

文章编号: 1001 - 6112 (2005) 05 - 0473 - 06

# 委内瑞拉油气资源及勘探开发潜力分析

徐文明, 叶德燎, 陈荣林

(中国石化 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

**摘要:** 在研究了委内瑞拉各含油气盆地石油地质特征的基础上, 以马拉开波盆地和东委内瑞拉盆地为例, 提出委内瑞拉是海外油气勘探和开发的重点战略选区之一。委内瑞拉是世界上油气资源相对丰富的国家, 针对像马拉开波盆地和东委内瑞拉盆地的石油地质特征和成藏条件, 目前就存在一个向盆地深部的勘探问题, 特别是在马拉开波盆地的东部及东委内瑞拉盆地的埃尔富里尔/基里基雷、大纳纳科油气区, 会有重大油气发现的可能。因此, 委内瑞拉是一个油气勘探值得期待的地区。

**关键词:** 选区; 油气资源; 潜力分析; 马拉开波盆地; 东委内瑞拉盆地; 委内瑞拉

中图分类号: TE132. 1

文献标识码: A

石油是世界上最重要的一种能源产品, 其消费量占世界一次能源消费量的 40%, 在未来 20~30 a 内, 石油在一次能源消费结构中所占的比例不会下降太多, 石油仍将是最主要的能源产品之一。最近, 胡锦涛主席在关系能源问题时的一次讲话中强调: “能源资源问题是关系中国经济社会发展全局的一个重大战略问题”。同时也指出: “要积极开展国际能源资源合作, 充分利用国际国内两个市场、两种资源”<sup>[1]</sup>。

当前中国石油部门在国内继续寻找后备资源基地的同时, 通过国际合作途径, 开辟新的油源。他们已走出国门, 投资于国外的油气勘探和开发市场, 积极获取“份额油”, 分享国际石油资源, 以便规避国际市场的原油价格波动, 保证下游企业的稳定生产和经营<sup>[2]</sup>。

据报导, 早在 2001 年, 国家经贸委已把中亚—俄罗斯、中东—北非和南美地区确定为“十五”期间海外油气勘探开发的三大战略选区<sup>[3]</sup>。众所周知, 南美洲曾是世界上最早的石油生产地之一, 其油气资源非常丰富, 是世界上仅次于中东的第二大油气产区。和西方工业国相比, 南美洲各石油工业国的技术、设备相对比较落后, 资金缺乏, 油气工业整体水平不高, 有些地方的勘探程度还很低, 因此具有相当大的油气潜力。从投资环境看, 由于 2004 年胡锦涛主席对拉丁美洲 4 国的成功访问, 我国与南美主要国家的关系达到历史上最佳水平,

虽然个别国家政局尚不稳定, 但总体来说对吸引外资还是比较有利的。

## 1 委内瑞拉油气资源概况

委内瑞拉是世界上油气资源相对丰富的国家, 是重要的石油生产国及欧佩克第三大石油生产国, 是西半球石油出口收入最多的国家。据 2003 年底的统计, 委内瑞拉平均原油日产量约为  $27.5 \times 10^4$  t/d, 剩余石油可采储量约为  $106.14 \times 10^8$  t。此外, 委内瑞拉还有上亿吨的重油与超重油尚待开发和利用。天然气储量为  $4.19 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>。近年来, 委内瑞拉出于国际和国内形势的需要, 重新提高了对外开放的姿态, 开发决策发生了变革, 目前已成为南美洲石油工业对外资最具有吸引力的国家, 这有利于外国石油公司进入该国进行油气勘探、开发的技术和经济合作。

委内瑞拉共有 8 个沉积盆地, 总面积达  $34.78 \times 10^4$  km<sup>2</sup>, 海上大陆架为  $10 \times 10^4$  km<sup>2</sup>, 盆地面积占委内瑞拉总面积的 38%。目前陆上有 5 个盆地产油气, 主要集中在马拉开波盆地、巴里纳斯—阿普雷盆地和东委内瑞拉盆地<sup>[4~6]</sup>。马拉开波盆地是委内瑞拉最重要的产油气盆地, 东委内瑞拉盆地也是世界上已知的最大的油气聚集区之一。另外, 在委内瑞拉北部, 还有法尔孔盆地、卡鲁帕诺盆地、卡里阿科盆地、博奈尔盆地和委内瑞拉海湾盆地, 这

收稿日期: 2004 - 12 - 15; 修订日期: 2005 - 07 - 30。

作者简介: 徐文明 (1964—), 男 (汉族), 江苏太仓人, 工程师, 主要从事油气信息工作研究。

些盆地的油气勘探程度不一，部分盆地的勘探程度相对较高，但在 20 世纪 80 年代中后期仍有亿吨级的中、轻质原油的油田发现。所以整体来说仍具有相当大的勘探潜力。另外，通过老井改造和提高采收率等技术的运用，也可以进行开发项目的合作。

本文以马拉开波盆地和东委内瑞拉盆地为例，研究了 2 个含油气盆地的石油地质特征，认为进入委内瑞拉的油气勘探和开发，应以这 2 个盆地作为重点战略选区之一。

## 2 马拉开波盆地油气资源与选区

马拉开波 (Maracaibo) 盆地位于委内瑞拉西北部，其西南缘延伸到哥伦比亚的东部，它包括马拉开波湖以及周围的平原和丘陵地区 (图 1)。盆地面积  $6.145 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，其中委内瑞拉占  $5.527 \times 10^4 \text{ km}^2$  (海上  $1.235 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，陆上  $4.292 \times 10^4 \text{ km}^2$ )，哥伦比亚占  $0.618 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该盆地可分为 8 个拗陷：谢拉德佩里哈 (Sierra de Perija) 边缘、马拉开波湖西岸、马拉开波湖中部、玻利瓦尔湖岸地区、法尔孔 (Falcon) 边缘、梅里达·安第斯 (Merida Andes) 边缘、马拉开波湖南部、卡塔通博 (Catatumbo) 拗陷。油气田主要分布于玻利瓦尔湖岸区。

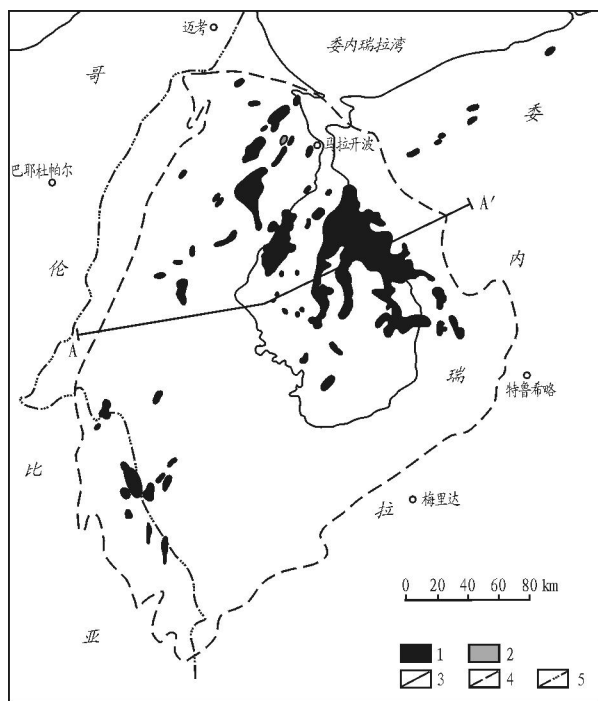


图 1 委内瑞拉马拉开波盆地油气田分布图

1. 油田; 2. 气田; 3. 海岸线; 4. 盆地边界; 5. 国界线

Fig. 1 Distribution of the oil and gas fields in the Maracaibo Basin, Venezuelan

马拉开波盆地是世界上最具有前景的含油气盆地之一，其油气勘探和开发已经经历了几百年，在 20 世纪 20 年代初第一次发现了西半球最大的超巨型油田——玻利瓦尔湖岸油田。20 世纪 50~60 年代，勘探达到高峰，盆地处于勘探成熟阶段。但是近几年来，由于采用了三维地震勘探，以及增加了油藏的新钻井，因此发现油气储量的前景仍然很大。例如 20 世纪 80 年代，在委内瑞拉区的休达 (Ceuta) 油田东部，勘探发现了一些新的油气田，从而扩大了油田的范围和储量<sup>[7]</sup>。马拉开波盆地累计产油已达  $45 \times 10^8 \text{ t}$  以上，20 世纪 80 年代以来产量一直保持稳定。

马拉开波盆地是在前寒武纪形成的结晶变质基底的基础上发育的沉积盆地，在侏罗—白垩纪时发生裂隙，白垩纪至古新世早期，发育裂谷和被动边缘 (大西洋型) 盆地型沉积，台地相的灰岩及富含有机质的碎屑岩以及与南部冈瓦纳大陆剥蚀有关的海退三角洲碎屑沉积物发生交替沉积。古新世发生海退，为非海相碎屑沉积。由于始新世开始的安第斯造山运动，形成了广泛的三角洲沉积体系，沉积了米拉多尔 (Mirador) 和米索阿 (Misoa) 组砂岩储集层。中新世早期，发生了第二次大规模的挤压活动，然后发生海侵，沉积了拉罗莎 (La Rosa) 组海相及滨岸砂岩；接着发生海退，形成了拉洪拉 (Lajunlla) 组沉积。白垩系拉卢纳组 (La Luna) 是盆地内主要的烃源岩，它可以生成盆地内 90% 以上的油气，而盆地内区域性盖层为上白垩统卡龙组 (Colon) 泥岩。上部的储集层主要为始新统米拉多尔组和米索阿组砂岩，上中新统的拉罗莎组及拉古尼亚斯 (Lagunillas) 组海相砂岩。而始新统各组内的泥岩、圣罗莎 (Santa Rosa) 泥岩等只是一些半区域性或局部性的盖层。

盆地内只有一个含油气系统，即拉卢纳含油气系统。盆地的勘探目的层 (含油气组合) 主要有 2 个，一个是始新统中的构造—地层含油气组合、构造—不整合及构造型含油气组合；另一个是上中新统中的地层—构造型含油气组合。

在始新世和中新世的安第斯造山运动期发生了大规模的构造挤压活动，从而在 2 个时代的储集层中形成了合适的圈闭。同时，运动产生的不整合及断层又为油气运移提供了条件，这样在以前各个地质时期，主要是白垩系拉卢纳组形成的油气得以向上运移，进入始新世和中新世的圈闭之中形成大油田 (图 2)。

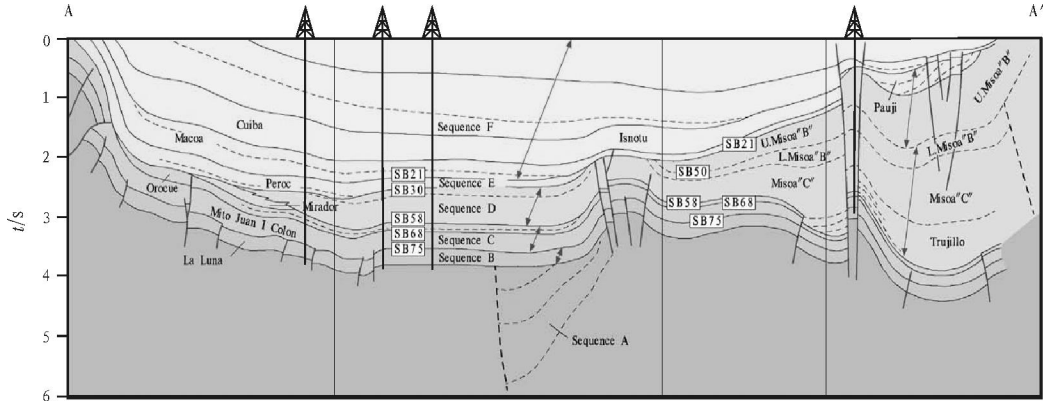


图 2 马拉开波盆地地震地质解释剖面  
(据 Parnaud 等, 1995, 剖面位置见图 1)

Fig. 2 Profile of seismogeology explanation in the Maracaibo Basin, Venezuelan

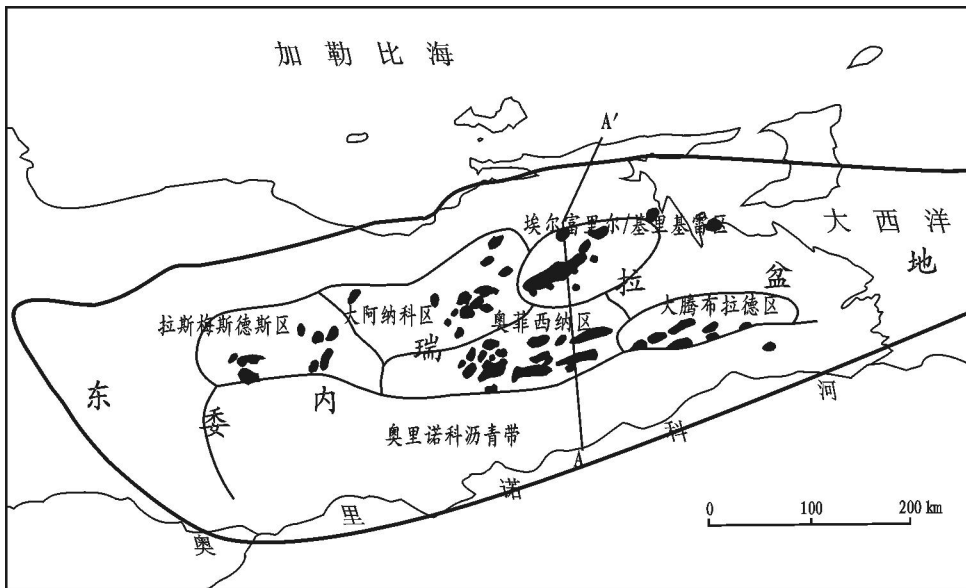


图 3 东委内瑞拉盆地油气田分布示意图

Fig. 3 Distribution of the oil and gas fields in the Eastern Venezuelan Basin

### 3 东委内瑞拉盆地油气资源与选区

东委内瑞拉盆地 (East Venezuelan) 是一个大型不对称的前陆盆地, 覆盖在委内瑞拉中东部和特立尼达岛的大部分地区。盆地的南界是圭亚那地盾的前寒武系地层, 西界是埃尔包尔拱曲, 东界是赤道大西洋洋壳, 北界为埃尔皮拉尔 (El Pilar) 断层, 与科迪勒拉山前缘的火成岩和变质岩带相接触。盆地面积为  $23.4725 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 其中陆上  $16.868 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 海上  $6.6045 \times 10^4 \text{ km}^2$  (图 3)。盆地由乌里卡拱曲相隔, 可分为 2 个次盆地: 西部的瓜里科次盆和东部的马图林次盆。该盆地陆上部分勘探相对比较成熟, 海域的油气勘探尚少。据 2004 年 8

月资料显示, 已探明可采石油储量为  $99.5 \times 10^8 \text{ t}$ , 凝析油  $1.6 \times 10^8 \text{ t}$ , 天然气  $2.66 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。其中委内瑞拉区所发现的油气储量几乎全在陆上, 而特立尼达发现的油气储量有 2/3 位于海上。

盆地的发展和演化经历了 3 个主要阶段:

1) 在巴雷姆期之前为裂谷阶段, 但没有明显的地壳拉张作用。

2) 白垩纪中晚期至始新世是盆地的主要发育阶段, 为被动边缘沉积, 巴雷姆期的陆相—河流相—三角洲相碎屑岩以不整合接触关系沉积在前寒武纪基底或古生代岩石之上, 垂向和横向上逐渐变为阿普特特期和赛诺曼期的浅海相碎屑岩和台地相碳酸盐岩整合层序。晚阿尔布期, 早白垩世的碳酸盐岩台地被淹没后, 在整个东委内瑞拉盆地沉积了富

含有机质的页岩、石灰岩和燧石等，这一层序是被动边缘沉积时最大海侵的沉积产物。晚白垩世和第三纪的地层反映出盆地逐渐被充填和变浅的特征。因此，被动边缘沉积发育阶段的海相碳酸盐岩和碎屑岩厚度可达 3 000 ~ 4 000 m。

3) 晚渐新世—中新世开始一直持续到现在，为前陆盆地阶段，由于加勒比和南美板块间的挤压/扭压活动使塞拉尼亚德尔因蒂里厄发生上隆和逆冲，形成瓜里科和马图林两个次盆地叠置在早发育的被动边缘层序之上。主要发育走向滑动和挤压/扭压滑动作用，其构造表现为断层上盘的背斜常为雁行排列、南西—北东向逆断层、北西—南东向滑移断层和正向花状构造(图 4)。盆地内沉积了近 3 000 m 第三纪中晚期的碎屑岩，北厚南薄，局部中新统至更新统地层可达 10 000 多 m<sup>[5]</sup>。

因此，盆地内的主要生油岩为上白垩统克雷夸尔(Querecual)组的一部分和圣安东尼奥(San Antonio)组海相页岩和碳酸盐岩(横向上相当于特立尼达区的 Gautcir 组和纳帕里马希尔组(Naparima Hill)。克雷夸尔组及其上覆的圣安东尼奥组是深海相沉积环境的沉积，地层厚度大、分布面积广，平均有机碳含量达 2% ~ 6%，干酪根类型为 I 型有机质或 II 型有机质。储集岩以砂岩为主，从上白垩统到更新统共发育 13 个储集层，其沉积环境从陆相到深海相，以碎屑岩为主，只有上白垩统的埃尔坎通(EL Cantol)组为碳酸盐岩储层。盆地中大部分砂岩储集层的盖层为互层状页岩、褐煤和粘土。主要的区域性盖层在委内瑞拉区为中新统弗雷特斯(Freites)组页岩。在奥里诺科重油带中，主要的封闭层为沥青和焦油垫。从盆地沉积中心向圭亚那地盾边缘的油气横向运移是通过输导层滕布拉多(Temblador)群和梅雷库雷(Merecure)组砂岩进行的。在盆地中的大部分地

区，油气的垂向运移也是一个重要因素。

东委内瑞拉盆地油气资源分布不均匀，大量的油气资源集中分布在马图林和瓜里科两个次盆地的南部边缘，即奥里诺科重油带。该带面积为  $5.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，估计储量为  $1\,400 \sim 2\,800 \times 10^8 \text{ t}$ ，原油密度为  $7 \sim 18 \text{ API}$ ，是世界上单个储量最大的油藏<sup>[8]</sup>。除了重油带外，盆地内已发现近 200 个油气田，可分为 5 个油气区，即拉斯梅塞德斯、大阿纳科、大奥菲西纳、大腾布拉德、埃尔富里尔/基里基雷油气区(图 3)，其中拉斯梅塞德斯区以拉斯梅塞德斯油田为代表，累计已经开采几百万方的中等密度( $25 \sim 35 \text{ API}$ )原油，目前大部分已停止开采。大奥菲西纳和大腾布拉德区是目前主要的开采区，含有几个较大油田，如奥菲西纳油田( $4\,911 \times 10^4 \text{ t}$  以上的石油)和霍沃(Jobo)油田( $3\,956 \times 10^4 \text{ t}$  以上的石油)等，主要开采重油( $10 \sim 25 \text{ API}$ )和中等密度石油。在大奥菲西纳区北部还发现了轻质石油、凝析油和天然气。盆地内最重要的油气区是埃尔富里尔/基里基雷油气区，其拥有 4 个巨型到超巨型的油气田，埃尔富里尔/缪西平油田( $1.64 \times 10^8 \sim 3 \times 10^8 \text{ t}$ )，埃尔卡里托油田( $3.34 \times 10^8 \sim 3.68 \times 10^8 \text{ t}$ )，博斯基/埃尔特赫洛油田( $> 1.36 \times 10^8 \text{ t}$ )，基里基雷油田( $1.04 \times 10^8 \text{ t}$ )，区内的天然气储量也很大。

东委内瑞拉盆地的主要成藏期比较晚，主要生油岩白垩系在第三纪时从北往南依次进入生油窗，可能在瓜里科次盆北部冲掩之后不久的渐新世—中新世早期，烃源岩已成熟并进行早期运移。运移过程也是从北往南，在断裂活动和褶皱活动将连续的储层和运移通道中断之前，石油可以经历 150 ~ 325 km 长距离的运移。奥里诺科重油带、大奥菲西纳、大腾布拉德及拉斯梅塞德斯油气区的大部分石油就是在中新世—更新世时开始成藏的。

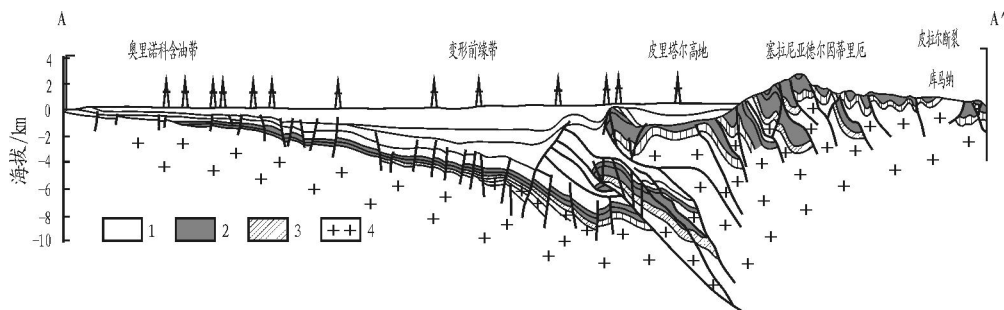


图 4 东委内瑞拉盆地地质剖面示意图(剖面位置见图 3)

1. N-Q; 2. E; 3. K; 4. 基底

Fig. 4 Geological profile of the Eastern Venezuelan Basin

从埃尔富里尔/基里基雷油气区中的圈闭形成时间上也可以看出,其油气产层可以分布在上新统、中新统、渐新统、始新统和上白垩统,因而产层的深度相差很大,在北部不到600 m,而在南部和东部可达5 950 m;圈闭类型变化也较大,但主要是与正断层、逆断层以及逆冲断层有关的背斜和鼻状构造。大奥菲西纳油区的西北部和大阿纳科油区的大部分油气藏和许多轻质油田也是在上新世或更新世后成藏的。

## 4 结论与讨论

研究了马拉开波和东委内瑞拉盆地石油地质特征和成藏条件后认为,在盆地的深部,特别是在马拉开波盆地的东部及东委内瑞拉盆地的埃尔富里尔/基里基雷油气区、大阿纳科油气区,加大勘探力度会有重大油气发现的可能。应用先进的三维地震技术来取代原先的二维地震资料,可以大大改善地震成像和解释水平,特别是对于逆断层下盘的构造几何形态可以进行精确的解释<sup>[9]</sup>;应用目前世界上比较成熟的前陆盆地勘探模式<sup>[10~12]</sup>,利于精确的井位布置和对有效断块的控制,从而收到良好的勘探效益,降低勘探和开发成本。

除此以外,我国进入委内瑞拉与进入其它地区一样,可以采取多元化的形式,通过风险勘探、老油田挖潜增产、提高采收率方面等实用技术的运用,参与一些开发和服务项目的合作;也可以控股及参股形式收购一些小石油公司,购买业已开采但还有一定剩余可采储量的老油田等。

国际油气勘探开发市场属于“技术竞争”的市场,竞争主要靠技术水平和综合实力,特别是当前石油工业正处于竞争激烈且受全球经济一体化影响的时代,这就要求我们在海外进行勘探和开发项目时,一定要选择政治上相对稳定、勘探开发成本相

对比较低廉且油气资源可供程度高的国家和地区。而委内瑞拉正是这样一个油气勘探值得期待的地区。

### 参考文献:

- 1 新华社. 全面做好能源资源工作, 优先抓好节约能源资源. 人民日报, 2005 - 06 - 29 (1)
- 2 史丹妮, 王 骏, 张艳秋等. 论新形势下海外油气勘探开发方向 [J]. 石油实验地质, 2002, 24 (5): 474~479
- 3 石油学报编辑部. 我国确定“十五”期间海外油气勘探开发三大战略区 [J]. 石油学报, 2001, 22 (5): 28
- 4 Parnaud F, Gou Y, Pascual J C, et al. Petroleum geology of the central part of the Eastern Venezuelan Basin [A]. In: Tankard A J, Suarez Soruco R, Welsink H J, eds. Petroleum Basins of South America, AAPG Memoir 62 [C]. Tulsa, OK: AAPG, 1995. 741~756
- 5 Aymard R, Pimentel L, Eitz P, et al. Geological integration and evaluation of Northern Monagas, Eastern Venezuelan Basin [A]. In: Brooks J, ed. Classic petroleum provinces, Geological society special publication No50 [C]. London: The Geological Society, 1990. 37~54
- 6 Audemard F E, Serrano I C. Future petroliferous provinces of Venezuela [A]. In: Downey M W, Threet J C, Morgan W A, eds. Petroleum Provinces of the Twenty - first century, AAPG Memoir 74 [C]. Tulsa, OK: AAPG, 2001. 353~372
- 7 Lugo J, Mann P. Jurassic-Eocene tectonic evolution of Maracaibo Basin, Venezuelan [A]. In: Tankard A J, Suarez Soruco R, Welsink H J, eds. Petroleum Basins of South America, AAPG Memoir 62 [C]. Tulsa, OK: AAPG, 1995. 699~726
- 8 Abraham K S. 委内瑞拉致力于重油的长期开发 [J]. 国外油田工程, 1998, (7): 9~10
- 9 Rigatti V. 3-D seismic volume of a major buried thrust front: Quiriquire Block, Eastern Venezuela Basin [J]. The Leading EDGE, 1999, 18 (10): 1 140~1 145
- 10 刘树根. 龙门山造山带—川西前陆盆地系统形成的动力学模式及模拟研究 [J]. 石油实验地质, 2003, 25 (5): 432~438
- 11 康玉柱. 塔里木前陆盆地构造及油气分布 [J]. 石油实验地质, 2005, 27 (1): 25~29
- 12 吉让寿. 试论前陆—伸展盆地 [J]. 石油实验地质, 2003, 25 (增刊): 539~542

## ANALYSIS ON THE POTENTIAL OF HYDROCARBON RESOURCES AND EXPLORATION AND PRODUCTION IN VENEZUELAN

Xu Wenming, Ye Deliao, Chen Ronglin

(Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

**Abstract:** Based on researching petroleum geology feature for petroliferous basins of Venezuelan, taking the Maracaibo and the Eastern Venezuelan Basin as an example, it is proposed that Venezuelan is a strategy area for overseas petroleum exploration and production. Venezuelan is rated as a major distribution country of petroleum resources in the world. By analyzing the petroleum geology features and hydrocarbon accumulation conditions of the

Maracaibo and the Eastern Venezuelan Basin, it suggests that the exploring should focus on the deeper of basins, where is still possible to discover huge oil and gas fields, particularly in the east part of the Maracaibo Basin, El Furrial/ Quiriquire and Great Anaco petroleum provinces of the Eastern Venezuelan Basin. Therefore Venezuelan is an attractable area for petroleum exploration and production.

**Key words:** exploration area; hydrocarbon resource; exploration potential; the Maracaibo Basin; the Eastern Venezuelan Basin; Venezuelan

---

(continued from page 472)

## CHARACTERISTICS AND SIGNIFICANCE OF THE CALEDONIAN KARST IN THE TAHE OIL FIELD, THE TARIM BASIN

Yu Renlian<sup>1,2,3</sup>

(1. Geology Department, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China;

2. Research Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

3. Northwest Branch, SINOPEC, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

**Abstract:** The Tahe oil field is located in the Akekule uplift in the north of Tarim basin. It is the biggest carbonate hydrocarbon reservoir found in the Tarim basin up to now, and the biggest in China. According to exploration, the Ordovician reservoir, as the main reservoir bed in Tahe oil field, is mainly composed of hole, cave and aperture. Karst development consequentially controls the development of carbonate aperture-cave reservoir and reservoir formation. Kinds of data indicate that, there is Caledonian, besides Hercynian karst in the Tahe oil field. Study findings indicate that, native rock characteristics, development of rupture and fissure, ancient physiognomy, climate and water system control karst development, among which ancient physiognomy and development of rupture and fissure are the main factors. The Caledonian karst plays an important role in the development of rupture and fissure system of Ordovician carbonate rock, and is important to the exploration of middle Ordovician Yijianfang Formation, middle-low Ordovician Yinshan Formation and upper Ordovician Lianglitage Formation covered by the upper Ordovician Santamu Formation, consequentially enlarging the exploration foreground in this area.

**Key words:** karst aperture-cave reservoir; Caledonian karst; Ordovician reservoir; the Tahe oil field; the Tarim Basin