

关于石油成因“碳酸盐决定论”等之评论

何志高

(中国石化 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所,江苏 无锡 214126)

摘要:在石油地质科学上,自从有石油成因学说争论以来,一些无机成因论者总是质疑和批判着有机成因的种种弊端与缺陷,并倡导无机成因;而有机成因论者没有侧重于地球化学全面系统地应对反驳,这是因为旧的有机成因本身确实存在一些问题。该文作者提出了一种新的石油成因理论——“湿封闭体系微生物和碳酸盐主导生油理论”,并对该理论作出了一种新的提升——“石油成因碳酸盐决定论”。文章分 2 部分:第一部分,对石油无机成因说提出了 9 点质疑性的评论;第二部分,在简要阐释了“湿封闭体系微生物和碳酸盐主导生油理论”中碳酸盐协同微生物主导生油作用的理论基础以后,列举实例论述了“没有碳酸盐古物源沉积物的任何沉积盆地都不可能石油”的观点,简称“碳酸盐决定论”。

关键词:石油无机成因;大庆油田;重油砂成因;无油沉积盆地;石油成因;碳酸盐决定论

中图分类号:TE12

文献标识码:A

Comments on carbonate determinism in oil generation

HE Zhigao

(Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214126, China)

Abstract: In the petroleum geology sciences, since the controversy over the theory of oil generation, some inorganic theorists have questioned the criticism of the various sources and defects of the organic origin and advocated an inorganic source. Organic theorists have never systematically responded by geochemistry because the old organic cause theory itself does have some problems. Today, a new theory of oil genesis has matured, namely “oil generation driven by microorganism and carbonate in a waterlogged and closed system”. This new theory has made a new upgrade: oil generation by carbonate determinism. This paper was divided into two parts. In the first part, 9 points of skeptical comment were put forward on the theory of petroleum inorganic genesis. The second part briefly explained the role of carbonate synergistic microorganisms in the theory of “oil generation driven by microorganism and carbonate in a waterlogged and closed system”. On the theoretical basis, the paper proved that oil could not be generated in any sedimentary basins without ancient carbonate source sediments, defined as “carbonate determinism”.

Key words: suspected oil inorganic causes; Daqing Oil Field; heavy oil sand causes; oil-free sedimentary basin; oil genesis; carbonate determinism

石油无机成因的观点或学说,引起学术界关注的时间可以认为是从 19 世纪开始,由元素周期表主要创立者门捷列夫提出;随后,到 20 世纪 60 年代,苏联学者库得列耶夫采夫放弃有机成因学说,转变并激烈主张石油的无机成因论;尤其在“费—托方法”人工大量制造石油制品后,再加之如干酪根热降解成因学说本身遇到种种难以解释的矛盾和石油发现地点多样化等,使得石油无机成因说日益增加,愈演愈烈。笔者认为,这是科学发展的一种必然性。而中国科学院李庆忠院士等对无机成因作出了深刻而有力的批判^[1]。本文在前人有关石油成因研究的基础上提出问题,并对“湿封闭体

系微生物和碳酸盐主导生油理论”^[2]做了进一步的分析解读,得出了“石油成因碳酸盐决定论”的新观点。

1 关于石油无机成因存在的问题

(1)2 个代表性油田原油的对比。沙特加瓦尔油田原油,代表世界上最大的海相碳酸盐岩油田的原油;中国大庆油田原油,代表陆相碎屑岩油田的原油。这 2 个代表性油田的地质年代相同,都是中生代,但其原油的物理性质和组成相差悬殊(表 1),它们没有任何相似性,没有任何关联。

多数石油无机成因论者认为,石油是自发地

表 1 沙特加瓦尔油田和中国大庆油田原油性质对比

Table 1 Properties of crude oil samples from Garhalal Oil Field in Saudi Arabian and Daqing Oil Field in China

原油来源	含蜡量/%	含硫量/%	凝固点/℃	V/Ni 比
沙特加瓦尔海相碳酸盐岩油田	3.9~4.2	2.55	-30	3.2
中国大庆陆相碎屑岩油田	25.2	<0.2	20~35	0.035

在地幔中产生^[1,3-5],并被挤压到地壳的上层;化学反应是费—托合成反应,反应物质是一氧化碳和氢气。众所周知,一种化学反应,同时、同样的反应物质和同样的反应条件,一定生成组成基本相同的化学产物,否则,人类数以万计的化工产品怎么能生产出来?这应该说是常识。

(2)原油普遍性特征与人工合成油品个性的差别。人工合成油品中的大量烯烃和甲醇、乙醇在所有原油中不存在;而原油中普遍存在、有些含量还很高的硫等成分,在人工合成油品中却不存在。

(3)海相和陆相原油成分存在巨大差异,碳酸盐岩和碎屑岩原油成分也存在巨大差异。这些巨大差异人所共知,怎样解释?

(4)不同年代原油成分存在差异。例如原油中的钒、镍和硫,从新生代至古生代,钒/镍的比值增高;非金属元素硫也是如此,又怎样解释?

(5)同一原生油藏的原油,同一个原油样品,原油没有任何色层分异:分子量 58 的丁烷与分子量为数百的高分子烃类化合物同在,没有重力色层分异;沸点几度与几百度的原油馏分同在,没有馏分分异;黏度相差数百倍、千倍的低分子量原油烷烃与黏度极高的原油胶质沥青质同在,没有分子极性差异分异。如果去实验室看一张最简单的汽油馏分色谱图,所有这些色层分异都会一目了然。然而,如果是“生成于地球深处地幔的无机生成原油”要“挤压到地壳的上层”,必然存在上述种种色层分异,而且,这么长距离,又必定是极其不规则,可以想象,这个难度远远高于“干酪根成因学说”的排烃和初次运移难题。

(6)一氧化碳与氢气的费—托合成反应本身的问题。这些问题基本上都是普通化学的问题。一氧化碳与氢气,2 种物质相态转化差别巨大,极大地影响反应进行;一氧化碳和氢气的反应,有一个合理比例的问题;催化剂的要求是极其严格的;地幔中一氧化碳和氢气的数量,这个数量与地球上原油的数量能否相匹配的问题。有人说氢气数量很多,即使如此,那一氧化碳够吗?人工合成是在人造的设备中完成的化学反应,而与在地幔这个谁

都说不清的“设备”中可能完成的化学反应进行对比,而且是生成大量的原油,合适吗?

(7)原油中存在着大量不稳定的化合物,有的热稳定性很差。例如高分子的硫醇类化合物,二硫化物、噻吩等化合物,在地幔的高温条件下根本不可能存在。

(8)历史上,石油无机成因论者总以“金刚石包裹体”作为有力“证据”,但这早已被论证,那是煤类物质,不能作为石油无机成因的证据。那“从地幔生成后被挤压至地壳的上层”的原油,运移长达数千千米、万米^{[5]198}(松辽盆地莫霍面最深为 29 km),而且一定要有直径巨大无比、其形状更难以想象的运移通道,历史上没有此类发现的报道。美国著名的亚利桑那州大峡谷,从老到新的整合地层,一桶原油也没有流出来;海拔 8 千多米的珠穆朗玛峰,历史上也没有哪一位登山者报道过发现石油;前不久在江苏油田附近的超深井也无石油,如此等等。

(9)宏观油田的地质实体实证。很多油田,例如大庆油田,经过半个多世纪大密度的钻井,对岩心的研究^[6]表明,其为河流—三角洲体系(包括冲积扇砂砾岩体、河口砂坝、分支河口砂坝等),油田和三角洲沉积密切相关。近 90 岁的中国科学院谢学锦院士自述^[7],他父亲谢家荣院士早在胜利油田发现之初,就写了一篇评论:“这个只是巨人的头发,油就在这些河道里生成,而巨人的头在渤海”,几十年后渤海大油田的发现证实了当年他父亲的正确认识。谢家荣是发现大庆油田的功臣之一,石油地质经验极为丰富。在中国还有一大批一辈子从事油田研究的地质专家,他们提出石油是“土生土长”的科学认识^{[8]55}。所有这些宏观油田的地质实体实证,是无机成因说无法回避的重大问题。

2 碳酸盐协同微生物主导生油的实践与地球化学基础

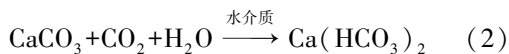
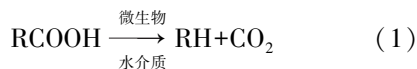
笔者认为,湿封闭体系微生物和碳酸盐主导生油理论^[2](以下简称湿生油理论),最重要的是碳酸盐的作用,是碳酸盐协同微生物主导直接生油作用;碳酸盐还创造了沉积盆地水生生物生成的良好

环境和营养,从而为湿封闭体系提供生油的主要物质基础。可以肯定地说,没有碳酸盐,就没有石油的生成,当然,对一个盆地而言也就没有油田。碳酸盐的作用时间有2个:一个是在“湿封闭体系”之中;另外一个是在形成湿封闭体系之前,沉积物沉积之前的整个地质过程。这2个作用都很重要,两者作用机理、时间、地点和条件都不一样,因此,两者不可混淆。

2.1 碳酸盐在湿封闭体系内部的作用

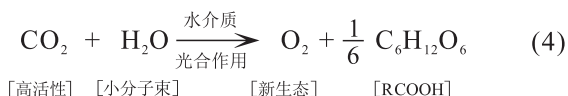
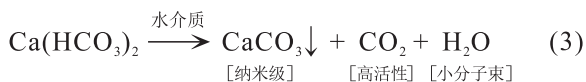
在湿封闭体系内部,由微生物脱去脂肪酸的羧基直接形成石油烃类的生物化学反应,是湿生油理论的化学基础。该反应在形成一分子烃类的同时生成一分子二氧化碳。二氧化碳与石油烃类是“双胞胎”。该反应是在一种水介质中进行的,反应生成的烃类在水中溶解度很小,密度比水小,因此,自然地离开水相进入封闭体系的上部,在浓度上对该化学反应没有显著影响。而二氧化碳则因为性质不同,在水中有一定溶解度,在一定范围内,其溶解度随压力增加而增大;二氧化碳在水中浓度增加,生成石油烃类的生物化学反应必然减慢,直到终止反应。为了该反应能持续进行下去,二氧化碳必须从水溶液中除去[质量作用定理,勒夏特利(Le CHATELIER)原理]。根据基本地质学原理,在这样一种沉积作用和过程中,能够和二氧化碳发生化学反应,在数量和性质上,消除二氧化碳影响的物质只有碳酸盐。这种结论,不是推理推论,而是有大量证据的科学结论。例如,所有原生油藏储油砂岩没有或者很少有碳酸盐胶结物,孔隙度和渗透率都高于非含油砂岩(顺便提示,没有碳酸盐的事实,过去相关人员错误地解释为“碳酸盐被原油溶解了”)。另外,所有原生油藏原油的伴生水矿化度很高,也是碳酸钙被转变成重碳酸钙反应中消耗了大量水,从而使伴生水被高度浓缩。这些都是实证。因此,结论是:没有碳酸盐就没有石油的生成反应,就没有石油;碳酸盐协同微生物主导生成石油是恰当又必然的定义。同时,我们还可以看到,有碳酸盐存在的生成原油的化学反应,为原油本身开辟了运移通道及存储场所,分散的石油易于得到聚积,油田就此形成。

综上所述,湿生油理论将在湿封闭体系中发生的化学反应由以下简化了的2个化学反应方程式表示。式(1)是微生物在有水的条件下直接生油反应;式(2)是碳酸盐在有水的参与下和有水的条件下,去除二氧化碳,协同微生物完成直接生油的反应。



2.2 碳酸盐在湿封闭体系形成之前的作用

碳酸盐作为湿封闭体系中石油生成的主导者,在沉积之前的整个过程,通常划分为碎屑沉积与化学沉积2大类。每一种类有着结构和性质行为上的较大差异,同时,两者也有共同的性质和作用。在理论上,笔者定义碳酸盐在这一个领域的作用是为湿封闭体系提供沉积有机物质。当然,碳酸盐越多,环境越有利,作用越强,生成的有机物质越多,为湿封闭体系提供的生物数量就越多。其原理用以下2个化学反应式表达:



在化学反应式(3)、(4)中,反应物和反应产物分子下的注脚,表明该反应中的反应物和反应产物都处于水介质之中,而且,根据生物化学和物理化学的基本原理,这些都是有利于反应进行的一种独特因素。反应(4)式中下注脚[RCOOH]示意代表反应式(1)中的可以生油的脂肪酸的酯类。

另外,除了上述反应式及其原理,重碳酸盐在水溶液中的溶解产物将使水介质呈弱碱性,无疑也是一种有利于水生生物生成繁衍的重要因素。

2.3 大庆油田与碳酸盐

《大庆油田地质概况》^[6]如此结论:“萨尔图、葡萄花、高台子油层是一套连续沉积的砂岩,纵向上具有连续的旋回性。高台子往上,油层由薄变厚,砂岩由细变粗,钙质含量由多变少”。由此可见,大庆科技人员已经认识到了:碳酸盐(钙质)与岩性有关,与油层有关。

更加有意义的研究是:由《地学前缘》^[9-10]报道的松辽盆地松科1井白垩系青山口组、嫩江组沉积有多种类巨厚连续多旋回碳酸盐沉积物和含碳酸盐沉积物,例如白云岩、灰岩、泥灰岩以及灰质泥岩等,还有极其丰富的介形类化石。笔者认为,这些碳酸盐岩正是碳酸盐主导生油理论最有力的证据。就是这些碳酸盐在松辽盆地白垩纪地层沉积阶段,碳酸盐如上述化学反应式所示,为盆地水体生物提供着丰富的营养和良好的生成环境,大量水生生物得以繁衍,湿封闭体系得到丰厚的生油物质

基础。当然,碎屑碳酸盐沉积物和自生碳酸盐都能保证微生物生烃反应的进行,由此也创造了油气的运移通道和储存场所。因此,笔者认为,松辽盆地白垩系丰富的碳酸盐沉积物(特别是连续多旋回碳酸盐沉积)揭示大庆油田富油的奥秘已经初见端倪。

2.4 无油沉积盆地——渭河盆地

渭河盆地无碳酸盐沉积层,是一个无油沉积盆地的典型代表^[11]。

渭河盆地是中国大型含油气盆地——鄂尔多斯盆地南缘的一个卫星盆地,根据资料^[8]介绍,渭河盆地为一典型的断陷盆地。20世纪60年代,中国当时全国石油地质普查六分之一的力量投入该地区,“对找到有工业价值的油气田可能性应较大”^{[8]287}。第一次普查,9口井总进尺3万多米,未见油;数年后,“受华北地区在新生代断陷盆地找到油田的启发”,又经过数年普查勘探,总进尺66 538 m,最深井5 205 m,还是未见油。最终,以“有机物未达成熟阶段”作为结论。以后又是新单位新人又在该地区做了相当多的石油普查勘探,至今无油气发现。笔者认为,该盆地无油,根本不是有机物质“不成熟”的问题。井深超过5 000 m无石油显示,而相距不远的秦岭大巴山以东的小盆地——南阳盆地,油层埋深约2 000 m。笔者在渭河盆地工作过数年,看过地质录井资料与岩心(全部地层,5千多米),无碳酸盐岩层(东部边缘项城组薄的泥灰岩不属于断陷盆地主体),有机物质含量普遍不高。因此,笔者将渭河沉积盆地作为无碳酸盐就没有石油的实证——科学的结论;作为“湿生油理论”的检验标准之一;作为一个无油沉积盆地的典型代表。

2.5 无鱼河与揭示其无鱼之谜

根据 CCTV10 科教频道 2016《地理中国》报道,从陕西少华山流出的罗纹河,是一条无鱼河。有1千多年记载历史以来,这条长达数十公里的流入渭河的主要支流,自古代以来水量丰沛,河水无污染,无不利生物生长成分,但河里始终无鱼。

陕西师范大学延军平教授等实地考察探究“罗纹河为何无鱼”。延教授指出:“有没有鱼的问题,不是一个简单的生物学问题或者说动物学问题,它与生态环境有关系”。

笔者从报道的资料中发现,河流水源自秦岭山脉花岗岩,花岗岩中不含碳酸盐。笔者认为:没有碳酸盐是无鱼的真正原因,其原理就是本文上述化学反应式(2)~(4)。

2.6 碳酸盐与鱼类“物种多样性”对比研究

根据韦日锋等^[12]对中国广西河池地区鱼类资

源调查及两支流的鱼类多样性比较,得出结论:红水河水系的鱼类的多样性较柳江水系丰富,其主要原因为红水河流域喀斯特地貌发育。笔者由此对比,认为碳酸盐是生物物种多样性的物质基础之一,其原理同样可以从化学反应式(2)~(4)得到揭示。

2.7 中东—波斯湾油田与碳酸盐

众所周知,中东—波斯湾的海相油田,几乎全部都是碳酸盐或与碳酸盐密切相关的沉积区域。只是学者都仅仅把碳酸盐看成是一种通常地质概念中的沉积环境,一种沉积物类型,一种沉积岩;没有认识到碳酸盐协同微生物主导生油的作用,没有认识到碳酸盐对生物生命的意义及其原理。当然,更加没有认识到碳酸盐主导生油的作用以及科学原理和价值。笔者在本文还想特别强调,世界上最大的油田——加瓦尔油田,其主力生油岩,是实际生产原油的储油岩。

3 结论

(1)碳酸盐的基本化学性质对生油和地球生物至关重要。

(2)碳酸盐协同主导生油理论认为,陆相和海相生油的基本地球化学原理相同;任何沉积盆地没有碳酸盐沉积就没有石油;渭河盆地是一个无碳酸盐古物源沉积因而无油的典型代表;中国最大油田大庆油田因为有丰富的碳酸盐古物源沉积,因而富油。

参考文献:

- [1] 王兰生.再论国内油气无机成因理论:答张景廉先生[J].石油勘探与开发,2009,36(2):254-256.
WANG Lansheng. Review on inorganic origin of oil and gas in China: reply to Mr. Zhang Jinglian [J]. Petroleum Exploration and Development, 2009, 36(2): 254-256.
- [2] 何志高.湿封闭体系微生物和碳酸盐主导生油理论论文集[M].苏州:苏州大学出版社,2014.
HE Zhigao. The theory of oil-generation driven by microorganism and carbonate in the waterlogged and closed system [M]. Suzhou: Soochow University Press, 2014.
- [3] PORFIR'EV V B. Inorganic origin of petroleum [J]. AAPG Bulletin, 1974, 58(1): 3-33.
- [4] KATZ B J, MANCINI E A, KITCHKA A A. Origin of petroleum: biogenic and/or abiogenic and its significance in hydrocarbon exploration and production [J]. AAPG Bulletin, 2008, 92(5): 549-556.
- [5] 张景廉.论石油的无机成因[M].北京:石油工业出版社,2001.
ZHANG Jinglian. On the inorganic origin of petroleum [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001.
- [6] 道客巴巴.大庆油田地质概况[OL]. <http://www.doc88.com/p->

- 4827326705155.html.
DAOKE BABA. Geological survey of Daqing Oil Field [OL].
<http://www.doc88.com/p-4827326705155.html>.
- [7] 谢学锦. 欢乐与悲伤交织的生平 [OL]. 歪酷博客 [2009-08-31].
http://www.360doc.com/content/09/0831/09/61826_5423798.shtml.
XIE Xuejin. The life of joy and sorrow [OL]. Ycool blog. [2009-08-31].
http://www.360doc.com/content/09/0831/09/61826_5423798.shtml.
- [8] 孙肇才. 前陆类含油气盆地共性与案例分析 [M]. 北京: 地质出版社, 2007.
SUN Zaocai. The common characters of foreland-type petroleum basin and their case analyses [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007.
- [9] 王璞珺, 高有峰, 程日辉, 等. 松科1井南孔白垩系青山口组二、三段沉积序列精细描述: 岩石地层、沉积相与旋回地层 [J]. 地学前缘, 2009, 16(2): 288-313.
WANG Pujun, GAO Youfeng, CHENG Rihui, et al. Description of Cretaceous sedimentary sequence of the second and third member of the Qingshankou Formation recovered by CCSD-SK-Is borehole in Songliao Basin: lithostratigraphy, sedimentary facies and cyclic stratigraphy [J]. Earth Science Frontiers, 2009, 16(2): 288-313.
- [10] 高有峰, 王成善, 王璞珺, 等. 松科1井北孔选址、岩心剖面特征与特殊岩性层的分布 [J]. 地学前缘, 2009, 16(6): 104-112.
GAO Youfeng, WANG Chengshan, WANG Pujun, et al. Well site selecting, core section characteristics and distribution of the special lithological layers in CCSD-SK-In borehole, Songliao Basin [J]. Earth Science Frontiers, 2009, 16(6): 104-112.
- [11] 夏勇. 渭河盆地新生代沉积特征及与构造的关系 [D]. 西安: 长安大学, 2007.
XIA Yong. The sedimentary characteristic of Cenozoic in Weihe Basin and its relationship with tectonics [D]. Xi'an: Chang'an University, 2007.
- [12] 韦日锋, 郑兰平, 陈小勇, 等. 广西河池地区鱼类资源调查及两支流的鱼类多样性比较 [J]. 动物学研究, 2009, 30(2): 185-194.
WEI Rifeng, ZHENG Lanping, CHEN Xiaoyong, et al. Investigation of fish resources in Hechi prefecture of Guangxi Province, with comparison of fish biodiversity between two tributaries [J]. Zoological Research, 2009, 30(2): 185-194.

(编辑 徐文明)

《石油实验地质》入选《中文核心期刊要目总览》2017年版

2018年9月6日, 本刊收到北京大学图书馆《中文核心期刊要目总览》2017年版编委会的邮件, 正式通知本刊入选2017年版《中文核心期刊要目总览》。



《中文核心期刊要目总览》入编通知

《石油实验地质》主编:

我们谨此郑重通知: 依据文献计量学的原理和方法, 经研究人员对相关文献的检索、统计和分析, 以及学科专家评审, 贵刊《石油实验地质》入编《中文核心期刊要目总览》2017年版(即第8版)之“石油、天然气工业”类的核心期刊。该书由北京大学出版社出版。书中按《中国图书馆分类法》的学科体系, 列出了78个学科的核心期刊表, 并逐一对照核心期刊进行了著录。著录项目包括: 题名、并列题名、主办单位、创刊时间、出版周期、学科分类号、ISSN号、CN号、邮发代号、编辑部地址、邮政编码、电话、网址、电子邮箱、内容简介等。

评选核心期刊的工作, 是运用科学方法对各种刊物在一定时期内所刊载论文的学术水平和学术影响力进行综合评价的一种科研活动, 研究工作量大。北京地区十几所高校图书馆、中国科学院文献情报中心、重庆维普资讯有限公司、中国人民大学书报资料中心、中国学术期刊(光盘版)电子杂志社、中国科学技术信息研究所、北京万方数据股份有限公司、国家图书馆、中国社会科学院评价研究院等相关单位的百余名专家和期刊工作者参加了研究。

项目组对核心期刊的评价理论、评价方法等问题进行了深入研究, 进一步改进了核心期刊评价方法, 使之更趋科学合理, 力求使评价结果符合客观实际。对于核心期刊的评价仍采用定量评价和定性评审相结合的方法。定量评价指标体系采用了被引量(全文、摘要)、被摘率(全文、摘要)、被引量、他引量(期刊、博士论文、会议)、影响因子、他引影响因子、5年影响因子、5年他引影响因子、特征因子、论文影响分值、论文被引指数、互引指数、获奖或被重要检索工具收录、基金论文比(国家级、省部级)、Web下载量、Web下载率16个评价指标, 选作评价指标统计源的数据库及文摘刊物达49种, 统计到的文献数量共计93亿余篇次, 涉及期刊13953种。参加核心期刊评审的学科专家近8千位。经过定量筛选和专家定性评审, 从我国正在出版的中文期刊中评选出1981种核心期刊。

需要特别指出的是, 该研究成果只是一种参考工具书, 主要是为图书情报界、出版界等需要对期刊进行评价的用户提供参考, 例如为各图书情报部门的中文期刊采购和读者导读服务提供参考帮助等, 不应作为评价标准。谨此说明。

顾頌
撰安

