

# 玛纳斯河山麓冲积扇演化及其对区域构造活动的响应

崔卫国<sup>1,2</sup>, 穆桂金<sup>2</sup>, 文倩<sup>3</sup>, 岳健<sup>2</sup>

(1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640;

2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 831100; 3. 湖南农业大学资源环境学院, 长沙 410128)

**摘要:** 基于地质过程, 特别是沉积地质过程的理论和方法, 利用遥感影像, 结合实地测量的地貌与沉积记录、室内沉积分析和测年等资料, 研究了玛纳斯河山麓冲积扇的演变过程, 探讨了冲积扇演变对区域构造活动的响应。结果表明: (1) 晚第四纪以来, 玛纳斯河山麓冲积扇从第二排山麓到下游冲积平原, 可划分为四期规模较大和三期规模较小的冲积扇, 新冲积扇叠置和切割老积扇; (2) 天山北麓第二排背斜带霍尔果斯、玛纳斯、吐谷鲁逆断裂-背斜带的间歇式差异升降运动是冲积扇演化的直接动力; (3) 冲积扇是构造活动的特征地貌, 其演化与山麓断层的构造活动性有明显的相关性。

**关键词:** 冲积扇演变; 构造活动; 玛纳斯河

中图分类号: P313

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0161-03

## Evolution of Alluvial Fans and Reaction to the Regional Tectonic Activity at Rage-Front of Manas River Valley

CUI Wei-guo<sup>1,2</sup>, MU Gui-jin<sup>2</sup>, WEN Qian<sup>3</sup>, YUE Jian<sup>2</sup>

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry of Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China;

2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography of Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;

3. College of Resources and Environment, Hunan Agriculture University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** Based on the geological processes, especially sedimentary geological processes, and the theory of landscape evolution, the authors we made a study of the evolution of alluvial fans at rage-front of Manas River Valley, discussed the tectonic movement at northern piedmont of Tian Mountains by remote sensing images interpretation, field investigating, landform and sediments analyses. It indicates that there have been four periods of larger alluvial fans and three periods of smaller alluvial fans from the foot of the second reverse fault and fold at the north margin of Tian Mountains since the later Quaternary Period. They were named F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>6</sub>, and F<sub>7</sub> by the sequence of their formation age. The new alluvial fans' formation and evolution have based on the old alluvial fans. According to the phases and traits of tectonic activities, the evolution process of alluvial fans is deducted, which indicate that the evolution of alluvial fans closely relate to the tectonic activities, especially the mode and intensity of motion of the Manas reverse fault-and-fold zone and Tuguru reverse fault-and-fold zone. In addition, according to the spatial contribution of alluvial fans, it is concluded the vertical speed of Manas reverse fault-and-fold zone is lower than that of the Tuguru reverse fault-and-fold zone and the vertical speed of Tuguru reverse fault-and-fold zone become decrease by degrees from east to west, which corroborate that alluvial fans are the characteristic landform denoted the tectonic activities.

**Key words:** alluvial fans evolution; tectonic activity; Manas River

冲积扇是指示构造活动<sup>[1]</sup>和气候变化<sup>[2]</sup>的特征地貌, 其演变过程不仅受气候变化以及水文条件的制约, 而且蕴涵着构造运动和变形过程的丰富信息<sup>[3]</sup>, 冲积扇的研究可为恢复当地环境演变历史和预测未来环境发展趋势提供依据。贺兰山<sup>[2]</sup>、疏勒河<sup>[4]</sup>、祁连山<sup>[5]</sup>等地区的第四纪构造活动就通过冲积扇的研究取得了很多进展。

在准噶尔盆地南缘, 天山北麓发育着一系列大型的内陆干旱型冲积扇, 其中玛纳斯河山麓冲积扇的规模最大。有文献曾提及在玛纳斯河山麓地带发育着多期冲积扇<sup>[6,7]</sup>, 但并未做深入研究。本文利用大比例尺航空相片所记录的地貌信息, 基于地质过程, 特别是沉积地质过程和地貌演化理论, 通过实地调查和地貌与沉积分析, 对玛纳斯河山麓冲积扇演

化过程做了详细研究, 构建了玛纳斯河山前冲积扇演化的时空序列, 初步探讨了冲积扇演化对区域构造运动的响应。

### 1 冲积扇发育的构造环境

#### 1.1 地形地貌

玛纳斯河发源于天山山脉依连哈比尔尕山, 全长 400 多 km, 是准噶尔盆地流量最大, 流程最长的内陆河流。该河穿越天山北麓三排雁状背斜带后, 在阳山和白阳山北侧的山前平原上, 携带大量碎屑物质堆积成大型冲积扇群, 即为玛纳斯河山前串珠状冲积扇群。

玛纳斯河山前平原由低山丘陵和冲积扇平原组成。低山丘陵位于冲积扇的南边, 主要由近东西走向的三排褶皱带

\* 收稿日期: 2006-06-08

基金项目: 中科院研究所领域前沿项目(20019002); 国家重大基础研究发展规划项目(TG19943502)成果

作者简介: 崔卫国(1973-), 男, 在读博士, 主要从事环境演变的学习和研究。

组成,由南向北依次为齐古背斜带、霍尔果斯-玛纳斯-吐谷鲁背斜带、安集海背斜带。冲积扇平原由南向北倾斜,地面坡降约1%~12%,表面分布一系列冲沟和河道,组成物质由扇根至扇缘,沉积物颗粒由粗变细。冲积扇北边为倾斜平原下部的细土平原带,地势低平,沼泽洼地广布。

## 1.2 构造特征

玛纳斯河山前冲积扇地区第四纪活动断层发育(图1),主要有玛纳斯逆断裂-背斜。它西起三个泉河,东至塔西河以西,全长50多km,整体上为一个南翼地层和缓、北翼地层

倒转,褶皱轴近EW<sup>[8]</sup>的线形长轴倒转背斜。玛纳斯背斜形成于早更新世之初,在早更新世末经历了一次强烈活动,中晚更新世以来处于间歇性活动<sup>[9]</sup>。从穿过背斜的河流阶的变形和剖面露头新老地层的倒转现象以及1906年发生在霍尔果斯-玛纳斯褶皱带的7.7级地震等现象看,全新世中后期至今这一断裂的构造活动又重新趋于活跃<sup>[10]</sup>。此外,在玛纳斯背斜的东、西两端分别发育着吐谷鲁背斜和霍尔果斯背斜,在冲积扇平原的西边还发育着安集海背斜。

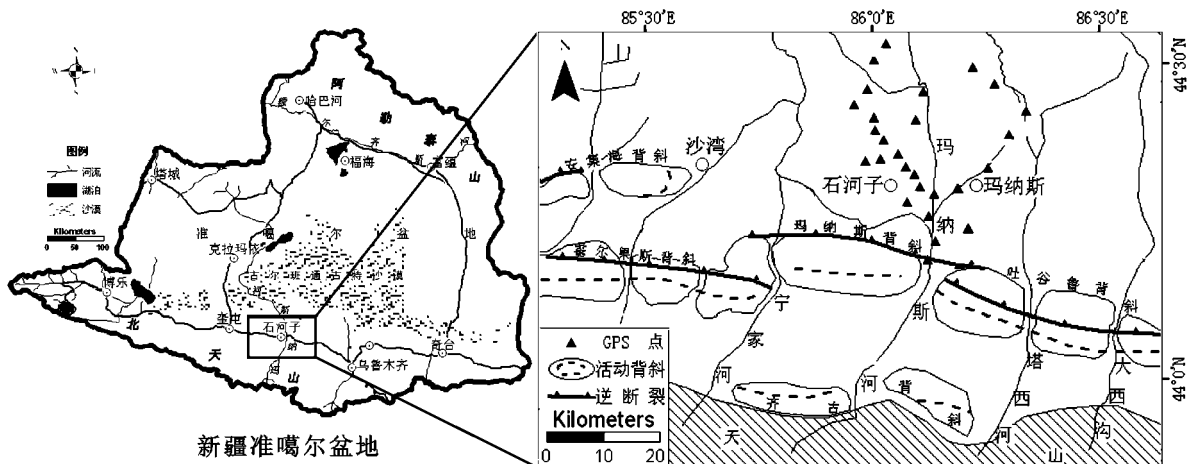


图1 玛纳斯河山麓冲积扇发育的地质地貌略图

## 2 冲积扇演化的时空特征

通过对1958年航空相片(经计算机处理,分辨率可达5m),1987年和2002年TM影像(分辨率为30m)解释,结合地图资料和实地调查,对玛纳斯河山麓冲积扇演变遗留下来的微地貌痕迹,包括扇缘、扇面垒叠等特征进行地貌与沉积物测年分析,依此编制了玛纳斯河山麓冲积扇的演变图(图2)。图上精确地显示出自晚第四纪以来,玛纳斯河山麓冲积扇演化的时空分布特征。

第一期冲积扇F<sub>1</sub>位于第二排山麓脚下,受后期侵蚀和改造作用,只保留河流东侧的一半,面积较小,南北长约12km,表面分布有沿山麓走向的放射状沟、垄,组成物质为一定程度分选和磨圆、层理较为明显的砾石组成,上覆厚度不等的黄土。这一期冲积扇目前暂无测年资料,但根据方小敏等在该区域奎屯河对应冲积扇上黄土剖面的分析表明<sup>[11]</sup>,在距今80万年时黄土已经在第一期冲积扇上开始堆积,表明此时该期冲积扇已经形成,即早更新世末至中更新世。

第二期冲积扇(F<sub>2</sub>)南北长约17km,东西宽约28km,河流两边扇体不对称,有向西展布趋势,并完全覆盖了冲积扇F<sub>1</sub>的左边扇体。该期冲积扇表面平坦,尚未被流水切割,组成物质为具有中等磨圆度的砾石组成,砾石层中有时夹有数层粗砂。这一期冲积扇当前也无测年资料,但根据邓起东<sup>[10]</sup>等在该区域对应河流阶地上的测年资料可以推测,该期冲积扇的形成时间大致为距今7.5~13万年。

第三期冲积扇(F<sub>3</sub>)除一部分垒叠在F<sub>2</sub>上外,另一部分继续向北发育,南北长约28km,东西宽约40km。和F<sub>2</sub>的空间布局一样,河流两边扇体不对称,略向西偏转,表面平坦,目前绝大部分已被开垦为耕地。玛纳斯广东地的剖面显示,该期冲积扇的主要组成物质为粉砂,中间有时夹有细砂层。该剖面0.97~1.14m处沉积物<sup>14</sup>C年代分析结果为距今3680±70年。

第四期冲积扇(F<sub>4</sub>)是一个比较新的冲积扇;扇体南北长

约21km,东西宽约23km;组成物质以细砂为主,并夹有黏土层;扇体前缘分布有众多的溢出洼地,目前大多已被改造成人工水库;该期冲积扇上河流阶地沉积物的<sup>14</sup>C测年结果为距今1570±55年,分析冲积扇F<sub>4</sub>与这一阶地的接触关系以及与冲积扇F<sub>3</sub>的形成先后顺序,冲积扇F<sub>4</sub>的形成年代应在距今1570±55~3680±70年之间。

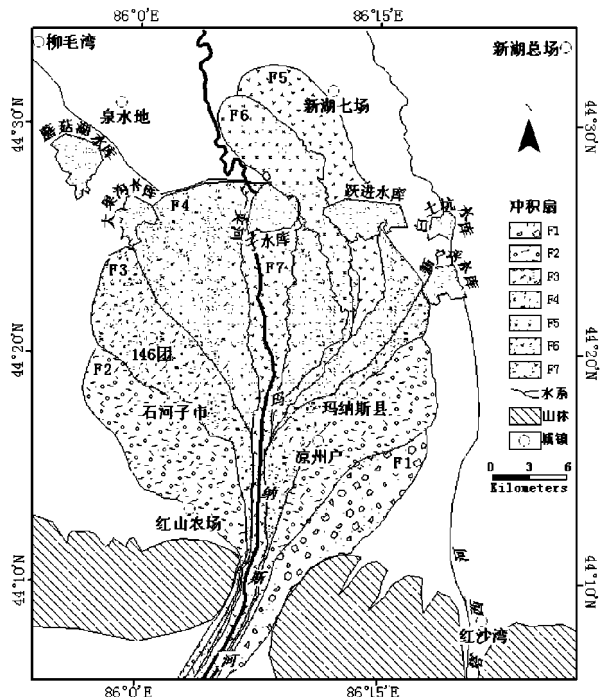


图2 冲积扇演化序列

冲积扇F<sub>5</sub>、F<sub>6</sub>由玛纳斯河东支流形成,规模均小于前几期冲积扇;从空间关系上看,冲积扇F<sub>6</sub>是因东支流水量减少,向西摆动而形成的,所以在时间上要晚于冲积扇F<sub>5</sub>。冲

积扇 F<sub>7</sub> 则更晚, 而且到目前仍受玛纳斯河的作用, 并处于动态平衡。据推断, 这几期规模较小冲积扇的形成时间应该在百年尺度上。

3 冲积扇演化与构造活动的讨论

对构造活动在冲积扇发育过程中的作用, 学者之间还存在争议。有人认为构造活动仅提供冲积扇发育的地点和条件, 在其后的发育过程则作用甚微。有人则认为构造活动是冲积扇发育的前提, 没有构造活动所形成的高差显著的物源区和堆积区冲积扇则失去了发育的环境<sup>[1, 2]</sup>。我们认为对于构造活动在冲积扇发育过程中所起的作用不能一概而论, 应综合区域气候条件、构造活动特点及冲积扇发育特征等来考虑。从玛纳河山麓冲积扇发育情况来看, 山前的构造运动对冲积扇的发育有较大的影响, 且构造活动的阶段性与冲积扇发育的分期性具有较好的对应关系。

玛纳斯河山麓冲积扇紧邻霍尔果斯、玛纳斯、吐谷鲁三个逆断裂-背斜。早更新世晚期-中更新世, 该逆断裂-背斜带经历了一次强烈活动<sup>[9, 12]</sup>, 随后构造活动趋于平静, 山地被剥蚀, 大量的冲积物在玛纳斯背斜前堆积形成了第一期冲积扇。在中更新世末-晚更新世初, 霍尔果斯、玛纳斯、吐谷鲁北斜又经历了一次强烈活动<sup>[12]</sup>, 冲积扇 F<sub>1</sub> 的动态平衡被打破, 原来的沉积区变为剥蚀区, 第二期冲积扇开始形成并切割第一期冲积扇。晚更新世以来, 该背斜带主要表现为断裂继承性强烈活动<sup>[10]</sup>, 这显然与第三期和第四期冲积扇的形成阶段有一定的对应关系。

从冲积扇的空间布局来看, 冲积扇 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 和 F<sub>3</sub> 除以玛纳斯河峡谷出口为扇项向北发展的同时, 以一定的角度向西偏

参考文献:

[1] 程绍平, 杨桂枝. 冲积扇和山前倾斜平原的构造地貌学研究综述[J]. 地震地质译丛, 1996, 18(1): 1- 10.

[2] 莫多闻, 朱忠礼, 万林义. 贺兰山东麓冲积扇发育特征[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 1999, 35(6): 816- 823.

[3] 莫多闻. 冲积扇研究的发展及其理论与实际意义[A]. 地貌. 环境. 发展[C]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995. 161- 165.

[4] 王萍, 卢演铸, 丁国瑜. 等. 甘肃疏勒河冲积扇发育特征及其对构造活动的响应[J]. 第四纪研究, 2004, 24(1): 74- 81.

[5] 高红山, 潘保田, 邬光剑. 祁连山东段冲积扇的发育时代及其成因[J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2005, 41(5): 1- 4.

[6] 袁国映, 扬发相, 艾根青等. 玛纳斯河流域地质地貌特征[A]. 中国新疆玛纳斯河流域农业生态环境资源保护与合理利用研究[C]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1995. 13- 21.

[7] 史新民, 杨景春, 李有利, 等. 玛纳斯河流域地貌与地下水的关系. 地理与地理信息科学[J], 2004, 20(3): 56- 60.

[8] 张培震, 邓起东, 徐锡为. 天山北麓玛纳斯活动逆断裂-褶皱带的变形特征与构造演化[A]. 活动断裂研究(3)[C]. 北京: 地震出版社, 1994.

[9] 汪一鹏, 沈军. 天山北麓活动构造基本特征[J]. 新疆地质, 2000, 18(3): 203- 210.

[10] 邓起东, 冯先岳, 张培震, 等. 天山活动构造[M]. 北京: 地震出版社, 2000.

[11] 方小敏, 史正涛, 杨胜利, 等. 天山黄土与古尔班通古特沙漠发育及北疆干旱化[J]. 科学通报, 2002, 47(7): 540- 545.

[12] 胡玲, 何登发, 胡道功. 准噶尔盆地南缘霍尔果斯-玛纳斯-吐谷鲁断裂晚新生代构造变形的 ESR 测年证据[J]. 地球学报, 2005, 26(2): 121- 126.

(上接第 160 页)

译出速度较快的执行文件, 但执行文件比较大。由于 GIS 软件对系统效率要求高, 因此推荐选择该项。选择针对 Pentium Pro 优化后, 编译出的可执行程序在 Pentium Pro 和 Pentium 2 以上的机器上可以运行得更快, 而在比较老的机器上要稍稍慢一些。考虑到现在计算机硬件的水平, 最好选择该项。

此处还有一个选项是产生符号化调试信息。该项能在编译过程中生成一些调试信息, 使用户可以利用 Visual C++ 一类的工具来调试编译好的代码。使用该选项会生成一个 .pdf 文件, 该文件记录了可执行文件中的标志信息。当程

序拥有 API 函数或 DLL 调用时, 使用该选项十分有益。

转, 扇体东边未紧贴山根部。一个合理的解释就是玛纳斯河东边土谷鲁背斜要比西边玛纳斯背斜的抬升速率大, 这种解释得到了汪一鹏等<sup>[8]</sup> 研究的确证。汪一鹏等通过阶地变形测量、阶地位错和断层陡坎形态分析, 吐谷鲁背斜核部断裂垂直位移速率在塔西河为 0.84~ 0.91 mm/a, 在玛纳斯河为 0.28~ 0.43 mm/a; 全新世以来玛纳斯背斜核部的垂直滑动速率为 0.25 mm/a 左右, 霍尔果斯背斜核部的平均抬升速率为 1.4~ 1.5 mm/a, 说明第二排背斜带的抬升速率由东向西逐渐递减, 且玛纳斯河山麓冲积扇演变与山前构造活动有相关性。

4 初步认识

根据航空相片记录, 结合野外考察和沉积分析, 玛纳斯河山麓冲积扇由南向北划分为四期规模较大的冲积扇和三期规模较小的冲积扇, 其中新冲积扇对老冲积扇有切割和叠置现象。

玛纳斯河山麓冲积扇发育在天山北麓准噶尔盆地南缘的乌鲁木齐拗陷中, 其南边紧邻霍尔果斯-玛纳斯-吐谷鲁逆断裂-背斜带, 西边与安集海背斜相望。根据区域构造活动的特征和阶段, 对玛纳斯河山麓冲积扇的形成和演化过程进行了演绎, 可以看出玛纳斯河山麓冲积扇的形成演化与山前构造运动, 尤其是玛纳斯与吐谷鲁逆断裂-背斜的活动方式和强度密切相关。另一方面, 根据冲积扇的空间展布格局, 可以看出玛纳斯河西边的玛纳斯背斜和东边的吐谷鲁背斜抬升速率不一致, 吐谷鲁背斜的抬升速率由东向西递减, 这又表明冲积扇是指示构造活动的特征地貌。

致谢: 唐自华在沉积年代测定过程做了很多具体工作, 在此感谢!

5 结 语

系统效率问题涉及的因素有很多, 计算机操作系统, 硬件环境, 开发平台, 数据特征等都会在很大程度上影响系统运行时的效率。上面提到的系统效率优化方法, 是在实际开发中积累经验总结。将以上提到的优化内容贯穿到系统开发的过程中, 在不改变系统结构及实现算法的情况下, 能够最大限度节省系统资源, 提高系统效率。