

# 黄河上游第四纪河流地貌演化

## ——兼论青藏高原1:25万新生代地质填图地貌演化调查

张智勇<sup>1</sup>, 于庆文<sup>2</sup>, 张克信<sup>1</sup>, 顾延生<sup>1</sup>, 向树元<sup>1</sup>

(1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074; 2. 中国地质调查局, 北京 100035)

**摘要:** 在青藏高原1:25万地质填图中, 新生代地貌演化调查方法是查明地貌组成的形态、分布、形成年代等特征, 分析地貌成因类型, 研究地貌与构造、气候、沉积的关系, 通过夷平面、河流阶地等反映隆升过程的标志性地貌面调查, 分析地貌发展阶段, 建立区域地貌演化史。由黄河上游羊曲段阶地地貌调查结果, 推断黄河在0.03 Ma才切开共和南山, 对比黄河上游不同发育地段阶地, 表明黄河上游地貌演化过程是伴随高原阶段隆升而向上游阶段性溯源侵蚀发展的。1.6 Ma黄河稳定出现在民和—兰州—临夏, 1.1 Ma切开积石峡到达化隆—贵德, 0.15 Ma切开龙羊峡出现于共和盆地, 约0.03 Ma经历最新抬升事件, 切开贵南南山及西秦岭, 并沟通若尔盖盆地抵达黄河源区。

**关键词:** 黄河上游; 青藏高原; 地质填图; 地貌演化; 阶地。

**中图分类号:** P534.63 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2383(2003)06-0621-06

**作者简介:** 张智勇(1964—), 男, 地质高级工程师, 主要从事青藏高原区域地质填图与研究。

青藏高原以其复杂的地质条件、独特的自然地理与生态环境、丰富的自然资源及其严重的地质灾害而被划为新一轮国土资源大调查的首选片区, 由于新生代地球表层环境演化是全球变化地质学、环境地质、水文地质、工程地质、灾害地质和土壤地质的基础, 因此成为新一轮国土资源大调查的重要内容。其中, 在青藏高原新一轮1:25万区域地质调查中, 如何针对青藏高原隆升与环境效应这一重大地质问题开展新生代地质填图与调查, 以促进青藏高原新一轮区域地质填图工作质量和提高青藏高原新生代地质研究程度, 是新生代地质填图必须加以重视和考虑的。中国地质调查局自1996年以来, 相继在青藏高原东北部新生代发育地区部署了冬给措纳湖幅、兴海幅、阿拉克湖幅、民和县幅等1:25万区域地质调查项目, 并针对新生代地质开展了专题调查与研究<sup>[1~6]</sup>。本文即在此基础上总结提出新生代地貌演化调查方法, 并对黄河上游典型地段1:25

万兴海幅羊曲黄河干流阶地、1:5万红古城幅及1:25万民和幅民和湟水河支流阶地地貌开展了调查, 通过与黄河上游其他地段阶地研究成果对比, 讨论了黄河上游地貌演化。

### 1 新生代地貌演化调查方法

在新生代地质调查中, 地貌调查的主要内容是查明地表的地貌形态特征, 分析地貌形态的成因、分布及其形成演变规律, 其目的是认识地貌形态的动态发展过程及其演变趋势, 并据此与其他新生代地质调查相互补充, 共同反映地球表层环境与演变历程。新生代地质演化过程中, 构造运动形迹、盆地沉积、地貌格局及其古气候环境等组成了相互作用与联系的地球表层系统, 地球表面的地貌形态及其演化过程则构成了其中重要的一环。近年来愈来愈多的研究证明, 青藏高原的地貌组成格局及其演化同高原的构造隆升过程有着密切的关系, 青藏高原隆升与环境演变研究的一个重要结论就是晚新生代高原隆升以来经历了3次隆升2次夷平<sup>[7]</sup>, 其间伴随强烈隆升, 新生代地貌格局发生了重大变化。

收稿日期: 2003-04-18

基金项目: 中国地质调查局“民和县幅1:25万数字地质填图项目”(No. 200213000016); “兴海幅1:25万地质填图项目”(No. 19961300010122); “阿拉克湖幅1:25万地质填图项目”(No. 19991300004021); “冬给措纳湖幅1:25万地质填图项目”(No. 19961300010121)。

这些研究结果说明,青藏高原构造隆升及机制制约与影响了新生代地貌组成与演化过程,通过新生代地貌组成与演化调查可以查明构造地貌过程与隆升的地貌响应,追踪高原隆升历程,反演其隆升过程,是青藏高原构造隆升过程研究的一个重要途径,因而成为新一轮青藏高原 1:25 万区域地质填图中开展新生代地质填图的一项主要调查内容。在新生代地质填图中,地貌的组成及其演化历程是新生代地质发展与演化的基本物质记录,特别在青藏高原地区,通过对其中反映高原隆升过程标志性地貌的深入调查,可以为研究高原隆升过程进而探讨其环境演化提供基本素材和地质约束,因此成为新生代地质填图的基本调查对象。

针对青藏高原新生代地质地貌发育的这一主要特色,提出青藏高原新生代地貌演化调查的基本途径是查明地貌组成的形态、分布、形成年代等特征,分析地貌成因类型,研究地貌与构造、气候、沉积的关系。通过夷平面、河流阶地等高原隆升标志性地貌面调查,分析地貌发展阶段,建立区域地貌演化史。其主要包括地貌形态调查、地貌成因分析、地貌形成年代确定,以及夷平面、河流阶地等构造隆升过程标志性地貌面调查等内容。(1)地貌形态调查:按照地貌要素和几何形态对单体地貌形态和组合地貌形态进行调查描述,主要包括地貌的几何形态、规模、空间分布、切割程度以及地貌形态的相对高度和地形面坡度等,划分形态类型。(2)地貌成因分析:对堆积地貌要调查组成地貌的沉积物的成因和时代,根据地貌形态与地貌组合特征,结合与其相关的剥蚀地貌进行分析,划分地貌成因类型。(3)地貌形成年代确定:根据不同地貌形态的分布、相对高度、接触关系划分出地貌形成的相对顺序,结合年龄测定,确定地貌形成年代。(4)夷平面:调查夷平面存在的证据(如地貌证据、沉积证据等),夷平面的分布高度、形态特征及夷平面的变形变位特征和形成年代,划分夷平面的级次。(5)河流阶地:调查河流阶地的级次、绝对和相对高差(阶面和基座面的河拔高程)、阶地形态、阶地类型(侵蚀、基座、嵌入、内迭、上叠、掩埋等),分析形成年代和不同河段的横剖面特征。

## 2 黄河上游羊曲段河流阶地地貌调查

青海兴海县羊曲位于共和盆地与贵南南山衔接处,是黄河经第一大转弯再次向东流的转折点,黄河

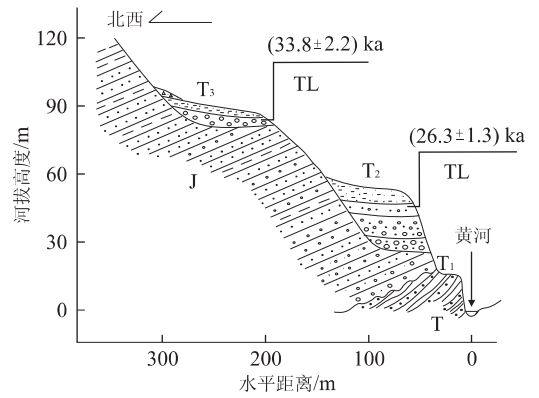


图 1 青海兴海县羊曲黄河河流阶地剖面

Fig. 1 Terrace section of the Yellow River, Yangqu, Xinghai County, Qinghai Province

在贵南南山流向近南北向,到达共和盆地南界流向转为北北东向。在黄河冲出山口的羊曲河西岸保存了完好的 3 级河流阶地地貌,其中  $T_3$  与  $T_2$  阶地为典型基座阶地, $T_1$  阶地属侵蚀阶地类型。对该阶地进行了实测剖面调查和形成年代研究(图 1),热释光年龄样品由中国科学院地质研究所测定,其特征如下:(1) $T_3$ (三级阶地):为基座阶地,阶地面宽约 80 m,河拔高程 88 m,基座由侏罗纪砂岩、砾岩、泥岩构成,出露高 22.2 m,其上堆积物下部为灰色巨厚层状砂砾石层,上部为土黄色亚砂土。热释光年龄( $33.8 \pm 2.2$ )ka。(2) $T_2$ (二级阶地):为基底阶地,阶地面宽约 80 m,河拔高程 54 m,基座由侏罗纪砂岩、砾岩、泥岩构成,出露高 9 m,其上堆积物下部为灰色巨厚层状粗砾卵石层、灰色细砾卵石层夹灰黄色细砂透镜及黄色厚层状细砂,上部为土红色砂泥。热释光年龄( $26.3 \pm 1.3$ )ka。(3) $T_1$ (一级阶地):为侵蚀阶地,阶地面宽约 18 m,其上有分布不均的砂、砾石,基岩为三叠纪砂板岩,河拔高程 16 m。

对共和盆地南缘盆地新生代地层调查表明,盆地沉积可划分为 3 个地层单元(图 2)。底部为晚第三纪贵德组,在羊曲一带出露较全,为一套红层,厚大于 1 122.85 m。由 3 个岩段组成,下部砂泥岩段厚 606.26 m,中部砂砾岩段厚 408.03 m,上部泥岩段厚 108.56 m。其下与共和盆地基底地层侏罗纪及三叠纪地层呈角度不整合。由岩性、岩相组合特征反映共和盆地贵德组主要由山前平原河流相红色粗碎屑岩—辫状河及湖相红色含石膏细碎屑岩建造组成,具有快速堆积、横向变化大的特征,显示出山间断陷盆地边缘的沉积组合特征。该地层在同德县巴沟乡出露的上部泥岩段中产三趾马、嵌齿象化石,时代归

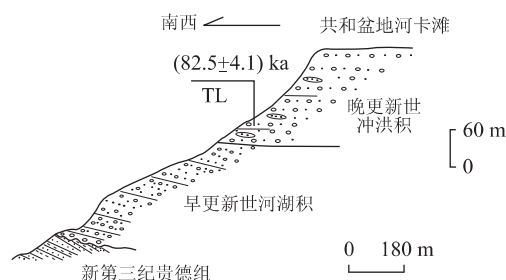


图2 共和盆地南缘新生代地层剖面

Fig. 2 Cenozoic profile from the boundary of southern Gonghe basin

属中新世—上新世。

中部为早更新世河湖相沉积,又称为共和组,地层有 $10^{\circ}$ 左右的倾斜,与贵德组呈角度不整合接触,剖面控制的地层厚度为273.42 m。横向上地层相变明显,从盆地边缘向盆地中心逐渐变细,盆地边缘主要为一套粗碎屑沉积物,剖面岩性为黄灰色、土黄、褐黄、灰绿、灰色砾卵石夹中粗—中细粒砂、粉砂以及亚砂土、亚粘土,具河流冲积特征,在下部土黄、灰绿色中细粒砂中夹有钙质结核层和铁质条带及少量黄土和暗红色泥岩。在贵南巴曲、茫拉河一带岩性主要为灰色细砾砂砾石层,土黄色黄土和灰绿—黄绿色中粗粒砂层并夹湖相纹泥,其中砂砾石和砂层中发育各类湖相交错层理,具湖相沉积特征。在该地层所采ESR测年分别为1 323.9 ka(羊曲)、1 164.2 ka(茫拉)、1 055.9 ka(茫拉)、884.0 ka(唐乃亥北)、755.5 ka(唐乃亥北),特别是在共和盆地南部三塔拉距地表2 m的灰—绿灰色具楔状交错层理含砾砂层夹黄色粘土透镜中所测ESR年龄为602.1 ka,这一顶部年龄显示其沉积结束于早更新世末—中更新世初。上述测年数据集中在0.6~1.4 Ma之间,反映出共和盆地该套河湖相沉积的时代主要为早更新世。

顶部为晚更新世冲洪积砂砾石层,与下伏早更新世地层呈侵蚀接触,厚度大于217.83 m。岩性为灰色砂砾石(卵石)层夹土黄色中细砂透镜,距顶部150 m处热释光测年为 $(82.5 \pm 4.1)$  ka。该套地层构成了共和盆地南缘的盆地面,海拔约3 100 m,在羊曲一带黄河自该盆地面下切深约600 m。

贵德盆地地貌与黄河阶地研究表明,在0.15 Ma发生的强烈共和运动致使黄河切开龙羊峡进入共和盆地<sup>[8]</sup>。根据前述对共和盆地南缘盆地沉积调查显示,此时黄河可能主要发育在盆地的中北部。在共和盆地南缘,其顶部沉积地层的下部热释光年龄为

0.08 Ma,其上仍有厚达150 m的砂砾石层出露,并被后来的黄河侵蚀下切,下切深度达600 m。这一盆地沉积构成与地貌关系说明,至少是在0.08 Ma以后,黄河才从此形成并强烈下切的。

此外,对位于共和盆地南缘山前羊曲黄河阶地的发育特征调查显示,黄河发育的3级基座(侵蚀)阶地保存于黄河由共和南山自南而北流出的峡谷口,其冲出峡口处所发育的最高一级阶地为第3级阶地, $T_3$ 阶地冲积层热释光测年 $(33.8 \pm 2.2)$  ka,大致代表了 $T_3$ 阶地的形成年代。贵南南山黄河峡口基座阶地地貌及与共和盆地南缘沉积、地貌的相互对应关系,更进一步佐证并限定了黄河切穿贵南南山的形成年代。由此推断,黄河可能是在其最高一级阶地,即 $T_3$ 阶地堆积期间才出现于羊曲以南的贵南南山峡谷地带。

黄河最高一级阶地( $T_3$ )阶地面距黄河河面的河拔高程近90 m,说明黄河自0.03 Ma以来下切约90 m,显示出比较强烈的构造抬升与河流下切作用。由羊曲黄河阶地反映出的这次抬升事件,在东昆仑中段昆仑垭口、黄河大转弯若尔盖均有明显记录。在昆仑垭口北格尔木河发育最为宽广的第4级阶地由三岔河组构成(下部辫状河沉积、中部风成沙沉积、上部湖相沉积),对该套地层的沉积和地貌研究结果反映出东昆仑山于30 ka前经历了最新一次抬升下切,格尔木河三岔河组顶部湖相沉积结束(顶部热释光年代31.65 ka),昆仑桥峡谷和河流阶地开始形成<sup>[9]</sup>。同样,若尔盖盆地沉积序列也记录了这次抬升事件,RM孔沉积序列<sup>[7]</sup>显示,在距顶部9 m处出现反映河流沉积的砂层(8.2 m处 $^{14}\text{C}$ 定年33.14 ka),若尔盖古湖被河流切穿消失。郑本兴等<sup>[10]</sup>则据此推测黄河水系在晚更新世末次冰期时已经串通。

### 3 黄河上游河流地貌演化

黄河上游横跨青藏高原东北部,发源于青海南部巴颜喀拉山北麓海拔约4 900 m的约古宗列曲。自扎陵湖、鄂陵湖黄河源区开始,受巴颜喀拉与阿尼玛卿山所挟南东东向迂回于宽谷之中,若尔盖以西绕阿尼玛卿山急转,先北西西向后近南北向切穿西秦岭诸山形成黄河第一大转弯。于共和盆地南缘羊曲,黄河北东向穿流共和盆地,出龙羊峡后近东西向流经贵德、化隆、循化、临夏等盆地,从积石峡口向兰州方向流出青藏高原。黄河在干流及其支流发育了

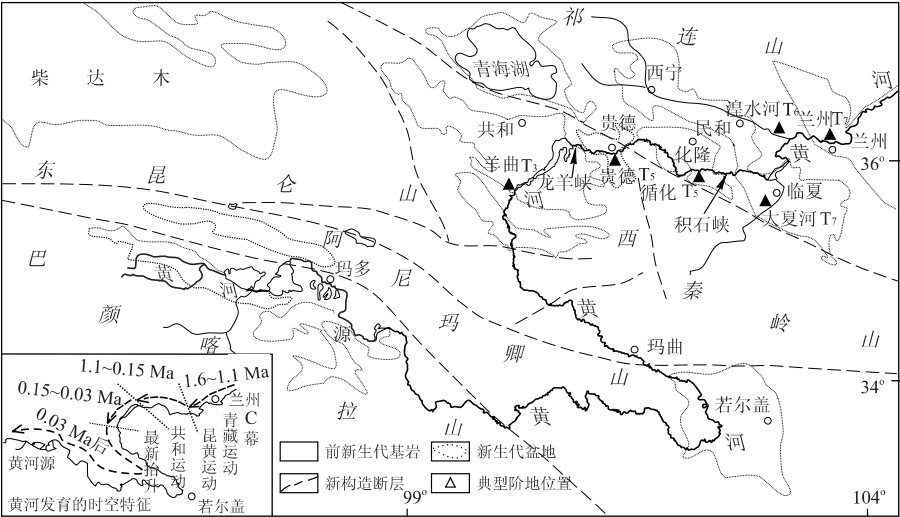


图 3 黄河上游新生代地质地貌

Fig. 3 Cenozoic geology and geomorphology of upper Yellow River

表 1 黄河上游各地阶地发育和测年

Table 1 Growth and dating in the parts of upper Yellow River

| 兰州             |      | 大夏河            |      | 湟水河            |       | 孟达山            |      |
|----------------|------|----------------|------|----------------|-------|----------------|------|
| 阶地             | t/Ma | 阶地             | t/Ma | 阶地             | t/Ma  | 阶地             | t/Ma |
| T <sub>1</sub> | 0.01 | T <sub>1</sub> | 0.01 | T <sub>0</sub> | 0.003 | T <sub>1</sub> |      |
| T <sub>2</sub> | 0.03 | T <sub>2</sub> | 0.05 | T <sub>1</sub> | 0.01  | T <sub>2</sub> |      |
| T <sub>3</sub> | 0.15 | T <sub>3</sub> | 0.15 | T <sub>2</sub> | 0.036 | T <sub>3</sub> |      |
| T <sub>4</sub> | 0.5  | T <sub>4</sub> | 0.6  | T <sub>3</sub> | 0.15  | T <sub>4</sub> |      |
| T <sub>5</sub> | 1.2  | T <sub>5</sub> | 1.2  | T <sub>4</sub> | 0.36  | T <sub>5</sub> | 1.1  |
| T <sub>6</sub> | 1.4  | T <sub>6</sub> | 1.5  | T <sub>5</sub> | 1.27  |                |      |
| T <sub>7</sub> | 1.6  |                |      | T <sub>6</sub> | 1.41  |                |      |

| 格曲—群科          |           | 贵德山坪           |             | 羊曲             |       |
|----------------|-----------|----------------|-------------|----------------|-------|
| 阶地             | t/Ma      | 阶地             | t/Ma        | 阶地             | t/Ma  |
| T <sub>1</sub> | 0.015     | T <sub>1</sub> | 0.01        | T <sub>1</sub> |       |
| T <sub>2</sub> | 0.082     | T <sub>2</sub> | 0.026~0.067 | T <sub>2</sub> | 0.026 |
| T <sub>3</sub> | 0.11~0.17 | T <sub>3</sub> | 0.1         | T <sub>3</sub> | 0.033 |
| T <sub>4</sub> | 0.215     | T <sub>4</sub> | 0.121       |                |       |

一系列河流阶地地貌,这些河流阶地地貌演化记录了青藏高原阶段性构造隆升及黄河溯源侵蚀的过程<sup>[11~13]</sup>.近年来对黄河上游河流阶地地貌开展了大量调查与研究,根据一些典型地段研究结果<sup>[5,6,8,11,14]</sup>,结合笔者的调查资料,将黄河干流和支流阶地发育及形成年代总结于表 1 和图 3 中.

民和—兰州—临夏盆地的黄河干流、兰州以及支流湟水河及大夏河普遍发育 6~7 级阶地,在 1:25 万民和县幅湟水河流域红古城保存了较为完整的 7 级河流阶地,顾延生等<sup>[5]</sup>详细调查了该阶地剖面.剖面发育 T<sub>0</sub>~T<sub>6</sub> 共 7 级阶地,T<sub>0</sub>~T<sub>3</sub> 阶地基本保持了原始台面形状,T<sub>4</sub>~T<sub>6</sub> 阶地面由于后期侵蚀作用

而形成了一系列山地、丘陵地貌.7 级阶地之间均为侵蚀接触关系,T<sub>2</sub>~T<sub>6</sub> 阶地为基座阶地,T<sub>0</sub>~T<sub>1</sub> 阶地为堆积阶地.T<sub>0</sub>~T<sub>6</sub> 阶地河拔高程分别为 3~4,20~25,60~65,90~110,140~150,170~180,210~220 m,其形成年代分别为 3,10.5,36.4,150,360,1 270,1 410 ka.上述阶地特征及形成年代可以与施雅风等<sup>[7]</sup>研究的兰州段黄河阶地和黄河支流大夏河阶地确定的 T<sub>1</sub>~T<sub>7</sub> 形成年龄 0.01,0.05,0.15,0.6,1.2,1.5,1.6 Ma 进行对比.

化隆盆地黄河干流阶地发育 4~5 级阶地<sup>[6,14]</sup>,潘保田等<sup>[14]</sup>研究循化孟达山剖面发育 5 级阶地,T<sub>1</sub> 为堆积阶地,河拔高度 5~10 m,T<sub>2</sub>~T<sub>5</sub> 为基座阶地,河拔高度分别约为 15~200,70~90,120,700 m,T<sub>5</sub> 阶地与兰州、大夏河及湟水河 T<sub>5</sub> 阶地可以对比.据 T<sub>5</sub> 阶地及山麓剥蚀面之上覆砂砾石层和黄土,确定 T<sub>5</sub> 阶地形成年代约 1.1 Ma,被黄河下切、砂砾石沉积结束于约 0.8 Ma,山麓剥蚀面之上沉积结束、T<sub>5</sub> 阶地形成年代代表了黄河切穿积石峡并发育在化隆、贵德盆地的时间为约 1.1 Ma.

共和盆地黄河阶地发育状况可由潘保田<sup>[8]</sup>研究的贵德黄河干流阶地得到反映,剖面发育 6 级阶地,T<sub>1</sub>~T<sub>6</sub> 阶地河拔高度分别为 40,70,130,220,600,750 m,据 T<sub>5</sub> 阶地上覆黄土底部热释光测年 0.093 Ma 及对比黄土发育确定 T<sub>5</sub> 阶地被下切、黄河切穿龙羊峡的年代在 0.14 Ma.于庆文<sup>[6]</sup>研究贵德山坪剖面发育 4 级阶地,T<sub>1</sub>~T<sub>4</sub> 阶地热释光测年分别为 56,67,100,121 ka.两剖面对比显示 T<sub>4</sub> 阶地堆积发育在黄



河切穿龙羊峡结束,共和盆地河湖相沉积到达共和盆地期间。

共和盆地南缘羊曲发育三级河流阶地, $T_3$ 阶地可与兰州、湟水河 $T_2$ 阶地对比。 $T_3$ 与 $T_2$ 阶地为典型基座阶地, $T_1$ 阶地属侵蚀阶地类型, $T_1\sim T_3$ 阶地河拔高度分别为18,54,88 m, $T_2$ 、 $T_3$ 阶地热释光测年分别为26,33 ka。由共和盆地南缘地貌与沉积对应关系推断,黄河可能是在其最高一级阶地,即 $T_3$ 阶地堆积期间才出现于羊曲以南的贵南南山峡谷地带。

上述不同地段阶地特征的对比显示黄河上游河流阶地发育具显著的时空分布规律,即空间地域性和时间阶段性(图3),表明黄河上游河流地貌演化过程是伴随高原阶段隆升而向上游阶段性溯源侵蚀发展的。在1.7~1.6 Ma左右经历青藏运动C幕高原整体隆升,黄河出现在高原的外缘,其后,随着高原的进一步阶段性隆起,黄河阶段性下切、袭夺和溯源侵蚀、扩展水系的源头和形成一系列阶地,在不同隆升阶段(时段),黄河上游溯源侵蚀抵达高原内部不同地域的盆地。据此,可将黄河上游河流地貌演化归纳为以下4个演化发育阶段:(1)高原外缘盆地切穿黄河雏形阶段。青藏运动C幕(1.7~1.6 Ma),临夏东山古湖在1.65 Ma被切穿排干黄河诞生,形成井头沟组砾石层<sup>[11]</sup>,黄河稳定出现在民和—兰州—临夏盆地,并发育6~7级阶地。(2)高原整体快速隆升黄河形成阶段。昆黄运动(1.1~0.6 Ma),黄河产生最大幅度的下切,切穿积石峡开始进入高原,形成于高原边缘盆地—化隆和贵德盆地,发育5~6级阶地。(3)高原边部盆地抬升黄河溯源扩展阶段。共和运动(0.15 Ma以来),黄河切穿龙羊峡溯源扩展流入高原边部共和盆地,发育4~5级阶地。(4)高原北部山系进一步抬升黄河贯通阶段。最新抬升事件(0.03 Ma),黄河切过高原北部一系列山脉,贯通若尔盖盆地及黄河源,发育3级阶地。

## 4 结论

(1)青藏高原新生代地貌演化调查的基本途径是查明地貌组成的形态、分布、形成年代等特征,分析地貌成因类型,研究地貌与构造、气候、沉积的关系,通过夷平面、河流阶地等标志性地貌面调查,分析地貌发展阶段,建立区域地貌演化史;(2)对黄河上游羊曲段河流阶地地貌调查反映此段黄河发育3

级基座阶地,第3级阶地热释光年龄33.8 ka,据此推断黄河可能在30 ka左右才切开贵南南山,此次最新抬升事件在昆仑垭口、若尔盖盆地均有明显反映;(3)对比黄河上游不同发育地段阶地,反映出黄河上游地貌演化过程是伴随高原阶段隆升而向上游阶段性溯源侵蚀发展的。1.6 Ma青藏运动C幕黄河稳定出现在民和—兰州—临夏,1.1 Ma昆黄运动切开积石峡到达化隆—贵德,0.15 Ma共和运动切开龙羊峡到达共和盆地,约0.03 Ma经历最新抬升事件才最终切开贵南南山及西秦岭,并沟通若尔盖盆地抵达黄河源区;(4)羊曲阶地地貌反映的最新抬升事件是共和运动以来由黄河阶地所记录的一次抬升运动,其构造意义及与气候、沉积的关系有待进一步深入调查与研究。

## 参考文献:

- [1] 李长安,骆满生,于庆文,等.东昆仑晚新生代沉积、地貌与环境演化初步研究[J].地球科学——中国地质大学学报,1997,22(4):347—351.  
LI C A, LUO M S, YU Q W, et al. A preliminary study on sediment, geomorphology and environmental evolution of Late Cenozoic in eastern Kunlun [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1997, 22(4): 347—351.
- [2] 李长安,殷鸿福,于庆文,等.昆仑山东段构造隆升、水系响应与环境变化[J].地球科学——中国地质大学学报,1998,23(5):456—459.  
LI C A, YIN H F, YU Q W, et al. Tectonic uplift, water system response and environment evolution in the eastern part of the Kunlun Mountains [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1998, 23(5): 456—459.
- [3] 于庆文,张志,王永标,等.青海托素湖地区第四纪晚期孢粉组合特征及古气候变迁[J].地球科学——中国地质大学学报,1999,24(2):121—124.  
YU Q W, ZHANG Z, WANG Y B, et al. Late Quaternary sporopollen association and palaeo-climatic evolution in Tuosuo Lake area, Qinghai Province [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1999, 24(2): 121—124.
- [4] 于庆文,张克信,侯光久,等.东昆仑红水川中更新世晚期沉积序列及其时代依据[J].地球科学——中国地质大学学报,2000,25(2):122—126.  
YU Q W, ZHANG K X, HOU G J, et al. Late Middle Pleistocene sedimentary sequences and time evidence in Hongshuichuan region, eastern Kunlun Mountains [J].

- Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2000, 25(2): 122—126.
- [5] 顾延生, 李长安, 谢远云, 等. 兰州—民和盆地第四纪地层学研究[J]. 中国区域地质, 2001, 20(4): 384—391.  
GU Y S, LI C A, XIE Y Y, et al. Quaternary stratigraphy and palaeoenvironment of the Lanzhou-Minhe basin [J]. Regional Geology of China, 2001, 20(4): 384—391.
- [6] 于庆文. 青藏高原东北缘新生代隆升—沉积—气候演化及其耦合[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2001.  
YU Q W. Cenozoic uplift, sediments, evolution of climate in northeastern margin of Qinghai-Xizang plateau [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2001.
- [7] 施雅风, 李吉均, 李炳元. 青藏高原晚新生代隆升与环境变化[M]. 广州: 广东科技出版社, 1998.  
SHI Y F, LI J J, LI B Y. Uplift and environmental changes of Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau in the Late Cenozoic [M]. Guangzhou: Guangdong Science & Technology Press, 1998.
- [8] 潘保田. 贵德盆地地貌演化与黄河上游发育研究[J]. 干旱区地理, 1994, 17(3): 43—50.  
PAN B T. A study on the geomorphic evolution and development of the uplift reaches of Yellow River in Guide basin [J]. Arid Land Geography, 1994, 17(3): 43—50.
- [9] 崔之久, 伍永秋, 刘耕年, 等. 关于“昆仑—黄河运动”[J]. 中国科学(D辑), 1998, 28(1): 53—59.  
CUI Z J, WU Y Q, LIU G N, et al. On Kunlun-Yellow River movement [J]. Science in China (Series D), 1998, 28(1): 53—59.
- [10] 郑本兴, 王苏民. 黄河源区的古冰川与古环境探讨[J]. 冰川冻土, 1996, 18(3): 210—218.  
ZHENG B X, WANG S M. A study on the paleo-glaciation and paleoenvironment in the source area of the Yellow River [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 1996, 18(3): 210—218.
- [11] 李吉均, 方小敏, 马海洲, 等. 晚新生代黄河上游地貌演化与青藏高原隆起[J]. 中国科学(D), 1996, 26(4): 316—322.  
LI J J, FANG X M, MA H Z, et al. Geomorphologic evolution of upper reach of the Yellow River and Late Cenozoic uplift of Qinghai-Xizang plateau [J]. Science in China (Series D), 1996, 26(4): 316—322.
- [12] 李吉均. 青藏高原的地貌演化与亚洲季风[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(1): 1—11.  
LI J J. Study on the geomorphological evolution of the Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau and Asian monsoon [J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 1999, 19(1): 1—11.
- [13] 李吉均, 方小敏, 潘保田, 等. 新生代晚期青藏高原强烈隆起及其对周边环境的影响[J]. 第四纪研究, 2001, 21(5): 381—391.  
LI J J, FANG X M, PAN B T, et al. Late Cenozoic intensive uplift of Qinghai-Xizang plateau and its impact on environments in surrounding area [J]. Quaternary Sciences, 2001, 21(5): 381—391.
- [14] 潘保田, 李吉均, 曹继秀, 等. 化隆盆地地貌演化与黄河发育研究[J]. 山地研究, 1996, 14(3): 153—158.  
PAN B T, LI J J, CAO J X, et al. Study on the geomorphologic evolution and development of the Yellow River in Hualong basin [J]. Mountain Research, 1996, 14(3): 153—158.

## Geomorphological Evolution of Quaternary River from Upper Yellow River and Geomorphological Evolution Investigation for 1 : 250 000 Scale Geological Mapping in Qinghai-Tibet Plateau

ZHANG Zhi-yong<sup>1</sup>, YU Qing-wen<sup>2</sup>, ZHANG Ke-xin<sup>1</sup>, GU Yan-sheng<sup>1</sup>, XIANG Shu-yuan<sup>1</sup>  
(1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Chinese Geological Survey, Beijing 100035, China)

**Abstract:** The Cenozoic geomorphological evolution investigation method is used for 1 : 250 000 scale geological mapping in Qinghai-Tibet plateau, which clarifies the geomorphological features and geomorphological distributing and their ages and also helps the analysis of geomorphology origin and the

(下转 633 页)