

黔东麻江古油藏的发现及其地质意义

韩世庆 王守德 胡维元

(地质矿产部第八普查勘探大队)

人们对事物本质的认识,往往从现象开始。我们对麻江古油藏的认识,是从对志留系含沥青砂岩的调研开始的。

贵州东部的麻江、都匀、丹寨、凯里一带,在志留系翁项群第二段($S_{1-2}Wn^2$)中,广泛而稳定地分布着一套形象十分特殊的“黑砂岩”。细察之,其黑色并非导源于砂粒本身,实因其粒间充填物黑色所致。此填充物为何?是否石油的变异产物?其历史演变怎样?重塑其历史有何现实意义?近年来引起了我们的深切关注。

黑色固态充填物质,产出于石英的粒间孔隙中,其形状受砂岩孔隙空间的控制(图版I-1)。在高倍扫描电镜下,充填物呈明显的流体灌入状(图版I-2),与典型的重质原油在砂岩中的产状十分相似。“黑砂岩”普遍含钒、镍等特殊微量元素,其有机碳含量可达2.74%。在荧光显微镜下,黑砂岩的发光部位在粒间孔隙中,显深褐、黑褐色,相当于沥青质。充填物可溶于 $CHCl_3$ 和 CS_2 等有机溶剂,并有弱—强的蓝色和绿色荧光反应。在加热($<80^\circ C$)条件下,“黑砂岩”在 $CHCl_3$ 中的溶解度为0.0004—0.3086%,总烃浓度可达21—1786ppm。红外吸收光谱从物质成分及分子结构判明,充填物具典型的石油沥青图谱特征(图1),只是由于氧化及演化,720 cm^{-1} 吸收峰不明显。饱和烃色谱(图2)中明显有姥鲛烷和植烷等异戊二烯烃类存在,正构烷烃的主峰碳位置较原油偏高。质谱分析进一步判明充填物中有不同立体异构的甾烷(m/e 217)甾烷

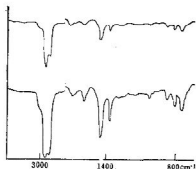


图1 红外吸收光谱图

(翁项群第二段含沥青砂岩抽提物)

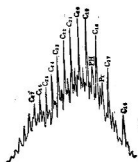


图2 饱和烃色谱图

(翁项群第二段含沥青砂岩抽提物)

(m/c 191) 存在 (图 3)。

上述种种研究成果确认，“黑砂岩”中富含沥青，“充填物”即沥青，实为含沥青砂岩。

二

翁二段主要为石英粉—细砂岩，夹厚度不等的粉砂质泥岩和泥岩。厚度较稳定，一般为 20—38 米，局部达 100 米以上。其中含沥青砂岩厚度，最大可达 27.8 米 (表 1, 图 4)。炉山、麻江、都匀、王司一线以东，以细砂为主，夹少许中砂和粉砂岩；该线以西，以粉砂为主。都匀以西的钱家坡、相木坪、斑庄一带，上述砂岩相变为粉砂质、含粉砂质灰岩，

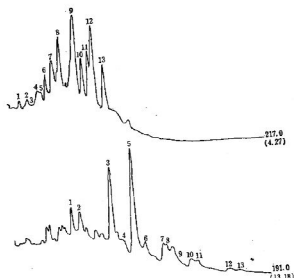


图 3 燃烧 (m/e 217) 霍烧 (m/e 191) 质量色谱图

(翁项群第二段含沥青砂岩抽提物)

表 1 黔东南地区志留系翁项群第二段参数统计表

编 号	剖面名称	总厚度 (m)	泥岩厚度 (m)	砂		含沥青砂 岩厚度 (m)	含沥青砂岩厚 (%)	含沥青砂 岩中沥青 平均含量 (%)	备 注
				厚度 (m)	含砂量 (%)				
1	凯里落组	74.2	18.6	55.8	86	粗粉砂	27.8	50	1.67
2	凯里翁项	79.0	14.0	65.0	80	细 砂	0.7	1	1.00
3	麻江磨刀石	64.7	21.2	43.5	81	细—中砂	8.0	14	5.13
4	麻江铜鼓山	38.0	25.0	13.0	83	粗粉砂	6.4	49	1.42
5	凯里大 中	27.8	6.2	21.6	85	细 砂	7.2	33	1.00
6	麻江叶家庄	37.7	2.0	35.7	81	粗粉砂	26.4	74	5.60
7	丹寨岩寨	26.4	9.8	16.6	85	细 砂	16.6	100	2.52
8	都匀摆南	20.0	0	20.0	78	细 砂	0	0	0
9	丹寨花地	23.9	10.4	13.5	91	细 砂	4.1	30	<0.5
10	都匀厂上	56.4	44.4	12.0	80	粗粉砂	2.2	18	4.88
11	都匀斑庄				47	粉 砂			<0.5
12	都匀竹山背	35.1	3.1	32.0	85	细 砂	21.4	67	2.17
13	都匀洛邦	26.3	11.7	14.6	81	粗粉砂	14.4	99	4.25
14	都匀钱家坡				42	粗粉砂			<0.5
15	都匀火把寨								<0.5
16	都匀坡脚寨	6.9	0	6.9	86	细 砂	4.1	59	0.94
17	都匀大坪	24.5	10.6	13.9	66	粉 砂	4.2	30	1.50
18	都匀高田坝	25.8	12.6	11.0	88	细 砂	6.0	55	1.45
19	都匀哑娘寨	25.0	7.0	18.0	82	细 砂	9.0	50	0.75
20	都匀大海	22.8	1.0	21.8	83	细 砂	21.8	100	4.67
21	都匀王司	164.2	6	160.2	94		0	0	0
22	三都中岩寨	80.1	45.2	34.9	88	细 砂	10.5	47	1.43

因而储集性能明显变差。

砂岩的储集空间,以原生粒间孔隙为主。压实较差至中等的砂岩,原生面孔隙率约为10—25%,压实紧密者小于10%。石英再生胶结可以使孔隙减少5—25%。

伴生在翁二段含沥青砂岩附近的下奥陶统红花园组(O_2h)碳酸盐岩中也有沥青储集。但相对于翁二段,比较少见,丰度亦低。红花园组的砂屑、砾屑及棘屑灰岩均发育原生孔隙。在成岩早期,大部分地区的灰岩普遍发生白云岩化。特别是都匀运动形成的构造裂隙以及溶蚀孔洞,使本组上部孔隙大大地增加,以溶孔(晶洞)-裂隙型为主(图版I-3a,b)。

三

翁二段及红花园组在黔东南分布广泛,但其砂岩、灰岩中富含沥青者,其实也甚局限,唯其展布很有规律,即其存在主要受控于麻江古背斜(图4)。

麻江古背斜在加里东期都匀运动幕形成雏形(图5-A),其轴部在麻江以东,近南北向,形态简单、宽阔、平缓,西翼倾角 1° 左右,东翼仅 $0^\circ 30'$ 。轴部为红花园组。加里东末期的广西运动,使麻江背斜轴部西移至麻江—谷洞之间(图5-B),略呈 340° 方向延伸,轴部位置较都匀运动期西移10—16公里,褶皱幅度增大,西翼倾角 $3-4^\circ$,东翼 $1-3^\circ$ 。广西运动末的麻江背斜,即如图5-C所示的复合状况。这个时候,翁二段顶面的闭合高度增为300—500米,构造最大高差可达700—900米;同时发育若干断裂。

值得注意的是,凯里翁二段砂岩厚度65米,其中仅见0.7米含沥青;三都中岩寨有35米厚的砂岩,但含沥青砂岩完全集中在上部的17米,以致上下黑白分明;都匀王司断层南砂岩虽厚达160米,却完全不含沥青。这些点投在加里东末期翁二段的构造等高线图上,高程均在—500米左右,低于此高程者,如凯里地区的翁二段砂岩虽然厚达116米,均不含沥青;而高于此高程的翁二段砂岩,普遍见有沥青充填。这就不难看出,含沥青砂岩的分布主要受控于广西运动末麻江古背斜。—500米高程很可能就是古油藏的油水边界面。

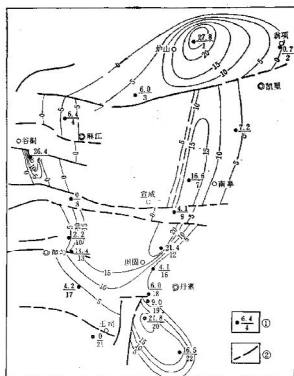


图4 黔东南地区志留系翁项群第二段含沥青砂岩厚度图

比例尺1:50万

①点位 含沥青砂岩厚度(米); ②古断型

点号 本图所示含沥青砂岩厚度,系指广西运动末的厚度

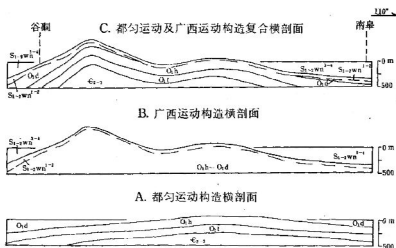


图5 黔东麻江谷岭—丹南南皋加里东期构造发展横剖面图

麻江—王司以东以细砂级为主,沥青含量一般在1—2%,而西侧为粉砂级,却是沥青含量的高值带。由此可见,沥青含量的富集与砂岩粒度不一定有直接关系,而与构造圈闭的较高部位关系更为密切。

但福泉马场坪、麻江谷洞至都匀一线以西,翁二段相变为粉砂质灰岩后,尽管其构造部位远较—500米为高,却不含沥青。这就说明,翁二段的岩性变化线,构成了古油藏西侧的岩性遮挡。

以上说明麻江古油藏的圈闭类型,为以背斜圈闭为主的背斜—岩性复合类型。其模式如图6。

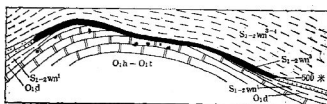


图6 黔东麻江古油藏圈闭类型模式图

(据此测得古油藏的圈闭面积为2450km²)

翁二段砂岩原始沥青储量,采用沥青百分含量法(沥青平均比重为1.50,含沥青砂岩的沥青含量即相当于有效孔隙率为0.5—5.6%,有效总孔隙率与有效面孔率之比取1.4)和有机碳法(含沥青砂岩的平均比重为2.63,有机碳平均含量为1.15%,沥青重量与有机碳重量之比为1.48),二法估算结果十分接近,近十亿吨。红花园组的沥青,由于其储集空间不规则,粗略地估计其储量亦可达亿吨左右。

翁二段砂岩孔隙储层的原始石油储量可用体积法估算。将含沥青砂岩的原始孔隙率近似地视为有效(含油)孔隙率,取其平均值11.41%,推定含油饱和度为70%,石油

比重为0.85,算得原始石油储量为10余亿吨。按此比例,估计红花园组的原始石油储量为亿吨以上。

四

黔东下古生界有三套可能的生油层,即下寒武统(E_1)、下奥陶统红花园组(O_{1h})和志留系翁项群($S_{1-2}wn$)。下寒武统为盆地相和盆地—滨海过渡带以深色粘土岩为主的沉积,厚109—1032米,有机碳平均含量可达0.70%,尤以其下部的黑色粘土岩含量最丰。下奥陶统为台地边缘相的碳酸盐岩沉积,厚为53—335米,有机碳平均含量仅0.06%。翁项群为近滨—前滨相以粘土岩为主夹砂岩沉积,其中,粘土岩厚度达273—613米,有机碳平均含量仅0.11%。

生油量估算(采用有机碳体积成因法,实测泥岩平均比重为2.6,碳酸盐岩平均比重为2.75,有机碳恢复系数采用2%,有机碳的烃转化系数采用5%)表明:下寒武统为484.9亿吨,红花园组为2.2亿吨,翁项群为8.9亿吨。古油藏的原始石油储量超过16亿吨,如此巨大的石油储量,翁项群和红花园组是无法提供其油源的,唯下寒武统才可为本区当之无愧的主力生油层。

按埋深—温度图分析(图7),奥陶系、志留系的生油期主要在三叠纪至侏罗纪,远远晚于古油藏形成的加里东晚期;下寒武统的生油期则为中晚寒武世至志留纪,其生油高峰期早奥陶世。由此可见只有下寒武统的生油期与古油藏的油气聚集期协调一致。故有理由认为,下寒武统才是麻江古油藏的主要油源层。

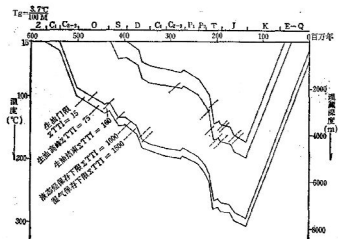


图7 贵州三都中岩系下古生界埋藏时间—深度—温度图

如表2,翁二段沥青的 δC^{13} 为-24.9—-28.0‰,红花园组上部沥青的 δC^{13} 为-25.0—-27.9‰,下寒武统页岩抽提物的 δC^{13} 为-24.4—-25.2‰,相当接近,示为同源。翁二段泥岩抽提物的 δC^{13} 为-42.3‰,显然不是翁二段沥青的源岩。

饱和烃色谱证实,古油藏两个储集层的储层沥青,与凯里地区下奥陶统大湾组

表2 黔东南地区具代表性样品的碳同位素值(据周灰标准)

样号	产地	层位	类别	δC^{13} ‰	样号	产地	层位	类别	δC^{13} ‰
803-545	凯里 新寨	$S_{1-2}wn^1$	含油砂岩	-28.4	809-16	都匀火把寨	O_1h	固结沥青	-26.8
-551	“虎47井	O_{1d} 底部	原油	-28.2	-82	“大湾	“	“	-25.0
-135	都匀 坡脚	$S_{1-2}wn^2$	含沥青砂岩抽提物	-25.0	-136	“坡脚	“	“	-27.9
-152	“竹山背	“	“	-24.9	-212	麻江磨刀石	“	“	-26.9
-176	麻江叶家庄	“	“	-25.9	-5	都匀火把寨	“	“	-27.2
-209	“磨刀石	“	“	-26.0	-538	丹寨 岩寨	“	“	-28.6
-526	凯里 落穆	“	“	-27.7	-125	三都 甲阳	O_1h	灰岩抽提物	-23.5
-527	“虎庄	“	“	-27.8	-127	“	“	“	-24.3
-528	“大中	“	“	-28.0	-212	麻江磨刀石	“	“	-24.3
-540	丹寨 岩寨	“	“	-27.2	-228	丹寨 南皋	E_1	灰黑色泥岩抽提物	-25.2
-546	凯里 翁顶	“	“	-27.7	-229	“	“	深灰色灰岩抽提物	-24.4

(O_{1d})的原油有着显著差别(表3)。

如表4,麻江古油藏的储层沥青与凯里地区大湾组的原油不同源,而与下寒武统生油层有密切的亲缘关系。

综合上述成果,清楚地表明,黔东南古生界存在两套生油层,两次生油期和两次主要运移聚集期,从而决定了两类完全不同的烃类产状及成熟度(表5)。

表3 正异构烷烃对比表

对	比	Pr/Ph	nC_{17}/nC_{18}
古油藏	$S_{1-2}wn^2$ 沥青	0.75-1.08	0.78-1.1
	O_1h 沥青	0.65	0.92
凯里	O_{1d} 原油	1.28	1.16

表4 留烷甾烷参数对比表

层位	类别	留 烷 (m/e 217)				甾 烷 (m/e 191)			
		$\frac{5\alpha-C_{29}}{(20S)} \cdot \frac{5\alpha-C_{29}}{(20S+20R)}$	$\frac{5\beta+14\beta-C_{29}}{(20S+20R)}$	$\frac{5\alpha-C_{29}}{(20S)} \cdot \frac{5\alpha-C_{29}}{(20R)}$	$\frac{5\beta-C_{29}}{(20R)}$	$\frac{C_{29}17\beta}{C_{29}17\alpha+17\beta}$	$\frac{C_{29}17\alpha}{C_{29}17\alpha}$	$\frac{C_{29}}{C_{29}+C_{30}}$	$\frac{Tm}{Ts}$
$S_{1-2}wn^2$	砂岩储层沥青	0.53	0.84	1.12	0.60	0.12	0.73	0.58	0.91
O_1h	碳酸盐岩储层沥青	0.55	0.65	1.20	0.65	0.11	0.70	0.59	0.74
O_{1d}	原油	0.30	0.42	0.43	0.74	0.75	1.75	0.47	1.75
E_1	灰黑色泥岩	0.51	0.80	1.06	0.52	0.13	0.76	0.57	1.30

五

志留纪末,麻江古背斜形成后紧接着遭到广西运动的抬升和剥蚀。其西翼的都匀洛邦等地,翁二段以上地层被剥蚀,泥盆系石英砂岩直接与翁二段的砂岩接

表5 黔东南两个系列的烃类对比表

地 区	生油层	生油期	储集层	运移聚集期	烃类保存状态
麻江古油藏范围(包括凯里地区)	E_1	加里东期	$S_{1-2}wn^2-O_1h$	加里东期	固 态
凯里地区	$S_{1-2}wn-O_1$	印支-燕山期	$S_{1-2}wn-O_1$ 分	燕山期	液态及蒸气

觔,在岩性上组成一个统一体。按其沉积时间、埋藏深度和温度,泥盆系石英砂岩的成熟度应比翁二段石英砂岩低,粒间孔隙自然更为发育。然而二者在含油性上并未组成一个统一的储集层,而呈现出本质性的差别:其一,泥盆系石英砂岩的沉积厚度约60米,仅其底部与翁二段储层接触处有4.1米的砂岩孔隙中充填少量沥青,且含量较下伏翁二段者骤然降低,从后者顶部的6—7%降至1—3%或更低;其二,泥盆系底部含沥青砂岩的氯仿沥青含量,比翁二段低一个数量级以上;其三,沥青在两套砂岩孔隙中的产状、形态截然不同,泥盆系底部砂岩中的沥青,已被石英的再生增长完全排挤于颗粒间彼此孤立的角形空间里,而且十分破碎(图版I-4)。

如果油气聚集时期是在泥盆系沉积以后,没有被隔层分割的泥盆系砂岩和翁二段砂岩这一岩性上的统一体,为何没有成为统一的砂岩储油层?这就有力的说明,古油藏的油气聚集时期是在加里东晚期。即是说油气聚集期与麻江古背斜的形成期是协调一致的。但由于广西运动的过度抬升、剥蚀,古油藏核部被剥蚀殆尽。

那末何以泥盆系底部砂岩中在都匀洛邦亦见充填有如翁二段的固体沥青呢?乃因洛邦等地的翁二段储层遭受部分剥蚀,其中之石油因遭受强烈氧化在泥盆纪沉积前已演变为地沥青状的稠油。当泥盆系砂岩沉积后,虽其原生孔隙发育,但翁二段储层中的稠油已不再有多大的渗透能力,因而即使有少量稠油再次运移到泥盆系底部砂岩中,也因石英次生增长,遂将稠油排挤到石英颗粒的角形空间内,再聚合为固体沥青。

六

麻江古背斜地处雪峰山加里东褶皱带的西缘,麻江古油藏形成时,翁二段主要储层之上有厚达260—450米的翁三段($S_{1-3}wn^*$)粘土岩可作良好盖层,古油藏核部(麻江一谷洞间),盖层厚度可达200米。虽有若干古断裂,但总的说,古油藏的保存是理想的。然而,好景不长,波及整个中国南方的强烈的广西运动,在促使古油藏形成后,紧接着又使它不断抬升,核部的盖层被剥蚀殆尽,致使翁二段储层直接被中泥盆统的砂岩(如都匀洛邦)、白云岩(如麻江叶家庄)或上泥盆统的灰岩(麻江铜鼓山)超覆。这种致命的剥蚀造成古油藏脱顶,严重的散逸,强烈的氧化和生物降解,接踵而来。其结果,储层石油逐渐演变为浓而稠的高比重的地沥青状石油。

晚古生代中,已经脱顶的麻江古油藏处在黔南拗陷的东部边缘,经历了长时期的,基本上是持续的埋藏。长期持续的热力作用,不可避免地使古油藏中的地沥青状石油,朝着聚合方向演变。

在第三纪前,麻江古油藏的主要储层已经历了近三亿年的埋藏,最大的埋藏深度达4000—5000米(图8),埋藏最大温度达120—200°C(图9),烃类保存状态一般已进入裂解气及聚合沥青阶段(图10)。

总之,麻江古油藏经历了漫长的地质和地球化学作用后,已经面目全非,成为变质沥青(储层沥青)。变质沥青的若干数据,参见表6及图11、12。为了对比,图表中均反映了邻区的典型资料及本区属另一成因系列的凯里卡房沥青资料。

以反射率为主,综合考虑各项指标,翁二段储层沥青的变质程度相当于煤变质的贫煤阶段;红花组岩的储层沥青则相当于无烟煤阶段,略低于黔南泥盆系中沥青的变质程

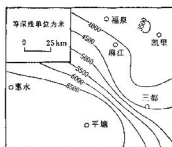


图8 黔东南地区志留系顶面最大埋藏深度图
(等深线单位为米)



图9 黔东南地区志留系顶面最大埋藏温度图
(等温线单位为℃)

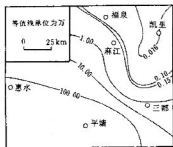


图10 黔东南地区志留系顶面最终TTI值图
(等温线单位为万)

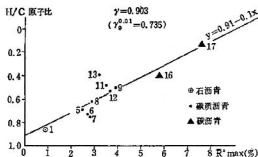


图11 变质沥青 $R^{\max}$ -H/C关系图

说明: 点编号与表6序号对应

度, 统属碳质沥青类。

贵州最强烈的燕山运动, 使麻江古背斜解体, 储层大部被剥蚀或裸露地表。翁二段储层的展布面积从广西运动末的2450平方公里减少到现今的876平方公里, 且被分割为若干小块, 残存于都匀向斜、王司背斜以及鱼洞向斜的某些部位, 其沥青储量亦仅残留3.5亿吨。

七

麻江古油藏的发现以及雪峰山两侧众

多沥青的存在, 雄辩地说明, 在大片碳酸盐岩展布的南方地区, 雪峰山两侧的古生界, 尤其下古生界, 成油条件最好。该区不仅存在雄厚的生油物质基础, 而且确实形成过大规模的油气的聚集。以浅变质的下古生界作为基底的湘中坳陷, 显然不及雪峰山西侧地区。

同时, 麻江古油藏的破坏, 揭示了一个十分重要的, 在南方碳酸盐岩裸露区找油找气的要害问题——剥蚀和演化。演化, 有一个程度问题, 在深演化区 ($R^{\max} > 6$) 找

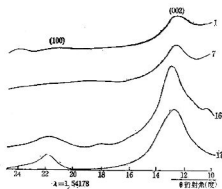


图12 变质沥青X-射线衍射曲线图

说明: 曲线编号与表6序号对应

表6 黔东南古油层主要储层页岩热稳定性数据综合表

序 号	地 区	样品号	产 地	层 位	反 射 率 $R_{\max}(\%)$	氢 碳 原子比 H/C	介 电 常数 ϵ'	X 衍 射				聚芳可溶性 (加温) (%)	红 外 吸 收 光 谱			相当的 煤变质 阶段	成因 分类
								(002)		(100)			$E_{1450cm^{-1}}$ $E_{730-850cm^{-1}}$ $F_{1600cm^{-1}}$ (强)	2.45 7.33			
								$\theta(^\circ)$	$d(\text{\AA})$	$Lc(\text{\AA})$	$\theta(^\circ)$	$d(\text{\AA})$	$La(\text{\AA})$				
1		L6-111	高里 卡房	O_1h	0.60	0.85	3.33	12.57	3.64	24.988				3.26	2.45	肥煤	石墨
2	木	803-526	高里 落德	$S_{1-2}w_2$			5.58							6.50	7.33	贫	
3		-159	周江 水寨	-			5.08										
4		-540	丹寨 岩寨	-	2.0		5.25										
5		-43	都匀 港邦	-	2.5	0.69	0.11										
6		-212	麻江 磨刀石	O_1h	2.74	0.73									5.20	5.20	煤
7		L6-114	丹寨 兴仁	-	2.78	0.75	4.82	12.81	3.47	27.180				1.92	4.17		
8		-117	都匀 顶庄	-	2.85	0.82	13.25							7.98	6.27	无	
9		803-516	都匀 火把寨	-	2.80-3.91	0.47- 0.60											
10	区	-124	三都 甲报	-	3.31												
11		-156	都匀 坡脚	-	3.62	0.48									3.33- 3.40	烟	
12		-133	都匀 高田坝	-	3.68	0.53									2.13-2.19		
13		-62	都匀 大海	-	3.24-5.90	0.59	5.34	12.97	3.434	39.45					2.29	7.10	煤
14	修	L6-142	黔南惠水 王 孟	D_2	3.90											无烟煤	
15		-42	黔南紫云 克 温	-	3.97												
16	区	4-78-21	湘西凤凰 水 田	G_1	5.78	0.40	23.74	12.82	3.471	21.458	22.558					基本不溶	
17		L6-30	桂北河池 投	D_2	7.61	0.14	83.00	12.83	3.472	17.351	21.67						基本不溶

气,在经济效益上自然要冒很大的风险,但对 $R^{\circ}\max < 6$ 的广大地区来说,寻找天然气的前景仍是相当广阔的。油气普查勘探工作,必须趋利避害,不要被眼花缭乱的油气沥青显示所迷惑。当前应把注意力集中到目的层仍被掩埋地区的油气资源潜量的预测和评价上。

在各项分析鉴定中,科学院地球化学研究所,四川石油地质勘探开发研究院,华北石油勘探开发设计研究院,地质矿产部石油地质综合大队,石油地质中心实验室和浙江石油队等兄弟单位给予大力协助,深表谢意。

(收稿日期 1981年11月7日)

THE DISCOVERY OF A PALEOPOOL IN MAJIANG AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

Han Shiqing Wang Shoude Hu Weiyuan

(The 3th Brigade of Petroleum Prospecting and Exploration, Ministry of
Geology and Mineral Resources)

Abstract

Recently, the black sandstone in the 2nd member of Wengxiang group ($S_{1-2}wn^2$) in Majiang, Duyun, Dangzhai and Kaili regions in eastern Guizhou was studied by detailed field survey and a lot of laboratory tests, and was discovered no other than bituminous sandstone. The bitumen, with which the pore spaces between sand grains are filled, is a variation of petroleum.

As for the distribution of the bitumen, it is regularly related to the Majiang paleoanticline formed in Late Caledonian movement. It could only be found in sandstone of the 2nd member of wengxiang group located higher than -500m contour of this paleoanticline; otherwise, no bitumen could be found at all. Meanwhile, as these sandstones had gradually turned into silty limestone along the western slope of the paleoanticline, no bitumen would be found though they located above -500m counter. Thus, the bituminous sandstone could be considered as a great oil pool during Silurian period, the reserve of it was more than a billion tons, whereas the reservoir type was a structural-lithologic complex, and its oil-water boundary was the -500m contour.

In Duyun movement of final phase of Silurian, the pool was seriously destroyed as the anticline was uplifted and denuded, and large amounts of oil and gas escaped, the remnants then were only dense oil and bitumen. During Indo-China and Yanshan movements, the paleoanticline was thoroughly disintegrated, even the dense oil solidified. The remnant reserve of bitumen is now only

around 30 million tons, scattering in local areas of Duyun and Yudong synclines as well as Wangsi anticline.

Small amount of bitumen could be found in cracks and holes in carbonate rocks of Lower Ordovician Honghuayuan group, which is connected with the above-said Silurian reservoir, thus this is considered only part of the Majiang paleopool.

Based on our research, the source rock of Majiang paleopool is bituminous shale of Lower Cambrian. The crude oil of this paleopool is not the same as that in Dawan group of Lower Ordovician in Kaili area by δc^{14} and other data, exactly, they belong to two different series.

一本总结中国陆相成油的新著

中国科学院地球化学研究所 傅家谟

1981年出版的《中国陆相油气形成演化与运移》一书,是我国石油地质学者研究陆相生油的又一重要专著,由中国科学院兰州地质研究所撰写,甘肃人民出版社出版。

陆相生油是我国显著的地质特点,也是世界各国所罕有的。二十多年来,中国科学院兰州地质研究所在陆相成油理论方面作了许多工作,五十年代曾编写出《中国西北部陆相油气田的形成及其分布规律》一书,六十年代完成了《青海湖综合考察报告》,这些工作在建国初期,对打破“中国贫油论”和陆相地层不能生成大油田的谬论,以及推动我国石油勘探工作方面,确实起了重要的促进作用。《中国陆相油气的形成演化与运移》是兰州地质研究所二十多年来工作的系统总结,该书用大量地质、地球化学资料,论证了他们于1959年提出的陆相成油基本规律——“内陆潮湿拗陷”成油论。看来,这一论点反映了我国中、新生代陆相油田的某些基本成因特点,而应予肯定。

该书将我国陆相含油气盆地划分为:(1)X型基底断裂形成的盆地;(2)东西向和南北向基底断裂形成的盆地;(3)北北东向基底断裂形成的“多”字形盆地。第一、二类盆地中一般都有中央隆起存在,把盆地分割为南北两个拗陷,南部凹陷较深,生油有利;第三类盆地中常形成一些箕形凹陷,陡坡一侧为生油中心。

中、新生代气候旋回和构造旋回的演变,控制着古湖盆的发展。在潮湿、半潮湿气候下的淡水-微咸水湖泊中,有机质含量较高,沥青化程度较强;而向半干燥和干燥气候演化时,有机质含量显著降低。

由于我国中、新生代地壳运动频繁,形成了许多大而深和小而深的生油凹陷,以较大的沉降速度,沉积了巨厚的生油岩,生油母质属腐泥型和腐殖-腐泥型,因而具有很大的生油潜力。

本书尚有不足之处,主要是在阐述中国陆相油田一般性成因特点基础上,未能针对当前我国石油勘探中亟待研究的课题,重点深入地论述,例如陆相油田生油岩的母质类型、演化程度与油源对比等,都是当前油气勘探中面临的重要课题。

陆相油田生油母质以混合型为主,受陆源物质,即沉积环境影响大。有机相对生油盆地生油岩类型以至生油潜力大小起着直接控制作用。陆相油田,特别是中国东部与沿海大陆架主要的新生界生油岩,热演化程度普遍偏低,一些沉积盆地的生油岩,部分或全部地未进入生油高峰期,或处于生油门限边缘,甚至根本未进入门限,因此,生油门限的精确确定在东部与海上勘探中具有特别重要的意义。中、新生界生油盆地油气以侧向短距离运移为主,同时也存在垂向较长距离运移之可能性,这在勘探中十分重要,可惜本书对此未作具体深入的探讨。