

DOI: 10.5846/stxb201610142080

甄霖, 王继军, 姜志德, 刘孝盈, 张长印, 马建霞, 肖玉, 谢永生, 谢高地. 生态技术评价方法及全球生态治理技术评价. 生态学报, 2016, 36(22):

Zhen L, Wang J J, Jiang Z D, Liu X Y, Zhang C Y, Ma J X, Xiao Y, Xie Y S, Xie G D. The methodology and indicator system for assessing ecological restoration technologies and evaluation of global ecosystem rehabilitation technologies. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(22):

生态技术评价方法及全球生态治理技术评价

甄霖^{1,*}, 王继军², 姜志德³, 刘孝盈⁴, 张长印⁵, 马建霞⁶, 肖玉¹, 谢永生², 谢高地¹

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2 中国科学院水利部水土保持研究所, 杨陵 712100

3 西北农林科技大学, 杨陵 712100

4 中国水利水电科学研究院, 北京 100038

5 水利部水土保持监测中心, 北京 100053

6 中国科学院兰州文献情报中心, 兰州 730000

摘要: 全球范围内生态退化形势严峻, 生态技术在遏制生态退化进程中发挥着重要作用。长期以来, 对生态技术缺乏系统研究和评价, 影响了其在脆弱生态区生态治理中的应用与推广。“生态技术评价方法、指标体系及全球生态治理技术评价”项目(2016YFC0503700)获得国家重点研发计划“典型脆弱生态修复与保护研究”专项支持。该项目旨在厘清全球生态退化状况及其对生态技术的需求, 建立生态技术评价指标体系与方法模型, 评价国内外不同类型生态技术以及重大生态工程区和不同生态退化区域的生态技术实施效果, 筛选和推介满足我国及发展中国家生态治理需求的生态技术, 建立生态技术评价平台和集成系统, 为推动我国生态文明建设和发展中国家生态治理提供科学支撑。

关键词: 生态技术, 生态退化, 生态治理工程, 评价指标和方法, 集成系统

The methodology and indicator system for assessing ecological restoration technologies and evaluation of global ecosystem rehabilitation technologies

ZHEN Lin^{1,*}, WANG Jijun², JIANG Zhide³, LIU Xiaoying⁴, ZHANG Changyin⁵, MA Jianxia⁶, XIAO Yu¹, XIE Yongsheng², XIE Gaodi¹

1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

2 Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, China

3 Northwest Agriculture & Forest University, Yangling 712100, China

4 China Institute of Water Resources and Hydropower, Beijing 100038, China

5 The Monitoring Center of Soil and Water Conservation Ministry of Water Resource, Beijing 100053, China

6 Lanzhou Center for Literature and Information of the Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China

Abstract: Ecological degradation is grim on global level, and ecological restoration technologies play important roles in the process of mitigating ecosystem degradation. For a long time, the lack of systematic research on the ecological technologies has affected its application in ecological fragile zones. Supported by the Ministry of Science and Technology of China, National Key Research and Development Program of "Typical fragile ecological restoration and protection" has recently

基金项目: 国家重点研发计划“生态技术评价方法、指标体系及全球生态治理技术评价”项目(2016YFC0503700)

收稿日期: 2016-10-14

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhenl@igsrr.ac.cn

launched a project entitled "The methodology and indicator system for assessing ecological restoration technologies and evaluation of global ecosystem rehabilitation technologies" (2016YFC0503700). The main goals of this project are: clarifying the global ecological degradation status and needs of ecological technologies; establishing indicator system for assessment of ecological technologies; evaluating the effects of different types of ecological technologies in regions of national key ecological restoration projects are implemented, as well as different ecological degradation zones; screening appropriate ecological technologies to meet the demand of ecological civilization construction and ecological governance of China; building up ecological technology evaluation platform and integrated system; and eventually providing scientific support for China's ecosystem protection and ecological restoration and the global ecological governance.

Key Words: ecological restoration technologies; ecosystem degradation; ecological restoration projects; indicator system; integrated application system

日益增强的人类活动导致全球约 60% 的生态系统处于退化或者不可持续状态^[1-2], 荒漠化、水土流失、石漠化等退化土地已经至少占全球土地面积的四分之一^[3]。寻求尊重自然规律、环境友好的生态治理技术成为实现可持续发展目标的重要内容^[4]。生态技术以受损自然生态学过程及其恢复机制为理论依据逐步发展而来, 经历了生态退化问题形成机制研究、退化过程监测方法研究、治理与修复技术研究等阶段^[5]。上世纪早期开始, 美国、德国等发达国家启动了大批生态保护项目^[6-7], 并提出根据生态退化机理^[8]、生物适应性^[9]、生态稳定性机制^[10]等基本准则, 实现土地利用优化管理、退化区综合治理、保护性自然恢复^[11], 并从中积累了数量众多的生态治理技术, 这些技术也从以单一目标为主演化为兼顾生态、经济、民生等多目标的复合模式, 标志着生态治理已经成为区域可持续发展的重要组成部分。

中国是生态退化最为严重的国家之一, 荒漠化、水土流失、石漠化、森林生态系统退化等问题突出^[12-13], 占国土面积的 22% 左右^[14], 威胁着生态系统功能和人类生计^[15-16]。针对这些问题, 上世纪 50 年代起实施生态保护工程, 同时对西北干旱区生态恢复、黄土高原水土流失综合治理、南方喀斯特区石漠化生态恢复等技术开展了机理与示范研究, 形成了多种生态治理模式和修复技术^[17-18]。自第十个五年计划开始, 已研发面向不同类型的生态综合整治关键技术 214 项, 集成综合治理模式 64 项, 集成了生态恢复技术体系 100 多项^[19], 并开始了对生态治理最佳案例的梳理^[20]。然而, 长期以来, 生态技术研究工作缺乏实施效果评价、忽视生态技术应用、忽略生态技术地域和经济适宜性, 缺乏科学合理的指

标体系和方法模型, 对生态技术及其组合予以评价、优选和推荐, 在很大程度上影响着生态治理的效果。以生物方法为主的生态技术在生态退化治理中具有重要作用^[21-23], 因此, 摸清生态技术需求, 理清生态技术家底, 推介优良生态技术, 引入国外先进技术并对国外生态治理提供关键技术服务, 将有力支撑我国和全球生态治理, 有助于促进实现“一带一路”提出的“共建绿色丝绸之路、形成我国国际竞争新优势”愿景。

1 研究内容

本项目通过分析全球生态退化格局及生态技术需求, 构建生态技术评价方法与指标体系, 分析典型国家不同时期和发展阶段生态技术产生、发展与演变特征, 评价不同类型生态技术以及重大生态工程 and 不同生态退化区域的生态技术, 筛选满足我国生态文明建设及发展中国家生态治理需求的生态技术, 构建生态技术评价平台和集成系统, 推动生态技术发展与创新, 为我国和发展中国家提供生态建设理论与技术服务, 为推动生态学科发展和我国生态治理提供科学支撑。研究包括以下六方面的内容:

(1) 生态退化分布与相应生态治理技术需求分析: 以明确全球和我国生态退化空间分布及其相应生态治理技术需求为目标, 在研发全球与区域尺度生态退化问题识别及空间定位方法的基础上, 选择荒漠化、水土流失、石漠化和退化生态系统等典型生态退化问题典型区, 分析掌握过去三十年生态退化时空格局演变过程与趋势, 综合考虑技术有效性、经济可行性、地域文化适宜性等多个维度, 构建典型生态退化类型区生态技术可行性评价方法体系。

(2)生态技术评价方法、指标与评价模型开发:针对生态技术评价研究滞后,缺乏有效的评价指标体系、评价方法及评价模型的现实,围绕生态技术概念界定及相关理论研究、以及适用于生态技术群、多源数据、多时空尺度的生态技术评价方法这些重要问题,基于不同历史时期生态环境及经济社会对关键生态技术的形成和应用的影响,重点开展生态技术类型的划分和生态技术群的确定及生态技术评价体系的研究,从适用范围、适用成本、使用效果、技术差距、技术扩散、应用障碍等方面,建立生态技术评价方法与指标体系,为生态技术评估提供科学依据和关键技术支撑。

(3)不同类型生态技术识别、演化过程与评价:采用自然语义模糊识别技术方法,建立生态技术分类识别技术,辨识生态治理的技术类型及其特征。通过系统梳理国外近 100 年、国内近 60 年生态技术理论与实践历程,分析各类生态技术演化过程及其机理,揭示生态技术演化的动态特征及规律;针对水土流失、荒漠化、石漠化、退化生态系统等生态退化问题的治理技术,形成生态技术长清单,对其中典型和关键生态技术进行评价和优选。

(4)近年来国家重大生态工程关键技术评估:全面梳理 1980 年代以来国家重大水利工程、生态治理工程、交通工程中的生态技术;选择京津风沙源国家重大生态工程、黄河上中游水土保持重点防治工程、南方石漠化综合治理工程等典型重大生态工程关键技术进行评估;建立生态技术数据库及背景参数库,分析比较不同生态退化区、不同行业重大生态工程技术的适用性、经济性、发展推广性以及生态效果等;依据我国生态治理技术发展现状和趋势,按功能、类型、适用范围等梳理形成针对不同区域、治理目标和发展阶段的生态技术和技术组合。

(5)生态治理与生态文明建设生态技术筛选、配置与试验示范:挖掘分析具有地域针对性的生态技术,通过典型区域生态技术配置、评价和试验示范,筛选石漠化(云南西畴)、荒漠化(内蒙古鄂托克)、水土流失(陕西安塞)、退化生态系统(宁夏盐池)等 4 个国家级重大生态工程重点监测示范区,甄别和定量评估现有生态技术群或类型实施的生态、经济与社会效果,分析其技术配置的合理性,推荐适宜我国生态建设需求且适用于不同区域条件的生态技术配

置模式并在典型区进行应用示范。

(6)生态技术评价平台与集成系统研发:集成项目研究成果,应用元数据异构集成、空间位置关联技术、C/S 和 B/S 架构等技术构建全球生态治理技术库、生态技术空间与属性数据库以及生态技术评价模型库,开发生态技术评价平台与集成系统,实现全球与中国生态退化查询与分析、生态技术评价与分析、生态技术筛选以及数据库管理等,完成全球生态技术评价报告,促进研究成果展示和应用。

2 研究思路

本项目以全球和我国生态退化分布-生态治理技术需求-现有生态技术评价-适用生态技术筛选为主线,以荒漠化防治技术、水土流失治理技术、石漠化治理技术、退化生态系统治理技术研发为重点,通过挖掘和分析全球典型生态退化区不同发展阶段生态技术产生、发展与演变特征,明确我国生态文明建设需采用的生态技术及其重大战略方案,推动生态技术创新,为我国和发展中国家生态文明建设提供科学支撑。

研究将首先开展数据收集工作,应用格网化、尺度转换法实现多源数据整合;应用驱动要素空间聚合方法和互联网大数据挖掘技术,开展生态退化空间定位,形成空间分布图;选择典型退化区,应用卫星遥感生态参数反演和模拟技术,分析退化过程的时空动态,预判演变态势;应用参与式利益相关者分析和动态匹配法,形成生态技术需求分析框架。

在上述基础上,应用文献分析法、TRIZ 方法等,确定生态技术特征、分类和功能,形成生态技术辨识方法;从生态技术的适用范围、适用成本、使用效果、技术差距、技术扩散、应用障碍等方面,构建生态技术评价指标体系,提出评估方法模型,并在典型案例区进行验证。

应用上述方法体系,评价全球近 100 年、中国近 60 年生态技术特点和演化规律,梳理国家重大生态工程及行业工程中的生态治理技术,重点对京津风沙源区、黄河中上游地区水土流失区、南方石漠化区生态治理关键技术进行全面梳理和评估,构建适宜单一目标、综合目标、不同区域的生态技术推荐方案;选择 4 个国家级重点监测示范点,对示范点生态技术配置和实施效果进行深入分析,形成服务于国

家生态文明建设、具有地域针对性的生态技术优化配置模式。

最后,集成全部空间数据库、生态技术库、模型方法库,形成生态技术评价集成平台,研发生态技术

评价应用系统;通过元数据检索方法、空间位置关联方法等,实现通用的 GIS 功能和专用业务功能;基于项目研究结果,形成《全球生态治理技术评价报告》。项目总体技术路线图如图 1 所示。

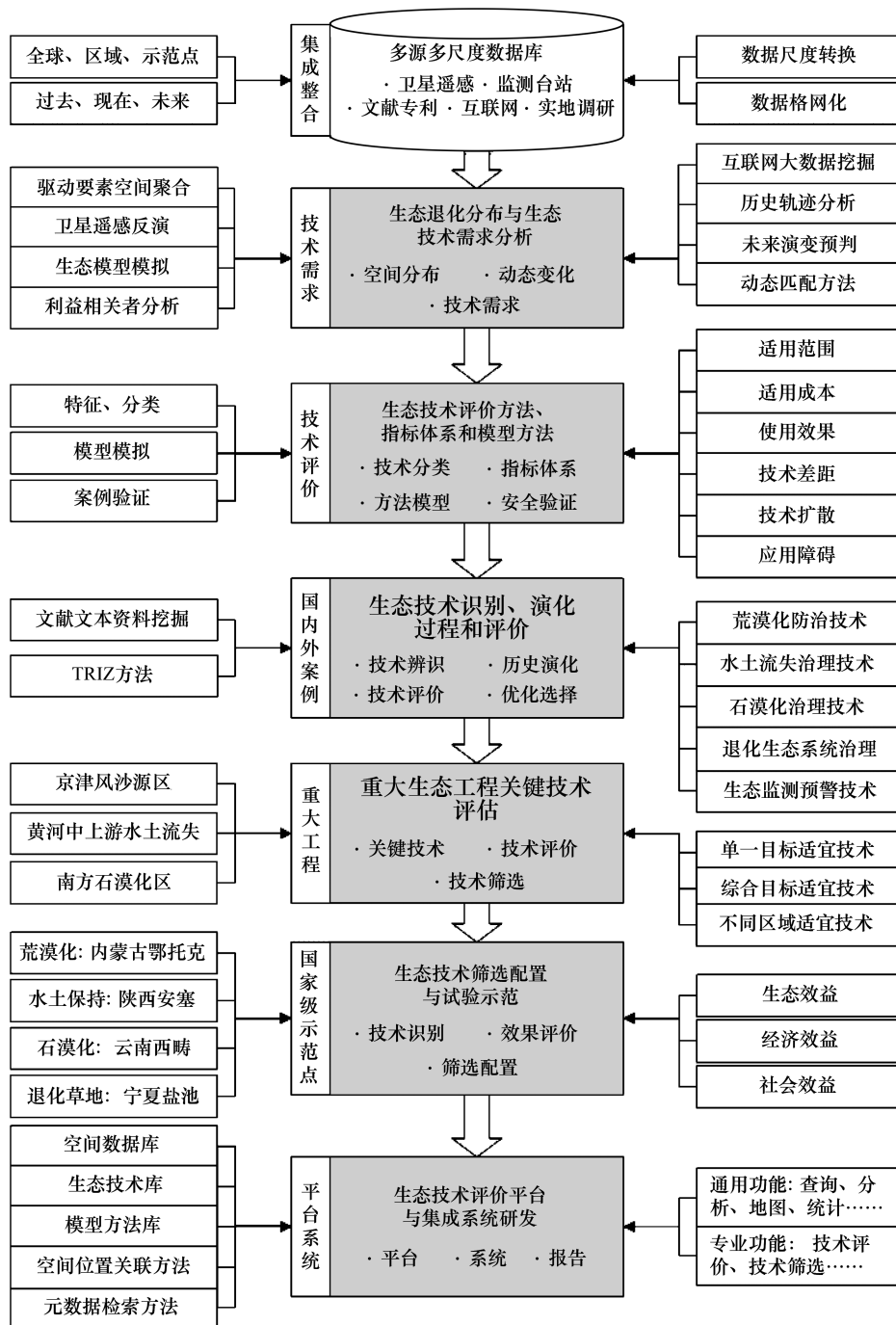


图 1 项目技术路线

Fig.1 Implementation route of the program

3 研究目标和预期成果

本项目总体目标是基于国家对生态治理技术评

价和推荐的需求,在厘清全球生态退化状况及其生态治理技术需求的基础上,建立生态治理技术辨识、评价指标体系与评价方法和模型;识别和评价国内

外不同类型生态技术、我国重大生态工程生态治理技术和国家级监测示范点不同生态退化类型和区域的生态技术及其实施效果,推介适合我国和发展中国家生态治理需求的生态技术模式;建立生态技术评价平台和集成计算机系统,为我国与其他发展中国家生态治理提供技术支撑与借鉴,促进我国在生态治理领域的国际合作与交流。

上述研究目标的实现将产生一系列成果,主要包括全球与区域生态退化关键要素数据库、全球生态治理技术库、生态技术评价模型库;全球生态退化区分布图、典型区生态退化图谱的专题图谱;生态技术评估方法与模型体系 5 套、生态技术清单和优化方案、生态退化综合治理关键技术标准规范和效果专利、关键技术筛选的咨询报告;软件与集成系统;系列综合评价报告、科技报告;同时,还将出版《全球生态治理技术评价报告》等专著 2 部、发表学术论文 50 篇以上、培养高级人才等。

4 结语

本项目是专项的一项重要研究任务,项目将通过绘制全球生态退化分布和治理技术需求分布图,建立生态治理技术评价方法及指标体系,对现有生态技术及其组合进行系统挖掘和全面评价,形成全球生态治理技术评价报告。项目实施将产生一系列的社会、经济、生态效益。研究成果将有利于我们全面认识全球和区域生态退化状况及其对生态技术需求,通过实现“推荐一批、表扬一批、批判一批”,明确不同生态技术优势与局限,指导典型生态退化区选择更为经济高效、具备地域适应性和容易推广的生态技术,节约生态治理成本,改善生态退化区的自然资源状况,从而促进当地经济和生态环境可持续发展。本项目将筛选推介适合不同区域和生态治理目标的生态技术以及适合未来国家重大生态工程关键技术,为不同区域预防和治理生态退化提供经验借鉴和技术手段。项目开发的生态技术评价平台和集成系统,可以为政府决策和相关部门了解生态退化状况和生态技术实施效果提供有力支撑。项目实施过程中,将与应用部门包括决策和管理部門、生态工程公司、生态监测示范点、公众等保持密切联系与对接,提高社会各界对项目成果的认知,促进项目成果的落地应用;同时,还将与专项中其他项目进行交流

与沟通,为生态技术挖掘和评估补充最新进展信息,满足国家对生态技术评估的需求。

参考文献 (References):

- [1] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Policy Response, Findings of the Responses Working Group. Washington D C: Island Press, 2005.
- [2] United Nations Environment Programme. UNEP Yearbook 2014: Emerging issue in our global environment. Nairobi: UNDP, 2014.
- [3] Lal R, Lorenz K, Hüttl R F, Schneider B U, von Braun J. Recarbonization of the Biosphere: Ecosystems and the Global Carbon Cycle. Dordrecht: Springer Netherlands. 2012.
- [4] United Nations Development Programme. UNDP in focus 2014/2015—Time for global action. New York: UNDP, 2015.
- [5] Cairns J. The recovery process in damaged ecosystems. Ann Arbor: Ann Arbor Science Publishers, 1980.
- [6] Nearing M A, Foster G R, Lane L J, Finkner S C. A Process-Based Soil Erosion Model for USDA-Water Erosion Prediction Project Technology. Trans Asae, 1989, 32(5):1587-1593.
- [7] 托马斯·海贝斯, 迪特·格鲁诺, 李惠斌. 中国与德国的环境治理. 北京: 中央编译出版社, 2012.
- [8] Jacobs, D F, Dagleish, H J, Nelson, C D, A conceptual framework for restoration of threatened plants: the effective model of American chestnut (*Castanea dentata*) reintroduction. New Phytologist, 2012, 197(2): 378-393.
- [9] Weeks A R, Sgro C M, Young A G, Frankham R, Mitchell N J, Miller K A, Byrne M, Coates D J, Eldridge M D B, Sunnucks P, Breed M F, James E A, Hoffmann A A. Assessing the benefits and risks of translocations in changing environments: a genetic perspective. Evolutionary Applications, 2011, 4(6): 709-725.
- [10] Bullock J M, Aronson J, Newton A C, Pywell R F, Rey-Benayas J M. Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. Trends in Ecology & Evolution, 2011, 26(10): 541-549.
- [11] Williams J. Soils Governance in Australia: challenges of cooperative federalism. International Journal of Rural Law and Policy, 2015, 1, 1-12.
- [12] 刘国华, 傅伯杰, 陈利顶, 郭旭东. 中国生态退化的主要类型、特征及分布. 生态学报, 2000, 20(1): 13-19.
- [13] Liu X Y, Zhou S, Qi S, Yang B, Chen Y H, Huang R, Du P F. Zoning of rural water conservation in China: A case study at Ashihe River Basin. International Soil & Water Conservation Research, 2015, 3(2):130-140.
- [14] 国家发展和改革委员会. 全国主体功能区规划. 北京: 人民出版社, 2015.
- [15] 刘纪远, 岳天祥, 鞠洪波, 王桥, 李秀彬. 中国西部生态系统综合评估. 北京: 气象出版社, 2006.
- [16] 甄霖, 曹淑艳, 魏云洁, 谢高地, 李芬, 杨莉. 土地空间多功

- 能利用: 理论框架及实证研究. 资源科学, 2009, 31(4): 544-551.
- [17] 程国栋. 中国西部生态修复试验示范研究集成. 北京: 科学出版社, 2012.
- [18] 王继军, 姜志德, 连坡, 郭满才, 姜峻, 苏鑫, 李慧, 牛艳丽. 70 年来陕西省纸坊沟流域农业生态经济系统耦合态势. 生态学报, 2009, 29(9): 5130-5137.
- [19] 傅伯杰, 刘国华, 欧阳志云. 中国生态区划研究. 北京: 科学出版社, 2013.
- [20] Jiang Z H. Best practices for land degradation control on dryland areas of China: PRC-GEF partnership on land degradation in dryland ecosystems. China-land degradation assessment in drylands. Beijing: China Forestry Publishing House, 2008.
- [21] Hobbs R J, Norton D A. Towards a conceptual framework for restoration ecology. Restoration Ecology, 1996, 4(2): 93-110.
- [22] Hobbs R J, Harris J A. Restoration Ecology: Repairing the Earth's Ecosystems in the New Millennium. Restoration Ecology, 2001, 9(2): 239-246.
- [23] 董世魁, 刘世梁, 邵新庆, 黄晓霞. 恢复生态学. 北京: 高等教育出版社, 2009.