

新疆准噶尔盆地南缘侏罗系砂岩 成岩作用及其孔隙演化特征

胡惟元

周经才 马传东 史宣玉

(地矿部西南石油地质局○五工程处)

(新疆石油管理局勘探开发研究院)

本文重点叙述了下侏罗统三工河组、中侏罗统西山窑组、头屯河组砂岩的成岩作用及成岩作用序列,在此基础上介绍了成岩作用对孔隙演化的控制及其特征。研究表明,具有经济效益的孔隙保留时期是浅埋藏阶段及深埋次生孔隙形成之后。

关键词 准噶尔盆地 侏罗系 成岩作用 孔隙演化

盆地南部侏罗系主要出露于天山和博格达山山前,因燕山-喜山运动,隆起、褶皱,形成近东西向排列的局部构造群。侏罗系不仅油气显示丰富,且先后发现齐古油田和东部油气区,后者正是现今勘探的重点。

侏罗系是一套砂、泥岩交互的层系,属洪积、冲积相、河流相、湖相和三角洲相。自下而上划分为:八道湾组、三工河组、西山窑组、头屯河组、齐古组及喀拉扎组,厚数百至数千千米(图1)。

砂岩多数是岩屑砂岩、混合砂岩,少数为岩屑石英砂岩及岩屑长石砂岩。笔者根据1986—1987年对吉尔加特、玛纳斯、阜康及北29井侏罗系的研究(图2),重点介绍玛纳斯的三工河组、西山窑组、头屯河组砂岩的成岩作用。

一、砂岩成岩作用及其序列

(一) 下侏罗统三工河组

1. 压实(压溶)作用

早期压实表现为颗粒重排、紧密堆积;中期压实表现为压入接触,柔性粒弯曲、变形,脆性粒压裂、破碎、错开(图版I-1);晚期压实表现为柔性粒形成假杂基及压溶作用产生的缝合线。

当砂岩含柔性粒大于10%时,压实可使原生孔隙减少至5%左右。若为岩屑石英砂岩则可减至6—12%。当有早期胶结时,压实受到抑制。

2. 石英成岩作用

石英质胶结多以共轴加大呈环边状或枝叉状胶结(图版I-3),包裹粒边缘泥石,邻接高

岭石及方解石。含量从微量到8%。

3. 自生粘土矿物

为不稳定颗粒的粘土化和孔隙沉淀两类。前者是绿泥石、伊利石及高岭石，后者主要为绿泥石，少量为高岭石及混层矿物。

(1) 绿泥石呈蜂巢状集合体，以孔隙衬里胶结为主（图版 I-1, II-1），含量 0.5—1%。

(2) 混层矿物，见伊利石/蒙脱石及绿泥石/蒙脱石两种，呈蜂巢状、似蜂巢状（图版 II-2, 3）。

(3) 高岭石，不规则状及书页状集合体，被方解石交代（图版 I-4, 5），含量微到 7%。

(4) 伊利石，鳞片状，多分布于颗粒表面。

4. 碳酸盐化

早期为泥晶方解石，于粉、细砂岩中呈基底式胶结，含量 20—40%；晚期为含铁方解石，多为双晶、连晶胶结，充填孔隙，交代颗粒、加大边及菱铁矿、高岭石等（图版 I-5, 6），一般含量 1%。

白云石及菱铁矿均少见（图版 I-4, 6）。

5. 溶解作用

可见两期，早期在石英加大之后，高岭石化之前；晚期在含铁方解石之后。早期溶孔多为高岭石充填；晚期溶孔仍保留约 5%。

综合上述，三工河组砂岩的主要成岩序列为：颗粒粘土化、早期方解石化、压实作用→伊利石化、绿泥石化→石英成岩作用→溶解作用→高岭石化→含铁方解石化→溶解作用→褐铁矿化（图 3）。

（二）中侏罗统西山窑组

本组砂岩成岩特征如图 4 所示，与三工河组相似，其成岩序列为：颗粒粘土化、早期碳酸盐化、压实作用、菱铁矿化→石英成岩作用→菱铁矿化→溶解及褐铁矿化→高岭石化→白云石、重晶石化→方解石化→溶解→褐铁矿化。

与三工河组的主要差异是：（1）压溶作用及石英成岩作用较弱；（2）高岭石化较强；（3）碳酸盐化发育、种类齐全，为菱铁矿-方解石、含铁方解石-白云石组合；（4）次生孔隙与有机质成熟和丰富有关。

（三）头屯河组

本组成岩特征上部与中下部明显不同。

1. 中下部

成岩序列如图 5 所示，主要为：颗粒粘土化、褐铁矿化、压实作用→黄铁矿化、绿泥石化→石英成岩作用→溶解→高岭石化→方解石化→溶解→褐铁矿化。与三工河组、西山窑组

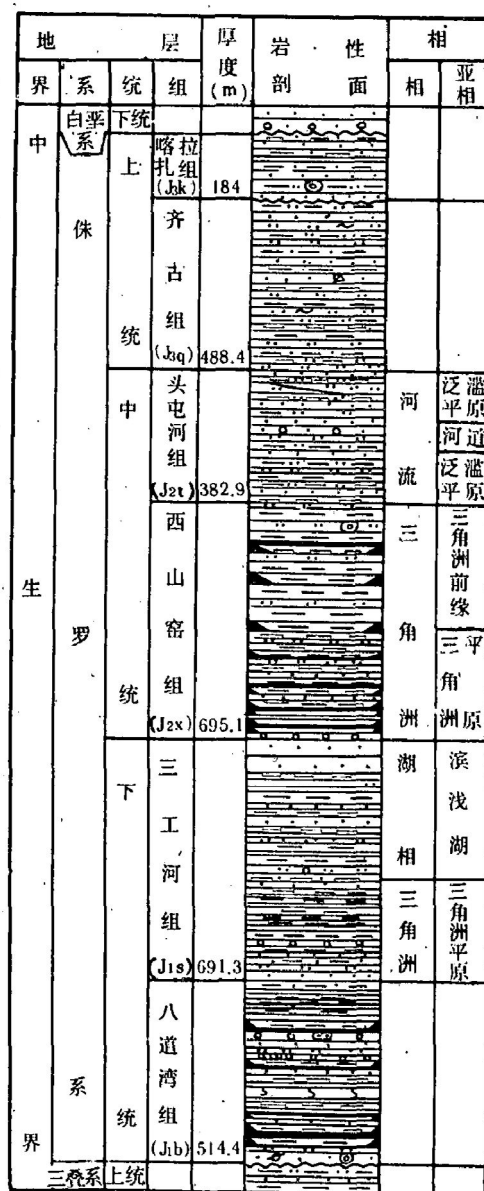


图 1 侏罗系柱状剖面图

（据阜康地区资料整理）

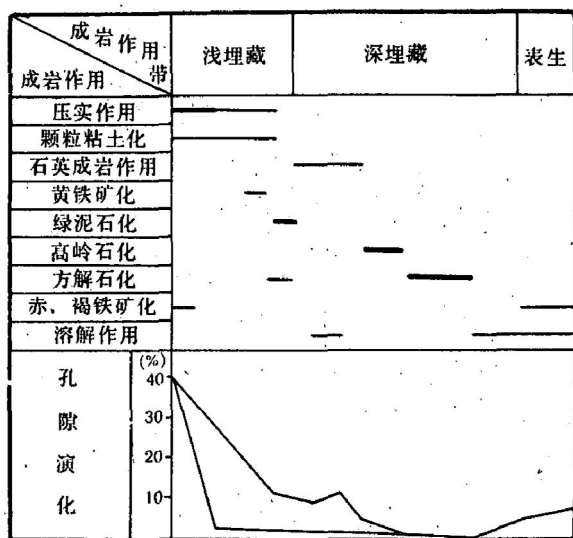


图5 玛纳斯红沟头屯河组中、下部砂岩成岩序列图

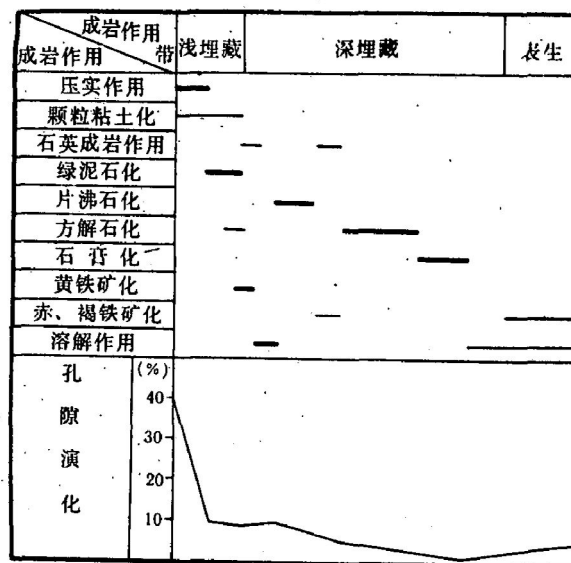


图6 玛纳斯红沟头屯河组上部砂岩成岩序列图

表1 玛纳斯红沟剖面中、下侏罗统砂岩成岩作用的纵向变化表

组名	头屯河组 (J _{2t})	西山窑组 (J _{2x})	三工河组 (J _{1s})
成岩作用			
压实及压溶作用	泥岩屑假杂基化，云母压弯曲率低，以压入为主	颗粒假杂基化，微缝合线	颗粒假杂基化强烈，微缝合线明显
石英成岩作用	石英加大及微石英充填明显，含量约2—8%	石英加大强，边宽，微石英较J _{2t} 少，含量3—5%	石英加大最强烈且普遍，边宽0.02—0.15mm，含量3—8%，可见微石英
自生长石	长石加大可见	长石加大可见	长石加大边，偶见自生钠长石
碳酸盐化	菱铁矿	可分早晚两期，较普遍，含量3—50%，结核可达90%	偶见
	方解石	普遍，含量微至35%	常见，含量1%
	白云石	仅下部偶见	小部分可见，含量微至1%
黄铁矿化	常见，含量微		
自生粘土矿物	绿泥石化	中、上部较普遍，呈颗粒薄膜状，微至1%	底部常见，其余含量微
	高岭石化	中、下部常见，含量2—5%	普遍发育，含量1—6%
	伊利石化	常见，量很微	常见，量少
沸石化	仅上部常见，主要为片沸石，含量微至8%		偶见
硫酸盐化	仅上部可见到石膏，含量5—8%	偶见重晶石	
溶解作用及次生孔隙形成	见两期溶解作用，下部溶孔偶见，中上部早期溶孔约1%，晚期4—8%	见两期溶解作用，早期溶孔5%，晚期溶孔约8%，次生孔较常见	见两期溶解作用，早期溶孔约4%，晚期溶孔约5%

表2 乌苏吉尔加特剖面中、下侏罗统砂岩成岩作用的纵向变化表

组名 成岩作用		头屯河组 (J _{2t})	西山窑组 (J _{2x})	三工河组 (J _{1s})
压实作用		因早期方解石胶结, 颗粒多为点及面式接触	柔性颗粒变形普遍, 甚至呈假杂基状, 脆性颗粒破碎, 颗粒为压入接触	颗粒假杂基化明显, 长石、石英等被压碎
石英成岩作用		偶见石英加大	加大常见。仅中粗粒砂岩较发育, 可呈环边状	加大常见, 阴极发光下可见环边式加大
自生长石		孔隙中见自生钾长石 (1%)	偶见长石加大	长石加大常见
碳酸盐化	菱铁矿		早期为结核状, 由梅花状微球粒组成。晚期为自形粒状	(同 J _{2x})
	方解石	为不含铁的方解石 (20—30%)	部分砂岩中微至 15%, 一般 2—5%。早期为无铁, 晚期为含铁方解石, 以后者为主	较常见 (3—30%), 亦分早期无铁方解石和晚期含铁方解石
	白云石			偶见含铁白云石
黄铁矿化		较常见 (<1%), 呈不规则团块状	邻煤层处常见, 为团块结核和分散微粒	偶见
自土生矿物 粘土	绿泥石化	颗粒上常见	主要见于颗粒上	主要在颗粒上
	高岭石化	长石高岭石化	较常见 (约 2%)	常见 (3—5%)
	伊利石化	颗粒上常见, 粒间偶见	伊利石或混层矿物含量约 5%	主要在颗粒上
重晶石化		偶见	偶见	
溶解作用及次生孔隙形成		早期在方解石之前约增溶孔 5%, 晚期方解石之后, 约增溶孔 5%, 邻 J _{2x} 的部位较发育	溶蚀很不发育, 仅见三块邻煤层样溶蚀明显, 溶孔 <1%	溶蚀作用很不明显

(2) 三角洲相含煤的西山窑组碳酸盐化发育, 尤以菱铁矿分布普遍, 并由浅埋延续到深埋阶段早期 (图版 I-7), 而三工河组则处在浅埋阶段, 湖相及河流相的头屯河组则无菱铁矿化。玛纳斯-阜康-北三台地区的头屯河组下部河道亚相高岭石化发育, 上部湖相或泛滥平原亚相则沸石化发育。吉尔加特地区泛滥平原相的头屯河组明显不同于下伏的洪冲积相的西山窑组及湖相的三工河组, 这不仅与相有关, 也与该区地质历史有关。

2. 横向变化 (表 4, 5; 图 5-8)

(1) 同一组砂岩的压实、压溶作用, 石英成岩作用, 粘土岩的粘土矿物演化阶段, 有机质演化等皆以埋藏最深的玛纳斯地区最强, 阜康、吉尔加特地区最弱。

(2) 吉尔加特地区头屯河组的主要成岩环节明显不同于阜康和玛纳斯地区, 主要是: a. 经历了中侏罗世头屯河时至晚第三纪早期的漫长浅埋阶段, 缺乏深埋藏带的自生矿物组合; b. 早期无铁方解石发育, 并抑制了压实和石英加大作用; c. 缺乏上部的高岭石带和下部的沸石带, 但有自生钾长石 (图版 I-8); d. 早期溶蚀明显 (图版 I-8); e. 粘土岩的粘土矿物仍处于蒙脱石化阶段, 其下伏的西山窑组 R° 仍 < 0.5%。阜康地区三工河组底界在侏罗纪末及白垩纪末埋深分别为 2440 m 及 3726 m, 玛纳斯地区分别为 3531 m 及 5498 m, 即较吉尔加特深埋时间早, 埋藏时间长。都有下部高岭石带和上部沸石带, 具深埋带自生矿物组合特征。深埋阶段的溶蚀作用较明显, 尤以玛纳斯的西山窑组为甚。粘土岩粘土矿物演化和有机质演化也以玛

表3 阜康三工河剖面中、下侏罗统砂岩成岩作用的纵向变化表

组名		头屯河组 (J _{2t})	西山窑组 (J _{2x})	三工河组 (J _{1s})
成岩作用				
压实及压溶作用		柔性颗粒假杂基化明显，颗粒压入接触，脆性颗粒破碎	见颗粒接触边呈压溶状，其它同J _{2t}	见压溶缝合线，其余同J _{2x}
石英成岩作用		以下部石英长石岩屑砂岩发育，具宽加大边。上部以微粒石英最明显，呈环边状排列	石英加大强，边宽0.003—0.018mm，破碎粒间亦为石英所胶结，见两次加大	加大强烈，边宽0.005—0.04mm，环边状明显，见二次加大
自生长石		仅几个样中见到加大	常见长石加大，且较发育	常见长石加大
碳酸盐化	菱铁矿	偶见	较常见，早期为结核状由梅花状微球粒组成，晚期为自形菱面体，微至30%	常见自形菱铁矿，微至20%
	方解石	常见，微至50%，一般3—8%，为自形球团粒集合体及棱晶它形，连晶状，前者较早，后者晚，含铁	常见，微至35%，早期不含铁，晚期为含铁方解石	常见，微至60%，早期不含铁，晚期为含铁方解石
	白云石	偶见	少数样中见到铁白云石	同J _{2x}
黄铁矿化		中上部较发育，微量，致密团块或立方体。多已褐铁矿化		
自生粘土矿物	绿泥石化	为环边状排列的鳞片晶集合体，微至15%，上部发育，颗粒上亦常见	多为颗粒上的绿泥石，仅顶部粒间孔充填者明显增多	主要为颗粒上的绿泥石
	高岭石化	主要分布在下部，0.5%—8%充填于孔中，颗粒上亦有高岭石化	常见，微至3%	常见，微至3%
	伊利石化	常见，但量很少，呈薄膜状、鳞片状，孔隙衬里胶结，颗粒上亦常见，<0.5%	多为颗粒上的，粒间充填者很少	主要为颗粒上的伊利石
沸石化		主要为方沸石，3—10%，上部为褐铁矿浸染呈褐红色		
石膏化		中上部的泥岩裂隙中常见纤状、板状石膏充填		
溶解作用及次生孔隙形成		早期溶解发生在沸石、高岭石之前，加大、微石英之后，沿原生孔隙扩大，晚期在方解石之后，溶孔约5—7%	早期溶蚀在加大之后，含铁方解石之前，增大孔隙1—3%；晚期溶蚀在含铁方解石之后，孔隙增加微至8%	早期溶蚀位于高岭石之前，晚期溶蚀位于晚期方解石之后，溶孔由微至8%

纳斯地区最强。

(3) 玛纳斯地区塑性颗粒的假杂基覆于石英粒上，阜康则覆于石英加大边上(图版I-2)，吉尔加特则覆于石英加大边和加大边的混层粘土矿物上。这就反映了下沉、压实速度依次减慢。这也可由三工河组至齐古组分组和累计厚度都以玛纳斯最大，阜康其次，吉尔加特最小的事实得到佐证(表5)。沉降速率控制成岩演进，因而上述三区的孔隙发育特征极不相同。

表4 中侏罗统头屯河组砂岩成岩作用的横向变化表

研究剖面		乌 苏	玛纳斯	阜 康
成岩作用		吉尔加特	红 沟	三工河
粘土岩的 粘土矿物 含 量 (%)	K	7—8	2—19	5—14
	I	8—20	33—67	7—38
	C	4—10	2—18	5—21
	S	61—88		47—74
	I/S		28—61	54—78
赤、褐铁矿化		×	×	×
晚期溶解		×	×	×
石 膏 化			×	×× (泥岩中)
晚期方解石化			×	×
片(方)沸石化			×	×
高岭石化			×	×
早期方解石化		×	×	×
早期溶解		×	×	×
石英成岩作用			×	×
黄铁矿化		×	×	×
自生钾长石		×		
绿泥石环边及充填			×	×××× (上部发育)
I 或 I/S 薄膜		×	×	×
钙质团块		×	×	×
压实作用		×	×	×

注: × 偶见 ×× 不发育 ××× 较发育 ×××× 发育

表5 盆地南缘研究剖面的中新世厚度对比

剖面位置		吉尔加特 (m)	玛 纳 斯 (m)	阜 康 (m)
新第三系	上部 (N ₂)	3375	3270	416
	下部 (N ₁)	372		
老第三系 (E)		430	977	614
白 垩 系 (K)		85	1967	1286
侏 罗 系	上 统	喀拉扎组 (J _{3k})	0	87
		齐古组 (J _{3q})	132	968
	中 统	头屯河组 (J _{2t})	125	555
		西山窑组 (J _{2x})	168	1120
	下 统	三工河组 (J _{1s})	121	801
		八道湾组 (J _{1b})	308	388

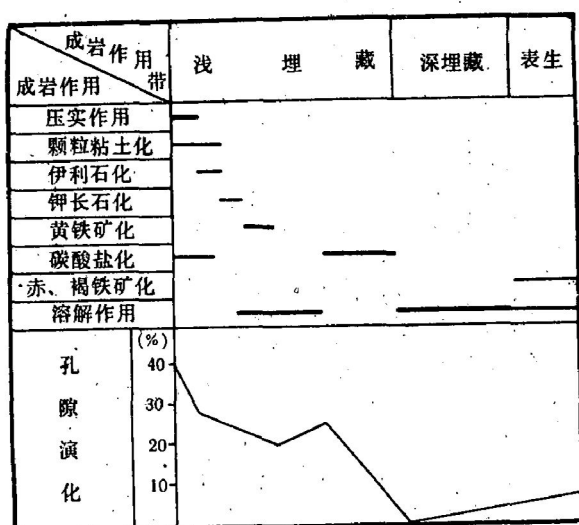


图7 乌苏吉尔加特头屯河组砂岩成岩序列图

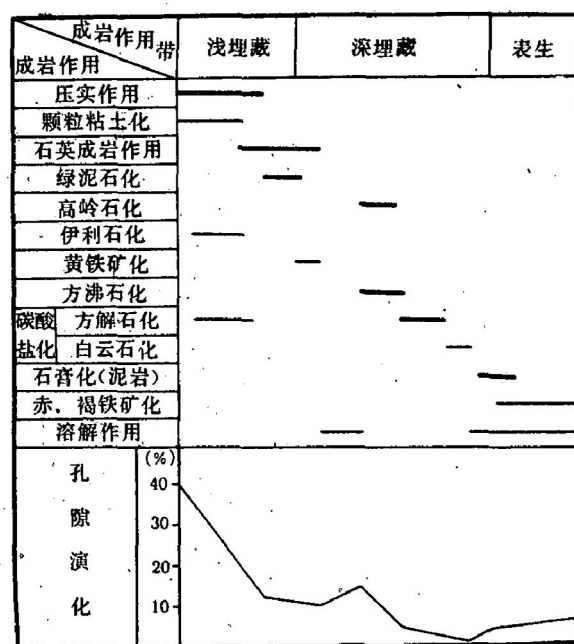


图8 阜康水磨沟头屯河组砂岩成岩序列图

三、砂岩孔隙演化和控制因素

(一) 孔隙演化

玛纳斯地区的头屯河组、西山窑组和三工河组砂岩的孔隙演化如图3-6所示。阜康地区头屯河组和吉尔加特头屯河组砂岩孔隙演化见图7、8。阜康齐古组、北29井头屯河组砂岩孔隙演化如图9。阜康三工河组和西山窑组分别与玛纳斯的孔隙演化相似。吉尔加特三工河组和西山窑组原生孔隙主要因压实和胶结作用消失的，次生孔隙很不发育。

(二) 控制孔隙演化的成岩作用

前述孔隙演化表明，压实作用与胶结作用是孔隙减少，直至消失的主要作用，其中又以压实作用占主导，是原生孔隙急剧减少的主要原因。溶解作用则是次生孔隙产生的主要作用。

1. 压实作用

侏罗系砂岩因柔性岩屑含量高，故仅压实就可使原生孔隙减少28—35%，甚至使砂岩丧失孔隙。玛纳斯地区因沉降快，故较阜康和吉尔加特地区的原生孔隙丧失也快。但早期胶结，

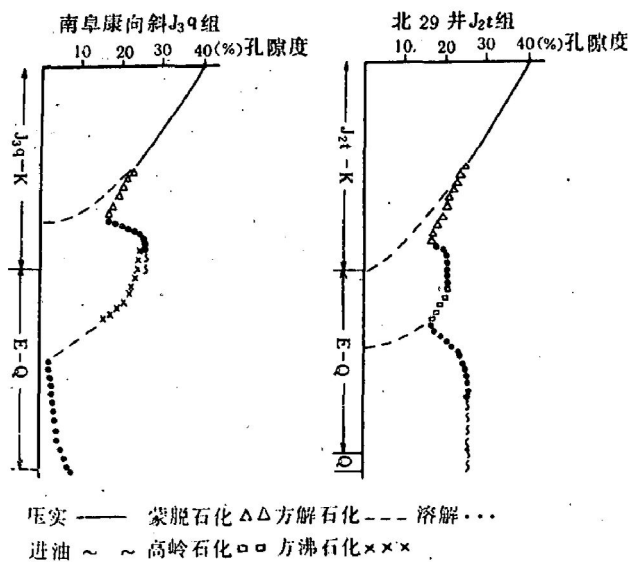


图9 砂岩成岩演化与进油位置示意图

尤其是环边式结构,可抑制压实,有利于孔隙保留。

2. 胶结作用

这种作用主要是碳酸盐化、石英成岩作用及自生粘土化。它们多半发生在压实之后,所以,一般对孔隙破坏也远不及压实作用。

碳酸盐化可使孔隙丧失5—25%。早期碳酸盐可保护颗粒骨架不再受压实,在一定条件下产生数量可观的次生孔隙。晚期碳酸盐则充填原生和次生孔隙。

石英成岩作用对孔隙减少甚微,只在岩屑石英砂岩中较发育,尤其是玛纳斯的三工河组、西山窑组,但最多也只减少8%的孔隙。当微石英绕粒边分布呈链状时,可抑制压实作用,保护原生孔隙,延长和加深孔隙消亡的时间和深度,甚至可保留到最大埋深期间。

自生粘土矿物普遍,一般含量从微到8%,以蒙脱石、绿泥石及高岭石化较重要。北三台和阜康的头屯河组、齐古组的蒙脱石化,玛纳斯三工河组、头屯河组及阜康头屯河组的绿泥石化均较发育,当它们呈环边式胶结时,有利于原生孔隙保存,并为随后的溶蚀创造有利条件,故这种胶结组构是利于储集性能保存和发展的。北三台头屯河组及阜康头屯河组、齐古组含油砂岩均与这种组构有关,这绝非巧合。但当粘土矿物,如蒙脱石呈密集分散状全部充满粒间孔时,孔隙度可达15%,但多呈孤立的蜂巢状微孔,因渗透率很低,故砂岩失去储集性,一般也失去再产生有价值的次生孔隙的可能,如与前述含油砂岩毗邻的不含油砂岩,其蒙脱石就呈这种胶结形式。

高岭石在西山窑组、三工河组、头屯河组中下部较多,从微到7%,充填原生和次生孔隙,它们之间的微孔连通性较蒙脱石、绿泥石好,故可为其后的溶蚀提供条件,也可储集油气,如北29井等的头屯河组就是例子。

3. 溶解作用

前已提及,侏罗系砂岩普遍可见两期溶蚀作用,被溶物主要是硅铝酸盐,如长石和岩屑等。早期溶蚀可发生于近地表浅埋至深埋早期,晚期溶蚀发生于深埋阶段。近地表浅埋多与大气水淋滤有关(图版Ⅱ-6),如吉尔加特和北三台的头屯河组。深埋多与有机质成熟作用有关,如玛纳斯西山窑组,次生孔隙常常发育于紧邻有机质丰富的煤层或碳质泥岩的砂岩。

(三) 控制孔隙演化的地质背景

前述控制成岩作用的因素,自然也控制孔隙的演化。区域隆起、沉降对孔隙演化的制约就很明显。侏罗纪各世沉积时,沉降速率最快的玛纳斯一带比长期浅埋、持续稳定的吉尔加特地区成岩演进就快得多,相应孔隙演进也快的多,即同一层位的相同成岩环节和孔隙演化阶段前者远早于后者。例如白垩纪末,玛纳斯的中侏罗统已进入混层矿物阶段,正是深埋次生孔隙形成阶段,也是有机质成熟阶段;而沉降较慢的阜康才进入高岭石-含铁方解石阶段,正是原生孔隙最低阶段;沉降最慢的吉尔加特仍处于小于500 m的浅埋无铁方解石阶段或早期原生孔隙和早期次生孔隙阶段。

埋深大,成岩演进程度高,孔隙演化阶段也更向前推进,如玛纳斯头屯河组为片沸石,阜康及北29井为方沸石,后两者孔隙就较前者保存有利。从混层矿物在吉尔加特出现于头屯河组底→阜康出现于头屯河组中部→玛纳斯则位于新第三系塔西河组内,层位上迁,说明成岩演化逐渐增强。所以,对于玛纳斯一带,应注重于深埋次生孔隙发育层位的展布,如西山窑组及三工河组。对于埋藏浅或长期浅埋地区和层位应注意早期原生孔隙保存条件和早期次生孔隙产生条件的研究,如北三台地区的头屯河组,吉尔加特地区的齐古组和头屯河组。

三、储集层的孔隙演化与油气储聚关系

盆地南缘侏罗系丰富的油气显示及工业油气藏的发现，业已证实其储层的经济意义。前述各组砂岩的孔隙演化，一般有两个演化阶段孔隙度较高，约15—25%，是储聚工业油气的最佳孔隙演化阶段。根据对北29井和南阜康向斜含油砂岩成岩研究，如图9所示，北29井头屯河组进油是在晚第三纪，位于成岩演化的晚期，深埋次生孔隙形成之后，具有20—24.7%的孔隙度， $131.43-333.63 \times 10^{-3} / \mu\text{m}^2$ 的渗透率。南阜康向斜齐古组含油砂岩进油是在侏罗纪末至白垩纪，位于成岩演进的早期，为浅埋的蒙脱石环边形成之后，原生孔隙度约20%。上述两个实例说明，盆地南部至少有两个油气运移、聚集时期，阜康地区较早，可代表阜康-玛纳斯一带情况；北29井较晚，可代表北三台地区情况。它们的孔隙演化最佳阶段正好与油气运移聚集时期同步，因而储层可以储集工业意义的油气。

1. 阜康地区

该区头屯河组紧邻齐古组之下，成岩演进程度和环节与齐古组相似。因此，该区的齐古组、头屯河组孔隙演化最佳阶段与油气运移、储聚时期同步，这两个层位对油气储聚最为有利。南阜康向斜、古牧地背斜、七道湾背斜北翼多层含油砂岩就是最好的见证。

下伏三工河组距齐古组大于1500 m，埋藏较早，也埋藏较深，当油气运移时，正处于高岭石-含铁方解石胶结阶段，是孔隙最低，储集最差阶段，失去捕集油气的功能。南阜康背斜虽有发育的砂岩多层，且又紧邻南阜康向斜，却无油的显示，正是孔隙演化最佳阶段与油气运移不同步的例证。

2. 乌鲁木齐-玛纳斯一带

前已论及该区较阜康沉降快、埋深大，故孔隙演化也快、也早。油气运移时期，齐古组、头屯河组的孔隙演化可能已进入高岭石化或沸石化阶段，孔隙度较阜康低得多。如清水河鼻状构造、喀拉扎背斜（储层含沥青5%）、南安集海向斜、齐古构造（储层有效孔隙度5—10%）等均见多层含油或沥青砂岩，具比阜康同层位低得多的孔隙度。因而，齐古组、头屯河组储集性远比阜康为差。但是，三工河组因埋深大，埋藏早，所以，油气运移时，孔隙演化已进入深埋次生孔隙形成阶段，即另一个孔隙高峰阶段。如齐古油田、喀拉扎背斜（有效孔隙度17.65%）、北小渠子背斜、南安集海向斜、头屯河西岸（有效孔隙度20%）等含油或含沥青砂岩具较高孔隙度就是良好的佐证。

综上所述，阜康地区好的储集层是齐古组、头屯河组；乌鲁木齐-玛纳斯一带好的储集层是三工河组和西山窑组。

DIAGENESIS OF JURASSIC SANDSTONES IN THE SOUTH MARGIN OF JUNGGAR BASIN, XINJIANG, AND THE PORE EVOLUTION

Hu Weiyuan

(05 Project Administration, Xinan Bureau of Petroleum Geology)

Zhou Jincai Ma Chuandong Shi Xuanyu

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Xinjiang Petroleum Administration)

Abstract

This paper places emphasis on the diagenesis and its sequence for sandstones of the Lower Jurassic Sangonghe Formation, the Middle Jurassic Xishanyao and Toutunhe Formations. On this base, the controlling effect and the property of the evolution of porosity by diagenesis are described. The study shows that the preservative period of valuable pores are the shallow buried stage and deep buried stage after the formation of secondary pores.

2. 资料处理手段多样。针对高陡构造地震波速度结构对传播路径的影响,在资料处理中,采用射线速度偏移和 F-K 偏移等方法;同时,用计算机按地层的层速度进行时深转换;结合地震、钻井、测井、重磁力资料进行构造模型正演、速度扫描分析等,使解释的资料成果更接近地质构造的本来形态。

3. 地质成果丰富,勘探成效显著。以川东地区为例,基本能找准高陡构造主断层位置,查明部分高陡构造的主体部分为半背斜(断层圈闭)、两倾没端形成圈闭、主断层下盘往往形成次一级背斜,都可能成为找油气的有利部位。经钻探,已先后获得一批高产气井。

80 年代以来,由于数字地震技术和多次覆盖、三维地震等新方法新技术的广泛推行,资料处理中新型电子计算机的运用,以及人机联作解释系统的采用,显著地提高了勘探效益。仅川东地区从 1984 年以来依据地震资料开钻的 10 个重点构造,目前已有 8 个钻获气藏;提供的 11 口重点探井,有 10 口见气。

(屈永志)