文章编号:1001-3873(2004)03-0233-07

西藏——我国西部 21 世纪新的油气资源接替区

(为庆祝玉门油田勘探开发 65 周年而作)

丘东洲

(国土资源部 成都地质矿产研究所,四川 成都 610082)

摘 要:根据西藏地区区域地质构造和油气地质特征,从含油气区及其含油气盆地分析着手,论述其含油气性。立足西藏地区油气成藏条件的特殊性,将西藏地质划分为柴达木(及边缘)、巴颜喀拉、羌塘-昌都、冈底斯、喜马拉雅等 5 个含油气区,并讨论了构造复杂地区油气资源评价的基本思路,提出含油气实体(盆地、残盆、构造残块、沉积残体)的概念,作为西藏地区油气资源评价的基本单元、油气勘探对象和评价核心。分析了西藏地区主要盆地的生烃量、远景资源量,并结合油气成藏的其他地质因素,特别是油气保存条件,对主要盆地油气远景进行论证,计算结果表明,该地区总石油资源量约 90 亿吨,展现了地区的美好油气勘探前景。提出羌塘盆地应作为西藏地区油气勘探首选实体,措勤、比如、昌都、岗巴-定日等盆地应作为勘探远景实体。

关键词:西藏;含油气盆地;含油气层系;油气远景;含油气实体

中图分类号:TE111.1 文献标识码:A



21 世纪在我国西部能否找到一个新的大型油气资源战略接替区,从目前宏观地质条件分析,只有西藏地区具备这种基本条件,因为它面积广袤,沉积巨厚,以中生界分布为主的有利地区就在 40×10^4 km^2 以上,仅侏罗系、白垩系海相沉积厚度几乎近万米。西藏地区位于古劳亚大陆与古冈瓦纳大陆之间巨型特提斯构造域的东段。而在位于特提斯构造西段的中东波斯湾地区,许多盆地已发现可观的油气资源,成为世界上最重要的产油气区。这些相邻且可类比地区的油气勘探成功经验,提示西藏地区油气资源可能有着很好的前景[1-3]。

西藏地区在地质历史演化过程中曾发育过许多有利油气生成的原型盆地和烃类沉积组合,这已为大量的油气显示所证实[1]。特别是近年来地矿与石油部门在西藏地区进行的大量油气地质、地球物理、地球化学和遥感工作,从感性上深化了对西藏地区油气资源前景的认识,增强了油气勘探的信心。但是,也应看到西藏地区油气勘探任务是极为复杂和艰巨的,其难度除了本区地处高原、气候恶劣、交通不便外,主要是西藏地区区域地质构造复杂和油气成藏条件特殊。

1 独特的区域地质构造及其油气的响应

1.1 地质构造复杂,演化历史曲折

西藏地区在全球构造上处于特提斯构造域东段与泛华夏古陆群的结合部,地质构造极为复杂,演化历史十分曲折。自新元古代以来多次剧烈的构造运动,使西藏现今构造形成碰撞结合带与陆块呈条块镶嵌的格局。其中近东西向结合带规模大,活动时间长,并常伴有蛇绿混杂岩、变质作用及岩浆活动,它们是构造单元界线或板块构造缝合线[4,5]。陆块形成时间自北而南由老变新,反映大陆向南的增生过程。昆仑山构造带形成于海西运动期,可可西里构造带形成于印支运动期,羌塘构造带形成于早燕山运动期,冈底斯-念青唐古拉构造带形成于晚燕山运动期,喜马拉雅构造带形成于喜马拉雅运动期。海相沉积层位具有自北向南、自西向东由老变新的特点。变质作用、岩浆活动、构造形变、北南两侧可可西里构造带、喜马拉雅构造带较强,冈底斯-念青唐古拉构造带其次,羌塘构造带较弱。多次剧烈的构造活动,反映在地质演化上具曲折的历史。潘桂棠(1994)、罗建宁(1995)等,认为西藏特提斯构造可划分为以下几个演化阶段。

(1) 原特提斯阶段(早震旦世—志留纪) 表现为华夏大陆群与劳亚大陆群的离散,古亚洲洋形成和劳亚大陆群与冈瓦纳大陆的分裂,特提斯洋的扩张。华夏大陆群与冈瓦纳大陆群联而不合。代表这个阶段

收稿日期:2004-01-10

作者简介:丘东洲(1938-),男,福建龙岩人,教授,博士生导师,油气地质。联系电话:028-83226549,83224928

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

洋盆的有川滇藏交界处的澜沧江蛇绿混杂岩带。

(2) 古特提斯阶段(泥盆纪—中三叠世) 表现为华夏大陆群与劳亚大陆群的汇聚和古特提斯洋的萎缩,劳亚大陆群与冈瓦纳大陆群联而不合。可可西里-金沙江蛇绿混杂岩带是这个阶段洋盆的产物。

(3) 中特提斯阶段(晚三叠世—中侏罗世) 表现为华夏大陆群与冈瓦纳大陆群碎化汇聚,中特提斯洋消亡。班公错-怒江蛇绿混杂岩带是这个阶段洋盆的产物。

(4) 新特提斯洋阶段(晚侏罗世—新近纪) 表现为冈瓦纳大陆群解体,新特提斯大洋岩石圈转化为大陆岩石圈,并进入陆间型造山作用发展期。重组后的三大陆块群之间作强裂陆内汇聚。雅鲁藏布江蛇绿混杂岩带是这个阶段洋盆的产物。

上述西藏地区特提斯地质构造的复杂性和演化历史的曲折性,使西藏地质历史中各成盆期形成的原型盆地发生多次复合、叠合、形变,相应地使赋存于盆地中的油气也随之发生多次运移、聚集、散失和再聚集[4,7]。地质构造与演化历史的复杂性,使油气分布规律独具一格[8,9]。

1.2 新生代构造运动强烈

西藏地区是当今地球上最高、最年青的隆起区,被称为"世界屋脊"。据黄汲清等(1979)研究,昆仑-羌塘地区上新世(7×10^6 a)上升速度为 0.4 mm/a;第四纪上升速度为 1 mm/a. 如此快速的上升速率,对区内已形成的油气藏无疑将起重大的影响。刘增乾、潘桂棠(1990)认为,西藏地区新生代构造运动可分为以下几个阶段。

(1) 始新世特提斯洋消亡期 始新世末-渐新世末西藏地区地壳开始大规模活动,始新世中期西部的特提斯残洋消亡。并因自北而南的挤压应力场产生了大量东西向褶皱、冲断及伴生的剪切、走滑和岩浆活动。

(2) 渐新世-中新世高原雏型奠定期 构造作用方式、古地理格局、古气候、沉积作用和岩浆活动等特征与始新世相比发生了重大的变化。由于周边印度板块、扬子板块等刚性陆块向北、向西推移,区内陆内汇聚作用加剧,断裂带与陆块之间再次发生强烈的冲断作用,并在断裂带附近形成了一系列古-新近纪断陷盆地。

(3) 上新世-更新世整体强烈隆升期 这一时期新构造运动突出表现为原始高原面形成和高原地壳的大幅度整体隆升。由于周边断裂的强烈活动,在高原周边的压陷盆地内,发育了巨厚的磨拉石建造。区内几条主干断裂此期继续频繁活动,柔性地壳因受陆内汇聚作用的影响持续强烈隆升。因围压的作用整个高原地壳在水平方向缩短,在垂直方向上叠加增厚[4,7]。

1.3 壳幔结构特殊

据李廷栋(1988)资料,西藏地区地壳厚度平均 60~70 km,是正常大陆地壳的 2 倍多;岩石圈的厚度 89~140 km,远比周边古大陆岩石圈的厚度小得多,具显著的地壳厚岩石圈薄的特性。据潘桂棠 (1994)研究,岩石圈在垂向上表现为多层圈结构,并在上部地壳内 10~30 km 和幔内 140 km 左右存在两个低阻层。反映壳幔内部存在区域的和局部的热异常体,它们可能是壳内熔融或岩浆束。区内区域地热背景高(羊八井地热田热流值平均 215.2 mW/m^2) 和地温梯度高(拉萨河谷地温梯度 3.8 ℃/hm),亦反映区内大部分工区具高热异常。壳幔结构的这种特殊性及其在地热场上的反映——高热异常,不论对已形成油气的演化,还是对正在形成烃的成熟度影响都是巨大的[7,9]。

2 含油气区与含油气盆地

据西藏地区微板块组成,由北而南可划分为以下五个含油气区及其含油气盆地(图 1)[5,10,11]。

2.1 柴达木(及边缘)含油气区

位于青藏高原北部,具新元古代褶皱基底,其上发育震旦—早古生代碳酸盐岩稳定沉积。早古生代晚期分别与中祁连陆块及东昆仑和北羌塘—昌都陆块缝合,使震旦—早古生界发生褶皱、变质。晚古生代该陆块隆起成为剥蚀区,由于走滑拉分,北缘宗吾隆山、青海南山成为小海槽,南缘南昆仑带与扬子陆块再次分离。早三叠世扬子陆块向柴达木陆块俯冲,形成柴达木陆块南缘的陆缘火山弧。中晚三叠世其与扬子陆块碰撞,发生弧后冲断,形成弧后前陆盆地[1,5]。

柴达木盆地形成于晚三叠世,盆地主要发育侏罗系—白垩系、渐新统—上新统及第四系 3 套生储盖组合。

(1) 侏罗系—白垩系生储盖组合 主要分布在北部,厚 1 535~3 337 m,中、下侏罗统主要为湖泊、沼泽相,厚 200~1300 m,是较好生油层,上侏罗统—白垩系棕红色碎屑岩和泥岩为储盖层。

(2) 古-新近系生储盖组合 厚 8~10 km,渐新统主要为暗色泥质岩,中新统—上新统为向上变粗的杂色碎屑岩、泥岩及石膏层,构成另一个生储盖组合。

(3) 第四系生储盖组合 沿盆地中轴线分布,厚 100~1 000 m,为湖沼相暗色泥质岩夹细砂岩、粉砂岩,为产气层。

柴达木盆地北缘及南缘发育一些晚三叠世以后由基底断陷而形成的中新生代盆地。其中主要有民和盆地和库木库里盆地。民和盆地形成与中祁连陆块内的基底断陷有关,面积 1.5×10^4 km^2,中新生界厚 2.7~

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

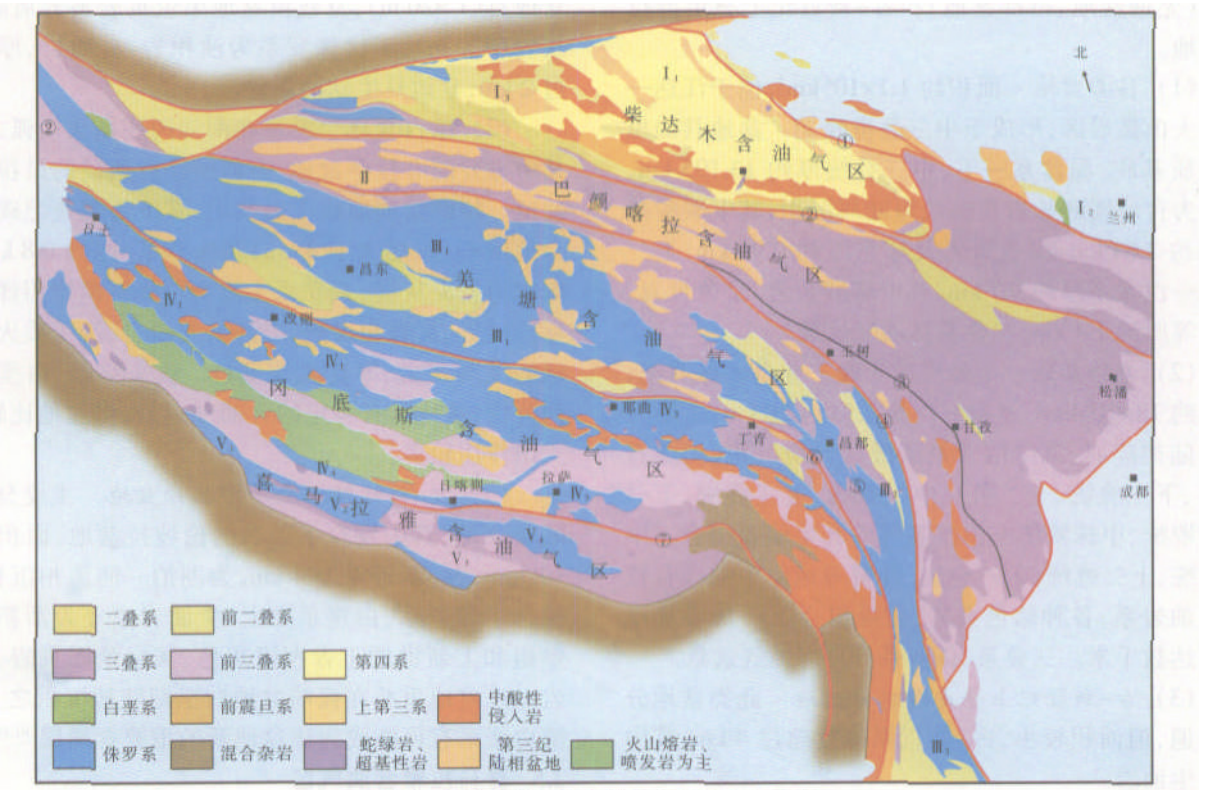


图 1　西藏地区含油气区与含油气盆地分布

Ⅰ—柴达木含油气区：$Ⅰ_1$—柴达木盆地，$Ⅰ_2$—民和盆地，$Ⅰ_3$—库木库里盆地；Ⅱ—巴颜喀拉含油气区；Ⅲ—昌都-羌塘含油气区：$Ⅲ_1$—羌塘盆地，$Ⅲ_2$—昌都盆地，$Ⅲ_3$—兰坪-思茅盆地；Ⅳ—冈底斯含油气区，$Ⅳ_1$—班公湖盆地，$Ⅳ_2$—班戈盆地，$Ⅳ_3$—那曲盆地，$Ⅳ_4$—日喀则盆地，$Ⅳ_5$—拉萨盆地；Ⅴ—西马拉雅含油气区，$Ⅴ_1$ 普兰盆地，$Ⅴ_2$—定日盆地，$Ⅴ_3$—岗巴盆地，$Ⅴ_4$—江孜盆地. ①—柴北缝合带，②—东昆仑南缘缝合带，③—甘孜-理塘缝合带，④—金沙江缝合带，⑤—澜沧江缝合带，⑥—怒江缝合带，⑦—雅鲁藏布江缝合带

4.7 km，生储盖组合与柴达木盆地相似，勘探目的层为上侏罗统与下白垩统；库木库里盆地位于柴达木盆地南缘，为古-新近纪盆地，面积约 2×10^4 km^2，古-新近系具有含油气远景。

2.2　巴颜喀拉含油气区

位于柴达木—北方陆块、扬子陆块及羌塘—昌都陆块之间，区内主体为浅变质的中晚三叠世半深海沉积。对该区基底有种种推测，笔者认为，北部西秦岭区基底为中晚三叠世扬子陆块向羌塘、柴达木陆块楔入而形成的火山岛弧；南部中咱陆块区基底为二叠纪从扬子陆块西部分裂出去的陆块；从早二叠世晚期—中三叠晚期存在两个沉积间断期分析，松潘—马尔康区基底为扬子陆块与柴达木—北方陆块碰撞产生的复理式沉积；可可西里—雅江区基底为早中三叠世扬子陆块向中咱陆块俯冲，形成的边缘前陆—残留洋盆。

据本区三叠系基底特征与演化，巴颜喀拉区的性质应属边缘前陆—残留盆地，在晚三叠世晚期转化为造山带，一般不具成油气条件，只是中新生代，由于印度板块的碰撞及陆内汇聚，本区发生左行走滑拉分，形成一些近东西向展布的古-新近纪陆相盆地，其中可可西里盆地面积较大（2×10^4 km^2），古-新近系具含油气远景。

2.3　羌塘—昌都含油气区

位于金沙江缝合带与怒江缝合带间的羌塘—昌都陆块上，该陆块分别由来自冈瓦纳大陆北缘的南羌塘陆块和来自中国南方大陆的北羌塘—昌都陆块组成。昌都陆块具前震旦纪及早古生代变质基底，其上发育泥盆系—石炭系、二叠系—下、中三叠统、上三叠统—侏罗系、白垩系等生储盖层组合。南羌塘陆块最老地层为前泥盆系戈木日群，李才（1990）把该群下部深变质部分与念青唐古拉的前震旦系对比；将上部浅变质的岩组划入上石炭统—下二叠统，其上发育二叠系—下、中三叠统、上三叠统、侏罗系等生储盖层组合[12-16]。

由于巴颜喀拉盆地洋壳沿金沙江俯冲（晚二叠世—中晚三叠世），羌塘—昌都陆块东缘，形成了江达—维西陆缘火山岩浆弧及昌都弧后前陆盆地，陆块北缘基本上为中侏罗世雁石坪群所掩盖。羌塘—昌都陆块南部连接冈底斯陆块的怒江缝合带，余光明等（1990）认为，怒江带是一个走滑构造边界，因此，羌塘陆块南缘在侏罗纪以前应是被动边缘，侏罗纪以后成为活动边缘[3,17]。

本区主要发育了两类含油气盆地类型：弧后前陆

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

盆地(羌塘盆地、昌都盆地)和古-新近纪上叠走滑拉分盆地。

(1) 昌都盆地 面积约 1.1×10^4 km^2,位于江达—维西火山弧后区,形成于中三叠世晚期。盆地具加里东变质基底,泥盆系—下、中三叠统厚约 13.195 km,主要为台地碳酸盐岩及滨浅海陆屑沉积,其中碳酸盐岩厚约 2.64 km,深色页岩及煤系厚约 0.96 km;上三叠统—白垩系厚约 9.7 km,其中碳酸盐岩、暗色页岩、煤系等厚约 1.4 km,三叠系具油气远景。

(2) 羌塘盆地 主要形成于晚三叠世—侏罗纪,面积约 18×10^4 km^2. 泥盆—白垩系厚约 20 km,主要为浅海陆架碎屑、滨岸沼泽及碳酸盐台地沉积,构成石炭系、下二叠统、上二叠—中三叠统、上三叠统、下—中侏罗统、中侏罗统—白垩系等 6 套生储盖组合。中石炭统、上二叠统、上三叠统、侏罗等地层中都含有较好生油岩系,各种暗色页岩、含煤组合及石灰岩等厚度可达数千米。三叠系、侏罗系具良好油气远景。

(3) 古-新近纪上叠走滑拉分盆地 此类盆地分布普遍,但面积较小,古-新近系厚度超过 4 km,其中见有生油岩。

2.4 冈底斯含油气区

位于怒江缝合带与喜马拉雅缝合带之间的冈底斯陆块上,该陆块于三叠纪前从冈瓦纳大陆分裂出。前震旦纪基底主要出露在念青唐古拉山,其上主要为古生代碳酸盐台地沉积(厚 4~7 km),但它后期多被火山岩浆弧冲断,形成若干与火山弧有关的断陷盆地,其内发育了 4~10 km 的中生代沉积。陆块北缘三叠纪为被动边缘,中、晚侏罗世演变为活动边缘,陆块南部喜马拉雅洋于中晚侏罗世—白垩纪发生俯冲,形成沿喜马拉雅缝合带北缘分布的冈底斯火山岩浆弧,晚白垩世末—古-新近纪初,喜马拉雅洋消亡,并与印度板块碰撞,本区主要发育弧前、弧内及上叠走滑拉分三种含油气盆地类型。

(1) 弧前盆地 分布在北部及南缘火山弧与缝合带之间。北缘弧前盆地沿陆块北缘分布,东段的那曲一带发育较好,下部木嘎岗日群(J_1-J_2)为一套浅变质富火山碎屑复理石沉积,厚约 14 km,其上沙布罗组(J_3)、川巴组(J_3—K_1)、多巴组(K_1)为一套厚约 1.5~2.0 km 的滨、浅海碎屑岩夹碳酸盐岩,上部夹煤线。由西向东按发育程度分为班公湖、班戈、那曲 3 个盆地,它们下部复理石沉积部分遭受浅变质,但上部数千米厚的陆架沉积,从八宿向西到日土、长约 1 530 km,宽约 60~150 km,面积约 1.6×10^4 km^2,具有较好的成油气条件。南缘弧前盆地主要有日喀则盆地,面积 1.0×10^4 km^2,发育在岩浆弧与混杂岩带之间。沉积物主要为来自火山弧和俯冲杂岩体的白垩系,包括日喀则群复理石(1 920 m),及残留盆地黑色页岩夹岩屑砂岩、灰岩(820 m),下伏侏罗系为浊积岩、硅质岩,厚度超过 2 km,盆地具生储油条件。

(2) 弧内盆地 发育在南部冈底斯火山弧之内,其中重要的有拉萨盆地,类似的还有西段的昂拉仁错盆地。拉萨盆地形成于白垩纪,其下为三叠纪碳酸盐台地沉积(厚度大于 3 km)和侏罗系(厚约 0.8 km)浅海碎屑岩夹灰岩。白垩系主要为泻湖—滨岸沼泽及潮坪碎屑岩、页岩和煤线,上部夹安山岩、流纹质火山角砾岩及凝灰岩,厚度大于 3 km. 从侏罗系、白垩系沉积分析,盆地具有一定的含油气远景,但盆地比较小,火山作用较多。

(3) 古-新近纪上叠走滑拉分盆地 主要分布于陆块北部,其中发育了著名的伦坡拉盆地,面积 0.8×10^4 km^2,古-新近系厚 4 km,为湖泊—河流相沉积,不整合于侏罗系、白垩系之上,生油岩主要为渐新世牛堡组和上新世的丁青湖组灰色、灰绿色泥页岩、泥灰岩。该盆地重叠在弧前盆地白垩纪陆架沉积之上,推测白垩系有可能成为该盆地新的重要含油层[10,16,18]。

2.5 喜马拉雅含油气区

位于雅鲁藏布江缝合带以南,为印度板块北部边缘,通常以喜马拉雅山断裂为界分为南喜马拉雅带和北喜马拉雅带。南带前震旦基底横贯全区,之上发育完整的震旦系—白垩系,厚约 14.5 km,三叠系以下地层主要为砂岩、页岩夹灰岩,砂岩成熟度比较高,为印度大陆北缘稳定地台沉积 晚三叠世以后沉积环境多变,发育了滨海、浅海、生物礁、深水碳酸盐、浊积岩、等深积岩、远洋沉积等,厚度超过 6 km,南带三叠纪开始形成被动大陆边缘,发育冈巴等盆地。北带主要为晚三叠世—白垩纪深海及远洋沉积和大洋闭合后的古-新近纪残留盆地以及晚三叠世喜马拉雅海槽扩张时沉积的大陆边缘碳酸盐孤立台地,主要沉积物为黑色泥页岩、放射虫硅质岩夹粉砂岩、石英砂岩、玄武岩,厚约 11 km. 大洋封闭后,在残留盆地内发育了 0.65 km 古-新近纪石英砂岩及灰岩斜坡—陆隆沉积,发育有普兰盆地、定日盆地、江孜盆地,4 个盆地面积约 9×10^4 km^2,有生油层和储集岩,侏罗系—古-新近系具油气远景。

3 油气资源评价基本思路

3.1 含油气实体——油气评价基本单元

通常把盆地作为油气评价的基本单元,把含油气系统作为与烃源层有关的油气生—运—聚单元,把成藏组合作为油气聚集单元。由于西藏地区地质构造复杂、地史演化曲折、新构造运动强烈,上新世以来各成盆期形成的原型盆地,绝大部分已被破坏或改造,现

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

今存在的盆地大部分是一些不具完整盆地外型的残盆。因此，对于西藏地区来说油气勘查和评价的基本单元不能囿于传统的盆地概念。因为油气成藏区块，可以是现今仍具盆地外型的新生代盆地，可以是现今不具盆地外型的残余盆地，也可以是构造的某一部位或沉积的某一相体。本文把凡是具备油气成藏条件的单元称为实体，并提出把实体作为构造变动复杂的西藏地区油气评价的基本单元。一个含油气实体，可以是一个盆地，也可以是一个残盆，甚至是某一构造残块或某一沉积残体，但它必须具备油气成藏的基本条件，即烃源、储集层、盖层和圈闭，并有自己独立的油气水封闭系统。含油气实体概念的提出，对构造变动复杂地区扩大油气资源评价范围，提高油气资源评价质量，将具有理论和实际意义[2,18]。

3.2　含油气实体——油气勘探对象

含油气实体既是油气评价的基本单元，也是油气勘探的对象。对于西藏地区来说，这个实体必须是相对稳定并且保存条件好。西藏地区从油气成藏条件分析，烃源岩和储集岩，在地质历史中不同时期、不同地区都有所发育，这已为区内大量的油气显示和伦坡拉盆地的油气所证实。油气成藏的圈闭条件，由于区内构造类型多样，岩性、岩相多变，不论是构造圈闭，还是非构造圈闭普遍具备，那么决定油气成藏的最重要因素应是保存条件，因为区内多期而又强烈的构造运动，可使已形成的油气因剥蚀、断裂、褶皱、岩浆等作用而大量散失，使油气成藏复杂化。因此，寻找相对稳定的保存条件好的实体是西藏地区进行油气勘探的主要对象和开展油气评价与勘探部署的首要工作。

3.3　含油气系统保存条件——油气评价核心

伦坡拉盆地油气、隆鄂尼古油藏及大量油气显示表明，西藏地区有许多曾经有过油气生成与聚散的实体（盆地、残盆、构造残块、沉积残体等），只是后期剧烈的构造运动，不同程度地破坏了早期油气封存系统，使早期成藏过程为无效成藏。此外，新生代与高原隆升相伴随的区域高地温环境，对二次生烃与晚期成藏也有着重大影响。因此，西藏地区油气评价诸因素中含油气实体的保持、封存条件将是油气成藏和评价的核心。保存条件的内容包括生烃、散烃时间，圈闭形成、破坏时间，排烃、圈闭匹配时间及盖层的封盖性等。总之，要把含油气系统分析作为油气评价的基本内容，其中又要特别突出保存条件这个核心内容。

4　含油气远景

4.1　油气资源预测

（1）生烃量估计　西藏地区油气勘探处于早期含油气区与盆地评价阶段，生烃量潜力估算具有重要参考意义。生烃量估算方法多种，鉴于西藏地区整体而言，烃源岩样多为地表样，风化和演化程度普遍较高，采用有机碳法估算生烃量具较好代表性。烃源岩原始有机碳随着成熟度的增加烃类不断生成和排出，使烃源岩原始有机碳中的富氢碳（烃）逐渐减少，而成为残余有机碳，它们之间的差值即为烃源岩生成并排出烃类。单位面积生烃量是烃源层纵向上生成（或排出）烃的总量，它是烃源层厚度、有机质丰度、有机质类型和成熟度的综合反映，衡量某区含油气性的重要指示。据赵政璋等（2000）资料，西藏地区主要烃源层生烃量如表 1 所示。从表 1 中看出，西藏地区主要烃源层生烃总量为 38 129×10^8 t，就生烃量而言，昌都盆地最大（36.9%），比如盆地其次（32.6%），羌塘盆地再次（26%）。

（2）远景资源量　生烃量折算为资源量的关键是油气运聚系数的选取。油气运聚系数受多种地质因素影响，如何选取难度较大。西藏地区属勘探程度很低地区，一般低勘探程度地区主要采用类比法选取运聚系数。赵政璋等（2000）参照羌塘盆地模拟所得运聚系数，国外一些可类比盆地的运聚系数以及塔里木盆

表 1　西藏地区主要烃源层生烃量计算结果（据赵政璋等，2000，有修改）

盆地	层位	主要岩性	面积（10^4 km^2）				单位面积生烃强度（10^9 kg/km^2）			生烃量（10^{13} kg）			
			轻质油气	凝析气	干气	总面积	轻质油气	凝析气	干气	轻质油气	凝析气	干气	总生烃量
羌塘盆地	J	灰岩、泥岩	2.65	3.48	3.41	7.66	1.5~20.96	1.72~11.65	0~14.35	18.15	14.72	12.54	45.41
	T_3x	泥岩	0.38	3.37	5.57	11.70	0~1.5	1.5~5.0	2.4~8.5	0.48	9.72	43.71	53.90
措勤盆地	K_1l	灰岩类				7.16	0.66（总生烃强度）				3.74	0.99	4.73
	K_1c	泥岩类				5.85	1.7（总生烃强度）				4.10	5.86	9.96
比如盆地	K_1dn	泥岩类				5.64	16.08（总生烃强度）				14.12	76.52	90.64
	$J_{2-3}l$	泥岩类				4.33	7.78（总生烃强度）				6.06	27.65	33.72
昌都盆地	J_2	泥岩类				6.57	1.16（总生烃强度）				1.98	5.65	7.62
	T_3	泥岩灰岩				8.74	5.95（总生烃强度）				14.07	37.89	51.96
	P_2	泥岩类				8.42	5.49（总生烃强度）				10.07	37.80	47.87
	C_1	泥岩类				8.61	3.86（总生烃强度）				5.08	28.10	33.18
可可西里盆地	N_1wd	泥岩、油页岩、灰岩				2.20	0.75			0.65		0.1	0.75
西藏地区	总计					34.91				103.71		277.58	381.29

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

地的运聚系数，对西藏地区主要盆地烃源层资源量估算结果如表 2 所示[12-14]，从表 2 可以看出，西藏地区总远景资源量约 90×10^8 t，其中轻质油气约 42×10^8 t (46.9%)；凝析油约 20×10^8 t (22.2%)；天然气尽管生成量大，但运聚系数很低，资源量只 27.4×10^8 t (30.4%)。就盆地而言，羌塘盆地 52.9×10^8 t 最大 (58.8%)，昌都盆地次之，比如盆地再次。就层位而言，

表 2　西藏地区重要盆地烃源层资源量(据赵政璋等，2000)

盆地	层位	远景资源量(10^8 t)			
		轻质油气	凝析气	干气	总远景资源量
羌塘盆地	J_2–T_3x	32.83	14.85	5.26	52.94
措勤盆地	K_1l		3.74	0.1	3.83
	K_1c		4.11	0.59	4.69
	合计		8.63	0.76	9.39
比如盆地	K_1dn		1.41	7.65	9.06
	J_2–$_3l$		0.06	2.77	3.37
	合计		2.02	10.42	12.44
昌都盆地	J_2		0.2	0.57	0.76
	T_3		1.41	3.79	5.2
	P_2		1.01	3.78	4.79
	C_1		0.51	2.81	3.32
	合计		3.12	10.94	14.06
可可西里盆地	N_1wd	0.65		0.1	0.75
西藏地区	总计		62.1	27.48	89.58

主要为中生界占总资源量的 90.5%.

4.2　勘探有利实体的选择

西藏地区由于地质构造背景复杂、油气地质条件特殊，油气勘探有利实体的选择，既要立足不同实体(盆地、残盆、残块、残体等)油气的资源量，更要强调前面提及的油气资源评价基本思路，强调实体的油气保存，封盖性及含油气系统分析[2,12,13]。

4.2.1　首选勘探实体——羌塘盆地(18×10^4 km^2)

具备形成大中油气田条件。赵政璋等(2000)对西藏地区主要盆地烃源层进行了综合评价，羌塘盆地排序第一。具 T_3x、J_2b、J_2x 和 J_3s 多套烃源层，其中侏罗系海相烃源层残余有机碳质量分数为 0.2%~1%、镜质体反射率为 0.8%~1.3%、生烃强度 $5\sim6\times10^6$ t/km^2、有效厚度 500~1000 m，有机质多为Ⅱ型，为较好烃源岩，并具多期生烃过程。有机碳法估算盆地总生烃量 $9\,931\times10^8$ t，远景资源量 52.95×10^8 t[12,15,20].

盆地发育碳酸盐岩及碎屑岩储集层。据隆鄂尼古油藏 51 块中侏罗统曲布组白云岩样品分析，孔隙度 2%~26.2%，渗透率 $63.3\times10^{-3}\sim223\times10^{-3}$ μm^2，物性较好。生物礁、颗粒岩分布于中央隆起西侧，单个礁体厚 5~200 m，延长 10~3 000 m. 碎屑岩样品分析，孔隙度 1~9%，渗透率 $0.1\times10^{-3}\sim55\times10^{-3}$ μm^2，随勘探工作深入，可能将发现河流、三角洲相物性较好碎屑岩。

中侏罗统夏里组泥岩厚 80~1 000 m，石膏盐岩厚 10~7 189 m，平均渗透率 0.001×10^{-3} μm^2，突破压力 9~18 MPa，具良好的封盖性能。

构造相对稳定，地层相对保存完整：羌塘盆地虽是一个残留构造盆地，但具“一隆两坳”格局。其中，北羌塘坳陷中西部和南羌塘坳陷中东部保存条件较好，存在若干可供勘探含油气实体[12,15,20,21,22]。

羌塘盆地油气勘探的不利因素主要是部分生储盖组合出露地表，成藏期伴随多期构造运动，后期抬升剥蚀，油气保存条件相对较差[11,17]。

(1) 羌北坳陷西部与羌中隆起西部过渡区　包括石水湖—东湖地区，目的层上三叠统肖茶卡组，中侏罗统布曲—夏里组及上侏罗统索瓦组[12,15]。该区具备有利生储盖层，位于隆—坳过渡区有利油气运聚，圈闭发育(如金星湖背斜带，光明湖背斜带，托纳木笙根背斜带及断裂组合)，油气保存条件较好(后期改造强度较弱，上侏罗统及古–新近剥蚀程度较低火山活动相对较少)。

(2) 羌南坳陷东部与羌中隆起东部过渡区　包括比洛错—土门地区，目的层为上三叠统肖茶卡组，其次为中侏罗统曲布—夏里组，上侏罗统索瓦组[12,15]。该区具备有利生储盖组合，位于隆—坳过渡区有利油气运聚，存在着有利局部构造(如毕洛错—鄂斯玛、达卓玛、巴构桑木雀等背斜带及断裂组合)，保存条件较好(后期改造较弱，上侏罗统、白垩统及古–新近剥蚀较少)已发现隆鄂尼等侏罗系古油藏。

4.2.2　远景勘探实体

(1)　措勤盆地　面积 10.4×10^4 km^2，位于冈底斯—念青唐古拉地块北侧西段，是西藏地区油气生成重要盆地之一，生烃条件仅次于羌塘盆地。主要烃源层下白垩统海相碳酸盐岩残余有机碳质量分数为 0.1%~1%，镜质体反射率为 1.2%~1.57%，有机质Ⅱ型为主，有效烃源层厚 250~300 m，生烃强度 $1\sim25\times10^6$ t/km^2，总生烃量 $1\,624\times10^8$ t，总资源量 9.30×10^8 t. 盆地后期构造断裂发育可能破坏早期油气聚集，但它在一定程度上也给新的油气运移聚集提供了条件。区内地表油气显示少，反映油气散失不严重，可能还有部分油气资源得到保存[13,14,23]。

(2) 比如盆地　面积 5.4×10^4 km^2，位于冈底斯—念青唐古拉地块北侧东段，是西藏地区油气生成另一重要盆地，生烃条件仅次于羌塘、措勤盆地。主要烃源层侏罗系海相泥质岩残余有机碳质量分数为 0.1%~0.8%，镜质体反射率为 1.49%~3%，有机质Ⅱ型为主，有效烃源层厚 1.0~1.8 km，生烃强度 $6\times10^6\sim15\times10^6$ t/km^2，总生烃量 $12\,435\times10^8$ t，总远景资源量 12.4×10^8 t. 盆地东部、中部变质作用及岩浆活动相对较弱，具有一定找气远景[13,14]。

(3) 昌都盆地　面积 1.1×10^4 km^2，位于羌塘—昌

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

都板块东南,是西藏地区油气生成盆地之一。主要烃源层石炭—二叠系和三叠—侏罗系泥岩,残余有机碳质量分数 0.24%~0.9%,镜质体反射率为 1.4%~1.9%,有机质Ⅱ–Ⅲ型、有效烃源层厚度 120~1 200 m,生烃强度 8×10^6~12×10^6 t/km^2,总生烃量 $14\,064\times10^8$ t. 总资源量 14×10^8 t. 盆地断裂活动较强,并见变质及岩浆作用,但生烃量大,在保存较好地区具有找气远景[13,14]。

(4) 岗巴—定日盆地 2.3×10^4 km^2 位于印度板块北缘。白垩系暗色海相泥岩残余有机碳质量分数 0.5%~1.3%、镜质体反射率为 1~3%,有机质Ⅱ型为主,为较好生烃源层,区内推覆构造发育,部分中新生界暴露地表并强烈变形,但推覆构造内幕仍具有一定的含油气运量[1,2,13]。

西藏地区油气资源评价与勘探,虽近年来加大了力度,但总的来说勘探程度还很低。研究结果表明,西藏地区曾经有过大规模的生烃过程,油气远景资源量巨大,可供勘探的类型多种、区域广阔,它具备成为我国西部 21 世纪油气资源战略接替区的油气地质条件。只要我们战略上树立信心,战术上科学地、认真地做艰苦工作,在不远的将来在首选勘探实体和远景勘探实体地区内一定可以找到较大规模的油气田。

参考文献:

[1] 中国石油地质志编委会,青藏油气区[M]. 北京:石油工业出版社,1987.

[2] 丘东洲. 西藏地区油气资源评价的几个问题[J]. 特提斯地质,1997,21:1–5.

[3] Beydoun Z R. Arabian plate hydrocarbon geology and potential–a plate tectonic approach. Tulsa,USA:AAPG Studies in Geology. 33,1991:1–69.

[4] 刘增乾,徐 宪,潘桂棠. 青藏高原大地构造与形成演化[M]. 北京:地质出版社,1990.

[5] 吴应林,李兴振,丘东洲. 青藏高原构造演化与含油气盆地分析[J]. 地球科学,1996.21(2):129–135.

[6] 何治亮,刘继顺. 青藏高原油气地质条件与勘探方向[J]. 石油与天然气地质,1996,17(1):87–94.

[7] 潘桂棠,王培生. 青藏高原新生代构造演化[M]. 北京:地质出版社,1990.

[8] 雷清亮,戴国汉,付孝悦. 西藏油气远景分析[J]. 石油与天然气地质,1996,17(1):22–26.

[9] 余光明,王成善. 西藏特提斯地质[M]. 北京:地质出版社,1990.

[10] 叶和飞,罗建宁. 特提斯构造域与油气勘探[J]. 沉积与特提斯地质,2000,20(1):1–27.

[11] Mason F. Petroleum Geology in China [M]. A United Nation project,published by pennwell Books,1982.

[12] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原羌塘盆地石油地质[M]. 北京:科学出版社,2001.

[13] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原海相烃源层的油气生成[M]. 北京:科学出版社,2001.

[14] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原中生界沉积特征及油气储盖特征[M]. 北京:科学出版社,2001.

[15] 王成善,伊海生. 西藏羌塘盆地地质演化与油气远景评价[M]. 北京:地质出版社,2001.

[16] 丘东洲. 中国三叠纪特提斯岩相古地理与油气前景[A]. 中国西部特提斯构造演化及成矿作用[C]. 成都:电子科技大学出版社,1991.208–210.

[17] Taner Ⅰ, Meyerhoff A A. Journal of Petnolewn Geology[J]. 1990,13(2):157–178;1990,13(3):289–314.

[18] 甘克文. 特提斯域的演化和油气分布[J]. 海相油气地质,2000,5(3–4):21–30.

[19] 罗建宁,谢 渊,王小龙,等. 羌塘盆地石油地质条件与初步评价[J]. 沉积与特提斯地质,2003,23(1):1–15.

[20] 余家仁,雷怀玉,王 权,等. 羌塘盆地构造单元划分及含油气评价[J]. 新疆石油地质,2003,24(6):509–512.

[21] 王宜昌,杨 辉,郭祖军. 羌塘盆地重力均衡及其地质意义[J]. 新疆石油地质,2003,24(2):107–109.

[22] 王宜昌,王永涛. 羌塘地区壳内低阻层特征及初步认识[J]. 新疆石油地质,2001,22(6):472–474.

[23] 吴孔友,洪 梅. 西藏措勤盆地它是错深凹陷子含油气系统[J]. 新疆石油地质,2001,22(2):119–121.

Tibet—A New Take-Over Region for Petroleum Resources of 21st Century in West China

QIU Dong-zhou

(Chengdu Institute of Geologic Minerals, Ministry of Territory Resources, Chengdu, Sichuan 610082, China)

Abstract: This paper discusses the petroliferous property of Tibet region in light of characteristics of its regional geological structure and petroleum geology with analysis of its petroliferous areas and basins. In view of the unique feature in petroleum accumulation condition, Tibet region can be divided into five petroliferous areas such as Qaidam (margin), Bayankelahan, Qiangtang-Changdu, Gondis and Himalayan ones. As for petroleum resource assessment of their complex structural areas, this paper proposes a concept of petroliferous body composed of basin, residual basin, remnant structural mass and relic deposit, which is regarded as the basic unit for petroleum resource assessment, the target for oil-gas exploration and the core of evaluation. In addition, this paper makes an analysis and estimation of hydrocarbon-generated amount, potential resource amount in main basins of Tibet. The result shows that the petroleum resources amount to 9 billion tons, revealing its bright future for exploration, in which Qiangtang basin should be selected as an optimal body, and other basins like Cuole, Biru, Changdu and Gonba-Riding could be as prospective bodies.

Key words: Tibet; petroliferous basin; sequence; prospect; petroliferous body

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net