

碳酸盐岩生油地化中几个问题的评述

陈丕济

(地质矿产部石油地质中心实验室)

碳酸盐岩生油地化的研究,近年来有较大的进展。国内地化工作者做过许多工作,国外则以1980年美国石油地质学会召开的“碳酸盐岩石油地化与生油能力会议”中的论文较集中,其中包括第十一届世界石油会议上发表的帕拉卡斯(Palacas)的论文摘要^[2]。近年来发表的一些模拟试验,则常常分别加入碳酸钙和粘土矿物,观察比较产物的产率和组成。目前对碳酸盐岩生油地化的一些问题中,有些已有了明确的看法,有的则与原来的有矛盾。例如人们最关心的指标问题,出入较大,这里结合找油,分别讨论。

一、碳酸盐岩生油地化

近年来,碳酸盐岩地球化学形成较明确的看法有:①碳酸盐岩可以形成工业油(气)藏,当然工业油(气)藏的标准可能有出入;②碳酸盐岩生油岩有机碳含量高,可高于泥质生油岩,这个生油岩是指工业油藏(而不是晶洞油苗或局部富集)的源岩。碳酸盐中沉积有机质与酸不溶物含量无关;③未熟/低熟时,常常具有沥青/有机碳特高,沥青中非烃高,饱和烃有正烷烃偶奇优势,植烷大于姥鲛烷,和个别特高的环烷和异构烷等特征;④生油时间早,反射率可在0.4%左右。这些论点中的有机质丰度和生油时间与原有的论点有所不同。

1. 有机质丰度

1980年美国石油地质学会会议的论文是具有代表性的。这些资料列于表1,表中阳光地(Sunnyland)源岩,有机碳为0.4—3%,个别达12%(表中平均1.8%),酸不溶物¹⁾含量8—44%,个别达46%,平均为22%;鲍威尔(Powell)的松尖地(Pine Point)的资料,有机碳上限7.5%,个别达30%,酸不溶物含量<20%。这些数据都是已确证产出工业油流的生油岩,尚未定性的或尚在评价中的研究对象在国外仅称之为可能生油岩、潜生油岩或非储集岩。

表1中所列碳酸盐生油岩有机质都是质量好,丰度高,高出一般泥页岩生油岩,并与酸不溶物含量无关。海相碳酸盐近代沉积研究,亦常常提出它与泥质沉积可以相提并论。吉门(Gehmen)统计未固结灰质沉积物有机碳平均3%,一般大于1%。许多研究者

1)以(100-碳酸盐含量)作为酸不溶物含量。

阳光地及其他碳酸盐源岩的碳酸盐和有机碳平均含量表(Palacas, 1983) 表1

源 岩	时 代	总碳酸盐 含量(%)	总有机碳 (%)	抽提物 (ppm)	抽提物% 有机碳	烃/有机 碳(%)	烃/抽提 物(%)
美国弗洛里达、南弗洛里达盆地 阳光地灰岩	下白垩	78	1.8	2720	14.7	9.4	64
18个盆地碳酸盐岩源岩	显生代后	/	0.6	775	11.6	5.0	43
世界上碳酸盐岩	”	/	0.3	/	/	/	/
18个盆地的页岩源岩	”	/	2.1	1740	8.1	4.3	53
西西利盆地白云质泥灰岩(未熟)	上中新世	①68	6.70	60860	90.0	7.8	8
西班牙塔拉高纳盆地阿尔卡纳层	中新世	56	1.62	4260	26.4	16.8	64
美国哥洛拉多东舟佛盆地 尼奥勃拉拉白垩	上白垩	72	3.20	6945	21.7	16.9	78
德克萨斯州, 湾岸1830米以上 澳斯订白垩(未熟)	”	71	2.05	2080	8.4	3.1	38
同上2740米以深澳斯订白垩	”	69	2.13	2790	16.6	13.7	83
委内瑞拉西北拉路那灰岩	”	59	7.67	10330	12.5	/	/
哥伦比亚中马达莲纳拉路那层	”	45	4.30	7630	17.6	6.0	32
澳大利亚北爱路曼加盆地 托勒蒲克灰岩(未熟)	下白垩	②64	10.81	11000	10.3	2.4	23
南加利福尼亚盆地弗里德力克堡 “B”(未熟)	”	>85	1.40	7640	54.6	25.6	44
沙德阿拉伯澳克斯福田—卡洛维	侏 罗	>90	③4.00	/	/	/	/
美国东湾岸司麦克澳佛尔层	”	>90	④0.50	260	④7.0	④3.6	51
新墨西哥, 台勒会盆地骨泉灰岩	二 叠	53	1.20	2860	23.8	17.7	74
西加盆地相“F”(未熟) ^⑤	泥 盆	>80	3.75	18190	48.5	16.7	31
西加成熟盆地相 ^⑤	”	65	5.93	8770	14.8	7.0	54
密执安密执安盆地萨林那 A—1	志 留	/	0.35	500	14.4	/	/
南澳大利亚东澳非 司尔盆地海相岩石 ^{① ⑦}	寒 武	84	0.50	1280	25.4	11.5	45
同上非海相岩 ^{⑥ ⑧}	”	51	0.51	1010	19.0	5.0	29
华北阳香山(译名)(未熟)	前寒武	/	0.45	/	/	/	/

表中: ①粘土矿物<5%, 余下多数为石英、无水石膏及石膏; ②粘土矿物一般小于10—15%, 有机碳含量最高(达18.4%)的样品粘土矿物最少, 残余物主要为鱼骨碎片; ③无沥青质; ④由于是高熟到过熟已生成大量气而相对较低; ⑤未熟盆地相 = Pinepoint “F”, 成熟相为沥青灰岩和页岩层; ⑥澳大利亚; ⑦包括成熟的, 好到极好的母岩(污染和未污染), 数值仅是大致的; ⑧包括初熟到成熟的母岩(未污染), 数值是估计的。

都提出碳酸盐沉积有机碳与酸不溶物含量无关，表2中凡伯（Veber）等的资料即为一例，表2中伊勃等的资料，是作者引以说明碳酸盐沉积有机质丰度与结构无关。

近代碳酸盐沉积中有机物含量表

表 2

地点及岩性结构	有机碳 (%)	酸不溶物 (%)	资料来源
弗洛里达礁和巴哈马碳酸盐沉积			
细到粗与礁有关砂	1.7—2.21		Ibe等1983
骸(介壳)岸相沉积	0.98—1.96		
灰色微含泥浅滩泥	2.85—4.24		
暗灰(稍含泥)“湖”泥	2.89—4.29		
暗色粉砂质草持泥	2.79—5.23		
藻屑浮渣	16.2—18.69		
伊留色拉岸			
中—粗粒介壳骸砂	1.42—2.32		
粗粒珊瑚沉积	1.0—1.97		
球粒灰泥	3.26—4.23		
珊瑚礁柱	2.83—4.24		
古巴钙质砂(1米深)	5.5	14.8	Veber等1965
开而及仑湾			
钙质砂(5米深)	1.5	19.3	来源同上
钙质泥(6米深)	5.0	15.1	
开而及仑岛			
砂质(陆源)粉砂泥(56米深)(供对比)	0.57	95.7	
钙质砂(14米深)	0.55	26.8	
新西兰与澳州五个粗砂卵石(120—125米)	0.175	0.71—2.1	
印度洋有孔虫泥(4个样, 400米深)	0.5	35.6	
波多黎各陆架沉积			Sawyer
从外陆架	0.5		1980
到近岸	4		80年会议论文摘要

然而，湖南湘中中泥盆—下石炭地化剖面研究的统计资料¹⁾(表3)，则明确表明有

1)何志高等，湘中地区中泥盆—下石炭统生油地球化学剖面研究报告，1980年。

机碳与岩性有关，因而与酸不溶物含量有关。表4表明有机碳与沉积相带有关。五十年代四川石油管理局根据二叠系的统计资料，亦认为碳酸盐岩有机碳与酸不溶物有关。表2中邵叶 (Sawyer) 的资料也表明碳酸盐沉积有机质含量与相带有关。

有机质丰度与岩性关系表

表 3

指 标 \ 层 位 岩 性		中 上 泥 盆 统			
		泥 岩	泥 灰 岩	灰 岩	白 云 岩 类
有 机 碳 (%)	变化范围	0.01—3.72	0.07—2.58	0.01—2.02	0.06—0.36
	平 均 值	0.66(84)	0.43(89)	0.18 (532)	0.14(15)
	达 标 率	37	47	75	85
沥青平均值 (ppm)		51(52)	38(61)	22 (411)	24 (5)

有机质丰度与岩相关系表

表 4

指 标 \ 相 区		台地开阔浅海	台地局限浅海	台地海盆	滨海潮汐灰泥坪
		有 机 碳 (%)	变化范围	0.06—1.21	0.01—1.23
	平 均 值	0.17 (252)	0.14 (464)	0.43—(126)	0.29(70)
	达 标 率 (%)	64	49	71	30
沥 青 平 均 值 (ppm)		25	16	30	86

酸不溶物与有机碳含量的关系有正有负。例如，泥砂使海水混浊，光亮带所及深度变浅，生物活力减弱，初阶产率降低，当然钙藻等文石泥的主要供给者减少，将抑制碳酸钙的析出。如富泥沉积环境的佛罗里达湾由于缺少胶结物质而早期不固结，粘土或泥较多时析出的碳酸钙不易发生重结晶或成岩作用，此时其保存条件就与碎屑沉积相似。有强上升流处，初级产率高，硅质物质常与矿物养料一起涌升，当有机物在沉降堆积中未完全氧化，则酸不溶物高，有机碳亦高。如氧化损失较大，则有机碳可能很低，含硅质的碳酸盐成岩后较脆，易形成微裂隙。深海沉积在ACD和CCD线以深时，碳酸盐溶解，酸不溶物相对富集，有机质由于要经历数千米的沉降过程而损失的机会较大（当然还要看具体条件）。还有人提出含硅微体生物遗骸有较强的抵御细菌侵袭的能力。这些例子说明，在海相沉积中，酸不溶物存在的环境和酸不溶物本身对有机物丰度的影响机制是多种多样的，有时会由于一系列的因果变化而导致有机物丰度有较大的变化，有时则有利不利均有。总之，从影响机制来说，不外乎是初级产率和保存条件，而酸不溶物对有机质的保存来说，总是有利的，除非在强氧化或氧化环境中，此时任何保护作用都将是无效的。

台曼生 (Dernaison) 对近代海洋学、沉积学、有机地球化学和地球微生物学等研究表明, 生油沉积层的形成不决定于初级产率, 而决定于有机物在沉积和成岩早期保存了多少。这个保存条件, 首先是沉积表面通氧程度, 另外在没有富氧的底水流或上下对流时, 沉积速度是重要因素。

在一些海相碳酸盐岩区的泥岩、灰岩或互层中, 一般泥岩的有机碳高出灰岩数倍, 母质类型则泥岩稍差于灰岩, 这说明沉积时的氧化还原环境相近。如果碳酸盐沉积中有有机质丰度确实可与泥质沉积相提并论, 那末两种岩性有机质含量较大的差别只能归诸于保存条件的差别, 或是沉积后早期成岩变化发生“晶析作用”, 或早期固结留下开放孔隙, 受到长期流通海水的氧化破坏而大量损失^[4], 或两者并存。因而保留下来的仅是固定在胶结物晶间或非连通孔隙内。

表1所列的碳酸盐源岩, 都是有机碳含量高, 具有还原或极度还原环境下形成的有机相特征。这种环境通常是水体停滞、水深适度、初级产率高、沉积速度快。已知碳酸盐沉积早期固结和早期结晶作用与沉积物内海水活跃流通有关, 当水体停滞, 沉积物内水体流通缓慢, 尤其是当沉积物内有机质含量高, 则碳酸盐不发生早期固结或结晶而能保持灰泥或微晶结构, 因而相似于一般细粒碎屑沉积物的压实脱水过程和保存条件。前述碳酸盐成岩早期有机物的损失大大降低, 而泥的保护作用以及泥中携带的陆源有机物在总有机碳中所占份额已不重要, 此时酸不溶物与有机碳含量无关。

反之, 在沉积环境不太有利时, 碳酸盐沉积的早期成岩作用, 一般在沉积后不久就会发生, 此时泥质或随泥质而来的有机质吸附絮凝有机碎屑, 沉速加快, 阻滞早期固结作用和结晶作用, 或充填固结作用留下的开放孔洞, 对有机质的保存可能是起作用的, 泥携带来的有机物对总量的贡献亦可能成为重要的。当然这里说的泥是碳酸盐沉积有机物的保存条件, 不等于说泥含量的多少与保存作用大小直接联系。很可能泥含量要达到一定程度, 才能显示其作用, 但吸附絮凝水体中有机碎屑及携带来的陆源有机物的数量, 则应直接相关。因此在一般沉积环境下, 碳酸盐沉积与泥含量(酸不溶物)有关。

碳酸盐岩—泥岩互层的一般情况, 还表明所说的碳酸盐沉积有机质因富蛋白质, 因而早期大量水解损失, 或碳酸盐岩生油能力高大量降解生油等, 这些都不是碳酸盐岩中有机碳含量低的主要原因。碳酸盐岩沉积成岩特征使有机质丰度对环境异常敏感是主要原因。

2. 生油时间

过去认为碳酸盐岩生油迟于泥页岩, 从地物因素方面解释较多。

(1) 生油时间早晚常用门限的反射率来表征。门限的概念是指开始大量生油, 在深度剖面上沥青/有机碳或烃/有机碳开始升高。但这个门限通常是主观确定的, 没有规定的深度变化下沥青/有机碳增长率的门限值。镜质组反射率或干酪根O/C降低趋势变缓等参数可反映累积热效应, 特别是镜质组反射率, 由于原始成分一致并与煤可比, 已成为公认的成熟度标尺(但生油门限与反射率等之间有脱节之处)。不同类型源岩有不同的门限R₀值, 例如: 汤姆生(1976)等报导的是0.5%、鲍威尔和司诺登(1979)为0.7%、鲍威尔(1980)的松尖地为0.4%。国内资料更多, 人们将这些现象归纳为图1

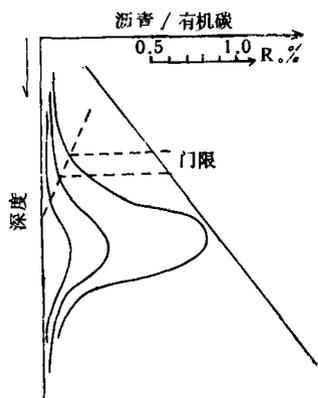


图1 不同类型母质生油门限示意图

所示。从图1可以看到，好的母质生油早（这里未考虑好的有机相中测得的 R_0 值，可能比热史条件相同差的有机相为低），既然母质好，则潜量或有效碳高，在某演化阶段内的沥青/有机碳也较高。如用沥青/潜量或烃/潜量，则不同类型之间的差别缩小，但不会重合。

用干酪根O/C降低趋势变缓参数指示门限，也不一定开始与大量生油相符。苏北用O/C变化趋势指示的门限，比用沥青/有机碳指示的门限为深。苏北金49样品

模拟热解时，早期生成大量沥青〔6〕，但产物以非烃为主。说明与沉积有机物性质有关，苏北金49样品在O/C转折变化之前，已开始大量生成沥青，茂名油页岩则是较晚。

近年来，较普遍地应用生物标志物指示成熟度。但要用以指示生油门限，也可能与 R_0 等一样存在类似问题。

（2）碳酸盐岩生油早的论点，主要依据表1所列，这些源岩，与鲍威尔研究过的磷灰岩（Phosphorite）中有机质相似。对磷灰岩这种“早生”现象，鲍威尔认为干酪根裂解生成非烃沥青质可能并不是烃类生成的必要途径。这种早期降解的沥青，可能是生物体的可溶有机物未经聚缩或未聚缩成干酪根，而且这种“早生”都发生在那种以浮游生物为主经强烈还原改造的富类脂结构、富氧、富硫的有机相中。

众所周知，有机物在沉积埋藏过程中，都是逐渐从氧化相过渡到还原相的。当环境有利时，相界在水底以上；不利时，则相界在水底以下数厘米甚至数百厘米。因此，总有个还原改造阶段，条件差的，有机物的质与量已大大下降；条件好的，经强烈的还原改造，早生的比例可达40%以上（如表1中西加盆地相F等）。当这一部分的数量足够大并有排聚条件时，就能较早发生油气富集。湖盆沉积具有这种物源和环境条件时，同样可以早生油。有些具有低熟迹象的原油，有可能是中等条件的生油岩早期生成的油的掺合。

总之，早生不是碳酸盐生油岩的特征，而是物源以浮游生物为主，在还原或极度还原环境下形成的有机相的特征。海相碳酸盐可以有，湖相泥页岩亦可以有。

二、演化对有机质丰度的影响

有人认为我国碳酸盐岩有机碳含量低是因为成熟度高。这里试用物料平衡方法估算反推到初熟未熟时的有机碳含量，这种方法对热解反应已接近终了的更为适用简便。反应式如下：



式中x、y分别为原始干酪根的H/C和O/C原子比， CH_2 代表油， $\text{H/C} = 2$ ，n为残余

干酪根的H/C。如产物为凝析油，则为CH₃，H/C=3；干气H/C=4。另外，式中氧的分配是60%为水、40%为CO₂，亦可以40%H₂O、60%CO₂或各占50%。

油气产率B的计算通式如下：

当产物为油，氧的分配为60%H₂O、40%CO₂时为：

$$B = \frac{n-x}{n-2} + \frac{1.2y-0.2ny}{n-2} \quad (1)$$

当氧分配为40%H₂O、60%CO₂时为：

$$B = \frac{n-x}{n-2} + \frac{0.8y-0.3ny}{n-2} \quad (2)$$

当氧分配为50%H₂O、50%CO₂时则：

$$B = \frac{n-x}{n-2} + \frac{y-0.25ny}{n-2} \quad (3)$$

如产物为凝析油（H/C=3），则上面三式中的第一项为 $\frac{n-x}{n-3}$ ，产物干气时为 $\frac{n-x}{n-4}$ ；第二项分母改为n-3或n-4。

萨克斯贝（Saxby）的公式：B=66.7H/C-57.0O/C-33.3，即按生油（CH₂）到n=0.5，氧分配为50%、50%时算出的。

奥尔（Orr）根据元素组成计算氢指数时，产物H/C作为2，n作为0.29，氧分配为60%H₂O、40%CO₂进行计算：B（mg/g）=694（H/C-0.29）-800（O/C）。

从（1）（2）（3）式还可以算出，O/C对油气产率B的影响随n的降低而降低。当n为1.3→0.3，氧分配为40%CO₂、60%H₂O时，1个O/C对B的影响相当于1.14→0.94个H/C；在60%CO₂、40%H₂O时，为0.4→0.09；在50%、50%时，为0.92→0.67。即含氧产物以CO₂为主时，影响相对小一些。从热重分析挥发产物质谱分析结果估计，I、II型的都是H₂O大于CO₂，III型则大致相等或CO₂稍多于H₂O。

利用这些通式，计算了过熟阶段和四种类型母质不同演化阶段的有机碳反推系数（表5、6）。反推系数以反推到大致门限时的有机碳含量的乘数表示。

过熟阶段有机碳反推系数表

表5

X（设已扣除氧的影响）	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7
1. 当n=0.4时，每克有机碳生成的气	0.31	0.28	0.25	0.22	0.20	0.17	0.11	0.08
残余有机碳	0.69	0.72	0.75	0.78	0.80	0.83	0.89	0.92
反推系数1	1.45	1.39	1.33	1.28	1.25	1.20	1.12	1.09
2. 当n=0.8,50%排出时，残余油及残余干酪根继续热演化生气(n=0.4)，每克有机碳生成的气	0.58	0.50	0.42	0.33	0.25	0.17		
残余油热裂解成的气	0.15	0.125	0.105	0.08	0.06	0.04		
残余干酪根继续生成的气	0.047	0.056	0.065	0.075	0.084	0.093		
残余有机碳	0.52	0.57	0.62	0.68	0.73	0.78		
反推系数2	1.92	1.75	1.61	1.47	1.37	1.28		

各 演 化 阶 段 有 机 碳 反 推 系 数 表

表 6

干 酪 根 类 型	门 限 时 H/C	生 油												生 凝 析 油						热 谱 分 析 终 点
		R _o = 0.9%			R _o = 1.20%			R _o = 1.35%			R _o = 2.0%			R _o = 1.35%			R _o = 2.0%			
		H/C	C ₁ /C ₃	反推系数	H/C	C ₁ /C ₃	反推系数	H/C	C ₁ /C ₃	反推系数	H/C	C ₁ /C ₃	反推系数	H/C	C ₂ /C ₃	反推系数	H/C	C ₂ /C ₃	反推系数	
I	1.60	1.30	0.43 0.57	1.75	1.10	0.56 0.44	2.27	0.95	0.62 0.38	2.63	0.75	0.68 0.32	3.12	0.95	0.32 0.68	1.47	0.75	0.38 0.62	1.67	0.77
II ₁	1.25	1.10	0.17 0.83	1.20	0.95	0.29 0.71	1.40	0.85	0.35 0.65	1.54	0.65	0.44 0.56	1.79	0.85	0.19 0.81	1.23	0.65	0.26 0.73	1.37	0.61
II ₂	1.10	1.00	0.1 0.9	1.10	0.85	0.22 0.78	1.28	0.75	0.28 0.72	1.39	0.55	0.38 0.62	1.61	0.75	0.16 0.84	1.19	0.55	0.22 0.78	1.28	0.53
III	0.80	0.70	0.08 0.92	1.09	0.65	0.12 0.88	1.14	0.60	0.14 0.86	1.16	0.50	0.20 0.80	1.25	0.60	0.08 0.92	1.09	0.50	0.12 0.88	1.14	0.27

注：C₁为生油消耗的有机碳、C₂为生成凝析油消耗的有机碳、C₃为残余干酪根的有机碳

上两表中的H/C，都作为已扣除了氧的影响。一般门限前后干酪根的O/C在0.05—0.2之间，III型的O/C高些，热解产物CO₂也可能略多些，I、II型的O/C低些，产物以水为主。O/C对B的影响大致相当于0.1—0.2个H/C生成的油气。

从两表可以看出：（1）最好的母质，最大反推系数亦仅在2左右。实际上R_o1.20%时，已是凝析油阶，此时由于碳化而残余有机碳增加，反推系数降低；（2）同样热解，降低一个H/C，当干酪根由于成熟度低或类型好因而H/C高时，生成C_油比H/C低得多，如表6中H/C从1.6降到1.3，共生成C_油0.42，平均0.14；H/C从0.8降到0.7时，生成C_油为0.08。

从反推系数可以看出，如海相碳酸盐岩有机质为II型，则高熟、过熟样的有机碳低于0.1—0.15的，沉积环境不是太好。

上法亦可用以计算生气量。但与所有其他方法一样，门限或原始干酪根类型的定量参数总是估计的，或者说某一类型母质的生油能力仅是个范围，计算时亦要反推，同样带来许多不明确的定性。

三、生 油 指 标

当生油岩成熟时，生油条件的优劣决定于有机相，一方面决定于沉积有机物的性质，另一方面决定沉积物的数量。对碳酸盐岩来说，即使烃/有机碳较高，如有机碳含量低，缺少物质基础，仍不能形成工业油气藏。从四川情况看，气藏规模与该地层有机碳含量有关。因此，碳酸盐岩有机质丰度是评价生油岩的首要指标。有条件的可做气含量分析，在生油阶段则沥青和C₁₅⁺烃含量是当然指标。

碳酸盐岩有机质丰度指标，至今未有较一致的标准。最早是法国石油研究所定0.24%；美国根据10000多个样的分析结果，定0.3%；苏联定0.2%；日本为0.12%；美国

庞加实验室定0.25%；帕拉加斯根据世界上18个碳酸盐岩盆地源岩认为有机碳含量平均0.67%，下限应在0.3~0.5%。我国傅家谟提出0.1~0.2%，郝石生提出0.3%，我们普查中暂用0.1%。气源岩标准仅庞加实验室提出0.5~2%，挪威只提出好、中、差，没有下限，这亦可能是考虑气容易运移，可以“广种薄收”。

这些差别的原因，可能是：①“工业油流”的标准不同；②某一层是源岩，但此层某部位是否源岩不易确定，下限可能定低；③生油岩好的，下限必然定得高。

对普查来说，丰度指标是个粗筛，定低了，有些地方变得都是生油岩，资源量算得庞大无比，使人盲目乐观，还导致浪费工作量。定高了，则又可能要漏过。而指标总是在已知油气田、已知源岩的基础上定的。目前我国已知碳酸盐岩油气田尚不够多，一些有泥岩夹层或有深部来源者又不太相宜；在资料不足情况下定指标，把握不准是必然的，重要的是要忠于科学，敢于否定，不能说中国碳酸盐岩有机碳含量都低，因而指标亦要低。总之，指标这个规律是客观存在的要逐步修正。

有机碳指标要不要按酸不溶物分档，要看不溶物中有机质是否差于灰质的，但从油气排出、微裂隙形成条件和反映沉积相带来考虑，累积这个资料可能是有用的。

目前丰度指标是指单个样品或单个样代表的部份岩体。如果研究层位平均有机碳在此下限，恐不会形成油藏，因此应有个层段平均值的下限。如分布不均，为免漏掉薄层小块真正的有效生油岩，则层、块可分小些。当然，用平均值还是用其他统计值，可进一步研究。

碳酸盐岩成熟度指标有两个问题：①高熟、过熟阶段用什么参数；②是否有“气死亡线”。

用什么成熟度参数，要根据具体条件和演化阶段而定。例如要定油相、凝析油相或干气相，采用H/C即可；要定干气相后的演化程度，可能要用X射线衍射分析等，重要的是要能与某一公认的标尺相对应。

如果“气死亡线”指甲烷裂解成碳、氢而消失，则按庞加实验室的理论计算在500°C左右。一般地质条件不至于此，但从保存条件来看，高温过熟极为不利，至少加快渗漏。因此，当演化程度指示只能找气，则盖层条件是评价前题之一。

(收稿日期：1984年7月7日)

参 考 文 献

- [1] Ibe et al, 1983, Organic matter content in carbonate sediments in relation to petroleum occurrence Journal of petroleum Geology, Vol.6, P.55—70.
- [2] J.G.Palacas, 1983, Geochemical and Geological Factors Controlling Generation of Petroleum in Carbonate Rocks.
- [3] G.Dernaison et al, 1983, Predictive Source Bet Stratigraphy; An Application of the Organic Facies Concept to Basin Evaluation.
- [4] 张义纲, 石油的成因与微生物, 石油实验地质, 地质出版社, 第1卷第1期, 1979年。
- [5] T.G.Powel et al, 1975, Organic Geochemistry of Pbosporites, Relevance to Petroleum Genesis, Bull. A. A. P. G., Vol. 59, No. 4.
- [6] 李执等, 干酪根热降解反应动力学参数测定的研究, 石油实验地质, 第4卷第3期, 1982年。

COMMENT ON SEVERAL TOPICS IN
THE GEOCHEMISTRY CARBONATE SOURCE ROCK

Chen Peiji

(Central Laboratory of Petroleum Geology,
Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

Based on the data from home and aboard, several important aspects in organic geochemistry of carbonate source rock, such as the abundance and evolution of organic matter and the time of oil generation are discussed comprehensively. Meantime, the author put forward her view point on these topics.