

云南师范大学学术文库 出版基金资助
云南师范大学学术著作

三江并流区地貌与环境效应

**The Landform Development and Environmental Effects of
Three Parallel Rivers**

明庆忠 著

科学出版社
北京

内 容 简 介

全球变化及其区域影响是当今地球系统科学等研究的热点问题。横断山纵向岭谷的三江并流区,是青藏高原和云贵高原的交界地带、世界生物多样性重要的典型代表区、长江第一弯成因和金沙江水系发育等研究的热点所在地、中国面积最大的世界自然遗产地和水电开发争议焦点地区等,也是我国地学研究十分关注的地区之一。

本书系作者多年来承担多个科研项目在三江并流区研究的部分成果总结,是一本较为系统阐明三江并流区地貌发育与环境效应的重要专著。全书分为七章,分别论述了三江并流区地貌与环境演化效应研究进展及意义、地貌发育与环境演化的地质基础、河谷地貌特征与主要类型、晚新生代以来的环境演化、西南季风与三江并流区气候环境演化、纵向岭谷地貌及其生态与环境效应、干热河谷的特征及成因。

本书内容丰富,资料翔实,有新观点和新进展,对研究横断山区地貌与环境问题具有重要的参考价值,可供地学及相关专业技术和研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

三江并流区地貌与环境效应/明庆忠著. —北京:科学出版社, 2007
ISBN 978-7-03-018590-7

I. 三… II. 明… III. 环境地貌学-研究-云南省 IV. X144

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第021263号

责任编辑:吴三保等/责任校对:纪振红

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年3月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007年3月第一次印刷 印张:14 1/4

印数:1—1 500 字数:296 000

定价:45.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

本书为：

国家自然科学基金项目（40161002，40462002）资助成果

云南省自然科学基金重点项目（2004D005Z）资助成果

国家 973 计划子项目（2003CB1405-10）资助成果

云南省中青年学术技术带头人和云南省高校教学科研学术带头人培养成果

云南省重点学科建设和云南师范大学学科建设成果

中文摘要

怒江、澜沧江、金沙江三条大河在云南西北部紧密相邻，并列南流，构成独特的横断山纵向岭谷区，被称之为三江并流区。该区地处我国青藏高原东南部及东南部边缘，是研究青藏高原东南部、云贵高原西北部自然环境演化及青藏高原隆升对云贵高原自然环境演化影响的关键地区。

纵向岭谷区北部的河谷地貌，具有如下特征：①突出的纵向岭谷，构成了绝无仅有的三江并流奇观；②地貌相对高差大，河谷深切；③河谷地貌受地质构造特别是断裂构造的控制；④流域内的地貌类型及地貌组合多样化特征突出；⑤河谷地质、地貌环境具有较强的生态脆弱性；⑥河谷支流水源多发源于高山湖泊，两岸支流河谷分布不均匀。该区群山高耸、河谷深切、峡谷群聚，是横断山区及我国峡谷地貌密集分布的典型代表区。作者对该区河流峡谷进行了广泛调查研究，并着重论述了金沙江虎跳峡的成因和形成时代。认为玉龙—哈巴雪山为一相对完整的块状山体。金沙江虎跳峡的发育非构造控制沿断裂发育的峡谷，仅用河流溯源侵蚀原因也难以取得合理的解释。虎跳峡上下段河谷层状地貌是连续分布的，说明虎跳峡上下游河谷发育是同时代的，它是先成河在构造抬升背景下河流下切叠置而成的。依据玉龙雪山冰川发育年代、丽江盆地湖相沉积年代、点苍山更新世沉积物分布及年代、河谷阶地或宽谷面哺乳动物化石的测年数据等，初步判断虎跳峡峡谷地貌形成于中更新世以来的河流深切时期。昆黄运动是该区地貌和水系发育的重要转型事件。

云南夷平面因受青藏高原隆升、本区活跃的新构造运动等的影响，在纵向岭谷区的北部发生了位移、解体，导致现今各地分布于不同海拔高度上，即便在同一地区，在断裂两侧其分布海拔高度也很不一致。虽然在总体分布上因受青藏高原隆升牵引带动作用而造成自西北向东南海拔高度降低的趋势，但仍呈现出纷繁杂乱分布格局。根据夷平面的分布及其上有无残存的早第三纪红土状风化壳的状况分析，提出了本区晚新生代以来存在着与青藏高原相对应的山顶面、主夷平面两期夷平面的观点。依据本区的相关沉积和与邻区的对比分析，认为山顶面大约形成于 23Ma BP 的渐新世晚期，主夷平面大约形成于上新世初，即约在 3.4Ma BP 以前，后因横断运动而导致解体。现今夷平面、相关盆地沉积、各江河多级阶地的发育，均说明纵向岭谷区北部三江并流区地貌演化也是多阶段间歇抬升的结果。

长江第一弯成因向来都有河流袭夺说与非河流袭夺（构造适应）说之争。其实，长江第一弯的形成与纵向岭谷区北部及云南水系演化息息相

关。纵向岭谷区北部及云南地区水系，经历了上新世末期以前的外流水系、上新世末至早更新世早期的内陆河湖水系、早新世晚期以来的外流水系和现代水系发育等几个阶段。中更新世晚期，本区地应力发生了由北西向变为近南北向和北东向的转换调整，造就了青藏高原东南部 8 条近东西向展布的隆起，成为一些江河的分水岭，迫使原南流的金沙江流路被阻，沿着金沙江在三江口处被袭夺了的古水洛河废弃河道反向流动。长江第一弯是古水洛河、古冲江河、古金沙江上游等河流的汇流口。

纵向岭谷北部三江并流区新生代以来的地貌经历了晚始新世至渐新世末的挤压对冲、盆地反转，渐新世末至上新世的剥蚀夷平准平原化，上新世末至早更新世早期的强烈抬升形成高原，早更新世末至现代的差异隆升、纵向岭谷发育等几个阶段。受青藏高原隆起、亚洲季风系统形成演化、横断山脉发育等因素的影响，本区的气候环境经历了早第三纪的亚热带信风气候、晚第三纪古季风气候、第四纪现代季风气候等几个时期。

构造地貌、气候、水系等的演化，导致本区形成了独特的地-气-水-生等耦合自然系统，相应地在本区出现了早第三纪的亚热带干热植被、晚第三纪的湿润半湿润森林植被、第四纪以来的亚热带森林地带性和河谷-山地垂直自然带植被等景观。纵向岭谷的通道-阻隔、高梯度效应和局地环境的复杂性，使本区成为中国乃至世界最为丰富的生物多样性地区和亚洲大陆多种生物物种分化和起源的中心。在全球变化背景下，纵向岭谷北部三江并流区生态环境演化的趋势，对本区生态、社会、经济的影响既有利也有弊，应正确处理好该区人地关系，进行产业结构调整，注重生态建设。

西南季风作为亚洲季风系统的重要组成成员，其形成演化受欧亚大陆与印度次大陆两大板块会聚碰撞改变的海陆格局、青藏高原隆升等的影响，大约在 8.5 Ma BP 时完成了由古海陆风到西南季风的转型。西南季风对纵向岭谷北部三江并流区自然环境形成与演化起到十分重要的作用。西南季风形成演化深受纬度、太阳辐射、海陆变迁（边缘海）、青藏高原形成和演化、热带海洋等因素的影响，而较少受“冰量周期”的影响，演化周期以 41ka 和 23ka 周期为主，水汽输送以纬向为主，盛行风向为西南风，有明显的干季和雨季之分。在早更新世时期，因青藏高原海拔较低，阻挡作用有限，西南季风随横断山脉抬升而增厚，受西风急流南支的导引、东亚季风较弱和阻隔作用不强等因素的影响，西南季风影响我国西南、华中、华北等较大的区域范围。进入中更新世以来，随着青藏高原隆升加快，高度增加，对西南季风气流阻挡作用增强，开始出现西南季风和东南季风对我国第四纪自然环境影响力的转型事件，西南季风影响区域范围有所减小，逐渐退缩到长江上游以南的西南地区和青藏高原的东南部地区。

纵向岭谷的特殊地貌空间分布格局，使该区具有明显的通道——廊道、阻隔——屏障效应以及河谷-山地的高梯度效应（包括能量、降水、气候、地貌、自然带谱、资源赋存和利用、人文社会经济活动、人居环境等的高梯度效应和局地的地-气-水-生-人的耦合效应）。同时，也是形成该区较为突出的干热河谷特殊的地生态现象的主要因素之一。干热河谷具有生态地理环境脆弱、现代地表过程活跃、植被生态系统退化、下干上湿和下热上凉的气候、植被结构单一和旱生特征突出等生态地理特征。干热河谷的形成，不是仅由焚风效应或山谷风局地环流所导致的那么简单，也决不是人类活动干扰而衍生出来的地生态现象，而是多因素叠加复合所导致的。地史演化是其成因的基础性因子，大气环流是其成因的外动力因素，人类活动是其加剧或遏制生态恶化的影响因子。干热河谷的形成是构造—地貌—古生态效应、环流—季风—“狭管”效应、地形波—降水—局地环流—焚风效应、植被—土地利用—人类活动—加剧效应等的综合产物，主要性质是原生性的地生态现象。

关键词：纵向岭谷区；云南夷平面；长江第一弯；西南季风；通道-阻隔效应；高梯度效应；干热河谷；三江并流区

The Landform Development and Environmental Effects of Three Parallel Rivers

Abstract

The area of Three Parallel Rivers through which Nujiang River, Lancangjiang River and Jingshajiang River flow parallel from north to south, is regarded as unique Longitudinal Range-Gorge Region (LRGR) in Southwest China. This area includes south-eastern part and fringe of Tibet Plateau. It is a key area not only to study natural environment evolution of southeastern Tibet Plateau and northwestern Yungui Plateau but also to unveil the response of environmental variations of Yungui Plateau to uplift of Tibet Plateau.

Fluvial landforms in the north part of LRGR are characteristic with: ① unique marvelous three parallel river spectacle consisting of outstanding longitudinal range-gorges; ② intense relief and deep incision of river; ③ tectonics (especially fault) control on evolution of gorge landforms; ④ diversities of landforms and their assemblments; ⑤ ecological vulnerability of geological and geomorphological environment systems; ⑥ uneven tributary distribution of both sides of rivers deriving from plateau lakes, and so on. It is a typical representative area characteristics by high mountains, deep incision gorges, as well as assemblment of mountains and gorges in Hengduan Mountains even all river valleys in China. Based on investigations carried out in the whole area and focus on ages and causes of Hutiaoxia Gorge in Jingshajiang River, the results conclude that Yulong-Haba snow mountain is an almost integrated block and Hutiaoxia gorge reach of Jinshajiang River does not develop along the faults controlled by tectonics, headward erosion is not also responsible for this spectacle. The continuous extension of gorge layered landform surfaces from upper reach to low reach indicates that the identical layered landforms of upper reach and low reach are synchronous. The first bend of Yangtze River is not a bend due to river capturing but the junction of paleo-Shuilou River, paleo-Chong River and paleo-Jinshajiang River. The Hutiaoxia Gorge is shaped by incising downward antecedent stream bedrock under the background of tectonic uplift. Based on the ages of Yulong snow mountain glaciers, lacustrine sediments in Lijiang Basin, Pleistocene sediments in Diancangshan, mammalian fossils on terraces or dale surfaces, we primarily infer that the landforms in the Hutiaoxia Gorge formed by river incision since Middle-Pleistocene. Kunlun-huanghe Movement is a transformational event to trigger the evolution of landforms and drainages.

Impacted by uplift of Tibet Plateau, as well as active neotectonics, the planation surface in north Longitudinal Range-Gorge Region was displaced and broken down into several pieces with different levels by local tectonic movement and Tibet Plateau uplift. Even in the same region, the heights of the surfaces at both sides of a fault are not identical. As a whole, the

planation surface descends towards southeast due to uplift of Tibet Plateau, but its distribution is also complex. According to distribution of planation surface and existence of early Tertiary weathering crust or not, we conclude that there have been two extensive planation surfaces (Summit Surface and Main Surface), which are consistent with those on Tibet Plateau. Comparing the relevant sediments in this area to neighboring ones, we argued that the formation age of Summit Surface is 23Ma B. P. and Main Surface was formed in about early days of Pliocene and broken up caused by Hengduan Movement at the age of 3.4Ma BP. In a word, all the evidences, existent planation surface, relevant basin sediments, together with evolvement of terraces in the rivers watershed, suggests that landforms evolution in north LRGR and the area of Three Parallel River results as multi-stage intermittent mountains uplift.

Caused by river capture or not? The genesis of the First Bend of Yangtze River has been controversial for a long time. In fact, the genesis of the First Bend of Yangtze River is closely relative to evolutions of north LRGR and drainages in Yunnan. The north of LRGR and drainages in Yunnan have undergone several stages of regional geomorphic evolvement, which are exterior drainages before the end of Pliocene, inland drainages from the end of later Pliocene to early Pleistocene, exterior and modern drainages since early Pleistocene. In later part of middle Pleistocene, The direction of ground stress in the region translation from NW to nearly SNE resulted in 8 nearly EW uplifted ranges served as watersheds of rivers and also dammed the Jinshajiang River runoff, forced it to flow counter to its original direction along a reach which was abandoned by paleo-Shuilouhe River due to Jinshajiang River capturing in three river junction. The First Bend of Yangtze River is a junction of paleo-Shuilou River, paleo-Chong River and paleo-Jinshajiang River.

The Cenozoic landforms of north LRGR and Three Parallel River have gone through such process as compression ramping and basin inversion from late Eocene to the end of Oligocene, planation from the end of Oligocene to Pliocene, intense uplift from end of Pliocene to early Pleistocene, different uplift and development of longitudinal range-gorge landforms from early Pleistocene to present. The climatic environmental changes since early Tertiary in this area can be divided into several stages, i. e. subtropical trade wind climate before the early Tertiary, paleo-monsoon climate during late Tertiary and modern monsoon climate since Quaternary.

The evolvement of tectonic landforms, climate and drainage leads to a unique lithosphere-atmosphere-hydrosphere-biosphere coupling system. So the landscapes of early Tertiary subtropical dry-hot vegetation, later Tertiary humid and semi-humid forest, Quaternary subtropical forest and natural vertical zones emerged in turn. Because of its “longitudinal range-gorge corridor barrier”, high gradient effect and complicacies of local settings, this area is famous for it's the richest biodiversity in China even the whole world, also a center of species differentiation and species origin in Asia. In the light of global changes, the trend of

ecological and environmental evolution of the Three Parallel Rivers in the north of LRGR would bring out both favorableness and harm in development of local ecology, societies and economies. Therefore we must harmonize the relation of human and nature with reason, adjust industrial structure and attach importance to ecological construction.

The evolution of Southwest Monsoon which is regarded as an important member of Asian Monsoon system has been affected by uplift of Tibet Plateau and framework variation of sea and continent due to the collision between Eurasia and Indian sub-continent. Till about 8.5Ma B. P. , transition from ancient ocean-continent monsoon to Southwest Monsoon had been finished. The Southwest Monsoon plays an important role on environmental evolution of the Three Parallel Rivers. The latitude, solar radiation, oceanic advance and regression, evolution of Tibet Plateau, tropic ocean and so on are mainly responsible for evolution of Southwest Monsoon while “glacial cycles” can hardly affect it. The dominant periods are 41ka and 23ka. The Southwest Monsoon transports humidity latitudinally and its dominant wind is southwesterly wind. The area controlled by the Southwest Monsoon is characteristic with obvious rainy and dry seasons. In early Pleistocene, the Plateau was too low to bring out the barrier function, so the Southwest Monsoon dominated a larger area including Southwest China, North China and Central China. During the Middle Pleistocene, the barrier function was strengthened by abrupt uplift of the Plateau and the transfer event that affected Quaternary environment in China with Southwest Monsoon and Southeast Monsoon took place. The area controlled by Southwest Monsoon had shrunk to the southwest of Yangtze River upper reach and the southeast of Tibet Plateau.

The special geomorphic spatial layout of LRGR results in obvious corridor-barrier, Rang-gorge high gradient effects (consisting of energy, precipitation, climate, climatic landform, natural zone pedigree, resource distribution and using, society and economy, resident condition gradient effects and local lithosphere-atmosphere-hydrosphere-biosphere-human coupling effects) and is also responsible for dry-hot earth and ecological landscape in this area. The dry-hot valley is characteristic with ecological environment vulnerability, active earth surface process, vegetation degeneration, dry-hot valley and wet-cold summit and single dry-fast vegetation. The formation of dry-hot valley is not only due to foehn effect, mountain valley circulation and human actions but due to many factors. In these factors evolution of geologic environment is dominant, atmosphere circulation is exterior control and human actions deteriorate environment. The dry-hot valley is a synthesis caused by tectonic movement-landform-paleoecology effect, circulation-monsoon “chimney” effect, mountain wave-precipitation-local circulation-foehn effect and vegetation-land use-human activity. It is characteristic with a crude earth and ecological landscape in principle.

Keywords: Longitudinal Range-Gorge Region (LRGR); Yunnan Planation Surface; the First Bend of Yangtze River; Southwest Monsoon; Corridor Barrier Function; High Gradient Effect; Dry-hot Valley; Three Parallel Rivers

目 录

中文摘要

英文摘要

第一章 三江并流区地貌与环境演化效应研究进展及意义	1
一、对地貌与环境演化研究的认知	1
二、西南纵向岭谷区的界定及概貌	5
三、纵向岭谷北部三江并流区及邻区地貌与环境演化研究进展	8
四、本研究的目的与意义	12
第二章 三江并流区地貌发育与环境演化的地质基础	17
一、三江并流区地层概况	17
二、地质构造特征	19
三、影响地貌发育的主要断裂带	24
第三章 三江并流区河谷地貌特征与主要类型	30
一、三江并流区河谷地貌的主要特征	30
二、三江并流区主要河谷地貌	40
三、三江并流区地貌演化机制与过程	79
第四章 三江并流区晚新生代以来的环境演化	92
一、青藏高原隆升过程及环境效应	92
二、三江并流区新构造期及环境演化	96
三、三江并流区主要自然环境要素演化	104
四、三江并流区环境演化预测评估及对策	121
第五章 西南季风与三江并流区气候环境演化	124
一、东亚季风、高原季风、西南季风及其关系	124
二、西南季风形成演化的影响因子	126
三、西南季风的形成	134
四、西南季风影响的区域变化	142
五、西南季风与三江并流区气候环境演化	147
第六章 纵向岭谷地貌及其生态与环境效应	152
一、纵向岭谷地貌特征及其成因	152
二、西南纵向岭谷地貌的生态与环境效应	158
第七章 干热河谷的特征及成因	169
一、干热河谷研究概况	169

二、干热河谷的分布及生态地理特征	170
三、干热河谷成因探析	177
主要参考文献	188
后记	199

Contents

Chinese abstract

English abstract

Chapter 1 Research Progresses and Significances of Geomorphologic and Environmental Evolution Effects in the Area of Three Parallel Rivers	1
1.1 Recognizing of research on geomorphologic and environmental evolution	1
1.2 Boundary definition and relief survey in southwestern Longitudinal Range-Gorge Region	5
1.3 Research progresses of geomorphology and environment in the area of Three Parallel Rivers	8
1.4 Purposes and significances of this research	12
Chapter 2 Geological Background of Geomorphologic Development and Environmental Evolution in the Area of Three Parallel Rivers	17
2.1 General situation of strata development in the area of Three Parallel Rivers	17
2.2 Geological structures in the area of Three Parallel Rivers	19
2.3 Main faults effecting the development of geomorphology	24
Chapter 3 Valley Geomorphology in the Area of Three Parallel Rivers and Their Main Types	30
3.1 Main characters of valley geomorphology in the area of Three Parallel Rivers	30
3.2 Types of valley geomorphology in the area of Three Parallel Rivers	40
3.3 Mechanism and process of geomorphologic evolution in the area of Three Parallel Rivers	79
Chapter 4 Research on Environmental Evolution in the Area of Three Parallel Rivers Since Late Cenozoic	92

4.1	Tibetan Plateau uplift and its environmental effects	92
4.2	Neotectonic periods and their environmental evolution in the area of Three Parallel Rivers	96
4.3	Evolutions of main natural environmental factors in the area of Three Parallel Rivers	104
4.4	Evaluation of forecast of environment variation in the area of Three Parallel Rivers and countermeasures	121
Chapter 5 Southwestern Monsoon and Evolution of Climate Changes in the Area of Three Parallel Rivers		124
5.1	Eastern Asian Monsoon, Plateau Monsoon, Southwestern Monsoon and their relationships	124
5.2	Main factors causing the formation and evolution of Southwestern Monsoon	126
5.3	Formation of Southwestern Monsoon	134
5.4	Variation of impacted area by Southwestern Monsoon	142
5.5	Southwestern Monsoon and climate changes in the area of Three Parallel Rivers	147
Chapter 6 Effects of Geomorphology and Eco-environment in Longitudinal Range-Gorge Region		152
6.1	Geomorphologic characters and causes in Longitudinal Range-Gorge Region, Southwestern China	152
6.2	Effects of geomorphology and eco-environment in Longitudinal Range- Gorge Region, Southwestern China	158
Chapter 7 Characters and Causes of Dry-Hot Valleys		169
7.1	General situation of research on dry-hot valleys	169
7.2	Distribution of dry-hot valley and eco-geographical characters	170
7.3	Cause analysis on dry-hot valleys	177
References		188
Afterword		199

图 表 目 录

图 1-1	现代地貌学系统结构	4
图 1-2	西南纵向岭谷山系和河谷分布示意图	6
图 1-3	三江并流区地理位置简图	13
图 1-4	三江并流区遥感影像图 (TM453)	15
图 2-1	三江并流区区域地质简图	18
图 2-2	三江并流区及其邻区大地构造略图	22
图 2-3	三江并流区构造纲要图	25
图 2-4	金沙江下游水系发育与断裂分布图	29
图 3-1	三江紧束构造结示意图	31
图 3-2	三江并流区局部地区山脉水系与切割深度示意图	32
图 3-3	三江并流区不同纬度断面剖面图	34
图 3-4	三江并流区中南部河谷深切与层状地貌综合剖面图	35
图 3-5	三江并流区构造地貌剖面示意图	36
图 3-6	三江并流区中南部局部地貌分布图	38
图 3-7	丽江—宁蒗附近地势图	38
图 3-8	三江并流区崩塌滑坡泥石流活动强度和泥石流类型分布图	40
图 3-9	纵向岭谷北部水系分布图	42
图 3-10	虎跳峡附近地质构造简图	45
图 3-11	怒江丙中洛宽峡谷地貌形成示意图	49
图 3-12	红河断裂两侧夷平面海拔高度及位错幅度	55
图 3-13	永胜地区夷平面断阶状解体图	56
图 3-14	纵向岭谷区北部自北而南夷平面高度变化	56
图 3-15	纵向岭谷区夷平面高度分布图	57
图 3-16	马鞍桥—老村子 (小水井)—上坝塘地质地貌剖面图	58
图 3-17	燕麦地—马鞍桥地质地貌剖面图	59
图 3-18	东川地区层状地貌及构造分布图	60
图 3-19	金沙江石鼓—拉古段河谷阶地位相图	65
图 3-20	金沙江大具段河流阶地综合剖面图	65
图 3-21	金沙江巧家段河流阶地综合剖面图	66
图 3-22	怒江道街段河谷阶地综合剖面图	66
图 3-23	怒江道街段河谷阶地位相图	67
图 3-24	澜沧江大漫旧附近河流阶地综合剖面图	68
图 3-25	澜沧江中游地区阶地位相图	69

图 3-26	纵向岭谷区纬向隆起带——分水岭分布示意图	76
图 3-27	双龙山隆起对水系发育影响示意图	77
图 3-28	金沙江石鼓附近古水系示意图	77
图 3-29	石鼓附近现代水系	78
图 3-30	东喜马拉雅构造结南西—北东向示意性剖面	82
图 3-31	东喜马拉雅构造结新生代地壳缩短机制示意图	82
图 3-32	丽江附近断层崖分布示意图	83
图 3-33	纵向岭谷区北部地貌演化过程示意图	86
图 3-34	弥渡水田—澜沧江新生代褶皱-逆冲推覆带构造剖面图	89
图 3-35	香格里拉页卡村上新统剖面图	89
图 3-36	纵向岭谷区造山带构造示意图	90
图 4-1	青藏高原上升阶段、中国季风演化和三级地貌阶梯形成示意图	95
图 4-2	云南晚新生代早期地层对比图	98
图 4-3	云南部分中—上新世地层对比图	99
图 4-4	云南古新世—早始新世沉积盆地	100
图 4-5	云南上始新世—渐新世沉积盆地	101
图 4-6	云南中新世沉积盆地	102
图 4-7	云南上新世沉积盆地	103
图 4-8	纵向岭谷区及邻区上新统与下更新统岩性对比柱状图	105
图 4-9	三江并流区地形剖面图	105
图 4-10	中国地貌阶梯示意图	106
图 4-11	云南早第三纪古新世岩相古地理图	108
图 4-12	新生代以来中国各地质时期气候环境变迁图	110
图 4-13	丽江盆地第四系地层孢粉图式	111
图 4-14	鹤庆钻孔主要孢粉种属含量变化	111
图 4-15	洱海全新世沉积岩芯孢粉与硅藻特征	112
图 4-16	古新世云南湖泊水系分布示意图	113
图 4-17	始新世早—中期云南湖泊水系分布图	114
图 4-18	始新世晚期云南湖泊水系分布示意图	115
图 4-19	中上新世云南湖泊水系分布图	116
图 4-20	纵向岭谷区北部水系遥感影像图	117
图 5-1	亚洲季风系统组成示意图	124
图 5-2	亚洲季风系统对纵向岭谷北部三江并流区气候影响范围示意图	126
图 5-3	过去 0.4 Ma 间东亚冬季风、夏季风、全球冰量和西南季风的谱分析图	127
图 5-4	现代东亚季风环流系统模型及影响古季风变化的潜在因素	129
图 5-5	过去 0.15 Ma 间赤道、北纬 30° 7 月太阳辐射变化及二者之间的差值 ...	129

图 5-6	热带海洋纬向环流示意图	133
图 5-7	ENSO 事件与南亚夏季风的强弱	134
图 5-8	东亚和南亚现代低空基本气流	135
图 5-9	青藏高原隆升过程示意图	137
图 5-10	0.13Ma 以来黄土中的季风变化记录与西南季风记录之对比	139
图 5-11	晚中新世以来印度洋记录的西南季风演化	140
图 5-12	北印度洋西南季风形成示意图	141
图 5-13	早更新世早期大气环流与泥石流分布图	143
图 5-14	中更新世大气环流与泥石流分布示意图	145
图 5-15	晚更新世大气环流与泥石流分布示意图	146
图 5-16	纵向岭谷区北部地形横剖面与降水	150
图 6-1	西藏高原东部—中南半岛北部大地构造分区略图	154
图 6-2	喜马拉雅弧形构造同印度洋构造格式的关系图示	155
图 6-3	三江并流区显著断裂体系示意图	156
图 6-4	西南及中南半岛地区大地构造分区图	156
图 6-5	白马雪山垂直自然带谱示意图	162
图 6-6	云南不同山区-河谷气温年较差与海拔高度的关系	163
图 6-7	横断山区气候示例图	164
图 6-8	高黎贡山东坡南段主要气候类型/带分布图示	165
图 6-9	玉龙雪山垂直自然带谱示意图	166
图 7-1	纵向岭谷区北部干热河谷分布图	172
图 7-2	我国东部山地与干热河谷地区年均气温和年降水量随高度的变化	177
图 7-3	干热河谷形成因素及其相互关系图示	178
图 7-4	三江并流区沿河雨量随纬度及高度的变化	182
图 7-5	云南山区年降水量与海拔高度的关系	183
图 7-6	云南山区干季降水量与海拔高度的关系	184
图 7-7	云南山区雨季降水量与海拔高度的关系	185
图 7-8	干热河谷植被逆向演替示意图	186
表 2-1	纵向岭谷北部区晚新生代地层序列与年代表	20
表 2-2	纵向岭谷北部区全新世地层序列与年代表	21
表 3-1	怒江没别至贡山段河谷平面特征	37
表 3-2	潞江盆地道街第四系划分表	50
表 3-3	三江并流区及邻区部分夷平面现今海拔高度	54
表 3-4	红土风化壳分布海拔高度与现代气候	58
表 3-5	金沙江日免—绒顶附近河流阶地简况表	61
表 3-6	金沙江奔子栏—土照壁段河流阶地简况表	62
表 3-7	金沙江拖顶—塔城段河流阶地简况表	63

表 3-8	金沙江各段河谷阶地的特征与时代简表	64
表 3-9	怒江道街盆地阶地特征与时代简表	66
表 3-10	怒江一级支流平均坡降值与阶地变形关系	67
表 3-11	怒江道街盆地河流阶地发育简况表	67
表 4-1	青藏高原在新构造时期上升阶段的划分	92
表 4-2	三江并流区新构造时期上升阶段的划分	96
表 4-3	纵向岭谷北部三江并流区主要环境变化预测评估	122
表 4-4	纵向岭谷北部三江并流区未来环境变化对生态、社会和经济的影响	123
表 5-1	青藏高原与东亚大气环流发展阶段	147
表 7-1	干热河谷类型的划分	171
表 7-2	干热河谷亚类型的划分	171
表 7-3	纵向岭谷区北部各类干热河谷的长度、面积与垂直幅度	173
表 7-4	纵向岭谷区北部各河流的干热河谷分类统计表	173
表 7-5	干热河谷与我国东部地区植被分布海拔上限比较	176
表 7-6	纵向岭谷区北部自西向东河谷景观的变化	184

Contents of Figures and Tables

Fig. 1-1	Structure plot of modern geomorphologic systems	4
Fig. 1-2	Sketch map of distribution of mountains and valleys in the Longitudinal Range-Gorge Region, Southwestern China	6
Fig. 1-3	Diagram of geographical location of the studied area	13
Fig. 1-4	Remote sense image of the studied area	15
Fig. 2-1	Sketch map of geological situation in the studied area	18
Fig. 2-2	Geotectonic framework in the area of Three Parallel Rivers	22
Fig. 2-3	Sketch of structures in the area of Three Parallel Rivers	25
Fig. 2-4	A plot of water systems and faults distribution at lower reaches of Jinshajiang River	29
Fig. 3-1	Sketch map of tight-bind tectonic knots in the area of Three Parallel Rivers	31
Fig. 3-2	Sketch map of local ranges, water systems and incised depth in the area of Three Parallel Rivers	32
Fig. 3-3	Profile figures along the latitudes in the area of Three Parallel Rivers	34
Fig. 3-4	Integrated profile figures of incised depth and layer relief in the middle and southern part of the area of Three Parallel Rivers	35
Fig. 3-5	Sketch map of tectonic geomorphologic profiles in the area of Three Parallel Rivers	36
Fig. 3-6	Distribution of local geomorphology in the middle and southern part of the area of Three Parallel Rivers	38
Fig. 3-7	Topographical plot nearby the Lijiang-Ninglang region	38
Fig. 3-8	Distribution map of landslip, landslide, debris flow intensities and its types in the area of Three Parallel Rivers	40
Fig. 3-9	Distribution map of water systems in the northern Longitudinal Range-Gorge Region	42
Fig. 3-10	A diagram of geological structures nearby the Hutiao Gorge	45
Fig. 3-11	Geomorphologic formation sketch of Bingzhongluo broad gorge in Nujiang Basin	49
Fig. 3-12	Altitude and dislocation amplitude of the planation surfaces on both sides of Red River Fault	55
Fig. 3-13	Plot of broken terraces disorganization of planation surfaces in Yongsheng Region	56

Fig. 3-14	Variation of planation surface altitudes from north to south in the northern Longitudinal Range-Gorge Region	56
Fig. 3-15	Distribution map of planation surface altitudes in the Longitudinal Range-Gorge Region	57
Fig. 3-16	Profile plot of geology and geomorphology along Maanqiao-Laocunzi-Shangbatang	58
Fig. 3-17	Profile plot of geology and geomorphology between Yanmaidi—Maanqiao ...	59
Fig. 3-18	Distribution map of layer geomorphologic surfaces and structures nearby Dongchuan	60
Fig. 3-19	Phase plot of valley terraces in Shigu—Lagu reaches, Jinshajiang River	65
Fig. 3-20	Integrated profile map of Daju reaches in Jinshajiang River	65
Fig. 3-21	Integrated profile map of river terraces of Qiaojia reaches in Jinshajiang River	66
Fig. 3-22	Integrated profile map of terraces of Daojie Basin in Nujiang River	66
Fig. 3-23	Phase plot of valley terraces in Daojie Basin, Nujiang River	67
Fig. 3-24	Integrated profile map of river terraces nearby Damanjiu, Lancangjiang River ...	68
Fig. 3-25	Phase plot of terraces in middle reaches of Lancangjiang River	69
Fig. 3-26	Sketch map of latitudinal uplift belt——watershed distribution in the Longitudinal Range-Gorge Region	76
Fig. 3-27	Impacting of Shuanglong Mt. on water systems development	77
Fig. 3-28	Sketch map of water systems nearby Shigu in Jinshajiang River	77
Fig. 3-29	A map of modern water systems nearby Shigu	78
Fig. 3-30	Profile sketch along SW—NE of tectonic knots in east Himalayas	82
Fig. 3-31	Sketch map of crust shorten mechanism of tectonic knots in east Himalayas in Cenozoic	82
Fig. 3-32	Distribution map of fault scarps nearby Lijiang River	83
Fig. 3-33	Sketch map of geomorphologic evolution in northern Longitudinal Range-Gorge Region	86
Fig. 3-34	Profile map of Cenozoic fold-thrust nappe belt structures of Midushuitiam-Lancangjiang River	89
Fig. 3-35	Profile map of Pliocene series of Layeka village in Shangri-La	89
Fig. 3-36	Sketch map of orogenic tectonics in the Longitudinal Range-Gorge Region	90
Fig. 4-1	Sketch map of uplift phases of Plateau, evolution of Chinese monsoon and formation of three geomorphologic terraces	95
Fig. 4-2	Contrast plot of strata in early days of late Cenozoic in Yunnan Province	98
Fig. 4-3	Contrast plot of Miocene—Pliocene strata in Yunnan Province	99
Fig. 4-4	Contrast plot of Paleocene—early Eocene strata in Yunnan Province	100

Fig. 4-5	Map of Eocene—Oligocene sediment basins in Yunnan Province	101
Fig. 4-6	Map of Miocene sediment basins in Yunnan Province	102
Fig. 4-7	Map of Pliocene sediment basins in Yunnan Province	103
Fig. 4-8	Columnar section of Pliocene and lower Pleistocene series lithology contrasting in the Longitudinal Range-Gorge and neighboring region	105
Fig. 4-9	Topographic profile map of the area of Three Parallel Rivers	105
Fig. 4-10	Sketch map of Chinese geomorphologic terraces	106
Fig. 4-11	Map of lithology paleogeography of Paleocene in Tertiary in Yunnan Province	108
Fig. 4-12	Diagram of Chinese climatic and environmental evolution in geological age since Cenozoic	110
Fig. 4-13	Pollen chart of Quaternary strata in Lijiang Basin	111
Fig. 4-14	Plot of percent variation of pollen categories and genera in Keqing Drilling Core	111
Fig. 4-15	Pollen and diatom characters of Holocene sediment in Erhai Lake	112
Fig. 4-16	Map of Paleocene lake water systems in Yunnan Province	113
Fig. 4-17	Map of early and middle Eocene lake water systems in Yunnan Province	114
Fig. 4-18	Map of late Eocene lake water systems in Yunnan Province	115
Fig. 4-19	Map of Miocene and Pliocene lake water systems in Yunnan Province	116
Fig. 4-20	Remote sense image of water systems in northern Longitudinal Range-Gorge Region	117
Fig. 5-1	Sketch map of Asian monsoon systems composition	124
Fig. 5-2	Sketch of effect scope of Asian monsoon systems on the northern Longitudinal Range-Gorge Region	126
Fig. 5-3	Spectral analysis chart of eastern Asian winter monsoon, summer monsoon, global ice volume and southwestern monsoon in the past 0.4 Ma	127
Fig. 5-4	Model of modern eastern Asian monsoon cycle system and potential factors to effect the variation of paleo-monsoon	129
Fig. 5-5	Solar radiation variation and difference between the zone equator and 30°N in July in the past 0.15 Ma	129
Fig. 5-6	Sketch of oceanic latitudinal cycle in tropical zone	133
Fig. 5-7	ENSO events and Southern Asian Monsoon intensity	134
Fig. 5-8	Low level basic air current in Eastern and Southern Asia	135
Fig. 5-9	Sketch map of uplift process of Tibetan Plateau	137
Fig. 5-10	Comparing the monsoon variation records in loess to southwestern monsoon records since 0.13MaBP	139
Fig. 5-11	Southwestern monsoon evolution recorded by Indian Ocean deposition since	

	late Miocene	140
Fig. 5-12	Sketch map of southwestern monsoon formation in Northern Indian Ocean	141
Fig. 5-13	Distribution map of atmospheric cycles and debris flow in early days of early Pleistocene	143
Fig. 5-14	Distribution map of atmospheric cycles and debris flow in middle Pleistocene	145
Fig. 5-15	Distribution map of atmospheric cycles and debris flow in late Pleistocene	146
Fig. 5-16	Cross profile and precipitation in northern Longitudinal Range-Gorge Region	150
Fig. 6-1	Outline of geotectonic subareas in eastern Tibetan Plateau—northern Middle Southern Peninsula	154
Fig. 6-2	Plot of relationship between Himalayas arc structures and Indian Ocean structure formats	155
Fig. 6-3	Sketch map of obvious and important fault system in the area of Three Parallel Rivers	156
Fig. 6-4	Outline of geotectonic subareas in southwestern China — Middle Southern Peninsula	156
Fig. 6-5	Sketch map of vertical natural zone spectral of Baima Snow mountain	162
Fig. 6-6	Relationship between yearly temperature difference of mountainous areas and valleys and altitudes	163
Fig. 6-7	Demonstration map of climate in northern Longitudinal Range-Gorge Region	164
Fig. 6-8	Distribution map of main climate types/belts at southern part of eastern rim of Gaoligong Mt.	165
Fig. 6-9	Vertical natural zone spectral of Yulong Snow Mt.	166
Fig. 7-1	Distribution map of dry-hot valley in northern Longitudinal Range-Gorge Region	172
Fig. 7-2	Chart of variation of yearly mean temperature and precipitation along the height in mountains in eastern China and dry-hot valley	177
Fig. 7-3	Plot of dry-hot valleys formation and their inter-relationships	178
Fig. 7-4	Variation of riparian precipitation along the latitudes and altitudes in the area of Three Parallel Rivers	182
Fig. 7-5	Relationship between mountainous precipitation and altitude in Yunnan Province	183
Fig. 7-6	Relationship between mountainous precipitation in dry seasons and altitude in Yunnan Province	184

Fig. 7-7	Relationship between mountainous precipitation in rainy seasons and altitude in Yunnan Province	185
Fig. 7-8	Sketch map of converse succession of vegetation in dry-hot valleys	186
Table 2-1	Strata and chronological table since late Cenozoic in northern Longitudinal Range-Gorge Region	20
Table 2-2	Strata and chronological table since Holocene in northern Longitudinal Range-Gorge Region	21
Table 3-1	Plane characters of valley from Meibie to Gongshan Reaches in Nujiang River	37
Table 3-2	Definition of Daojie Quarternary system in Lujiang Basin	50
Table 3-3	Present altitudes of several planation surfaces in the area of Three Parallel Rivers	54
Table 3-4	Distribution altitudes of crust of weathering of laterite and present climate	58
Table 3-5	River terraces nearby Rimian—Rongding reaches in Jinshajiang River	61
Table 3-6	River terraces nearby Benzilan—Tuzhaobi reaches in Jinshajiang River	62
Table 3-7	River terraces nearby Tuoding—Tacheng reaches in Jinshajiang River	63
Table 3-8	Characters and chronological table of valley terraces of all reaches in Jinshajiang River	64
Table 3-9	Characters and chronological table of terraces of Daojie Basin in Nujiang River	66
Table 3-10	Relationship between the mean value of slope and distortion of terraces in first grade rivers of Nujiang River	67
Table 3-11	A simple table of river terraces development in Daojie basin, Nujiang River	67
Table 4-1	Phase definition of neotectonic uplift of Tibetan Plateau	92
Table 4-2	Phase definition of neotectonic uplift in the area of Three Parallel Rivers	96
Table 4-3	Evaluation of main environment variation forecast in northern Longitudinal Range-Gorge Region	122
Table 4-4	Impact of environment variation on ecology, society and economy in northern Longitudinal Range-Gorge Region in future	123
Table 5-1	Tibetan Plateau and development phases of eastern Asian atmospheric cycles	147
Table 7-1	Definitions of dry-hot valley types	171
Table 7-2	Definition of sub-types of dry-hot valleys	171
Table 7-3	Length, area and vertical amplitude of all kinds of dry-hot valley in northern Longitudinal Range-Gorge Region	173

Table 7-4	Statistic table of definitions of all rivers in northern Longitudinal Range-Gorge Region	173
Table 7-5	Comparing dry-hot valley to altitude upper limit of vegetation distribution in eastern region of China	176
Table 7-6	Landscape variation from west to east in northern Longitudinal Range-Gorge Region	184

三江并流区地貌与环境演化效应研究进展及意义

一、对地貌与环境演化研究的认知

20世纪80年代以来，地球系统科学的概念开始得到广泛认同。地球系统科学就是要通过探明地球系统各部分及其相互作用的演变，以及在不同时间尺度范围内将会怎样演化等，获得对整个地球系统的规律性认知。这就要求在传统地球科学各分支学科细致深入研究的基础上，超越传统的学科界限，以便更深入地探索那些使地球产生演变的大气、海洋、冰川、固体地球与生物系统之间的相互作用，以及具有完全不同尺度的过程的相互作用（陈洋勤等译，1992）。

地貌是地球系统中最基本、最重要的因素。地球表面起伏的地形（地貌），与水、土、植被及浅层物质，构成地表一定深度内连续分布的地貌圈。它介于大气圈、水圈与岩石圈之间，是它们的接触面及其共同作用之层圈。因此，地貌圈的性质与形态，一方面受构造（岩石圈性质、地动力学特征）和大气（日照、降水与风等外动力）的制约，另一方面又对构造和气候施加反馈，其作用与反作用都包含着不断进行的物质和能量交换。从地貌圈这一开放系统的复杂性与丰富内容，人们便可以理解，地貌学是一门内涵精深而外延广泛的学科：在外层空间方面，它不仅涉及大气环流与气象气候，而且涉及依存其上的土壤、植被，乃至人类活动；而在内层空间方面，它则涉及地质构造和地球物理等方面。同时由于这些因素都存在地带和非地带的时空变化，因此，地貌学特别是全球地貌学、区域地貌学、构造地貌学与气候地貌学，都是区域性与综合性很强的学科。或者说，区域性与综合性是这些学科最鲜明的特性及其精华所在（陈志明，1993）。

J. Budel（1977）指出：“考虑到作为地球主要能量转化的地形场所，和它对全部生物以及人类未来的生存环境的作用，地貌圈及其发展历史具有巨大的实用意义。土壤和水源、河流与海洋、地貌类型和地理背景都是人类的无价之宝。地貌圈及其伴生的土壤与生物圈都是我们生存的唯一基础。为了改善我们的生存基础，以及了解它可能承受的开发潜力，深刻地探讨为我们造福的地理环境是非常有用的。它将有助于解救我们的知识饥饿，并教会我们怎样去合理利用自然。”地貌作为地球表面的一个圈层，它又是人类赖以生存的空间，国民社会活动的基础。各种地貌景观及其物质组成，不但是内外动力共同作用的结果，而且在它们对内、外层空间的反作用中，还制约地表光、热、水、土、气的再分配，从而影响各种生物和农作物生长，乃至人类的社会活动。因此，从中国的远古神话到西方圣经的传说，地表形态形成与发展一直是人类关注的基础知识。近

人对《山海经》进行的系统研究表明, 中国在 4200 年前, 曾组织实施过一次大规模的地理考察和测量绘图工作, 虽然当时所绘地图《山海图》早已失传, 但当时的地理考察报告《五藏山经》却流传至今, 记述了 26 条山脉、500 余座山峰, 彼此存在着良好的分布与衔接关系。中国西周 (公元前 8 世纪) 时的《诗经》、战国时的《尚书·禹贡》(公元前 3~4 世纪) 就已有关于地貌类型、山川大势、土壤类型的记载。北魏郦道元 (6 世纪) 所著的《水经注》、北宋沈括 (1032~1096) 的《梦溪笔谈》、明代徐霞客 (1586~1641) 的《徐霞客游记》, 不仅详细描述了中国的主要江河的地形特征, 而且对侵蚀地貌、堆积地貌、喀斯特地貌的成因及相关关系都有了深入的分析。明初孙兰 (1638~1705) 的《柳庭舆地偶说》更是深刻地认识到地貌的变化受到外力 (人力、自然力) 和内力的作用影响, 且这些作用因时而变、因人而变、因变而变。在国外, 古罗马时期由于引水灌溉的需要, 对河流地貌和地震引起地貌变化进行了分析。

地貌学 (geomorphology) 一词的首次出现 (Naumann, 1858) 距今已近 150 年的历史。近代地貌学的诞生和发展是与地质学的发展分不开的。17 世纪开始, 西方伴随着工业革命和地理大发现的进行, 地质学得到了大发展。文艺复兴后西方学者通过野外旅行观察和化石研究了地表剥蚀问题。A. G. Werner 通过研究沉积岩提出水成论, 但很快遭到以 James Hutton (1726~1797) 及 John Playfair (1748~1819) 为代表的火成论的反对。他们研究了地球的自然历史、地球系统理论及其证据, 提出了地质旋回的概念。在俄国, 1763 年, M. B. 罗蒙诺索夫提出了地貌的发展是内营力与外营力相互作用结果的思想。科学地质学的创始人 Charles Lyell 在自己的地质学原理中提出了现实论, 即地表缓慢而不断变化的理论。19 世纪后半叶, James Hall 的灾变论, James Geikie 的大冰期理论为地貌学的出现提供了丰富的土壤。美国地质调查局 (USGS) 的成立 (1879) 及美国对西部开发的的活动, 为地貌学的发育成长奠定了基础。G. K. Gilbert (1842~1912) 发表的亨利山地质报告, 提出均衡发育的思想, 对地貌学影响深远, 标志着近代地貌学理论的开始 (莫仲达, 1988)。19 世纪末, 李希霍芬、彭克等人的综合性巨著纷纷问世, 他们把地表结构和地貌成因的认识系统化, 并进行了地貌分类的尝试。地貌学分化为独立的学科是与美国学者 W. M. 戴维斯和德国学者 W. 彭克密切相关的。戴维斯发表的《河流发育循环》(1889)、《地貌循环》(1899) 提出了“侵蚀轮回”、“地形是构造、营力和时间的函数”等理论, 成为了近代地貌学的理论核心。彭克的《地形分析》试图用数学方法分析坡面演化, 进而解释地壳运动。20 世纪 30 年代, 美国、西欧及原苏联出现了一系列地貌学的综合性专著 (Embleton, 1978; Hart, 1986)。

二战后地貌学的发展进入现代阶段。著名美国水文和地貌学家霍顿 (Horton, 1932, 1945) 则从地形形态和水文过程, 将坡面发育和河流地貌研究推入了崭新阶段 (Abrahams, Parson, 1994; Allison, 1996)。1948 年, K. K. 马尔科夫提出了地貌水准面的概念。Strahler (1950) 应用系统方法从二维空间和三维空间 (流域) 对斜坡进行分析。1935 年 L. C. King 发表了《地形景观演化的基本原则》, 提出了地貌的夷平大多数情况下是按斜坡后退的方式进行, 结果形成了倾斜的夷平面——山足剥蚀面和山足剥蚀平原。20 世纪 50 年代末至 60 年代中的地貌学革命涌现了不少的地貌研究成果,

人们通过实地观测和模拟实验,掌握了大量的数据和统计分析资料,从而对地形发育提出了许多新设想。这一时期的特点是:大量引进相邻动力学的先进理论和技术,采用新的研究方法和手段(如物理探测、遥感、年代测定、微体古生物及孢子花粉分析等),定位实验站及室内模拟实验的迅速发展等。近年来,中国地貌学的发展趋势与主要特点是:以系统论为基础的地貌理论体系日臻完善;与相邻学科交叉、渗透、融合,在微观和宏观上不断开拓;新技术的使用使地貌学定量研究跨上新的台阶;现代测年及示踪技术的广泛应用,使我国地貌学家在定量确定历史过程的速率方面取得了新的进展;以GIS为平台的地貌学的定量化研究日趋成熟,“3S”技术在地貌学研究中日益普及,有力地推动了中国地貌学的定量化进程;实验地貌学与地貌过程研究不断深入;十分重视应用研究(许炯心,张青松,李炳元等,1999)。

国内外现代地貌学的发展趋向于四个方向:应用或工程地貌学,尤其是环境地貌学的飞速发展;注意与相邻学科,包括方法论科学的交叉与结合,更深入的反映地貌学的边缘学科的特点;理论上的整合与动力过程研究的加强;现代地貌学的发展将深入研究地貌演变与全球气候环境变化、区域经济可持续发展以及地球陆地系统的关系(胡世雄,王珂,2000)。地貌学革命和应用价值的实现,使地貌学日益向纵深发展,逐步形成了四个系统:①地貌发生系统:包括构造地貌学、气候地貌学、动力地貌学、人为地貌学等。②地貌(营力)过程系统:包括流水地貌学、冰川地貌学、河口与海岸地貌学、海洋地貌学、湖泊地貌学、泥石流与重力地貌学、风沙地貌学、岩石地貌学、喀斯特地貌学、历史地貌学等。③地貌应用(综合)系统:包括区域地貌学、环境地貌学、城市地貌学、工程地貌学、旅游地貌学等。④地貌技术系统:包括数量地貌学、实验地貌学、地貌制图学、地貌年代学等(图1-1)。尤其是近年来人类生存环境的恶化,全球变化研究计划的实施,应用与环境地貌日益受到重视,地貌演变与环境演化过程预测与管理等的研究日益深入。

晚新生代期间,现今全球构造地貌格局的确立与全球冰川作用的发育及气候变化之间的因果关系,是近年来地球各圈层相互作用研究的一个热点。关于全球环境变化的主要原因,目前分别从地、气、水等各圈层的相对变化出发,提出有高原及山脉隆升,洋流格局调整,温室气体浓度变化等解释。特提斯洋的快速消亡与青藏高原的崛起是晚新生代以来最重要的全球构造事件;古洋的碰撞消亡形成的绵延地中海—东南亚地区行星规模的山系及青藏高原等,则是全球最显著的构造地貌变迁。上述的变迁导致了欧亚和非洲地区的气候大陆性明显增强,海陆热力差异的增强和随后青藏高原及东非裂谷的抬升,促使了亚洲和非洲季风的形成(卢苗安,马宗晋,2003)。Ruddiman等(1989)提出“新生代构造隆升导致气候恶化”的假说,认为北半球青藏高原与南半球 Altiplano 和东科迪勒拉山系的隆升,对大洋和海洋环流具有大规模的影响,并通过风化和侵蚀等作用使大气中的CO₂浓度降低,从而造成全球变冷;而且还认为,在构造隆升驱动全球变冷的过程中,青藏高原隆升可能是最主要的驱动源(Ruddiman, Kutzbach, 1989)。自印巴次大陆与欧亚大陆碰撞以来,青藏高原的隆升是多阶段、非均匀的不等速过程。青藏地区在新生代期间大致经历了三期地面抬升和两度夷平。在3.6Ma BP时期形成的范围辽阔的夷平面,地势起伏和缓,海拔约1000m左右,具有亚热带山地森

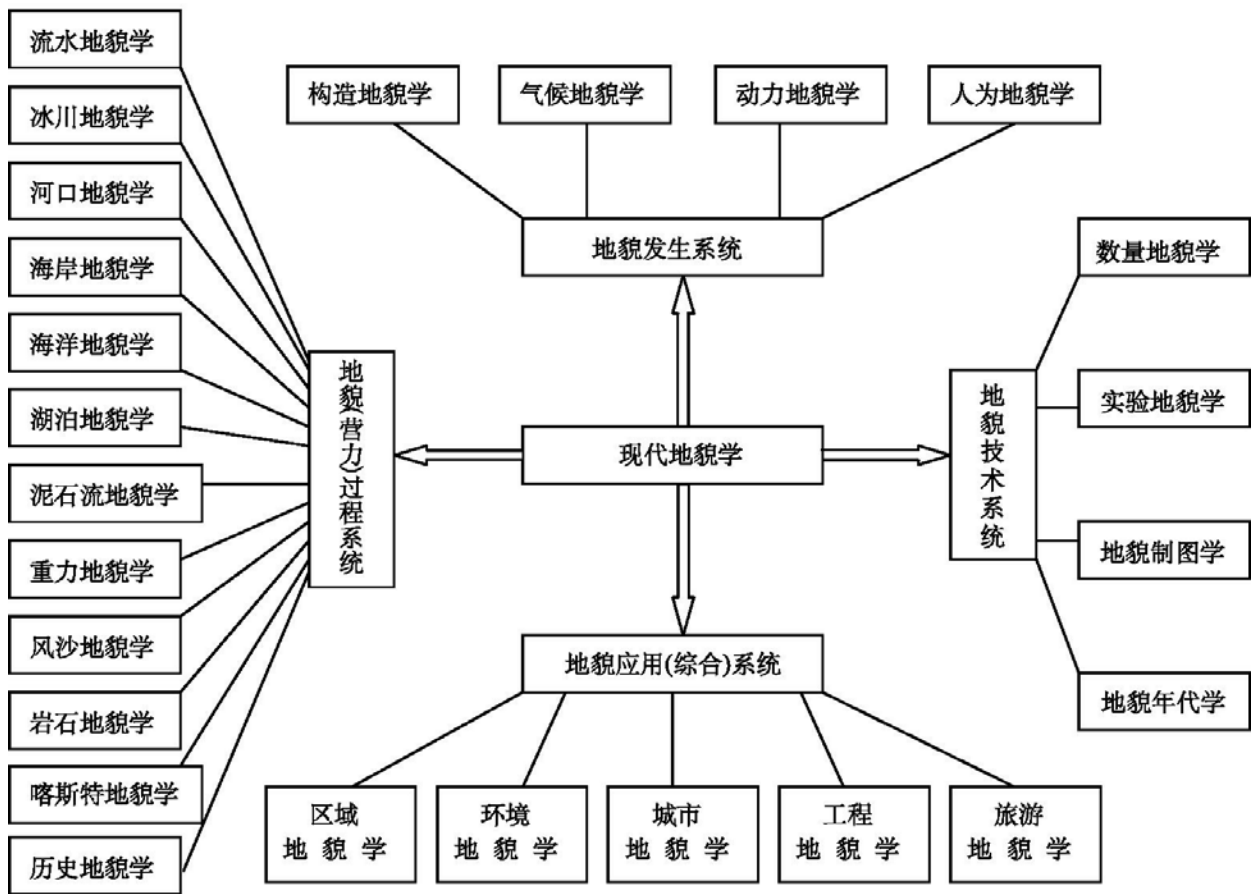


图 1-1 现代地貌学系统结构

Fig. 1-1 Structure plot of modern geomorphologic systems

林或森林草原景观。在上新世末和早更新世的转折时期，即 3.6 Ma BP 以来，青藏地区开始整体强烈隆升，主夷平面瓦解，大型断陷盆地形成的构造运动，累计上升约 3500 m，并导致高原季风形成和增强。在 0.6 Ma BP 左右，高原面上升至海拔 3000~3500 m，山地高度达 4000 m 以上，引起高原气候的突变。它以高原冬季风加强、夏季风减弱为主要标志。这次抬升的降温与中更新世突变的全球性轨道转型相耦合，高原全面进入冰冻圈，出现最大规模的冰川作用，但未形成高原统一的大冰盖。因气候寒旱化，内流水系流域面积扩大，一些大湖退缩、分离，湖水蒸发，导致大量盐类沉积成矿，昆仑山北坡广泛堆积风成黄土。在 0.15 Ma BP 时期的前期，青藏高原存在一次剧烈但不均匀的构造运动。末次冰期全盛时，温度波动是 0.15 Ma BP 以来最剧烈的，冰川面积达 35 万 km²，高原大部分为荒漠所覆盖，森林向东缘、南缘退却。冰芯、湖芯和黄土剖面记录等揭示了青藏高原在全球变化中有明显的区域性和特殊性，其表现为：波动变幅大，暖期特暖，进入冰期迅速，冰后期的变暖较缓慢。青藏高原的隆起既保留了若干古老的生物种类，又产生许多新的动植物种属，横断山区成为植物科属分化和分布的中心之一。按垂直自然带谱的基带、类型组合、优势垂直带以及温度、水分条件等特点，将青藏高原山系的垂直自然带划分为大陆性与季风性两类性质迥异的带谱系统和 9 种不同的结构类型组。高原垂直自然带结构类型的分布模式显示出与高原热源作用相

联系的大山体效应。受高原地势格局和大气环流的制约,形成了由东南温暖湿润向西北寒冷干旱的变化,表现为山地森林-高山草甸、高山/山地草原—高山/山地荒漠的带状更迭。根据高原地表自然界地域分异特点,将青藏高原划分为10个各具特色的自然地带,分属高原温带和高原亚寒带,揭示了水汽通道、干热河谷、高寒灌丛草甸地带以及高寒干旱核心等引人瞩目的地生态现象和区域(郑度等,2003)。

因此,地貌既是自然地理环境中的最主要的要素之一,同时地貌又通过其历史演变、表面形态(包括坡形、坡度、坡向等)、空间展布(如海拔高度、体型大小、山脉走向等)以及不同的地貌组合,影响着地球表面的自然环境的形成演化、空间分布格局与特征,甚至通过地貌演变过程、地貌类型、地貌形态等决定着自然资源的种类、分布、特征及其合理利用的方式等。地貌与环境演化及其应用研究,也是现代地貌研究的热点和焦点问题。连续几年由中国地理学会地貌与第四纪专业委员会组织召开学术研讨会,所出版的论文集(1993年《地貌与第四纪研究进展》、1993年《地貌过程与环境》、1995年《地貌·环境·发展》、1999年《地貌·环境·发展(嶂石岩会议论文集)》等)似乎也可作为一个较为有力的佐证。

二、西南纵向岭谷区的界定及概貌

纵向岭谷区(longitudinal rang-gorge region, LRGR)是指位于我国西南,与青藏高原隆升直接相关联的横断山及毗邻的南北走向山系河谷区。该区是反映地球演化重大事件的关键区域,以其沿南北走向发育、东西向分布的巨大山系和深切河谷格局,构成了全球独特的高山峡谷景观,河流及河谷成为亚洲大陆生物物种南来北往的主要通道和避难所,而高山也成为生物东西交流的阻隔。该区拥有北半球的绝大多数生物群落类型和除沙漠与海洋外的各类生态系统,是全球生物多样性最丰富的地区之一和世界级的基因库,是我国生物多样性保护的关键地区;受到国内外地学界和生物学界等广泛关注,对研究地表复杂环境系统和生命系统的演变规律,在全球具有不可替代性;是进行山地生态学、资源生物学、生态水文学和生态系统管理科学等研究难得的场地(何大明,吴绍洪,彭华等,2005)

实际上,所谓的西南纵向岭谷地貌是指横断山脉地区地貌,即近南北走向的山地、河谷分布在青藏高原的东南部的区域地貌,亦即藏东川西滇西北滇西一带,经历漫长地质历史而形成的一系列近似平行的高山深谷。西南纵向岭谷地貌的中北段属于青藏高原东部和东南部,具有两山夹一谷、两谷衬一山的地貌景观。

在此区域范围内大致有六大山系和六大河流,自西向东排列为:伯舒拉岭—高黎贡山,怒江—萨尔温江;他念他翁山—怒山;澜沧江—湄公河;宁静山—云岭—无量山—哀牢山;金沙江—把边江(黑水河)—元江(红河);沙鲁里山;雅砻江;大雪山—贡嘎山(大雪山);大渡河;岷山—邛崃山—大凉山;岷江等(图1-2)。一般来说,横断山中段,大约在北纬 $28^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间,相对地势最大,北段高原面保留较多,河谷下切较浅,南段则山脊平均高度明显下降,河谷较宽,其他地理景观也呈相应的变化。

以下概述与本文纵向岭谷北部三江并流区相关的纵向山岭、纵向河谷。

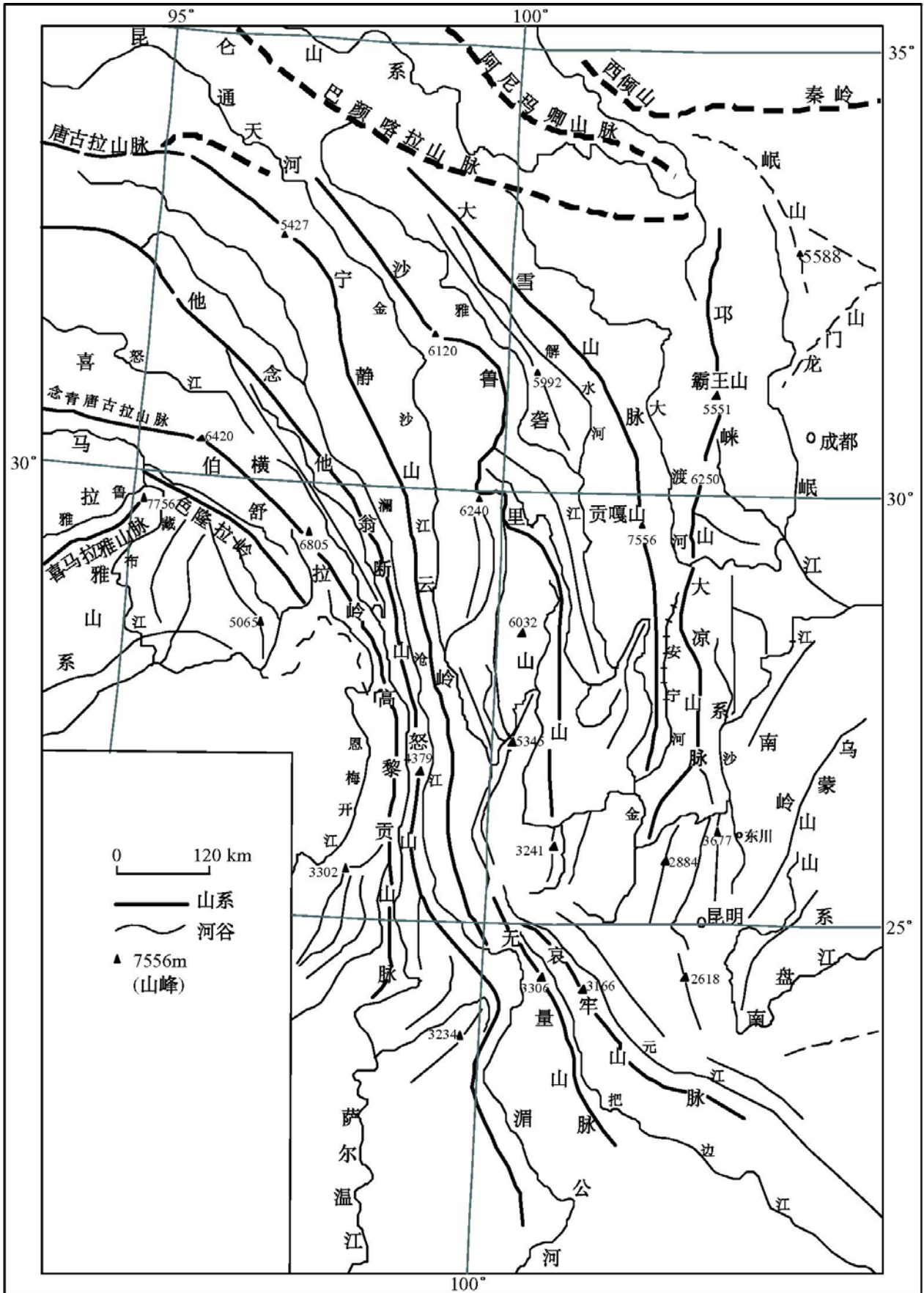


图 1-2 西南纵向岭谷山系和河谷分布示意图

Fig. 1-2 Sketch map of distribution of mountains and valleys in the Longitudinal Range-Gorge Region, Southwestern China

1. 伯舒拉岭—高黎贡山

伯舒拉岭西接念青唐古拉山，走向西北—东南。进入云南后称高黎贡山，走向南北，是帕龙藏布江（北部）—恩梅开江（南部）与怒江的分水岭。伯舒拉岭山脊大多陡峻，主要山峰的海拔高度均在 5000m 以上，在八宿以南有一群海拔 6000m 左右的高峰，有现代冰川发育。高黎贡山山势比伯舒拉岭明显降低，山体北高南低，最高峰为嘎娃嘎普峰，海拔 5128m。该山北段平均海拔 4000m 左右；中段平均海拔约 3000m 左右，为中缅界山；南段山体分为两支，东支仍叫高黎贡山，南北走向，平均海拔约 2000m，西支东北—西南走向，沿中缅边界延伸，改称作尖高山，平均海拔 2200m 左右。高黎贡山东坡陡，高差大，与怒江相对高差达 2000m 以上，西坡相对平缓，相对高差约 1500m 左右。在南段西坡的腾冲，发育有我国著名的第四纪火山群。

2. 怒江

怒江源于西藏唐古拉山的巴斯克我山，藏名拉曲卡。在洛隆加玉桥附近由东西向转为北北西—南南东向，近于南北向流进西南纵向岭谷区，过加玉桥后称作怒江，在察隅县拉康寺附近进入云南，出云南境后称作萨尔温江。进入云南后的怒江沿南北向深大断裂发育，河谷深切，高差一般在 2000m 以上，河床深深嵌入谷地，一般宽仅 80~200m，最窄处仅 40~50 m。河谷中阶地不发育，仅断续见于河谷稍宽处及下游的潞江坝等地。沿江支流短小。

3. 他念他翁山—怒山

他念他翁山西接唐古拉山，入滇以后称作怒山，又称作碧罗雪山。该山还延伸纵贯马来半岛，是西南纵向岭谷中最长的一支，是怒江和澜沧江的分水岭。他念他翁山海拔高度多在 5000m 以上，在昌都北部，该山脉与高原面的相对高度较小。云南境内的怒山地势北高南低，北段平均海拔在 4500~5000m，有 10 余座海拔在 6000m 以上的雪峰，发育有现代冰川。梅里雪山主峰卡格博峰海拔 6740m，为云南省最高点。中段在北纬 26°10′~28°00′之间，即狭义的碧罗雪山，平均海拔在 3000m 以上，最高峰查布朵嘎峰海拔 4820m。在分水岭两侧发育有众多冰蚀湖泊。南段山峰平均海拔低于 3000m，进入云南临沧、思茅后称为怒山余脉，主要有老别山和邦马山等。

4. 澜沧江

澜沧江上游有两支，源自唐古拉山的岗果日山，两源于昌都汇合后始称澜沧江。由德钦县布衣入滇，在西双版纳出境后称作湄公河。自昌都开始，澜沧江基本上为南北流向，河流深切，峡谷遍布。在昌都以下 80km 以内宽谷与峡谷交替出现，宽谷中有许多级阶地发育，峡谷中跌水较多。自卡贡（察雅西南）以南，峡谷为典型的“V”形谷，甚至是嶂谷。入云南境后，河流下切作用增强，河床与水面变窄，最窄处两岸仅隔 20~25m；过维西县后河床渐宽，在永平以后流向由南北向转为西北—东南向，江面渐开，在西双版纳景洪、橄榄坝有阶地发育。