

· 书 评 ·

青藏高原东缘地质及大陆动力学研究的新进展

——《青藏高原东缘大陆动力学过程与地质响应》与《The Geology of the Eastern Margin of the Qinghai-Tibet Plateau》书评

刘宝珺

Liu Bao-jun

中国地质调查局成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082

Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Chengdu 610082, Sichuan, China

中图分类号: P5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2007)08-1056-03

中国中西部发育众多的造山带, 其中最具特色的是环绕青藏高原的造山带, 具丰富多彩的地质现象, 有“天然地质博物馆”之称, 被国际地学界誉为“打开全球造山带机制的金钥匙”、“大陆动力学理论形成的天然实验室”和“全球变化的起搏器”, 正在成为地学界新理论、新认识和新发现的重要源区和竞争领域。其中青藏高原东缘由松潘- 甘孜造山带、龙门山冲断带与前陆盆地构成, 是中国地学领域中的一块瑰宝, 不仅是研究青藏高原与周边盆地动力学(盆原动力学)的典型地区, 而且是验证青藏高原是以地壳加厚还是左旋挤出来吸收印亚大陆碰撞后印度大陆向北挤入作用的关键部位, 同时也是研究长江上游地区气候、水系、生态环境变迁与高原隆升的关键地区。该地区的地质过程仍处于活动状态, 变形显著, 露头极好, 地貌和水系是青藏高原碰撞作用和隆升过程的地质纪录。目前急需量化的数据来检验和约束这些模式, 真实地理解青藏高原及东缘地区的地球动力学过程与机制。但迄今为止人们对龙门山新生代变形的动力学、运动学及其地貌响应并不清楚或知之甚少, 而这些资料却是认识龙门山地质、地貌演化的关键, 也是研究印- 亚碰撞作用及四川盆地西部地震灾害的关键。

近期地质出版社出版了2部有关青藏高原东缘地质及大陆动力学研究的专著, 分别为《青藏高原东缘大陆动力学过程与地质响应》与《The Geology of the Eastern Margin of the Qinghai-Tibet Plateau》。这2部专著是由成都理工大学沉积地质研究院博士生导师李勇教授牵头撰写的, 是继他1995年所著《龙门山前陆盆地沉积及构造演化》一书后的又2部力作, 是著者自20世纪80年代开展青藏高原东缘地质及大陆动力学研究以来的最新研究成果, 标志着青藏高原东缘地质及大陆动力学研究已发展到了一个崭新的阶段。

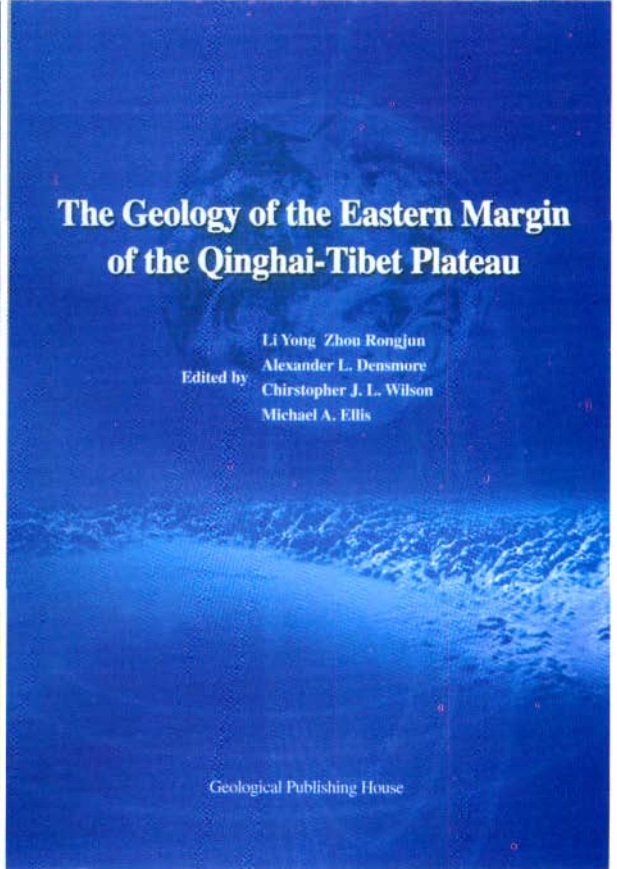
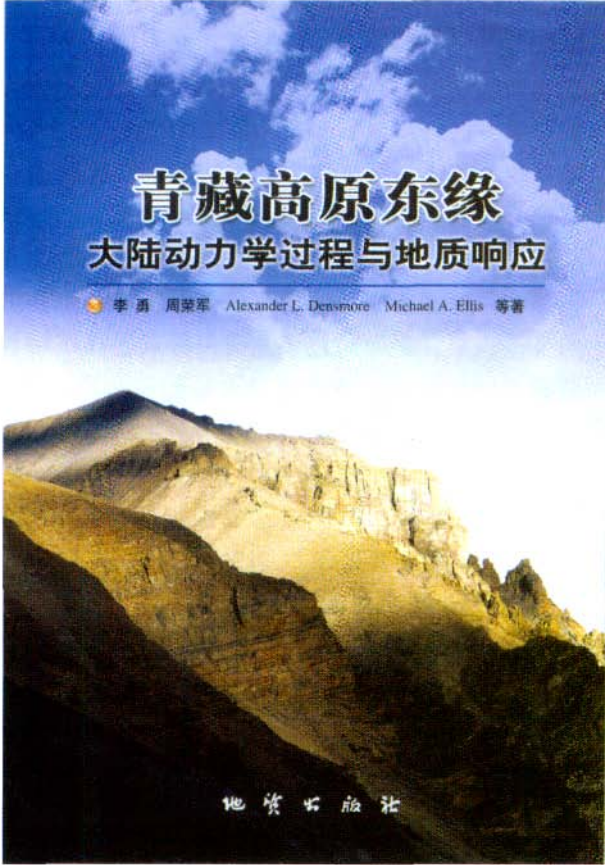
该项研究成果是在国际知名沉积学专家P.A. Allen教授的指导下, 由成都理工大学李勇教授、四川地震局周荣军高级工程师、瑞士苏黎世理工大学A.L.Densmore博士、美国孟菲斯大学M.A.Ellis教授和澳大利亚墨尔本大学Christopher J.L. Wilson教授等在连续7年的科学考察和合作研究的基础上完成的, 并受到中国国家自然科学基金、中国教育部优秀青年教师资助计划基金、美国国家自然科学基金、瑞士科学基金和爱尔兰国际合作项目等基金和项目的资助。

该项研究成果突出了对青藏高原东缘晚新生代

收稿日期: 2007-06-15; 修订日期: 2007-07-31

作者简介: 刘宝珺(1931-), 男, 研究员, 中国科学院院士, 从事沉积地质学研究。E-mail: liy@cdut.edu.cn

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>



隆升与剥蚀作用之间耦合关系的研究,研究的思路与方法主要体现为:在理论上,以印-亚碰撞对龙门山和四川盆地的作用为主线,开展了新生代沉积地质学、构造地貌学、山脉的隆升作用和剥蚀作用等方面的研究;在方法上,采用了宇宙核素热年代学、裂变径迹热年代学、高精度数字高程模型、河流下切速率、地壳均衡模拟技术、弹性模拟技术等先进的方法和技术。该项研究成果的特色在于定量化,造山带与前陆盆地相结合,表面隆升与地壳隆升相结合,隆升作用与剥蚀作用相结合,隆升作用与河流下切作用相结合,剥蚀作用与沉积作用相结合,活动构造与地貌、水系变迁相结合。因此,本项研究成果不仅可以为青藏高原东缘造山带成山模式的甄别提供约束条件,而且可以为青藏高原边缘山脉晚新生代隆升与剥蚀耦合模式的研究提供一个范例,也可以为青藏高原及东缘地区环境变化、水土流失的研究及预测提供重要的理论基础,进而为研究印-亚碰撞对青藏高原东缘的作用提供科学依据。主要进展包括以下3个方面。

(1) 晚新生代逆冲作用与走滑作用的地貌、沉积响应。众所周知,印-亚碰撞是新生代发生的最重大的构造事件,导致了青藏高原的隆升、变形和地壳加厚,这一构造事件及其对亚洲新生代地质构造的影响一直是人们关注的焦点,业已提出了2个著名的端元假说,即地壳增厚模式和侧向挤出模式。作者等对典型的活动断裂和古地震遗迹开展了详细的野外地质填图,利用全站仪和GPS对活动构造地貌进行了精确的测量,采用了热释光(TL)、电子自旋共振(ESR)、宇宙核素法(cosmogenic nuclides)等方法对活动断裂和阶地沉积物进行测年,研究了活动断裂的发育规模、期次、构造组合、地貌错位、运动学和动力学。初步的研究结果表明,龙门山晚新生代构造变形微弱,逆冲速率一般小于 1.1 mm/a ,表明该地区没有显著的缩短作用,走滑速率一般小于 1.46 mm/a ,表明该地区存在晚新生代龙门山断裂北北东向的右行走滑作用,走滑分量明显大于逆冲分量。因此,认为该时期青藏高原东缘地区所发育的以走滑作用为主的断层与England和Molnar(1986)提出的地壳增

厚构造模式在青藏高原东缘表现为大尺度右旋剪切作用的推论相吻合,而与Avouac和Tapponnier等(1982, 1986)的侧向挤出模式在青藏高原东缘表现为以逆冲作用为主的推论不吻合。

(2) 构造抬升和剥蚀作用在相似的时间尺度和空间尺度上控制着龙门山的形成。利用高精度的数字高程模型、地壳均衡模拟技术、剥蚀卸载模拟技术、河流阶地法、裂变径迹法和宇宙核素法等研究了青藏高原东缘山脉的隆升和剥蚀作用。利用地壳均衡模拟技术揭示了青藏高原东缘的地壳隆升厚度,利用矿物的裂变径迹测定揭示了青藏高原东缘山脉和四川盆地的地壳剥蚀厚度和速率,利用河流阶地、高精度数字高程模型等方法揭示了青藏高原东缘山脉和四川盆地的表面隆升过程。结果表明,龙门山地区的构造抬升和剥蚀作用在相似的时间尺度和空间尺度上控制着地貌的形成,山脉的表面隆升过程并不等于地壳隆升过程,表面隆升还受控于剥蚀作用。龙门山的高起伏陡地貌可能是构造缩短作用和剥蚀卸载作用联合作用形成的,而且山脉可能是3.6Ma左右以来形成的,与青藏高原东北缘临夏盆地反映的3.6Ma的强烈隆升和青藏运动基本相当,也与亚洲季风开始的时期基本相当。

(3) 中新世龙门山前陆盆地与造山带的耦合关系。作者等以不整合面为界将龙门山前陆盆地充填序列划分为6个构造层序,根据几何形态将构造层序区分为2种类型,即楔状构造层序和板状构造层序,其中晚三叠世、晚侏罗世、晚白垩世—古近纪构造层序为楔状构造层序,其余为板状构造层序。研究结果表明,楔状构造层序为逆冲构造负载的产

物,板状构造层序为走滑剥蚀卸载的产物。在此基础上,作者利用龙门山前陆盆地中的楔状体和板状体标定了龙门山构造活动的期次和性质,表明在中新生代期间龙门山具有逆冲作用与走滑作用交替发育的特征。此外,以晚三叠世前陆盆地为典型的楔状前陆盆地开展了逆冲构造负载系统的弹性挠曲动力学模拟,以晚新生代龙门山前陆盆地为典型的板状前陆盆地开展了走滑剥蚀卸载系统的弹性挠曲动力学模拟,并计算了龙门山构造负载系统向扬子克拉通的推进速率,进而对比了龙门山幕式逆冲作用与青藏高原中生代以来的基麦里大陆加积碰撞、印-亚碰撞作用之间的耦合关系。

此外,对龙门山前陆盆地西缘中生代以来的沉降中心、冲积扇侧向迁移等进行了标定和对比,标定了龙门山中生代以来的走滑作用和走滑方向。结果表明,龙门山断裂带具有走滑性质,走滑方向曾发生过反转,在反转之前以左行走滑作用为特征,在反转之后以右行走滑作用为特征。根据地层记录和古地磁证据,认为龙门山走滑方向反转的时间应介于43~3.6Ma之间,即由中生代至早新生代时期的左行走滑作用反转为晚新生代时期的右行走滑作用。

该项成果正是对近年来青藏高原东缘研究成果的系统总结,其目的和意义在于有利于国内外同行了解在青藏高原东缘造山带与前陆盆地的耦合关系、隆升作用与剥蚀作用、剥蚀作用与沉积作用、活动构造等方面的新进展和已取得的成果,尽快与国际同领域的研究接轨,推动中国青藏高原大陆动力学的研究进程。