工程实例配方和成功经验得以保存。

参考文献:

- [1] 鄢捷年. 钻井液工艺学[M]. 山东东营: 中国石油大学出版社, 2005.
- [2] 王扶志. 地质工程钻探工艺与技术[M]. 湖南长沙: 中南大学出版社, 2008.
- [3] 张祖培, 孙友宏, 秦玉生, 等. 专家系统在钻头设计及使用中的

- 应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 1996, (4).
- [4] 郭声远, 朱建平. 坑道爆破专家系统[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 1989, (5).
- [5] 徐同台. 井壁不稳定地层的分类及泥浆技术对策[J]. 钻井液与完井液, 1996, (04).
- [6] 王宝毅, 张宝生, 费沿光, 等. 基于案例推理的钻井复杂情况专家系统[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2005, 29.
- [7] 胡庆辉, 赵正文, 陆玉清. 钻井液专家系统的研究与设计[J]. 钻井液与完井液, 2007, 24.
- [8] 冯晓东, 冉恒谦, 陈庆寿, 等. 钻机方案设计专家系统的研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2000, (6).
- [9] 孙友宏. 钻探智能助手——专家系统[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 1989, (6).