

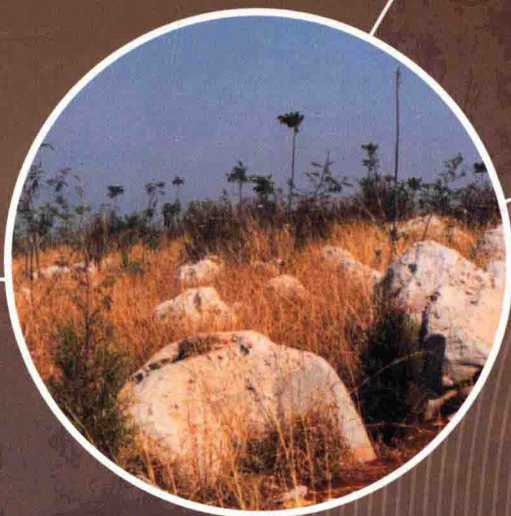
本书由 云南省高校土壤侵蚀与控制重点实验室 西南林业大学石漠化研究院 共同资助出版

YUNNAN SHIMOHUA
ZONGHE ZHILI QUYU HUAFEN

云南石漠化

综合治理区域划分

李乡旺 陆素娟 王 妍 / 著



科学出版社

南省高校土壤侵蚀与控制重点实验室
南林业大学石漠化研究院 共同资助出版

云南石漠化综合治理区域划分

李乡旺 陆素娟 王 妍 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从云南环境条件规律性变化的高度研究和描述了不同石漠化综合治理地区的地形、地貌、气候、土壤、植被的特点,在对云南 65 个石漠化综合治理县(市、区)现场调查的基础上,以年积温天数、干燥度为主,地带性土壤为辅,参考年均温、极端天气、年降雨量、灾害性天气、结合山脉、地形、地貌、季风特点及地带性植被等综合因素,运用层次分析法将云南 65 个石漠化综合治理县划分为 7 个区域 10 个亚区 19 个小区,为云南石漠化综合治理提供参考。

本书可作为林业基层工作者的参考读本,也可供从事石漠化治理、植被恢复及困难立地造林等科研与管理机构人员使用。

审图号:云 S(2018)026 号

图书在版编目(CIP)数据

云南石漠化综合治理区域划分 / 李乡旺, 陆素娟, 王妍著. —北京: 科学出版社, 2018.7

ISBN 978-7-03-058000-9

I. ①云… II. ①李… ②陆… ③王… III. ①沙漠化-沙漠治理-研究-云南 IV. ①S156.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 132288 号

责任编辑: 冯 铂 刘 琳 / 责任校对: 江 茂

责任印制: 罗 科 / 封面设计: 墨创文化

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>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 7 月第一次印刷 印张: 6.25

字数: 170 千字

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

石漠化是岩溶地区土地退化的极端形式,是我国现存的三大生态问题之一,也是美丽云南身上的“伤疤”。云南 65 个石漠化综合治理县石漠化土地面积已达 288 万公顷;2016 年 3 月 3 日,罗春明在新华网发表《云南:石漠化扩展趋势得到有效遏制》,文中透露,云南 129 个县(市、区)中 121 个县(市、区)(实际上是 122 个)有石漠化问题,石漠化面积为 357 万公顷,已经位列全国第一。

石漠化直接导致土地承载能力大幅度降低甚至丧失,缩小了人类的生存发展空间,减少了耕地资源;加重了自然灾害,常常出现干旱和洪涝并存的状态;严重影响长江、珠江流域的生态安全;容易导致土地肥力降低,耕地面积减少,水土流失加剧,岩石裸露面积加大,贫困程度加剧;影响经济社会的可持续发展;造成植被结构破坏或丧失,生态平衡破坏,生物多样性锐减。

云南地形、地貌复杂多样,气候涵盖了从热带、亚热带到青藏高原温带的多种气候类型,加之同一地区由于海拔高差变化较大,垂直分布明显,情况复杂,治理难度大。区别差异,归纳共性,区划出符合实际和符合客观规律的不同性质的治理区域,充分利用各区域的自然资源和经济资源,按客观实际做出科学设计,为因地制宜开展石漠化治理工作提供依据,并使设计的各项措施落实到不同的治理区域,这就是石漠化综合治理区划的内涵。

石漠化治理分生物治理及工程治理两方面,但生物治理是主要的。生物治理涉及植物和动物。植物、动物是生命有机体,生命有机体与热量、土壤、水分、光照等外界环境条件有关,并受外界环境条件的制约。外界环境条件直接或间接地关系到动植物的生长和发育,从而影响到治理效果。工程治理涉及选用与环境条件相符的原材料,工程内容及工程量的大小与环境条件也有关系。例如,滇东北石漠化地区地势陡峻,原生植被破坏严重,气候条件恶劣,水土流失严重,工程治理有时需要修建拦渣坝群才能遏制水土流失造成的影响;而滇东南红河哈尼族彝族自治州石漠化地区地势稍缓,气候较为干旱,工程治理应以修建小水窖为主。

综合治理涉及部门较多,涉及物种多样。不同物种生物学、生态学特性不同,对外界环境的要求不一样,即使是同一物种,不同的品种对环境的要求也不一样。只有认识治理物种的特性及其所需要的环境条件,科学设计,精心施工,才能达到治理目的。因此,本书从云南全省环境条件规律性变化的高度出发,研究和描述了不同石漠化综合治理地区的气候、土壤、植被特点,运用层次分析法划分不同的治理区域,为云南石漠化综合治理提供参考。

著 者

2018 年 3 月

目 录

第1章 石漠化——从概念到综合治理	1
1.1 石漠化概念从荒漠化概念演化而来	1
1.1.1 荒漠(desert)	1
1.1.2 荒漠化(desertification)	1
1.1.3 多种岩石类型形成的荒漠化	1
1.1.4 石质荒漠化(stony desertification)	2
1.2 我国石漠化的地域分布	3
1.3 石漠化形成的机理及原因	3
1.3.1 岩溶致密坚硬	3
1.3.2 成土速率太慢	3
1.3.3 土壤冲刷严重	3
1.3.4 岩石、土壤界面之间缺乏过渡, 土壤容易流失	3
1.3.5 土壤、水分通过裂隙或孔隙丢失	4
1.3.6 人为因素	4
1.4 石漠化的危害	7
1.4.1 土壤物理化学性质的恶化	7
1.4.2 生态环境日益恶化	7
1.4.3 农业生态系统结构失调, 土地逐步减少	8
1.4.4 毁坏生态景观, 破坏生物多样性	8
1.4.5 危及社会安定, 影响国土安全	8
1.4.6 对石漠化推进速度的预测	8
1.5 国外岩溶地区的治理	9
1.6 从山地治理阶段到综合治理阶段	9
1.6.1 石漠化山地治理阶段	9
1.6.2 综合治理阶段	9
第2章 云南石漠化综合治理区域划分	11
2.1 影响云南石漠化综合治理区域划分因素	11
2.1.1 间接影响的环境因子	11
2.1.2 直接影响的环境因子	14
2.1.3 云南的灾害性天气	20
2.1.4 气候带划分	25
2.1.5 土壤	29
2.1.6 云南植被分布	35

2.1.7 小结	43
2.2 区域划分	44
附表 1	65
附表 2	67
附表 3	68
附表 4	68
附表 5	69
附表 6	69
参考文献	70
附图	74
后记	93

第 1 章 石漠化——从概念到综合治理

由碳酸盐类岩石发育而成的喀斯特地貌在世界上有广泛的分布。据粗略统计,全球碳酸盐岩出露面积约 2200 万 km^2 , 占全球陆地总面积的 15%。

1.1 石漠化概念从荒漠化概念演化而来

1.1.1 荒漠(desert)

荒漠作为一种自然地理景观,是指那些降水稀少、蒸发强烈、植被稀疏的地区和地段。景观表现为沙丘起伏、戈壁横亘、土壤不发育、干旱缺水、植被稀疏、有机质含量少或完全没有。

1.1.2 荒漠化(desertification)

1949 年,法国科学家 A. Aubreille 研究非洲热带和亚热带森林的稀树草原化过程时首先使用“荒漠化”概念。

1977 年,联合国荒漠化会议(UNCOD)诞生了荒漠化定义:“荒漠化是土地生物潜力的下降或破坏,并最终导致类似荒漠景观条件的出现。”作为第一个荒漠化定义被联合国正式采纳。1984 年,联合国环境规划署(UNEP)第十二届理事会上,在荒漠化防治行动计划(PACD)中,把荒漠化定义进一步扩展为:“荒漠化是土地生物潜能衰减或遭到破坏,最终导致出现类似荒漠的景观。它是生态系统普遍退化的一个方面,是为了多方面的用途和目的而在一定时间谋求发展,提高生产力,以维持人口不断增长的需要,从而削弱或破坏了生物的潜能,即动植物生产力”。

1992 年 6 月 3~14 日,在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上把荒漠化定义为:“荒漠化是各种因素所造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化,其中包括气候变化和人类活动”。这一定义基本为世界各国所接受,并作为荒漠化防治国际公约制定的思想基础。1993~1994 年,国际防治荒漠化公约政府间谈判委员会(INCD)在防治荒漠化公约上确定的定义为:“荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化”。同时在公约的第 15 条中又指出:列入行动方案的要点应有所选择,应适合受影响国家缔约方或区域的社会、经济和地理气候特点……这表明对荒漠化的认识还需要结合本国区域特点和实际。

1.1.3 多种岩石类型形成的荒漠化

联合国亚洲和太平洋经济社会委员会(简称“亚太经社会”, U. N. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, ESCAP)根据亚太区域特点和实际,提出荒

漠化还应包括“湿润及半湿润地区由于人为活动造成环境向着类似荒漠景观的变化过程”。这一论述指出了湿润、半湿润地区也有可能出现类似荒漠化景观的问题。提出的问题指向了亚洲干旱、半干旱以外的地区。朱震达等认为,湿润地区荒漠化包含了红色砂岩风化壳上发育的荒漠化、第四纪红色黏土风化壳上发育的荒漠化、花岗岩风化壳上发育的荒漠化及石灰岩风化壳上发育的荒漠化。

1.1.4 石质荒漠化(stony desertification)

石漠化的概念最早由袁道先院士提出。1995年袁道先院士用“rock desertification”进行表达。屠玉麟(1996)认为石质荒漠化(简称石漠化)是指在喀斯特的自然背景下,受人类活动干扰破坏造成土壤严重侵蚀、基岩大面积裸露、生产力下降的土地退化过程,所形成的土地称为石漠化土地。屠玉麟先生强调的是喀斯特地区人为活动的干扰破坏产生的土地退化过程,未限定发生区域。

袁道先(1997)指出热带和亚热带地区喀斯特生态系统的脆弱性是石漠化形成的基础。王世杰(2002)认为石漠化发生在南方湿润地区,在人类活动的驱使下,流水侵蚀作用下,地表出现大面积基岩裸露的荒漠化景观。王德炉、朱守谦、黄宝龙等的看法与王世杰先生的观点基本相同。

2012年6月18日《中国石漠化状况公报》中定义的石漠化概念与2003年国家林业局在《国家森林资源连续清查技术规定》中的石漠化定义基本相似:石漠化是指在热带、亚热带的湿润、半湿润气候条件和岩溶极其发育的自然背景下,受人为活动干扰,使地表植被遭受破坏,导致土壤严重流失,基岩大面积裸露或砾石堆积的土地退化现象,是荒漠化的一种特殊形式。

总之,石漠化是我国科学家自20世纪80年代起,根据联合国有关荒漠化会议精神和联合国“亚太经社会”,结合亚太区域特点和实际提出的“荒漠化还应包括湿润及半湿润地区,由于人为活动所造成环境向着类似荒漠景观的变化过程”这一理论,并结合中国实际提出来的概念。从根本上说,石漠化是以脆弱的生态地质环境为基础,以强烈的人类活动为驱动力,以土地生产力退化为本,以水土流失为表现形式,以出现类似荒漠景观为标志。

喀斯特(岩溶的另一种称谓)可以分为:热带喀斯特、亚热带喀斯特、温带喀斯特、寒带喀斯特、干旱区喀斯特(严钦尚等,1985)。强调湿润、半湿润及热带、亚热带气候条件是应该的,但不能否认人类在温带喀斯特、寒带喀斯特、半干旱及干旱区喀斯特地带的活动也会产生水土流失,发生基岩裸露,造成土地退化,形成石漠化的现象。因此,石漠化定义也不应该局限于热带、亚热带的湿润、半湿润地区。云南石漠化分布地区除热带、亚热带的湿润、半湿润地区外,还有温带、寒温带地区、干旱及半干旱地区。云南纳入我国石漠化综合治理的地区包括了青藏高原东南缘的迪庆藏族自治州高原温带地区,红河哈尼族彝族自治州北部、澜沧江及怒江河谷的半干旱地区,红河、金沙江河谷的“干热”地区。因此,我们认为石漠化是荒漠化的一种特殊形式,是指在岩溶地区受人为活动干扰,地表植被遭受破坏,土壤严重流失,基岩大面积裸露或砾石堆积,土地退化和丧失的现象。

1.2 我国石漠化的地域分布

我国石漠化主要发生在以云贵高原为中心,北起秦岭山脉南麓,南至广西盆地,西至横断山脉,东抵罗霄山脉西侧的岩溶地区。行政范围涉及贵州、云南、广西、湖南、湖北、重庆、四川和广东8省(区、市)520个县(云南全面调查后新增57个县),国土面积超过了107.1万 km^2 ,岩溶面积超过了45.2万 km^2 ,是世界上面积最大的石漠化地区,由于开发历史悠久,人口压力大,土壤流失、土地退化现象严重,问题最为突出。该区域还是珠江源头、长江水源重要补给区、南水北调水源区、三峡库区,生态区位十分重要。各省(区、市)石漠化面积排名为云南、贵州、广西、湖南、湖北、重庆、四川和广东。以云南、贵州、广西最为严重。资料表明我国平均每年石漠化增长的面积约为2500 km^2 (孙鸿烈,2002),并不比沙漠化的扩张速度慢。但近年来由于积极治理,石漠化增长的势头得到了遏制。

1.3 石漠化形成的机理及原因

1.3.1 岩溶致密坚硬

与国际岩溶对比表明,东南亚、中美洲等地的新生界碳酸盐岩,孔隙度高达16%~40%,具有较好的持水性,新生代地壳抬升也较小,喀斯特双层结构带来的环境负效应和石漠化问题都不是很严重。但在我国喀斯特地区由于不同地质时期的构造运动叠加产生的明显的地表切割度和陡峻的山坡,为水土流失提供了动力潜能,加之碳酸盐岩致密、坚硬,生态敏感度高,环境容量低,抗干扰能力弱,稳定性差,森林植被遭受破坏后,极易造成水土流失,基岩裸露及早涝灾害(何才华等,1996;袁道先,1997,2000,2001;屠玉麟,1997;王世杰等,1999)。

1.3.2 成土速率太慢

石质荒漠化地区每形成1cm土壤需要8000年的漫长时间。根据岩性的不同,也有人提出每形成1cm土壤时间为2000~4000年不等。不管是前者还是后者,此种形成速度可以视为土壤流失后就难以再生(王世杰等,2002)。

1.3.3 土壤冲刷严重

受季风气候的影响,我国石漠化地区夏季雨量集中,降雨成了土壤侵蚀的动力,强度降雨对坡耕地及植被稀疏的岩溶山地裸露的土壤产生冲刷,造成水土流失,加剧了石漠化的发生与发展。

1.3.4 岩石、土壤界面之间缺乏过渡,土壤容易流失

由于碳酸盐岩母岩与土壤之间通常存在着明显的软硬界面,使岩土之间的亲和力与黏着力变差,土壤易于流失。岩溶区土石间和土层内部上、下层间存在的这两个质态不

同的界面,使土壤产生壤中流,形成土层潜蚀、蠕动、滑移等坡面侵蚀方式(李海霞,2006)。

1.3.5 土壤、水分通过裂隙或孔隙丢失

这是岩溶地区特有的一种流失方式。它不是由地表径流引起的远距离的物理冲刷导致的水土流失,而是通过碳酸盐母岩间的裂隙或碳酸盐母岩中存在的孔隙直接流失,使得溶蚀残余物质或土壤颗粒“垂直丢失”,“从根本上制约了地表残余物质的长时间积累和连续风化壳的持续发展”。

1.3.6 人为因素

有关石漠化形成的原因可以归结为乱砍滥伐、毁林开荒、不合理的土地开垦、森林开发、重采轻造、只采不造、不合理的矿山开发等人为原因。

我们以云南开远市、建水县为重点,对这一地区森林植被的变化、石漠化的形成作了初步研究。

1. 第三纪时开远等地的森林概况

老第三纪早期,云南大部分地区为准平原状,古地理学研究表明当时极地与赤道的温差不似现在悬殊。北半球亚热带的北界在北纬 40° 附近。我国的位置比现在更靠南。此时开远、建水等地气候湿热,森林广布。

新第三纪时,不断进行的喜马拉雅运动改变了云南的面貌,云南高原也在印度板块与欧亚板块的冲撞中不断抬升。根据对开远市小龙潭煤矿第三纪褐煤化石孢粉组合的分析,这一带当时分布着常绿阔叶林,组成中主要有樟科、胡桃科、壳斗科、槭树科、豆科、八角枫科、山茱萸科、胡颓子科和鼠李科植物,林下多蕨类植物。森林分布的另一佐证是从开远市小龙潭煤矿发掘出的森林古猿化石。由于具有广袤的森林及较为湿热的气候,才有了腊玛古猿生存的环境。

自第四纪以来,地球出现了冰期及间冰期,气候向干冷方向转变,但这一带从未被冰盖覆盖过,滇东南地区成了第三纪古老、孑遗植物的避难所之一(吴征镒,1979)。新近在这一带发现的红河苏铁(*Cycas hongheensis*)、元江苏铁(*Cycas parvulus*)、滇南苏铁(*Cycas diannanensis*)、蔓耗苏铁(*Cycas pectinata* sub. *manhaoensis*)、多歧苏铁(*Cycas muntipinata*)、长柄叉叶苏铁(*Cycas longipetiolata*)、多胚苏铁(*Cycas multiovula*)就是例证。苏铁是现今最古老的裸子植物,在一个局部范围内能有如此众多的苏铁出现,只能说明这一地域植物生存的历史是悠久的。

2. 三百年前这一地区森林的概况

清朝乾隆年间,进士赵翼(1727~1814年),曾穿越林海到中越边境的河口公干,后作《树海歌》一首抒发情怀,赞叹沿途看到的多彩多姿的广袤森林。

《树海歌》全文如下:

洪荒距今几万载,人间尚有草昧在。
我行远到交趾边,放眼忽惊看树海。
山深谷邃无田畴,人烟断绝林木稠。

禹刊益焚所不到，剩作丛箐森遐陬。
托根石罅瘠且钝，十年犹难长一寸。
径皆盈丈高百寻，此功岂可岁月论。
始知生自盘古初，汉柏秦松犹觉嫩。
支离夭矫非一形，尔雅笺疏无其名。
肩排枝不得旁出，株株挤作长身撑。
大都瘦硬干如铁，斧劈不入其声铿。
苍髯猬磔烈霜杀，老鳞虬蛻雄雷轰。
五层之楼七层塔，但得半截堪为楹。
惜哉路险运难出，仅与社栎同全生。
亦有年深自枯死，白骨僵立将成精。
文梓为牛枫为叟，空山白昼百怪惊。
绿阴连天密无缝，那辩乔峰与深洞。
但见高低千百层，并作一片碧云冻。
有时风撼万叶翻，恍惚诸山爪甲动。
我行万里半天下，中原尺土皆耕稼。
到此奇观得未曾，榆塞邓林讵足亚。
邓尉香雪黄山云，犹以海名巧相借。
况兹荟翳径千里，何啻澎湃重溟泻。
怒籁吼作崩涛鸣，浓翠涌成碧浪驾。
忽移渤澥到山巅，此事直教髡衍诧。
乘蓝便抵泛舟行，支筇路北刺篙射。
归田他日得雄夸，说与吴侬看洋怕。

全诗字字在描述这一带森林的广袤，生态环境的原生性。可见到18世纪中叶，这里仍是被森林所覆盖的地方。估计，这里的森林面积占国土面积的85%以上。

3. 三百年来森林的巨变

这一地区现今森林日趋减少。以开远为例：《开远林业志》载，民国初期至1934年，开远森林面积减少了100万亩，森林面积下降了38%；1934~1990年，森林面积减少了129万亩，森林面积下降了80%。据此推算，清初时开远森林覆盖率应为85%以上，至1934年时降为56%，1990年时为11.9%，石漠化治理前为10%左右。

造成森林减少的主要原因是：①以锡矿为主的矿山开发大量消耗了森林；②铁路、公路修建加速了森林的消耗；③战争对森林的破坏；④不合理的工业采伐对森林的消耗；⑤以森林为代价来发展经济造成的消耗；⑥生活用材对森林的消耗。

1) 个旧锡矿开发大量消耗了森林

《汉书·地理志》载：“武帝改滇王国为益州郡，中有贛古县（即现今个旧市、蒙自市），其北采山出锡，西羊山出银、铅，南乌山出锡。”自乾隆起，银矿渐竭，遂以采锡为主。雍正二年至嘉庆十七年（1724~1812年），产锡150万斤，以后越采越多，至滇越

铁路通车时年产量达 6000t, 1917 年后产量已达万吨以上。由于锡砂硐梁所需矿柱的砍伐及炼锡燃料之需, 开远、建水、个旧、蒙自、石屏等县的森林逐步被砍光。郭恒在《云南之自然资源》中写道: “滇省土法炼矿, 皆以薪柴木炭, 以数十至数百年之取用, 矿山附近森林几乎已砍伐殆尽, 势不得不由远处取得薪炭而维持矿山之作业”。《个旧县志》载: “个邑原有之天然林, 因采矿炼锡用榱木薪炭, 业已砍伐殆尽。” 1940 年, 郝景盛教授在《云南林业》中谈到, “蒙自附近之山在不久之前尚有天然林存在, 后因个旧锡业发展, 大量用木炭, 每年炼锡用木炭在 750 万 kg 以上, 最初取自蒙自山林, 后至建水, 现已用至石屏山林, 而石屏山林又将砍伐殆尽矣”。1943 年, 建水县政府在《建水县三十二年施政计划》中写道: “建水县因受个旧炼锡之影响, 天然森林砍伐殆尽, 濯濯童山, 举目皆然”。《开远县志》载: “民国初期, 开远炭业兴起, 主销个旧。”

2) 铁路、公路修通后加速了森林的消耗

1904~1910 年, 滇越铁路云南段修建并全线通车。1942 年, 昆明—蒙自公路通车。新中国成立后形成了四通八达的公路网。铁路、公路的修通促进了经济的发展, 但同时也消耗了大量的森林。铁路、公路通到哪里, 森林就被砍到哪里, 这是森林被砍伐破坏的第二个原因。

3) 战争对森林的破坏

抗日战争时期, 为对付企图从越南北进的日军, 这一带大量驻扎了军队, 修工事、砍薪材、驻军加工林产品牟利使森林被大面积破坏掉。开远县政府《1947 年施政计划》中写道: “本县素产木材, 惟在抗战期间, 大军云集, 附近林木几乎砍伐殆尽。”

4) 不合理的工业采伐对森林的消耗

新中国成立后为恢复经济、发展生产, 这一带被定为采伐基地, 开远等县成立了采伐队伐木支援个旧锡矿、乌格煤矿及昆明市的建设, 大量森林被采伐。据统计, 自新中国成立以来红河哈尼族彝族自治州共生产 500 万 m^3 木材支援国家建设。由于科学技术水平不高, 森林的更新一直不成功, 年年造林不见林, 加大了荒山面积。

5) 以森林为代价发展经济的模式对森林的消耗

1958 年开展的大炼钢铁大办公共食堂运动大大消耗了森林。开远市兴建高炉 1232 座, 消耗薪材 2.77 万 m^3 , 兴办公共食堂消耗薪材 5.47 万 m^3 。建水县曲江镇五马寨在此运动中滥伐林地 3 万亩^①。为了实现大跃进, 各森工采伐队加大了采伐力度, 由于过量采伐, 建水县堆积在林区运不出去的木材就达 1.1 万 m^3 之多。为了发展经济, 民族地区刀耕火种的习俗禁而不止, 一片片森林被开作农地, 3~5 年后地力下降又开新地。为扩大耕地砍伐森林, 为种香蕉、香茅砍伐森林; 为种烤烟砍伐森林。经济的发展是以森林的急速消耗为代价的。老百姓烧瓦、制糖、烤酒、烧石灰、烧砖, 都是以森林为燃料, 经济发展了, 森林消耗了。

^① 1 亩 $\approx 666.7 \text{m}^2$ 。

6) 生活用材对森林的消耗

据统计,近年来这一地区 69% 的森林消耗在薪材方面。其他消耗如森林火灾,也使当地森林日渐减少。

前面已谈到了开远市的森林覆盖率由 85% 降到了 10% 左右,大量裸地的形成加剧了水土流失的程度。生态环境越来越恶化,我们测定了开远市实验地区的水土流失情况,其侵蚀模数为 $6500 \sim 9500 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,大于珠江上游的平均侵蚀模数。建水赤红壤上的侵蚀模数更高。由于森林的破坏,自然灾害发生的频率越来越高,程度越来越强,造成的损失越来越大。《开远林业志》载,“20 世纪 50 年代后开远的年平均降雨量只相当于前 20 年平均降雨量的 87.1%,减少了 124mm。50 年代前大旱 37 年一遇,50 年代后为 10 年一遇,后期为 3 年一遇”。

森林的大量消失恶化了环境,加上这一地区处于西南季风及东南季风的背风区,雨量稀少,河谷地段焚风效应明显,又值石灰岩山地漏水,土薄,面积大,植被的恢复十分困难。

1.4 石漠化的危害

1.4.1 土壤物理化学性质的恶化

石漠化发展过程中,土壤有机质淋失量不断增加,从而导致了其他养分物质含量和阳离子交换量的减少,肥力下降,生产力降低(王德炉等,2004)。石漠化造成土壤肥力下降,如云南通海盆地每年土壤侵蚀量 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(王宇,2005)。

森林环境的丧失、物种的减少破坏了生物小循环,整个生态系统处于无补充的完全输出状态。土壤的容重增大,坚实度增加,而孔隙度降低,土壤结构恶化,有机质含量大幅度降低。地表枯落物层也逐渐减少直至消失,这种现象在石漠化地区使地表水与地下水之间的良性循环向着恶性循环转变,水分储量大大减少,散失速度加快,生态系统向干旱生境退化。

1.4.2 生态环境日益恶化

石漠化导致了水土流失加速,土层变薄变瘦,基岩大量裸露,土壤肥力下降,作物单位面积产量降低。地表水源涵养能力的降低造成井泉干涸、河溪径流减少,加剧了人畜的饮水困难。地表涵养水分能力的降低,还导致旱涝灾害频繁发生。

云南省岩溶地区治理开发协会提供的资料显示,云南省 1950~1985 年的 36 年中,较大的洪涝有 15 次,大旱 14 次,平均每 2~3 年出现 1 次;最近 10 余年来,常出现三年两头大旱或连续干旱或先旱后涝。大旱大涝最严重的地方几乎都是喀斯特石漠化集中地区。昭通、曲靖、文山、红河等云南石漠化集中的地区的大灾发生频繁,已由原来的 14 年 1 次上升到现在的 3 年 1 次(郭云周等,2001)。

1.4.3 农业生态系统结构失调, 土地逐步减少

随着人口增长、土地稀缺, 导致森林覆盖率急速下降, 造成严重的水土流失, 农业生态环境日益恶化, 形成“人口增加→陡坡开荒→植被减少、退化→水土流失加重→石漠化→贫困”的恶性循环。西南喀斯特石漠化正是由于脆弱的生态经济系统遭受长期破坏, 造成系统结构失调、功能降低的结果(王世杰, 2002)。石漠化还造成了可利用耕地减少。云南砚山县红甸乡、莲花乡, 2000 年与 1975 年对比, 岩溶分布区原有耕地面积减少了 10% 左右(王宇, 2005)。

1.4.4 毁坏生态景观, 破坏生物多样性

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, 如云南石林县国道附近, 原来的层次复杂的常绿阔叶林变成了层次简单的华山松林, 林中病虫害不断。据样方调查, 云南红河哈尼族彝族自治州石漠化地区的铁橡栎林变成了稀树灌木草丛, 林中原有 50 余个物种, 石漠化发生后仅有 10 余个物种存在。乔木层消失, 灌木层树种减少, 草本层变成了以扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、黄背草(*Themeda triandra* var. *japonica*)、硬秆子草(*Capillipedium assimile*)、臂形草(*Brachiaria villosa*)等耐干热的禾本科草类为主的层次。变叶翅子树(*Pterospermum proteus*)也仅存百株左右。栖息地的丧失使林中的动物种类越来越少。生态系统逆向演替使地表呈现出类似荒漠化景观。

1.4.5 危及社会安定, 影响国土安全

石漠化地区是我国贫困人口最集中连片的地区, 也是西南少数民族的聚居区。至今仍有许多群众未能脱贫。石漠化地区人畜饮水十分困难。石漠化导致土地资源短缺和区域贫困, 部分喀斯特地区的居民丧失生存条件, 可能会危及社会安定。

石漠化不但影响着长江、珠江的安全, 还影响着国际河流红河、澜沧江、怒江的安全。广西红水河 20 世纪 80 年代同 50 年代相比, 输沙量增加了 1 倍, 已达每年 6652 万 t。河水泥沙含量已达 $1.41\text{kg}/\text{m}^3$, 在高峰期已超过黄河的含沙量。持续不断的大量泥沙淤积正成为制约沿河水电工程发挥综合效能的障碍, 并降低泄洪能力, 直接威胁下游珠江三角洲地区和港澳特区的生态安全(绿色时报, 2007 年 1 月 17 日)。云南红河、澜沧江及怒江是国际河流, 严重的水土流失还影响到下游东南亚国家的生态安全。

1.4.6 对石漠化推进速度的预测

有学者预测, 贵州省石漠化面积平均每年以 1800km^2 的速度推进, 耕地面积每年则以 11.4 万亩的速度在减少; 云南省“喀斯特”石漠化面积占“喀斯特”总面积之比已由新中国成立初期的 7%, 上升到现在的 30%(程正军, 2002); 广西岩溶地区石漠化土地每年仍在以 3%~5% 的速度扩展(绿色时报, 2007)。中国工程院分析预测, 西南地区石漠化土地如不及时治理, 按照现在的推进速度, 其规模在 25 年内还将翻一番(程正军等, 2003)。

当然, 随着珠江、长江防护林工程、天然林保护工程、退耕还林工程、石漠化治理工程的实施, 石漠化进程已得到了遏制。

1.5 国外岩溶地区的治理

世界岩溶总面积达 $51 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，占地球总面积的 10%。从热带到寒带、由大陆到海岛都有喀斯特地貌发育。美洲、欧洲、澳大利亚等地区由于人口压力较小，开发历史较短，国情及岩石特性不同于中国，问题较易解决，这些地区通过水利水电建设及发展旅游业改善了当地群众的经济状况，从而减少了人们对山林的破坏，通过封山育林，植被得以自然恢复。

1.6 从山地治理阶段到综合治理阶段

1.6.1 石漠化山地治理阶段

1996 年，西南林业大学李乡旺等人开始在破坏严重、气候干热的云南红河哈尼族彝族自治州北部特殊石漠化地区进行治理，由于石漠化地区原生植物大都不复存在，只好通过对土壤理化性质的分析及对当地原生树种的理性认识设计治理物种，对试验物种植物结构进行解剖分析，对试验物种抗旱性、耐寒性进行生理指标评估，再经过种植试验，最后优化出适生物种并进行搭配组装，形成针阔混交、乔灌草结合的治理模式或灌草模式。经过多年的观察，人工群落的结构是基本稳定的。

我国石漠化地区环境条件不同，气候条件各异，治理难点也不尽相同。云南石漠化类型具有多样性，除湿润、半湿润、热带、亚热带的石漠化类型外，还有干旱、半干旱、温带、寒温带的石漠化类型。在许多环境恶劣的石漠化地区，首先要使石漠化山地得到覆盖及治理，要摸索半干热、干热地区及位于青藏高原东南缘高寒石漠化地区的治理方法，因此生态治理成了云南省石漠化治理应首先树立的理念。我们提出了适地适树、适地适草、宜乔则乔、宜灌则灌、宜草则草，提倡以针阔混交、乔灌草结合、兼顾经济林木或经济作物为原则。多年来各省石漠化治理形成了封山育林模式、补乔植灌模式、乔灌草混交模式、针阔混交模式、灌草结合模式、混农林业模式、药材种植模式、经济林种植模式、高海拔地区优质牧场模式。

1.6.2 综合治理阶段

近年来在国家的主导下，考虑到石漠化地区群众生产生活条件的改善及脱贫致富的需要，石漠化治理进行到了农林牧副水结合、山水田林路综合治理的阶段。由各级发展与改革委员会牵头，农林牧水部门参与石漠化综合治理工作。根据国家的部署，2006~2010 年作为石漠化综合治理的试点阶段，2011 年至今为综合治理全面铺开阶段。

综合治理需要规划，规划就涉及分区。国家林业局以石漠化山地植被恢复为主，将我国石漠化区域按地理位置及气候带分为 4 个一级区、13 个二级区，这在 LY/T 1840—2009 喀斯特石漠化地区植被恢复技术规程中有充分的反映。Ⅰ. 两广热带、南亚热带区，按地理位置及地貌分为三个亚区；Ⅱ. 云贵高原亚热带区，按流域水系分为五个亚区；Ⅲ. 湘鄂中低中丘陵区，按地理位置及地貌分为三个亚区；Ⅳ. 川渝鄂北亚热带区，

按地理位置及地貌分为两个亚区。分区从宏观上指导了全国的石漠化山地治理工作,但对云贵高原按水系划分治理区域似乎有些勉强,况且云南的石漠化不仅仅发生在长江、珠江流域,还发生在澜沧江、怒江流域;不仅发生在亚热带气候下,还发生在热带、温带、寒温带气候条件下。2008年,国务院批复的《岩溶地区石漠化综合治理规划大纲》(2006~2015年)对治理进行了治理分区区划。该区划以“岩溶地质地貌、水文结构特征”为主要因素,将石漠化地区划分为8个区:中高山石漠化综合治理区、岩溶断陷盆地石漠化综合治理区、岩溶高原石漠化综合治理区、岩溶峡谷石漠化综合治理区、峰丛洼地石漠化综合治理区、岩溶槽谷石漠化综合治理区、峰林平原石漠化综合治理区、溶丘洼地(槽谷)石漠化综合治理。给人的感觉是划分过于“宏观”,可操作性不强。

石漠化山地治理首当其冲的是植被的修复,有了植被的恢复才有水土流失的遏制,土壤结构的改变,土壤肥力的增加,秀美山川的再现。植被修复就要考虑“适地适树、适地适草”,要“适地适树、适地适草”就要考虑立地条件,那么年均温、活动积温、最高温、最低温、降雨特点、降雨量、干燥度、可能发生的灾害性天气评估、土壤类型、土壤pH以及影响上述因子再分配的海拔、坡度、坡向等因素,就成了影响初步设计、实施方案中植物措施的主要因素。上述条件对工程措施的部署也有影响,一是便于安排工期,二是使设计更加合理。调查发现在半干旱地区地势较平缓的云南建水县修建拦沙坝,既浪费经费又浪费人力、物力,因为无砂可拦。而在坡度陡峻,雨量较多,植被破坏严重、易于发生泥石流的湿润地区,例如云南东北部的大关县,修建拦沙坝群才显现出治理效果。因此,在细化各省区石漠化区域划分时应该充分考虑地形地貌、气候、土壤等环境因素。

本书在对云南65个石漠化综合治理县(市、区)现场调查的基础上,以年积温天数、干燥度为主,地带性土壤为辅,参考年均温、极端天气、年降雨量、灾害性天气,结合山脉、地形、地貌、季风特点、地带性植被等综合因素,将云南65个石漠化综合治理县划分为7个区域10个亚区19个小区。这种划分较为精细,可操作性较强。希望能对云南的石漠化治理起到些许作用。

第2章 云南石漠化综合治理区域划分

按照不同的环境条件,划分不同的石漠化区域,对不同的石漠化区域采取不同的植物措施及工程措施,对石漠化综合治理来说是十分重要的。

植物是栽种在土壤中的活的生命体。土壤是气候、降雨量及基岩长期以来化学作用及物理作用的结果,不同的温度、降雨量、基岩种类会形成不同的土壤类型。土壤类型、土壤厚度、所在的海拔及坡向、坡度就是我们常说的立地条件。立地条件是石漠化治理中植物措施的基础。影响气候的因素有地形、地势、地貌、热量、降雨量等,为了巩固石漠化治理成果,还必须考虑灾害性天气现象对生物措施的影响。

作为工程措施,环境因素对其也有影响。水窖、蓄排水设施及拦沙坝等工程措施的设置与地形、地势、气候密切相关。调查发现,在一个地势相对平缓、降雨量不高、泥石流发生的概率相对较低的地方设置拦沙坝,无疑是一种浪费。而在地势陡峻、雨量集中、泥石流容易发生的地方则必须设置拦沙坝群。

研究石漠化区域划分有关的环境要素,在此认识的基础上找出规律性变化,才能合理划分云南石漠化区域类型。

2.1 影响云南石漠化综合治理区域划分因素

2.1.1 间接影响的环境因子

1. 地貌

云南地貌总体上说是高山峡谷相间、地形波浪起伏。云南地貌可以分为三大台阶:第一台阶为德钦、香格里拉;第二台阶为云南高原;第三台阶为云南南部边境地区。不同地貌有不同的气候条件及土壤条件,形成了与之相适应的植物、植被。岩溶地区石漠化综合治理必须考虑地貌带来的影响,它是划分石漠化治理区域必须考虑的因素。

2. 地形地势

云南为山地高原地形。地势西北高、东南低,自西北向东南呈阶梯状逐级下降,省内最高点为梅里雪山的卡格博峰,海拔 6740m;最低点为河口县红河出水口处,海拔 76.4m,云南地形图如图 2.1 所示。地形影响工程措施类型及资金投入,影响立地类型的确定及物种设计,是划分石漠化治理区域必须考虑的因素。

云南主要的山脉见图 2.2,左上向右为高黎贡山、怒山、云岭、白芒雪山、哈巴雪山、玉龙雪山、绵绵山、白草岭、三台山、拱王山、五莲峰山、梁王山、乌蒙山;左下开始为永德大雪山(老别山)、帮马山、无量山、哀牢山、六诏山。

河流:从左到右为怒江、澜沧江、金沙江、李仙江、元江、南盘江。