

文章编号: 1009-3850(2003)01-0069-06

羌塘盆地最大规模沥青脉的发现及其意义

杜佰伟, 谭富文, 王 剑, 王小龙

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 在羌塘盆地已经发现了 190 余处油气显示。近年笔者在盆地北部晚侏罗世地层中发现了迄今最大规模的沥青脉。研究表明, 该沥青脉产出于上侏罗统索瓦组地层之中, 地层下部系与沥青脉的形成有一定关系的中侏罗统夏里组局部含油气显示的盐丘。沥青族组分(%)为: 饱和烃 5.72、芳烃 18.46、沥青质 52.37、非烃 23.45, 说明该沥青脉经过了运移、氧化的过程。同时, 沥青脉产出于复背斜范围内, 利于油气聚集成藏。这一发现对于羌塘盆地的油气地质的作用具有现实意义。

关键词: 羌塘盆地; 晚侏罗世; 沥青脉

中图分类号: TE122.3 文献标识码: A

1 前言

在石油勘探的早期, 地表沥青提供了很重要的油气地质信息, 而被认作是重要的油气显示, 为石油地质工作者所重视^[1]。凡有沥青苗产出的地方, 在有适宜的地下圈闭的情况下, 地下很有可能有油气的存在(如美国加利福尼亚), 并且有可能聚集成藏。1994~1997年, 在对羌塘盆地的石油地质填图过程中, 发现了大量的油气显示。2001年开始, 笔者等人对盆地内的油气资源远景作进一步研究。2002年5月, 在双湖西北地区晚侏罗世地层中发现了盆地迄今最大规模的沥青脉出露点, 这一发现预示盆地具有的良好找油前景。

2 地质背景

羌塘盆地位于西藏北部、青海南部, 南北分别以班公湖-怒江缝合带和西宁-金沙江缝合带为界, 东西以缺失侏罗纪地层为界, 面积约 $16 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。构造上位于著名的产油构造带——特提斯构造带的东段中部^[2~9]。盆地内三叠系、侏罗系分

布广泛, 是我国最大的中、新生代盆地之一。羌塘盆地总体上呈东西向的菱形展布, 具有南北分带、东西分区的构造格局^[3]。

2.1 羌塘盆地沉积构造特征

羌塘盆地经历了古特提斯与中特提斯洋的盆山转换过程, 盆地性质也经历多期的转变, 总体表现为多期控制叠加以中生界海相沉积为主体的大型复合型沉积盆地。根据航磁异常和 MT 基底埋深, 可以将羌塘盆地划分为 3 个次级构造单元, 即北羌塘拗陷带、中央隆起带和南羌塘拗陷带^[7](图 1)。

羌塘盆地内沉积岩覆盖面积达 70% 以上, 基底为元古界变质岩系, 其上为中泥盆世到晚侏罗世的海相堆积物, 持续演化了近 200Ma。盆地南北两个拗陷带的沉积物特征和厚度具有较大的差异。总体上看, 海相堆积物厚度达 10000~12000m, 分布广泛。而白垩系到新近系的陆相沉积地层零星分布, 厚度为 0~6000m^[8]。

1. 北羌塘拗陷带

北羌塘拗陷带位于中央隆起带北侧, 总体上呈东西走向。早中三叠世盆地受南北向的挤压, 北美

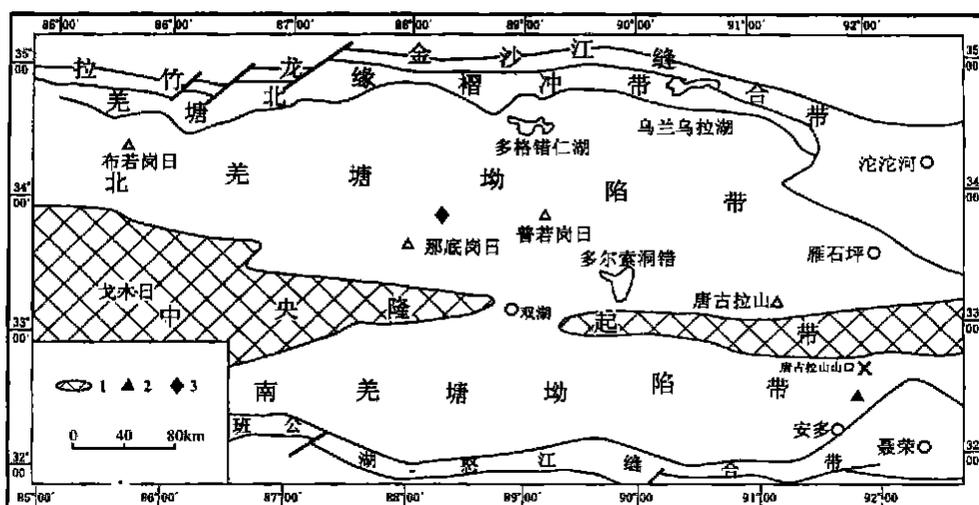


图1 羌塘盆地区域构造位置图

1. 隆起区; 2. 油气显示; 3. 2002年新发现沥青脉

Fig. 1 Tectonic settings of the Qiangtang Basin in northern Xizang

1= uplifted area; 2= oil shows; 3= asphalt veins found in 2002

塘坳陷带南部热觉茶卡地区发育一套浅水陆棚海湾河流沉积, 分布较局限, 岩性为碎屑岩夹灰岩, 古流向为 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。上三叠统肖茶卡组为碎屑岩夹灰岩、火山岩沉积, 广泛分布。侏罗系由两套海侵-海退沉积地层组成, 分布广泛, 出露较好。下部由那底岗日组、雀莫错组和布曲组地层组成, 由下向上水体逐渐加深, 至布曲组沉积时期达到最大海侵。下侏罗统那底岗日组为火山岩及火山碎屑岩。上部沉积序列为夏里组、索瓦组和雪山组, 索瓦组沉积时期水体最大, 为一套滨海-半深海相碎屑岩-碳酸盐岩沉积。侏罗系大部分地区的雁石坪群(如雁石坪剖面、那底岗日剖面等)沉积充填具备有“三砂夹两灰”的特征^[5]。“三砂”是中侏罗统雀莫错组、夏里组和上侏罗统雪山组,“两灰”为中侏罗统和晚侏罗统索瓦组。

2. 中央隆起带

中央隆起带是南北羌塘坳陷的分界, 大体上为东西向展布, 其中西部最宽处约 160km ^[6]。它的形成演化可以分为3个阶段: 晚二叠世雏形, 晚三叠世隆起加强, 中侏罗世雀莫错期抬升幅度最大, 白垩纪与新生代遭受变形改造^[9]。地层主要由一套厚万余米的中、浅变质岩系组成, 化石稀少, 时代大体为前泥盆系。该地层在隆起带的不同地方为不同时代的地层覆盖。同时, 在隆起带边缘的那底岗日、咸水河、石水河和向阳湖一带, 侏罗系膏岩层非常发育,

这与中央隆起带控制沉积具有非常紧密的关系。

3. 南羌塘坳陷带

南羌塘坳陷带位于中央隆起带南侧, 其南界为盆地边界。南羌塘坳陷在早中三叠世处于班公湖-怒江洋的北部大陆边缘, 地层偶尔出露, 为灰岩、泥质岩等, 不见顶底。上三叠统出露较广泛, 只是没有层序完整、顶底关系清楚的剖面, 但是可分为3个岩性段: 上下部碎屑岩、中部灰岩。侏罗系具有特征的生物组合, 地层不具备“三砂夹两灰”的特征, 总体上以海相碳酸盐岩和泥页岩为主, 下侏罗统曲色组、中侏罗统色哇组为大套泥页岩, 颜色深、厚度大, 上侏罗统雪山组相变为海相碳酸岩盐沉积。随着班公湖-怒江洋盆的关闭, 南部坳陷带构造变形发育, 区内地层的变形程度明显较北部坳陷带地层强, 表现为南羌塘坳陷带地层产状多数为 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ (北部坳陷带地层产状 $25^{\circ} \sim 40^{\circ}$)^[8]。

2.2 羌塘盆地北部地层划分

盆地侏罗系沉积充填岩系出露广泛, 厚度大, 南北两个坳陷的充填具有较大的差异。北部地层的上侏罗统地层是该地区油气勘探的主要目的层位(表1)。资料表明, 对上三叠统肖茶卡组, 中侏罗统雀莫错组、布曲组、夏里组和上侏罗统索瓦组、雪山组研究的程度相对较高, 大致确定了盆地中生代地层为主要的油气研究方向, 其中肖茶卡组、布曲组、夏里组和索瓦组为主要的勘探层位^[5]。迄今为止,

表1 羌塘盆地北部侏罗纪地层划分表

Table 1 Stratigraphic division of the Jurassic strata in northern Qiangtang Basin

地 层 系 统			描 述
系	统	组	
白垩系	下统	阿布山组($K_1 a$)	青红色砾岩、砂岩、粉砂岩及泥岩沉积,局部见火山岩
侏罗系	上统	雪山组($J_3 x$) 600~1000m	以碎屑岩沉积为主,局部夹灰岩沉积
		索瓦组($J_3 s$) 200~2150m	上部为碎屑岩夹灰岩沉积;下部为碳酸盐岩沉积,局部夹膏岩层
	中统	夏里组($J_2 x$) 80~2230m	上部、下部为砂岩沉积,局部发育多层膏岩;中部为碳酸盐岩沉积
		布曲组($J_2 b$) 422~1447m	灰—深灰色中—薄层状碳酸盐岩沉积
		雀莫错组($J_2 q$) 135~1812m	上部、下部为砂岩沉积;中部为碳酸盐岩沉积
下统	那底岗日组($J_1 n$) 70~1673m	下部为火山岩或火山碎屑岩;下部以泥质粉砂岩和粉砂质泥岩为主。与下伏地层呈角度不整合	

在羌塘盆地发现的所有油气显示中,肖茶卡组、布曲组、夏里组和索瓦组占88.42%,这也反映出它们在盆地油气研究中的地位,可能是本区油气聚集的主要层位。

3 沥青脉的发现及其特征

据不完全统计,在羌塘盆地共发现油气显示190余处(包括5处液态油苗)。1997年,大庆石油学院在承担中国石油天然气总公司委托的遥感石油地质填图期间,在羌塘盆地南部隆鄂尼地区发现储油量可达2亿吨的古油气藏1处;同时,江汉石油学院也在羌塘盆地南部比洛错地区发现油页岩1处。而在羌塘盆地北部发现的油气显示大多为油斑或油迹,规模较小,几乎没有发现可以与羌塘盆地南部相比较的油气显示点。在野外调研工作中,笔者所在的项目组在双湖西北地区东湖附近发现了藏北地区迄今为止规模最大的沥青脉出露点(图2)。

3.1 沥青脉产状及特征

在以往发现的固态油气显示中,沥青充填方式多为裂缝式,其次有晶洞、溶蚀孔隙、节理、缝合线等^[9],而笔者所发现的大规模沥青脉直接顺层分布于岩层中,这对羌塘盆地的油气前景具有非常大的意义。

该沥青脉产于一个南北向小冲沟的东岸、石膏盐丘东侧的碎屑岩层之中,顺层分布,延伸较稳定(图2-1)。通过对地表浮土进行简单剥露,揭露出的含沥青脉岩层厚5m左右,岩性以灰绿色薄层状粉砂岩和粉砂质泥岩为主。揭露的断面呈南北向延伸,其中共发现较大沥青脉7条,脉宽(厚度)1~4cm,共

计延伸长度约150m,向南被第四系浮土覆盖,向北被一近东西走向的河道冲积物掩盖。岩层中还发现有较多细小的沥青脉呈断续分布,脉宽(厚度)一般是几毫米,同时可见一些小型的沥青细脉风化残余物,呈黄褐色,延伸方向与沥青脉相同,延伸不够稳定。沥青呈黑色,具沥青质-玻璃质光泽,断口发亮呈贝壳状,摩氏硬度为3.0左右,呈脆性,比重小,能点燃并冒出浓烈的黑烟,带有明显的沥青气味,可溶于四氯化碳等有机溶剂,属石沥青^[9]。同时在地层中还发现直径约30cm,长度大于3m的含油硅化木化石(长度未完全揭露),其周缘包绕有质轻、光泽非常好、1~3cm厚的沥青。此外,在石膏盐丘中多处见顺裂隙分布的沥青和油浸石膏(图2-2),呈网状状,风化后呈烟灰状,黑色,污手,油气味。

分析表明,沥青族组分(%)为:饱和烃5.72、芳烃18.46、沥青质52.37、非烃23.45,其中非烃与沥青质含量之和达75.82%。说明它是经过运移,氧化、水解和生物降解后稠变形成的高成熟沥青。在此过程中轻组分大量散失,更多地保存了分子量较大的非烃与沥青质组分,与加拿大皮斯里费沥青脉中沥青组分(百分含量为:饱和烃7.60、芳烃20.50、沥青质48.70、非烃23.20)极为相似^[9]。

3.2 沥青脉产状成因分析

在含沥青脉地层的西面出露的盐丘中同样发现了裂隙式填充的沥青细脉和油浸石膏,这说明如此规模沥青脉的成因可能与盐丘存在着直接关系。该盐丘地表出露呈椭球状,宽度为80m,长度为150m左右。膏岩呈粒状,局部结晶为板状。其中原始地层层理十分紊乱,产状零乱不清。路线追索还发现盐



图2 沥青脉及其产区地质特征

1. 岩层中沥青脉的产状; 2. 盐丘中油浸石膏; 3. 沥青脉产出剖面全貌。J₂x, 中侏罗统夏里组; J₃s², 上侏罗统索瓦组上段

Fig. 2 The occurrence of the asphalt veins and geological features of their localities

1= occurrence of the asphalt veins; 2= oil-soaked gypsum from salt domes; 3= full view of the section for the occurrence of the asphalt veins. J₂x= Middle Jurassic Xiali Formation; J₃s²= upper member of the Upper Jurassic Suowa Formation

丘周围地层发生了复杂的变形, 岩石破碎, 向外围变形程度逐渐减弱, 到沥青脉出露的地方, 产状已可以辨认且局部可见水平层理。从区域上看, 本区索瓦组中未见膏盐层及盐丘, 而下伏中侏罗统布曲组和夏里组均含有丰富的石膏层。因此, 笔者等认为该盐丘并非索瓦组形成的, 很可能来自下伏地层夏里组或布曲组, 可能是在某个地质时期因为某个地质应力而上拱出露。盐丘的上升过程必然会导致局部应力的不均衡而导致岩层破裂, 油气沿裂隙通道上升, 上升的油气遇到上覆盖层后, 顺层充填形成现今所见的沥青脉, 同时也在上拱的盐丘中留下油气运移的证据。

3.3 油气地质特征

前面已经提到羌塘盆地南部隆鄂尼古油气藏(J₂b)和比洛错油页岩(J₁q), 它们为羌塘盆地的油气地质研究提供了丰富的研究资料, 同时也反映出羌塘盆地良好的油气远景。然而对于已经被破坏的古油藏和暴露的油页岩, 要寻找到可开发利用的油气藏, 难度较大。笔者以为, 沥青脉的发现对羌塘盆地的油气勘探提供了新的空间。

在整个羌塘盆地北部, 虽然侏罗系地层出露广泛, 但是在东湖和龙尾湖一带, 则露较少。从所观察的剖面看, 表现出的储盖组合对于油气的聚集有利。

全区大部分地区为第三系地层所覆盖, 同时上侏罗统索瓦组二段的碎屑岩封盖能力好, 延伸稳定, 构成了该区区域性的盖层。在具备了盖层的前提下, 东湖地区的油气储集是有利的, 索瓦组下段的碳酸盐岩可以作为良好的储集层, 而且也是良好的生油岩系。下伏地层夏里组、布曲组、雀莫错组及三叠系肖茶卡组在盆地内都存在油气显示, 因此可以作为该区油气成藏的有力因素。由古油藏的启示, 笔者认为夏里组-布曲组油气系统确实存在, 这个油气系统中灰岩、泥灰岩等可以作为有效的烃源岩, 布曲组的颗粒灰岩、白云岩及夏里组沉积的砂岩体都具有良好的储集能力, 而夏里组中上部的泥岩、粉砂质泥岩以及局部分布的膏岩层对于油气的封闭则起到了积极的作用。前面提到沥青脉的成因已经说明, 沥青脉可能是来源于此油气系统。同时, 该区远离班公湖-怒江缝合带, 构造、岩浆活动较弱, 有利后期的保存, 因此没有出现第二个暴露的古油藏。

盆地发育一系列复式背斜、向斜构造(表2), 多呈平缓开阔、轴面近直立, 具隔挡式特征^[9]。根据其核部或翼部地层基本判定它们的形成时间在晚侏罗世—早白垩世, 这与区内的生油时间基本是同期的, 有利于油气成藏。

表2 羌塘盆地有利圈闭简表

Table 2 The traps available in the Qiangtang Basin

背斜名称	轴 向	两翼产状	两翼地层	核部地层	估计面积 /km ²	目的层
托纳木背斜	北西西转近东西	N: 30° ∠25° S: 210° ∠40°	J ₃ -K ₁	J ₃ s ¹	442	J ₃ s、J ₂ b、T ₃ x
金星湖背斜带	东 西 向	N: 倾角 24° ~ 36° S: 倾角 23° ~ 28°	J ₃ -K ₁	J ₃ s ¹	200	J ₂ b、T ₃ x
达卓玛复背斜带	东 西 向	N: 倾角 50° ~ 60° S: 倾角 40° ~ 50°	J ₂ b-J ₃ s	J ₂ q	1150	J ₂ b、T ₃ x
龙尾湖复背斜带	近 东 西	两翼倾角 < 40°, 北陡南缓	J ₂ x、J ₃ s	J ₂ b	290	J ₂ b、T ₃ x
光明湖背斜	东 西 向	N: 358° ∠16° S: 182° ∠18°			174	J ₂ b、T ₃ x

4 含沥青脉岩层的时代分析

关于含沥青脉地层的时代问题,也取得了一些进展。据西藏自治区地质矿产局 1986 年区调资料(1:100万改则幅),沥青脉所处地层的时代为中侏罗统,称为雁石坪群(J₂ys)。1997年中国石油总公司在羌塘盆地进行遥感石油地质填图期间,将雁石坪群分为雀莫错组、布曲组、夏里组。成都地质矿产研究所在承担该区域填图工作中,因对该地层缺乏有效依据暂时将之划为中侏罗统夏里组。而野外调研过程中,除在双湖西北地区龙尾错附近地层中发现规模较大的沥青脉出露和含油的硅化木以外,笔者还发现了可以判定该地层时代的直接有效的证据。

笔者对该地层的出露部分进行了实际测量。剖面上出露部分极少,厚度仅29.44m,上部为第四系浮土所覆盖,下部为中侏罗统盐丘,剖面未见顶底。实测结果表明,沉积环境为海陆过渡环境三角洲相三角洲平原亚相,地层岩性以暗灰绿色薄层状细砂

岩、粉砂岩、泥质粉砂岩为主,局部见平行层理,岩层结构致密,硅质胶结,孔隙不发育,作为储集层的性能不佳,而封闭性能较好,可以对油气产生有效的封闭作用。实测过程中采集了多件孢粉样品和固体沥青样品,送样分析共获孢粉71粒,主要为 *Classopollis dipocylus*,产出时代倾向于晚侏罗世。同时,笔者在沿该地层走向往东约10km处,测量了一处剖面(图3)。剖面下部为一套碳酸盐岩沉积组合,岩性以泥晶灰岩、亮晶颗粒灰岩、含生屑核形石微晶灰岩、含介壳砂屑灰岩、鲕粒灰岩为主,部分岩石表面白云岩化;上部地层为一套细碎屑岩为主夹中一薄层状碳酸盐岩的不等厚韵律式沉积组合,碎屑岩岩性较单一,以灰绿色泥质粉砂岩、粉砂岩、钙质泥岩和粉砂质泥岩为主,见平行层理。碳酸盐岩主要以生物屑、砂屑泥晶灰岩、介壳灰岩、核形石泥晶灰岩、泥灰岩等为主,并在其中采到了双壳、腕足、孢粉等古生物化石,分析确定该地层为上侏罗统索瓦组,而且在泥质粉砂岩中也采获到与含沥青层中相同的孢粉

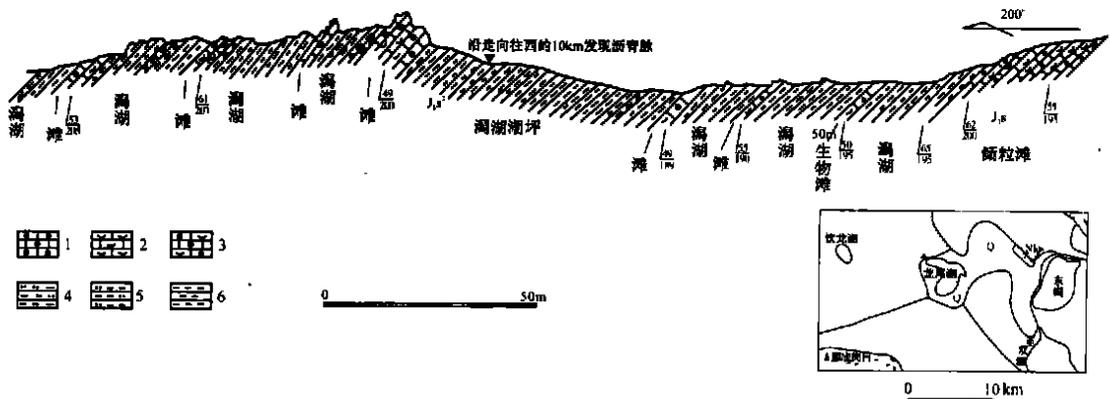


图3 羌塘盆地东湖上侏罗统索瓦组信手剖面及实际位置图

1. 鲕粒灰岩; 2. 生物介壳灰岩; 3. 生物屑鲕粒灰岩; 4. 泥质粉砂岩; 5. 粉砂质泥岩; 6. 泥岩

Fig. 3 Free-hand drawings and actual location of the Upper Jurassic Suowa Formation in the Donghu region of the Qiangtang Basin
1= oolitic limestone; 2= shell limestone; 3= bioclastic-oolitic limestone; 4= muddy siltstone; 5= silty mudstone; 6= mudstone

Classopolis dipocyclus。因此,综合沉积相和区域地质对比研究,认为含沥青脉地层与东侧上侏罗统索瓦组顶部碎屑岩层属同一层位,均为三角洲平原、湖及障壁滩环境的沉积物。同时,这套含沥青脉地层在该地区的分布稳定,笔者所见的含沥青脉地层只是它的一部分,而且可能是含油层的很小的一部分,因而在此范围内油气勘探具有很好的前景。

5 讨论与结论

众所周知,在油气藏形成过程中,生烃是基础,保存是关键,油气最终能否成藏关键在于地下的保存条件。沥青脉的出现,说明了该地区已经具备了油气成藏的基本条件,需要解决的是油气的保存条件的优劣。研究表明,东湖地区褶皱构造发育,龙尾湖复式背斜带的主背斜龙尾湖背斜是油气聚集的最佳位置。该背斜两翼倾角缓,属于平缓开阔型,而发现沥青脉的地区正好位于该背斜带的范围内。从东湖剖面中我们所观察到的储盖组合来看,该区域在油气地质上的储盖组合对油气的储集保存是非常有利的。索瓦组下部碳酸盐岩可以作为油气储集层,厚度也较大;其上部的碎屑岩为封盖层,同时该地区的大部分地区为古近系—第四系覆盖,后期的构造活动、岩浆活动也相对较弱,分析认为封盖能力也非常有利。同时,在东湖地区侏罗系地层的出露较少,在反映此地区区域性盖层广泛分布的同时,也体现出下伏地层可能的油气系统的存在。

因此,沥青脉的出现说明在东湖地区曾经发生过较大的油气运移过程,而且在有效圈闭、油气显示及保存条件同时具备的条件下,推测有形成大油气藏的可能,东湖地区可以作为下一步工作的重点地区。

参考文献:

- [1] 张景廉,朱炳泉,涂湘林,等.关于沥青成因的讨论[J].海相油气地质,1997,2(4):53-57.
- [2] 王鸿祯.试论西藏地质构造分区问题[J].地球科学,1983,(1):1-6.
- [3] 朱井全,李永铁.藏北羌塘盆地侏罗系白云岩类型、成因及油气储集特征[J].古地学报,2000,2(4):30-42.
- [4] 谭富文,王剑,王小龙,等.西藏羌塘盆地——中国油气资源战略选区的首选目标,沉积与特提斯地质[J].2002,22(1):16-21.
- [5] 赵政章,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,2001.174-238.
- [6] 杨日红,李才,杨德明,等.西藏羌塘盆地中生代构造岩相演化及油气远景[J].长春科技大学学报,2000,30(3):237-242.
- [7] 和钟铨,李才,杨德明,等.西藏羌塘盆地的构造沉积特征及演化[J].长春科技大学学报,2000,30(4):347-352.
- [8] 雷振宇,李永铁,刘忠,等.藏北羌塘盆地构造变形及动力学背景,地质论评,2001,47(4):415-419.
- [9] 谭富文,王剑,王小龙,等.藏北羌塘盆地最大规模沥青脉的发现[J].地质通报,2002,21(11):801-802.
- [10] 方立敏,鲁兵,刘池阳,等.羌塘盆地中央隆起带的演化及其在油气勘探中的意义[J].地质论评,2002,48(3):279-283.

The discovery and significance of the large-scale asphalt veins in the Qiangtang Basin, northern Xizang

DU Bai-wei, TAN Fu-wen, WANG Jian, WANG Xiao-long

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: The asphalt appeared on the Earth's surface may provide an important information about oil and gas occurrence for the early petroleum exploration. Abundant oil shows were discovered in the Qiangtang Basin, northern Xizang, where the large-scale asphalt veins were recognized in 2002 in the Late Jurassic strata in the northern part of the basin. The asphalt veins occur mostly in the Upper Jurassic Suowa Formation that is underlain by the salt domes locally with oil shows within the Middle Jurassic Xiali Formation. The components of the asphalt group consist of saturated hydrocarbon (5.72%), aromatic hydrocarbon (18.46%), asphalt (52.37%) and nonhydrocarbon components (23.45%). The above-mentioned observations show that the asphalt veins have been subjected to migration and oxidation. The occurrence of the asphalt veins within composite anticlines facilitates the accumulation of oil and gas. The discovery is of significance, implying that the basin is expected to be highly prospective for the oil and gas deposits.

Key words: Qiangtang Basin; Late Jurassic; asphalt veins