

# 石漠化治理背景下木工河流域的 ERE 复合系统协调调度研究

罗嘉颖<sup>1</sup>

(安顺开放大学 贵州安顺 561000)

**摘要:** 通过建立指标体系、协调度计算,以近 21 年数据为例探索木工小流域石漠化治理的资源-环境-经济(ERE)复合系统的发展水平及协调度。分析得出:木工河流域石漠化工作治理工作的开展,对流域有着积极作用,改变了流域之前向无序化方向发展,虽然恢复缓慢,但效果比较明显,表现在环境发展水平比治理前有较大提高,经济发展平得到改善。各系统间的联系更加紧密,发展更加协调,把木工流域从失调、濒临失调的地步改变成勉强协调的关系。

**关键词:** ERE 复合系统石漠化治理协调度

高质量发展的今天,经济不再是评价社会发展的唯一指标,而是要综合考虑环境、资源、社会经济的协调发展。石漠化地区生态脆弱,具有对外界干扰敏感性较强、抵抗力小、受干扰后变化大、恢复原来功能的能力较弱等特点,并且自身环境退化明显,在长期人类活动作用下更容易发生严重的环境冲突,同时经济发展与该地区的生境存在经济贫困-生态恶化-经济更加贫困的矛盾。所以,建立一个适合于小流域石漠化治理 ERE 复合系统发展评价模型体系,并通过评价后在充分认识该区域协调程度的基础上,制定合理的经济计划与环境治理措施,是石漠化地区面临的现实问题。

## 1 木工小流域概况

木工小流域位于贵州省关岭布依族苗族自治县(以下简称关岭县)东南,隶属珠江支流北盘江流域,流域介于 U、V 型谷间,无地表径流。涉及板贵乡的 7 个村,18 个组,流域面积 12.93km<sup>2</sup>,以轻度石漠化为主,中度次之,强度最小。地表起伏,相对高差悬殊,最高海拔 1455.3m,最低海拔 601.6m,坡度较陡;气候炎热,年平均气温 19℃,无霜期 339 天,无低于零下 3℃的霜冻期;热量资源丰富;太阳辐射在 90.00kcal/cm<sup>2</sup>年以上。气温差异明显,大于 17℃。年总降雨量 1205.10mm,降雨分布季节不均匀,主要集中在 5 至 8 月,冬春旱情严重。土壤以黄壤、黄色石灰土为主,土层厚薄不均,呈中性至碱性。土地贫瘠,水资源缺乏。森林覆盖率低,在村寨的四周有少许林地,山的下半坡有疏灌林和荒草坡,其余大部分地区由于长期而强烈的水土流失,基岩裸露,石漠化十分严重,属典型的石漠化区,裸地面积比重达 27.79%。

木工小流域中木工村是花江石漠化治理示范区的一部分,自“九五”规划以来就对木工村进行石漠化治理。在治理工作开展中,进行了水池修建,土地整改和经济作物的引种。在 1995 年开始大量引种油桐,砂仁。2000 年,开始引种花椒,木工村居民在房前屋后、石旮旯地或者闲置的土地上种植花椒,种植的农户和面积逐年增多,并发展为当地重要经济作物。2018 年,关岭政府对木工流域进行修编规划治理,为期三年,此次治理在整个流域内全方位展开,主要采取工程措施和生物措施。

## 2 小流域石漠化治理的 ERE 系统评价指标体系构建与协调度计算

### 2.1 ERE 复合系统

小流域石漠化治理的 ERE 复合系统是一个开放的复杂系统,包含三大子系统——资源子系统、环境子系统、经济子系统。根据耗散结构以及小流域石漠化现状,整个流域的系统关系如图 1。环境子系统是复合系统的核心,它是资源的载体,经济的支持空间,是流域内生物活动的三维立体空间。开放系统与外界通过人类活动进行着物质、信息交流。对小流域石漠化地区,修建公路,外区生活垃圾、矿渣、废水的转移堆放、排放等对造成流域内植被破坏、土地污染等对环境的破坏;在

政府的领导下对小流域石漠化地区进行治理、土地利用规划等有助于流域内环境的改善,这点对石漠化治理区有着极其重要的作用。如今资源的输出与引入变得十分频繁,特别是矿产与水资源,电、煤气等的使用,减弱了当地人对自然的索取。流域内的经济总的是外部输入大于内部输出,务工、政府及社会各界的帮扶是主要的外部经济输入。流域系统与外界存在诸多的复杂关系,但对于生态脆弱的经济落后地区,内部系统依旧是 ERE 复合系统的中心。

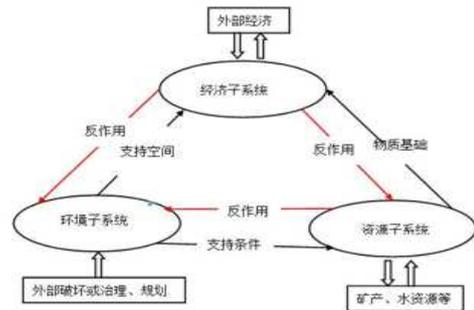


图 1 小流域石漠化治理区 ERE 复合系统关系图

### 2.2 小流域石漠化 ERE 复合系统指标体系建立

通过专家打分法,建立小流域石漠化 ERE 复合系统基础评价指标体系,以《安顺年鉴》、贵州水文地质图、安顺市政府工作报告等相关统计资料为数据源。用直线型无量纲化方法对原始数据进行同度量处理,运用 SPSS19.0 数据统计软件,进行指标删减和归并及权重量化,建立 ERE 复合系统最终评价指标体系。

ERE 复合系统共 3 个子系统层指标。资源子系统包括资源条件、资源生产、资源耗费 3 个准则层指标,其中资源条件有水资源(X1)、气候资源(X2)、土地资源(X3)、地形地质资源(X4)、林草资源(X5)等 5 个指标层,资源生产有矿产开发(X6)和能源生产(X7)2 个指标层,资源耗费有耗用总量(X8)、耗用均量(X9)、耗用效率(X10)及循环利用(X11)4 个指标层。环境子系统包括环境水平、环境压力、环境投入 3 个准则层指标,其中环境水平有生态容量(Y1)、环境效应(Y2)、环境容量(Y3)3 个指标层,环境压力有人口压力(Y4)、人口素质(Y5)、生态退化(Y6)、环境污染(Y7)、环境破坏(Y8)5 个指标层,环境投入有环境治理(Y9)、环保投入(Y10)及科技投入(Y11)3 个指标层。经济子系统包括产业水平、产业结构、产业效益、政府投入 4 个准则层指标,其中产业水平有产业总值(Z1)和人均值(Z2)2 个指标层,产业结构有产业比重(Z3)、就业率(Z4)和经济效益(Z5)3 个指标层,产业效益有社会效益(Z6)和环境效益(Z7)2 个指标层,政府投入有环境投入(Z8)和社会生活投入(Z9)2 个指标层。

通过对 2013 年木工小流域的数据整理,应用 SPSS19.0 软

件和 AHP 层次分析方法, 得出 ERE 复合系统的指标层权重值, 见表 1、表 2、表 3:

表 1 资源子系统各指标的权重

X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>
0.131	0.071	0.098	0.011	0.093	0.009	0.081	0.111	0.056	0.075	0.067

表 2 环境子系统各指标的权重

Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>	Y <sub>8</sub>	Y <sub>9</sub>	Y <sub>10</sub>	Y <sub>11</sub>
0.099	0.077	0.098	0.100	0.071	0.055	0.042	0.087	0.099	0.098	0.096

表 3 环境子系统各指标的权重

Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Z <sub>6</sub>	Z <sub>7</sub>	Z <sub>8</sub>	Z <sub>9</sub>
0.040	0.045	0.037	0.073	0.064	0.071	0.087	0.031	0.058

2.3 计算经济、资源、环境综合发展水平

本文采用加权线性和法:

$$X_i = \sum_{j=1}^n \omega_j x_j \quad (1)$$

2.4 计算协调度

协调度公式建立是基于效益理论与平衡理论的理论基础上建立的。效益理论是指社会经济效益、环境效益、资源效益三个方面必须同步发展, 使综合效益最大。平衡理论是指三种效益保持一种平衡状态, 任何一种效益的增加不能以另一种效益的降低为代价。在这种状态下, 表现出一种复合效益。通常以三种效益之和表示综合效益, 之积表示复合效益。在综合效益最大的基础上, 求得最大复合效益。构造其公式:

$$C = (X \cdot Y \cdot Z) / (X + Y + Z)^2 \quad (2)$$

其中, C:ERE 复合系统的协调度; X, Y 和 Z 资源子系统的发展水平, 环境子系统的发展水平, 经济子系统的发展水平。

用平均效益指数代替综合效益指数, 对 C 进行标准化处理。如下式所示:

$$C = [(X \cdot Y \cdot Z) / ((X + Y + Z) / 3)^3]^k \quad (3)$$

式中: k 为调整系数, 一般取 k=6; 协调度 C 都是介于 0~1 之间, 当 C=1 时协调度极大, 系统走向新的序结构; 当 C=0 时, 协调度极小, 系统的有序崩溃, 系统将向无序发展。协调度等级的划分 (见表 4)。

表 4 协调度等级的划分

协调度	0-0.3	0.4-0.4	0.5-0.5	0.6-0.6	0.7-0.7	0.8-0.8	0.9-1.0
协调等级	9	9	9	9	9	9	9
	失调	濒临失调	勉强协调	初级协调	中级协调	良好协调	优质协调

3 木工流域治理的 ERE 系统的联系

3.1 ERE 复合系统发展水平及协调度

由公式 (1)、(2)、(3) 计算出木工流域的系统协调度。木工流域内, ERE 复合系统中各个子系统协调度较差, 还未达到理想的协调状态。由图 9、表 6 可得到, 2009 年之前, 木工流域内的各个子系统发展水平低、差异明显, 表现为资源子系统发展水平在 0.65—0.70 之间, 环境子系统发展水平在 0.57—0.65 之间, 经济子系统在 0.30—0.40 之间; 2009 年后, 流域部分地区石漠化工作开展, 资源子系统发展水平在 0.70—0.82 之间, 环境子系统发展水平在 0.65—0.99 之间, 经济子系统在 0.40—0.55 之间。2009 之前, 木工协调度以濒临失调、失调的状态; “九五”规划后其协调度由濒临失调逐步转变为勉强协调没, 2010 年至 2022 年流域内出现持续初级协调。

3.2 量变因子分析

(1) 以资源子系统为量变因子。木工小流域资源资源子系统发展较为低稳, 主要的资源为水、土。从 2002 至 2009 年, 水土流失、土地退化、石漠化加剧、植被覆盖率递减, 随之环境同步恶化, 经济状况低迷。2009 年, 以木工村治理示范, 带

动了周围地区的效仿, 资源的开发利用, 特别是沼气的普及、引种高产弄作物、引种经济植被, 在一定程度上改善得到了环境, 经济得到提升。2018 年通过规划实施治理后, 相应的工程、生物措施后, 水土流失减轻、石漠化得到控制、林草覆盖率比重大, 环境大幅改善, 农民从中获利。

(2) 以环境子系统为量变因子。环境系统是 ERE 复合系统中的核心, 它是资源系统的载体、经济系统的支持空间, 它的变化深刻地影响着经济的发展。木工流域的环境系统主要受石漠化的影响, 石漠化的程度、范围决定了环境的好坏, 石漠化工作的开展, 最终的目的是改善生态环境。2002 年至 2008 年, 环境恶化, 流域内树木殆尽, 土壤侵蚀模数超过 3000t/km<sup>2</sup>.a。流域内协调度已接近失调,

(3) 以经济子系统为量变因子。木工流域以传统的依靠土地的自然经济为主, 紧张的人地矛盾导致当地居民不断向其空间索取, 落后的经济、脆弱的环境致使环境——经济进入恶性循环。现代科技的加入, 使得单位土地产量增加, 随之投入成本也加大。经济的发展在政府的扶助下步伐加快, 但其自身所创造的经济并未投入到环境的治理, 政府是石漠化治理的主要角色, 石漠化治理中以政府为导向, 引导农民积极参与, 引种经济植被, 对环境产生影响。

(4) 水制约因子

水资源是流域内的公共制约因子, 由于岩溶发育, 地表水缺乏, 依靠收集降雨为生活用水。紧张的人地矛盾、劳动积极性提高, 对自然的索取力度加大, 又由于喀斯特岩溶地区生态脆弱, 环境破坏严重, 水土流失严重, 导致地下水位不断下降。使环境恶化, 生产生活受到严重影响。

(5) 土地制约因子

木工流域内是以传统的自然经济为主, 农民依靠土地生存, 对土地的依附程度高, 然而早期的人地压力使得环境遭受破坏, 流域水土流失严重, 特别是地下水位的下降, 形成了土在楼上、水在楼下的格局, 水土配合较差。严重制约了流域的经济发展、石漠化工作治理。

综上所述, 环境子系统是 ERE 复合系统的核心, 是支持资源与经济社会发展的基础; 水土是资源子系统的关键, 是小流域石漠化治理的制约因子; 经济是石漠化的支撑体系。

4 结语

4.1 小流域石漠化治理 ERE 复合系统中的问题

小流域石漠化治理地区其内部系统破坏严重, 特别是环境与经济的矛盾、人地关系矛盾突出。(1) 脆弱的生态环境、人口过多是木工流域的现实矛盾; (2) 当地农民参与度不够, 当地居民仅对经济作物的引种, 在其他治理工作配合方面积极性低; (3) 水问题依旧是石漠化治理区无法根解的问题。

4.2 建议

针对小流域石漠化治理中的问题, 提出以下几点建议: (1) 政府积极引导, 因地制宜, 制定合理的后续治理措施, 大力推进政府-专家-农户模式; (2) 重视农业技术培训, 延长经济作物产业链, 实现劳动力就地转移; (3) 改变以往传统对自然索取方式, 摸索创造出石漠化地区的青山绿水——小康生活的和谐流域。

参考文献:

[1]宋永昌,由文辉,王祥荣.城市生态学[M].上海:华东师范大学出版社,2000.  
 [2]王礼先,李中魁.试论小流域治理的系统观[J].水土保持通报,1993,13(3):47-52.  
 [3]陈静,曾珍香.社会、经济、资源、环境协调发展评价模型研究[J].科学管理研究,2007,27(1):9-12.  
 [4]吴跃明,郎东锋.环境-经济系统协调度模型及其指标体系[J].中国人口.资源与环境,1996,6(2):47-50.  
 [作者简介:罗嘉颖,女,苗族,贵州惠水人,安顺开放大学教师,研究方向:经济发展。]