

文章编号:1001—4810(2005)03—0206—06

云南岩溶石漠化状况及治理规划要点^①

王宇^{1,2}, 杨世瑜¹, 袁道先³

(1. 昆明理工大学, 云南 昆明 650093; 2. 云南省地质调查院, 云南 昆明 650051;
3. 中国地质科学院岩溶地质研究所, 广西 桂林 501004)

摘要:云南岩溶区生态地质环境脆弱,石漠化明显,面积达34772.76km²,严重地制约着地区经济的可持续发展。石漠化分布具有集中连片、自北向南逐渐增多,程度加重的特点。区内地貌的演化过程中存在着石漠化的潜势,广泛分布的岩溶石山是形成石漠化的物质基础,特定的自然地理环境是产生石漠化的基本条件;人口增长过快、不合理的土地开发、工业污染是形成石漠化的主要影响因素,但自然因素和人为因素的主次因地而异。文中针对石漠化的形成条件及原因,提出了石漠化综合治理的指导思想,以及全面规划、综合治理,因地制宜,分类指导等原则,阐明了石漠化综合治理规划的目标、规划单元,规划部署的基本模式与工程措施。

关键词:石漠化状况;形成条件及原因;治理规划

中图分类号:S157.1 **文献标识码:**A

0 前言

鉴于石漠化的危害日益严重,国家将推进滇、黔、桂岩溶石山地区石漠化的治理列入了国民经济与社会发展“十五”规划。2004年8月,经报请国务院同意,国家发展和改革委员会下发了“关于进一步做好西南岩溶石山地区石漠化综合治理工作指导意见的通知”。遵照该指导意见,云南省由省发展和改革委员会牵头,9个相关厅局参加,组成了规划编制领导小组和以云南省地质调查院为技术依托单位的工作组,根据已提交的国土资源大调查项目“云南岩溶石山地区地下水资源勘查与生态环境地质调查”成果,率先组织开展了省、地、县三级的石漠化综合治理规划编制工作。本文系根据笔者主编“云南省岩溶区石漠化综合治理规划”的研究成果编写而成,希望能够为其它省市区编制石漠化综合治理规划提供一些有益的借鉴。

1 石漠化现状

云南岩溶分布面积110875.7km²,占全省面积的28.14%。岩溶区主要分布于东经102°以东、元江以北的滇东片区,以及滇西北、滇西保山至沧源片区。全省129个县(市、区)中,115个有岩溶分布。岩溶区石漠化综合治理规划中,选取岩溶面积占30%~60%的县(市、区)共计有62个,土地总面积187740km²,总人口2510.1万人,岩溶面积93982.69km²,其中有贫困县32个^[1]。

云南的石漠化总面积34772.76km²,占岩溶分布面积的31.36%。云南的石漠化分布滇东较滇西严重。滇东石漠化分布广泛,集中连片分布于海拔1300~2200m的峰丛洼(谷)地和广大岩溶丘峰、台地、盆地边缘。石漠化具有自北向南逐渐增多,程度加重的特点。滇西和滇东北高原边缘与河谷斜坡带的中山岩溶盆(谷)地区以中、轻度石漠化为主,斑块小而分散(图1)。石漠化多分布于上古生界和中生界灰岩、白云岩中。石漠化类型以碳酸盐岩石漠化为主,主要受控于

① 基金项目:国土资源大调查项目“云南典型地区岩溶地下水调查与地质环境整治示范”(200310400024)

第一作者王宇(1960—),男,教授级高级工程师,博士研究生,主要从事水文、工程、环境地质调查研究。E-mail: ynddywy@163.com。
收稿日期:2004—11—23

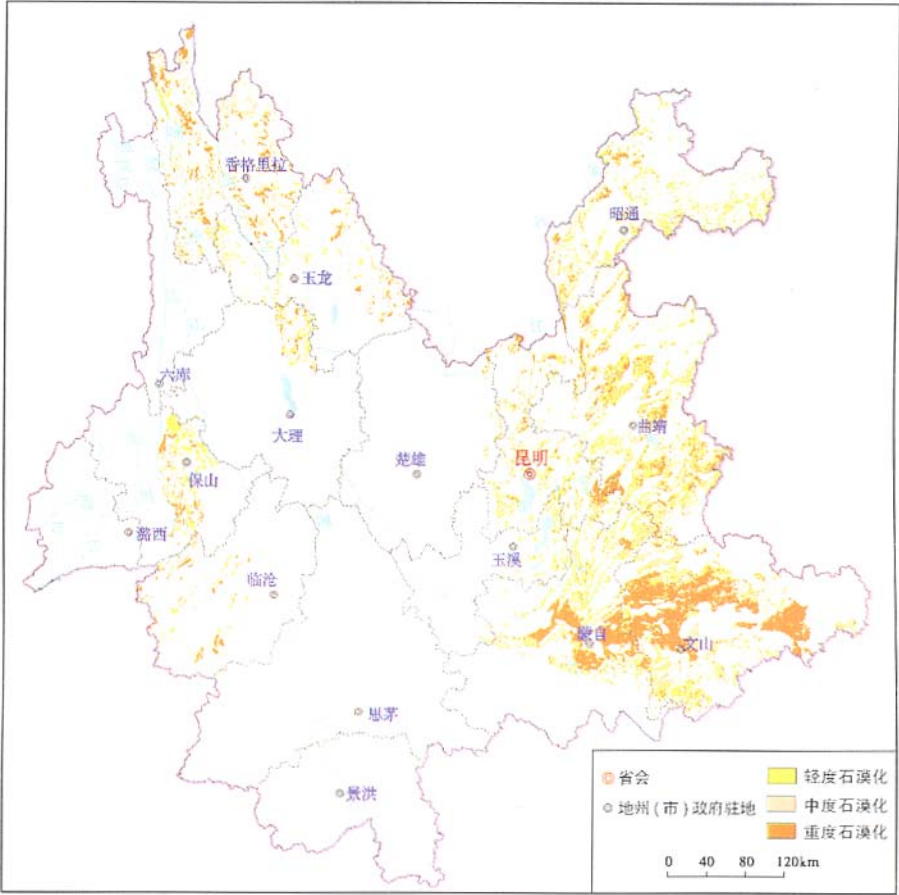


图1 滇东石漠化土地分布图

Fig. 1 Distribution diagram of rocky desertification lands in Eastern Yunnan

纯碳酸盐岩,夹层或互层型则相对较少。

2 石漠化的危害

云南岩溶石山地区石漠化的危害主要表现为:

- (1)可利用耕地减少。如砚山县红甸乡、莲花乡,2000 年与 1975 年对比,碳酸盐岩分布区原有耕地面积减少了10%左右。
- (2)涵养水源能力下降。石漠化的产生导致表层带上部松散土层和植被丧失,其中流失的土壤部分地充填了地下岩溶空间,使得岩溶水系统调蓄地下水的功能降低,年径流动态变幅加大,部分泉和暗河动态变幅加剧,枯季流量大幅度减少,甚至干枯,导致缺水更加严重。在已调查的106 个大泉暗河中,流量明显减小者达41 条(个),流量普遍减小30%~50%,近3%的大泉已断流或旱季干枯。
- (3)旱涝灾害频繁。虽然岩溶山区年均降水量多在1000~1500mm,但因石漠化地区缺乏森林植被来调节缓冲地表径流,致使这类地区一遇中到大雨,地表径流便快速汇聚于低洼处,造成暂时局域性涝灾。

另一方面,由于石漠化地区的岩溶漏斗、裂隙及地下河网发育,导致表层带调蓄功能丧失,使得降水形成的地表径流很快渗漏入地下河流走,造成石漠化分布区旱季大面积的地表干旱^[2]。

- (4)土壤肥力下降。土壤颗粒及其所吸附的营养元素和农药转移到水体中,既污染了水质又造成土壤肥力下降,粮食产量降低。如通海盆地汇水面积354km²(其中,杞麓湖水面积36.86km²),每年土壤侵蚀量28 万t,其中每年因此而流失的有机质、总氮、总磷分别为5698t、345.8t和354.2t。
- (5)引起小生境气候的恶化。如砚山县莲花乡的5 条小流域,石漠化现象日趋严重,植被覆盖率降低,导致近年来常出现周围降雨而该区域无降雨现象,历史上常见的绵绵细雨也已很少见。
- (6)毁坏生态自然景观,破坏了生物多样性。由于石漠化的发展,造成生态系统内种群数量下降,植被结构简化,如路南石林附近,植被类型单一,已造成了云南松林多病虫害发生的后果。同时还造成地质旅游资源景观及环境价值的丧失,影响岩溶区这一优势资源的开发利用。

3 石漠化形成条件及主要影响因素

植被、土壤等地质环境因素是石漠化产生的基本条件,而人类不合理的活动加剧了石漠化的发展,是石漠化形成和发展的主要影响因素。

3.1 形成条件

3.1.1 岩土特殊

碳酸盐岩地层坚硬,持水性低、孔隙度小,孔隙度一般不到4%,加之云南新生代地壳大幅度抬升,雨水既能在地表也能在地下进行强烈的溶蚀,导致峰体挺拔,山高坡陡,岩溶裂隙、溶洞等岩溶通道发育,普遍具有地表地下双层空间结构,不利于水土资源的保存。碳酸盐岩土壤成土速度缓慢,土层浅薄,岩土之间亲和力和粘着力差,土壤允许流失量小。如滇东南岩溶山区风化残积土,据采样分析, $<0.005\text{mm}$ 粘粒含量高达65%~99%,土体表面易形成悬移质,粘土矿物以高岭石、蛭石为主,具胀缩性,脱水则干裂成柱状,使抗蚀性下降。据实地观测,峰丛坡度 30° 的裸土坡面,土层含水量25.3%时,起始侵蚀降雨量仅为 $5\text{mm}/30\text{min}$,极易引发严重侵蚀。据统计,滇东南的土壤侵蚀面积约占总面积的33%,部分峰丛山区超过70%,侵蚀模数达 $380\sim 98100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,绝大多数峰丛坡面土层的抗蚀年限为4~200年。不同的基岩岩性和组合特征石漠化发育有明显的差异,滇东北的碳酸盐岩主要以古生界的灰岩、白云岩和碎屑岩呈夹层、互层形式产出,土壤分布相对连续、厚度较大,石漠化图斑较分散、石漠化程度较低;滇东南地区以上古生界石炭系、二叠系以及大面积连片分布的中生界三叠系中厚层状纯灰岩和白云质灰岩为主,土壤分布不连续、浅薄,石漠化图斑呈片状连续分布,石漠化程度高。

3.1.2 地形地貌复杂

云南的岩溶区地形、水文气候、土壤等地理环境要素复杂,地貌类型复杂多样,既有高原面,又有向广西平原过渡的高原斜坡地带、深切峡谷。地形起伏大,最大高差 3964m ,地形陡峻,内外营力地质作用强烈,高山深谷、峰丛、洼地交错分布。这些特点决定了区内水土资源易流失,降低了生态环境的抗干扰能力。滇西北地区,由于新构造上升运动强烈,高于 4000m 的碳酸盐岩高、中山山脊和山顶多见,常年和季节性的积雪、融冻风化作用强烈,植物不能生存,成土困难,造成岩石裸露,自然形成了石漠化。

3.1.3 水文气候条件多变,水热资源不匹配

区内温差变化大,年降水量多在 $750\sim 1250\text{mm}$,

降水变率大,都大于10%,暴雨强度大,分布广,降水量85%集中于7、8月份,小环境气候多变,如滇东南地区,年均温 $15.8\sim 19.3^\circ\text{C}$,极端最高气温 38.6°C (富宁),极端最低气温 -7.8°C (砚山),日最大降雨量可达 145mm ,1小时最大雨量普遍超过 30mm ,易造成洪涝、水土流失。加之土层浅薄,土壤总量少,贮水能力低,岩溶区入渗系数大,地下水水位变幅可达数十米,即使在多雨的生长季节,也常出现蒸发量大于降雨量的干燥期,形成岩溶性干旱气候,不利植被生长。在独特的地质地貌基底上,一旦植被破坏,水热优势则立即会转化为强烈的破坏营力,如处于生态环境脆弱的北回归线附近的蒙自、开远、建水等地,年总辐射量 $5500\sim 6000\text{MJ}/\text{m}^2$,降水量普遍相对较少,年降水量一般小于 1000mm ,年蒸发量 $1346\sim 2354\text{mm}$,最高可达 2797mm ,极端最高气温大于 32°C ,干季期降水量小于 170mm ,年干燥度大于1.5,水热分配不匹配,不利于植物生长,植被破坏后难恢复,易产生石漠化。

3.1.4 植被群落结构简单

岩溶区植被具有喜钙、旱生、石生性特点,生长缓慢、绝对生长量低,适生树种少,群落结构简单,群落的自调控力弱,当受到外界因素尤其是人为活动因素的干扰时,极易导致生态环境演变直至恶化。

3.2 主要影响因素

3.2.1 人口增长过快,开发土地过度

1949年全省人口1595.0万人,1980年3173.4万人,2000年4240.8万人。滇东人口增长较快,6个地州市1980年人口1841万人,2000年2440.5万人,增长率21.44%~54.88%。各岩溶县市人口密度除富宁县、广南县等少数县份外,多数都远大于全省人口平均密度,一般 $120\sim 250\text{人}/\text{km}^2$ 。随着人口的增长,因生活所需而大量砍伐森林、割草,过度放牧、开垦坡地等,造成土石裸露,是石漠化产生的首要影响因素。据1980年的统计数据,60个岩溶县(市)耕地面积为 $163.83\text{万}\text{hm}^2$;20世纪90年代末完成的土地详查结果,62个岩溶县(市)耕地面积为 $352.06\text{万}\text{hm}^2$,增加了114.89%。1975年完成的森林资源调查,全省植被覆盖率24.9%,较20世纪50年代前降低了约50%,到2000年,经过多年的努力,全省植被覆盖率恢复到32.7%,但多分布在碎屑岩区。

2.2.2 强烈采矿,大量燃煤

滇东岩溶盆地地区、滇东南的蒙自、个旧、开远、平远街等地受工业活动影响强烈,工业活动对石漠化的影响中,以黑色和有色金属矿采选冶业的影响最为明显。这些行业生产规模大的地州,恰是石漠化严重的地州。红河、玉溪、昆明、文山4个地州市的黑色和有

色金属矿采选冶业总产值, 占全省 16 个地州市同行业总产值的 55.08%。滇东的黑色和有色金属矿主要为锰、铜、铅、锌、锡、铝、锑等, 其对石漠化的影响, 主要是采选冶排放的废气、废水、废渣中含有大量铅、锌、砷、汞、二氧化硫等有毒有害成分, 造成岩溶石山区仅存的树、灌、草、藻类、苔藓等植物死亡, 从而加剧了石漠化。其次, 这些矿很多为岩溶石山地表分布的氧化矿, 剥采直接造成大面积的裸岩分布。

工业生产和人类生活燃煤释放的大量烟尘, 造成严重的酸雨, 对植被、藻类、苔藓等先锋植物危害严重, 特别是岩溶石山上最基本的生物苔藓和藻类, 多死亡于酸雨。1980—2000 年, 云南省能源消耗比例: 煤炭占 62.75%~75.7%, 石油占 6.01%~9.00%, 天然气占 2.01~5.90%, 水电占 14.30%~27.22%。能源消耗总量为: 1980—1989 年, 946.10~1706.87(万吨标准煤), 1990—2000 年, 1954.18~3428.98(万吨标准煤)。大量增加的燃煤, 造成酸雨面积不断扩大, 城市出现酸雨的范围从 20 世纪 90 年代初的 51.7% 增

加到 90 年代末的 88%。1997 年, 滇东地区 8 个进行酸雨监测的城市, 酸雨出现频率为 3%~56%, 酸雨频率最高的是滇东南的个旧市。酸雨 pH 值为: 2.95~5.58, 各站平均值为 3.94~5.58。煤炭消耗区主要集中于各个盆地和工矿企业集中分布区, 与石漠化的分布区有较好的对应关系。

此外, 交通、各类工程建筑、天然建筑材料开采等活动, 对石漠化的形成也有一定的影响。

4 发展趋势分析

选取石漠化严重的富宁和石漠化相对较轻的西畴, 采用同季节不同时相(1987 年 12 月 18 日及 2000 年 11 月 3 日)的两个遥感图像进行遥感解译判读(表 1), 总的趋势是石漠化面积不断扩张, 非石漠化向石漠化转变、轻度石漠化向中度、重度石漠化发展, 呈现生态环境恶化的趋势, 局部地区则呈现出石漠化现象减少的情况。

表 1 典型点石漠化变化情况对比表
Tab. 1 Comparison of rocky desertification state on typical points

地点	时 间	面积 (km ²)	石漠化面积							
			重度		占总 面积 %	轻度		占总 面积 %	非石漠化	
			面积 (km ²)	增减 (km ²)		面积 (km ²)	增减 (km ²)		面积 (km ²)	增减 (km ²)
西畴	1987 年 12 月	12.89	3.52		27.31	1.68		13.03	8.01	
	2000 年 11 月	12.89	2.70	-0.82	20.95	2.10	+0.42	16.3	8.09	+0.08
富宁	1987 年 12 月	2.12	0.61		28.77	0.26		12.26	1.25	
	2000 年 11 月	2.12	0.70	+0.09	33.02	0.29	+0.03	13.68	1.13	-0.12

经分析对比, 云南石漠化有逐步扩大恶化趋势的总面积为 4932.79km², 主要分布在滇东南开远、蒙自、平远街、建水、富宁等地; 石漠化逐步减弱好转的总面积为 1278.21km², 主要分布在路南、泸西等地; 其余为基本维持现状地区^[3]。

5 石漠化综合治理规划的基本要求

5.1 指导思想

石漠化的形成和发展与贫困有着密切的内在联系, 一方面是岩溶石山地区生态环境的恶化、农村基础设施的落后制约了人们脱贫致富的步伐; 另一方面, 人们为了生存和发展又对资源和环境进行掠夺式的开发和破坏, 形成了“贫困—资源和环境破坏—越来越贫困”的恶性循环。要打破这一恶性循环, 使石漠

化得到有效的根治, 治理工作必须与生态环境建设、经济、社会发展和群众脱贫致富有机地结合起来, 通过开展生态建设, 做好植被保护和恢复工作, 维护生态平衡; 加强农村基础设施建设, 为农业结构调整创造条件; 发展县域经济、搞好新时期扶贫开发; 控制人口数量, 提高人口素质, 加快农村剩余劳动力转移; 完善政策引导机制, 加强资金投入的统筹安排等途径。实行标本兼治, 因地制宜, 综合治理, 突出重点, 逐步推进。

5.2 石漠化综合治理规划目标及单元

以 2003 年为现状基准年, 近期规划水平年为 2005 年, 中期规划水平年为 2010 年, 远期规划水平年为 2020 年, 以近、中期规划水平年为规划重点。

近期(2005 年)规划目标: 完成重点地区石漠化的调查, 建立数据库和监测网站, 典型石漠化贫困县

的综合整治示范取得明显的成效,形成一套可供推广应用的石漠化综合治理技术方案和模式。

中期(2010 年)规划目标:完成重点地区的石漠化综合治理工程建设,石漠化不断加剧的趋势得到有效遏制,岩溶区的生态环境及农村生产生活条件有明显改善。

远期(2020 年)规划目标:完成所有岩溶县的石漠化综合治理工程建设,石漠化得到有效治理,岩溶区的生态环境全面改善,建立起既能促进环境优化又有利于社会经济协调、稳定、可持续发展的生态经济体系。

以县(市、区)为单元,编制综合治理规划;以乡(镇)为单元制定综合治理工程措施、工作方案。与此

同时,还应划分重点治理区域(县)和一般治理区域(县),突出重点,逐步推进。

由于石漠化治理的理论和经验尚不够成熟,首先还要继续作好示范工作,示范县(市、区)在重点治理县(市、区)中选取,示范乡(镇)在示范县中选取。

6 石漠化治理的基本模式与工程措施

根据已有的石漠化调查成果和治理示范经验^[4,5],我们在规划编制前总结归纳了云南最基本的三种地貌单元的石漠化综合治理措施(表 2),用以指导各地结合实际情况去分类部署适宜当地特点的工程项目。

表 2 岩溶石山地区石漠化综合治理基本模式

Tab. 2 Basic models of synthetic harnessing to rocky desertification in karst mountainous area

综合治理模式	主要措施	辅助措施
岩溶山区石漠化综合治理模式	1、封山育林、退耕还林、植树造林恢复植被; 2、发展经济林果及药材等特色农业; 3、种植饲草、发展畜牧业。	1、农村能源建设; 2、坡地改造; 3、开发表层泉、暗河、大泉和小型水利工程建设 4、易地扶贫搬迁。
峰丘洼地石漠化综合治理模式	1、发展经济林果及药材等特色农业; 2、退耕还林、植树造林恢复植被; 3、农村能源建设; 4、坡地改造。	1、开发表层泉、暗河、大泉和中小型水利工程建设。 2、封山育林恢复植被; 3、种植饲草、发展畜牧业; 4、易地扶贫搬迁。
岩溶谷地石漠化综合治理模式	1、发展经济林果及药材等特色农业; 2、沃土工程; 3、地表、地下水资源、水电开发利用。	1、农村能源建设; 2、封山育林、退耕还林、植树造林恢复植被。

针对石漠化形成的条件和原因,规划部署的主要石漠化治理工程和措施如下:

(1)生态修复工程

目的是提高植被覆盖率,减少石漠化土地,改善生态环境,恢复生态平衡。

工程内容包括:退耕还林;封山育林;植树造林(生态公益林、经济林);草地(人工种草、改良草地、退牧还草)种养等。

(2)基本农田建设工程

目的是提高基本农田的质量和抵御自然灾害的能力,减少水土流失,改善农村生产条件,保证农村群众的生活稳定。

工程内容包括:坡地改造(坡改梯、人工造地等)工程;沃土工程;小型水利水保工程,针对农田保护、旱地浇灌等,主要工程为排灌渠、引水渠、拦砂坝、谷坊坝、提灌站、小坝塘、小水库、小型病害水库处理等;

乡村道路建设。

(3)岩溶水资源开发利用工程

岩溶水的开发主要针对农村人畜饮用和旱季抗旱保苗用水的需要。目的是发挥岩溶水的生态功能,解决岩溶区普遍的干旱缺水问题,保证生态需水和生活用水、抗旱保苗用水,消除地表严重干旱缺水这一石漠化综合治理的主要限制性因子^[6]。

工程内容包括:钻井(深机井、浅机井)开采工程;大泉、暗河堵蓄引开发工程;泉点引提、表层岩溶泉积蓄引水等工程^[7]。

(4)农村能源工程

目的是解决农村生活所需能源,减少森林砍伐,保护植被,改善农村卫生条件。

工程内容包括:沼气建设(沼气、节柴改灶、卫生厕所);太阳能建设;农村小水电建设;家庭养殖业等。

(5)易地扶贫搬迁(生态移民)试点工程

在石漠化严重的地区,在有限的财力允许范围内,选择了少量丧失了基本的生产生活条件,治理极其困难的村寨,部署开展易地扶贫搬迁(生态移民)试点工程。目的是减轻石漠化山区的人口负荷,为生存和发展极其困难的部分农村群众提供新的生产生活条件。

7 结 语

围绕上述规划要点,在规划编制领导小组的统一领导和组织下,经过专业队伍和各级政府相关部门的共同努力工作,完成了由县(市、区)规划、汇编到地(州、市)级规划、再汇编到省级的三级岩溶区石漠化综合治理规划。本次规划由于所依据的调查资料较为系统、全面,规划的要点在开展规划前组织专业技术单位和各级政府有关部门进行了充分的论证,并编制下发了完整的规划编制提纲,规划由乡镇、县(市、区)逐级汇编到省级,使最终形成的规划吸收了国土资源

大调查的成果和各地群众治理石漠化的智慧和经验,较为切合实际,具有较强的可操作性,得到了各级政府和有关专家的认可。

参考文献

[1] 王宇. 云南省岩溶水开发条件研究[J]. 中国岩溶, 2000, 19(2): 129—132.

[2] 袁道先. 对南方岩溶石山地区地下水资源及生态环境地质调查的一些意见[J]. 中国岩溶, 2000, 19(2): 103—107.

[3] 王宇, 张贵. 滇东岩溶石山地区石漠化特征及成因[J]. 地球科学进展, 2003, 18(6): 934—938.

[4] 苏维词, 朱之孝, 熊康宁. 贵州喀斯特山区的石漠化及其生态经济治理模式[J]. 中国岩溶, 2002, 21(1): 19—24.

[5] 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—215.

[6] 劳文科, 蒋忠诚, 时坚等. 洛塔表层岩溶带水文地质特征及其水文地质结构类型[J]. 中国岩溶, 2003, 22(4): 258—266.

[7] 王宇. 西南岩溶地区岩溶水系统分类、特征及勘查评价要点[J]. 中国岩溶, 2002, 21(2): 114—119.

THE STATUS QUO OF KARST ROCKY DESERTIFICATION AND THE KEY POINTS FOR HARNESSING ROCKY DESERTIFICATION IN YUNNAN PROVINCE

WANG Yu^{1,2}, YANG Shi-yu¹, YUAN Dao-xian³

(1. Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650093, China; 2. Yunnan Geological Survey, Kunming, Yunnan 650041, China; 3. Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: The ecologic and geologic environment is very frail and the rocky desertification is very obvious(the rocky desertification area is 34772.76 km²)in Yunnan karst area which seriously restrict the sustainable development of local economy. The rocky desertification region is concentrated in several parts and the area and extent get larger and more serious from the north to the south. There is rocky desertification potential in natural geomorphic evolution process. Widespread distributed karst mountain is the material and the local natural geographic environment is fundamental condition to rocky desertification. The main factor of rocky desertification is rapid increase of population, unreasonable exploiting of land and industrial pollution. However, the major factors leading rocky desertification are different in different parts, artificially imposed in some part, but naturally imposed in other part. According to the conditions and causes of rocky desertification, the guiding idea of synthetic harnessing, and the overall program as well as principle of the synthetic harnessing and principle of in line with local conditions are put forth. The aim, the unit and the basic model and engineering measures in the program of synthetic harnessing to rocky desertification are expounded in the paper.

Key words: Status quo of rocky desertification; Forming condition and genesis; Planning and harnessing