

DOI: 10.20103/j.stxb.202306121245

鲁仕宝, 薛继兵, 李绮雯, 裴亮, 姚佳圆, 官炎俊, 邓伟升, 文传浩. 钱江源地区“两山论”践行成效及水土保持效应. 生态学报, 2024, 44(24): 11404-11418.

Lu S B, Xue J B, Li Q W, Pei L, Yao J Y, Guan Y J, Deng W S, Wen C H. Practice effect of “Two Mountains Theory” and soil and water conservation effect in Qianjiangyuan area. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(24): 11404-11418.

钱江源地区“两山论”践行成效及水土保持效应

鲁仕宝¹, 薛继兵², 李绮雯³, 裴亮^{4,*}, 姚佳圆², 官炎俊², 邓伟升¹, 文传浩¹

1 云南大学工商管理与旅游管理学院, 昆明 650000

2 浙江财经大学公共管理学院, 杭州 310018

3 香港树仁大学经济与金融系, 香港 999077

4 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011

摘要:“两山论”是指“绿水青山就是金山银山”理念, 作为中国生态建设的顶层设计, 该理论已经实践了十余年。该理论对生态可持续发展的重要性已得到广泛认可, 但践行该理论的生态建设效果及其对水土保持效应的影响等研究仍存在不足。通过引入平衡计分卡, 构建了“两山论”建设成效评估指标体系, 有效评估了钱塘江源头区开化县在 2005—2020 年期间的绿色发展成效。并采用冗余分析进一步探讨了“两山论”践行成效与水土治理效应发展的关系。研究表明在践行“两山论”的 16 年时间里, 各维度(包括经济维度、社会维度、建设维度、学习维度)的生态建设成效均呈现出明显的上升趋势, 但上下波动的趋势和幅度各不相同。开化县从 2005 年到 2020 年的综合成效可以分为四个阶段。即 2005—2007 年停留在差的阶段, 2008—2011 年进入合格阶段, 2012—2016 年进入良好阶段, 2017—2020 年进入优秀阶段。此外, 各维度的建设成效和综合维度的建设成效均在一定程度上与微水土流失呈现正相关性, 而与中度、重度和极度水土流失呈负相关性, 说明在践行“两山论”的过程中, 生态建设有效促进了研究区水土治理工作的发展。研究结果为政府精准施策推进绿水青山与金山银山相互转化提供理论指导, 尤其是在水土流失严重的河流源头地区。

关键词:生态建设; “两山论”; 平衡计分卡; 水土保持; 钱江源地区

Practice effect of “Two Mountains Theory” and soil and water conservation effect in Qianjiangyuan area

LU Shibao¹, XUE Jibing², LI Qiwen³, PEI Liang^{4,*}, YAO Jiayuan², GUAN Yanjun², DENG Weisheng¹, WEN Chuanhao¹

1 School of Business Administration and Tourism Management, Yunnan University, Kunming 650000, China

2 School of Public Administration, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou 310018, China

3 Department of Economics and Finance, Hong Kong Shue Yan University, Hong Kong 999077, China

4 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

Abstract: “Two Mountains Theory” refers to the concept of “Lucid waters and lush mountains are invaluable assets”. As the top-level design of ecological construction in China, this theory has been practiced for more than ten years. The importance of this theory to ecological sustainable development has been widely recognized, but the research on the ecological construction effect and its influence on soil and water conservation effect is still insufficient. By introducing the balanced scorecard, this paper constructs the evaluation index system of the construction effect of “Two Mountains Theory”, and effectively evaluates the green development effect of Kaihua County in the source area of Qiantang River from 2005 to

基金项目: 国家社科基金重大项目(20&ZD095); 教育部人文社科规划项目(23A10673002); 四川省社科重点项目(SCJJ23ND46)

收稿日期: 2023-06-12; **采用日期:** 2024-10-18

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

2020. The relationship between the practice effect of “Two Mountains Theory” and the development of soil and water control effect is further discussed by redundancy analysis. The research shows that during the 16 years of practicing the “Two Mountains Theory”, the ecological construction effect of each dimension (including economic dimension, social dimension, construction dimension and learning dimension) has shown an obvious upward trend, but the fluctuation trend and amplitude are different. The comprehensive effect of Kaihua County from 2005 to 2020 can be divided into four stages. That is to say, it stayed in a poor stage in 2005—2007, entered a qualified stage in 2008—2011, entered a good stage in 2012—2016, and entered an excellent stage in 2017—2020. In addition, the construction effects of each dimension and the comprehensive dimension are positively correlated with micro-soil erosion to a certain extent, but negatively correlated with moderate, severe and extreme soil erosion, indicating that ecological construction has effectively promoted the development of soil and water control in the study area in the process of practicing the “two mountains theory”. The results of this study provide theoretical guidance for the government to make precise policies to promote the mutual transformation between green green hills and Jinshan Yinshan, especially in the source areas of rivers with serious soil erosion.

Key Words: ecological construction; “Two Mountains Theory”; balanced scorecard; soil and water conservation; Qianjiangyuan area

根据国家统计局公布的数据,中国的国内生产总值(GDP)在2020年首次突破100万亿元大关,2021年又同比增长了8.1%。伴随着经济的快速发展,中国面临着经济发展和环境保护之间的权衡困境^[1-2]。因此,作为“绿水青山就是金山银山”的缩写,“两山论”由习近平主席在2005年访问浙江余村时首次提出^[3-4]。“两山”概念的理论精髓在于科学处理经济发展与生态环境保护之间的关系^[3]。这一理论包含两层主要含义:一是只要生态环境管理得好,那么社会经济发展就会也跟着发展的很好;另一个是,社会经济发展的最终目标是促进生态环境的可持续发展^[3, 5]。作为中国生态文明思想的重要组成部分,这一理论为新时代中国特色社会主义生态文明建设指明了方向^[6],并被写入2017年新修订的《中国共产党章程》。

随着近年来“两山论”概念的稳步推进和深入发展,越来越多的研究从认识水平、人地关系、逻辑形式、实现成本和路径等方面对这一理论的内涵进行了研究^[3, 6-9]。部分学者基于生产力理论角度,提出绿水青山作为自然生产力,为社会生产力的发展提供了可持续的环境容量和自然原料,使绿水青山转化为金山银山成为可能^[5, 10]。有学者认为,“两山论”是对马克思物质转化理论的继承和发展^[11]。人类的经济活动赋予绿色以价值,如自然资源经过开发可以转化为旅游资源,水资源经过开发可以转化为生产和生活资料,或者通过劳动赋予绿色以价值^[11-13]。此外,也有一些学者在“两山论”基础上,结合地区的自然资源禀赋和经济社会水平,构建了一个发展模式^[14-15]。通过构建资源利用、城乡统筹发展、产业富民的分析框架,为城乡要素流动提供调控政策和理论支持,促进乡村振兴^[16]。

生态保护与建设是生态文明建设的重要组成部分,已经从一个学术概念演变为政策现实^[17-19]。探索生态修复的科学策略是人类共同的挑战,这关系到人类的福祉和国家的未来^[20-22]。随着“两山论”不断深入人心,这一理论在实践中的转化也取得了一定的成效。构建一套能够进一步量化、准确评估“两山论”实践成效的指标迫在眉睫。然而,科学的评价体系尚未建立起来。目前对“两山”转化成效的研究主要是理论或定性分析^[5, 16, 23],比如通过案例研究或地方实践成果总结成效^[9, 24-25]。也有一些定量研究,在评价指标的选取上,专门对“两山论”的内涵进行解读^[10, 26]。这些选取的指标对于科学评价“两山论”的实践效果有一定的意义,但仍存在很多不足。首先,由于学者们的学科背景不同,对“两山论”认知的差异直接导致了关键代表指标的广泛性,以及测量尺度的不可比性,深刻影响了研究成果的不确定性。第二,由于测量中涉及的指标维度相对分散,指标的选择具有较强的主观性。第三,指标的选择强调经济而非生态。虽然生态内容有一定的互补性,但对资源与环境、能源与环境、生态与环境成分的全面性体现不够,对发展质量的环境要求和生态成本的支付体现不够。

水土流失是一种严重的环境-社会问题,会导致土壤侵蚀、土地退化、生物多样性丧失以及生命安全等一系列问题。加强水土流失研究与防治,深入了解其发生机制和影响因素,可为人类福祉有效评估提供科学依据,为制定相应的管理策略和措施提供指导。水土流失是生态文明建设的一大障碍^[27-29],也是“两山论”实践中必须面对的一个难题。在生态建设过程中,要高度重视生态环境和水土资源的保护^[30-31],特别是大江大河的源头地区^[32]。通过改善土地资源,配合坡地森林建设,有效保护现有植被和水土保持设施^[33-34]。此外,通过增加地表植被,增强蓄水保墒的功能,使土地抵御自然灾害的能力明显增强,从而有效控制生态脆弱地区的水土流失^[35-36]。对环境的恢复和管理应积极进行人工引导^[37]。在此基础上,应通过有效的人为干预,减缓环境退化的速度,减少水土流失的频率^[34, 38]。然而,具有强烈人工干预的生态建设活动,如景观重建、植被恢复、生物多样性重组等,也有可能项目区水土流失加剧,因为它们破坏了生态系统固有的演替模式^[39-40]。项目区地形起伏较大,土壤保持能力较低,因此有必要重点防治项目区的水土流失,尤其是丘陵地区。因此,为了分析践行“两山论”的效果,有必要揭示其与水土保持效果的关系。通过确定区域绿色发展的各个层面是否与水土保持有关,以及它们在多大程度上影响水土保持的效果,可以全面评估“两山论”的有效性。

平衡计分卡是从财务、顾客、内部经营过程、学习和成长四个维度,把组织的战略转变为具体的目标和测评指标,以实现战略和绩效的有机结合,从而全面评估组织经营业绩的新型绩效管理体系。其核心在于“平衡”二字,是一种战略导向的创新型综合性绩效评价管理思想和操作体系,是实现可持续发展切实可行的绩效评估工具。“两山”转化过程中政府、企业、公众和社会组织等在内的多元行为主体以有效促进“两山”之间可持续转化为目标,而采取相应的行动来控制环境污染及保护生态环境,寻求生态改善和生态进步,既护好“绿水青山”,又做大“金山银山”。“两山”转化成效评估的长远性、综合性和动态性特点,与平衡计分卡的逻辑思路相契合。

本研究选择了中国第一个系统部署和实施“绿水青山就是金山银山”理论实践的开化县作为研究区域,并通过引入平衡计分卡构建了一套有针对性的评估指标体系。进一步探讨了践行“两山论”的效果与水土保持效果之间的关系。研究目的是:(1)系统评价钱塘江源头地区践行“两山论”的成效和发展特点;(2)探讨“两山论”建设成效与水土保持效果之间的对应关系。

1 研究区和数据来源

1.1 研究区概况

研究地点是浙江省西部的开化县,该县保存着大片全球罕见的亚热带低海拔常绿阔叶林,是浙江省母亲河钱塘江最重要的水源涵养区。开化县的生态资源独特,随处可见清澈的水和茂盛的山。全县近 85%的面积是山区,全县森林覆盖率为 80.9%。生物丰富度、植被覆盖率、大气质量和水质都位居中国前十位。境内平均水资源量为 27.2 亿 m^3 ,人均水资源占有量是全国的 4.38 倍。出境水质常年保持在一、二级标准,是浙江的优质“水缸”。此外,空气质量也常年优良,有“华东绿肺”和“中国天然氧吧”之称(图 1)。

开化县是钱塘江的源头地区,是国家级生态县。该县的钱塘江源头国家公园是中国 10 个国家公园建设试点单位之一,也是长江三角洲经济发达地区唯一的国家公园。开化县不仅为“两山论”的形成作出了贡献,也是这一理论的第一个现实的推动者和实践者。如何在人口密集、水源地保护任务艰巨的山区建立和实践“两山论”,是钱塘江源头地区生态建设面临的重大课题,也是钱塘江源头国家公园体制试点的核心价值所在。

1.2 数据来源

研究使用的数据主要来自调查和统计报告。数据获取包括《衢州市统计年鉴》《统计年鉴》《国民经济和社会发展统计公报》《政府工作报告》《环境质量公报》以及开化县的其他统计调查资料。部分数据来自政府各职能部门,如林业和草原局、自然资源局、发展和改革局、财政局、农业和农村局、生态环境局、水利和旅游局

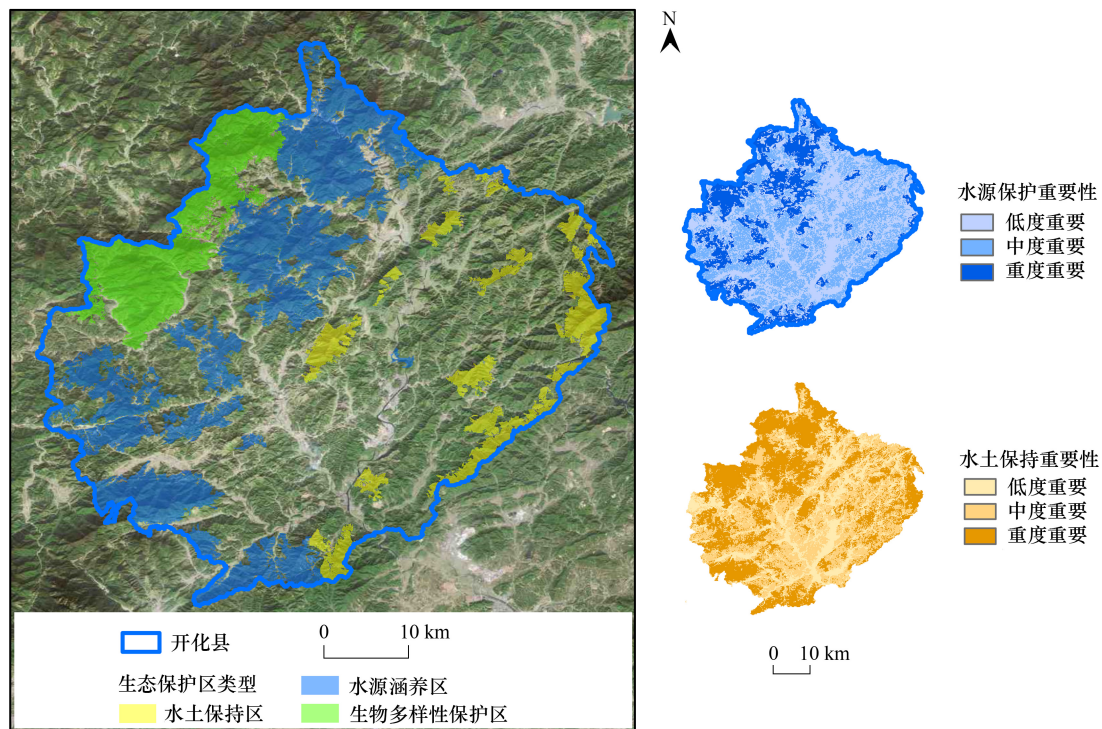


图1 研究区的地理位置分布图

Fig.1 Geographical location of the study area

等。需要注意的是,研究使用的土壤侵蚀数据主要来自于以前的研究成果^[41]。其中轻微和轻度侵蚀与前人数据一致,中度侵蚀对应前人数据中的中度和强度侵蚀之和,极端侵蚀对应前人数据中的极端和剧烈侵蚀之和。2020年的土壤侵蚀数据是采用前三年数据的线性外推法得到的。

2 研究方法

通过引入平衡计分卡,从经济维度、社会维度、建设维度、学习维度等方面选择相应的评价指标,构建“两山论”实践效果的评价指标体系。从生态建设过程平衡和结果平衡两个角度分析了该理论在研究区2005—2020年的成效发展特点。此外,还进行了冗余分析,探讨了2005—2020年“绿水青山就是金山银山”理论各维度的成效和综合成效与研究区水土流失程度的对应关系,以揭示该理论实践过程中各环节对水土保持效果的影响程度。研究路线如图2所示。

2.1 平衡计分卡

平衡计分卡(Balanced Score Card, BSC)是企业综合业绩衡量和战略实施的有效工具^[42—43],集长期和短期指标、财务和非财务指标、内部和外部指标于一体^[44]。平衡计分卡是以组织发展战略为出发点,将组织的目标分解为财务层面、顾客层面、内部经营层面、学习与成长层面,从而构建组织的绩效评价系统。它反映了财务与非财务衡量方法之间的平衡,长期目标与短期目标之间的平衡,外部和内部的平衡,结果和过程的平衡。

“两山”转化是一个以可持续发展为战略目标的动态的系统的发展过程,“两山”转化成效评估指标体系的构建,不能只注重经济性指标,重“金山银山”,而忽视对“绿水青山”的保护,还应体现其动态变化的过程,反映“两山”转化中其内部管理的状况,考虑其长期成效与短期成效的结合。针对“两山”转化成效的特征,对平衡计分卡指标内容进行适当的修正,是构建“两山”转化成效平衡计分卡的前提和核心。

因此,根据“两山”转化成效的评估要求,引入平衡计分卡将组织战略分解为四个维度的思路,本文将“两

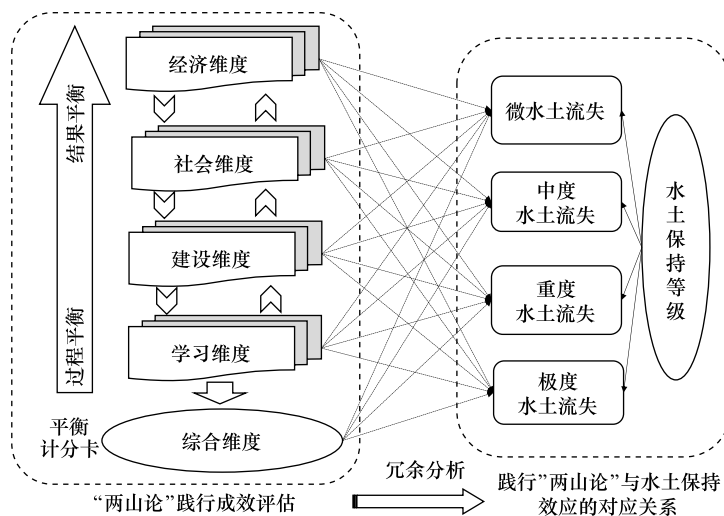


图2 技术路线图

Fig.2 Methodological framework

山”转化成效的评估目标分解为“两山”转化成效的经济维度、社会民众维度、流程管理维度、学习与成长维度,从而构建“两山”转化成效评估的理论框架。从过程平衡和结果平衡两个角度全面分析“两山论”在研究地区实践效果的发展特点。它体现了经济发展与社会进步的平衡,长期目标与短期目标的平衡,建设过程与效果的平衡。

2.2 践行“两山论”效果评估模型

2.2.1 指标体系框架

践行“两山论”是一个动态的、多目标的过程。结合践行“绿水青山就是金山银山”理论的生态建设内涵,参考现有研究成果,将该评价体系分为以下三个层次。

第一,目标层 A:最终目标层,即“两山”践行成效评估指标体系。

第二,标准层 B:该层引入平衡计分卡,将践行“两山论”的成效分为四个维度,包括经济维度、社会维度、建设维度和学习维度。

第三,指标层 C:该层是践行“两山论”效果的基线层。通过文献回顾,根据研究地区的普遍性和实际情况,选择了 18 个合适的指标来反映标准层中 4 个维度所反映的各个方面(表 1)。

2.2.2 指标标准化的处理

为了消除各指标之间的量级差异,需要对评估体系中各指标的原始数据进行一定的标准化处理。结合所选指标的属性,采用极差法对所选指标的原始数据进行标准化处理,具体情况如下。

正向指标(效益型指标)

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}} (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (1)$$

负向指标(成本型指标)

$$y_{ij} = \frac{x_{j\max} - x_{ij}}{x_{j\max} - x_{j\min}} (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (2)$$

式中, x_{ij} 表示第 i 个样本的第 j 项指标的原始数据, $x_{j\max}$, $x_{j\min}$ 则分别表示第 j 项指标中的最大值和最小值。评估指标的原始数据经过标注化处理后,其标准值均介于 0—1 之间。

2.2.3 指标权重的确立

“两山论”实践成效的评估体系是由多个指标组成的多层次评估指标体系,各指标权重的确定是评估结

果准确性和合理性的关键。在综合评估中,确定指标权重的方法很多,主要分为三种:主观加权法、客观加权法、主客观结合加权法。为了获得更准确的评估指标权重,本研究采用主客观综合加权法,利用层次分析法和熵值法得到的加权结果进行综合加权,确定“两山论”实践效果评估指标的权重。

表 1 “两山论”践行评估选用指标体系

Table 1 Indicator system for evaluating the implementation of the “Two Mountains Theory”

目标层 A Objective layer A	准则层 B Criterion layer B	指标层 C Indicator layer C	指标单位 Units	指标解释 Explanations	指标属性 Attributes
“两山”践行成效评估 指标体系 A Effectiveness evaluation indicator system A of the Effectiveness evaluation Theory”	经济维度 B ₁	旅游收入占 GDP 的比重 C ₁	%	指一定时期内旅游目的地国家或地区向国内外游客提供旅游产品、购物品和其他劳务所获得的货币收入的总额占 GDP 的比重。	正向
		林业产值占农林牧渔业总产值的比重 C ₂	%	指以货币形式表现的林业产品的产量占农林牧渔业总产值的比重。	正向
		人均 GDPC ₃	万元/人	将一个国家核算期内(通常是一年)实现的国内生产总值与这个国家的常住人口(或户籍人口)相比进行计算,得到人均国内生产总值,是衡量各国人民生活水平的一个标准。	正向
	社会维度 B ₂	城乡居民收入差距指数 C ₄	%	指城镇居民可支配收入与农村居民人均纯收入之比。	正向
		人均公园绿地面积 C ₅	km ² /人	指城镇公园绿地面积的人均占有量,即公园绿地面积与现状集中建设区常住人口数的比值。	正向
		环境空气质量(AQI)优良率 C ₆	%	指行政区域空气质量达到或优于二级标准的天数占全年有效监测天数的比例。	正向
		生活垃圾无害化处理率 C ₇	%	生活垃圾无害化处理率是指无害化处理的城市市区垃圾数量占市区生活垃圾产生总量的百分比。	正向
		污水集中处理率 C ₈	%	指经过污水处理厂二级或二级以上处理且达到排放标准的生活污水量与生活污水排放总量的百分比。	正向
	建设维度 B ₃	森林覆盖率 C ₉	%	森林覆盖率是指森林面积占土地总面积的比率	正向
		全年每公顷平均化肥施用量 C ₁₀	t/hm ²	指一年内单位耕地面积的化肥施用量	负向
		全年每公顷平均农药施用量 C ₁₁	t/hm ²	指一年内单位耕地面积的农药施用量	负向
		无公害农产品生产基地面积占耕地面积比重 C ₁₂	%	是指在各基地创建县境内,经农业农村部确定为参加无公害农产品(种植业)生产示范创建活动的具有一定种植面积和产量规模的无公害农产品生产区域面积占耕地总面积的比重	正向
	学习维度 B ₄	万元 GDP 能耗 C ₁₃	t 标准煤	每产生万元 GDP 所消耗掉的能源	负向
		C ₁₄ 一般工业固体废物综合利用利用率	%	指行政区域内一般工业固体废物综合利用量占一般工业固体废物产生量(包括综合利用往年贮存量)的比例	正向
		C ₁₅ 节能环保支出占财政支出的比重	%	指政府节能环保支出占财政支出的比重	正向
		研发经费支出占 GDP 比重 C ₁₆	%	指年度内实际用于基础研究、应用研究和试验发展的经费支出占国内生产总值(GDP)总量的比例	正向
		万人拥有公共汽(电)车数量 C ₁₇	%	指按城市人口计算的每万人平均拥有的公共交通工具标台数	正向
		“两山论”建设宣传教育普及率 C ₁₈	%	通过查阅新闻、政府工作报告及统计公报、官方网页报道等调查“两山”建设宣传方式、宣传途径,并对其进行赋值表示对“两山”建设的宣传普及程度。	正向

2.2.4 评估综合指数模型构建

综合指数的合成方法一般包括指数加法模型、指数乘法模型等。研究中,“两山论”实践效果的评价指标体系包含 4 个维度:经济维度、社会维度、建设维度、学习维度。指数加法模型考虑了各指标对各评价维度综合成效的影响程度,进而计算出反映实践成效的综合指数值,其表达式为:

$$P = \sum_{j=1}^n y_{ij} w_j \tag{3}$$

式中, P 为“两山论”践行成效综合指数, y_{ij} 为各项指标的标准化值, w_j 为各项指标对于目标层的权重, n 为指标项个数。

在确定研究区的综合成效评估后, 根据县级“两山论”的实践成效指标分类标准, 将综合指标分为四个等级, 即差的阶段、合格的阶段、好的阶段、优秀的阶段^[45-46]。各阶段的标准见表 2。

表 2 开化县“两山”转化成效评估指数等级划分范围

Table 2 Classification range of “Two Mountains” transformation effectiveness evaluation index grades in Kaihua County

评估等级 Evaluation Grade	A+	A	B	C
指数值 Index value	$0.8 < P \leq 1$	$0.5 < P \leq 0.8$	$0.3 < P \leq 0.5$	$0 \leq P \leq 0.3$
“两山”转化成效 “Two Mountains” transformation effectiveness	优	良	中	差

P : “两山论”践行成效综合指数 Comprehensive index of the effectiveness of the “Two Mountains Theory” practice

2.3 冗余分析

冗余分析 (Redundancy Analysis, RDA) 是一种多响应变量回归分析与主成分分析 (PCA) 结合的排序方法, 能够明确探索响应变量矩阵与解释变量矩阵之间的关系, 并在低维的可视化正交排序轴空间直观展示^[47]。

研究响应变量为 4 项土壤侵蚀因子, 解释变量矩阵为 6 项, 分别为 4 项各维度成效因子、1 项总成效因子再加 1 项年度降雨因子, 再以 2005—2020 年度数据为 16 个样本构建矩阵。并利用 OmicShare 工具进行了冗余分析, 并绘制了各变量之间的排序图 (<https://www.omicshare.com/tools>)。由此, 能够量化分析解释变量矩阵中的各因子与响应变量矩阵中的各因子的相关关系及影响程度, 更好地剖析“两山论”践行过程中各项成效与水土治理效应之间的关系。

3 结果与分析

3.1 生态建设成效评估指标及其权重结果

根据“两山论”践行成效评估指标的标准化与权重结果 (表 3), 除了生活垃圾无害化处理率 (C_7) 和一般工业固体废弃物综合利用率 (C_{14}) 外, 各指标在数值上均表现出随时间推移而增加的发展趋势。并且各指标的权重分布相对均衡, 权重值在 0.0336 至 0.0946 之间。其中, 权重最大的三个指标分别为旅游收入占 GDP 的比重、节能环保支出占财政支出的比重和森林覆盖率。而权重最小的三个指标分别为生活垃圾无害化处理率、一般工业固体废弃物综合利用率和环境空气质量 (AQI) 优良率。

3.2 不同维度践行“两山论”的效果评估

在标准化各项评估指标并确定权重后, 通过计算得到各指标在各评估维度中的贡献率 (图 3)。研究表明, 在 2005—2020 年期间, 各指标在四个评估维度中的贡献率分布情况越来越呈现出均衡化发展的趋势。在经济维度中, 林业产值占农林牧渔业总产值的比重和城乡居民收入差距指数所占的比重的贡献率持续降低, 而旅游收入占 GDP 的比重的贡献率持续增加; 在社会维度中, 环境空气质量 (AQI) 优良率 (C_6) 和生活垃圾无害化处理率 (C_7) 的贡献率持续降低, 而人均公园绿地面积 (C_5) 和森林覆盖率 (C_9) 的贡献率持续增加; 在建设维度中, 一般工业固体废弃物综合利用率 (C_{14}) 的贡献率持续降低, 而其他指标的贡献率呈稳定趋势发展; 在学习维度中, 研发经费支出占 GDP 比重 (C_{16}) 的贡献率持续降低, 而节能环保支出占财政支出的比重 (C_{15}) 的贡献率持续增加, 其他指标的贡献率呈稳定趋势发展。

为了进一步了解 2005 年至 2020 年期间开化县“两山论”践行在各个维度的成效, 从各维度视角下分别分析了研究区的“两山论”践行成效 (图 4)。研究表明, 各维度下研究区“两山论”践行成效均呈现显著的上升趋势。从经济维度上看, “两山论”践行所带来的经济增长成效显著, 在 2005—2008 年及 2011—2019 年期间

表 3 建设成效评估指标原始数据标准化与权重结果
Table 3 Standardization of original data and weight results for construction effectiveness evaluation indicators

指标层 C Indicator langer C	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	权重 Weight
C ₁	0.0016	0.0000	0.0352	0.0451	0.0744	0.1247	0.1562	0.1983	0.3082	0.4315	0.5228	0.6068	0.7671	0.8768	1.0000	0.8273	0.0946
C ₂	0.1912	0.3122	0.4097	0.4672	0.0000	0.3544	0.5837	0.6155	0.6747	0.7425	0.8116	0.8145	0.9205	0.9650	1.0000	0.6821	0.0514
C ₃	0.0000	0.0435	0.1141	0.1977	0.2388	0.3180	0.4124	0.4983	0.5412	0.5730	0.5994	0.7094	0.7536	0.8673	0.9652	1.0000	0.0574
C ₄	0.0000	0.0152	0.3370	0.6379	0.3258	0.4956	0.8181	0.8181	0.8458	0.7941	0.8363	0.8493	0.8467	0.8717	0.8937	1.0000	0.0471
C ₅	0.1448	0.0362	0.0000	0.0875	0.0875	0.0980	0.0709	0.2368	0.3967	0.5656	0.6501	0.6094	0.6018	0.8235	1.0000	0.9125	0.0713
C ₆	0.0000	0.3959	0.5939	0.6929	0.7424	0.7671	0.7795	0.7857	0.7888	0.7919	0.9848	0.9391	0.8985	0.9492	0.8731	1.0000	0.039
C ₇	0.7516	1.0000	0.0000	0.9628	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0336
C ₈	0.0000	0.0000	0.0306	0.0913	0.8204	0.8197	0.8302	0.8314	0.8762	0.8879	0.8911	0.9327	0.9699	0.9805	0.9918	1.0000	0.049
C ₉	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2878	0.2878	0.2878	0.5755	0.6763	0.7914	0.7914	0.9353	1.0000	0.9137	0.9137	0.076
C ₁₀	0.0000	0.1148	0.1827	0.6990	0.7652	0.7758	0.7198	0.2887	0.3650	0.4513	0.4713	0.5278	0.5588	0.6522	0.7617	1.0000	0.0488
C ₁₁	0.0000	0.1867	0.2265	0.7051	0.7860	0.8808	0.8590	0.6235	0.6585	0.7365	0.7411	0.7521	0.7570	0.8158	0.8814	1.0000	0.0428
C ₁₂	0.0000	0.0985	0.1031	0.1961	0.3019	0.3402	0.3717	0.4125	0.5268	0.6244	0.6299	0.6035	0.5612	0.8594	1.0000	0.8514	0.0528
C ₁₃	0.0000	0.2951	0.4754	0.6393	0.6885	0.9016	0.9180	0.9344	0.9672	1.0000	0.9672	0.9836	0.9508	0.9180	0.9344	0.9500	0.0401
C ₁₄	0.1641	0.8423	0.9196	0.9842	0.9685	0.9685	0.7233	0.8992	0.8882	0.8748	0.9050	0.0000	0.4851	0.9701	0.9844	1.0000	0.0345
C ₁₅	0.0000	0.0083	0.0060	0.0314	0.1285	0.1413	0.2139	0.2172	0.2168	0.2222	0.4459	0.4719	0.5379	0.7815	1.0000	0.7318	0.0885
C ₁₆	0.0512	0.0000	0.2508	0.4489	0.3526	0.3376	0.0847	0.0862	0.0866	0.8761	0.5910	0.7975	0.7520	1.0000	0.7521	0.3870	0.0686
C ₁₇	0.0530	0.0000	0.0818	0.2470	0.4213	0.6357	0.6941	0.7721	0.8111	0.8307	0.8404	0.8453	0.8502	0.9251	0.9625	1.0000	0.046
C ₁₈	0.0000	0.0000	0.1250	0.1250	0.2500	0.2500	0.5000	0.7500	0.7500	0.8750	0.8750	0.8750	0.8750	1.0000	1.0000	1.0000	0.0553

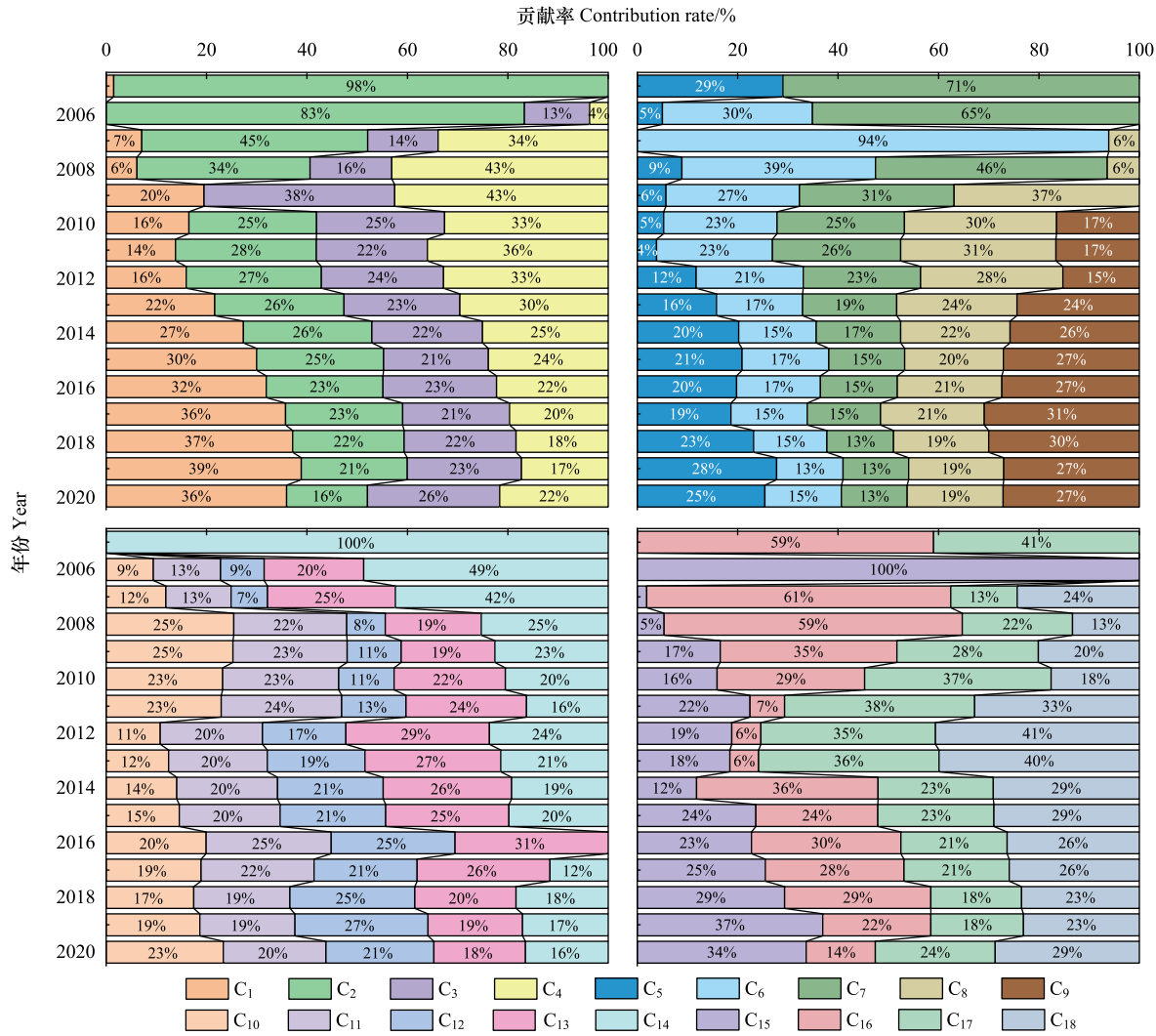


图 3 各维度下评估指标对研究区生态建设整体效果的贡献

Fig.3 Contribution of evaluation indicators in various dimensions to the overall effectiveness of ecological construction in the study area

C₁: 旅游收入占 GDP 的比重; C₂: 林业产值占农林牧渔业总产值的比重; C₃: 人均 GDP; C₄: 城乡居民收入差距指数; C₅: 人均公园绿地面积; C₆: 环境空气质量 (AQI) 优良率; C₇: 生活垃圾无害化处理率; C₈: 污水集中处理率; C₉: 森林覆盖率; C₁₀: 全年亩均化肥施用量; C₁₁: 全年亩均农药施用量; C₁₂: 无公害农产品生产基地面积占耕地面积比重; C₁₃: 万元 GDP 能耗; C₁₄: 一般工业固体废弃物综合利用率; C₁₅: 节能环保支出占财政支出的比重; C₁₆: 研发经费支出占 GDP 比重; C₁₇: 万人拥有公共汽 (电) 车数量; C₁₈: “两山论”建设宣传教育普及率

稳步增长,而在 2009 年和 2020 年期间有所下降。从社会维度上看,开化县“两山论”践行成效在整体上呈上升态势,2007 年出现最低点后又快速上升。从建设维度上看,这一维度相对于其他三个维度成效变化波动较大,总体上呈曲折上升态势。在建设前期,成效呈显著上升态势,到 2010 年至 2012 年期间出现下降趋势,之后 3 年又出现缓慢上升趋势,在 2015 到 2016 年期间再度出现下降情况,但之后又呈现快速的上升趋势。在学习维度总体上也是呈上升趋势。但在第一年期间发展缓慢,呈缓慢下降趋势,随着科技水平不断提升,民众环保意识不断加强,在 2006 到 2019 年期间呈持续上升态势。

3.3 践行“两山论”效果的综合评估

通过对开化县 2005—2020 年践行“两山论”各维度指标进行综合计算,并划分建设成效等级(图 5)。研究发现,开化县“两山论”践行成效整体上呈上升趋势,主要分为四个阶段。开化县在 2008 年进入及格水平,在 2012 年进入良好水平,在 2017 年进入优秀水平。说明经过十几年的探索与建设,开化县“两山论”践行成

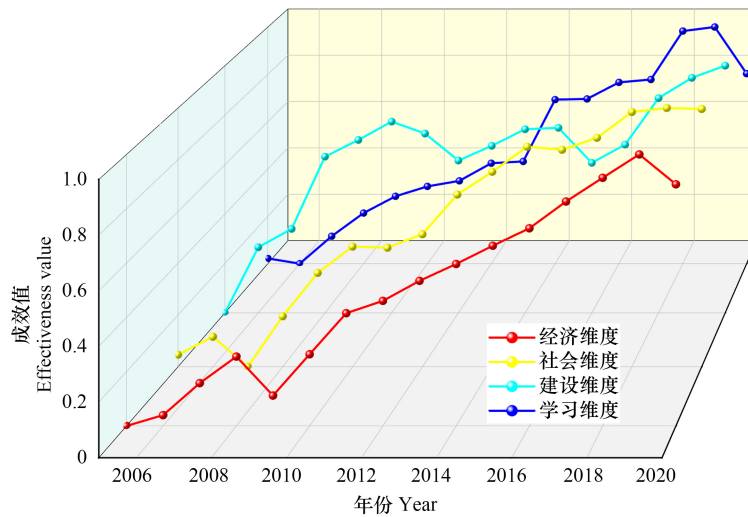


图4 研究区各维度的生态建设成效趋势

Fig.4 Trends of ecological construction effectiveness in various dimensions of the study area

效稳步提升。在各年度建设成效的变化特征方面,分别在 2007—2008 年、2013—2014 年、2017—2018 年期间上升幅度较大,其他年份上升幅度较为平缓,并在 2019—2020 年期间略有下降。

3.4 践行“两山论”的效果与水土保持之间的对应关系
各维度下“两山论”践行成效、综合成效和降水量与研究区土壤侵蚀程度的关系如图 6—7 所示。第一维度的 RDA 贡献率为 94.56%,第二维度的 RDA 贡献率为 3.94%,两个维度的 RDA 累积贡献率为 98.5%,即说明该两个维度的 RDA 分布图基本可以标准研究区“两山论”践行成效、综合成效和降水量与研究区土壤侵蚀程度的关系的绝大部分信息。

以年份为样本,采用聚类的方式分别表征不同年份下研究区“两山论”践行成效、综合成效和降水量与研究区土壤侵蚀程度的归类关系。研究表明,各样本(年份)表现出一定的空间集聚特征,且该集聚特征与“两山论”践行综合成效的划分结果的分布特征几乎一致,即 2005、2006、2007 三年对应于“两山论”践行综合成效的划分结果中差等级,2008、2009、2011、2013 对应于“两山论”践行综合成效的划分结果中及格等级,2014、2015、2016、2017 对应于“两山论”践行综合成效的划分结果中良好等级,2018、2019 和 2020 对应于“两山论”践行综合成效的划分结果中优秀等级。且各样本(年份)在起点和微侵蚀连线方向上的投影,基本与时间发展顺序一致,表明研究区“两山论”践行成效与水土治理成效在整体上表现出发展的一致性,即说明研究区在“两山论”践行的过程中,也有效促进了研究区水土治理效应的发展。

从响应变量上看,剧烈侵蚀、强侵蚀和中等侵蚀三者之间表现出紧密的正相关性,而该三者与微侵蚀之间均表现出强烈的负相关性。各维度下“两山论”践行成效、综合成效和降水量均在一定程度上与微侵蚀之间均表现出正相关性,而与剧烈侵蚀、强侵蚀和中等侵蚀三个响应变量表现出一定程度的负相关性。经济维度和综合成效与微侵蚀之间相关性最高,其次是社会维度和成长维度,然后是建设维度,最后是降水量。

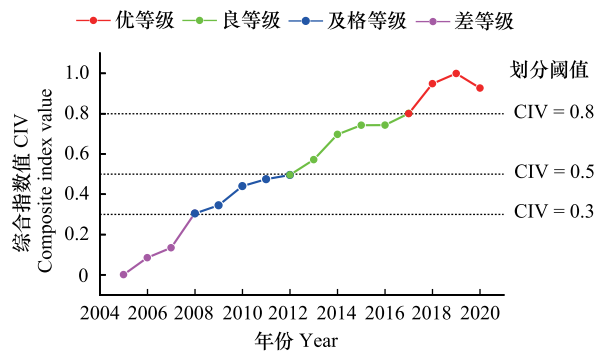


图5 研究区生态建设的综合成效

Fig.5 Comprehensive ecological construction effect in the study area

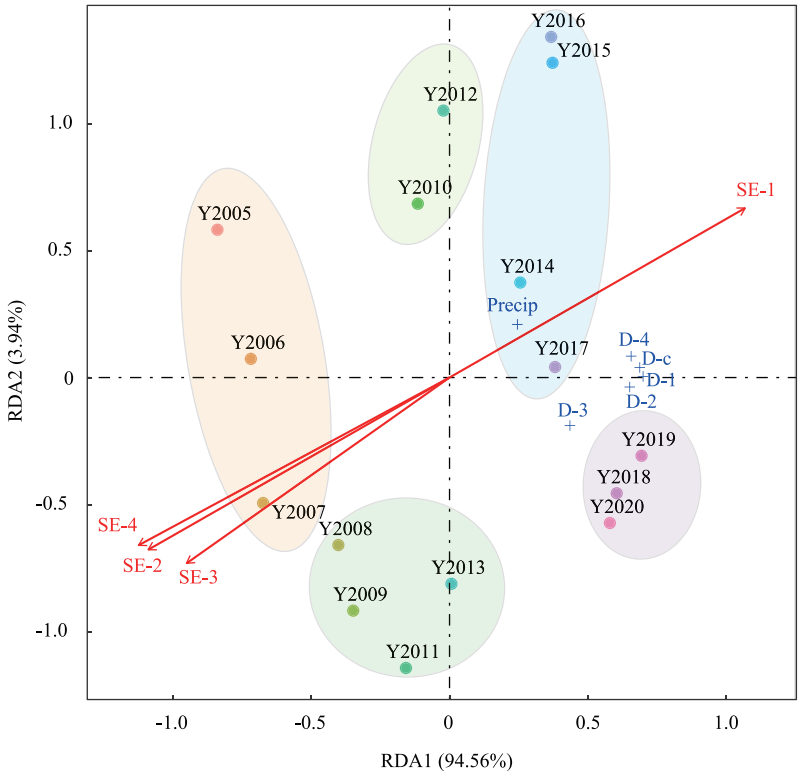


图 6 研究区不同年度(样本)的聚类分析结果

Fig.6 Clustering analysis results of different years (samples) in the study area

Y2005—Y2020 为 2005—2020 年;SE-1:轻微水土流失 Slight soil erosion;SE-2:中度水土流失 Moderate soil erosion;SE-3:重度水土流失 Severe soil erosion;SE-4:极度水土流失 Extreme soil erosion; RDA1:第一维度冗余分析 Redundancy Analysis 1, RDA2:第二维度冗余分析 Redundancy Analysis 2

4 讨论

4.1 践行“两山论”的生态建设成效

通过分析 4 个维度的生态建设成效趋势(图 6),可以发现开化县“两山论”的实践成效在 4 个维度上都呈上升趋势。从 2005 年到 2006 年,“两山论”的建设在社会维度上更有效,其次分别是建设维度、经济维度和学习维度。可以看出,在实践“绿水青山就是金山银山”理论的初期,开化县把重点放在生态立县战略上,以保护生态环境和改善民生。2005 年,开化县推动实施了《开化县生态县总体规划》,环境保护事业得到加强。年末共有 17 个生态示范镇,其中省级生态镇 3 个,生态村 24 个,绿色社区 4 个。由于“两山”的理论概念在 2005 年刚刚提出,人们对它的理解有限,学习方面的成效指数在下降。此外,由于宣传不够,人们对“两山论”的实践缺乏一定的关注。从 2006 年到 2012 年,生态建设成效在学习维度上呈现出持续上升的趋势,这也验证了之前的结论,即公众认知对生态建设尤为重要^[48]。然而,其他三个维度则呈现出整体上升的趋势,并在中期出现了下降。其中,2007 年至 2012 年,建设维度的有效性指数远高于其他维度,而经济维度的有效性在 2009 年出现了明显下降。其原因是受全球金融危机的影响,国内外市场需求减弱,主要工业产品价格大幅下跌。特别是硅工业产品价格大幅下降,长期在低位运行,导致工业经济效益大幅下滑,工业增加值增速放缓,制约了地区 GDP 的增长。从 2012 年到 2015 年,社会层面有了突破性进展,其效益大于其他三个层面。直到 2019 年,它继续呈现上升趋势,达到最高点。长期以来,生态是开化县的立身之本,生态建设和环境保护必须持之以恒、常抓不懈。生态保护区的经济、旅游、环境的协调发展一直备受关注^[13, 22]。开化县确立了“生态产业化、产业生态化”的发展理念,着力打造钱江源生态文化休闲旅游度假区。从 2015 年到 2020 年,开化县

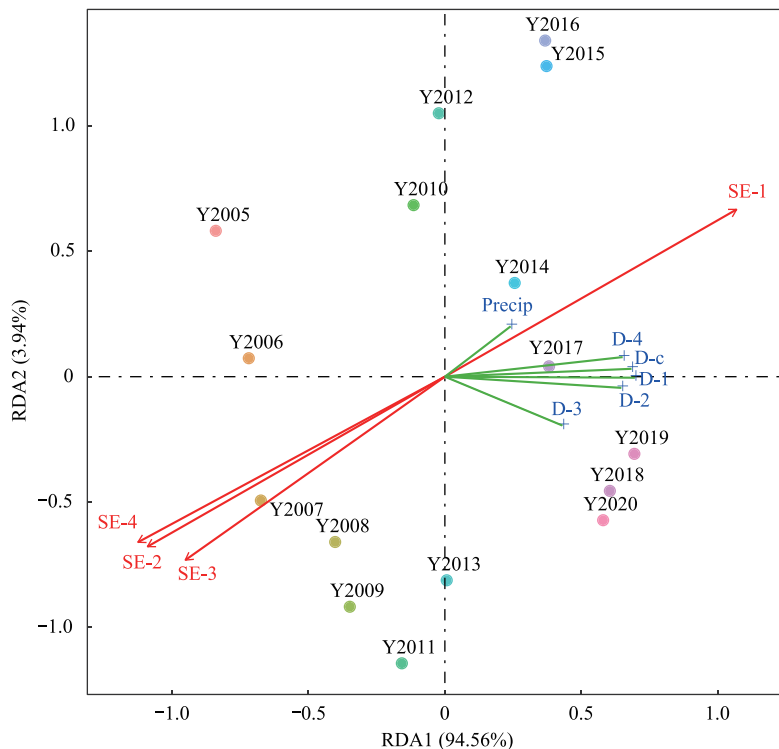


图7 研究区生态建设成效与水土流失程度的对应关系分析结果

Fig.7 Analysis results of the correspondence between ecological construction effectiveness and soil and water loss in the study area

D-1:经济维度 Economic dimension;D-2:社会维度 Social dimension;D-3:建设维度 Construction dimension;D-4:学习维度 Learning dimension;D-c:综合成效 Comprehensive effectiveness,Precip: 年平均降水量 Annual average precipitation

在践行“两山论”的过程中,社会维度取得了显著成效,经济维度的成效从2015年开始高于建设维度,到2020年两者的差距逐步缩小。近年来,开化县以绿色发展为己任,将生态优势转化为产业优势,不断激发农村内生动力,加快推进由绿变金、由金变绿两个转化通道。

通过对开化县2005—2020年“两山论”实践的综合成效分析(图7),2005—2008年是开化县“两山论”实践的起步阶段,其转化成效较差。2008—2013年,开化县开始了“两山论”实践的发展阶段,通过不断挖掘独特的资源优势,积累了一定的实践探索经验。这一阶段的生态建设成效处于中等水平。随着“两山论”实践的不断深入,其生态建设成效有了质的提升。2013年至2018年期间,开化县进入快速发展和完善阶段,其生态建设成效呈现良好状态。2018年后,生态建设已发展到成熟阶段,形成了具有开化特色的“两山论”实践路径,其转化成效优异。总的来说,从2005年到2019年,总体呈快速上升趋势,主要是随着“两山论”的提出,开化县依托独特的自然环境优势,在浙江推进生态省建设和国家生态文明制度建设的道路上,一直发挥着先锋模范作用。此外,开化还率先进行了系统的实践部署,是落实“两山论”的现实推动者。一方面,开化县早在20年前就率先提出了生态立县战略,县域发展战略正式从“以工业为主”转向“生态立县”。这一举措为开化县的生态建设奠定了基础,所以开化县的绿水青山就是金山银山的实践成效自2005年以来呈现出上升趋势。另一方面,开化县顺应新时代的发展要求,最早开始了“两山论”的系统部署。其中,2019年生态建设成效达到最高值,但2020年以后,由于受到COVID-19流行病的严重影响,开化县的生态建设成效略呈明显下降趋势。

4.2 践行“两山论”对水土保持的影响

开化县的地形以丘陵为主,属亚热带季风气候,降雨量丰富。该地区的水土流失主要是指土壤表层及其母质在水力作用下被剥离、冲刷和搬运、流失的过程。因此,本研究选择各等级的土壤侵蚀指数来表征该地区

的水土保持效果。划定生态保护区的主要任务是针对性地保护区域生态安全^[22, 49]。作为浙江省最大河流钱塘江的源头,开化县“两山论”践行的一个重要目标是有效管理该地区的水土保持问题。通过预防和治理水土流失,可以有效避免河床淤积,降低钱塘江下游地区的洪峰,从而保证水利设施的正常运行,确保下游居民的生命安全。

水土保持水平是衡量流域生态管理的一个重要指标,因此,生态建设能够提升水土保持能力是有道理的^[36, 50]。根据“两山论”的实践效果与水土保持效果的冗余分析结果(图6),综合效果和各维度效果与轻微水土流失在一定程度上呈现正相关,而与中度水土流失、重度水土流失、极度水土流失等响应变量在一定程度上呈现负相关。此外,根据各样本(年份)从原点到轻微侵蚀的矢量方向的投影结果(图6),样本与它们的时间发展顺序基本一致。这一结果表明,在研究区践行“两山论”,也有效地促进了水土保持效果的发展。这与传统的认识不同,即社会经济发展将以牺牲生态环境为代价,特别是城市化的快速发展,难以避免牺牲人居环境质量^[51]。在践行“两山论”的过程中,对项目区的土地进行改良,有效保护现有植被,完善水土保持设施。通过增加地表植被,增强蓄水保墒的功能,使土地抵御自然灾害的能力明显增强,从而有效控制生态脆弱地区的水土流失^[35, 36]。

研究区的降水与轻微水土流失之间呈现正相关关系,但相关程度不如生态建设的综合成效和各维度成效高(图6)。传统意义上,降水当然会加速土壤侵蚀。但需要注意的是,只有暴雨才会对土壤侵蚀程度产生明显影响,而年平均降水量与土壤侵蚀不一定有很强的相关性。在评价各维度的实践效果时,发现经济维度与轻微水土流失的相关性最高(图7),说明一方面随着生态建设成本的不断投入,通过完善水土保持设施,水土流失得到有效控制。而另一方面,随着地表蓄水保墒能力的提高,土地抵御自然灾害的能力明显增强,从而改善了生活环境,促进了当地经济的可持续发展。

4.3 展望

本研究旨在系统评价“两山论”的实践成效和发展特点,进一步探讨钱塘江源头地区生态建设成效与水土保持效果的对应关系,为拓宽践行“两山论”的渠道,以精准的政策推动“两山论”践行试点的生态建设提供参考。但是,由于时间跨度大,初步构建的评价指标体系中的一些创新指标难以获得完整数据,如有机农产品产值占农业总产值的比例、生态加工业产值占工业总产值的比例、人均 GEP、公众对践行“两山论”成效的满意度等。这些指标在评价践行“两山论”的成效时具有一定的代表性和典型性,在一定程度上影响了研究结果的适用性和准确性。同时,在分析生态建设成效与水土保持效果的关系时,虽然研究中考虑了年降水量这一因素,但缺少对研究期间极端气候的考虑。例如,干旱、洪水、高温热浪、低温冷害等极端气候会增加研究区的水土流失强度,从而部分抵消了“两山论”的实践所带来的水土保持效果。在进一步的研究中,一方面要探索创新指标,准确评价“两山论”践行的成效。另一方面,在分析践行“两山论”的效果与水土保持效果之间的关系时,应剔除极端气候对研究区水土流失的影响。

5 结论

本研究引入平衡计分卡,构建了评价践行“两山论”成效的指标体系,有效评估了钱塘江源头地区开化县 2005—2020 年的生态建设发展特征。此外,通过冗余分析进一步探讨了生态建设成效与水土保持效果之间的对应关系。本研究发现,经过 16 年(2005—2020 年)“两山论”的实践,研究区各维度下的生态建设成效总体上呈现出明显的上升趋势,但上下波动的趋势和幅度有所不同。四个考核维度中各指标的贡献率分布越来越呈现出均衡发展的趋势。表明开化县坚持把践行“两山论”的成效落实到满足社会经济和人民福祉上,把发展的速度和效益与群众的共享和受益有效结合起来。开化县 2005—2020 年的生态建设综合成效可分为四个阶段。即 2005—2007 年处于较差阶段,2008—2011 年进入合格阶段,2012—2016 年进入良好阶段,2017—2020 年进入优秀阶段。表明随着“两山论”的不断深入实践,其建设成效已从探索阶段发展到成熟阶段,试点工作取得了重大胜利。同时,根据生态建设成效与水土保持效果的对应关系,综合生态建设成效和各维度的

生态建设成效都在一定程度上呈现正相关,并有轻微的侵蚀,说明在研究区践行“两山论”也有效促进了水土保持效果的发展。

参考文献 (References):

- [1] Wang X, Lei P. Does strict environmental regulation lead to incentive contradiction? -Evidence from China. *Journal of Environmental Management*, 2020, 269: 110632.
- [2] Ma G X, Wang J N, Yu F, Yang W S, Ning J, Peng F, Zhou X F, Zhou Y, Cao D. Framework construction and application of China's Gross Economic-Ecological Product accounting. *Journal of Environmental Management*, 2020, 264: 109852.
- [3] Ma L D, Hong Y X, Chen X H. Can green economy and ecological welfare achieve synergistic development? The perspective of the “two mountains” theory. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(11): 6460.
- [4] Bai Y T, Wang Q, Yang Y L. From pollution control cooperation of lancang-mekong river to “two mountains theory”. *Sustainability*, 2022, 14(4): 2392.
- [5] 郭亚军, 冯宗宪. “绿水青山就是金山银山”的辩证关系及发展路径. *西北农林科技大学学报: 社会科学版*, 2022, 22(1): 8-14.
- [6] 范桂生, 王健. “两山理论”义利之辨思想研究. *南京林业大学学报: 人文社会科学版*, 2020, 20(4): 56-63.
- [7] Chai K C, Huang Y, Chang K C, Hu W J. Can environmental regulation reduce labor costs and improve business performance? evidence from the air quality index. *Frontiers in Public Health*, 2020, 7: 398.
- [8] Li H P, Luo L, Zhang X, Zhang J B. Dynamic change of agricultural energy efficiency and its influencing factors in China. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, 2021, 19(4): 311-320.
- [9] 郝兆印, 王成新, 白铭月, 邓祥征, 窦旺胜, 于尚坤. “两山论”: 人地关系理论的中国实践与时代升华. *中国人口·资源与环境*, 2022, 32(3): 136-144.
- [10] 陈梅, 纪荣婷, 刘溪, 刘臣伟, 苏良湖, 张龙江. “两山”基地生态系统生产总值核算与“两山”转化分析——以浙江省宁海县为例. *生态学报*, 2021, 41(14): 5899-5907.
- [11] 谭长峰, 周向军. “两山论”对马克思物质变换理论的继承和发展. *中南林业科技大学学报: 社会科学版*, 2021, 15(6): 21-28.
- [12] 尹铎, 朱竑. “两山论”与旅游情境下自然的商品化. *旅游学刊*, 2020, 35(10): 8-9.
- [13] Wang X H, Zhang X N. Study on the coordinated development of economy, tourism, and eco-environment in Sanjiangyuan. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 2022: 9463166.
- [14] Wu F, Zhang L. Research on ecological asset accounting and ecological product value realization strategy in Fujian Province. Beijing: Science Press, 2020.
- [15] 杜映妮, 周怡雯, 李朝霞, 姜海, 郭忠录. 丹江口库区不同降雨类型下典型植被措施的水土保持效应. *水土保持学报*, 2023, 37(2): 51-57, 66.
- [16] Deng X Z, Wang G F, Song W, Chen M X, Liu Y J, Sun Z G, Dong J W, Yue T X, Shi W J. An analytical framework on utilizing natural resources and promoting urban-rural development for increasing farmers' income through industrial development in rural China. *Frontiers in Environmental Science*, 2022, 10: 865883.
- [17] Aronson J, Clewell A, Moreno-Mateos D. Ecological restoration and ecological engineering: complementary or indivisible? *Ecological Engineering*, 2016, 91: 392-395.
- [18] Pătru-Stupariu I, Hossu C A, Grădinaru S R, Nita A, Stupariu M S, Huzui-Stoiculescu A, Gavrilidis A A. A review of changes in mountain land use and ecosystem services: from theory to practice. *Land*, 2020, 9(9): 336.
- [19] 王丹阳, 李忠武, 陈佳, 王凌霞, 胡晓倩. 中国水土保持区划——回顾、思考与展望. *水土保持学报*, 2018, 32(5): 8-17.
- [20] Moreno-Mateos D, Alberdi A, Morriën E, van der Putten W H, Rodríguez-Uña A, Montoya D. The long-term restoration of ecosystem complexity. *Nature Ecology & Evolution*, 2020, 4: 676-685.
- [21] Guan Y J, Zhou W, Bai Z K, Cao Y G, Wang J. Delimitation of supervision zones based on the soil property characteristics in a reclaimed opencast coal mine dump on the Loess Plateau, China. *The Science of the Total Environment*, 2021, 772: 145006.
- [22] Sun M Y, Li X H, Yang R J, Zhang Y, Zhang L, Song Z W, Liu Q, Zhao D. Comprehensive partitions and different strategies based on ecological security and economic development in Guizhou Province, China. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 274: 122794.
- [23] 周谷平, 倪好, 董雪兵. “绿水青山就是金山银山”理念促进区域协调发展的三重路径与要素支撑. *浙江大学学报: 人文社会科学版*, 2021, 51(6): 149-156.
- [24] 张琨, 吕一河, 傅伯杰, 尹礼唱, 于丹丹. 黄土高原植被覆盖变化对生态系统服务影响及其阈值. *地理学报*, 2020, 75(5): 949-960.
- [25] 王凯. 两山论、两条底线与自然资源治理. *中国环境管理*, 2019, 11(4): 99-104.

- [26] 张翀, 王静, 雷田旺, 马玲, 宋佃星. 退耕还林工程以来黄土高原植被覆盖与地表湿润状况时空演变. 干旱区研究, 2018, 35(6): 1468-1476.
- [27] Liu B Y, Xie Y, Li Z G, Liang Y, Zhang W B, Fu S H, Yin S Q, Wei X, Zhang K L, Wang Z Q, Liu Y N, Zhao Y, Guo Q K. The assessment of soil loss by water erosion in China. *International Soil and Water Conservation Research*, 2020, 8(4): 430-439.
- [28] Benaud P, Anderson K, Evans M, Farrow L, Glendell M, James M R, Quine T A, Quinton J N, Rawlins B, Jane Rickson R, Brazier R E. National-scale geodata describe widespread accelerated soil erosion. *Geoderma*, 2020, 371: 114378.
- [29] Jean P. Soil erosion in the Anthropocene: research needs. *Earth Surface Processes and Landforms*, 2018, 43(1): 64-84.
- [30] Ostrom E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 2009, 325(5939): 419-422.
- [31] Erol A, Randhir T O. Watershed ecosystem modeling of land-use impacts on water quality. *Ecological Modelling*, 2013, 270: 54-63.
- [32] Wang J, Zhou W, Guan Y J. Optimization of management by analyzing ecosystem service value variations in different watersheds in the Three-River Headwaters Basin. *Journal of Environmental Management*, 2022, 321: 115956.
- [33] 鲁仕宝, 王少华, 裴亮, 邓伟升, 唐鸿磊. 基于 LMDI 模型的黄河中游城市群水土资源利用影响因素分析. 水土保持学报, 2024, 38(1): 140-148.
- [34] Du X, Jian J S, Du C, Stewart R D. Conservation management decreases surface runoff and soil erosion. *International Soil and Water Conservation Research*, 2022, 10(2): 188-196.
- [35] 胡秀娟, 徐涵秋, 郭燕滨, 张博博. 水土流失区生态修复后植被健康的遥感判别. 应用生态学报, 2017, 28(1): 250-256.
- [36] Yan R, Zhang X P, Yan S J, Chen H. Estimating soil erosion response to land use/cover change in a catchment of the Loess Plateau, China. *International Soil and Water Conservation Research*, 2018, 6(1): 13-22.
- [37] 白中科, 师学义, 周伟, 王金满, 赵中秋, 曹银贵. 人工如何支持引导生态系统自然修复. 中国土地科学, 2020, 34(9): 1-9.
- [38] 刘国彬, 杨勤科, 陈云明, 张文辉, 许明祥. 水土保持生态修复的若干科学问题. 水土保持学报, 2005, 19(6): 126-130.
- [39] Bai Z, Liu X, Fan X, Zhu C, Yang R. Bio-Geotechnologies for Mine Site Rehabilitation, Chapter 18-Ecological Reconstruction Research and Practice in the Large Open-Pit Coal Mine of the Loess Plateau, China. Amsterdam: Elsevier, 2018.
- [40] Biddoccu M, Guzmán G, Capello G, Thielke T, Strauss P, Winter S, Zaller J G, Nicolai A, Cluzeau D, Popescu D, Bunea C, Hoble A, Cavallo E, Gómez J A. Evaluation of soil erosion risk and identification of soil cover and management factor (C) for RUSLE in European vineyards with different soil management. *International Soil and Water Conservation Research*, 2020, 8(4): 337-353.
- [41] 申草, 任宗萍, 李鹏, 王凯博, 鲁克新, 任正龔, 魏小燕. 宁夏水土保持生态补偿优先区识别. 干旱区研究, 2023, 40(9): 1527-1536.
- [42] 江晓军, 史上智, 周宏春, 杨志. 近三十年中国可持续发展研究热点、演化趋势与未来展望: 基于 CiteSpace 知识图谱的分析. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(3): 148-159.
- [43] Sigalas C. Empirical investigation of balanced scorecard's theoretical underpinnings. *Journal of Accounting & Organizational Change*, 2015, 11(4): 546-572.
- [44] Kraus K, Lind J. The impact of the corporate balanced scorecard on corporate control—a research note. *Management Accounting Research*, 2010, 21(4): 265-277.
- [45] 赖承义, 左舒翟, 任引. 不同生态修复措施和环境因素对亚热带红壤区针叶纯林坡面水土保持功能的影响. 生态学报, 2021, 41(12): 4913-4922.
- [46] 李宗善, 杨磊, 王国梁, 侯建, 信忠保, 刘国华, 傅伯杰. 黄土高原水土流失治理现状、问题及对策. 生态学报, 2019, 39(20): 7398-7409.
- [47] 刘书颖, 张翔, 徐晶, 谷芳华, 贾海峰. 基于冗余分析的城市河湖水污染成因及尺度效应. 中国环境科学, 2022, 42(10): 4768-4779.
- [48] Lewis S E, Popp J S. Public perception of ecosystem integrity of an Ozark watershed. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2013, 68(2): 89-98.
- [49] Lu S B, Bai X, Li W, Wang N. Impacts of climate change on water resources and grain production. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, 143: 76-84.
- [50] Fallah M, Kavian A, Omidvar E. Watershed prioritization in order to implement soil and water conservation practices. *Environmental Earth Sciences*, 2016, 75(18): 1248.
- [51] Tang F, Wang L, Guo Y Q, Fu M C, Huang N, Duan W S, Luo M, Zhang J J, Li W, Song W. Spatio-temporal variation and coupling coordination relationship between urbanisation and habitat quality in the Grand Canal, China. *Land Use Policy*, 2022, 117: 106119.