

文章编号: 1009-3850(2000) 01-0001-27

特提斯构造域与油气勘探

叶和飞¹, 罗建宁², 李永铁¹, 童箴言¹, 余谦²,
王小龙², 朱同兴², 冯心涛²

(1. 中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院遥感地质研究所, 北京 100083; 2. 成都地质矿产研究所, 四川成都 610082)

摘要: Klemme 和 Ulmishek(1991) 将全球已探明的油气可采储量分为四大域: 特提斯域、北方欧亚域、南方冈瓦纳域和太平洋域。其中特提斯域内的油气储量主要分布在中东地区。

板块学说进入大陆之后, 给特提斯的研究带来了新的启示。阿尔卑斯-喜马拉雅造山带是新特提斯海消亡的产物, 而现今提出的古特提斯和基梅里造山带已突破 Suess 原提出的时空范围, 其演化时间已延长到古生代, 地域上已达亚洲中纬度地区。中国的青藏高原、扬子地块、华北地块及塔里木地块等属于特提斯构造域范围内。特提斯巨型构造域虽然在走向上有明显的分段性, 但其形成演化存在可比性。笔者认为以扎格罗斯带为代表的新特提斯可与喜马拉雅新特提斯对比。

阿拉伯地台至扎格罗斯山前坳陷与中国境内青藏高原地质特征有许多相似之处: ①发育自寒武纪至第三纪连续沉积了厚度 5000~12000m 的海相沉积, 具典型的被动边缘沉积特征。区内广泛发育侏罗纪至老第三纪的海相沉积; ②区内泥盆纪、晚侏罗世、白垩纪及第三纪发育有礁灰岩, 二叠纪、三叠纪、侏罗纪、白垩纪及第三纪发育有白云岩、硬石膏、岩盐、滩岩等, 在晚侏罗世、早中白垩世及老第三纪始新世均发育有油页岩; ③自早古生代至新生代具多元生烃地层单元组合, 具多套生、储、盖组合, 具多旋回演化历程。

青藏高原有巨厚的沉积建造, 特别是中国海相三叠系、侏罗系、白垩系和老第三系分布面积最大、最集中的地区, 主要含油气盆地(面积大于 10^4km^2) 有羌塘、昌都、措勤、比如、日喀则、岗巴定日、昂拉、库木库里、可可西里等大中型新生代沉积盆地。沉积盆地发育有厚达万米以上的沉积岩系, 有丰富的生油岩, 并有 3~6 个生、储、盖层组合, 具有良好的生油地质条件。

青藏高原的中新生代沉积盆地上叠在稳定陆块之上, 不是统一的造山带。它保存有侏罗纪—白垩纪沉积盆地的原型。自上新世晚期至今, 藏北高原上升 4000m, 它是在一个相对封闭系统下的整体抬升, 包含静中动和动中静的哲理。热力学第一定律告诉我们, 在一个封闭系统中能量和物质是不能产生和消灭的。喜马拉雅运动的强度被人为地扩大。特提斯域的油气勘探范围应逐渐从新特提斯域走进古特提斯域。

关键词: 特提斯构造域; 油气; 勘探建议

中图分类号: P548, TE121 文献标识码: A

Tethyan tectonic domain and petroleum exploration

YE He-fei¹, LUO Jian-ning², LI Yong-tie¹, TONG Zhen-yan¹,
YU Qian², WANG Xiao-long², ZHU Tong-xing², FENG Xin-tao²

1. *Institute of Remote-Sensing Geology, Research Institute of Oil Exploration and Development, China Corporation of Oil and Gas, Beijing 100083, China*; 2. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China*)

Abstract Four petroleum realms of the world have been distinguished by H. D. Klemme and G. F. Ulmishek (1991): Tethyan (dominantly in the Middle East), 17% of the total area and 68% of the original petroleum reserves; Boreal, 28% of the total area and 23% of the original petroleum reserves, South Gondwana, 38% of the total area and 4% of the original petroleum reserves and Pacific, 17% of the total area and 5% of the original petroleum reserves.

Recent advances in plate tectonics provide insight into new areas of research within the Tethyan realm. The Tethyan Ocean is an intercontinental plate characteristic of the oceanic lithospheric crust, and may be composed, according to its development, at least of the Palaeo-Tethys (from the Devonian or Carboniferous to Permian) and Neo-Tethys (from the Triassic to Tertiary). There exists the Cimmerian-Cathaysian palaeocontinental group between Laurasia and Gondwana land. The Alpine-Himalayan orogenic belts are believed to be developed following the termination of the Neo-Tethyan Ocean. However, the temporal and spatial extent of the Palaeo-Tethys and Cimmerides presented in the text has gone beyond that defined by Suess, i. e. an extension of the area into the mid-latitude regions in Asia and of the time dating back to the Palaeozoic. Furthermore, the Qinghai-Xizang Plateau, Yangtze, North China and Tarim landmasses are all assigned to the Tethyan realm. Although the individual parts within the giant Tethyan tectonic domain are evidently different, they may be compared each other. For example, the Neo-Tethys represented by Zagros may be compared with the Himalayan Neo-Tethys. The striking similarities are outlined as follows. (1) The Cambrian to Tertiary marine sediments 5000—12000 m thick are widely developed, typical of the passive continental margin sediments. The Jurassic to Paleogene marine sediments also occur on a wide range of scales in these areas; (2) The representative sediments recognized in these areas include reefal limestones during the Devonian, Late Jurassic, Cretaceous and Tertiary; dolostones, anhydrite, rock salts and beach rocks during the Permian, Triassic, Jurassic, Cretaceous and Tertiary, and oil shales during the Late Jurassic, Early Cretaceous and Eocene of the Paleogene, and (3) The multiple hydrocarbon-bearing stratigraphic associations and source-reservoir-seal associations indicate a history of

polycyclic evolution from the Early Palaeozoic to Cenozoic.

The Qinghai-Xizang Plateau is occupied by the tremendous thickness of the marine sediments especially the Triassic, Jurassic, Cretaceous and Paleogene strata. The major petroleum basins with an area of more than 10^4 km² include the medium- and large-sized basins such as Qiangtang, Qamdo, Coqen, Biru, Xigaze, Gamba-Tingri, Ngangla, Kumkol, Hoh Xil, Lanping-Simao, Xichang and Chuxiong Basins. These basins immediately overlain upon stable landmasses are characterized by thick sedimentary rock series (more than ten thousand metres) and effective petroleum source rocks with several source-reservoir-seal associations, and thus exhibit excellent geological conditions for oil and gas accumulation. The northern plateau has been uplifted by 4000 m since the late Pliocene, and the uplift is still going on within a relatively enclosed system. According to the first law of thermodynamics, it is impossible for the energy and matter to be created and eliminated in an enclosed system. In this respect, particular attention should be drawn to the Palaeo-Tethyan realm for the exploration plays of oil and gas throughout the Tethyan realm.

Key words: Tethyan tectonic domain; oil and gas; exploration proposal

自 Suess(1893) 提出“特提斯”一词以来,在现今地球表面上最为醒目壮观的阿尔卑斯-喜马拉雅-横断山-东南亚特提斯构造域的形成与演化,一直是推动地质学发展的热门研究课题。这不仅是因为特提斯地跨欧、亚、非、南美和北美五大洲,它的形成与演化对全球构造有着重要的影响^[1]。而且,特提斯域内蕴藏着丰富的资源,特别是巨大的油气资源。因此,探求和开发特提斯域内新的油气勘探区,已引起世界石油地质学家和油气实业家的极大关注,也为国内有关专家和企业家的极大注意。

1 问题的提出

Klemme 和 Ulmishek(1991) 将全球已探明的油气可采储量分为四大油气域(图1)^[2]: 特提斯域(面积占 17%、油气储量占世界的 68%)、北方欧亚域(面积占 28%、油气储量占 23%)、南方冈瓦纳域(面积占 38%、油气储量占 4%)和太平洋域(面积占 17%、油气储量占 5%)。他们根据世界沉积盆地与油气源岩及储集岩的关系(图2)^[2],得出志留系、上泥盆统一下石炭统杜内阶、上石炭统一下二叠统、上侏罗统、中白垩统阿普特阶—土伦阶和渐新统—中新统六个主要地层段在时间只占 35%的源岩所生成的油气,占全部地层的 91.5%。按源岩时代(图2),新元古代和早古生代占 10.2%,晚古生代占 16.7%,中生代占 57.8%,新生代占 15.3%。从储集层的时代分,新元古代和早古生代占 2.4%,晚古生代占 18.1%,中生代占 52.3%,新生代占 26.9%。从油气聚集形成的时代分:80%发生在白垩纪阿普特期以后,而且近 50%发生在渐新世以后。其中特提斯构造域内的油气储量又集中分布于中东地区,中东地区油气储量占全球的三分之一,石油剩余储量占全球的 57%,天然气储量占 26%^[3]。

Klemme 和 Ulmishek 的研究给人们提出下列问题:①特提斯构造域的范围?②为什么中东地区聚集着丰富的油气资源?③中东地区的岩石地层特征、展布与生油储油地质条件?

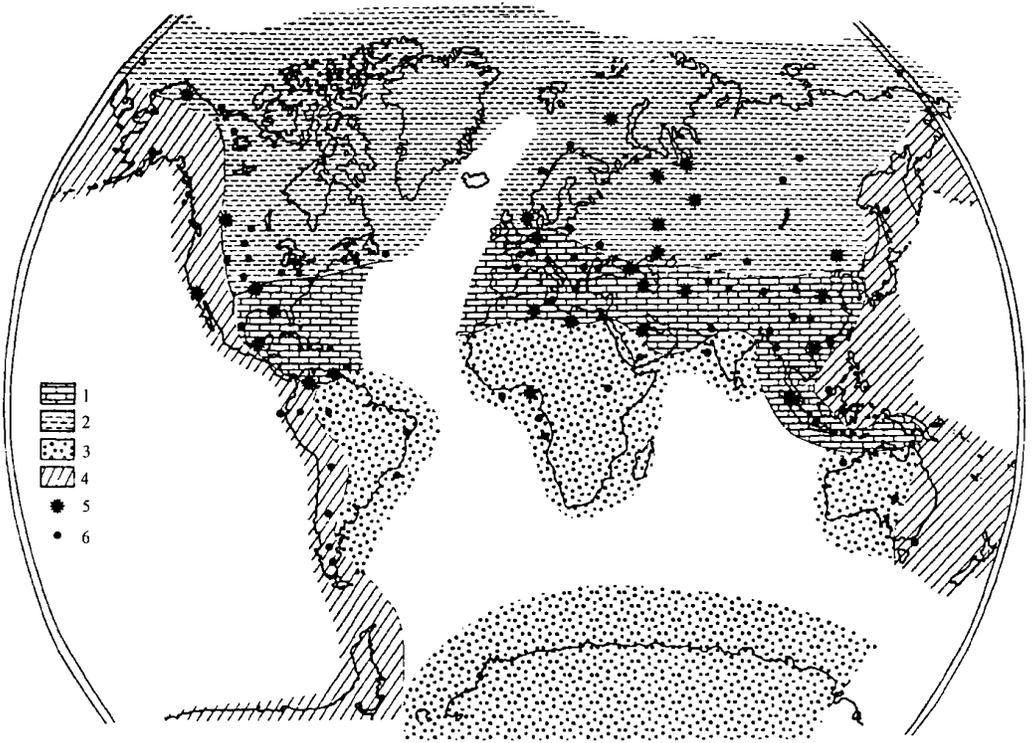


图 1 世界油气按领域分布的状况

(据 Klemme 和 Ulmishek, 1991)

- 1. 特提斯域; 2. 北方欧亚域; 3. 南方冈瓦纳域; 4. 太平洋域; 5. 大型油气盆地; 6. 中型油气盆地

Fig. 1 Petroleum realms of the world (after Klemme and Ulmishek, 1991)

Petroleum realms: 1= Tethyan; 2= Boreal; 3= South Gondwana; 4= Pacific; Petroleum basins: 5= major; 6= moderate

④特提斯构造域中国境内油气的勘探前景?

2 特提斯构造域

以 Suess 为代表的地质学先驱们在一百年前提出的“特提斯”概念以后, 围绕着“特提斯”是什么含义、特提斯在哪里、特提斯的性质、特提斯的时空演化等问题组织过多次国际性的合作研究和讨论会。

Suess 提出的“特提斯”系指冈瓦纳大陆北面与欧亚大陆的南边有一个宽阔的中生代海相沉积带……。这个洋的沉积物已被挤压褶皱, 现出露在西藏喜马拉雅山脉和阿尔卑斯山脉, 这个洋称为特提斯, 最后残留的特提斯海就是现在的地中海。在这里, Suess 把 Neumayer (1885) 命名的从中美洲、加勒比海经阿尔卑斯到印度(另一分支到莫桑比克和马达加斯加)的“中央地中海”改称为特提斯, 并强调它是中生代时期介于欧亚大陆南缘与冈瓦纳大陆北界之间的一个大洋。

关于特提斯的范围^[1, 4, 5], Suess 认为其位于冈瓦纳大陆与安加拉两大陆之间, 在 Suess 晚期的著作中(1901~1909)指出“现在已知从喜马拉雅至阿拉伯、阿曼以及邻区可以对比的

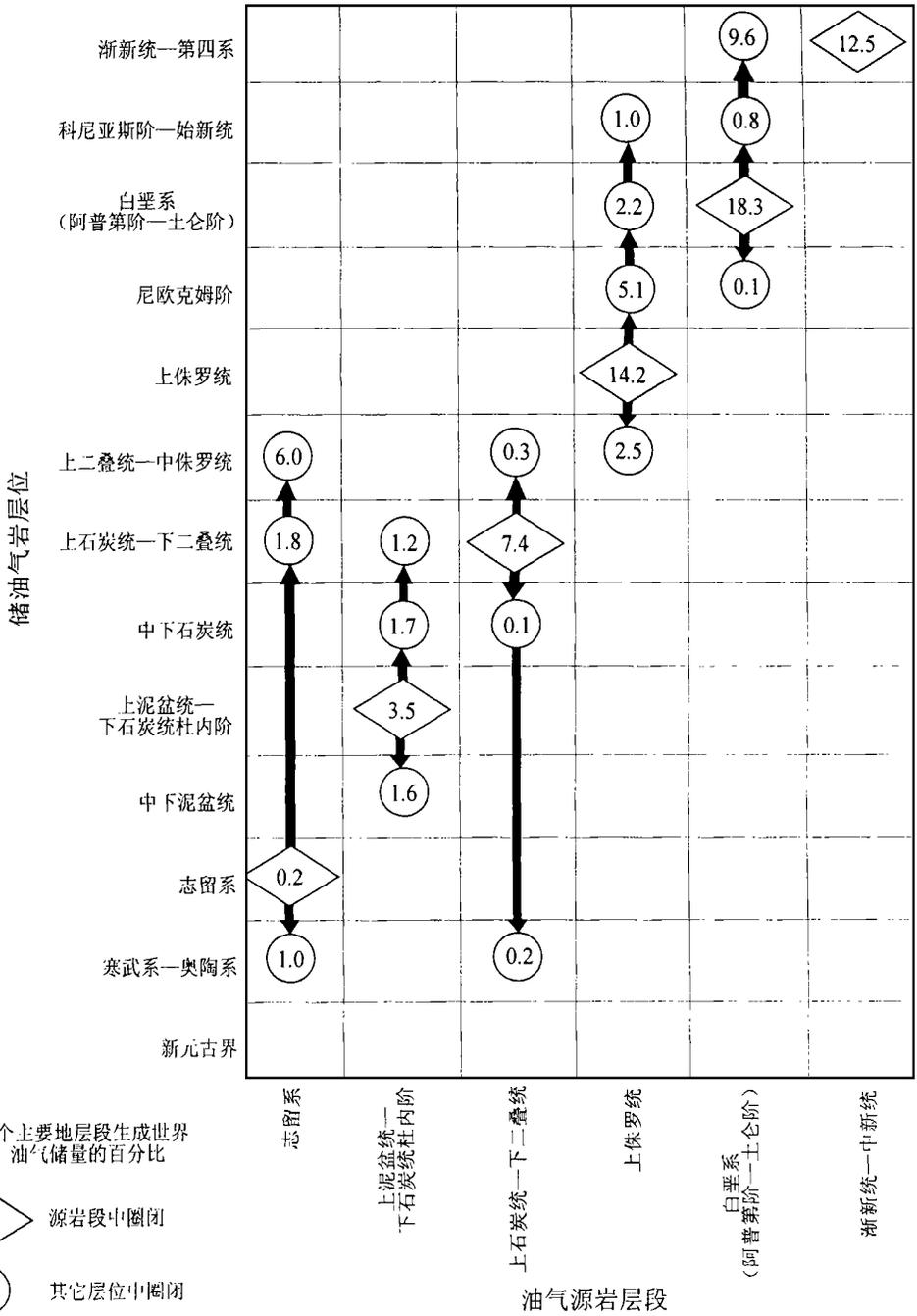


图2 世界原始油气探明可采储量百分比中垂向运移的分布

(据 Klemme 和 Ulmishek, 1991)

Fig. 2 Vertical migration of petroleum given as a percentage of the world's original petroleum reserves

(after Klemme and Ulmishek, 1991)

岩系,从寒武纪至白垩纪,为在冈瓦纳大陆北侧存在被动大陆边缘沉积提供了证据。”在这里,Suess 很明确地把喜马拉雅归入特提斯海的一部分。

黄汲清等(1945)在论述中国主要地区构造单位时指出,在天山、昆仑山、南山、青海、秦岭以及西康和滇西等地区存在志留纪时期的原特提斯海,以此作为二叠纪阳新世特提斯海的前身^[1]。

刘鸿允(1950)提出:“特提斯海从早寒武世开始一直持续到中生代,出现在康滇以西的中国西南广阔海域”^[5]。

Gansser(1964)在划分喜马拉雅构造带时,把喜马拉雅北坡的从寒武纪至始新世连续的海相沉积带称为特提斯喜马拉雅,其中包括大量的浅水型沉积物。

Smith(1973)将插入于古生代末形成的联合大陆(Pangea)的楔形大洋称为特提斯,而将分布于地中海地区的中生代海洋称为“原地中海”。同年,Dewey 提出这个向东呈喇叭形状张口的楔形大洋形成于晚三叠世之前,并将其命名为特提斯。

Strocklin(1974)将伊朗北部 Alborz 山脉北坡以北的海洋称为古特提斯,将晚三叠世沿伊朗南部的扎格罗斯(Zagros)一线裂开的洋称为“新特提斯”。

许靖华(1977)强调:“与古生代末—早三叠世联合古陆并存的特提斯洋,主要消亡在侏罗纪,其封闭的位置应在特提斯造山带晚中生代—新生代缝合线之北,特提斯造山带所有晚中生代—新生代缝合线,并不是古生代末—早三叠世特提斯的标志,而是代表三叠纪或更晚形成的那个海洋”。

Aubouin 等(1980)认为:“特提斯是华力西造山运动后,古生代末期联合古陆由西太平洋开始呈剪状张开而形成的一个大洋。因此可以分出两个特提斯:一是‘永久特提斯’,属古生代太平洋,从古生代到中生代均为大洋相,无不整合;二是‘再生特提斯’,是一个在联合古陆上打开的大西洋型的大洋”。

Sengör(1984, 1987, 1989, 1990)认为^[7]:“特提斯造山带是一个超级造山带,它位于欧亚大陆南侧,由古特提斯洋和新特提斯洋闭合产生的基梅里造山带和阿尔卑斯造山带组成……。古特提斯洋主要存在于晚石炭世……。在晚二叠世,平行于冈瓦纳北缘的裂陷作用在扎格罗斯和马来西亚之间开始产生,将基梅里大陆从冈瓦纳大陆的北部中分离出来,从而宣告新特提斯洋和一些作为古特提斯洋弧后盆地的小洋张开。这些裂陷作用向西可能延伸到克里岛和希腊大陆。而华北地块、扬子地块、羌塘地块东部和安南地块,所有这些元古宙末期至早古生代的冈瓦纳大陆原始组成部分,在前石炭纪至晚石炭世,甚至可能在泥盆纪时期已从冈瓦纳大陆分离出来,它们与基梅里大陆,在晚古生代均以含华夏系植物分子为特征”。并认为,基梅里造山带的形成时期是从中晚三叠世至中侏罗世;阿尔卑斯造山带的形成时期主要是从晚古新世到晚始新世……。自北至南有:北部的劳亚大陆(二叠纪至白垩纪);古特提斯洋(早石炭世至中侏罗世);基梅里大陆(三叠纪至中侏罗世);新特提斯洋(二叠纪末?或三叠纪至始新世,局部延续至今);冈瓦纳大陆本身(奥陶纪至侏罗纪)^[3]。

刘增乾等(1983)提出:“晚古生代那个插入欧亚大陆和冈瓦纳大陆之间的楔形大洋,应称古特提斯。从二叠纪末至早三叠世初从联合古陆上解体出来或夹于欧亚大陆和冈瓦纳大陆之间的东西向狭长的海才可叫做特提斯,它闭合于新生代。具备特提斯特征的地区如巴颜喀拉、三江流域和西藏地区,其性质一般属大陆边缘浅海、滨岸陆棚相沉积,其中包括几个深海槽的扩张与消亡的沉积物”^[1]。

黄汲清、陈炳蔚(1987)详细地论述了自二叠纪开始至第三纪地质时期中国及邻区特提斯海的演化,认为“特提斯是位于欧亚超级大陆之南的一个宽阔的海域,其中的许多部分是大洋型及过渡型。它于晚石炭世,特别是二叠纪开始形成。……在老第三纪时期实际上已经闭合,但仍有一部分继续发展到现在。”并且,按演化时期划分出古特提斯、中特提斯和新特提斯。在二叠纪特提斯中进一步分:北特提斯、特提斯本部和南特提斯……。南特提斯包括突尼斯、土耳其、伊拉克、伊朗、阿富汗、巴基斯坦、西藏、中缅地块、印度尼西亚和新几内亚^[1,8]。

罗建宁、潘裕生、李兴振等(1991)提出东特提斯洋盆的形成应从新元古代开始,并在东特提斯构造域内按演化阶段划分出始特提斯(震旦纪至志留纪)、古特提斯(泥盆纪至早三叠世)、中特提斯(中晚三叠世至中侏罗世)和新特提斯(晚侏罗世至第三纪)。认为特提斯的不同发育阶段洋盆的性质与展布均有差异,应当以活动论、阶段论与转化论的观点来认识特提斯的形成与演化。认为特提斯巨型构造域西自加勒比海,经阿尔卑斯、喜马拉雅至东南亚,以帕米尔为界,划分为东、西两段,以东的东特提斯包括中国西南的大部分,泰国、缅甸、马来西亚及印尼等地。

潘桂棠、陈智梁等(1997)提出:“分析特提斯时空结构,我们不难看出这个行星级的巨型构造带在走向上有明显的分段性。在欧洲,由于中生代新特提斯洋及其演变而成的阿尔卑斯带特别发育,很难追索出古特提斯的演化过程。中段从东喀尔巴阡开始向东到帕米尔,近年来的工作已清楚地识别出古特提斯的踪迹,它们形成了巴尔干-喀尔巴阡、北土耳其(阿纳托里)、高加索和伊朗-阿富汗北部的基梅里造山带。它们与其南侧的南土耳其、伊朗、阿富汗等地块组成基梅里大陆,以及与更南的以扎格罗斯为代表的新特提斯及其阿尔卑斯造山带平行相伴产出。”并认为:“在全球构造上独一无二的青藏高原是东特提斯的主体。其周缘被喜马拉雅、龙门山-锦屏山、祁连山-阿尔金山-西昆仑山所围绕”^[4~6]。

综上所述,板块学说进入大陆之后,给特提斯的研究带来了新的启示,经最近三十多年来的研究进展可以得出下列的共识:

(1) 特提斯海是一个具有大洋岩石圈地壳的洲际板块,按洋盆发育时间分至少可分出古特提斯(泥盆纪或石炭纪至二叠纪)与新特提斯(三叠纪至第三纪)。

(2) 劳亚古大陆与冈瓦纳古大陆之间存在基梅里-华夏古陆群。

(3) 阿尔卑斯-喜马拉雅造山带是新特提斯海消亡的产物,而现今提出的古特提斯和基梅里造山带的地域已突破原来 Suess 提出的范围,已深入到亚洲中纬度地区,演化时间已延长到古生代。

(4) 中国的青藏高原、扬子地块、华北地块及塔里木地块等属于特提斯构造域范围内。

(5) 特提斯巨型构造域虽然在走向上有明显的分段性,但其形成与演化存在可比性。

(6) 笔者认为以扎格罗斯为代表的特提斯与喜马拉雅新特提斯可以类比。

3 中东油气盆地地层、岩相与生储盖特征

中东油气盆地位于亚洲大陆的西南部,包括阿拉伯半岛、波斯湾和美索不达米亚平原,含油区面积为 $328 \times 10^4 \text{ km}^2$, 沉积有古生代、中生代和新生代地层,沉积岩最大厚度超过万米^[9,3]。它们不整合于阿拉伯地盾的前寒武系之上,是一个属于巨大而复杂的不对称型沉积盆地,也称波斯湾盆地或中东盆地。沉积盆地的中心线附近及其东侧的伊朗、伊拉克地

区,新生代地层中以始新世、渐新世和中新世地层为主要产油层,共发现和开发了近 50 个油气田。盆地中心线西侧的阿拉伯半岛以晚古生代、侏罗纪和白垩纪地层为主要产油层,但新生代地层中的始新统也产油气。中东油气盆地位于非洲板块和欧亚板块之间,即处于阿拉伯地盾和扎格罗斯褶皱山脉之间,由阿拉伯地台和扎格罗斯山前拗陷两部分组成^[3, 9, 10]。

3.1 阿拉伯地台

中东盆地西南为阿拉伯地台,基底由前武纪结晶片岩所组成,在阿拉伯地盾区出露,地盾以东依次出现古生代、中生代和新生代地层,沉积地层厚 5000m,中生代地层与新生代地层地表有出露,以地表出露岩性为主。

1. 前寒武系

该系由一套花岗片麻岩、绿片岩及大理岩等组成,同位素年龄值为 1000Ma。出露于阿拉伯地盾区,并向东北方向倾没。

2. 寒武系

该系分布于地盾的北部,为块状砂岩夹粉砂岩、页岩,下部夹砾岩,具交错层理。

3. 寒武系—奥陶系

该系为褐色、黑色厚层状中粗粒砂岩,质地坚硬,局部具交错层,厚 600m。

4. 奥陶系—志留系

该系为灰、灰绿、灰紫色细砂岩、粉砂岩及页岩,中部为含笔石页岩,厚 705m。

5. 泥盆系

该系为暗褐色石英砂岩夹红色页岩,中部为砂糖状灰岩,含礁灰岩,上部为结晶灰岩。厚 55~276m。

6. 二叠系

下二叠统为褐色厚层状中粗粒砂岩夹砾岩和页岩,不整合覆于前寒武纪地层之上,厚度大于 300m。

上二叠统为灰色致密块状灰岩夹介壳灰岩,上部出现紫红、绿色页岩与含膏岩层,具腹足类及植物化石,厚 235m。

7. 三叠系

下三叠统主要为砖红、暗红色页岩夹灰绿色页岩、粉砂岩、灰岩,厚 116m。

中三叠统下部为灰黄、红、灰色石英砂岩夹暗绿色页岩、灰岩及石膏层,顶为灰岩,见海相化石,厚 141m;上部为灰、灰黄色细粗粒砂岩夹页岩及灰岩,砂岩中具大型交错层,见褶翅蛤 *Myophoria* sp.,厚 185m。

上三叠统为黄色厚层状细中粒石英砂岩夹紫红、蓝灰色页岩、砾岩及褐铁矿层,见植物化石,厚 315m。

8. 侏罗系

下侏罗统玛腊特组(Marrat Formation)的下部为灰色致密灰岩、白垩状灰岩、白云岩夹褐色页岩,底部为黄色细粒含钙质石英砂岩,见 *Bouleiceras neitescens* Thevenin, *B. arabicum* Arkell, *B. marraticum* Arkell 等,厚 34m;中部为砖红色粉砂质页岩夹石英砂岩及灰岩,厚 56m;上部为灰色致密块状灰岩,含 *Hildaites*, *Nejdia*,厚 21m。

中侏罗统德鲁马组(Dhurma Formation)下部为橄榄绿色夹杂色页岩、灰白色灰岩夹褐色页岩及石膏层,含“*Ermoceras* 化石带”,厚 127m;中部为灰色致密块状灰岩夹鲕粒灰岩、

生物碎屑灰岩,自下而上有“*Thambites* 化石带”,“*Tulies* 化石带”,“*Micromphalites* 化石带”和“*Dhrumaites* 化石带”,厚 170m;上部为灰色灰岩夹粘土页岩和白垩状灰岩,含化石 *Terebratula cf. superstes* Dowr., *Eudesia cardium* (Lam), *Gryphaca costellta* Dour, 厚 86m。

上侏罗统可划分出五个岩石地层单元,自下而上为:

图怀克山组(Tuwaiq Mountain Limestone)下部为灰色泥质灰岩夹灰岩、珊瑚礁灰岩,厚 35~40m;上部为灰色厚层状灰岩,厚 175m;下部采到 *Musculus somaliensis* Cox, *Eligmus rollandi* Douville, *Gryphace balli*, 菊石 *Erymnoceras phibyi* Arkell, *E. aff. triplicatum* (Till), 其下部属卡洛维期。

哈尼法组(Hanifa Formation)为灰色、黄褐色白垩状灰岩、致密块状灰岩夹鲕粒灰岩及礁灰岩,在中上部产珊瑚 *Somalirhynchia africana* var. *mesoloba* Muir-Wood, 属牛津期,厚 101m。

祖贝勒组(Jubaila Limestone)为棕黄色、灰色厚层状细粒灰岩,顶部为白云质灰岩,采到 *Ceromyopsis somaliensis* Weir, *Pholadomya protei*, *Brongniart*, *Perisphincts jubailensis* Arkell, 属基默里寄期。

阿拉伯组(Arab Formation)为灰色灰岩夹白云岩及石膏层,产 *Diceras* sp., *Nerinea* sp., *Valoulinella jurassica* Henson, 钻井内厚 127.5m, 是阿拉伯油田主要生油层位,灰岩与石膏层组成多个沉积韵律,以上部最后一个盐层作为分界,时代归提塘期。

9. 白垩系

下白垩统自下而上分为:

苏砂伊组(Sulay Limestone)为灰色致密块状灰岩与角砾状灰岩互层间夹白云岩、介壳灰岩及硬石膏层,采到 *Coquina*, *Oyster*, 与下伏上侏罗统为假整合接触,厚 179.7m。

雅玛玛组(Yamama Formation)为褐色、灰色灰岩夹鲕粒灰岩,底部普遍见珊瑚化石,采到有孔虫 *Pseudocyclamina*, 属早白垩世尼欧克姆期,厚 58m。

布瓦布组(Buwaiq Formation)主要为黄灰色细粒灰岩夹介壳灰岩、粘土页岩,底部为中粒石英砂岩,产 *Cyclamina greigi* Henson, 据化石属阿普特期—阿尔必期,厚 33.8m。

比亚兹组(Biyadh Sandstone)主要为棕、紫红、褐色中粗粒石英砂岩夹页岩、砾岩,砂岩具交错层,顶部产植物化石。在东部省油井中,下部采到有孔虫 *Cyclamina greigi* Henson, 在上部采到 *Chofatella decipiens* Schlumberger, *Orbitolina cf. discoidea* Grass, 属早白垩世晚期,厚 270m。

上白垩统自下而上分为:

瓦西亚组(Wasia Formation)主要为灰、绿、紫红色薄层状砂岩夹粘土页岩及灰岩透透镜体,灰岩中产菊石 *Neolobites vibrayanus* (d'Orbigny), 属赛诺曼期,厚 42m。

阿鲁玛组(Aruma Formation)为黄、灰色厚层状结核状白垩状细粒灰岩夹白云岩、灰岩及页岩,产有孔虫 *Omphalocylus* sp., 菊石 *Nautiloids*, 时代属马斯特里赫特期,厚 144m。

白垩纪开始为全区的一次大海侵,白垩系内部有局部沉积间断。

10. 第三系

古新统一始新统主要为灰色、黄色白云质灰岩、白云岩夹白垩状灰岩与白云质页岩、石膏层,含较多有孔虫,产 *Rotlia-Lockhartia* 化石带。与下伏上白垩统为整合接触。厚

229m。

始新统自下而上为:

鲁斯组(Rus Formation, E_2^1) 主要为淡黄色、灰色结晶灰岩夹泥灰岩与石膏层、白垩状多孔灰岩,厚 56.4m。

达曼组(Damman Formation, E_2^2) 主要为浅灰色泥灰岩、灰岩夹粘土页岩、白云岩、白垩状灰岩等,含有孔虫,时代为中始新世,厚 28m,在科威特见货币虫灰岩。

渐新统主要为含海胆的白垩状灰岩、泥灰岩、石膏、白云岩化灰岩,底部见礁状灰岩,厚度不详。不整合于老地层之上。

在阿拉伯也门境内有大规模出露的玄武岩、流纹岩和粗面岩。发育河流、湖泊相砂泥岩,厚 1200m 以上。

中新统主要为绿、灰绿色砂质粘土岩、砂岩夹泥灰岩,与下伏海相始新统不整合接触,含少量非海相化石,厚 84m。

3.2 扎格罗斯山前拗陷

拗陷呈北西向延伸,包括土耳其东南部、伊拉克东北部和伊朗西南部,长 1800km,宽 400km。拗陷内堆积很厚的第四纪冲积层,在其两侧的斜坡上,有第三系出露,在地下深处有古生代和中生代地层分布,拗陷内沉积岩总厚达 12000m 以上,晚中新世之前主要为海相,湖相沉积,晚中新世之后为陆相沉积。现以扎格罗斯地区为主加以叙述。

1. 寒武系

该系为灰色砂、泥岩互层夹灰岩和白云岩,厚 900m。在伊朗南部、波斯湾内部和阿拉伯地台东部地区沉积巨厚的岩盐。

2. 奥陶系—泥盆系

该系为灰色砂、泥岩互层,在巴林岛一口深井揭露为灰、绿色含云母砂岩层。

3. 二叠系

该系为灰色灰岩及白云岩,在伊朗西南出露厚 900m,向南在井下为厚 300m 的白云岩及硬石膏层。

4. 三叠系

该系在伊朗海岸井下为灰白、灰色白云岩、硬石膏和灰岩,夹少量岩盐和页岩,厚 900m。

5. 侏罗系

下侏罗统在伊朗南部包括尼里兹组和苏尔麦组,大部分为浅水灰岩沉积至偶有封闭的湖白云岩、硬石膏和页岩。平均厚 100~120m。

中侏罗统在伊朗南部为灰色块状灰岩夹泥质灰岩。

波斯湾地区为生物碎屑灰岩、鲕粒灰岩、灰岩偶夹白云岩。科威特钻遇中统萨尔及鲁组。其下部为泥岩,上部为泥灰岩和灰岩,阿拉伯海岸称德鲁玛组,一般为致密泥质灰岩,其中生物碎屑灰岩发育的孔隙层称法德西里生产层,主要发育于德鲁玛组顶部。平均厚 350~400m。

上侏罗统主要为灰色洁净致密块状灰岩、礁岩与蒸发岩层组成。在科威特和伊拉克东南称哥特尼亚组,由蒸发岩相岩盐和硬石膏组成,厚 300 余米。

在波斯湾和阿拉伯地台东部由图拉克山组、哈尼法组、祖贝勒组、阿拉伯组和希斯组组成。前两组为浅水礁灰岩和白云岩层;祖贝勒组主要为浅水灰岩,在卡塔尔和南部地区白云

岩数量有所增加,阿拉伯组由四个主要沉积旋回组成,每一旋回包括一个正常的浅水碳酸盐岩相和一个蒸发岩相,分A、B、C、D段,其中D段发育厚约60m的孔隙性粒屑灰岩,成为阿拉伯地台区的重要储油岩层;希斯组为区域性分布层位,沉积了蒸发岩相的块状硬石膏层,顶部灰岩和白云岩夹层增多,上统厚650~850m。

6. 白垩系

下白垩统在伊朗西南海岸带由块状灰岩、泥灰岩、页岩组成。科威特和伊拉克东南称拉塔维组和租拜尔组,由含丰富的放射虫泥质灰岩、泥灰岩和页岩组成。

中白垩统在以碳酸盐岩为主体的下白垩统沉积后,出现区域隆升,造成沉积环境重大变化,伊拉克东南部、科威特、沙特阿拉伯东北部的波斯湾沿岸地区沉积了三角洲砂岩,伊朗海岸为泥灰岩和页岩夹薄层砂岩,之后出现海侵,以马杜德组灰岩出现为标志,并覆盖了波斯湾的大部分地区,之后又被三角洲与滨海环境所代替,沉积了瓦拉组的砂岩和页岩,之上覆盖灰岩、页岩和泥灰岩。科威特中统的布尔甘组是由海绿石砂岩和暗灰色沥青质泥岩互层组成,厚350m,是该区重要的储油层,科威特油气主要产于该层。

上白垩统在伊朗西南部,下部为伊兰姆组,由礁后相灰岩组成;上部为顺尔毕组,由泥质灰岩组成,平均厚140~160m。在科威特至伊拉克从南向北,该统厚度由300m增至850m,岩性为砂屑灰岩、生物碎屑灰岩夹黑色泥岩、泥灰岩、礁灰岩和沥青质泥岩。

7. 第三系

古新统一始新统为块状灰岩、白云岩偶夹硬石膏层。在波斯湾和阿拉伯海岸为厚200~300m的灰岩、白云岩和硬石膏层。向伊朗内陆部分相变为湖相的抱球虫泥灰岩和页岩。

渐新统一中新统下部为阿斯玛里组碳酸盐岩,由致密块状灰岩、白云岩和有孔虫灰岩组成,产油区平均厚300m。贯穿伊朗西南部盛产石油产区。向西阿斯玛里灰岩与加尔组滨海砂岩呈指状交错产出,到阿拉伯北部变为碎屑岩,厚度逐渐变薄。

中新统一上新统,中新统早期为下法尔斯组,是一套湖蒸发岩相,在伊朗西南部、波斯湾北部和科威特、伊拉克东南部沉积了硬石膏、石膏、岩盐夹泥灰岩、页岩和灰岩,构成阿斯玛里组储油层的优良盖层;中法尔斯组为泥灰岩、灰岩、礁灰岩夹少量硬石膏、页岩和砂岩;上法尔斯组由泥灰岩、泥岩夹砂砾岩组成。

由于中新世晚期扎格罗斯造山运动发生,上新世时在伊朗西南部及山麓地区堆积了陆相红色砾岩、砂岩和泥岩,它们不整合地覆盖在不同时代地层之上。

综上所述,可以得出以下认识:

(1) 由阿拉伯地台至扎格罗斯山前坳陷自寒武纪至第三纪中新世连续沉积了厚达5000~12000m的海相沉积,具典型的被动边缘沉积特征。

(2) 该区域内广泛发育侏罗纪至第三纪中新世的海相沉积。

(3) 区内泥盆纪、晚侏罗世、白垩纪与第三纪发育有礁灰岩;区内二叠纪、三叠纪、侏罗纪、白垩纪与第三纪均发育有白云岩、硬石膏、岩盐、滩岩等,在晚侏罗世、早中白垩世与第三纪始新世均发育有油页岩(图3)^[3,10]。

(4) 区内石炭纪至第三纪沉积环境稳定,自南东向北西沉积环境由浅逐渐变深^[3](图4)。

(5) 从早古生代至新生代具多元生烃地层单元组合。主要烃源岩有寒武系、上奥陶统、

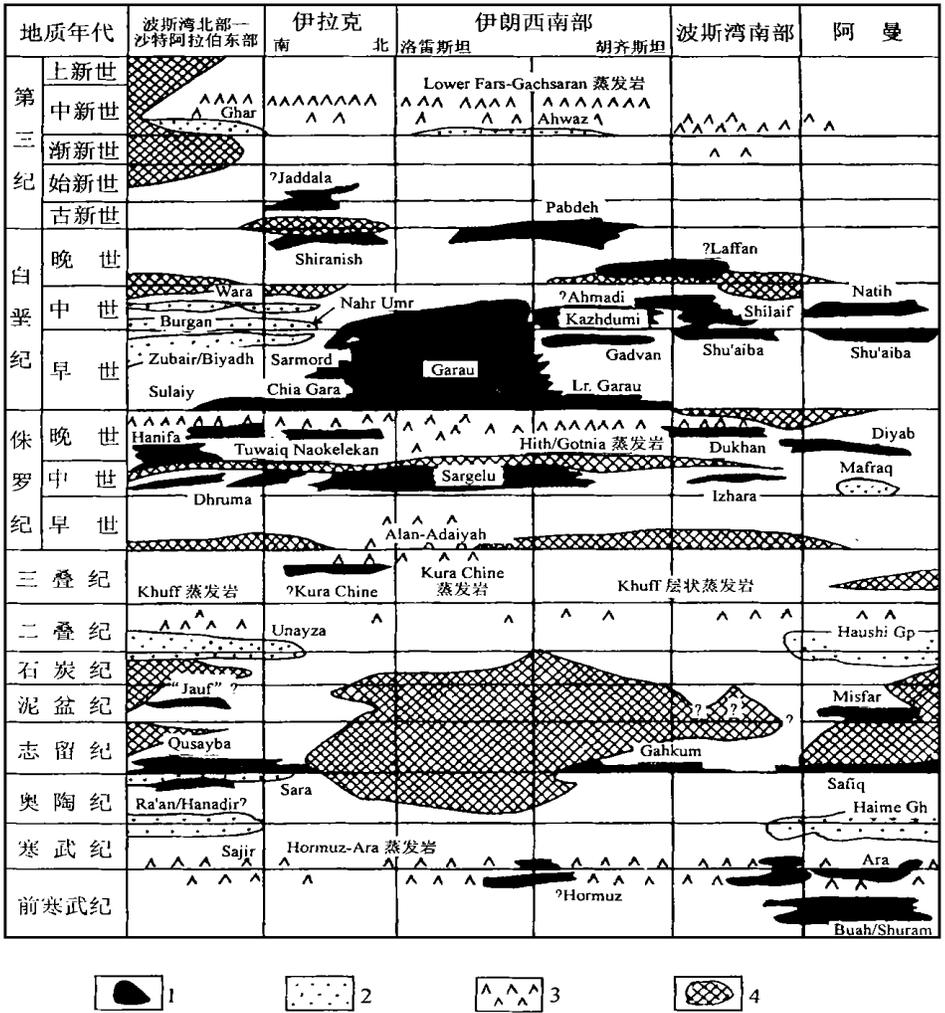


图4 中东地区烃源岩、储层与蒸发岩盖层的时空展布示意图

(仿 Beydoun, 1995)

1. 测定的烃源岩; 2. 砂岩储层; 3. 蒸发岩; 4. 间断/缺失

Fig.4 Stratigraphic position of the identified source rocks in the Middle East, the hydrocarbon productive sandstone reservoirs and regional evaporite seals (after Beydoun, 1995)

1= identified source rock; 2= productive sandstone reservoirs; 3= evaporites; 4= hiatus

下志留统、泥盆系、上三叠统、侏罗系、白垩系、第三系^[3, 10]。

(6) 上三叠统、中上侏罗统及白垩系—第三系具发育多沉积旋回灰岩、白云岩与膏盐岩互层, 形成多套的生、储、盖组合。

(7) 具多源生烃的不同母质, 在多种地质时空条件下赋存了经多种机制的多期生烃作用相互交叉、制约, 构成复合生烃过程。

(8) 侏罗系至第三系是最重要烃源岩与储层, 中上侏罗统至第三系具油页岩, 中上侏罗统、白垩系至第三系具多层礁灰岩(图4)。

需要特别指出的是,中东盆地是世界上碳酸盐岩油气田广泛分布的地区,据不完全统计,在34个储量大于3亿吨的大油田中,碳酸盐岩油田就有28个,占大油田总数的82%,像沙特阿拉伯的加瓦尔大油田可采储量107亿吨,伊拉克的基尔库克大油田可采储量214亿吨等均属碳酸盐岩油田。目前,碳酸盐岩油气田在世界油气分布中占有重要的地位,是油气勘探的主要对象。碳酸盐岩油田储量占世界总储量的50%以上,产量则占世界总产量的60%以上,说明碳酸盐岩油气田在世界油气的储量和产量占有很大的比例。

4 特提斯域东段油气地质特征

为了研究的方便,本文所指的特提斯域东段系指我国西部,北以昆仑山南缘-阿尼玛卿蛇绿混杂岩带为界,东迄川西-西昌-楚雄盆地群以西的广大区域。在地理位置上包括青藏高原及其东部和南部邻区。本区位于亚洲大陆的东部,包括我国的西藏自治区、青海省、四川省和云南省西部、新疆南部等五个省区,总面积240多万平方公里,其中一半为西藏自治区。区内海拔3500~5500m。

区内的主体是世界上形成时代最新、面积最大的青藏高原,有巨厚的沉积建造,特别是中国海相三叠系、侏罗系、白垩系和老第三系分布面积最大、最集中地区。主要沉积盆地(面积大于 10^4km^2)有羌塘、昌都、措勤、比如、日喀则、岗巴-定日、昂拉、库木库里、可可西里等大中型中生代沉积盆地(表1)。这些沉积盆地不仅有厚达万米以上的巨厚沉积岩系,而且有丰富的、厚度巨大的生油岩系,并有3~6个良好的生、储、盖组合,具有良好的成油地质条件。其中具有多个大型的前陆盆地,是油气聚集的良好盆地。目前,已在本区的北侧的柴达木盆地发现有17个油气田,建成了年产百万吨生产能力和加工装置,并在西藏腹地伦坡拉盆地内发现工业油流^[11~14]。本区是我国尚未开发的面积最大的具油气潜力的地区,对其勘探和开发不仅将对我国西部石油工业的发展有着重要的意义,而且对加速我国西部国民经济建设的发展,繁荣中国西部经济,造福边疆各民族等均有不可估量的意义。

4.1 研究现状

自本世纪50年代来,中国科学院先后组织了西藏科学考察队(1951~1953,1958~1961)、西藏综合科学考察队(1973~1976)、祁连山考察队(1958~1961)、中国西部南水北调考察队(1959~1962)、珠穆朗玛峰(1959~1960)和希夏邦马峰(1964)登山科学考察,同时开展了1:100万和1:20万地质填图、航空磁测(1969)及部分地区人工爆破地震测深等地球物理研究。80年代以后,区内的地质工作有很大的发展,先后完成了1:100万和川西、藏东、青海大部分地区的1:20万区调工作,青藏高原地区地质矿产资源调查(1980~1985)、三江地区地质矿产综合研究(1987~1994)、亚东-格尔木地学大断面研究(1987~1989)、喀喇昆仑(1986~1990)和中英(1985~1987)合作考察及中英、中德、中美、中日、中瑞等合作对“青藏高原形成与演化”、“雅鲁藏布江带深水沉积”、“喜马拉雅伸展构造”、“西藏地质发展史”、“昆仑山造山带形成及收缩机制”等专项研究,取得一批引人注目的科研成果,先后出版了一系列专著,发表了数以千计(篇)的学术论文。同时,开展了全区的地质资料综合研究,已完成所属各省(区)区域地质志、矿产志的编写及邻区地质图(1988)、三江地区地质图(1990);以及涉及和包含青藏高原在内的地质、大地构造、地壳厚度、重力、卫星磁异常、航空磁测 ΔT 等值线图、岩石圈底面地幔对流图等一系列综合性研究图件。1992年以来,国家科委组织和实施“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统”攀登研究项目等,开创了多层次、多学

表1 特提斯域东段主要含油气盆地

Table 1 Major petroleum basins in the eastern part of the Tethyan realm

盆地名称	构造背景	面积/ km^2	沉积岩厚度/m	主要生油层	生储盖组合	油气显示	自然地理条件	盆地基底	研究程度
库木库里盆地	走滑拉分盆地	14900	5700~6000	R_2 , 陆相		未见油气显示	海拔4600m 工作条件较困难	前古生界、古生界 及花岗岩	低
可可西里盆地	走滑拉分盆地	约 2×10^4	>6000	R_1 , 陆相		多冶金构造 发现油气显示	海拔4700~5000m 无人区	轻变质三叠系	低
羊湖盆地	走滑拉分盆地	1.6×10^4	>6000	R, 陆相			海拔4500m左右 无人区	轻变质三叠系	低
羌塘盆地	两个弧后盆地 转前陆盆地叠合	17×10^4	6000~12000	R, 陆相; J、T、P 海相	3~5套	毕洛措见100m油页岩, 油气苗6处, 沥青点94处	海拔4500~5500m 交通困难, 工作条件差	前泥盆纪浅变质岩系	较高
昌都盆地	弧后盆地 转前陆盆地	7×10^4	12900~15600	J、T、P ₂ 海相	5套	油气显示多处	海拔4000m左右 交通较好	下奥陶统青泥洞群 浅变质岩系	较高
兰坪-思茅盆地	弧后盆地 转前陆盆地	7×10^4	>5000	T ₃ 、J 海相	可能2套	第三纪油气 显示蒙化油页岩	海拔2800~3800m 地形复杂	早古生代浅变质岩系	较高
措勤盆地	弧后盆地 转前陆盆地	8×10^4	6000~9000	J、K 海相	最少3套	沥青脉 和稠油31处	海拔4000m左右 交通困难	前奥陶纪浅变质岩系	较高
比如盆地	弧后盆地 转前陆盆地	3×10^4	>5000	K、J 海相		2处油苗, 沥青脉, 稠油	海拔4000m左右 交通较好	前石炭纪浅变质岩	低
拉萨盆地	弧后盆地	0.8×10^4	>4000	K 海陆交互相	2套以上	沥青脉	海拔3800m左右 各方面条件较好	前三叠纪浅变质岩系	低
日喀则盆地	弧前盆地	1×10^4	>6000	K、E 海相			海拔4500m左右 各方面条件较好	前侏罗纪浅变质岩系	低
定日-岗巴盆地	被动大陆边缘 盆地转前陆盆地	2.5×10^4	>4000	C-T、J、K、R 海相	3套以上	天然气, 沥青	海拔4000m左右 各方面条件较好	前寒武纪浅变质岩系	较高
楚雄盆地	扬子西缘 前陆盆地	3.6×10^4	6000~8000	T ₃ 海相	4套	油气显示26处	好	前寒武系昆阳群 浅变质岩系	高
西昌盆地	扬子西缘 板内断陷盆地	2×10^4	4000~600	Z-T 海相; P、T 最好、最有利	9套		好	前寒武系会理群 浅变质岩系	高

科的联合攻关,使区内的基础地质研究工作向纵、深、广、精方面跨了一步。

区内石油地质的研究始于50年代,主要在柴达木、川西和青海开展了部分石油地质普查工作。继之,于60~80年代在西藏的部分地区作了石油地质普查与勘探,地矿部在伦坡拉盆地投入大量人力和物力,最高达1300多人的工作队伍,施工了总计达50口钻井工作量,累计钻探进尺近 4×10^4 m,施工了石油地震勘探剖面长1373.26km,重力普查和详查面积9795km²,并进行简易试油8井次,于牛浅-2井试出间歇自喷油气流(日产0.0495m³),在红星-6井试出工业气流(日产7m³),并进行了全面的综合性地质研究。1980年因任务调整,暂停了盆地的勘探工作。1990年地矿部石油队伍又开始大规模的地震物探工作,新钻四口井(其中有一口井日产3吨油),并对藏北地区开展石油地质普查和二条MT物探剖面。

80年代初,北京石油勘探开发研究院组织了西藏石油路线地质调查,1987年起青海石油管理局和北京石油勘探开发科学研究院组织了一批技术力量,用了一年的时间,对有关青藏高原的区域地质、遥感解释、油气勘探和地热调查等资料,编写了“中国石油地质志”卷十四青藏油气区,为青藏地区的石油工业和其它能源的发展提供了可信的基础资料。1993年底中国石油天然气总公司勘探局新区勘探事业部成立了青藏项目经理部。1994年以来对该区作了大量的石油地质、大面积航磁、重力、磁法等非地震物探、地震与化探工作,提交了大批的成果,目前正进入全面的综合与室内研究阶段。

4.2 含油远景区

经我们对该区大量的地层、构造、沉积等方面工作,将特提斯域东段含石油天然气远景区划分为五大区。

1. 羌塘-昌都含油气远景区

本区北以拉竹龙-金沙江蛇绿混杂岩带为界,南邻班公湖-怒江蛇绿混杂岩带,自西而东由四个大型压扭性盆地组成。该远景区规模巨大,呈复杂的反“S”型形态。区内广泛分布海相三叠系和侏罗系。以海相上三叠统为底界统计,其分布面积约 31×10^4 km²(羌塘盆地为 17×10^4 km²,昌都盆地为 7×10^4 km²,兰坪-思茅盆地为 7×10^4 km²),现将该区主要盆地分述如下。

羌塘盆地 羌塘盆地位于E85°00′~E92°00′,N32°30′~N35°00′,面积约 17×10^4 km²,平均海拔5000m,相对高差小于500m,地形平缓起伏、湖沼密布,属典型的高原气候。唐古拉山横贯本区,有5300~5500m的山脊,地面冰雪作用强烈,山脊形态尖削,多呈锥形山峰、冰斗、“V”形谷等冰川地貌非常发育。在宽广的山体之间,分布众多的河谷和湖盆坝子,水草丰美。

盆地北界为金沙江蛇绿混杂岩带,南为班公湖-怒江蛇绿混杂岩带,属羌塘-三江微板块。区内重力场的布格重力异常值多在 -500×10^{-5} m/s²以下,异常变化平缓,莫霍面南高北低,呈阶梯状。推算藏北地壳厚度可达75km以上,相当我国多数地区地壳厚度的一倍以上。区内出露前泥盆系变质基底,其上沉积盖层可划分为六组(图5)。

(1)晚古生代盖层:沉积岩系总厚为2640~7740m,主要为碳酸盐岩夹碎屑岩,上二叠统热觉茶卡组为含煤岩系,厚可达数百米。

(2)三叠系至下侏罗统:在中、北部唐古拉山附近构成一个完整的海进到海退旋回。在唐古拉山南怒江蛇绿混杂岩带两侧有一套海相的下侏罗统半深水沉积,为主要生油岩系之一。盆地内岩相变化较大,东部中、上三叠统称结扎群,上部为含丰富腕足和少量双壳类、有

地层系统				柱状剖面	岩性组合	厚度(m)	沉积相				油气显示及源	储层	盖层
系	统	组	段				深海	浅海	滨海	河流			
第四系					沙、砾、泥、膏盐、泉华	0-100							
第三系	上新统	石平顶组			安山岩、流纹岩、英安质凝灰岩	>200							
		喷呐湖组			上部含膏泥灰岩、石膏层, 下部砂砾岩	>500					▲		
	中新统	康托组			砂岩、砾岩夹泥岩	>600							
白垩系		双湖组			砂岩、砾岩与泥岩	>1000							
侏罗系	上统	雪山组			灰岩、泥灰岩、钙质页岩互层	1030					▲		
		索瓦组			灰岩夹砂岩、页岩、硅质岩	860					▲		
	中统	夏里组			砂岩、粉砂岩、页岩	222							
		布曲组			灰岩夹石膏层	1017					▲		
		雀莫错组			砾岩、含砾砂岩、页岩	817							
	下统	曲色组			流纹岩、安山岩、英安质凝灰岩夹砂岩	655							
三叠系	上统	肖茶卡组			灰岩、生物灰岩、泥灰岩	589					▲		
		康南组			灰岩、泥灰岩、页岩	160-350							
	下统	康鲁组	一段		灰岩夹砂岩、页岩	699							
			二段		砂岩、砾岩、含砾砂岩、页岩	416						▲	
二叠系	上统	热觉卡组			砂岩、页岩夹灰岩透镜体及煤层	371							
		鲁谷组	一段		生物灰岩、礁灰岩	117-550							
	二段			顶部为流纹岩、安山岩, 中下部为杏仁状玄武岩	553								
石炭系	上统	里查组			灰岩、生物碎屑灰岩、泥岩	>355							
		塔里米组			灰岩、白云质灰岩、砂岩	>148							
	下统	日湾卡组			灰岩夹砂岩、页岩	>417							
		拉竹龙组			灰岩、生物碎屑灰岩	400							
泥盆系	上统	查桑组			灰岩、礁灰岩	100							
		达尔东组			灰岩、生物碎屑灰岩	>500							
	下统				绢云石英片岩、黑云石英片岩夹硅质岩、大理岩、绿片岩	>4000							
前泥盆系					黑云斜长片麻岩、花岗岩麻岩、眼球状花岗岩片麻岩	>400							

图5 羌塘盆地地层柱状与生、储、盖

Fig. 5 Stratigraphic column and source rocks, reservoirs and seals in the Qiangtang Basin, northern Xizang

孔虫、海百合茎的生物碎屑灰岩和含燧石条带灰岩,厚度大于 370m;下部为紫红色砂砾岩、安山岩夹玄武岩,不整合于下二叠统火山岩之上,厚 630m。

唐古拉山还出露一套上三叠统土门格拉群,为一大套灰色、深灰色粉砂岩、粉砂质泥岩、泥页岩互层,夹煤线,厚 530~3000m,为一大套良好的生油岩系。

(3) 中侏罗统至白垩系:广泛分布于全区,构成两套完整的海进至海退旋回,为主要目的层之一,自上而下划分为:

雪山组 该组为灰色、紫红色砂岩、粉砂质泥岩夹灰质泥岩,厚 571~2150m。

索瓦组 该组为灰、浅灰色含生物碎屑灰岩、微晶灰岩、鲕粒灰岩与灰质泥岩、泥灰岩夹粉砂岩、礁灰岩及泥岩,下部发育数层厚数米至 20 余米的石膏层,在安多一带见油气显示,为良好的生油岩系,厚 560~590m。

夏里组 该组为棕红、灰绿色粉砂岩、粉砂质泥岩夹砂岩、泥灰岩及石膏层,厚 464~1405m。在双湖地区见数十米至百余米厚油页岩。

布曲组 该组为灰岩、泥晶灰岩、生物碎屑灰岩、鲕粒灰岩及石膏层,厚 1000~1800m。

雀莫错组 该组为棕红、灰绿色砂岩、粉砂岩夹泥岩,下部夹砾岩,厚 904~1000m。

其中夏里组、布曲组、雀莫错组属中侏罗统,向南称色哇组,相变为一套灰、深灰色砂页岩,为较好的生油岩系,厚 1000 余米。其下伏曲色组,为一套深灰色页岩、砂岩与灰岩互层,厚约 650 余米,为较好的生油岩系。

(4) 白垩系:阿布山组为紫红色巨砾岩、砂砾岩、砂岩夹泥岩,厚 0~950m。东区称凤火山群,为砂岩、泥岩夹泥灰岩和石膏层,厚度大于 3000m,与下伏老地层为不整合接触。

(5) 第三系:始新统至渐新统双湖组为紫红/灰色砂砾岩、砂岩、泥岩夹泥灰岩及油页岩,厚 20~3000m。

中新统康托组主要为紫红色含砾砂岩、砂岩夹粉砂岩及泥岩,厚 500~1850m。

上新统喷呐湖组为灰色砂泥岩夹泥灰岩、膏盐层,厚 550~2200m。

总之,盆地内自泥盆系至侏罗系,有一套巨厚的以海相沉积为主的地层,其累计厚达 10000~12000m。盆地内有广泛分布的生、储、盖层,地层柱状与生、储、盖层见图 5,其中 C-P、T-J、J₃-E₁ 均具有良好的生储盖组合,区内见数十处油气显示与盐丘构造。

经近几年中国石油天然气总公司新区事业部青藏油气勘探项目经理部的勘探,油气资源的巨大前景已初露端倪。与本区毗邻的巴基斯坦西部、阿富汗北部的乔兹鲁地区均发现可观的油气藏,前者天然气储量 $6226 \times 10^8 \text{ m}^3$,后者为 $1600 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

昌都盆地 盆地位于金沙江与怒江结合带之间, $E94^\circ \sim 99^\circ$ 、 $N28^\circ \sim 35^\circ$,怒江、澜沧江和金沙江上游纵贯本区,北部海拔 5000m,中部为 4000m,南部为 3500m。以上三叠统波里拉组为底界圈定的盆地面积为 710^4 km^2 。盆地内地层系统综合柱状与生、储、盖层见图 6。现将主要生油岩系简介如下。

下石炭统 马查拉组为灰黑色碳质泥岩夹砂岩,厚 800~1100m。

上二叠统 卡香达组为灰黑色碳质泥岩夹砂岩、煤组,厚 800~1000m。妥坝组为灰黑色砂岩、泥岩夹煤线,厚 800m。

上三叠统 阿堵拉组和夺盖拉组为灰黑色、深灰色砂岩、泥岩、灰质泥岩夹煤,厚 1800~2800m。波里拉组为生物碎屑灰岩、灰岩夹泥灰岩,厚 300~800m。

地层系统			主要岩性	厚度(m)	生、储、盖分析	油气显示	备注	次深海、浅海、滨海、湖、河				
系	统	组段						显示	注			
第三系	N		紫褐色砂岩、泥灰岩夹泥岩、褐煤层	200~400	生:褐煤层;储:砂岩、泥灰岩;盖:泥岩		①					V ₂
		上段	紫红色砂岩夹砾岩、泥岩	200~600	生:油页岩;储:砂岩;盖:泥岩		②					V ₁
	E	下段	紫红色砾岩、砂岩夹泥岩、石膏层	2402~4287	生:油页岩;储:砂岩、砾岩;盖:泥岩、石膏							V
白垩系	K	老然组	砖红色泥岩夹粉砂岩、砂岩	300~1000								IV
侏罗系	J ₃	卡贡卡组	紫红色砂岩夹泥岩	1000								
	J ₂	东大桥组	灰绿色中薄层粉砂岩夹泥灰岩、页岩、介屑灰岩	20~300	生:泥页岩、介屑灰岩;储:砂岩、灰岩、白云岩;盖:泥岩		③					
		土拖组	紫红色泥岩夹砂岩	700~800								
	J ₁	查郎嘎组	紫色砂岩夹泥岩,底部为杂色层	1000								III ₁
三叠系	T ₃	夺盖拉组	灰黑色砂页岩互层夹煤线(黑色含煤岩系)	800~1751	生:页岩、碳质页岩、煤线;储:砂岩、粉砂岩							
		阿堵拉组	灰色深灰色泥岩、粉砂岩夹长石英砂岩、煤线	428~1090	生:泥页岩、煤线;储:砂岩、粉砂岩;盖:泥岩							
		波里拉组	浅灰色灰岩、泥晶灰岩、瘤状灰岩、生物碎屑灰岩	300~800	生:介屑灰岩、虫屑灰岩;储:白云岩、灰岩							
	T ₂	甲丕拉组	紫红色砂岩、粉砂岩、泥岩与砾岩(江达三分为东独组、公也弄组、洞卡组)	1500~2700	生:页岩、介屑灰岩;储:砂岩、砾岩;盖:石膏		④					II
		夏日多组	砂页岩夹火山岩	50~100								
	T ₁	色杂组	砂岩、泥岩夹泥灰岩、流纹岩	<50								
T ₁	马拉松多组	砂岩与页岩互层,夹火山岩	50~100								I ₁	
二叠系	P ₂	卡香达组	砂页岩夹灰岩、中基性火山岩夹煤线	170~794	生:页岩、碳质页岩、灰岩;储:砂岩、粉砂岩;盖:火山岩							
		妥坝组	砂页岩夹灰岩、煤线、火山岩	350~1320	生:页岩、碳质页岩、煤线、灰岩;盖:粘土岩							I
	P ₁	交嘎组	碳酸盐岩、砂页岩夹中基性火山岩	125~1100	C ₂₊₃							
		莽错组	灰岩、砂页岩夹基性火山岩	120~380								I ₂
石炭系	C ₁	俄巴纳组	块状灰岩、结晶灰岩、砂岩夹含砾砂岩、钙质页岩	292			⑤					
		鹭曲组	块状灰岩、生物灰岩夹少量泥灰岩	282								
	C ₁	东风岭组	块状灰岩、泥质灰岩夹长石砂岩、页岩	274	主:灰岩、页岩;储:灰岩、砂岩							I ₁
		马查拉组	块状灰岩、生物灰岩夹泥灰岩、钙质页岩	868	主:灰岩、生物灰岩;储:灰岩、生物灰岩		⑥					
泥盆系	D ₃	羌格组	灰色厚层块状灰岩、泥质灰岩夹白云岩	100~587								
		卓戈洞组	灰色厚层块状泥质灰岩、白云岩	99~139								
	D ₂	丁宗隆组	灰色厚层块状泥质灰岩、白云岩	161~258								
	D ₁	海通组	灰色泥岩夹砂岩、泥灰岩、钙质泥岩、生物灰岩	20								
		角拥组	紫红色砾岩、砂岩与泥岩互层									I
下奥陶统	O ₁	青泥洞群	灰黑色中薄层状夹厚层状变质砂岩、粉砂岩、板岩、千枚岩及中基性凝灰岩	>3600							软基底	
前奥陶系	AnO	宁多组	黑云斜长片麻岩、二云母斜长片麻岩、斜长变粒岩、黑云变粒岩等								硬基底	

注:①甲桑卡见10余层;②局部见100m厚油页岩,80m厚;③含海相介壳化石;④石膏层厚10m;⑤西为里查组;⑥类乌齐以东称马查拉组。

图6 昌都盆地地层系统综合柱状与生、储、盖

Fig. 6 Stratigraphic column and source rocks, reservoirs and seals in the Qando Basin, eastern Xizang

中侏罗统 东大桥组为灰绿色中薄层粉砂岩、泥岩与泥灰岩介壳灰岩,其中具深色生油岩系,厚 80m。

老第三系 紫红色砾岩、砂岩夹泥岩,上部见数十米石膏层,下部在有些地区见厚 100m 的油页岩。

上述生油岩系本身构成良好的生储盖组合,特别是上二叠统和上三叠统都是良好的烃源岩系,其上覆均为很好的盖层,是主要目的层。

昌都盆地中生界埋藏具有前陆盆地构造变形特征,盆地东侧由于江达陆缘弧向弧后逆冲,形成弧背前陆盆地,是一个很有希望的含油气盆地。在盆地西侧受北澜沧江断裂的影响,褶皱冲断发育,局部出现轻度变质,但向盆地中心褶皱变得宽缓。在察雅香堆至芒康县措瓦一带,是昌都盆地中新生代拗陷的沉积中心。在这一千多平方公里地区内,地层出露完整,褶皱构造平缓,有发育良好的短轴背斜和鼻状构造等圈闭构造。地表上于上侏罗统与第三系地层中发现有沥青砂岩线索,是重点普查区,也是上升为地震勘探工作的首选地区。

这里需要指出的是,盆地自上三叠统至下白垩统连续沉积厚达 15600 余米厚的沉积岩,其中有 3000 余米的海相灰岩、海陆交互相黑色砂页岩沉积区是良好的生油岩系,其上整合一套厚度巨大的红色碎屑岩系,高孔隙度的巨厚砂岩层为油气提供良好的储集条件,如有适宜的圈闭、运移和保存条件,就有可能形成高产的工业性油气藏。

兰坪-思茅盆地 盆地位于青藏滇缅歹字型中上部反“S”型构造的转弯部位,与羌塘、昌都盆地遥相对应,其石油地质特征也有很大的相似性,是一个有希望的含油气盆地。其主要特征见表 1。

2 措勤-比如含油气远景区

本区位于班公湖-怒江蛇绿混杂岩带之南,雅鲁藏布江蛇绿混杂岩带以北的广大区域,属于拉萨微板块,为海相白垩系、侏罗系及三叠系广泛分布区。

东段三叠系出露基本完整,为浅海、次深海过渡型碎屑岩复理石沉积夹碳酸盐岩,上三叠统具较厚底砾岩,在洛隆比如一带厚度大于 7000m。侏罗系-白垩系以浅海相碎屑复理石沉积为主,夹碳酸盐岩、硅质岩及中基性火山岩,厚度大于 7000m。上白垩统及第三系则不整合于较老地层之上。

中段白垩系大面积分布,下统为浅海-滨海相碳酸盐岩组合,发育圆笠虫灰岩,夹中酸性火山岩,最厚达 4700m;上统为陆相火山岩、碎屑岩,最厚 4127m,不整合于下统之上。

西段狮泉河至日土一带,侏罗系为次深海复理石碎屑岩沉积,白垩系为浅海相火山岩、碳酸盐岩及碎屑岩组合,不整合于侏罗系之上。

措勤盆地主要地质特征可归纳如下:

(1) 盆地以“念青唐古拉群”一套中级轻变质的副变质岩系为基底,总的面貌是下部为条带状黑云-二长片麻岩,上部为绢云片岩、石英片岩、大理岩及板岩,据已测定的同位素年龄值在 507~466Ma 之间,该值属变质年龄,说明奥陶纪前这里发生明显的变质作用,其基底可能与扬子、羌塘陆块的“二元结构”有别,这里为一元结构。

(2) 盆地内自奥陶纪至早白垩世的盖层均主要属海相沉积,海相古生物发育,沉积地层累计厚达 19798m,其间于晚二叠世至早侏罗世有一次长时间(82Ma)的成陆过程,引起地层的广泛缺失,从而将区内海相沉积地层分隔为两大套:一为奥陶纪至早二叠世;另为中侏罗世至早白垩世。前者地层累计厚 5976m,后者累计厚 11400m。

(3) 盆地内海相侏罗纪至白垩纪地层以两个区域性超覆不整合面覆于古生界不同层位之上。中侏罗世至早白垩世是一个逐步海进向上变深的沉积序列,在早白垩世末海进达到最高海平面位置。侏罗纪至早白垩世地层所形成的两个区域不整合面应为“超覆不整合面”。

(4) 区内除申札地区之外,石炭纪地层普遍遭受轻变质作用,形成一套含砾板岩、含砾变砂岩及变质岩屑砂岩等,它们可能是一次重要的区域变质作用的产物。

比如-措勤大型盆地在中新生代时期经历了从弧后盆地向前陆盆地的转化过程,不仅具有良好的生储盖组合条件,而且具有较好的保存条件。地表的地形起伏不大,海拔较低,是个很有希望的油气远景区。

3. 定日-江孜含油气远景区

该区位于雅鲁藏布江蛇绿岩带的南侧,为冈瓦纳大陆北部的被动边缘,从古生代至始新世为连续海相沉积,由一套次深-深海过渡至浅海型的碎屑岩、碳酸盐岩及火山岩沉积组成,总厚度可达12500m。区内地层综合柱状与生、储、盖层见图7。

经多年研究认为,本区在古生代属于冈瓦纳大陆北部的被动边缘沉积,主要为稳定的大套碳酸盐岩夹碎屑岩沉积,具有陆表海的特征,特别在石炭纪—二叠纪时,冈瓦纳相的冰海沉积及冷水动物群在区内普遍存在。三叠纪初本区进入特提斯构造域,处于喜马拉雅被动大陆边缘。三叠纪喜马拉雅一带为滨海—陆相沉积,向北拉轨岗日和雅鲁藏布江一带为大陆斜坡至深海海盆的细碎屑岩—浊流沉积。侏罗纪—早白垩世在喜马拉雅一带为陆棚浅海至斜坡沉积,拉轨岗日一带为大陆斜坡—陆隆沉积,而雅鲁藏布一带以黑色深海盆地沉积为特征。晚白垩世随印度板块向西北加速漂移,喜马拉雅特提斯构造域开始关闭,整个喜马拉雅地区为一残留前陆盆地,并以碳酸盐和碎屑岩沉积为主。随着喜马拉雅造山带的形成,海水向南和向北退出沉积盆地。这样,本区具从被动大陆边缘到前陆盆地的演化特征。

本区的古生代沉积盆地长期处于被动大陆边缘发展过程。这一阶段的生油岩层十分发育,有机质的丰度和演化的成熟度均很高或者过成熟,具有巨大的油气资源潜力,但因为经历了漫长的地质历史,构造十分复杂,需要进行深入全面的地质研究才能有所作为。

在中生代的一系列沉积盆地群中,岗巴盆地和定日盆地是发育油气资源的良好前景的盆地之一。这些盆地是随着特提斯海的萌生和消亡而产生关闭。自三叠纪以来,藏南地区在冈瓦纳板块北部边缘逐次拉离,与欧亚板块拼合。

经多年研究认为,本区的演化历程为古生代属于冈瓦纳大陆印度板块北部边缘,主要为稳定的碳酸盐岩夹碎屑岩沉积,具有陆表海的沉积特征,特别在石炭纪—二叠纪时,冈瓦纳相的冰海沉积及冷水动物群在区内普遍存在。三叠纪初本区进入特提斯构造域,处于喜马拉雅被动大陆边缘。三叠纪喜马拉雅一带为滨海—陆相沉积,向北拉轨岗日和雅鲁藏布江一带为大陆斜坡至深海海盆的细碎屑岩—浊流沉积。侏罗纪—早白垩世在喜马拉雅一带为陆棚浅海—斜坡沉积,拉轨岗日一带为大陆斜坡—陆隆沉积,而雅鲁藏布一带以黑色深海盆地沉积为主。本区从三叠纪的大陆边缘裂谷盆地、侏罗纪至早白垩世的被动大陆边缘、晚白垩世的残留盆地到前陆盆地的演化过程,并与早期盆地叠加,形成各种复合盆地。新特提斯在地质历史中是有利的石油聚集的重要时期,在中东地区有世界著名的大油气田,喜马拉雅特提斯与其有相似的大地构造背景和地质条件,而且与中东扎格罗斯带以南之大油田相对应(包括伊拉克、沙特阿拉伯、阿曼等国大油田)。

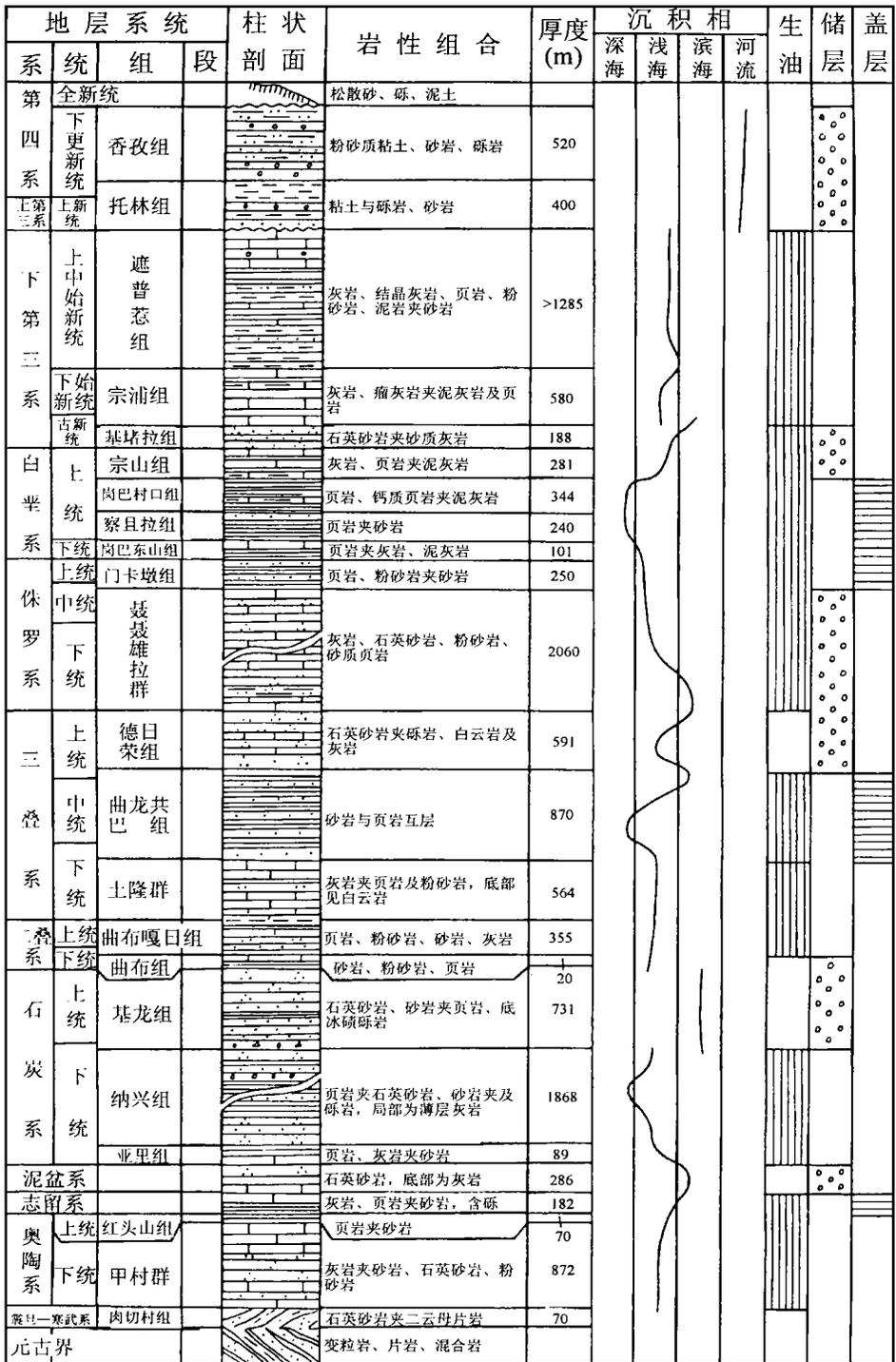


图 7 定日-江孜地区地层综合柱状与生、储、盖层图

Fig. 7 Stratigraphic column and source rocks, reservoirs and seals in the Tingri-Gyangze region, southern Xizang

岗巴盆地和定日盆地发育有巨厚的黑色页岩和大量生物碎屑灰岩,在很多地区发现了油苗和沥青,有着良好的生储盖组合,无疑具有一定的油气远景。

岗巴盆地处于藏南靠近板块内一侧,三叠纪主要是一套生物碎屑灰岩和碎屑岩,厚度达2000~3000m,主要是大陆边缘裂谷到次成熟被动大陆边缘的沉积。侏罗纪至早白垩世从粉砂岩、薄层灰岩过渡到黑色页岩和粉砂岩,为一套大陆边缘陆棚到斜坡的沉积。特别是中晚侏罗世—早白垩世、晚白垩世早期海平面逐渐上升到最大,产生了一套厚达4000m左右的黑色细碎屑岩系,是良好的生油岩系。而晚白垩世又从黑色页岩、泥灰岩转变成为灰岩夹泥灰岩和砂岩。第三纪为砂岩、砂屑灰岩和页岩、灰岩和块状生物灰岩,厚约2000m,主要为残留盆地到前陆盆地的沉积。在敲击第三纪的三套页岩时便可嗅到十分强烈的油气味和可见发育的沥青物质。岗巴盆地的构造比较简单,有十分良好的油气远景。

定日盆地处于藏南地区靠近板块造山带附近,三叠系至下白垩统主要为一套巨厚的沉积岩,其中发育有多层多套的黑色页岩、硅质岩,厚度可达数千到上万公里,主要为大陆斜坡—深海盆地的沉积体系,是良好的生油层和储层。上白垩统是一套黑色页岩和黑色岩系过渡到上部的灰色砂岩夹火山碎屑岩及灰岩。上第三系砂岩、砾岩和砂泥岩不整合于其上,主要为残留海盆地沉积和山间的堆积。定日盆地是另一类油气前景广阔的盆地,主要是因为它处在一个构造长期发育的较深拗陷,并且后期的改造作用较小。

4 可可西里-巴颜喀拉含油气远景区

远景区位于昆仑山南缘-阿尼玛卿蛇绿混杂岩带以南,金沙江蛇绿杂岩带以北。区内广泛分布半深海至浅海相碎屑岩,即前人命名的西康群、草地群、巴颜喀拉群等分布区,为一套轻变质的三叠系巨厚复理石沉积,其上被第三系、第四系所覆盖。其中第三纪断陷盆地为有希望的油气远景区,代表性盆地为可可西里盆地。

本区北部的库木库里盆地也是一个有希望的含油气盆地。

5 川西-西昌-楚雄前陆盆地群油气远景区

西昌盆地泛指北界为大渡河,南达川滇交界,东迄金沙江东,西至雅砻江以西广大地区。由于多期构造运动形成了许多大小不一、彼此分隔的中、新生代盆地。最大的盆地为西昌、盐源、会理盆地,以三叠系为底界(或白果湾组)圈定的盆地达 $2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

本区沉积盖层厚9946.4m,主要烃源岩为:(1)上三叠统白果湾组,厚150~250m, R_o 平均为112%~165%,属成熟—过成熟阶段;(2)下二叠统栖霞组—茅口组生物灰岩,厚250~350m;(3)下志留统龙马溪组生烃黑色页岩,厚0~350m。本区有利的储集层段有9个,最理想的储层为三叠系和二叠系。本区处于工业集中区,区内油气资源的突破具有重大的经济意义。

楚雄盆地地处云南省中部,地理位置为 $E100^{\circ}30' \sim 102^{\circ}30'$, $N23^{\circ}30' \sim 26^{\circ}50'$,南北长305km,面积36512km²。在区域上,可与已知的川西北含油气盆地及泰国的呵叻盆地类比。据“八五”期间滇黔桂石油勘探局石油地质研究所预测,仅上三叠统油气资源量为:油(3.68~5.95) $\times 10^8 \text{ t}$,天然气(9460~13128) $\times 10^8 \text{ m}^3$,具较好的油气勘探前景。近10年来,作了大量的前期工作,积累了大量的资料和认识,是一个需进一步研究的盆地。

综合上述,东特提斯构造域内各时代地层发育齐全,特别是喜马拉雅区发育从寒武纪至第三纪始新世连续的海相沉积,沉积总厚可达12500m以上,海相最高层位为第三系渐新统。区内是我国中、新生代海相地层分布最广、面积最大、分布最集中的地区。区内泥盆系

至第三系中均发现有生物礁层(包括珊瑚礁、厚壳蛤礁、有孔虫礁、海绵礁、牡蛎礁、圆笠虫礁等),在二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、第三系中均发现含膏岩系与膏盐层,一些地区发育盐丘构造。区内具有8套生储盖层组合,其中特别是石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系与第三系烃源岩分布广、规模大、有机碳丰度高、烃源岩成熟度高,具较好的油气生成条件。上述六套地层有广泛分布的碳酸盐岩与碎屑岩储层,盖层在六套地层中间断出现^[13~17]。上述特征与中东盆地存在较好的可比性。

5 油气勘探的几个问题探讨

5.1 历史的回顾

东特提斯构造域的青藏高原地区油气资源潜力的评价,历来就存在有不同的看法。这里对青藏油气勘探及认识作简短的历史回顾。

(1) 1951年6月,中国科学院组成西藏工作队,由李璞、崔克信等组成的地质调查组,历时工作18个月,最早提出西藏伦坡拉盆地第三纪地层中有油页岩和沥青,为该区开展石油普查工作提供依据^[18]。

(2) 1954年,李四光教授在“从大地构造观点看我国石油资源勘探的远景”一文中指出^[19]:“青藏滇缅大地槽边缘区域,包括柴达木盆地、青藏高原北部、四川盆地西部以及西康南部与云南北部褶皱不过于强烈的地区,都有发现比较大规模油田的可能。”

(3) 1956年,李四光教授在“关于石油问题给陈云同志的信”中提出^[19]:“关于西藏黑河地区加强普查,同时选择地点进行局部详查和物探,在发现了具有代表性的储油构造的时候,立即进行钻探。”在接着的著作中提出“旋卷构造的隆起区往往是储油区。”

(4) 1956年,地质部石油地质局青海石油普查大队在青藏公路以西,唐古拉山与念青唐古拉山之间开展1:100万石油地质概查,在伦坡拉盆地作1:20万草测地质图^[8]。

(5) 1957年3月,黄汲清教授在全国第三次石油普查专业会议上所作的报告中指出:“西藏西部情况不明,根据斯文海丁的图件,这里有中生代海相沉积,有火成岩活动。诺林认为藏北有石炭纪、二叠纪及三叠纪沉积。整个说来这个地区可能是准地台褶皱带,经济价值是不大的”^[20]。

(6) 1961年,西藏地质局藏北地质队对伦坡拉盆地4个构造作1:5万地质构造图草测。同年,青海石油管理局对伦坡拉盆地4个构造以及地面油气显示开展石油地质调查^[18]。

1966年,地质部石油地质局综合研究队成立青藏队开展青南、藏北的石油地质调查。1967年成立地质部第四普查勘探大队对伦坡拉盆地及班戈盆地开展石油普查勘探^[18]。

(7) 1969年末,李四光教授听取藏北地质工作的汇报后说:“一个盆地应该是抓住重点,一、二年内在这个地区拿出油来,是国防大事,应组织一个单独战役”^[19]。根据这个指示,对伦坡拉4个构造安排地震及钻井工作。

1970~1976年,经过石油地质、物探勘探及钻井等综合研究,1976年8月在松棵尔构造红星6号井试获原油日产 6.8m^3 ,成为西藏第一口工业油井,认为松棵尔构造为一工业油藏,还圈定出4个含油气构造与远景含油气地带。

(8) 1980~1981年,对伦坡拉石油普查勘探工作作全面总结。提出伦坡拉盆地是一个有含油气远景的地区,今后以寻找中深层油气藏为主要勘探方向的意见是可取的。

(9) 青藏高原 $2\times 10^6\text{km}^2$ 范围内,有沉积盆地二十几个,其中主要的有18个。按目前我

国三类含油气盆地类比,大致可控制的地质储量说明这一地区具有一定的油气远景,特别是中国的海相侏罗系、白垩系和海相第三系主要分布在这一地区,其生储条件是很好的,这些层系具有相当的油气潜力,相信通过进一步的勘探,本区将会有新的发现,可望建成一个新的石油工业基地。^[11]

(10) 1992年8月,“中国石油天然气的勘查与发现”提出^[18]:“40年来,通过大量的工作,认为西藏在喜马拉雅期一直处于区域上升阶段,中生代海相盆地中的绝大多数构造复杂,缺乏保存条件。只有在中生代以后继续接受第三纪沉积的复合盆地才具有远景,如伦坡拉盆地。该盆地内具有良好的生油岩(估算生油量20亿吨),转化率高,含油组合发育,含油层段多,油层集中埋藏适中,局部构造发育,成油条件好,为一具有现实意义的小型含油盆地。但是在盆地含油最有希望的中央坳陷区和最主要的牛堡组 E_2n^{2-1} 段含油段还没有揭穿, E_2n^{2-2} 段揭露得很少,试油工作也没能过关,油气勘查尚等进一步开展。”

(11) 1991年以来,地矿部中南石油局再度对伦坡拉盆地立项勘探,投入二维地震剖面2335km、三维地震179152km²、钻探10口井,测试7口井15层,于藏1号井和西伦5井获工业油流,并发现了罗马迪库含油构造。

(12) 1993年,中国石油天然气总公司勘探局新区事业部成立青藏油气勘探项目经理部,1994~1998年在青藏高原开展以羌塘盆地、措勤盆地及比如盆地为主体的广泛的石油地质(包括1:10万、1:50万遥感石油地质填图等)、非地震与地震物探及化探等早期勘探评价工作,提交了百余份成果,积累了丰富的资料,在青藏高原油气勘探工作中取得重大的突破性进展。

综合上述,青藏高原油气普查与勘查工作经历了48年的艰难历程,到目前为止,对青藏高原油气的前景仍然有三种估价:一种认为油气生成条件可与中东盆地对比,具有巨大的油气资源前景;第二种认为虽然油气生成条件好,但后期改造强烈,仅有一些中、小型油气田存在;第三种看法是构造复杂,后期遭严重破坏,油气资源潜力很小。谁是谁非,尚待进一步的实践来检验。

5.2 对油气勘探的几点认识与建议

1. 青藏高原不是统一的造山带

青藏高原作为世界屋脊,集中地反映了中国西部大陆地质的特色,即造山带与稳定陆块相间并存呈条块镶嵌出现^[15]。在造山带内受压、张和扭应力作用下形成的强烈收缩变形和变质,出现强烈的火山活动、岩浆侵入和地震活动,在地表上形成呈线状展布的隆起山脉和山链。稳定陆块是指具一定发展历史与沉积稳定型建造的广大地区,上叠了大型的中、新生代沉积盆地,沉积了巨厚的沉积地层,盆地内与盆地下伏的上古生代地层构造变形与变位微弱,很少有火山作用及岩浆侵入活动。在地理上还保存有一定的盆地形态。沉积盆地与造山带是地球动力学作用下的统一的相互密切联系的两个方面。一方面造山带是古盆地形成与演化的最终产物,并在后期的构造作用下又可以形成一系列新的上叠盆地;另一方面造山带在形成过程中往往相伴形成一些新的盆地,而且这些相伴形成的沉积盆地是造山带形成过程中和板块自身演化的相应产物。因此,不能把藏北高原简单地视为统一的造山带。藏北高原自北而南依次为:拉竹龙-金沙江印支造山带,北羌塘中生代大型弧背前陆盆地;玛依岗日中央隆起带,南羌塘中生代前渊前陆盆地;班公湖-怒江造山带,措勤-比如中生代弧背前陆盆地。这种宏观的条块相间的格架,造山带与沉积盆地相间并存的格架,造山带以动为

特点, 沉积盆地以静为特色。这些特点是我们认识高原内大型盆地与邻区地质的重要基础。

2. 藏北高原尚保留侏罗纪—白垩纪沉积盆地的原型

藏北高原南以东西向冈底斯山脉为界, 北以东西向展布的昆仑山脉为限, 中南部与中北部主体为湖盆区, 中间为洼地带。洼地带位于措勤盆地北部, 平均海拔 4400m, 是区内海拔最低、形态最完整、延伸最长的一条大型低洼带, 全长超过 2000km, 宽 40km, 主要出露海相侏罗系至白垩系与一系列第三系地层的沉积盆地。其南侧为南湖盆区, 共有湖泊 318 个, 总面积 15524.3km², 按湖面海拔高度分三级, 由南向北逐次降低, 其分别为高级大于 4800m、中级 4500~4700m、低级 4200~4500m, 主要出露白垩系与侏罗系海相地层。洼地带北侧为北湖盆区, 共有湖泊 459 个, 总面积为 9196.5km², 其西北部湖面海拔 5100~5300m; 中部湖面海拔 4800~5000m, 南部为 4700~4600m, 主要出露海相侏罗系。冈底斯山脉走向东西, 延长 1040 km, 宽约 80km, 平均海拔 6000m 左右。昆仑山脉延长达 2500km, 由多条呈雁行排列的山岭组成, 平均海拔 5500~6000m。需要指出的是晚侏罗世与早白垩世的岩相古地理恢复与现今地貌有一定的相似性。

羌塘盆地实际上是羌塘—昌都板块于晚侏罗世沉积的残留盆地。侏罗纪海相地层在羌塘—昌都板块(陆块)内有广泛的分布, 虽然原始的沉积盆地受燕山期至喜马拉雅期高原总体抬升而被部分剥蚀, 但总体而言破坏程度不强, 而且基本上保存了侏罗纪沉积盆地的原型。因此, 燕山期与喜马拉雅期在羌塘盆地内的构造变动不强。羌塘盆地与措勤—比如盆地的中、西部均位于内陆河湖体系内, 羌塘盆地与藏北盆地是位于世界屋脊上的盆地。

3. 静中动与动中静

据目前资料分析, 羌塘盆地内在印支期与燕山期经历过多次南北向强烈挤压, 但未上升形成高原。羌塘盆地内保存有早白垩世海相地层。晚白垩世开始的藏北高原抬升直到上新世, 广大藏北高原面海拔高度仍不超过 1000m, 而现在高原夷平面海拔高度平均为 5000m, 也就是说上新世晚期至今羌塘盆地主体上升幅度为 4000m。在中更新世时期, 以东经 91°线为界发生东西的分割, 西侧形成内陆水系, 并具有地理上的盆地形态; 东侧形成外流水系, 为长江流域的源头地区, 造成高原夷平面自北西南东倾斜, 从北西部平均海拔 5000m 左右的高原夷平面向南东至杂多、类乌齐、昌都一带平均海拔 4000m 左右, 再向南东为 3500m, 随之河流切割深度从 500m 增加到 2500m。很显然, 上新世晚期至今青藏高原的整体强烈隆升对油气的保存和破坏能有多大?

作者认为, 藏北高原是在一个相对封闭系统下的整体隆升, 包含动中静、静中动的哲理。热力学第一定律告诉我们, 在一个封闭系统中, 能量和物质是不能产生和消灭的。

4. 喜马拉雅运动的强度被人为地夸大

以前的一些研究者在构造混杂岩带内作较多的观察, 定出许多不整合, 但实际上在羌塘盆地和措勤盆地内, 新生代地层的变形较微弱, 更难观察到地层不整合的存在。正如中法队 (Mercier 等, 1984)^[21] 认为最惊人最有意义的观察结果是“雅鲁藏布江蛇绿岩以北最新的沉积层中竟然未见巨大的收缩作用。在晚白垩世层系中未见重大的剪切构造变动, 并且, 变形型式(褶曲直立、劈理陡倾)是对称陆内收缩的典型型式。在拉萨附近及更往北的第三纪层系中变形更为有限……。如果这种相对的‘宁静’同样是北部(藏北)高原及西部 1980 年研究地区第三纪构造运动的特点的话, 那么显然不可轻易地用地壳减薄作用和‘折叠式’收缩作用这样的机制来解释西藏的高海拔, 至少对第三纪来说是不成立的”。在这里, 研究者明

显地认为青藏高原雅鲁藏布江以北地区第三纪的变形是很有限的,这与作者的研究结论一致。

5. 特提斯的油气勘探范围应从前人认为的新特提域内逐渐走进古特提斯域,应把它们作为一个整体。

6. 特提斯域内蕴藏着的丰富油气资源与它的形成演化的全过程有关。

研究工作中得到刘宝、赵政璋教授,徐祖成、殷利浦、张昱文、董文彤、鲁连仲、贾树棋高工,潘桂棠、陈智梁、王洁民、王剑研究员,徐旃章教授等的指导和帮助。感谢雍永源、贾保江、李光明、秦建华、牟传龙、朱忠发、黄慧琼、谭富文、尹福光、彭勇民、谢渊、谭钦银等同行的帮助。

参考文献:

- [1] 罗建宁. 论东特提斯形成与演化的基本特征[A]. 特提斯地质(19)[C]. 北京:地质出版社,1995.
- [2] KLEMMER H D and ULMISHEK G F. Effective petroleum source rocks of the world: stratigraphic distribution and controlling depositional factors[J]. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1991, 75(12): 1809—1851.
- [3] SHANNON P M and NAYLOR D. Petroleum basin studies[M]. London/Dordrecht/Boston: Graham & Trotman, 1989.
- [4] 陈智梁. 特提斯地质一百年[A]. 特提斯地质(18)[C]. 北京:地质出版社,1994.
- [5] 潘桂棠、陈智梁等. 东特提斯地质构造形成演化[M]. 北京:地质出版社,1997.
- [6] 潘桂棠. 全球洋陆转换中的特提斯演化[A]. 特提斯地质(18)[C]. 北京:地质出版社,1997.
- [7] SENGÖR A M C and BÖLÜMÜ J. The Tethyside orogenic system: an introduction[A]. SENGÖR A M C. Tectonic Evolution of the Tethyan Region[C]. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1989, 1—22.
- [8] 黄汲清、陈炳蔚. 中国及邻区特提斯海的演化[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [9] 童崇光. 油气田地质学[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [10] BEYDOUN Z R. Productive Middle East clastic oil and gas reservoirs: their depositional settings and origins of their hydrocarbons[A]. PLINT A G. Sedimentary Facies Analysis[C]. Oxford: Blackwell Science Ltd, 1995, 331—354.
- [11] 青藏油气区石油地质志编写组. 中国石油地质志(卷十四), 青藏油气区[M]. 北京:石油工业出版社,1987.
- [12] 罗建宁, 张正贵等. 三江特提斯沉积地质与成矿[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [13] 中-英青藏高原综合地质考察队. 青藏高原地质构造演化[M]. 北京:科学出版社,1990.
- [14] 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [15] 罗建宁, 杜德勋. 西南三江地区沉积地质与成矿[M]. 北京:地质出版社,1998.
- [16] 丁贵明等. 油气勘探工程[M]. 北京:石油工业出版社,1997.
- [17] TANER I and MEYERHOFF A A. Petroleum at the roof of the world—the geological evolution of the Tibet (Qinghai-Xizang) Plateau[J]. J. Petrol. Geol., 1990, 13: 157—178 (part I) and 289—314 (part II).
- [18] 中国石油天然气的勘查与发现编辑部. 中国石油天然气的勘查与发现[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [19] 李四光. 李四光全集(第七卷)[M]. 武汉:湖北人民出版社,1996.
- [20] 黄汲清. 黄汲清石油地质著作选集[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [21] 中法合作喜马拉雅地质考察队. 喜马拉雅地质[M]. 地质出版社,1981