

丽江—大理地区新构造运动特征及环境效应

范柱国¹, 李峰¹, 谈树成^{1,2}, 李保珠¹

(1. 昆明理工大学地球科学系, 云南 昆明 650093; 2. 云南大学地球科学系, 云南 昆明 650091)

摘 要: 丽江—大理地区新构造运动异常活跃, 新构造保存较全。新构造运动造成了晚新生代及第四纪的地层普遍褶皱和断裂, 表现出强烈性、差异性、振荡性、继承性和新生性等特征。同时, 它又是十分重要的造貌运动, 导致了高原面的形成与解体, 奠定了该区现今地貌格局, 对滇西北地区环境的影响十分显著。现今的主要水系定型, 使处于鼎盛时期 (N—Q₁) 的古湖泊加速收缩, 生态环境退化, 直接或间接地控制着本区地质环境的演化和地质灾害的发育, 促使山地地质灾害进一步恶化, 区域稳定性降低。

关键词: 新构造运动, 环境效应, 山地灾害, 丽江—大理地区

中图分类号: P546 文献标识码: A 文章编号: 1001-1552(2002)-01-006-04

丽江—大理地区地处青藏高原东南缘的横断山脉中段, 为扬子地台、松潘—甘孜地槽褶皱系和三江地槽褶皱系的结合部位, 构造背景甚为复杂。在区域地貌上, 研究区属强烈侵蚀切割的褶皱断块平行高山与宽谷(盆地)区, 著名的长江第一湾——石鼓、世界上最深峡谷之一——虎跳峡、滇西北第一高峰——玉龙雪山、滇西高原明珠——洱海均位于本区。区内旅游资源、水力资源极为丰富, 但强烈的新构造活动同时也决定了本区是地质灾害频繁发生的地区。新构造研究对充分、合理利用本区自然资源以及有效地防治地质灾害具有重要的指导意义。

1 新构造运动特征

经历长期的构造演化后, 丽江—大理地区业已成为岩石圈软弱带[1998, 钟大赉]。新生代以来, 尤其是新生代中期, 印度板块进一步向欧亚板块俯冲碰撞, 在强大的由南而北的推挤力作用下, 本区产生了强烈的新构造运动。由于前已述之的构造部位和古构造样式以及新构造环境, 丽江—大理地区的新

构造运动具有显著的特殊性。

1.1 显著的垂直差异运动

第三纪以来的喜山运动, 造成青藏高原的强烈隆升并由南向北强烈挤压, 本区地壳通过垂向加厚而沿挤压方向缩短, 从而使其新构造运动呈现显著的差异性垂直升降。分析古夷平面特征和阶地发育, 是研究新构造运动垂直差异的主要途径。

1.1.1 古夷平面特征

研究区新生界中只有第三系被高高地抬上山顶, 高于邻近盆地几百米至几千米。上新世三营组含煤岩系及剑川红土出露于海拔 3 000 m 的山顶面, 与邻近第四系盆地间高差达 200 ~ 1 000 m。由此可见, 古夷平作用削平的最新地层是上新统。

上新世形成的古夷平面受后期断块差异升降而解体, 并位于不同的海拔高度。本区山地总体上有三级夷平面, I级夷平面分布于丽江、永胜、剑川, 其海拔高度为 3 100 ~ 3 200 m; II级夷平面分布在鹤庆、大理地区, 海拔 2 800 m 左右; III级夷平面出现在宾川、弥度地区, 海拔高度 2 600 m 左右。但在局部地区夷平面被抬升到 3 500 m 以上, 如在玉龙雪

山—哈巴雪山一带,表现为海拔 5 000 ~ 5 200 m 的山顶面,在点苍山一带,则呈现为海拔 3 500 ~ 3 800 m 的山顶面。

总的来说,夷平面从西北向南东降低并有明显的起伏。海拔较低的夷平面形态保存较好,常常有较厚的残积物,海拔高者往往被强烈侵蚀而支离破碎,缺乏残积物。从夷平面的变形特征可以看出:①第四纪以来,本区经历了西强东弱的不均衡抬升,致使区内地势总体上由北西向南东呈阶梯状降低,反映了新构造运动的强烈性和差异性,即北部的垂直上升幅度较南部为大,西部的上升较东部为强;②夷平面受区域构造运动的制约,其展布方向与 NNW 区域构造线方向一致;③在总体抬升的背景下,存在强烈的局部差异升降,这种与区域夷平面分布高程总趋势不一致的特征,反映了断裂带不同区段的运动强度有所差异。

1.1.2 河流地貌与阶地发育

流经研究区的金沙江水系的河流阶地十分发育,代表了第四纪期间区域的整体隆升幅度。阶地的尖灭性和畸变性,是本区地壳沿断裂不均匀上升的产物,也反映了其上升幅度由北西向南东递减的规律。

在楚坡—白汉场断裂以西,金沙江河谷表现为宽谷,谷宽 200 ~ 3 000 m,长约 140 km,纵比降 1.4×10^{-3} ,其宗一石鼓段仅 0.46×10^{-3} 。谷肩呈阶梯状,可见三级窄的谷肩,海拔分别为 3 700 m、3 400 m、2 200 m。凸岸发育 I ~ III 阶地,均为堆积阶地,河床覆盖层厚,变化在 56 ~ 245 m 之间。

断裂以东,为深切的“V”型河谷,谷肩陡峭,以虎跳峡最为典型:长 18 km 的峡谷段,落差达 187 m,纵比降达 11×10^{-3} 。除大具及树底等局部地段外,阶地不发育。

程海断裂带东侧,金沙江河谷主要为嶂谷或隘谷,谷坡平直陡峻,河谷中堆积物少,主要为重力堆积物。断裂带西侧,河谷主要为梯坡谷或箱形谷,河谷中冲积物发育,并形成 5 级阶地。顺河谷,断裂带通过部位的河床坡降明显变小,离开断裂向下游一段距离,河床坡度又骤然增大。如金江桥和瓦房两处,断裂通过部位都有这种表现。

分布在山前的洪积扇,对新构造运动的反映,十分敏感。沿红河断裂带北段、程海断裂带,洪积扇极为发育,它们呈群、带状分布于受断裂控制的断陷盆地边缘和断裂谷中。由于断裂的活动,使洪积扇的位置迁移,山体间歇性较大幅度的隆升,洪积扇不断远离山体,形成串珠式、侧叠式和截顶式。

万方数据

1.2 强烈的水平走滑运动

在挤压和阻挡协调作用下,当南北向加厚到一定程度后,地壳的进一步缩短必然而且只能以水平方向流展的方式来实现。这种流展即是断裂分割的内部块体呈不同方向的蠕散滑移,尤其边界上更为剧烈,造成山系和水系断错,产生众多的拉分盆地。

1.2.1 水平右旋走滑运动

红河断裂带是印支半岛与华南地块之间相对运动的主位移带[2001,郭令智等]。该断裂带新生代经历了强烈而复杂的活动历程。根据红河断裂带北段糜棱岩的显微构造和宏观构造研究结果及 U/Pb 同位素年龄值(35 ~ 22 Ma),证实了红河断裂在第三纪中期发生了大规模的左旋剪切运动。但对第四纪地貌研究及地震震源机制的解释,Allen 提出红河断裂北段表现为右旋走滑运动[1984,Allen, *et al.*]。Leloup 等认为右旋走滑运动可能开始于 5 Ma 左右,右旋滑移量约 20 ~ 50 km,滑移速率为 7 ± 3 mm/a [1993, Leloup, *et al.*]。

1.2.2 水平左旋走滑运动

受红河断裂右行走滑运动的影响,北东向丽江—剑川断裂和近南北向程海断裂表现为强烈左行走滑运动特征。据研究[1990,韩源等],第四纪晚期以来,丽江—剑川断裂水平走滑速率为 1 ~ 2 mm/a,程海断裂水平走滑速率为 2.5 ~ 3.0 mm/a。

1.3 新构造运动的振荡性

印度板块与欧亚板块碰撞结束后,但其向北的推挤力并未结束,它本身存在时间和空间上的不均匀性。一方面造成青藏高原的差异性隆升,另一方面又与青藏高原的自重均衡相互作用,产生由南向北的脉冲挤压力,从而使本区乃至整个青藏高原的新构造运动表现出振荡性,即升降往复、快慢交替,以此逐步调整并向前发展。

夷平面和阶地的形成本身就是这种振荡性的具体体现。虽然断陷盆地是地壳相对下降的产物,但对本区的盆地而言,在其发展过程中,同样经历过相对上升和下降。对滇西北新生代盆地的沉积物研究发现,古新统至渐新统沉积物中出现“细—粗—细”为主的完整型粒级韵律,新第三系以来以“粗—细”不完整型粒级韵律反复出现为特色,而且每一主要磨拉石层出现在角度不整合之上。这种多次由细—粗和由粗—细的轮回,就表明新构造运动有过多次垂直方向上的构造振荡运动。

断裂的水平走滑运动也具有快慢相间的特点,具体表现在不同时期同一断裂的水平走滑速率差异

明显。如红河断裂晚第四纪以来错动速率为 $0.5 \sim 7.5 \text{ mm/a}$ ，全新世以来错动速率为 $1.46 \sim 7.7 \text{ mm/a}$ ，近代错动速率为 $8 \sim 11 \text{ mm/a}$ [1990, 韩源, 等]。

1.4 新构造运动的继承性和新生性

从新、老构造运动的关系上看,新构造运动具有明显的继承性,即在老的构造基础上继续活动。但它又不是完全是继承,而对老构造又有改造,或形成新的构造,则具有新生性。研究区新构造运动同时受控于古构造样式和新构造环境,其继承性,主要表现为现代负地形受老构造,尤其受深大断裂的明显控制,如新生代断陷盆地或众多河谷多沿老断裂分布,新生代地层中的新断裂与老断裂方向一致等。另一方面,第四纪以来,由于印度板块与欧亚板块相碰撞,青藏高原不断抬升隆起,区域构造应力场发生了重大改变,引起内部物质和应力的重新调整,地壳在挤压方向的缩短便开始通过垂直于挤压向水平流展来实现,显示一定程度的水平走滑运动性质,表现为区内诸块体内的水平滑移,老断裂重新复活。随着挤压过程的继续和推挤作用的增强,陆内汇聚作用产生的水平走滑运动更趋明显,并逐渐居于主要地位,从而显示出新构造运动的新生性。

2 新构造运动的环境效应

由于新构造运动改变了丽江—大理地区的地貌格局,以及构造活动中伴随地内物质的释放,从而对气圈、水圈和生物圈产生巨大影响,导致了地表环境的明显变化。

2.1 现代水系格局的形成

河流及水系的平面格局明显地反映了新构造和现代构造运动特征。从地理上看滇西北地区的红河及其以东河流属太平洋水系,澜沧江和怒江属印度洋水系。研究区内的红河及金沙江等水系受南北、北西、北东和东西四组方向断裂构造带复合影响,河谷多为线型或准线型展布的“V”型谷,水系位错现象明显。如黑惠江、红河上游的礼社河等受北西向断裂带控制,剑川的桃园河、金沙江虎跳峡段等受北东向断裂控制;程海、期纳河、响水河等受南北向断裂控制。此外,红河断裂带以东地区,受东西向分水岭影响,水系还有自北而南的汇集及金沙江、西洱河等东西向的流路。

2.2 早更新世古湖的消亡(萎缩)

早更新世是中国湖泊的广泛发育期,尤其是在万方数据

第二级地貌台阶上,分布着一系列巨大的湖盆 [1999, 李峰, 等]。研究区断陷湖泊均位于地壳垂向差异运动的结合部位,湖盆长轴方向沿所控断裂方向发育。如大理地区的洱海,其长轴方向与红河断裂走向一致。洱海断裂西侧的苍山不断强烈隆升,东侧的大理盆地相对不断加速断陷,使湖区外围河流纵坡降增大,河流的剥蚀和搬运能力增强,湖区的陆源碎屑供给不断增多,湖区淤积加速。据野外调查,洱海边缘广泛分布着晚全新世含现代螺壳的湖沼相沉积,已获最小 C^{14} 年龄值为 $2580 \pm 60 \text{ a}$ 。结合地质、地貌条件分析,洱海水域近 1 万年来以 $50 \sim 100 \text{ mm/a}$ 的速度在萎缩。若湖退以此速度萎缩,1 000 年后将退缩 $50 \sim 100 \text{ m}$ 。全新世以来,剑川盆地南部及周边强烈隆升,使古剑川湖泊迅速萎缩,全新世早期至现代不足 1 万年的时间内,水域由盆地面积的 60% 收缩到现在的不足 10%。这些早更新世的古湖泊走向消亡的原因与滇西乃至整个云贵高原的构造隆升密切相关。

2.3 生态环境的变化

滇西北高原新构造运动引起的隆升地貌,奠定了该区现代自然环境结构和特征的基础,导致生态环境发生重大变化,对人类赖以生存的自然环境、气候、甚至人类生存产生直接的影响。如苍洱地区人类居址随苍山的隆升,洱海水位的下降而发生变迁:4 000 千多年前,先民们沿海拔 $2500 \sim 2200 \text{ m}$ 居住;汉晋时期,人们沿海拔 $2200 \sim 2000 \text{ m}$ 一线的苍山脚下聚居;唐宋南诏大理国时期,白族村落座落在海拔 2000 m 的滇藏公路一线;元明清至今洱海边的白族村落,海拔高度为 1975 m 左右。

2.4 地质灾害

前人对本区地质灾害的研究多注重于单一地质灾害,很少进行综合分析并与新构造运动前景下的地质环境联系。地质灾害的发育和发生必须具有一定的条件,本区强烈新构造运动及其产生的构造格局、地层岩性和地形地貌,奠定了本区地质灾害的基础,决定了地质灾害的种类、分布范围、发育特征和发育规模。本区处于强烈构造活动带,而且现今尚处于活动阶段,加之岩性、地貌和水文条件,地质灾害种类多且都非常严重而且频繁,是我国最严重的地质灾害区之一。

构造格局、地貌格局和地层岩性的分布特征决定了本区地质灾害具有显著的分区性、相对集中性和群发性特征。受物质成分、结构特征和水文地质条件不均匀性的影响,本区崩滑泥石流主要分布于构

造活动比较强烈的各级河流河谷、山前斜坡以及新生代盆地,具有南强北弱之特征。地震主要分布于各构造单元的复合部位以及断裂的交叉和转折部位,如北东向丽江—剑川断裂带与红河断裂带复合部位的洱源地区和南北向程海断裂带与北东向丽江—剑川断裂带之复合部位的丽江地区。在各个地质灾害区内,灾害分布亦是不均匀的,它们往往相对集中于局部地区发育,显示出集中性、河流两岸不对称性特征。

受构造运动周期性和气候变化周期性影响,本区地质灾害具有显著的周期性和重复性特征。本区地震(古地震、历史地震和现代地震)表现出活动期与相对平静期相间分布的周期性或准周期性。在同一滑坡区,古滑坡、老滑坡新老叠置,具有多期滑动特征,老滑坡复活或在原地产生新滑坡。

3 结 语

青藏高原隆起的推挤作用和滇西北高原邻近块体的阻挡作用,是本区新构造运动的动力来源。丽江—大理地区新构造运动是陆内汇集演化的产物,具有显著的差异垂直运动、强烈的水平运动、振荡性、继承性和新生性。新构造活动对本区地球地理环境的改变是直接的、显而易见的,而构造活动对地球气

候的作用则是间接的。新构造活动产生一系列新构造环境效应,促使现今的主要水系定型;早更新世古湖泊加速收缩,走向消亡,对人类赖以生存的自然环境、气候、甚至人类生存产生直接或间接的影响;区域稳定性降低,直接或间接地控制着本区地质环境的演化和地质灾害的发育,促使山地地质灾害进一步恶化。

参考文献:

- 1984 Allen C R, Gillespie A R, Han Y, *et al.* Red River and associated faults, Yunnan Province, China: Quaternary geology, slip rates and seismic hazard [J]. *Geol Soc Am Bull*, 95: 686 - 700.
- 1990 韩源,张靖. 滇西北地区活动断裂[M]. 北京:地震出版社, 69 - 124.
- 1993 Lepoup P H, Harrison T M, Ryerson F J, *et al.* Structural, petrological and thermal evolution of a Tertiary ductile strike slip shear zone, Diancang Shan, Yunnan [J]. *J Geophys Res*, 98: 6715 - 6743.
- 1998 钟大赉. 滇川西部古特提斯造山带[M]. 北京:科学出版社, 194 - 215.
- 1999 李峰,薛传东. 滇西新生代以来地壳活动趋势及环境影响[J]. *云南地质*, 18(2): 144 - 154.
- 2001 郭令智,钟志洪,王良伟. 莺歌海盆地周边区域构造演化[J]. *高校地质学报*, 7(1): 1 - 12.

THE CHARACTERISTICS AND ENVIRONMENTAL EFFECTS OF NEOTECTONIC MOVEMENT IN LIJIANG - DALI REGION

FAN Zhu-guo¹, LI Feng¹, TAN Shu-che^{ng1, 2}, LI Bao-zhu¹

(1. Department of Earth Science, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China; 2. Department of Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: The neotectonic movements in Lijiang - Dali region are very active and the neotectonic structures are preserved perfectly. The folds and faults in strata of the late Cenozoic and Quaternary are formed by the neotectonic movements and the movements have been the characteristics such as fierceness, differences, surge, inheritance, palingenesis and so on. At the same time, they are also physiognomy-created movements. Result from them, the formation and disorganization of the surface of the Plateau and the present pattern of physiognomy have come into being. The environmental effects in the northwest of Yunnan Province are prominent: present main water systems are formed. Ancient lakes in N - Q₁ shrink acceleratedly. Ecological environment are worsening. The evolution of geological environment and the development of geological hazards in this region are controlled directly or indirectly by the neotectonic movements. Because of the movements, geological hazards in mountain regions are more worsened and the regional stability is reduced.

Key words: Neotectonic movement; environmental effect; hazards in mountain regions; Dali - Lijiang region