北羌塘盆地托纳木地区早白垩世雪山组沉积相分析及油气意义

白培荣,马德胜,熊兴国,吴　滔,符宏斌

(贵州省地质调查院,贵州　贵阳　550005)

[摘　要]位于青藏高原腹地的羌塘盆地,是中生代海相沉积盆地,同属于特提斯构造域,其中生代巨厚的海相沉积地层和所处的大地构造背景,是油气生成和聚集的较好区域。近年来在羌塘盆地多处发现的油苗和沥青点就是最好的佐证。早白垩世海陆过渡相地层雪山组代表了羌塘盆地海相环境的结束,笔者在羌塘双湖托纳木地区实测了雪山组地层剖面,并在雪山组地层中发现大量硅化木和炭质泥岩层,对分析早白垩世时期的沉积环境提供了较好的依据。雪山组地层在羌塘盆地的展布范围及沉积环境,对指导油气勘探工作具有重要的指示意义。

[关键词]青藏油气;托纳木;雪山组;沉积相

[中图分类号]P534.53;P512.2　[文献标识码]A　[文章编号]1000-5943(2014)04-0307-07

1　区域地质背景

羌塘盆地位于可可西里—金沙江缝合带与班公湖—怒江缝合带之间,中部为中央隆起带。中央隆起带呈东西向展布,把羌塘盆地分为南北两个坳陷带,坳陷带以发育侏罗纪海相沉积为特征。以双湖为界,可将该隆起分为东西两部分,西段为剥蚀隆起区,地表出露大量前泥盆系变质岩;东段为沉积型隆起区,航磁资料显示其埋深为 0.5～1 KM,地表为中、新生代地层所覆盖[1]。该隆起形成于三叠系以前,成为南北两侧坳陷区的物源区,特别是在侏罗系时期对南北羌塘盆地的沉积环境起着明显的控制作用。研究区位于北羌塘坳陷范围(图 1)。

2　早白垩世雪山组岩性组合特征

雪山组为一套碎屑岩沉积,局部偶见夹有薄层状含粉砂质泥晶生物屑灰岩,在地层中发现有硅化木、虫管和植物碎片。根据本次工作于研究区托纳木藏布南东实测的雪山组地层剖面,地层厚度>1 662.78 m。与下伏地层上侏罗-下白垩统索瓦组二段呈整合接触。依地层剖面测制雪山组划分为两段,各段岩性组合特征如下:

雪山组一段(K_1x^1):主要岩性组合底为灰黑色炭质粘土岩,之上为紫红、灰绿色中厚层状砾岩、含砾岩屑长石砂岩、岩屑长石砂岩、粉砂质粘土岩构成不等厚的韵律互层,中下部见夹灰色薄层含粉砂质泥晶生物屑灰岩。单个韵律层的砾岩、含砾岩屑长石砂岩、岩屑长石砂岩底呈凸凹不平的冲刷面接触。地貌上地层岩石颜色总体呈灰绿色与紫红色相间构成的韵律互层。厚度为 579.46 m。

本段地层见 5 个基本层序,如图 2(A、B、C、D、E)所示:即①岩屑长石砂岩→泥质粉砂岩;②含砾岩屑长石砂岩→岩屑长石砂岩;③岩屑长石砂岩→粉砂岩;④砾岩→岩屑长石砂岩;⑤岩屑长石砂岩→粉砂质泥岩。岩层中岩屑长石砂岩发育有沙纹层理、大型交错层理、楔状交错层理、粉砂质泥岩中发育有水平层理、泥质粉砂岩中发育有平行层理。

[收稿日期]2014-06-07
[基金项目]青藏高原重点盆地油气资源战略调查与选区(科油[2009]01 号)。
[作者简介]白培荣(1979-),贵州平坝县人,工程师,从事区域地质调查工作。

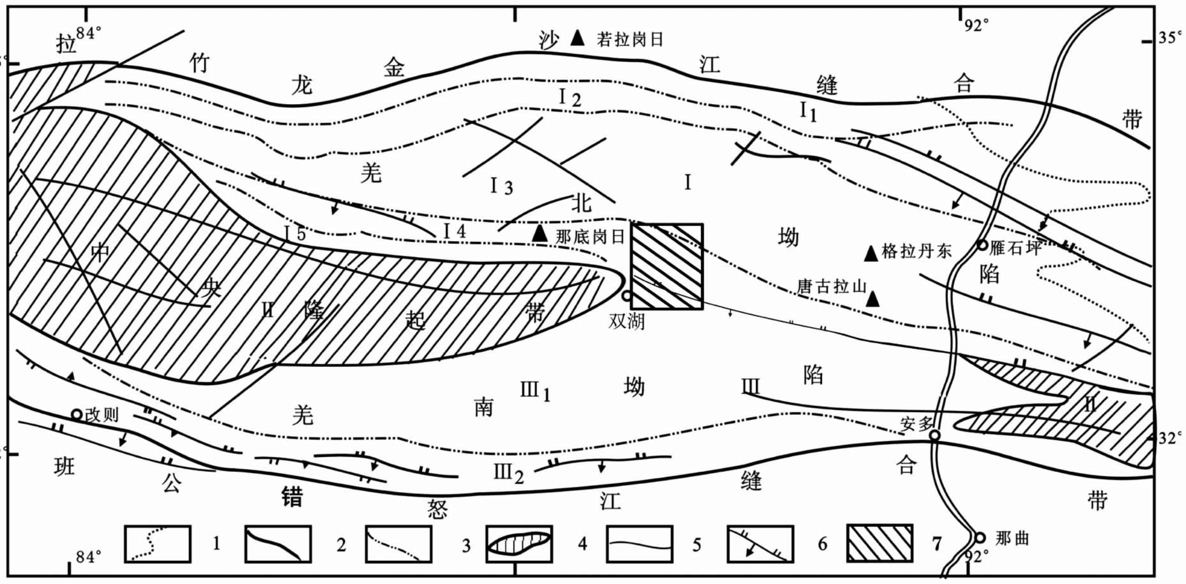

图 1　羌塘盆地构造位置及构造单元

Fig. 1　Structural position and unit of Qiangtang basin

1—盆地边界;2—盆地边缘断裂;3—构造单元界线;4—中央隆起;5—断层;6—逆冲断层;7—工作区; Ⅰ—羌北坳陷; Ⅰ$_1$—北部边缘褶皱逆冲带; Ⅰ$_2$—北部复背斜带; Ⅰ$_3$—中部复向斜带; Ⅰ$_4$—南部复背斜带; Ⅰ$_5$—南部褶皱冲断带; Ⅱ—中央隆起带; Ⅲ—羌南坳陷; Ⅲ$_1$—北部褶皱带; Ⅲ$_2$—南部边缘褶皱逆冲带

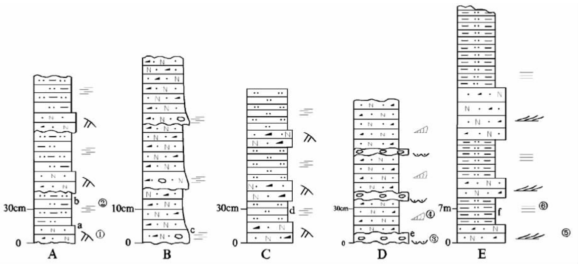

图 2　雪山组一段的基本层序

Fig. 2　Basic sequence of section one of Xueshan formation

a—岩屑长石砂岩;b—泥质粉砂岩;c—含砾岩屑长石砂岩;d—粉砂岩;e—砾岩;f—粉砂质泥岩;①—沙纹层理;②—平行层理;③—冲刷面;④—楔状交错层理;⑤—交错层理;⑥—水平层理

雪山组二段(K_1x^2):主要岩性组合为紫红、浅灰、灰、灰绿色中厚层状砾岩、含砾岩屑长石砂岩、岩屑长石砂岩、泥质粉砂岩构成不等厚的韵律互层。单个韵律层的砾岩、含砾岩屑长石砂岩、岩屑长石砂岩底呈凸凹不平的冲刷面接触。厚度>1 120.82 m。

本段地层见 3 个基本层序,如图 3(A、B、C)所示:即①砾岩→岩屑长石砂岩→泥质粉砂岩;②砾岩→岩屑长石砂岩;③含砾岩屑长石砂岩→岩屑长石砂岩。岩层中粉砂质泥岩发育有沙纹层理、岩屑长石砂岩中发育有大型交错层理、楔状交错层理、槽状交错层理。本段底以出现砾石与下伏雪山组一段分界。

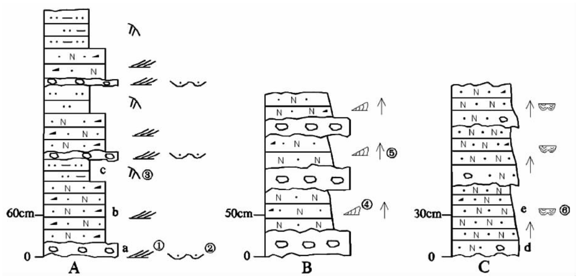

图 3　雪山组二段的基本层序

Fig. 3　Basic sequence of section two of Xueshan formation

a—砾岩;b—岩屑长石砂岩;c—粉砂质泥岩;d—含砾岩屑长石砂岩;e—(岩屑)长石砂岩;①—交错层理;②—冲刷面;③—沙纹层理;④—楔状交错层理;⑤—正粒序;⑥—槽状交错层理

3　早白垩世雪山组沉积相分析

笔者在托纳木地区实测了雪山组地层剖面,虽未在雪山组地层中采集到化石,但雪山组地层与晚侏罗—早白垩世索瓦组二段接触关系地表清楚,为整合接触,本次工作在其下伏索瓦组二段顶部采集到双手粉化石(*Dicheiropollis*),证实索瓦组顶部已经跨入早白垩世;在托纳木东北地区(N33°31.915′、E89°18.441′)雪山组采集的孢粉化石,经鉴定含 *Leiotriletes* sp., *Punc-tatisporites* sp., *Osmundacidites wellmanii*, *Cicatrico-sisporites* cf. *stoveri*, *Dicheiropollis etruscus*, *Clas-sopollis an-*

nulatus 等,时代属于早白垩世早期尼欧克姆期。因此,雪山组地层无疑为早白垩世沉积产物。

3.1　雪山组一段(K_1x^1)沉积特征:

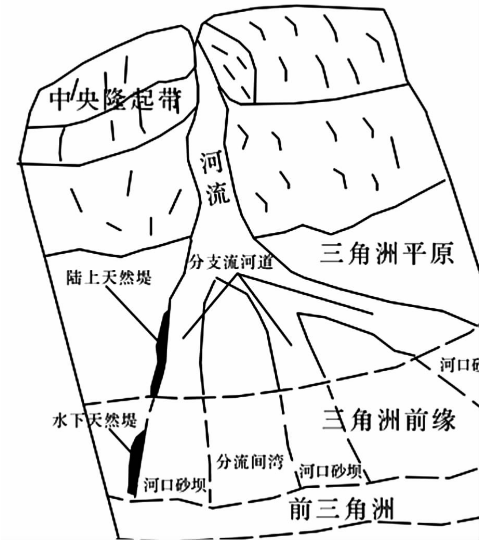

图 4　三角洲沉积体系(平面图)

Fig. 4　Sedimentary system of dalta

雪山组一段为三角洲沉积体系,可分为三个亚相(图 4):前三角洲、三角洲前缘相、三角洲平原相。剖面 9 层与 8 层为雪山组与索瓦组的分界,以灰黑色薄层状炭质粘土岩的出现与索瓦组顶部灰色中层状细砂质分界,二者为整合接触关系。9-13 层为三角洲体系中前三角洲,岩性为灰黑色薄层状炭质粘土岩。14-54 层为三角洲体系中三角洲前缘相。总体表现为由细～粗的逆粒序变化。剖面 14-16 层岩性为灰色、紫色粉砂质粘土岩、泥质粉砂岩。其间夹有含灰质含砾砂岩,体现了三角洲前缘相内分流间湾底部较粗粒沉积物特征。18—25 层均以灰色、紫色粉砂—粘土级沉积为主。发育水平层理、小型波状层理。26 层岩性为灰色中层状生物屑泥晶灰岩,生物屑含量 10%～20%,生物屑主要为介壳类碎片,与 25 层顶为凹凸不平状接触。14-33 层表现为三角洲前缘相内分流间湾沉积。沉积特征表明雪山期图幅北东边可能仍存在少量的残留海,受到海水影响明显。

之上过渡为三角洲前缘河口砂坝沉积。体现为从 34 层-39 层的一个由细—粗的逆粒序变化过程。34-37 层岩性为灰色、紫色粉砂质-泥质沉积物与具沙纹层理细砂岩互层(如图 5)。38 层岩性为灰色中厚层砾质粗粒岩屑砂岩,岩石中砾

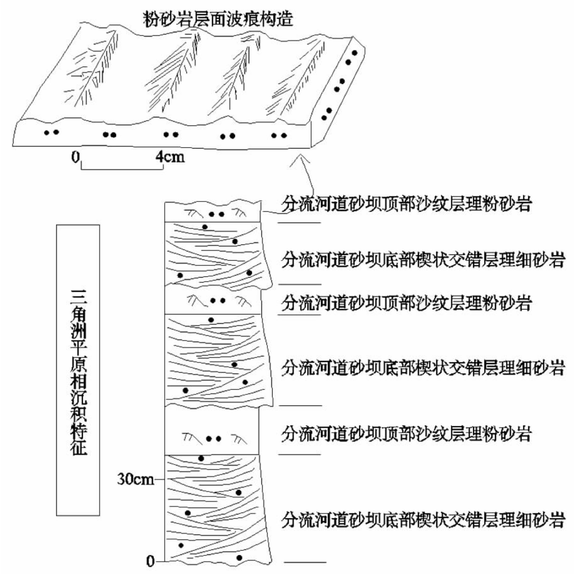

图 5　三角洲前缘河口砂坝沉积特征

(PM7-34 层)

Fig. 5　Sedimentary characteristics of sandbank in the front river mouth of delta

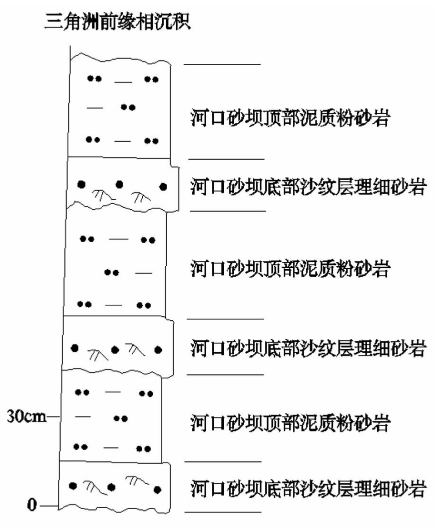

图 6　三角洲平原相分流河道沉积特征

(PM7-67 层)

Fig. 6　Sedimentary characteristics of plain facies distributary channel of delta

石含量 30%～50%,砾石呈次圆状,成分主要为泥晶灰岩、生物屑泥晶灰岩。砾石间充填物为砂及钙质。岩石中见灰绿色细粒岩屑砂岩透镜体。且本层与下伏 37 层具明显冲刷接触关系。

剖面 40-54 层表现为三角洲前缘水下天然堤沉积环境。岩性主要为灰色、紫红色粉砂—粘土级沉积物,50 层中见有少量钙质结核,具一定的暴露特征。53 层岩性为钙质生物屑泥晶灰岩,在横向上呈透镜状分布,体现了天然堤侧向迁移

的不稳定性。

雪山组一段 55-86 层为三角洲沉积体系内三角洲平原相沉积特征。岩性为灰色中厚层状细砾岩、含砾粗砂岩到细—中粒砂岩、粉砂质粘土岩组成的多个旋回,每个旋回表现为由粗—细的正粒序,表现为三角洲平原相分流河道沉积。细—中粒砂岩中见植物碎片,细砂岩中发育小型波状层理、沙纹理、楔状交错层理(如图 6)。之上 86 层为粘土岩中发育水平层理,含少量钙质结核,具一定的暴露特征,体现为三角洲平原相陆上天然堤沉积环境。剖面 77 层、79 层中的细砾岩,成分以泥晶灰岩为主,与下伏层顶面接触处具冲刷面(如图 7),表现为三角洲平原内分流河道中底部滞留砾石沉积特征。

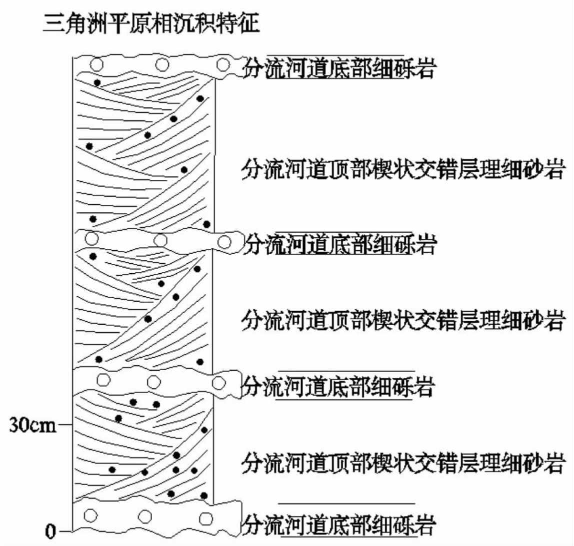

图 7　三角洲平原内分流河道中底部滞留砾石沉积特征(PM7-77 层)

Fig. 7　Sedimentary characteristics of retention gravel in the bottom distributary channel of delta plain

3.2　雪山组二段(K_1x^2)沉积特征:

雪山组二段为陆相环境下河流相沉积,可分为两个亚相—堤岸亚相和河床亚相,具有二元结构。

雪山二段沉积厚度较大,以沉积含变质石英岩砾石为特征的细砾岩大量出现与一段区分,其间仍有较厚粉砂级-粘土级沉积物。从路线调查看,图幅西南边与北东边相比,西南边雪山二段中的细砾岩厚度明显要大,岩层总体粒度较粗。细粒级沉积物减少。

河床亚相体现为剖面中 87-92 层、96-108 层、112-119 层、122-128 层。河床亚相中沉积物粒度较粗,底部为河道滞留砾石沉积,岩性特征为灰色中厚层细砂岩、细砾岩、粉砂岩,细砾岩中砾石主要为变质石英岩,少量泥,砾磨圆度较好,分选较好。整体从下至上为由粗—细的正粒序旋回。岩层中细砂岩、细砾岩发育小型交错层理、大型楔状交错层理,粉砂质泥岩中发育有水平层理。岩层底面具冲刷面。

剖面中 93-95 层、109-111 层、120-121 层体现为堤岸亚相天然堤沉积。堤岸亚相中沉积物粒度较细,主要为粘土级-泥质沉积物,发育水平层理。岩性为紫红色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩,具氧化环境下沉积特征。

综上所述,分析结果认为雪山组为海陆过渡相—陆相沉积环境(图 8),从雪山组的沉积环境分析,雪山组地层标志着晚侏罗世—早白垩世羌塘盆地海相沉积的结束。

4　早白垩世雪山期岩相古地理分析

早白垩世雪山组沉积时期,大规模的海退持续,靠近中央隆起带的大面积地区演化为三角洲相—河流相沉积(如图 9)。这时的中央隆起带已成为主要的补给物源区,海水来自北西方向。往北至胜利河—普若岗日一线形成泻湖—潮坪环境,以胜利河组碳酸盐岩夹膏岩沉积建造为代表。胜利河以北为台地相环境,以白龙冰河组碳酸盐岩沉积建造为代表,均为同时异相产物。雪山组成为北羌塘盆地由海相沉积到陆相沉积的过渡时期。早白垩世之后,青藏高原开始了隆起造山的过程,剧烈的构造远动,对盆地油气聚集和运移造成了不同程度的影响。但羌塘盆地由于其特殊的地理构造位置,造山运动的启动,形成了前陆盆地有利的中生代构造层,对油气的聚集形成了较好的保护层。

5　早白垩世雪山组三角洲-河流相沉积与油气的关系

三角洲本身具有很好的生、储、盖条件,容易形成很好的油气聚集场所,形成有效圈闭。三角洲沉积体系中的前三角洲亚相沉积的暗色、富含有机质的泥岩类可以成为良好的烃源岩;三角洲

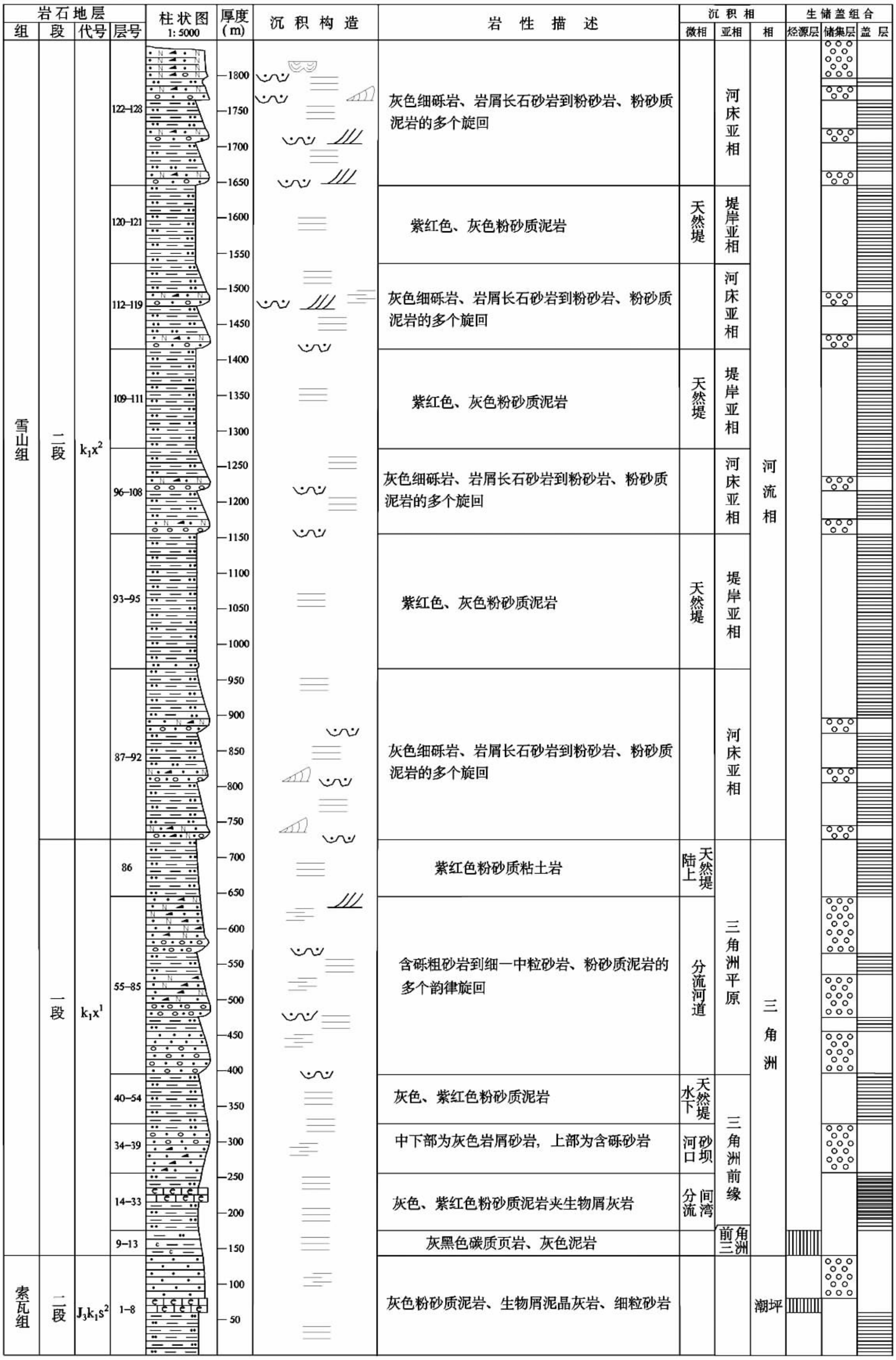

图 8　西藏双湖特区托纳木北东下白垩统雪山组剖面相分析图(PM7)

Fig. 8　Phase analyses of section facies of Xueshan formation, Cretaceous in north and east Tuonamu of Shuanghu, Tibet

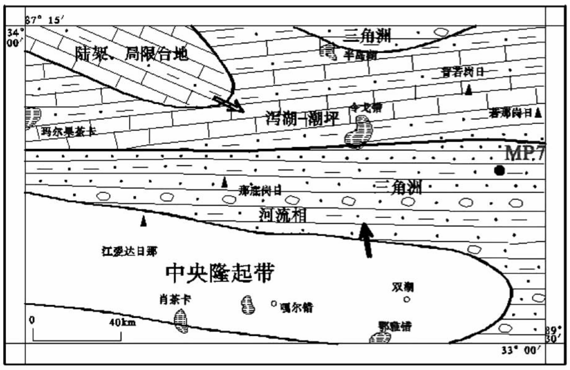

图 9 早白垩世雪山组时期岩相古地理图

Fig. 9 Lithofacies-paleogeography in the period of Xueshan formation, early Cretaceous

沉积体系中的三角洲前缘和三角洲平原亚相中砂岩类及粉砂级-泥级可作为油气的储集层和盖层。于托纳木区块北部早白垩统雪山组首次发现沥青油苗点 1 处(图 10、11),该沥青脉产于雪山组二段的砂砾岩中,构造位置上位于托纳木背斜北翼,沥青为深灰色-灰黑色,表面具油脂光泽,

图 10

Fig. 10

图 11

Fig. 11

经过挖掘一个 1×2 m 的简单截面上,发现 3 条沥青脉,其厚约几 mm ～2 cm 左右,呈顺层脉状产出,延伸稳定,可见长>50 m。如此规模较大的油气显示可以表明盆地曾经有过生烃的过程,也具备一定程度生烃的物质基础[2]。

河流相沉积砂体是油气储集的良好场所,之上为堤岸亚相的粘土级-泥质沉积物作为盖层。古河流砂体如果接近油源,可成为油气的储集层。古河流砂体可形成岩性圈闭油藏、地层一岩性圈闭油藏以及构造一岩性圈闭油藏。

6 结论

靠近中央隆起带的雪山组大面积出露代表了北羌塘盆地由海相沉积到陆相沉积的过渡时期,即雪山组为三角洲相—河流相沉积。中生代巨厚的海相沉积赋予了羌塘盆地较好的生油前景,而持续至早白垩世的海相沉积环境,是基于中生代羌塘盆地构造稳定下的大地构造背景。全球最好的生油期是中生代—新生代,羌塘盆地海侵时间长,范围大,构造稳定,是目前最有望取得油气勘探突破的陆上盆地。从对早白垩世雪山组地层的分析可得出以下结论:

(1)雪山组为一套河流-三角洲环境的碎屑岩沉积,局部偶见夹有薄层状含粉砂质泥晶生物屑灰岩。

(2)雪山组的分布范围代表了羌塘盆地海相沉积空间上的扩展,是评价盆地展布面积的直接证据。

(3)世界上较多的大型油气田是三角洲相的,三角洲相具备较好的生储盖组合特征。托纳木地区雪山组一段三角洲沉积体系中暗色、富含有机质的泥岩类可以成为良好的烃源岩,细至粗粒砂岩、砾岩为主要储集层,泥质粉砂岩、泥岩为盖层,构成自生自储自盖式的组合。

(4)雪山组一段三角洲沉积特征对区内生、储、盖组合具有重要意义。总体来看该组合储集层和盖层物性条件相对较好,尽管生油岩有机碳含量相对较低,但该组合生储层配置较好,是较为有利的生储盖组合,在后期石油地质调查和勘探中应该引起重视。

致谢:参加野外工作的还有杜佰伟、张厚松、蒋开源、刘贞才、李月森等,在此表示感谢!

[参考文献]

[1] 刘增乾,徐 宪,潘桂堂,等. 青藏高原大地构造与形成演化[M]. 北京:地质出版社,1990:1-174.

[2] 杜佰伟,刘贞才,彭清华,等. 青藏高原羌塘盆地托纳木地区雪山组大规模沥青脉的发现[J]. 地质通报,2010,29(12):1 881-1 883.

[3] 王剑,谭富文,李亚林,等. 青藏高原重点沉积盆地油气资料潜力分析[M]. 北京:地质出版社,2005:1-199.

[4] 谭富文,谭富文,李亚林,等. 羌塘、措勤及岗巴-定日沉积盆地岩相古地理及油气资源预测[M]. 北京:地质出版社,2004:19.

[5] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原中生界沉积相及油气储盖层特征[M]. 北京:科学出版社,2001:24-120.

[6] 陶晓风,李一超. 西藏双湖托纳木区块油气成藏条件分析与评价[J]. 地质学报,2006,80(8):1 219-1 225.

[7] 金玮,王成善,李亚林. 西藏双湖托纳木地区上侏罗统雪山组物源分析[J]. 大地构造与成矿学,2006,30(4):519-526.

[8] 魏玉帅,王成善,金玮,等. 羌塘盆地纳木地区上侏罗统雪山组沉积相与储集层评价[J]. 新疆石油地质,2008,29(4):469-474.

[9] 冯增昭,王英华,刘焕杰,等. 中国沉积学[M]. 北京:石油工业出版社,1994:269-295,888-895.

[10] 姜在兴. 沉积学[M]. 北京:石油工业出版社,2003:282-298,375-403.

[11] 赵澄林,朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 北京:石油工业出版社,2001:241-253,264-284.

The Xueshan Formation of Early Cretaceous in Tonam Srea, Northern Qiangtang Basin, Sedimentary Facies Analysis and It's Hydrocarbon Significance

BAI Pei-rong, MA De-sheng, XIONG Xing-guo, WU Tao, FU Hong-bin

(*Guizhou Academy of Geologic Survey*, *Guiyang* 550005, *Guizhou*, *China*)

[**Abstract**] The Qiangtang basin is located in the hinterland of the Qinghai-Tibet Plateau, which is a Mesozoic marine sedimentary basin and belong to the same Tethyan tectonic domain. The hugely marine sedimentary strata of Cenozoic and it's tectonic background formed a good area for hydrocarbon generation and accumulation. In recent years, the oil seepage and pitch points were found in the Qiangtang basin is the best evidence. The marine-continental transition facies of Xueshan formation represents the end of marine environment of the Qiangtang Basin. The author measured the stratigraphic section of Xueshan formation inTonam area of Shuanghu, Qiangtang, and found a large number of petrified wood and carbonaceous mudstone layer, provides good evidence for analysis the sedimentary environment of the early Cretaceous period. The distribution range and sedimentary environment of Xueshan formation in theQiangtang basin, has important indicating significance for guiding the exploration of hydrocarbon.

[**Key words**] Hydrocarbon in Qinghai-Tibet; Tonam; Xueshan formation; Sedimentary facies