第35卷 第5期
2016年10月

中 国 岩 溶
CARSOLOGICA SINICA

Vol. 35 No. 5
Oct. 2016

蒋忠诚，罗为群，童立强，等. 21世纪西南岩溶石漠化演变特点及影响因素[J]. 中国岩溶，2016，35(5)：461-468.
DOI：10.11932/karst20160504

21世纪西南岩溶石漠化演变特点及影响因素

蒋忠诚[1,3,4]，罗为群[1,3]，童立强[2]，程 洋[1,2]，杨奇勇[1,3]，吴泽燕[1]，梁建宏[1,3]

(1. 中国地质科学院岩溶地质研究所，桂林 541004；2. 国土资源航空遥感中心，北京 100083；
3. 国土资源部岩溶生态系统与石漠化治理重点实验室，广西 桂林 541004；
4. 国土资源部、广西岩溶动力学重点实验室，广西 桂林 541004)

摘 要：文章通过分析西南岩溶地区石漠化面积遥感调查结果和相关统计资料，揭示了21世纪以来石漠化时空演变特征和影响因素。2015年，我国西南岩溶地区石漠化总面积降至9.2万 km^2，石漠化演变的总趋势由21世纪以前的加剧变化为21世纪的逐渐减缓，而且，西南岩溶区石漠化程度显著变轻，由21世纪初的以重、中度石漠化为主演变为以轻、中度石漠化为主，危害最大的重度石漠化面积比例由38.08%降至15.31%，说明石漠化趋势得到有效遏制。但石漠化演变存在较大的区域差异，主要与国家实施植被修复工程力度、影响植被恢复的岩溶地貌类型、地下水开发程度、雨水资源以及区域经济条件密切相关。植被建设规划面积与石漠化减少面积成正比，生态经济条件相对较好的峰林平原和溶丘洼地石漠化治理效果最好，地下水开发和比较丰沛的雨量可有力促进植被恢复和经济发展，居民贫困化可使石漠化恶化。

关键词：西南岩溶；石漠化；环境演变；影响因素；21世纪

中图分类号：X171 **文献标识码**：A **文章编号**：1001－4810(2016)05－0461－08

0 引 言

我国石漠化主要发生在西南岩溶地区，岩溶总面积53.56万 km^2，涉及云南、贵州、广西、湖南、湖北、四川、重庆、广东八省(区、市)。居住人口2.2亿，分布在295个岩溶县(岩溶分布面积占土地面积的比例≥30%的县)，41个少数民族自治县[1]。

2000年，党中央、国务院将“推进西南岩溶地区石漠化综合整治”列入我国“十五”国民经济和社会发展计划纲要，之后的“十一五”、“十二五”、“十三五”都将石漠化综合治理作为我国的国家目标，可见，石漠化综合治理对于我国的经济社会发展、生态文明建设和精准扶贫具有重要意义[2]。2007年国务院批准了国家发改委组织编制的《岩溶地区石漠化综合治理规划大纲(2006－2015)》，2008年国家发改委组织实施了100个县的“石漠化综合治理试点”工程，后来扩大到314个县[3]。同时整合国家其他部门和地方政府的生态修复和环境治理项目和资金，如国土资源部门的土地整理项目、岩溶地下水调查与开发项目，国家林业部门的天然林资源保护工程、生态公益林保护工程，水利部门的坡耕地整治工程、小流域综合治理工程，农业部门的农业综合开发工程等，对石漠化综合治理进行联合攻关，使石漠化综合治理步入快车道[4－5]。本文拟结合国家石漠化综合治理工程实施情况，以石漠化遥感解译结果和有关统计数据为依据，探索21世纪以来西南石漠化面积的时空变化规律及其影响因素，旨在推动对石漠化演变的深入研究，并为国家第二期石漠化综合治理决策服务。

基金项目：国家重点研发计划专题(2016YFC0502403－2)；国家自然科学基金项目(41571203)；中国地质调查局地质调查项目(12120113005200)
第一作者简介：蒋忠诚(1962－)，男，博士，研究员，博士生导师，长期从事岩溶资源与环境研究。E-mail：zhjiang@karst.ac.cn。
收稿日期：2016－08－10

万方数据

1 21 世纪西南岩溶地区石漠化面积的时间变化

据国土资源部石漠化面积分布遥感调查资料[5-6]，20 世纪 90 年代以前，我国西南岩溶地区石漠化问题持续恶化。进入 21 世纪，通过国家组织的多种形式的石漠化治理，石漠化面积增加幅度逐渐发生变化。国家林业局的立地调查结果认为，到 2005 年石漠化面积达到最大值，总面积为 12.96 万 km^2[7-7]，2011 年降至 12.00 万 km^2[8-9]。2015 年，国土资源部最新石漠化遥感调查表明，石漠化总面积为 92 037.33 km^2（图 1），相比 2005 年，岩溶石漠化面积减少了 3.7 万 km^2，减少了 28.68%；相比 2000 年，岩溶石漠化面积减少了 2.15 万 km^2，减少了 18.94%。因此，21 世纪以来，石漠化面积演变经历二个阶段：一是增长阶段（2000 年－2005 年），石漠化面积由 11.35 万 km^2 增加到 12.96 万 km^2，年均增加 3%；二是逐步改善阶段（2005 年－2015 年），石漠化面积由 12.96 万 km^2 减少到 9.2 万 km^2，年均减少 3%。

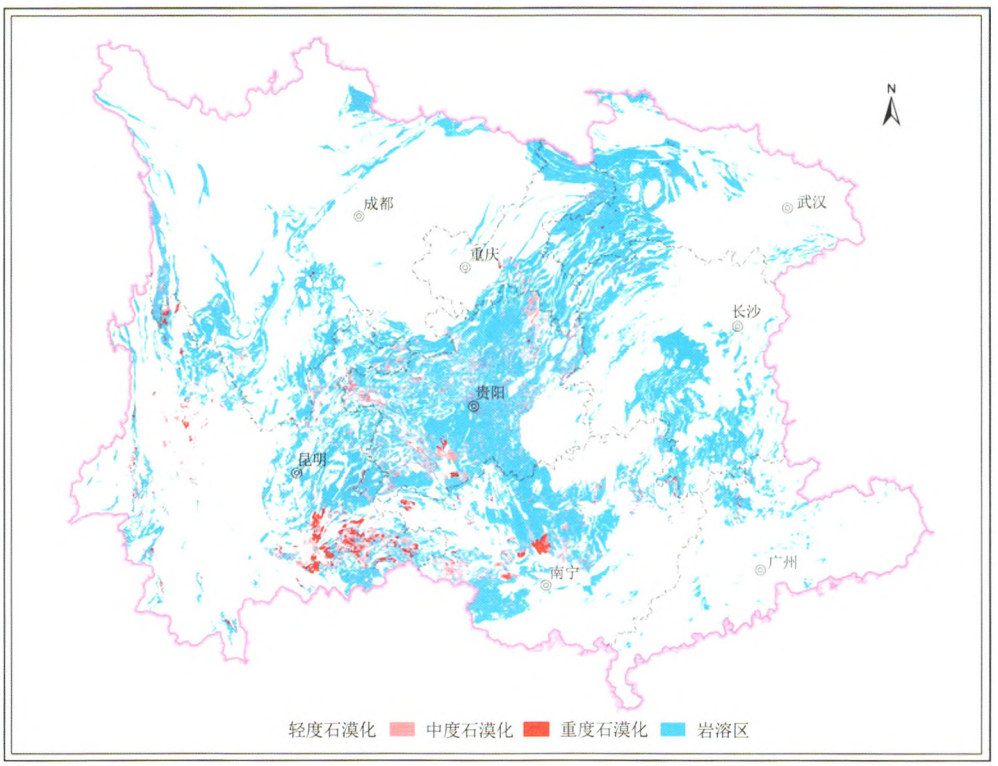


图 1 西南八省（区、市）2015 年石漠化分布图

Fig. 1 Rocky desertification distribution in eight provinces (region or city) of southwest China in 2015

2 21 世纪西南岩溶地区石漠化面积的空间变化

21 世纪以来，在西南八省（区、市）石漠化演变的情况存在较大的区域差异，广东、湖北、湖南 3 省石漠化减少比例大，减少比例均超过 30%。面积总量减少大的三个省份依次为：广西、云南、湖南。无论是减少比例，还是面积总量，四川省的石漠化减少幅度均为最低，石漠化总面积没有明显变化，见表 1 和图 2。

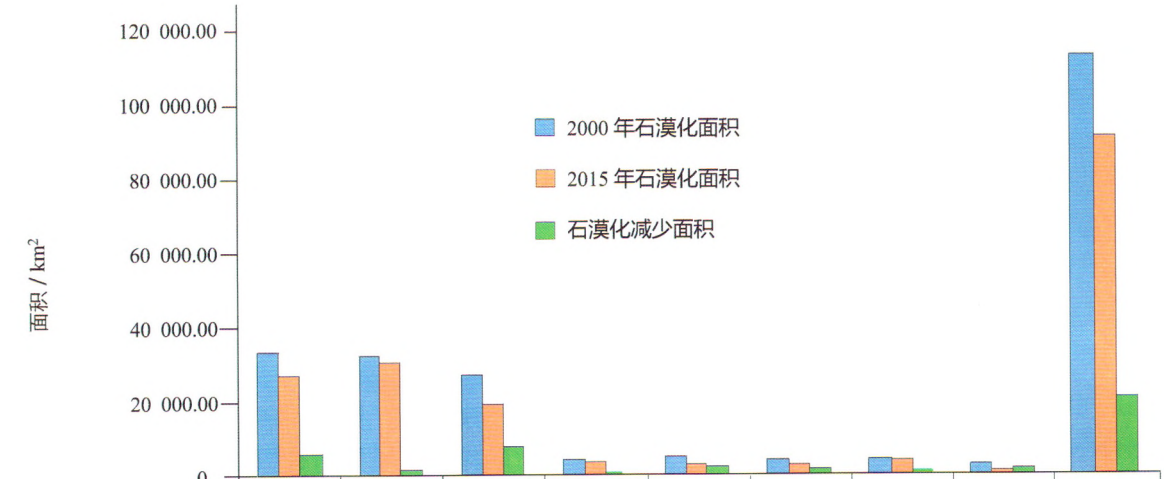
表 2 表明，西南岩溶区石漠化程度显著变轻，由重、中度石漠化为主演变为以轻、中度石漠化为主，轻度石漠化占 50.45%。除去减少的 2.15 万 km^2 的岩溶石漠化土地，有超过四分之一的石漠化土地石漠化程度减轻，其中超过 20%的重度石漠化地区改善为中度石漠化或者轻度石漠化。特别是湖南、重庆、贵州，重度石漠化比例分别由 52.1%、49.97%、47.21%降至 0.28%、6.05%和 9.52%。表 2 可以看出，虽然，四川、贵州、重庆等省石漠化总面积减少不多，但危害最大的重度石漠化面积大大减少。西南地区重度石漠化面积比例由 2000 年的 38.08%降至 15.31%，说明石漠化趋势得到有效遏制。

万方数据

表 1　西南八省岩溶石漠化面积统计表(2000－2015 年)

Table 1　Statistics of rocky desertification area in 8 provinces (region or city) of southwest China from 2000 to 2015

省份	岩溶区面积/万 km^2	2000 年	2015 年	2000－2015 年	
		总面积/万 km^2	总面积/万 km^2	减少面积/万 km^2	减少比例/%
云南	10.86	3.33	2.74	0.59	17.63
贵州	12.12	3.25	3.08	0.16	5.04
广西	8.17	2.73	1.93	0.80	29.17
四川	6.91	0.41	0.40	0.01	3.61
湖南	6.25	0.50	0.28	0.23	44.79
湖北	5.04	0.43	0.28	0.15	35.37
重庆	3.01	0.46	0.39	0.07	14.81
广东	1.19	0.24	0.10	0.14	59.10
合计	53.56	11.35	9.20	2.15	18.94



	云南	贵州	广西	四川	湖南	湖北	重庆	广东	合计
2000年石漠化面积	33 293.79	32 476.73	27 294.57	4 140.77	5 047.41	4 267.23	4 592.87	2 425.98	113 539.3
2015年石漠化面积	27 423.97	30 841.15	19 331.74	3 991.43	2 786.54	2 757.72	3 912.66	992.13	92 037.33
石漠化减少面积	5 869.82	1 635.58	7 692.83	149.34	2 260.87	1 509.51	680.21	1 433.85	21 502.02

图 2　西南八省(区、市)石漠化减少面积统计图

Fig. 2　Statistics on decrease of rocky desertification area in 8 provinces (region or city) of southwest China from 2000 to 2015

3　21 世纪西南岩溶地区石漠化演变的影响因素

前人研究表明,石漠化是特殊的岩溶作用过程叠加垦荒、砍树、烧山、放牧等人类活动而造成的,是自然因素与人为因素共同作用的结果[10－11]。因为石漠化过程是上万年自然过程与千百年来人为干扰综合作用的结果,所以石漠化治理的难度是非常大的,需要多部门联合攻关和采取多种措施[12]。在治理过程中石漠化的面积变化,除了与治理力度有关外,还与石漠化区岩溶地貌类型和区域水资源利用以及贫困程度密切相关。

3.1　石漠化治理工程的影响

国家《岩溶地区石漠化综合治理规划大纲(2006－2015)》工程范围涉及我国西南岩溶地区 8 省(自治区、直辖市)451 个县,规划区国土面积 105.1 万 km^2,其中石漠化面积 12.96 万 km^2[13]。2008－2010 年,先期在 100 个县启动石漠化综合治理试点工程,

万方数据

表 2 西南八省岩溶石漠化演变情况统计表(2000－2015 年)

Table 2 Statistics of rocky desertification area changes in 8 provinces (region or city) of southwest China from 2000 to 2015

省份	岩溶区面积/万 km^2	2000 年石漠化程度比例/%			2015 年石漠化程度比例/%		
		重度	中度	轻度	重度	中度	轻度
云南	10.86	28.23	36.38	35.39	26.60	35.21	38.18
贵州	12.12	47.21	36.63	16.16	9.52	35.05	55.43
广西	8.17	32.65	42.15	25.20	13.84	29.74	56.42
四川	6.91	37.90	20.93	41.17	14.18	40.15	45.67
湖南	6.25	52.10	32.99	14.91	0.28	34.58	65.14
湖北	5.04	46.54	37.00	16.46	9.03	34.66	56.31
重庆	3.01	49.97	32.52	17.50	6.05	35.64	58.31
广东	1.19	45.80	33.33	20.87	12.48	38.39	49.13
合计	53.56	38.08	36.92	25.00	15.31	34.24	50.45

2011 年,石漠化工程治理重点县扩大至 200 个县,2012 年再扩大到 300 个县,2014 年已扩大至 314 个县[3]。治理工程主要采取六个方面措施,即:林草植被的保护和建设、草食畜牧业发展、水土资源开发利用、基本农田建设、农村能源建设和生态移民[13]。其中,与石漠化面积减少有直接关系的措施主要有两个:一是林草植被的保护和建设,通过增加植被覆盖率减少石漠化面积,并且植被恢复工作已经取得了预期目标[3,9];二是生态移民,减少环境压力,使植被自然恢复而减少石漠化面积。表 3 表明,林草植被的保护和建设规划面积[13]并没有完全根据各省的石漠化面积大小而设置,植被建设面积与石漠化面积比值大的,依次分别是广东、湖北、广西和湖南;植被建设面积与石漠化面积比值小的,依次分别是四川、贵州和重庆。8 省(区、市)植被建设面积与石漠化面积比值大小与其石漠化面积减少比例(表 1)具有很好的对应关系,说明石漠化区植被恢复的部署和力度对于石漠化面积减少具有正相关的作用。

然而,要达到林草植被的保护和建设的目的,仅依靠林业措施是不够的。这方面已有大量研究成果[1-2,14],主要原因有两方面,一是西南岩溶石漠化区缺水少土,植被难以恢复,要提高植被建设的效果,必须解决林业用水的问题,所以还要大力实施岩溶地下水开发工程[15]。二是区域人口压力大,且区域经济落后,必须解决当地居民的生活问题,否则,植被修复措施由于得不到当地居民的支持也难以有效实施。石漠化综合治理一期工程针对林业建设国家投入了专项资金,而岩溶地下水开发、农田基本建设和生态移民等工程的实施则主要依赖于相关部门的配套资金,因此,在石漠化治理的针对性、各部门的协调性和投入资金力度等方面还存在一定的问题,有待下一步完善解决。

表 3 西南八省植被建设规划面积与石漠化面积比例

Table 3 Ratios of vegetation construction planning area to rocky desertification area in 8 provinces of southwest China

省份	林草植被建设面积/10^4ha	石漠化面积/$10^4 km^2$	植被建设面积/石漠化面积/%
云南	217.47	2.88	75.34
贵州	151.42	3.31	45.62
广西	205.84	2.38	86.49
四川	30.88	0.77	40.25
湖南	126.95	1.48	85.78
湖北	134.21	1.13	118.58
重庆	57.77	0.93	62.12
广东	17.61	0.08	220.13
合计	942.15	12.96	72.70

3.2 石漠化区岩溶地貌类型的影响

国家石漠化综合治理规划的任务目标除按省份分解到省外,还按地形地貌分解到了中高山区、断陷盆地区、岩溶高原区、岩溶峡谷区、峰丛洼地区、岩溶槽谷区、峰林平原区、溶丘洼地(槽谷)区八大石漠化综合治理类型区中[13]。石漠化遥感解译结果表明(表 4),与 2000 年相比,2015 年八大地貌区石漠化综合治理效果差异明显,峰林平原区和溶丘洼地区治理效果最好,石漠化面积分别减少 44.61%和 46.17%,

万方数据

石漠化发生率为 17.84%和 4.08%;其次是断陷盆地区、岩溶高原区和峰丛洼地区,石漠化面积分别减少 29.42%、23.88%和 21.33%,石漠化发生率为 22.14%、22.02%和 24.63%;效果最差的是中高山区、岩溶峡谷区和岩溶槽谷区,石漠化正在恶化,石漠化面积分别增加了 2.16%、92.71%和 6.40%。岩溶地貌类型是产生西南岩溶环境差异的重要因素。不同地貌类型石漠化治理效果不同,主要有两方面原因:一是峰林平原区和溶丘洼地区等地貌类型生态经济条件较好,植被比较容易恢复,而中高山区、岩溶峡谷区和岩溶槽谷地区生态经济条件差,石漠化难以治理;二是各省(市)或县在具体落实规划时,没有完全按规划实施,把任务主要安排在比较容易实施的地貌类型区,导致条件较好的地貌类型区石漠化治理效果显著,而条件差的地貌类型区,石漠化不但没有得到治理,还有进一步恶化的趋势。

表 4　西南岩溶地貌类型区石漠化演变统计表

Table 4　Statistics on rocky desertification area changes of karst landform classification regions in southwest China

岩溶地貌区	土地面积/km^2	岩溶面积/km^2	2000 年石漠化面积/km^2	2015 年石漠化面积/km^2	石漠化减少面积/km^2	石漠化减少比例/%
中高山区	32.83	4.39	0.22	0.43	−0.21	−92.71
断陷盆地	17.83	6.40	2.01	1.42	0.59	29.42
岩溶高原	5.51	4.72	1.36	1.04	0.33	23.88
岩溶峡谷	20.02	5.64	1.40	1.43	−0.03	−2.16
峰丛洼地	16.66	9.67	3.03	2.38	0.65	21.33
岩溶槽谷	28.84	13.20	1.57	1.67	−0.10	−6.40
峰林平原	12.81	3.03	0.98	0.54	0.44	44.61
溶丘洼地	10.53	3.99	0.30	0.16	0.14	46.17
合计	145.03	51.04	10.87	9.07	1.80	16.55

3.3　区域水资源利用的影响

在西南岩溶石漠化地区,由于碳酸岩溶蚀作用强烈发育,普遍存在地表岩溶水系统与地下河系统相关联的双层水系统结构,随着地表石漠化,雨水很快向地下漏失,虽然地表水系不发育,地下则发育了 2 763 条地下河,总长度 12 687 km,西南岩溶区地下水资源总量 1 620.57×10^8 m^3/a,可开发利用水资源量 615×10^8 m^3/a[16],形成"地表水贵如油,地下水滚滚流"的现象。近年来,通过中国地质调查局、各省国土资源部门等机构组织实施打井、地下河、岩溶泉和表层岩溶水开发利用工程,现已开发利用岩溶水资源量 65.65×10^8 m^3/a,开发利用率仅约 12%(表 5)。表 5 表明,岩溶地下水开发利用程度高的省份,如广东、广西、湖北,石漠化面积减少较快,而开发程度比较低的省份,如重庆、四川,石漠化治理效果较差,真可谓"有水一片绿,无水一片荒"。缺水是制约西南石漠化区植树造林效果和农业经济发展的关键因素,因此,水利工程应当作为西南石漠化综合治理的龙头工程。

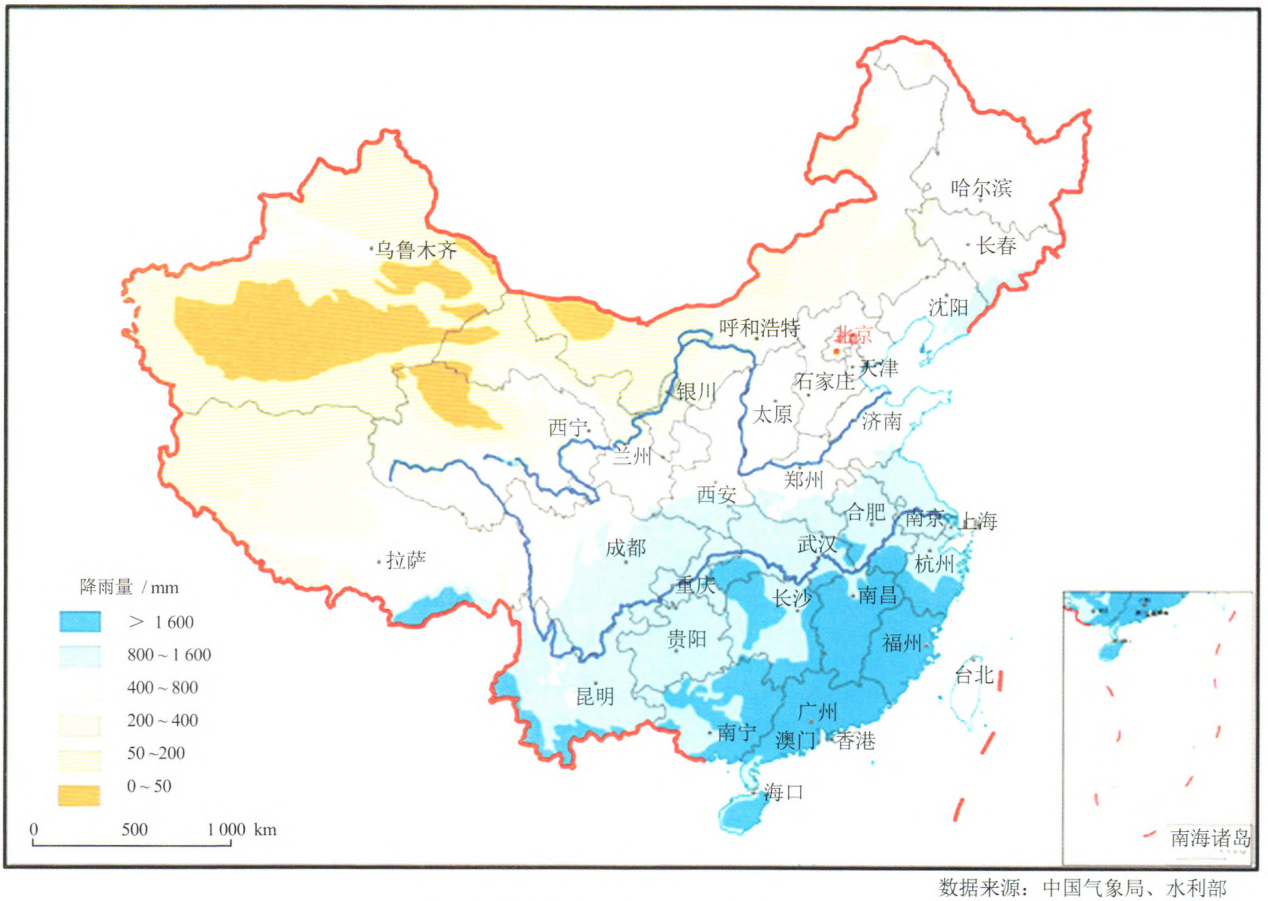
表 5　西南岩溶地区地下水资源及其开发利用情况

Table 5　Resources and exploitation of groundwater in karst areas of southwest China

省(区、市)	岩溶区面积/×10^4 km^2	总资源量/×10^8 m^3/a	现开发利用量/×10^8 m^3/a	单位岩溶面积水资源开发量/×10^4 m^3/(km^2 · a)
云南	10.86	215.82	10.49	0.97
贵州	12.12	206.12	16.09	1.33
广西	8.17	464.80	14.29	1.75
湖南	6.91	269.33	8.50	1.23
湖北	6.25	98.77	9.36	1.50
重庆	5.04	53.31	1.74	0.35
四川	3.01	261.22	2.15	0.71
广东	1.19	51.20	3.03	2.55
合计	53.56	1 620.57	65.65	平均 1.23

万方数据

图 3 表明，西南八省区年平均降雨量存在明显的区域性差异，具有由东南向西北减少的趋势，其中，广东、广西绝大部分地区年降雨量在 1 600 mm 以上，湖南和湖北也有部分地区（特别是岩溶地区）年降雨量在 1 600 mm 以上，而四川、重庆、贵州和云南多数岩溶地区的年降雨量普遍在 1 000 mm 左右，四川西部和云南部分地区年降雨量在 800 mm 以下。降雨量大的地区，植被自然恢复相对较快，造林成活率高[17]，因此，西南降雨量的区域分布与石漠化减少程度的区域分布密切相关，这也是降雨量比较丰沛的广东、广西、湖南、湖北石漠化治理效果较好的重要原因。以前，学术上对于自然条件在石漠化治理中的作用考虑较少，需要加强研究，充分利用大自然给予的有利条件，在石漠化治理中取得事半功倍的效果。



数据来源：中国气象局、水利部

图 3 中国降雨量分布图（资料来源于 www.dljs.net）

Fig. 3 Rainfall distribution in China (from www.dljs.net)

3.4 贫困的影响

根据 2014 年国家公布的 592 个贫困县中有 246 个分布于西南八省区[18]，占全国贫困县总数的 41.55%；而碳酸盐岩分布面积≥30%以上的 294 个岩溶县中有 131 个是贫困县，占该岩溶县数量的 44.56%。西南地区新增国家扶贫工作重点 43 个，退出贫困县 26 个，保留不变的贫困县 203 个。西南地区贫困县的总数量净增加 17 个，达到 246 个（图 4）。西南岩溶区国家级贫困县数量最多的省份是云南省，共有 73 个县，第二是贵州省，共有 50 个县。西南岩溶区贫困县主要分布在省、自治区、直辖市等交界的岩溶地区。岩溶贫困县由 125 个增加到 139 个，新增贫困县多数为石漠化加剧的地区，而且石漠化治理的效果较差。

县域石漠化面积与人类经济活动相关性分析也表明[19-20]，石漠化发生率和石漠化所占比例与人类活动呈负相关，即区域经济条件越差，石漠化所占比例越大、发生率越高。石漠化产生的资源约束不利于区域经济发展，同时，石漠化还加剧地质灾害的发生和其他环境问题，因此，石漠化与贫困化密切相关，要精准扶贫，必须治理石漠化。

万方数据

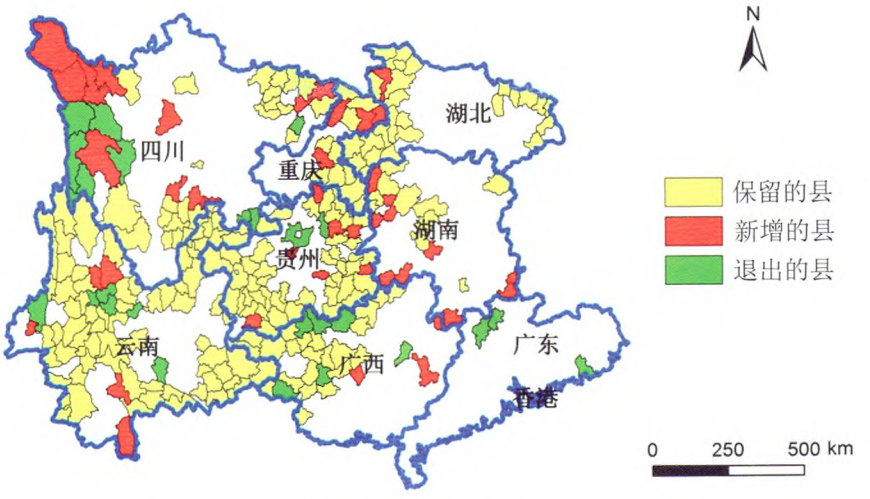


图 4　西南八省(区、市)2014 年国家级贫困县动态分布图

Fig. 4　Poverty county change distribution in 8 provinces (region or city) of southwest China in 2014

4　结论及讨论

根据 2000 年到 2015 年的遥感资料和实际踏勘数据,分析西南岩溶地区石漠化时空演变特点及其影响因素,得出如下认识:

(1) 2015 年,我国西南岩溶地区石漠化总面积降至 9.2 万 km^2,相比 2005 年,岩溶石漠化面积减少 3.7 万 km^2,减少了 28.68%;相比 2000 年,岩溶石漠化面积减少了 2.15 万 km^2,减少了 18.94%,石漠化演变的总趋势由 21 世纪以前的加剧变化为 21 世纪的逐渐减缓,国家石漠化治理工程取得了显著成效。

(2) 21 世纪以来,西南岩溶区石漠化程度显著变轻,由 21 世纪以前的以重、中度石漠化为主演变为以轻、中度石漠化为主,轻度石漠化占 50.45%。危害最大的重度石漠化面积所占比例由 2000 年的 38.08%降至 2015 年的 15.31%,进一步说明石漠化发展趋势得到有效遏制。

(3)石漠化演变存在较大的区域差异。在西南八省(区、市)石漠化演化过程中,广东、湖北、湖南 3 省石漠化减少最快,减少比例均超过 30%。减少面积总量大的三个省份,依次为:广西、云南、湖南。重度石漠化面积减少量大的省份依次为湖南、重庆、贵州。

(4) 21 世纪石漠化面积减少的主要原因是国家高度重视石漠化问题,利用多种资源、联合各方面力量,大力实施了石漠化综合治理工程。石漠化面积减少的程度主要与植被修复工程力度、植被恢复的岩溶地貌条件、水资源利用和区域经济条件密切相关。植被建设规划面积与区域石漠化减少面积成正比,相对生态经济条件较好的峰林平原和丘陵洼地石漠化治理效果最好,而条件差的中高山区、岩溶峡谷区和岩溶槽谷区,石漠化不但没有得到治理,还在恶化。岩溶地下水的开发利用对于植被恢复和区域经济发展具有重要作用和效果。雨量比较充沛的地区植被自然恢复得较快。石漠化恶化与贫困变化状况呈正相关。

虽然西南石漠化趋势得到有效遏制,但目前石漠化面积还很大,而且岩溶地貌、水利条件比较差和区域经济比较落后地区的石漠化还在加剧。同时,石漠化得到治理的地区生态功能还很脆弱,还需较长时间的保持维护,当地农民的经济收入普遍偏低,因此,西南地区石漠化综合治理任重道远。下一步的石漠化治理工作应当区分石漠化已经治理区和难治理区,切实根据岩溶地貌条件的差异,因地制宜部署实施综合治理工程,石漠化已经治理区应充分考虑广大民众的长远生计,在提高岩溶地下水开发利用程度和区域生态功能的同时,发展生态产业,实现精准扶贫,达到生态与经济协调发展。在石漠化难治理区,要加大投入,着重开发地下水,解决干旱缺水问题,改善区域生态功能与居民经济条件,走植被人工修复与自然修复相结合的石漠化治理道路。

参考文献

[1] Jiang, Z C, Lian Y Q, Qin X Q. Rock Desertification in Southwest China: Impact, Causes, and Restoration[J]. Earth Science Review 2014, 132: 1-12.

[2] 袁道先. 我国岩溶资源环境领域的创新问题[J]. 中国岩溶, 2015, 34(2): 98-100.

[3] 但新球, 白建华, 吴协保, 等. 石漠化综合治理二期工程总体思路研究[J]. 中南林业调查规划, 2015, 34(3): 62-66.

万方数据

[4] 杜鹰.岩溶地区石漠化综合治理的探索与实践[J].中国产业.2011,(7):16-19.
[5] 王宇,张华,张贵,等.云南省石漠化调查及治理综述[J].中国岩溶,2016,35(5):539-549.
[6] 覃小群,朱明秋,蒋忠诚.近年来我国西南岩溶石漠化研究进展[J].中国岩溶,2006,25(3):234-238.
[7] 刘拓,周光辉,但新球,等.中国岩溶石漠—现状、成因与防治[M].北京:中国林业出版社,2009.
[8] 但新球,屠志方,李梦先,等.岩溶地区石漠化现状分析(待续)[J].中南林业调查规划.2013,32(1):59-62.
[9] 屠志方,李梦先,但新球.我国西南岩溶地区石漠化动态变化及防治对策研究[J].林业资源管理.2014,(4):4-7
[10] Yuan D X. Rock desertification in the subtropical karst of south China[J]. Z. Geomorph. N. F.,1997, 108: 81-90.
[11] 王瑞江,姚长宏,蒋忠诚,等.贵州六盘水石漠化的特点、成因与防治[J].中国岩溶,2001,20(3):211-219.
[12] 杜鹰.总结经验,加倍努力,全面推进岩溶地区石漠化综合治理工程[J].中国经贸导刊.2013,(36):6-9.
[13] 杜鹰.与自然和谐相处岩溶地区石漠化综合治理的探索与实践[M].北京:中国林业出版社,2011.
[14] 蒋忠诚,李先琨,胡宝清,等,广西岩溶山区石漠化及其综合治理研究[D].北京:科学出版社,2011:195-233.
[15] 王明章.西南岩溶石山区地下水开发在石漠化防治中的地位[J].贵州地质,2006,(4):261-265.
[16] 蒋忠诚,夏日元,时坚,等.西南岩溶地下水资源开发利用效应与潜力分析[J].地球学报,2006,27(5):495-502.
[17] 朱守谦,何纪星,祝小科.乌江流域喀斯特区造林困难程度评价及分区[J].山地农业生物学报.1998,17(3):129-134.
[18] 国家扶贫开发领导小组.2014 最新 592 个国家级贫困县名单一览表.中商情报网[EB/OL].[2014/10/17]. http://www.Askci.com/news.data/2014/10/17 /1431565559.shtml.
[19] 李建存,涂杰楠,童立强,等.贵州岩溶石漠化 20 年演变特征与影响因素分析[J].国土资源遥感,2013,25(4):133-137.
[20] 安国英,周璇,温静,等.西南地区石漠化分布、演变特征及影响因素[J].现代地质,2016,30(5):1150-1159.

Evolution features of rocky desertification and influence factors in karst areas of southwest China in the 21st century

JIANG Zhongcheng[1,3,4], LUO Weiqun[1,3], TONG Liqiang[2], CHENG Yang[1,3], YANG Qiyong[1,3], WU Zeyan[1], LIANG Jianhong[1,3]

(1. *Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin, Guangxi* 541004, *China*;
2. *China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center, Beijing* 100083, *China*;
3. *Ecosystem and Rocky Desertification Treatment Key Laboratory of Ministry of Land Resources, Guilin, Guangxi* 541004, *China*;
4. *Ministry of Land Resources and Guangxi Key Laboratory of Karst Dynamics, Guilin, Guangxi* 541004, *China*)

Abstract This work is based on the analysis of both remote sense results of rocky desertification area and the relative statistics data. The purpose is to reveal the temporal and spatial evolution features and the influence factors of rocky desertification in karst areas of southwest China in the 21st century. The total area of rocky desertification in karst areas of southwest China decreased to 920,000 km^2 in 2015 from 1,135,000 km^2 in 2000. Therefore, the general tendency of rocky desertification in karst areas of southwest China is gradual decline, while it was increase from 1989 to 1999 before the 21st century. Moreover, the rocky desertification degree in karst areas of southwest China is getting lighter, which changed from the heavy and middle ones in the early 21st century into the light and middle ones in 2015. Ratio of the serious heavy rocky desertification was 38.08% in 2000, and decreased to 15.31% in 2015, which shows that the tendency of rocky desertification in karst areas has been suppressed effectively. However, the rocky desertification evolution has a large regional difference and a close relationship with the vegetation rehabilitation strength, karst landform classifications, exploitation of ground water resources, rainfall distribution and poverty degree of the local people. The vegetation rehabilitation plan area has a positive relation with the decreased area of rocky desertification. There are better treatment effects of rocky desertification in the peak forest plain and the solution hill depression due to their relatively good ecological and economic conditions. The exploitation of karst groundwater resources can promote the forestation effects, while vegetation naturally restored more quickly in the regions with abundant rainfall. And the poverty of local people may lead to increase of the rocky desertification area.

Key words karst in southwest China, rocky desertification, environmental evolution, influence factor, 21st century

(编辑 张玲)

万方数据