

区域持续发展的指标研究*

秦耀辰 徐铭杰

(河南大学区域科学研究所, 开封 475001)

提 要 区域持续发展指标问题具有理论、应用和技术三重性。本文在总结、概括已有指标的基础上, 提出了区域人地相互作用潜力三维指标体系, 通过这一潜力空间来综合测度区域持续发展的水平、能力和前景。最后以河南省为例, 就该指标体系中的投入产出潜力分量进行了较全面的分析和应用。

关键词 区域持续发展 人地相互作用潜力 投入产出潜力 指标体系

1 引言

由于 70 年代以来国际上兴起的社会指标运动的影响^[1], 经济学者、环境学者、生态学者和社会学者对指标问题从不同角度进行了大量研究, 提出许多指标 (或指标体系), 其中有状态过程指标, 还有功能指标, 也有属于复合型的指标。这些指标概括起来可以归纳为两大类。一类是综合性指标, 由反映持续发展的社会经济或资源环境侧面的多项指标综合叠加而成, 代表性的有: 联合国为比较各国发展状况而设计的人类发展指数 (HDI)^[2,3]; 西方著名学者 Daly 和 Cobb 提出的可持续经济福利指标 (ISEW)^[4]; Vitousek 等学者提出的净初始生产力指标 (NPP)^[5]; 国内学者改造设计的人类活动强度指数^[3]、协调度^[6]等。另一类是单要素指标, 这是一类更易于为社会公众所理解和接受的指标 (如人均粮食消费量)。为了弥补单要素反映问题的不足, 当前学术界倾向于把多个要素指标组合成指标体系, 以此来解决综合问题。经济合作与发展组织提出的环境指标包括 18 个反映环境要素的指标和 7 个反映环境对经济和人口变化产生重要影响的指标^[7], 实际上已构成了一个较为完整的指标体系。从区域人口、资源、环境与经济发展协调研究中设计的指标体系^[8,9]涉及内容全面, 在当前我国的区域协调发展乃至持续发展实践中得到了较多的运用。显然, 上述两大类指标在认识和评价区域持续发展问题中发挥了积极的作用, 但也表现出一些问题。首先, 已有的综合性指标一般都有所侧重, 反映的是区域持续发展问题的一个侧面或一种观点。例如当前认为较为精细的指标 ISEW 代表的是一种社会经济学观点, 净初始生产力指标 NPP 则反映了生态学观点。单要素指标或其体系多是用常规指标表示的, 这类指标往往容易表面化, 缺乏对环境与经济相互作用机理的认识。其次, 这些指标考虑时间因素不够, 缺乏动态观念, 因此在准确表达时空维上的区域持续发展问题时就受到较多限制。其三, 区域持续发展指标在理论分析与实用方面往往是矛盾的。从理论方面看, 要求指标满足系统性、科学性, 反映问题要深入确切; 从实用方面衡量则要与现实贴近, 易为人们接受, 特

* 国家自然科学基金资助项目, 49471025 (Supported by National Natural Science Foundation of China).

来稿日期: 1997-03; 收到修改稿日期: 1997-06。

别是可较方便地获得其所需数据信息。这就表明, 区域持续发展指标研究是一项难度较大的工作, 明显地受到人们对问题的认识水平和信息技术手段的限制。

2 区域人地相互作用潜力指标及其测度

区域人地相互作用潜力是指在特定的空间范围和时间段内, 人们的社会经济活动与资源环境相互作用的最大可能强度, 显然, 这一最大可能强度可以作为衡量区域持续发展前景和水平的一种综合测度。

由于区域人地相互作用潜力的影响因素复杂和高度综合, 所以潜力指标的测度宜从不同维、不同层次和不同分量做起, 特别是从最基本层做起。只有把各个基本层次的潜力测度表达出来了, 也才有可能完整综合地测度区域人地相互作用潜力。区域人地相互作用潜力是个动态变量, 对其测度要限定在一定时段内进行。这就是说区域人地相互作用潜力是随时间变化的, 在不同阶段, 表现为不同的潜力值, 这种变化可以是逐渐上升的(如多级 Logistic 曲线型), 也可以是波动变化的。但在特定阶段内(一个相对短的时期, 通常可认为是几十年的时间尺度)应该是稳定的。

区域人地相互作用的综合潜力(RMLP)可以表达为:

$$RMLP = \alpha(r, t) \cdot f(N, S, E, d) \quad (2-1)$$

式中 $\alpha(r, t)$ 为特定的区域空间(r)和时段(t)所决定的潜力订正系数。潜力的主要部分是由自然资源的承载力(N)、社会资源的潜在能力(S)、环境的社会经济容量(E)和其它项(d)所决定的潜力函数 f 。 f 的函数形式确定起来并不困难(可用线性迭加或非线性的迭加), 关键是 N 、 S 和 E 的确定。关于土地承载力、资源承载力的确定已有比较成熟的方法^[10, 11]。环境容量的确定大多还停留在理论阶段, 已有的实际工作从方法上还有待进一步完善^[12, 13]。社会资源潜力维上的方法基本上还是空白, 这还需要从实际工作做起。

区域人地相互作用潜力的核心内容是区域投入产出潜力, 尽管该分量主要表达的是社会资源潜力维, 但从内涵上却具有综合的性质。因为这里的“区域投入”是区域系统中人类活动的投入, 不仅包含着社会资源的直接投入, 而且还有自然资源的间接参与, 它表达了“人”对“地”的作用; “区域产出”则是区域系统中的地对人类活动的响应(效果), 反映了“地”对“人”的作用。而区域投入产出潜力则表达了区域人地相互作用潜力的主要内涵。关于区域投入产出潜力的测度将结合下文实例具体论述。

3 河南省投入产出潜力指标的设计与分析

3.1 投入产出潜力指标研究的过程和方法

3.1.1 子系统的界定与指标设计

根据投入产出潜力研究的需要, 这里将河南省国民经济核算体系分解为4个部门大类, 分别建立经济、资源、社会、环境4个子系统的指标体系。

子系统的产出分别是其内部单项指标的综合。经济子系统的产出“净国内总产值”(NGDP)由4项指标线性综合而成:

$$NGDP = GDP - GDPR - GDPE - GDPL \quad (3-1)$$

式中 $GDPR$, $GDPE$ 和 $GDPL$ 分别是“资源部门”、“环境部门”和“生活部门”的总产值。环境子系统的产出“综合环境治理率”(ENV) 则表达为:

$$ENV = \sum_{i=1}^4 a_i \cdot L_i \tag{3-2}$$

式中, a_i 为第 i 种污染物的权重, 用定性排序与定量转换公式来确定; L_i 为第 i 种污染物的治理量与排放总量的比值; $i=1, 2, 3, 4$ 分别代表废水、废气、固体废物和粉尘。

社会子系统的产出用一定时期“区域总人口”(P) 来表示。

最后, 将 4 个子系统的综合产出进一步定义为“区域发展度”(VIR), 表示为:

$$VIR = \sum_i c_i O_i \tag{3-3}$$

其中, O_i 为各子系统产出量的标准化值; c_i 是经济、社会、资源和环境 4 个子系统的权重, 依据研究区的资源环境特点和所处的社会经济发展阶段而定, 从河南省的实际出发, 现阶段可分别定为 0.34, 0.30, 0.23, 0.13。

区域发展度是刻画区域发展质量的重要指标, 其理论最大值即为“区域投入产出潜力”; 二者之比定义为“达潜率”, 用来反映区域发展空间的大小, 该指标可作为判断区域是否可持续发展的重要参量。

3.1.2 投入产出潜力数据库的建立

以已有的 1987 年、1989 年、1992 年河南省投入产出表为主, 结合其它相关的统计、观测、调查数据进行内插和外推, 建立了反映河南省 1986 年~ 1994 年各子系统的投入产出类型、结构、规模效益及其变化的投入产出潜力数据库。

3.1.3 模型设计和软件编制

区域投入产出潜力(POI) 定义为在一定时期内投入产出系统中各项投入达到理想状态(即因子投入强度、组合最适宜) 时系统的产出能力。投入产出潜力模型为:

$$POI = \max_{X_i, k_i, A} P(X_i, k_i, A) \tag{3-4}$$

$$P = AX_1^{k_1} \cdot X_2^{k_2} \dots X_n^{k_n} \tag{3-5}$$

式中, P 为潜力函数, 在结构模型(式 3-5) 中表示系统的产出, X_1, X_2, \dots, X_n 为系统的 n 个投入因子, k_1, k_2, \dots, k_n 是 n 个投入因子的弹性, A 为投入产出综合转换效益系数。

由上述模型, 用拉格朗日乘数法依次确定系统的投入产出结构(即弹性结构)、最佳投入结构、投入产出潜力和达潜率。模型计算框图如图 1 所示。据此并结合图形图像处理的需要用 C 语言在微机上编制出系统软件(RDPIS), 并实现了区域投入产出潜力信息系统的综合集成。

3.2 主要指标的计算结果

3.2.1 四个子系统的投入产出结构参数、潜力和达潜率

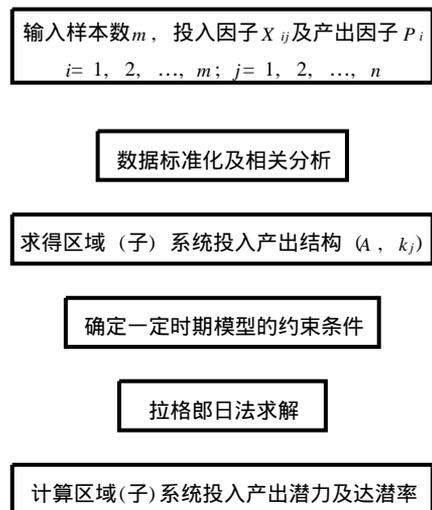


图 1 区域投入产出潜力计算框图

Fig. 1 Flow chart of algorithm for regional input-output potential

根据河南省经济、社会、资源和环境 4 个子系统的范围和产出因子, 分别确定其投入因子。经济子系统的投入主要是 13 个产业部门的资金、劳动力和资源投入 ($X_{1.1}, X_{1.2}, \dots, X_{1.39}$)。社会子系统的投入因子为一定时期的 $NGDP_2, R_2, ENV_2$, 社会劳动总人口 ($X_{2.4}$), 第一、二、三产业产值 ($X_{2.5}, X_{2.6}, X_{2.7}$)。资源子系统的投入因子分别为: $NGDP_3, ENV_3, P_3$, 资源子系统总资金投入 ($X_{3.4}$), 煤炭、石油及天然气、金属、非金属、电力部门的资金投入 ($X_{3.5}, X_{3.6}, X_{3.7}, X_{3.8}, X_{3.9}$), 资源部门劳动力总投入 ($X_{3.10}$) 和内耗资源量 ($X_{3.11}$)。环境子系统的投入因子是: $NGDP_4, P_4, R_4$, 环保部门总资金 ($X_{4.4}$) 和劳动力总数 ($X_{4.5}$)。选择河南省 1986 年~ 1994 年上述因子数据, 在 RDPIS 系统支持下, 得到河南省几个子系统的投入产出结构模型 (公式略) 和潜力、达潜率值 (表 1)。

表 1 河南省各子系统投入产出结构、潜力参数表

Tab. 1 Input-output structure and potential parameters of the four subsystems in Henan Province

| | 产出因子 | 投入因子个数 | 潜力 | 达潜率 |
|-------|--------|--------|------------|--------|
| 经济子系统 | $NGDP$ | 39 | 393 900 亿元 | 5.58% |
| 社会子系统 | P | 7 | 11 255 万人 | 80.21% |
| 资源子系统 | R | 11 | 1 641 亿元 | 22.11% |
| 环境子系统 | ENV | 5 | 0.175 4 | 64.70% |
| 全省系统 | $VI R$ | 11 | — | — |

分析各子系统的因子投入结构和弹性, 可以看出, 各子系统的投入因子弹性之和均超过 1, 表明都处于规模报酬递增阶段。各子系统的潜力值有不同的量纲, 一般都是绝对量, 而达潜率都是相对量 (表 1)。对比各子系统的潜力值和达潜率可以看出, 经济子系统达潜率最低 (5.58%), 资源子系统次低, 反映出这两个子系统有较大潜力和发展前景; 而环境子系统和社会子系统达潜率较高, 其中反映人口状况的社会子系统的达潜率最高 (达 80.21%), 说明河南的人口已无太大发展余地; 环境子系统的达潜率次高, 只能表明其潜力得到了较大发挥, 因为该系统的潜力较低 (仅 17.54%), 这也意味着河南省的环境治理将是一项长期而艰巨的任务。

3.2.2 河南省投入产出潜力的空间结构

首先以河南省 17 个地市的区域发展度 ($VI R$) 作为产出因子, 选择地域经济子系统、社会子系统、环境子系统和资源子系统的资金、劳动力、资源为投入因子 (X_{ij} , 对应的因子弹性为 k_{ij} , $i=1, 2, 3, 4, j=1, 2, 3$); 其次根据各地市 1986 年~ 1994 年上述数据分别建模, 模拟计算其投入产出结构、最佳投入结构、投入产出潜力和达潜率。最后, 选取三次空间趋势面模型, 模拟河南省投入产出潜力和达潜率的空间变化特征 (图 2)。

从图 2 看出, 投入产出潜力及达潜率存在较大空间差异, 均呈条带状分布, 且呈现出高低值区交错出现的格局。其原因主要是各项投入因子的空间耦合作用; 此外, 中心城市的组织作用、区域经济基础和现实发展水平、区域自然资源基础、基础设施等因素也是这种空间分布型式的内在成因。

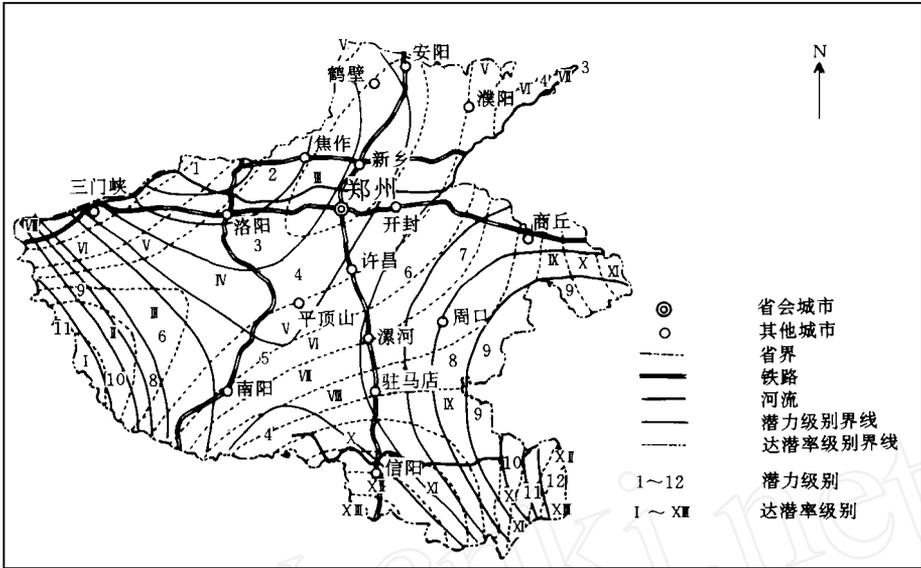


图2 河南省投入产出潜力空间分布

Fig. 2 Spatial analysis of the input-output potential in Henan Province

3.2.3 河南省投入产出潜力的动态变化

根据河南省 1986 年~ 1994 年投入产出结构型式 (图 3)、潜力指数和达潜率的时序指标值 (表 2), 可以发现弹性和呈周期性变化的规律, 其周期大致为 4 年~ 5 年, 进一步分析各单项因子亦存在着显著的周期性变化。从投入产出潜力看, 其指数值呈不断增大的趋势, 这说明区域发展空间是一个不断变化的量, 它会因投入结构和规模得到优化而不断提高; 达潜率同样保持了较稳定的增长。从整体上看, 区域发展度有向潜力空间靠拢的趋势。

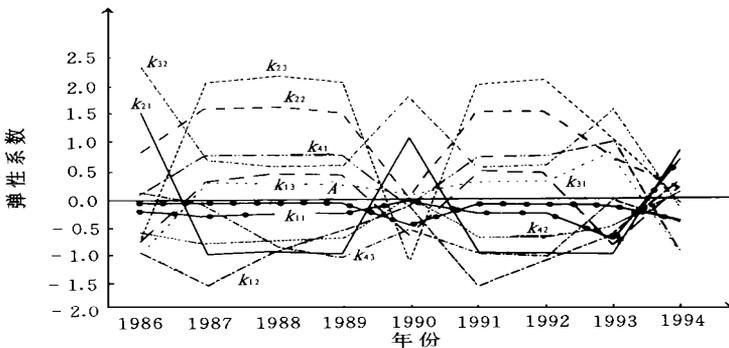


图3 河南省区域投入产出结构图

Fig. 3 Regional input-output structure in Henan Province

表 2 河南省历年区域投入产出潜力指数及达潜率

Tab. 2 Regional input-output potential and gained potential rate in Henan Province

| 年 代 | 潜力指数 | 达潜率 (%) | 年 代 | 潜力指数 | 达潜率 (%) | 年 代 | 潜力指数 | 达潜率 (%) |
|------|---------|---------|------|---------|---------|------|---------|---------|
| 1986 | 0.423 0 | 7.09 | 1989 | 0.731 1 | 9.21 | 1992 | 0.789 1 | 19.01 |
| 1987 | 0.549 3 | 7.28 | 1990 | 0.845 7 | 9.46 | 1993 | 0.847 6 | 23.60 |
| 1988 | 0.694 0 | 10.09 | 1991 | 0.888 1 | 15.76 | 1994 | 0.826 8 | 27.82 |

4 结 论

(1) 区域人地相互作用潜力是衡量区域持续发展水平和前景的一种综合测度指标, 潜力的阶段性、多维性和空间分异决定了潜力指标的测度应该是分层次、多侧面的。

(2) 区域投入产出潜力属于区域人地相互作用潜力的核心内容, 作为一类测度指标涉及到区域投入产出的结构、区域最佳投入结构、区域发展度、区域投入产出潜力指数和达潜率等多方面内容, 实际已构成了基础层次上的一个指标体系。

(3) 本文以河南省为例, 在作者设计的 RDPIS 系统支持下对区域投入产出潜力指标进行了多方面研究, 结果表明, 投入产出潜力是一个能够从主要侧面很好地反映区域人地相互作用潜力的有效指标, 这套指标分析方法可以在 GIS 支持下很方便地移植到其它地区的研究中。

参 考 文 献 (Reference)

- 1 郑杭生, 李强, 李路路(Zheng Hangsheng, Li Qiang, Li Lulu). 社会指标理论研究(Theoretical research on social indicator). 北京(Beijing) 中国人民大学出版社(People's University of China Press), 1989. 1~ 304
- 2 陈木译(translated by Chen Mu). 经济学与生态学: 两种对立的世界观(Economics and ecology: two kind of opposite world outlook). 地理译报(Geographical Version), 1996, 15(1) 1~ 4
- 3 牛文元(Niu Wen yuan). 持续发展导论(Introduction to sustainable development). 北京(Beijing) 科学出版社(Science Press), 1994. 149~ 153
- 4 Daly H E, Cobb J B. For the common goods: redirecting the economy toward community, the environment and a sustainable future. Boston: Beacon Press, 1989.
- 5 Moffatt I. On measuring sustainable development indicators. *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 1994, 1(2) 97~ 109
- 6 叶文虎, 唐剑武(Ye Wen hu, Tang Jianwu). 可持续发展的衡量方法及衡量指标初探(A preliminary study on evaluation methods and indicators of sustainable development). 见(In) 北京大学可持续发展研究中心(Research Center for Sustainable Development of China in Beijing University). 可持续发展之路(Sustainable Development in China). 北京(Beijing) 北京大学出版社(Beijing University Press), 1995. 57~ 61.
- 7 经济合作与发展组织(Organization of Economic Cooperation and Development). 王强译(translated by Wang Qiang). 环境指标(Environmental Indicators). 地理译报(Geographical Version), 1995, 14(3) 1~ 17.
- 8 毛汉英主编(Mao Hanying). 人地系统与区域持续发展研究(Human-environment system and regional sustainable development). 北京(Beijing) 中国科学技术出版社(Chinese Science and Technology Press), 1995. 1~ 29.
- 9 樊万选, 朱桂香, 王学云等(Fan Wanxuan, Zhu Guixiang, Wang Xueyun et al). 区域生态经济社会协调发展论(Regional ecological, economic and social coordination development). 郑州(Zhengzhou) 河南人民出版社(Henan People's Press), 1994. 45~ 85.
- 10 陈百明(Chen Bai ming). 中国土地资源生产能力及人口承载力项目研究方法概论(A n outline to research method of

- ogy in the project "the potential productivity and population bearing capacity of land resources in China"). 自然资源学报(*Journal of Natural Resources*), 1991 (3) 197~ 205
- 11 King J. 资源承载能力研究的ECCO 方法(Beyond economic choice). 自然资源译丛(*Journal of Natural Resources Translation*), 1988 (3) 1~ 22
- 12 曾维华, 王华东, 薛纪渝等(Zeng Weihua, Wang Huadong, Xue Jiyu et al). 人口、资源与环境协调发展关键问题之一——环境承载力研究(Environmental carrying capacity: a key to the coordination of the development of population, resources and environment). 中国人口、资源与环境(*China Population, Resources and Environment*), 1991 (2) 33~ 37.
- 13 王学军(Wang Xuejun). 地理环境人口承载潜力及其区际差异(A preliminary study on potential population supporting capacity of geographical environment and its regional difference). 地理科学(*Scientia Geographica Sinica*), 1992 (4) 322~ 327.

STUDY ON THE INDICATORS OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Qin Yaochen Xu Mingjie

(Institute of Regional Science, Henan University, Kaifeng 475001)

Key words regional sustainable development, man-land interactive potential, input-output potential, indicator system

Abstract

Problems of indicator for regional sustainable development have theoretical, practical and technical properties. All indicators proposed only from one part of theoretical analysis, and practical application or technical design have some specified limitations. Indicators of regional sustainable development are a sign of the level of men's understanding. So, indicators of regional sustainable development should be an indicator system of regional economy, society, resources and environment, and it can be used to describe the state of regional sustainable development, to monitor the process of regional sustainable development, to show the prospects of regional sustainable development, and to judge the quality of regional sustainable development.

On the basis of summarizing indicator studies for sustainable development, this paper presented an indicator system of man-land interactive potential consisting of the bearing capacity of natural resources, the latent capacity of social resources and the social-economic capacity of natural environment. There are many studies and ripe methods on the natural resources dimension. On the natural environment dimension, the studies are still in the stage of theoretical research, and the next stage should be practical research. The input-output potential belongs to social resource dimension, its measuring method is a key link in the theory and practice of regional sustainable development.

Henan Province is a complex regional system, its social economic level and conditions of resources and environment are representative in China. Taking Henan Province as a case, this paper gives a method of measuring regional input-output potential, and discusses the analysis and

application of this indicator in the sustainable development of Henan Province supported by GIS. The results indicate that input-output potential is an effective indicator of measuring the level, capacity and prospects of regional sustainable development, these analysis methods of indicators can be used for other regions by the support of GIS.

作者简介

秦耀辰, 男, 1959年9月生, 教授。1982年1月毕业于河南大学地理系。现主要从事区域持续发展, 地理数学模型和地理信息系统等方面的研究和教学工作, 发表该领域内论著60多篇(部)。

* * * * *

英文版《可持续发展与土地利用》出版

由朱鹤健教授著的英文版《可持续发展与土地利用》(Sustainable Development and Land Utilization)一书已于1997年11月由香港年鉴社出版, 书号: ISBN 962—8199—02—1。

本书汇集作者在国外讲学的英文稿和国际学术会议上交流的英文论文共15篇, 内容是以可持续发展的观点为指导思想, 论述福建或中国南方土壤与土地资源的现状及其开发利用的战略与措施, 还包括作者在福建首次发现变性土的系列论文。本书16开本, 113页, 并附有土地利用彩色照片26张。可供热带与亚热带地区的土壤与土地资源的农业开发参考。

本书获香港东方教育联谊会赞助出版, 旨在扩大对外学术交流。国内单位与个人需要本书者请与福建师范大学自然资源研究中心陈健飞、陈松林联系。

邮编: 350007 Fax: 0591 3442840 或 3441079

PUBLICATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND LAND UTILIZATION (ENGLISH EDITION)

This monograph including 15 papers by Prof. Zhu Hejian, a tutor to doctorate candidates and head of Research Centre of Natural Resources, Fujian Teachers University, China, was published by Hong Kong Yearbook Press, Hong Kong in 1997. ISBN 962—8199—02—1.

These papers, based on field work in Fujian or South China, dwell on the state of soil and land resources there and strategies and measures for exploiting them as guided by the strategic thinking of sustainable development. Among them are the series of articles on the author's first discovery of the vertisol in Fujian. It may be useful in developing soil and land resources in tropical and subtropical regions for agricultural purposes.

Illustrated with 26 colour photos of the land utilization, English edition 16 mo, 113 pp.

Distributed by: Hong Kong Oriental Education Related Friendship Association, 21/D, 369 Lockhart Road, Wanchai, Hong Kong Fax: + 852 28936824

Research Centre of Natural Resources, Fujian Teachers University, Fuzhou, Fujian, China 350007.

E-mail: hjzhu@fjtu.edu.cn