

# 我国退耕还林工程生态效益评价的研究进展

宋大刚<sup>1,2</sup> 潘开文<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院成都生物研究所生态恢复重点实验室, 成都 610041; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要:** 通过查阅国内外退耕还林工程生态效益评价的相关文献, 评述了评价退耕还林工程生态效益的重要性, 论述了国内退耕还林工程生态效益评价的研究现状、方法及存在的问题, 提出了解决措施及今后的研究方向, 为退耕还林工程生态效益的进一步评估和监测提供参考。

**关键词:** 退耕还林; 效益评价; 进展

中图分类号: S718.56

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2015)03-0045-05

## Advances in Research on Ecological Benefit Evaluation of the Defarming-and-reafforestation Program in China

SONG Da-gang<sup>1,2</sup> PAN Kai-wen<sup>1</sup>

(1. ECORES Lab, Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** By referring to domestic and international related literature about the ecological evaluation of the Defarming-and-reafforestation project, this paper deals with the importance of ecological benefit of this project and its domestic research status and methods, analyzes its existing problems, and puts forward some solving measures and the future research direction, in order to provide reference for scientific and accurate evaluation of its ecological benefit.

**Key words:** Defarming-and-reafforestation, Benefits evaluation, Advance

退耕还林工程是由我国政府投资和实施的六大林业重点工程之一, 是一项在我国前所未有、涉及范围最广、政策指导性最强、群众参与度最高的生态建设工程。退耕还林工程是利用恢复生态学原理, 将陡坡耕地还原为森林, 符合党的十八大报告中关于建设生态文明和建设美丽中国的相关论述, 因此退耕还林工作在实施过程中应把它纳入到建设美丽中国的具体行动中。1999年, 中国政府开始启动退耕还林试点工程, 到2002年, 退耕还林工程全面展开, 建设范围涉及全国25个省、自治区和直辖市, 3200万农户, 1.24亿农民, 到2011年累计完成退耕地造林面积达906.26万 $\text{hm}^2$ , 配套荒山荒地造林面积1413.72万 $\text{hm}^2$ , 新封山育林面积193.32万 $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。

退耕还林工程实施15年来, 国家和地方政府对

退耕还林工程投入了大量的人力、物力和资金, 对社会稳定、经济发展和生态环境的改善都起着积极的作用。只有科学地对其效益进行评价, 才能有客观、全面的认识, 进而对退耕还林工程后续政策的制定提供正确、合理的参考。因此, 建立一个完整系统的退耕还林工程生态效益评价体系和科学合理的评价方法是十分必要的。

### 1 我国退耕还林工程生态效益评价的研究现状

19世纪早期或者更早的时间, 美国、澳大利亚、德国、英国等国家由于无节制地开垦土地资源以满

收稿日期: 2015-

国家科技支撑计划(2011BAC09B04-01-03); 国家自然科学基金(31370632)。

作者简介: 宋大刚(1991-), 男, 四川泸州人, 在读硕士生, E-mail: 1171385782@qq.com。

通讯作者: 潘开文(1968-), 男, 博士、博士生导师, 研究员, 主要从事森林生态学、恢复生态学研究, E-mail: pankw@cib.ac.cn。

足人口日益增长对粮食的需求,森林遭到大面积的严重破坏,导致了严重的水土流失,土壤贫瘠和自然灾害频发。当地政府意识到了保护环境的重要性,先后实施了退耕还林工程,但很少有专门针对退耕还林工程进行过效益评价的报道<sup>[2]</sup>。我国实施退耕还林工程后,国内许多学者就该工程的生态、社会和经济效益的评价进行了积极研究和探索。

## 1.1 退耕还林工程生态效益评价的研究

### 1.1.1 退耕还林工程生态效益评价指标体系

有关学者就退耕还林生态效益评价指标体系的研究概括出的主要生态效益类型有:水土保持效益、水源涵养效益、改良土壤效益、改善环境效益和提高生物多样性效益。主要的生态效益类型、权重和具体指标见表1。

表1 退耕还林生态效益评价指标体系研究

效益类型	权重	具体指标
退耕还林主要生态效益评价指标体系	水土保持效益	土壤侵蚀模数、土壤渗透性、地表径流量、枯枝落叶层厚度 <sup>[3,4]</sup>
		土壤侵蚀面积占区域面积百分比、土壤侵蚀模数、流域输沙模数 <sup>[5]</sup>
		土壤侵蚀模数、地表径流量 <sup>[6]</sup>
	水源涵养效益	土壤侵蚀面积占区域面积百分比、土壤侵蚀模数 <sup>[7]</sup>
		土壤侵蚀面积占区域面积百分比、土壤侵蚀模数 <sup>[8]</sup>
		林冠持水特性、林草覆盖率、地被物持水特性、叶面积指数、树干径流量、土壤持水特性 <sup>[3,4,9]</sup>
		年径流系数、拦截暴雨径流率、林地蓄水量 <sup>[5]</sup>
		地表径流量、土壤蓄水量 <sup>[6]</sup>
	改良土壤效益	森林覆盖率、年径流系数、林地蓄水量 <sup>[7]</sup>
		森林覆盖率、林地蓄水量 <sup>[8]</sup>
土壤容重、土壤总空隙度、改良土壤、土壤有机质含量、N、P、K含量、土壤厚度 <sup>[3,4,9]</sup>		
土壤容重、土壤总空隙率、土壤有机质含量 <sup>[5]</sup>		
土壤有机质、全氮、全磷、全钾 <sup>[6]</sup>		
改善环境效益	土壤容重、土壤总空隙率、土壤有机质含量 <sup>[7]</sup>	
	土壤容重、土壤总空隙率、土壤有机质含量 <sup>[8]</sup>	
	固定CO <sub>2</sub> 量、释放O <sub>2</sub> 量 <sup>[7]</sup>	
	固定CO <sub>2</sub> 量、释放O <sub>2</sub> 量、净化大气量 <sup>[8]</sup>	
提高生物多样性	固定CO <sub>2</sub> 量、释放O <sub>2</sub> 量 <sup>[6]</sup>	
	干燥度、平均风速改变率 <sup>[5]</sup>	
	Shannon-Wiener指数、Simpson指数、群落均匀度指数、Jaccard指数、Sorenson指数 <sup>[10]</sup> Margalef丰富度指数、ShannonWiener多样性指数、Pielou均匀度指数 <sup>[11]</sup> ShannonWiener多样性指数、重要值、丰富度、均匀度、优势度 <sup>[12]</sup>	

从表1可知,通过对生态效益评价指标体系的多年研究,我国学者在这领域上取得了较大进步。各个生态效益类型的主要具体指标大体一致,即使具体指标的数量有差异,但所占权重基本相同。在生态效益评价指标体系上,选取具体指标土壤侵蚀面积占区域面积百分比、土壤侵蚀模数,森林覆盖率、年径流系数、林地蓄水量,土壤容重、土壤总空隙率、土壤有机质含量,固定CO<sub>2</sub>量、释放O<sub>2</sub>量,丰富度指数、多样性指数和均匀度指数等已得到大多数学者的认可。每个大的主要生态效益类型所占的权重大致相同,这也说明了指标权重的大小可以反映其对生态效益的贡献状况。刘凯<sup>[13]</sup>等提出定期更新指标内容、核实校正指标权重来构建生态效益评价指标库,并阐述指标库的首要特点是动态更新性。近年来,改善气候效益逐渐被人们所关注,王晓光<sup>[3]</sup>和刘凯<sup>[13]</sup>等提出了在构建生态效益评价指标体系中增加了气候调节的效益。随着人们对环境和保健意识的增强,空气负氧离子作为一种重要的空

气质量评价重要参数已越来越受到人们的重视<sup>[14]</sup>。因此,在改善环境效益上可以增加空气负氧离子指标来更好地反映其改善环境的效益<sup>[15]</sup>。在研究改良土壤方面,张曼夏等<sup>[16]</sup>为了弄清退耕还林工程实施后土壤团聚体粒径分布及其有机碳的变化,以成都市退耕还林工程实施中主要造林树种巨桉和水杉人工林为研究对象,探讨了不同土地利用变化对不同土壤层次团聚体稳定性及其结合有机碳分配与储量的影响,结果表明该区退耕还巨桉和水杉林增加了土壤团聚体的稳定性和有机碳储量,但与天然次生林土壤相比仍有差距。在研究提高物种多样性效益方面,国内学者大多选取反映植物多样性的具体指标,随着恢复生态学的发展,地上地下食物链中生物多样性越来越受到人们的重视。李涛<sup>[17]</sup>和门丽娜<sup>[18]</sup>研究了地下食物链中消费者、分解者土壤动物的多样性对退耕还林生态效益的影响,结果表明退耕还林在一定程度上丰富了土壤动物群落多样性,这和地上植被群落的多样性增加成正相关。此外,

朱婷婷等<sup>[19]</sup>研究了四川盆地退耕还林主要树种麻竹、巨桉人工林对土壤线虫群落结构的影响,结果表明,麻竹造林可丰富土壤线虫群落的种类组成和维持较高的多样性,使土壤生态系统的结构和功能处于相对稳定状态,为协调该区域退耕还林后土壤生态系统的健康发展提供了科学依据。李科<sup>[20]</sup>等把成都退耕还林主要造林竹种麻竹林地坡中下部不同坡位凋落物的现存量、持水性纳入了反映生态效益的指标体系中,结果表明麻竹林地坡中下部的凋落物现存量持水性,以及土壤的持水能力都显著高于坡上部,3个坡位的土壤持水能力总体显著高于农耕地,麻竹作为主要造林竹种,生态效益显著,在水源涵养功能方面起着良好的作用。虽然研究退耕还林生态效益指标体系在逐渐深入,且很多学者尝试着利用人们关注和研究的热点增加了一些反映生态效益的具体指标,但很少把传统指标和新兴的具体指标结合起来,因此,综合传统指标和新兴指标来构建退耕还林生态效益评价指标体系是未来评价指标体系研究的重点。

### 1.1.2 退耕还林工程生态效益评价方法

国际上有关生态效益评价方面的研究主要有以下两个学派:一是以 Costanza 等人为代表的“生态经济学派”,认为生态功能价值可以计算“总”价值,恰当的计量方法即市场价格法和替代成本法<sup>[21]</sup>;二是以 Pearce 等人为代表的“环境经济学派”,认为生态功能价值难以计算“总”价值,恰当的计量方法为支付意愿(WTP)法<sup>[22]</sup>。

近年来,国内学者对退耕还林生态效益评价方法进行了广泛的研究,有关生态效益评价的方法主要有层次分析法(AHP)、环境经济学法、综合运用专家咨询、理论分析法、频度分析和模型分析法(整体扩散模型、灰色关联模型和多元线性模型),并对这些评价方法进行了一定范围的实践应用计量。

古丽努尔·沙布尔哈孜等<sup>[23]</sup>应用层次分析法(AHP)构建了塔里木河中下游退耕还林还草综合生态效益的评价指标体系和评价模型;杨婷婷等<sup>[24]</sup>用 AHP 法计算各指标权重,提出了“植被-风沙活动-土壤”指标体系;王晓光、王姝娜、孔忠东<sup>[3, 4, 25]</sup>等分别运用层次分析法确定了退耕还林生态效益评价的指标及其权重。杨建波<sup>[26]</sup>等用环境效益层析法,从坡耕地退耕还林后的涵养水源、固土保肥、纳碳吐氧、减免灾害和改善环境等着手,对生态效益的评价

方法进行了探讨。用环境经济学方法中的市场价值法、机会成本法、恢复费用法、影子工程法来对退耕还林工程生态效益的价值进行核算的研究较多,如李蕾<sup>[27]</sup>等采用环境经济学方法估算了固原市原州区退耕还林还草工程的生态效益。郭亨孝<sup>[28]</sup>提出以生态系统服务功能如保持水土、涵养水源、吸碳放氧的经济价值作为生态补偿标准,侧面为退耕还林工程的生态效益评价提供了一种新思路。

还有部分学者综合运用专家咨询、理论分析法和频度分析等构建了森林生态恢复与重建的生态效益评价指标体系<sup>[29, 30]</sup>。

郎奎建<sup>[31]</sup>等从森林生态效益计量角度出发,在界定森林涵养水源等 10 种生态效益的概念、性质和它们的相关关系的基础上,确定了独立自变量集、因变量集,构建了整体扩散模型,从而实现对我国林业生态工程的 10 种森林生态效益的初步估计。王宏兴等<sup>[32]</sup>将多目标灰色关联投影法运用于小流域水土保持生态工程建设综合效益评价,以期丰富生态工程建设评价方法;钟晓娟等<sup>[33]</sup>进一步证明了灰色关联投影法应用于退耕还林生态效益评价的科学性与可行性;李长胜等利用多元线性模型对我国森林的生态效益进行了估算,得出我国森林每年产生的生态效益为 7 238.16 亿元<sup>[34]</sup>。

## 2 我国退耕还林工程生态效益评价存在的问题

虽然退耕还林工程生态效益评价研究已取得很大成果,但在以下方面仍存在不足。

### 2.1 在评价指标体系上,生态效益评价标准缺乏或不合理

现有的研究往往考虑某个退耕还林生态恢复区域的特点以及相应的数据获取情况来选取对应的指标,尚不能全面反映退耕区生态效益的实际情况。在利用指标数据进行评价时,缺乏生态恢复程度判断的参照系统和相应的评价标准,在直接效益评价方面,通常通过退耕还林工程实施后各指标所占权重来判断其成效,没有具体说明所占权重大小说明了什么问题以及退耕还林工程实施后恢复到了什么水平<sup>[4]</sup>。如今,通过研究地下生态学过程反映退耕还林工程所带来的生态效益越来越重要,国内很多学者大多研究了具体指标如土壤养分的变化,而通

过研究地下食物链消费者中的土壤大型动物群落特征、土壤线虫结构与退耕还林的响应、以及土壤动物种类、数量、世代演替所起的作用来反映退耕还林工程所带来的生态效益国内较少报道<sup>[20 21]</sup>。

2.2 在评价方法上,缺乏方法的创新和方法之间的对比

在生态效益的评价方法上,大多采用以经济学为基础来评价其产生的生态效益,如满明俊<sup>[35]</sup>运用生态经济学、环境经济学原理,以效益费用分析法为基础对陕西省退耕还林所产生的生态效益进行了估算,没有采用其本身的以生态学为基础的方法来评价其产生的生态效益,没有考虑不同地区经济发展水平的不同,如建立在生态系统、生态平衡、生态位为基础的生态学理论的评价方法很少。

### 3 我国退耕还林工程生态效益评价研究展望

结合我国退耕还林工程生态效益评价指标体系、评价及监测方法上存在的问题和实际需要,笔者认为今后退耕还林工程生态效益评价研究应加强以下方面:

#### 3.1 完善评价指标体系及评价标准

建立具有系统性、兼容性、科学性的退耕还林工程生态效益评价指标体系。首先要考虑退耕区自然生态环境条件差异、经济发展水平、社会风俗等特殊情况,确定不同评价方面各指标使用的可行性,基于区域或特定的退耕还林区域建立相应的指标体系。评价标准方面,目前确定参照系统和评价标准主要有两种方法,即将同一生物地理区系内未受干扰或少受干扰的同一生态类型作为参照系,或将被评价系统在较少受到人类干扰条件下的系统状态作为参照系统和评价标准<sup>[36]</sup>。由于许多生态系统在破坏前常常缺乏相应的本底环境值监测资料,因此如何通过模拟、试验等方法寻找到一个适用范围广且科学合理的评价标准已成为今后退耕还林效益评价研究中的一个瓶颈。

#### 3.2 加强不同评价方法之间的横向对比和方法创新

在评价方法中,采用以生态学为基础的方法来评价其产生的生态效益,建立在生态系统、生态平衡、生态位为基础的生态学理论的评价方法,并且模

糊数学<sup>[37]</sup>、人工神经网络、遗传算法等定量方法都可应用到生态效益评价中以提高评价的精确性和科学性,加强退耕还林生态效益评价与机理研究,强化国家尺度的退耕还林效益评估,为国家制定退耕还林成果巩固政策提供依据,为应对公众质疑提供基础数据。

#### 3.3 加强退耕还林效益监测

由于退耕还林生态效益评价的监测工作是一个长期反复的过程,对整个退耕还林过程应针对不同的典型类型区设立效益监测试验站,继续利用布局广泛和入村入户入企业的独特优势,对退耕还林工程实施的县、村、户三级开展长期、定点、持续跟踪监测,掌握效益变化的规律。如韩中海<sup>[38]</sup>对河南省12个退耕县、12个退耕村和120个退耕农户进行了连续8年的效益监测。结果表明:退耕还林工程能有效地减少坡耕地水土流失面积,稳定地增强粮食产品持续供给能力,促进农民增收和农村社会发展。应将退耕还林效益评价与监测紧密结合,建立一套长期持续的评价与监测机制,应借助多种现代科技手段如全球卫星定位系统、地理信息系统、遥感等,科学、合理、准确地进行生态效益评价监测,应用计算机技术推动生态效益评价数学模型研究,将3S技术与计算机等高新技术相结合,开展不同尺度的研究,形成一套不同时空尺度效益评价模型,以期得到准确的效益评价结果。

#### 参考文献:

- [1] 刘东生,谢晨,刘建杰,等.退耕还林的研究进展、理论框架与经济影响—基于全国100个退耕还林县10年的连续监测结果[J].北京林业大学学报(社会科学版),2011,10(3):74~81.
- [2] 李世东.中外退耕还林还草之比较及其启示[J].世界林业研究,2002,15(2):22~27.
- [3] 王晓光,王珠娜,余雪标.退耕还林生态效益评价指标体系研究[J].防护林科技,2006,(6):52~53.
- [4] 王珠娜,史玉虎,潘磊.层次分析法在退耕还林生态效益评价指标体系建立中的应用[J].湖北林业科技,2007,(3):2~4.
- [5] 雷孝章,王金锡,彭沛好,等.中国生态林业工程生态效益评价指标体系[J].自然资源学报,1999,14(2):175~182.
- [6] 马海芸,雍雅明,刘宗盛.干旱半干旱区退耕还林还草工程生态效益综合评价—以榆中县为例[J].草业科学,2012,29(9):1359~1367.
- [7] 杨旭东.退耕还林工程生态效益评价案例分析—以湖北省秭归县中坝村为案例[J].绿色中国,2005(2):27~29.
- [8] 姚清亮,仝小碗,赵海祥.退耕还林效益评价指标体系研究[J].河北林果研究,2009,24(2):161~165.

- [9] 李非非,李智彪,曾小毕,等.成都市退耕还林地主要造林树(竹)种对土壤水分物理性质的改良效应研究[J].四川林业科技 2011,32(3):66~68.
- [10] 侯瑞萍,张维军,张克斌,等.不同荒漠化治理措施对植物多样性及其土地肥力变化的影响[J].干旱区资源与环境,2005,19(24):172~178.
- [11] 冯迪,孙保平,郭建英,等.退耕还林后群落演替及其 $\alpha$ 多样性分析[J].安徽农业科学 2009,37(31):15320~15322.
- [12] 贾俊姝,李文忠,高国雄,等.大通县退耕还林不同配置模式物种多样性的研究[J].西北林学院学报 2006,21(3):1~6.
- [13] 刘凯,胡开波,王守强,等.退耕还林工程效益评价指标体系研究[J].四川林业科技 2012,33(1):23~28.
- [14] 杨建松,杨绘,李绍飞,等.不同植物群落空气负离子水平研究[J].贵州气象 2006,30(3):23~27.
- [15] 霍妍,孙会敏.大黑山水土保持生态修复区典型植被空气负氧离子监测与评价[J].西部资源 2012,86~88.
- [16] 张曼夏,季猛,李伟,等.土地利用方式对土壤团聚体稳定性及其结合有机碳的影响[J].应用与环境生物学报 2013,19(4):598~604.
- [17] 李涛.瑞昌石灰岩山区退耕还林土壤动物研究[D].南昌:江西农业大学 2011.
- [18] 门丽娜.农田退耕还草管理下土壤动物群落特征的变化研究~以内蒙古武川县为例[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2007.
- [19] 朱婷婷,李伟,刘成刚,等.四川盆地麻竹、巨桉人工林对土壤线虫群落结构的影响[J].生态学杂志 2014,33(4):1034~1041.
- [20] 李科,曾小毕,李智彪,等.成都市退耕还林地不同坡位凋落物及土壤的持水特性研究[J].四川林业科技 2011,32(4):96~98.
- [21] Costanza R. The value of the world ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997,389:253~2601.
- [22] Pearce. Auditing the earth[J]. Environment,1998,40(2):23~28.
- [23] 古丽努尔·沙布尔哈孜,尹林克,热合木都拉·阿地拉,等.塔里木河中下游退耕还林还草综合生态效益评价研究[J].水土保持学报 2004,18(5):80~83.
- [24] 杨婷婷,吴新宏,姚国征,等.草原沙化治理工程生态效益评价的指标体系构建和分析[J].中国草地学报 2009,31(2):102~107.
- [25] 孔忠东.退耕还林工程生态效益与质量评价研究[D].北京:北京林业大学 2009.
- [26] 杨建波,王利.退耕还林生态效益评价方法[J].中国土地科学 2003,17(5):54~58.
- [27] 李蕾,刘黎明,谢花林.退耕还林还草工程的土壤保持效益及其生态经济价值评估~以固原市原州区为例[J].水土保持学报 2004,18(1):161~163.
- [28] 郭亭孝.建立生态补偿机制促进生态文明建设[J].四川林业科技 2009,30(6):1~6.
- [29] 邓长宁.武陵山区生态核心区退耕还林工程效益评价与研究[D].长沙:中南林业科技大学 2013.
- [30] 杨莉.河北洋河沙地植被恢复生态效益分析与评价[D].北京:北京林业大学 2007.
- [31] 朗奎建,李长胜,殷有,等.林业生态工程10种生态效益计量理论和方法[J].东北林业大学学报 2000,28(1):1~7.
- [32] 王宏兴,王晓,杨秀英.多目标决策灰色关联投影法在小流域水土保持生态工程综合效益评价中的应用[J].水土保持研究 2003,10(4):43~45.
- [33] 钟晓娟,孙保平,赵岩,等.基于多目标决策灰色关联投影法的不同退耕还林模式生态效益评价[J].湖南农业科学,2011,(9):148~151.
- [34] 李长胜,王殿文,吴艳辉.中国森林生态效益计量研究[J].防护林科技 2005,65(2):1~3.
- [35] 满明俊,罗剑朝.陕西省退耕还林工程生态效益评价[J].安徽农业科学 2006,34(18):4735~4737.
- [36] 高彦华,汪宏清,刘琪璟.生态恢复评价研究进展[J].江西科学 2003,21(3):169~174.
- [37] 张利霞.阿克苏市柯柯牙人工防护林体系生态效益研究[D].乌鲁木齐:新疆大学 2012.
- [38] 韩中海,冯俐丽,温保良,等.河南省退耕还林工程生态效益监测与评价[J].河南林业科技 2014,34(1):9~13.