

沉积岩粒度分析专家系统

张晓帆 冯英进 胡亚平

(新疆工学院 乌鲁木齐 830008)

提 要 本文介绍了沉积岩粒度分析专家系统的构成和其知识库、信息库(包括数据库)、扩展表格条件、文本文件等,推理机及知识获取部分的特性。该系统建立在 IBM 及其兼容微机上,模仿专家解答问题的方式,采用良好的人机交互界面,对沉积岩粒度分析结果进行综合分析。经该专家系统咨询后,用户能得出沉积岩的名称、沉积环境和沉积相。

关键词 粒度分析 专家系统 沉积环境 沉积相

第一作者简介 张晓帆 男 38岁 副教授 数学地质

1 沉积岩粒度分析专家系统的构成

粒度分析是判别沉积环境和划分沉积相的重要依据之一。在我国许多油气田都积累了大量的粒度分析资料,充分运用这些资料找出粒度分析结果与沉积环境之间的关系,划分出沉积相,对寻找更多更好的油气藏极为重要。基于这种思想,我们根据近年来沉积岩粒度分析的研究成果和有关专家的知识或经验,应用第二代专家系统开发工具 VP-Expert 建造了沉积岩粒度分析专家系统。系统的结构框图(图 1)。

本系统由知识库、推理机、数据库、知识获取、用户接口和数据预处理子系统构成。现分别介绍如下:

(1)**知识库** 本专家系统共有两类子库,即沉积岩定名知识库;沉积环境和相判别知识库,存贮了专家关于沉积岩粒度分析的知识与经验。

(2)**推理机** 本系统推理机采用 VP-Expert 提供的推理机,它依据一定的控制策略,根据存贮在知识库中的专家知识或经验为用户做出咨询。

(3)**数据库** 存贮推理过程的中间结果和与知识库相关的一些参数、变量值,它是系统的信息库。

(4)**知识获取** 通过人机交互方式,向专家索取新知识、新经验,更新数据库的信息,不断完善本系统。此外,可利用本系统编辑器修改、增加有关知识库中的规则,获取知识。

(5)**用户接口** 本系统提供了良好的人-机交互界面。用户与系统的联系是通过可选择的命令菜单建立起来的,系统的所有命令组成一树形结构(见图 2)。在咨询过程中,用户与系统的对话方式采用自然语言形式,用户可通过有关命令随时向系统提问,系统会作出相应的答复或解释。

(6)**数据预处理子系统** 如果用户未将粒度分析结果整理、计算,使用该子系统能自动对粒度平均值、分析系数、偏度、峰态、众数态等参数进行计算;能绘制粒度频率曲线、累积

频率曲线,累积概率曲线、C-M图、F-M、L-M和A-M图。所得结果能显示、打印或存入磁盘文件,为专家系统咨询作准备。

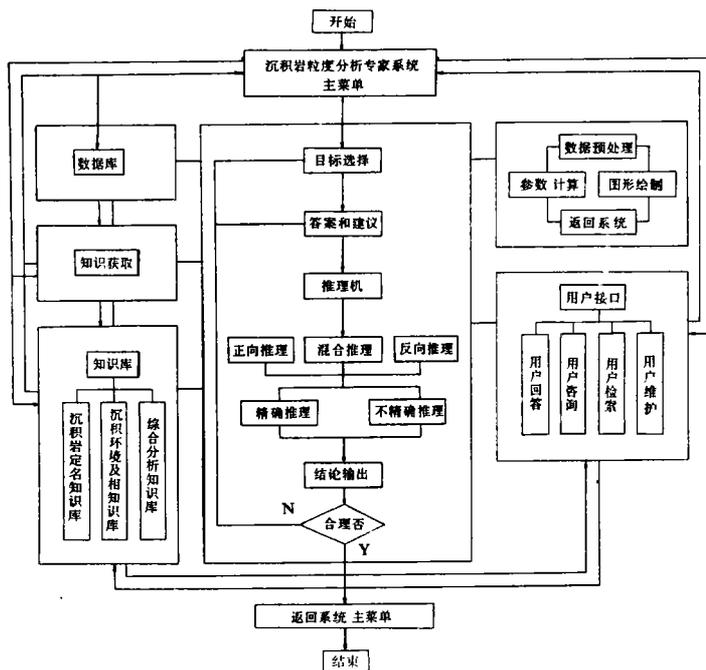


图 1 系统结构框图

Fig. 1 Structure chart of the System

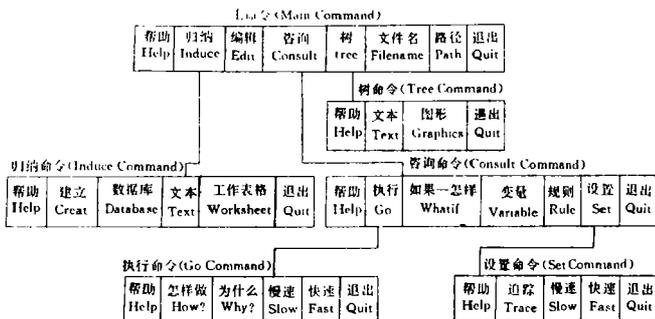


图 2 系统命令树

Fig. 2 Command tree of the System

2 知识库结构与组成

要把沉积岩粒度分析的知识 and 经验准确、完整地表现出来,并应用这些知识和经验向用户咨询,就必须把获取的知识与经验按一定逻辑组织起来,使之能存贮到计算机中。同时这还关系到系统推理是否能够模拟出专家的思维过程。

沉积岩粒度分析专家系统,采用了产生式规则的表示知识方式。具体形式如下:

```

RULE <规则标号>
IF <条件> [AND/OR]
    [<条件>] [AND/OR]
    [... ...]
THEN <结论 1> [置信度]
    [结论 2] [置信度]
    [... ...]
    [子句 1]
    [子句 2]
    [... ...]
[ELSE <结论 3> [置信度]
    [结论 4] [置信度]
    [子句 1]
    [子句 2]
    [... ...] ]
[ BECAUSE <文本信息> ];

```

其中方框号中的内容为可选项,尖括号中的为必选项。在上列规则形式中,除了结论部分可附加一定置信度(缺省值为 100%)外,用户在回答系统提问时还可给规则前提赋一定置信度。前提和结论部分置信度的综合算法采用 shortliffe 的置信度推理法。如果置信度大于 50%(称为最低阈值),则认为结论成立,否则结论就不成立,或称规则不能通过。但是本系统提供了 TRUTHTHRESH(阈值)子句,可以根据专家经意见随时改变最低阈值。当系统进行咨询时,若用户提出 WHY?(为什么!)或 HOW?(怎样做?)的问题时,关键字 BECUSE 之后的文本信息会给用户答复或给予解释。

根据有关沉积岩粒度分析的知识与经验,我们为知识库设计了 210 条规则。这些规则按其性质分成两类 5 大部分,即:

I 类 沉积岩定名规则集,共 80 条规则;

II 类 判别沉积环境及相的规则集共 130 条,它们又分为 4 个部分:

(1)由粒度累积概率曲线图识别沉积环境及相的规则集;

(2)由粒度特征参数,判别沉积环境及相的规则集;

(3)由粒度象,即 C-M, L-M, F-M 和 A-M 图识别沉积环境的规则集;

(4)沉积环境及相综合判别规则集。它依据第 1、2 和 3 部分及判别方程所得的沉积环境及相进行综合分析,确定最适合的沉积环境及相。

限于篇幅,下面仅对其中一条规则给予介绍。

RULE B8

```

IF 跃迁组份 A 的百分含量=97~99 AND
    A 组份的分选性=分选很好 AND
    悬移组份 B 的百分含量=1~3 AND
    B 组份的分选性=分选中等 AND

```

滚动组份 C 的百分含量=0~30 AND

C 组份的分选性=分选差

THEN 沉积环境=沙丘沉积环境 CNF 置信度 60

BECAUSE”我们所以要提这个问题,是因为不同的沉积环境其沉积岩粒度累积概率曲线上 A、B、C 组份的含量和分选性不一样。我们要根据这些数字特征判别这种类型沉积岩的沉积环境。所以,您要在屏幕上选择相应的菜单。”;

当系统触发这条规则时,屏幕上将出现下列选择菜单(根据专家的知识与经验(维谢尔等),对于各种沉积岩其跳迁组份 A、悬移组 B、滚动组 C 的变化不超过下表所列范围,有关知识库子句略):

跃迁组份 A 的百分含量为多少?(请您移动光标选择其含量范围)

<input checked="" type="checkbox"/> 50~99	97~99	65~98	
50~76	0~80	0~30	35~90

请从下表中选择 A 组份的分选性:

<input checked="" type="checkbox"/> 分选性很好		分选好
分选好~中等	分选中等	分选差

悬移组份 B 的百分含量为多少?(请您移动光标选择其含量范围)

<input checked="" type="checkbox"/> 0~10	1~3	2~35
5~70	20~100	60~100

请您从下表中选择 B 组份的分选性:

<input checked="" type="checkbox"/> 分选性很好		分选好
分选性中等	分选性中等~差	分选差

滚动组份 C 的百分含量为多少?(请您移动光标选择其含量范围)

<input checked="" type="checkbox"/> 0~10	0~20	0~30
0~5	0~50	17~42

请您移动光标从下表中选择 C 组份的分选性:

<input checked="" type="checkbox"/> 分选很好	分选好
分选中等	分选差

4 知识获取

知识获取又称机器学习,它是专家系统开发中的瓶颈。许多人都主张一个真正的专家系统必须有学习知识和经验的能力,大多数专家系统能够学习是指它可以修改和扩充知识库。本系统把 dBASE III 文件作为知识库中的一部分,即信息库,将经验参数存贮其中。这样本系统既能容易地修改和扩充知识库,又能利用 VP—Epert 读、写库文件的子句在咨询过程中获取知识,从而达到自动学习的功能。

例如,本系统设计的自动建立沉积环境判别函数规则:

```

:
RULE 180
IF to __APPEND=YES!   如果需要追加判别函数。
THEN to __OPEN=YES!   那么打开信息库。
Display “根据您的要求系统要给判别函数信息库追回记录。按任意键继续。~”
FIND THE __MZ!   等待用户输入判别方程  $\varphi$  平均直径 MZ 的系数;
FIND THE __CAGMA!   等待用户输入判别方程中  $\varphi$  标准差  $\sigma_1$  的系数;
FIND THE __SKI!   等待用户输入判别方程中  $\varphi$  偏度 SKI 的系数;
FIND THE __KG!   等待用户输入判别方程中  $\varphi$  峰态 Kg 的系数;
APPEND INFORMATION;!   给判别函数信息库追加一条记录。
:
ASK MZ: “请您输入 MZ 的系数值”;
ASK CAGMA: “请您输入  $\sigma_1$  的系数值”;
ASK KG: “请您输入 kg 的系数值”;
:

```

通过类似的规则系统可以自动修改、编辑,追加知识库中的其他信息库,从而使系统不断地自我完善。

结 论

本系统是在运用现代已知沉积环境和沉积相中沉积物的粒度资料和近年来有关沉积岩粒度分析研究新成果基础上,通过归纳整理利用专家系统开发工具 VP—Expert 建立起的一个专家咨询系统。使用本系统可对沉积岩粒度分析结果进行处理,能对各种沉积岩进行定名,以置信度推理法区分七种不同的沉积环境及相。

收修改稿日期:1993-9-22

参 考 文 献

- [1] 张晓帆,冯英进,金军,1990,专家系统及专家系统开发工具。
- [2] 成都地质学院陕北队,1976,沉积岩(物)粒度分析及其应用,地质出版社。
- [3] 任明达等,1980,现代沉积环境概论,科学出版社。
- [4] 刘宝君,1980,沉积岩石学,地质出版社,281~448。

- [5] Brain Sawyer, Anne Moose and Terry Schussler, 1991, Rule — Based Expert System Development tool: VP — Expert, WordTech System Inc.
- [6] H · G 里丁, 1985, 沉积环境和相, 科学出版社。

Grain—Size Analysis Expert System for Sedimentary Rock

Zhang XiaoFan, Feng Yingjin, Hu Yaping

(Xinjiang Institute of Technology)

Abstract

Grain — Size Analysis Expert System for Sedimentary Rock consists of knowledge base, inference engine, data base, acquiring knowledge, user interface and data pre—handling.

According to the reserch result about grain—size analysis for sedimentary rock in recent years, we have stored the knowledge and experience in the Knowledge Base in IF—THEN rules. There are 210 rules in the knowledge base. They can be classified into two types, which are used to define name of sedimentary rock in 80 rules, and determine its environment and facies in other rules.

Its inference engine that was provided by Expert Develoment tool Vp—Expert uses backward, forward chainining and method of confidence factor. It can automatically choose the knowledge in rules, then records the conclusion and informes the user, or queries or explains about the question to the user during consultation process.

In order to acquire a lot of knowledge and experience about gain—size analysis for sedimentary rock from user and make it more flexible, dBASE files or Foxbase files are used as its information base. By means of accessing and inputing data stored in the information base, we have designed some programs that can actually modify data during consultation process. Therefore, this system has the ability to learn from experience or acquire knowledge from user during consultation process.

The model of data pre—handling can be used to calculate some statistical parameters and draw some statistical graphs of grain—size analysis results.

In brief, this system has better user interface, and can handle about data, define its name and distinguish one from 7 different sedimentary environment or facies when sedimentary rock was formed according to results of grain—size analysis for sedimentary rock.