

文章编号: 1009-3850(2004)01-0049-07

青海通天河盆地古、新近纪沉积特征及其意义

白宪洲, 李 勇, 李亚林, 段志明, 王 谋, 张玉修

(成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059)

摘要: 通过对青海通天河盆地古、新近纪地层层序、沉积特征、物源区及沉积环境分析, 建立其垂向相序, 总结出该区具冲积扇相、三角洲相、湖泊相的特点, 并得出通天河盆地古、新近纪物源区主要为北部开心岭隆起区的结论。根据石膏、灰岩夹层及粒度特征等环境标志推测: 中始新世气候炎热湿润, 晚始新世气候炎热干燥, 渐新世气候炎热湿润, 中中新世气候温暖潮湿; 青藏高原的隆升具有阶段性。

关键词: 通天河盆地; 古近纪; 新近纪; 沉积特征; 青海

中图分类号: P534.61

文献标识码: A

青藏高原的隆升是当前地学界研究的热点之一。目前对青藏高原隆升的研究存在较多分歧, 概括起来主要有3种观点。第一种观点认为, 青藏高原在14Ma前已达到最大平均高度^[1]; 第二种观点根据同位素测年资料和南亚植被由森林灌丛转为草原推断, 青藏高原在8Ma前已达到或接近它现在的高度^[2]; 第三种观点认为, 尽管自45Ma前印度板块与欧亚大陆碰撞以后青藏高原经历了多次地形抬升, 但均被地貌夷平作用所削平, 青藏高原最近一次的强烈隆升开始于3.4Ma前, 现在平均海拔在4500m以上的高原地形主要是第四纪时才形成的^[3]。由此可见, 各家的主要分歧在于古近纪、新近纪期间青藏高原的高度变化上。因此, 认真研究古近纪、新近纪青藏高原的环境特征和高度变化历史是解决分歧、探求真实隆起过程的关键, 也是分析高原隆起对环境施加何种影响的基础。

通天河盆地地处青藏高原腹地, 是青藏高原北部典型的古、新近纪盆地。中外地质工作者对青藏高原腹地古、新近纪沉积盆地进行了一定研究, 取得了一定进展, 但对通天河盆地古、新近纪沉积物的物质来源、形成演化、时代归属等研究很少。笔者在过

去的两年中对通天河盆地古、新近纪沉积与高原隆升相关性做了详细研究。

通天河盆地位于金沙江缝合带与班公湖-怒江缝合带之间的羌塘地体北缘, 北为开心岭隆起区, 南为肯底玛断裂, 呈北西-南东向展布, 覆盖面积为4500km²。盆地内大面积出露古、新近系, 表现为陆相碎屑岩和碳酸盐岩沉积。盆地基底由石炭系、二叠系和三叠系组成。盆地的充填物主要由古近系沱沱河组、雅西措组和新近系五道梁组组成。

笔者在区域野外地质填图的基础上, 对厚度达2199.52m的古、新近系进行了沉积相和沉积环境研究, 并用SM-30磁化率仪测量了岩石的磁化率值, 绘制了磁化率变化曲线图。所测剖面位于青藏公路与通天河交汇处东40km, 全长4.1km, 地理坐标为N33°54′09.8″—N33°56′20.6″, E92°35′25.1″—E92°37′10.2″。剖面共分142层, 其中1—44层为沱沱河组(未见底), 45—138层为雅西措组, 139—142层为五道梁组。

1 地层时代

为了明确通天河盆地的时代归属问题, 笔者在

收稿日期: 2002-04-15

第一作者简介: 白宪洲, 1975年生, 硕士研究生, 研究方向为古生物地层学。

资助项目: 国土资源调查项目“青藏高原1:25万温泉兵站幅”区域地质调查(146003002)、国家自然科学基金项目(40372084)。

剖面的砂岩中选取石英颗粒,由成都理工大学“地学核技术应用”四川省重点实验室用电子自旋共振(ESR)法测定其年龄,其结果见表1。

表1 通天河盆地砂岩中石英颗粒年龄表
Table 1 Ages of the quartz grains from the sandstones in the Tongtian River Basin

纪	世	时代/Ma	样品年龄/Ma	样品层号	层位
古近纪	渐新世	23.8			
		28.5	31.4	138	E ₂₋₃ y
		33.7	31.9	96	
	始新世	37.0	40.6	61	
			43.4	47	
		41.3	44.1	39	E ₂ t
		49.0	47.8	1	
	古新世	55.0			
		57.9			
		61.0			
		65.5			

由表可知,沱沱河组的时代应为中始新世,雅西措组应为始新世—渐新世。五道梁组砂岩很少,不能用ESR法测年,但根据地层中发现的孢粉化石组合,确定其为中中新世。与前人在北部可可西里盆地根据古地磁定年资料得出的56~30Ma^[4,5]相比,结论基本上一致。另外,1989年青海省区调综合地质大队测制了格尔木市唐古拉山乡阿布日阿加率剖面(E92°30',N34°08'),根据介形虫、藻类等确定,沱沱河组时代为古新世—始新世,雅西措组时代为始新世晚期—渐新世晚期,五道梁组时代为渐新世晚期—中新世^[6]。1993年,该地质大队对通天河布玛浪纳背斜南翼进行了测量,根据孢粉、轮藻和介形类化石及渐新世标准分子*Eucupris lenghuensis*,将雅西措群定为渐新世,五道梁群定为中新世^[7]。笔者的结论与其对比基本一致,至此基本解决了该地层的年代归属问题。

2 沉积特征

2.1 沉积相划分

根据岩性特征、沉积构造,把通天河盆地古、新近系沉积分为冲积扇相、三角洲相、湖泊相3种沉积相类型。

1. 冲积扇相

通天河剖面下部岩层具红色色调。在整个层序中,砾岩占80%,粒度分布多于一个众数;层理构造

一般不发育,常为块状构造;沉积厚度巨大,达682.41m,这些都是冲积扇相的重要特征。因此,通天河剖面下部为冲积扇相。根据岩性、结构、粒度特征和沉积构造等又将冲积扇分为扇根亚相、扇中亚相(图1)。

扇根亚相主要由碎屑流砾岩、颗粒流砾岩、片流砾岩构成。碎屑流砾岩成分复杂,包括碳酸盐岩砾石和复成分砾石;砾岩单层厚度大,一般为4~20m,局部达40m以上;砾石含量为50%~70%,填隙物为不等粒砂及少量泥,颗粒支撑和基质支撑;砾石大小悬殊,分选性差,常见大漂砾“漂浮”于较细砾石之中(图2A)。颗粒流砾岩由砾岩、含砾砂岩和砂岩不等厚互层组成,具叠瓦构造,粒序层理(图2B)。片流砾岩单层厚度小,砾径小,砾石分选和磨圆好,具叠瓦构造,粒序层理(图2C)。

扇中亚相主要由河道砾岩、河道砂岩和洪泛沉积构成。河道砾岩分布于河道砂岩的下部,厚度较小,砾石大小为2~5cm,分选和磨圆较好,砾石含量70%~80%,填隙物为砂,颗粒支撑,砾石排列具明显的定向性,叠瓦构造发育。河道砂岩碎屑含量大于80%,分选和磨圆较好。洪泛沉积呈夹层状夹于河道砂岩之中,厚度小,常发育水平层理。

2. 三角洲相

三角洲相构成该盆地沉积的主要部分之一,粒度呈由下向上逐渐变粗的特征(图1)。砂体常呈细砂与粉砂或粉砂质泥岩所组成的互层状,偶呈透镜体状,底冲刷不发育,具向上变粗的特点,构成细—粗—细的韵律旋回。沉积物中常含有云母片或植物碎片,各种同生变形构造一般很发育,如包卷层理、泄水构造等。典型的交错层理是楔形交错层理、槽状交错层理。依据沉积岩相类型组合及垂向剖面序列可划分为三角洲平原、三角洲前缘和前三三角洲3个亚相。

三角洲平原亚相由分流河道、河道间沉积构成。分流河道沉积具下细上粗的二元结构,底部具有冲刷面。砂体呈透镜体状,底部较粗,具滞留沉积。河道间沉积较河道沉积细,一般为粉砂岩与粉砂质泥岩互层,可见微交错层理、变形层理。

三角洲前缘亚相由水下分流河道、河口砂坝、远砂坝和河道间湾构成。水下分流河道砂体一般较细,为粉砂岩、细砂岩。河口砂坝具明显的反韵律结构,下部砂层粒度细厚度薄,泥岩夹层厚;向上砂层粒度变粗厚度变大,泥岩夹层变薄。远砂坝主要由粉砂岩夹泥岩组成。河道间湾沉积物为河流携带的

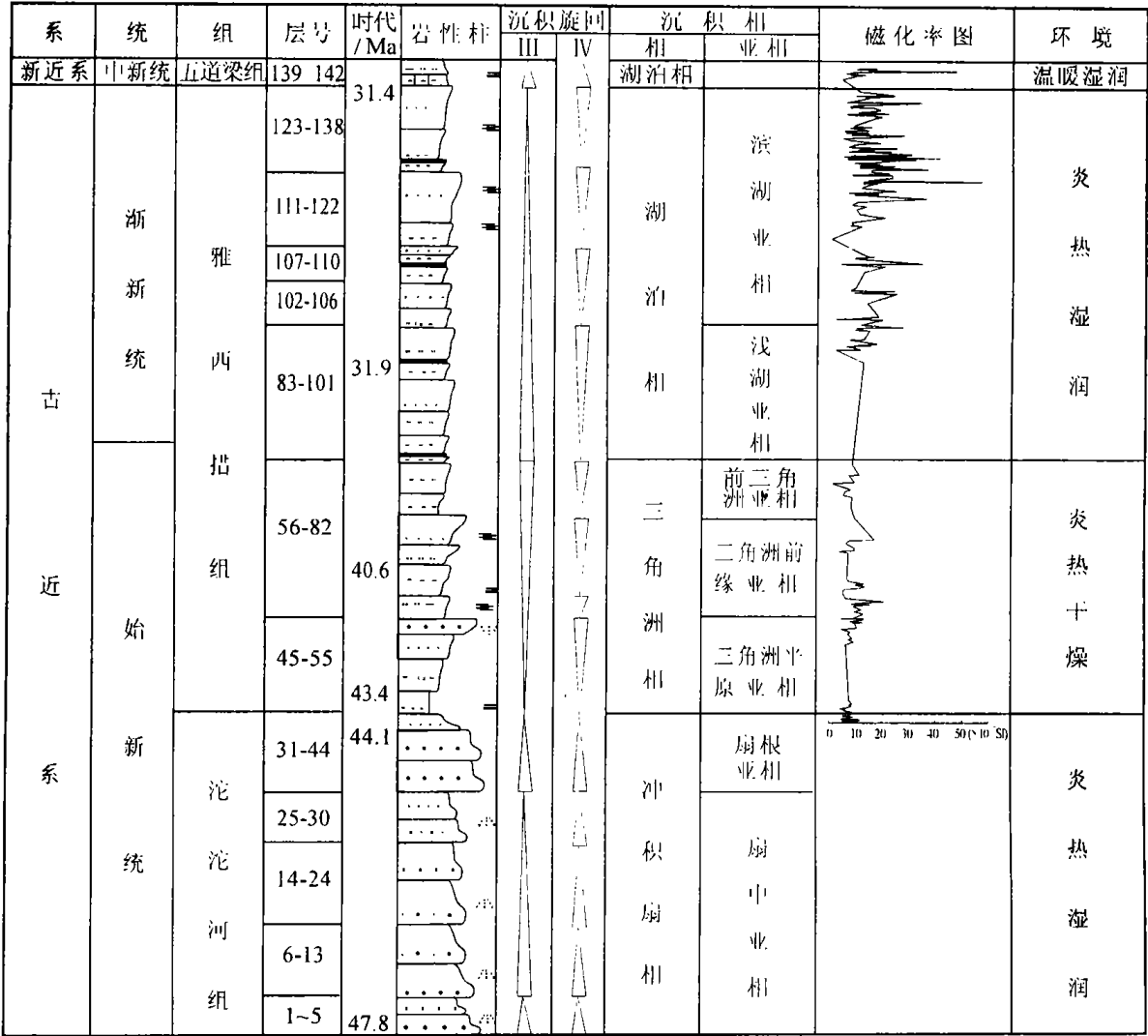


图 1 通天河盆地古、新近系综合柱状图

Fig.1 Composite column of the Paleogene-Neogene deposits in the Tongtian River Basin

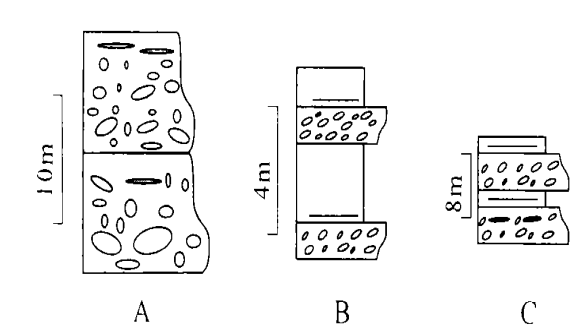


图 2 扇根相沉积的基本层序类型

A. 碎屑流砾岩; B. 颗粒流砾岩; C. 片流砾岩

Fig.2 Generalized sequence types in the proximal-fan deposits

A= clastic-flow conglomerates; B= grain-flow conglomerates; C= sheet-flow conglomerates

细粒碎屑经湖水扩散而成,岩性为细—极细粒砂岩、粉砂岩夹薄层泥岩。前三角洲亚相主要为细—极细粉砂岩与泥岩互层组成,发育水平层理。

3. 湖泊相

湖泊相为该剖面沉积的主要部分,该湖泊相有 5 个 IV 级旋回,可分为干盐湖和淡水湖两种类型。干盐湖主要是指始新世—渐新世的湖泊,根据厚度不等的石膏岩层及膏溶角砾岩层可知当时蒸发量大于降雨量,致使湖水平面降低,水体中过饱和的 CaSO_4 开始结晶,推测当时气候比较炎热干燥。又因为沉积物分选较好,成分主要为中—细粒岩屑长石砂岩,可知当时地表径流量小,携带到湖盆中的碎屑物质粒度小,可知当时气候干燥。淡水湖泊主要发育于中新世,由于当时气候湿润,蒸发量小于降雨量,且受喜马拉雅运动 I 幕^[2] 的影响,通天河盆地

下沉、拗陷,致使湖盆水位上升,形成了大量的泥灰岩层,目前已发现的淡水一半咸水环境生存的生物有 *Candona*, *Limnocythere* 等。此时地表径流量大,带来的陆源碎屑便形成了泥灰岩中的粉砂岩或泥质粉砂岩夹层。

2.2 垂向相序变化

由图 1 可知,通天河盆地冲积扇相分为 5 个旋回,在垂向上呈现由下向上粒径逐渐变粗、磨圆度和分选性逐渐变差、单层厚度逐渐变厚的变化特征,显示为一个进积的过程。三角洲相分为 4 个大的旋回,垂向上呈现向上变细、分选性和磨圆度变好和单层厚度变薄的变化特征,显示为一个退积的过程。湖泊相可分为滨湖、浅湖两个亚相,分为 5 个旋回,垂向上粒度变细,单层厚度变薄,显示为一个进积的过程。

3 物源区分析

通天河盆地以碎屑岩和泥岩为主,含少量石膏岩和碳酸盐岩。由于碎屑岩的碎屑成分可以直接反映物源区岩石圈性质,碎屑结构可以揭示物源区构造活动特征,因此碎屑岩的物源区分析就成为一个重要的内容。本次工作主要从古流向、物质成分和构造背景的角度进行分析。

3.1 古流向分析

笔者在野外对砾石的最大扁平方向作了统计,并观测了砂岩、泥岩中具古水流意义的沉积构造,包括不对称波痕、板状交错层理和叠瓦构造等。在室内进行吴氏网校正的基础之上作了古流向玫瑰花图,结果显示:沱沱河组砾石最大扁平平面方向为 $310^{\circ}\text{--}320^{\circ}$ (图 3A)。由此可知,古水流方向以 $130^{\circ}\text{--}140^{\circ}$ 为主,结合路线地质观察的砾石大小、分选和磨圆变化规律,可知其物源方向主要为北西向。雅西措组古水流方向以 $170^{\circ}\text{--}220^{\circ}$ 为主 (图 3B),物源方向主要为北—北东向,这表明通天河盆地在始新世—渐新世时的地貌特点为北高南低,物源区主要为北部的开心岭隆起带。

3.2 物质成分分析

在物质成分方面,由于通天河盆地古、新近系主要为碎屑岩和碳酸盐岩沉积,因此重点作了碎屑岩成分的分析。

通天河盆地沱沱河组砾岩厚度为 682.41m,占地层厚度的 31%。砾石大小不一,2~4mm 和 32~64mm 居多,4~32mm、64~256mm 级相对较少。砾石分选中等,磨圆中等—差,说明砾石经历了较长距

离的搬运。砾石成分复杂,主要有暗红色粗砾岩、紫红色中砂岩、紫红色细砂岩、灰色中砂岩、灰色生物碎屑灰岩和石英岩组成,此外还有黑色灰岩、深灰色生物碎屑灰岩、暗红色砂质细砾岩、紫红色中砂岩、粉红色安山岩和花岗岩等 (图 4)。这说明砾石的物源区为火山岩区和沉积岩区。结合该区的区域背景

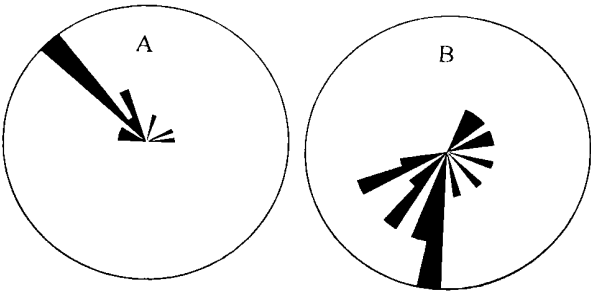


图 3 玫瑰花图

A. 沱沱河组砾岩最大扁平平面; B. 雅西措组砂岩斜层理

Fig. 3 Roses of: (A) the maximum flattening plane of the conglomerates from the Tuotuo River Formation, and (B) the oblique bedding of the sandstones from the Yaxico Formation

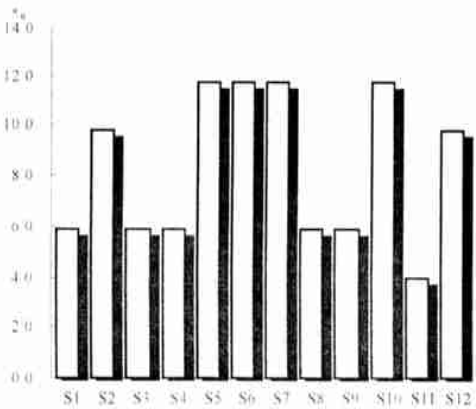


图 4 通天河盆地砾石成分直方图

S1. 黑色灰岩; S2. 灰色生物碎屑灰岩; S3. 深灰色生物碎屑灰岩; S4. 暗红色砂质细砾岩; S5. 暗红色粗砾岩; S6. 紫红色中砂岩; S7. 紫红色细砂岩; S8. 紫红色中砂岩; S9. 粉红色安山岩; S10. 灰色中砂岩; S11. 花岗岩; S12. 石英岩

Fig. 4 Bar chart for the gravel compositions in the Tongtian River Basin

S1= black limestone; S2= grey bioclastic limestone; S3= dark grey bioclastic limestone; S4= dark red sandy fine-grained conglomerate; S5= dark red coarse-grained conglomerate; S6= purplie red medium-grained sandstone; S7= purplie red fine-grained sandstone; S8= purplie red medium-grained sandstone; S9= pink andesite; S10= grey medium-grained sandstone; S11= granite; S12= quartzite

分析,二叠系开心岭群地层中含有火山岩和沉积岩,而三叠系和侏罗系中只有沉积岩,没有火山岩,因此初步判断物源区为二叠纪地层发育的地区。

通天河盆地雅西措组砂岩厚为 1398.18m, 占剖面厚度的 61.3%。主要为由紫红色、灰色薄—中层状粗粒岩屑石英砂岩、中—细粒岩屑石英砂岩、岩屑长石砂岩、粉砂岩夹泥岩、泥晶灰岩组成的沉积序列。粒度呈现由下向上由细变粗的沉积特征。通天河盆地砂岩中的颗粒主要由单晶石英(62.8%)、多晶石英(18.9%)、正长石(2%)、斜长石(3.8%)、沉积岩岩屑(6.9%)、变质岩岩屑(2.7%)和火山岩岩屑(2%)组成(图 5)。由图可知,该区砂岩中火山岩岩屑占很大比重。因为只有二叠系开心岭群才可以提供火山岩岩屑,可以推断出该区的物源区应为开心岭群发育的地区。

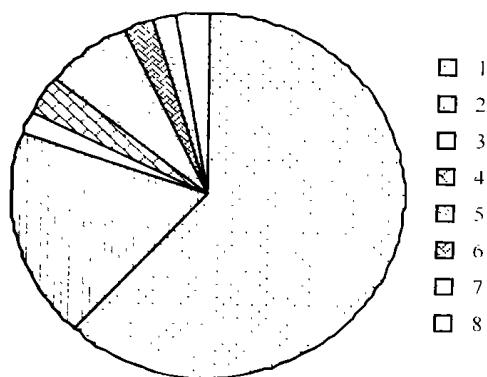


图 5 通天河盆地砂岩物质组份饼状图

1. 单晶石英; 2. 多晶石英; 3. 正长石; 4. 斜长石; 5. 沉积岩岩屑; 6. 变质岩岩屑; 7. 火山岩岩屑; 8. 其它

Fig. 5 Cake of the sandstone compositions in the Tongtian River Basin

1= monocrystal quartz; 2= polycrystal quartz; 3= orthoclase; 4= plagioclase; 5= sedimentary rocks; 6= metamorphic rocks; 7= volcanic rocks; 8= other rocks

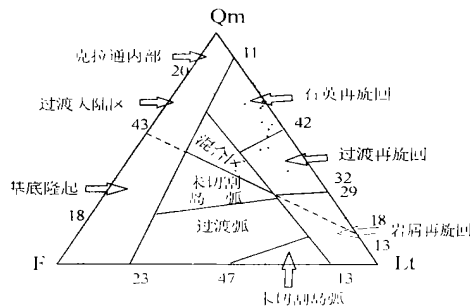
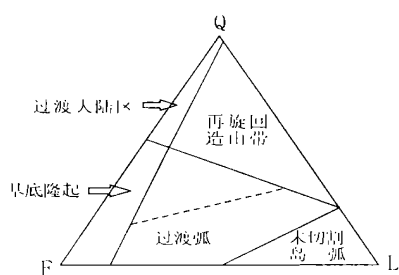


图 6 通天河盆地古、新近系砂岩碎屑成分三角图解

Fig. 6 Triangular diagram of the Paleogene-Neogene sandstones in the Tongtian River Basin

3.3 物源区构造背景

在物源区构造背景方面,笔者统计了砂岩中单晶石英、多晶石英、正长石、斜长石、沉积岩岩屑、火山岩岩屑及变质岩岩屑的含量,并用 Dickinson 三角图解进行分析对比(图 6)。由 Q-F-L 图可知,通天河盆地古、新近系的物源区为再旋回造山带,由 Qm-F-L 图可知其物源区为石英再旋回造山带,少量位于过渡带。由于南部唐古拉山脉并不是再旋回造山带,而开心岭隆起为再旋回造山带,因此认为:通天河盆地物源区主要为北部的开心岭隆起区,这与从古流向和物质成分方面分析的结果一致。

4 环境演化

由于每一个沉积体都是一个地质历史范畴,其时空的发生、发展和消亡均反映了当时环境的变化^[8,9]。因此,可以通过该沉积体的岩性特征、结构构造、粒度变化及磁化率变化特征,得出古、新近纪时期通天河盆地的环境演化具有阶段性,沉积环境组合具多样性,自下而上可分为 4 个阶段(图 2)。

(1) 中始新世炎热湿润的气候环境。以沱沱河组发育的砾岩为代表。由于当时气候湿润、降雨量大,地表径流发育,注入湖盆的陆源碎屑丰富,所以沉积物主要为砾岩和含砾砂岩,多呈块状构造,砾石分选中等—差,磨圆中等—差,颗粒支撑。由于气候炎热,使该区形成了强氧化环境,从而沉积了具紫红、砖红色色调的沉积物。

(2) 晚始新世炎热干燥的气候环境。以雅西措组下部的细碎屑岩为代表。此时气候比以前干燥,降雨量相对较小,地表径流弱,带入湖盆的碎屑物质较少,粒度变小,因此带来的磁性物质也较少,沉积物表现为细碎屑岩,磁化率总体上较小,一般为 $(5 \sim 12) \times 10^{-7} \text{SI}$ 。由于岩石仍以红色色调为主,因此推测当时仍为氧化环境,且气候炎热。

(3) 渐新世炎热湿润的气候环境。以雅西措组发育的湖泊沉积为代表。渐新世时期该区气候又变得炎热湿润, 由于有丰沛的降雨, 湖盆的水位升高, 发育的地表径流从物源区携带来大量的碎屑物质和磁性物质。此时的岩石磁化率值较大, 一般在 $(15 \sim 35) \times 10^{-7} \text{SI}$ 。但当时气候并不是一直湿润, 有时又很干燥, 使湖盆变成干盐湖, 过饱和的 CaSO_4 结晶沉淀, 形成了其中的石膏夹层。这种多变的气候在磁化率曲线上表现的非常明显。

(4) 中新世温暖湿润的气候环境。以五道梁组的泥灰岩夹粉砂质泥岩沉积为代表。受全球气候变化的影响, 该区在中新世时期的气候变得温暖湿润。由于降雨量大于蒸发量, 使得湖盆有充足的水源, 湖平面升高, 湖盆中的碳酸盐岩与陆源物质混合, 形成了泥灰岩间夹粉砂质泥岩和泥岩层。由于岩石普遍具灰白色调, 推测岩石形成于还原环境。因为湖盆中陆源碎屑较少, 所以五道梁组岩层的磁化率值较低, 一般为 $(8 \sim 15) \times 10^{-7} \text{SI}$ 。这与磁化率越低气候越冷的变化规律^[10]是吻合的。

5 与青藏高原隆升的关系

由于通天河剖面下部的沱沱河组未见底, 其南部的布玛浪纳剖面及北部的阿布日阿加宰剖面($\text{E}92^{\circ}30'$, $\text{N}34^{\circ}08'$)亦未见底, 而沱沱河组的时代为中始新世, 因此推测中始新世前, 该区曾有过大的构造运动, 导致了早始新世地层的缺失。区域上, 贡觉盆地、可可西里盆地、囊谦盆地都缺失古新世的地层^[11]。因此, 印度板块在古新世就开始向欧亚大陆板块碰撞, 造成了青藏高原的早期隆升, 通天河盆地为古新世印度大陆向欧亚大陆碰撞的远源效应的产物。沱沱河组的冲积扇沉积反应了该区为陡地貌, 这时通天河盆地接受来自北部开心岭地区的碎屑沉积, 雅西措组三角洲和湖泊沉积表明该区由陡地貌环境逐渐变为缓地貌环境, 这反映了青藏高原的夷平过程。由于沉积物由中始新世—渐新世红色的碎屑岩沉积变为中中新世的灰白色的泥灰岩沉积, 可知渐新世时期的湖泊为干盐湖, 而中中新世的湖泊变为淡水湖泊, 反应在晚始新世—中中新世气候发生了剧烈变化, 这种气候变化与青藏高原总体的气候变化一致^[3], 这可能是由于印度板块继续向北碰撞, 青藏高原继续隆升的结果。由此可知, 青藏高原的隆升是一个多期隆升和多次夷平的过程, 即青藏高原的隆升具有阶段性^[12]。

6 结论与讨论

笔者通过对青海通天河盆地古、新近系地层层序、沉积特征、物源区及沉积环境分析, 得出以下几点结论。

(1) 时代归属。通天河盆地古、新近系的碎屑岩和泥灰岩沉积发育于始新世—中新世。沱沱河组为中始新世, 雅西措组为始新世—渐新世, 五道梁组为中中新世。与前人在北部可可西里盆地根据古地磁定年资料得出的结论基本吻合。

(2) 沉积相。通天河盆地主要为冲积扇相、三角洲相和湖泊相 3 种沉积相类型。冲积扇相主要为沱沱河组砾岩沉积, 三角洲相主要为雅西措组下部碎屑岩沉积, 湖泊相包括雅西措组上部沉积和五道梁组泥灰岩沉积。

(3) 物源区。通过对通天河剖面的古流向、物质成分和物源区构造背景分析得出, 其古水流方向为由北向南, 物质成分中火山岩占一定比重, 物源区构造背景为石英再旋回造山带, 推断其物源区主要为北部开心岭隆起区。说明在古、新近纪, 通天河盆地的地貌特点是北高南低, 这可能是由于青藏高原的差异隆升造成的。

(4) 环境演化。通过对通天河盆地古、新近纪的环境演化分析得出, 通天河盆地中始新世炎热湿润, 晚始新世炎热干燥, 渐新世炎热潮湿, 中新世为温暖潮湿的气候环境, 这与当时全球气候变化的规律基本吻合。

(5) 与高原隆升的关系。根据沉积物的变化规律及区域对比, 可以推测青藏高原在中始新世前和渐新世—中新世曾有过隆升过程, 青藏高原的隆升是一个多期隆升和多次夷平的过程, 隆升具有阶段性。

致谢: 本文到了魏沐朝教授、刘肇昌教授及张瑞英、周家云等人的帮助, 在此一并表示感谢!

参考文献:

- [1] COLEMAN M, HODGES K. Evidence for Tibetan Plateau uplift before 14 Myr ago from a new minimum age for east-west extension [J]. *Nature*, 1995, 374: 49—52.
- [2] HARRISON T, COPELAND P, KIDD W S F et al. Raising Tibet [J]. *Science*, 1992, 255(5040): 1663—1670.
- [3] 潘保田, 方小敏, 李吉均, 等. 晚新生代青藏高原隆升与环境变化 [A]. 施雅风, 李吉均, 李炳元. 青藏高原晚新生代隆升与环境变化 [C]. 广州: 广东科技出版社, 1998. 373—414.

[4] 刘志飞,王成善,伊海生,等.藏北可可西里盆地老第三纪沉积物源区分析及其高原隆升意义[J].地球科学,2002,26(1): 1—6.

[5] 李廷栋.青藏高原地质科学研究的新进展[J].地质情报,2002,21(7): 370—376.

[6] 赵政章,李永铁,叶和飞,等.青藏高原地层[M].北京:科学出版社,2001.178—201.

[7] 青海省地质矿产局.青海省区域地质志[M].北京:地质出版社,1991.206—226.

[8] 宋春晖,方小敏,李吉均,等.青藏高原东北部贵德盆地上新世沉积环境分析及其意义[J].第四纪研究,2003,23(1): 92—101.

[9] 顾延生,李长安,郭广猛,等.青藏高原东北缘第三纪构造-气候事件与环境变迁[J].地质科技情报,2000,19(2): 1—4.

[10] 杨小强,李华梅,周永章.南海南部 NS93-5 孔沉积物磁化率

特征及其对全球气候变化的记录[J].海洋地质与第四纪地质,2002,22(1): 31—36.

[11] 焦淑沛,潘桂棠.构造盆地与沉积特征[A].潘桂棠,王培生,徐耀荣,等.青藏高原新生代构造演化[C].北京:地质出版社,1990.14—18.

[12] 王成善,丁学林.青藏高原隆升新进展综述[J].地球科学进展,1998,13(6): 526—532.

[13] 刘秀铭,安芷生,强小科,等.甘肃第三系红粘土磁学性质初步研究及古气候意义[J].中国科学(D 辑),2001,31(3): 192—205.

[14] 殷勇,方念乔,王倩,等.云南中甸纳帕海湖泊沉积物的磁化率及环境意义[J].地理科学,2002,22(4): 413—419.

[15] 薛祥熙,岳乐平,周杰,等.陕西旬邑晚新生代红土-黄土序列磁化率特征与环境变迁[J].第四纪研究,2003,23(1): 103—108.

Paleogene-Neogene deposits in the Tongtian River Basin, Qinghai and their geological implications

BAI Xian-zhou, LI Yong, LI Ya-lin, DUAN Zhi-ming, WANG Mou, ZHANG Yu-xiu
(*Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China*)

Abstract: The integrated examination of stratigraphic sequences, depositional characteristics, provenances and sedimentary environments of the Paleogene-Neogene deposits in the Tongtian River Basin, Qinghai results in the construction of a vertical facies sequence, including the alluvial fan facies, delta facies and lake facies. During the Paleogene-Neogene, the provenance of the Tongtian River Basin was derived from the Kaixinling uplift in the north. According to the gypsum and limestone intercalations and grain sizes, the authors contend that the climates were hot and moist in the basin during the middle Eocene, hot and dry during the late Eocene, hot and humid during the Oligocene, and warm and wet during the middle Miocene. The uplifting of the Qinghai-Xizang Plateau is interpreted to be episodic.

Key words: Tongtian River Basin; Paleogene; Neogene; depositional characteristics; Qinghai