文章编号：1006-6616（2017）02-0264-08

西南天山乌什北山高山峡谷地貌形成过程

陈锐明[1,2]，查显锋[1,2]，辜平阳[1,2]，庄玉军[1]
（1. 中国地质调查局西安地质调查中心，西安 710054；
2. 中国地质调查局造山带地质研究中心，西安 710054）

摘　要：地貌演化过程受大地构造及其规律的控制。本文通过对西南天山乌什北山地区滚滚铁列克河第四纪沉积和侵蚀地貌的观测，结合已发表的地层年代学研究，恢复了中更新世和全新世两期侵蚀地貌演化过程。中更新世地貌切割深度达 1870 m 以上，远远大于全新世 50 m 的地貌切割深度，认为该地区的高山峡谷地貌形成于中更新世。西南天山普遍发育的中更新世褶皱冲断构造，造成山体快速大幅隆升，是乌什北山高山峡谷地貌形成的主因。褶皱冲断构造向盆地方向扩展，导致山体向盆地方向隆升幅度减小，揭示了乌什北山地貌演化的空间规律。西南天山第四纪构造隆升过程与地貌演化之间存在密切关系。

关键词：西南天山；乌什；中更新世；高山峡谷地貌；隆升；地貌演化
中图分类号：P931.2　　**文献标识码：**A

西南天山属多期复合造山带。晚古生代晚期，伊犁地块与塔里木板块碰撞造山形成西南天山褶皱冲断带，在中生代发生了 6 期间歇性的逆冲构造活动[1~3]。古近纪末期以来，在印度板块与欧亚板块碰撞作用的影响下，塔里木北部地区向天山造山带下发生陆内俯冲，尤其是中新世早期的快速隆升事件说明西南天山再次复活崛起[4~5]。上新世至今，西南天山造山带剧烈隆升，到达相当高度，形成冰川地貌[6]。该地区现今不仅海拔高，并且切割深。这种地貌于何时经历怎样的地质地貌演化过程形成？本文通过观测乌什北山一带第四纪沉积和侵蚀地貌，并解析第四纪褶皱冲断构造，来探讨西南天山现今高山峡谷地貌的形成时代和机制，从而为西南天山第四纪构造隆升过程和地貌演化及其联系提供重要信息。

1　地质背景

高山峡谷地貌，顾名思义具有“高海拔，深切割”的地貌特征，主要分布在我国西部的青藏高原周缘以及西天山等与大型盆地相邻的高大山脉（见图 1）。研究区位于西南天山，山峰海拔 3000 ~ 4500 m，相邻山谷海拔只有 2100 m，高差 1000 m 以上，呈现高海拔、深切割的地貌特征（见图 2）。

乌什北山地区位于西南天山中段，南邻塔里木盆地，发育一系列北东向延伸的褶皱、逆冲断层，马德明等[7]称其为乌什冲断带，向东、西可分别延伸至库车、阿合奇与阿图什一带[8~14]。研究区以南天山山前断裂（图 1b 中的 F_2）为界，可划分为西北部的塔里木北部晚古生代陆缘系统和东南部的乌什新生代断陷盆地：（1）西北部主要分布有中—上泥盆统、石炭系—下二叠统，以发育轴面倾向北西的同斜紧闭褶皱、逆冲断层、韧性剪切带、劈理为特征，地层走向与构造延伸方向近一致；（2）东南部则为晚新生代地层，包括：库车组、西域组、新疆群、全新统。库车组和西域组发育宽缓褶皱，二者整合接触，而与其上水平产出的新疆群呈角度不整合接触。本次在西北部晚古生代地层分布区的山顶上，发现产状近水平的西域组角度不整合于中泥盆统和下石炭统之上（见图 1b），为该地区第四纪构造地貌的研究

收稿日期：2016-10-27
基金项目：中国地质调查局地质调查项目“特殊地质地貌区填图试点”（DD20160060）；新疆 1：5 万喀伊车山口等 3 幅艰险区试点项目（12120114042701）；青海阿尔金 1：5 万打柴沟等 6 幅区调（1212011121193）
作者简介：陈锐明（1985-），男，助理研究员，主要从事区域地质、沉积学研究。Email：rmingchen@qq.com

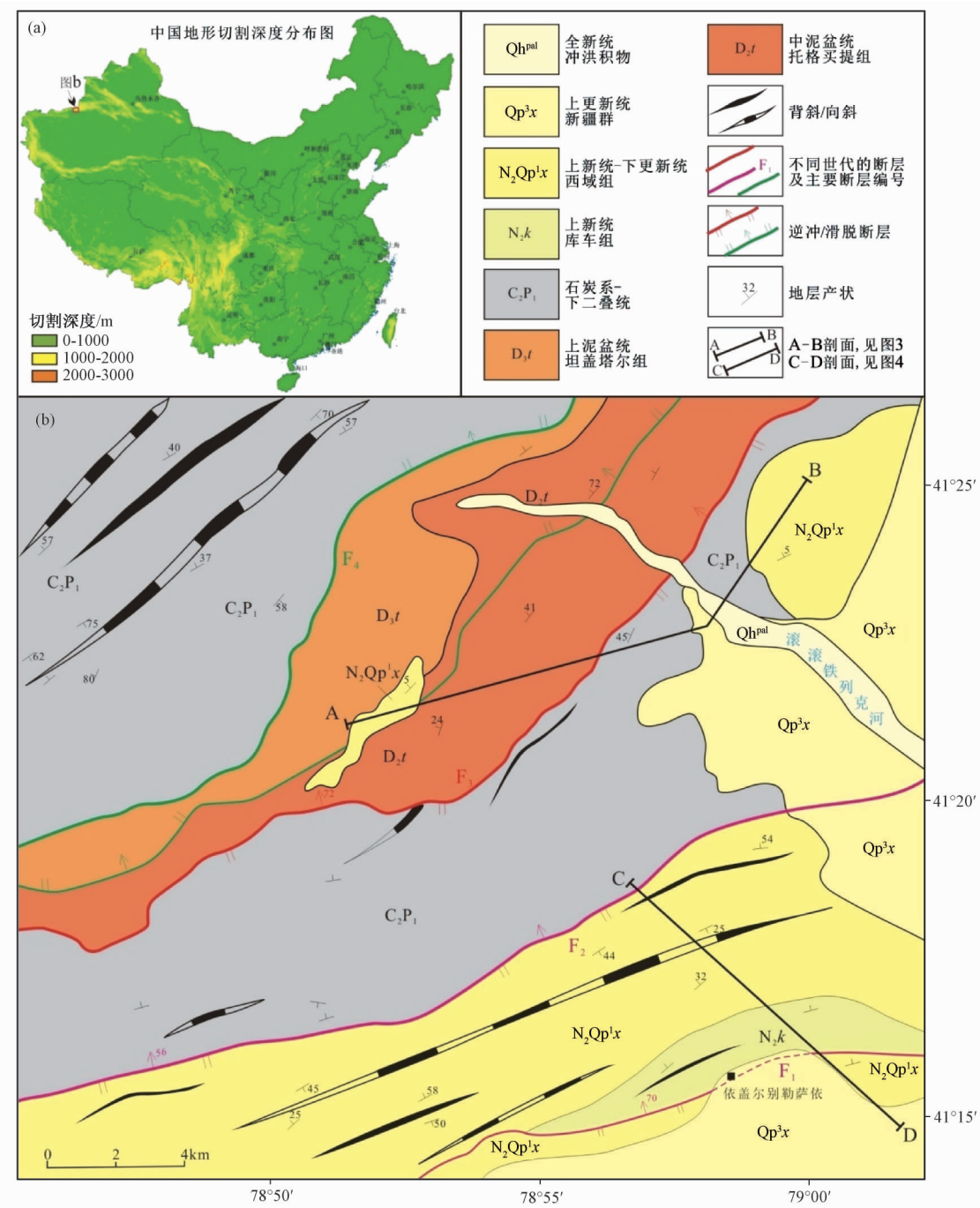


图 1　乌什北山地区地形切割深度与地质简图

Fig. 1　Terrain cutting depth and geological sketch in Beishan, Wushi County, Southwest Tianshan

提供了良好素材。

库车组是断陷盆地陡坡带水下扇环境下沉积的泥岩夹砂砾岩透镜体岩石组合。西域组和新疆群分别是山前洪积扇环境沉积的巨厚砾岩和半固结砾石层，新疆群在地貌上为河流阶地。全新统则为冲洪积松散砂砾石，构成现代河床。据滕志宏等[15]在研究区以东的库车河剖面的磁性地层研究：库车组年龄为 5.3 ~ 3.4 Ma，属上新统下部；西域组年龄为 3.4 ~ 1.6 Ma，属上新统上部—下更新统；新疆群依据阶地地貌特征划归晚更新世地层。考虑到乌什北山与库车河剖面西南天山与塔里木盆地的交接地带的同一构造带，且相距较近，故可将研究区这套晚新生代地层按照该方案划分。

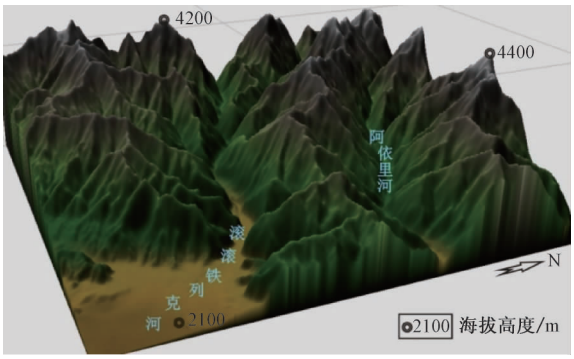


图 2 研究区高山峡谷地貌三维地形图

Fig. 2 Three dimensional topographic map of Alpine-gorge landform in the study area

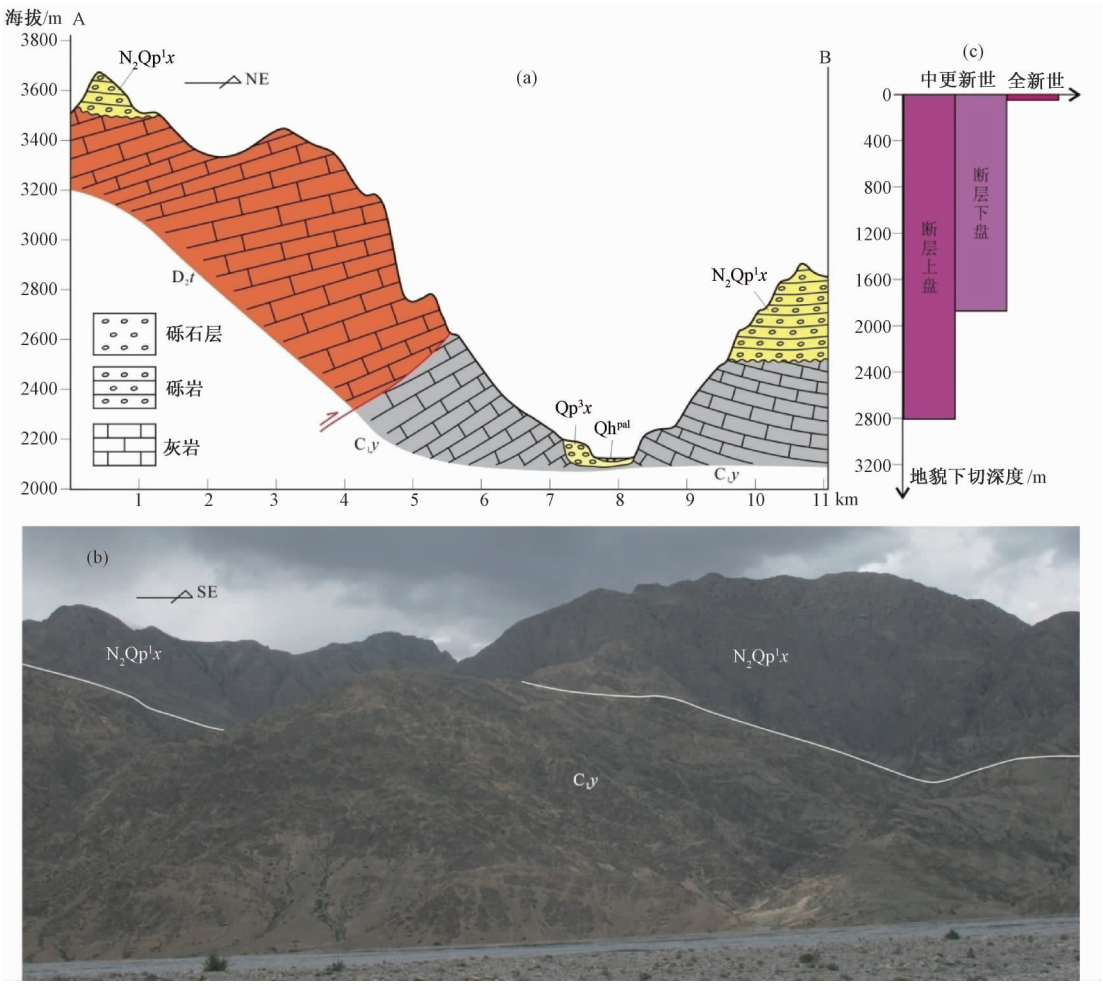
2 地貌分析

地貌演化过程包括侵蚀过程和沉积过程两个相互关联的方面。沉积地貌过程一方面受侵蚀地貌过程的影响和制约，另一方面它又与侵蚀地貌过程同时受大地构造及其规律的控制[16]。当地形高于侵蚀－堆积基准面，河流下切，形成侵蚀地貌；反之，则形成沉积地貌。

在乌什县西北约 20 公里的滚滚铁列克河的出山口处，在河谷分布有全新统构成的河床和新疆群构成的阶地，两侧山顶分布有产状近水平的西域组，角度不整合于中泥盆统或下石炭统之上（见图 3a、3b）。下面分别叙述研究区第四纪的沉积地貌和侵蚀地貌。

2.1 沉积地貌

通过对这三套地层顶部和底部海拔高度的观测，得到以下结果：（1）河床海拔 2130 m，阶地顶面海拔 2180 m。因此，残存的新疆群顶部海拔 2180 m，底部海拔低于 2130 m，沉积厚度大于



a—滚滚铁列克河河谷纵断面（图 1 A-B 剖面）；b—河谷东侧山顶的西域组角度不整合于下石炭统之上；c—第四纪地貌下切深度图

图 3 滚滚铁列克河河谷地貌分析

Fig. 3 Analysis on the geomorphology of the Gunguntielieke river valley

50 m。（2）西域组在河谷东、西两侧的山顶均有分布，而在西侧的山腰发育向 SE 向的逆冲断层（对应图 1b 中的 F_3 断层），两处的西域组分别位于该断层的上盘和下盘。由于断层上盘隆升幅度更大，因此，西侧（上盘）比东侧（下盘）的西域组底界高度更高。东侧的西域组底界海拔 2550 m，顶部海拔 2910 m，残存的地层厚度 360 m；西侧的西域组底界海拔 3490 m，顶部海拔 3720 m，残存的地层厚度 230 m。考虑到位于山顶的西域组的强烈剥蚀，且剥蚀强度与地形的高度和陡峭程度成正比（西侧比东侧的西域组残存厚度小，剥蚀作用更强），西域组的残存厚度应远小于其原始沉积厚度。在研究区南部的实测剖面中，西域组厚度大于 1508 m（未见顶）。因此，该处的西域组原始沉积厚度至少应接近于 1508 m。

2.2　侵蚀地貌

从图 3a 可见，西域组、新疆群、全新统之间呈冲刷侵蚀接触关系，表明在西域组与新疆群沉积时期之间的中更新世以及全新世这两个时期河流下切，为侵蚀地貌。当山体隆升，使地形高出侵蚀—堆积基准面，沉积作用停止，侵蚀作用开始，河流下切，直至地形低于侵蚀—堆积基准面，下次沉积作用开始。因此，上次沉积物顶面与下次沉积物底面的高差代表了这次侵蚀地貌过程中河流下切的深度。由此，根据对以上三套地层的顶、底海拔高度的测算结果，可计算出滚滚铁列克河在中更新世和全新世两个侵蚀地貌过程中的下切深度，即代表了乌什北山的隆升幅度。

（1）中更新世侵蚀地貌：考虑到山顶的西域组被大量剥蚀，在河谷东侧，河流下切深度（H_1）计算如下：

西域组沉积顶面的现今海拔高度 = 西域组底界海拔高度 + 西域组原始沉积厚度；

H_1 = 西域组沉积顶面的现今海拔高度 − 新疆群底界海拔高度 ≈（2550 m + 1508 m）− 2180 m = 1878 m

需要说明，由于西域组原始沉积厚度只是推算值，且新疆群未见底，计算出的河流河流下切深度（H_1）为 1878 m 仅是近似值（见图 3c）。

前已述及，西域组原始沉积厚度（1508 m）与现在山顶的残存厚度（230 m、360 m）相差 1148 ~ 1278 m。在河谷西侧，由于 F_3 逆冲断层的作用，西侧相较于东侧的西域组抬升幅度更大。逆冲断层上盘较下盘垂向抬升高度（H_2）为上盘与下盘的西域组底界海拔高度之差。据此，河谷西侧的河流下切深度（H_3）计算如下（见图 3c）：

H_2 = 上盘的西域组底界海拔高度 − 下盘的西域组底界海拔高度 = 3490 m − 2550 m = 940 m；

$H_3 = H_1 + H_2 = 1878\ m + 940\ m = 2818\ m$

（2）全新世侵蚀地貌：据野外观察，全新世以侵蚀作用为主，沉积作用较弱，全新统厚度较小，河流下切深度略大于阶地陡坎高度（50 m）（见图 3c）。

3　依盖尔别勒萨依褶皱冲断构造

研究区东南部的依盖尔别勒萨依发育褶皱冲断构造（见图 4）。具体表现为：南天山构造带的石炭系向塔里木盆地方向（SE）逆冲到晚新生代地层之上，形成南天山山前断裂（即图 1 中的 F_2），造成下盘的晚新生代地层发育宽缓褶皱，并发育次级逆冲断层（图 1 的 F_1）。

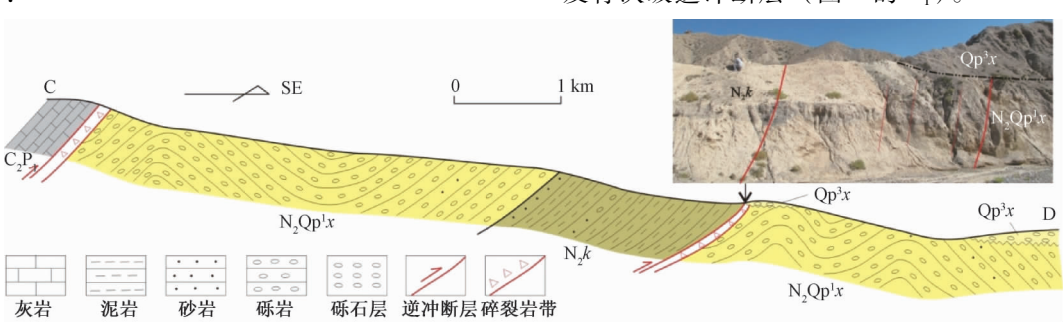


图 4　依盖尔别勒萨依逆冲构造剖面（图 1 C-D 剖面）

Fig. 4　Profile of Yigaibielesayi thrust structure in Beishan, Wushi County (section C-D in Fig. 1)

两条逆冲断层均发育碎裂岩带，其中 F_1 的碎裂岩带宽约 10 m，F_2 的碎裂岩带宽 50 m 以上。褶皱总体宽缓，靠近 F_1 变形程度增强，断层面和褶皱轴面均高角度倾向 NW，说明二者协调，为同期

构造活动的产物。值得注意的是，在次级逆冲断层 F_1 处，库车组逆冲于西域组之上，新疆群呈角度不整合覆于二者之上，且产状水平，未卷入变形。此地层接触关系说明 F_1 形成于西域组沉积之后，新疆群沉积之前，即中更新世。因此，该褶皱冲断构造主体形成于中更新世。沿南天山山前断裂向东，新疆群被错断出现小陡坎，且近年来在该断裂带频繁发生地震[17~20]，说明其至今仍在活动。

4 讨论

西域组巨厚砾岩的出现说明西南天山在上新世晚期（3.4 Ma）开始快速隆升。该时期的巨厚砾岩在我国西北其它地区有大量报道[21~22]，如：东昆仑、西昆仑山前叶城[23]、天山北麓独山子[24]、祁连山北缘老君庙[25]等青藏高原周缘山脉邻近盆地一侧。对于其成因，主要有构造隆升和全球冰期造成的气候变化两种观点[26]。

对滚滚铁列克河的地貌分析表明，乌什北山构造隆升在西域组沉积之后的中更新世时期更为强烈，由沉积地貌转为侵蚀地貌，发生了强烈的河流侵蚀下切。上文计算的中更新世河流下切深度即代表了相应的山体隆升幅度。F_3 断层东南侧山体隆升了 1878 m，是由以南天山山前断裂为代表的褶皱冲断构造所致；F_3 逆冲断层在早更新世的活化导致其西北侧山体（上盘）隆升幅度在东南侧山体（下盘）的基础上增加了 940 m，达 2818 m。晚更新世砾石层的沉积表明，乌什北山隆升速度相对减小，由侵蚀地貌转为沉积地貌。全新世，隆升速度再次加快，河流侵蚀下切形成阶地和陡坎，再次成为侵蚀地貌，只是地貌下切深度（>50 m）远远小于中更新世自山顶至现代河床之下的下切深度，也远小于现今高山峡谷地貌 1000 m 以上的高差。因此，乌什北山的高山峡谷地貌主体形成于中更新世，而受全新世构造地貌演化的影响较小。其形成原因是中更新世发育的褶皱冲断构造以及早期的逆冲断层复活，并不断向盆地方向扩展，导致山体快速大幅隆升，地形大大高于侵蚀-堆积基准面，在强烈的河流侵蚀下切作用下形成高山峡谷地貌。

中更新世的大幅度构造隆升不仅表现在西南天山，而且影响到了整个青藏高原，被命名为“昆仑—黄河运动”[27~29]。它具有发生突然，抬升幅度大的特点，导致青藏高原进入冰冻圈，影响大气环流型式，形成了东亚季风的现代格局[30]和我国西部现代山盆相间的地貌格局[31~32]。

5 结论

（1）第四纪乌什北山地区经历了中更新世和全新世两期侵蚀地貌演化过程。中更新世地貌切割深度达 1870 m 以上，远远大于全新世 50 m 的地貌切割深度。因此，该地区的高山峡谷地貌主体形成于中更新世，而受全新世构造地貌演化的影响较小。

（2）西南天山向塔里木盆地逆冲，发育中更新世的褶皱冲断构造。早期逆冲断层的复活、向盆地方向扩展的新生逆冲断层和褶皱导致山体快速隆升了 1870 m 以上，使山体与盆地交接部位出现巨大高差，河流强烈侵蚀下切，形成高山峡谷地貌。

（3）该期褶皱冲断构造具有向盆地方向扩展的特征，导致山体向盆地方向隆升幅度减小，揭示了乌什北山第四纪地貌演化的空间规律与西南天山构造隆升过程之间存在密切关系。

参 考 文 献

[1] 曾联波，谭成轩，张明利. 塔里木盆地库车坳陷中新生代构造应力场及其油气运聚效应［J］. 中国科学 D 辑地球科学，2004，34（SI）：98~106.
ZENG Lian-bo，TAN Cheng-xuan，ZHANG Ming-li. Tectonic stress field and its effect on hydrocarbon migration and accumulation in Mesozoic and Cenozoic in Kuqa depression，Tarim basin［J］. Science in China Series D：Earth Sciences，2004，47（S2）：114~124.

[2] 张明利，谭成轩，汤良杰，等. 塔里木盆地库车坳陷中新生代构造应力场分析［J］. 地球学报，2004，25（6）：615~619.
ZHANG Ming-li，TAN Cheng-xuan，TANG Liang-jie，et al. Ananalysis of the Mesozoic-Cenozoic tectonic stress field in Kuqa Depression，TarimBasin［J］. Acta Geoscientica Sinica，2004，25（6）：615~619.

[3] 郑民，孟自芳，李相博，等. 新构造运动活跃的库车盆地含油气系统特征［J］. 中山大学学报（自然科学版），2005，44（S）：304~308.
ZHENG Min，MENG Zi-fang，LI Xiang-bo，et al.

Characteristic of the hydrocarbon system in Kuqa Basin with an active new structural movement [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2005, 44 (S): 304 ~ 308.

[4] 汪新，贾承造，杨树锋. 南天山库车褶皱冲断带构造几何学和运动学 [J]. 地质科学，2002，37 (3)：372 ~ 384.
WANG Xin, JIA Cheng-zao, YANG Shu-feng. Geometry and kinematics of the Kuqa fold-and-thrust belt in the southern Tianshan [J]. Chinese Journal of Geology, 2002, 37 (3): 372 ~ 384.

[5] 杨树锋，陈汉林，程晓敢，等. 南天山新生代隆升和去顶作用过程 [J]. 南京大学学报 (自然科学版)，2003，39 (1)：1 ~ 8.
YANG Shu-feng, CHEN Han-lin, CHENG Xiao-gan, et al. Cenozoic uplifting and unroofing of southern TienShan, China [J]. Journal of Nanjing University (NaturalSciences), 2003, 39 (1): 1 ~ 8.

[6] 周兴熙. 塔里木盆地库车油气系统新生代构造演化及油气成藏作用 [J]. 古地理学报，2002，4 (1)：75 ~ 82.
ZHOU Xing-xi. Oil and gas pool-forming process and tectonic evolution of Cenozoic in Kuqa petroleum system of TarimBasin [J]. Journal of Palaeogeography, 2002, 4 (1): 75 ~ 82.

[7] 马德明，陈江力，曾昌民，等. 塔里木盆地西北缘柯坪冲断带的构造变形特征 [J]. 地质力学学报，2007，13 (4)：340 ~ 347.
MA De-ming, CHEN Jiang-li, ZENG Chang-min, et al. Structural deformation characteristics of the Kalpin thrust belt on the northwestern margin of the Tarimbasin [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (4): 340 ~ 347.

[8] Allen M B, Vincent S J, Wheeler P J. Late Cenozoic tectonics of the Kepingtage thrust zone: interactions of the TienShan and Tarim basin, Northwest China [J]. Tectonics, 1999, 18 (4): 639 ~ 654.

[9] Jia D, Lu H L, Jia C Z, et al. Structural features of northern Tarim Basin: implications for regional tectonics and petroleum traps: reply [J]. AAPG Bulletin, 1999, 83 (8): 1284 ~ 1286.

[10] Allen M B, Vincent S J. Structural features of northern Tarim Basin: implications for regional tectonics and petroleum traps: Discussion [J]. AAPG Bulletin, 1999, 83 (8): 1279 ~ 1283.

[11] Yin A, Nie P, Craig P, et al. Late Cenozoic tectonic evolution of the Southern Chinese TianShan [J]. Tectonics, 1998, 17 (1): 1 ~ 27.

[12] 郑民，雷刚林，黄少英，等. 南天山西段南缘断裂构造特征及对乌什凹陷发育的控制 [J]. 地质科学，2007，42 (4)：639 ~ 655.
ZHENG Min, LEI Gang-lin, HUANG Shao-ying, et al. Features of fault structure in Southern margin of west segment of the South Tianshan, and its control to evolution of the Wushi sag [J]. Chinese Journal of Geology, 2007, 42 (4): 639 ~ 655.

[13] 付碧宏，贾营营. 南天山乌什前陆逆冲褶皱构造带的晚新生代构造地貌特征与地震活动 [J]. 地质科学，2010，45 (4)：917 ~ 929.
FU Bi-hong, JIA Ying-ying. Late Cenozoic tectono-geomorphology and seismicities of the Wushi thrust-and-fold belt, southern TianShan [J]. Chinese Journal of Geology, 2010, 45 (4): 917 ~ 929.

[14] 陈建波，沈军，张同良，等. 库车坳陷区西段拱拜孜活动逆断裂 - 背斜变形特征 [J]. 新疆地质，2011，29 (1)：32 ~ 36.
CHEN Jian-bo, SHEN Jun, ZHANG Tong-liang, et al. Deformation feature of Gongbaizi reverse fault anticline in west segment of Kuqadepression [J]. Xinjiang Geology, 2011, 29 (1): 32 ~ 36.

[15] 滕志宏，岳乐平，何登发，等. 南疆库车河新生界剖面磁性地层研究 [J]. 地层学杂志，1997，21 (1)：55 ~ 62.
TENG Zhi-hong, YUE Le-ping, HE Deng-fa, et al. Magnetostratigraphic research of Cenozoic section of Kuche River area, South Xinjiang [J]. Journal of Stratigraphy, 1997, 21 (1): 55 ~ 62.

[16] 游长江. 壳体地貌沉积过程初论 [J]. 大地构造与成矿学，1997，21 (1)：83 ~ 88.
YOU Chang-jiang. On the sedimentary processes of crustobodygeomorphology [J]. GeotectonicaetMetallogenia, 1997, 21 (1): 83 ~ 88.

[17] 陈杰，丁国瑜，Burbank D W，等. 中国西南天山山前的晚新生代构造与地震活动 [J]. 中国地震，2001，17 (2)：134 ~ 155.
CHEN Jie, DING Guo-yu, Burbank D W, et al. Late Cenozoic tectonics and seismicity in the Southwestern Tianshan, China [J]. Earthquake Research in China, 2001, 17 (2): 134 ~ 155.

[18] 田勤俭，丁国瑜，郝平. 南天山及塔里木北缘构造带西段地震构造研究 [J]. 地震地质，2006，28 (2)：213 ~ 223.
TIAN Qin-jian, DING Guo-yu, HAO Ping. Seismotectonic study on west part of the interaction zone between Southern Tianshan and Northern Tarim [J]. Seismology and Geology, 2006, 28 (2): 213 ~ 223.

[19] 杨成荣，吴传勇，聂晓红. 2009 年 4 月 19 日新疆阿合奇 5.4 级地震 [J]. 内陆地震，2010，24 (4)：315 ~ 322.
YANG Cheng-rong, WU Chuan-yong, NIE Xiao-hong. Study

on Aheqi5. 4 Earthquake in Xinjiang on APR. 19, 2009 [J]. Inland Earthquake, 2010, 24 (4): 315 ~ 322.

[20] 贾启超, 吴传勇, 沈军, 等. 西南天山迈丹断裂阿合奇段左旋走滑的证据及其最新活动 [J]. 地震工程学报, 2015, 37 (1): 222 ~ 227.
JIA Qi-chao, WU Chuan-yong, SHEN Jun, et al. Evidence of left-lateral strike-slip along the Aheqi segment of Maidan fault in southwest Tianshan mountains, China and its latest activity [J]. China Earthquake Engineering Journal, 2015, 37 (1): 222 ~ 227.

[21] 陈杰, Heermance R V, Burbank D W, 等. 中国西南天山西域砾岩的磁性地层年代与地质意义 [J]. 第四纪研究, 2007, 27 (4): 576 ~ 587.
CHEN Jie, Heermance R V, Burbank D W, et al. Magnetochronology and its implications of the Xiyu conglomerate in the southwestern Chinese TianShan foreland [J]. Quaternary Sciences, 2007, 27 (4): 576 ~ 587.

[22] 陈杰, 尹金辉, 曲国胜, 等. 塔里木盆地西缘西域组的底界、时代、成因与变形过程的初步研究 [J]. 地震地质, 2000, 22 (S): 104 ~ 116.
CHEN Jie, YIN Jin-hui, QU Guo-sheng, et al. Timing, lowerboundary, genesis, and defromation of Xiyu Formation around the western margins of the Tarimbasin [J]. Seismology and Geology, 2000, 22 (S): 104 ~ 116.

[23] 郑洪波, 陈惠忠, 靳鹤龄, 等. 上新世——早更新世青藏高原北缘隆升的磁性地层学证据 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2002, 22 (2): 57 ~ 62.
ZHENG Hong-bo, CHEN Hui-zhong, JIN He-ling, etal. Magnetostratigraphic evidence for the Pliocene-early Pleistocene uplift of the northern Tibetan Plateau [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2002, 22 (2): 57 ~ 62.

[24] 孙继敏, 朱日祥. 天山北麓晚新生代沉积及其新构造与古环境指示意义 [J]. 第四纪研究, 2006, 26 (1): 14 ~ 19.
SUN Ji-min, ZHU Ri-xiang. Cenozoic deposits in the Northern Tianshan mountains and its implications for neotectonics and environmental changes [J]. Quaternary Sciences, 2006, 26 (1): 14 ~ 19.

[25] Fang X M, Zhao Z J, Li JJ, et al. Magnetostratigraphy of the Late Cenozoic Laojunmiao anticline in the northern Qilian Mountains and its implications for the northern Tibetan Plateau uplift [J]. Science in China Series D: Earth Sciences, 2005, 48 (7): 1040 ~ 1051.

[26] 赵希涛, 胡道功, 吴中海, 等. 青海格尔木早更新世昆仑河砾岩的发现及其地质意义 [J]. 地质力学学报, 2010, 16 (1): 1 ~ 10.
ZHAO Xi-tao, HU Dao-gong, WU Zhong-hai, et al. Discovery of the early Pleistocene Kunlunhe Conglomerate in Golmud of Qinghai province and its geological significance [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16 (1): 1 ~ 10.

[27] 崔之久, 伍永秋, 刘耕年. 昆仑—黄河运动的发现及其性质 [J]. 科学通报, 1997, 42 (18): 1986 ~ 1989.
CUI Zhi-jiu, WU Yong-qiu, LIU Geng-nian. Discovery and character of the Kunlun-Yellow river movement [J]. Chinese Science Bulletin, 1998, 43 (10): 833 ~ 836.

[28] Cui Z J, Wu Y Q, Liu G N, et al. On Kunlun-Yellow river tectonic movement [J]. Science in China Series D: Earth Sciences, 1998, 41 (6): 592 ~ 600.

[29] Wu Y Q, Cui Z J, Liu G N, et al. Quaternary geomorphological evolution of the Kunlun pass area and uplift of the Qinghai-Xizang (Tibet) plateau [J]. Geomorphology, 2001, 36 (3/4): 203 ~ 216.

[30] 江樟焰, 伍永秋, 崔之久. "昆仑 - 黄河运动" 与我国自然地理格局的形成 [J]. 北京师范大学学报 (自然科学版), 2005, 41 (1): 85 ~ 88.
JIANG Zhang-yan, WU Yong-qiu, CUI Zhi-jiu. Kunlun-Yellow river tectonic motion and formation of modern physical geography pattern of China [J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2005, 41 (1): 85 ~ 88.

[31] 王国灿, 侯光久, 张克信, 等. 东昆仑东段中更新世以来的成山作用及其动力转换 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2002, 27 (1): 4 ~ 12.
WANG Guo-can, HOU Guang-jiu, ZHANG Ke-xin, et al. Mountain building and its dynamic transition since middle Pleistocene in east of eastern Kunlun, northeast Tibet Plateau [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2002, 27 (1): 4 ~ 12.

[32] 王国灿, 吴燕玲, 向树元, 等. 东昆仑东段第四纪成山作用过程与地貌变迁 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2003, 28 (6): 583 ~ 592.
WANG Guo-can, WU Yan-ling, XIANG Shu-yuan, et al. Mountain building process and geomorphic migration of eastern Kunlun mountains during Quaternary [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2003, 28 (6): 583 ~ 592.

THE LANDFORM FORMATION PROCESS OF ALPINE-GORGE IN BEISHAN, WUSHI COUNTY, SOUTHWESTERN TIANSHAN

CHEN Rui-ming[1,2], ZHA Xian-feng[1,2], GU Ping-yang[1,2], ZHUANG Yu-jun[1]

(1. *Xi'an Center of Geological Survey, CGS, Xi'an* 710054, *Shannxi, China*;
2. *Orogen Research Center of China Geological Survey, Xi'an* 710054, *Shannxi, China*)

Abstract: The geomorphological evolutionisbasically influenced by the tectonic and its regular pattern. Based on the observation of Quaternary deposit and erosional landform of Gunguntielieke river valley in Beishan, Wushi County, Southwest Tianshan, combing with the published stratigraphic chronology, the evolution of erosive geomorphic in Middle Pleistocene and Holocene are reproduced. In Middle Pleistocene, the geomorphological cutting depth is more than 1870 m, which is much deeper than 50 m in Holocene and it is believed that the alpine-gorge in this area was formed in Middle Pleistocene. Generally developed Middle Pleistocene fold thrust structure in Southwest Tianshan, resulting in the rapid and substantial mountainuplift, is the main cause of the alpine-gorge geomorphology in Beishan. The fold thrust structures extended to the basin, which led to the decrease of amplitude of the uplift of the mountain to the basin. It reveals the spatial regularity of the geomorphological evolution in Beishan. There is a close relationship between the process of Quaternary tectonic uplift and geomorphological evolution in Southwest Tianshanmountainaccording to this stuty.

Key words: Southwest Tianshan; Wushi; Middle Pleistocene; alpine-gorge; uplift; geomorphological evolution