

DOI: 10.5846/stxb201610172104

熊康宁, 朱大运, 彭韬, 喻理飞, 薛建辉, 李坡. 喀斯特高原石漠化综合治理生态产业技术与示范研究. 生态学报, 2016, 36(22): 7109–7113.

Xiong K N, Zhu D Y, Peng T, Yu L F, Xue J H, Li P. Study on Ecological industry technology and demonstration for Karst rocky desertification control of the Karst Plateau-Gorge. Acta Ecologica Sinica 2016, 36(22): 7109–7113.

喀斯特高原石漠化综合治理生态产业技术与示范研究

熊康宁^{1,*}, 朱大运¹, 彭 韬², 喻理飞³, 薛建辉⁴, 李 坡⁵

1 贵州师范大学喀斯特研究院/国家喀斯特石漠化防治工程技术研究中心, 贵阳 550001

2 中国科学院地球化学研究所, 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002

3 贵州大学生命科学学院, 贵阳 550025

4 南京林业大学, 生物与环境学院, 南京 210037

5 贵州科学院山地资源研究所, 贵阳 550001

摘要: 喀斯特石漠化是威胁我国喀斯特地区生态环境安全、制约区域经济社会发展的重大瓶颈问题。贵州师范大学/国家喀斯特石漠化防治工程技术研究中心石漠化防治研究团队在国家科技计划的资助下, 自“九五”以来一直从事石漠化防治的理论与技术创新性研究, 并取得一系列成果。此次“十三五”重点研发计划项目(编号: 2016YFC0502600)将在石漠化成因、等级划分、治理模式与技术体系等存量研究基础上, 围绕生态衍生产业这一主题, 增量开展喀斯特高原石漠化综合治理与混农林业复合经营、生态经济集约经营、生态产业规模经营、生物医药、生物能源、山地旅游等基础理论攻关、共性关键技术与技术体系研发, 为国家石漠化治理工程和精准扶贫提供科技支撑。

关键词: 喀斯特高原; 石漠化治理; 生态产业; 集成示范

Study on Ecological industry technology and demonstration for Karst rocky desertification control of the Karst Plateau-Gorge

XIONG Kangning^{1,*}, ZHU Dayun¹, PENG Tao², YU Lifei³, XUE Jianhui⁴, LI Po⁵

1 School of Karst, Guizhou Normal University / State Key Engineering Technology Research Center for Karst Rocky Desertification Rehabilitation, Guiyang 550001, China

2 State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China

3 College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China

4 College of Biology and the Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China

5 Institute of Mountain Resources, Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550001, China

Abstract: Karst rocky desertification is a major bottleneck problem in Karst area of Southwest China, which threatens the security of ecological environment and restricts the development of economy and society. The team of Guizhou Normal University / State Key Engineering Technology Research Center for Karst Rocky Desertification Rehabilitation has been engaged in theory and technology innovation research of rocky desertification control since “the 9th Five-Year Plan”, and achieved a series of achievements with the national science and technology planning funding. Surrounding the ecological derivative industry, based on the foundation of rocky desertification causes, classification, technology system and other previous researches in stock, “the 13th Five-Year Plan” key research project (No. 2016YFC0502600) will carry out karst rocky desertification comprehensive treatment and Agro forestry compound management, ecological economy intensive

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0502600)

收稿日期: 2016-10-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: Xiongkn@163.com

<http://www.ecologica.cn>

management, scale management of ecological industry, bio-medicine, bio-energy and mountain tourism theory research, and development the key technology, providing scientific and technological support for the national rocky desertification control project and targeted poverty alleviation.

Key Words: Karst plateau; rocky desertification control; ecological industry; integrated demonstration

喀斯特石漠化本质上是发生在喀斯特地区的一种土地退化过程。中国是世界喀斯特地貌最为发育的国家之一,主要分布在以贵州高原为中心的西南片区,在自然因素和人为因素的双重影响下,土地退化严重,石漠化问题突出,是我国当前面临的三大生态问题之一^[1-3]。美国、英国、斯洛文尼亚等国家虽然喀斯特地貌比较发育,但是由于生态现状良好、人口压力小,并不存在石漠化问题,研究重点更多偏向于喀斯特地貌与洞穴^[4-6]、水文地质过程^[7-9]、生态维护与水土保持^[10-12]等方面,石漠化防治在国际上缺乏可借鉴参考的研究成果,石漠化防治技术与模式为中国所特有。

国内关于喀斯特石漠化的形成原因及影响机制进行了较多的理论研究^[13-16],同时也开展了喀斯特石漠化地区生态环境恢复和重建的实践研究^[17-19],对石漠化等级划分与治理技术以及石漠化治理模式与技术体系进行了研发^[20-23],初步形成比较系统的石漠化防治理论和技术体系,涌现一些在国际上独具特色的科技成果。然而石漠化防治是一项复杂艰巨任务,喀斯特前沿基础理论支撑不足、治理成果巩固维系困难、产业化水平低、生态效益与经济社会效益发展不协调等问题不容规避,开展石漠化基础理论前沿、共性关键技术与衍生产业应用示范研究,是促进石漠化贫困地区全面落实科学发展观,加速推进小康社会建设进程,实现生态与社会经济协调发展的重要途径之一。

1 研究思路与方法

项目瞄准喀斯特高原石漠化综合治理与生态衍生产业发展的关键科学问题,紧紧围绕石漠化环境基础理论研究—关键技术研发—生态产业模式集成与辐射推广这一主线,通过多学科、跨领域交叉融合,宏观与微观多尺度结合,以地球系统科学论的科学思想为指导,充分运用现代地学、生态学、土壤学和植物学理论、“3S”技术、同位素技术、实地观测实

验等研究手段,选择贵州为中心的喀斯特高原石漠化作为研究对象(图1),结合示范区建设和县域技术转移推广,从揭示喀斯特高原石漠化演变机理及驱动机制出发,以石漠化治理生态产品产-学-研-供-销全链条和一体化为核心布局研究工作。

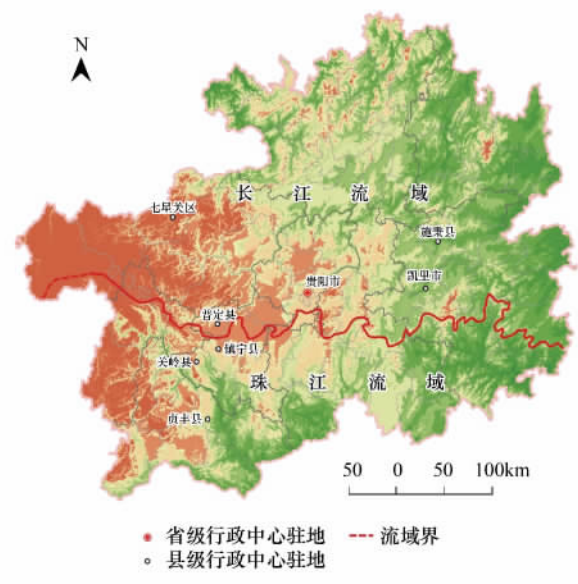


图1 项目研究区位置图

Fig.1 Location of the study area

项目重点研究喀斯特石漠化演变过程中的土壤侵蚀、地下漏失阻控、资源优化调控、植被群落生态修复等基本内容,研发喀斯特环境生物能源产业、生物医药产业、山地旅游产业以及其他适宜产业协同耦合发展的共性关键技术,探索顺应自然规律并兼顾生态系统服务功能和区域社会发展需求的、能够有效促进石漠化地区生态系统修复的可行性途径,加强对产业模式的科学凝练,对县域主体结构单元进行科学问题会诊,开展关键技术联合攻关,通过整合集成形成多套具有示范推广应用价值的石漠化生态产业模式技术,为国家石漠化治理工程的实施提供理论与技术支撑(图2)。

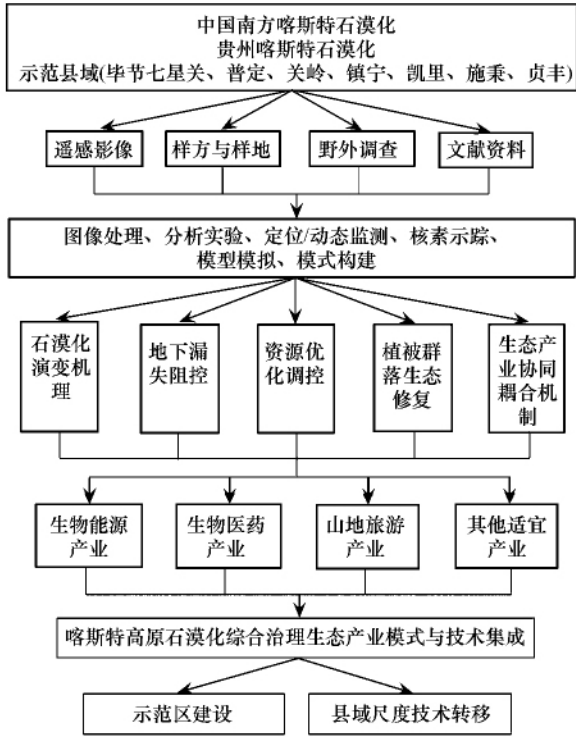


图2 项目技术路线图

Fig.2 Flow chart of research

2 主要研究内容

针对西南不同喀斯特类型区土地石漠化问题,项目围绕前沿基础理论突破、关键技术研发和模式集成提炼,开展以下研究内容(图3)。

(1) 喀斯特高原流域尺度石漠化演变机理及驱动机制

重点探讨喀斯特生态环境的类型和地域分异规律,揭示石漠化长短时间尺度动态演变过程与驱动因素及生态环境的分布格局及其相互关系,量化阐明地质背景、植被生态群落、气候与人为因子对石漠化发生发展的制约机制和土地利用格局对石漠化的驱动过程。

(2) 喀斯特高原县域尺度石漠化治理与生态产业耦合机理及协同机制

重点研究区域经济与生态产业耦合机理、区域经济与特色产业协同发展、生态环境保护与经济发展协同耦合机制以及生态产业对石漠化治理支撑效果评价。

(3) 喀斯特高原石漠化环境水土漏失阻隔、资源高效利用和优化调控技术

重点研究“大气降水-地表水-地下水-土壤水-生物水”等“五水”赋存转化动力过程、地表与地下“二元三维”空间水土有效调控与高效利用、山地产业多样性配置,建立高度异质性环境条件水土漏失阻隔技术与评价体系。

(4) 喀斯特高原石漠化环境退化植被群落生态修复与优化配置技术

重点突破乔灌草植被生物多样性重建、负地形抗蚀性经济植被构建、灌丛草地对喀斯特逆境适应、生态经济型植被优化配置、大宗经济乔灌花草生态产品开发等内容。

(5) 喀斯特高原石漠化环境适宜的生态产业技术

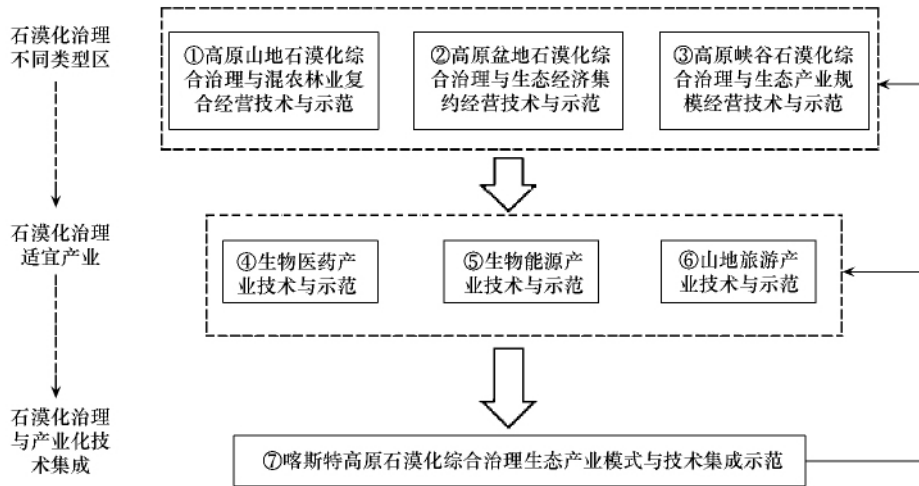


图3 项目研究内容之间的关系图

Fig.3 Research content association diagram

重点突破石漠化环境适宜药本植物、能源树种的逆境适应机理与选择,优化整合喀斯特景观资源,研究以生物医药、生物能源、山地旅游为主导方向的特色适宜生态产业孵化转移机制。

(6) 喀斯特高原石漠化环境生态-产业系统健康优化模式与技术集成

重点研究示范效益监测评价、产业模式优化凝练、技术集成创新,开展技术转移基地拓展与推广应用,结合产业创新联盟与生态产业化、生态修复保护大数据建设与决策支持系统,凝练集成石漠化治理模式。

3 项目总体目标

3.1 总体目标

根据中国南方以贵州高原为中心的喀斯特地区石漠化严重、产业结构单一与区域贫困问题,在国家“九五”“十二五”科技计划成果存量基础上,结合国家石漠化综合治理工程长期演进急需的重大科学问题、关键技术、应用示范与产业化实践,重点突破石漠化治理与生态衍生产业的科学问题和核心技术,开展混农林业、生态集约与规模经营、适宜生态产业发展等科学问题凝练与前沿理论研究、重大共性关键技术研发与治理成果产业链集成创新。在分别代表中国南方石漠化生态经济总体结构的高原山地、高原盆地和高原峡谷典型治理工程区进行应用示范,结合石漠化环境农村产业创新联盟与生态产业化、生态修复保护大数据建设与决策支持系统,形成生态、产业和惠及民生效益显著的石漠化治理工程产业化模式、商业模式与衍生产业技术集成与推广应用,为国家全面开展以贵州高原为中心的南方石漠化治理工程和精准扶贫提供持续性技术支撑和引领。

3.2 预期成果

通过项目的实施,预期取得如下研究成果:

(1) 突破和阐明石漠化演变机理与驱动机制、石漠化治理与生态产业耦合机理与协同机制等重大科学问题与前沿理论 8—10 项。在国家出版社出版专著 7 部;在北大中文核心期刊以上刊物发表论文 350—360 篇,其中 SCI 或 EI 收录期刊 140 篇。

(2) 研发和集成石漠化综合治理与生态衍生产业等共性关键技术与技术体系 10—12 项,构建生态产业技术模式 6—8 项。编制技术规程 14 部;申报

国家技术专利 210—220 项,获得授权 140—150 项;申请获得计算机软件著作权 10—12 项;向政府部门提供咨询报告 14—16 项。

(3) 开展和建立县域范围以上的应用示范县市 7 个,示范区总面积 350km²。示范区植被覆盖率平均提高 10—15%,土壤侵蚀模数平均降低 20—25%,石漠化面积比例降低 10—15%;获得生态型农林新品种或注册商标新产品 14—17 种;示范区农民人均纯收入提高 20—25%,全部贫困人口精准脱贫,惠及民生 9—10 万人;技术转移与推广应用 21—23 个县市。

(4) 组建和申报国家和省部级人才团队与科技平台 4—6 个,其中完成国家喀斯特石漠化防治工程技术研究中心、国家遥感中心贵州分部和贵州喀斯特石漠化防治与衍生产业工程研究实验室的组建任务,申报国家地方喀斯特石漠化防治与衍生产业联合工程实验室;培育石漠化治理生态经济型企业 7—8 家;培养博士和硕士研究生 90—100 名;开展石漠化治理与生态产业技术培训 14000 人次。

4 存在的问题与研究展望

4.1 可能存在的问题

(1) 潜在风险不容回避

尽管项目实施建立在“九五”以来的存量研究基础之上,在基础理论、技术研发和项目运行管理方面具备丰富的积累条件,但是仍然存在不可预知的潜在风险。项目以石漠化治理生态产业技术与示范研究为主体,建立从上游到下游的喀斯特生态产业链,必然要承受产业化产品市场风险。近些年我国西南喀斯特地区极端灾害事件频发,极端气候成为石漠化植被生态恢复过程中严重威胁。

(2) 研究内容深度不一致,存在短板效应

喀斯特地区具有独特的地表-地下二元结构特征,结构十分复杂,已有成果表明研究深度并不均衡,存在短板效应。如地表喀斯特的研究较为深入,水土(养分)等地下漏失的基础研究则相对滞后,对不同地貌类型区石漠化地下漏失过程和机理的认知仍然比较有限,在一定程度上会阻碍石漠化防治技术的研发。

(3) 缺少国内、国外的对比研究

国外对喀斯特发育、水文、地貌等研究前沿,在

模型构建、模拟预测方面具有显著的优势,由于石漠化危害并不严重,石漠化治理技术与模式为中国特有,在国际上缺少对比研究的范例,从而干预影响国际喀斯特前沿学术理论与石漠化应用防治技术的快速对接。

4.2 研究展望

喀斯特石漠化的研究历经几十年摸索前行,基础理论与防治技术取得了丰硕成果。随着交叉研究的兴起,越来越多的不同学科研究人员加入到石漠化研究中,在此对本项目研究趋势作一简略展望。

(1) 石漠化治理模式与技术体系化、纵深化、工程化和产业化

构建石漠化治理从上游到下游的全链条一体化技术体系,避免单一、脱节的治理模式,把研究者智力因子与技术、产业市场有机结合,促进科技成果转化,推动石漠化治理纵深和工程产业化发展。

(2) 石漠化治理目标多样化及与区域经济社会发展协调化

建立石漠化治理多元化衡量指标和多样化目标,既要注重生态效益,又要注重区域经济发展、社会和谐稳定,实现三者协调发展,才能从根本上解决治理成果维系性不强的问题。

(3) 石漠化治理后期管护、效益监测与评价的过程化和综合化

石漠化工程实施后,对土壤、水文、植被、动物及微生物等均会产生影响,而对影响途径、影响程度及后期管护缺乏完善的评价监测技术,增进这一阶段的过程化和综合化研究,加强对石漠化治理成效信息的科学采集,调整对策,化解风险。

(4) 石漠化治理适应气候变化技术与模式

气候变化影响作用研究已经深入到多个学科领域,喀斯特生境动、植物对气候变化的响应毋庸置疑,因此石漠化防治技术与模式研发要充分意识到气候变化的影响作用,考虑将喀斯特地区人类-林草/作物-牲畜-效益等作为耦合系统来适应气候变化,开展相关防治研究。

参考文献(References):

- [1] 熊康宁,李晋,龙明忠. 典型喀斯特石漠化治理区水土流失特征与关键问题. 地理学报, 2012, 67(7): 878-888.
- [2] 袁道先,章程. 岩溶动力学的理论探索与实践. 地球学报, 2008, 29(3): 355-365.
- [3] 岳跃民,王克林,张兵,刘波,陈洪松,张明阳. 喀斯特石漠化信

息遥感提取的不确定性. 地球科学进展, 2011, 26(3): 266-274.

- [4] Ford D, Williams P W. Karst Hydrogeology and Geomorphology. Hoboken: John Wiley & Sons Inc, 2007: 1-576.
- [5] Waele Jv D, Plan L, Audra P. Recent developments in surface and subsurface karst geomorphology: An introduction. Geomorphology, 2009, 106(1/2): 1-8.
- [6] Panno S V, Kelly W R, Luman D E. Hydrogeologic and topographic controls on evolution of karst features in Illinois' sinkhole plain. Carbonates & Evaporites, 2013, 28(1-2): 13-21.
- [7] White W B. Fifty years of karst hydrology and hydrogeology: 1953—2003. Special Paper of the Geological Society of America, 2006, 404(1): 139-152.
- [8] Dreybrodt W. Processes in karst systems: physics, chemistry, and geology. Berlin: Springer Science & Business Media, 2012: 80-93.
- [9] Bonacci O. Karst hydrogeology/hydrology of dinaric chain and isles. Environmental Earth Sciences, 2014, 74(1): 1-19.
- [10] Ziegler S, Williams M A. Local Regulatory Protection for Ecosystem Services: A Case Study from the Karst Region of Southeast Minnesota, USA. Geographical Bulletin, 2014, 55: 1-17.
- [11] Čustović H, Misilo M, Marković M. Water balance of Mediterranean karst soil in Bosnia and Herzegovina as a water conservation and erosion control factor. Soil Science & Plant Nutrition, 2014, 60(1): 100-107.
- [12] Gabrovsek F, Knez M, Kogovsek J, Mihevc A, Mulec J, Perne M. Development challenges in karst regions: sustainable land use planning in the karst of slovenia. Carbonates & Evaporites, 2016, 26(4): 365-380.
- [13] 苏维词. 中国西南岩溶山区石漠化的现状成因及治理的优化模式. 水土保持学报, 2002, 16(2): 29-32.
- [14] 王世杰,李阳兵,李瑞玲. 喀斯特石漠化的形成背景、演化与治理. 第四纪研究, 2003, 23(6): 657-666.
- [15] 白晓永,王世杰,陈起伟,程安云,倪雪波. 贵州土地石漠化类型时空演变过程及其评价. 地理学报, 2009, 64(5): 609-618.
- [16] 宋同清,彭晚霞,杜虎,王克林,曾馥平. 中国西南喀斯特石漠化时空演变特征、发生机制与调控对策. 生态学报, 2014, 34(18): 5328-5341.
- [17] Wang S J, Liu Q M, Zhang D F. Karst rocky desertification in southwestern China: geomorphology, landuse, impact and rehabilitation. Land Degradation & Development, 2004, 15(2): 115-121.
- [18] Jiang Z C, Lian Y Q, Qin X Q. Rocky desertification in Southwest China: Impacts, causes, and restoration. Earth-Science Reviews, 2014, 132(3): 1-12.
- [19] 彭晚霞,王克林,宋同清,曾馥平,王久荣. 喀斯特脆弱生态系统复合退化控制与重建模式. 生态学报, 2008, 28(2): 811-820.
- [20] 张俊佩,张建国,段爱国,王军辉. 中国西南喀斯特地区石漠化治理. 林业科学, 2008, 44(7): 84-89.
- [21] 熊康宁,陈永毕,陈浒,兰安军,隋喆. 点石成金-贵州石漠化治理技术与模式. 贵阳:贵州科技出版社, 2011: 42-57.
- [22] 国家林业局防治荒漠化管理中心,国家林业局中南林业调查规划设计院. 石漠化综合治理模式. 北京:中国林业出版社, 2012: 1-169.
- [23] Cao J H, Yuan D X, Tong L Q, Mallik, A, Yang H, Huang F. An Overview of Karst Ecosystem in Southwest China: Current State and Future Management. Journal of Resources & Ecology, 2015, 6(4): 247-256.