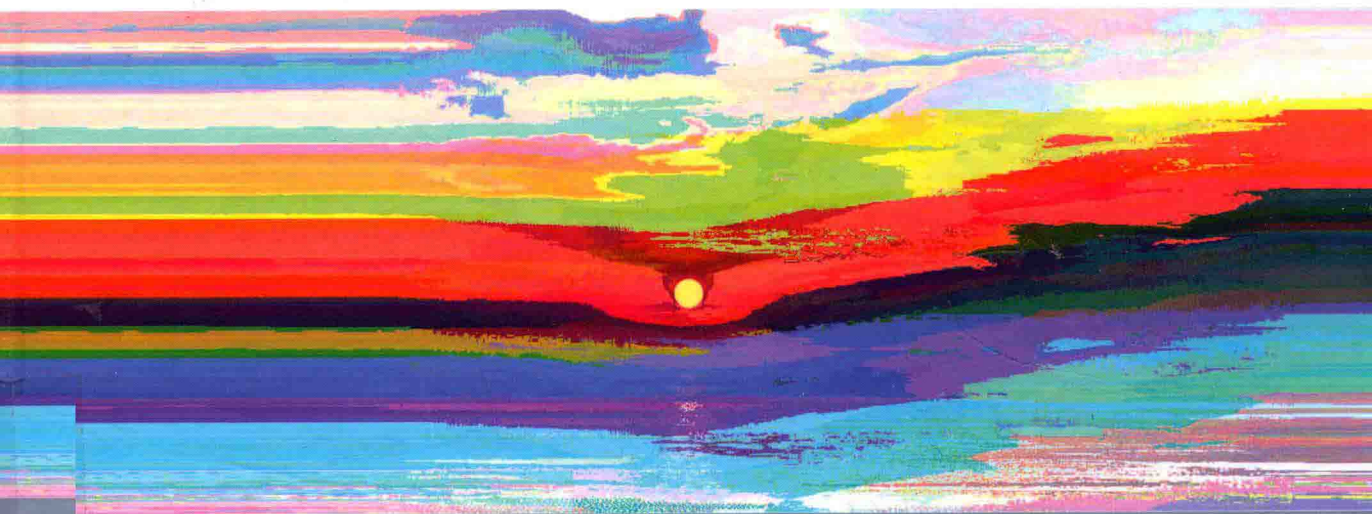




“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国生态环境演变与评估

成渝经济区生态环境 演变与评估



谢高地 张昌顺 等 著

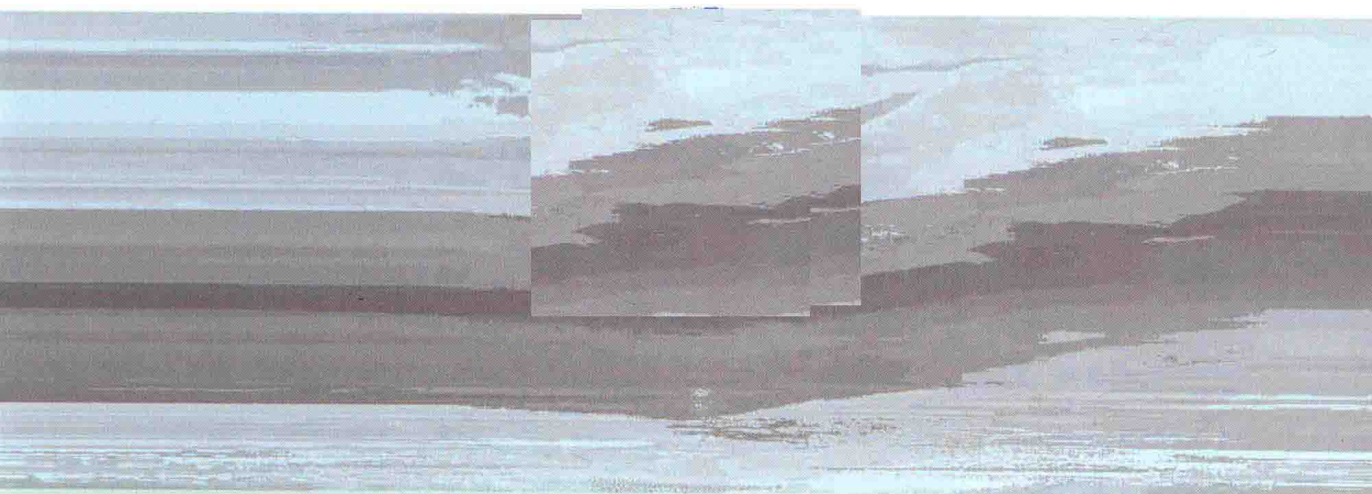
 科学出版社



“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国生态环境演变与评估

成渝经济区生态环境 演变与评估



谢高地 张昌顺 等 著



科学出版社
北京

内 容 简 介

本书在简要介绍成渝经济区自然、社会经济、产业特征及发展功能区分区的基础上,全面研究成渝经济区生态系统结构格局、生态环境质量、生态环境胁迫、开发强度和生态承载力格局与演变,揭示该区域产业发展与生态系统结构、生态环境质量、生态环境胁迫和生态承载力之间的相互作用机理,并对该区域产业开发与资源环境可持续发展提出对策建议。这些成果可为该区域产业发展和生态环境保护与建设提供科学数据支撑。

本书可作为生态学、地理学、环境学、自然资源管理等高校和研究机构师生参考资料,尤其是对从事成渝经济区生态环境与产业发展研究和管理的具有人员具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

成渝经济区生态环境演变与评估 / 谢高地等编著. —北京: 科学出版社, 2017. 1

(中国生态环境演变与评估)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 国家出版基金项目

ISBN 978-7-03-050420-3

I. ①成… II. ①谢… III. ①经济区-生态环境-研究-成都②经济区-生态环境-研究-重庆 IV. ①X321.271②X321.271.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 262773 号

责任编辑: 李 敏 张 菊 王 倩 / 责任校对: 邹慧卿

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 黄华斌

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

*

2017 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 1 月第一次印刷 印张: 17 3/4

字数: 450 000

定价: 160.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《中国生态环境演变与评估》编委会

主 编 欧阳志云 王 桥

成 员 (按汉语拼音排序)

邓红兵 董家华 傅伯杰 戈 峰

何国金 焦伟利 李 远 李伟峰

李叙勇 欧阳芳 欧阳志云 王 桥

王 维 王文杰 卫 伟 吴炳方

肖荣波 谢高地 严 岩 杨大勇

张全发 郑 华 周伟奇

《成渝经济区生态环境演变与评估》编委会

主 笔 谢高地 张昌顺

副主笔 李亦秋 范 娜 肖 玉 张 彪

李 娜 鲁春霞

成 员 (按汉语拼音排序)

陈文辉 冷允法 李 平 孙艳芝

王 浩 王 硕 徐 洁 章予舒

张殷俊

总 序

我国国土辽阔，地形复杂，生物多样性丰富，拥有森林、草地、湿地、荒漠、海洋、农田和城市等各类生态系统，为中华民族繁衍、华夏文明昌盛与传承提供了支撑。但长期的开发历史、巨大的人口压力和脆弱的生态环境条件，导致我国生态系统退化严重，生态服务功能下降，生态安全受到严重威胁。尤其 2000 年以来，我国经济与城镇化快速的发展、高强度的资源开发、严重的自然灾害等给生态环境带来前所未有的冲击：2010 年提前 10 年实现 GDP 比 2000 年翻两番的目标；实施了三峡工程、青藏铁路、南水北调等一大批大型建设工程；发生了南方冰雪冻害、汶川大地震、西南大旱、玉树地震、南方洪涝、松花江洪水、舟曲特大山洪泥石流等一系列重大自然灾害事件，对我国生态系统造成巨大的影响。同时，2000 年以来，我国生态保护与建设力度加大，规模巨大，先后启动了天然林保护、退耕还林还草、退田还湖等一系列生态保护与建设工程。进入 21 世纪以来，我国生态环境状况与趋势如何以及生态安全面临怎样的挑战，是建设生态文明与经济社会发展所迫切需要明确的重要科学问题。经国务院批准，环境保护部、中国科学院于 2012 年 1 月联合启动了“全国生态环境十年变化（2000—2010 年）调查评估”工作，旨在全面认识我国生态环境状况，揭示我国生态系统格局、生态系统质量、生态系统服务功能、生态环境问题及其变化趋势和原因，研究提出新时期我国生态环境保护的对策，为我国生态文明建设与生态保护工作提供系统、可靠的科学依据。简言之，就是“摸清家底，发现问题，找出原因，提出对策”。

“全国生态环境十年变化（2000—2010 年）调查评估”工作历时 3 年，经过 139 个单位、3000 余名专业科技人员的共同努力，取得了丰硕成果：建立了“天地一体化”生态系统调查技术体系，获取了高精度的全国生态系统类型数据；建立了基于遥感数据的生态系统分类体系，为全国和区域生态系统评估奠定了基础；构建了生态系统“格局-质量-功能-问题-胁迫”评估框架与技术体系，推动了我国区域生态系统评估工作；揭示了全国生态环境十年变化时空特征，为我国生态保护与建设提供了科学支撑。项目成果已应用于国家与地方生态文明建设规划、全国生态功能区划修编、重点生态功能区调整、国家生态保护红线框架规划，以及国家与地方生态保护、城市与区域发展规划和生态保护政策的制定，并为国家与各地区社会经济发展“十三五”规划、京津冀交通一体化发展生态保护

规划、京津冀协同发展生态环境保护规划等重要区域发展规划提供了重要技术支撑。此外，项目建立的多尺度大规模生态环境遥感调查技术体系等成果，直接推动了国家级和省级自然保护区人类活动监管、生物多样性保护优先区监管、全国生态资产核算、矿产资源开发监管、海岸带变化遥感监测等十余项新型遥感监测业务的发展，显著提升了我国生态环境保护管理决策的能力和水平。

《中国生态环境演变与评估》丛书系统地展示了“全国生态环境十年变化（2000—2010年）调查评估”的主要成果，包括：全国生态系统格局、生态系统服务功能、生态环境问题特征及其变化，以及长江、黄河、海河、辽河、珠江等重点流域，国家生态屏障区，典型城市群，五大经济区等主要区域的生态环境状况及变化评估。丛书的出版，将为全面认识国家和典型区域的生态环境现状及其变化趋势、推动我国生态文明建设提供科学支撑。

因丛书覆盖面广、涉及学科领域多，加上作者水平有限等原因，丛书中可能存在许多不足和谬误，敬请读者批评指正。

《中国生态环境演变与评估》丛书编委会

2016年9月

前 言

作为中国西部经济增长极，成渝经济区地处长江上游，该区的生态安全对本区乃至长江三角洲经济区社会、经济和生态的可持续发展具有重要的作用。2000~2010 年，该区域的社会经济和生态环境发生了剧烈变化，故对该区域 2000~2010 年生态环境演变与评估进行研究，对保障区域产业开发与生态环境协调发展具有重要意义。

本书依托成渝经济区生态环境遥感调查与评估课题，以遥感调查为主，结合地面调查/核查工作，获取成渝经济区十年生态环境及相关社会经济动态变化信息，分析十年来该区域生态系统结构、生态环境质量、生态环境胁迫、生态承载力和产业开发强度格局与变化，探明区域产业发展分别与生态系统结构与状况、环境质量与胁迫及生态承载力等的定量关系，提出新时期成渝经济区可持续发展对策建议。

为完成上述任务，课题组先后于 2012 年 7~8 月和 2013 年 8~9 月分别对成渝经济区重庆部分和四川部分进行了两次为期半月的野外调研，收集了大量社会经济、地表水环境和大气环境等数据，并对该区马尾松、湿地松、杉木等典型群落乔木密度、树高、胸径、生物量等结构与功能开展样方调查。在完成对遥感解译与反演数据校正基础上，制作完成了成渝经济区生态系统格局、生态环境质量、生态环境胁迫、开发强度、生态承载力等数据集，评估该区生态系统结构与状况、生态环境质量与胁迫、生态承载力和产业开发强度格局与演变，揭示该区产业发展与生态环境的相互作用机理。在课题成果研究基础上，凝练撰写此书。

本书第 1 章由谢高地和张昌顺编写，第 2 章由谢高地和范娜编写，第 3 章由肖玉、张彪、张昌顺和李娜编写，第 4 章由李亦秋和肖玉编写，第 5 章由鲁春霞和李亦秋编写，第 6 章由张昌顺和谢高地编写，第 7 章由张昌顺、李亦秋、张彪和肖玉编写，第 8 章由谢高地和张昌顺编写。全书主要由谢高地和张昌顺完成统稿。

作 者

2016 年 5 月

目 录

总序	
前言	
第 1 章 成渝经济区自然环境与社会经济发展概况	1
1.1 自然环境特征	1
1.2 社会经济发展状况	11
1.3 成渝经济区产业发展过程与地位	13
1.4 发展功能区分区	15
第 2 章 成渝经济区生态系统格局	17
2.1 生态系统格局	18
2.2 生态系统格局变化	29
2.3 生态系统景观格局	45
2.4 土地利用程度综合指数	47
第 3 章 成渝经济区生态环境质量	49
3.1 生态质量	50
3.2 环境质量	59
3.3 生态环境质量指数	62
第 4 章 成渝经济区生态环境胁迫	65
4.1 自然胁迫	66
4.2 人为胁迫	81
第 5 章 成渝经济区开发强度	108
5.1 资源开发	109
5.2 经济活动强度	132
5.3 城市化强度	146
5.4 综合开发强度	156
第 6 章 成渝经济区生态承载力	160
6.1 生态承载力	161
6.2 生态足迹	171

6.3	综合生态承载力	176
6.4	生态承载力驱动力	182
第7章	产业发展对成渝经济区生态环境的影响	186
7.1	产业发展对生态系统格局的影响	187
7.2	产业发展对生态环境质量的影响	197
7.3	产业发展对生态胁迫的影响	214
7.4	产业开发对生态承载力的影响	238
第8章	成渝经济区产业开发与生态环境可持续发展的对策与建议	249
8.1	产业开发与环境变化及其关系	249
8.2	产业开发与生态环境可持续发展对策与建议	251
参考文献		256
附录		260
附录1	数据源	260
附录2	评价指标	260
索引		268

第 1 章 | 成渝经济区自然环境 与社会经济发展概况

成渝经济区地处长江上游，是长江三角洲的生态屏障。该区域的生态安全直接影响着整个长江三角洲地区的可持续发展。本章主要从区域位置与范围、地形地貌、气象、水系与水文、土壤、植被特征和矿产资源方面来介绍本区自然环境特征，之后再从人口和经济密度方面来介绍本区社会经济状况，最后介绍该区域产业的发展过程。

1.1 自然环境特征

1.1.1 区域位置与范围

成渝经济区是指包括重庆和成都两大都市圈在内的四川盆地，位于长江上游，是长江上游地区重要的生态屏障，是中国经济增长的“第四极”。东接湖南省、湖北省，西连青海省、西藏自治区，南通云南省、贵州省，北接陕西省、甘肃省，是西部地区重要的人口、产业集聚区。成渝经济区是中国经济发展的重要战略区域，在西部崛起中具有举足轻重的地位。成渝经济区总面积约为 20.9 万 km²，占川渝两地总面积的 37%，范围包括四川的 15 个市 113 个区县（其中 36 个市辖区、12 个县级市、65 个县）和重庆的 29 个区县（图 1-1），它们分别是四川省省会成都市、自贡市、泸州市、德阳市、绵阳市、遂宁市、内江市、乐山市、南充市、眉山市、宜宾市、广安市、达州市、雅安市、资阳市；重庆市 1 小时经济圈内的渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、北碚区、渝北区、巴南区、涪陵区、长寿区、江津区、合川区、永川区、南川区、綦江区、大足区、潼南县、铜梁县、荣昌县、璧山县；渝东北翼的万州区、梁平县、丰都县、垫江县、忠县、开县、云阳县和渝东南翼的石柱县（舒俭民等，2013）。

1.1.2 地形地貌

成渝经济区地处长江上游，总体处于四川盆地，经纬度为 27°N ~ 34°N，101°E ~ 110°E，海拔多在 200 ~ 750m，以丘陵和低山地貌为主，四周是一系列中低、中高山。其中丘陵和低山面积约分别占总面积的 26.77% 和 21.64%，主要位于中部和北部地区；其次为中山地貌，约占总面积的 30.06%，主要分布于西北部、西部、南部和东部地区；再次为平原台

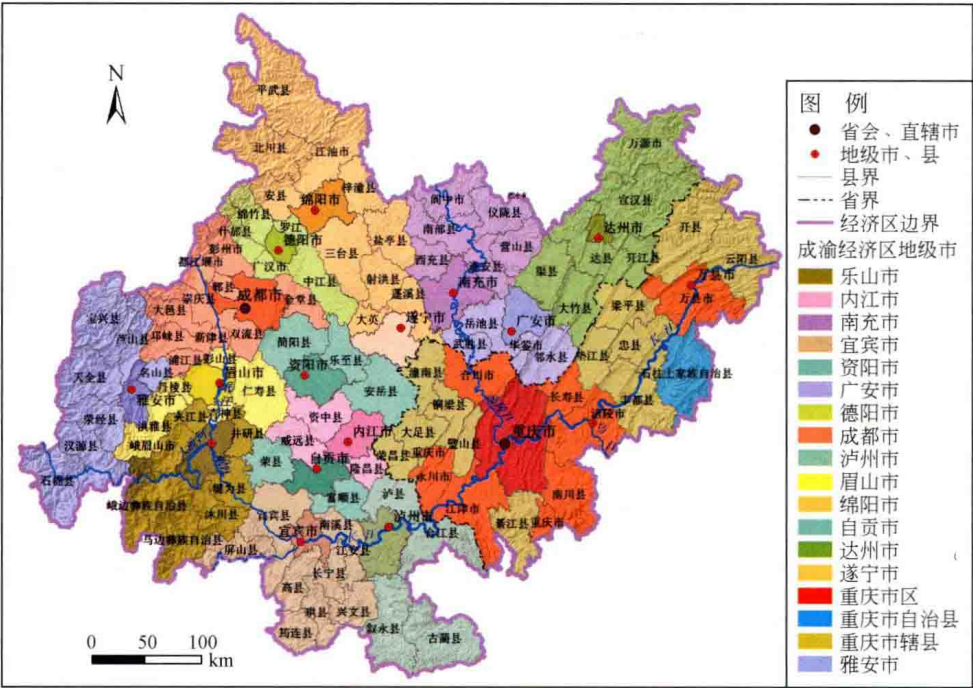


图 1-1 成渝经济区行政区划

地，约占总面积的 19.07%，主要分布于中部成都平原地区；高山和极高山地貌面积很小，不足总面积的 3%，主要分布于西北、西部和西南盆周山地（表 1-1 和图 1-2）。地势上，成渝经济区地势大多低于 600m，主要分布于中部及北部的成都平原和东部低山丘陵地区；数字高程模型（digital elevation model，DEM）为 600 ~ 1000m 的区域大多分布于盆周平原丘陵向山地的过渡地带，主要位于西部、南部和东北部地区；海拔 1500m 以上的区域主要分布于西北、西部和西南盆周地区（图 1-3）。

表 1-1 成渝经济区地貌特征

地貌类型	面积/km ²	百分比/%	小计/%	地貌类型	面积/km ²	百分比/%	小计/%
极大起伏极高山	217.95	0.10	0.17	中起伏低山	6 426.65	3.08	21.64
大起伏极高山	139.72	0.07		小起伏低山	38 741.91	18.56	
极大起伏高山	631.28	0.30	2.29	低海拔丘陵	55 880.04	26.77	26.77
大起伏高山	3 724.69	1.78		中海拔平原	216.71	0.10	10.98
中起伏高山	426.83	0.21		低海拔平原	22 710.89	10.88	
大起伏中山	14 263.2	6.83	30.06	中海拔台地	16.16	0.01	8.09
中起伏中山	42 182.09	20.21		低海拔台地	16 872.46	8.08	
小起伏中山	6 314.01	3.02		总计	208 764.61	100.00	100.00

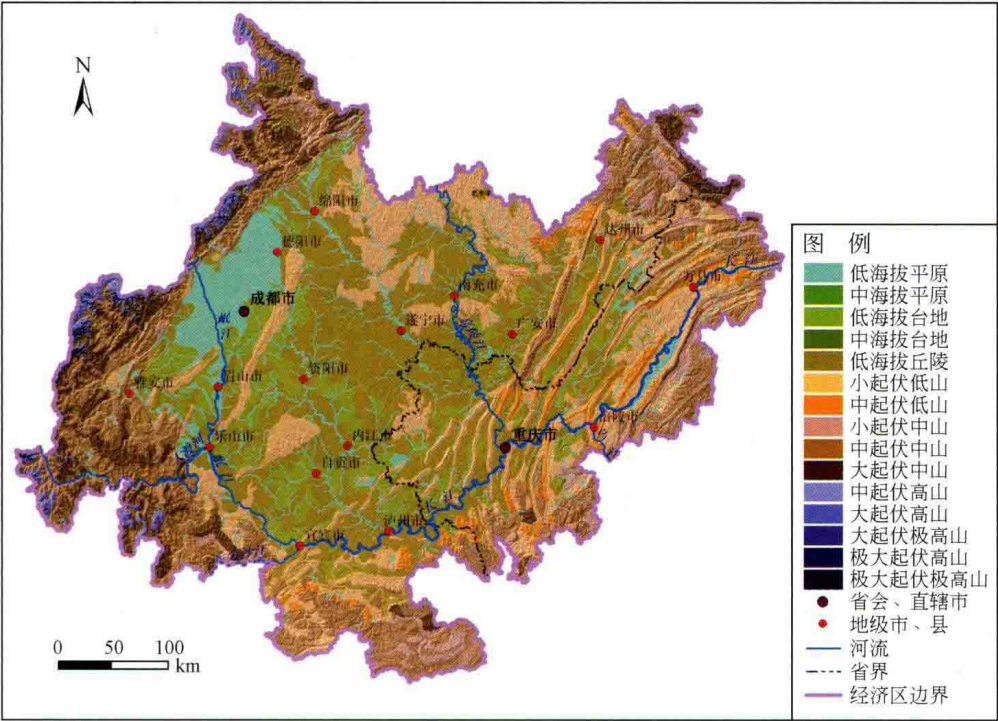


图 1-2 成渝经济区地貌特征

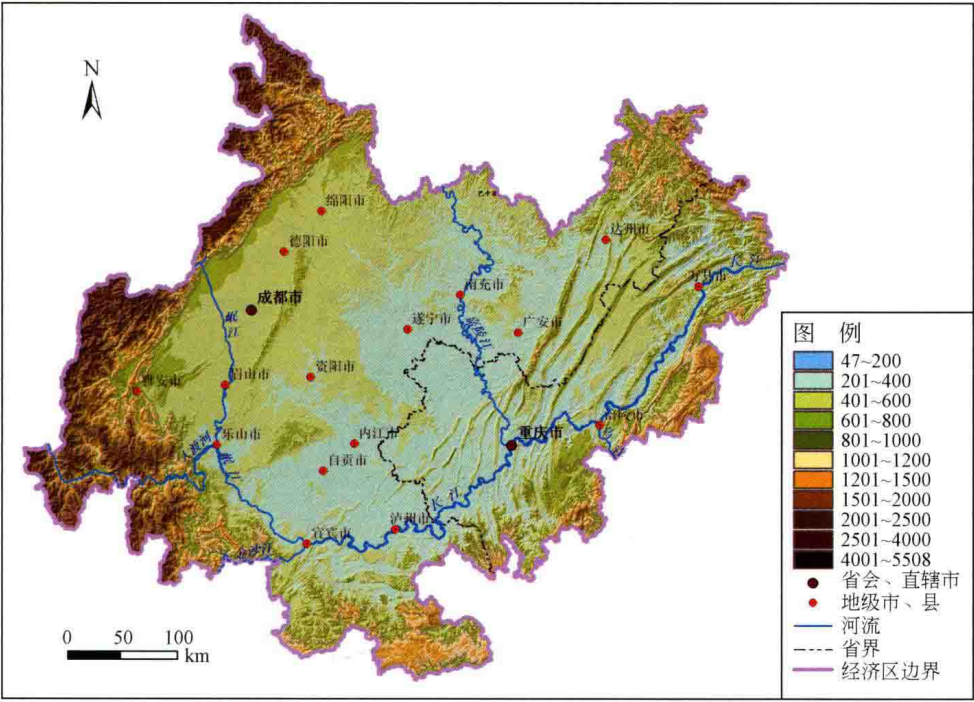


图 1-3 成渝经济区地势特征（单位：m）

基于此,舒俭民等(2013)将成渝经济区分为中部低海拔平原丘陵区 and 盆周中海拔山地区。其中中部低海拔平原丘陵区(平均海拔为 500m)包括成都平原及川东丘陵区,行政上包括绵阳市东南部、德阳市东南部、成都市东部、眉山市、乐山市东北部、宜宾市、泸州市北部、遂宁市、南充市。区内人类活动强烈,植被覆盖较低,无高山,主要山脉为龙泉山、华蓥山,龙泉山—华蓥山呈北东 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 绵延于区内,将该区分成西部成都平原区和东部丘陵区,西部平原位于龙泉山以西,为冲积、洪积平原,海拔为 450 ~ 750m,地势由西北向东南微倾;龙泉山与华蓥山之间为川东丘陵区,海拔为 200 ~ 600m,由北向南倾斜。构造作用相对较弱,断层褶皱带少,地质灾害较少(舒俭民等, 2013; 吕孟懿, 2014)。

盆周中海拔山地区主要包括西部中高山区和东部中山区,其中西部中高山区平均海拔为 2460m,行政上涵盖绵阳市西北部、德阳市西北部、成都市西部、雅安市大部、乐山市西南部。该区山脉主要有北东—南西走向的龙门山,北西—南东走向的邛崃山、夹金山,最高点位于雅安市石棉县的神山梁子,海拔达 5793m。东部中低山区,平均海拔约为 1103m,行政上包括泸州南部、达州市、广安市大部、重庆市。该区由一系列北东—南西走向的条线背斜山地与向斜谷地组成,如华蓥山、铜锣山、明月山、铁峰山、黄草山等,这些山地海拔多在 1000m 左右(舒俭民等, 2013; 吕孟懿, 2014)。

1.1.3 气象

成渝经济区自然环境得天独厚,属于亚热带季风气候,具有四季分明、夏热冬暖、无霜期长、雨量充沛、湿润多阴等特点(舒俭民等, 2013)。与同纬度地区相比,区内年平均气温明显偏高,年平均气温最高的区域可达 20°C 。此外,区内冬暖夏凉的特点显著,如最冷月(1 月)平均气温,成都比杭州、武汉分别高 1.7°C 和 2.5°C ,重庆比南昌高 2.5°C ;而著名“火炉”之一的重庆最热月平均气温(28.6°C)比南昌还低 1.0°C ,致使区内年积温比同纬度地区高,无霜期也较同纬度地区长。成渝经济区云多雾重,日照较少,大部分地区年日照时数 $< 1400\text{h}$,最少者不足 800h,是中国两个日照最少的区域之一。同时,该区还是中国平均风速最小的地区之一。该区大部分地区年降水量多在 900 ~ 1200mm(吕孟懿, 2014)。

成渝经济区年平均气温整体呈现由东至西不断降低的态势,但由于城市热岛效应,重庆市、成都市及其他地级市的年平均气温均高于临近地区。年平均气温以东部重庆市最高,约为 20°C ,以西南大渡河流域的峨眉山地区最低,年平均气温不到 5°C 。 12°C 以下的区域主要位于西北和西南山区(图 1-4)。

成渝经济区年降水量整体呈西南、东北高,中部低的分布格局,这种格局与该区域地形地貌密不可分。由于成渝经济区东、南、西三面为中山地貌,致使这些区域地形降水量较大。其中降水量最大的区域位于西南峨眉山地区,年降水量高达 1600 ~ 2100mm,其次为东北部的达州地区,年降水量为 1400 ~ 1600mm,以区域中部的绵阳—内江—宜宾一线最低,为 800 ~ 900mm,但降水量年际变化较大(图 1-5)。

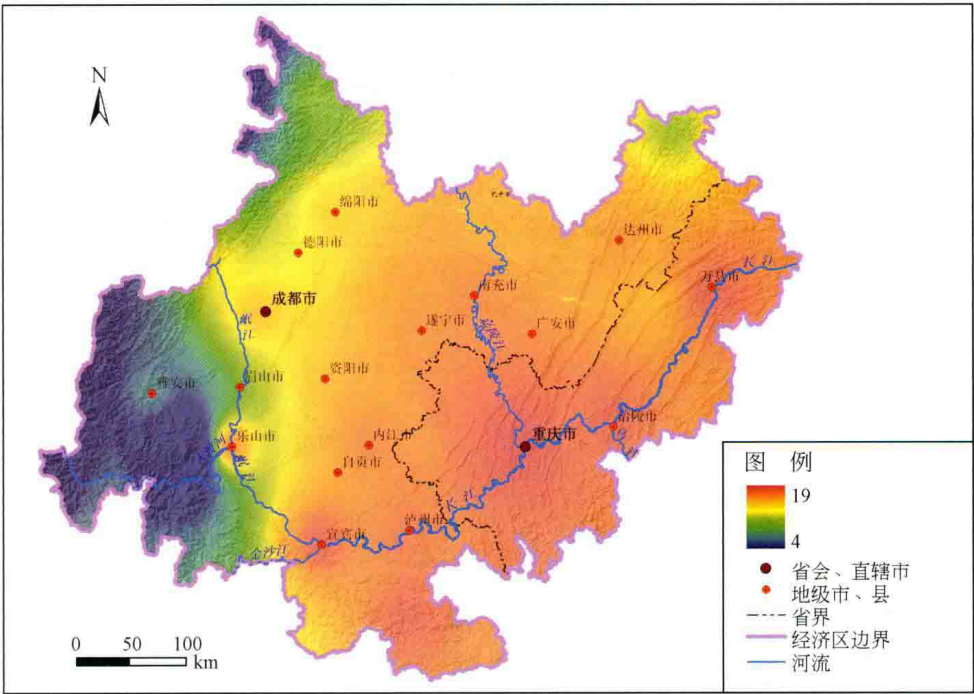


图 1-4 2000 ~ 2010 年成渝经济区年平均温度 (单位:℃)

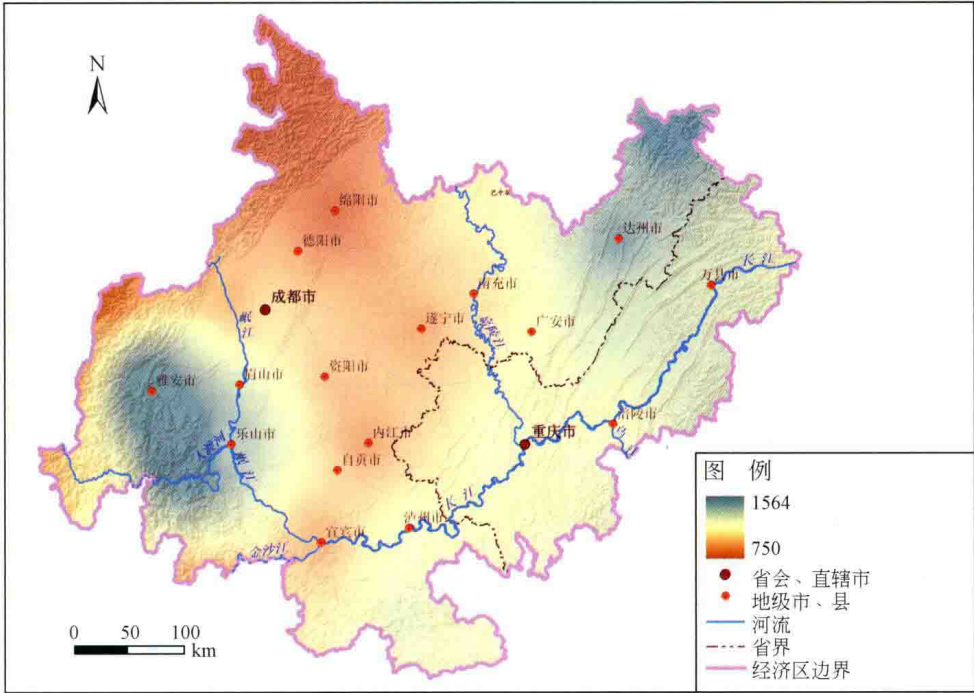


图 1-5 2000 ~ 2010 年成渝经济区年平均降水量 (单位:mm)

1.1.4 水系与水文

成渝经济区的水系主要为长江水系，包括长江上游干流流域、三峡库区，以及长江一级支流岷江、沱江、嘉陵江、乌江和赤水河，二级支流岷江支流青衣江和大渡河，嘉陵江的支流涪江和渠江（舒俭民等，2013），如图 1-6 所示。

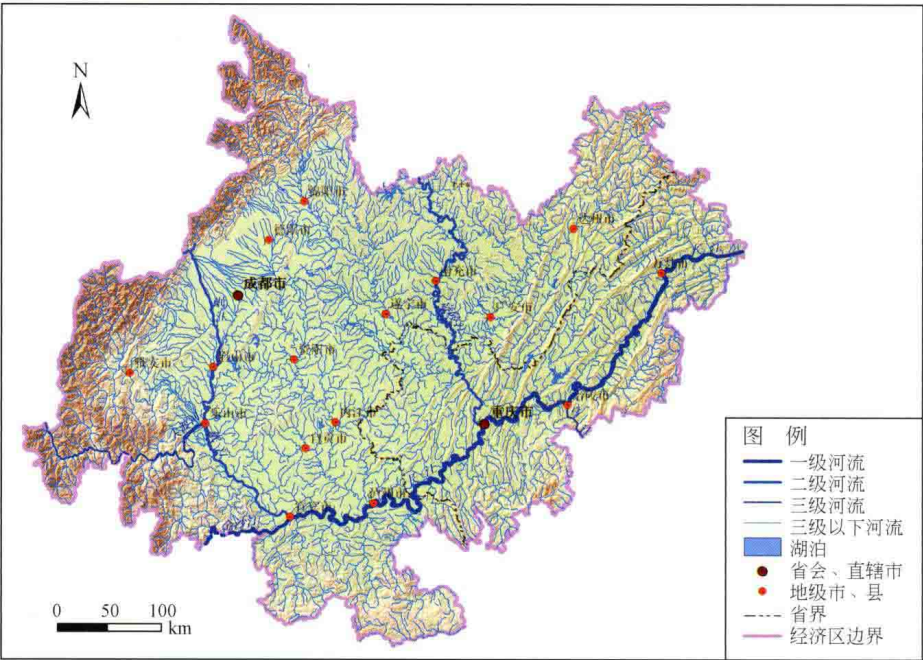


图 1-6 成渝经济区水系分布

- 1) 长江上游宜宾市以上干流为金沙江。境内干流长为 1584 km，流域面积为 18.7 万 km²，干流落差达 3300m，平均比降为 2‰，水量丰沛且稳定，水资源十分丰富。
- 2) 岷江是长江上游主要支流之一，全长为 711km，流域面积为 13.6 万 km²，天然落差达 3560m，都江堰以上为上游，都江堰至乐山为中游，乐山以下为下游。
- 3) 大渡河是岷江最大的一级支流，干流全长为 1062 km，区内全长为 852km，天然落差达 4177m。
- 4) 青衣江是岷江水系二级支流，大渡河最大支流，河长为 276km，流域面积为 1.33 万 km²。流域呈扇形，境内雨量充沛，径流量大。青衣江水力资源蕴藏量为 424.02 万 kW，可开发量 167.93 万 kW。
- 5) 沱江是长江上游的一级支流，干流全长为 629km，流域面积为 2.79 万 km²，河口多年平均流量为 454m³/s，为树枝状水系。
- 6) 嘉陵江是长江上游重要支流之一，干流全长为 1119km，流域面积为 16 万 km²，是长江支流中流域面积最大，长度仅次于汉江，流量仅次于岷江的河流，占长江流域面积的 9%。
- 7) 涪江是嘉陵江一级支流，干流全长为 660km，流域面积为 3.23 万 km²，呈羽状。
- 8) 渠江是嘉陵江一级支流，流域总面积为 3.92 万 km²，干流全长为 720 km，流域地

表水系基本靠降雨补给和地下水补给，某些河流的补给还能依靠其他河流的注入（吕孟懿，2014）。

1.1.5 土壤

成渝经济区土壤类型复杂多样，土壤土纲、土类和亚类数分别为 15 种、26 种和 58 种，土纲以初育土为主，初育土面积约占总面积的 78%，其次为铁铝土和淋溶土，此二类土分布面积分别约占总面积的 8.9% 和 8.5%，再次为人为土和高山土，分别约占总面积的 2.98% 和 1.5%，水成土分布面积最小，分布面积不足区域总面积的 0.001%。土类而言，该区域土类以紫色土为主，约占总面积的三分之二。其次为黄壤和黄棕壤，二者分布面积分别约占总面积的 8.9% 和 4.3%，再次为水稻土、棕壤、石灰土和暗棕壤，分别约占总面积的 2.9%、2.5%、1.9% 和 1.4%。泥炭土分布面积最小，不足总面积的 0.001%。就土壤亚类而言，该区域土壤亚类以紫色土为主，约占总面积的 75%，主要分布于成渝经济区中部平原丘陵、东部和南部地区。其次为黄壤，分布面积约占总面积的 8.6%，主要分布于荣县、威远县及西部、南部和东部盆周山地地区，但在东部平行岭谷地区也有较大面积的分布。再次为水稻土、棕壤、暗黄棕壤、黄棕壤、石灰土和暗棕壤，此六类亚类分布总面积约占区域总面积的 12.3%，面积分布比例分别为 2.7%、2.5%、2.2%、1.8%、1.7% 和 1.4%，中位泥炭土和钙质粗骨土分布面积最小，分布面积比例分别为 0.001% 和 0.001%，仅在邛崃县和云阳县境内有小面积分布，如图 1-7 和表 1-2 所示。

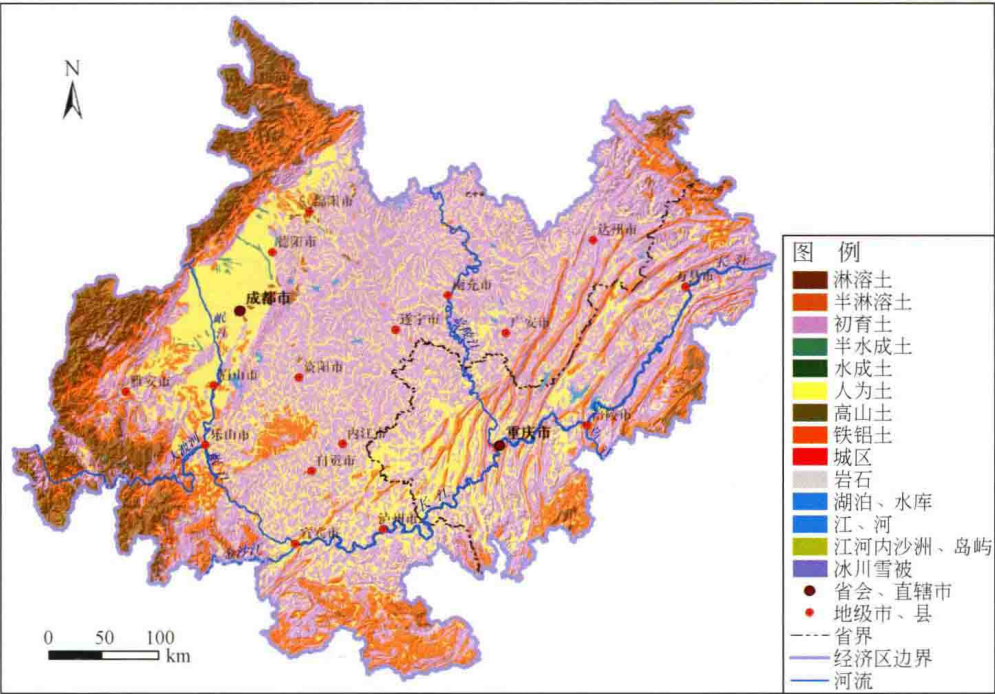


图 1-7 成渝经济区土壤类型分布