

油气资源评价研究丛书之 6

油气资源评价方法 研究与应用

《油气资源评价方法研究与应用》编委会 编



石油工业出版社

油气资源评价研究丛书之六

油气资源评价方法研究与应用

《油气资源评价方法研究与应用》编委会 编

石油工业出版社

内 容 简 介

本书收入了石油工业部各油田及有关院所的三十一篇论文。大体可分为两类。一类是以方法研究为主，详细阐述了方法的内涵、要点、算法和实现步骤；一类从实际探区的资评出发，论述了各种方法的具体应用，并结合探区的地质特征，着重探讨了方法的选择和参数的确定等评价的关键问题。所选入的论文有较高的理论水平和实用价值。

可供石油地质学家和广大资源评价工作者参考借鉴，亦可作为有关院校师生的学习参考资料。

油气资源评价研究丛书之六

油气资源评价方法研究与应用

《油气资源评价方法研究与应用》编委会 编

*

石油工业出版社出版

(北京安定门内外馆东后街甲30号)

胜利油田地质科学研究院印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 22 $\frac{3}{4}$ 印张 534千字 印1-1000

1988年2月北京第1版 1988年2月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0006-7/TE·7

书号: 15037·2857 精装定价: 6.00元

前 言

迄今为止，石油和天然气仍是能源的重要组成部分。几十年来我国石油工业迅速发展，从一九七八年年产油量超过一亿吨，进入世界产油大国行列以来，产量仍逐年稳步增长，对国民经济发展起到了重要作用，在社会主义建设事业中作出了重大贡献。

今天，石油—这种不可再生的能源，在中国的发展前景如何？这已是众所关注的问题。要想回答这一问题，首先就要进行油气资源评价。

油气资源一般是指赋存在地壳中的气态、液态和固态烃类，它包括已发现的和尚未发现的、具有经济价值的（在目前技术、经济条件下）和经济价值较次的地下油气的可能的蕴藏量。因此，目前已发现的石油、天然气储量仅是油气资源的一小部分。

油气资源评价就是对地下油气蕴藏量的预测。为此，首先要研究油气生成、运移、聚集及油气藏形成与分布规律等问题，从而预测油气资源的分布范围；其次要采用多种定量计算方法，进行一个盆地、一个地区以至全国范围的油气资源量的计算。由于一个地区油气资源量既受到地质条件的控制，又受到勘探程度、勘探开发技术与经济条件等因素的影响，因此，资源评价还要进行包括勘探风险分析在内的技术与经济评价。

由于油气资源评价，特别是定量评价成果，是制订国家能源政策和编制油气发展规划的重要依据。因此，国外一些主要产油国都十分重视此项工作。六十年代以来，美国、苏联和加拿大等国相继成立了油气资源评价的专门机构，并对本国油气资源作了系统评价。七十年代这一工作又有了新的发展。当今世界上几乎所有大石油公司都设有专门的资源评价机构。资源评价已成为油气勘探工作中的重要程序之一。每个新区勘探首先都要进行资源量预测，并在进行地质风险与经济效益评价后才决定是否钻探。

我国的油气资源评价工作早在三十年代末、四十年代初就进行过。当时一些地质家根据地质调查资料预测了中国的石油储量。新中国成立后，随着勘探工作的发展，石油工业部每年都对各探区（盆地）进行资源评价，预测有利地区，并在五十年代、六十年代初进行了全国的油气资源评价与远景预测。地质矿产部、中国科学院等单位也进行过多次油气资源预测。七十年代以来，由于有机地球化学的进展，以及计算机技术的广泛应用，资源评价研究逐渐由定性向定量方向发展。在此基础上，石油工业部从一九八一年开始，组织了二十六个石油企、事业单位及研究院所，八百四十多名专业人员，经过五年时间，先后完成了三十三个盆地或地区（包括海域）的油气资源评价研究。并对全国陆上及沿海大陆架内的中、新生代沉积盆地及大部分古生界分布区油气（包括煤成气）的资源量进行了预测。

这次资源评价工作是石油系统“六五”期间有组织的、全面的、系统的科技攻关。资源评价基础研究扎实，使用方法先进，评价工作系统。其评价范围之广泛，研究程度之深入，在我国石油发展史上都是少见的。这些评价成果已成为编制“七五”期间石油工业发展规划和勘探部署的重要依据。

为了系统总结这次资源评价研究成果,使之更好地指导油气勘探,并为今后更深入的油气资源评价研究积累必要的材料,石油部按构造、生油、沉积相、煤成气、评价方法及油气藏综合评价等六个专题编辑出版“油气资源评价研究丛书”。

《油气资源评价方法研究与应用》是“油气资源评价研究丛书”之六。本书共收集了十七个单位三十一篇论文,这些论文反映了我国当前在生油量计算、资源量预测等方面所采用的二十多种方法的研究和应用现状。

本书在撰写中各油田、研究院(所)提供了大量研究成果,在此谨向那些对本书给予支持的同志们致谢。并对为本书编辑、出版做出贡献的胜利油田的领导、科委、地质处、地质科学研究院表示感谢。

《油气资源评价方法研究与应用》编委会

序

石油资源是发展石油工业的物质基础。成语“凡事豫则立，不豫则废”说明了预测石油资源的重要意义。因此，认真地研究有效的预测方法，准确地预测我国的石油资源，成为石油部门的重要课题。

预测可以区分为两类，一类是以统计学为基础、统计量为对象的统计预测；另一类是以信息学为基础、信息为对象的信息预测。统计预测是基本唯象的。信息预测既可以包括唯象的，也可以包括唯理的成分。

石油资源评价的实质是对特定地质体系的含油性预测，是将已获得的各种地质信息联系起来，经过加工处理，最后转化为评价地区中石油资源在空间的位置和数量分布的概念。这个转化包括两个基本过程，第一个过程是由主观选取地质体系，建立能为大家共同理解的预测模型，模型可以理解为介体对体系作用后的映照，介体包括主观观点和客观工具。第二个过程是以模型为信源，再由介体对模型作用后的映照作为预测结论。

预测是带有主观性的，有人认为预测中的模式识别是科学加艺术。所以，对同一地区的资源评价并不存在唯一的预测方法。据不完全统计，目前世界上已有的资源评价方法多达几十种，国内常用的方法也有二十几种。然而，至今尚无一个被公认的统一方法分类。但是，按模型性质，这些方法都可归入确定型与随机型两类模型。

从客观体系中，以主观定义的信息来建立模型，存在着主客观之间的矛盾。由模型得到的预测值和体系实际观察到的对应值，在一般情况下并不相同，即存在预测精度问题。对于确定型模型，如果模型的预测值与体系的实测值之间的近似程度，合乎主观要求时，可以得出“几乎如此”的预测结论。对于随机型模型，预测值常常是模型给出的随机变量分布的数学期望。如果模型的预测值与体系的实测值之间的可能程度，合乎主观要求时，可以得出“可能如此”的预测结论。

尽管世界无时不在变化，但在一定的时间、空间内，体系的某些因素变化很小，可以暂时认为是不变的。那么，守恒原则就是某些体系的预测基础。近年预测中，最重要的连贯原则与类推原则都是以守恒为基础的。模拟是相似原理的扩张，而相似原理也是以守恒为根据的。类比是守恒到相似的扩张继续，已不再局限于定量的比例关系。类比预测可以从两个体系中，已确知的互相类似的性质，预测尚未确知的互相类似的性质。例如：两个地质体系的成因相似，含油气性质也可能相似。

从学科发展角度看，这个论文集是预测工作在目前石油勘探领域中生产实践的小结。其中的多数论文，从稳定体系出发，采用了以数理统计为工具的随机型模型；少数采用了以数值模拟为工具的确定型模型。有的论文从复合体系或模糊体系出发，采用了信息叠合或模糊集合预测方法。有的论文也涉及到专家系统与德尔菲技术。这个论文集的及时编辑出版是很有意义的。这对我国今后进一步开展石油资源评价有一定参考价值。

翁文波
一九八六年

目 录

一种利用干酪根热裂解参数计算生油量的方法·····	高瑞祺	(1)
石油资源量计算及勘探效果预测数学模型的建立和应用·····		
·····	甘 前 李世荣	(11)
预测含油气有利地区的趋势面分析方法·····	岑 梅 杨庆元	(27)
用时温指数直接计算生烃量的方法及其在松辽盆地南部的初步应用·····		
·····	关增森 张英岐 徐兑昌	(33)
齐波夫定律在辽河盆地地下第三系油气资源预测中的应用·····		
·····	王明武	(42)
沉积盆地油气生成量模拟计算方法·····	刘天忠 秦若辙	(49)
盆地模拟方法及其应用·····	韩玉笈 王 捷 毛景标	(58)
差值趋势面分析·····	阎汉杰	(77)
蒂索法研究及其在东营凹陷生油潜力评价中的应用·····	王金柏	(83)
广义对应分析·····	阎汉杰	(91)
用改进的蒂索法和沥青A法测算冀中坳陷油气资源量·····		
·····	罗 强 巢泽林 常建民	(105)
多元回归分析在东濮凹陷油气资源评价中的应用·····	朱子仁 黄锡牛	(116)
泌阳凹陷砂岩上倾尖灭圈闭的预测和资源评价方法·····	朱绍壁 刘来民	(125)
江汉盐湖盆地使用氯仿沥青A法测算石油资源量的探讨·····		
·····	江继纲 陈德土	(133)
石油资源量计算方法在苏北高邮凹陷的应用与探讨·····	黄宛平 刘东鹰	(143)
CY-85油气资源评价系统·····	陈子恩 陈绥祖	(151)
评价高成熟源岩产烃能力的有机碳质量平衡法·····	陈子恩	(165)
滇黔桂海相地层普查区油气资源评价方法·····	邓宗淮	(176)
古地貌法及其在陕甘宁盆地油气资源评价中的应用·····	凌升阶	(184)
准噶尔盆地油气资源评价方法及其应用·····	吴庆福 董广华	(194)
中国大陆架早期油气资源评价方法·····	龚再升 吴立真 王伟元	(207)
油气资源评价专家系统的初步设计·····	吴立真 王伟元 戎权令	(219)
模糊数学法对局部构造圈闭的评价·····	张守本 赵旭东	(226)
地震HCI技术应用偏差趋势面分析寻找含油气有利地区的探讨及其应用·····		
·····	张守本 丁绍华	(233)

预测含油气有利地带的多种信息叠合评价法.....	赵旭东	(242)
蒙特卡罗法在石油资源评价中的应用.....	赵旭东	(254)
构造应力场数学模拟方法.....	王孝陵	(267)
珠江口盆地石油资源评价方法研究.....	武守诚 王幼梅	(280)
石油勘探进程中的几种资源评价方法.....	王幼梅	(292)
多元回归在油气资源量计算中的应用.....	唐振宜 翁维瑾 贾维同	(304)
氯仿沥青A法在统一测算全国油气资源量中的应用.....		
.....	李惠芬 盛志伟 董大忠	(313)
Symposium on Methodology and Application of		
Oil & Gas Resources Evaluation—Preface.....		(321)
Contents.....		(323)
Abstracts.....		(325)

一种利用干酪根热裂解参数 计算生油量的方法

高 瑞 祺

(大庆石油管理局勘探开发研究院)

[摘要] 利用从生油岩中提取的纯干酪根与各种矿物基质掺合,在法国Rock-Eval生油岩分析仪上进行热裂解模拟实验,测得各项参数,定量评价生油岩。这个方法既考虑了生油岩中干酪根的原始数量和类型、干酪根在生油气过程中的时间和温度关系,又考虑了生油岩中干酪根在生油气过程中粘土矿物的吸附因素。

前 言

根据干酪根热降解成油理论,生油岩的油气生成量主要取决于生油岩中干酪根的数量、质量及干酪根成熟度。因而,近几年出现了许多考虑上述因素的生油量计算方法。如B. P. 蒂索(Tissot, 1980)等人不断完善的干酪根热降解数学模型^[1],D. W. 瓦普莱斯(Waples, 1980)^[2]修正的N. V. 洛帕廷(Lopatin, 1971)^[3]的时温指数(TTI)等等。这些计算方法,较之以往的方法向前发展了一大步,但由于某些参数选择上的困难,因而在国内的应用并不十分广泛。

目前,国外一些大石油公司在计算生油量时开始采用干酪根热模拟烃产率参数。1982年笔者等^[4]根据生油岩中干酪根类型(T)、干酪根所经历的温度(T)和时间(T)等三个因素,利用干酪根热裂解生烃模拟实验测得的烃产率(β),提出了一种对生油岩进行定量评价的TTT法(简称三T法)。

三T法采用不同类型干酪根在不同演化阶段上的裂解烃产率、有机质恢复系数、有机碳、氯仿沥青A和总烃等五个参数,求取原始干酪根的含量和特定成熟阶段的某种干酪根的实际生烃量。这个方法在估计时间和温度对烃类生成量的影响上比洛帕廷的方法简便,在计算不同类型干酪根的生烃量时,没有采用蒂索的方法,而是采用干酪根热裂解生烃模拟的实测数据,其计算结果比较真实地反映了地质情况。

生油岩中矿物基质的存在对干酪根生成的烃有明显的吸附作用。本文在三T法的基础上,利用干酪根与四种矿物基质按不同比例掺合在Rock-Eval生油岩分析仪上测得的烃产率,求取不同矿物的烃吸附率(γ),在生油量计算方法中进一步考虑了矿物基质对干酪根生烃过程的吸附作用。

一、计算公式

本计算方法的核心问题是恢复未成熟生油岩中的干酪根总量，确定不同类型干酪根在已知成熟度上的热裂解烃产率和不同矿物基质的烃吸附率。

生油岩中残留干酪根含量，可用岩石中有机物质含量与氯仿沥青A含量的差减求出。有机质恢复系数为 α ，单位重量生油岩的残留干酪根含量为 $K_{残}$ ，则

$$K_{残} = \alpha \cdot C - A \quad (1)$$

式中 C——实测单位重量生油岩中有机碳含量；

A——实测单位重量生油岩中氯仿沥青A含量。

不考虑矿物基质的吸附烃，单位重量生油岩中干酪根实际生成的烃量（以 $Q'_{单}$ 表示）可用两种方法求出。

一种方法是用单位重量生油岩中原始（或未成熟）干酪根含量（ $K_{原}$ ），减去单位重量生油岩中残留干酪根含量求出，即为：

$$Q'_{单} = K_{原} - K_{残} \quad (2)^{\downarrow}$$

另一种方法是用单位重量生油岩中原始干酪根含量乘上该生油岩所处成熟阶段的干酪根热裂解烃产率系数（ β ）求出，即为：

$$Q'_{单} = \beta \cdot K_{原} \quad (3)$$

因（2）和（3）式恒等，则

$$K_{原} = \frac{K_{残}}{1 - \beta} \quad (4)$$

将（4）式代入（3）式，即为：

$$Q'_{单} = \frac{\beta}{1 - \beta} \cdot K_{残} \quad (5)$$

将（1）式代入（5）式，则单位重量生油岩中的干酪根实际生成量为：

$$Q'_{单} = \frac{\beta}{1 - \beta} (\alpha \cdot C - A) \quad (6)$$

考虑到干酪根在生油岩中实际生成的烃量有相当一部分被矿物基质吸附，那么单位重量生油岩的烃产量应为：

$$Q_{单} = (1 - \gamma) \cdot \frac{\beta}{1 - \beta} \cdot (\alpha \cdot C - A) \quad (7)$$

式中 γ ——矿物基质的烃吸附率。

¹ 式中少量杂原子化合物和非烃气体，忽略不计。

这样，对于给定体积的生油岩的烃产量应为：

$$Q_{\text{生}} = \frac{\beta \cdot (1 - \gamma)}{1 - \beta} \cdot (\alpha \cdot C - A) \cdot S \cdot H \cdot D \quad (8)$$

式中 S——已知成熟度的生油区面积；

H——已知成熟区的生油岩中的暗色泥岩厚度；

D——生油岩的相对密度。

如果计算初次运移量，用 $Q_{\text{生}}$ 减去生油岩中总残留烃量，即可获得：

$$Q_{\text{运}} = Q_{\text{生}} - Q_{\text{残}} = \left[\frac{\beta \cdot (1 - \gamma)}{1 - \beta} \cdot (\alpha \cdot C - A) - HC \right] \cdot S \cdot H \cdot D \quad (9)$$

式中 HC——单位重量生油岩总烃含量，一般为大于 C_{15} 的烃含量，有条件的情况下，应加上小于 C_{15} 的烃含量。

上述公式计算的生烃量，根据氯仿沥青A或原油的族组成，可换算成氯仿沥青A生成量或原油生成量。

二、 α 、 β 、 γ 值的确定

(一) 有机质恢复系数 (α)

通常现代沉积的有机质恢复系数取1.60，古代沉积的有机质恢复系数取1.22。通过计算，松辽盆地白垩纪生油岩的有机质恢复系数为1.44。

(二) 干酪根热裂解烃产率 (β)

选择7块三种类型未成熟干酪根样品（表1），在法国Rock-Eval生油岩分析仪

表1 热裂解模拟生烃实验样品原始数据表

干酪根类型	盆地名称	井号	层位	井深 (m)	镜质体反射率 (%)	H/C 原子比	O/C 原子比	岩石氢指数 (数1)	岩石氧指数 (数2)
I 类	松辽	杜402	青二、三段	1212.0	0.46	1.44	0.06	900	49
	松辽	喇7-261	青二、三段	832.0	0.39	1.43	0.11	670	16
II 类	南襄	泌74	核三段	2726.3	—	1.19	0.07	361	21
	松辽	鱼3	嫩一段	1316.0	—	1.30	0.10	719	22
	松辽	长3	青一段	365.0	0.40	0.90	0.09	702	11
III 类	陕甘宁	胡43	长七段	1217.0~1226.0	0.57	0.81	0.06	112	15
	陕甘宁	华11	延四段	1135.0~1141.0	—	0.59	0.13	43	27

1) mg (烃) / g (有机碳)；2) mg (二氧化碳) / g (有机碳)。

上进行热裂解模拟生烃实验。其方法是：称取0.01g100目以下的样品，放入样品舟内，再置于热解室内。在氦气流中以25℃/min程序升温至150℃或200℃，当恒温出现P₂峰后，继续以25℃/min程序升温至250℃，当恒温出现P₂峰后，再继续以25℃/min程序升温至300℃……，以50℃为一个测量点，直至温度升至599℃，恒温出现P₂峰为止。这样，便可获得各个样品在200℃、250℃、300℃、350℃、400℃、450℃、500℃、550℃和599℃等不同温度段上的热裂解烃产率和累积热裂解烃产率（表2、图1）。模拟温度250℃、300℃、350℃、400℃、450℃和500℃温度点上相对应的镜质体反射率分别为0.3%、0.4%、0.5%、0.8%、1.4%和1.8%。

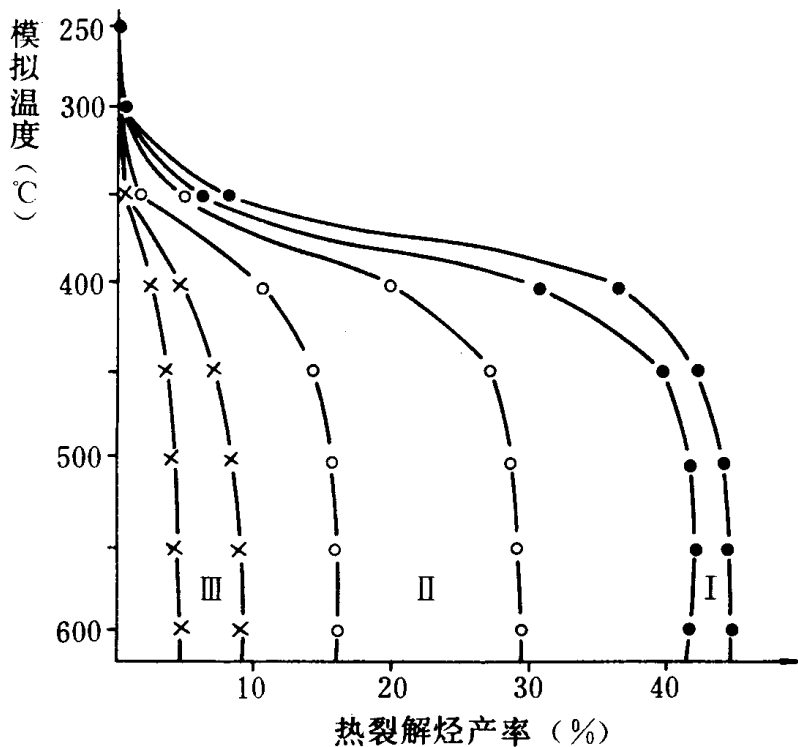


图1 三种类型干酪根热裂解烃产率曲线

从表2和图1中可以看出，不同类型干酪根的热裂解累积最大烃产率是不同的，其中I类干酪根最大，为43%左右，III类干酪根最小，为6%左右，II类干酪根为16~28%。

(三) 矿物基质的烃吸附率 (γ)

J·埃斯皮塔利亚 (Espitalié) 等1980年报导了矿物基质对干酪根生成烃的吸附作用^[5]，并作出了不同矿物基质对烃的吸附曲线。

本文选用四种矿物基质（伊利石、蒙脱石、高岭石、非粘土矿物）单独或按不同组合与I类干酪根掺合，或者伊利石分别与I、II、III类干酪根掺合，在生油岩分析仪上进行模拟实验。模拟条件是在氦气流下进行的，气体流速为60ml/min，加热温度从300℃到550℃，程序升温为25℃/min，进样方式分为：

表2 不同类型干酪根热解模拟烃产率表

类型	井号	不同模拟温度下累积热解烃产量 (mg/g)											最大烃产率 (%)
		150℃	200℃	250℃	300℃	350℃	400℃	450℃	500℃	550℃	599℃		
I 类	杜402	—	0.737	1.537	3.560	51.460	341.457	411.136	415.743	417.210	417.453	41.7	
	喇7-261	—	0.643	1.993	10.920	735.590	296.383	432.115	439.005	441.652	—	44.1	
	鱼3	0.757	1.564	3.184	12.591	72.937	244.779	273.905	277.845	278.985	279.138	27.9	
II 类	泌74	0.220	1.187	2.900	5.133	17.650	180.665	240.798	244.588	246.375	—	24.6	
	长3	—	0.287	0.914	2.004	15.717	112.916	153.522	158.945	161.765	162.212	16.2	
III 类	胡43	0.410	0.783	1.910	3.563	11.056	40.846	69.266	77.246	79.779	—	7.98	
	华11	0.453	1.400	2.653	4.933	8.58	22.567	35.700	42.907	45.160	—	4.52	

1. 干酪根固定为 1 mg，伊利石、蒙脱石、高岭石和非粘土矿物分别为 10、20、30、40、50、60、70、80、90 mg（I 类干酪根的结果见表 3、图 2）。实验证实，矿物基质的烃吸附能力是：伊利石大于蒙脱石、蒙脱石大于非粘土矿物，非粘土矿物大于高岭石，并且吸附量变化最明显段的矿物与干酪根的重量比为 1~40 之间。对于 I 类干酪根来说，伊利石的最大吸附率为 67%，蒙脱石的最大吸附率为 59%，非粘土矿物的最大吸附率为 53%，高岭石的最大吸附率为 45%。

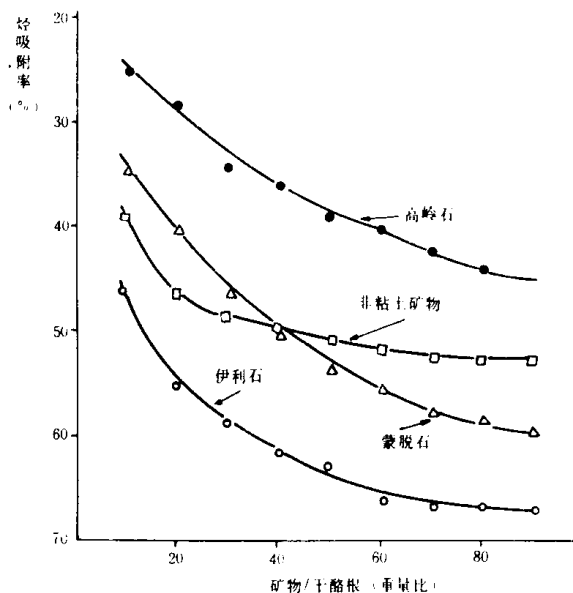


图2 四种矿物与 I 类干酪根掺合后烃产率变化图
(据徐振泰, 1982)

表3 热裂解 I 类干酪根与各种矿物基质掺合物的烃吸附率 (%)

矿物与干酪根重量比	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
伊利石	0	46	55	58	61	62	66	66	66	67
蒙脱石	0	34	40	46	50	53	55	57	58	59
高岭石	0	25	28	34	36	39	40	42	44	45
非粘土矿物	0	39	47	49	50	51	52	53	53	53

2. 用 1 mg I、II 或 III 类干酪根分别与 10、20、30、40、50、60、70、80、90 mg 伊利石掺合进行热模拟实验，结果见表 4 和图 3。从表 4 中数据可以看出，与 III 类干酪根掺合的伊利石吸附力最强，吸附率最高为 82%，平均为 77%，与 I 类干酪根掺合的伊利石吸附能力最弱，吸附率最高为 67%，平均为 61%。

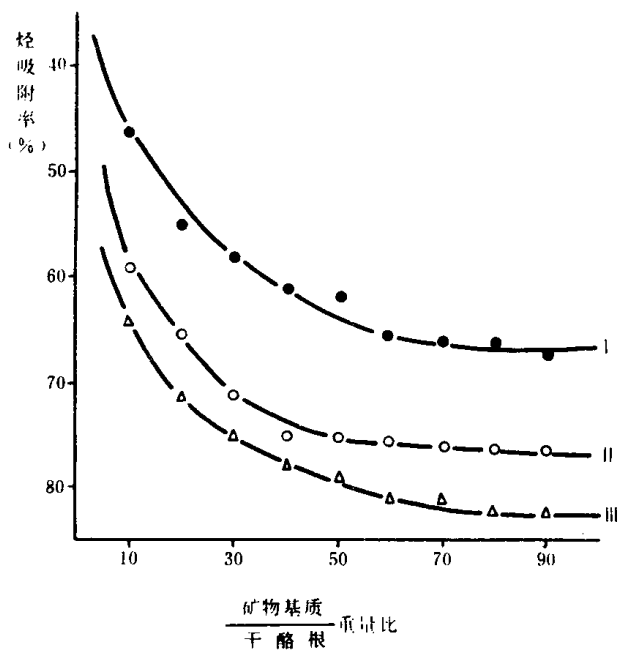


图3 伊利石与三种类型干酪根掺合的烃吸附率曲线

表4 热裂解伊利石与三种类型干酪根掺合物的烃吸附率 (%)

矿物与干酪根的重量比	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
I类干酪根	0	46	55	58	61	62	66	66	66	67
II类干酪根	0	59	65	71	75	75	75	76	76	76
III类干酪根	0	64	71	75	78	79	81	81	83	82

一般泥质生油岩中干酪根含量为0.5~10%，矿物基质含量为90~99.5%。因此，上述实验结果适用于绝大多数地区的泥质生油岩。

松辽盆地干酪根在生油岩的百分含量 I类平均为4%左右；II类平均为2%左右；III类为1%左右。伊利石在干酪根生油岩的百分含量 I类平均为25%左右；II类平均为40%左右；III类平均为60%左右。非粘土矿物在干酪根生油岩的百分含量 I类为70%左右；II类为55%左右；III类为35%左右。蒙脱石和高岭石在各类生油岩的百分含量一般不超过10%。

知道生油岩中干酪根和矿物基质的含量及重量比，根据干酪根与单一矿物基质的烃吸附率曲线或吸附率就可以求出总吸附率。例如，松辽盆地喇7-261井一块生油岩样

品,干酪根类型属于 I类,干酪根含量为3.73%,矿物基质的含量为96.27%,非粘土矿物占矿物基质的75.3%,伊利石占矿物基质的24.7%。根据表3,非粘土矿物与 I类干酪根掺合的最大吸附率为53%,伊利石与 I类干酪根掺合的最大吸附率为67%,这块样品的矿物基质由非粘土矿物和伊利石组成,其总烃吸附率应界于53%和67%之间,为简便计算,假设吸附率均匀变化,那么75.3%的非粘土矿物的吸附率应为 $53\% \times 75.3\% = 39.9\%$,24.7%的伊利石的吸附率应为 $67\% \times 24.7\% = 16.5\%$,二者相加即为总吸附率56.4%。

计算 II类或 III类干酪根生油岩的吸附率,需要按上述方法用 II类或 III类干酪根分别与四种矿物基质掺合进行模拟实验,求出相应的参数。不同盆地干酪根类型不同,生油岩中的矿物基质的种类也不同。因此,必须细分干酪根类型,结合本盆地生油岩矿物基质特征进行不同模拟实验,获得更可靠的计算参数。

根据松辽盆地12块生油岩样品的平均数据,三类生油岩的平均烃吸附率分别为54.55%、64.00%、70.29%(表5)。

表5 松辽盆地三类生油岩平均烃吸附率

生油岩中干酪根类型	干酪根含量 (%)	矿物与干酪根重量比	伊利石含量 (%)	蒙脱石含量 (%)	高岭石含量 (%)	非粘土矿物含量 (%)	平均烃吸附率 (%)
I类干酪根	3.88	24.8	25.0	0.4	3.2	71.4	54.55
II类干酪根	1.78	55.2	38.6	1.8	2.6	57.0	64.00
III类干酪根	1.00	99.0	57.7	4.7	3.6	33.8	70.29

三、计算实例

以松辽盆地青一段生油层为例进行计算。

(一) 恢复古地温史

松辽盆地主要生油区现今地温梯度为 $3.7 \sim 4.4^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。如果按 $4.4^\circ\text{C}/100\text{m}$ 计算,生油门限($R_o=0.5\%$)深度(1,350m)上的现今地温为 59.4°C ,生油主峰($R_o=1.0\%$)深度(1,860m)上的现今地温为 81.8°C ,干气大量生成($R_o=2.0\%$)深度(2,800m)的现今地温为 123.2°C ,与目前公认的白垩纪石油形成的上述阶段的地温值分别差 20°C 、 30°C 、 40°C 左右,出现与杜阿拉盆地(B. P., Tissot and T. Espitalié, 1975)相类似的情况^[6],即用现今地温梯度无法解释所观察到的烃类分布特征。如果以 R_o 为1.5%的2,447m处的古地温为 137°C ,而不是现今地温 107.7°C 计算,则松辽盆地青一段沉积时的最大古地温梯度为 $5.6^\circ\text{C}/100\text{m}$ ^[7]。高古地温梯度经过110百万年降至现今的 $4.4^\circ\text{C}/100\text{m}$,按时间分配,则早白垩世末为 $5.2^\circ\text{C}/100\text{m}$,白垩纪末为 $5.0^\circ\text{C}/$

100 m, 老第三纪末为4.7°C/100m。

(二) 生油层在各地质时期的生油门限值

生油层生油门限的温度随地质历史的加长逐渐降低, 生油门限的深度逐渐变浅, 反映了生油岩成熟过程中的时间和温度的补偿关系。

本文采用修正康南公式截距的办法求得生油层在各地质时期的生油门限值。首先把青一段生油层的年龄(110 Ma)和生油门限的现今地层温度(59.4°C)代入康南公式。

$$\log t(10^6 a) = 3.014 / T - 6.498$$

获得修正截距为7.026。利用修正后的公式

$$T(^{\circ}K) = \frac{3.014}{\log t + 7.026}$$

可计算出青一段生油层在各地质时期的生油门限的温度, 再根据古地温梯度计算出生油门限深度(表6)。

表6 青一段生油层在各地质时期的生油门限值

地质时期	早白垩世末	白垩纪末	老第三纪末	现 今
距今时间	75 Ma	65 Ma	25 Ma	0
地温梯度	5.2°C/100 m	5.0°C/100 m	4.7°C/100 m	4.4°C/100 m
生油门限温度	78.7°C	74.3°C	63.6°C	59.4°C
生油门限深度	1513 m	1486 m	1353 m	1350 m

(三) 恢复最大埋深, 确定生油期, 圈闭生油区

地层埋藏史的恢复, 主要通过地层等厚图和等深图进行。古埋深 = 现今埋深 - (剥蚀厚度 - 剥蚀面以上的地层厚度)。

生油期, 主要根据表6中不同地质时期的生油门限深度在地层埋藏曲线上确定。

生油区的圈定, 首先确定四个地质时期的四个演化阶段的深度值, 然后在生油层底面古构造图上圈定各地质时期不同演化阶段的生油区范围。

(四) 计算步骤

1、准备如下图件

- (1) 不同地质时期不同成熟阶段生油区面积图。不同成熟阶段按 R_o 为0.5% ~ 0.8%、0.8% ~ 1.0%、1.0% ~ 1.3%、>1.3%划分;
- (2) 生油区内暗色泥岩等厚图;
- (3) 生油区内有机碳含量平面分布图;
- (4) 生油区内氯仿沥青A含量平面分布图;
- (5) 生油区内总烃含量平面分布图。