

油气成藏研究系列丛书·卷一

油气成藏机理及油气资源 评价国际研讨会论文集

油气成藏研究系列丛书编委会 编



石油工业出版社

532

油气成藏研究系列丛书 (卷一)

登录号

0232685

分类

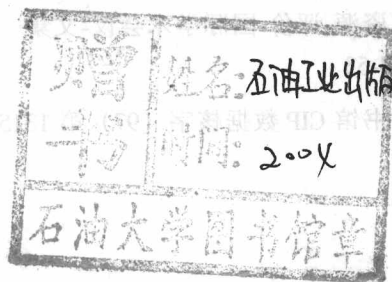
P618.13-532

种次

002

油气成藏机理及油气资源评价 国际研讨会论文集

油气成藏研究系列丛书编委会 编



石油大学

0250284

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是油气成藏研究系列丛书的卷一,为1996年7月31日~8月3日在石油大学(北京)召开的油气成藏机理及油气资源评价国际研讨会的优秀论文汇编。全书包括生、储、盖层与油气成藏,构造特征与油气成藏,应力场、流体场、温度场与油气成藏,油气成藏的石油地质综合研究,以及油气资源评价等五部分。这一主题的研讨会的召开和这一内容的论文集的出版在我国均属首次。论文的内容丰富、新颖,充分显示了多学科综合研究石油地质问题的优越性。本书的成果反映了上述研究领域的最新进展和研究现状。

本书可供从事石油地质学科各领域的科研、教学和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

油气成藏机理及油气资源评价国际研讨会论文集/油气成藏研究系列丛书编委会编.

北京:石油工业出版社,1997.5

(油气成藏研究系列丛书;1)

ISBN 7-5021-2075-0

I. 油…

II. 油…

III. ①油气藏-矿床成因论-国际学术会议-文集

②油气资源-评价-国际学术会议-文集

IV. P618.13-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 13150 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京宇辰贸易公司激光照排部排版

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 544 千字 印 1—1000

1997 年 5 月北京第 1 版 1997 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2075-0/TE·1751

定价: 35.00 元

油气成藏研究系列丛书编委会

主任：张一伟

副主任：丁贵明 石宝珩 高瑞祺 李德生 戴金星

委员（按姓氏笔划为序）：

王志章 王宜林 王捷 方朝亮 刘洛夫 关德范

张万选 张厚福 吴元燕 吴胜和 陈章明 金之钧

周光甲 庞雄奇 郝石生 胡光灿 查明 贾承造

蒋有录 谌卓恒 曾溅辉 熊继辉 熊琦华 潘元林

蔡希源

序

油气藏作为油气勘探活动最终要发现并进行开采的目标，一直受到石油地质学家及勘探学家的重视。研究油气藏的形成过程，总结油气藏的时空分布规律及其主控因素，不但可以直接指导油气田勘探开发的实践活动，同时又是石油地质理论的核心内容。几十年来，石油地质学者致力于油气成藏机理的研究，取得了大量的研究成果，但是，由于油气藏形成过程复杂，学科涉及面广，致使油气成藏研究至今仍为石油地质理论中最为薄弱的环节。许多有关油气生成、运聚和保存的重大理论和实际问题，目前仍有很多模糊之处，从而直接阻碍着盆地模拟技术、圈闭评价技术和油气成藏描述技术的发展，影响着油气勘探向更广、更深的领域发展。传统的油气地质理论在不少方面已不能满足生产的需要，客观上要求发展石油地质理论新的内容，以解决我国油气后备储量不足的现状。为此，中国石油天然气总公司设立了“九五”重点基础研究攻关项目“大、中型油气田成藏定量模式研究”，将通过多学科之间的有机配合和联合攻关，系统地研究油气成藏过程及其主控因素，确定各类油气藏的基本形成模式，这对于推动石油地质理论的发展，有效地解决当前油气勘探中的一些难题，提高勘探成效，都具有十分重要的理论意义和实用价值。

“大、中型油气田成藏定量模式研究”项目下设7个二级课题，即①油气藏类型、特点、分布规律及其主要控制因素研究；②典型区带油气藏解剖研究；③油气生成和排烃的定量模型；④油气成藏过程的动力学机制及定量模型；⑤油气藏的保存与破坏研究；⑥流体场、流体特征及其相互作用机理研究；⑦大、中型油气田成藏定量模式的综合研究。本项目瞄准世界石油地质研究前沿，选择石油地质学的核心问题和难度最大的问题——油气成藏动力学的定量研究作为主要攻关目标，以油气成藏研究为主线，采用地质研究、物理模拟研究和数值模拟研究相结合，定性分析与定量研究相结合，理论研究和实际应用相结合的方法，研究油气成藏过程中的作用机理、变化特征和分布规律，为我国复杂地质条件下的油气勘探准备地质理论，同时造就一批跨世纪的学科带头人。

为了推动我国油气地质理论和油气工业的发展，并使该项目有关的研究成果迅速转化为生产力，项目领导小组研究决定成立编辑委员会，编辑出版《油气成藏研究系列丛书》，及时报道项目的进展和取得的成就。丛书包括的主要内容有：油气成藏机理及油气资源评价国际研讨会论文集，国内外油气成藏研究情报调研报告以及上述各课题的研究成果。

我热忱地希望有更多的同行们加入到油气成藏研究行列之中，以加快油气成藏机理研究的步伐，为油气勘探工作夯实更扎实的理论基础。

张一伟

1997年4月，于北京

前言

中国石油天然气总公司“九五”重点基础研究攻关项目“大、中型油气田成藏定量模式研究”的设立在理论研究和勘探实践方面都具有重要的意义。众所周知，油气成藏机理研究对推动油气勘探起到了极其重要的作用。无论是19世纪建立的“背斜理论”，还是本世纪以来相继提出的“非背斜构造理论”、“异常压力圈闭理论”、“水动力圈闭理论”、“天然气动平衡理论”等等，都有效地指导了油气勘探。在我国，油气地质工作者根据陆相生油、储层非均质性等特点，联系中国特定的大地构造环境，建立了独特的陆相成油理论体系，对中国石油工业的发展起了决定性的作用。

“大、中型在油气田成藏定量模式研究”在立项论证之后，各专题的研究工作已全面展开。油气藏的形成是一个极为复杂的过程，从宏观上的盆地升降到微观上的毛细作用、分子扩散作用，控制因素众多，涉及到生物作用、化学作用、物理作用、地质作用以及天文作用等，而且还受到时空因素的制约，研究难度很大。因而，迫切需要动员更多的石油地质工作者投入该项工作，组织国内外有关专家进行商讨，广泛听取他们的意见和建议并收集更多的前人成果和资料。为此，石油大学（北京）在中国石油学会石油地质学会的支持下于1996年7月31日~8月3日召开了油气成藏机理及油气资源评价国际研讨会。这次国际会议除了对油气成藏机理问题进行讨论外，还对油气资源评价的研究成果进行了交流。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。国外一些主要产油国都十分重视此项工作。60年代以来，美国、前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；70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。我国石油系统也完成了第二轮资源评价工作。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。目前，由于计算机技术的飞跃发展，使得油气资源评价工作有了很大的进展。但是，我国的资源评价工作在一些基础研究、参数的确定等方面还较薄弱，而油气资源评价又与油气成藏研究有着密切的联系，因此，我们将其列为会议的一个重要议题。

这次会议共收到论文150多篇，与会的国内外代表160人，其中，有11名代表作了大会学术报告，93名代表在3个分会上宣读了论文，相当全面地反映了近年来国内外在油气成藏机理及油气资源评价领域中所取得的进展和成就，也代表了中国石油天然气总公司、海洋石油总公司、地质矿产部、中国科学院、国家地震局和国家教委等系统在与油气成藏机理及资源评价有关的学科领域内所做的工作。参加这次研讨会的还有来自美国、俄罗斯、挪威、澳大利亚、德国、加拿大等国的教授和留学生。会后，我们组织了专家对这次会议所有的论文进行认真评审，将其优秀论文收录在本论文集（用英文著的优秀文章将另行出版）。

为了更加鲜明地突出本次会议的主题——油气成藏机理研究与油气资源评价，我们对

入选的 60 篇文章没有按学科进行分类,而是按所研究的对象和内容与油气成藏的关系及在油气成藏过程中的作用分为五类:

(1) 生、储、盖层与油气成藏,这类文章共 10 篇。其中关于生油研究的文章 4 篇,主要从温、压模拟实验入手研究油气生成与成藏的关系;关于储层研究的文章 4 篇,是从储层地质、储层模拟方面来研究油气成藏;关于盖层研究的文章 2 篇,主要研究盖层封闭性与油气藏形成的关系。

(2) 构造特征与油气成藏,这类文章共 9 篇,主要研究构造活动、构造变形及圈闭形成与油气藏形成的关系。

(3) 应力场、流体场、温度场与油气成藏,这类文章较多,共有 25 篇。其中研究应力场与油气成藏的 8 篇;研究流体场与油气成藏的 15 篇,数量之多居各类文章之首,是本次研讨会最为活跃的主题;研究温度场与油气成藏关系的文章较少,只有 2 篇,当然,在应力场和流体场研究的文章中,有一些不同程度地涉及到温度场的研究。

(4) 油气成藏的石油地质综合研究,共 11 篇,主要从石油地质、计算机模拟、地球化学等方面研究油气成藏及其演化的机理。

(5) 油气资源评价,这类文章只有 5 篇。

本论文集从论文的征集至编辑出版过程中由刘洛夫同志统一组织及具体实施。

由于编者水平所限,难免出现错误和不足之处,敬请读者批评指正!

编者

1996 年 12 月 5 日

目 录

生储盖层与油气成藏

- 不同模拟方法得到的有机质生烃演化史的差别 邱楠生 (3)
- 海拉尔盆地煤岩实验模拟生、排油特征 刘晓艳 王子文 陈 昕 (8)
- 热解法评价中国西部某盆地某探井奥陶系碳酸盐岩生油岩
..... 刘洛夫 徐新德 康永尚 (12)
- 煤源岩综合定量评价方法探讨 王雅春 庞雄奇 卢双舫 陈章明 (18)
- 剩余油分布预测的新方法——岩石物理相分析
..... 吴欣松 熊琦华 彭仕宓 吴胜和 刘宇红 (23)
- 应用地质统计学和分形几何理论进行储层厚度定量预测
..... 李龙滢 钟宝荣 陈恭洋 刘 逸 (29)
- 储层随机建模与条件模拟的计算机实现 钟宝荣 李龙滢 陈恭洋 (34)
- H 凹陷火成岩储层研究 宁松华 (40)
- 塔东地区志留系盖层封闭性能演化与油气聚集 石 强 沈珏红 (44)
- 盖层封闭天然气有效性研究方法及其应用 吕延防 王清海 (49)

构造特征与油气成藏

- 塔里木盆地北部覆盖区的上第三系与第四系
..... 孙镇城 杨 藩 李东明 王洪江 刘生成 王 敏 (55)
- 塔里木盆地油气藏形成与分布的构造因素分析 汤良杰 刘和甫 蔡立国 (64)
- 四川盆地石炭系三大天然气成藏域 陈子恩 (68)
- 中国中西部寻找大中型气田的方向 彭作林 郑建京 (75)
- 松辽盆地大庆长垣以东地区断层体系的分形特征及其与深源气藏分布的关系
..... 刘晓冬 徐景祯 陈章明 申印章 (83)
- 塔中地区沉积波动过程及其对油气藏的控制作用 (以塔中 1 号油藏为例)
..... 刘国臣 张一伟 金之钧 李京昌 (87)
- 塔里木盆地不整合分布与油气的关系 王伟华 吕修祥 (93)
- 波动分析方法在三水盆地沉降史研究中的应用
..... 李京昌 金之钧 孙镇城 刘国臣 (98)
- 塔里木盆地西南坳陷柯克亚构造的形成与油气聚集规律 肖安成 (106)

应力场、流体场、温度场与油气成藏

- ✓ 油气运移与油气成藏系统分类 张义纲 (113)

东濮凹陷泥质岩油气藏及其形成机理初探	杨 雷 张金功 焦大庆 梁志刚 (117)
松辽盆地构造反转作用与油气聚集的关系	罗笃清 姜贵周 云金表 (122)
松辽盆地南部中新代构造应力演化及其对油气运移聚集的影响	田光荣 刘德安 崔学周 刘鸿友 (126)
构造应力与油气运移聚集的关系	曾联波 单业华 田崇鲁 (130)
葵花岛构造带应力场与油气运移聚集的关系	姚军辉 徐向华 黎玉战 王川 徐则民 (135)
东濮凹陷北部下第三系异常超压带内微裂隙排烃带的分布	张 祎 张金功 焦大庆 梁志刚 (139)
渤海湾某油田区构造应力场演化的三维数值模拟与断层开启性分析	杨友卿 洪汉净 马宗晋 (143)
塔里木盆地流体—岩石相互作用及模式	蔡春芳 梅博文 (149)
楔状地层岩性油藏中的异常油水分异	梁生正 吴小洲 (153)
塔里木盆地塔中隆起地质流体分析与油气成藏模式研究	康永尚 刘洛夫 金之钧 张一伟 吕修祥 (158)
CO ₂ 对 CH ₄ 溶解度的影响及其对天然气成藏的意义	胡文宣 陆现彩 符 琦 Zhenbao Duan (163)
油气垂向运移与复式成藏的动力学研究	张树林 田世澄 毕研鹏 张继国 (170)
溶质的扩散和地层水的对流	游革新 杨文宽 (175)
碎屑岩石油初次运移定量模型的研究现状和趋势	王学军 张守春 (179)
大系统动态分析方法描述地下油水运动状态	薛中天 王凤琴 杨 蔚 周建辉 (184)
临界油柱高度与浮力作用下石油的运移	武振坤 张金功 宗习武 王 建 (189)
液态烃二次运移的水动力模型	张博闻 丁文龙 李泰明 (194)
水—岩相互作用地球化学模拟研究现状与进展	蔡春芳 (199)
白音查干凹陷流体特征及油气成藏史分析	梁志刚 曲志浩 朱家蔚 (203)
压实流盆地石油二次运移动力分析	王志欣 信荃麟 (209)
东濮凹陷构造及水动力对油气成藏的控制	樊生利 (213)
油田开发动态分析新技术研究	薛中天 杨 蔚 李 论 王凤琴 (217)
天然气古扩散系数的恢复方法	付 广 陈章明 姜振学 (221)
石油的热蚀变和煤化沥青的成因	杨文宽 游革新 (226)

油气成藏的石油地质综合研究

油气成藏机理的研究现状与思路	张一伟 金之钧 曾斌辉 (231)
中国油气运移研究现状与今后的发展方向	张厚福 (237)
地质因素对源岩排烃作用的影响及其相对贡献大小定量评价	庞雄奇 陈章明 伊恩·勒奇 (242)

塔里木盆地志留纪砂岩固体沥青的形成机理	张景廉 (247)
白音查干凹陷油气藏形成要素	张亚敏 管穆兰 宁松华 (253)
东辛复杂断块油气田油气运聚成藏模式	蒋有录 刘 振 (257)
濮城油田油气藏形成条件及分布规律	曾大乾 李中超 赵其磊 毛立华 (261)
气藏剖面烃类垂向分布带状结构	王振平 王子文 付晓泰 陈 昕 (265)
吐哈盆地煤系地层油气藏形成条件与油气展布规律	方朝亮 张枝焕 潘继平 王井富 (269)
松辽盆地龙西地区葡萄花油层油藏类型及成藏条件研究	云金表 罗笃清 鲁 兵 (276)
克一乌断裂至黑油山的原油微生物降解作用	陈 昕 刘晓艳 许化政 (281)

油气资源评价

长芦构造勘探部署决策与经济评价	陈恭洋 王雪梅 徐伦勋 (287)
伊通地堑资源评价	崔学周 毛超林 景成杰 齐志彬 (292)
基于概率分析的区带油气资源量计算方法	徐景祯 刘晓冬 陈章明 高春文 (296)
风险和决策分析在某合同区石油勘探中的应用	张明印 傅小康 何士斌 (300)
油藏概率模型法计算油气资源量	许晓宏 李建华 田时芸 (305)
Abstract	(309)

生储盖层与油气成藏

不同模拟方法得到的有机质生烃演化史的差别

邱楠生

(石油大学, 北京昌平 102200)

摘 要 TTI法和有机质镜质体反射率演化模型(EASY% R_o)及干酪根降解动力学模型是目前较常用的模拟有机质成熟生烃演化的方法,但这些方法得到的结果有差别。本文通过实例比较了TTI法和EASY% R_o 法得到的有机质成熟生烃史的差别。由TTI法得到的有机质生烃期比由EASY% R_o 模型得到的要早、要短。同时,对于干酪根降解动力学模型提出了疑问。

沉积有机质受热成熟演化生烃是油气藏形成的最基本的物质条件和前提,准确计算有机质的生烃演化历史是正确判断油气藏形成期的关键所在。尽管油气藏在其后的演化过程中可能受构造运动的影响产生破坏和再聚集,但无疑有机质的生烃史对油气藏起到了决定性的作用。目前,研究有机质生烃演化的方法和指标有许多,常用的有TTI指标(Waples, 1980)、干酪根降解生烃的化学动力学方法(Tissot等, 1984)及与之相似的镜质体反射率化学动力学模型(Sweeny, 1990)。但从实际的结果来看,由各种方法得到的有机质生烃史有差别。而且对于干酪根降解动力学方法来说,至少有两点值得进一步探讨:即不同类型有机质的活化能分布问题和干酪根本身受热演化成烃的化学机理问题。

本文就以下两方面的问题进行探讨,以期得到同行学者们的注意和探讨,起到抛砖引玉的作用。一是比较由TTI法和EASY% R_o 法得到的有机质生烃史的差异;二是探讨干酪根化学动力学模型中存在疑问的地方。

一、由TTI法和EASY% R_o 法得到的有机质生烃史的比较

由Lopatin (1971)提出的用时间—温度指数(TTI)方法计算有机质的成熟生烃历史是最早用来研究沉积有机质成熟生烃的方法。该方法的假设是:温度每增加 10°C ,反应速度增加一倍。TTI法后来由Waples (1980)进行了修改和补充,使之完善并为后来的盆地模拟广泛应用。尽管Wood (1988)对Waples的TTI又作了部分修正,它基于Arrhenius方程并使用化学动力学方程建立TTI_{ARR}— R_o 关系,但目前有不少学者对TTI法中强调温度还是时间作用的说法并没有完全一致。有人认为TTI法强调了温度的作用(Ritter等, 1984),而有人则认为TTI法过分强调了时间的作用(Tissot, 1984, 1987)。这种认识上的不一致也导致了不同学者对TTI法计算结果的不尽相同。

随着盆地模拟技术和对干酪根热降解成烃理论的进一步发展,开始用干酪根降解的化学动力学反应方程来计算有机质的成熟生烃历史。Tissot (1984, 1988)的动力学模型是这

方面的杰出代表, 随后又提出了由于酪根活化能分布直接模拟镜质体反射率演化过程的方法 (Sweeny, 1989), Lawrence Livermore National Laboratories (LLNL) 则研究了镜质体组成的化学动力学模型, 通过模拟镜质体组分在演化过程中化学组成的变化, 计算镜质体反射率的变化历史, 从而得到有机质的成熟演化历史。Sweeny 等 (1990) 的模型是这方面的杰出代表, 其 EASY% R_o 模型是一个比较简便易行的模拟方法。

但在实际工作中, 我们发现用 TTI 法和 EASY% R_o 法计算的有机质生烃历史有差别, 有时甚至差别甚大 (图 1, 2, 各时期的古地温梯度由磷灰石裂变径迹分析和镜质体反射率模拟得到)。我们取 $R_o = 0.65\% \sim 1.3\%$ 为生油窗, $R_o = 1.0\%$ 为生油高峰。塔里木地满参 1 井用 EASY% R_o 方法计算的钻遇 S 底界进入生油门限的时间为 225Ma (图 1), 至今仍

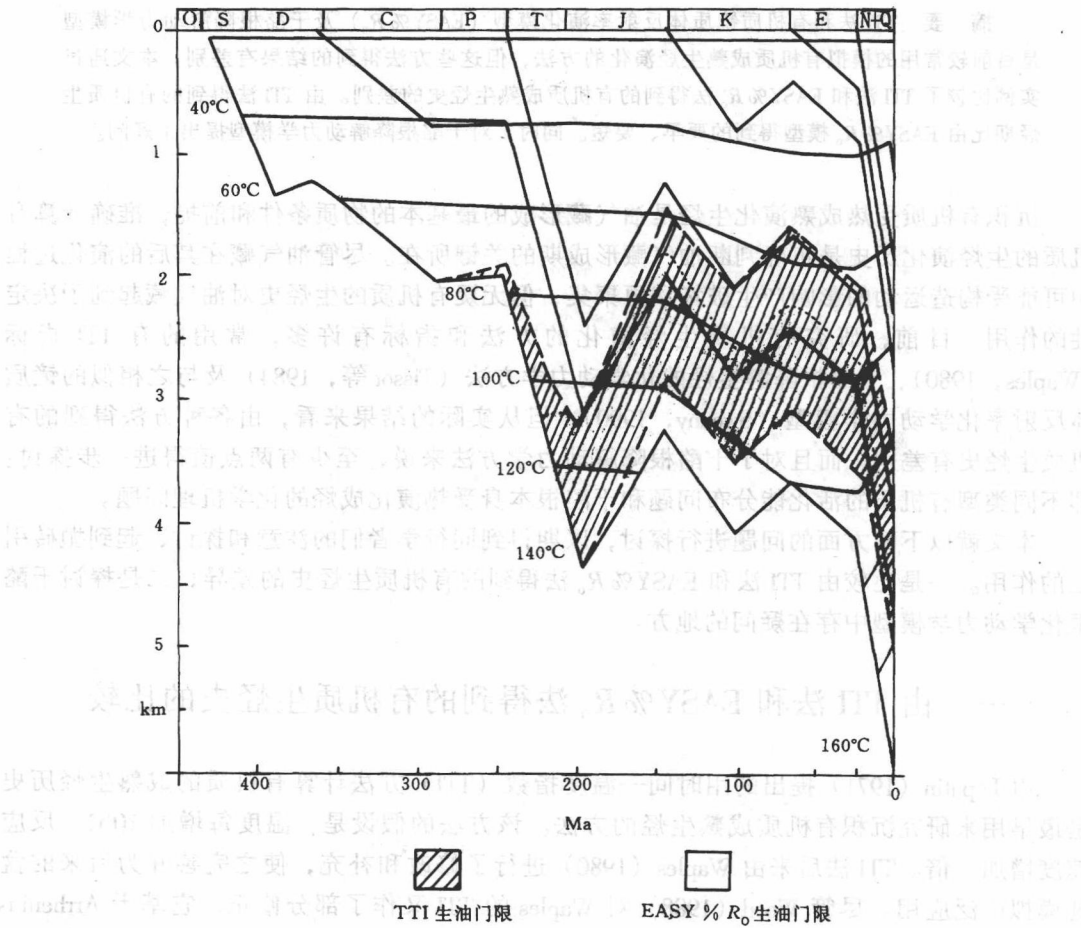


图 1 塔里木盆地满参 1 井的热史和生烃史图

在生油门限内; 而由 TTI 法得到的同层底界进入生油门限的时间 265Ma, 大大早于 225Ma; 而且在约 190Ma 时, 已出了生油门限进入生气阶段。辽河盆地东部凹陷牛 22 井的模拟, 也可得出相似的结果, 即由 EASY% R_o 方法得到的沙三底进入生油门限的时间为 30Ma (图 2), 在约 7.5Ma 时进入生气阶段; 而由 TTI 法得到的沙三底进入生油门限的时

间为 30.3Ma (与 30Ma 基本相同), 但它出生油门限进入生气阶段的时间却为 25Ma 左右, 大大早于上述的 7.5Ma。这两个盆地的其它井也得到了相似的结果。

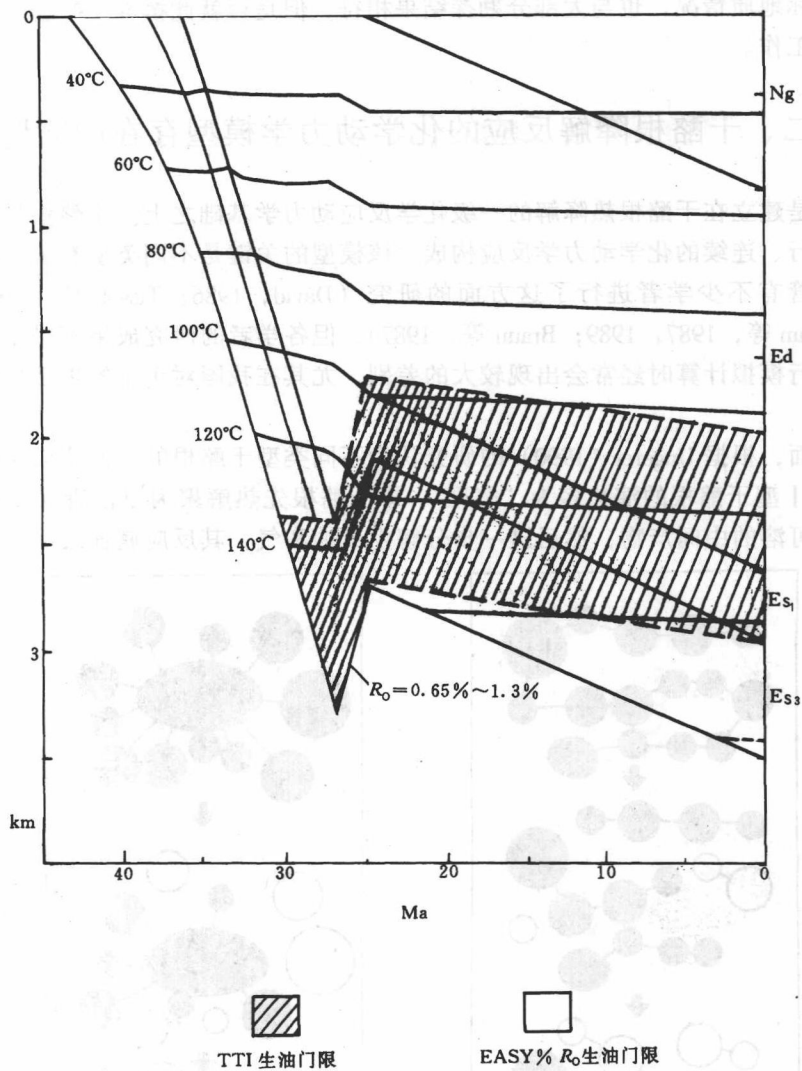


图 2 辽河盆地牛 22 井的热史、生烃史图

由此可以看出, 用 TTI 法算得的源岩进入生油门限的时间普遍早于由 EASY% R_o 方法得到的结果, 同样用 TTI 法算得的源岩出生油门限进入生气的时间也比用 EASY% R_o 方法算得的要早, 即由前者得到的生烃时间普遍比后者要提前, 而且生烃期也变短。两种计算结果差别的大小取决于盆地的沉积埋藏史和热演化历史, 对具体盆地要具体分析。造成这种差别的原因在于干酪根的热解反应速度常数 (k) 随温度变化的观点在这两种计算方法上的不同: TTI 法的 k 遵循 Van' t Hoff 规则, 即温度增加 10K, 反应速度为原来的 2 ~ 4 倍。Lopatin - Waples 的 TTI 法中 k 取 2; 而动力学模型中 k 由 Arrhenius 方程决定, $k =$

$A_{\text{exp}} (-E/RT)$ ，它考虑了有机质类型的差异，更加切合具体情况。

因此，在进行油气成藏分析时，对生烃史的研究要选择适当的模型，否则会导致对盆地成藏史研究的错误结论，甚至是悲观的论断。从实际应用结果来看，用 EASY% R_o 模型更能切合实际地质情况，也与大部分勘探结果相符，但是否就此摒弃 TTI 法，还有待进一步的探讨和工作。

二、干酪根降解反应的化学动力学模型存在的问题

该模型是建立在干酪根热降解的一级化学反应动力学基础之上。干酪根受热降解生烃由一系列平行、连续的化学动力学反应构成。该模型的关键是不同类型有机质的反应活化能分布。尽管有不少学者进行了这方面的研究 (David, 1986; Tissot 等, 1987; Sweeny, 1989; Burnham 等, 1987, 1989; Braun 等, 1987)，但各学者的研究成果不尽相同，使得应用该模型进行模拟计算时经常会出现较大的差别，尤其在我国对于干酪根活化能分布的研究很少。

另一方面，根据 Ungerer (1990) 的研究认为不同类型干酪根的热演化成烃机理是不同的 (图 3)。I 型干酪根的演化多为“解聚”，即干酪根先热解聚为以沥青质与胶质等较大分子为主的可溶的中间产物，然后进一步分解生成油和气，其反应属连续反应的机制；III

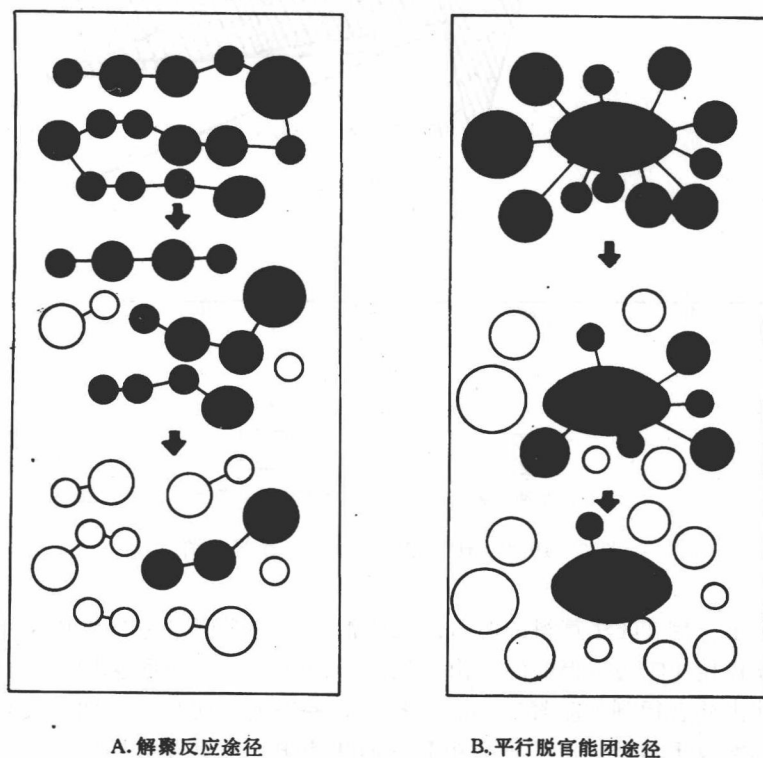


图 3 干酪根演化的两种途径 (据 Ungerer, 1990)

● 不溶分 ○ 可溶分 ● 惰性骨架

型干酪根和煤的演化则多为“官能团脱除”型，即干酪根结构中的各种官能团按键能的强弱随着演化的加速依次脱除，生成油和气，属平行独立依次反应机制。从 Tissot 的动力学模型来看，它更侧向于后者，即干酪根的“官能团脱除”型。因此，对于 I 型干酪根的研究，该模型就可能需作进一步的补充与改进。

总之，作为研究油气藏的基础——热史和生烃史的研究要选择适当的模型进行模拟，以期能有准备地反映复杂的地质历史，更好地为油气勘探实践服务。同时对各种方法中存在的一些问题和缺陷，也有待于广大学者今后的不断努力加以完善和克服。

参考文献

- Sweeny J J and Burnham A K. 1990. Evaluation of a simple model of vitrinite reflectance based on chemical kinetics. AAPG: 1559 ~ 1571
- Tissot B P and Welte D H. 1984. Petroleum formation and occurrence. Spinger—Verlag, New York
- Ungerer P. 1990. State of the art of research in kinetic modelling of oil formation and expulsion. Org., Geochem., 16 (1~3): 1~25
- Waples D W. 1980. Time and temperature in petroleum formation: Application of Lopatin's method to petroleum exploration. AAPG, 64: 916~926