文章编号:1000-0550(2012)03-0431-12

# 西藏西南部札达盆地新近纪沉积序列研究<sup>①</sup>

吴 旌<sup>12</sup> 徐亚东<sup>12</sup> 陈奋宁<sup>3</sup> 陈锐明<sup>3</sup> 张克信<sup>12</sup>

(1. 中国地质大学(武汉)地球科学学院 武汉 430074; 2. 中国地质大学(武汉)生物地质与环境地质国家重点实验室 武汉 430074;
3. 西安地质矿产研究所 西安 710054)

摘 要 札达盆地为一个藏南晚新生代断陷盆地 基于岩性岩相、古流向和物源分析,认为札达盆地主要经历了裂陷 充填期(9.2~7.8 Ma) 稳定发展期(7.8~2.6 Ma)和裂后消亡期(2.6~1.7 Ma)。沉积相主要有辫状河相、淡水湖泊 相和冲积扇相,以湖相为主;古流向由南西向转变为盆地周缘指向湖盆中心,发展到最后为南东向;物源主要来自北 侧的阿伊拉日居山地区,古地势由北东高南西低,经差异抬升变为北西高南东低,沉积中心位于湖盆南缘。至约1.7 Ma之后,贡巴砾岩的出现代表了札达盆地的消亡。札达盆地的演化表明藏南裂陷盆地经历了拉张形成、湖盆最大化 而后快速消亡的过程,揭示了藏南在获得最大高度后进一步构造伸展垮塌的演变历程。

关键词 札达盆地 新近纪 沉积相 沉积演化 第一作者简介 吴旌 男 1990 年出生 学士 地质学 E-mail: fred93@live.cn 通讯作者 张克信 E-mail: kx\_zhang@cug.edu.cn 中图分类号 P512.2 文献标识码 A

## 0 前言

札达盆地位于西藏自治区西南部阿里地区象泉 河流域,岗仁波齐峰的西侧,地理范围为东经 79°00′ 至 80°30′,北纬 30°50′至 32°20′。其新近纪地层近水 平产出,呈典型的"塔林"地貌景观;基底为侏罗纪— 白垩纪砂岩 地层出露厚度在盆地南缘达到最大<sup>[1]</sup>。 盆地周围山体主体呈北西—北西西方向延伸,地势南 西(喜马拉雅山脉)和北东(阿依拉日居山脉)两侧 高,平均海拔在 4 000 m 以上,呈向西北开口的喇叭 状。盆地东西长约 140 km,南北最大宽度为 50 km, 面积约为 40 000 km<sup>2</sup>,属侵蚀剥蚀极高山地貌。

札达盆地地处喜马拉雅褶冲带,其形成和发育受 控于青藏高原"两体三带"的构造格局的发展演化, 即喜马拉雅造山带的北坡、喀喇昆仑造山带的东南端 (阿伊拉日居山)和雅鲁藏布江缝合带西北端的结合 地带,也是冈底斯地体和喜马拉雅地体结合部<sup>[2]</sup>。 札达盆地的控盆断裂为西南侧藏南拆离系和东北侧 的阿伊拉日居山断裂(喀喇昆仑断裂的东南段的分 支断裂)。

# 1 研究剖面介绍

本次研究剖面位于西藏自治区札达县城南4 km

的岗桑—多几东沟一线(以下简称多几东剖面) 剖 面起点坐标为 79.75°E ,31.48°N; 剖面终点坐标为 79.74°E 31.38°N(图1),自下而上出露的地层为中 新统一上新统托林组(610.2 m)和下更新统香孜组 (>44.3 m) 剖面总厚约654.5 m。托林组区域上与 下伏中侏罗统聂聂雄拉组呈角度不整合接触(河北 省地质调查院 2004)<sup>2</sup> 和上覆下更新统香孜组呈整 合接触(图1)。由于多几东剖面处上覆香孜组未见 顶 因而在札达县香孜乡西北约 1km (N31°50′31″, E79°37′20″) 选择了一条辅助剖面( 香孜剖面<sup>[3]</sup>) 进行 补充,该剖面厚109.4 m,与下伏托林组呈整合接触, 与上覆顶盖砾岩(贡巴组)呈角度不整合接触(图 3)。盆地内地层近水平产出,分布连续,保存完整, 并含有丰富的动植物化石 因此是进行盆地演化研究 的良好载体。然而,高程落差较大加剧了地貌侵蚀, 使得札达地区发育典型的"塔林"地貌景观。古水流 和砾岩成分分析可以提供盆地演化过程中沉积物源 区的位置和组成的信息 是重塑沉积环境和恢复古地 理的重要方法<sup>[4,5]</sup>。我们对沉积地层中发育的砾石 叠瓦状构造的优势扁平面产状和砂岩板状一楔状交 错层理的前积纹层产状进行了系统的测量 定内主要 通过对相关数据进行分析,并在图中用箭头指示优势 古水流方向,并对主要砾石成分绘制物源饼状图。

①中国地质调查局青藏专项项目(编号: 1212011121261)和国家地质学理科基地人才培养基金项目(批准号: J0830520)资助。 ②河北省地质调查院:西藏自治区日新幅、札达县幅、姜叶马幅1: 25万区域地质调查报告.2004 收稿日期:2011-06-02;收修改稿日期:2011-09-19



### 图 1 札达盆地地质构造简图及其位置图 $^{2}$

全新统: 1. 冲积物; 2. 冲洪积物; 更新统: 3. 冲洪积物; 4. 香孜组; 新近系: 5. 托林组三段; 6. 托林组二段; 7. 托林组一段; 侏罗系: 8. 拉弄拉组; 9. 聂聂雄拉组; 三叠系: 10. 拉吾且拉组; 11. 穷果群; 二叠系: 12. 曲嘎组二段; 石炭系: 13. 滚江浦组; 14. 哲弄组; 奥陶 系: 15. 幕霞群; 16. 波库混杂岩; 17. 县行政所在地; 18. 村镇; 19. 居民点; 20. 推测断层; 21. 角度不整合界线; 22. 整合界线; 23. 公 路; 24. 河流; ATF. 阿尔金断裂; JUF. 宗务隆断裂; MJF. 木孜塔格一鲸鱼湖断裂; XJF. 西金乌兰一金沙江断裂; BNF. 班公湖一怒江 断裂; KKF. 喀喇昆仑断裂; YZS. 雅鲁藏布江缝合带; STDS. 藏南拆离系; MCT. 主中央断裂; MBT. 主边界断裂。



# 2 沉积学研究

札达盆地新近系札达群可自下向上分为托林组 和香孜组(图1),主体为一套河湖相沉积。本文中托 林组和香孜组的磁性地层年代引自 Saylor 等<sup>[6]</sup>。札 达群由张青松和王富葆创名<sup>[7]</sup>,创名地点位于札达 县城西北 338°方向 43 km 的香孜农场内,主要指一 套含脊椎动物化石(三趾马和古小长颈鹿)、孢粉及 腹足类的半胶结一松散状态的碎屑组合。

托林组由钱方等创名<sup>[8]</sup>,在札达县城南托林贡 巴沟内建立正层型剖面,主要为一套河湖相碎屑岩; 托林组下部未见底或一般不整合与基底地层,上部与 香孜组整合接触(图4和图5)。托林组主要见于札 达、普兰、聂拉木、仲巴、拉萨、索县等地<sup>[9]</sup>。在多几

	9     9     9     10     12 <th></th> <th></th> <th>-</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>] </th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>2</th> <th></th> <th>0</th> <th></th> <th>000</th> <th></th> <th>0:0</th> <th></th> <th>:</th> <th></th> <th>- -</th> <th></th> <th>Ĩ</th> <th>:</th> <th>1</th> <th></th> <th>_</th> <th>=</th> <th>2</th> <th><u> </u></th>			-					] 					2		0		000		0:0		:		- -		Ĩ	:	1		_	=	2	<u> </u>
Mill     Instrument     Instrument <td></td> <td>沉积 相</td> <td>Af</td> <td>34</td> <td>II</td> <td></td> <td>JV.</td> <td>Fd</td> <td></td> <td></td> <td>_</td> <td></td> <td>_</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Γ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>_</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>_</td> <td>Ld</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Rb</td> <td></td>		沉积 相	Af	34	II		JV.	Fd			_		_				Γ					_				_	Ld					Rb	
	0     1	沉积 亚相	fr	fr fo		kl-s.	fr-fe	fdp		kl-s			dl-ki			Uf		Ð		s1-k1		Ę	sl-kl	mb	pd	pd	mp		dp	rh-fn		fb	ų
S009     原傳 組名     是与     特性者相       1.7-     700-     自60-167     普爾       第     169-150     第     169-150       第     110-150     159-144     159-144       2.6-     100-167     129-133     129-133       3.6-     100-101     129-133     129-133       3.6-     100-101     129-133     129-133       3.6-     100-101     129-133     129-133       1.9-120     129-133     129-133     129-133       2.6-     100-01     129-133     129-133       3.6-     100-01     129-133     129-133       1.17-120     117-120     117-120     117-120       5.0-     100-01     100-01     100-01       6.0-3     100-01     100-01     100-01       6.0-3     100-01     100-01     100-01       8.7-3     100-01     100-01     100-01       8.7-3     100-01     100-01     100-01       8.7-3     100-01     100-01     100-01	5     500     原增 组名     展号     岩性岩相       2n     1.77     700     108     200       第     1.60     1.61     1.60     1.61       2n     2.60     100     100     101       1.97     2.60     100     101     102       2n     000     101     110     110       1.97     1.97     112     112     112       2n     000     112     122     122     122       2n     000     117     122     122     122       2n     000     117     122     122     122       2n     000     117     122     122     122       2n     000     11     12     122     122       2n     000     11     12     12     12       2n     000     11     12     12     12       2n     000     12     12     12     12       2n	主要岩性描述	● ● 灰色砾岩,夹粉红褐黄色粗砂岩、粉砂质泥岩。	■ 東色、 夹黄色巨厚层砾石层与泥质粉砂、钙质砂岩互层。	■ 实黄色、灰褐色巨厚层砾石层与灰白色、灰黄色脱质粉砂、粉砂质泥层互层。中部夹含砾细砂层。	下部为实白色巨厚层巨砾岩夹灰绿色中薄层粉砂岩、蓝实色中薄层钙质泥岩。顶部可见实白色混成层。	3 褐色、灰白色巨厚层状复成分巨砾岩夹灰褐色中厚层复成分中缩砾岩、顶部为土黄色中薄层粉砂质泥岩。	■ ■ 下部为 <u>来色巨厚层状复成分砾岩,中部可见蓝灰色、土黄色满层 极薄层泥质粉砂岩,上部为灰褐色中层状含砾石英中、细砂岩,具底面冲刷构造。</u> ■ <u>下堂头在带色                                    </u>	▶ 「市动火火県は、血火に時医に吸物がする、上部内風火は、火水県と、紅泉県は各味汁に細砂石。共小十伝珠、用畑肉塩、小学院打伝珠、医小、面水な頃に注す。 ▶ 「市坊方衣自白屋根水中確定」向上方憲衣の商長専航院は、土黄の商屋粉砂原泥岩、产分形虫化石。 一部のドクトをが起います。	下部为疾综色含碌粗砂岩,向上为灾绿色、土黄色岩屑石英细砂岩夹蓝灰色、土黄色薄层粉砂质泥岩、钙质泥岩、粉砂岩。顶部可且含砾粗砂岩和砂质泥岩。  下部为灰绿色含砾中-粗砂岩、薄层复成分砾岩夹杨砂岩,上部为蓝灰色、土黄色薄层泥岩,泥质粉砂岩与灰绿色植砂岩互层,产分形虫化石。	,而2000年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1997年,1 在第为友绿色含藓粗砂岩,向上可见互层的友绿色含砾中砂岩与细砂岩、蓝灰色粉砂岩、土黄色泥岩组成的两个旋回。可见介形虫化石。	蓝灰色、灰绿色厚层含砾粗砂岩、灰绿色细砂岩、蓝灰色粉砂质泥岩构成两个下租上细的镜回,顶部可见灰绿色中砂岩层。	蓝灰色钙质泥岩与灰绿色岩屑石英砂岩互层、由下向上钙质泥岩含量逐渐升高。产分形虫化石。	下部为束绿色长石石英细砂岩和红褐色、灰白色含砾粗砂岩互层,中部为蓝灰色薄层粉砂质钙质泥岩和灰绿色细砂岩、灰绿色含砾粗砂岩互层,顶部为蓝灰色钙质泥 世主水量主体品本体体。	<u>。47%少更必要已的94.4。</u> 厂1704-316-01。 <u>友</u> 绿色岩屑石英细砂岩、岩屑长石石英中砂岩和灰绿色、蓝灰色粉砂岩、极薄层粉砂质钙质泥岩、钙质泥岩豆层。产介形虫化石和植物茎干化石。	■ /发线色砾岩、含砾粗砂岩、粗砂岩夹土黄色钙质泥岩,顶部为中薄层灰白色砂质钙质泥岩,具水平层理。产分形虫和腹皮类化石。 ■ 底部为灰线色屏层状含砾岩屑石美砂岩,下部为灰绿色岩屑长石石英地砂岩与蓝灰色、灰白色中薄层粉砂质泥岩互层,上部为土黄色、灰绿色含砾砂岩、粉砂岩,	人 <u>很重拾要条件的情报程,一般的种时件,继续来,忍苦求,乃非此化石。</u> 天装给石石中,编码经月蓝茶包,要色薄层钙低粉砂密能发出反。产小形虫化石。	友绿色博层状混质粉砂岩、蓝灰色薄层钙质泥岩、灰黄色鸭质粉砂质泥岩,上部含有灰绿色岩屑细砂岩,顶部为蓝灰色、灰绿色钙质泥岩。产分形虫化石。 底部为灰黄色岩屑石英粗砂岩,中部为蓝灰色、灰黄色薄层粉砂质泥岩与细砂岩互层,夹薄层钙质泥岩,产植物叶片化石。顶部为灰绿色松散中细粒石美砂岩。	<u>、产介形虫化石。</u> 云底部为含砾石英砂岩,向上为蓝夹色、灰白色钙质泥岩、含砂质泥岩。顶部为土黄色,蓝灰色薄层粉砂质泥岩与含砾中砂岩互层。产分形虫化石。	<u>蓝夹色、土茸色薄层钙质泥岩和蓝夹色粉砂岩互层,上步见来绿色薄层石英细砂岩,顶部为含碎粗砂岩。粉砂层发育水平层理。产小形虫化石。</u> 下部为夹色中毒层石英细砂岩与灰色薄层粉砂岩互层,中部为灰绿色岩屑石英中砂岩,上部为蓝夹色中毒层钙质泥岩与灰绿色薄层含砾中砂岩互层,含植物叶片、螺	变化4. 产生形出化4. 灰色中薄层钙质能岩夹黄褐色中层岩屑石英细砂岩、厚层岩屑石英粗砂岩。上部可见土黄色中薄层石英细砂岩与青灰色薄层钙质泥岩互层。产分形虫化石。	化脂肪增蛋化的原因脱脂化剂,用那为其黄的中层状有成物衍活,是用可以染色的脱脱的光细的产品。产作形虫化有。 化脂肪均能分布 - 半备在度已经服装架 - 上就金融合由巨短能部分上与容器合并已是一条全部中心子一是一条不能可心了。	· 英勝色、蓝灰色中,霉尿管原泥岩,局部含泥原用4400岁法透明。含植物中并化石和外的含土加水。2.7.0.4.10000	下部为灰绿色尾层状岩屑石英粗砂岩夹土黄色、蓝色中-薄层粉砂质混岩,产戟干化石。中部为见含蓝色混岩给核的灰绿色匠厚层状岩屑石英粗砂岩,土黄色中薄层、 / 中厚层中-细砂岩、杨砂岩与薄层混岩互层。上部为红褐色、灰绿色厚层岩屑长石石英砂岩、蓝灰色夹黄红色中层混质粉砂岩不规则互层。产介形虫化石。	<u>扩部为夹线色厚层岩屑石英粗砂岩夹砖红色沸层钙质粉砂岩,发育像升层理和浓融槽就上部为岩屑石英细砂岩与蓝灰色中层状粉砂质泥岩互层具爬升层理和平行层理。</u> 下班主本网络百居鸟园石宝和岛本主要在露居缩底知道。 <i>本主</i> 体成内的五小刀,一定型人在内各储石拉动电部岛本在网点由目动设置无常和动动。	上1949分来已平底有月口关的有天工具已得能力现在4,含有76%1699月11月15。上前内外日已与现分的以底有天天来40日1840月月日关时的有6。 友缘色厚层岩屑石美砂岩夹砖红色薄层钙质泥岩、蓝灰色薄层泥质粉砂岩。发育槽状,膜状交错层理,另可以液状层理、滑塌构造。产介形虫化石。	_ 灰绿色巨卑层状含砾岩嘴石英粗砂岩夹土黄色、蓝灰色薄层泥质粉砂岩,顶部为砖红色薄层粉砂质泥岩。可见滑塌构造、槽状、楔状、萤状交错层理。产介形虫化石。   下部为蓝灰色、灰绿色中-厚曾岩屑石英砂岩夹土黄色薄层唇质泥岩、泥质粉砂岩,发育爬升层咽、滑塌构造。上部为土黄色薄层粉砂质泥岩。产介形虫化石。	友绿色中-厚层状岩屑石英粗砂岩,含砾岩屑石英中-粗砂岩夹蓝彩色、灰绿色薄层钙质泥岩、岩屑石英细砂岩。砂岩中发育模状、槽状、板状交错层理,平行层理。 下部为灰绿色属层线岩屑长石石英用砂岩夹整竹色、土凿鱼、蓝灰色蕴层钙砾泥岩、滑索粉砂岩、品部贝灰绿色长石石英细砂岩。可见愈升层理和滑脂构造。上部为	(電波会議員に現実はおけれていたいたいたいたい。11、11、11、11、11、11、11、11、11、11、11、11、11、	(下部为实践色巨厚层状岩屑长石有类砂岩夹灰绿色嘴层泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、薄层长石石美细砂岩、顶部见灰线色薄层钙质泥岩。 2.1 应得否 查别名同是只是从不不差相砍哭。生音做开、此外水就已呷一上剪先用自开共思尼长石石美细砂岩、顶部见支线色薄层钙质泥岩。	。	底部研究学品,这些研究学品。2011年的1月11日,1997年1月11日,1997年1月11日,1997年1月11日,1997年1月11日,1997年1月11日,1997年1月11日,1997年1月11日,1月11日,1月 底部研究学習業務時期前、由土力政策色厚层互英粗砂岩、发育槽状、板状交错层理。中部为灰黄色石英细砂岩、粉砂岩,可见板状、楔状交错层理。上部为灰色、紫 长台 建良好能的学员,见不好电化石。	下部为来黄色中厚层含砾石英粗砂岩夹细砾岩透镜体,发育板水交错层理,上部为桔丝鱼巨厚层状石英细砂岩,顶部可见钙质池质粉砂岩。
S009<     展博     度当     108       1.7-     700-     100-1     100-1       1.7-     700-     第     145-1       2.6     600-     132-1     132-1       3.6     100-1     132-1     125-1       3.6     100-1     102-11     122-1       3.6     400-     102-11     102-11       102-11     100-1     100-1     102-11       102-11     100-1     100-1     102-1       100-1     100-1     100-1     100-1       8.7     81-8     81-8     81-8       8.7     900-8     100-1     100-1       100-1     100-1     100-1     100-1       8.7     2000-8     81-8     81-8       8.7     2000-8     82-9     50-6       9.8     46-4     46-4     46-4       8.7     2000-8     29-3     29-3       8.7     200-8     29-3     29-3     29-3       8.7     200-8     29	5 500 「加 「 「 」 「 」 「 」 「 」 「 」 「 」 「 」 「 」 「 」 」 「 」 」 」 「 」 」 「 」 」 」 「 」 」 」 」 』	岩性治相 2.2023	5 20 572. 5 20 577. 5 20 5773.	67	59	48	44	35 20 20	33 200000000	28 <b>4 1 1 1</b>	26		53 53	30 	16		10								5		3	1. J. J. S. 6				8	2
800 加 加 加 加 加 加 加 加 加 加 加 加 加 加 加 加 加 加	5 5000 1.7 2.6 600 2.6 600 2.6 600 2.6 600 400 1.7 2.6 600 400 400 1.0 1.7 2.6 600 400 400 400 400 400 400 40	层号	168	160-16	149-1.	145-1	139-1	$\frac{136-1}{34-1}$	132-1	127-1	125-1	123-1	121-1.	117-1:	112-1	109-1	102 - 1(	100-1 98-9	94-9	87-8	81-8	74-7	2-12	68-7	66-6 62-6	59-6	50-5	46-4	38-4	32-3	29-3	23-2	19-2
S09	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	组名	苋巴组	Ļ	香	茲组			Ĺ				_							#	£ ¥	14	Ψ.										
2.009 3.005 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 0 5.0 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1	500 111 111 111 111 111 111 111	原原 (1		700				600-					500	-			007	004			300-					3 200				100.			
		60	t -	1.1				2.6						3.6							5.0					و. ا						8.7	
		s -	14	-				2n /					An.	١.				3n				- ut			- En		5				IVu		-

图 2 西藏札达盆地多几东新近系托林组和香孜组柱状剖面图

1. 平行层理; 2. 水平层理; 3. 板状交错层理; 4. 楔状交错层理; 5. 叠瓦状构造; 6. 砂砾岩透镜体; 7. 砾岩; 8. 含砾砂岩; 9. 砂岩; 10. 粉砂岩; 11. 泥质粉砂岩; 12. 粉砂质泥岩、泥岩; 13. 三趾马动物群化石点. 沉积相: Af: 冲积扇; fr - fe: 扇根一扇端; Rb: 河流; rb - fp: 河床一泛滥平原; Fd: 扇三角洲; fdp: 扇三角洲平原; Ld: 湖泊三角洲; dp: 三角洲平原; dm: 三角洲前缘; pd: 前三角洲; L: 湖泊; kl: 滨湖; sl: 滨湖; dl: 深湖. 图中 托林组和香孜组的磁性年代地层柱引自 Sayloret al. (2009)<sup>[6]</sup>。

Fig. 2 Stratigraphic column of the Neogene Tuolin Formation and Xiangzê Formation in Zanda Basin Tibet

### 吴 旌等: 西藏西南部札达盆地新近纪沉积序列研究

筑积 相	:													AI		ц	Af	Af					Γ			Af							Rb		Γ
沉积 亚相	fr	f.	ц ц		fr	fr	fr-fe	fr-fe fr	fr-fe	fr-fe	kl	j j	fr_fo	fr-fe	fr-fe	sl	fr	kl-sl		fr-fe		fr-fe	fr-fe	sl-kl	T		fr		fr-fe	fr-fe	t.		rb-fp		sl
岩性岩相简述	中更新统砂砾岩覆盖层	/ 灰黄色中薄层砾石层与灰黄色粉砂层,泥质粉砂层,可见平行层理,砾石略具定向性,主要成份泥岩为主   左睾鱼由间层中鞘粉砾石层 十面齿丛斗起底岩 湖岩 地可山小景龙岗岩 咳目空向燕 鲛体上可16月	炎與巴士孕法于租在聯口法,主要成份力推成者、把者。也可死之更化因者,配并在回注,盈件工可200% 視质粉砂层,由第3层向上变为灰白色,第四层为钙质中细砂层,两端可见铁质层。	灰黄色白星是中粗彩砾石屋,破石吃闪花岗岩为主。其定山性。 灰黄色白星是中和彩彩石屋,一般石色与红色,有大王、其定山性。		友貴の含疵粉砂质泥屋。	制灰更也已早层帐石层,王要成份为化冈宕,极宕,泥宕,少重硅质宕,石央宕,局部鬼铁锰质黑色也裹层, 11.且即昆宕向件	【底部为含碌粉砂层,向上为灰黄色薄层钙质粉砂、中部为含砾细砂层,中上部为泥质粉砂层,向上渐变为粉 11 % 6 %   医类可可速速冒ゅ。   医型可用 一是 90 ~~ 15 的 % 经 6 回 4 自	1 2010年11 - 12011-12011-12011-12011-12011-12011-12011-12011-12011-1201-12011-1201-12011-12011-12011-12011-12011 1 在褐色白星层细矾层、硫石嵌色主要为硅脂肪、板岩、石炭器、中滑可具含碳粗砂层	<b>《</b> 灰白色混质粉砂,粉沙质泥层,含黄色条带,底部含细砾。	恢黄色巨厚层砾石层,砾石成份主要为花岗岩,成分主要为板岩,泥岩,可见略具定向排列,向上逐渐变细	成部为含碱泥质是,粉沙质泥,上部为粉沙质泥。	//火萸巴巴厚层軟石层,聯石成份主要万化肉石,泥石,做石。嗅節,版前具有网层各厚鸡2m的已嗽─租嗽层, / 中间本一层中属层中细砾石层,其中可见斑层湿质本层,下部为硫石层 上部可见泥脂熟砂矮镨优。	1.1.2.2.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1	<u>//灰黄色巨厚层砾石层软质质、粉砂质透镜体、略具定向性、成份主要为花岗等</u> 。	/ 下部以青灰色薄层视质,中部为灰黄色泥质粉砂,向上渐变为灰黄色薄层细砂层,含砾中粗砂,上部为灰白	在粉粉的能能了。 在新发展的能量,有上新水头加强出,也上她头不能想这些,也问问,已就吃一点上头不断开始站已	人族的分配有有,四上和文人和教育,廿上的方数、田田、和文子、廿月发一次无政,山口、万之称于杜勒之。	✓ 夾莨色巨厚层甲粗砾层、砾石成分王婴为化肉着、板岩、甲间児一透镜体、可见交错层埋、甲部为甲鉛砾岩、 「葡萄瓶水砂粕 □□0会砥粗砂落镨化 砥石厚中间可可泥质厚 整砂脂泥层。	<u>2000年1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日</u> 1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日	【旅部为灰白色中租砾层,中厚层结构、中部可见中厚层粗砂层、呈正粒序、见楔状交错层理、上部为两层中 第三	() <u>郫辰,来一房含ო和砂,土田死中投资馆体。</u> / <u>  郫長,来一房含ო低較</u> が同一 <u>十</u> 田死中投资馆体。 /   阿米先常多个他低较的问题,在说能够的问题,由上述先考在核防能说具。说是话道道正可要在发进	休眠少な実は5.4440000万に、下部少な1560次10000万に、十1-140万日火1500万以1012、1012以114-1人現日米14-4   中下紹会在英雄紙、中上語可見知務務的石葉版影	<u>   灰绿色中薄层粉砂质泥,中间可见黄色铁质条带,顶部为含砾粉砂层</u>	淡水角印度层波层 淡水角印度合成层	水贯也语定中啦后,效于和拉马女子,同声中见泥的砂石的灰头齿,哈马走问证,身开可见交错反理。 	此能力必要出世時KEZ都執电的关約型风采带,十部方者解約型/E、坝部方火口也時/E均风化/F、約型风化。   维介福息報席团拍。	/发黄色巨厚层砾石层、砾石分进一般,磨圆次圆到次棱,略具定向性、砾石含量约占80%	《谢层混成粉砂岩,可见铁质风化的韵律层,可见平行层理,见植物化石碎片。	<u> </u>	医	<u>/ 此外恋侣的发现有,初期的成也有,大的声信的恐乐中,主外干房埕,四十50%来用这种酸了,有即当先的总有</u> / <u>獨黄色薄层粉砂岩夹灰褐色混质条带,中间可见水平层理,视质条带层厚度约2~3mm,底部可见一层铁质层</u>	<u>  灰黑色混岩、粉砂岩、泥岩中间见铁质条带、泥质粉砂岩、上部见中细砂岩、顶部变为细粉砂岩</u>   左白色软砾底褐岩   由间面间丝底灰热   面间本亚具面	<u>,在时外的全球运行,在中部为必需要。至此外,运</u> 需为灰白色中层中细砂岩,顶部可见平行层理 上部方成中在有类砂岩,中部为灰黑色含砾褐砂岩,运器为灰白色中层中细砂岩,顶部可见平行层理	灰白色薄层泥岩,钙质泥岩,见水平层理,中间见泥质粉沙层,部分见铁质染色
层号 岩性岩相柱	000000			2 (00000) 100000	# 000000 #C	000000	32 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	32 000000000000000000000000000000000000	31 00000 00	29 0 0 0 0 0	28	26 0 0 0 0 0	25 000000	0,0,0,0,0	23 000000	22 0000	21 00000 00	20	00000	000000	10 00000	00000	<b>a</b> a a a a a a a a a a a a a a a a a a	14	13	19 2 2 2 2 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	11 22 2 2 2 2	10 8 8 8 8 9 0 av	8 0 0 0 0 0	7 0.0.0.	( 0.0.0.0)		<u>2 8:9:9:9</u> ≣	-
厚度 /m		0	130-					_	100-		_			Ċ								50 -													<
古地磁	7hm07		0 EQU		INIA		0 73-			-		• • •				1							I	2.48						•					
地 市 (Ma		1.7-																														-2.6-			9 7 6
地层	顶盖	愿	11											,	香	支:	王	,		_		_			_	_		_	_	_		F	北:	4	1
地名														-	←用	虹る	* * 35	2														+	断る	虹を	1
	Fig.	图 3	中香 Stra	行文 atig	(组的 grap	图 句磁 hic	3 性华 co	西 軍代 lum	藏 地 no	札 云村	达 封 he	盆  自 ea	地看   Sa rly	雪子 ylo Ple	牧 r 等 eis	下夏 拿 <sup>[6</sup>	更新 〕 , en	新 劉 王 王	统者 例贝 Xia	雪子 し图 ing	<b>女组</b> 日2日 zê日	柏 所注 For	E状 示, rma	: ) 下ī utio	面面	图 的 in	] 툀트 Za	5山 nd	七 か a ]	、相 Bas	同 sin	,Ti	bet		

第30卷



图 4 西藏札达盆地多几东剖面托林组下部沉积特征

Fig. 4 Sedimentary character of lower part of the Tuolin Formation of Duojidong Section , Zanda Basin , Tibet



Fig. 5 Sedimentary character of Upper part of the Tuolin Formation of Duojidong Section, Zanda Basin, Tibet





东剖面 托林组厚 610.2 m ,岩性下部为砾岩、砂岩、 粉砂岩、泥岩的正粒序旋回 ,沉积构造发育 ,可见叠瓦 状构造、大型板状斜层理、槽状交错层理、楔状交错层 理;向上变细 ,为砂岩、粉砂泥岩互层 ,沉积构造发育 爬升层理、槽状交错层理、楔状交错层理 ,并出现发育 在湖泊三角洲前缘斜坡地带的滑塌构造。含树杆、哺 乳动物、腹足和双壳动物、介形类和孢粉等化石。托 林组顶部砾岩和砂岩层增多。该组详细的层序与岩 性岩相详见图 6。本组主要发育的沉积相为辫状河 相、湖泊相、湖泊三角洲相和扇三角洲相。

香孜组由钱方等创名<sup>[7]</sup>,并在札达县城南托林 贡巴沟内建立正层型剖面,主要代表一套河湖相碎屑 岩,其与下伏托林组呈整合接触,与上覆贡巴组呈角 度不整合接触。香孜组主要分布于喜马拉雅地 区<sup>[9]</sup>。在剖面处香孜组厚94.4 m,岩性主要为灰白、 褐色厚层一巨厚层复成分砾岩,灰褐、灰绿色砂岩,夹 灰色粉砂岩和蓝灰、土黄色泥岩。砾岩发育叠瓦状构 造和底冲刷面构造,砂岩层发育波状层理,粉砂岩夹 层发育爬升层理、水平层理、小型砂枕构造;砂质泥岩 具水平层理。该组以冲积扇相为主。

2.1 托林组

基于岩性岩相、古流向和物源分析,我们把多几 东剖面的托林组从下向上分为如下三段:

2.1.1 托林组下段(1~35 层)

托林组下段厚约 110.2 m,主要发育辫状河相 (Rb),包含3个亚相:a)河床亚相(rb),b)心滩亚 相(bm),c)河漫滩亚相(fp)。岩性为灰、灰黄、桔 红、灰绿色中一厚层或者巨厚层砾岩、砂岩,与蓝灰、 灰色、黄褐、紫红色钙质粉砂质泥岩、钙质泥岩互层。 砾岩的砾石粒径为0.2~10 cm,以1~5 cm 为主,磨 圆度次圆一圆,分选较好,成分复杂,填隙物为粉砂岩 或粗砂岩,占50%左右,胶结类型为基底式胶结,底 部发育大型冲刷面构造,顶部发育削顶构造,含砂岩 透镜体。砂岩主要以石英砂岩为主,其中夹杂少量砾 岩透镜体;砂岩中主要发育槽状交错层理、楔状交错 层理、板状交错层理。泥岩具水平层理。砾岩、砂岩 与泥岩构成5个向上变细的正向旋回层。

2.1.2 托林组上段(35~138 层)

托林组上段厚约 500 m ,主要发育湖泊三角洲相 (D)、淡水湖泊相(L) 和扇三角洲相(Fd)。

以下分托林组上段下部(35~71 层)、托林组上 段上部(72~131 层)和托林组顶部(132~138 层) 叙述。 托林组上段下部(35~71 层): 厚约160 m,主要 发育湖泊三角洲相(D),包含3个亚相:a) 三角洲平 原亚相(dp),b) 三角洲前缘亚相(dm),c) 前三角洲 亚相(pd)。岩性主要为灰绿色、蓝灰色细砂一粗砂 岩、泥岩;砂岩中发育有水平层理、板状交错层理、波 状交错层理、楔状交错层理和变形层理,夹泥岩、砾岩 透镜体,透镜体中含有植物化石,在细砂岩中含有树 干化石 粗砂岩中含有蓝灰色泥质结核,外囊为铁质 壳层;灰绿色厚层岩屑石英细砂岩和砖红色薄层粉砂 质泥岩组成正粒序,粗砂岩中发育槽状交错层理,细 砂岩中发育爬升层理和冻融褶皱,泥岩中发育波状交 错层理、爬升层理。

托林组上段上部(72~131 层):厚约 340 m,主 要发育淡水湖泊相(L),包含3个亚相:a) 滨湖亚相 (kl),b) 浅湖亚相(sl),c) 半深湖亚相(dl)。岩性 主要为蓝灰、灰白色厚层状石英粗砂岩、长石石英细 砂岩、中薄层粉砂岩和粉砂质钙质泥岩。石英粗砂岩 具槽状交错层理,含砾石和钙质结核,及古脊椎动物 化石;长石石英细砂岩具楔状交错层理,局部含石膏 脉体;泥岩与粉砂岩呈互层状,各厚约3 cm 和5 cm, 含铁质壳层及铁质中粒砂岩透镜体,其中粉砂质泥岩 具波状层理、水平层理和因重力作用发育的滑塌构 造;产植物叶片、双壳类、腹足类、介形类和孢粉化石。

托林组顶部(132~138 层): 厚约 20 m,以扇三 角洲相(Fd)为主,岩性主要为灰色巨厚层状复成分 砾岩,灰褐色中层状含砾石英中砂岩夹薄层状中一细 粒石英砂岩,蓝灰、土黄色薄层一极薄层泥质粉砂岩。 砾石大小以1~5 cm为主,磨圆次棱角一次圆,分选 中等一差,砂泥填隙物,基底式胶结;砾石成分为石英 岩(30%)、砂岩(25%)、花岗岩(15%)、其他成分 (5%);砾石具叠瓦状构造。中一细粒石英砂岩具底 冲刷面构造,可见充填冲刷构造;泥质粉砂岩和钙质 泥岩具水平层理、波状层理和爬升层理。

2.2 香孜组(139~167 层)

该组厚约 100 m,以冲积扇相为主,夹少量淡水 湖泊相,基本特征表述如下:

(1)冲积扇(Af)扇根一扇中亚相(fr-fm):岩 性为灰白、灰褐、褐色复成分砾岩,灰白色厚层一巨厚 层中、粗砾岩和含砾中粗砂岩,砾石分选中等,磨圆度 为次棱角一次圆,填隙物为粉砂至粗砂,占10%~ 25%,基底式胶结;具叠瓦状构造和底冲刷构造,含粗 砂岩透镜体。

(2) 冲积扇扇端相(fe) 岩性为灰绿色中薄层粉

砂岩 ,土黄色薄层粉砂质泥岩 ,具水平层理。

(3)淡水湖泊相可见滨湖亚相和浅湖亚相 岩性 主要为蓝灰色中薄层钙质泥岩 ,土黄色薄层粉砂质泥 岩 具水平层理 ,产孢粉化石。

下更新统贡巴组由一套巨厚层冲积扇相砾岩组 成,与下伏香孜组组呈角度不整合接触,标志着 704.6 m厚的多几东剖面沉积序列的结束。

## 3 古流向与物源分析

古流向分析最早由 Herng 等提出<sup>[10]</sup>,是识别、描述和解释过去的水流形式,为盆地分析的重要手段之一。物源分析是确定沉积物物源位置和性质及沉积物搬运路径 在整个盆地的沉积作用和构造演化等方面有重要意义。

3.1 古流向分析

古流向的研究方法主要由某一点水流方向的微 观研究和确定大范围水流方向的宏观研究<sup>[11]</sup>,以波 痕和交错层理、水道和冲蚀、砾石组构、底面印痕以及 斜坡地区的滑塌构造等的标志分析为主。本次研究 主要通过野外对沉积地层中发育的砾石叠瓦状构造 的扁平面优势产状以及板状一楔状交错层理的前积 纹层产状进行系统的测量,在室内用 Qbasic 软件对 野外测得的相关数据进行校正和分析,最后在图中用 箭头指示优势古水流方向。

根据分析从托林组底部第1、3、5、7、9、11、34 层 砾岩层叠瓦状构造和第2、4、6、8、10、12、14~15、19、 20~23、32、35 层中砂岩层板状一楔状交错层理得到 的古流向数据 得出该剖面托林组沉积时期古水流方 向为200°~250°,古流向指向南西。到托林组上段, 根据第36~37、41、44、46~54、57、59、63、65~66、71 ~72、125~128、131~132、136 层砂岩层板状一楔状 交错层理采集的古流向数据,计算校正得出古流向较 为杂乱,从15°~330°不等,甚至出现多组相反的方 向,反映该阶段古流向为从盆地周缘指向盆地中心。 而札达县城北部的香孜组第139、141、143、145、153、 160、167 层砾石叠瓦状构造和第157、159、166 层砂 岩层板状一楔状交错层理的古流向数据指出古流向 早期为75°~96°(指向东),晚期转变为145°~205° (指向南)。

#### 3.2 物源分析

砾石成分是确定沉积物物源的重要证据。根据 野外实际情况,我们通过对砾岩中砾石成分的详细研 究,对砾岩中不同成分砾石的百分含量进行统计,并 结合古水流方向资料,绘制砾石成分饼状图,对该剖面地层沉积物的物源进行了恢复(图6)。

在物源分析中,多几东沟剖面托林组底部第1、 3、5、7、9、11、34 层的砾石成分分析表明主要为石英 岩和砂岩,占80%左右,含有少量的灰岩、花岗岩和 变质岩。而多几东沟的托林组上部第127、132、136 层砾石成分分析表明砾石成分主要为花岗岩 25%、 石英岩 25% 和砂岩 30% ,少量的变质岩。砾石成份 特点说明札达盆地物源与北部的阿伊拉日居山脉地 区密切相关 因为沿阿伊拉日居山脉发育大量的中新 生代花岗岩和中生代的砂泥质沉积岩 而盆地的西南 部主要出露中生代的蛇绿混杂岩、砂岩、浅变质岩及 元古代变质岩。此外 盆地北部的香孜剖面的香孜组 第139、141、143、145、153、160、167 层砾石成分主要 为石英岩和砂岩 次之为花岗岩、灰岩和变质岩 指示 出札达盆地顶部的物源与盆地北部的阿伊拉日居山 脉地区密切相关 故其物源主要来自于盆地西侧和北 侧地区。

#### 3.3 结果

通过以上的分析,我们发现在托林组下段古流向 主体为南向和西向,砾石主要成分为石英岩和砂岩, 含少量的花岗岩和变质岩,沉积物源主要来自北部的 阿伊拉日居山脉地区;在托林组上段,古流向为盆地 周缘指向盆地中心,砾石主要成分为花岗岩、石英岩 和砂岩 表明沉积物源与盆地北部的阿伊拉日居山脉 地区密切相关;香孜组古流向从早期的东向转变为南 向,砾石主要成分为石英岩和砂岩,花岗岩、灰岩及变 质岩次之,该砾石成分特征表明其物源主要来自盆地 的西侧和北侧地区。

在岩相上托林组下部与吉隆沃马组下段<sup>[12,13]</sup>、 Thakkhola 地堑 Narsing-Ghidiya Kholas 一带的 Tetang 组<sup>[14]</sup>、聂拉木北部野博康加勒地区的"野博康加勒 群"和亚汝雄拉的"达涕组"<sup>[15]</sup> 均是一致的,并且沉 积物的源区来自喜马拉雅特提斯断褶带。同时,托林 组上部也与上述的区域地层可以很好地进行对比。

前人<sup>[16,17]</sup> 对盆地南部的物源分析认为砾石成分 主要为花岗岩和砂岩,其中花岗岩达70%,基性、超 基性岩成分较少。根据周勇等<sup>[15]</sup> 研究发现在盆地西 北部曲松厚150~170 m,向东南至札达农场和县城 厚200~500 m,盆地南部的地层厚度最大可达800 m<sup>[1,6]</sup>。我们判断物源主要来自于盆地北缘的阿伊拉 日居山脉地区,结合区域托林组地层分布特征,沉积 中心位于盆地的南端。

## 4 沉积盆地演化

札达盆地为受东北侧的北西一南东向喀喇昆仑 断裂主控的半地堑盆地,其控盆断裂还包括西南侧近 东西向的藏南拆离系。其中,喀喇昆仑断裂(KKF) 西起红其拉甫,经班公山、扎西岗、门士至冈仁波齐峰 一带,全长约1200 km,具有右旋走滑性质,是青藏高 原西南缘的一条大型活动断裂带;该断裂的初始活动 时间在27 Ma以前<sup>[18,19]</sup>,并且活动时间可以持续到 12 Ma左右<sup>[19~22]</sup>,之后在8.75~6.88 Ma之间再次 发生强烈走滑变形<sup>[23]</sup>,断裂的活动一直延续到晚更 新世以来。而藏南拆离系(STDS)西起喜马拉雅西部 的扎斯卡地区,经中部的珠穆朗玛地区到东部的米林 地区,是分隔高喜马拉雅变质结晶基底和藏南特提斯 沉积盖层的低角度正断裂<sup>[24]</sup>;其被藏南南北向正断 层切割,反映其活动时间上限为8~9 Ma<sup>[24,25]</sup>,对应 了札达盆地初始裂陷形成的时间。

根据 Saylor 等<sup>[17]</sup>的最新古地磁年代学的研究成 果 结合三趾马动物群的出现和 C<sub>3</sub> - C<sub>4</sub>植物型演化 的时限,本文认为札达盆地的沉积时限为 9.2 ~ 1.7 Ma。结合古流向数据和物源的统计分析,可将盆地 的沉积演化分为三个阶段(图 6),即盆地快速裂陷充 填阶段、盆地稳定发展充填阶段和盆地萎缩消亡阶 段。

4.1 盆地快速裂陷充填阶段

托林组下段沉积时期(9.2~7.8 Ma),受伸展构造的影响,主要发育辫状河相(包括河漫滩、河床和心滩),古流向主体呈南向和西向,物源主要来自北部的阿伊拉日居山地区。大量粗碎屑沉积物在该时期随着辫状河快速向南流入盆地;而该阶段盆地南部深,西北部较浅,沉积中心位于盆地南部。

4.2 盆地稳定发展充填阶段

托林组上段沉积时期(7.8~2.8 Ma),盆地进入 稳定发展阶段,主要发育湖泊三角洲相和淡水湖泊 相,且以滨一浅湖相和半深湖相沉积为主。古流向较 杂乱,表明该时期古流向由盆地四周指向盆地中心, 物源依然主要来自北部的阿伊拉日居山地区。该阶 段湖盆面积达到最大化,随着盆缘地带的差异隆升, 四周的高山地带所提供的物源随着河流可以从四周 进入盆地,沉积中心位于盆地中部。

4.3 盆地萎缩消亡阶段

托林组顶部(2.8~2.6 Ma) 和香孜组(2.6~1.7 Ma) 沉积时期,湖盆演化进入萎缩消亡期,主要发育

扇三角洲相和冲积扇相,夹滨浅湖相。古流向早期指 向东,晚期转向南,物源来自西侧和北侧山脉地区。 该时期湖盆受到青藏高原背景环境的强烈持续隆升, 湖泊迅速萎缩消亡,并且由于区域差异抬升,沉积物 源由北偏东侧转变为北偏西侧,古地势由北东高南西 低转变为北西高南东低。在约1.7 Ma 之后的贡巴砾 岩的出现表示札达盆地结束沉积。

札达盆地的沉积历史与临近的吉隆盆地<sup>[11]</sup>、尼 泊尔盆地<sup>[13]</sup>及其他南北向断陷盆地极为相似,伴随 着青藏高原加速岩石抬升剥露期<sup>[26]</sup>强烈地表抬升和 高原快速扩展的背景,并且其沉积序列可与高原周缘 压陷盆地的记录<sup>[27]</sup>相互响应。这表明藏南裂陷盆地 均经历了拉张形成、湖盆最大化而最后快速消亡的过 程,揭示了藏南在获得最大高度后进一步构造伸展垮 塌的演变历程。

## 5 结论

根据札达盆地多几东剖面和香孜剖面的岩性岩 相的野外观察和研究,以及古流向和物源的统计分 析,表明札达盆地存在3个沉积阶段:托林组下段为 裂陷充填期(9.2~7.8 Ma),主要发育辫状河相沉 积,古流向主体呈南向和西向,沉积中心位于盆地东 南缘,盆地南深,西北浅,大量粗碎屑沉积物随辫状河 自北部的阿伊拉日居山地区流入湖盆;托林组上段为 稳定发展期(7.8~2.6 Ma),主要发育湖泊三角洲相 和淡水湖泊相,湖盆面积达到最大化,以半深湖相沉 积为主,盆缘四周的高山地带为沉积盆地提供物质来 源;到托林组顶部和香孜组为裂后消亡期(2.6~1.7 Ma),主要发育冲积扇相,湖盆迅速从湖相和扇三角 洲相转变为冲积扇相粗碎屑沉积,沉积物质主要来源 于盆地西侧和北侧,古地势为北西高南东低;至约 1.7 Ma之后,湖盆消亡。

#### 参考文献(References)

- 王世锋,张伟林,方小敏,等.藏西南札达盆地磁性地层学特征及 其构造意义[J].科学通报,2008,53(6):676-683 [Wang Shifeng, Zhang Weilin, Fang Xiaomin, et al. Magnetostratigraphy of the Zanda basin in southwest Tibet Plateau and its tectonic implications[J]. Chinese Science Bulletin,2008,53(6):676-683]
- 2 潘桂棠,李兴振,王立全,等.青藏高原及邻区大地构造单元初步 划分[J]. 地质通报,2002,21(11):701-707 [Pan Guitang, Li Xingzhen, Wang Liquan, et al. Preliminary division of tectonic units of the Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent regions [J]. Geological Bulletin of China,2002,21(11):701-707]
- 3 江尚松,向树元,徐亚东.西藏札达盆地晚上新世一早更新世孢

粉组合及其地质意义[J]. 地质科技情报,2010,29(4):21-31 [Jiang Shangsong, Xiang Shuyuan, Xu Yadong. Geological significances of late Pliocene-Early Pleistocene palynological assemblage in Zanda Basin, Tibet [J]. Geological Science and Technology Information,2010,29(4):21-31]

- 4 王世虎,焦养泉,吴立群,等.鄂尔多斯盆地西北部延长组中下部 古物源与沉积体空间配置[J].地球科学-中国地质大学学报, 2007,32(2):202-208 [Wang Shihu, Jiao Yangquan, Wu Liqun, et al. Spatial combination of paleoprovenance and depositional lobe of Mid-Lower Yanchang Formation in the northwest of Ordos Basin [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 2007,32 (2): 202-208]
- 5 王晓丰,张志诚,郭召杰,等. 酒西盆地早白垩世沉积特征及原型 盆地恢复[J]. 石油与天然气地质,2008,29(3): 304-311 [Wang Xiaofeng, Zhang Zhicheng, Guo Zhaojie, *et al.* Sedimentary characteristics of the Lower Cretaceous and reconstruction of the prototype basin in the Jiuxi Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2008,29(3): 304-311]
- 6 Saylor J E , Quade J , Dettman D L , et al. The late Miocene through present paleoelevation history of southwestern Tibet [J]. American Journal of Science , 2009 , 309: 1-42
- 7 张青松,王富葆,计宏祥,等. 西藏札达盆地的上新世地层[J]. 地层学杂志,1981,5(3):216-220 [Zhang Qingsong, Wang Fubao, Ji Hongxiang, et al. Stratum in the Neogene Zhada Basin, Southwest Tibet [J]. Journal of Stratigraphy, 1981,5(3):216-220]
- 8 钱方,马醒华,吴锡浩.中国第四纪磁性地层的初步研究[J].海 洋地质与第四纪地质,1983,3(3):17-30 [Qian Fang, Ma Xinghua, Wu Xihao. Preliminary study on the Quaternary magnetic stratigraphy of China [J]. Marine Geology & Quaternary Geology,1983,3 (3):17-30]
- 9 西藏藏族自治区地质矿产局. 西藏自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社,1997: 1-302 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Xizang Autonomous Region. Lithostratigraphy of Xizang Autonomous Region [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press,1997: 1-302]
- 杨运海.物源分析的几种方法[J].内江科技,2009,30(12):21-22 [Yang Yunhai. Several Methods of Provenance Analysis [J]. Nei Jiang Science and Technology, 2009,30(12):21-22]
- 11 陈妍,陈世悦,张鹏飞,等. 古流向的研究方法探讨[J]. 断块油 气田,2008,15(1): 37-40 [Chen Yan, Chen Shiyue, Zhang Pengfei, et al. Discussion on research methods of paleocurrent direction [J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 2008,15(1): 37-40]
- 12 Xu Y D , Zhang K X , Wang G C , et al. Extended stratigraphy , palynology and depositional environments recording the initiation of the Himalayan Gyirong Basin (Neogene China) [J]. jseaes. 2011. 04. 007. Doi: 10.1016/j
- 13 徐亚东,张克信,王国灿,等,西藏南部吉隆盆地中新世一早更 新世孢粉组合及其地质意义[J].地球科学-中国地质大学学报, 2010,35(5):759-773 [Xu Yadong,Zhang Kexing,Wang Guocan, et al. Geological significance of Miocene-Early Pleistocene palynological zones in the Gyirong Basin, Southern Tibet [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 2010, 35(5): 759-773]

- 14 Garzione C N , DeCelles P G , Hodkinson D G , et al. East-west extension and Miocene environmental change in the southern Tibetan plateau: Thakkhola graben , central Nepal [J]. Geological Society of America Bulletin , 2003 , 115(1): 3-20
- 15 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,1993:240-241 [Tibet Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional Geology of Xizang (Tibet) Autonomous Region [M]. Beijing: Geological Publishing House,1993:240-241]
- 16 周勇, 丁林, 邓万明, 等. 札达盆地构造旋回层及其地质意义 [J]. 地质科学, 2000, 35(3): 305-315 [Zhou Yong, Ding Lin, Deng Wanning, et al. Tectonic cyclothems in Zanda Basin and its significance[J]. Scientia Geologica Sinica, 2000, 35(3): 305-315]
- 17 韩建恩,余佳,孟庆伟,等.西藏阿里地区札达盆地第四纪砾石统计及其意义[J].地质通报,2005,24(7):630-636 [Han Jian' en,Yu Jia, Meng Qingwei, et al. Analysis of Quaternary gravels in the Zhanda basin, Ngari area, Tibet, China [M]. Geological Bulletin of China, 2005,24(7):630-636]
- 18 李海兵, Franck Valli, 许志琴,等. 喀喇昆仑断裂的变形特征及 构造演化[J]. 中国地质, 2006, 33(2): 239-255 [Li Haibing, Franck Valli, Xu Zhiqin, *et al.* Deformation and tectonic evolution of Karakorum Fault, Western Tibet [J]. Geology in China, 2006, 33 (2): 239-255]
- 19 Li H B , Valli F , Liu D Y , et al. The formation age of Karakorum fault: constrained by zircon SHRIMP U-Pb dating [J]. Chinese Science Bulletin , 2007 , 52(4): 438-447
- 20 Murphy M A, Yin A, Kapp P, et al. Southward propagation of the Karakoram fault system, southwest Tibet: timing and magnitude of slip [J]. Geology, 2000, 28(5): 451-454
- 21 Lacassin R , Valli F , Arnaud N O , et al. Large-scale geometry , offset and kinematic evolution of the Karakorum fault , Tibet [J]. Earth and Planetary Science Letters , 2004 , 219(3-4): 255-269
- 22 Phillips R J , Parrish R R , Searle M P. Age constraints on ductile deformation and long-term slip rates along the Karakoram fault zone , Ladakh [J]. Earth and Planetary Science Letters , 2004 , 226: 305– 319
- 23 Zhou Y , Xu R H , Yan Y H , et al. Dating of the Karakorum strikeslip fault [J]. Acta Geologica Sinica , 2001 , 75(1):10-18
- 24 Burchfiel B C , Chen Z , Hodges K V , et al. The south Tibet detachment system , Himalayan orogen: extension contemporaneous with and parallel to shortening in a collisional mountain belt [J]. Special Paper-Geological Society of America , 1992 , 269: 1-41
- 25 Harrison T M, Copeland P, Kidd W S F, et al. Activation of the Nyainquentanghla shear zone: implications for uplift of the southern Tibetan Plateau [J]. Tectonics, 1995, 14(3): 658-676
- 26 王国灿,张克信,曹凯,等.从青藏高原新生代构造隆升的时空 差异性看青藏高原的扩展与高原形成过程[J].地球科学-中国 地质大学学报,2010 35(5):713-727 [Wang Guocan, Zhang Kexin, Cao Kai, et al. Expanding processes of the Qinghai-Tibet Plateau during Cenozoic: An insight from spatio-temporal difference of uplift [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 2010,35(5):713-727]

27 Zhang K X , Wang G C , Ji J L , *et al.* Paleogene-Neogene stratigraphic realm and sedimentary sequence of the Qinghai-Tibet Plateau and their response to uplift of the plateau [J]. Science in China: Earth Sciences ,2010 ,53(9): 1271-1294

## Neogene Sedimentary Succession in the Zanda Basin, Southwest Tibet

# WU Jing<sup>1 2</sup> XU Ya-dong<sup>1 2</sup> CHEN Fen-ning<sup>3</sup> CHEN Rui-ming<sup>3</sup> ZHANG Ke-xin<sup>1 2</sup>

(1. Faculty of Earth Sciences , China University of Geosciences , Wuhan 430074;

2. State Key Laboratory of Biological and Environmental Geology, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

3. Xian Institute of Geology and Mineral Resources, Xian 710054)

Abstract: The Zanda Basin is a Neogene rifted basin in South Tibet. On the basis of previous vertebrate palaeontology, palynology, magnetostratigraphy, and ESR dating research, the age interval can be bracketed between  $\sim 9.2$  and 1 Ma through strata correlation. Based on lithology, paleo-current measurements and provenance analysis, this paper studies sedimentological succession of the Neogene Basin, and three sedimentological phases are identified: initial rift filling phase  $(9.2 \sim 7.8 \text{ Ma})$ , stable subsidence phase  $(7.8 \sim 2.6 \text{ Ma})$  and subduction phase  $(2.6 \sim 1.7 \text{ Ma})$ . During 9.2 ~ 7.8 Ma , the braided river lithofacies with an SWS paleo-current predominates in the Lower Tuolin Formation, and the sediment sources are mainly in the north-esatern side of the basin, the sedimentary centrer is located at the southside of the basin. Then, the lacustrine lithofacies dominates in the basin, accompanied by lake-delta lithofacies, with a basin-centric paleo-current in the Upper Tuolin Formation from 7.8 Ma to 2.6 Ma, the lake area reach to maximum, and the source of the sedimentary basin comes from mountains surrounding the basin margin. During 2.6 ~1.7 Ma, the alluvial-fan lithofacie dominates, with a SES paleo-current in Xiangz Formation, implying the the source material are from southwestern side of the basin , and the facies change from fine lacustrine to coarse alluvial fan rapidly. The Pleistocene Gongba Formation is in angular unconformity with the underlying Xiangz Formation , implying end of the sedimentary basin. In summary, the lithofacies compose of braided river, lacustrine and alluvialfan , dominated by lacustrine lithofacies. Paleo-current directions change from SW (lower part) to SE (upper part) , with a basin-centric direction in the middle part. Furthermore, regional geography changes from northeast high, southwest low to northwest high, southeast low, and the sedimentary central is located at the south margin of the basin. After 1.7 Ma, the Pleistocene Gongba Formation appears and implies disappearance of the basin. It indicates that the rift-sag basin in southern Tibet rises firstly, forming a paleo-lake, and then falls abruptly, dating east-west extensional tectonic evolvement when the plateau attains its maximum elevation.

Key words: the Zanda Basin; Neogene; sedimentological facies; sedimentological evolvement