

对圈闭油气资源评价专家系统的认识

李树森 王 川 樊民星

(地质矿产部石油地质研究所, 北京 100083)

将专家系统技术应用于油气地质领域, 应根据油气地质知识的特点来建立专家系统。作者认为, 利用油气藏的成藏模型来评价圈闭的含油气状况, 应作为建立圈闭油气资源评价专家系统的知识领域; 该系统应能模拟地质专家的思维方式, 并具有专家的知识深度和广度; 应减少系统用户对原始资料的整理和对系统输出结果的再加工; 对于油气地质知识的庞大数量, 采用“调入生成”方式来建造系统的知识库; 应采用不确定性推理和正反向混合推理作为推理的方式; 深入认识地质规律, 正确建立油气藏成藏模型。

关键词 专家系统 圈闭油气资源评价 油气成藏模型

第一作者简介 李树森 男 56岁 教授级高级工程师 石油地质

圈闭油气资源评价专家系统是专家系统技术在地质领域的一个应用分支。与其它知识领域的专家系统相比, 它具有油气地质知识领域所赋予的特点。同时, 作为圈闭油气资源评价专家系统, 与盆地或凹陷油气资源评价专家系统相比, 也有其特点。

一、选择什么样的知识领域来建造圈闭油气资源评价专家系统

知识领域选择的适宜与否, 关系到建造专家系统的实际意义是否存在。我们认为, 知识领域的选择应考虑以下几个方面^[1]:

(1) 所选择的知识领域不要为大家所熟知, 如用常规物性资料判别储集层, 一般的油气地质科技人员都会, 不会有有用常规物性资料判别储集层的专家存在;

(2) 不要选择那些还不能为人类所掌握的知识领域, 如无机生油说问题, 如要建一个这方面的专家系统, 其立题本身就没有实际意义;

(3) 要考虑到专家系统将来用户的知识层次及知识领域, 如一个地质院校的新毕业生, 具有一般的地质知识, 在非地质人员面前, 就是一个地质方面的专家, 而在地质专业人才面前, 就不成其为专家了。要根据用户的知识专长, 选择更深一层次的知识领域。

以上三个方面, 对于所选择的知识领域来说, 缺一不可。

那么, 对于我们所要建立的圈闭油气资源评价专家系统, 应该选择什么样的知识领域呢?

油气资源评价的知识很多, 也有这方面的专家存在, 再考虑到我们的用户也是油气地质的专门人才, 如果我们仅是从油气的生、储、成藏、保存等基本的评价条件去建立一个专家

系统,那是不够的。这些基本条件的评价原则为大家所熟知,即使有一个某方面的专家(如储层方面),有一个新的发现,或建立一种新的理论,大家也可以通过其公开发表的成果,较快地掌握。

我们所需要的是专家经过长期工作积累起来的经验性知识^[2],这些知识没有概括成理论,没有公开发表广泛传播,只为专家所独有,并为大家所承认。

对一个圈闭或一个油气藏来说,有无油气,油气从何而来,油气量的大小,油气藏的保存条件,油气藏的储层物性,油气藏的几何形态等特点,在没有经过详细的勘探以前,都要专家来进行判别,以便确立是否进一步实施勘探。专家进行判别除了依据基本的理论以外,更重要的是他自身所积累的经验。这些经验来自他头脑中的许多油气藏模型,正是这些模型及其对这些油气藏模型的认识,构成了专家所独有的工作经验。

油气藏的判别及评价,正是我们可以建立专家系统的知识领域。这个专家系统的知识库中,除了具备对形成油气藏基本条件的判别能力以外,更重要的是要具有专家头脑中的许多油气藏模型及他们自己对油气藏的认识。

确立了建造专家系统的知识领域以后,怎样获得该领域专家的专有知识,是建造专家系统的中心任务,也是建造专家系统的难点所在,即所谓的“瓶颈”问题^[3]。

经验表明,与专家进行交流,研究专家在解决问题中使用了哪些知识和方法,是获得领域专家知识的有效途径。

我们建造专家系统,可以通过大量的油气藏模型实例,与领域专家进行交流,了解他们对不同油气藏模型的认识,从而获得领域专家的知识。

二、使用地质类比推理模拟地质专家的思维方式

专家系统的思维方式如果符合地质专家的思维方式,或使专家系统的评价过程为大家所接受,评价结果为大家所认可。

富有经验的地质专家,他们的头脑中都有许多油气藏模型,工作做得越多,头脑中的模型也就越多,对油气藏模型的认识也就越深入。当专家接触到一个新地区的资料时,在对油气藏形成的基本条件,生、储、成藏、保存等作出大致的评价以后,他往往是把新地区的资料与头脑中已有的模型进行对比,看新区(或新的油气藏)与以前的哪一个模型相似。一旦确定了相似的模型以后,他对这个新区或新的油气藏也就有了大致的掌握,这就是地质专家的思维方式。

我们的专家系统,应该模拟专家的这种思维方式。在系统中,除建立形成气藏基本条件的评价系统以外,还应该放置尽可能多的油气藏模型,以及基于这些模型的推断判断机制。这样,面对评价目标,在经过基本条件评价的判断以后,转入模型评价进行判断。如此,我们这个机器专家的思维方式也就符合于人类地质专家的思维方式。

三、使专家系统具有专家的知识深度和广度

上面谈到知识领域的选择及模拟专家的思维方式问题,这是从知识的深度方面使系统具有专家的知识特征。

从知识的广度来说,计算机专家系统可以超过人类专家,因为相对于目前人脑所能拥有的信息量而言,计算机能拥有的信息量是巨大的。

具体来说,在基本条件评价中,我们将放置从数量和知识领域方面来说都尽可能多的信息。例如,从油气藏的形成来说,有油气生成、油气储集、油气成藏、油气保存等方面,从知识的学科来说,有有机地化、油层物理、油气运移、构造、沉积、地下水、地震地球物理、测井地球物理、地球化学勘探等方面。在模型评价中,我们可放置尽可能多的油气藏模型。我们的模型是指:具有统一成藏机理的某一类油气藏,这类油气藏的存在可以用一个模式来说明,这个模式,就是我们所指的油气藏模型,如川西须家河的致密砂岩气藏类,川西侏罗系的次生气藏类,鄂尔多斯的风化壳气藏类,及平湖油气田的碎屑岩气藏类。每一个气藏都有一个统一的生、储、运、聚、保等的机理,这个机理的外延,就是模型。这种模型,对于指导油气勘探具有重要的意义。在我们的模型判别中,无论从数量,还是从不同观点而言,都要放置尽可能多的油气藏模型。

具备了知识的深度和广度,我们的专家系统就可以称得上是专家了。

四、使专家系统具有更多的实用性和更大的可推广性

在考虑建专家系统的时候,就要考虑到将来用户的需求。在输入方面要发展多种接口技术,使各种地质资料,如地震解释剖面、测井曲线等能够直接输入,增大输入的信息量,减少用户对原始资料的加工整理。在输出方面要有较多的直观的输出文件,如表格、图件及屏幕显示等,减少用户对输出结果的再加工,也使用户能对评价过程及评价结果有较多的感知,从而增加用户对专家系统的理解和信任。

五、采用“调入生成”方式的知识库

我们所要建立的专家系统,其知识库将是很庞大的,这是由油气资源评价必然要涉及到大量的知识所决定的。如何使知识库既包含大量的知识,又使其推理运转灵活,这是提高专家系统质量的一个重要问题。

一个评价目标基本上只属于一种成藏模型,并不是每一次评价都要用到知识库中的所有知识。为此,我们设想建立“调入生成”方式的知识库。“调入生成”方式的知识库,就是面对评价目标,根据评价目标的特点,调入相应的知识模块,生成一个适合评价目标的、规模较小的知识库。

那么,在建造知识库时,就要根据所选知识领域的特点,分别建立不同的知识模块,如煤系地层油气生成条件评价模块、碳酸盐岩储集条件评价模块、湖相碎屑岩系成藏条件评价模块等;也可根据知识的不同学科,分别建立知识模块,如化探评价模块、地震评价模块、测井评价模块等;也可根据不同的成藏模型,来建立知识模块,如川西致密砂岩气藏成藏模型、鄂尔多斯奥陶纪古风化壳气藏成藏模型等。

这样,面对评价目标,利用评价目标的某些已知信息和某些控制性的知识,进行有关知识搜索,将适合评价目标的各知识模块调入内存,生成一个规模较小的知识库。

“调入生成”方式的知识库,规模小,占用内存少,运转灵活,推理效率高。

六、采用不确定性推理及正反向混合推理

油气地质领域的许多问题都属于不确定性问题。不确定性主要表现在两个方面,一是知识本身的不确定性,二是数据的不确定性。用重力资料判断圈闭的存在,就是一个知识的不确定性问题。虽然某个圈闭是根据确切的重力资料圈定,但由于重力勘探手段本身具有不确定性,所以根据重力资料推断圈闭存在的知识本身就是不确定的,当然不确定的程度有大有小。再如利用孔隙度判断储层的好坏,就有一个数据的不确定性问题。孔隙度大于20%,就是好的储集岩,这条知识本身是确定的;但孔隙度为20%这个数据的来源就有不确定性,有人为误差的不确定性,也有方法的不确定性。在目前的技术条件下,很难保证我们所得的各种数据有完全的准确性和可靠性。在不确定性存在的情况下,我们就应该作不确定性推理^[4]。

另一个要谈的问题是正反向混合推理问题。正向推理^[5]能充分运用用户的已知信息,但它对用户的提问显得漫无目的,也使推理的效率降低。反向推理^[6,7]的目的性明显,但却不能充分运用用户已知的信息。较好的方案是正反向混合推理,既充分运用了用户掌握的信息,又使推理的目的性明确,推理的效率提高。

七、油气成藏模型的选取及其内容

一般说来,我们将来的用户都是地质专业人员,他们都能对形成油气藏的生、储、成藏、保存等基本条件作出正确的判断。如果我们的专家系统只停留在对这些成藏的基本条件作出判断这个水平上,那么就满足不了用户的需求。我们的用户所需要的将是更深层次的对具体油气藏的形成机制、产出状态、几何特征等的判断,及基于油气成藏模型基础上的推理判断机制。

以成藏模型建专家系统,还将使我们的专家系统对油气藏的判断更加具体、细致、明确。经过推理判断后,我们会对新油气藏的形成机制、产出状态、几何特征,都有一个较明确的了解,而不再是只得到一个“有形成油气藏的可能”这么一个结论。

如何选取模型,这是很重要的问题。这与我们对地质问题的认识,对地质情况的掌握以及专家系统将面临什么样的任务都有密切的关系。

模型的选取原则应该是,能代表某一种类型的成藏机制,通过这个模型,能对这一成藏机制下形成的油气藏特征有一个较明确的掌握。

模型中的内容是什么,这与各个模型的成藏机理有关,也与我们对这种机理的认识程度有关。如对川西致密砂岩类气藏,有人提出了水溶脱气模式,这个模式就可成为我们川西致密砂岩气藏模型的内容;另有人对此持有不同观点,也可根据这不同观点建立同一类气藏的另一个模型。

下面以某一类碎屑岩气藏成藏模型为例,概要说明其成藏模型的内容。

该模型从成藏机制的角度,阐明了气藏形成过程中,水溶气、油溶气和游离气这三种相态气的形成机制,各自在气藏中所占的份额,各自的有利聚集带等。通过这个模型的判断,我们对该类气藏的形成机制、产出状态、几何特征等就有了一个较明确的掌握。

该模型的推理及计算的大致步骤如下:

(1) 计算生物气生气量；(2) 判断水溶生物气量；(3) 判断游离生物气量；(4) 计算热裂解气量；(5) 判断总水溶气量；(6) 判断总水溶脱气量；(7) 判断总游离气量；(8) 计算生油量；(9) 判断油溶气量；(10) 判断油溶脱气量；(11) 在上述计算的基础上，确定评价区天然气的运移相态及相应的成藏机制；(12) 通过流体势的分析，结合天然气运移的地化标志，判断天然气游离气的运移方向及其有利的聚集地带；(13) 由后期构造抬升幅度的计算，预测水溶脱气成藏的有利地区；(14) 依据储集层供气量及扩散散失量的关系，结合盖层条件分析，判别天然气保存条件的优劣程度；(15) 通过圈闭天然气含气高度及气水过渡带高度的计算，结合钻井、测井、地震及化探含气标志的分析，判断气藏的几何形态。

八、结 论

圈闭油气资源评价专家系统，它有专家系统的共性，也有其特性。应根据圈闭油气资源评价这一知识领域所具有的不同于其它知识领域的特点，来认识、设计和建造。从知识领域的选择、思维方式的模拟、知识深度和广度的界定、实用性和可推广性的考虑，以及知识库的设计、推理机制的确定等，每一个环节都应该与圈闭油气资源评价这一知识领域的特点紧密联系。

参 考 文 献

- 1 黄可鸣. 专家系统. 南京: 东南大学出版社, 1991. 244—246
- 2 吴信东. 专家系统设计. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1990. 3—6
- 3 黄可鸣. 专家系统导论. 南京: 东南大学出版社, 1988. 220
- 4 刘承祚. 地质专家系统. 北京: 海洋出版社, 1991. 143—149
- 5 Duda R O, *et al.* Development of a computer - based consultant for mineral exploration. Annual Report, SRI Projects, 5821 and 6415, 1977
- 6 Duda R O, *et al.* The prospector consultation system for mineral exploration. Final Report, SRI Projects, 5821 and 8172, 1980
- 7 Gasching J. Application of the prospector system to geological exploration problems. *Machine Intelligence*, 1983, (10): 301—323

OUR UNDERSTANDING OF TRAP'S OIL AND GAS RESOURCES ASSESSMENT EXPERT SYSTEM

Li Shusen Wang Chuan Fan Mingxing

(Institute of Petroleum Geology, MGMR, Beijing)

Abstract

Trap's oil and gas resources assessment expert system is an applying branch of expert system technology in geology field. The first important thing for this system to be successful or not is to select an appropriate knowledge domain. It is the distinguishment and assessment of oil and gas pools that is the knowledge domain on which the system can be used on. The knowledge obtained should be made up of the model of oil and gas pools and the understanding of the pools that experts have in their minds. In order to make the assessment way and assessment results to be accepted easily by users, we should make the

thinking mode of the system like that of human geological specialists. So geological analogy inference is used to simulate the thinking mode of geological specialists. Like human expert, the system should have considerable depth and extent of knowledge. The depth is come from appropriate knowledge domain and from the expert's special and experiential knowledge. The extent is come from the wide scope and vast amounts of knowledge. In order to make the expert system have both great amounts of knowledge and nimble operation, it is proposed to adopt "Assembling and producing" mode for the establishment of the system's knowledge base. Since most of the questions in petroleum geology are uncertain, the uncertainty reasoning would be the running mode of the system's inference engine. The principle of selecting an oil and gas accumulation model is that the model can stand for a kind of mechanism of oil and gas accumulation. Through the model, one can know well the accumulation process, the producing condition and the geometry characteristics of oil and gas pools formed under this mechanism.