

自生伊利石 K-Ar 测年在 焉耆盆地油气成藏研究中的应用*

李永林, 卜翠萍, 南红丽, 宋建华

(中国石化河南油田分公司研究院, 河南南阳 437132)

摘要: 储层中自生伊利石 K-Ar 年龄测定表明, 焉耆盆地博湖坳陷油气充注时间大致分为两个时间段即两次成藏期: 晚白垩世(107.8~ 67.8 Ma)和始新世后(51.3~ 34.8 Ma)。平面上各构造成藏期不尽相同, 北部凹陷由南往北油气成藏时间依次变晚, 宝南和宝中区块油藏形成于晚白垩世, 油气来自晚燕山期的产物。宝北区块油藏形成于渐新世, 油气来自于宝中区块原油油气藏的调整及喜山期的二次成烃。南部凹陷成藏期为晚白垩世晚期。纵向上同一构造带内, K-Ar 年龄随埋深减小而变小, 反映油气自构造低部位向构造高部位逐渐充注运移和调整。

关键词: 伊利石 K-Ar 测年; 成藏期; 油气充注

第一作者简介: 李永林, 男, 36 岁, 高级工程师, 石油地质

中图分类号: TE112.1 文献标识码: A

利用储层自生伊利石年代学分析研究烃类进入储集层的时间是 20 世纪 80 年代后期发展起来的新技术^[1,2]。中国“九五”期间开始应用于确定油气藏的形成时间^[3~8]。其基本原理是: 储层自生伊利石是在流动的富钾水介质环境下形成的, 当油气进入储集层的孔隙空间后, 改变了孔隙空间的流体环境, 伊利石的生长便会受到抑制或中止。

早期形成的伊利石多为片状, 而晚期的伊利石多为丝发状。最细粒伊利石分离物应为最后生成的, 其 K-Ar 年龄就是伊利石停止形成的时间, 代表油气最早进入储层的时间。一般来说油气藏形成时间略滞后于伊利石同位素年龄或基本同步^[3,4]。此外, 伊利石年代随深度的变化特征还可以揭示油气的充注特征(突变式, 阶段式, 缓慢渐进式)^[4]。

1 盆地地质概况

焉耆盆地位于南天山褶皱带之上, 塔里木盆地和吐-哈盆地之间, 面积 $1.3 \times 10^4 \text{ km}^2$, 为一中新世叠合盆地, 具两坳一隆的构造格局, 自北而南为和静坳陷、焉耆隆起和博湖坳陷。和静坳陷和焉耆隆起主要发育新生界, 侏罗系零星分布; 博湖坳

陷是中新生代的叠合坳陷, 为中生界侏罗系的沉积沉降中心, 现今侏罗系的主要残存分布区, 可进一步划分为南部凹陷、种马场断裂凸起带和北部凹陷。

盆地基底为前中生界, 沉积盖层为三叠系小泉沟群、侏罗系、第三系和第四系。侏罗系是盆地的主要勘探目的层系, 残存面积约 $6\,000 \text{ km}^2$, 最大残存厚度 $4\,700 \text{ m}$, 平均厚约 $1\,500 \text{ m}$, 由八道湾组、三工河组和西山窑组构成, 为一套冲积扇-辫状河三角洲(扇三角洲)-湖泊相沉积的含煤碎屑岩系。八道湾组河湖相含煤岩系为盆地的主要烃源岩。主要生排烃期为燕山晚期, 而北部凹陷还存在喜山期二次成烃。三工河组是主要的含油气层段, 三工河组上段的泥质岩构成区域性盖层。侏罗系含油气系统经历了侏罗-白垩纪的形成与破坏阶段和第三纪-第四纪的活化与重建阶段^[9]。

目前已在博湖坳陷北部凹陷发现了宝浪油气田和本布图油田。在南部凹陷发现了博南 1 井出油点。已发现油气藏类型主要为背斜和断背斜型, 流体性质主要为轻质油和凝析油^[10]。

2 K-Ar 测年结果

作者在焉耆盆地采集了几十块样品, 从砂岩中分离出不同粒级的粘土矿物, 进行了自生伊利石同位素年龄分析, 进而判断油气成藏时期和油气充注特征(表 1, 2)。

* 本文属中国石化科技项目“焉耆盆地油气成藏基础研究及勘探目标评价”部分成果

收稿日期: 2002- 08- 13

表 1 焉耆盆地自生伊利石 K- Ar 测年数据表(粒径> 0. 1 μm)

Table 1 Age data of authigenic illite K- Ar dating in Yanqi basin(grain size larger than 0. 1 μm)

区块	井号	埋深/m	层位	粒级/μm	粘土矿物含量/ %				测定年龄/Ma	校正年龄/Ma
					自生伊利石	碎屑伊利石	高岭石	绿泥石		
宝北	宝 1	2 234	J ₁ s ¹	1.0~ 0.45	15	18	53	14	257.72	183.15
				0.45~ 0.1	34	8	36	22	215.56	
	宝 101	2 226~ 2 256	J ₁ s		83	3	14			115.07
宝中	宝 201	2 626.8	J ₁ s ³	1.0~ 0.45	22	13	40	25	231.52	100.42
				0.45~ 0.1	36	10	29	25	177.71	
	宝 201	2 578~ 2 596	J ₁ s	样品量少,无法测定矿物成分						78.17
	宝 202	2 580.4	J ₁ s ¹	1.0~ 0.45	20	14	47	19	317.21	203.25
				0.45~ 0.1	34	13	37	16	280.18	
	宝 202	2 604~ 2 613	J ₁ s		91	2	7			170.03
	宝 205	2 579.4	J ₁ s ²	1.0~ 0.45	20	7	50	23	215.52	150.2
0.45~ 0.1				43	3	32	22	166.19		
本布图	图 301	3 010.3	J ₁ b	1.0~ 0.45	20	15	47	18	202.16	142.26
				0.45~ 0.1	58	3	20	19	149.04	
	图 1	2 556~ 2 564	J ₁ s	样品量少,无法测定矿物成分						164.09
	焉 2	2 505~ 2 514	J ₁ s		94	3	3			116.69
		2 702~ 2 707	J ₁ s	样品量少,无法测定矿物成分						149.2

表 2 焉耆盆地自生伊利石 K- Ar 测年数据表(粒径< 0. 1 μm)

Table 2 Age data of authigenic illite K- Ar dating in Yanqi basin(grain size smaller than 0. 1 μm)

区块	井号	埋深/m	层位	粒径/μm	粘土矿物含量/ %			测定年龄/Ma
					自生伊利石	高岭石	绿泥石	
宝北	宝 1	2 205	J ₁ s ³	< 0. 1	70	0	0	37. 5±2. 3
		2 230	J ₁ s ³	< 0. 1	59	7	1	34. 8±2. 7
		2 630	J ₁ b	< 0. 1	32	2	4	75. 8±3. 6
宝中	焉参 1	2 491	J ₁ s ²	< 0. 1	64	10	0	70. 5±2. 3
		2 675	J ₁ s ¹	< 0. 1	74	0	3	76. 9±3. 4
		2 751	J ₁ s ¹	< 0. 1	65	4	2	81. 0±3. 1
	宝 2	2 423	J ₁ s ³	< 0. 1	59	2	3	87. 3±3. 7
宝南	宝 3	3 207	J ₁ s ³	< 0. 1	67	4	4	107. 8±4. 1
本布图	图 301	2 815	J ₁ s ²	< 0. 1	57	6	3	45. 4±2. 5
		2 864	J ₁ s ²	< 0. 1	55	14	1	51. 3±2. 6
		3 010	J ₁ b	< 0. 1	62	4	5	64. 7±3. 4
南部凹陷	博南 1	3 200	J ₁ s ¹	< 0. 1	71	5	2	67. 8±3. 4

从表 1 可以看出, 除宝 202 井一个样品的年龄大于地层的年龄而无法使用外, 其中粒径大于 0. 1 μm 的伊利石同位素年龄介于 183. 15 ~ 78. 17 Ma, 主要分布在两个时间段, 即 183. 15 ~ 142. 26 Ma 和 116. 69~ 78. 17 Ma。

表 2 表明, 粒径小于 0. 1 μm 的伊利石同位素年龄介于 107. 8~ 34. 8 Ma, 也分为两组, 一组为 107. 8~ 64. 7 Ma, 集中在 87~ 75 Ma, 另一组为 51. 3~ 34. 8 Ma, 集中在 37. 5 Ma(图 1)。

在较粗的伊利石分离物中, 有一个年龄明显偏老的趋势(图 3), 按自生伊利石同位素测年方法

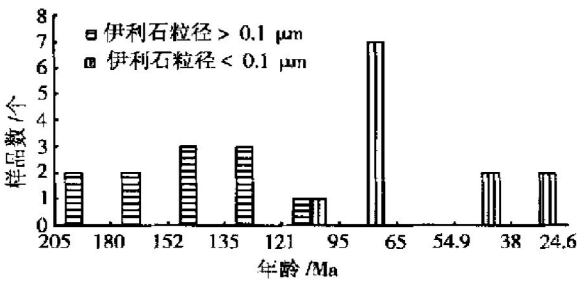


图 1 伊利石 K- Ar 年龄分布图

Fig. 1 Distribution of illite K- Ar ages

原理, 最小粒径的自生伊利石同位素年龄接近于伊利石胶结物生长的真实年龄, 所以选择粒径小

于 $0.1 \mu\text{m}$ 的伊利石同位素年龄来确定焉耆盆地的成藏时间。早期为晚白垩世(晚白垩世的起始年龄为 $95 \sim 65 \text{ Ma}$) 的晚燕山期成藏期, 晚期为始新世以后(始新世的起始年龄为 $54.9 \sim 38 \text{ Ma}$) 的喜山期成藏期。

3 油气充注特征

3.1 垂向充注特征

自生伊利石 K-Ar 年龄不仅能指明油气成藏的绝对时间, 而且能表明油气充注特征。图 2~3 和表 2 表明, 随深度变浅, 粒级小于 $0.1 \mu\text{m}$ 的伊利石年龄也逐渐减小, 反映油气的垂向运移和自构造低部位向高部位运移的特点。已经发现的油藏

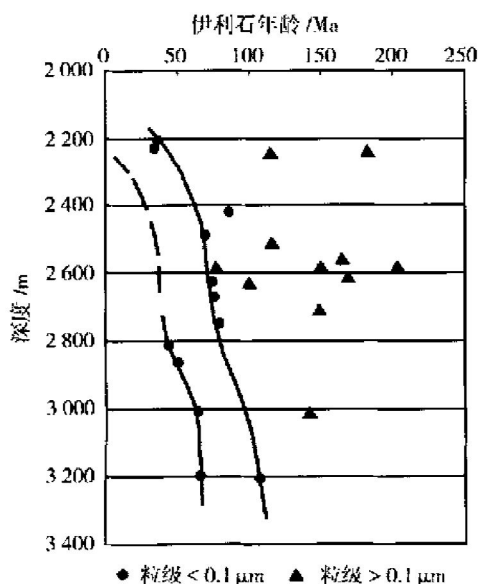


图2 伊利石 K-Ar 年龄与深度相关图

Fig.2 Relation between illite K-Ar ages and depth

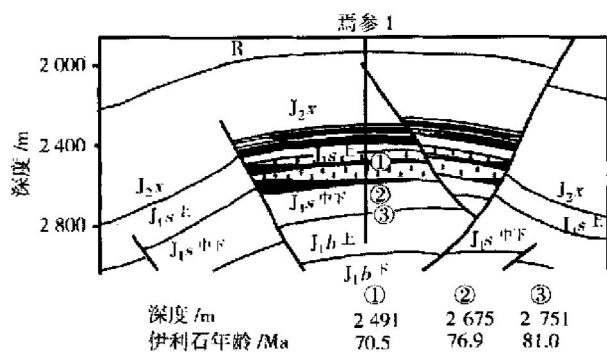


图3 宝浪油田宝中区块 K-Ar 年龄随深度的变化

Fig.3 The change of K-Ar ages in middle block of Baolang oilfield with depth

其原油性质在纵向上的变化特征与 K-Ar 年龄的垂向变化相吻合^[10]。

3.2 平面充注特征

宝浪苏木构造带从南往北含油气层位埋深逐渐减小, 自生伊利石同位素年龄也逐渐变小, 说明油气藏的成藏时间由南向北依次变晚, 宝南构造油气充注早, 宝北构造油气充注最晚(图 4)。

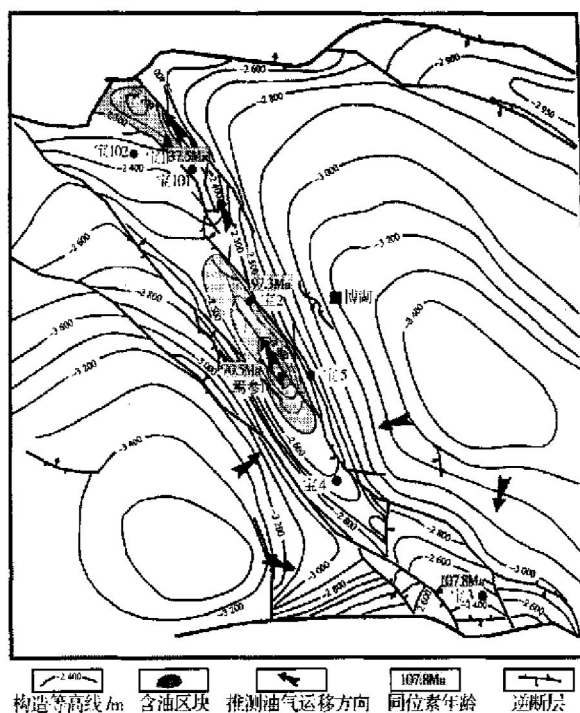


图4 宝浪油田伊利石 K-Ar 年龄与油气运移方向

Fig.4 Illite K-Ar ages in Baolang oilfield and direction of oil and gas migration

宝南区块三工河组油气成藏时间较早, 晚白垩世(约 107.8 Ma) 油气开始充注。宝中区块三工河组油气成藏时间稍晚于宝南构造, 但成藏时间也较早, 晚白垩世(约 $70 \sim 87 \text{ Ma}$) 油气开始充注。宝南和宝中区块油气主要来自于八道湾组晚燕山期生成的油气。

宝北区块三工河组油气成藏时间较晚, 渐新世(约 $37.5 \sim 34.8 \text{ Ma}$) 油气才开始充注, 油气来自于宝中区块晚燕山期原生油气藏的调整和喜山期的二次成烃。油藏距下第三系风化面仅有 $20 \sim 30 \text{ m}$, 第三系红色砂岩中也发现油气聚集, 地层水的矿化度高, 原油密度低, 油气保存条件好, 也说明油气藏形成时间较晚。

本布图构造油气在始新世期间(约 $51.3 \sim$

45.4 Ma) 充注, 成藏时间稍早于宝北构造油气成藏期, 油气来自于喜山期的二次成烃和燕山期原生油气藏的调整。

南部凹陷博南 1 井自生伊利石同位素年龄为 67.8 Ma, 油气成藏期在晚白垩世晚期。

综上所述, 博湖坳陷北部凹陷, 早晚两期成藏分异明显, 即早期的 107.8~67.8 Ma 和晚期的 51.3~34.8 Ma。而南部凹陷博南 1 井仅发现早期 (67.8 Ma) 一次成藏, 晚期缺乏油气充注。原因在于南部凹陷第三系沉积前, 地层大面积抬升剥蚀强烈, 绝大部分区域第三系沉积厚度小于侏罗系剥蚀厚度, 缺乏二次生烃条件。而北部凹陷侏罗系八道湾组烃源岩在第三纪期间二次生烃条件较好^[9], 因此喜山期油气充注成藏在 K-Ar 年龄上有明显表现。

参 考 文 献

- 1 Hamilton P J, Kelley S, Fallick A E. K-Ar dating of illite in hydrocarbon reservoirs[J]. Clay Minerals, 1989, 24: 215~231
- 2 Emery D, Robinson A. 无机地球化学在石油地质学中的应用[M]. 王铁冠, 金振奎, 王大锐, 等译. 北京: 石油工业出版社, 1999
- 3 王飞宇, 郝石生, 雷加锦. 砂岩储层中自生伊利石定年分析油气藏形成期[J]. 石油学报, 1998, 19(2): 40~43
- 4 白国平. 伊利石 K-Ar 测年在确定油气成藏期中的应用[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2000, 24(4): 100~103
- 5 燕烈灿, 黄卫东. 确定含油气系统关键时刻研究方法的探讨[J]. 新疆石油地质, 2000, 21(4): 270~274
- 6 姜振学, 庞雄奇, 黄志龙. 吐哈盆地鄯善油田油气运聚期次及成藏过程研究[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2000, 24(4): 105~107
- 7 姜振学, 庞雄奇, 黄志龙. 叠合盆地油气运聚期次研究方法及应用[J]. 石油勘探与开发, 2000, 27(4): 23~25
- 8 张有瑜, 董爱正, 罗修泉. 油气储层自生伊利石的分离提纯及其 K-Ar 同位素测年技术研究[J]. 现代地质, 2001, 15(3): 315~320
- 9 李永林, 陈文学, 赵德力, 等. 焉耆盆地含油气系统演化[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(4): 357~359
- 10 陈文学, 李永林, 赵得力. 焉耆盆地油气藏特征与成藏模式[J]. 石油勘探与开发, 2000, 27(5): 12~15

APPLICATION OF AUTHIGENIC ILLITE K-AR DATING TO HYDROCARBON RESERVOIRING STUDY IN YANQI BASIN

Li Yonglin Pu Cuiping Nan Hongli Song Jianhua

(Petroleum Exploration and Development Research Institute of Henan Oilfield Company, SINOPEC, Nanyang, Henan)

Abstract: K-Ar dating results of authigenic illite in reservoirs indicate that charging time of gas in Bohu sag, Yanqi basin, might have roughly been divided into two phases: one is in 107.8~67.8 Ma, corresponding to Late Cretaceous; another is in 51.3~34.8 Ma, being equal to post-Eocene. Horizontally, various structures have different reservoiring stages. The reservoiring time has successively been later and later from south to north in the northern sag. The reservoiring in south and middle blocks of Baolang reservoir might have occurred in Late Cretaceous, and oil and gas have been generated in late Yanshan period; while reservoiring in north block of Baolang reservoir have occurred in Oligocene, and have been sourced from both the readjustment of primary reservoir in middle block and secondary hydrocarbon generation in Himalayan period. The reservoiring time in the southern sag might have been in later stage of Late Cretaceous. Vertically, the K-Ar dating indicates that the reservoirs in the same structural belt are younger with less buried depth, which mean that oil and gas have migrated upwards, and shallower structures have been charged from the readjustment of deeper structures.

Key words: illite K-Ar dating; reservoiring phase; hydrocarbon charging; Yanqi basin