

“973” 计划项目 (2003CB415100)
纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全(一)

纵向岭谷区 特殊环境格局与生态效应

吴绍洪 张一平 等◎著



科学出版社
www.sciencep.com

X321.2
W862

“973”计划项目(2003CB415100)

纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全(一)

纵向岭谷区特殊环境格局 与生态效应

吴绍洪 张一平等 著

X321.2
W862

科学出版社

北京

内 容 简 介

纵向岭谷特殊环境对该区大气环流以及水分、热量分布产生了重大的影响,其“地-气-水-生”系统的交互作用过程,产生了复杂的水-气循环过程和多尺度关联的“通道-阻隔”作用、扩散影响及生态效应,在生态系统的形成和演化中起主导作用。纵向岭谷区特殊环境的“通道-阻隔”作用及其关联效应是生态系统变化的主驱动力之一,也是纵向岭谷区生态建设、生态系统多样性保护、跨境生态安全研究的基础。

本书重点围绕纵向岭谷区特殊环境的“通道-阻隔”作用及其相关联的生态效应,综合研究了气候变化特征与大气环流、气候格局及其对跨境生态系统的影响、纵向岭谷区气候变化的生态效应、热带雨林林冠水文效应、纵向岭谷区形成演化及其特殊地貌格局、河川径流时空分异特征及其主控因子、环境要素与不同尺度生态系统模拟、特殊环境过程与“通道-阻隔”作用的生态效应。可供资源环境、生态学等领域的科研、教学和管理人员应用。

图书在版编目(CIP)数据

纵向岭谷区特殊环境格局与生态效应/吴绍洪等著. —北京:科学出版社,2010

(纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全)

ISBN 978-7-03-026718-4

I. 纵… II. 吴… III. 区域环境:生态环境-环境保护-研究-中国
IV. X321.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 019445 号

责任编辑:韩学哲 李晶晶/责任校对:宋玲玲

责任印制:钱玉芬/封面设计:无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 2 月第一次印刷 印张:29 1/4 插页:12

印数:1—1 000 字数:664 000

定价:118.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

总 序

纵向岭谷区(longitudinal range-gorge region, LRGR)是指纵贯我国西南与中南半岛、以南北走向为主的山系河谷区,其形成和演化极大地受到青藏高原隆升的影响,是反映地球演化重大事件的关键区域。这些山系与河谷,对地表自然物质和能量的输送均表现出明显的南北向通道作用和扩散效应、东西向阻隔作用和屏障效应,是我国西南与东南亚极为重要的生态廊道。从我国昌都以南到整个中南半岛的广大区域,这种特殊环境格局的规模及其所展现的“通道-阻隔”作用及其关联效应,在全球独一无二。

我国境内的纵向岭谷区,主要涉及云南省与西藏自治区,该区雄奇的纵向山系、大河,构成了全球独特的高山峡谷景观,成为亚洲大陆生物物种南来北往的主要通道和避难所,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,也是我国生物多样性保护的关键地区,对研究地表复杂环境系统和生命系统的演变规律具有不可替代性,受到国内外地学界、生物学界和民族文化界等关注。

纵向山系、河谷特殊环境格局的“通道-阻隔”作用,主导了区内多民族沿河谷展布、在山间盆地聚居的“大分散、小聚居”人居环境格局。区内自然资源种类丰富,但能形成开发规模的优势资源较少,主要有水能资源、水资源、矿产资源、旅游资源。水能资源开发条件好,但投资大、市场远,地方政府难以将其转化为经济优势;水资源量大质优,但地高水低,难以利用;旅游资源市场潜力优势突出,可大规模地开发,目前主要受交通条件制约;大型矿产资源的开采,则受到资金、技术和生态保护的制约;耕地资源稀缺,森林资源局部地区有优势但多属于保护区;气候类型多样但受有限的土地资源制约而难以形成经济优势资源。脆弱和多灾的环境,使该区社会经济的发展受到了严重制约。长期以来,该区一直作为森林、矿产、水电能源等资源输出基地支持国家的建设,过多的短效经济行为,一定程度上导致其环境破坏严重,生态系统退化加剧,自然灾害多发、频发,贫困普遍,保护与发展的矛盾突出。

由于地处元江—红河、澜沧江—湄公河、怒江—萨尔温江和伊洛瓦底江4条国际河流的上游,与缅甸、老挝、越南比邻,与泰国、柬埔寨和印度相近,区域生态系统的变化及跨境影响等问题极为敏感。

近十多年来,在国家的沿边开发开放、与东南亚区域合作和西部大开发等重大战略的实施过程中,随着“澜沧江—湄公河次区域经济合作”、“中国-东盟自由贸易区建设”的推进,该区的经济取得了快速、持久的发展,带动了区域的资源综合开发和大规模基础设施建设,也使该区的生态系统受到空前的扰动,区域及跨境生态安全问题日益凸显,影响广泛。

由于地处边疆、地域封闭、通行困难等原因,该区的综合研究基础一直都较为薄弱。20世纪80年代以来,横断山综合科学考察、青藏高原资源环境研究、澜沧江—湄

公河系列研究等相关研究计划的开展,使该区的基础研究取得了较大的进展。但是,有关纵向岭谷特殊环境格局与生态系统多样性的耦合关系、特殊环境格局中独特“通道-阻隔”作用与生态系统多样性变化的多尺度关联、区域生态系统变化的影响及跨境生态安全维护等科学问题,在区域层面上仍然是多学科交叉研究的空白,远不能满足国家的区域可持续发展、地缘政治经济合作和环境外交的科技需求。

2003~2008年,在国家“973”计划和云南省政府等的支持下,“纵向岭谷生态系统变化及西南跨境生态安全”项目研究团队,围绕“揭示纵向岭谷特殊环境过程及其‘通道-阻隔’作用规律—维护区域生态系统多样性、整体功能、持续利用和健康管理—保障区域及跨境生态安全”主线,有序地开展了科学考察、定位观测、实验测试和模型模拟等研究。

5年的多学科交叉研究,在纵向岭谷区“水-气”循环及其格局形成机制、纵向岭谷地形“通道-阻隔”作用的关键生态和水文效应、关键植物类群和特征指示植物的生理生态及其遗传分化特征与区域环境变化的关联和生物适应机制、大型动物生态行为与生态系统稳定性关联、昆虫跨境入侵和扩散机制、水电工程建设生态效应链、河流生态变化跨境影响及安全调控机制等方面,取得了创新成果。集成这些研究成果,初步构建了纵向岭谷区生态系统多样性变化和跨境生态安全理论框架。同时,结合跨境生态安全与国际区域合作的关联研究、关键国际河流生态变化影响评价、陆疆沿边跨境生态安全维护的多功能生物防护工程建设和跨境生态系统变化监测与评价、陆疆适度开发与保护协调案例、跨境大型洄游鱼类生态安全与调控、跨境昆虫入侵可持续控制、羚牛跨境生境安全评价等,初步构建了纵向岭谷区跨境生态安全综合调控模式(调控体系框架)。

通过对上述成果的进一步集成和提升,撰写了“纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全”系列的5部专著:《纵向岭谷区特殊环境格局与生态效应》、《纵向岭谷区生态系统多样性变化与生态安全评价》、《纵向岭谷区典型生态系统变化与稳定性机制》、《纵向岭谷区重大工程建设与区域生态系统变化交互作用》、《纵向岭谷区跨境生态安全与综合调控体系》。该系列专著的出版和大量期刊论文的发表,为亚洲的同类研究提供了新视野。

特别感谢孙枢院士、陈宜瑜院士、孙鸿烈院士、刘鸿亮院士、马福臣研究员、李文华院士、郑度院士、刘昌明院士、滕吉文院士、李泽椿院士、吴德邻研究员、黄鼎城研究员等,给予本项研究的实施和系列专著完成上的大力支持和指导!

首席科学家 何彬

2008年12月28日

前 言

《纵向岭谷区特殊环境格局与生态效应》是国家“973”计划项目“纵向岭谷区生态系统变化及西南跨境生态安全”(2003CB415100)五本系列专著“纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全”中的第一本,内容主要来自于项目第一课题“纵向岭谷区特殊环境‘通道-阻隔’作用及其生态效应”的研究成果,其中大部分是未以论文发表的成果。

本书共分为绪论和八章主要内容。各章作者分别为:绪论“纵向岭谷区特殊环境格局与科学问题”,由吴绍洪、潘韬、王随继、曹杰、肖子牛、张一平、黄英、李双成、戴尔阜、柏绍光等撰写;第一章“大气环流与气候特征”,由曹杰、姚平等撰写;第二章“气候格局及下垫面对其的影响”,由肖子牛、张万诚、段玮等撰写;第三章“水、气分布特征与特殊生态系统的相互关系”,由张一平、何云玲等撰写;第四章“热带雨林林冠水文效应”,由张一平、刘文杰、王馨等撰写;第五章“河谷地貌形成演化及环境效应”,由王随继、闵石头、魏全伟等撰写;第六章“河川径流时空分异特征及其主控因子”,由黄英、柏绍光等撰写;第七章“环境要素与不同尺度生态系统模拟”,由李双成、高江波等撰写;第八章“特殊环境过程与‘通道-阻隔’作用的生态效应”,由吴绍洪、戴尔阜、潘韬、郝成元、周长海、王昊等撰写。

吴绍洪、潘韬对全书进行了统稿。

著 者

2009年9月

目 录

总序

前言

绪论 纵向岭谷区特殊环境格局与科学问题	1
第一节 地质构造背景及形成演化	2
一、地质构造及演化	2
二、地貌特征	5
第二节 大气环流与气候形成因素	6
一、地理位置	6
二、大气环流	7
三、气候格局	9
第三节 河川径流格局	15
一、水文特征及河川径流分布状况	15
二、降水枯丰变化及分异特征	17
三、蒸发变化及分异特征	18
四、地表干湿状况	19
第四节 植物区系成分和植被分布	19
一、植被与植物区系	20
二、植被分布特征	21
第五节 环境与发展基础框架	23
一、社会经济状况	23
二、生态-经济综合区划的原则和方法	24
三、生态-经济综合区划指标	25
四、生态-经济区域划分方案	25
第六节 区域发展中的重要科学问题	28
一、生态系统的变化趋势及主驱动力	28
二、重大工程建设的生态效应	29
三、跨境生态安全及调控	30
第一章 大气环流与气候特征	32
第一节 大气环流特征	32
一、冬季大气环流特征	32
二、夏季大气环流特征	32
三、气候异常年大气环流特征	34
第二节 区域气候变化特征	35

一、季风活动对区域气候的影响	35
二、大气环流异常的影响	36
第三节 印度洋、太平洋水汽对区域的影响	43
一、印度洋、太平洋水汽输送特征	44
二、旱涝年水汽输送特征	45
三、印度洋、太平洋水汽的交汇区	47
第二章 气候格局及下垫面对其影响	67
第一节 水汽循环	67
一、水汽输送路径及特征	67
二、水汽输送对干季降水的影响	70
三、水汽输送对初夏降水的影响	72
四、季风活动对初夏降水的影响	75
五、水汽输送对夏季旱涝的作用	78
六、地形对水汽输送的影响	80
第二节 温度格局与变化	82
一、温度的分布格局	82
二、温度分布格局的季节及年代际变化特征	84
三、地形对温度分布格局的作用	91
第三节 降水格局与变化	94
一、降水的分布格局	94
二、降水分布格局的季节变化	98
三、降水年际和年代际变化	101
四、降水异常的差异	104
五、地形对降水分布格局的作用	106
第四节 水-气耦合及其气候效应	109
一、降水-蒸发耦合作用和对水循环的影响	109
二、下垫面状况对降水和其他气象要素的影响效应	113
三、生态系统对全球变化的影响因素和机理	120
第三章 水、气分布特征与特殊生态系统的相互关系	125
第一节 “通道-阻隔”作用下气候空间分布特征	125
一、多年平均气温和降雨量的空间分布	125
二、不同剖面上平均气温和降雨量的比较	126
三、不同地区气温和降雨量的比较	128
四、小结	130
第二节 气候变化特征及其趋势分析	131
一、站点的选取	131
二、气温变化及其时空分布	132
三、降雨变化及其时空分布	135

四、日照变化及其时空分布	138
五、相对湿度变化及其时空分布	140
六、小结	143
第三节 生态系统重要因子对气候变化的敏感性	145
一、生态系统对气候变化的响应机制	145
二、气候变化对区域环境的影响	146
三、气候变化对区域植被的影响	150
四、小结	162
第四节 生态系统对气候变化的适应性分析	163
一、评价因子选择及其数据处理	163
二、评价结果分析	168
第五节 生态脆弱性对气候变化的响应评估	169
一、研究地区生态脆弱性对气候变化的响应评估	169
二、小结	172
第四章 热带雨林林冠水文效应	174
第一节 降雨及林冠对降雨的分配	174
一、背景	174
二、降雨特征	175
三、树冠降雨再分配特征	179
四、小结	183
第二节 林冠持水性能	184
一、吸水过程	184
二、风干过程	185
三、小结	187
第三节 林冠截留的 Gash 模型模拟	188
一、参数	188
二、模拟结果	191
三、模型精度	192
四、小结	192
第四节 热带雨林生态系统中雾水的水文和化学效应	193
一、雾水的水文效应	193
二、雾水的化学效应	203
第五节 林冠水文因子分析	206
一、林冠截留	207
二、穿透降雨	211
三、树干径流	212
四、Gash 解析模型	213
五、雾水和雨水	213

六、林冠滴落雾水	215
七、雾水对森林的养分输入	215
第六节 结论	216
第五章 河谷地貌形成演化及环境效应	219
第一节 河流阶地特征及河流侵蚀速率	219
一、纵向岭谷区的地壳抬升速率	219
二、山区河流阶地发育的局限性	221
三、主河谷侵蚀速率探讨	222
四、小结	226
第二节 河流地貌演变规律及其控制因素	226
一、地貌参数统计学方法及研究现状	227
二、澜沧江不同河段支流地貌演变的分异性	228
三、怒江、澜沧江和金沙江支流地貌演变的相似性	234
四、地貌演变的主要控制因素探讨	242
五、小结	243
第三节 并流三江河相关关系及演变	244
一、怒江、澜沧江、金沙江河相关关系特征	245
二、河相关系中系数和指数的相互关系	254
三、河相关系中系数、指数与年流量的关系	257
四、河相关系中相关参数的多年统计关系	260
五、河相关系中的系数积与指数和	263
六、流水断面宽深比与流量的关系	265
七、小结	267
第四节 河谷地貌形态特征及其成因分析	267
一、河谷断面的特征参数	268
二、河谷横断面特点	271
三、河谷纵剖面及比降特征	275
四、特殊河谷地貌的成因分析	277
五、小结	279
第五节 特殊河谷地貌的环境效应分析	279
一、资料来源	279
二、研究方法	283
三、地表平均气温的空间分布	285
四、降水的空间分布	287
五、小结	289
第六章 河川径流时空分异特征及其主控因子	290
第一节 不同时空尺度河川径流变化及分异特征	290
一、径流形成机制	290

二、河川径流分异特征	291
三、河川径流演变情势分析	296
四、入境水量变化	302
五、出境水量变化	304
六、自产水量变化	304
第二节 河流泥沙变化及分异特征	307
一、河流泥沙分布特征	307
二、主要河流控制站点悬移质含沙量变化	308
三、主要河流控制站点悬移质输沙量变化	310
四、典型区域——云南境内金沙江主要支流泥沙变化特征分析	312
五、人工神经网络模型 (ANN) 在龙川江流域产输沙中应用分析	317
第三节 生态水文模型研究	321
一、土壤水	321
二、模型选择	322
三、山区河道水文分区	324
四、山区河道分区降雨径流关系综合	324
五、山区河道水文分区下渗率 f_c 综合	327
六、山区河道水文分区汇流参数 m 综合	327
七、山区河道变雨强汇流参数分析	330
八、城区河道产、汇流特性分析	332
九、山丘区与城市河道产汇流参数异同性	334
第四节 河流径流地域分异特征与主控因子分析	335
一、影响因子分析	335
二、主控因子提取	335
三、主控因子与河川径流耦合效应分析	336
四、通道-阻隔作用下的河川径流效应	339
第七章 环境要素与不同尺度生态系统模拟	344
第一节 生态系统与环境条件空间格局模拟	344
一、气候因子空间格局	344
二、纵向岭谷区 NPP 空间格局	349
三、近二十年云南省植被覆盖变化趋势	352
四、植物种潜在分布模型模拟——以紫茎泽兰为例	354
五、土壤 30cm 有机碳密度分布格局	358
第二节 大尺度生态系统及其生境时空格局研究	362
一、基于 L-Z 熵的区域气温复杂性空间格局	362
二、西南季风区与东南季风区分界的样本熵 (SampEn) 表征	363
三、NDVI 与气候因子耦合关系及其地域差异的定量递归分析	365
四、NDVI 和气候因子相互关系的多尺度分析	371

第八章 特殊环境过程与“通道-阻隔”作用的生态效应	378
第一节 不同环境要素的综合作用	378
一、纵向岭谷区温度和降水时相差异	378
二、环境要素的综合作用	380
第二节 植被与环境特征的空间异质性研究	381
一、植被格局与环境因子关系	381
二、植被特征空间变异特征	390
第三节 水汽通道作用及植被生产力响应	394
一、“通道”作用	394
二、“水汽通道”对降水、温度的影响	397
三、植被对“通道”作用的响应	409
第四节 南部“阻隔”作用及植被时空异质性研究	413
一、“阻隔”作用	413
二、EVI 与环境要素相关性分析	415
三、各纵向山系“阻隔”程度	419
四、EVI 时空异质性	422
参考文献	434

CONTENTS

Preface to series

Preface

Introduction	Special environmental pattern and scientific problems	1
1	Geotectonic setting, formation and evolution	2
1.1	Geotectonic setting and evolution	2
1.2	Geomorphological features	5
2	Atmosphere circulation and forming factors of climate	6
2.1	Geographical location	6
2.2	Atmosphere circulation	7
2.3	Climate pattern	9
3	River runoff pattern	15
3.1	Hydrologic characteristics of river runoff distribution	15
3.2	Precipitation change and differentiation characteristics	17
3.3	Evaporation change and differentiation characteristics	18
3.4	Land surface aridity/humidity conditions	19
4	Plant flora and vegetation distribution	19
4.1	Vegetation and plant flora	20
4.2	Characteristic of vegetation distribution	21
5	Environment and development frame	23
5.1	Socioeconomic status	23
5.2	Principles and methods of comprehensive eco-economic division	24
5.3	Indices of comprehensive eco-economic division	25
5.4	Regionalization system of comprehensive eco-economic division	25
6	Important scientific problems in regional development	28
6.1	Change trends and main driving forces of ecosystems	28
6.2	Ecological effects of major engineering projects	29
6.3	Trans-boundary ecological security and regulation	30
Chapter 1	Climatic evolution characteristic and atmospheric circulation	32
1	Climatic evolution characteristic	32
1.1	Atmospheric circulation characteristic in winter	32
1.2	Atmospheric circulation characteristic in summer	32
1.3	Atmospheric circulation characteristic in climate abnormality year	34
2	Characteristic of atmospheric circulation	35
2.1	Impacts of monsoon activities on regional climate	35
2.2	Impacts of atmospheric circulation abnormality	36

3	The impact of vapor coming from on water circulation	43
3.1	Characteristic of water vapor transportation from Indian and Pacific Ocean	44
3.2	Characteristic of water vapor transportation in drought and flood year	45
3.3	Meeting region of water vapor from Indian and Pacific Ocean	47
Chapter 2	Climate pattern and its influences on the trans-boundary ecosystems	67
1	Water vapor circulation	67
1.1	Route and characteristic of water vapor transportation	67
1.2	Impacts of water vapor transportation on rainfall in dry season	70
1.3	Impacts of water vapor transportation on rainfall in early summer	72
1.4	Impacts of monsoon activities on rainfall in early summer	75
1.5	Impacts of water vapor transportation on drought and flood in summer	78
1.6	Impacts of terrain on water vapor transportation	80
2	Temperature spatio-temporal pattern	82
2.1	Temperature spatial pattern	82
2.2	Seasonal and decadal change characteristic of temperature pattern	84
2.3	Impacts of terrain on temperature pattern	91
3	Precipitation spatio-temporal pattern	94
3.1	Precipitation of spatial pattern	94
3.2	Seasonal change characteristic of precipitation pattern	98
3.3	Yearly and decadal change of precipitation	101
3.4	Differentiation of precipitation abnormality	104
3.5	Impacts of terrain on precipitation pattern	106
4	“Water-climate”coupling and ecological effects	109
4.1	“Precipitation-evaporation”coupling and its impacts on water cycling	109
4.2	Underlying surface condition and its impacts on precipitation and other elements	113
4.3	Influencing factors and mechanism of ecosystem to global change	120
Chapter 3	Variation in climatic characteristics and implications	125
1	Spatial variation in climatic characteristics	125
1.1	Spatial distribution of annual average temperature and precipitation	125
1.2	Comparison of annul average temperature and precipitation in different sections	126
1.3	Comparison of annul average temperature and precipitation in different regions	128
1.4	Conclusions	130
2	Change trends in climatic characteristics	131
2.1	Stations selecting	131
2.2	Temperature change and spatio-temporal pattern	132
2.3	Precipitation change and spatio-temporal pattern	135
2.4	Sunshine change and spatio-temporal pattern	138
2.5	Relative humidity change and spatio-temporal pattern	140
2.6	Conclusions	143
3	Ecosystem sensibility of the response to a change in climatic conditions	145
3.1	Response of ecosystem on climate change	145

3.2	Impacts of climate change on regional environment	146
3.3	Impacts of climate change on regional vegetation	150
3.4	Conclusions	162
4	Ecosystem adaptability of the response to a change in climatic conditions	163
4.1	Evaluation factors choosing and data processing	163
4.2	Evaluation results analysis	168
5	Ecosystem vulnerability of the response to a change in climatic conditions	169
5.1	Evaluation of ecosystem vulnerability to climate change	169
5.2	Conclusions	172
Chapter 4	Hydrological patterns in tropical forest canopy layer	174
1	Gross rainfall and its partitioning into throughfall, stemflow and intercepted water	174
1.1	Background	174
1.2	Rainfall characteristic	175
1.3	Redistribution characteristic of canopy rainfall	179
1.4	Conclusions	183
2	Storage capacity of canopy	184
2.1	Absorbtion procedure	184
2.2	Air drying procedure	185
2.3	Conclusions	187
3	Gash analytic model of the interception loss of canopy	188
3.1	Parameters	188
3.2	Simulation results	191
3.3	Simulation precision	192
3.4	Conclusions	192
4	Hydrological and chemical effects of fog water of tropical forest ecosystem	193
4.1	Hydrological effects of fogwater	193
4.2	Chemical effects of fogwater	203
5	Analyses of hydrological factors of canopy	206
5.1	Canopy interception	207
5.2	Penetrating precipitation	211
5.3	Stem flow	212
5.4	Gash model	213
5.5	Fogwater and rain	213
5.6	Drop fogwater of canopy	215
5.7	Nutrient input of fogwater to forest	215
6	Conclusions	216

Chapter 5 Formation, evolution and environmental effects of special valley

geomorphology	219
1 Characteristics of the river terrain and erosion velocity of the river flow	219
1.1 Uplift velocity of the earth's crust in the Longitudinal Rang-Gorge Region	219
1.2 Localization of the terrain in the mountainous rivers	221
1.3 Discussion on the erosion velocity of the main river valleys	222
1.4 Conclusions	226
2 Evolution rule of the river relief and its controlling factors	226
2.1 Statistic method for geomorphic parameters and study status	227
2.2 Differentiation of tributary geomorphic evolution at the different reach of the Lancangjiang River in Yunnan Province	228
2.3 Comparability in geomorphic evolution among the Nujiang River, Lancangjiang River and Jinshajiang River in the longitudinal range-gorge region	234
2.4 Discussion on the main controlling factors of the geomorphic evolution	242
2.5 Conclusions	243
3 River regime and its evolvement of the parallel three rivers	244
3.1 River regime characteristics of the Nujiang River, Lancangjiang River and Jinshajiang River	245
3.2 The relationships between coefficient and exponent in the river regimes	254
3.3 The relationships between coefficient, exponent in the river regimes and the discharge	257
3.4 The relative parameters in the river regimes fitted according to the entire hydrological data measured in several decades	260
3.5 Annual distribution of the coefficient product and exponent sum in each river regime	263
3.6 Relationships between discharge and the width/depth ratio of river flow	265
3.7 Conclusions	267
4 Passage and barrier of water vapor transportation induced by the landform	267
4.1 Characteristic indices of valley cross sections	268
4.2 Characteristics of the valley cross-sections in the longitudinal range-gorge region	271
4.3 Characteristics of the longitudinal profiles and gradients of the valleys	275
4.4 Discussion on cause of formation of the valley modality	277
4.5 Conclusions	279
5 Environmental effects of special valley geomorphology	279
5.1 Materials	279
5.2 Study methods	283
5.3 Spatial distribution of temperature	285
5.4 Spatial distribution of precipitation	287

5.5	Conclusions	289
Chapter 6	Spatio-temporal variation of river runoff and its main controlling factors	
		290
1	River runoff change and variation in different scales	290
1.1	Formation mechanism of river runoff	290
1.2	Differentiation of	291
1.3	Change trends analysis of river runoff	296
1.4	Change of inbound water quantity	302
1.5	Change of outbound water quantity	304
1.6	Change of self-produced water	304
2	River sediment change and variation	307
2.1	Distribution characteristic of river sediment	307
2.2	Suspended load sediment change of main river controlling station	308
2.3	Sediment discharge change of main river controlling station	310
2.4	Typical region-runoff change characteristic analysis of Jinshajiang River branches	312
2.5	Application of ANN model in Longchuanjiang River sediment discharge	317
3	Study of eco-hydrological model	321
3.1	Soil water	321
3.2	Model selecting	322
3.3	Hydrological regionalization of mountainous river	324
3.4	Precipitation-runoff relationship in hydrological regionalization	324
3.5	Infiltration intensity (f_c) in hydrological regionalization	327
3.6	Flow concentration parameter (m) in hydrological regionalization	327
3.7	Flow concentration parameter of different rainoff strength	330
3.8	City river runoff yield and concentration analysis	332
3.9	Comparison between mountainous and city river runoff yield and concentration	334
4	Regional differentiation characteristics and main controlling factors of river runoff	335
4.1	Influencing factors analysis	335
4.2	Main controlling factors	335
4.3	Coupling effects between main controlling factors and river runoff	336
4.4	River runoff effects under the "barrier-corridor" function	339
Chapter 7	Simulation of environment and ecosystem factors in different scales	344
1	Spatial pattern simulation of ecosystem and environment	344
1.1	Spatial pattern of climatic factors	344
1.2	Spatial pattern of NPP	349
1.3	Change trends of vegetation in the nearly 20 years	352
1.4	Simulation of the potential distribution of plants-A example of <i>Eupatorium adenophorum</i> Spreng	354
1.5	Distribution pattern of 30 cm soil organic carbon	358