

文章编号: 0253-9985(2005)01-0092-07

松潘-阿坝地区盆地演化及油气远景

蔡立国¹, 刘伟新¹, 宋立珩², 王守德¹

(1. 中国石化石油勘探开发研究院无锡实验地质研究所, 江苏无锡 214151; 2. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 松潘-阿坝地区在区域构造演化过程中, 经历两个主要拉张-挤压构造阶段。一是由元古代晚期中国古陆解体开始, 在早古生代形成分隔扬子地块与华北地块的天山-祁连-秦岭洋, 在松潘-阿坝地区北缘发育被动陆缘盆地。早古生代洋盆随原特提斯的消亡, 经加里东期的俯冲, 扬子地块与华北地块碰撞, 最终形成加里东俯冲造山带, 由此导致被动陆缘盆地的反转。二是在晚古生代以来, 随着古特提斯洋的扩张, 在扬子西缘出现的裂陷槽及其间的小洋壳, 松潘-阿坝地区西(南)缘形成张裂大陆边缘, 发育浊流沉积盆地。晚三叠世随古特提斯的闭合, 经印支运动张裂陆缘发生反转, 形成印支褶皱造山带。其后, 随着新特提斯的俯冲消亡, 印度板块与欧亚大陆的碰撞, 这一地区与青藏高原一起发生隆升, 其东部受龙门山陆内俯冲影响, 发育陆内褶皱造山带, 最终形成现今的构造格局。因此, 松潘-阿坝地区沉积组合类型、盆地构造演化具有多旋回的特点。松潘-阿坝地区总体处于过成熟的早期阶段, 进入生成大量甲烷气阶段, 具有寻找天然气的前景。从区内已有化探及非地震勘探成果表明, 若尔盖坳陷为油气保存条件最好的地区, 是松潘-阿坝地区有利的油气勘探区带。

关键词: 松潘-阿坝; 盆地演化; 油气远景; 原特提斯洋

中图分类号: TE111.1 **文献标识码:** A

Basin evolution and hydrocarbon potential in Songpan-Aba area

Cai Ligu¹, Liu Weixin¹, Song Liheng², Wang Shoude¹

(Wuxi Institute of Experimental Petroleum Geology, Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu)

Abstract: Songpan-Aba area has experienced two major extensional-compressional tectonic stages during the regional tectonic evolution. The first stage began with the dismembering of late Proterozoic China ancient land. In Early Paleozoic, the Tianshan-Qilian-Qinling ocean was formed, which separated Yangtze landmass from North China landmass; and passive epicontinental basin was developed on the northern edge of Songpan-Aba area. The Early Paleozoic oceanic basins consumed along with the consumption of the proto-Tethys. Due to the Caledonian subduction, the Yangtze landmass collided with the North China landmass, which finally formed the Caledonian subducting orogenic belt, resulting in the inversion of the passive epicontinental basin. The second stage began in the Late Paleozoic, chasmic troughs and small oceanic crusts between them were developed on the western edge of Yangtze landmass along with the spreading of Pale-Tethys, resulting in the formation of extensional and fractured continental margin and the development of turbidite sedimentary basin on the western and/or southern edge of Songpan-Aba area. In Late Triassic, the extensional and fractured continental margin was inverted during Indosinian movement along with the closure of the Pale-Tethys, resulting in the formation of Indosinian folded orogen. Later, this area was uplifted together with Qinghai-Tibet plateau along with the subduction and consumption of Neo-Thetis and collision of Indian plate with Eurasia. Affected by the Longmenshan intracontinental subduction, an intracontinental folded orogen was developed in the eastern part, and finally formed the present tectonic framework. Therefore, the sedimentation types and tectonic evolution of the basins are characterized by their multicyclic features. As a whole, Songpan-Aba area is in the early

基金项目: 中国石化股份公司科技项目(P020020)

第一作者简介: 蔡立国, 男, 48岁, 教授级高级工程师, 石油地质与构造地质

收稿日期: 2004-12-28

stage of over-mature and begins to generate large amount of methane, thus it has gas potential. The available geochemical and non-seismic geophysical exploration results show that Norgai depression has the most favorable conditions for hydrocarbon preservation and is a favorable play in Songpan-Aba area.

Key words: Songpan-Aba area; basin evolution; hydrocarbon potential; proto-Tethys

1 基底性质

根据航磁资料分析,松潘-阿坝地区磁场特点表现为平静的正磁场区^[1],其磁场异常值为0~20 nT,变化相当平稳。尤其是在阿尼玛卿山-玛曲断裂带以南及青川-茂汶断裂带以西的若尔盖、阿坝、红原地区,为一连片的平缓磁场区,与周围的磁场剧变区所对应的构造活动带形成显著的区别。由此,推测其基底为相对完整、稳定的地块,应属扬子地块褶皱变质基底的一部分。根据该区航磁异常延拓20 km后的磁场特征,阿尼玛卿山近东西向延伸的异常带消失,这一地区向北与夏河、合作、岷县一带的平缓正磁场联成一片(图1),并推断该区的前震旦系基底还可能向北延伸。同时这种特征也反映了该区褶皱-冲断作用主要表现为盖层内部的变形,与野外观察到的变形特点基本一致。

新部署的区域大地电磁测深资料表明,在草

地及三叠系覆盖区之下存在着层次性明显的电性结构层。从L-05线的电性结构上,推测浅层的相对低阻层为三叠系、中层相对高阻层为上古生界、下层相对低阻层为下古生界,其下高阻层为前震旦系变质基底。充分表明在松潘-阿坝地区草地及三叠系覆盖区存在有古生界。

在松潘-阿坝地区东部的平武、文县碧口及略阳一带,原划为前震旦系碧口群的一套变质岩系,经过大量的地层、岩石、同位素年龄的研究^[2,3],现已解体为中、晚元古界、震旦系及寒武系。“碧口群”(狭义)岩性组成上可分3个岩性段。岩石地球化学分析的研究成果表明,这套巨厚的变质海相陆源碎屑岩火山岩系,属次深海相火山岩、火山碎屑岩及复理石的细碧岩-石英角斑岩系。中元古代末期,该裂陷盆地受晋宁运动影响而闭合,洋壳发生消减,并侵位到碧口群不同构造部位中,形成混杂岩,同时发生褶皱、变质,构成了扬子地块(包括本区在内)基底的一部分。

2 被动大陆边缘盆地

经早震旦世地势夷平之后,扬子地块处于稳定沉降的克拉通盆地状态,广泛接受海侵。晚震旦世早期的地层为一碎屑岩段(陡山沱组及相当地层),由含砾砂岩、石英砂岩、粉砂质泥岩夹灰岩组成,超覆不整合在“碧口群”或下震旦统之上^[4]。晚期的沉积为碳酸盐岩段(灯影组及相当地层),由厚层块状白云质灰岩、藻白云岩组成,为一广阔的碳酸盐台地。其中产出的微古植物化石组合可与峡东地区的震旦纪化石组合对比。表明松潘-阿坝地块应属于扬子地块的范畴^[5]。

在这一地质时期内,武山-天水断裂带以北的秦安县葫芦河、清水县牛头河一带在早震旦世开始出现裂陷活动。震旦系为酸性-中基性火山岩、碎屑岩夹碳酸盐岩,厚度大于5 000 m,代表了扬子地块与华北地块开始分裂的产物(图2a)。向西在中祁连山西段,震旦系下部为碎屑岩-中基性火山岩,上部为硅质灰岩、钙质板岩、碳质板岩及含碳

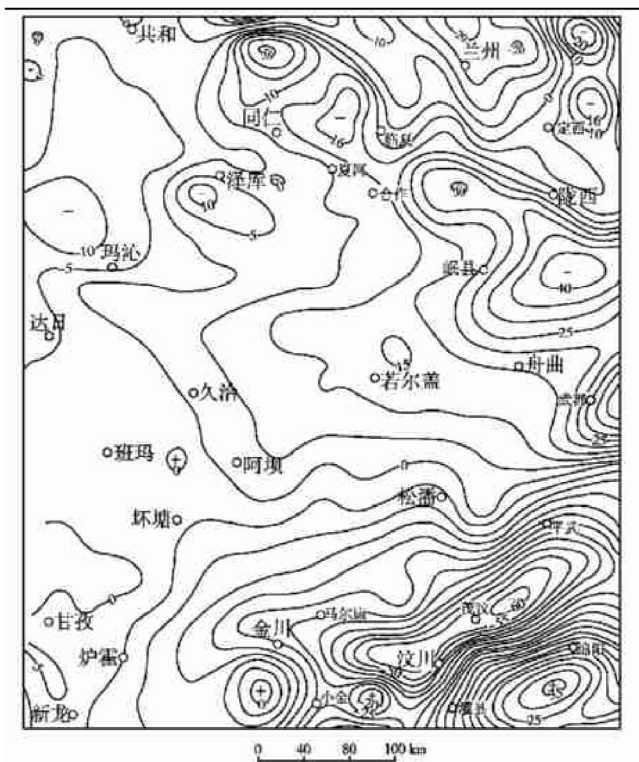


图1 松潘-若尔盖及邻区上延20 km 磁场图

Fig. 1 Map showing magnetic field protracted upward 20 km in Songpan-Norgai and the adjacent areas

质灰岩,应是同期陆壳裂陷的产物。

早古生代随着地壳张裂,迭部及其以北地区逐渐下降,寒武系太阳顶群由厚近1 000 m的深灰、灰黑色厚层块状含碳硅质岩、黑色碳质硅质板岩组成。硅质岩总厚逾700 m,板岩厚超过200 m。这套地层是在还原条件下的陆棚-盆地相沉积环境中形成的。

奥陶纪-志留纪,基本上保持了寒武纪的沉积面貌,沉积了巨厚的含碳硅质岩、碳质板岩、板岩夹灰岩的大套黑色岩系,向上碎屑物逐渐增多。因此,早古生代这一地区随着秦-祁洋的形成与扩张,地壳保持稳定沉降,形成一个被动大陆边缘盆地(图2b)。

向南在茂汶、平武、青川及文县一带,早古生

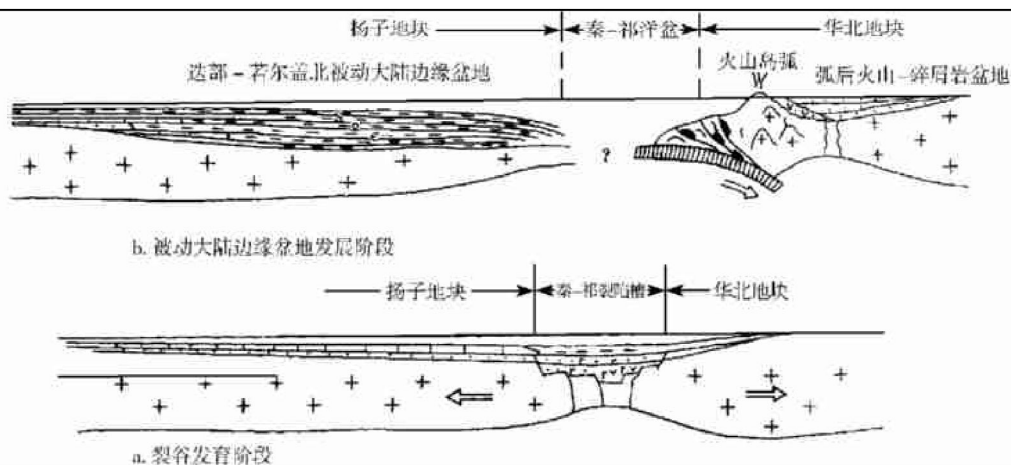


图2 松潘-阿坝及邻区早古生代被动大陆边缘盆地演化模式图

Fig. 2 Evolutionary pattern of Early Paleozoic passive epicontinental basins in Songpan-Aba and adjacent areas.

代随着晚震旦世灯影期末的海退,出现沉积间断,下寒武统普遍假整合在震旦系之上。下寒武统下部由一套暗黑色含铁锰及石煤的碳硅质板岩、硅质岩、白云质灰岩、结晶灰岩所组成,局部地段硅质岩含磷质或磷质结核。其上部为变质岩屑砂岩、石英砂岩、含砾砂岩。粒度向上变粗,反映了早寒武世中期水体逐渐变浅,其后露出水面而缺失下寒武统上部、中、上寒武统及下奥陶统的沉积,上奥陶统宝塔组直接超覆在下寒武统之上。志留系下部为黑色碳质千枚岩、夹灰白色石英粉砂岩及硅质岩、灰岩透镜体,上部为板岩及砂泥质灰岩互层,局部地区以结晶灰岩、变质白云岩为主,板岩中常含黄铁矿晶体,水平纹层发育,见有波痕、斜层理,反映为滞流浅海沉积环境。

上述说明,本区早古生代是在稳定沉降条件下接受沉积,其间构造活动平静,本区南及东南侧时有海水侵入与退出,但总体上为一向北水体加深,沉积物增厚的楔形沉积体,是一个稳定发育的被动大陆边缘盆地。

早古生代沿着武山-天水断裂带以北的秦安至宝鸡一线存在着延伸近100 km的基性枕状熔岩带及相伴产出的超镁铁质-铁镁质(似)堆晶岩、辉绿岩

墙及硅质岩,构成一蛇绿岩套^[6]。这一熔岩带可能是早古生代秦-祁洋沿着早期裂谷进一步扩张,出现洋壳及扩张脊,后经加里东期扬子板块向华北板块的俯冲,洋壳消亡后的残片。在其北侧发育有奥陶系的岛弧火山岩及志留系的复理石,代表了一个活动大陆边缘的岛弧及弧后盆地体系(图2b)。从岛弧火山岩的时代,推断该区洋壳形成于寒武纪,开始俯冲于早奥陶世,最后在志留纪末发生扬子板块与华北板块的碰撞,而形成秦-祁加里东造山带。

3 俯冲型前陆盆地

早、中泥盆世本区北部处于加里东造山带南缘,由于造山带侧向挤压产生的冲断推覆构造负荷,造成地壳的挠曲而形成与造山带平行分布的前陆盆地。武山-天水断裂带以南的成县麻沿河至天水娘娘坝一带,平行出露了一套下、中泥盆统的碎屑岩夹少量碳酸盐岩岩系,厚逾8 000 m。在中薄层状钙质砂岩与粉砂质板岩的韵律中发育有重荷模、冲刷槽模、粒序层理、包卷层理、小型交错纹层,具浊流沉积的特征,代表了早、中泥盆世造山带前缘的前陆复理石盆地的沉积(图3)。晚泥盆世,这一复理石盆地被河流相的大草滩群磨

拉石不整合所覆盖,表明前陆盆地不断的萎缩。随着构造活动的缓和以及地势的逐渐夷平,结束了前陆盆地的发展。石炭一二叠纪时,地壳平缓下降,沉积了一套由海陆交互相碎屑岩夹灰岩到大套厚层块状生物灰岩、白云质灰岩的地层,标志着这一地区已由前陆盆地转化为克拉通盆地。



图3 松潘-阿坝及邻区早泥盆世沉积相展布

Fig. 3 Distribution of Early Devonian sedimentary facies in Songpar-Aba and the adjacent areas

岷县-宕昌断裂带以南的广大地区,早古生代末的加里东运动影响甚微,表现在泥盆系与志留系之间为整合-假整合接触。上古生界由碎屑岩和碳酸盐岩所构成,碎屑岩仅发育于下泥盆统,其上多为碳酸盐岩夹少量碎屑岩。总体上上古生界以碳酸盐开阔台地环境为主,是一个长期稳定下降的克拉通盆地。仅在白龙江沿岸中泥盆世发育有一系列规模不等的生物礁、滩。

上述分析说明,本区在晚古生代早期发育一个前陆盆地,它的形成与秦岭-祁连加里东造山带的褶皱冲断作用相伴生,随着构造活动渐趋平静,这一地区发育成一个稳定沉降的克拉通盆地,其间虽有海水进退,但并未改变总的构造格局。

4 陆内裂陷-张裂陆缘盆地

早二叠世末期至晚二叠世早期,扬子地块的裂陷活动日益强烈。扬子地块西缘地壳发生断裂伸展,出现了一系列的裂陷型盆地^[5]。由此改变了晚古生代以来该区长期稳定发展的克拉通盆地的面貌(图4)。

在三叠纪,扬子地块西缘出现了一些裂离出去的陆块及分隔它们的裂陷槽。地层古生物表明了它们与扬子地块的亲缘关系,显示出它们与扬



图4 松潘-阿坝地区早二叠世沉积相图

Fig. 4 Distribution of Early Permian sedimentary facies in Songpar-Aba and adjacent areas

子地块相距并不遥远,其间可能不存在大型洋盆,从而形成一个具有特色的特提斯型陆缘。在本区周围,明显的构造样式是以康定三叉裂谷系、甘孜-理塘裂陷槽、阿尼玛卿裂陷槽等大陆伸展构造为特征。

三面为裂陷槽所围限的松潘-阿坝地区,早三叠世时,仍然继承了晚古生代末期的沉积环境,发育成开阔碳酸盐台地-蒸发岩台地(图5)。至中三叠世晚期(拉丁期)才由于卷入裂陷槽中而成为陆棚斜坡,出现有浊积岩沉积^[7]。晚三叠世由于裂陷槽的不断闭合,水体逐渐变浅,松潘-阿坝地区发育了大套的滨岸相碎屑岩夹碳酸盐岩,岩石组合及沉积特征反映主要为三角洲沉积。在泽库麦秀一带尚见有中酸性火山喷发,可能与裂陷槽闭合后的滞后型火山岩有关。



图5 松潘-阿坝及邻区早三叠世沉积相展布图

Fig. 5 Distribution of Early Triassic sedimentary facies in Songpar-Aba and adjacent areas

鉴于松潘-阿坝地区是一油气勘探新区^[5],加之成岩演化程度较高,烃源岩及油气源岩对比及判识仍

未得到勘探的证实, 因此, 生储盖组合的划分仅是依据露头区的实测资料, 对三叠系覆盖区的推测(图7)。

地层	统	组	生油层储集层	盖层	沉积环境
三叠系	上统	新都桥组(T _{2n})			深湖陆相沉积
		休休组(T _{2h})			
		杂谷脑组(T _{2z})			
	中统	光盖山组(T _{2gg})			深湖陆相沉积
		扎尔山组(T _{2zg})			
	下统	杂谷脑组(T _{2z})			浅海碳酸盐岩台地
二叠系	上统	巴列卜组(P _{2b})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		热江海组(P _{2j})			
		山内海组(P _{2s})			
	中统	草海组(P _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(P _{2c})			
	下统	草海组(P _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
石炭系	上统	草海组(C _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(C _{2c})			
		草海组(C _{2c})			
	中统	草海组(C _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(C _{2c})			
	下统	草海组(C _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
泥盆系	上统	草海组(D _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(D _{2c})			
		草海组(D _{2c})			
	中统	草海组(D _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(D _{2c})			
	下统	草海组(D _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
志留系	上统	草海组(S _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(S _{2c})			
		草海组(S _{2c})			
	中统	草海组(S _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(S _{2c})			
	下统	草海组(S _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
奥陶系	上统	草海组(O _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(O _{2c})			
		草海组(O _{2c})			
	中统	草海组(O _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(O _{2c})			
	下统	草海组(O _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
寒武系	上统	草海组(W _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(W _{2c})			
		草海组(W _{2c})			
	中统	草海组(W _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(W _{2c})			
	下统	草海组(W _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
震旦系	上统	草海组(Z _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(Z _{2c})			
		草海组(Z _{2c})			
	中统	草海组(Z _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(Z _{2c})			
	下统	草海组(Z _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
前震旦系	上统	草海组(Q _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(Q _{2c})			
		草海组(Q _{2c})			
	中统	草海组(Q _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地
		草海组(Q _{2c})			
	下统	草海组(Q _{2c})			浅、深湖碳酸盐岩台地

图7 松潘-阿坝地区生储盖组合柱状图

Fig. 7 Columnar section showing combination of source, reservoir and cap rocks in Songpair-Abba area

主要生油层: 烃源岩类型主要为泥质岩, 次为硅质岩和少量碳酸盐岩。主要生油岩层为寒武系泥质(硅质)岩烃源岩、下志留统塔儿组、下地组、羊肠沟组及中志留统马尔组泥质岩烃源岩。其中, 下志留统羊肠沟组、塔儿组灰岩、泥质岩(图8), 包括松潘黄龙剖面志留系上部的硅质岩段及页岩段, 是最好的烃源岩。

推测若尔盖草地及三叠系覆盖区应有相应的层位发育, 但厚度可能由于加里东、海西期的隆升影响而减薄。类比表明, 松潘-阿坝地区古生界烃源岩有机质丰度及发育程度均优于四川盆地同层位的烃源岩^[9, 10]。

主要储集层: 研究证实松潘-阿坝地区上古生界下三叠统发育的储层类型有: 白云岩、颗粒灰

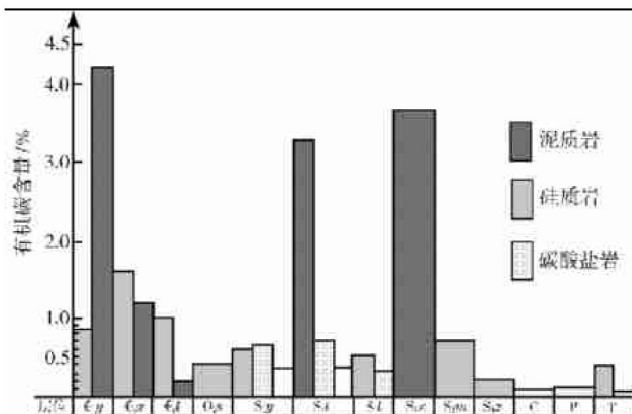


图8 松潘-阿坝地区主要烃源岩有机质丰度直方图

Fig. 8 Histogram showing abundance of organic matter in the main source rock in Songpair-Abba area

岩、砂岩、岩溶型储层以及裂缝性储层或孔隙-裂隙型储层。

松潘-阿坝地区上古生界储层发育层位与区带主要为: (1) 泥盆系储层主要集中于中、上泥盆统的Ⅰ类区为红星岩台地区, 推测该区可西延至若尔盖南侧及唐克一带, Ⅱ类区为西秦岭台地区和推测的阿坝-玛曲台地区; (2) 石炭系Ⅰ类有利储层分布区为西秦岭、红星岩及推测的若尔盖台地区; (3) 中、下二叠统Ⅰ类有利储层分布区主要分布于西秦岭-红星岩台地区及推测的若尔盖台地区; 上二叠统Ⅰ类有利储层区主要分布于红星岩-若尔盖地区的局限台地相带及可能发育区域分布的似层状白云岩储集体, Ⅱ类较有利区分布于西秦岭的开阔台地相带, 储层岩性为致密灰岩; (4) 下三叠统Ⅰ类有利储层区主要分布于玛曲-若尔盖局限台地分布区, 该区孔隙型层状白云岩厚度可达 700~900 m, Ⅱ类较有利储层区分布于西秦岭-红星岩台地区, 以薄层状泥灰岩、灰岩到中厚层状致密灰岩为主, 夹部分白云岩层。

主要盖层: 主要有志留系泥质岩, 厚 856 m, 渗透率约 $0.02 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 排替压力 5.0~14.5 MPa; 中二叠统巴列卜组, 在松潘地区岩性为深灰色、灰色、灰黑色泥质岩, 应属一套较好盖层; 三叠系波茨坦组泥质岩、可能含膏泥质岩、页岩, 光盖山组(T_{2gg}) 泥岩较发育, 是区域盖层, 渗透率约 $0.03 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 排替压力 48 MPa; 中、上三叠统广泛分布的扎尔山、杂谷脑、侏倭、新都桥组, 各组地层连片分布, 构成覆盖全区的区域性盖层。

依据松潘-阿坝地区生储盖层在空间的配置关系以及分布情况, 区内发育有两套生储盖组合: 以寒武系含碳硅质岩、泥岩及中、下志留统泥岩、碳酸

盐岩为主要烃源岩,中、下志留统砂岩、碳酸盐岩为储集岩,上志留统泥岩为盖层构成生储盖组合。其中,下志留统羊肠沟组及塔尔组碳酸盐岩既为烃源岩,又为储集岩,体现了自生自储式组合特征;同时,该套碳酸盐岩又为次深海盆地沉积所包围的孤立碳酸盐岩台地沉积,具有同期异相沉积的特点,横向上也可构成侧变式组合特征。总体评价,生储盖组合中烃源岩和储集岩交互发育,应列为好的生储盖组合。生储盖组合④属正常式或侧变式生储盖组合。其以泥盆、石炭及二叠系的泥岩为烃源岩,泥盆系一中三叠统灰岩、白云岩为储集岩,中、上三叠统泥岩构成组合的盖层。松潘-阿坝地区泥盆系具有台地型、海槽型及过渡型三种类型的沉积,石炭、二叠系总体上为台地相沉积,仅局部地区发育泥质岩烃源岩,横向上可构成侧变式组合特征。总体评价,生储盖组合④碳酸盐岩储集岩发育,烃源岩相对不太发育,应列为较好的生储盖组合。

根据重力资料及周缘古生界沉积环境分析,该区为一基底相对隆起区,基底埋深较浅,说明中古生界盖层相对较薄,为一长期继承性古隆起,且基底起伏较平缓、无深大断裂发育,相对于周边地区,该凸起岩浆活动微弱、构造形变相对较弱,其构造样式以盖层滑脱式逆冲与褶皱为主。晚古生代以来盆地南、北低中间高的基底面貌十分明显,若尔盖一带可能存在陆地,较之北侧其抬升幅度约在1000m左右。晚二叠世至早三叠世,西秦岭以南、松潘以西的红原、若尔盖广大地区,均为陆地,较之以北的西秦岭地区,抬升幅度约为800m。这些都清楚地表明,若尔盖、红原一带在早古生代至晚古生代时期,一直处于相对隆起区,较长期处于其北侧的生油拗陷区的有利油气运移指向带。

非地震资料反映该隆起带为一重力构造异常。化探上存在以唐克-辖曼、若尔盖为中心的异常分布区。由该区广泛分布的三叠系成岩演化分析表明,以唐克为中心的区域为油气保存条件最好的地区,唐克向南到瓦切、向北到辖曼及向若尔盖为iv级区,成岩演化程度较低,伊利石结晶度IC值大于0.42,相对全区而言是一个较好的勘探区域。在隆起控制油气聚集的背景上,有可能存在构造类型、地层-岩性类型以及复合类型的油气圈闭。需要指出的是,三叠系为本区的主要构造滑脱层之一,目前所见地表三叠系褶皱变形样式与

其下伏的二叠系及其以下层系组成的变形样式很可能存在明显差异,因此,从岩性组合特点上,推测在地腹的上古生界可能存在较宽缓的构造。

总之,从保存条件、化探及非地震勘探成果表明,若尔盖拗陷为区内构造活动相对稳定地区,该区总体处于过成熟的早期阶段,进入生成大量甲烷气阶段,具有寻找天然气的前景。其以下古生界主要烃源岩构成主要烃源,上古生界台地相碳酸盐岩构成主要储层,三叠系泥质岩、含膏泥岩为盖层,储盖组合,保存条件相对较好,因此,若尔盖拗陷应是松潘-阿坝地区油气勘探的主要地区。

参 考 文 献

- 1 杨华,梁月明,王岚,等. 青藏高原东部航磁特征及其与构造带关系[M]. 北京:地质出版社,1991
- 2 汤军,赵鹏大,陈建平,等. 龙门山碧口断块的形成及其空间归位研究[J]. 中国地质,2002,29(3):286~290
Tang Jun, Zhao Pengda, Chen Jianping, et al. The formation of Bikou faulted block and its spacial position in westnorthern sichuan[J]. Geology in China, 2002, 29(3): 286~290
- 3 胡正东,刘正国,何书成. 川西北碧口群的层序及时代[A]. 见:刘国惠,张寿广. 秦岭-大巴山地质文集(一),变质地质[C]. 北京:科技出版社,1990. 185~197
- 4 毛裕年,闵永明,罗麟,等. 南秦岭南亚带的前寒武系[M]. 成都:四川科技出版社,1990
- 5 蔡立国,郑冰,刘建荣,等. 青藏高原东部石油地质基本特征[M]. 南京:南京大学出版社,1993
- 6 宋志高. 北秦岭-北祁连(天水-宝鸡间)早古生代火山岩系及其构造连接关系研究[A]. 见:中国地质科学院西安地质矿产研究所. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊(第24号)[C]. 西安:陕西科学技术出版社,1991
- 7 殷鸿福,杨逢清,黄其胜,等. 秦岭及邻区三叠系[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1992
- 8 李晓清,汪泽成,张兴为,等. 四川盆地古隆起特征及对天然气的控制作用[J]. 石油与天然气地质,2001,22(4):347~351
Lixiaoqing, Wangzecheng, Zhangxingwei, et al. Characteristics of Paleor uplifts in Sichuan Basin and their control action on natural case[J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(4): 347~351
- 9 刘树根,罗志立,戴苏兰. 川西前陆盆地的“四川运动”及与油气的关系[J]. 石油与天然气地质,1996,17(4):276~281
Liushugen, Luozhili, Daisulan. Sichuan movement in west Sichuan foreland basin and its relation to oil and gas[J]. Oil & Gas Geology, 1996, 17(4): 276~281
- 10 吴世祥,汪泽成,张林,等. 川西前陆盆地勘探思路分析[J]. 石油与天然气地质,2001,22(3):210~216
Wushixiang, Wangzecheng, Zhanglin, et al. Exploration strategy for the foreland basin in estern Sichuan[J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(3): 210~216