

山区县域可持续发展定量研究

冯玉广

(山西师范大学 物理系, 山西 临汾 041004)

摘要: 在充分认识山区县域特征的基础上, 依据可持续发展思想, 建立了评价山区县域可持续发展的指标体系和定量评价模型。将其应用于交口县, 获得了较满意的效果。

关键词: 山区县域; 可持续发展; 指标体系; 定量评价模型

中图分类号: F120.4

文献标识码: A

我国是一个多山的国家, 丘陵、山地面积占69%, 全国80%的县是山区县。山西省更是一个多山省份, 丘陵、山地面积占80%以上, 90%的县是山区县, 山区县域的可持续发展对山西乃至全国都有至关重要的作用。然而, 县域, 特别是山区县域可持续发展的评价体系、调控途径以及相关的理论与方法尚不成熟。本文在阐述山区县域特征的基础上, 依据可持续发展思想, 建立了评价山区县域可持续发展的指标体系及定量评价模型, 并以山西省交口县为例对该模型进行了具体应用。

1 山区县域的特征

山区县域是由人口、资源、环境、经济、科技和社会各子系统组成的, 是一个具有高度复杂性、不确定性、多层次性的巨开放复杂系统, 构成系统的诸要素之间既相互依存又相互作用, 既相互促进又相互制约, 既有积极的正面影响又有消极的反馈。除此之外, 山区县域还有区别于非山地区域的明显特征。

1. 人口是可持续发展系统的主体和核心, 是全系统中最积极、最活跃的要素, 1994年在开罗召开的联合国国际人口与发展会议通过的《行动纲领》指出:“可持续发展问题的中心是人”, 突出了人口在可持续发展中的地位和作用。人口的数量和质量是影响可持续发展的最直接的因素。山西的山区县域, 人口数量相对过多、增加过快。根据联合国沙漠化会议标准, 干旱区、半干旱区土地对人口的承载极限分别为7人/km²和20人/km²。而目前黄土高原干旱、半干旱山区实际土地承载量分别为60人/km²和87人/km², 不仅大大超过上述标准, 而且还有随该地人口增长进一步增加的趋势。山区县域人口素质也极差。据1990-07全国第4次人口普查资料, 黄土高原山区县文盲、半文盲比率>26%, 大学文化程度人口与文盲比<2%, 平均受教育年限不足5年。

2. 资源是在一定条件下能够为人类利用的一切物质、能量和信息的总称。资源是人类赖以生存和区域可持续发展的物质基础。在一定时期内资源量是有限的, 不合理的资源利用会造成资源短缺和环境污染, 进而影响到人类的健康和经济的发展以及社会的进步。山区县域, 有相对富集资源, 也有短缺资源。相对富集资源滥采滥伐严重, 回采率极低; 技术、设备落后, 回收率极低; 利用不合理, 利用效率低。短缺资源, 无力开源也不节流, 极大地影响了社会经济的发展。

3. 环境是人类生存的物质空间, 是支持人类活动的基本原材料和各种投入的来源, 是收纳和循环经济活动废弃污染物的储库和净化库。然而人类生存的空间是有限的, 区域的环境容量也是有限的, 社会

收稿日期: 1999-11-09。

基金项目: 山西省计委、山西省教委、山西省交口县资助。

作者简介: 冯玉广(1954-), 男(汉族), 山西平顺县人, 山西师范大学物理系教授, 系主任, 1995年前主要从事理论物理教学与研究, 1995年开始研究可持续发展问题, 先后发表学术论文(著)40余篇(部)。

经济要可持续发展,必需有高质量的生态环境。因此,保持高质量的生态环境是可持续发展的必要条件。在山区县域,特别是山西的山区县域,绝大部分植被稀疏或人为破坏,水土流失严重,自然灾害频繁。据中国科学院黄土高原综合考察队资料,黄土高原水土流失面积超过 43 万 km^2 , 占全区总面积的 2/3 以上,侵蚀量 $> 1000 \text{ t/km}^2$ 的水土流失面积 $> 28 \text{ 万 km}^2$, 占全国的 45%, 其中侵蚀量 $> 5000 \text{ t/km}^2$ 的严重水土流失面积 14.5 万 km^2 , 占全区的 23%。山区县域的大气、地表水、地下水也受到污染。据统计¹⁾, 许多县域(城镇)的大气和地表水中都有污染物超标,甚至几种污染物严重超标。

4 区域可持续发展首先是发展,只有经济发展,才能使人类脱离贫困;只有经济发展,才能有更多的资金投入人才培养、科技研究、环境保护和资源开发中去;只有经济发展,人类的消费水平、生活质量、社会环境等才能得以改善和提高。所以,经济是区域可持续发展的基础。然而,在山区县域,经济发展水平普遍低下。据中国科学院地理所扶贫办公室资料,全国 23% 的贫困县分布在黄土高原地区,其中最贫困的县中,黄土高原占 25%, (20 世纪 80 年代中期)人均收入低于 200 元的人口达 600 多万,人均粮食仅占全国的 78%。

5 科技进步可以大幅度提高劳动生产率,优化产业结构,增进经济效益;科技进步可以提高资源的利用效益,并使无穷无尽的潜在资源转化为现实资源;科技进步可促进人类劳动方式和生活方式的变化,改变产生污染的生产方式和生活方式,美化生活环境,改善生活条件;科技进步可以提高人口素质,即科技进步是区域可持续发展的关键因素。然而,在山区县域,普遍地存在科技人才少、产品的科技含量低;人口素质低,科学技术推广应用少。在偏远山区,相信封建迷信不相信科学的大有人在。

2 山区县域可持续发展指标体系

根据可持续发展的涵义^[1,2]并结合山区县域的特征,建立山区县域可持续发展指标体系(如表 1)。

由表 1 可见,山区县域可持续发展指标体系分为 4 个层次,可称为目标层、分目标层、指数层和统计指标层。

目标层:包括可持续发展水平和可持续发展能力,分别用 H_1 、 H_2 表示,称为可持续发展水平函数和能力函数。可持续发展水平是山区县域各个方面发展的综合外在表现,是可持续发展状况或者程度的直观反映。可持续发展能力是山区县域系统内各要素对发展的支持与保障能力,是山区县域发展的内在动力,反映了区域发展的潜力与后劲。可持续发展水平是较前一时期(资源生态环境子系统取百年数量级,经济子系统取 10 年左右,社会子系统大约为年的量级^[3])区域的可持续发展能力的直接表现,反映了区域内部各要素之间的协调程度,是区域进一步发展的基础。可持续发展能力是区域可持续发展的内因与动力,直接决定后一时期区域可持续发展的水平。

目标层:包括人口、资源、环境、经济、科技和社会 6 个方面,分别用 Y_1 、 Y_2 、 \dots 、 Y_{12} 表示, Y_1 称为人口发展水平特征函数, Y_2 称为资源利用水平特征函数, \dots , Y_6 称为社会发展水平特征函数; Y_7 称为人口发展能力特征函数, Y_8 称为资源支持能力特征函数, \dots , Y_{12} 称为社会发展能力特征函数。 Y_1 、 Y_2 、 \dots 、 Y_{12} 统称为可持续发展特征函数,表示山区县域内各子系统发展的水平和发展能力。

指数层:由 30 个单项指数构成,用 X_1 、 X_2 、 \dots 、 X_{30} 表示,称为可持续发展的特征指标,表示山区县域发展的某个单项特征,如人口素质、经济结构、大气质量等等。

统计指标层:由 93 个统计指标构成,用 x_1 、 x_2 、 \dots 、 x_{93} 表示。对不同的区域,统计指标的数目是可变的。比如,大气中、地表水中各种超标污染物浓度,人均各种资源占有量等。

3 山区县域可持续发展定量评价模型

借助灰色系统的关联分析和模糊综合评价的结果,我们构造下列模型定量描述山区县域可持续发展的水平和能力。

1)山西省环境质量报告书(1988~1997年)。

表 1 山区县域可持续发展指标体系
Table 1 Index system of sustainable development of mountain counties



3.1 区域可持续发展特征指标 $(X_1, X_2, \dots, X_{30})$

如果统计指标 $\{x_{ij}\}$ 数值相近, 则

$$X_i = \sum_{j=k+1}^{k+n} m_{ij} x_{ij} \tag{1}$$

如果统计指标 $\{x_{ij}\}$ 数值相差悬殊, 则

$$X_i = \left(\prod_{j=k+1}^{k+n} m_{ij} x_{ij} \right)^{1/n} \tag{2}$$

式(1)、(2)中 x_{ij} 为第 i 个特征指标的第 j 个无量纲化统计数据, m_{ij} 为第 i 个特征指标的第 j 个无量纲化统计数据的权重。

3.2 区域可持续发展特征函数(Y_1, Y_2, \dots, Y_{12})

如果特征指标{ X_i } 数值相近, 则

$$Y_i = \sum_{j=k+1}^{k+n} m_{ij} x_{ij} \quad (i=3, 6, 7, 8, 9) \quad (3)$$

如果特征指标{ X_i } 数值相差悬殊, 则

$$Y_i = \left(\prod_{j=k+1}^{k+n} (m_{ij} x_{ij}) \right)^{1/n} \quad (i=2, 10, 12) \quad (4)$$

其余的函数各自仅有一个特征指标。式(3)、(4)中, x_{ij} 为第 i 个特征函数的第 j 个特征指标, m_{ij} 为第 i 个特征函数的第 j 个特征指标的权重。

3.3 区域可持续发展的水平函数、能力函数(H_1, H_2)

借助灰色系统的关联分析和模糊综合评价的结果, 我们构造下列模型, 定量描述区域可持续发展的水平和能力

$$H_1 = K_1 \frac{Y_6}{Y_1 Y_2} e^{(Y_4 + Y_5 - Y_3)} \quad (6)$$

$$H_2 = K_2 \left(\prod_{i=7}^{12} M_i Y_i \right)^{1/6} \quad (7)$$

式(6)、(7)中 K_1, K_2 为比例系数, M_i 为权重。

由(6)式可见, 当 $Y_6 e^{(Y_4 + Y_5)} = Y_1 Y_2 e^{Y_3}$ 时, $H_1 = 1$ (取 $K_1 = 1$)。这表明, 经济发展、科技进步、社会保障对可持续发展的增益作用刚好与人口膨胀、资源耗竭、生态环境恶化对可持续发展衰减作用抵消时, $H_1 = 1$, 县域发展开始不可持续, 我们称 $H_1 = 1$ 为县域发展可持续与否的临界状态。显然, 当 $H_1 > 1$, 表示该县处于可持续发展状态; $H_1 < 1$, 表示该县处于不可持续发展状态。我们还可进一步将山区县域的可持续发展状况分为 5 级(见表 2)。

表 2 山区县域可持续发展状况分级

Table 2 The grade of sustainable development in mountain counties

$H_1 \ll 1$	$H_1 < 1$	$H_1 = 1$	$H_1 > 1$	$H_1 \gg 1$
极不可持续	不可持续	临界状态	弱可持续	可持续

4 应 用

现以山西省交口县为实例进行计算、分析。

交口县位于山西省中部西侧, 吕梁山脉中段, 东邻晋中盆地, 西与晋西黄土高原相接。地理位置 $36^{\circ} 45' N \sim 37^{\circ} 10' N, 111^{\circ} 03' E \sim 111^{\circ} 35' E$ 。全县为土、石山区, 西北部为灰岩裸露的中低山区, 约占全县总面积的 62.8%; 东南部为黄土覆盖的低山丘陵区, 约占全县总面积的 37.2%, 该县始建于 1971 年, 经济基础薄弱, 长期处于贫困状态。近年来, 该县依靠党的开放政策, 依托资源、区位优势, 经济、社会等各方面都有较大的发展。

依据山西省交口县统计数据^[1~5], 利用式(1)~式(7)计算, 可得出交口县可持续发展的特征指标{ X_i }、特征函数{ Y_i }、水平函数 H_1 和能力函数 H_2 , 如表 3 所示。

由表 3 的计算结果, 我们可以得到以下几点结论:

- 1) 山西省统计局. 山西统计年鉴(1988~1997), 中国统计出版社.
- 2) 山西省环保局. 山西省环境质量报告书(1988~1997).
- 3) 山西省地质矿产局. 山西省交口县区域地质矿产报告, 1987 年.
- 4) 交口县统计局. 交口县社会经济统计资料(1988~1997).
- 5) 交口县环保局. 交口县环境保护统计资料(1988~1997).

(1) 1988~1997 年 10 年间, $H_2 < H < 1$, 交口县的发展总体处于不可持续状态, 可持续发展能力较可持续发展水平更低。从发展的观点看, 交口县的发展是愈来愈好的, 可持续发展的水平、能力都是愈高的。1993~1997 年明显好于 1988~1992 年, 但变化的速度较慢, 特别是可持续发展能力, 10 年只增加了 11 个百分点。

(2) Y_1 值不大, 但在减小。表明人口压力不大但在增加; Y_1 减小的幅度较小(仅 2%)是由于人口密度增加了而人口自然增长率降低了, Y_7 的值不大但在增加, 表明人口素质不高、劳动力结构不佳但在提高; Y_7 增长的幅度较小(仅 9%)表明二者提高或改善的速度较大。

表 3 交口县可持续发展特征函数、水平函数、能力函数计算结果

Table 3 The calculation results of sustainable development level, ability and degree for Jiaokou county

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	H_1	Y_7	Y_8	Y_9	Y_{10}	Y_{11}	Y_{12}	H_2
1988	0.1396	1.313	4.078	0.467	2.210	0.265	0.339	0.186	2.387	0.10	0.553	3.64	0.547	0.332
1989	0.1395	1.203	4.219	0.466	2.356	0.302	0.445	0.187	2.383	0.10	0.556	4.85	0.557	0.344
1990	0.1396	1.160	4.420	0.580	2.460	0.317	0.492	0.187	2.376	0.11	0.555	4.33	0.575	0.344
1991	0.1396	1.218	4.213	0.556	2.460	0.301	0.535	0.190	2.354	0.26	0.534	8.39	0.575	0.408
1992	0.1393	1.293	4.087	0.601	2.384	0.321	0.592	0.190	2.339	0.27	0.549	8.60	0.603	0.412
1993	0.1394	1.197	4.460	1.067	2.808	0.338	1.128	1.193	2.330	2.27	0.563	9.89	0.840	0.435
1994	0.1391	1.155	4.676	0.685	2.812	0.347	0.664	0.194	2.313	0.26	0.561	9.79	0.870	0.435
1995	0.1389	1.173	4.687	0.639	2.816	0.351	0.628	0.195	2.313	0.30	0.564	9.18	0.870	0.439
1996	0.1383	1.135	4.535	0.645	2.823	0.357	0.782	0.195	2.320	0.31	0.566	10.54	0.864	0.448
1997	0.1376	1.104	4.446	0.642	2.826	0.367	0.909	0.195	2.323	0.30	0.572	10.97	0.821	0.446

(3) Y_2 的值不小, 但在减小。表明能源、资源利用效益不高但在提高; Y_2 减小的幅度不大(21%), 表明二者的利用效益提高不快。 Y_8 的值不小, 但在减小, 表明资源支持能力较高, 但在减弱; Y_8 减小不多(6.4%), 表明资源的开发利用潜力仍然较大。

(4) Y_3 的值较大, 有起伏但总体是增加的, 表明生态环境质量较差, 且总体上有进一步恶化的趋势; Y_3 增大的幅度不小(1997 年比 1988 年增大 37.8%), 这主要是水土流失更加严重, 大气质量进一步恶化造成的, Y_9 的值较小, 但在增加, 表明环境支持能力较高且在增强; Y_9 增大不多(20%), 表明水土流失治理、三废处理的力度较少。

(5) Y_4 的值不大, 有起伏但总体是增加的, 表明经济发展水平不高, 总体呈上升趋势; 除 1993 年外, Y_4 值增加不多(<22%), 表明经济发展速度不快; Y_{10} 的值不大, 但在增加, 表明经济发展能力不强, 但在逐步提高; Y_{10} 值增加较小(1.9%), 表明经济结构、劳动生产率、利税率、资源环境利用效益诸方面都提高较慢。

(6) Y_5 和 Y_{11} 值不大, 但在增加, 表明科技发展的水平、能力较低, 但在逐步提高; Y_5 和 Y_{11} 的增加较多(61.6%和 73.3%), 表明科技进步的贡献和科技能力的发展提高较快。

Y_6 和 Y_{12} 的值不大, 但在增加, 表明社会发展水平和社会发展能力仍不高, 但在改善; Y_6 增加不多(10.2%), 表明居民生活水平、社会公平程度、保障水平变化不大; Y_{12} 增加较多, 表明基础设施、城镇化水平、管理决策能力有较大提高。

5 讨论

目前, 对可持续发展问题的研究, 大致集中在两个方面: 一是可持续发展的理论和概念; 二是可持续发展实现的途径和手段, 这两方面的问题是紧密联系在一起, 其联系的纽带就是可持续发展的衡量和评价。已有的衡量和评价多数停留在定性水平上, 少数虽已具定量属性, 但仍存在不少问题, 如定量评价模型, 较多采用加权求和法^[2,4~6], 由于权重的偏差, 易使结果不准确; 将所有统计指标加权求和, 不易找出可持续或不可持续的原因, 也不易将发展状况分级研究。又如, 各指标权重的赋值, 要么较主观, 要

么完全按数学方法计算^[2,6], 灵活性差, 使结果往往偏离实际, 再如指标体系^[2,4~9], 同一级指标相互不独立, 没有可比性; 所选指标不易获得, 从而可操作性差, 等等。

相比较, 我们的评价方法有以下一些特点: 首先, 我们用可持续发展水平函数 H_1 和可持续发展能力函数 H_2 定量评价山区县域的可持续发展, H_1 表示区域当前发展的可持续程度, H_2 表示区域今后可持续发展的潜力。这种评价更符合可持续发展的思想, 意义明确, 统计指标的作用更易确定, 提高了准确度。其次, 我们建立的可持续发展水平定量评价模型, 由于不涉及权重, 减小了误差; 由于意义明确, 分级更容易、更规范。第三, 指标的权重的确定, 我们将专家咨询法与三标度层次分析法^[2] 相结合, 既减小了主观随意性、提高了权重的客观性和准确性, 又具有灵活性和可操作性。第四, 指标的选取, 特征指标个个意义明确, 互相独立, 相互对等; 统计指标既满足可能的最少原则, 又容易获取。

总之, 我们提出的对山区县域可持续发展的定量评价方法, 意义明确, 数据易得, 计算简便, 不但能较准确地描述山区县域当前可持续发展的水平, 还能描述今后可持续发展的能力, 而且容易找出不可持续的原因, 容易为决策提供依据。通过对交口县可持续发展状况较准确的描述, 说明其具有一定的实用性、可靠性, 我们断言其对同类山区县域都是适用的。

致谢: 感谢山西省可持续发展研究院杨贤教授、刘新建博士以及课题组全体成员的有益讨论。

参考文献:

- [1] 曲格平. 关于可持续发展的若干思考[J]. 世界环境, 1995, (4): 3~6.
- [2] 张林泉, 李新运, 马金谕. 社会发展综合实验区指标体系与评价方法研究[A]. 见: 邓楠. 可持续发展: 人类关怀未来[C]. 哈尔滨: 黑龙江教育出版社, 1998. 91~99.
- [3] 方福康. 可持续发展与经济复杂性研究[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 1997, (2): 26~33.
- [4] 海热提, 涂乐逊, 王华东, 等. 城市可持续发展的综合评价[J]. 中国人口·资源与环境, 1997, 7(2): 26~33.
- [5] 王合生, 虞孝感. 我国发达地区可持续发展指标体系及其评价[J]. 经济地理, 1997, 17(4): 21~25.
- [6] 胡宝清, 任东明. 广西石山区可持续发展的综合评价(1)[J]. 山地研究(现《山地学报》), 1997, 17(4): 21~25.
- [7] 李新运, 常勇, 刘照胜, 等. 济南市可持续发展系统分析[J]. 国土开发与整治, 1998, 8(1): 14~18.
- [8] 叶文虎, 全川. 联合国可持续发展指标体系评述[J]. 中国人口·资源与环境, 1997, 7(3): 83~87.
- [9] 谢洪礼. 中国可持续发展指标体系初步设想[A]. 见: 邓楠. 可持续发展: 人类关怀未来[C]. 哈尔滨: 黑龙江教育出版社, 1998. 47~59.

QUANTITATIVE RESEARCH ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MOUNTAIN COUNTIES

FENG Yu-guang

(Department of Physics, Shanxi Normal University, Linfen Shanxi 041004 PRC)

Abstract: There are 2000 counties in China, with 80 percent in mountain regions. Whether the development of mountain counties is sustainable or not directly influence the course of the whole national modernization. However, the evaluative system, regulative ways, related theories and manners of sustainable development in counties haven't been studied or are fairly superficial. In this paper, on the basis of the features of mountain counties and according to the ideas of sustainable development, an index system which includes 92 statistical indices, 30 characteristic indices, 12 characteristic functions and 2 target functions was set up. A quanti-

tative evaluation model

$$H_1 = K_1 \frac{Y_6}{Y_1 Y_2} e^{(Y_4 + Y_5 - Y_3)}; H_2 = K_2 \left(\prod_{i=7}^{12} M_i Y_i \right)^{1/6}$$

was set up, where H_1 and H_2 are two target functions, called the functions of sustainable development level and ability, $Y_1, Y_2 \cdots Y_{12}$ are characteristic functions. M_i is weight imposed on Y_i , K_1 and K_2 are proportion coefficients. This method was applied to Jiaokou County and the grade of sustainable development of it was studied quantitatively.

Key words: mountain counties; sustainable development; indicator system; quantitative evaluation model

本刊加入万方数据资源系统(ChinaInfo) 数字化期刊群的声明

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,本刊现已入网“万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群”。凡向本刊投稿并录用的文章,将一律由编辑部统一纳入万方数据资源系统(ChinaInfo),进入因特网提供信息服务。本刊所付稿酬已包含刊物内容上网服务报酬,不再另付。

万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群是国家“九五”重点科技攻关项目,截止1999年底,已有1000余种期刊全文上网(网址: <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical>)。读者可上因特网进入万方数据资源系统(ChinaInfo)查询浏览本刊内容,也欢迎各界朋友通过万方数据资源系统(ChinaInfo)向我刊提出宝贵意见、建议,或订购本刊。

《山地学报》编辑部