

# 四川盆地上二叠统 牙形石颜色与有机质成熟度

姜怀诚 黄籍中

(四川石油管理局地质勘探开发研究院)

## 一、牙形石颜色指标的石油地质意义

有机质成熟度是研究和预测油气的重要参数之一。由于泥质岩类广泛含有镜质体，其反射率值是最佳标志。而碳酸盐岩基本上不含镜质体，这就难于获得成熟度的资料。牙形石的颜色变化正好补充这一不足。牙形石的颜色变化是由于牙形石内部的有机质在

表1 CAI的九个等级划分

Table 1 Comparison of conodont (CAI) with the partial organic matter maturity index

Epstin 等 (1977)				本 文 (1984)				油 气	
CAI	温度 °C	Ro%	C%	颜 色	CAI	Ro%	成 熟 期		
1	<50—80	<0.8	<60	淡黄色、黄色、琥珀色	1	<0.8	未成熟—成熟	I—II	油 气
1.5	50—90	0.7—0.85	60—65	浅褐色、黄褐色	1.5	1.35	成 熟	II	
2	60—140	0.85—1.3	65—73	褐色、深褐色、棕色	2				
3	110—200	1.4—1.95	74—84	紫褐色、黑褐色、灰褐色	3	2.00	高成熟早期	III <sub>1</sub>	凝析油 湿气 干气
4	190—300	1.95—3.6	84—95	褐黑色、黑色为主，细齿变灰、变白、表面腐蚀不光滑	4~4.5	2.5	高成熟晚期	III <sub>2</sub>	
5	300—400	>3.6	>95	全为黑色	5	4.00	过成熟早期	IV <sub>1</sub>	干 气
6	>400	>3.6	>95	灰 色	6				
7	>400	>3.6	>95	白色，不透明	7	6.00	过成熟晚期	IV <sub>2</sub>	气 (碳)
8	>400	>3.6	>95	无色，结晶透明	8	>6.00	变 质	V	碳

温度和时间的作用下发生碳化和去碳化的结果,颜色变化的规律是由淡黄色→很浅的褐色→褐色至深褐色→很深的灰褐色至紫褐色→黑色;再由黑色→灰色→白色→无色结晶透明,这种颜色变化是不可逆的,根据这种不可逆性,把表示有机质变质程度的牙形石颜色变化称为CAI(色变指数),按CAI所能提供的岩层中有机质热演化程度的强弱将它分为九个等级(表1)。它表示了有机质的成熟度逐渐提高,由未成熟→成熟→高成熟→过成熟→变质的不同演化阶段。一般情况下CAI 1—2级生油,2级油、气共存,3—4.5级为凝析油、湿气、干气,5—6级为干气,大于6级为气—碳。

## 二、四川盆地上二叠统牙形石颜色在平面上的展布

四川盆地二叠系除康滇古陆无沉积以及盆地大部分地区深埋地腹外,其余地区,包括盆地边缘,盆地中部华蓥山、川西南、川东南等地广泛出露,层序发育完全。盆地内下二叠统为一套碳酸盐沉积,岩性、岩相基本稳定。上二叠统比较复杂,由西向东为火山喷发玄武岩相、河沼火山碎屑岩相、潮坪含煤砂泥岩相、局限海台地生物泥晶灰岩相、开阔海台地泥晶生物灰岩相、台内和台缘浅滩亮晶虫藻灰岩相、台缘海绵点礁相、广海陆棚硅质页岩相。上述岩相中除前两者外,其余岩相中都有牙形石分布。

### 1. 牙形石在纵向上的分布及其与岩相的关系

由十八条剖面牙形石数量的统计表明,二叠系牙形石主要产于长兴组(表2)。在3,650余粒牙形石中,长兴组占60%以上。牙形石的分布受沉积相带的控制。如表2所示,龙潭组各相带中,以局限海湾生物泥晶灰岩产出最多,其次是潮坪含煤砂泥岩夹灰岩相,其它相带很少。长兴组则以开阔海台地泥晶生物灰岩相、广海陆棚硅质泥岩相、台内和台缘浅滩亮晶虫藻灰岩相产出最多,其他相带很少或不产牙形石。上述产牙形石的岩相,其水深在数十米至两百米以内。这里,海水稍有动荡,含氧量适中,盐度正常,阳光充足,适宜牙形石动物的生长。

### 2. 牙形石颜色在平面上的展布

根据十八条上二叠统剖面牙形石颜色的观察统计,并由 $R_0$ 与CAI的对应关系确定的CAI值,可将四川盆地上二叠统牙形石颜色在平面上的展布分为三个区(图1)。

(1) 极浅色区(A) 牙形石的CAI值为1—1.5。为典型的淡黄色和浅褐色。呈半透明,油脂光泽十分强烈。化石表面无任何腐蚀现象,主要见于广元上寺长江沟、北川通口、剑阁白家、绵竹高桥等地。

(2) 浅色—深色区(B) 牙形石的CAI值为1.5—2—3。主要为浅褐色、褐色、紫褐色、黑褐色和灰褐色等。化石半透明—不透明,表面光滑—不光滑,具微弱的光泽—不具光泽。部分化石表面有程度不同的腐蚀现象。CAI值为1.5—2的牙形石主要见于华蓥山和方斗山等地。CAI值为3的牙形石主要见于石柱冷水溪、南江桥亭、旺苍罅子坝、涪陵悦来场、南川大铺子、彭水、湖北宣恩晓关等地。

(3) 深色区(C) 牙形石的CAI值 $\geq 4$ 以上。颜色深,主要为褐黑色、灰黑

表2 四川盆地二叠系18条剖面中牙形石产状统计表  
Table 2 Relationship between statistics of the Permian  
conodont and the lithofacies

牙形石产地	层位	牙形石数量	沉积相
剑阁白家	P <sub>1</sub> <sup>32</sup> 茅口组	12	开阔海台地灰岩相
乐山沙湾	P <sub>1</sub> 阳新统	1	台内滩亮晶虫藻灰岩相
奉节大窝凼	P <sub>1</sub> 孤峰组	1	大陆残积~沼泽相
南江桥亭	P <sub>1</sub> <sup>32</sup> 茅口组	68	开阔海台地灰岩相
湖北宜恩晓关	P <sub>1</sub> <sup>33</sup> "	84	广海陆棚硅质层灰岩相
绵竹高桥	P <sub>2</sub> <sup>1</sup> 吴家坪组	14	开阔海台地泥晶生物灰岩相
北川通口	"	8	"
旺苍碾子坝 <sup>1)</sup>	"	9	"
重庆北碚 <sup>1)</sup>	P <sub>2</sub> <sup>1</sup> 龙潭组	4	潮坪含煤砂泥岩夹灰岩相
华蓥山李子垭	"	23	"
石柱冷水溪	"	28	局限海湾生物泥晶灰岩相
彭水	"	83	"
南川大铺子	"	37	潮坪含煤砂泥岩夹灰岩相
湖北利川见天坝	"	14	局限海湾生物泥晶灰岩相
涪陵悦来场	P <sub>2</sub> <sup>1</sup> 吴家坪组	25	"
奉节大窝凼	"	1	"
湖北宜恩晓关	"	4	"
南江桥亭	"	966	"
巫溪尖山田坝	"	50	"
广元上寺长江沟	P <sub>2</sub> <sup>2</sup> 长兴组(+大隆组)	4	广海陆棚硅质泥岩相

续前

牙形石产地	层位	牙形石数量	沉积相
旺苍罐子坝	P <sub>2</sub> <sup>2</sup> 长兴组(+大隆组)	81	广海陆棚硅质泥岩相
重庆北碚	P <sub>2</sub> <sup>2</sup> 长兴组	53	开阔海台地泥晶生物灰岩相
华蓥山李子埡	"	130	台内和台缘浅滩亮晶虫藻灰岩相
华蓥山木龙洞	"	19	"
石柱鱼池坝	"	19	开阔海台地泥晶生物灰岩相
石柱冷水溪	"	59	"
彭水	"	8	台内和台缘浅滩亮晶虫藻灰岩相
涪陵悦来场	"	6	"
南川大铺子	"	44	开阔海台地泥晶生物灰岩相
湖北宣恩晓关	"	215	广海陆棚硅质泥岩相
南江桥亭	"	1572	开阔海台地泥晶生物灰岩相
湖北利川见天坝	"	14	台缘生物礁相
古蔺烟地湾	"	1	局限海台地泥晶生物含泥质灰岩相

1) 据蒋武, 1981、1983年的研究资料

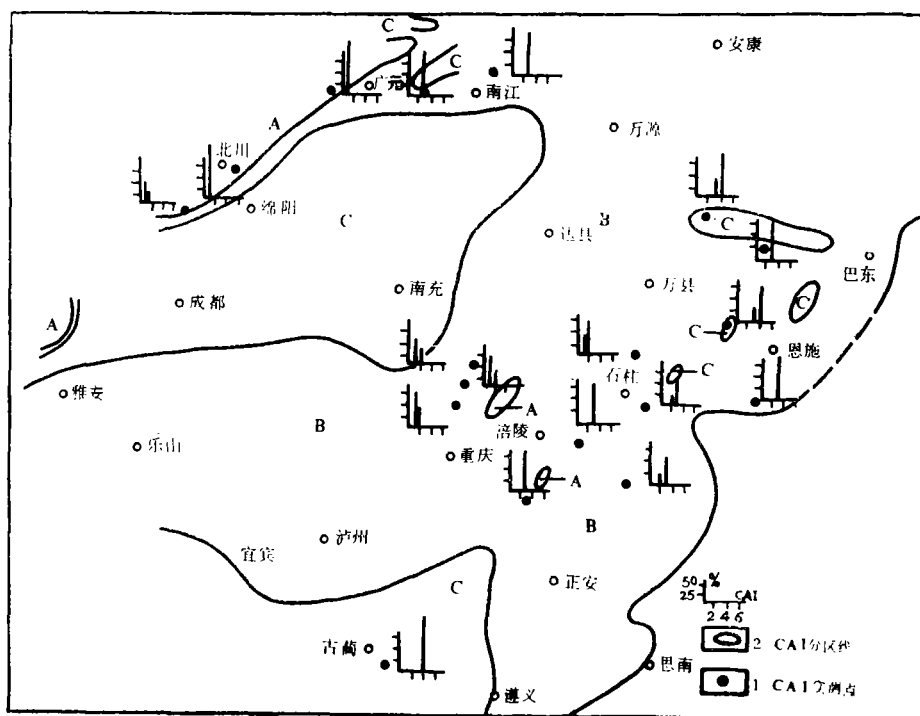
色、深灰黑色等。化石表面极不光滑, 不透明, 无光泽。个别化石表面腐蚀厉害, 呈现凹凸不平的麻点状。此类牙形石见于巫溪尖山田坝、湖北利川见天坝及古蔺烟地湾等地。

### 三、四川盆地上二叠统牙形石颜色影响因素分析

四川盆地上二叠统牙形石颜色在平面上展布各异, 笔者认为主要受下列因素控制。

#### 1. 断裂、隆起对牙形石颜色的影响

川西北地区地处龙门山褶皱带靠盆地一侧。该区在长期的地史发展中, 受多次构造运动破坏, 断裂构造相当发育。其中以印支燕山运动尤为突出。而且侏罗系白田坝煤系与下伏地层(T<sub>3x</sub>-E<sub>1</sub>)在不同地区呈角度不整合接触, 即早期构造回返, 导致地热多次散失。牙形石所经受的热力强度减弱。因此, 保持了它原来的颜色, 即使有变化也相当微



A. 极浅色区 B. 浅色—深色区 C. 深色区

图1 四川盆地上二叠统牙形石颜色分布图

Fig. 1 Distribution of the Permian conodont color in the Sichuan Basin

弱。

华蓥山牙形石的三个产地位于华蓥山断裂带上。此断裂带在印支期东侧上升形成华蓥山隆起带，燕山期进一步隆起遭到剥蚀。正是由于断裂、隆起、剥蚀等作用造成热力散失，古地温相应较低，岩石中牙形石所经受的热力强度弱。但该区之断裂远不如川西北龙门山那样发育，故牙形石的颜色与川西北地区比较又稍深一些，呈现为浅褐色和褐色。

斗山背斜南段鱼池坝附近的牙形石产地在地质构造背景上类似于华蓥山。该背斜在区域构造上位于石柱古隆起之上。石柱古隆起是晚二叠世—中侏罗世由剥蚀、沉积、剥蚀长期综合作用的结果<sup>1)</sup>。在背斜的南段有一与轴向一致并深切构造轴部的横梁子大逆掩断层通过牙形石产地。这种长期隆起、剥蚀，无疑促使岩石中牙形石所经受的热力强度减弱。所以，该地所产牙形石的颜色也主要受隆起、断裂影响，致使古地温降低而呈浅褐色和褐色。

## 2. 凹陷对牙形石颜色的控制

1) 江汉石油局, 1972、1973, 鄂西地区石柱宽向斜二、三叠系古构造对油气分布的控制, 川东、鄂西、石柱复向斜二、三叠系含油气条件调查。

从四川盆地白垩纪沉积前,下二叠统顶面古构造图可以看出<sup>1)</sup>,在盆地北部展布为三个巨型凹陷,分别以绵竹、通江、云阳为中心,下降幅度达7600、7500、7100米。如扣除上二叠统200—400米厚度亦在7,000米左右。大于5,000米的分布在芦山、乐至、武胜、重庆、綦江连线之西南地区。其中泸州地区(包括泸州、自贡、宜宾、兴文)及乐山地区小于3,500米。巨型凹陷不仅沉积了巨厚的沉积物,而且在地史期又是继承性的发展,只是在不同时期其中心稍有变化而已。即是说上二叠统沉积后,在凹陷区长期处于埋深较大,所经受的地温比非凹陷区高得多,它必将影响有机质向深度演化,如表3所示。在不同地区其古埋深及所经历的最高温度是不相同的,因此,牙形石的颜色变化亦不相同。如位于凹陷南侧的关基井最高地温达200℃左右,在云阳凹陷北侧巫溪地表测得的牙形石颜色主要为灰褐色、紫褐色、褐黑色、灰黑色和黑色,CAI值为4—4.5,在凹陷中心更大,为5—6,绵竹凹陷为7。又如据湖北建南资料<sup>[2]</sup>,二叠系埋深为5,048米,测得CAI值为中—高值(3—4)。与笔者在上述凹陷南侧获得的上二叠统的CAI值基本吻合。隆起区则小得多,如泸州地区的CAI为3级。川中斜坡区为3—4.5级。

表3 埋深、地温对有机质向深度演化的影响

Table 3 Comparison of paleo-burial depth and paleotemperature of the Permian in the Sichuan Basin

类别	地区	川西北龙门山前缘	川北川西	川中	川南川西南	川东北	川东	注
	上二叠统古埋深(米)	顶	2250 3600	7000 8000±	5000 5500±	4500±	6000 6900	
	底	2250 3600	7200 8200	5500 5800±	4700±	6400 7300±	5300 6800±	
地温℃		70—90±	180—220±	160±	130±	140—160±	140—150±	指P <sub>2</sub> 底经历的最高温度
侏罗系与下伏层接触关系		角度不整合	假整合	假整合	假整合	假整合	假整合	
成熟度		成熟期	过成熟期	高成熟期	高成熟早期为主	高成熟晚期为主	高成熟期	
CAI值		1—1.5	5—7	3—4.5	3	4—4.5	3—4.5	
古构造		隆起	凹陷	斜坡	隆起	凹陷	斜坡隆起	指白垩纪前下二叠统顶面古构造

由此可见,四川盆地上二叠统牙形石颜色主要受构造运动所引起的断裂、隆起、凹陷所制约,这种外因强度的大小直接控制了古地温的高低。从而使岩石中牙形石的颜色深浅伴随古地温的变化而发生变化。

1)1982,本院资料,何天华、范显初编图。

## 四、牙形石CAI与镜质体反射率Ro的对比， 及其与有机质的演化关系

### 1. 牙形石CAI与镜质体反射率Ro的对比

镜质体反射率Ro是当前研究有机质成熟度的最佳指标。为分析CAI值与Ro之关系，笔者根据同一层系中的对应值进行了回归分析。结果如图2所示。相关系数较好，为0.94178。线性方程为 $R_o = 0.575359779 + 0.115983774 \times \text{“CAI”}$ 。

在勾绘平面分区图时，应用该公式，借用P<sub>1</sub><sup>2</sup>煤层的Ro值进行了CAI计算。从计算结果来看，二者之间关系良好。如川西北广元上寺长江沟，北川通口等地对上二叠统

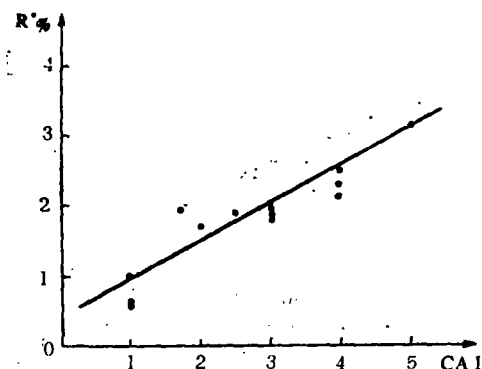


图2 CAI值与Ro对应的关系图

Fig. 2 Relationship of conodont (CAI) with reflection (Ro%) of reflector

(包括下统)岩样分析出来的牙形石颜色经鉴定为典型的淡黄色和浅褐色，相应的Ro也表现为低值( $<0.8$ )。华蓥山、方斗山等地实测的CAI值为1.5—2，Ro值为1.2—1.5表现为低—中值。旺苍碾子坝、南江桥亭、涪陵悦来场、彭水、南川大铺子、湖北宣恩晓关等地的CAI值为3，Ro值在1.5—2之间，巫溪尖山田坝、湖北利川见天坝、古蔺烟地湾、云南盐津、川37井、关基井、川23井、女基井、角13井、成参井、鱼1井、仪1井等地(井)，CAI值一般都在4—4.5级以上，其反射率Ro一般都大于2.5以上，两者均表现为高值。这表明，四川盆地上二叠统中有机质成熟度指标CAI与光学法测得的镜质体反射率Ro基本是一致的。两者均可提供评价一个地区沉积物中有机质演化的重要参数。尤其是对一个碳酸盐建造发育的新区，在有机质成熟度的研究方面，牙形石CAI的应用，就更有它的独到之处。

### 2. 牙形石CAI与有机质的演化关系

盆地内上二叠统(长兴组)是区域性含油气层系之一。具有良好的成油气物质基础。龙潭组海陆交替的含煤建造，含有丰富的有机物质，有机碳含量高达1.6%。长兴组和吴家坪组在一些地区为生物或含生物的碳酸岩建造，各门类生物含量达40—50%，具有一定的生油母质。

因牙形石CAI值在盆地内各地显示的不同，说明上二叠统岩层中的有机质曾经历了从未成熟→成熟→高成熟→过成熟的各个演化阶段。今日所见盆地内上二叠统含油气性特征，表明主要处于高成熟→过成熟阶段。

(1) 川西北龙门山地区CAI为低值区(1—1.5级) 本区其他反映成熟度的地化指标也相应较低,如广元上寺长江沟 $R_o$ 小于0.8,古地温 $57.6^{\circ}\text{C}$ 。干酪根呈棕色、棕黄色、沥青为黄棕色或棕黄色。前已叙及,由于印支运动和燕山运动发生强烈褶皱,断裂发育,同时该区上二叠统处在白田坝组与须家河组不整合面下,上覆地层薄,下埋地腹浅<sup>[3]</sup>。因此,岩层中有机质经受的热力强度是微弱的。正是在CAI的低值区表现为现今地表之油气显示多为油苗、油浸和软沥青。野外所见沥青、油苗等皆为因断裂切割及后期暴露于地表使液态烃遭到氧化破坏的结果。不难看出,CAI的低值一方面说明这一地区上二叠统岩层中有机质的演化程度是相当低的,另一方面也说明这一地区在地质历史过程中有液态烃生成的良好地质环境。

(2) 盆地内广大地区CAI为中值区 其中局部地区为1—1.5和1.5—2的低值异常点及4—4.5的高值异常点。其余为3的中值所分布。在3级分布的范围内,镜质体反射率 $R_o$ 在1.5—2之间,而其它地化指标也都反映出岩层中有机质所经受的热力强度要大得多。以 $P_1^3$ 为例,沥青多为碳质沥青,呈黑色,不显荧光。干酪根也显黑色或灰黑色,自贡地区塔7井、音5井有机差热曲线后峰温值高达 $700^{\circ}\text{C}$ 以上。天然气的 $\text{CH}_4$ 成分在95%以上。显然,在CAI值为3级分布的地区其它地化特征均表现为高成熟的特点。岩层中的有机质则主要向气态烃演化,以 $P_1^3$ 为例,从钻井中所揭示的含油气情况来看,以气为主,油次之。在泸州古隆起核部的周围如得胜场向斜、阳高寺、合江、南井等构造的个别井有轻质原油和凝析油从茅口组产出。华蓥山南端长兴组有油苗或油浸零星分布。卧龙河构造20井在深2,777—2,855米的长兴组层段日产原油187.1公斤,从CAI的分析,上述事实都说明油苗或油浸主要分布在CAI的低值区( $\leq 2$ ),而以1—1.5(或1.5—2)最为理想。在CAI值为3时,轻质原油、凝析油和天然气可以共存,但以天然气为主。

(3) 川西—川北一带、川中北部及川西的南部和川南的南侧是 $\text{CAI} \geq 4$ 的高值地区 镜质体反射率 $R_o$ 大于2.5以上。如女基井在3,299—3,428米井深的下奥陶统南津关组测得CAI值为6级,反射率 $R_o$ 高达3.65。推测上覆上二叠统之CAI值应在4级以上。其它地区如关基井、鱼1井、川23井、川37井、角13井、仪1井、成参井、云南盐津等地区(井),计算所得CAI都是高值。岩层中牙形石的受热温度相当于 $190—300^{\circ}\text{C}$ 以上<sup>[4]</sup>。如此高的温度无疑地将使岩层中已形成的液态烃向气态烃演化。如关基井 $P_2$ 底的今埋深7,000米以上,测得井温 $173^{\circ}\text{C}$ 。而古埋深更大,约达10,000余米,估计古地温可达 $200^{\circ}\text{C}$ 左右,已超过液态烃向气态烃演化的界限。因此,按照CAI值的观点,干气主要赋存于CAI大于3以上的区域。

## 五、四川盆地上二叠统有机质成熟度分区

迄今为止,在四川盆地数十个构造上有数百口井钻穿上二叠统,无论深埋(7,000米以上),或浅埋(1,000—2,000米)地区,经钻探构造获得工业气井的成功率达60%左右( $P_2$ 为目的层统计)。产层为长兴组。通过对牙形石CAI值的研究,可以看出盆地内上二叠统中有机质的成熟度变化,由于各地所处区域地质构造背景不同,有机质的成熟度



也是不同的。根据CAI值在平面上的展布，可将上二叠统长兴组有机质的成熟度(CAI)分为以下几个区(图3)。

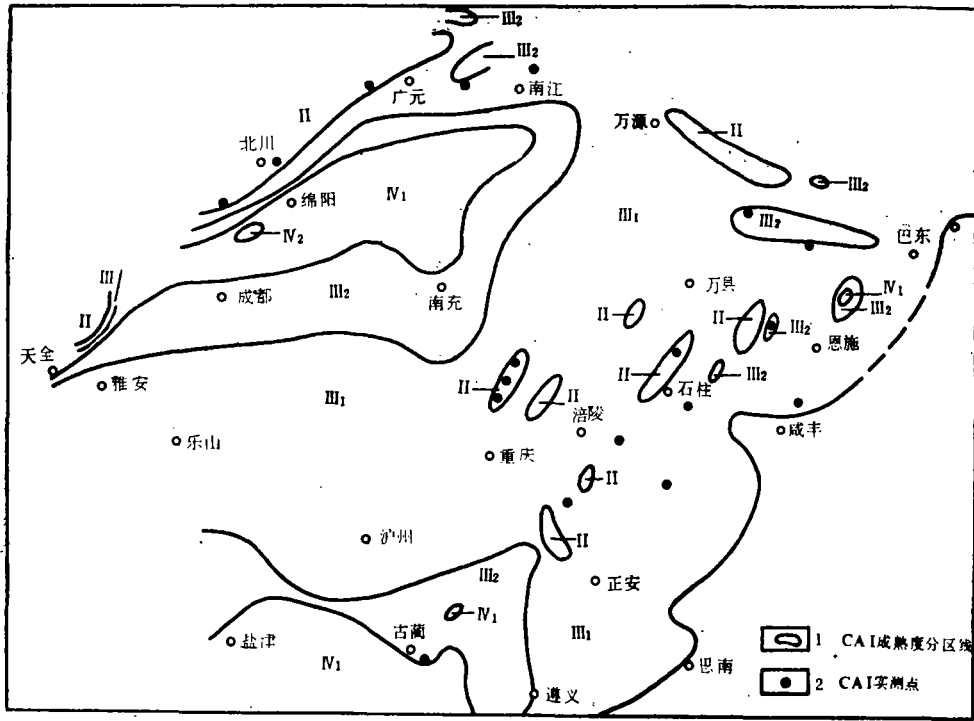


图3 四川盆地上二叠统(长兴组)有机质成熟度(CAI)分布图

Fig. 3 Distribution of the Permian (CAI) maturity in the Sichuan Basin (Changxing Group)

1. 成熟区\* (CAI= 1—1.5,  $R_o < 0.8$ ) 主要分布在川西北龙门山前缘及其靠近盆地一侧的狭长地带。其次在川东高尖及高陡构造的近轴部、高点等局部地区。

2. 高成熟早期 (CAI= 3,  $R_o = 1.35—2$ ) 广布于川东南、川西南地区, 面积约占盆地的二分之一。

3. 过成熟早期 (CAI= 5—6,  $R_o > 2.5—4$ ) 分布在川西—川北一带。

4. 高成熟晚期 (CAI= 4—4.5,  $R_o = 2—2.5$ ) 介于过成熟早期与高成熟早期之间。主要分布在川中之北部、川西的南部及川南的南侧等地带, 另外在川东北局部地区亦有分布。

由图可见。盆地范围内, 主要展布为高成熟早期。其次是高成熟晚期和过成熟早期。

## 六、四川盆地上二叠统含油气探讨

由前述 CAI 值与有机质成熟度的关系可看出, 地表及地下含油气特征是受有机质

\* 按 CAI = 1 时为未成熟—成熟期, 但从该区多项资料判断, 已属成熟。

成熟度制约的。盆地内钻穿上二叠统所获长兴组气藏均证实为天然气。其余未钻探地区，亦是天然气，且以干气为主。从CAI成熟度分区图上看，盆地内的成熟度普遍偏高。根据CAI值的变化，笔者认为在有油源的情况下，川西北龙门山前缘及其靠近盆地一侧的狭长地带，只要具备良好的地质条件，找到液态烃包括轻质原油和凝析油的可能性是存在的，是四川盆地找油的佳地区。因龙门山断裂带及其两侧凡是暴露于地表的震旦系—侏罗系地层中均有规模较大的沥青和油苗。已知中坝构造在 $T^2_{3x}$ 、 $T^3_r$ 中产轻质原油和凝析油。广元矿山梁等长兴组有油苗；志留系灰岩含油及沥青；奥陶系含油；下寒武统有轻质原油流出。表明液态烃存在于CAI的低值区。川东南、川西南、川南、川东及川东北和川西北区是勘探凝析油、湿气、干气有利地区，但以干气为主。这些地区是CAI的中值分布范围，此区内华蓥山、方斗山等是CAI的低值异常点，在有油源时，可望找到轻质原油和凝析油。但据实际资料，该区长兴组生油性较差，钻获者均为干气，故分析属煤系气源和非煤系（热演化）气源的可能性大。川西—川北一带，川中、川西的南部和川南的南侧是勘探干气的有利地区。区内已知关基井 $P_1^3$ 及女基井 $P_1^2$ 、 $O_1^1$ 已获工业性气流。磨深1井在钻进中也发现含气显示。这些地区是CAI的高值分布范围。所以，只能找到干气。

收稿日期 1984年8月18日

### 参 考 文 献

- [1] 黄籍中等, 1982, 石油勘探与开发, 2期, 12—23。
- [2] 杜国清, 1983, 石油学报, 4卷4期, 12—28。
- [3] 黄籍中, 1984, 石油学报, 5卷1期, 9—18。
- [4] Epstein, A.G., Epstein, J.B., and Harris, L.D., 1977, Conodont color alteration—an index to Organic metamorphism U.S.G.S. Professional P.995, 1—27.

## UPPER PERMIAN CONODONT COLOR AND ORGANIC MATURITY IN SICHUAN BASIN

Jiang Huaicheng    Huang Jizhong

(Institution of Geological Exploration and Development  
of the Sichuan Petroleum Administration)

### Abstract

This article refers to the conodont color in the Sichuan Basin. According to the different colors in many regions, the development of the Permian conodont colors on the plane can be divided into three areas: (A) the light color area; (B) the light-dark color area; and (C) the dark color area. The geological characteristics of the

areas are analyzed. We think that the change of the Permian conodont colors in Sichuan Basin are controlled mainly by break, swell, and sag owing to the structure movement. According to the development of the conodont color on the plane, the Permian organic maturity in Sichuan Basin can be divided into four areas:

1. Matured area; This area exists mainly in the front of the Longmen mountain in the northwest of Sichuan Basin and the narrow region near the basin. This area exists in the local partial region of high chevron and high dipping structure in the east of Sichuan Basin.

2. Highly-matured early age; The area exists widely in the region in the southeast and southwest of the Sichuan Basin. The area accounts for about half of the basin.

3. Over-matured early age; The area exists in the west and north of Sichuan Basin.

4. Highly-matured late age; The area exists in the region between over-matured early age and highly-matured early age. This area mainly exists in the north of middle Sichuan, in the south of Southwestern Sichuan and on the south side of Southern Sichuan.

In Sichuan Basin, the development is mainly of high-matured early age. The secondary is of high-matured late age and over-matured early age. In general, the maturity is higher. According to the change of CAI value, we believe that the front region of the Longmen mountain in Northwestern Sichuan and the one near one side of the basin is the best region in Sichuan Basin. It is the best area where light oil and condensate can be found. The areas in Southeastern Sichuan and in Southwestern Sichuan are mainly favorable for the exploration of natural gas. The regions in the west and north Sichuan, middle Sichuan the southern part of Southwestern Sichuan and southern side of the Southern Sichuan are favorable for the exploration of dry natural gas.