

# 四川盆地上三叠统划分对比研究<sup>\*</sup>

张健<sup>1</sup> 李国辉<sup>2</sup> 谢继容<sup>2</sup> 邱健<sup>2</sup> 魏小薇<sup>2</sup> 唐大海<sup>2</sup>

(1. 中国石油西南油气田分公司勘探处 2. 中国石油西南油气田分公司勘探开发研究院)

张健等. 四川盆地上三叠统划分对比研究. 天然气工业, 2006, 26(1): 12-15.

**摘要** 四川盆地上三叠统对比长期存在混乱, 给盆地整体评价带来困难。通过岩石地层、地震地层、事件地层及高分辨率旋回地层等多种方法讨论了须家河组与香溪群各岩性段的对比关系, 得出了全盆地上三叠统的对比关系; 指出须四段底可近似看成等时界面; 须家河组下部地层自西向东、向南逐层超覆在雷口坡组之上, 上部地层在盆地西北部自东南向西北方向剥蚀层位渐次变老。文章建议四川盆地上三叠统废除“香溪群”, 统一使用“须家河组”, 以利于对全盆地上三叠统进行油气资源整体评价与深化研究。

**关键词** 高分辨率旋回地层 事件地层 地震地层 岩石地层 对比 晚三叠世 四川盆地

长期以来, 四川盆地上三叠统陆相地层的岩石地层单位一直存在川西“须家河组”与盆地中东部的“香溪群”, 二者的对比关系长期争论不休, 给后续研究带来了困难。四川盆地原“香溪群”是引自湖北秭归香溪剖面的“香溪群”<sup>[1,2]</sup>, 而湖北秭归“香溪群”在20世纪70年代已被“肢解”为两个岩石地层单位, “香溪群”已被废除。四川盆地“香溪群”不仅一直沿用至今, 而且不同的地质家建立了不同的“香溪群”和“须家河组”的对比关系, 多种地层对比关系制约了对上三叠统整体评价及油气勘探。

笔者认为四川盆地应废除“香溪群”, 对上三叠统建议统一使用“须家河组”这一名称, 并通过来自岩石地层、地震地层、事件地层、高分辨率旋回地层等多方面的综合研究, 建立了四川盆地上三叠统的划分对比方案。

## 一、地层对比

四川盆地上三叠统陆相地层的对比首先要解决的问题是“香溪群”与“须家河组”的对比关系, 其次是岩组内部“段”一级地层单元的对比。

### 1. 岩性地层

川西“须家河组”相区的须家河组可划分出5~6个岩性段, 其中须一(指四川盆地雷口坡组之上须二段砂岩之下的一套地层, 主要分布在川西及川中局部, 为海相及海陆过渡相地层, 相当于马鞍塘组、垮

洪洞组及小塘子组)、须三、五段以泥质岩为主, 须二、四、六段以砂岩为主, 纵向分段性清晰。盆地中、东部“香溪群”相区的香溪群也可分出6个岩性段, 其香一、三、五段以泥页岩为主, 香二、四、六段以砂岩为主。无论是须家河组, 还是香溪群, 其一、三、五段均以泥页岩为主, 二、四、六段均以砂岩为主。而两者的对比关系不同的研究者有不同的看法。

须一段主要以一套海相沉积的碳酸盐岩、砂泥岩为主, 在川西及川中的露头及井下均发现有海相化石(邓康龄、罗启后等)。川西地区的须一段与川中地区的香一段对比, 目前的认识较统一。

川西地区的须二段砂岩岩屑成分复杂, 砂岩以高长石含量及含少量花岗岩、喷出岩、千枚岩岩屑为特征, 川中地区的香二段砂岩与川西地区须二段岩石特征相似。

川西、川中地区的重矿物资料也表明, 川西地区(如关基井)须一—须二段及川中地区(如蓬基井)香一—香二段均以锆石、电气石含量高为特征, 其平均值为全井段最高。

川西北地区自须三段开始, 大量出现碳酸盐岩岩屑, 并见同沉积砾石, 局部地区分布有碳酸盐岩, 靠近山前的露头剖面发现有海相化石的分布(邓康龄), 川中地区香三段砂岩也以碳酸盐岩岩屑为主, 在八角场、遂南、磨溪等地见厚度不等的灰岩、泥灰岩分布, 反映了须三段时水侵规模较大。岩屑类型

<sup>\*</sup> 本文系中国石油西南油气田分公司重点项目的部分成果(编号: 西油勘研课 2003-11)。

**作者简介:** 张健, 1960年生, 高级工程师; 1982年毕业于原成都地质学院石油系, 现从事石油天然气勘探工作。地址: (610051) 四川省成都市府青路一段3号。电话: (028) 86012038。

及特殊岩类的分布可将须三段与香三段相对比。

川西北地区须四段以发育砾岩、含砾粗砂岩为特征,砾石成分以灰云岩为主,岩屑成分也以碳酸盐岩为主,而须五段下亚段以砂岩为主,夹薄层泥岩,岩屑成分以石英岩、砂泥岩岩屑为主,须五上亚段以泥岩为主夹薄层砂岩,砂岩岩屑成分与须四段相似。岩屑成分的变化反映了物源区的变化。川中地区香四段岩屑以石英岩、砂泥岩岩屑为主,香五段岩屑以碳酸盐岩为主。据此,将川西地区须四段+须五下亚段与川中地区香四段相对比,须五上亚段与香五对比。这样一来,既符合岩石地层对比原则,也将须五上亚段的岩屑特征与香四岩屑特征相统一。

川中地区香六段在川西北地区缺失。

## 2. 地震地层

通过对横跨川西、川中不同相区的5条区域地震大剖面的重新处理解释,为须家河组与香溪群的对比提供了新的证据。与第一轮资料处理相比,运用“地学综合研究计算机系统”中的 ProMAX,GRISYS/6.0 地震数据处理系统及其相关的静校正、去噪处理软件,明显提高了分辨率。

地震剖面的处理解释结果表明:川西地区的须家河组须一、二、三段分别可与川中地区的香一、二、三段基本能够“拉通”对比,须四段+须五下亚段与香四段对比,香五段相当于须五上亚段。川西—川中地区上三叠统区域构造特征表现为西北陡东南缓,呈不对称的“箕状”。上三叠统下部地层自西向东、向南逐层超覆在中三叠统雷口坡组之上,与先前

建立的须一—须三段逐层退覆模式不同(徐中英等,1990)。须一段分布于华蓥山以西,泸州古隆起以北,须二段的分布向东已越过华蓥山,川南地区印支期古隆起仍无分布。上部地层自川中向川西方向逐渐变薄,且逐层尖灭,须六段尖灭线位于平昌—盐亭—都江堰一带,须五段尖灭线位于巴中—梓潼—汶川一线,须四段尖灭线位于旺苍—剑阁一带。位于川西北地区的白田坝组顶与川中地区珍珠冲组顶可以对比。

## 3. 事件地层

事件地层学又称新灾变论,专门研究地质历史上突然发生的灾变事件及其地质记录。事件地层学的研究对象大到全球性的海平面升降、气候突变、古地磁极性倒转、古生物大规模绝灭,小到地方性的风暴、浊流、洪水、地震、火山爆发等。

构造运动是最直接、最明显的地质事件,在地层记录中也较容易识别。较大的构造运动多具有区域特征。因此,构造运动事件的研究有助于上三叠统划分对比。构造运动界面的对比,实际上也就是地层的对比。

### (1) 上三叠统底界

发生在中三叠世末的印支早幕构造运动,使中三叠统雷口坡组差异抬升剥蚀,形成了泸州古隆起和开江古隆起,在隆起核部,地层剥蚀至嘉陵江组,在侵蚀界面之上,开始了晚三叠世沉积。四川盆地上三叠统底界无论是在露头剖面、钻井资料方面,还是在地震剖面、生物组合等方面均表现明显(表1)。

表1 四川盆地上三叠统底界特征表

特征	岩性	地层层位	生物组合	地震反射	接触关系
界面之上	海相及海陆过渡相	$T_3 x^1$	双壳类 <i>Halobia</i> 组合; 牙形石 <i>Neogondolella Polygnathiformis</i> ; 菊石 <i>Trachyceras sp.</i> ; 有孔虫 <i>Aulotortus Bronimanni</i>	高—中频强振幅连续的地震反射	假整合
界面之下	海相碳酸盐岩	$T_2 r—T_1 j$	<i>Asoellaillyrica</i> 组合 <i>Noetlingites-Semiornites</i> 组合 <i>Progonoceratites-Beyrichites</i> 组合		

### (2) 上三叠统顶界

晚三叠世末的印支晚幕构造运动在盆地北部表现明显,造成了不同程度的地层剥蚀,在川西地区北部靠近龙门山的江油—安县一带,可见到下侏罗统白田坝组与下伏须家河组高角度不整合接触。此外,在盆地北缘,下侏罗统白田坝组中下部普遍发育厚层石英砾岩及粗砂岩,与下伏须家河组形成明显

的岩性界面,说明在早侏罗世早期盆地北缘物源区活跃。

盆地内,二者的接触关系变为连续过渡的整合接触,但界面特征清晰,主要表现在以下几方面。

岩性分界:盆地内上三叠统为一套含煤岩系(原香溪群),而珍珠冲组及其以上的自流井组为一套杂色及红层建造。

生物组合差异:由于上三叠统顶界是三叠系与侏罗系之间的界线,其生物组合也有差异,须家河组、白田坝组、珍珠冲组的生物组合均以真蕨类、苏铁类植物发育为特征,植物面貌也大体相似,但组合不同,晚三叠世为 *Ptilozamites-Lepidopteris* 组合,早侏罗世为 *Dictyophyllum-Clathropteris-Coniopteris Ass. Z* 组合,双壳类晚三叠世最上一个组合为 *Yunnanophorus-Permophorus*,早侏罗世为 *Pseudocardina Ass. Z*。

### (3) 须家河组内部构造界面

川西地区须三段与须四段之间的界面被认为安县运动(王金琪)的产物,主要表现在川西地区北部须四段厚层砾岩覆盖在须三段之上<sup>[3]</sup>,须四段砾岩中常见到须一段砂岩,在有的地区可见到须一段、须二段地层直立,而不整合面以上地层平缓<sup>[4]</sup>。

川中地区须三段与须四段(原香三与香四)之间的界面特征主要表现为:①须四段下部在川北、川东北、川中地区露头剖面上常见外来砾石,这些砾石以石英质、燧石等为主,并含有大量炭屑;②在大足鱼口坳、威远新场剖面上须四段底部见有一层灰白色粘土岩,其上见明显的底冲刷;③须四段底部与须三段上部普遍具岩性突变。

通过区域地震大剖面的追踪对比、高分辨率旋回地层学、古植物面貌的差异等方面的研究,认为川西地区须三段与须四段之间的构造界面与川中地区须三段与须四段(原香三与香四)之间的构造界面可拉通对比。①在立(一立场)一中(中坝)区域地震大剖面上,代表原香溪群相区的八角场一带向西至川西地区的须家河组相区,须二段底、须四段底的地震反射界面强而连续。也就是说,川西地区的须二段底与川中地区原香二段底可以对比,川西地区须四段底与川中地区原香四段底可以对比。②高分辨率旋回地层的研究表明,川西地区须四—须五段对应40万年的旋回数与川中地区原香四—五段相对应的旋回数大体相等。表明不但川西地区须四—五段可以与川中地区香四—五段对比,而且须四(香四)段底界可以近似看成等时界面。

### (4) 构造界面在地层对比中的作用

界面的对比也是地层的对比的重要方法之一。构造界面的形成是由于构造运动,而构造运动常具有区域性特征。因而,构造界面在地层对比中具有重要意义。须家河组顶界、底界、须四段底界这3个界面将须家河组分成上、下两套地层,即须一段—须三段为下部地层,须四段—须六段为上部地层,这样

一来,地层对比更进一步细化。

### 4. 高分辨率旋回地层

地层的旋回性早已引起地质学者的重视,但旋回地层学(Cyclostratigraphy)一词最早被公开使用是A G Fishcher和J Premoli-Silva二人在1988年意大利Perugira召开的一次会议上。

地质时间应是利用天体运动的各种位置及其变化作为确定和划分时间的标志。长期以来,由于没有合适的天文要素用于地质时间的确定,不得已应用生物、岩石、放射性元素、磁性等标志来确定相对的地质时间。而米兰柯维奇(简称米氏)旋回是与地球围绕太阳的轨道要素有关的。因此,有可能作为一种地质时间标尺,这是一种类似于时钟摆动的理想振荡系统,它的衰减较慢,并有全球效应,且引起气候变化,进而影响沉积物的一些特性。

旋回地层在第四系研究中已被成功地用于地质年代的标刻及地层划分对比。现在,又开始扩展到中、新生代地层运用中,具有很大的应用前景。

通过对四川盆地中西部的旋回地层研究,得出了偏心率406.2 Ka的米氏旋回数(表2)。须家河组下部地层(须一—三段)的旋回数差异较大,这从一个侧面反映了川中地区有部分沉积缺失,而川西地区相对连续。须家河组上部地层的旋回数大体相当,介于12~14个,这说明川西地区的须四段+须五段与川中地区的原香四段+香五段是可以对比的。同时,旋回数近于相等,也反映了须四段的底界面可近似看成是一个等时界面。

表2 四川盆地须家河组对应406.2 Ka偏心率旋回数(个)

井号	平落1	关基井	白龙1	角13	威东2
须四段—五段	14.2	12.9	13.18	14.46	11.18
须一段—三段	25.99	25.31	26.24	22.51	10.52
合计	40.19	38.21	39.42	36.97	21.7

须家河组总的旋回数在川西地区大体为37~40个,对应的延续时间为15~16 Ma,其中须一—须三段为10 Ma,须四—须五段为6 Ma。

Olsen等(1996、2002年)对美国东部Newark盆地上三叠统应用旋回地层进行高分辨率地层划分,并结合古地磁、古生物等综合研究方法建立了一个地质时间表。他们把瑞替阶的延续时间定为6 Ma多,诺利阶的延续时间定为9 Ma多,两阶共超过16 Ma<sup>[5-7]</sup>。这一结果与本文须家河组研究的结果(15~16 Ma)相吻合。

## 二、地层对比表

根据前述地层对比原则及岩矿、生物组合、地震、构造运动、高分辨率旋回地层等多方面研究结果,得出了四川盆地上三叠统须家河组与原香溪群的对比关系(表3)。考虑到“香溪群”这一岩石地层名称早已废除,对四川盆地上三叠统统一使用“须家河组”,时代定为晚三叠世诺利—瑞替期,须家河组纵向上6分,其中须一、三、五段以泥页岩沉积为主,须二、四、六段以砂岩沉积为主。

表3 四川盆地上三叠统新、老划分方案对照表

新划分方案		原划分方案			
		川西	川中	蜀南	川东
下侏罗统		白田坝组	珍珠冲组	珍珠冲组	珍珠冲组
须家河组	须六		香六	须六	香溪群
				须五	
				须四	
	须五	须五上	香五	须三	
	须四	须五下	香四	须二	
		须四			
须三	须三	香三	须一		
须二	须二	香二			
须一	须一	香一			

由于四川盆地上三叠统岩性变化快,根据前陆盆地沉积—构造特征、接触关系、地层保存情况、物源及岩性特征,通过建立四川盆地上三叠统地层对比格架,研究须家河组各段的平面分布特征,在川南、川东地区,缺失须家河组下部地层,须家河组下部各岩性段自西向东、向南为逐层超覆关系,而川西北地区缺失须家河组上部地层(图1),但地层缺失的性质不同,前者为沉积间断,后者为抬升剥蚀。

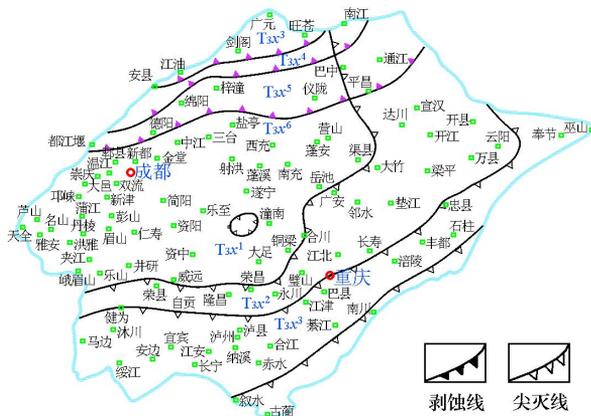


图1 晚三叠世末须家河组各岩性段地质界线分布图

## 三、结束语

(1)统一使用上三叠统岩石地层单位及其对比关系,对结束“香溪群”与“须家河组”长期混乱的对比关系,理清地层关系有十分重要的意义。同时,也有利于油气勘探和学术交流。统一地层划分对比关系,必将在沉积环境、沉积相研究、盆地演化、油气运聚史及成藏等诸多方面带来新的认识,为评价四川盆地上三叠统油气资源,整体推进油气勘探提供了基础依据。

(2)建立了统一的四川盆地上三叠统岩石地层对比表。

(3)须家河组下部地层自西向东、向南逐层超覆在雷口坡组之上,上部地层在盆地西北部自东南向西北方向剥蚀层位渐次变老。

(4)盆地内以须四段底为界,将上三叠统分为上部地层和下部地层,且须四段底可近似看成等时界面。

### 参 考 文 献

- [1] 中国地层典编委会.中国地层典——三叠系[M].北京:地质出版社,2000.
- [2] 中国地层典编委会.中国地层典——侏罗系[M].北京:地质出版社,2000.
- [3] 王金琪.安县构造运动[J].石油与天然气地质,1990,11(2).
- [4] 王金琪.龙门山印支运动主幕辨析[J].四川地质学报,2003,23(2).
- [5] PAUL E. OLSEN, DENNIS V K. Long-period milankovitch cycles from the Late Triassic and early jurassic of eastern north America and their implication for the calibration the early mesozoic time-scale and the long-term behaviour of the planets[M]. The Royal Society, 1999.
- [6] PAUL E OLSEN, CHRISTIAN K H H, ALESSANDRO M, et al. Continental Triassic-Jurassic boundary in central pangea; recent progress and discussion of an Ir anomaly[C]. Geological Society of America Special Paper, 2002.
- [7] FOWELL S J CORNER B, OLSEN P E. Geologically rapid Late Triassic extinctions: palynological evidence from the Newark Supergroup[C]. Geological Society of America Special Paper, 1994.
- [8] 全国地层委员会.中国地层指南及中国地层指南说明书[M].北京:地质出版社,2001.

(收稿日期 2005-10-25 编辑 黄君权)