

羌塘盆地胜利河地区雀莫错组地层及其古环境

付修根¹ 王 剑¹ 吴 滔² 何江林¹

(1.成都地质矿产研究所,四川 成都 610081; 2.贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550004)

摘要:在羌塘盆地胜利河地区实测了多条雀莫错组地层剖面,在区块南部剖面中采集到大量的硅化木以及一定含量的双壳类 *Astarte delicata* Fan, *A. cf. voltzii* Goldfuss, *Pleuromya* sp., *Protocardia* sp., *Modiolus* sp., *Neomiodon* sp., *Chlamys* sp. 等和孢粉化石 *Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Neoraistrickia*, *Classopollis* 等。雀莫错组地层之下广泛沉积了一套那底岗日组火山-火山碎屑沉积,其火山岩喷发年龄为 205~220 Ma。雀莫错组地层之上与中侏罗统布曲组整合接触,依据上述特征确定了雀莫错组地层的时代为早-中侏罗世。雀莫错组地层沉积早期,以冲积扇-辫状河砾岩沉积为特征,之上沉积了一套三角洲相碎屑岩地层及局限台地相灰岩沉积,表现为一个向上变深的海侵序列。雀莫错组沉积期,胜利河地区处于偏潮湿的热带-亚热带环境。

关键词:沉积环境;古气候;雀莫错组;羌塘盆地

中图分类号:P534.52 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2010)05-1305-08

青藏地区是目前中国大陆上油气勘探程度最低的含油气资源战略选区,近年来随着研究程度的不断深入,该区油气调查与勘探越来越受到重视^[1],其中中生代羌塘盆地被认为是该区油气资源潜力最大和最有可能取得勘探突破的首选盆地。

羌塘中生代盆地的演化以那底岗日组火山岩的广泛发育为特征^[2-3],之上沉积了一套陆相向海相过渡的地层,即雀莫错组地层,由于该套地层是羌塘中生代盆地早期演化的产物,近年来受到广泛的关注。然而,由于该套地层中生物化石稀少,在许多地方均为“哑地层”,因此,目前对雀莫错组地层的研究资料较少,对其时代归属也存在较大的争议^[4-6]。2008年,笔者等在羌塘盆地开展野外油气地质调查中,在胜利河地区雀莫错组地层中发现了大量的硅化木,同时,在该套地层中还采集到一定含量的双壳类及孢粉化石,这些新资料的发现,对于雀莫错组地层的研

究无疑具有重要意义。本文对这些新资料进行简要的报道。

1 地层概况

羌塘胜利河地区(研究区)位于北羌塘凹陷南缘,区内现今主体出露侏罗系海相沉积地层(图1),自下而上依次为雀莫错组(J_{1-2q})、布曲组(J_{2b})、夏里组(J_{2x})和索瓦组(J_{3s})。具有“三砂夹两灰”的岩石组合特点,即雀莫错组、夏里组和索瓦组上段碎屑岩夹布曲组、索瓦组下段灰岩。区内雀莫错组地层广泛出露,分布面积约 42.68 km²。为一套碎屑岩夹碳酸盐岩、石膏沉积建造。在胜利河地区,雀莫错组地层出露完整,顶底界清楚,是雀莫错组地层研究的有利区块。

在胜利河地区,笔者实测了多条雀莫错组地层剖面,但仅在南部的实测剖面(胜利河剖面)中采集到了大量的硅化木以及一定含量的双壳、孢粉化石,

收稿日期:2009-08-26;改回日期:2009-10-29

基金项目:国家自然科学基金项目(40702020)、四川省青年科技基金项目(09ZQ026-006)和国家油气专项“青藏高原重点盆地油气资源战略选区调查与选区”项目(XQ-2009-01)共同资助。

作者简介:付修根,男,1976年生,博士,从事沉积地质及石油地质研究;E-mail: fuxiugen@126.com。

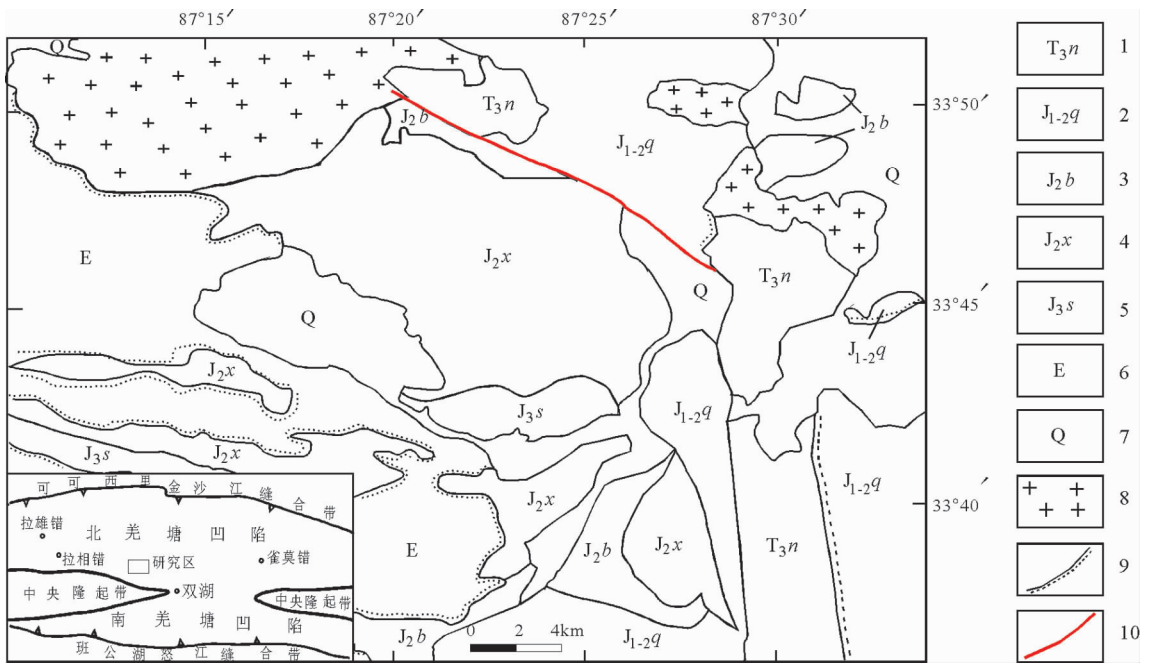


图1 羌塘胜利河地区简要地质图及研究区位置

- 1—晚三叠世那底岗日组; 2—早-中侏罗世雀莫错组; 3—中侏罗世布曲组; 4—中侏罗世夏里组;
- 5—晚侏罗世索瓦组; 6—古近系; 7—第四系; 8—花岗岩; 9—不整合接触; 10—断层

Fig.1 Simplified geological map of the Shengli River area in Qiangtang basin, showing the location of the study area

- 1—Late Triassic Nadi Kangri Formation; 2—Lower-Middle Jurassic Quemo Co Formation; 3—Middle Jurassic Buqu Formation;
- 4—Middle Jurassic Xiali Formation; 5—Late Jurassic Suowa Formation; 6—Paleogene; 7—Quaternary; 8—Granite; 9—Unconformity; 10—Fault

剖面主要岩性特征叙述如下:

上覆地层 中侏罗统布曲组(J₂b)

30. 下部为灰黑色中厚层状泥晶灰岩; 中上部为深灰色泥晶灰岩夹生物碎屑灰岩。 >82.77 m

—————整合—————

中侏罗统雀莫错组(J₂q) 608 m

三段(J₂q³) 163.25 m

29. 灰绿色薄层状钙质泥岩夹少量泥灰岩, 含双壳类化石 *Astarte delicata* Fan, *A. cf. voltzii* Goldfuss, *Pleuromya* sp., *Protocardia* sp., *Modiolus* sp., *Neomiodon* sp., *Chlamys* sp. 34.36 m

28. 下部及上部为灰绿色薄层状细粒岩屑长石砂岩与钙质粉砂岩不等厚互层; 中部为灰白色中厚层状岩屑长石砂岩, 含孢粉 *Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Classopollis*, *Osmundacidites*, *Cycadopites*, *Araucariacite*, *Pinuspollenites*, *Lygodiumsporites* 57.30 m

27. 暗紫红色中薄层状钙质粉砂岩含孢粉 *Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Neoraistrickia* 32.44 m

26. 灰绿色薄层状钙质泥岩夹数层薄层状泥晶灰岩透镜体 39.15 m

二段(J₂q²) 199.14 m

25. 深灰色中厚层状泥晶灰岩与生物碎屑灰岩不等厚互层, 含双壳类化石 *Astarte delicata* Fan, *A. cf. voltzii* Goldfuss

- 16.92 m
- 24. 灰黑色厚层状泥晶灰岩局部夹少量生物屑灰岩, 含双壳类化石 *Astarte delicata* Fan, *A. cf. voltzii* Goldfuss 15.08 m
- 23. 灰、深灰色中-薄层状生物碎屑灰岩夹少量白云岩 9.24 m
- 22. 灰色薄层状白云石化灰岩与石膏韵律互层 26.33 m
- 21. 灰色中薄层状微晶灰岩夹薄层状泥灰岩 21.12 m
- 20. 暗紫红色中厚层状岩屑细砂岩夹中层状细砾岩透镜体 8.25 m
- 19. 浅灰色中厚层状中细粒岩屑石英砂岩与灰黄色薄至中层状粉细粒岩屑石英砂岩韵律互层, 含孢粉 *Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Inaperturopollenites*, *Neoraistrickia*, *Monosulcites*, *Classopollis* 23.24 m
- 18. 暗紫红色薄中层状钙质粉砂质泥岩夹少量中层状紫红色钙泥质粉砂岩, 含孢粉 *Classopollis*, *Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Neoraistrickia*, 15.33 m
- 17. 浅灰色薄-中层状砂屑灰岩 9.54 m
- 16. 中下部为深灰色中薄层状微晶灰岩, 顶部为灰黑色中-薄层状鲕粒灰岩 15.36 m
- 15. 下部为紫红色中层状微晶灰岩, 上部夹钙质页岩, 顶部夹灰黄、灰绿色中薄层钙质细砂岩 11.34 m
- 14. 底为深灰色砾屑灰岩, 之上为薄-中层状泥晶灰岩, 顶部为深灰色中厚层状生物碎屑灰岩, 含双壳化石 *Protocardia* sp.,

<i>Modiolus</i> sp.	17.39 m
一段(J_{2q}^1)	256.33 m
13.下部为灰黄色细砂岩,中上部为灰绿色中厚层状至块状粗砂岩	6.50 m
12.下部为土黄色中厚层状不等粒岩屑石英砂岩,上部为紫色厚层至块状粉砂岩	7.72 m
11.紫红色中厚层状粗砂岩,下部夹少量同色薄-中层状粉砂岩	4.06 m
10.浅褐红色中-厚层状钙质粉砂岩与褐红色粉砂质泥岩韵律互层	35.09 m
9.灰紫红色中层状中-粗粒岩屑砂岩与紫红色中厚层状岩屑细砂岩韵律互层	18.16 m
8.浅灰色中厚层状细砂岩与褐红色粉砂岩比等厚互层	7.73 m
7.浅灰白色中层状含中粗砾细砾岩、厚层状中-粗粒岩屑砂岩、灰色中厚层状细粒岩屑砂岩组成向上变细的旋回	29.19 m
6.下部为灰白色中层状中粒岩屑砂岩,中上部为紫红色厚层粗砂岩与细砂岩呈正粒序韵律互层	14.03 m
5.灰红色中层状细砾岩夹中层状中-粗粒岩屑石英砂岩	8.71 m
4.底部为浅紫红色含砾粗砂岩,下部为紫红色厚层状砾岩,之上为浅灰白色中厚层状中粒岩屑砂岩	7.74 m
3.紫红色厚层状含砾岩屑砂岩	4.21 m
2.浅紫红色中层状细砾岩与含砾-粗粒岩屑石英砂岩韵律互层	1.81 m
1.底部为紫红色块状砾岩,之上过渡为紫红色含砾砂岩	111.38 m
-----不整合-----	
晚三叠世那底岗日组(T_{3n}):暗紫红色英安岩	>11.68 m

2 雀莫错组时代的重新拟定

雀莫错组是由青海省区调综合地质大队于 1987 年创名于雀莫错东约 7 km 外的雀莫错剖面。其定义为不整合于结扎群及老地层之上,整合于布曲组之下,以紫色、灰紫色及灰色为主的复成分砾岩、含砾砂岩、石英砂岩、杂色砂岩、粉砂岩,夹少量灰岩、铁质砂岩等。依据地层中腕足组合特征,时代归属为中侏罗世^[4]。

在羌塘盆地,雀莫错组地层分布广泛,之下沉积了一套陆相火山-火山碎屑岩沉积,即那底岗日组地层,那底岗日组与雀莫错组地层之间为连续沉积,表现为从陆相向海相沉积逐渐转化的过程,因此,那底岗日组顶部地层年龄代表了雀莫错组底部地层的沉积年龄。近年来,笔者等在对羌塘盆地那底岗日组

地层时代的研究上取得了一系列新进展。在北羌塘凹陷中部的那底岗日剖面,笔者在离那底岗日组距顶部约 230.0 m 和约 150.0 m 处,分别获得了流纹质凝灰岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为(210±4) Ma 和(205±4) Ma^[7];在北羌塘凹陷西部的菊花山剖面,笔者在离那底岗日组底部约 36 m 获得一件英安质凝灰岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为(225.1±1.4) Ma^[8]。另外,笔者在羌塘盆地胜利河、石水河、沃若山、格拉丹东地区也获得了那底岗日组火山岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素年龄,其值分别为(217±5) Ma、(208±4) Ma^[7]、(216.1±4.5) Ma^[9]、(220.4±2.3) Ma^[10],这些测年结果均显示,那底岗日组火山岩时代归属应为晚三叠世。值得注意的是,在菊花山剖面,获得的火山岩年龄更靠近那底岗日组火山岩的底部,可能代表了那底岗日组火山岩的早期喷发时间(225.1±1.4 Ma);在那底岗日剖面,获得的 1 件凝灰岩年龄更靠近那底岗日组火山岩的顶部,可能代表了那底岗日组火山岩的晚期喷发时间(205±4 Ma)。上述分析表明,连续沉积于那底岗日组地层之上的雀莫错组地层,其早期沉积时间应该为早侏罗世。

雀莫错组地层之上沉积了一套海相碳酸盐岩地层,即布曲组地层,雀莫错组与上覆地层之间为整合接触。已有的资料表明,布曲组地层时代归属为中侏罗世^[11]。由此可见,整合于布曲组之下的雀莫错组地层晚期沉积时间可能延续到了中侏罗世。此次剖面实测中,笔者在雀莫错组地层中,采集到一定含量的双壳类化石,包括:*Astarte delicata* Fan, *A. cf. voltzii*, Goldfuss, *Pleuromya* sp., *Protocardia* sp., *Modiolus* sp., *Neomiodon* sp., *Chlamys* sp.等。上述组合分子也常见于羌塘东部的雀莫错组地层中,其中,*Astarte*, *Pleuromya*, *Protocardia*, *Modiolus* 等均是欧洲巴柔期双壳类中常见的分子,分子 *Chlamys* 相当于青海区域地质志所划分的中侏罗统卡洛夫阶的组合代表分子^[4]。由此可见,双壳类动物群反映了雀莫错组地层沉积时间延续到了中侏罗世。另外,在雀莫错组地层中,笔者还采集到一定含量的孢粉,孢粉组合中以世界各地常见的中生代 *Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Neoraistrickia* 蕨类植物孢子为主,晚侏罗世常见的 *Lygodiumsporites* 含量较低,裸子植物花粉含量较低,以掌鳞杉科的 *Classopollis* 占优势,但相对含量不高,占孢粉总量的 15%。这些特征也表明,雀莫错组地层沉积时间延续

年代地层		岩石地层					沉积相		海平面变化		三级层序地层								
系	统	组	段	厚度/m	标志层	岩性柱	主要岩性	亚相	相	三角洲	浅海	体系域	界面特征						
侏罗系	中下统	雀莫组	三	163	e	生物碎屑灰岩 钙质泥岩 粉砂岩夹砂岩 粉砂岩 钙质泥岩	局限台地 分流间湾 水下平原 前三角洲	三角洲	TST	SQ3 SB2	HST	CS SB2							
														二	199	e	泥晶灰岩与生屑灰岩 夹膏盐灰岩 岩屑砂岩 粉砂质泥岩 泥晶灰岩	局限台地 潟湖 水下分流河道	三角洲
		一	256	e	粉砂岩与泥岩互层 岩屑砂岩 粉砂岩 粉砂岩 石英砂岩 砂砾岩 复成分砾岩	三角洲 前缘沙坝 前三角洲 分支河 洪泛湖 河心沙坝 辫状河流 河床心滩 河床滞留	TST	SQ1 LST	SB1										
										三叠系	上统	那日组	>12	v v v v v v	火山岩	溢流 火山喷发			

图2 羌塘盆地胜利河地区雀莫组沉积环境分析(据①修)

Fig.2 Stratigraphic column of the Quemo Co Formation in Shengli River area of Qiangtang basin, showing sedimentary environment (modified from ①)

到了中侏罗世。值得注意的是,笔者在雀莫组地层中采集到的化石(包括双壳和孢粉)均位于剖面中上部,而雀莫组下部地层则以砾岩、粗砂岩为主,未采集到任何化石。依据整合接触关系,推测这些砾岩、粗砂岩的沉积时间应该早于中侏罗世。这些资料表明,雀莫组地层时代应该归属于早—中侏罗世,而不是中侏罗世^[4-5]。

3 雀莫组地层的古沉积环境

雀莫组地层沉积早期,以厚层—块状砾岩(图3)、含砾砂岩及粗砂岩石为特征。砾石成分较为复杂,以石英、火山岩为主,次为变质岩、硅质岩、灰岩等,磨圆度中等,呈次棱角—次圆状,砾径一般为0.2~5 cm,大者可达10 cm,分选差—中等,钙质、砂

①成都地质矿产研究所.中华人民共和国区域地质调查报告(1:25万江爱达日那幅),2005.



图 3 雀莫错组底部砾岩

Fig.3 Basal conglomerate in the Quemo Co Formation



图 4 雀莫错组地层中的硅化木

Fig.4 Silicified wood in the Quemo Co Formation

泥质胶结。部分砾岩呈透镜状产出,反映冲积扇-辫状河沉积特征。砾岩向上,渐变为砂岩及粉砂岩沉积,砂岩中发育平行层理及交错层理,在紫红色钙质粉砂岩中可见虫孔,虫孔垂直或顺层,孔径 4 mm。结合局部地区夹微晶灰岩、泥灰岩沉积,反映了三角洲相的沉积环境(图 2)。

碎屑岩沉积之上,以大套深灰色泥晶灰岩的发育为特征,夹少量的砂屑灰岩,偶夹灰白色中厚层状石膏、膏盐溶蚀角砾岩、钙质泥岩。在灰岩地层中,采集到一定含量的双壳类化石(见上文)。其中, *Astarte* 是一种小型的扇贝类分子,属于活动性内生食悬浮物类型的生物,它们依靠纤毛的摆动引起水的流动,进而摄取食水中悬浮的食物颗粒,其栖居于沉积物表面,多生活于低能的局限海湾或潟湖环境,在潮间-潮下带常见。*Pleuromya* 是一个深挖穴的属,它和现代 *Mya* 属有非常类似的特征,一般生活在潮间带或潮下带的深河口环境附近,在无强流和波浪拍打的软基底最为常见。其余化石,如 *Modiolus*, *Neomiodon*, *Chlamys* 等,属于广适性双壳类。这些资料表明,碎屑岩沉积之上的灰岩地层可能形成于潮坪-潟湖的环境。在胜利河地区,灰岩中尚夹浅暗紫红色中厚层状岩屑细-粗粒砂岩、紫红色中层状钙泥质粉砂岩及粉砂质泥岩,砂岩中发育平行层理、大型交错层理,为三角洲平原相中分流河道亚相沉积(图 2)。

灰岩沉积之上,发育了一套钙质泥岩、粉砂岩夹砂岩的组合。下部钙质泥岩中夹少量的泥灰岩、含生

屑泥晶灰岩,呈正常海沉积的特征,属三角洲沉积体系中前三三角洲沉积(图 2)。中部粉砂岩夹砂岩沉积中发育板状、脉状交错层理,显示水下平原沉积的特征,向上渐变为分流间湾相沉积的灰绿色钙质泥岩沉积(图 2)。

上述分析表明,雀莫错组沉积期,胜利河地区经历了辫状河流相-三角洲相-局限台地相的退积式沉积,尽管存在多次海平面的波动,但总体表现为一个向上变深的海侵序列。

4 雀莫错组沉积期的古气候特征

随着晚三叠世那底岗日期火山活动的结束,胜利河地区开始了由陆相向海相沉积的转化,在雀莫错组下部碎屑岩沉积(一段顶部)中,采集到大量的硅化木(图 4)以及植物化石 *Neocalamites* sp.。*Neocalamites* 可适应于多种气候环境,但更适宜温带型气候,小生境为水体或其周边。通常,*Neocalamites* 的大量存在指示温暖的气候和潮湿的生境。

在含硅化木地层中,笔者还采集到一定含量的孢粉,包括:*Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Neoraistrickia*, *Lygodiumsporites*, *Inaperturopollenites*, *Monosulcites*, *Classopallis*, *Osmundacidites*, *Cycadopites*, *Araucariacite*, *Pinuspollenites* 等。该组合中孢粉的种属少,含量不高,但总体上仍可以反映雀莫错组沉积期的环境特征。孢粉组合中以蕨类植物孢子占有绝对优势,占孢粉总量的 68.4%,裸子植物花粉占 31.6%。蕨类植物孢子中以桫欏科孢子居首,包括 *Cyathidites*、

Deltoidospora, 卷柏科的 *Neoraistrickia* 其次, 海金沙科的 *Lygodiumsporites* 以及紫萁科的 *Osmundacidites* 含量较低。桫欏科多为高大树蕨, 生长于热带和亚热带潮湿地区, 桫欏植物呈乔木或灌木^[12], 与现生类型相似, 中生代的 *Cyathidites*、*Deltoidospora* 生长于偏潮湿的中等水湿环境, 主要见于热带和亚热带地区。卷柏科的 *Neoraistrickia* 为草本类型, 个体很小^[13], 生长于偏潮湿的热带和亚热带环境。现生的海金沙科主要生活在热带、亚热带, 为喜湿、喜热类型的植物^[12], 与现生类型相似, 中生代海金沙科主要类型分布于热带、亚热带地区。紫萁科为湿生植物, 生长于潮湿的热带和亚热带^[12]。因此, 由蕨类植物反映的特征来看, 雀莫错组(含硅化木地层)沉积期, 胜利河地区古气候为偏潮湿的热带-亚热带环境。

裸子植物中以掌鳞杉科的 *Classopollis* 占优势, 但相对含量不高, 占孢粉总量的 15%, 南美杉科的 *Araucariacite* 其次, *Inaperturopollenites*, *Monosulcites*, *Cycadopites*, *Pinuspollenites* 等的含量相对较低。掌鳞杉科植物主要为灌木状针叶树, 部分可能为乔木状, 多生长在山地斜坡。掌鳞杉科广泛分布于热带和亚热带地区或者干旱炎热的近海带、山地斜坡干旱带以及内陆盆地的干旱区^[14], 也可以生长于湿温带、温亚热带和潮湿赤道带。一般认为 *Classopollis* 的含量不超过 10% 属于温暖潮湿带, 10%~15% 为潮湿亚热带, 超过 50% 时代代表干旱气候^[14]。组合中 *Classopollis* 的含量不高, 可能反映了一种偏潮湿的热带-亚热带环境。组合中喜湿热的南美杉科 *Araucariacite* 含量不高, 喜热或喜温的偏干中等水湿环境的 *Inaperturopollenite*, *Monosulcites*, *Cycadopites*, *Pinuspollenites* 的含量很低, 从另一个侧面同样反映了当时气候为偏潮湿的热带-亚热带环境。

5 对盆地演化的启示

上述分析表明, 雀莫错组沉积期, 胜利河地区经历了辫状河流相-三角洲相-局限台地相的退积式沉积, 总体表现为一个向上变深的海侵序列。雀莫错组底部发育了一套以碎屑泥石流为主夹辫状河道的砂质砾岩沉积。雀莫错组下部向上, 逐渐过渡为三角洲相, 出现淡水双壳、半咸水双壳和咸水双壳类生物混生组合, 显示陆相向海相沉积的转变, 在部分地区, 堆积了一套厚达 2000 m 的陆源碎屑岩层^[10], 反映具有较强的差异沉降作用。

雀莫错组之下为那底岗日组陆相火山-火山碎屑沉积, 主要由酸性凝灰岩、火山碎屑岩、流纹岩, 夹少量玄武岩组成。该时期羌北地区在经历晚三叠世早期隆升剥蚀后发生了强烈的裂陷作用, 再次开始接受沉积, 海水仅沿中段双湖一带狭窄通道向北侵漫, 形成陆源近海湖沉积。

雀莫错组之上为布曲组灰岩沉积, 该沉积期羌塘地区差异升降作用明显减弱, 羌北地区经历了前期的快速沉积充填作用之后, 盆地地形大大变缓。随着班公湖-怒江洋盆的进一步扩张, 全区发生了整体性大规模下沉(拗陷), 羌塘地区发生了一次侏罗纪最大规模的海侵, 前期大部分物源区被海水淹没, 陆源碎屑供应量急剧减少, 沉积了大套碳酸盐岩(淹没台地相)^[15], 常含较丰富的双壳类和菊石化石, 且保存完好, 局部可见直径达 15 cm 的菊石化石^[10], 反映了水体较深的低能环境的产物。

上述分析表明, 羌塘中生代盆地演化早期的沉积作用经历了一个由陆相至海相的超覆过程, 沉积超覆从冲洪积相开始, 并伴随着岩浆侵入、火山爆发及火山碎屑沉积作用。沉积总体上表现为一个向上变深的海侵序列, 显示裂谷盆地的特征。

6 结论

(1) 羌塘胜利河地区雀莫错组地层覆盖于那底岗日组地层之上、布曲组之下, 依据其接触关系, 确定了该组地层的时代归属为早-中侏罗世。

(2) 雀莫错组地层沉积早期, 以冲洪积相砾岩为特征, 之上沉积了一套三角洲相碎屑岩地层及局限台地相灰岩沉积, 表现为一个向上变深的海侵序列。

(3) 雀莫错组地层中发现了大量硅化木, 硅化木沉积期胜利河地区为偏潮湿的热带-亚热带环境。

(4) 羌塘中生代盆地演化早期的沉积作用经历了一个由陆相至海相的超覆过程, 沉积总体上表现为一个向上变深的海侵序列, 显示裂谷盆地的特征。

致谢: 感谢成都地质矿产研究所车队杨哲超、陈宁等同志在藏北无人区交通和后勤保障方面给予的大力帮助。

参考文献(References):

- [1] 赵文津, 赵逊, 蒋忠惕, 等. 西藏羌塘盆地的深部结构特征与含油气远景评价[J]. 中国地质, 2006, 33(1): 1-13.
Zhao Wenjin, Zhao Xun, Jiang Zhongti, et al. Deep structure and petroleum prospect evaluation of the Qiangtang basin, Tibet [J].

- Geology in China, 2006, 33 (1):1 - 13 (in Chinese with English abstract).
- [2] Fu X G, Wang J, Tan F W, et al. The Late Triassic rift-related volcanic rocks from eastern Qiangtang, northern Tibet (China): Age and tectonic implications [J]. Gondwana Research, 2009, doi: 10.1016/j.gr.2009.04.010.
- [3] 付修根, 王剑, 吴滔, 等. 藏北羌塘盆地大规模古风化壳的发现及其意义[J]. 地质通报, 2009, 28(6):696-700.
Fu Xiugen, Wang Jian, Wu Tao, et al. Discovery of the large-scale paleo-weathering crust in the Qiangtang basin, northern Tibet, China and its significance[J]. Geological Bulletin of China, 2009, 28 (6):696-700 (in Chinese with English abstract).
- [4] 郝子文, 饶荣标. 全国地层多重划分对比研究-西南区区域地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1999:120-126.
Hao Ziwen, Rao Rongbiao. Multiple Classification and Correlation of the Stratigraphy of China:Regional Stratigraphy of Southwest China [M]. Wuhan:China University of Geosciences Press, 1999: 120-126 (in Chinese).
- [5] 王建坡, 赵兵. 羌塘雁石坪中侏罗统雀莫错组地层及沉积环境[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(3):43-47.
Wang Jianpo, Zhao Bing. Stratigraphy and sedimentary environment of the Qoimaco Formation in the Yanshiping region, Qiangtang[J]. Sedimentary and Tethyan Geology, 2004, 24(3):43-47 (in Chinese with English abstract).
- [6] 付修根. 北羌塘中生代沉积盆地演化及油气地质意义 [D]. 北京: 中国地质科学院, 2008.
Fu Xiugen. Evolution of Mesozoic Sedimentary Basin in North Qiangtang and its Significance in Petroleum Geology [D]. Beijing: Chinese Academy of Geological Sciences, 2008 (in Chinese with English abstract).
- [7] 王剑, 汪正江, 陈文西, 等. 藏北羌塘盆地那底岗日组时代归属的新证据[J]. 地质通报, 2007, 26(4):404-409.
Wang Jian, Wang Zhengjiang, Chen Wenxi, et al. New evidences for the age assignment of the Nadi Kangri Formation in the North Qiangtang depression, northern Tibet, China[J]. Geological Bulletin of China, 26(4):404-409 (in Chinese with English abstract).
- [8] 付修根, 王剑, 汪正江, 等. 藏北羌塘盆地菊花山地区火山岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及地球化学特征 [J]. 地质论评, 2008, 54 (2):232-241.
Fu Xiugen, Wang Jian, Wang Zhengjiang, et al. U-Pb zircon age and geochemical characteristics of volcanic rocks from the Juhua Mountain area in the northern Qiangtang basin, northern Xizang (Tibet)[J]. Geological Review, 2008, 54 (2):232-241 (in Chinese with English abstract).
- [9] 王剑, 付修根, 陈文西, 等. 北羌塘沃若山地区火山岩年代学及区域地球化学对比-对晚三叠世火山-沉积事件的启示[J]. 中国科学(D辑): 2008, 38:33-43.
Wang Jian, Fu Xiugen, Chen Wenxi, et al. Chronology and geochemistry of the volcanic rocks in Woruo mountain region, northern Qiangtang depression: implications to the Late Triassic volcanic-sedimentary events [J]. Science in China (series D), 2008, 38: 33-43 (in Chinese)
- [10] 付修根, 王剑, 谭富文, 等. 羌塘东部鄂尔陶巴组火山岩锆石 SHRIMP 年龄及其意义[J]. 地质通报, 2009, 28:15-21.
Fu Xiugen, Wang Jian, Tan Fuwen, et al. Zircon SHRIMP U-Pb age of volcanic rocks in E'er-longba Formation, eastern part of the Qiangtang basin, Qinghai-Tibet plateau, China and its geological significance [J]. Geological Bulletin of China, 2009, 28:15-21 (in Chinese with English abstract).
- [11] 王剑, 谭富文, 李亚林, 等. 青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析[M]. 北京: 地质出版社, 2004:83-88.
Wang Jian, Tan Fuwen, Li Yalin, et al. The Potential of the Oil and Gas Resources in Major Sedimentary Basins on the Qinghai-Xizang Plateau [M]. Beijing:Geological Publishing House, 2004: 34-88 (in Chinese with English abstract).
- [12] 邓胜徽. 中生代主要植物化石的古气候指示意义[J]. 古地学报, 2007, 9:559-574.
Deng Shengli. Palaeoclimatic implications of main fossil plants of the Mesozoic [J]. Journal of Palaeogeography, 2007, 9:559-574(in Chinese with English abstract).
- [13] 黄斌, 李建国. 新疆玛纳斯河畔红沟剖面西山窑组和头屯河组孢粉组合及地层意义[J]. 微体古生物学报, 2007, 24(2):170-193.
Huang Pin, Li Jianguo. Sporopollen assemblages from the Xishanyao and Toutunhe Formations at the Honggou section of the Manasi River, Xinjiang and their stratigraphical significance[J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 2007, 24 (2):170 -193 (in Chinese with English abstract).
- [14] 黄斌, 张光富. 吉林延边智新盆地大拉子组孢粉组合[J]. 微体古生物学报, 2002, 19(3):263-275.
Huang Pin, Zhang Guangfu. Sporopollen assemblage from the Dalazi Formation of the Zhixin basin, Jilin [J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 2002, 19(3):263-275(in Chinese with English abstract).
- [15] 张玉修, 李勇, 张开均, 等. 西藏羌塘盆地依仓玛地区中上侏罗统碳酸盐岩特征及其环境意义[J]. 中国地质, 2006, 33(2):393-400.
Zhang Yuxiu, Li Yong, Zhang Kaijun, et al.Characteristics of Mid -Upper Jurassic carbonate rocks in the Yichangma area, Qiangtang Basin, Tibet:Implications for the sedimentary environment [J]. Geology in China, 2006, 33 (2):393-400 (in Chinese with English abstract).

Stratigraphy and paleoenvironment of the Quemo Co Formation in Shengli River area, northern Tibet

FU Xiu-gen¹, WANG Jian¹, WU Tao², HE Jiang-lin¹

(1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China;

2. Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang 550004, Guizhou, China)

Abstract: Recently abundant silicified wood was discovered in the Quemo Co Formation along the Shengli River section in Shengli River area, northern Tibet. In addition, certain amounts of bivalves (e.g., *Astarte delicata* Fan, *A. cf. voltzii* Goldfuss, *Pleuromya* sp., *Protocardia* sp., *Modiolus* sp., *Neomiodon* sp., and *Chlamys* sp.), spores and pollen grains (e.g., *Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Neoraistrickia* and *Classopallis*) were also found in this section. A detailed investigation along the section was performed to reconstruct the paleoenvironment during Quemo Co deposition. The magma emplacement age of the Nadi Kangri volcanic rocks underlying the Quemo Co Formation is ca. 205–220 Ma, representing the early sedimentary age of the Quemo Co Formation. The Quemo Co strata are overlain conformably by the middle Jurassic Buqu strata. Therefore, the sedimentary age of the Quemo Co Formation should be early–middle Jurassic. The Quemo Co Formation is composed chiefly of quartz sandstone and conglomerate intercalated with minor micritic limestone. The basal units are typically conglomeratic with the characteristics of alluvial and fluvial sedimentation. These units are overlain by quartz sandstone intercalated with micritic limestone containing salt, brackish and fresh water bivalve fossils, thus considered to be a delta environment. Subsequently, these strata were overlain by restricted platform limestone, indicating a progradational sequence of transition from continental to marine facies. The composition of palynofloras from Quemo Co strata suggests that the climate of the Shengli River region belonged to a sub-humid tropical to sub-tropical zone during the deposition of silicified wood.

Key words: sedimentary environment; paleoclimate; Quemo Co Formation; Qiangtang basin

About the first author: FU Xiu-gen, male, born in 1976, doctor, engages in the study of geology and petroleum; E-mail: fuxiugen@126.com.