

云南东川地区层状地貌面的成因

冯金良¹, 崔之久², 张威², 李德文², 刘耕年², 朱立平¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 北京大学环境学院, 北京 100871)

摘 要:在东川地区的山地及小江河谷的两侧山麓上部, 分布着不同高度和不同规模的层状地貌面, 对其成因仍有不同的认识。分歧主要表现在两个方面: 一是高原隆升之前的初始地貌面是否是准平原型夷平面; 二是山顶面之下的梯级层状地貌面的成因。本文从以下几个方面对上述问题进行讨论: (1) 层状地貌面的地貌特征及其与侵蚀河谷体系的关系; (2) 层状地貌面上堆积物的性质; (3) 层状地貌面与断裂构造水平展布的关系; (4) 相邻层状地貌面的空间过渡关系; (5) 区域构造演化背景。作者认为在云贵高原抬升过程中, 东川地区以挤压穹起隆升变形为主。不同海拔高度的层状地貌面具有多成因特性。山顶面及局部高原面是高原隆升之前古夷平面的残留, 并遭到后期强烈的侵蚀改造。目前, 尚缺乏足够证据证明高原隆升之前的古夷平面为准平原型夷平面。小江河谷两侧的梯级层状地貌面是侵蚀或剥蚀面, 它们形成于高原隆升及初始地貌面解体之后, 其梯级空间分布特征与区域性的阶段隆升有关。

关键词:层状地貌面; 夷平面; 成因; 新构造运动; 小江河谷; 云贵高原

中图分类号:P931

文献标识码:A

在西南地区的山地-河谷(湖泊)地貌体系中, 常可见到不同高度的层状地貌面分布, 对这些不同高度层状地貌面的成因一直存在较大的分歧。在此以小江流域的东川地区为例重点探讨这一问题。

在东川地区的山地及小江河谷的两侧山麓, 分布着不同高度和不同规模的层状地貌面。对其成因主要存在以下几种认识: (1) 第三纪(中新世或上新世)形成的准平原, 在上新世末以来的构造运动中抬升、断块差异解体而形成不同高度层状地貌面^[1,2]。(2) 东川地区由不同高度的夷平面块体组成, 不同高度夷平面单元的边界为断裂控制^[3,4]。(3) 小江断裂带地区在晚第三纪末第四纪初, 有一个构造相对宁静期, 全区处于剥蚀夷平阶段, 并于早更新世夷平面最终形成。第四纪初开始的构造运动导致这个夷平面的抬升和解体, 并在以后的间歇式抬升过程中形成几个较低的剥蚀面和深切河谷^[4]。(4) 山顶面为第三纪准平原面解体的残留。由于受小江断裂的

活动, 准平原的分离和解体, 显示出由西向东做梯级递减趋势。之后, 由于新构造运动具有阶段性和间歇性, 从而在小江两侧形成多级阶梯状剥蚀面^[5]。(5) 沿小江两岸, 从山顶到河谷有阶梯下降的几级山前夷平面或基座阶地^[6,7]。

由上看出, 分歧主要表现在两个方面: 一是初始地貌面是准平原抑或是夷平面; 二是山顶面之下的梯级层状地貌面的成因。

1 区域概况

研究区位于云南东川地区, 属小江流域的高山峡谷区。区域最高海拔为 4 344.1 m 的火石梁子, 最低为 1 100 m 的小江河床。研究区属高原季风气候, 但由于受山体走向、坡向、海拔高度及悬殊的深切峡谷地貌等因素影响, 造成了在不同高度带上气候具有明显的分异特征, 立体气候特征明显。从小

收稿日期(Received date): 2003-10-01; 改回日期(Accepted): 2003-12-20。

基金项目(Foundation item): 中国科学院王宽城基金、中国博士后基金(2002032132)和国家重点基础研究发展规划项目(G1998040800)资助。[Funded by K. C. Wang Education Foundation (Hong Kong), Postdoctoral Foundation of China (2002032132) and "The National Key Project for Basic Research of China (G1998040800)"]

作者简介(Biography): 冯金良(1964-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事地貌与第四纪地质、环境地质方面的研究。[Feng Jinliang (1964-), associate Prof., main interested fields are Geomorphology, Quaternary Geology and Environmental geology.]

江河床至落雪山顶,垂直气候分带依次为南亚热带、北亚热带、南温带和北温带。

小江断裂既是大地构造单元划分的重要界线,同时也是亚板块划分的重要界线,其为构成著名的川滇菱形块体的东南边界断裂。在长期的区域地质演化历史中,小江断裂对区域构造起着明显的控制作用。新生代以来,小江断裂带所在地区发生多次强烈构造变动。菱形块体向南南东向的滑移,使得小江断裂带的活动性已由原来的挤压变为左旋走滑^[2]。

研究区主要出露地层岩性为:元古界昆阳群板岩、千枚岩;震旦系的白云岩;寒武系的白云岩、砂质页岩、粉砂岩;二叠系的灰岩、砂质页岩和玄武岩;第四系的松散堆积^[8]。

2 层状地貌面的分布

在野外地质、地貌综合调查基础上,结合 1:10 万及 1:5 万地形图对层状地貌面的分布及地貌特征进行了研究。在此,首先建立了层状地貌面的确认标准和主要鉴定标志,然后勾绘出层状地貌面的平面展布,并确定相应层状地貌面的海拔高度。

层状地貌面的确认标准本文主要采用以下几点:(1)地貌面的地面坡度大致 $\leq 7^{\circ}$ ^[9-11];(2)面积大致 $\geq 0.5 \text{ km}^2$;(3)对一些成因明确的堆积层状地貌面予以剔除,如小江河谷底部的构造盆地堆积面和河流两侧低海拔的漫滩、阶地和冲洪积台地。层状地貌面在野外易于鉴别,在地形图上,除去等高线鉴别标志外,层状地貌面的平坦地形特征,成为研究区的主要建筑选址地,河谷两侧坡麓及一些较低的分水岭上的层状地貌面上也成为山村的主要所在地。

研究区层状地貌面的平面分布见图 1。野外调查结合室内分析表明,研究区层状地貌面主要分布在三个地貌单元上。

1. 山顶及分水岭区:在此地貌单元的层状地貌面海拔高度较高,一般在 2 600~3 700 m,最高可达 3 700 m,如老雪山山顶层状地貌面。地貌面成片状和梁状,面积较大,一般 $> 1 \text{ km}^2$ 。

2. 小江河谷两侧及其他小河系的河间地块:该类地貌面分布最为广泛,海拔高度在 1 300~2 600 m,单个层状地貌面的面积较小,一般在 0.5~1

km^2 ,该类地貌面主要集中分布在东川以北小江深切河谷的两侧,在小江河谷的东及西坡麓,由山顶至河谷底部可见六级层状地貌面,其分布的海拔高程分别为:3 600 m \pm 、2 800 m \pm 、2 600 m \pm 、2 300~2 200 m \pm 、2 000 m \pm 、1 800 m \pm 和 1 300~1 200 m \pm ,其中海拔 1 800 m 和 2 000 m 的层状地貌面分布较为广泛,如海拔 1 800 m 的下村、外坪子、丫口村、菜园子、横坡、小水井、龙头山等;海拔 2 000 m 的层状地貌面有陷塘、上村、马鞍桥、老村子(小水井)、大坪子等。

3. 研究区东南部的喀斯特地貌区:为连续、呈面状分布的高原层状地貌面,该类地貌面的单个面积较大,最大可达 60 km^2 ,其海拔高度变化在 2 600~2 200 m,如大白岩-河底层状地貌面、钢厂-驾车层状地貌面等。

3 层状地貌面的成因分析

本文将从层状地貌面的地貌特征、与侵蚀河谷体系和构造的关系、面上堆积物(尤其是风化壳的性质)和区域构造演化背景几个方面来探讨地貌面的成因。

3.1 初始地貌面的性质

目前,对云贵高原乃至青藏高原的隆升时间和过程还有不同的认识。但一般认为,在高原强烈隆升之前,研究区存在一个构造稳定期。在该时期夷平作用较为发育。但对最终的地貌发育到达何种程度,认识是不同的。有的学者认为地貌发育到达了侵蚀循环的晚期,即准平原(Peneplain)地貌阶段;有的学者认为最终是一种夷平面(Planation surface)的地貌。分歧的产生与研究者和对准平原和夷平面概念的理解有关^[12]。

夷平面是一个广义的地貌学概念。对其定义和应用目前存在很大的分歧¹⁾。本文把夷平面理解为:以侵蚀成因为主,并有不同程度风化作用参与形成的低起伏的平坦地面,不包括异地成因的沉积面或堆积面,而包括原地形成的残积型风化壳。准平原一词源于 Davis 的侵蚀循环理论,其主要含义为:以海平面为侵蚀基准,地貌循环最终的阶段形成的一个无起伏的平原^[13]。因此,准平原可看作夷平面的一个特殊类型。

1) 冯金良,崔之久,朱立平,等. 夷平面的基本理论与问题. 2003(待刊).

研究区初始地貌面性质的确定属于地貌演化的历史研究(Historical studies),古地貌的恢复应基于地貌景观的相关侵蚀和沉积特征而进行。目前,这一工作尚处于初始阶段,初始地貌面性质的推论或演绎尚不成熟或完善;因此,理想的处理方式是把初始地貌面暂且称为夷平面。具体是山足型夷平面、联合麓原型夷平面还是准平原,有待今后深入的求证。

3.2 层状地貌面的特征及其与河谷体系的关系

河谷、沟谷体系在地貌演化过程中,不仅构成了地表流水侵蚀作用的侵蚀基准,同时也决定了地表物质运移方向。如果层状地貌面的坡面倾向与现代侵蚀沟谷体系分布及走向特征有一定的符合性(即层状地貌面的倾向大致垂直于沟谷体系的走向),则在一定程度上表明这些地貌面可能是侵蚀成因的地貌面,或者已有层状地貌面经过较大幅度的后期改

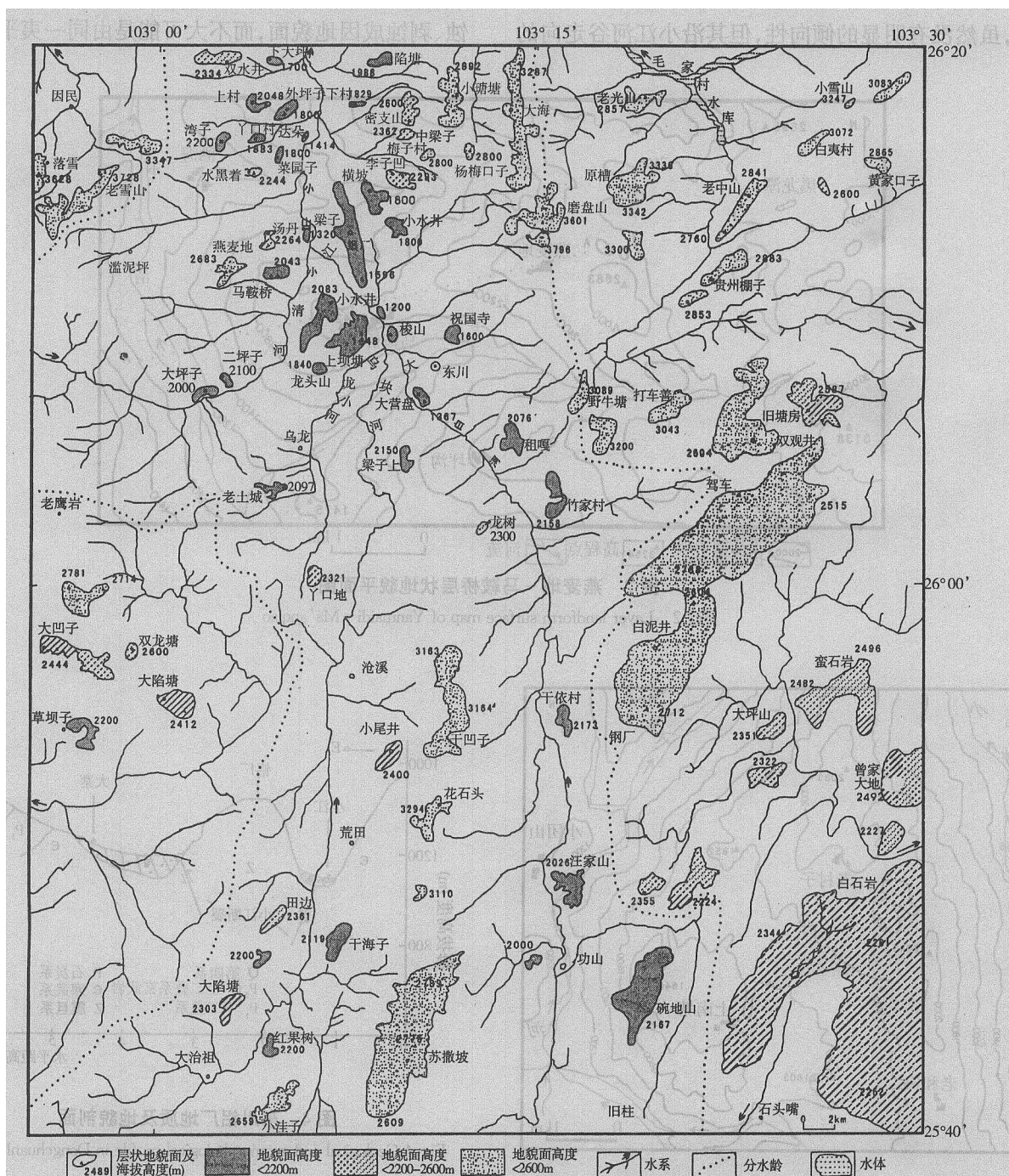


图1 层状地貌面及河流分布图

Fig.1 Sketch map of layer landform surfaces and rivers

造。野外地质、地貌调查及1:5万和1:10万地形图的分析表明,小江河谷及其支流沟谷体系两侧坡麓的层状地貌面几乎全部倾向于侵蚀沟谷体系,如小江西侧坡麓的燕麦地-马鞍桥层状地貌面(图2)、老村子-上坝塘(图3)、菜园子等,小江东侧坡麓的大海、横坡层状地貌面等。上述特征表明,分布在沟谷坡麓地貌单元上的层状地貌面与侵蚀沟谷体系存在较大程度的相容性。

分布在小江河谷底部的一些长条形台状地貌面,虽然没有明显的倾向性,但其沿小江河谷走向的

长条状发育,在一定程度上反映了流水侵蚀作用的“痕迹”,如铝厂层状地貌面(图4)、大营盘地貌面等。

山顶面及位于分水岭上的层状地貌面的坡面倾向特征与河谷体系的关系较难判断。不过从本区山顶面及分水岭处层状地貌面外围侵蚀沟谷体系较为发育这一点来看,低于山顶面或分水岭的坡麓层状地貌面应已遭受较大程度的侵蚀改造,或言这些坡麓层状地貌面的成因就是在夷平面解体后发育的侵蚀、剥蚀成因地貌面,而不太可能是由同一夷平面构

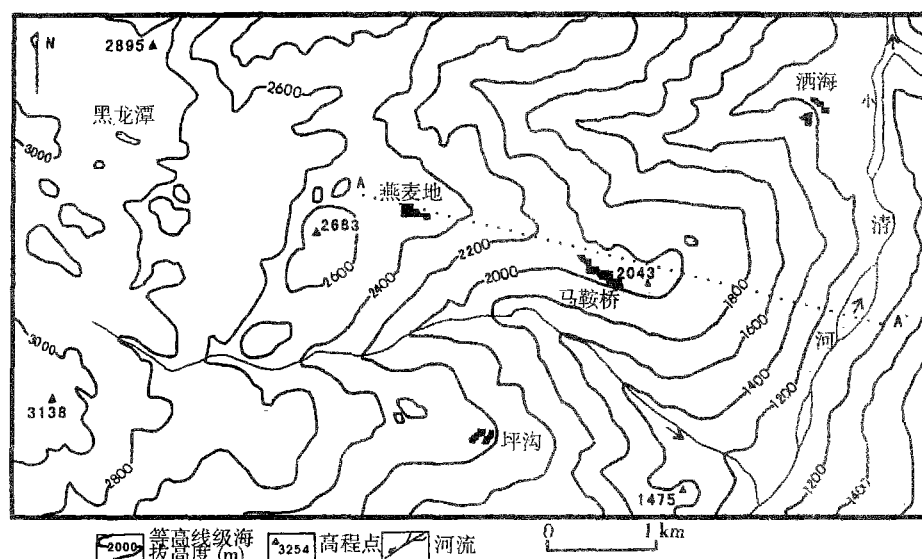


图2 燕麦地-马鞍桥层状地貌平面图

Fig.2 Layer landform surface map of Yanmaidi - Ma'anqiao

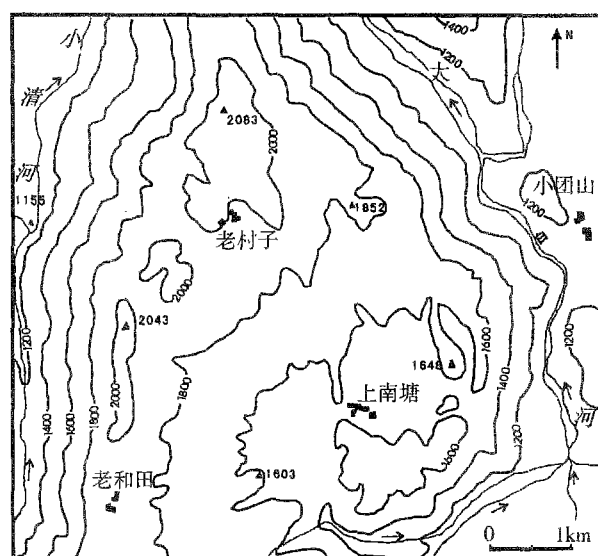


图3 老村子-上坝塘层状地貌平面图

Fig.3 Layer landform surface map of Laocunzi - Shangbatang

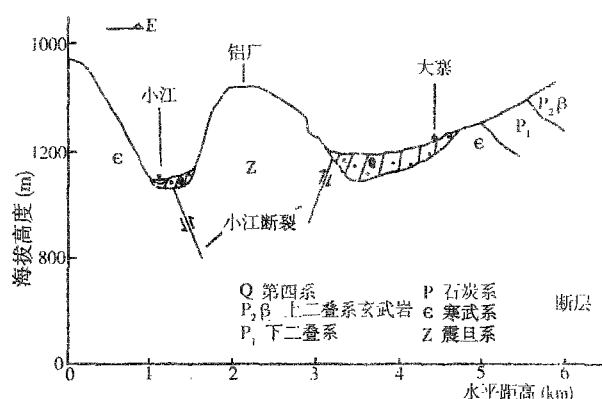


图4 东川铝厂地质及地貌剖面

Fig.4 Geological and geomorphological profile in Dongchuanlitchang

造解体而成。如小江河谷西侧的落雪山顶面(图5)、东侧的磨盘山山顶面的周围均发育放射状侵蚀沟谷体系。落雪山顶面被小江水系和普渡河水系等的上游支流所围封切割侵蚀,该山顶面由前寒武纪的灰岩构成,山顶面喀斯特漏斗、溶蚀洼地、塌陷坑、溶塘等喀斯特地貌发育,甚至有较多溯源侵蚀形成的悬崖。上述特征说明该山顶面虽然在一定程度上保留了原有残留夷平面的低起伏特征,但已经过后期喀斯特作用等风化侵蚀作用的相当程度的改造。

在研究区的东南部,有较大且连续分布的层状地貌面存在(图6)。地貌面发育在二叠纪梁山组、

栖霞组、茅口组、泥盆纪辛格组灰岩之上。地表水系不发育,仅有的小河均注入落水洞或喀斯特漏斗下部堵塞相成的溶塘内,然后进入地下溶洞系统。地表水系的不发育,使层状地貌面得以较好的保存。这也是发育在碳酸盐岩之上的残留夷平面的较为普遍的特征。这些连续分布的层状地貌面倾向南偏东,与区域大地貌的地形变化相融合。若仅从地貌特征来看,这一切割微弱、连续分布、面积较大的灰岩层状地貌面应是第三纪夷平面的残留。

3.3 层状地貌面上堆积物的性质

从野外调查情况来看,层状地貌面的堆积物可

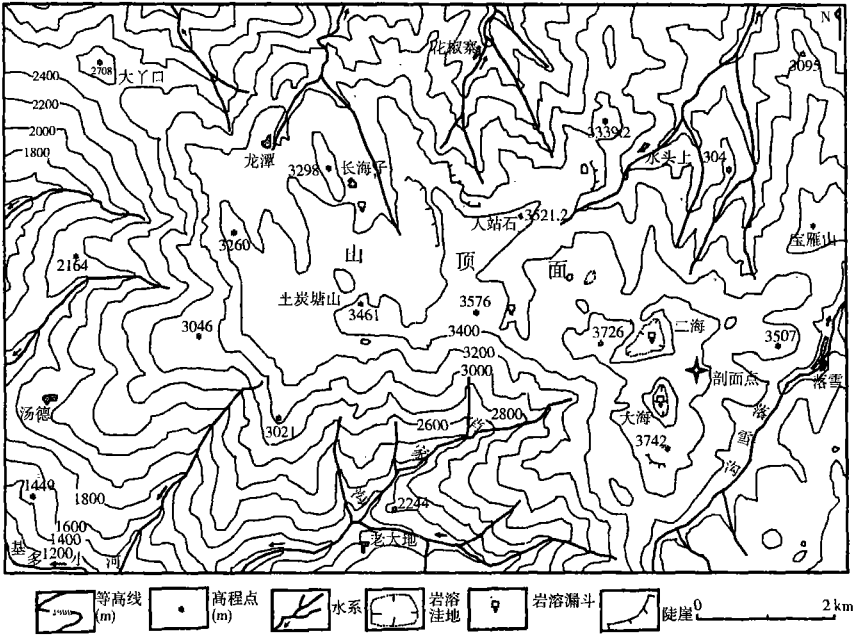


图5 落雪山顶层状地貌面

Fig.5 Layer landform surface map of Luoxue Summit

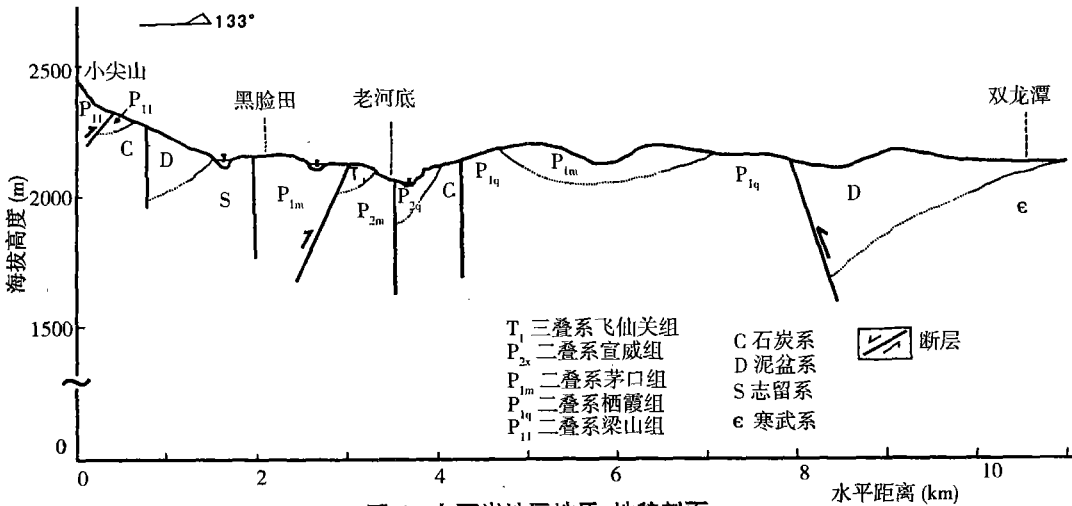


图6 白石岩地区地质、地貌剖面

Fig.6 Geological and geomorphological profile in Baishiyuan area

分为三类:层状地貌面的原生相关堆积物——红色风化壳、风化程度较低且有一定距离搬运的粗粒残坡积物、外来物源的冲洪积或泥石流堆积。

3.3.1 冲洪积物及泥石流堆积物

冲洪积物多见于河谷内海拔较低的层状地貌面上,如大营盘台地;较高层状地貌面上,如小江河谷西麓的汤丹台地也有粗粒相的冲洪积物堆积。现以大营盘台地为例具体分析如下:台地位于小江上游主要支流大白河右侧,台地右侧为小江断裂的东支。台面海拔 1 320 m,最高点海拔为 1 367 m。台地高出现代河谷 120 m。台面上覆盖着 1.76 m 厚的含卵砾石亚砂土或亚粘土,为冲洪积物(剖面描述见图 7)。堆积物经过了较长时间的风化过程,上部成褐红色,向下风化程度逐渐降低,下部呈黄色,显示了原生颜色。堆积物的磁化率与风化程度具有较高的正相关性。大营盘台地上覆盖层的性质说明台地以侵蚀成因为主,并且脱离形成环境已有较长时间。

此外,位于著名的蒋家沟沟口附近的达朵台地也主要由古泥石流堆积物构成,其成因应归为堆积-侵蚀成因的层状地貌面。

3.3.2 风化壳

在研究区碳酸盐岩层状地貌面上常见红土性风化壳发育。风化壳的性质在较大程度上可以指示不同高度层状地貌面之间的关系和其成因。如果不同海拔高度层状地貌面上的风化壳具有一定的相似性,则成为支持“层状地貌面是由同一的夷平面解体而成”这一认识的证据。反之,则可能表明这些层状地貌面的多成因特征。在此,以小江西岸(拱王山东麓)为例,探讨由山顶面至河谷底部不同高度同一大地貌单元内层状地貌面上风化壳的性质及其与地貌面的关系。

研究剖面位置及其海拔高度分别为:落雪大海(3 633 m)、燕麦地(2 629 m)、马鞍桥(2 074 m)、东川铝厂(1 523 m)、梭山(1 212 m)。风化壳的颜色、地球化学、粘土矿物及磁化率实验分析结果表明,在不同海拔高度的层状地貌面上,风化壳的性质存在明显的差异^[14-15]。风化壳的发育程度以及与现代环境关系的讨论,表明多级山前剥蚀面的存在,反映了新构造抬升的间歇型特征^[14,15]。

3.4 层状地貌面与构造水平展布的关系

从层状地貌面及构造的平面展布图来看(图 8),构造对层状地貌面的性状及边界分布有一定的控制作用,但其是通过影响河系和侵蚀沟谷体系的

发育来实现的,如汪家山、干衣村、老中山、贵州棚子、铝厂、大陷塘、田边等层状地貌面。此外,在保存较完整的白石岩地区灰岩残留夷平面上,小的盲谷河系的发育受到构造带的影响(图 6)。同时从图中也可看到,层状地貌面切过了不同时期的构造,如白石岩残留夷平面切过了北东走向的华夏期构造。蜜石岩、碗地山、落雪、老雪山、马鞍桥等层状地貌面切过了南北走向的构造带。这一现象指示着,大部分层状地貌面未受到后期断裂变形的影响。当然,这并不意味着所有的层状地貌面有相似的性质或成因,即它们不一定是同期夷平面。切过断裂构造的层状地貌面,仅说明其非构造成因特性,其可能是残留夷平面,或其它成因,如侵蚀、剥蚀成因的层状地貌面。进一步的判断需要从层状地貌面与断裂构造的空间特征方面来分析。

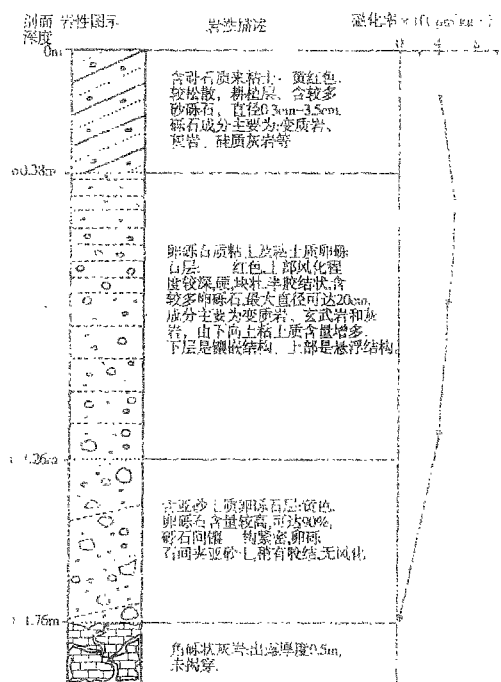


图 7 大营盘台状地貌面上堆积物剖面

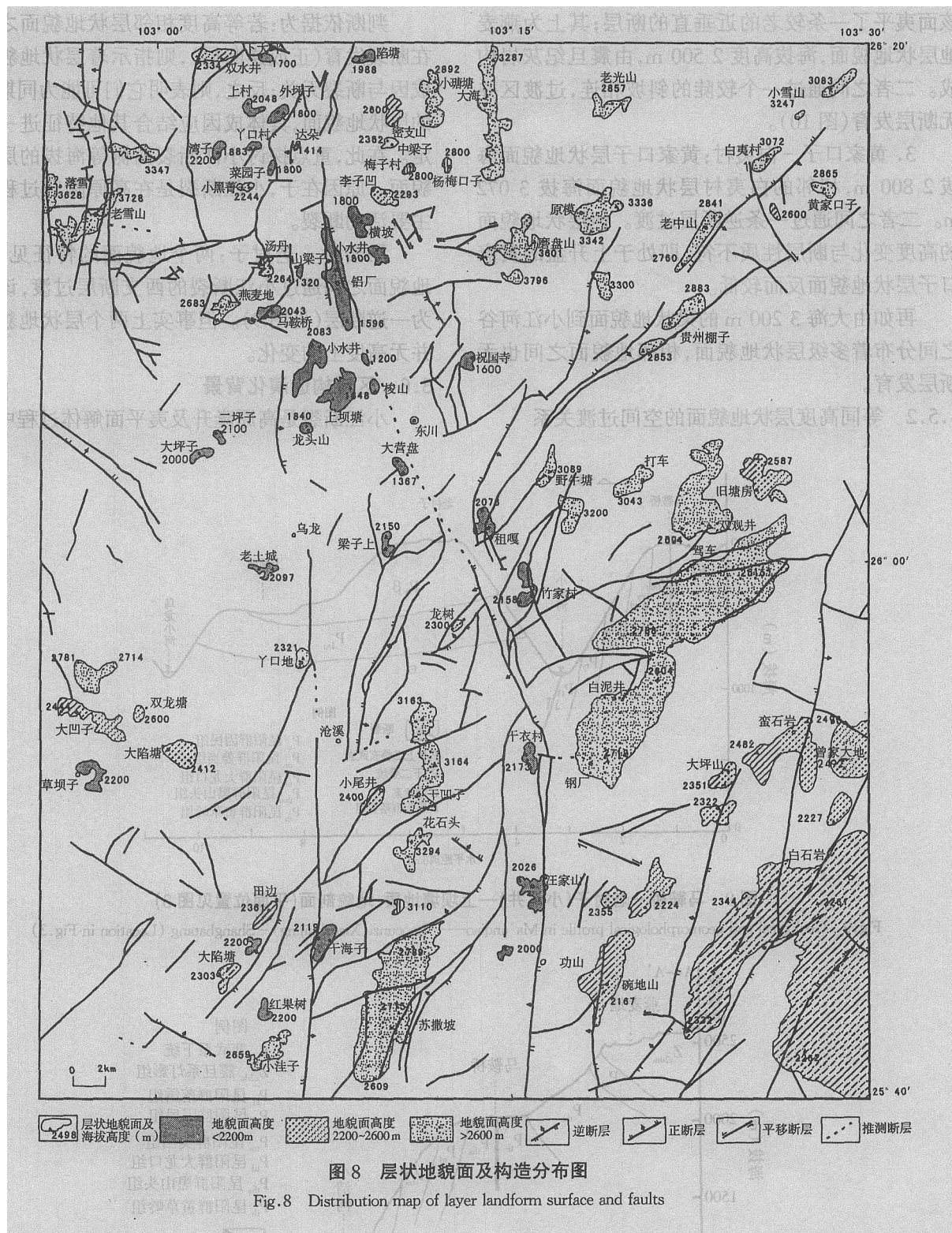
Fig. 7 Sediment profile on Dayingpan Landform surface.

3.5 相邻层状地貌面的空间过渡关系

在上述层状地貌面与构造水平展布关系探讨基础上,进一步从空间上探讨该问题。也就是层状地貌面在空间上的过渡关系。这一问题从两个方面加以论证。

3.5.1 不同高度层状地貌面的空间过渡关系

判断依据为:若相邻不同高度层状地貌面间无断层或层状地貌面的海拔高度变化与断层性质不符,



则说明它们并非是高原抬升过程中同一级夷平面的断裂解体造成,而是后期形成的局地侵蚀或剥蚀面;反之,则表明其很可能是同一夷平面解体变形而成。现选择典型剖面述之。

1. 上坝塘-老村子(小水井):上坝塘层状地貌
面海拔高度 1 600 m,由二叠纪玄武岩和灰岩构成;

与其相邻的老村子(小水井)层状地貌面海拔高度约 2 000 m,由二叠纪玄武岩构成,二者之间通过一个较陡的斜坡相连(图 9),且中间地层连续并无断层发育。

2. 燕麦地-马鞍桥:马鞍桥层状地貌面海拔高度为 2 000 m,由元古代昆阳群的灰岩和砂岩组成,

该面夷平了一条较老的近垂直的断层;其上为燕麦地层状地貌面,海拔高度 2 500 m,由震旦纪灰岩构成。二者之间通过一个较陡的斜坡相连,过渡区并无断层发育(图 10)。

3. 黄家口子—白夷村:黄家口子层状地貌面海拔 2 800 m,相邻的白夷村层状地貌面海拔 3 072 m。二者之间通过一条逆断层过渡。但层状地貌面的高度变化与断层性质不符,即处于上升盘的黄家口子层状地貌面反而较低。

再如由大海 3 200 m 的梁状地貌面到小江河谷之间分布着多级层状地貌面,相邻地貌面之间也无断层发育。

3.5.2 等同高度层状地貌面的空间过渡关系

判断依据为:若等高度相邻层状地貌面之间存在断裂发育(正或逆断层),则指示着层状地貌面的成因与断裂无关;反之,则表明它们可能为同期形成的层状地貌面,具体成因应结合其他特征进一步确定。在此,重点探讨小江断裂两侧等海拔的层状地貌面。原因在于,小江断裂是在高原隆升过程中的主要活动断裂。

马鞍桥—老村子:两个地貌面的特征见上述。地貌面之间通过小江断裂的西支断层过渡,该断层为一逆断层(见图 9)。但事实上两个层状地貌面间并无高度上的变化。

3.6 区域构造演化背景

小江断裂是高原隆升及夷平面解体过程中的主

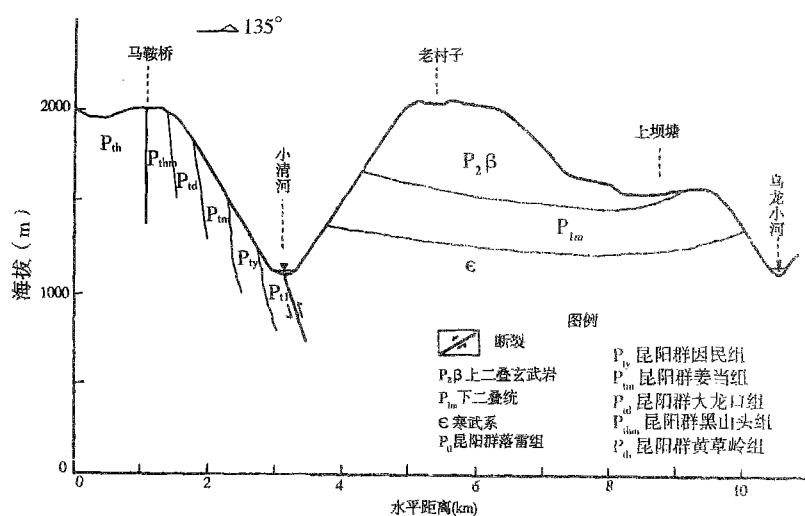


图 9 马鞍桥—老村子(小水井)—上坝塘地质、地貌剖面(平面位置见图 3)

Fig.9 Geological and geomorphological profile in Ma'anqiao—Laocunzi (Xiaoshuijing)—Shangbatang (Location in Fig.3)

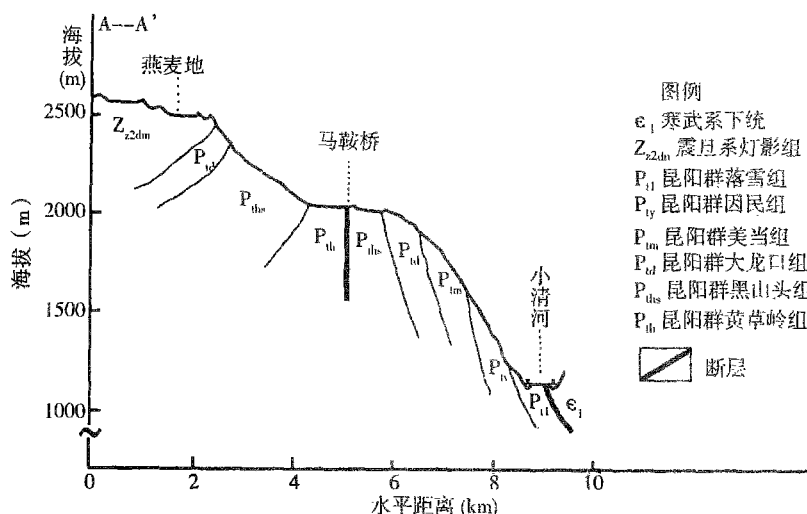


图 10 燕麦地—马鞍桥地质剖面(平面位置见图 2)

Fig.10 Geological and geomorphological profile in Yanmaidi—Ma'anqiao (Location in Fig.2)

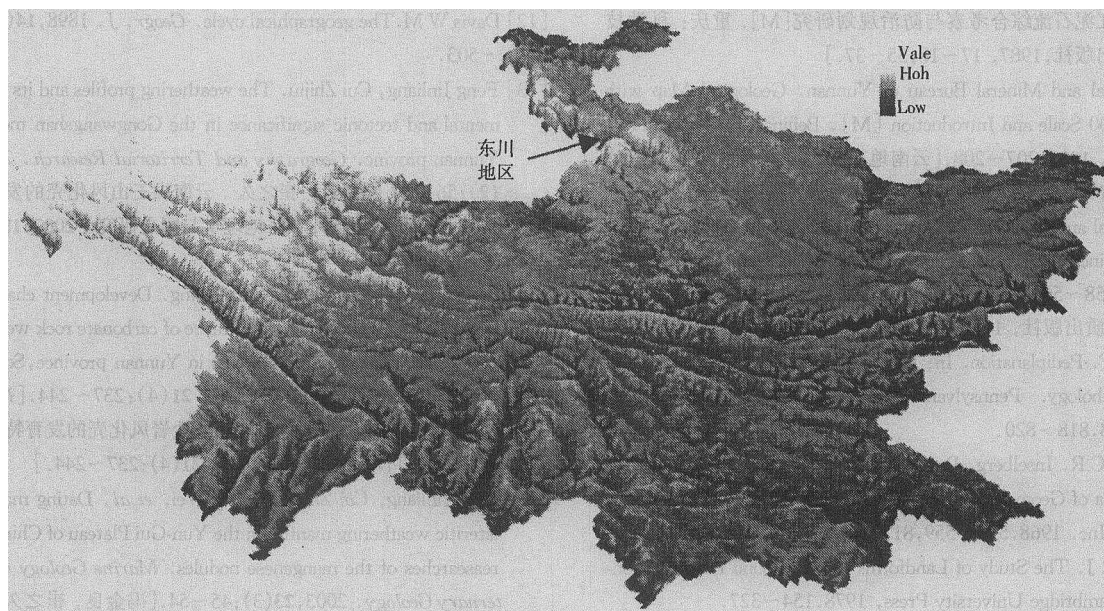


图 11 东川及云南地形三维视图

Fig.11 3D visual image of Dongchuan and Yunnan Province landform

要活动断裂。前人的工作表明,小江断裂在高原隆升活动的早期,活动性质以挤压为主^[2,4],这与本次研究过程中,通过地形的三维视图(图 11)所揭示的沿小江断裂带存在南北向的隆起特征是一致的。之后小江断裂的活动性质主要表现为左旋走滑特征。由此看来,研究区在高原抬升过程中,不利于夷平面以块断或阶梯状的变形。

4 结论

综上所述,本文主要认识如下:

1. 在高原隆升变形之前,研究区初始地貌面的性质仍需进一步的研究。目前,尚缺乏足够证据证明高原隆升之前的古夷平面为准平原型夷平面。
2. 东川地区在高原抬升过程中,以挤压穹起隆升变形为主。
3. 在东川地区,不同海拔高度的层状地貌面具有多成因特性。位于研究区东南部的白石岩区域有云贵高原隆升之前古夷平面的残留,其在高原隆升过程中的变形方式以褶皱隆起为主;在沿小江断裂的南北向隆起地区,存在于山顶和小江分水岭上的层状地貌面大部分也是云贵高原隆升之前古夷平面的残留;但研究区内所有高原隆升之前的残留夷平面均已遭到后期强烈的侵蚀改造。
4. 小江河谷两侧的梯级层状地貌面是侵蚀或剥蚀成因的地貌面,它们形成于高原隆升及初始地貌面解体之后,其梯级空间分布特征与区域性的阶

段隆升有关。

致谢:研究工作得到李有利教授、张稳博士和中国科学院东川泥石流观测站的帮助和支持,谨致谢忱。

参考文献(References):

- [1] Li Xianggen, Discussion about the neotectonism features, moving type and tectonics signs of meizoseismal area in West Sichuan-Yunnan Plateau[A]. In: Seismic Bureau of China. Seismogeology and Intensity Scale Division for Southwest China [C]. Beijing: Earthquake Press of China, 1977.37~55.[李祥根. 川滇高原新构造特征、运动类型和强震区地质构造标志的探讨[A],见:国家地震局西南烈度队,西南地区地震地质及烈度区划探讨[C]. 北京:地震出版社,1977.37~55.]
- [2] Song Fangmin et al. Xiaojiang Active Faulted Zone [M]. Beijing: Earthquake Press of China, 1998.16~21.[宋方敏,等. 小江活动断裂带[M]. 北京:地震出版社,1998.16~21.]
- [3] Huang Suzhi. Meizoseismal active zone, danger zone of earthquake and seismogeological signs of intensity scale[A]. In: Seismic Bureau of China. Seismogeology and Intensity Scale Division for Southwest China [C]. Beijing: Earthquake Press of China, 1977.56~73.[黄祖智. 西南地区强震发生带、地震危险区及地震烈度的地震地质标志[A],见:国家地震局西南烈度队著,西南地区地震地质及烈度区划探讨[C]. 北京:地震出版社,1977.56~73.]
- [4] Li Ping. Xianshuihe-Xiaojiang Faulted Zone[M]. Beijing: Earthquake Press of China, 1993.31~40,192.[李坪. 鲜水河-小江断裂带[M]. 北京:地震出版社,1993.31~40,192.]
- [5] Du Ronghuan, et al. Investigation and Prevent Programming of Debris Flow in Xiaojiang, Yunnan [M]. Chongqing: Science and Technology Literature Press, 1987. 17~18,35~37.[杜榕桓,等.

- 云南小江泥石流综合考察与防治规划研究[M]. 重庆: 科学技术文献出版社, 1987. 17~18, 35~37.]
- [6] Geological and Mineral Bureau of Yunnan. Geological Map with 1:200 000 Scale and Introduction [M]. Beijing: Geological Press of China. 1981. 207~208. [云南地矿局. 1:20 万区域地质图及说明书[M]. 北京: 地质出版社. 1981. 207~208.]
- [7] Geological and Mineral Bureau of Yunnan. Areal Geology of Yunnan Province [M]. Beijing: Geological Press of China, 1990. 303~312, 558~560. [云南地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990. 303~312, 558~560.]
- [8] King L C. Pediplanation. In: Fairbridge R W. The Encyclopedia of Geomorphology. Pennsylvania: Dowden, Hutchinson & Ross Inc. 1968. 818~820.
- [9] Twidale C R. Inselberg, Pediment. In: Fairbridge R W. The Encyclopedia of Geomorphology. Pennsylvania: Dowden, Hutchinson & Ross Inc. 1968. 556~559, 817~818.
- [10] Small R J. The Study of Landforms [M]. Second Edition. London: Cambridge University Press, 1978. 154~327.
- [11] Jackson J A. Glossary of Geology [M]. Fourth Edition. American Geological Institute, Alexandria, Virginia. 1997. 169~170, 215~216, 491.
- [12] Davis W M. The geographical cycle. *Geogr. J.* 1898, 14(A): 481~503.
- [13] Feng Jinliang, Cui Zhijiu. The weathering profiles and its environmental and tectonic significance in the Gongwangshan mountain, Yunnan provinc. *Geography and Territorial Research*. 2002, 18(2): 56~60. [冯金良, 崔之久. 云南拱王山风化壳的发育特征及其构造和环境意义[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(2): 56~60.]
- [14] Feng Jinliang, Cui Zhijiu, Zhu Liping. Development characteristics and geomorphological significance of carbonate rock weathering profile on high-altitude mountains in Yunnan province, Southwest China. *Carsologica Sinica*. 2002, 21(4): 237~244. [冯金良, 崔之久, 朱立平. 高海拔山地碳酸盐岩风化壳的发育特征及其地貌意义[J]. 中国岩溶, 2002, 21(4): 237~244.]
- [15] Feng Jinliang, Cui Zhijiu, Zhang Wei, et al. Dating material of lateritic weathering mantles in the Yun-Gui Plateau of China: basis reasearches of the manganese nodules. *Marine Geology & Quaternary Geology*. 2003, 23(3): 45~54. [冯金良, 崔之久, 张威, 等. 云贵高原红土性风化壳定年对象——锰结核的基础研究. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(3): 45~54.]

Genesis of the Layered Landform Surfaces in Dongchuan, Yunnan Province

FENG JinLiang¹, CUI ZhiJiu², ZHANG Wei², LI Dewen², LIU Gengnian², Zhu LiPing¹

(1. Institute of geographical sciences and natural resources research, CAS, Beijing: 100101;

2. College of environmental sciences, Peking University, Beijing: 100871)

Abstract: In the mountain and two slopes of Xiaojiang Valley, Dongchuang, Yun-Gui Plateau, the layered landform surfaces with various altitude were developed and presented. But, the genesis or origin about the layered landform surfaces is still at issue. In this paper, this unresolved problem was discussed according to the following analysis: (1) the geomorphological characteristics of the layered landform surfaces; (2) the relationship between the layered landform surfaces and the erosion valley system; (3) the properties of depositions on the layered landform surfaces, especially weathering mantles; (4) the relationship between the faults system and the layered landform surfaces; (5) the transition relationship between the neighboring layered landform surfaces with different altitude; (6) the background of regional tectonic evolution.

The authors think that during uplift of Yunnan-Guizhou Plateau, the main deformation of Dongchuan area was in prominent compression and uplift. In research area, the layered landform surfaces with varying altitude were multi-genesis. The summit of mountain and partly plateau surface were the relicts of Neogene paleo-planation surface. In addition, the relicts of paleo-planation surface were strongly eroded and reconstructed. Up to now, the information about paleo-planation surface formed before plateau uplift is still lack. So, the paleo-planation surface couldn't be recognized as a peneplain. In the valley of Xiaojiang river, the layered landform surfaces were kinds of erosion surfaces or denudation surfaces. They formed after the disintegration of Neogene planation surface. The steplike distribution of landform surfaces indicated that the neotectonics was intermittent uplift in research region.

Key words: layered landform surface; planation surface; genesis; neotectonism; Xiaojiang River valley; Yun-Gui Plateau