

县域经济与环境协调发展分析方法 ——以西藏自治区为例

王兆锋, 张镜铨, 孙 威, 赵东升, 刘林山

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要: 环境与经济发展协调问题是环境保护与经济可持续发展中的重要问题, 目前有关环境与经济协调程度的分析多是基于人均经济指标与人居环境指标的对比分析。人均指标反映出了经济与环境协调的潜力与可能性, 但不能真实地反映区域, 尤其是对自然环境依赖程度较大的农区及牧区经济与环境协调的程度。本文在经济与环境协调分析中, 加入了反映环境变化的因子, 提出了经济与环境协调度概念模型; 并利用国土空间开发综合评价指数和归一化植被指数多年变化线性斜率值对指标进行了量化, 分析了西藏自治区县域经济与环境协调发展情况, 区分了协调县区和不协调县区, 从经济与环境协调的角度探讨了各区经济发展的方向。该研究为分析区域经济与环境协调程度提供了新的思路。

关 键 词: 经济; 环境; 协调发展; 分析方法

1 引言

协调发展(Coordinated Development)是从简单到复杂、从无序到有序的过程^[1], 协调的目的是减少系统负效应, 提高系统整体输出功能和整体效应^[2]。经济与环境协调度是衡量经济不同发展阶段区域环境状况与经济发展水平之间关系的指标, 体现在以时空为参照系, 经济与环境作用的界面特征^[3]。

在经济与环境相互作用的分析中, 环境容量理念^[4-5]、生态学观点^[6]、可持续发展思路^[7]等都有所反映和应用。而较为直接地分析经济与环境协调发展关系的研究, 多基于区域环境承载力与区域综合经济发展水平之间耦合程度, 将人均 GDP、人均工资、第三产业比重等经济指标与人均居住面积、人均绿地、污水处理率等人居环境指标进行数理对比^[4-9]。该思路在人口比较密集且对环境控制力较强的城市经济与环境协调发展的分析中, 得到了很好的利用^[1,10-12]。也有学者将这一思路与方法应用到农区环境与经济协调发展研究中^[13-15], 分析的结果在一定程度上反映了区域经济与环境的作用特征, 但不能直接反映协调作用的结果。因为农区和牧区的经济更多地依赖于自然环境, 对环境的可控性远低于城市, 而且不同地区的自然环境条件各异, 环境容量

也不尽相同。因此, 不能仅仅以人均经济指标和人均环境指标来分析环境与经济的协调程度。人均环境指标所反映的只是经济与环境协调的潜力与可能性, 并不能真实地反映经济与环境协调的程度。

本文从经济与环境协调发展的概念入手, 引入反映环境变化状况的变量, 构建协调发展分析模型, 并以西藏为例分析了该思路的可行性。

2 概念模型

一个地区的经济发展是当地自然与人文条件及其外部多种因素综合作用的结果^[16]。经济与环境协调度是经济与环境复合作用的综合反映。经济与环境的本底是这一相互作用的基础。环境本底决定了社会经济空间, 经济基础决定了社会经济发展的能力。环境极度敏感脆弱或者有特殊重要性的区域, 经济发展的空间相对较小^[17-18]。比如各类自然保护区内, 资源的开发与利用受到极大的限制; 而经济基础相对薄弱的地区也很难在短时间内发展为大都市; 在特殊的政策环境下, 沿海开发城市取得了迅速发展, 一般地区很难实现这种经济跨越。因此, 环境本底与经济基础决定了区域开发的基本方向。环境有特殊重要性的地区, 其经济与环

收稿日期: 2010-01; 修订日期: 2010-05.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40801042); 国家重点基础研究发展计划项目 (2010CB951704); 国家科技支撑计划项目 (2007BAC06B03)。

作者简介: 王兆锋(1976-), 男, 助理研究员, 主要从事青藏高原土地覆被变化及其环境效应研究。E-mail: wangzf@igsrr.ac.cn.

通讯作者: 张镜铨。E-mail: zhangyl@igsrr.ac.cn.

境协调发展的基本方向以保护为主,经济开发服从于环境保护;而社会经济基础相对较好的地区,其协调发展的方向以开发为主。

经济与环境协调发展是经济与环境复合作用下,自然环境和社会经济发展变化的方向与程度。环境变化的方向与程度反映了环境对社会经济的约束力,经济发展的方向与速度反映了经济对环境的潜在需求。环境趋于转好的地区,环境对经济开发的约束相对较小,经济可以更好的发展。经济发展速度较快的地区,往往对环境有更大的需求。经济与环境的变化趋势反映了社会经济与环境协调发展的程度。因此,经济与环境协调度是环境本底、经济基础、环境变化、经济发展的复合体。可以用如下概念关系式表示: $C=f(E,S,E_c,Sc)$ (1) 式中: C 代表经济与环境协调发展度, E 代表环境本底, S 代表经济基础, E_c 代表环境变化的方向与程度, Sc 代表经济发展的方向与速度。

事实上,如果不遭遇经济危机、自然灾害、战乱等特殊事件,经济总是不断发展的,而这些特殊事件大多和环境没有直接的关系。另一方面也难以评价经济发展速度的合理性。区域发展首先并主要是对自然资源的开发利用过程^[6]。在经济与环境的相互作用过程中,经济发展(实质也就是人类活动)占据主导地位。因此,经济与环境协调度最突出的体现就是社会经济发展所导致的生态环境变化的方向与程度。鉴于此,本文不讨论经济发展的速度问题,那么经济与环境协调性概念关系式可简要表示为:

$$C=f(E,S,E_c) \tag{2}$$

3 协调区类型划分

环境本底与经济基础决定的区域开发方向与区域环境变化情况的耦合,基本反映了经济与环境间的协调程度。如果趋于开发的地区,其环境变化趋于好转,表明经济与环境发展协调性较好,这样的地区可以更好的发展经济。反之,如果区域趋于保护且其环境趋于退化,表明经济与环境发展协调性较差,这样的地区就更需要加强环境保护。从这个角度讲,区域经济与环境协调发展类型将划分为4类。另外,自然保护区采取特殊的管护措施,在本文中不作讨论。

(1)不协调区(环境修复—禁止开发区) 该类型区指在地域功能上趋于保护,且生态环境退化较为

严重的地区,在利用上属于禁止开发的范围。环境的退化,可能是自然的原因,也可能是人类的不合理利用造成的。但生态环境退化明显,就必须在一定程度上对人类的开发利用活动进行限制,以免加重退化的态势,并尽可能地、因地制宜地采取措施,以减缓生态环境的退化,进而促进退化环境恢复。

(2)中度协调区(环境保护—限制开发区) 指生态环境趋于改善,而地域功能趋于保护的地区,在利用上属于限制开发的区域。趋于保护的地区,是生态重要性及生态脆弱性较高的地区,趋于保护的程度越高,其生态重要及脆弱的程度越大。即便是其生态环境有转好的趋势,鉴于其在生物多样性维护、水源涵养、土壤保持、防风固沙等方面的特殊重要性,或者在沙漠化、土壤侵蚀、石漠化、土壤盐渍化等方面明显的脆弱性,对该区域的开发和利用也应该是限制性的。

(3)中度不协调区(环境保育—控制开发区) 该类区域指生态环境趋于退化,而地域功能趋于开发的地区,在利用上属控制开发区。区域功能趋于开发的地区,说明其经济发展基础较好,人口集聚度、国民生产总值等社会经济指标相对较高,但生态环境处于退化的态势下,经济发展客观上应该是限制性的,必须对经济结构与发展方向进行调整,以免加重环境压力,造成不可恢复的环境退化。

(4)协调区(环境利用—重点开发区) 指生态环境趋于好转,且地域功能趋于开发的地区,在利用上是重点开发的地区。环境的稳定与变好,为经济发展提供较好的自然条件与发展空间。从经济与环境协调的角度讲,这类区域适合进一步发展经济。理论上,该区应该承载区域经济未来发展的主体。

4 指标量化

基于经济与环境协调度的分析,参考省级主体功能区域划分的指数评价法,社会经济状况通过人口集聚度和经济发展水平的评价指标(P_1)反映,环境本底状况采用生态重要性和生态系统脆弱性的评价指标(P_2)反映。二者的综合指标——国土空间开发综合评价指数(A)反映地区地域功能^{*}。主体功能区划的思想打破了传统的区域经济发展思维与发展模式,符合人与自然和谐发展的基本要求^[9]。

注: * 全国主体功能区划方案及遥感地理信息支撑系统课题组.省级主体功能区域划分技术规程(试用),2008.

$$A=P_1-P_2 \tag{3}$$

其中： $P_1=\sqrt{\frac{1}{3}(R^2+E^2+T^2)}$ ； $P_2=\max(S_1,S_2)$

$R=M \times d_{\text{人口流动度}}$

式中： R 为人口集聚度； E 为经济发展水平； T 为交通优势度； S_1 生态系统脆弱性； S_2 为生态重要性； M 为人口密度（人口密度=总人口/土地面积）；总人口指各县行政单元的常住人口总数，即按国家“五普”统计口径确定的常住人口（包括暂住半年以上的流动人口数）； $d_{\text{人口流动度}}$ 为根据县行政单元的人口流动强度，按表 1 选取权重值。

表 1 不同情境下 $d_{\text{人口流动度}}$ 的赋值

Tab.1 Determination of the values of population fluidity under different situations					
人口流动强度/%	<5	5~10	10~20	20~30	>30
$d_{\text{人口流动度}}$ 赋值	1	3	5	7	9

注：经济发展水平、交通优势度、生态脆弱性、生态重要性等指标，在《省级主体功能区划分技术规程》中，均规定了一系列的算法，在这里不在一一赘述。

人口流动强度=暂住人口/总人口×100%；
暂住人口指县行政单元内暂住半年以上的流动人口数。

A 反映的实质是经济开发与环境保护博弈的结果，A 越大地区地域功能越偏向于“开发”类，反之则偏向于“保护”类。

环境变化的方向与程度，采用归一化植被指数 NDVI (Normalize Difference Vegetative Index)多年变化线性斜率值(K)来反映。NDVI 是植物生长状态和植被空间分布密度的指示因子，与植被分布密度呈线性相关^[20]。植被是自然环境的重要方面。NDVI 多年变化线性斜率值(K)，可以有效去除异常值的影响，反映植被多年变化情况。如果 $K>0$ ，则表明生态环境有转好的趋势，值越大，转好的程度越明显；反之，如果 $K<0$ ，则生态环境有退化的趋势，值越小，退化的程度越严重。根据协调发展区域类型的含义，各区界定如图 1： $K\geq 0$ 且 $A\geq 0$ ，协调区（环境利用—重点开发区）； $K\geq 0$ 且 $A<0$ ，中度协调区（环境保护—限制开发区）； $K<0$ 且 $A\geq 0$ ，中度不协调区（环境保育—控制开发区）； $K<0$ 且 $A<0$ ，不协调区（环境修复—禁止开发区）。

5 案例分析

西藏自治区位于中国西南边陲是重要的牧

区。据第五次全国人口普查资料，西藏 262 万多人口中，农牧人口 212 万多人，约占总人口 81%。农牧业在西藏国民生产总值中占 1/3 以上^[21]。全区天然草地面积超过内蒙古和新疆，位居全国第一。在以农牧为主体的区域中，西藏具有很好的代表性。

国土空间开发综合评价指数采用 2006 年西藏自治区各县域人口集聚度、经济发展水平、生态系统脆弱性和生态重要性指标。NDVI 数据为 1981–2006 年 7、8、9 三个月旬 NDVI 平均值，据此计算 1981–2006 年 NDVI 变化的线性斜率值。评价结果如图 2、3 所示。

由分析结果看(图 4)，环境利用—重点开发区

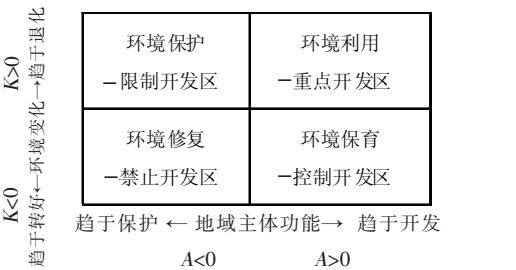


图 1 经济与环境协调发展指标图示
Fig.1 Graphical representation of coordinate development index of economy and environment

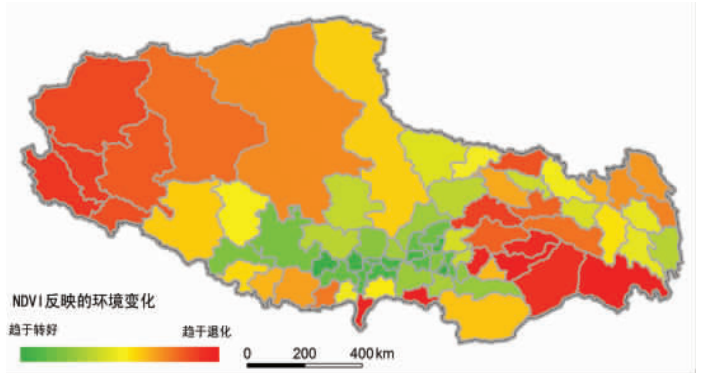


图 2 西藏自治区环境变化分析结果图
Fig.2 Environmental change in the Tibet Autonomous Region

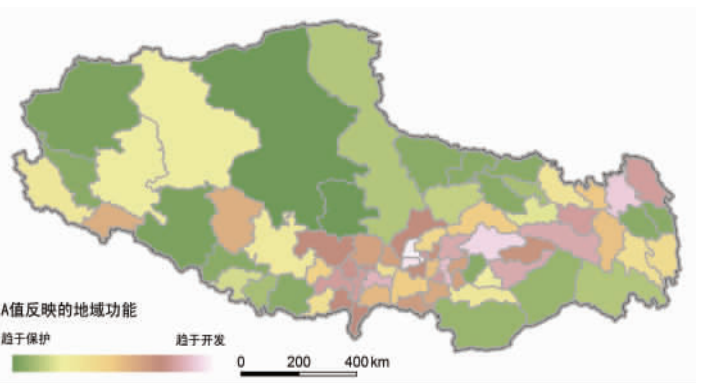


图 3 西藏自治区地域功能评价结果图
Fig.3 Regional functions of each county in Tibet

主要分布在雅鲁藏布江中游谢通门县至曲松县,另外措勤县、洛隆县和八宿县也属该类型区。包括了日喀则东部、山南北部、拉萨市等。该区是经济与环境协调发展较好,趋于开发且环境良好的地区。

环境保育—控制开发区主要分布在雅鲁藏布江中下游区,与环境利用重点开发区联接,该区社会经济基础相对较好,但生态环境处于退化的态势下,大部分地区缺乏常规能源供应基础设施,以生物质能源为主,化石能源缺乏。

环境保护—限制开发区主要是雅鲁藏布江以北、以东的地区。包括西藏日喀则西北部、那曲南部、昌都东南部。该区生态环境没有发生明显的退化,其不利因素突出表现为生态环境的高度脆弱性和重要性,从而对经济发展的限制较大。虽然生态环境有转好的趋势,但这些地区在生物多样性维护、水源涵养、土壤保持、防风固沙等方面的特殊性,或者在沙漠化、土壤侵蚀、石漠化、土壤盐渍化等方面具体明显的脆弱性,对该区域的开发和利用应该是限制性的。

环境修复—禁止开发区主要为生态环境退化且地域功能趋向于保护的地区,另外,各级自然保护区也在此范围内。该类型区主要位于西藏西北部阿里地区大部、藏北那曲地区西部及巴青、比如、山南地区的措那与加查、林芝的察隅、墨脱及朗县。本区是地域功能趋向于保护的地区,经济发展基础较为薄弱。环境问题主要表现为东南部的森林减少,和西北部的草地退化,另外湿地退化现象也日趋显著。环境退化区,生态环境的承载能力已十分有限。西藏自然保护区也主要分布在该区,社会经济发展过程中应注意保护环境。

分析结果较好的体现了西藏自治区经济与环境协调发展的区域分异特征。以“一江两河”地区为例,该区为西藏环境利用—重点开发区的核心地区,经济发展相对较好,该区以占全区 5.47%的面积,承载了全区 36.83%的人口和 69.41%的 GDP^[22]。构成了西藏经济、政治和文化中心。在经济发展的同时,在政府重视与大力环保投入下,该区生态环境也有所改善。实施了“一江两河”中部流域农业综合开发工程、拉萨及周边地区造林绿化工程、雅鲁藏布江防护林体系建设工程、日喀则林业治沙示范工程等多个重大及重点项目。这些工程的实施在很大程度上改善了所在区域的自然生态环境。形成了

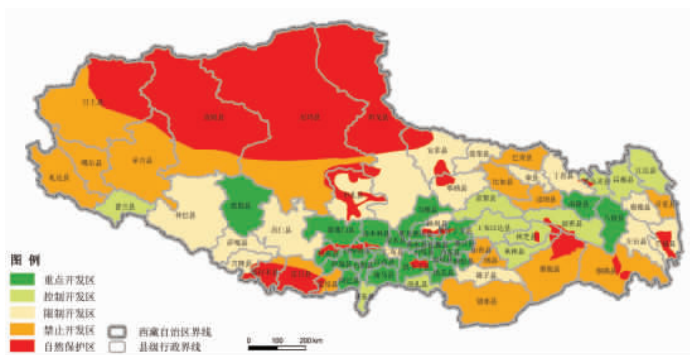


图 4 西藏自治区经济与环境协调发展区域评价结果

Fig.4 Evaluation results of the county level coordinated development of economy and environment in the Tibet

从日喀则到泽当几百公里的人工林带,拉萨、日喀则及泽当风沙天气比 30 年前减少了 30 天以上^[23]; 1990–2000 年间,拉萨地区林地增加了 2.56%,植被覆盖度和生物产量明显提高。这些是该地区实施的农业综合开发建设中旨在改变区域生态环境所采取的大面积植树造林和农田防护林等生物工程措施的直接结果^[24]。经济与环境协调发展分析结果(图 4)显示该区为协调区,属环境利用—重点开发区,这与“一江两河”的现实具有较好的一致性。体现了该区经济发展与环境改善的协调发展状况。

6 结论与讨论

经济与环境协调度是经济与环境复合作用的综合反映。环境本底与经济基础决定了区域开发的基本方向,经济与环境的变化趋势反映了社会经济与环境协调发展的程度。经济与环境协调度是环境本底、经济基础、环境变化、经济发展的复合体。利用国土空间开发综合评价指数和归一化植被指数多年变化线性斜率值,在人口稀少和环境污染低的西部地区可较好的判定区域经济与环境协调程度。

经济与环境协调发展是一个复杂的问题,环境变化的原因是多方面的,同时环境变化的形式也是多样的,本文仅利用 NDVI 来反映环境中植被变化的情况,环境变化中的大气污染、水质恶化、土壤盐碱化等,NDVI 不能体现,另外,植被变化也不能在 NDVI 中得到全面地反映^[25–27],如群落结构的变化很难在 NDVI 中区分,但 NDVI 能够反映生态环境中植被变化的基本趋势^[28],尤其是 NDVI 所反映的环境退化区是较为可靠的^[29]。本文利用 NDVI 值说明

了在经济与环境协调发展分析中加入反映环境变化因子的可行性,也有待于寻求更为客观地反映环境变化的因子,以使经济与环境协调发展分析更为科学。

致谢: 环境保护部环境规划院张惠远研究员、万军副研究员及饶胜博士,以及中国科学院地理科学与资源研究所李炳元研究员等对本文撰写与修改提出了宝贵建议,特此致谢。

参考文献

- [1] Yang S H. A study on the forecast and regulation of coordinated development of urban environment and economy in Guangzhou. *Chinese geographical science*, 1995, 5(3): 248–256.
- [2] 樊华, 陶学禹. 复合系统协调度模型及其应用. *中国矿业大学学报*, 2006, 35(4): 515–520.
- [3] 张晓东, 池天河. 90 年代中国省级区域经济与环境协调度分析. *地理研究*, 2001, 20(4): 506–515.
- [4] Li Z D. An econometric study on China's economy, energy and environment to the year 2030. *Energy Policy*, 2003, 31(1): 1137–1150.
- [5] Hawdon D, Pearson P. Input-output simulations of energy, environment, economy interactions in the UK. *Energy Economics*, 1995, 17(1): 73–86.
- [6] Charles P. Resilience in the Dynamics of Economy–Environment Systems. *Environmental and Resource Economics*, 1998, 11(3–4): 503–520.
- [7] Jeron C J M, Van Den Bergh. A Framework for Modeling Economy–Environment–Development Relationships Based on Dynamic Carrying Capacity and Sustainable Development Feedback. *Environmental and Resource Economics*, 1993, 3(4): 395–412.
- [8] 张晓东, 朱德海. 中国区域经济与环境协调度预测分析. *资源科学*, 2003, 25(2): 1–6.
- [9] 高志刚, 沈君. 新疆典型区域经济与环境协调发展评价与预测研究. *干旱区资源与环境*, 2010, 24(2): 1–5.
- [10] Xue D Q, Ma B B, Zhang X J. The harmonious relationship between land use and environment in Xi'an. *J Geographical Sciences*, 2006, 16(2): 183–191.
- [11] Zhang P Y, Su F, Li H, et al. Coordination Degree of Urban Population, Economy, Space, and Environment in Shenyang since 1990. *Chn Popu Res Envi*, 2008, 18(2): 115–119.
- [12] 鲁春阳, 宋昕生, 杨庆媛, 等. 城市人居环境与经济协调度评价: 以重庆都市区为例. *西南大学学报: 自然科学版*, 2008, 30(6): 121–125.
- [13] 赵永梅, 高宝嘉, 杨坤, 等. 基于集对分析法的社会经济与生态环境协调发展度评价: 以保定市为例. *中农学通报*, 2008, 24(2): 359–364.
- [14] 杨世琦, 杨正礼, 高旺盛. 不同尺度下区域农业系统协调度的评价. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2008, 36(5): 64–72.
- [15] 汪波, 方丽. 区域经济发展的协调度评价实证分析. *中国地质大学学报*, 2004, 4(6): 52–55.
- [16] 樊杰, 千庆兰. 我国东部沿海重点地区经济发展与资源环境相互作用关系的比较研究. *自然资源学报*, 2004, 19(1): 96–105.
- [17] 陆大道, 刘卫东. 论我国区域发展与区域政策的地学基础. *地理科学*, 2000, 20(6): 487–494.
- [18] 樊杰, 王海. 西藏人口发展的空间解析与可持续城镇化探讨. *地理科学*, 2005, 25(4): 386–392.
- [19] 樊杰. 我国主体功能区划的科学基础. *地理学报*, 2007, 62(4): 339–350.
- [20] 丁明军, 沈振西, 张镱锂, 等. 青藏公路与铁路沿途 1981 年—2001 年植被覆盖变化. *资源科学*, 2005, 27(5): 128–133.
- [21] 冉光荣. 现时西藏农牧业地位、问题与对策. *中国藏学*, 2007, 2: 18–24.
- [22] 陶和平, 高攀, 钟祥浩. 区域生态环境脆弱性评价: 以西藏“一江两河”地区为例. *山地学报*, 2006, 24(6): 761–768.
- [23] 中华人民共和国国务院新闻办公室. 《西藏的生态建设与环境保护》白皮书. 北京. 2003.
- [24] 除多, 张镱锂, 郑度. 拉萨地区土地利用变化. *地理学报*, 2006, 61(10): 1075–1083.
- [25] Kogan F N, Zhu X. Evolution of long-term errors in NDVI time series: 1985–1999. *Advances in Space Research*, 2001, 28 (1): 149–1531.
- [26] Trishchenko A P, Cihlar J, Li Z Q. Effects of spectral response function on surface reflectance and NDVI measured with moderate resolution satellite sensors. *Remote Sensing Environment*, 2002, 81(1): 1–181.
- [27] Lunetta R S, Ediriwickrema J, Johnson D M, et al. Impacts of vegetation dynamics on the identification of land-cover change in a biologically complex community in North Carolina, USA. *Remote sensing of environment*, 2002, 82 (2–3): 258–270.
- [28] 李昌凌, 李文军. 基于 NDVI 的锡盟苏尼特左旗地表植被生物量的趋势分析和空间格局. *干旱区资源与环境*, 2010, 24(3): 147–152.
- [29] 李辉霞, 刘淑珍. 基于的西藏自治区草地退化评价模型. *山地学报*, 2003, 21(S): 69–71.

A Method for the Analysis of the County level Coordinated Development of Economy and Environment: A Case Study of the Tibet Autonomous Region

WANG Zhaofeng, ZHANG Yili, SUN Wei, ZHAO Dongsheng, LIU Linshan
(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The coordination degree of economic development and environmental health (CDEE) is an important issue in the environmental protection and economic sustainable development. CDEE is usually evaluated by comparing the per capita economic index and environmental index. This evaluation method is satisfactory when applied for evaluating the urban CDEE, but it is not suitable to evaluate the rural CDEE, because the economic development is more depend on the environment in rural than that in urban. In fact, the average index reflected is not the actual CDEE, but the potential or possibility of CDEE. A coordination conception model was put forward in this paper, and an index to reflect environmental changes was applied. The CDEE was regarded as a complex of environmental background, economic base, environmental changes and economic development, and its significant representation was environmental changes due to economic development. The CDEE was divided into four levels: uncoordinated, moderate uncoordinated, moderate coordinated, and coordinated. Integrated evaluation index of spatial difference of land development and the annual change linear slope of normalized difference of vegetative index were used to quantify the model index. The CDEE of each county was analyzed in the Tibet Autonomous Region, and the coordinated counties and uncoordinated counties were distinguished. The result reflected the regional differentiation characteristics in environmental protection and economic development in Tibet Autonomous Region more actually. The CDEE is a complicated theme; furthermore, the reasons and patterns of environmental changes both are multifaceted. Though NDVI reflects environmental change in vegetation coverage, it can not reflect the environmental changes completely. Therefore, it is still necessary to explore other indexes to reflect the environmental changes more actually in CDEE study.

Key words: economy; environment; coordination; method; Tibet Autonomous Region

本文引用格式:

王兆锋, 张懿锂, 孙威, 等. 县域经济与环境协调发展分析方法: 以西藏自治区为例. 地理科学进展, 2010, 29(7): 797-802.