

第三章 基于范例推理钻井液优化设计系统的原理

本章详细介绍了基于范例推理钻井液设计系统的计算机原理，基于范例库和配方库上的两种不同钻井液计算机辅助设计思路。基于范例推理技术的包括范例的描述及范例库的建立、范例检索和修改策略及范例的评价和存储，原理及关键技术，及其在钻井液优化设计系统中的应用。

3.1 基于范例推理技术的原理及其特点

3.1.1 基于范例推理技术的基本原理

与许多工程问题类似，钻井液设计在许多情况下依靠经验。人工智能技术在解决这类依靠经验思维的推理过程问题时，研究较早且应用较为广泛的是“专家系统”，即基于规则的设计系统 RBR (Rule-Based Reasoning)，在许多领域取得了成功。但也遇到了一些问题，如需大量的专家知识建立专家系统的规则、耗费时间等，限制了专家系统的应用领域。

“基于范例推理 CBR (Case-Based Reasoning)” 技术是一种相似问题求解方法，其核心在于用过去实际中所用的实例和经验解决新的问题。同传统的 RBR 相比，它是一种快捷的推理方法。首先，它根据问题的特征，从实例库中检索出相似的实例，然后以知识库中的领域知识和经验为指导，根据问题的实际情况对检索到的实例加以调整、修改和综合，使之满足当前问题的求解需要^[14~15]。其基本原理见图 3—1。

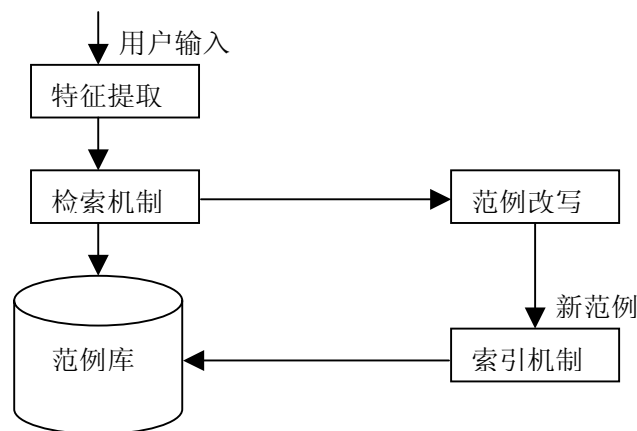


图 3—1 基于范例推理基本原理

CBR 利用范例作为知识的表达方法，利用过去求解成功或失败的经历指导当求

解时该怎样走向成功或避开失败，从而改善求解质量。对于那些目前没有或根本不存在可以通过计算来解决的问题，发挥了很好的作用。由于知识工程被减少到简单地定义检索词和从专家那儿收集被预先分类的范例，使得基于范例推理系统更容易建立和维护，增加新知识也容易到只需将新的范例加到源范例库中。

3.1.2 基于范例推理技术的特点

自 1982 年 Poger Schank 发表的“Dynamic Memory”首次给出了基于记忆推理方法（Memory-based）且给出了建立此类推理系统的结构以来，CBR 技术在许多领域得到了迅速的发展。与基于规则推理的专家系统相比基于范例推理技术具有如下优点^[16]：

（1）CBR 解决问题思路与人相似且更有优势。人们在为新问题求解时，常借鉴往事的经验。但人类存在遗忘的缺陷，而计算机的 CBR 技术则不会。

（2）CBR 具有推理和学习两种功能。基于范例的推理器通过记忆和使用旧问题的解来提高自身性能，当源范例增加时，将会使新问题求解更有效。

（3）CBR 提供了一种处理不完全知识的方法。对于不完全知识的遗失知识，CBR 将使用经验进行弥补。

（4）基于范例推理学习的系统易于建立和维护，原因在于知识工程的任务被简化为定义“项”和收集未分类的范例的简单任务。同时，增加新知识的任务也比较容易，即将新范例放入源范例库中。在这一点上，基于范例学习系统优于基于规则推理系统。

（5）CBR 使得系统求解速度加快，而 RBR 耗费时间。

（6）基于范例推理系统，适合用于开发复杂领域的专家系统。

3.2 基于范例推理钻井液优化设计系统的软件开发原理

3.2.1 范例库的建立

范例是一段带有上下文信息知识，该知识表达了推理机制在达到目标的过程中能起关键作用的经验。基于范例推理方法的效率和范例表示紧密相关，范例的好坏直接影响整个求解结果。范例表示和组织涉及选择哪些信息放在一个范例中，以及如何选择合适的范例内容^[17]。范例应尽可能包含丰富的信息，同时又便于检索、

组织和存储。

在长期的生产实践中，各油田总结了大量的生产经验，并针对不同地层、不同复杂情况，研制了各种不同用途的钻井液。如何充分利用这些经验知识，将其总结、提取出来，建立一个资料准确完备，并且组织有序、便于检索的范例库，成为基于范例推理的钻井液设计系统关键之所在。

对钻井液范例而言，一个范例不可能包含所有的信息，面面俱到。针对这些情况采取抽取钻井液范例特征的表示方法，即将范例表示为一系列的特征。在用户输入钻井液设计要求时，系统首先从中提取出问题的特征，然后按特征检索钻井液范例。

为方便数据库的建立，我们在收集整理范例库时，主要收集了钻井液范例以下方面的信息：油田、区块、范例名称、井段、井别、地层类型、岩性描述、井下复杂情况、潜在事故类型、钻井液体系名称、钻井液配方、钻井液性能、钻井液的维护处理要点等^[18]。

可以看出一个实例所包含的内容是丰富的。若不能有效进行组织，将会使整个知识库显得杂乱无章，难以使用。为全面表达钻井液设计所需的知识并使之条理化。本文采用关系型数据库软件 Access 来表示范例，在 Access 中采用了两个数据表来表示范例的基本数据和范例中各地层及所用钻井液的具体知识。

1. 范例基本信息表达：油田、区块、范例名称、井别（探井、资料井、生产井和调整井）、地层类型和岩性描述。

源范例是目标范例求解的基础，源范例特征应以求解目的为依据。钻井液优化设计系统必须遵循钻井液工艺规程。本项目收集了各大油田典型区块的钻井液技术，统计如下表：

表 3-1 范例信息统计表

油田	区块	钻井液体系
大庆油田	英台地区	抑制型聚合物钻井液、封堵型聚合物钻井液
	朝阳沟地区	抑制型聚合物钻井液
	升平地区	抑制型聚合物钻井液
	榆林地区	抑制型复合离子钻井液
	杏南地区	抑制型聚合物钻井液、封堵型聚合物钻井液
	宾北地区	抑制型聚合物钻井液、封堵型聚合物钻井液
	南 1-3 地区	防塌防漏抑制高密度钻井液
	庄古地区	新型泡沫钻井液体系

	州 13 区块	硫酸钾钻井液
	州 5 区块	甲酸盐钻井液
	太南地区	有机硅钻井液
江汉油田	潭南地区	细分散淡水膨润土钻井液、淡水聚合物钻井液
华北油田	河西务地区	聚合物钻井液、钾铵基聚磺钻井液
	留西大王庄地区	双钾聚合物钻井液、聚合物树酯钻井液
	岔河集地区	聚合物聚磺钻井液
双阳油田	伊通地区	KCl 聚合物钻井液、腐值酸钾氯化钾防塌钻井液
	辽松盆地南部地区	KCl 聚合物钻井液、腐值酸钾氯化钾防塌钻井液
胜利油田	渤南地区	复合聚合物润滑防塌钻井液
	滨古地区	可循环泡沫钻井液
	草南地区	聚合物钻井液
	车西地区	聚合物抗盐防塌体系
	济阳凹陷区	有机硅钻井液
	古潜山 24 断块	可循环泡沫钻井液
江苏油田	富民地区	两性离子聚合物钻井液、两性离子聚磺钻井液
	码头庄地区	两性离子聚合物钻井液、两性离子聚磺钻井液
	沙埕地区	两性离子聚合物钻井液、两性离子聚磺钻井液
	高集地区	复合金属两性离子聚合物钻井液
	真武地区	复合金属两性离子聚合物钻井液
玉门油田	大红圈地区	膨润土钻井液、聚合物钻井液、钾盐聚合物钻井液
	青西地区	膨润土钻井液、两性离子聚合物钻井液、两性离子聚磺钻井液
	鸭儿峡地区	膨润土钻井液、两性离子聚合物钻井液、两性离子聚磺钻井液
西南油田	子寅, 仑 35 块地区	腐钾树酯防塌钻井液
	唐赛, 花茶, 上法, 雷公	小阳离子聚磺防塌钻井液:
	那神地区	沥青防塌钻井液
大港油田	北区	聚合物钻井液、防塌钻井液
	孔南区块	低密度 K ₂ SO ₄ 聚合物钻井液
	滩海地区	甲酸盐钻井液
	中区	FCLS—KHm 聚合物钻井液、硅钾基防塌钻井液
	南区	聚合物钻井液、防塌钻井液
	舍女寺构造女 34 断块	CMC-膨润土钻井液
	孔东油田官 3 断块	正电胶钻井液
塔里木油田	孔南区块	低固相强包被聚合物钻井液、聚磺钻井液
	滩海地区	聚合醇抗高温抗污染钻井液
	中区	高粘切高膨润土低滤失量强造壁性聚合物钻井液 阳离子聚合物钻井液

	南区	低密度低固相强钻井液、氯化钾聚合物聚磺防塌钻井液、高密度饱和盐水氯化钾强抑制性磺化防塌钻井液
吐哈油田	鄯善地区	新型聚合物钻井液、新型聚磺防塌钻井液
	温西地区	新型聚合物钻井液、新型聚磺屏蔽防塌钻井液
	米登地区	新型聚合物钻井液、氯化钾聚合物聚磺防塌钻井液 高密度饱和盐水钻井液
辽河油田	双东地区	聚合物钻井液、钾盐聚合物钻井液
	双南地区	聚合物钻井液、硅稳定剂钻井液
	二连地区	无粘土阳离子聚合物钻井液
	沈 150 区块	聚合物钻井液
中原油田	也门 32 区块	泡沫钻井液、PHPA 钻井液
	胡径	无粘土钻井液
	文东区块	聚磺饱和盐水钻井液
	文南区块	聚合醇钻井液
	兰卿凹陷兰卿断层下降盘	甲酸盐钻井液
长庆油田	安塞地区	AML 低固相钻井液
塔河油田	7 号区块	聚合物钻井液
	塔北地区	正电胶聚合物混油钻井液、聚磺混油钻井液
	4 号区块	强抑制性钾基聚磺钻井液
克拉玛依油田	石西地区	聚磺混油钻井液、阳离子聚磺混油钻井液
	西 5 井	高密度有机盐钻井液
	莫北 005 井区	甲酸钾—石灰基聚磺混油钻井液
孔东油田	宫 905 井区	暂堵式两性离子聚合物完井液
河南油田	张店地区	聚合物-正电交-混油钻井液
海南油田	辽河三角洲滩海	聚合醇/无毒分散钻井液、聚合醇/聚合物钻井液
吉林油田	两江地区	小阳离子聚合物钻井液

2. 钻井液信息表达：范例名称、钻井液体系名称、井段、钻井液配方（主要处理剂及其含量）、钻井液性能。

3. 钻井液使用情况：钻井液维护与处理、井下复杂情况（井漏、井塌、卡钻和井喷）、潜在伤害类型（速敏、水敏、酸敏、盐敏和物理敏等）。

3.2.2 钻井液优化设计系统的规则库

建立基于范例推理的钻井液优化设计系统的关键是：范例的描述、特征提取、推理、评价、修改。在特征提取、范例评价与修改过程中，需要利用相应的专家知识作为规则，即在程序中需要建立规则库。因此，本系统的知识库由两部分组成：范例库+规则库。

在基于规则的钻井液设计系统中，钻井液配方库的作用非常重要，一个完整而

详尽的数据库是得出有效设计方案的前提。本系统配方库中收集的数据信息统计如下：

表 3—2 钻井液配方库数据信息统计表

钻井液类型	条目数量
聚合物钻井液	234
钾基钻井液	23
钙处理钻井液	9
盐水钻井液	40
正电胶钻井液	35
油基钻井液	16
气体钻井液	20
分散钻井液	13
总计	390

3.2.2 钻井液范例的搜索和查询

3.2.2.1 相似度计算模型的介绍

范例的检索是指从范例库 (Case Base) 中找到一个或多个与当前问题最相似的范例；CBR 系统中的知识库是由领域专家以前解决过的一些问题组成。范例库中的每一个范例包括以前问题的一般描述即情景和解法。当接受了一个求解新问题的要求后，CBR 利用相似度知识和特征索引从范例库中找出与当前问题相关的最佳范例，由于它所回忆的内容，即所得到的范例质量和数量直接影响着问题的解决效果，所以此项工作非常重要。它通过三个子过程，即特征辨识、初步匹配，最佳选定来实现。

特征辨识是指对问题进行分析，提取有关特征。在钻井液设计范例中，我们采用直接从描述中获得问题的特征的方式，在钻井液设计信息的表达中抽取几个关键字段作为相似度计算的特征量来进行识别。接下来的工作要由相似度计算来完成，考虑到本系统的具体情况，我们采用最邻近算法为主，并结合模糊识别方式来构造范例相似度模型，这样提高了检索效率和准确度。

一、传统的相似度计算方法

在范例的检索过程中，应寻找两方面的相似性：描述信息的相似性（钻井液设

计的初始条件）和约束条件的相似性（储层特性及井下复杂事故等）。并且范例的匹配并不是精确的，通常是部分匹配或近似匹配。因此要求有一个相似度的评价标准。相似度 SD （Similarity Degree）的确定是 CBR 系统的一个非常困难的问题。传统的相似度计算方法采用的最邻近算法^[19]，计算公式如下：

$$SD(d_j) = \min_{j=1}^m d_j = \min_{j=1}^m \sum_{i=1}^n w_i T_i \quad (3-4)$$

式中， T_i 表示范例的各特征分量；

m 表示相似范例的个数；

n 表示相似特征的个数；

w_i 表示各特征权重。

该算法就是简单的权重与特征的乘积，若 T_i 特征存在取 1，不存在取 0。它定义简单，容易实现，而且适合于范例库中范例较少的情况；适用于检索目标定义不良情况。但这样匹配的可能性较少，因为仅考虑特征完全匹配与完全不匹配两种情况，而实际上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。所以本项目以模糊理论进行相似度计算为补充，克服了传统算法的不足。

二、模糊相似度介绍

模糊相似系统模型根据相似系统的定义，两个或两个以上不同事件间存在着某些共同属性和特征，仅在数值上存在差异，则这些共同属性和特性定义为相似属性或相似特征，统称相似特性。任何事物都是由一定要素组成，满足上述定义的要素相似称为要素相似，而两事件的关键要素相似，就称为事件相似或系统相似。下面用模型表示：

设事件 A 有 k 个要素： $A\{a_i, i=1, 2, 3, 4, \dots, k\}$ ，事件 B 有 m 个要素： $B\{b_j, j=1, 2, 3, 4, \dots, m\}$ A 与 B 有 n 个要素相似，则组成 n 个相似元 $u_i (a_i, b_j)$ ，度量每一个相似元的相似程度用相似元值 $q(u_i)$ 表示，则系统的相似度 SD 可以表示为^[20]

$$SD = f(k, m, n, q(u_i)) \quad (3-5)$$

式中 $i=1, 2, 3, \dots, n, 1 \leq n \leq \min(k, m)$

相似元 $q(u_s)$ 应是一个模糊区间中的取值 $\{0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1.0\}$ 定义的原则是在部分相似区域内取值密集。相应的模糊语言术语集如下表所示：

表 3—3 模糊语言术语表

相似描述	完全不匹配	基本不相似	部分弱相似	部分相似	部分强相似	基本相似	很相似	完全匹配
相似度量值	0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1

3.2.2.2 钻井液优化设计系统的相似度模型

范例的检索，也就是在源范例库中搜索与目标范例具有相似条件的范例。考虑到本系统的具体情况，我们综合了两种采用最邻近算法和模糊算法相结合，提高检索效率和准确度。

一、总相似度度量

在检索的过程中，应寻找两方面的相似性，即描述信息的相似性和约束条件的相似性。描述信息，指的是钻井液配方设计的初始条件的相似性；约束条件，即是所设计的钻井液配方应解决好各种类型的复杂事故、应预防哪种潜在伤害类型及与实际地层的岩性相匹配等。为了对这两方面的相似性进行综合度量，我们将钻井液优化设计专家系统的相似度定义为：描述信息的相似度和约束条件相似度的加权平均值^[21~25]。其数学描述如下：

$$DSIM = W_{DES} \times DSIM_{DES} + W_{REQ} \times DSIM_{REQ} \quad (3-6)$$

式中：DSIM——范例的总相似度；

$DSIM_{DES}$ ——描述信息的相似度；

$DSIM_{REQ}$ ——约束条件的相似度；

W_{DES} —— $DSIM_{DES}$ 的权值， $W_{DES}=0.2$ ；

W_{REQ} —— $DSIM_{REQ}$ 的权值， $W_{REQ}=0.8$ ；

$W_{DES} + W_{REQ} = 1$

相似度计算完成对范例的初步匹配，通过这部分计算从范例库中找到一组与当前问题相关的候选范例。由于一般不存在完全的精确匹配，所以要对范例之间的特征关系进行相似度估计，通过对特征赋与不同的权值体现不同的重要性。

本系统中，最佳选定是通过给相似度大小进行排序来完成的，我们选择相似度最大的一个或几个范例最为最佳范例，供用户选择使用。

二、描述信息相似度的度量

描述信息包括地区的相似性、井深的相似性、井别的相似性。因为一个地区的岩性和钻进方法有较大的相似性。因此，在检索范例时油田、区块、地层类型和井别是要满足的最重要特征量，我们称之为描述性信息。在确定这些特征量后，再根据特征量的重要性大小设置相应的权值，构造相似度计算模型如下：

$$DSIM_{DES} = DSIM_F \times DSIM_S + W_T \times DSIM_T + W_L \times DSIM_L \quad (3-7)$$

式中：

$DSIM_{DES}$ ——描述信息的相似度；

$DSIM_F$ ——油田的相似度，若在同一油田 $DSIM_F=0.6$ ，否则 $DSIM_F=0$ 。

$DSIM_S$ ——区块的相似度；若在同一油田，同一区块，则 $DSIM_S=0.8$ ；

若在同一油田，不同区块，则 $DSIM_S=0.4$ 。

$DSIM_T$ ——井别的相似度；若井别相同 $DSIM_T=1$ ，否则 $DSIM_T=0$ 。

$DSIM_L$ ——地层类型的相似度；若地层类型相同 $DSIM_L=1$ ，否则 $DSIM_L=0$ 。

W_T 、 W_L ——分别为井别和地层类型相似度的权值，且满足如下关系：

$$W_T + W_L = 0.52$$

三、约束条件相似度的度量（模糊相似度计算）

最近邻法的索引机制定义简单，容易实现，而且适合于范例库中范例较少的情况；适用于检索目标定义不良情况。但这样匹配的可能性较少，因为仅考虑特征完全匹配与完全不匹配两种情况，而实际上完全匹配的情况很少，大部分是部分匹配；最邻近法也忽视了特征量之间的相互联系。所以本项目以模糊理论进行相似度计算为补充，克服了传统算法的不足。

对钻井液设计而言，油田、区块、井别和地层类型的相似性是明确的、清晰的。而实钻地层的岩性、井下复杂情况、储层潜在伤害和井温等特征确有不同程度的模糊性，即存在不完全匹配的现象。这样，最邻近法将特征值非“1”即“0”的赋值方式显然不符合实际情况，也忽视了岩性和井下复杂情况及潜在伤害之间的因果关系。这里我们引入模糊相似度来进行约束条件的计算。

井下复杂情况和潜在伤害都是由于实钻地层岩性引起的，这是特征量之间深层的依赖关系，不存在复杂地层就不会出现钻探事故；井底温度对钻井液性能的影响也必须考虑进去。基于以上分析，根据模糊相似度原理，综合考虑相似特征数量及

每个相似元度量值由于存在模糊性对系统相似度的影响。

根据模糊相似度原理，综合考虑相似特征数量及每个相似元度量值由于存在模糊性对系相似系统的影响^[26-27]，约束条件的相似度公式如下：

$$DSIM_{REQ} = DSIM_I \times (W_A \times DSIM_A + W_D \times DSIM_D + W_T \times DSIM_T) \quad (3-8)$$

式中 $DSIM_I$ ——相似的关键特征值，这里指岩性。

相似的一般特征的有三个值，意义如下： $DSIM_A$ ——复杂情况特征值； $DSIM_D$ ——潜在伤害的特征值； $DSIM_T$ ——井底温度特征值。

W_A 、 W_D 、 W_T ——分别表示复杂情况、潜在伤害和井底温度特征值的权值，且满足关系： $W_A + W_D + W_T = 1$ 。

范例的特征有两种取值类型：数字型和字符型。对数字型，计算其绝对值，不同的特征对应不同的阈值区间；对字符型，在一定范围内规定有主词和辅词，对范例特征进行组合匹配。

(1) 对主关键特征值 $DSIM_I$ ，定义如下：

砂岩（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）。

其中前面的词属于主词，括号内属于辅词。如果主词匹配，属于完全匹配 $DSIM_I$ 取 1；如果辅词有一种匹配，属于基本相似 $DSIM_I$ 取 0.8；如果辅词基本匹配，属于部分强相似 $DSIM_I$ 取 0.6；如果辅词相近，属于部分弱相似 $DSIM_I$ 取 0.4；如果主词不匹配，属于基本不相似 $DSIM_I$ 取 0.2；如果主词不匹配，辅词也没一种匹配，属于完全不匹配， $DSIM_I$ 取 0。

(2) 对一般特征值的定义

由于井下复杂情况分井喷、井塌、井漏、卡钻等几种，而潜在伤害类型也有水敏、速敏、碱敏、盐敏、酸敏等不同类型。此时就出现了一个问题，当在一个实例中出现多种复杂情况和多种潜在伤害时，系统如何将他们区别开来，并判断他们的相似度呢？为了充分表达各种不同情况，我们采用了如下方法：

①井下复杂情况：不匹配 $DSIM_A$ 取 0；有一种复杂情况匹配 $DSIM_A$ 取 0.1；两种匹配 $DSIM_A$ 取 0.3；三种匹配 $DSIM_A$ 取 0.7；四种匹配， $DSIM_A$ 取 1。

②潜在损害：不匹配 $DSIM_D$ 取 0；有一种匹配 $DSIM_D$ 取 0.1；两种匹配 $DSIM_D$ 取 0.3；三种匹配 $DSIM_D$ 取 0.7；四种匹配 $DSIM_D$ 取 0.8；五种匹配 $DSIM_D$ 取 1。

③井温： $T_{\text{范例井温}} - T_{\text{设计井温}} \geq 8^\circ\text{C}$ ， $DSIM_T$ 取 1； $T_{\text{范例井温}} - T_{\text{设计井温}} < 8^\circ\text{C}$ ， $DSIM_T$ 取 0.5；其它情况下 $DSIM_T$ 都取 0。

在计算出用户输入与范例库中各个范例的相似度后，即可根据相似度大小确定最匹配的范例，并得到相应的配方组成和性能参数等信息。一般而言，所得到的钻井液配方并不能完全满足实际的需要，这就要求对相应钻井液信息进行修改，具体的策略将在下面讨论。

3.2.3 钻井液范例库的改写和重用

用基于范例的推理算法来进行钻井液配方的设计时，足够的范例是成功与否的关键。因此，在问题求解过程中，新问题的求解范例应该被加到范例库中，以便将来应用。当钻井液范例仅能满足实际生产所要求的部分目标时，就需要对这些检索出来的范例进行调整和改写。一般来说，应针对特定应用领域确定特定改写策略。在系统中，改写需要计算机学习与人为调整相结合的方法，即调用规则库对范例库中原有范例进行修改。具体来说，范例的改写主要包括以下几个方面。

一、基本条件修改

通常目标井与范例井的油田区块、井别、井深、地层岩性等基本条件有所不同。用基本条件修改功能可直接调用前面输入的基本情况数据进入设计结果输出，以保证输出结果的完整性。

二、配方的变化

例如，用于探井的钻井液不能添加带有荧光的处理剂，必须在具体配方中，将相应组分用具有相似功能的其它组分代替。从而使调整后的配方能满足实际需要。我们提供了配方信息数据库，该数据库收集了聚合物钻井液体系、分散钻井液体系、钙处理钻井液、盐水钻井液体系、钾基聚合物体系、油基钻井液和气体型钻井液，为了给用户提供全面的信息服务还收录了一些完井液配方。每条配方信息我们记录了钻井液体系名称、配方组成、配方性能、钻井液维护与处理方法及适用地层等信息，这样能给用户提供详细的参考信息。

三、性能参数的调整

例如对调整井而言，其地层压力很大，为了保证井下安全，必须对范例中所用钻井液密度进行调整。这时，要对原有钻井液配方进行加重处理，形成新的配方。

第四章 钻井液优化设计系统的软件设计

运用软件工程的思想、观点和方法，在进行钻井液优化设计系统开发实现前，首先进行了需求分析，结构和功能模块设计，系统运行环境等相关工作，以便使钻井液优化设计系统真正成为一套实用性强、结构合理、运行可靠的软件。

4.1 系统的设计原则

一、可靠性

钻井液优化设计系统主要通过人工智能和数据库系统等技术等为广大钻探工作者提供一个工具性的软件，以提高工作效率，推进钻井液工艺技术的发展，所以系统必须保证能够长期安全可靠地运行。

二、实用性

钻井液技术是一门实践性很强的学科，要想能对钻井液的现场设计有所帮助系统必须以生产一线的经验方法为指导，进行软件设计。

三、高效性

钻井液设计是一门复杂的技术，它的设计牵涉到方方面面的情况。为了使用户不感到系统延迟，提高效率，所以系统必须设计高效的程序算法，尽可能的优化程序代码，提高程序效率。

四、可维护性

系统的专家规则和知识及两大后台数据库，应可以很方便的进行扩充维护，允许管理员向系统中增加新的内容。另外，系统的软硬件应具有扩充升级的余地，不可因软硬件扩充、升级或改造而使原有系统失去作用。

五、易操作性

计算机技术的特点及发展方向决定了它必须方便人们的使用，省时间和费用，提高效率，才有其存在的价值和市场。应用于钻井液技术领域也必须坚持这个原则。由于钻井液技术人员的知识和经验也不相同，这些客观上要求系统操作要方便灵活和快捷。