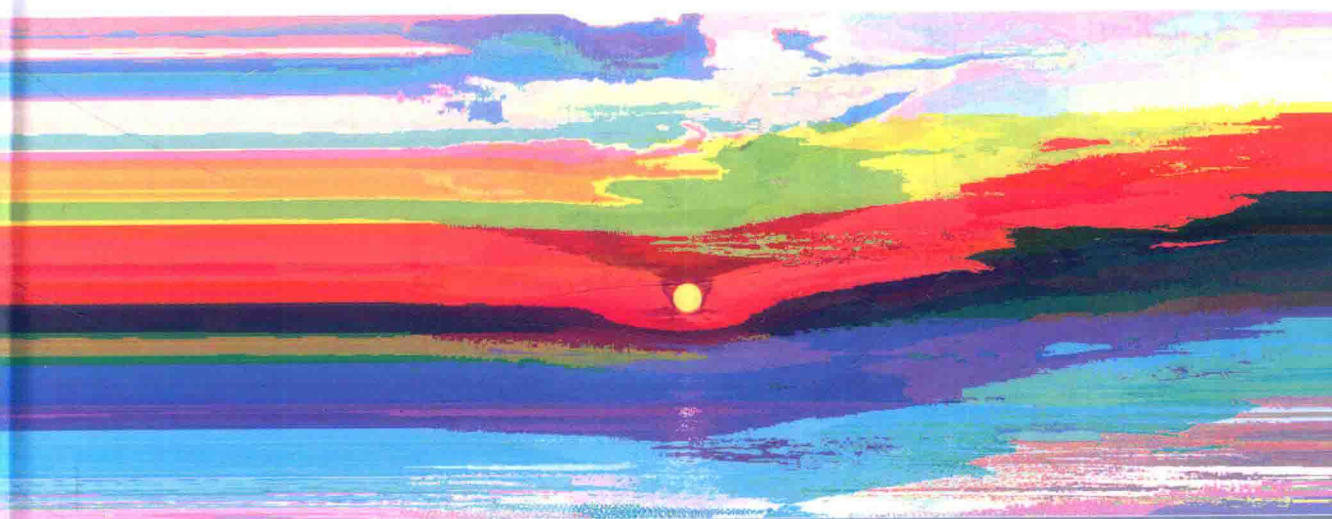




“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国生态环境演变与评估

珠江流域生态环境 十年变化评估



杨大勇 林 奎 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

珠江流域生态环境 十年变化评估



杨大勇 林 奎 著

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书以珠江流域生态环境年变化评估为核心,系统评估珠江流域2000~2010年珠江流域的生态系统类型、格局及变化,生态系统服务功能及变化,水资源、水环境、水灾害及变化,探讨流域生态系统变化与水的关系,分析陆地生态系统类型变化与生态环境胁迫,开展环境污染与社会经济发展重心演变研究。

本书适合生态学、环境科学等专业的科研和教学人员阅读,也可为流域生态管理和水文水资源管理人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

珠江流域生态环境十年变化评估 / 杨大勇等著. —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 978-7-03-050407-4

I. 珠… II. 杨… III. 珠江流域-区域生态环境-评估 IV. X321.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 262841 号

责任编辑: 李 敏 张 菊 吕彩霞 / 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: 21 3/4

字数: 560 000

定价: 198.00 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

《珠江流域生态环境十年变化评估》编委会

主 笔 杨大勇 林 奎

副主笔 宋巍巍 于锡军 杨 剑

成 员 (按汉语拼音排序)

董家华 房巧丽 邝红艳 刘 辉

汪中洋 曾思远 赵坤荣 周丽旋

周 雯 周永杰

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

珠江流域是由西江、北江、东江及珠江三角洲诸河等 4 个相对独立的水系所组成的复合型流域，按地貌组合特点，分为云贵高原区、黔桂高原斜坡区、桂粤中低山丘陵和盆地区、珠江三角洲平原区等 4 个地貌区，构成西北高东南低的地势。本流域地处亚热带，北回归线贯穿中部，气候温和，全流域基本属亚热带季风气候。珠江流域水资源丰富，多年森林覆盖率均超过 50%，整体生态环境质量较好。但是，由于自然因素和社会发展，也带来一些环境问题，如水土流失、石漠化、湿地破坏、局部水质污染严重及咸潮入侵等问题。

为系统评估珠江流域 2000 ~2010 年生态环境变化，明确本流域水资源、水环境、水文过程状况及变化特征，阐明流域生态系统服务功能空间特征及其变化，辨识驱动流域生态环境变化人为因素，揭示流域生态环境综合压力、生态环境状况空间特征，提出加强流域生态环境保护的建议，环境保护部重点工作“全国十年生态环境遥感评估”在流域专题设置了课题“珠江流域生态环境十年评估”，重点评估珠江流域 2000 ~2010 年生态系统变化。

针对流域特征与主要环境问题，本书系统评估珠江流域 2000 ~2010 年流域的生态系统类型、格局及变化，生态系统服务功能及变化，水资源、水环境、水灾害及变化，探讨流域生态系统变化与水的关系，分析陆地生态系统类型变化与生态环境胁迫，开展环境污染与社会经济发展重心演变研究。

在本书的相关研究工作中得到环境保护部自然生态保护司、卫星环境应用中心，及中国科学院生态环境研究中心等部门的大力支持和及时指导，我们深表感谢！

由于作者研究领域和学识的限制，书中难免有不足之处，敬请读者不吝批评、赐教。

作 者

2016 年 10 月

目 录

总序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究范围	1
1.2 数据源	1
1.3 生态系统分类	2
1.4 分析层次与内容	4
第 2 章 珠江流域自然、社会经济概况及环境质量状况	6
2.1 自然地理概况	6
2.2 河流水系概况	12
2.3 社会经济概况	13
2.4 环境质量概况	20
第 3 章 珠江流域主要生态环境问题分析	28
3.1 水资源分布不均匀,人均水资源量下降明显	28
3.2 经济发展呈逆地理梯度效应,中上游地区生态环境压力大	28
3.3 局部水质污染严重,水环境安全形势严峻	29
3.4 水利建设工程破坏生态环境,水资源开发利用程度低	30
3.5 沿海开发对河口地区滩涂湿地的影响	30
3.6 海平面上升和咸潮入侵等自然因素变化对流域生态环境的影响	31
3.7 水土流失、石漠化现象突出	32
第 4 章 珠江流域生态系统类型、格局及变化	33
4.1 生态系统类型构成	33
4.2 生态系统类型变化	54
4.3 生态系统类型转换	63
4.4 生态系统格局变化分析	93
4.5 岸边带生态系统类型构成	110
4.6 岸边带生态系统类型变化	136
第 5 章 珠江流域生态系统服务功能及变化	147

5.1	生态系统水文调节功能及其十年变化	147
5.2	生态系统土壤保持功能及其十年变化	165
5.3	生态系统碳固定功能及其十年变化	186
5.4	生物多样性维持功能及其十年变化	209
5.5	生态系统产品提供功能分布特征及其变化	230
第6章	珠江流域河流与水环境	240
6.1	水资源变化	240
6.2	水文特征	247
6.3	污源排放情况	251
6.4	水质十年变化	259
6.5	水害情况	267
6.6	历年水污染事故情况	270
第7章	珠江流域陆地生态系统类型变化与生态环境胁迫	272
7.1	植被覆盖度十年变化	272
7.2	生物量十年变化	278
7.3	湿地退化程度分析与变化	291
7.4	生态环境胁迫特征及其变化分析	295
第8章	珠江流域污染与社会经济发展重心演变分析	310
8.1	研究方法	310
8.2	研究成果	311
第9章	生态环境保护和管理对策建议	316
9.1	珠江流域生态环境十年变化调查与评估结果	316
9.2	主要结论	324
9.3	生态环境保护和管理对策建议	325
参考文献		327
索引		334

第1章 | 绪 论

生态环境是社会经济可持续发展的核心和基础。流域的生态环境质量能反映流域内社会经济可持续发展的能力以及社会生产和人居环境稳定可协调的程度。调查和评价生态环境质量的现状,充分认识流域内生态环境的状况,是生态环境预测或预警的基础,也是流域生态环境管理和环境保护的重要举措,更是制定和规划流域国民经济发展计划的重要依据。

珠江流域作为我国六大水系中综合经济实力最强的流域之一,同时也是生态破坏较为严重的流域之一,过去十年是珠江流域生态环境受人类活动干扰强度最大的时期,除了自然灾害和全球气候变化对流域生态环境威胁不断加大以外,经济建设和资源开发对流域生态环境影响也不断增大,虽然国家对珠江流域的生态环境建设和改善不断投入,但珠江流域的生态环境状况是在增强还是减弱?目前很多学者的研究仅作了定性的描述。为了深入了解流域的生态环境状况,定量评价珠江流域的生态环境质量,我们需要更深入地了解生态环境结构、功能和变化过程,以加强珠江流域宏观生态质量的管理力度。

1.1 研究范围

本书所指珠江流域为我国境内珠江流域范围。

1.2 数 据 源

本书所涉及数据有遥感数据、水文监测数据、水环境监测数据、社会经济统计数据、环境统计数据、水利工程数据等,具体如下所述。

1.2.1 遥感数据

根据《全国生态环境十年变化(2000—2010年)遥感调查与评估项目技术指南》,珠江流域生态十年调查评估所采用的遥感数据类型包括光学到雷达、低分辨率到高分辨率,时相为2000~2010年,从生长季到全年。

1) 低分辨率卫星影像。以MODIS为主,覆盖全国2000~2010年数据。数据类型主要为250m分辨率的16天合成的NDVI数据(MOD13Q1)。

2) 中分辨率卫星影像。中分辨率遥感卫星数据包括2000年、2005年和2010年三个时相,其中2000年和2005年以Landsat TM/ETM数据为主,2010年以HJ-1卫星CCD数

据为主，数据有缺失的地区以同等分辨率同一时相的数据作为补充。

3) 中高分辨率卫星影像。中高分辨率数据以 SPOT-5 2.5m 全色和 10m 多光谱数据为主，辅助以 ALOS、RapidEye、福卫-2、CBERS-02B HR 等数据。范围覆盖国家级自然保护区和部分重要生态功能区，约 500 万 km²。

4) 亚米级高分辨率卫星影像。以 QuickBird、IKONOS 数据为主，辅助以 GeoEye-1、WorldView-1、WorldView-2 等数据。

5) 雷达数据。以 EnviSat- ASAR、ERS/1、ERS/2 数据为主，辅助以 RadarSat- 1、RadarSat-2、JERS 等数据。

1.2.2 水文监测数据

水文监测数据主要包括 2000 ~ 2010 年逐月河流干流，以及一级、二级支流主要断面水文数据，包括径流量、泥沙含量。

1.2.3 水环境监测数据

水环境监测数据主要包括 2000 ~ 2010 年逐月河流干流，以及一级、二级支流主要断面水环境监测数据，主要包括 COD、TN、TP 数据。本书珠江流域选择水环境监测断面与水文监测数据断面一致。

1.2.4 社会经济统计数据

社会经济统计数据主要包括人口、国民生产总值、用水量、化肥用量数据等，主要来源于各省地方统计年鉴。

1.2.5 环境统计数据

环境统计数据主要包括城镇生活污水废水和工业废水排放情况、历年污染治理投资额等。主要来源于《中国环境统计年报》、地方环境统计数据及各省市环境质量公报。

1.2.6 水利工程数据

水利工程数据主要包括水库、库容、水电装机容量和发电量数据。

1.3 生态系统分类

本书对珠江流域的生态系统分类参照全国生态系统分类体系，见表 1-1。根据该分类体系，剔除珠江流域没有的生态系统类型，开展珠江流域生态系统类型变化分析。

表 1-1 I 级、II 级、III 级生态系统分类体系表

代码	I 级	代码	II 级	代码	III 级	原代码 ^①
1	森林	11	阔叶林	111	常绿阔叶林	101
				112	落叶阔叶林	102
		12	针叶林	121	常绿针叶林	103
				122	落叶针叶林	104
		13	针阔混交林	131	针阔混交林	105
		14	稀疏林	141	稀疏林	61
2	灌丛	21	阔叶灌丛	211	常绿阔叶灌木林	106
				212	落叶阔叶灌木林	107
		22	针叶灌丛	221	常绿针叶灌木林	108
		23	稀疏灌丛	231	稀疏灌木林	62
3	草地	31	草地	311	草甸	21
				312	草原	22
				313	草丛	23
				314	稀疏草地	63
4	湿地	41	沼泽	411	森林沼泽	31
				412	灌丛沼泽	32
				413	草本沼泽	33
		42	湖泊	421	湖泊	34
				422	水库/坑塘	35
		43	河流	431	河流	36
				432	运河/水渠	37
5	农田	51	耕地	511	水田	41
				512	旱地	42
		52	园地	521	乔木园地	109
				522	灌木园地	110
6	城镇	61	居住地	611	居住地	51
		62	城市绿地	621	乔木绿地	111
				622	灌木绿地	112
				623	草本绿地	24
		63	工矿交通	631	工业用地	52
				632	交通用地	53
				633	采矿场	54

续表

代码	I 级	代码	II 级	代码	III 级	原代码 ^①
7	荒漠 ^②	71	荒漠	711	沙漠/沙地	67
				712	苔藓/地衣	64
				713	裸岩	65
				714	裸土	66
				715	盐碱地	68
8	冰川/永久积雪	81	冰川/永久积雪	811	冰川/永久积雪	69
9	裸地	91	裸地	911	沙漠/沙地	67
				912	裸岩	65
				913	裸土	66

①“原代码”为土地覆盖数据二级代码。②干旱与半干旱区的沙漠与沙地、裸岩、裸土、盐碱地归类于荒漠生态系统，湿润区的沙漠与沙地、裸岩、裸土归类为裸地。

1.4 分析层次与内容

珠江流域以遥感数据为主，其他必要的社会经济数据和环境统计数据为补充，围绕以流域人类活动—土地利用变化—水环境变化、陆地—岸边带—水体、水资源开发利用—水文过程变化—生态系统退化的内在关系为主线构建的“格局—质量—功能—胁迫”这一研究主线，系统开展珠江流域生态环境十年变化的调查与评估。考虑到珠江流域是一个复合型流域，水系复杂，本书在简单分析珠江流域、各省区层次的基础上，进一步划分为不同二级流域进行对比分析，以期为不同自然环境概况、不同社会经济发展阶段的流域之间的对比分析提供调查评估结论，为珠江流域不同流域范围生态环境变化的调查评估及针对性的政策建议提供借鉴。

珠江流域二级流域划分参考《珠江流域（云南部分）水污染防治“十二五”规划研究报告》，把珠江流域划分为北盘江区、柳江区、桂贺江区、红水河区、南盘江区、东江秋香江口以上区、北江大坑口以下区、北江大坑口以上区、右江区、西北江三角洲区、东江三角洲区、黔浔江及西江（梧州以下）区、东江秋香江口以下区、左江及郁江干流区共 14 个二级流域，详见表 1-2。

表 1-2 珠江流域分流域表

位置	二级流域	面积/km ²	占全流域面积/%
上游	北盘江区	26 762.83	6.09
	南盘江区	58 132.23	13.22
	红水河区	54 895.18	12.49
中游	左江及郁江干流区	37 271.75	8.48
	右江区	39 439.83	8.97
	柳江区	57 845.85	13.16
	桂贺江区	30 136.82	6.85

续表

位置	二级流域	面积/km ²	占全流域面积/%
下游	黔浔江及西江（梧州以下）区	35 991.06	8.19
	北江大坑口以上区	17 311.47	3.94
	北江大坑口以下区	29 047.57	6.61
	东江秋香江口以上区	18 595.97	4.23
	东江秋香江口以下区	8 615.22	1.96
	西北江三角洲区	18 126.07	4.12
	东江三角洲区	7 478.21	1.70

第 2 章 珠江流域自然、社会经济概况及环境质量状况

流域的社会经济发展状况与其生态环境密不可分，社会经济发展对生态环境质量相互影响主要表现为水、空气、土地、植被和动物等各种资源条件对社会经济活动的影响以及生态环境的破坏对社会经济活动的影响。经济发展的速度、持久性和稳定性，依赖于自然资源的丰富程度和持续生产能力，生态环境的破坏和污染，必然导致自然资源的浪费，甚至使有些资源枯竭，还会使可更新资源的增殖受阻，最终将影响经济的发展。而经济发展受到限制，必然减弱保护和改善生态环境的能力，导致生态环境质量进一步恶化。本章主要对珠江流域地理情况、河流水系概况、社会经济发展状况以及流域环境质量现状评价进行简单介绍，以期对厘清珠江流域社会经济发展与环境质量变化之间的关系有所裨益。

2.1 自然地理概况

2.1.1 地理位置

珠江流域的地理位置在 $102^{\circ}14'E \sim 115^{\circ}53'E$ 、 $21^{\circ}31'N \sim 26^{\circ}49'N$ ，分布于中国云南、贵州、广西、广东、湖南、江西 6 省（自治区）和越南，其中二级支流左江的上游在越南境内，流域总面积 $453\,690\text{km}^2$ 。流域内所辖行政区见表 2-1 和图 2-1。

表 2-1 珠江流域分省行政区统计表

省 (自治区)	地区（州、市）		县（区） 数/个	面积 /万 km^2	占全流域 面积/%
	名称	数/个			
广东	广州市、深圳市、珠海市、佛山市、韶关市、河源市、惠州市、东莞市、中山市、江门市、茂名市、肇庆市、清远市、云浮市	14	77	11.12	24.52
广西	南宁市、柳州市、桂林市、梧州市、防城港市、贵港市、玉林市、百色市、贺州市、河池市、来宾市、崇左市	12	89	20.27	44.67
云南	曲靖市、昆明市、玉溪市、红河州、文山州	5	26	5.99	13.20

续表

省 (自治区)	地区(州、市)		县(区) 数/个	面积 /万 km ²	占全流域 面积/%
	名称	数/个			
贵州	贵阳市、安顺市、毕节地区、六盘水市、黔东南州、黔南州、黔西南州	7	32	6.04	13.31
江西	赣州市	1	4	0.35	0.77
湖南	永州市、郴州市、邵阳市、怀化市	4	9	0.45	1.00
流域合计		43	237	44.22	97.48

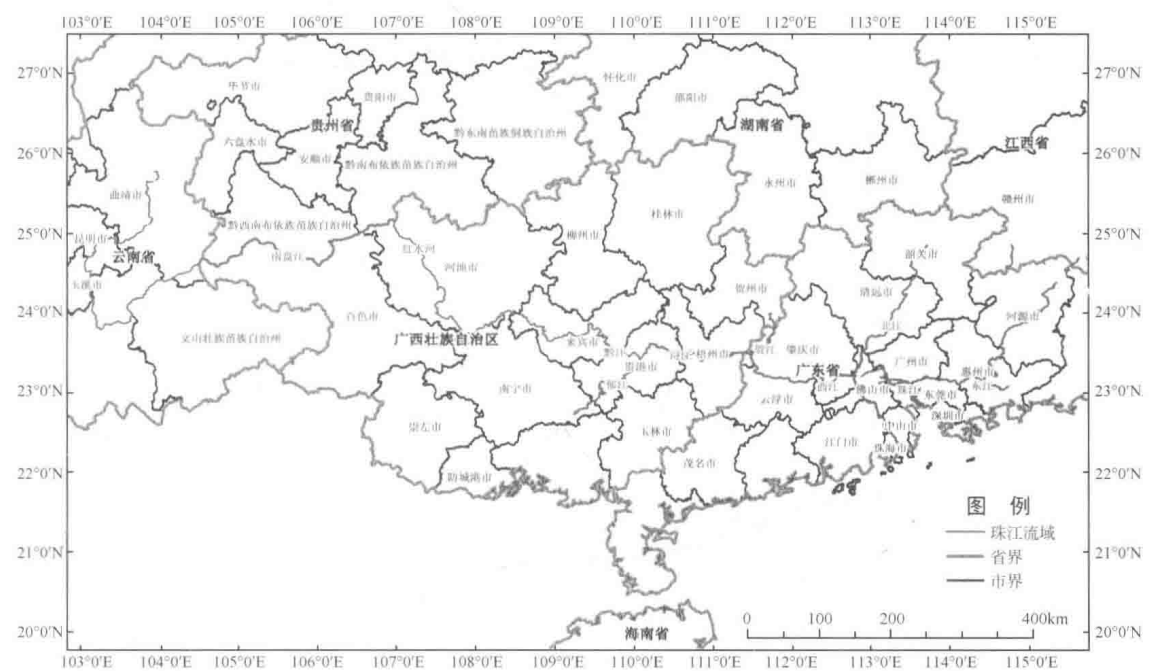


图 2-1 珠江流域行政区划图

2.1.2 地质地貌特征

珠江流域自西向东由云贵高原、广西盆地、珠江三角洲平原三个宏观地貌单元组成。三个地貌单元间均有山地、丘陵作为过渡或分隔，其中广西盆地是流域的主体。西江自西向东贯通三个主要地貌单元，并与北江、东江等在珠江三角洲汇流，形成以西江流域为主体的复合的珠江流域。

按地貌组合特点，珠江流域分为云贵高原区、黔桂高原斜坡区、桂粤中低山丘陵和盆地、珠江三角洲平原区 4 个地貌区，构成西北高东南低的地势。

云贵高原区处于流域最西部，其东以六枝—盘县—兴义—广南一线为界，包括滇中、滇东、滇东南和黔西的一部分，以黔西地区最高，一般峰顶海拔 2200 ~ 2500m，多被切割