

文章编号: 1009-6094(2001)03-0036-05

# 喀斯特石山地区社会经济与生态环境可持续发展 系统研究:以桂西北为例

汤顺林 王世杰 冯新斌 程鸿德

(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)

**摘要:** 本文建立了广西西北部喀斯特石山地区可持续发展的系统动力学模型,并用 DYNAMO 程序预测了未来 20 年桂西北地区的人口、工业、农业、第三产业、生态环境、土地资源、社会总产值、人均国民收入等的动态变化趋势。结果显示,该地区由于人口、工业资产增加使物质和能源消耗增长太快,而对污染治理的投入又太少,导致桂西北地区的生存环境质量下降,因此应当加大对污染治理的投入力度,改善区域环境质量,这是实现息烽县区域可持续发展的关键。根据区域特点探讨了桂西北喀斯特贫困山区的形成演化,提出了可持续发展的途径。

**关键词:** 桂西北喀斯特地区; 系统动力学模型; 动态变化趋势; 可持续发展途径

**中图分类号:** X22(267) **文献标识码:** A

## 1 前言

位于东南亚片区的我国南方是世界连片分布、面积最大的碳酸盐岩分布区,是支撑和维持中华民族生存发展的重大生态环境区域之一。而桂西北地区的喀斯特石山裸露面积占整个地区的 39.6%,是我国最贫困的喀斯特农业区,在《中国 21 世纪议程》中被列为政府给予重点支持以消除贫困的地区之一。由于气候温和、雨水充沛,这些地区岩溶作用发育,风化成土作用缓慢,导致岩溶地区的土层较薄,一经流失就很难恢复,具有突出的化学敏感性和生态环境脆弱性。该区的环境与发展的基本特征是贫困与生态环境的恶性循环,是中国可持续发展问题的缩影<sup>[1]</sup>。因此,这些地区合理规划和开发喀斯特石山地区的生态环境是实施可持续发展的重要途径。

## 2 桂西北喀斯特石山地区的生态环境特点

桂西北区域属云贵高原山前区,区域内以山地、丘陵为主,岩溶地貌广泛发育,裸露石灰岩面积占全区域的 39.6%(河池地区石山面积占本地区的 48.0%,百色地区石山面积占本地区的 31.2%)。该地区由于特殊的水动力条件、地质构造条件、气候条件,使土壤的成土速度慢、土层薄,且分布不均;加上特殊的化学和物理作用,导致水土流失、土壤肥力下降,使土壤的生态脆弱。另外,长期以来,不合理的耕作布局以及人口压力增加,生活能源需求量大,为了获得耕地和燃料而砍伐森林,破坏草场植被,导致水土流失严重,最终出现许多荒芜的不毛之地,岩溶石化面积不断扩大,从而导致整个区域生态环境的恶性循环。

## 3 区域可持续发展系统模型及结构分析

为了从多种可能的方案中选择经济与环境协调发展的最佳方案,为了预测经济发展的趋势,为了给地方政府提供一种科学的决策系统,建立一个经济与环境协调发展的动态模型是必要的。区域可持续发展系统模型的结构是十分复杂的,包括人类社会本身以及与人类社会有关的各种要素的关系和行为。为了研究的方便,我们把区域可持续发展概括为社会、经济、生态环境三大子系统以及它们之间的 7 种关系和行为(如图 1 和表 1)。

表 1 中的 7 种关系和行为包含了区域可持续发展系统模型的基本关系和行为。

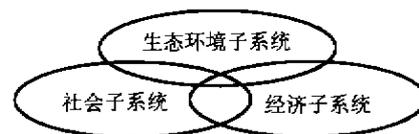


图 1 桂西北区域可持续发展三子系统组合  
Fig. 1 Subsystem combination of the sustainable development in northwest Guangxi

• 收稿日期: 2000-11-27

作者简介: 汤顺林(1969-),男,硕士,助理研究员,从事区域规划与影响和建设项目环境影响评价与土壤地球化学研究。

基金项目: 国家“九五”攻关项目(编号: 96-920-04-02-02)

在建立桂西北可持续发展系统模型中,各子系统是相互制约、相互作用的。区域人口增加和工业资产增加导致物质消耗增加、污染增加,污染加重限制了工业投资和经济开发,同时也使死亡率增加;人口、工业固定资产、服务业增加到一定程度,使区域相对拥挤,反作用于工业和人口发展;区域发展、土地开发是耕地减少,影响农业发展,从而影响国民经济发展;投资因素反映了区域经济发展、脱贫致富的速度和可行性,是区域极为敏感的因素。投资环境对区域经济的发展方向具有决定性的作用。投资环境由区域的人口素质、资源、污染程度、工农业技术储备、地理环境、交通通讯、人才及文盲比例等决定,是各县和各地经济发展的基本约束。

百色、河池地区模型的每个子系统有更小的子系统形成更多的正反馈环和负反馈环,在正负反馈环的作用下,形成了系统的动态行为。桂西北可持续发展系统模型中社会、经济、生态环境三个子系统的相互作用如图2~4。

从以上反馈图可以看出,贫困作为主动变量贯穿于每一个子系统中,是由于桂西北喀斯特地区长期自我演化、恶性循环的结果,该区域基本处于低水平无序化的社会经济发展状态。

#### 4 桂西北社会经济与生态环境可持续发展的系统动力学模型与模拟

应用系统动力学的方法和DY-NAMO程序<sup>[3]</sup>建立桂西北地区1990年至2010年的社会、经济、生态环境系统模型,预测未来20年间人口、工业、农业、第三产业、生态环境、土地资源等的动态变化趋势,为地区政府提供科学的决策系统。模型中1990年至1995年的各项数据为百色与河池地区实际统计结果,1996年至2010年为模型的模拟结果,如图5<sup>[2]</sup>所示。

从上图中可看出,百色与河池地区从1990年到2010年,人口一直处于较快的增长状态,相应的工、农业产值,人均国民收入也增加,但是增加的幅度较人口增长幅度相对较小,特别是该区域极为敏感的环境投资增长与人口、工业资产增加比例严重失调。人口与工业资产增加,从而使各种原材料物质消耗增加、污染加重,使生态环境进一步恶化。污染的加重反过来限制了工业投资和经济开发。

#### 5 桂西北喀斯特地区的可持续发展途径

从以上结果可看出,消除贫困是桂西北喀斯特地区实施可持续发展的主要突破口,但必须使社会、经济与生态环境协调发展。经过多年扶贫的经验和教训的总结,已经摸索出一条喀斯特地区积极主动的开发途径,它们与

表1 社会、经济与生态环境关系及行为

Table 1 The relation and action of social, economic and ecological environment

子系统	社 会	经 济	生 态 环 境
社会	①社会与社会		
经济	④社会与经济	②经济与经济	
生态环境	⑤社会与生态环境	⑥经济与生态环境	③生态环境与生态环境
		⑦社会、经济与生态环境	

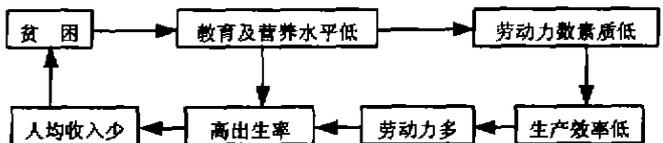


图2 社会子系统循环反馈图

Fig. 2 Feedback cycle of social subsystem

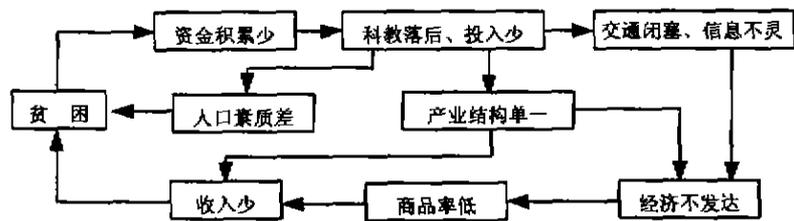


图3 经济子系统循环反馈图

Fig. 3 Feedback cycle of economic subsystem

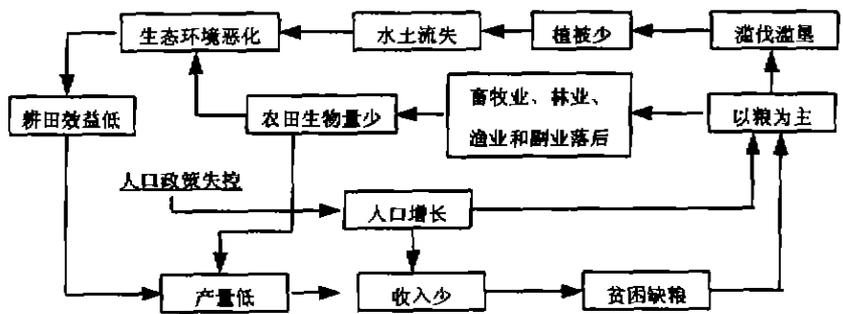
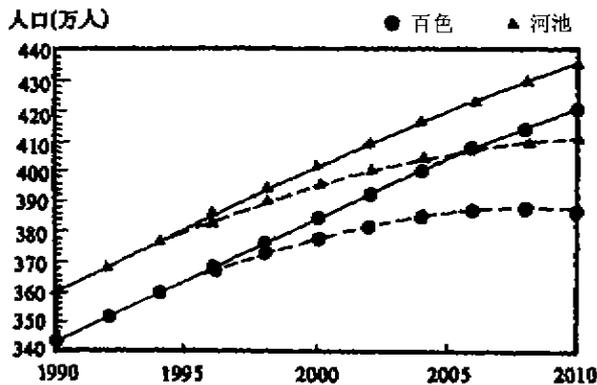


图4 生态环境子系统循环反馈图

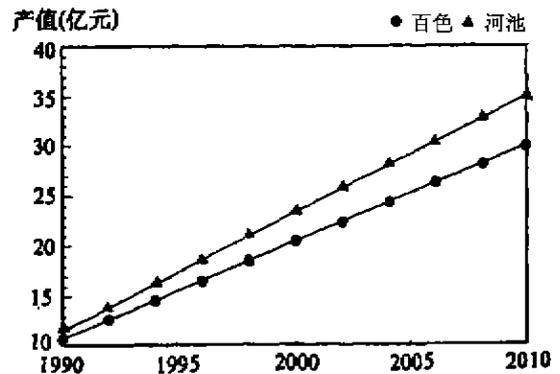
Fig. 4 Feedback cycle of environment subsystem

喀斯特地区不同演化阶段的生态环境条件有关,详见图6。由图6可见,喀斯特山区目前恶劣的环境条件是由于不协调的人为开发活动造成的结果。但通过生态建设,重建人造生态林,可以把现在脆弱的石山生态环境重新变成覆盖植被的极优良的人工生态环境。通过农业开发和生态建设相结合,可促进贫困山区消除贫困。广西百色地区田阳县五村乡大路村的脱贫就是一个例子,直到20世纪70年代末,该村还处于贫困与环境破坏的恶性循环中。从20世纪80年代开始,该村以工代赈,遍种竹子,经过十几年的努力,终于竹林遍地,茂盛的灌木丛盖住了裸露的石山,以竹材为基础发展了竹编加工业,现在每个农户每年仅竹编就可收入近千元,大多数农户解决了温饱,部分开始走向富裕之路。

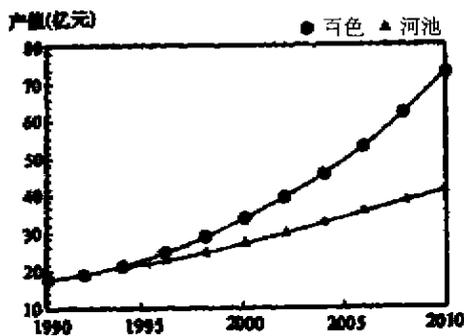
通过生态建设实现脱贫,关键是要因地制宜,选准合适的突破口,在广西西北部的喀斯特山区,正在摸索通过建设山葡萄生态林、任豆树生态林、龙须草生态建设、竹子生态林等途径,既保护环境、改善生态,又为经济开发提供了材料基地,实施经济与环境的协调发展。



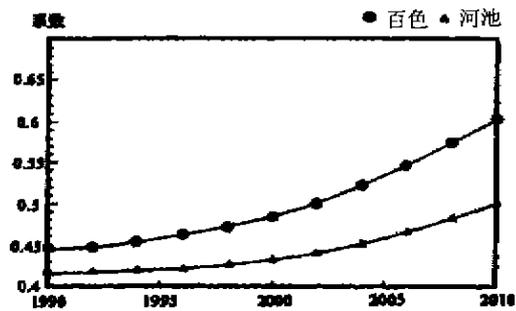
(1) 人口增长趋势  
(1) Increasing trend of population



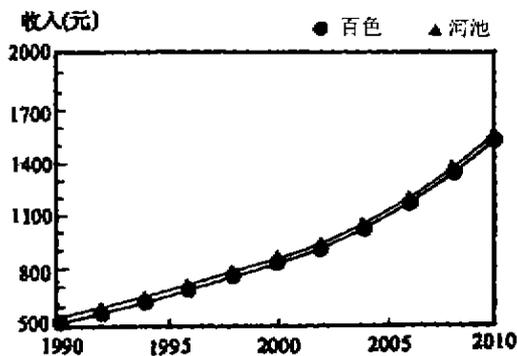
(2) 工业产值变化趋势  
(2) Trend of industry production



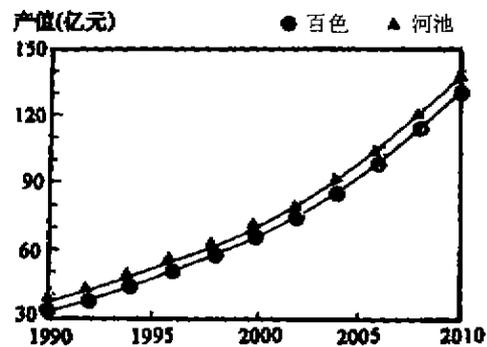
(3) 农业产值变化趋势  
(3) Trend of agriculture change



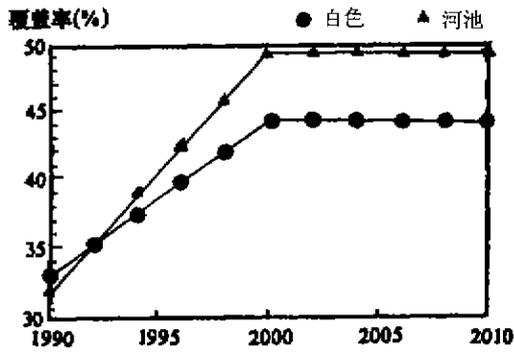
(4) 环境投资变化趋势  
(4) Trend of environmental invest



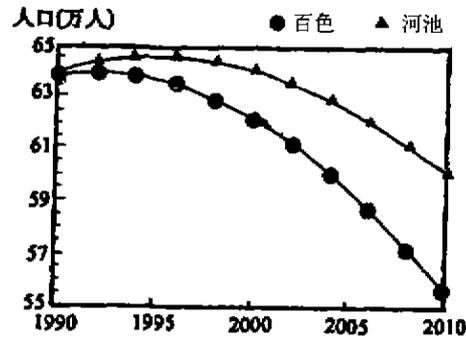
(5) 人均国民收入变化趋势  
(5) Trend of average national income



(6) 社会总产值变化趋势  
(6) Trend of general social production value



(7) 森林覆盖率变化趋势  
(7) Trend of forest coverage ration



(8) 文盲人数变化趋势  
(8) Trend of illiteracy change

图5 桂西北社会经济与生态环境可持续发展的系统动力学模型模拟结果

Fig. 5 The system dynamics model results for the sustainable development of socio-economic and ecological environment in the karst area of northwest Guangxi

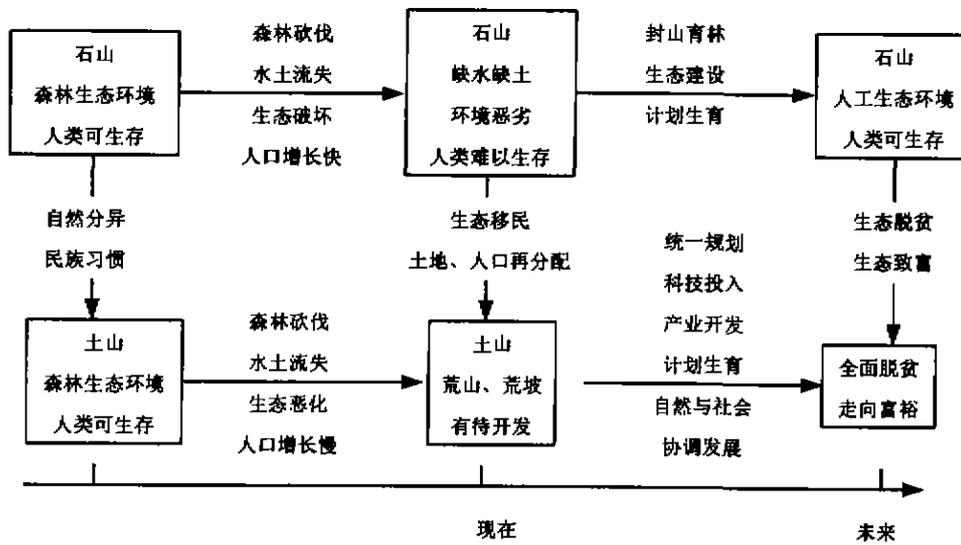


图6 桂西北喀斯特贫困山区的形成演化及可持续发展途径<sup>[1]</sup>

Fig. 6 The evolvement and sustainable development approach of karst area in northwest Guangxi

References

- 1 Li Zhengdao and Zhou Guangzhao, Green Stratagem[M]. Qingdao: Qingdao Press(in Chinese), 1997. 330~332
- 2 Cooperant committee in karst area of Chinese Academy of Science and Guangxi Chuang municipality. The Strategic Plan of Baise, Hechi Area in Guangxi Chuang Municipality[M]. Beijing:Earthquake Press(in Chinese), 1994. 62~80
- 3 Wang Qifan. Systemic Dynamics[M]. Beijing:Tsinghua University Press(in Chinese), 1989. 185~191

## SYSTEM DYNAMIC MODEL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC AND ECOLOGICAL ENVIRONMENT IN KARST AREA OF NORTHWEST GUANGXI PROVINCE IN CHINA

TANG Shun-lin, WANG Shi-jie, FENG Xin-bing & CHENG Hong-de

(National Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China)

**Abstract:** The present paper studies the sustainable development of socio-economic and ecological environment in the karst area of northwest Guangxi province in China by setting up a system dynamic model. The ecological environment of the area is discussed first. Regional sustainable development is summarized as three subsystems i. e. society, economy and environment, and seven relationships among them (Fig. 1 and Table 1). Feedback cycles of the three subsystems are given (Figs. 2~4). By using the method of system dynamics and DYNAMO code, a system mode for predicting the dynamic changes of population, industry, agriculture, tertiary industry, ecological environment and land resource from 1996 to 2010 is set up. The results are given (Fig. 5) and it is shown that the imbalance between the increase of invest in environment and that of population and industrial property is serious, which results in the decline of regional environment quality. In the end, the evolvement and sustainable development approach of karst area in northwest Guangxi is presented (Fig. 6), which is separating from poverty through ecological construction.

**Key words:** karst area of northwest Guangxi province; system dynamics model; dynamic change trend; the ways for sustainable development

**CLC number:** X22(267)      **Document code:** A

**Article ID:** 1009-6094(2001)03-0036-05

(*Journal of Safety and Environment* 2001, Vol. 1, No. 3)