

文章编号: 0253-9985(2004)02-0222-04

喜马拉雅运动与松辽盆地北部油气成藏的关系

林景晔¹, 林铁锋², 朱德丰³, 刘立⁴(1. 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院, 黑龙江大庆 163712; 2. 中国地质大学, 北京 100083;
3. 中国地震局地质研究所, 北京 100029; 4. 吉林大学地球科学系, 吉林长春 130026)

摘要: 松辽盆地历经燕山运动、喜山运动两期重要的构造运动。燕山期构造运动褶皱强烈, 是松辽盆地北部大庆长垣大型构造油气藏形成的主要时期; 喜山期构造运动尽管在松辽盆地内部表现较弱, 但对盆地北部早期形成的油气藏依然具有调整、改造作用。岩石矿物有机包裹体均一化温度的测定结果, 反映青山口组一段烃源岩发生过两期排烃过程, 扶余、杨大城子油层经历了3期油气注入。自生伊利石的K/Ar年龄测定, 表明松辽盆地大庆长垣两侧的齐家-古龙及三肇凹陷周边地区的扶余、杨大城子油层成藏时间在51~35 Ma, 是喜山运动期间, 松辽盆地北部早期的油气藏遭到不同程度的破坏、改造形成的次生油藏。

关键词: 松辽盆地; 构造运动; 成藏年代; 流体包裹体; 油气成藏

中图分类号: TE112.4 文献标识码: A

Relationship between Himalayan movement and hydrocarbon accumulation in northern Songliao basin

Lin Jingye¹ Lin Tiefeng² Zhu Defeng³ Liu Li⁴(1. Exploration and Development Research Institute of Daqing Co. Ltd., Daqing, Heilongjiang; 2. China University of Geosciences, Beijing; 3. Geological Research Institute of China Earthquake Bureau, Beijing;
4. Earth Science Department of Jilin University, Changchun, Jilin)

Abstract: Songliao basin has experienced Yanshan movement and Himalayan movement. Yanshan movement resulted in strong folding, and the large structures and oil/gas reservoirs in Daqing placanticline in northern Songliao basin have mainly been formed during this period. Himalayan movement, though being weak in Songliao basin, has adjusted and modified the early-formed oil and gas pools and become a number of secondary oil and gas pools in the northern part of the basin. Homogenization temperature measurement of organic inclusion in minerals shows that there have been two periods of hydrocarbon expulsion from source rocks in the first member of Qingshankou Formation, and three periods of hydrocarbon infilling into Fuyu and Yangdachengzi reservoirs. According to authigenic illite K/Ar dating, secondary oil/gas reservoirs have been accumulated in 51–35 Ma in the above-mentioned two reservoirs in the surrounding area of Qijia-Gulong and Sanzhao sags on both sides of Daqing placanticline. This indicates that during the Himalayan movement, the early-formed oil and gas reservoirs in northern Songliao basin have sustained a certain alteration and then reaccumulated and become secondary oil and gas reservoirs.

Key words: Songliao basin; tectonic movement; reservoiring time; fluid inclusion; hydrocarbon accumulation

从更深层次来讲, 含油气盆地油气生成、运移、到聚集成藏与盆地的形成、演化及盆地应力场的变化息息相关^[1]。喜山运动对我国许多盆地油

气藏的形成产生过影响^[2], 松辽盆地也不例外。尽管喜山运动在松辽盆地内部表现较弱, 对构造的形成和改造不明显^[3], 但对盆地的油气运移、聚

集成藏也有较大的影响。

1 构造发育史与生排烃史

1.1 构造发育史

松辽盆地经历了断陷、沉陷、构造反转3个发展过程,主要有断陷层序和坳陷层序两套沉积序列,其中坳陷层序构造的发育过程经历了两大阶段4个主要发展时期(表1)。即登娄库—嫩江期盆地整体坳陷阶段(即同生褶皱作用时期)和嫩江组沉积后至第三纪盆地收缩反转阶段:包括嫩江期末、明水期末、早第三纪末主要构造时期,这3期构造运动对坳陷层序(中浅层)构造的形成和盆地内油气运移、聚集起着较为重要的作用^[3]。松辽

盆地北部中浅层构造的发育史大体上为:嫩江期末形成、明水期末完善、早第三纪末定型的形成过程。

1.2 生排烃史

嫩江组一、二段泥岩及青山口组泥岩是松辽盆地主要的生油岩,嫩江组三段沉积末盆地内青山口组一段(以下简称青一段)开始进入生油门限,四方台组沉积时期嫩江组一段泥岩开始进入生油门限。伴随着明水组末期、老第三纪末期生油岩第二、三次生、排烃高峰期的到来,早于或与油气主要生、排烃期同步形成的构造成为油气运移的有利指向和聚集场所。

2 油气藏成藏年代学研究

2.1 烃源岩生排烃及扶余油层油气注入期次

储层中油气的注入期次是油气成藏研究的重要内容,利用原油的组分和生物标志化合物只能判断油气运移方向和相对距离,无法解决油气运移的期次问题。储层岩石矿物学的研究提供了油气运移期次研究的可能性^[4],根据岩石矿物中的有机包裹体以及与有机包裹体同期的盐水包裹体的均一温度,可以确定排烃期和油气注入期次。

通过对青山口组一段泥岩重晶石脉中有机包裹体和扶余、杨大城子油层储层中岩石矿物记录的与有机包裹体同期盐水包裹体的均一化温度测定,确定了青山口组一段烃源岩发生过两期排烃过程,扶余、杨大城子油层经历了3期油气注入。

(1) 通过对研究区青山口组一段底部重晶石脉中有机包裹体均一化温度的测定,重晶石脉中有机包裹体均一化温度为90~190℃,并明显具有两个峰值,即110~130℃和140~170℃,说明青山口组一段烃源岩至少发生过两期排烃过程。

(2) 油层中石英次生加大边、方解石胶结物、方解石脉及碎屑石英愈合裂缝中与有机包裹体共生的盐水包裹体的均一化温度的测定,扶余、杨大城子油层的油气注入分为3期:第一期油气注入时的包裹体均一化温度为90~120℃,该期油气注入以有机包裹体形式记录于晚期石英次生加大边、石英颗粒愈合裂缝和方解石胶结物中。其中,石英颗粒愈合裂缝中的有机包裹体是在100~110℃捕获的,同时在90~100℃至110~120℃之间,发生过一次构造活动,导致石英颗粒破裂。作为该期油气注入的佐证,在晚期石英次生加大边与晚期方解石胶结物之间存在油迹(或沥青),油

表1 松辽盆地地层年代、油层及构造运动分期表

Table 1 List of chronologic age, reservoirs and tectonic movements in Songliao basin

系	统	组	段	距今时间/Ma	油层名称	运动分期
第四系				2.0		喜山运动晚期
晚第三系	上新统	泰康组	N ₂ t	6.0		
	中新统	大安组	N ₁ d	25.0		喜山运动早期
早第三系	渐新统	依安组	Ey	65.0		
白垩系	上统	明水组	K ₂ m ²	67.5		燕山运动晚期
			K ₂ m ¹	73.0		
		四方台组	K ₂ s	73.0		
			K ₁ n ⁵			
		嫩江组	K ₁ n ⁴		黑帝庙	
			K ₁ n ³			
			K ₁ n ²			
			K ₁ n ¹			
		姚家组	K ₁ y ²⁺³	84.0	萨尔图	
			K ₁ y ¹	88.5	葡萄花	
	下统	青山口组	K ₁ qn ²⁺³		高台子	
			K ₁ qn ¹	100		
		泉头组	K ₁ q ⁴		扶余	
			K ₁ q ³		杨大城子	
			K ₁ q ²			
			K ₁ q ¹			
		登娄库组	K ₁ d ⁴	116		
			K ₁ d ³			
			K ₁ d ²			
			K ₁ d ¹			
	下统	营城组		125		燕山运动早期
				131		
		沙河子组上部				
		沙河子组下部				印支运动
侏罗系	上统	火石岭组		144		
石炭-二叠系						

迹可能代表该期油气注入的主期;第二期油气注入的均一化温度为120~ 150 ℃,发生于方解石脉充填和石英颗粒裂缝的愈合过程中。在方解石脉中发现沥青物质,说明该期油气注入规模较大;第三期油气注入记录于石英次生加大边之中,其均一化温度为160~ 170 ℃。

扶余、杨大城子油层砂岩中的油气注入期与青山口组一段泥岩中重晶石脉的排烃期次大体可以对应,其中青山口组一段泥岩中重晶石脉记录的第一期排烃与储层中方解石脉和石英颗粒愈合裂缝中记录的第二期油气注入期大体对应,而第二期排烃与石英次生加大边中记录的第三期油气注入大体对应。显然,重晶石脉中有机包裹体记录的排烃期次并不代表青山口组一段烃源岩第一次的排烃过程。

2.2 K/Ar 年龄测定

成藏年代学是揭示油气成藏过程、成藏速率的有效途径^[5]。油气藏的形成时间对研究油气藏的形成及油气分布有重要的意义。本次用自生矿物测定的方法研究了油气藏的形成时间。

在齐家-古龙凹陷周边的龙西、巴彦查干、杏西、敖南等地区(图 1)的扶余、杨大城子油层于不同深度选取了含油粉砂岩样品,进行了自生伊利石K/Ar同位素年代学分析(表2)。分析结果显

示,敖南油藏扶杨油藏测定成藏时间在51~ 45 Ma;杏西油藏成藏时间在41 Ma;龙西油藏成藏时间在37~ 35 Ma;巴彦查干油藏成藏时间应在47~ 46 Ma。其中龙西地区成藏最晚。各地区油藏成藏年龄相对应的地质时期大部分是在依安组沉积末期,仅敖南地区是在依安组沉积初期(表 2)。

表 2 大庆长垣以西地区扶杨油层成藏时间统计表

Table 2 Statistics of reservoiring times of Fuyu and Yangdachengzi reservoirs in area to the west of Daqing placanticline

油藏名称	层位	成藏时间		确定方法
		年龄/Ma	地质时期	
龙西	F	37~ 35	依安组沉积末期	K/Ar 法
杏西	F	41	依安组沉积末期	
巴彦查干	F	47~ 46	依安组沉积末期	
敖南	F	51~ 45	依安组沉积初期	

另外,辛仁臣教授在对长垣上各油藏成藏时期的研究^[5]中认为,最早形成的是邻近主力油源区的葡萄花、高台子油藏,其后形成的是与其紧邻的太平屯和敖包塔油藏,这 4 个岩性-构造油藏的成藏年龄均在 73 Ma 以前,其对应的地质时期主要在嫩江组末期,而喇嘛甸、萨尔图、杏树岗油藏形成时间稍晚在 65~ 50 Ma,成藏年代基本在 50 Ma 以前,对应的地质时期主要在明水组末期(表 3)。

表 3 大庆长垣各油藏成藏时间统计表^[5]

Table 3 Statistics of reservoiring times of various reservoirs in Daqing placanticline

油藏名称	层位	成藏时间		确定方法
		年龄/Ma	地质时期	
葡萄花、高台子、太平屯、敖包塔	S, P	> 73	嫩江组沉积末期	饱和压力法、圈闭形成史分析法
喇嘛甸、萨尔图、杏树岗	S, P	65~ 50	明水组沉积末期	K/Ar 法、饱和压力法、圈闭形成史分析法

从上述可以看出,长垣油田上的各油藏成藏时间较长垣以西地区扶余、杨大城子油藏成藏时间早;从成藏序列来看,长垣以西地区扶余、杨大城子油藏较长垣上各油层来说,属老储层新油藏^[6]。

3 构造运动对油气成藏的影响

松辽盆地在发展过程中经历了燕山运动和喜山运动。燕山晚期的构造活动造成下部断陷地层与上部拗陷地层的角度不整合;也是松辽盆地拗陷地层的形成时期,造成白垩系与下第三系(明水

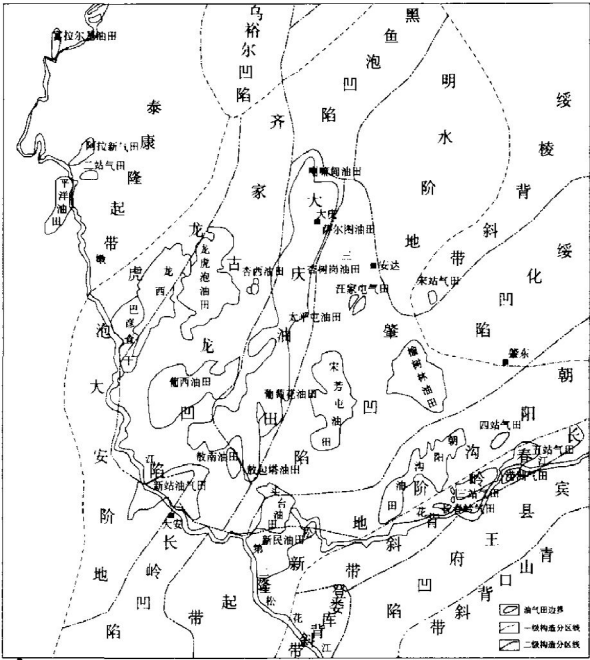


图 1 松辽盆地北部油田平面分布示意图

Fig. 1 Schematic map showing distribution of oil fields in northern Songliao basin

组与依安组)之间的角度不整合,这是拗陷地层褶皱构造主要的形成时期之一;喜山早期的构造运动造成上、下第三系(依安组与大安组)之间的角度不整合,这是拗陷地层最后一次褶皱构造形成时期。喜山早期的构造运动在盆地内部表现较弱,对构造形成和改造不明显。

构造运动影响着构造应力场的变化,与油气运移聚集的关系非常密切,主要表现在以下几个方面:①构造应力提供了油气运移的驱动力;②形成控制了油气运移的通道;③形成局部构造为油气聚集提供场所;④产生构造裂缝,为油气提供储集空间;⑤导致油气的二次运移和再聚集。

然而,针对一个具体的盆地来讲,因构造位置、含油层位等因素不同,应力场对油气运移聚集的影响也是不相同的。

油气藏的保存与破坏是油气藏形成和演化的关键^[7]。油气藏的破坏通常是指“油气藏中油气散失殆尽,或是油气遭受水洗,生物降解变成稠油或沥青”^[8],这里仅指狭义的成分变化的破坏。然而,在成藏的历程中其破坏的意义远不止如此,油气藏的破坏作用还包括垂向泄漏和侧向泄漏^[8]。

一般认为,走向与最大主应力垂直的断层,封闭的可能性大,走向与最大主应力平行的断层,垂向的渗漏的可能性较大^[8]。断层作为油气二次运移的主要通道,随着构造运动及应力场发生变化,使油气经历多期次演化,油气藏也被后期改造所复杂化。我国油气藏按破坏程度,大体上分为3个层次,即彻底破坏、未彻底破坏、次生油气藏与原生油气藏共存^[8]。松辽盆地北部中浅层油气藏的破坏基本属“断裂活动破坏型”,破坏程度属次生油气藏与原生油气藏共存。次生油气藏以原生油气藏的油气为油源,破坏了原生油气藏的完整性(如葡西油藏),使油气重新分配,有时可形成纵向上相互叠置的多个含油气层系^[9]。

油气藏形成时间的早与晚是一个相对的概念,这里所说的晚期成藏有如下两个含义:其一是指出油气藏形成时间相对于构造(或圈闭)形成的时间;其二是指出油气藏形成时间相对于油源岩的生排烃时间。

松辽盆地泉头组、青山口组二、三段、姚家组及嫩江组一、三、四段发育了错叠连片的砂体,其与断层、裂缝及不整合面共同组成油气运移的通

道。构造运动和构造应力通过对断层开启与闭合的控制,影响油气的运移和聚集。总的来看,北北东向断裂形成时间早,后期稳定,有利于封闭油气。北西向断裂活动期晚,对于早期形成的油气藏起破坏作用,但有利于青山口组和嫩江组一、二段生油岩生成的石油垂向运移,在上部、中部含油组合形成油气藏。

根据松辽盆地中新代构造应力场演化,结合流体包裹体和自生伊利石 K/Ar 年龄测定等油气藏成藏年代学研究,燕山运动时期是松辽盆地北部大庆长垣大型构造油气藏形成的主要时期;喜山运动时期是松辽盆地北部,尤其是大庆长垣两侧齐家—古龙、三肇凹陷周边地区的构造—岩性断层—岩性油藏形成的主要时期。这一时期,无论是中部含油组合的萨尔图、葡萄花、高台子油层,还是下部含油组合的扶余、杨大城子油层,由于长垣两侧喜山期应力场方向的变化,对于早期形成的油气藏,都发生了不同程度的破坏,表现了次生油藏特点。如葡西油藏葡萄花油层水中有含油产状,临江油藏气顶气等。

所以,松辽盆地北部的油气藏在形成时间上,相对其构造形成及烃源岩的生排烃来讲都属晚期成藏。

参 考 文 献

- 1 杨友卿,洪汉净,马宗晋.渤海湾某油田区构造应力场演化的三维数值模拟与断层开启性分析[A].见:油气成藏研究系列丛书编委会.油气成藏机理及油气资源评价国际研讨会论文集[C].北京:石油工业出版社,1997.143~148
- 2 曾贇辉,左胜杰.喜山运动对吐哈盆地油气藏的影响[J].石油与天然气地质,2001,22(4):382~384
- 3 高瑞祺,蔡希源.松辽盆地油气田形成条件与分布规律[M].北京:石油工业出版社,1997.26~37
- 4 赵文智,何登发.复合含油气系统中油气运移流向研究意义[J].石油学报,2001,22(4):7~12
- 5 辛仁臣,田春志.油藏成藏年代学分析[J].地学前缘,2000,(3):48~53
- 6 张革,林景晔,童英,等.松辽盆地西部地区扶余油层成藏条件和勘探潜力[J].大庆石油地质与开发,2002,(5):5~7
- 7 金之钧,张一伟,王捷.油气藏成藏机理与分布规律[M].北京:石油工业出版社,2003.130~214
- 8 陈章明,吴元燕,吕延防.油气藏保存与破坏研究[M].北京:石油工业出版社,2003.131~225
- 9 韩小东.松辽盆地的准含油气系统[J].石油与天然气地质,2000,21(3):282~285