

# 喀斯特地区石漠化与地层岩性关系分析

——以贵州高原清镇市为例

周忠发, 黄路迦

(贵州师范大学 资源与环境科学系, 贵州 贵阳 550001)

**摘要:** 喀斯特地区土地的石漠化与地层岩性、河流切割、土壤侵蚀、坡度及人类活动等有关。主要从岩性方面来分析喀斯特地区石漠化的成因,并以贵州高原的清镇市为例,结合石漠化的相关数据,运用 GIS 工作平台及计算机数据统计分析系统,分析各岩层组中各岩性石漠化的分布及等级,从而得出石灰岩地区的石漠化面积最大,石漠化程度最高,而泥灰岩地区的石漠化面积最少。因此,喀斯特地区的地层岩性与石漠化的级别和分布有密切关系。

**关键词:** 喀斯特; 石漠化; 地层岩性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2003)01-0019-04

中图分类号: P931.5

## An Analysis on Relation of Rock Desertification to Stratum and Lithology in Karst Region

——A Case Study at Qingzhen City of Guizhou Plateau

ZHOU Zhong-fa, HUANG Lu-jia

(Guizhou Normal University, Department of Resource and Environment Science, Guiyang 550001, China)

**Abstract** In karst region, rock desertification is related to stratum and lithology, incising of river, soil erosion, gradient and mankind action etc. The problem on how lithology affects rock desertification in karst region are analyzed. In the meantime, analysis of desert spatial distributing and grade is based on desert correlation data in Qingzhen city by GIS technique and data computing system. So it can be obtained that rock desertification area is the biggest and degree is the highest in limestone area, but it is reverse in marl region. Therefore, it is thought that grade and distribution of rock desertification are related to the stratum and lithology in Karst region.

**Keywords** GIS karst region; rock desertification; stratum and lithology

### 1 研究区自然地理概况

喀斯特石质荒漠化土地是指在亚热带湿润地区岩溶极其发育的自然环境背景下,受人为活动的干扰破坏,造成土壤严重侵蚀、基岩大面积裸露、土地退化、土地生产力下降的裸岩石砾地和石旮旯地。

在喀斯特地区石漠化现象日趋严重,摸清石漠化的原因及其分布特征,对增加生态环境建设的力度,解决贫困问题,制定资源、环境、人口、经济协调发展的战略规划等具有重要意义。喀斯特地区土地的石漠化与地层岩性、河流切割、土壤侵蚀、坡度及人类活动等有关,而本文则主要从自然因素——岩性方面来研究喀斯特地区石漠化的形成原因及对石漠化分布的影响。利用“贵州高原喀斯特石漠化遥感调查研究

——以贵州省清镇市为例”的研究结果,在 GIS 工作平台上将石漠化图与地层岩性图相叠加,对得出的数据进行数理统计相关分析,最终得出喀斯特岩性与石漠化的相关结果。

清镇市位于黔中高原地区,东界贵阳市,南连平坝,西临织金,北接黔西、修文。总面积 1 492.4 km<sup>2</sup>,其中山地区占 33.3%,丘陵区占 52.9%,山间平坝区占 13.8%。而从其土地利用现状分类来看,清镇市的耕地面积占 30%,园地占 0.66%,林地占 31.30%,牧草地占 19.22%,建设用地占 4.29%,交通用地占 0.35%,水域占 5.72%,未利用土地占 8.48%。清镇市的喀斯特面积为 1 220 km<sup>2</sup>,其中溶蚀区为 748.2 km<sup>2</sup>,溶蚀—侵蚀区为 471.8 km<sup>2</sup>,非喀斯特面积为 272.4 km<sup>2</sup>,清镇市平均海拔 1 350 m,在自然地理区

收稿日期: 2002-06-14

资助项目: 贵州自然科学基金项目(黔科合计 2000(3078); 水利厅委托项目资助)

作者简介: 周忠发(1969-),男(汉族),贵州人,副教授。主要从事计算机遥感及地理信息系统的教学、科研等方面工作。电话(0851)6702309, E-mail FA6897@sina.com

域上,处于黔中丘原、苗岭山脉北侧,地势东北、西南高,中南部低,喀斯特面积 1 220 km<sup>2</sup>,占清镇市总面积的 85.62%,喀斯特石漠化强度级别发育完全,岩层出露较复杂,资料收集较全,故以它作示例。

清镇市属于中亚热带季风气候,气候温凉,年均温 14℃左右,河谷地带略高,年降水量 1 200 mm。清镇市境内地貌类型复杂,主要为丘陵山地,岩溶发育强烈,人工湖水面宽广,贵州省最大的人工湖就位于清镇市的南部。

清镇市的出露岩层主要有碳酸盐岩和非碳酸盐岩组成(表 1、表 2),其中,碳酸盐岩按化学成分主要分为 4 类:石灰岩(CaO/MgO>50)、白云质灰岩(CaO/MgO 50~9)、白云岩(CaO/MgO 9~4)、泥灰岩。而非碳酸盐岩则包括页岩、砂岩、泥岩及一些粉砂岩类。

表 1 清镇市碳酸盐岩出露地层特征

地 层	岩性特征
侏罗系 自流井群	紫红色砂页岩,偶夹灰岩
二桥组	以浅灰色石英、长石砂岩为主,底部夹炭质页岩
三桥组	以灰黄、黄绿、灰绿色砂页岩为主,夹少量灰岩
三叠系 关岭组	暗灰色中厚层白云岩、灰岩夹泥质白云岩
安顺组	厚层白云岩,夹薄层泥质白云岩及泥岩
夜郎组大冶组	灰岩为主,夹泥灰岩及泥质灰岩
大隆组	薄层硅质岩偶夹少量黏土质页岩
龙潭组	深灰色中厚层灰岩与夹煤层的泥页岩、砂岩厚层相间
二叠系 峨眉山玄武岩组	暗绿色细—中粒玄武岩,夹少量火山岩,偶有灰岩透镜体
茅口组	灰色中厚层至块状灰岩
栖霞组	灰黑色、深灰色含燧石结核灰岩,间夹黑色有机质页岩
石炭系 黄龙群	浅灰、灰白色中厚层灰岩、白云质灰岩及白云岩
娄山关群	薄层至厚层白云岩
石冷水组	薄层至厚层白云岩
寒武系 高台组	薄层至厚层白云岩
清虚洞组	灰色白云岩,常夹薄层砂泥岩
金顶山组	碎屑岩类
牛蹄塘组	页岩、砂岩、泥岩偶夹灰岩
震旦系 灯影组	灰、灰黄色白云质黏土岩夹薄层白云岩
陡山沱组	灰色薄层白云质泥岩与深灰色至灰黑色炭质、黏土质、泥质白云岩

清镇市地表出露的地层和岩石有前震旦系的变余岩、泥灰岩、板岩;震旦系、寒武系、二叠系、三叠系、

侏罗系的灰岩、白云岩、页岩等。在该市的出露地层中,以碳酸岩分布最广,共 1 220 km<sup>2</sup>,占全市总面积的 85.62%,故喀斯特地貌成为该市地貌类型的主要特征。尤以西北部的流长、马场、化龙、王庄、新店、鸭池、韩家坝、暗流、木刻与西部的沙鹅、打鼓等地岩溶地貌最为典型。

表 2 清镇市各岩性面积比例

岩 性	面 积 /m <sup>2</sup>	占比例 /%
非喀斯特	205 954 841. 338	13. 8
白云岩	394 000 566. 037	26. 4
白云质灰岩	138 795 653. 945	9. 3
石灰岩	502 947 692. 252	33. 7
泥灰岩	250 727 632. 932	16. 8
总面积	1 492 426 386. 505	100. 0

## 2 清镇喀斯特石漠化现状

利用“贵州高原喀斯特石漠化遥感调查研究——以贵州省清镇市为例”的研究结果,对清镇喀斯特地区石漠化的面积、分级及分布规律的总结,将清镇分为喀斯特区和非喀斯特区 2 大类,其中喀斯特区又分为无石漠化地区和石漠化地区,并将石漠化分为 5 级:无石漠化、潜在石漠化、轻度石漠化、中度石漠化、强度石漠化(见表 3)。清镇市的非喀斯特地区主要分布于清镇市的东部和西南部,占清镇市总面积的 14.38%,而喀斯特地区占 85.62%。其中,无石漠化地区主要分布于清镇市中部和南部红枫湖周围地区,潜在石漠化地区主要分布于清镇市东北和北部地区,轻度石漠化主要分布于清镇市西部和西南部地区,中度石漠化主要分布于清镇市西北部、红枫湖西部地区,少量分布于中部地区,强度石漠化主要分布于清镇市中部地区,少量分布于红枫湖东部和清镇市西北部地区。清镇市的石漠化面积占总面积的 24.67%,轻度石漠化占 17.31%,中度石漠化占 6.46%,强度石漠化占 0.90%。

表 3 清镇市石漠化级别比例

级 别	面 积 /m <sup>2</sup>	百分比 /%
无石漠化	245 305 323. 83	16. 45
潜在石漠化	663 540 846. 18	44. 50
轻度石漠化	258 130 793. 99	17. 31
中度石漠化	96 340 101. 41	6. 46
强度石漠化	13 455 588. 34	0. 90
非喀斯特地区	214 475 154. 50	14. 30
石漠化面积	367 926 483. 74	24. 67
总面积	1 492 247 808. 25	100. 00

### 3 清镇喀斯特石漠化与岩性相关分析

#### 3.1 工作流程

在 GIS 信息处理系统中,按照工作流程(图 1)在 GIS 工作平台上将石漠化图叠加出露岩层分布图,送入 ARC/INFO 中进行合并切割,形成喀斯特岩性与石漠化相关分析图,再根据石漠化级别分类数据,对该图进行进一步分析,在计算机上进行人机交互勾绘,得出石漠化级别空间数据库和出露地层岩性空间数据库,同时进行相关分析,获得喀斯特岩性与石漠化相关分析图及相关分析数据库,进而得出喀斯特地区出露地层岩性与石漠化分布的关系。

#### 3.2 技术支持

采用 ARCVIEW, ARC/INFO, MAPGIS 等人机交互判读及处理的软件作为技术支持。大量数据的管理和有效利用取决于是否有一个能利用地理信息进行有效控制和处理的系统,这个系统能把数据转换成对决策人有用的信息。数据自动分类的精度以及空间定位和信息复合,加速处理的进程,而且也使地理信息系统的应用进入了一个新阶段。同时,采用 EXCEL, SPSS 等软件进行数据统计。

#### 3.3 数理统计分析

依据喀斯特岩性与石漠化相关分析图中所得的数据,在 EXCEL 中建立不同出露地层岩性的数据库

和石漠化级别数据库进行数据统计分析,具体对不同岩性的地层中石漠化各级别的分布状况进行数据统计,再将各岩性地层上的石漠化级别进行数据统计(见表 4)

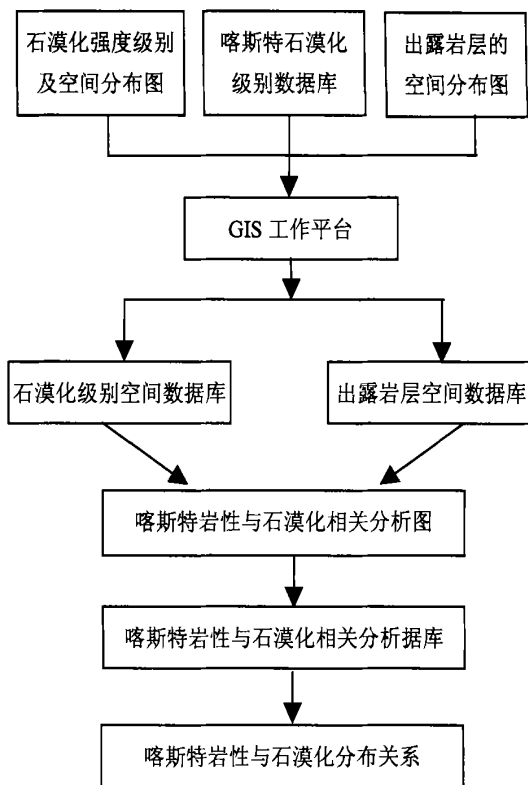


图 1 工作流程图

表 4 清镇市出露岩层中石漠化级别

岩层组	面积 /m <sup>2</sup>	喀斯特地区石漠化等级百分比					非喀斯地区
		潜在石漠化	轻度石漠化	中度石漠化	强度石漠化	极强度石漠化	无石漠化
夜郎组	97 775 116	6%	49%	38%	7%	0	0
扎佐组	2 232 137	30%	56%	12%	2%	0	0
茅口组	2 286 573	23%	34%	13%	1%	0	29%
栖霞组	168 794 394	7%	51%	33%	2%	5%	2%
金顶山组	5 027 259	16%	67%	10%	1%	1%	5%
大隆组	11 442 331	9%	39%	44%	7%	0	1%
陡沱山—灯影组	4 304 458	0	68%	8%	8%	0	16%
大冶组	110 111 743	30%	43%	20%	6%	1%	0
大埔组	40 866 454	21%	26%	33%	13%	6%	1%
安顺组	153 947 798	6%	59%	30%	4%	1%	0
黄龙群	328 007	0	72%	0	0	28%	0
三桥,二桥	4 920 644	74%	10%	3%	6%	0	7%
牛蹄塘—清虚洞	96 256 004	31%	10%	45%	13%	0	1%
娄山关组	3 720 379	0	50%	44%	6%	0	0
龙潭—大隆组	138 750 693	16%	50%	29%	3%	2%	0
关岭组	151 383 495	14%	46%	26%	9%	4%	1%
峨眉山玄武岩组	33 416 406	10%	60%	12%	13%	0	5%
灯影组	9 059 677	0	22%	36%	0	0	42%
安顺组	49 670 743	15%	15%	65%	0	0	5%
高台—石冷水—娄山关	115 578 269	21%	29%	37%	5%	3%	5%
自流井群	1 565 398	0	0	0	0	0	100%

白云岩地区的石漠化面积占该地区的 44.6%, 其中轻度石漠化最多, 占 38.2%, 强度石漠化最少, 仅占 1.3%。白云质灰岩地区的石漠化面积占该地区总面积的 39.2%, 其中轻度石漠化最多, 占该地区 26%, 其次为中度石漠化, 占 9.2%, 强度石漠化地区最少, 占 4.1%。

石灰岩地区的石漠化面积占该地区的 34.8%, 其中轻度石漠化面积最大, 占 29.1%, 其次为中度石漠化, 占 3.0%, 强度石漠化地区最少, 占 2.1%。

泥灰岩地区的石漠化面积占该地区的 41.7%, 其中轻度石漠化面积最大, 占 36%, 其次为中度石漠化, 占 5.4%, 强度石漠化最少, 占 0.4% 左右。

再将相同岩性的地层组中的石漠化面积进行数理统计分析, 得出清镇各个岩性不同的地区其石漠化面积也不同, 其中石灰岩(石灰岩和白云质灰岩)地区石漠化面积最大, 占清镇总面积的 53%; 其次为白云岩地区, 其石漠化面积占全市面积的 29.1%; 而泥灰岩和白云质灰岩分别占全市总面积的 17.9% 和 24.3%。同时, 我们将各岩性中度石漠化以上的面积进行数理统计, 可以看出石灰岩地区的中度以上石漠化面积较其它岩性多, 占清镇中度以上石漠化面积的 32.3%, 其次为白云岩地区, 占 28.7%, 泥灰岩地区最少, 仅占 17.1%。

## 4 结论与讨论

(1) 清镇喀斯特地区的出露地层中, 石灰岩(石灰岩和白云质灰岩)地区的石漠化面积最大, 占清镇石漠化总面积的 53%, 且其中度以上石漠化占清镇中度以上石漠化的 52.2%, 其石漠化程度较高。与其它岩性相比, 石灰岩地区的石漠化发育严重。这是因为, 石灰岩中方解石的含量大于 95%, 而白云石含量小于 5%, 钙镁比值 ( $\text{CaO}/\text{MgO}$ ) 为 7.82~307.66, 酸不溶物 ( $\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$ ) 0.12%~8.90%, 比溶蚀度 0.96。白云质灰岩中方解石含量为 65% 以上, 白云石含量为 50%~75%, 钙镁比值 ( $\text{CaO}/\text{MgO}$ ) 为 4~9, 酸不溶物 ( $\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$ ) 2.6~3.8, 比溶蚀度 0.96。由于石灰岩的这些特性, 使其石漠化发育较强, 如石灰岩的比溶蚀度高于白云岩, 酸不溶物少于白云岩, 就更易被溶蚀; 而其较白云岩不易破碎, 因此其山峰较

陡峭, 水土流失严重, 植被稀疏, 极易形成石漠化。

(2) 白云岩地区的石漠化面积较石灰岩地区少, 占清镇石漠化总面积的 29.1%, 占白云岩地区的 44.6%, 且其中度以上石漠化占清镇中度以上石漠化面积的 28.7%。与其它岩性相比, 白云岩地区的轻度石漠化面积所占比例最大, 占该区面积的 38.2%。这是由于白云岩中方解石含量小于 5%, 白云石含量大于 95%, 其钙镁比值 ( $\text{CaO}/\text{MgO}$ ) 为 1.39~1.46, 酸不溶物 ( $\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$ ) 1.3%~9.00%, 比溶蚀度为 0.5。由于白云岩的比溶蚀度低于石灰岩, 酸不溶物多于石灰岩, 较之石灰岩不易被溶蚀, 且由于白云岩机械破碎力较强, 易破碎、风化, 形成风化壳, 进而易形成土壤, 发育植被, 防止水土流失。同时, 白云岩由于机械破碎作用, 使其山坡平缓, 不易造成水土流失。因此, 白云岩地区的石漠化程度较石灰岩地区低。

(3) 在清镇喀斯特地区的出露地层中, 泥灰岩地区的石漠化面积最少, 占清镇石漠化面积的 17.9%, 且其中度以上石漠化面积仅占清镇中度以上石漠化面积的 17.1%, 与其它岩性相比, 泥灰岩地区的轻度石漠化面积所占比例也较大, 占该地区面积的 36%, 但其强度石漠化面积最小, 是该地区面积的 0.4%。这是因为泥灰岩中泥质(黏土)的成分占 25%~50%, 其余则为石灰岩。酸不溶物大于 10%~50%。由于泥灰岩中所含泥质成分较多, 酸不溶物含量也较大, 不易溶蚀, 土被发育较完整, 植被成片发育, 不易发生水土流失, 因此, 石漠化面积小、程度低。

本文得到了熊康宁教授的指导, 特此致谢。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 周忠发. 遥感与 GIS 技术在贵州喀斯特地区石漠化研究中的应用 [J]. 水土保持通报, 2001, 21(3): 52~54.
- [2] 周忠发, 黄路迦. 贵州高原喀斯特石漠化遥感调查研究——以贵州清镇市为例 [J]. 贵州地质, 2001, 18(2).
- [3] 屠玉麟. 贵州土地石漠化现状及原因 [M]. 石灰岩地区开发与治理. 贵州: 贵州人民出版社, 1996.
- [4] 贵州省地理信息数据集 [Z]. 贵州: 贵州人民出版社, 1996.
- [5] 区域地质调查报告(地质部分) [Z]. 贵阳幅、息烽幅, 1976. 12.
- [6] 清镇县综合农业区划 [Z]. 贵州: 贵州人民出版社, 1990.