

# 黔南东部下古生界 石油生成及演变阶段的探讨

韩世庆 王守德

(地质矿产部第八普查勘探大队)

石油作为物质的一种存在形式，与自然界其它事物处在运动中一样，有着其自己的生成和演变过程。正确地认识和反映这一过程，将使我们在油气普查勘探过程中尽可能地避免盲目性，增强自觉性。

本文从有机地球化学角度，采用地质历史分析法，着重对黔南东部下古生界石油生成及其演变阶段进行探讨。

## 一、黔南东部下古生界埋藏史

黔南是一个多期发展的叠合沉积拗陷，有着多期沉降、沉积及多期构造抬升、剥蚀的复杂演变历史（表1、图1）。

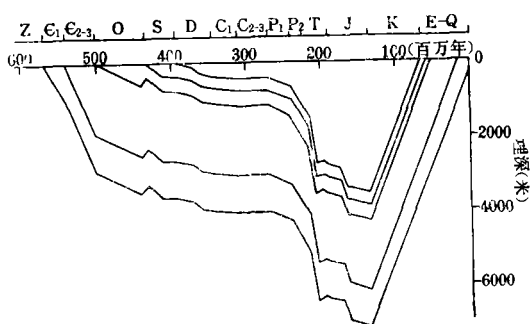


图1 黔南东部下古生界沉积埋藏史图

加里东期，以较稳定的连续沉降为主。沉积厚3300—4000米。重要的抬升（停积及剥蚀）为晚期的都匀运动及末期的广西运动，剥蚀幅度分

黔南东部地区下古生界埋藏史 表1

构造期	地质时代	地壳运动	埋藏史	
			沉积史	停积、剥蚀史
喜山期	N+Q	四川运动		
	E			
燕山期	K <sub>2</sub>	宁镇运动		
	K <sub>1</sub>			
	J <sub>3</sub>			
	J <sub>2</sub>			
印支期	J <sub>1</sub>	印支运动		
	T <sub>3</sub>			
	T <sub>2</sub>			
华力西期	T <sub>1</sub>	东吴运动		
	P <sub>2</sub>			
	P <sub>1</sub>			
华力西期	P <sub>1</sub>	黔桂运动		
	C <sub>2-3</sub>			
	C <sub>1</sub>			
	D <sub>3</sub>			
华力西期	D <sub>2</sub>	广西运动		
	D <sub>1</sub>			
	S <sub>3</sub>			
加里东期	S <sub>2</sub>	都匀运动		
	S <sub>1</sub>			
	O <sub>2-3</sub>			
	O <sub>1</sub>			
	C <sub>3</sub>			
加里东期	C <sub>2</sub>	织金运动		
	C <sub>1</sub>			
	Z			

别达150米和800米。

华力西期表现为沉积与频繁而短暂的抬升相间，沉积厚200—1500米。除紫云运动及黔桂运动对本区东北部影响较大(造成凯里地区石炭系缺失)外，大部分地区所受影响均较小。

印支期在本区主要为连续沉降，尤以中三叠世沉积速度最快(130米/百万年)。中间可能有短暂抬升，但影响不大。

燕山运动是加里东期之后在贵州表现最为强烈的地壳运动，除形成强烈褶皱、断裂外，并使贵州整体抬升，其剥蚀幅度之巨，可自侏罗系直至震旦系，以致基本形成贵州地质现状。

侏罗纪末，黔南东部下古生界各层系的最大埋藏深度如图2。从图中可看出下古生界的埋藏深度自凯里、麻江、三都一带向西南方向明显加深。

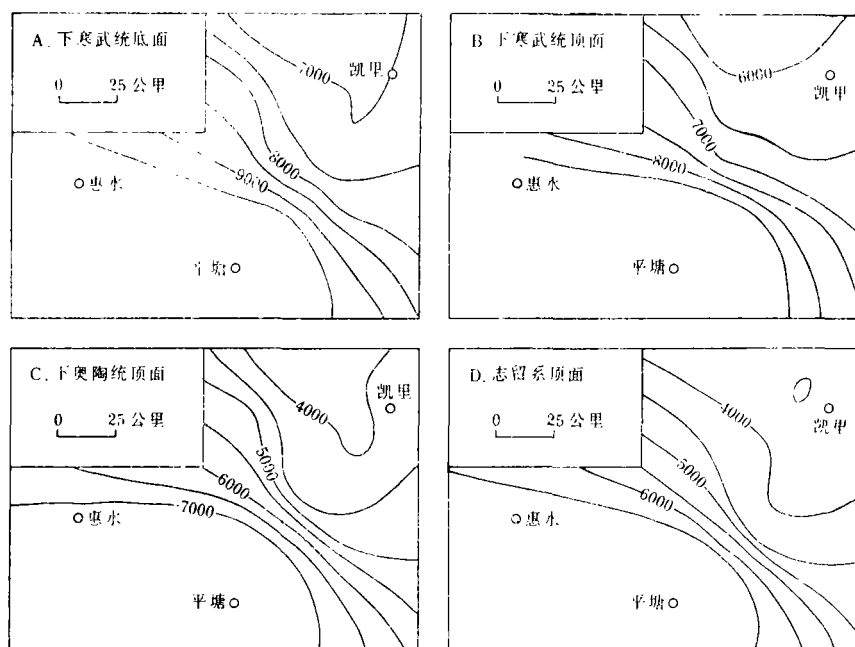


图 2 黔南东部下古生界最大埋藏深度图 (等值线数字单位为米)

## 二、黔南东部下古生界温度史

从上述沉积埋藏及抬升剥蚀史可知，本区开启程度较高，平均现今地温梯度较古地温梯度普遍偏低，这已为钻井地温研究所证实。

恢复随埋藏史而同时发生的温度变化历史，最重要的是推算古地温梯度。古地温梯度是采用区内下石炭统一上二叠统的镜煤反射率数据、相应的有效受热时间和最大埋藏深度等三项参数，按博斯蒂克(Bostick, 1971)等补充后的卡威尔图解法<sup>(1)</sup>，经韦普勒斯(Waples, 1980)<sup>(2)</sup>“时间-温度指数(TTI)”-反射率对照表验证后确定的。

由于在剖面上缺少不同层段的系统的镜煤反射率资料，故所推算的古地温梯度，目前只能作为该剖面的平均古地温梯度。

在本区内，今、古地温梯度的平均值，均有规律地自东北向西南方向增高（图3）。

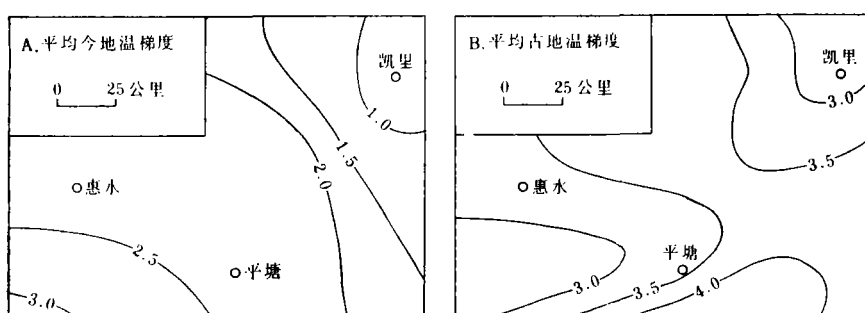


图3 黔南东部古、今地温梯度等值线图  
(等值线数字单位 °C/100米)

下古生界各层系在地史发展中所经历的最高温度（侏罗纪末），有规律地自东北向西南方向增高（如图4）。这是由平均古地温梯度和最大埋藏深度所决定的。

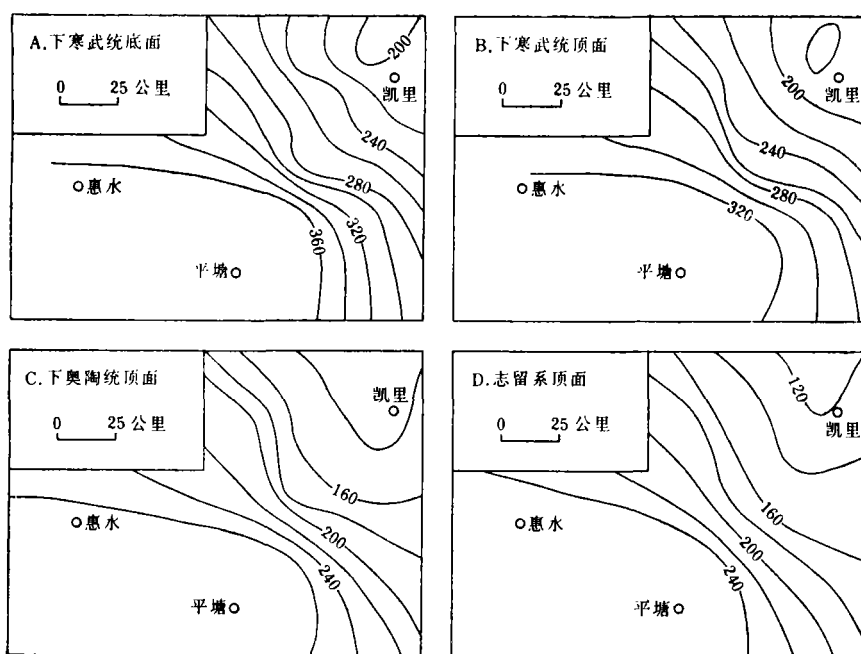


图4 黔南东部下古生界最大埋藏温度图

### 三、黔南东部及邻区下古生界各层系石油生成及其演变阶段的探讨

由于贵州复杂的构造变动,要准确地研究并划分石油生成及其演变阶段是比较困难的。但是,受“时间”、“温度”影响的镜煤反射率及油、气、沥青显示相态等诸种石油地质记录,却为我们提供了各种间接或直接依据。

洛巴金(Lopatin, 1980)<sup>[3]</sup>和韦普勒斯(1980)从化学动力学的角度,提出“时间-温度指数”(TTI或 $\tau$ )的概念,用以表达有机质成熟度。根据 $\Sigma$ TTI值与系统的镜质体反射率、沥青/有机碳、CPI、H/C等若干指标的对照研究,提出了划分石油生成及其演变各阶段的 $\Sigma$ TTI值和 $\Sigma\tau$ 值的标准(表2)。这个标准与本区的客观地质现象较为吻合。尽管如此,按此标准划分,亦只能作为大致的时间、温度界限。

石油生成后保持阶段划分标准表 表2

阶 段		$\Sigma$ TTI	$\Sigma\tau$
生油阶段	门限阶段	15	75
	高峰阶段	75	170
	结束阶段	160	400
轻质石油保持阶段		1000	
湿气保持阶段		1500	
干气保持阶段			

我们对本区11个剖面及邻区7个剖面点的下古生界各层系的若干界面,根据其埋藏史建立了相应的地质模型,并按各剖面所在地区的古地温梯度对各界面进行 $\Sigma$ TTI值及 $\Sigma\tau$ 值估算。根据估算结果,对黔南东部下古生界的石油生成及演化有所了解。现分别叙述如下:

#### (一)下寒武统底面

本界面大致反映了下寒武统下部(亦包括上震旦统顶部)生油层的状况。其生油阶段大致从中、晚寒武世到早奥陶世开始。由于沉积盖层厚度较大、时间间隔较短,故门限温度较高,各剖面变化于83—102°C之间。生油高峰期在早奥陶世早、中期,而生油阶段结束于早奥陶系晚期(温度在130—133°C)(表3—A<sub>2</sub>)。黔南王佑、雅水一带,由于奥陶、志留系盖层薄,生油层受热温度亦相应较低,所以生油期在晚志留世到早泥盆世才结束(表3—A<sub>4</sub>)。在地温梯度较低的凯里地区,生油阶段结束于中、晚志留世,更由于在整个华力西期沉积盖层很薄,下寒武统中的液态烃可保存到晚三叠世初期(表3—A<sub>1</sub>),而黔南东部麻江及黔东北石阡地区,下寒武统内液态烃仅能保存至泥盆、石炭纪(表3—A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>)。目前,黔南东部及邻区下寒武统下部的烃类演变已全部进入干气阶段(图5—A)。

黔南东部下古生界油气生成及保存阶段对比表 表3

时期	凯里地区	麻江地区	石阡地区	惠水地区
K				
J				
T <sub>3</sub>		D <sub>1</sub>		
T <sub>2</sub>			D <sub>3</sub>	
T <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	
P <sub>2</sub>		C <sub>2</sub>		
P <sub>1</sub>				
C <sub>2,3</sub>				
C <sub>1</sub>				
D <sub>3</sub>				
D <sub>2</sub>				D <sub>4</sub>
D <sub>1</sub>				C <sub>4</sub>
S <sub>3</sub>				
S <sub>2</sub>				B <sub>4</sub>
S <sub>1</sub>				
O <sub>2,3</sub>			B <sub>1</sub>	
O <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>
Є <sub>2,3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	
Є <sub>1</sub>				
占地温 梯度 (°C·100m)	2.7	3.5	3.1	2.7

— 表示生油阶段      - - - 表示液态烃保存阶段      ... 表示湿气保存阶段  
 A<sub>1</sub>—A<sub>4</sub>下寒武统底面    B<sub>1</sub>—B<sub>4</sub>下寒武统顶面    C<sub>1</sub>—C<sub>4</sub>奥陶系顶面    D<sub>1</sub>—D<sub>4</sub>志留系顶面

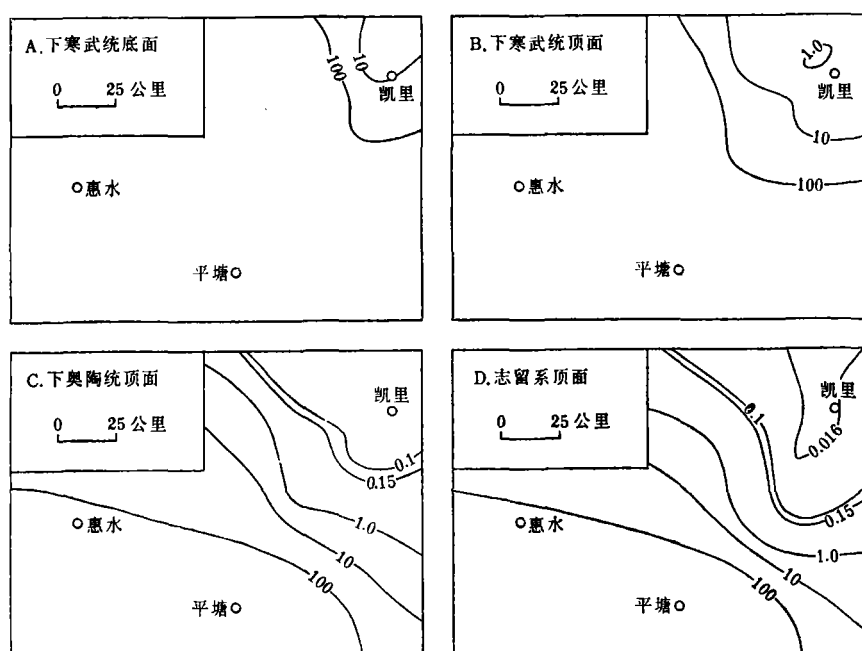


图5 黔南东部下古生界最终TTI值图  
 (等值线数字单位为万)

## (二) 下寒武统顶面

本界面大致反映下寒武统上部生油层的状况。黔南东部麻江地区及黔南南部惠水地区生油阶段分别于早石炭世、中泥盆世结束。前者液态烃及湿气尚可延续至早三叠世结束,而后者仅在晚泥盆世早期即已结束(表3—B<sub>2</sub>、B<sub>4</sub>)。下古生界以上沉积盖层较薄的凯里及黔东南的石阡地区,虽自奥陶纪即进入生油阶段(门限温度前者70°C左右,后者81—85°C),但一直延续到中及晚三叠世才结束(141—153°C)。液态烃可保存到侏罗纪(表3—B<sub>1</sub>、B<sub>3</sub>)。目前,下寒武统上部及中寒武统下部的烃类演变基本上为干气阶段(图5—B)。但个别地点尚可有机态状的油苗出现于下寒武统上部,如见于凯里以东的台江革东油苗,即赋存于下寒武统上部清虚洞组灰岩中。

## (三) 奥陶系顶面

对于本区来说,这个界面即是指下奥陶统顶面,大致反映下奥陶统生油层及油气保持的状况。在凯里及石阡地区,下奥陶统的生油期始自早、中三叠世,结束于侏罗纪,至今仍处于液态烃保持状态阶段。产自凯里虎庄的虎47井奥陶系的轻质原油,即可大致代表该区下奥陶统烃类演变程度(表3—C<sub>1</sub>、C<sub>3</sub>)。黔南东部的麻江、都匀、三都地区,由于古地温梯度较凯里地区略高,奥陶系以上沉积盖层厚度亦增大,故生油期亦相应开始较早,始自晚泥盆世,而在三叠纪至侏罗纪间均结束了生油阶段,并在白垩纪前结束了液态烃阶段(表3—C<sub>2</sub>)。下奥陶统在黔南除东部的凯里地区可存在液态烃外,其余地区均处于干气阶段(图5—C),这与凯里地区于奥陶系中普遍见到油苗,而麻江、丹寨、三都、都匀地区普遍仅能见到固态沥青显示的现象是一致的。

## (四) 志留系顶面

本界面系指下、中志留统翁项群的顶面,大致反映志留系生油层及其油气保持阶段的状况。由于志留系的厚度不大,故志留系生油层的生油期及烃类保持阶段与奥陶系十分近似,唯各阶段的时期较奥陶系略晚一些。凯里、石阡地区志留系内的液态烃可保持至今(表3—D、图5—D)。

必须指出,当下寒武统生成的烃类运移到志留系翁项群储集层后,它以后所经历的埋藏史和温度史即与储集层相同。然而,即使如此,作为已成熟了的烃类与作为志留系中的生油母质干酪根,它们的热演变程度显然是不等同的。黔南东部凯里虎庄、洛棉一带志留系翁项群中即存在两种相态截然不同的烃类——翁项群下部的含沥青砂岩(沥青变质程度相当贫煤阶段)和翁项群中若干层段普遍存在的大量液态油苗。因此,在同一地区、同一层位中两种不同相态的烃类,代表着两个烃类演变系列,反映了两套生油层、两次主要生油期,经历了两次运移、聚集过程,因而实际上构成了两个成油旋回。前者含沥青砂岩为第一成油旋回的产物,后者油苗则为第二成油旋回的产物,如表4所示。

黔南东部下古生界两个成油旋回对比表

表 4

旋回	地区	生油层	主要生油期	储集层	运移聚集期	烃类相态
第二旋回	凯里、石阡	志留系及下奥陶统	印支—燕山期	志留系翁项群(分散)、下奥陶统红花园组	燕山期	液态原油及湿气
第一旋回	凯里、麻江、都匀、三都	下寒武统	加里东期	志留系翁项群下部、下奥陶统红花园组上部	加里东晚期	固态沥青及干气

#### 四、结 语

黔南地区同一生油层，由于所处位置不同，其上覆沉积盖层厚度相差很大，以致生油期及烃类演变阶段极不一致。如黔南南部奥陶、志留系在泥盆纪即已结束了生油期而进入了干气阶段，黔南东部以及黔东北地区则在三叠纪才开始进入生油阶段。

黔南南部，由于华力西期沉积盖层厚度大，特别是厚达3000—5000米的泥盆系，使下古生界生油层的生油阶段及液态烃、湿气保持阶段均在短暂的时间内和较高的温度下结束，如惠水至平塘一带的下古生界，在泥盆纪末期即已进入干气阶段。

黔南东部，寒武系已进入干气阶段，奥陶、志留系除凯里地区由于上覆盖层薄及古地温梯度较低而仍处在液态烃阶段外，其余地区亦均进入了干气阶段。

(收稿日期 1982年1月18日)

#### 参 考 文 献

- [1] B. S. Cooper "Estimation of the maximum temperatures attained in sedimentary rocks", 《Developments in petroleum geology-1》, 1977
- [2] D. W. Waples "Time and temperature in petroleum formation; Application of Lopatin's method to petroleum exploration", A. A. P. G Vol. 64, No 6, 1980
- [3] N. V. Lopatin "Historic-genetic analysis of oil generation using a model of uniform continuous subsidence of the oil-source layer", 《International geology review》 Vol. 22, No 2, 1980

## AN APPROACH ON STAGES OF OIL GENERATION AND EVOLUTION OF LOWER PALEOZOIC IN THE EASTERN PART OF SOUTH GUIZHOU

Hang Shiqing                  Wang Shoude

(The Eight Brigade for Petroleum Prospecting and Exploration,  
The Ministry of Geology and Minerals)

### Abstract

The burial history of the Lower-Paleozoic of the eastern part of South Guizhou is restored. The paleotemperature history is inferred by calculating the paleo-thermal gradient derived from vitrinite reflectance. The Time-Temperature Index (TTI) is estimated using the Lopatin method (Lopatin, 1980). The period of oil generation and the stage within which hydrocarbons are preserved are analyzed for the series of Lower Paleozoic.

In the Kaili district in the eastern part of South Guizhou, the hydrocarbons of Ordovician and Silurian still remain in the status of liquid hydrocarbon while those of the Cambrian have turned into dry gas. Hydrocarbons of the Lower Paleozoic in other districts of the eastern part and the southern part of South Guizhou have become dry gas too. It is suggested that there were two cycles of oil generation, i.e., Calidonian and Yanshanian, in the Lower Paleozoic of the eastern part of South Guizhou.