文章编号:1001-6112(2000)04-0387-05

广西十万大山盆地流体包裹体特征及其在石油地质上的应用

刘 斌

(同济大学 地下工程系,上海 200092)

摘要:利用流体包裹体手段对盆地中主要生油和储集层的下三叠统、二叠系和泥盆系中进行了定量评价。研究表明:岩石中流体包裹体捕获过程可划分出 7 个不同时期,并分别与沉积成岩和构造各阶段相对应。文中提供了各个时期油气生成运聚环境的热力学参数,同时分析了两个地点油气生、运、聚的演化历史;主要认识可归纳为:油气初次运移与异常压力有关;构造运动引起油气多次运移;而构造裂隙为主要油气运移通道;油气运移为多相态不混溶流体;指出本区三叠统为最好的油源岩,下泥盆统为本区的气源岩;本区北部火山岩对油气的富集作用有益;东南部的花岗岩侵入作用对油气成藏造成破坏。

关键词:十万大山盆地;流体包裹体;石油地质;应用

中图分类号:TE122;TE135 **文献标识码**:A

1 地质概况和流体包裹体分布特征

十万大山盆地位于广西省南部,面积约 $1.1\times10^4 km^2$,长轴呈北东向展布[1]。区内发育一套古生代沉积地层,主要为碳酸盐岩、正常碎屑岩、泥质岩等。盆地北部海底喷发的火山岩发育,盆地南部印支期酸性侵入岩广泛分布。从寒武系至第三系各层均有油气显示,其中以下三叠统、二叠系和泥盆系为主要生油和储集层❶。

为了有效地研究包裹体,必须弄清不同时期流体包裹体的产状,对此,正确地划分形成过程的不同时期为其关键[2],本区沉积时期的流体包裹体分布特征如下。

(1)压实作用:在缝合线中除保存不溶解粘土、有机物外,时常在细小白云石、自生石英等矿物中分布细微的原生含有机质包裹体。

(2)胶结作用:3 期胶结作用形成的方解石,分别呈纤维状 - 短柱状、细粒状及嵌晶状,均有爆破呈细粒的液相烃类包裹体和不同数量的沥青固态包裹体。

(3)交代作用:以白云石化作用为主时,白云石中包含大量细粒的沥青固态包裹体和液相烃类包裹体,包裹体爆破现象明显。

(4)溶蚀作用:溶蚀窗格和孔隙(穴)中充填晶分为两种,即溶孔壁边缘和溶孔中间的充填晶。前者以含盐类矿物水溶液原生包裹体为特征,伴生有气、液相烃类原生包裹体;后者主要有气相烃类原生包裹体,伴生有固态沥青包裹体,并以含量较高为特征。

(5)重结晶作用:鲕粒重结晶方解石发育,其中以不规则细小粒状沥青质、含沥青质烃类和液相烃类包裹体原生产出为特征。

由于区域上沉积与成岩作用强度的差异,包裹体分布数量也不一致,在东部岜西地区,白云石化作用、溶蚀作用发育,包裹体分布较多;在西部亭亮地区,礁灰岩中溶解 - 重结晶作用强烈,包裹体分布也十分密集。

本区构造作用时期包裹体的分布也十分复杂,根据其主要地质产状,可划分为:

收稿日期:2000-06-30;**修订日期**:2000-10-15.

作者简介:刘斌(1954 -),男(汉族),江苏泰兴人,副研究员,主要从事流体包裹体研究工作.

❶吴大华. 广西十万大山盆地油气勘探前期工程规划部署研究. 滇黔桂石油勘探局"七五"重点科技攻关课题研究成果(内部报告). 1991. 44 - 107.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(1) 平行层理方向的构造裂隙(早期),又分为早期宽方解石脉和晚期细方解石脉。早期宽方解石脉,脉体边缘以水溶液相烃类包裹体为主,中间以沥青质和气相烃类包裹体分布较多。晚期细方解石脉,以含 H_2O 和液相烃类、沥青质包裹体为特征。

(2) 斜交层理方向的构造裂隙(中期),又分为早期和晚期两种方解石脉。早期方解石脉以含有气液相烃类和含沥青质气相烃类为主要成分;晚期方解石脉包裹体成分相同,只是数量相对少些。

(3) 垂直层理方向的构造裂隙(晚期),又分为早期宽脉和晚期细脉。早期宽方解石脉以含有数量较多的原生水溶液、液相烃类和含沥青质包裹体为特征;晚期细方解石脉包裹体成分相同,只是数量相对少些。

部分地区流体包裹体特征见表 1,热力学参数计算可参考作者专著[2]。

2 成岩作用、构造运动与油气生成、运移的关系及盆地埋藏史的分析

利用流体包裹体的产出方式和成因特征分析,并综合其它地质资料,可以了解成岩作用、构造运动与油气生运阶段[3]。但因沉积成岩作用和后期构造运动的多期性和复杂性,必须全面分析,才能得到正确的结论。

本区成岩作用可分成 3 个阶段,4 个主要成岩环境:(1) 表生成岩阶段,为表生成岩环境;(2) 早成岩阶段,为浅埋藏成岩环境;(3) 晚成岩阶段,为中埋藏和深埋藏成岩环境。

根据含烃包裹体赋存情况,可以划分出两次排烃过程:

(1) 初次生油排烃运移阶段:发生在地层浅-中埋藏压实时期,本区不同地点、多期成岩胶结作用形成的方解石中,不但含有较多的液相烃类包裹体和固相沥青质包裹体,比较大的包裹体爆裂现象明显,无疑地说明岩石压实初次排烃作用显著。

(2) 二次油气排烃运移阶段:发生在地层埋深较大期间,在胶结物方解石、交代白云石和重结晶方解石中,有密度较大的含烃类包裹体、演化程度较高的 CO_2 水溶液包裹体和固相沥青质包裹体存在。说明岩石压实二次排烃作用是在较深的埋藏时期发生的。

本区油气二次运移主要与构造运动产生的裂隙密切相关,一般发生在晚期成岩作用阶段。本区经过华力西晚期及印支运动,以及燕山运动产生的断裂的叠加,使油气二次运移十分复杂,根据赋存烃类包裹体的构造岩脉的性质和相互穿插关系,油气二次运移可划分出 3 个阶段。

(1) 早期阶段:发生在平行层理方向的构造裂隙生成时期,由沉积盆地回返初期形成的张性裂隙中捕获含烃类包裹体为特征。

(2) 中期阶段:发生在斜交层理方向的构造裂隙生成时期,由沉积盆地回返中期压应力形成的微裂隙中捕获含烃类包裹体为特征。

(3) 晚期阶段:发生在垂直层理方向的构造裂隙生成时期,由沉积盆地回返后期张应力形成的微裂隙中捕获含烃类包裹体为特征。

本区两个地点不同地层、不同成岩时期的成藏条件和埋藏深度关系见图 1a,b。由图可知,它们的成藏条件从成岩早期至成岩晚期呈现由低 - 高 - 低周期规律地变化。反映盆地由沉积埋藏到上升剥蚀旋回性十分明显。其中,二叠纪地层一般具有一个沉积旋回,而对于万参一井的泥盆纪地层,则具有二个沉积旋回。

3 烃源岩和油气运移分析

根据各地层赋存烃类包裹体特征等综合分析,本区烃源岩有如下特点:

(1) 发育 3 套烃源岩,其中以下三叠统(T_1)中烃类包裹体有机质丰度最高、而成熟度较低,为最主要的烃源岩;次之为二叠系烃源岩;泥盆系中气相烃类包裹体含量较高、成熟度也较高,为本区的气源岩。

(2) 烃源岩中烃类包裹体残余有机质丰度较高;处于成熟至高成熟阶段。

(3) 烃源岩中一般有两次排烃过程,即印支期和燕山期,以燕山期生油排烃最集中,从这一期中烃类包裹体丰度较高可以得到辅证。

研究表明,油气初次运移发生在埋藏成岩作用阶段。油气二次运移通道主要为构造运动产生的裂隙,此外,压溶裂隙、缝合线、溶蚀孔隙也是运移通道之一。而油气二次运移相态比较复杂,以多种相态组合为特征,它们以含烃液相、气相、固相沥青质和含盐水溶液组成不同相态种类和数量的组合。其具有 3 个特点:(1) 油气运移是以水加上不混溶的有机质烃类为主;(2) 含烃类气体、液体和沥青质固相不

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　岜西下三叠统流体包裹体显微测温及有关热力学参数计算结果

Table 1　Microthemometric results and calculated data of the related thermodynamic parameters for T_1 in the Baxi area

成岩阶段和埋藏环境	地壳运动和力学性质	油气运移阶段	地层界面顶/底	包裹体赋存的矿物、裂隙和孔隙	包裹体成分类型	均一温度/℃	冷冻温度/℃	含盐度(NaCl,wt)/%	流体密度/g·cm^{-3}	形成温度/℃	形成压力/MPa	地温梯度/(℃/100m)
晚成岩中埋藏	地壳下降		T/P	生物碎屑、交代白云石	水溶液	95.6	−0.8		0.98	95.6	42	
	地壳上升		J/T_3	压溶缝合线	水溶液	74	−1.6	<3	0.99	74	30	2.7
	地壳下降		T_1/P	溶孔边缘交代方解石	水溶液	119	−0.5		0.96	119	46.5	
	地壳下降	第一次生油	J/T_3	溶蚀孔洞内部	烃类/水溶液	75/108	−1.6	<3	/0.97	108	38	3.3
	重力压实	排烃开始	T_1/P	交代方解石	烃类/盐水溶液	70/129	−8	12	/1.2	129	47.3	
晚成岩中深埋藏	下降幅度最大	第一次生油	J/T_3	溶蚀孔洞中的	烃类/高盐水	65/168	石盐溶化温度	27.7～27.8	1.15～1.16	168	112.6	3.4
	有异常压力	排烃高峰	T_1/P	嵌晶方解石	烃类/高盐水	72/188	85～90			188	128.2	
	地壳上升	第二次油气	J/T_3	平行层理张裂隙的	烃类/盐水溶液	64/136	−8.5	12.3～16	/1.20	136	39.7	3.5
	构造张应力	运移早期	T_1/P	充填方解石	烃类/盐水溶液	85/157	−12		/1.01	157	46.9	
	地壳下降	第二次油气	J/T_3	斜交层理剪切裂隙	烃类/盐水溶液	62/111	−2.75	4.5～6.5	/0.99	111	28.8	3.16
	构造压应力	运移中期	T_1/P	充填方解石	烃类/盐水溶液	74/130	04.05		/0.97	130	34.8	
	地壳上升	第二次油气	J/T_3	垂直层理张裂隙的	烃类/盐水溶液	96/120	02.6	4.3～6	/0.98	120	28	3.58
	构造张应力	运移晚期	T_1/P	充填方解石	烃类/盐水溶液	83/142	−3.7		/0.96	142	34	

表 2　万参一井上泥盆统流体包裹体显微测温及有关热力学参数计算结果

Table 2　Microthemometric results and calculated data of the thermodynamic parameters for D_{2+3} in the well Wansan No.1

成岩阶段和埋藏环境	地壳运动和力学性质	油气运移阶段	地层界面顶/底	包裹体赋存的矿物、裂隙和孔隙	包裹体成分类型	均一温度/℃	冷冻温度/℃	含盐度(NaCl,wt)/%	流体密度/g·cm^{-3}	形成温度/℃	形成压力/MPa	地温梯度/(℃/100m)
早成岩	重力压实	排烃开始	D_{2+3}/D_1	溶孔中充填方解石	水溶液	61	−0.7	<3	1	61	23	2.7
浅埋藏	地壳稍上升	排烃中期	D_{2+3}/D_1	压溶缝合线	水溶液	59		<3	1	59	21.7	2.7
早成岩	地壳下降	第一次生油	C/D_{2+3}	溶蚀孔洞中的残留	烃类/水溶液	/55.0	−0.5	<3		55.1	19.5	
中埋藏	重力压实	排烃高峰	D_{2+3}/D_1	交代方解石	烃类/水溶液	57/106.4	−0.8	<3		106.4	48	
表生埋藏	地表出露		D_1/S	大溶孔充填方解石	水溶液	69		<3		70	27	2.7
晚成岩	地壳下降	第二次生油	D_{2+3}/D_1	溶蚀孔洞中的后期	烃类/盐水溶液	64/95.2	−3.4	5.5	1	95.2	37.5	
中埋藏	重力压实	排烃开始	D_1/S	交代方解石	烃类/盐水溶液	67/135.1	−3.7	6	0.97	135.1	57.3	
中埋藏	地壳稍上升	排烃中期	D_{2+3}/D_1	压溶缝合线	烃类/盐水溶液	74/92.3	−4.4	7	1	92.3	36	2.95
晚成岩	下降幅度最大	第二次油气	J/D_{2+3}	生物碎屑、交代白云石	烃类/盐水溶液	66/146.4	−8.2	12	1.01	146.4	96.5	3.38
深埋藏	有异常压力	排烃高峰	D_{2+3}/D_1	溶蚀孔、裂隙中充填方解石	烃类/高盐水	69/165	石盐 80～87	27.5～27.7	1.15～1.15	168～187	110～144	
晚成岩	地壳上升	第二次油气	J/D_{2+3}	平行层理张裂隙的	烃类/盐水溶液	76/93.4	−4.6	7.3	1.01	93.4	30.4	2.9
中埋藏	构造张应力	运移早期	D_{2+3}/D_1	充填方解石	烃类/盐水溶液	79/109.3	−5.1	8	1.01	109.3	37	
晚成岩	地壳上升	第二次油气	D_{2+3}/D_1	垂直层理张裂隙的	烃类/盐水溶液	63/97.7	−3.1	5.1	0.99	97.7	25.5	3.35
中埋藏	构造张应力	运移晚期	D_1/S	充填方解石	烃类/盐水溶液	61/142.9	−2.9	4.8	0.96	142.9	40.4	

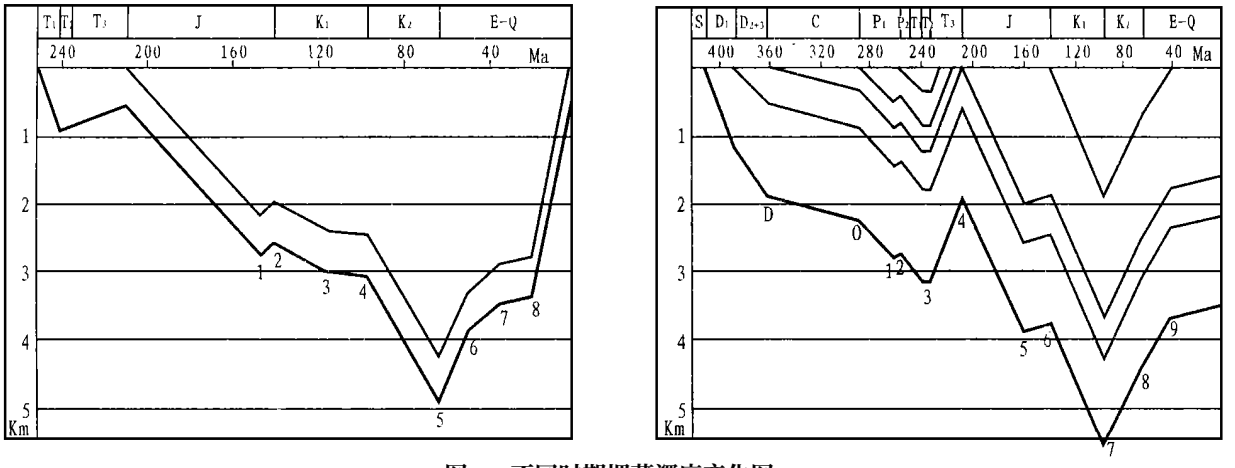


图 1 不同时期埋藏深度变化图

a. 岜西下三叠统;b. 万参一井泥盆统

Fig. 1 Burial history in geological times

a. The Lower Triassic strata in the Baxxi areas; b. The Devonian strata in well Wancan No. 1

同运移阶段比例不一,即使同一阶段、同一时期其比例也不相同;(3)油气呈单独相态运移很少出现,主要为不混溶流体相态的运移[3]。作为油气二次运移的动力,主要为构造运动的驱动力。

4 油气演化、成藏特征及火山活动的影响

本区油气演化在不同层位及不同阶段是不相同的。奥陶纪至早三叠世各时代地层,主要生油时期在燕山期,白垩纪末,烃源岩的成熟度已达到它们自身演化历史的高峰,下三叠统中、上部地层处于生油高峰期,下三叠统下部已经越过生油高峰,进入高成熟阶段;二叠系烃源岩已进入高成熟阶段;而泥盆系烃源岩均已进入高成熟至过阶段成熟阶段。因此,本区三叠系、二叠系的油气表现为成熟 - 高成熟的成熟油和凝析油成藏特征,而泥盆系的油气表现为高成熟 - 过成熟油的凝析油、湿气和干气成藏特征。

本区火山碎屑岩分布在盆地的北翼,其中胶结物高含沥青质成分,碎屑内微裂隙中有含烃类包裹体捕获,且数量较多,这一方面说明火山作用发生于油气充注过程以前;另一方面,火山碎屑岩可作为储集层。

本区侵入岩以酸性花岗岩为主,是在海西至印支期沿着灵山断裂带侵入,呈带状分布于盆地东南缘,本区二叠系及下三叠统烃源岩的生油时期主要在燕山期,比花岗岩侵入时间要晚,本区花岗岩石英颗粒中后期发育的微裂隙中含有烃类次生包裹体,更进一步证明烃类活动在花岗岩侵入以后,因此,岩浆活动对油气成藏过程影响不大。

参考文献:

[1] 李载沃. 十万大山盆地构造特征探讨[A]. 中国含油气区构造特征[C]. 北京:石油工业出版社,1989. 242 - 249.

[2] 刘斌,沈昆. 流体包裹体热力学[M]. 北京:地质出版社,1999. 171 - 248.

[3] Mclimans R K. The application of fluid inclusion to migration of oil and diagenesis in petroleum reservoirs[J]. Appl Geochem, 1987,2:585 - 603.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

CHARACTERISTICS OF FLUID INCLUSIONS IN THE SHIWANDASHAN BASIN OF GUANGXI PROVINCE AND ITS APPLICATION IN PETROLEUM GEOLOGY

LIU Bin

(Department of Geotechnical Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, *China)*

Abstract: For quantitative evaluation of oil and gas resources of the Lower Triassic, the Permian and the Devonian strata for main source and reservoir beds, the fluid inclusion studies was carried out. The results demonstrated that the fluid inclusions trapped in the rocks can be assigned to seven stages in corresponding to different deposition-diagenesis-tectonic stages. Moreover, the thermodynamic parameters of oil and gas with relation to formation environment in the different stages herein be presented, and the history of generation-migration-accumulation of oil and gas in two areas be analyzed. The concerned evidence shows that the primary oil migration was related to the abnormal pressure. While the multiple oil migration to the tectonic movements, the main channels of oil-gas migration were tectonic fractures. The fluids containing oil and gas can be considered as the multiphase immiscible fluid. The data available can be summarized as: the Lower Triassic strata are the best oil-source rocks, and the Devonian strata belong to the gas-source rocks in this region. In addition, the pyroclastic rocks in the north of the region has a positive influence on the generation and evolution of oil and gas, and the granites occurred in the southeast has no affect on the oil and gas pools formation.

Key words: the Shiwandashan Basin; fluid inclusion; application; petroleum geology

(continued from page 374*)*

QUANTATIVE STRATIGRAPHIC DIVIDING AND CORRELATING BY LITHOLOGICAL SUCCESSIONS

LIU Bo-tu, ZHOU Wei-kui, XIA Zun-yi

(Jingzhou Research Institute of New Prospect Exploration, SINOPEC, Jingzhou, Hubei 434100, *China)*

Abstract: The quantative stratigraphic dividing and correlating by lithological successions is a data processing method to divide and correlate strata by use of well lithology and comprehensive columnar sections. It includes the one-step Markovian-chain stratigraphic division and the frequency number-reversed inequiweight sliding matching as well as the mutisuccession sliding correlation, the section stretching and the break-point recognition who are used in order to raise the precision of correlation and calculation. This method not only has correct geologic and mathematical models, but also possesses higher practical and spreading values. It has wide prospects for application in realizing interwell automatic correlation between petroleum geologic exploration and well databases.

Key words: shiding matching; one-step Markovian chains; lithological successions; quantative stratigraphic division and correlation

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net