

中国南方岩溶石山地区 石漠化遥感调查与演变研究

童立强 刘春玲 聂洪峰 著



科学出版社

中国南方岩溶石山地区石漠化 遥感调查与演变研究

童立强 刘春玲 聂洪峰 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书系统地研究了中国南方岩溶石山地区区域地质背景、岩溶地貌特征及碳酸盐岩的分布特征,在此基础上,综合前人研究成果,利用最新时相的遥感数据,研究了中国南方岩溶石山地区石漠化的分布现状、演变规律及趋势,较为深入地分析了石漠化成因及其演变的影响因素,对中国南方岩溶石山全区进行了石漠化生态地质环境系统演化规律的综合评价和研究,并且还尝试性地利用确定性系数-层次分析法(AHP-CF法)对典型地区进行了石漠化综合分区评价,这种方法将影响石漠化的各种因素通过表达式的形式更好地量化,大大地减少了人为主观判断带来的影响,使综合分区评价的结果更真实、可靠。

本书列举的大量第一手基础性研究成果对岩溶石漠化地区政府的决策有重要的参考价值,对当地岩溶石漠化的防治、规划、小流域生态环境改善和当地老百姓脱贫致富有着重要的指导意义。本书可供从事地质、生态环境研究的人员和高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国南方岩溶石山地区石漠化遥感调查与演变研究 / 童立强, 刘春玲, 聂洪峰著. —北京: 科学出版社, 2013. 2

ISBN 978-7-03-037093-8

I. ①中… II. ①童…②刘…③聂… III. ①岩溶地貌—沙漠化—遥感地面调查—研究—中国 IV. ①P942.073②TP79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 049171 号

责任编辑: 韩 鹏 张井飞 / 责任校对: 桂伟利

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计工作室

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>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2013 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 2 月第 一 次印刷 印张: 13

字数: 296 000

定价: 89.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

我国南方岩溶石山地区涉及滇、黔、桂、湘、川、渝、鄂、粤 8 个省（市、自治区），调查区行政面积约 191 万 km^2 ，其中岩溶石山面积约 53 万 km^2 。调查区不仅国土辽阔，土地、矿产、森林、旅游等自然资源十分丰富，而且人口众多，少数民族聚居，在我国西部大开发战略中占有十分重要的地位。

但这一地区生态环境脆弱，水土流失、石漠化、旱涝及地质灾害问题严重。尤其是日益严重的石漠化，已严重制约区域经济的发展、威胁当地居民的生存、影响社会的安定，并逐渐影响长江、珠江下游地区的防洪和生态安全，为此中央在国民经济和社会发展第十个五年计划纲要中提出了“加快小流域治理，减少水土流失。推进黔桂滇岩溶地区石漠化综合治理”的要求。为了进一步贯彻落实这一精神，自 20 世纪 90 年代末开始，在第一轮国土资源大调查中，有关部门就陆续开始对该地区进行大面积的调查和整治工作。2002~2005 年，中国国土资源航空物探遥感中心在西南 8 省（市、自治区）就开展了 3 期不同时相的石漠化遥感调查，其成果得到了地方政府的广泛采纳，同时获得了国土资源部科技进步二等奖。

但是，在第一轮石漠化遥感调查中所采用的卫星影像多为 2000 年以前的 TM (ETM) 数据，时相比较老，已远远不能满足现代生态环境建设的需求。同时，为了深入贯彻落实党中央在十七大报告中进一步提出的“加强荒漠化石漠化治理，促进生态修复……，为保护全球气候作出新贡献”这一精神，中国地质调查局决定利用最新时相的遥感数据（主要为 2007 年、2008 年的 CBERS-02B 数据），进行新一轮南方岩溶石山地区的石漠化遥感调查和监测，获取调查区石漠化的分布、发育及演变规律，查明石漠化的最新发展趋势，使其与全国 1:25 万荒漠化分布与动态变化遥感调查相结合，为岩溶区生态环境综合治理提供精准地质基础和石漠化数据库。

本书集合了 2002~2005 年与 2009~2010 年石漠化遥感调查的共同成果，通过综合研究分析，基本查明了中国南方岩溶石山地区石漠化的最新分布现状和面积，掌握了石漠化的最新演变规律和趋势，较为深入地分析了石漠化的成因及其演变趋势的影响因素。

本书对中国南方岩溶石山全区进行了石漠化生态地质环境系统演化规律的综合评价和研究，评价结果表明，中国南方岩溶石山地区石漠化整体上呈明显的改善趋势，生态

环境得到了显著的恢复。其综合评价结果对于促进中国南方岩溶石山地区的经济发展、资源开发、社会稳定，改善人民生活，实施生态环境保护与建设都具有十分重要的意义。

本书还尝试性地利用确定性系数-层次分析法（AHP-CF 法）对典型地区进行了石漠化综合分区评价，评价结果与实际调查结果吻合极好，表明运用 AHP-CF 法对石漠化地区进行综合分区评价是合理可行的。这种方法将影响石漠化的各种因素通过表达式的形式更好地量化，大大地减少了人为主观判断带来的影响，使综合分区评价的结果更真实、可靠。

本书由童立强研究员、刘春玲高工、聂洪峰教授级高工执笔，刘春玲高工、童立强研究员统稿完成。本书是集体劳动的结晶，是对前期项目成果的总结和提升，感谢项目成员谭钦银教授级高工、安国英高工、李丽工程师、张晓坤工程师、李曼工程师、丁富海高工、李小慧工程师及程洋等的辛勤付出。本书的完成得到了中国地质调查局、中国国土资源航空物探遥感中心领导的大力支持和指导，得到了成都理工大学的鼎力协作，在此表示衷心的感谢。感谢科学出版社韩鹏编辑的出色工作，他为本书的出版付出了巨大的努力，他中肯的意见使得本书增色不少。同时，感谢所有参与本书工作的专家、学者，感谢他们的大力支持、艰辛劳动与精诚合作。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 区域地质环境概况	1
1.1.1 自然地理概况	1
1.1.2 地质概况	3
1.2 区域生态环境概况	17
1.3 石漠化的研究程度	18
1.4 调查研究思路与技术路线	20
1.4.1 调查研究思路	20
1.4.2 研究方法和技术路线	20
第 2 章 石漠化遥感调查的方法技术	22
2.1 遥感数据及预处理	22
2.1.1 数据类型及时相	22
2.1.2 数据预处理	24
2.1.3 遥感数据的质量评述	29
2.2 石漠化的遥感影像特征	31
2.2.1 碳酸盐岩的遥感影像特征	31
2.2.2 岩溶地貌的遥感影像特征	35
2.2.3 石漠化的遥感影像特征	37
2.3 石漠化遥感调查分类分级	39
2.3.1 碳酸盐岩的类型划分	39
2.3.2 岩溶地貌类型的划分	40
2.3.3 石漠化的类型划分	41
2.4 专题信息提取技术	42
第 3 章 石漠化形成的地质环境	46
3.1 碳酸盐岩遥感地质特征	46
3.1.1 碳酸盐岩的分布特征	46
3.1.2 碳酸盐岩类型及分布的影响因素	55
3.2 岩溶地貌遥感地质特征	58
3.2.1 岩溶地貌的分布特征	58
3.2.2 岩溶地貌的影响因素	67
第 4 章 石漠化分布与动态变化	75
4.1 石漠化分布现状与特征	75

4.1.1	区域石漠化分布特征	75
4.1.2	各省（市、自治区）石漠化现状	81
4.1.3	石漠化的分布特征	115
4.2	石漠化动态变化与规律	118
4.2.1	区域石漠化动态变化	118
4.2.2	各省（市、自治区）石漠化演变趋势	118
4.2.3	石漠化的动态变化规律	153
第 5 章	石漠化形成机理分析	160
5.1	地质环境与石漠化	160
5.2	水文、气象条件与石漠化	163
5.3	人类活动与石漠化	165
第 6 章	石漠化综合分区评价	170
6.1	区域石漠化分区与评价	170
6.1.1	石漠化变化分区评价因子选择与确定	170
6.1.2	分区与评价	170
6.2	典型区石漠化分区与评价	174
6.2.1	典型研究区概况	174
6.2.2	重点研究区的综合分区评价	178
6.3	石漠化改善的原因分析	185
第 7 章	结束语	192
7.1	主要成果	192
7.2	主要认识	196
主要参考文献		199

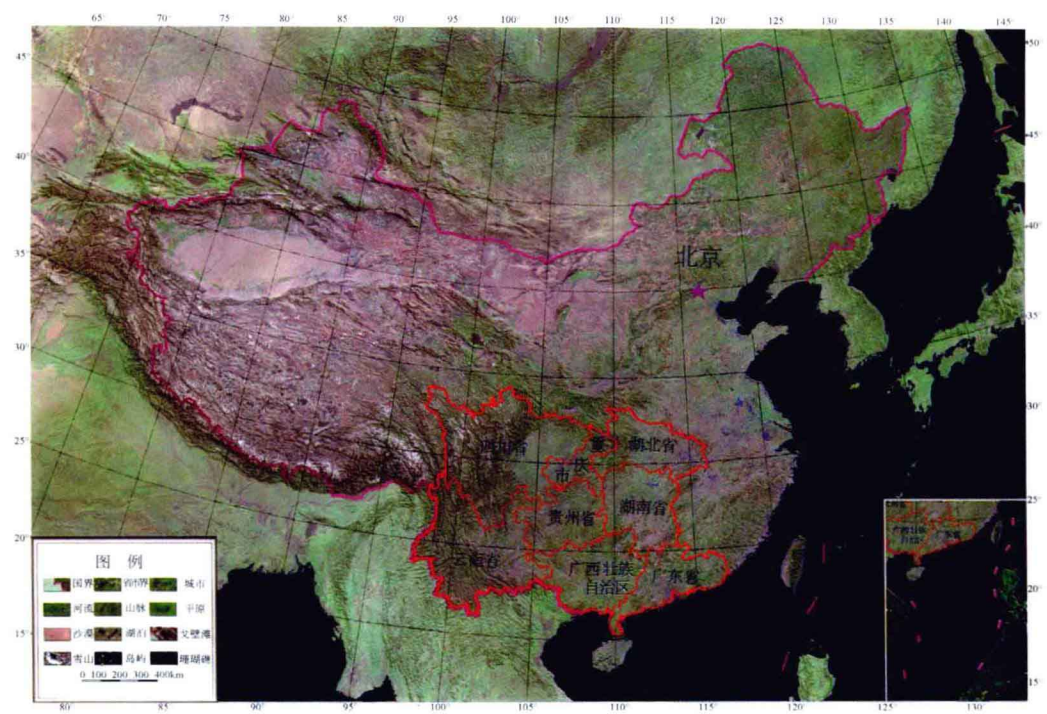
第 1 章 绪 论

1.1 区域地质环境概况

1.1.1 自然地理概况

1. 地理位置及交通

中国南方岩溶石山地区位于祖国的大西南，包括湖北、湖南、广东、广西、云南、贵州、四川、重庆 8 个省（市、自治区），涉及区域总面积约 191 万 km²（图 1-1）。地理坐标范围为东经 97°21′~117°20′、北纬 20°12′~34°19′，东西横跨约 20°，南北纵深约 14°。



中国南方岩溶石山地区虽处于祖国大西南少数民族聚居区，但是随着西部大开发步伐的不断加大，区内已形成了以铁路、公路为主的交通网络，给交通运输带来了极大的

便利（图 1-2）。

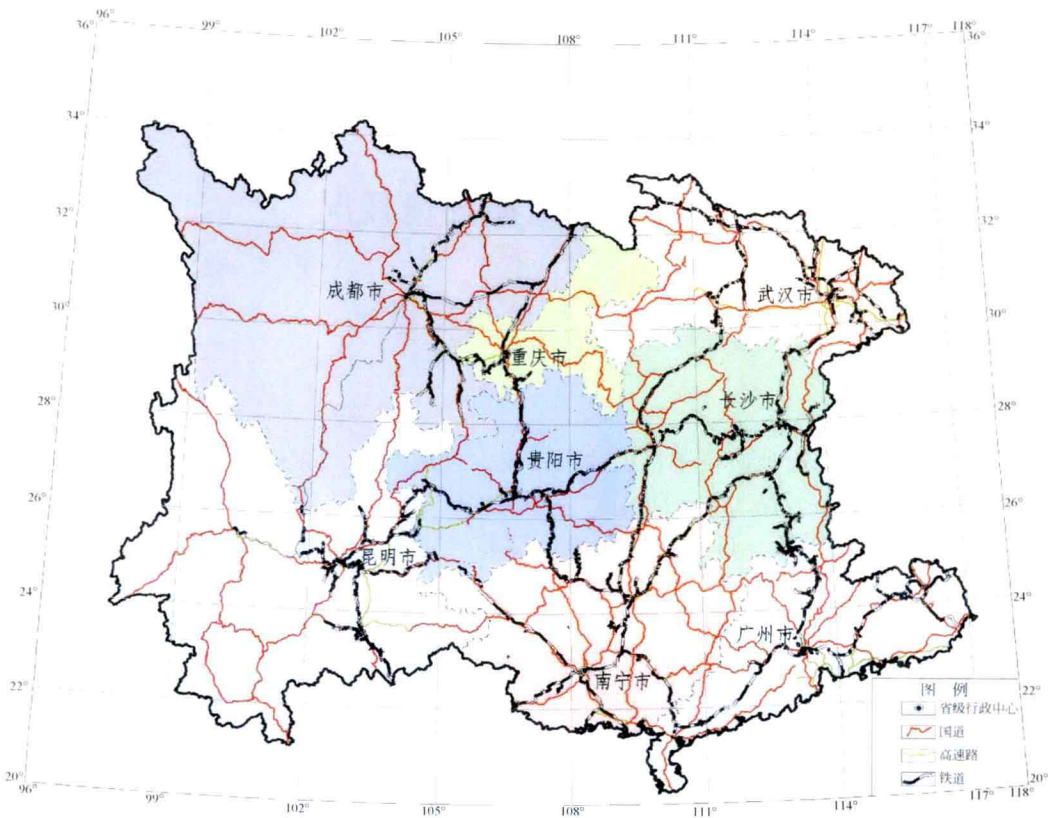


图 1-2 中国南方岩溶石山地区交通位置图

2. 地形地貌

中国南方岩溶石山地区处于中国地貌单元的第二级台阶区，中西部高，东部低，北部高，南部低，总体上向西绝对高程逐步抬升，切割深度加大。

区内地貌复杂，从岩溶高山峡谷到低山丘陵，从岩溶高原到峰林平原，各种岩溶地貌均有分布。中国南方岩溶石山地区中部及南部为溶洼-峰林山地-峰林平原区，北部为溶洼-丘峰山地区，东部为溶盆-丘峰山地丘陵区，西部为溶原-丘峰高原断陷盆地区。

3. 气象、水文

气候条件作为岩溶发育的主要外营力，对岩溶地貌形态与景观的形成、地下岩溶的发育起着区域性的控制作用。中国南方岩溶石山地区属中国亚热带、热带湿润气候区。区内降雨丰沛，除西部年降雨量为 800~1000mm 外，其余地区均在 1000mm 以上，东南部甚至达到 1800mm；气候温和，除西部年平均气温为 12~14℃ 外，其余多为 14~18℃，南部可达 20℃ 以上。区内大部分地区的年最大蒸发量都小于全年降水量，属湿润气候区，仅西部局部地区蒸发量和降水量相当，属于亚湿润气候区。在这种气候条件

下，化学溶蚀作用强烈，岩溶作用以溶蚀作用为主，地表、地下径流对碳酸盐岩的溶蚀作用能旺盛地进行，形成丰富的岩溶地貌形态及洞穴系统。岩体强烈地岩溶化后，为岩溶地下水的形成、运移、储存创造了良好的水文地质条件。中国南方岩溶石山地区在中国岩溶分区上属热带、亚热带湿润气候型侵蚀及溶蚀地区。

中国南方岩溶石山地区主要属于长江流域和珠江流域，西南隅少部属元江流域。以苗岭山脉、武陵山脉为分水岭，北面是长江流域，南面是珠江流域。长江流域主要支流是雅砻江（及安宁河）、普渡河、牛栏江、赤水河、横江、乌江、澧水、资水、湘江。珠江流域主要支流为南盘江、北盘江、红水河、桂江、柳江、左江、右江。元江流域主要为红河的上游段。区内一级支流以及许多二级支流多为小流域的当地侵蚀基准面，地表水位较低，不利于农业与人畜用水，而小支流流域地表水常转换成伏流、地下暗河、大泉，地表水源常常十分缺乏。

1.1.2 地质概况

1. 地层岩性

中国南方岩溶石山地区碳酸盐岩从震旦系至三叠系均有分布，累计厚约 4000～7000m。中上扬子区（四川、重庆、云南、贵州及湖北五省、市）碳酸盐岩大量分布在震旦系、寒武系、奥陶系、二叠系及三叠系等地层中，志留系、泥盆系及石炭系等地层中碳酸盐岩出露较少；华南区（广西、广东及湖南大部分）碳酸盐岩大量分布在泥盆系、石炭系、二叠系及三叠系等地层中，其他层系较少。各地层的具体情况如下。

（1）震旦系

震旦系由下震旦统的观音崖组及上震旦统的灯影组组成。观音崖组岩性主要为碎屑岩及白云岩；灯影组岩性较为单一，主要为白云岩，厚 528～1002m（图 1-3）。震旦系碳酸盐岩主要分布在中上扬子区，华南区零星出露，以中上扬子区为代表。

（2）寒武系

寒武系由下寒武统、中寒武统及上寒武统组成，碳酸盐岩主要分布于上寒武统及中寒武统，下寒武统以碎屑岩为主（图 1-3）。

上寒武统娄山关组岩石类型单一，以白云岩为主，厚 280～1050m。

中寒武统主要包括石冷水组及高台组。其中，石冷水组岩性主要为白云岩，厚约 200m；高台组岩性主要为碎屑岩，厚 20～140m。

下寒武统碳酸盐岩主要分布在清虚洞组。金顶山组-牛蹄塘组岩石类型为碎屑岩，厚 30～1200m；清虚洞组以白云岩夹灰岩、灰岩夹白云岩为主，厚 120～180m。

寒武系碳酸盐岩主要分布在中上扬子区，华南地区零星出露，以中上扬子区为代表。

地 层 系 统			层 厚 /m	岩 性 结构柱	主要岩性	主要岩石类型		沉 积 相	
系	统	组				按组分类	按统分类	亚 相	相
奥陶系									
寒 武 系	上寒武统	娄山关组	280~1050		白云岩	A2型	A2型	蒸发湖坪、 蒸发潟湖、 砂屑滩	局 限 台 地
		石冷水组	200		白云岩	A2型	B型	潮坪、 鲕粒滩	局限 台地
	中寒武统	高台组	20~140		碎屑岩				滨海
	下寒武统	清虚洞组	120~180		白云岩夹灰岩、 灰岩夹白云岩	A3型、 A5型		潮坪-潟湖	局限 台地
		金顶山组 — 牛蹄塘组	30~1200		砂岩、粉砂岩及砾岩等 碎屑岩 泥岩、页岩及粉砂岩等 碎屑岩				滨海、 台缘 斜坡、 陆架
震 旦 系	上震旦统	灯影组	528~1002		葡萄状白云岩、 藻纹层白云岩、 泥晶白云岩等	A2型	A2型	蒸发湖坪、 蒸发潟湖、 潮道	局 限 台 地
	下震旦统	观音崖组	80		碎屑岩夹白云岩等	D型	D型		滨海
前震旦系		开建桥组							

图 1-3 中上扬子区震旦系—寒武系地层柱状图

(3) 奥陶系

奥陶系由下奥陶统、中奥陶统及上奥陶统组成，碳酸盐岩在各统广泛发育，除下奥陶统有较多碎屑岩外，中、上奥陶统几乎全部为灰岩（图 1-4）。

地 层 系 统			层 厚 /m	岩性 结构柱	主要岩性	主要岩石类型		沉 积 相			
系	统	组				按组分类	按统分类	亚 相	相		
泥盆系											
志留系	中下志留统	韩家店组	180~346		泥岩夹生屑灰岩	D型	D型	浅水陆架	陆架		
								浅水陆架上斜坡	陆架斜坡		
								上斜坡浅水陆架	斜坡陆架		
	下志留统	石牛栏组			生物礁灰岩、 生屑灰岩夹泥灰岩、 瘤状灰岩、 泥灰岩、 灰岩与泥岩互层	B型	D型	斜坡骨架岩	台缘礁		
									开阔台地		
								生屑砂屑滩	台缘滩		
									台缘斜坡		
		龙马溪组			泥岩、页岩夹泥质粉砂岩等碎屑岩	B型		浅水陆架	陆架		
								深水陆架			
	上奥陶统	五峰组	1~12		生屑灰岩与炭质泥岩互层	B型	B型		盆地斜坡		
	中奥陶统	沅江组	26~120		龟裂纹灰岩	A1型	A1型	滩间	开阔台地		
	奥陶系	下奥陶统	湄潭组		60~1000	泥晶灰岩	A1型	C型 D型	潮间	局限台地	
泥岩、泥质粉砂岩夹泥晶灰岩； 生屑灰岩； 粉砂岩与粉砂质泥岩互层						D型	潮下		台缘斜坡		
上-下斜坡							浅水陆架				
红花园组			生屑灰岩、鲕粒灰岩				A1型			生屑鲕粒滩	开阔台地
桐梓组			白云岩夹灰岩及泥岩			B型			蒸发潮坪 潟湖	局限台地	
									生屑滩	台缘滩	
寒武系						娄山关组					

图 1-4 中上扬子区奥陶系—志留系地层柱状图

上奥陶统由临湘组（涧草沟组）和五峰组组成。临湘组岩性主要为灰岩，厚 1~12m；五峰组岩性主要为生屑灰岩与炭质泥岩互层，厚 0.2~13m。

中奥陶统由十字铺组（巧家组）和宝塔组组成。十字铺组和宝塔组岩性均为龟裂纹灰岩，累计厚 26~120m。

下奥陶统由桐梓组（南津关组）、红花园组、湄潭组和牯牛潭组组成，局部地区统称红石崖组。其中，桐梓组岩性主要为白云岩夹灰岩及泥岩；红花园组岩性主要为生屑灰岩、鲕粒灰岩；湄潭组上部岩性主要为泥岩、泥质粉砂岩夹泥晶灰岩，中部为生屑灰岩，下部主要为粉砂岩，厚 162~288m；牯牛潭组岩性主要为泥晶灰岩，累计厚 70~242m。

奥陶系碳酸盐岩主要分布在中上扬子区，华南地区零星出露，以中上扬子区为代表。

（4）志留系

志留系由下志留统及中下志留统组成，上志留统缺失（图 1-4）。

中下志留统主要有韩家店组，岩性主要为泥岩夹生屑灰岩；下志留统包括石牛栏组和龙马溪组。其中，石牛栏组岩性主要为生屑灰岩夹泥灰岩、泥灰岩等，龙马溪组岩性主要为泥岩、页岩夹泥质粉砂岩等。厚 180~346m。

志留系碳酸盐岩主要分布在中上扬子区，华南地区零星出露，以中上扬子区为代表。

（5）泥盆系

泥盆系地层大部分分布于华南区，中上扬子区零星出露。泥盆系由下泥盆统、中泥盆统及上泥盆统组成（图 1-5）。

1) 华南区

上泥盆统由五指山组及榴江组组成。五指山组岩性主要为鲕状灰岩、泥灰岩，厚 92~158m；榴江组岩性主要为灰岩夹泥岩，厚 83~181m。

中泥盆统由罗富组、北流组及纳标组组成。罗富组岩性主要为砂岩、粉砂岩及瘤状灰岩，厚 167~658m；北流组岩性主要为灰岩、泥灰岩，厚大于 800m；纳标组岩性主要为砂岩、页岩及泥灰岩。

2) 中上扬子区

上泥盆统由沙窝子组及茅坝组组成。沙窝子组岩性主要为砂屑灰岩、生屑灰岩夹白云岩；茅坝组岩性主要为鲕粒灰岩、砂屑灰岩，两者合计厚 175~439 m。

中泥盆统由观雾山组及金宝石组组成。观雾山组岩性主要为生屑灰岩、泥灰岩、砂屑灰岩；金宝石组岩性主要为泥灰岩、砂岩及生物灰岩。两者合计厚度大于 1113m。

下泥盆统由平驿铺组、甘溪组及养马坝组组成。平驿铺组岩性主要为泥岩、粉砂岩及砂岩；甘溪组岩性主要为泥岩、粉砂岩及砂岩夹礁灰岩；养马坝组岩性主要为生物礁灰岩、砂岩及生物灰岩。

地 层 系 统			层 厚 /m	岩性 结构柱	主要岩性	主要岩石类型		沉 积 相	
系	统	组				按组分类	按统分类	亚 相	相
二叠系									
石炭系	上石炭统	黄龙组	65~3300		鲕粒灰岩夹白云岩	A3型	A3型	鲕粒滩-潟湖	局限台地
	下石炭统	总长沟组	51~1050		瘤状灰岩夹泥岩	B型	B型	鲕粒滩-潮坪	局限台地
泥 盆 系	上泥盆统	茅坝组	175~439		鲕粒灰岩、砂屑灰岩	A1型	A1型 或A3型	鲕粒滩 滩间	台缘浅滩 开阔台地
		沙窝子组			砂屑灰岩、生屑灰岩 夹白云岩	A3型		生屑滩-滩间	台缘浅滩 局限台地
	中泥盆统	观雾山组	>1113		生屑灰岩、 泥灰岩、 砂屑灰岩	A1型	A1型		开阔台地 生物礁
		金宝石组			生物礁灰岩、 泥灰岩、 砂岩、 生物灰岩	B型			台缘斜坡
	盆	养马坝组	>500		生物礁灰岩、 夹生屑灰岩	A1型		生屑滩-滩间	台缘浅滩 生物礁 开阔台地
		甘溪组			泥岩、粉砂岩及砂岩 夹礁灰岩	D型		生屑滩 生物礁	陆棚边缘礁滩
	下泥盆统	平驿铺组			泥岩、 粉砂岩、 砂岩			混合相带 生屑滩 生物礁	台缘浅滩 生物礁 台缘斜坡 生物礁
									陆架
								近滨	海 滨
								前滨	
								近滨-前滨-远滨	
								前滨	
								近滨	
								前滨	
								近滨	海
								前滨 近滨 前滨	
志留系									

图 1-5 中上扬子区泥盆系—石炭系地层柱状图

(6) 石炭系

石炭系地层大部出露于华南区，中上扬子区零星分布。石炭系由下石炭统、中石炭统及上石炭统组成（图 1-5）。

1) 华南区

上石炭统由马平组及船山组组成，两者岩性主要为灰岩，合计厚 32~1679m。

中石炭统由大埔组及黄龙组组成。大埔组岩性以白云岩为主，厚 23~804m；黄龙组岩性以灰岩、灰岩夹白云岩为主，厚 10~790m。

下石炭统由岩关组及大塘组组成。岩关组岩性主要为灰岩，局部为灰岩夹泥岩，厚 30~400m；大塘组岩性主要为灰岩，局部为灰岩夹白云岩，厚 21~650m。

2) 中上扬子区

中上石炭统黄龙组岩性主要为鲕状灰岩夹白云岩，厚度变化很大，为 65~3300m。

下石炭统总长沟组岩性主要为瘤状灰岩夹泥岩，厚 51~1050m。

(7) 二叠系

二叠系碳酸盐岩主要分布在中上扬子区，华南地区零星分布（图 1-6）。二叠系由中二叠统及上二叠统组成，下二叠统缺失。

中二叠统由梁山组、栖霞组及茅口组组成。其中，梁山组岩性主要为泥岩，厚 0~20m；栖霞组岩性主要为生屑灰岩和瘤状灰岩；茅口组岩性主要为泥晶灰岩、生屑灰岩及泥灰岩，它与栖霞组的累计厚度为 380~580m。上二叠统由吴家坪组（龙潭组、峨眉山玄武岩）及长兴组（大隆组、宣威组）组成。其中，龙潭组为泥岩、砂岩；峨眉山玄武岩为火山岩；吴家坪组底部为碎屑岩，厚 0~12m，上部为灰岩，厚 40m~210m。长兴组岩性主要为生屑白云岩、生物礁灰岩及生屑灰岩，厚 30~300m；大隆组及宣威组都为碎屑岩，大隆组厚 20~50m，宣威组厚 150~200m。

(8) 三叠系

三叠系碳酸盐岩主要分布在中上扬子区，华南地区零星分布。三叠系由下三叠统、中三叠统及上三叠统组成（图 1-6）。

下三叠统由飞仙关组（夜郎组）及嘉陵江组（茅草铺组）组成。飞仙关组（夜郎组）岩性主要为泥岩、灰岩、鲕状灰岩及鲕粒白云岩，厚 400~1000m；嘉陵江组（茅草铺组）岩性主要为白云岩、灰岩，厚 400~600m。

中三叠统由雷口坡组（狮子山组和松子坎组）及天井山组组成。雷口坡组岩性主要为白云岩、灰岩，厚 100~466m；天井山组只分布于川西北龙门山前缘局部地区，岩性主要为鲕状灰岩，厚 230~333m。

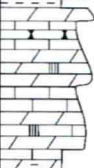
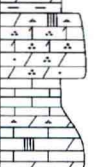
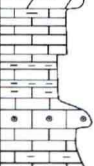
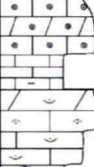
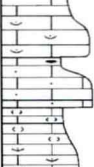
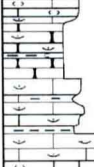
地 层 系 统			层 厚/m	岩性 结构柱	主要岩性	主要岩石类型		沉 积 相		
系	统	组				按组分类	按统分类	亚 相	相	
侏罗系										
三 叠 系	上 统	须家河组			砂岩夹泥岩			三角洲平原 三角洲前缘 浅湖	湖泊 三角洲	
		雷口坡组	100~466		白云岩、 灰岩、 硬石膏岩	A3型 A4型 A5型	A3型 A4型 A5型	蒸发坪 砂屑滩 潮坪-潟湖 蒸发坪 潮坪-潟湖	蒸发 台地 局限台地 蒸发 台地 局限台地	
	中 统	嘉陵江组	400~600		白云岩、 灰岩、 硬石膏岩	A3型 A4型 A5型	A3型 B型	蒸发坪 砂屑滩 潮坪-潟湖 蒸发坪 潮坪-潟湖	蒸发 台地 局限台地 蒸发 台地 局限台地	
								蒸发坪 砂屑滩 潮坪-潟湖 蒸发坪 潮坪-潟湖	蒸发 台地 局限台地 蒸发 台地 局限台地	
		飞仙关组	400~1000		泥岩、 灰岩、 鲕粒灰岩、 鲕粒白云岩	A1型 A3型 B型		鲕粒滩 滩间 鲕粒滩 潮坪-潟湖	开阔 台地 台缘 礁滩 局限 台地	
								蒸发坪 砂屑滩 潮坪-潟湖 蒸发坪 潮坪-潟湖	蒸发 台地 局限台地 蒸发 台地 局限台地	
二 叠 系	上 统	长兴组	30~300		生屑白云岩、 生物礁灰岩、 生屑灰岩	A1型 A3型	C型	生屑滩 生物礁 生屑滩-滩间	台缘 礁滩 开阔 台地	
		龙潭组	40~210		泥岩、 砂岩			潮坪 潟湖	滨 岸	
	中 统	茅口组	380~580		泥晶灰岩、 生屑灰岩、 瘤状灰岩、 泥灰岩	A1型	A1型	滩间 缓坡 滩间 深水缓坡 浅水缓坡 深水缓坡 浅水缓坡 生屑滩 缓坡	开 阔 台 地	
								滩间 缓坡 滩间 深水缓坡 浅水缓坡 深水缓坡 浅水缓坡 生屑滩 缓坡	开 阔 台 地	
		栖霞组			生屑灰岩、 瘤状灰岩	A1型		生屑滩 缓坡	台 地	
								生屑滩 缓坡	台 地	
		梁山组	0~20		硅质岩或硬底泥岩				滨岸	
		韩家店组			硅质岩或硬底泥岩					
志留系										

图 1-6 中上扬子区二叠系—三叠系地层柱状图

2. 地质构造

中国南方岩溶石山地区共划分为 7 个一级构造单元，27 个二级构造单元和 92 个三级构造单元（图 1-7）。

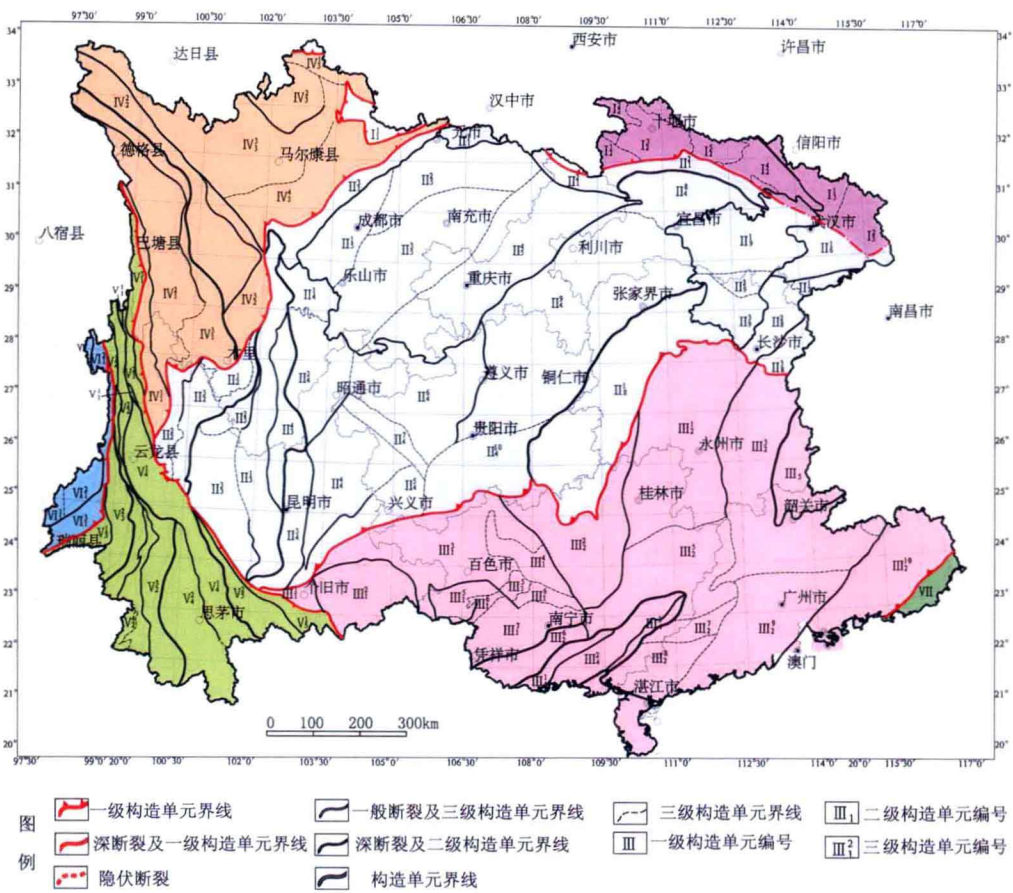


图 1-7 中国南方岩溶石山地区三级构造单元划分图

一级和二级构造单元划分遵循前人研究成果，在中国南方岩溶石山地区一级单元构造包括 1 个地台区，即扬子准地台，一级构造单元包括 6 个褶皱区，称为褶皱系，分别为 I 秦岭褶皱系、II 扬子准地台、III 华南褶皱系、IV 松潘-甘孜褶皱系、V 三江褶皱系、VI 冈底斯-念青-唐古拉褶皱系和 VII 东南沿海褶皱系。二级构造单元在一级构造单元内划分，在地台区划分为台缘褶皱带、台褶皱带、台拗、台隆和断陷；在褶皱区划分为褶皱带、断陷和隆起。二级构造单元包括南秦岭冒地槽褶皱带、康滇地轴和上扬子台褶皱带等 27 个。三级构造单元在二级构造单元内划分，包括降扎褶皱束，汉南台褶皱束、大巴山-大洪山断褶皱束、龙门山褶皱束、曲靖-盘县宽缓断褶皱束、川西台陷宽缓褶皱束、江汉断陷