

城市经济、环境与社会协调发展评价 ——以西北五省会城市为例

聂春霞^{1,3}, 何伦志², 甘昶春³

(1 新疆大学经济与管理学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 2 新疆大学经济研究所, 新疆 乌鲁木齐 830046;

3 新疆发展改革委员会经济研究院, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要: 通过模糊分级评价方法对西北五省会城市的城市经济、环境与社会协调发展进行评价。首先, 对区域经济与环境协调发展评价的研究现状进行梳理; 其次, 建立城市经济、环境与社会协调发展的评价指标体系, 改进和使用模糊分级评价方法, 引入协调度、协调发展度和协调发展趋势指数的模型; 再次, 对中国西北五省会城市自2003-2009年的经济、环境与社会协调发展状况进行评价分析; 最后得出, 西北五个城市经济、环境和社会协调发展的总体水平不高, 并且城市经济系统、环境系统和社会系统之间的协调发展存在着差异, 影响了城市协调发展的总体水平。五城市中协调发展状况最好的是银川, 其次为乌鲁木齐、西安、兰州, 最差是西宁。应引起注意的是, 西安、西宁和乌鲁木齐的社会系统处于衰退趋势。

关键词: 模糊分级评价; 城市; 协调发展; 模糊系统

中图分类号: F290 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6060(2012)03-0517-010(517-526)

城市是自然系统与人工系统的复合系统。城市的经济、生态、环境、社会、文化、制度等系统的内部及各系统之间相互影响、相互作用, 并且城市与其外部的系统关系也复杂多样, 应当说, 城市是一个开放的、复杂的巨系统, 城市系统的运转需要较高的组织水平。一般来说, 系统性和模糊性有着本质的联系, 凡系统(形式化系统除外)必有模糊性, 并且系统的内外联系越多样复杂、组织水平越高, 模糊性也就越强^[1]。城市系统具有的复杂性和模糊性, 用简单的、直观的、静态的方法来研究和评价城市系统的发展质量, 得出的结论就会失去对实践的指导意义。因此, 以系统科学和模糊系统理论为基础, 用系统的、定量的、动态的方法对城市系统的协调发展状况进行评价和分析是非常必要的。

区域经济与环境协调发展评价是区域可持续发展研究的重要部分。国外关于区域经济与环境协调发展的评价指标体系是根据本国的实际提出, 不一定适用于我国的国情和区情。国内关于区域经济与

环境协调发展评价的研究成果较为丰富。

喻小军根据湖北省国民经济发展的有关数据, 借助主成分分析法和灰色理论中GM(1,1)模型, 就实现湖北省经济、资源、环境之间协调发展的问题进行研究^[2]; 陈静等建立了社会、经济、资源环境系统协调发展的指标体系, 应用复相关系数法求得各层指标的发展水平, 然后采用协调度、协调发展水平对系统协调发展的时间序列进行了评价, 应用灰色GM(1,1)模型对系统之间的协调状况进行了分析^[3]; 史亚琪等以灰色系统理论为基础, 以连云港为分析案例, 把发展潜力作为重要变量与发展水平变量相结合计算得到的综合发展指数纳入经济与环境协调评价模型中, 并运用GM(1,1)灰色模型预测系统, 对未来的协调发展状态进行预测^[4]; 高志刚等以新疆内部典型区域作为研究样本, 构建区域经济与环境协调发展评价, 对未来经济与环境协调状况进行了预测, 得出了一些结论和启示^[5]。

庞敦之在建立区域经济发展环境评价指标体系

* 收稿日期: 2011-08-17; 修订日期: 2011-11-09

基金项目: 国家社科重点项目“中国能源安全与中亚地区能源合作机制研究”(08AJY04); 新疆大学世川良一优秀研究生科研项目“经济发展与城市宜居性评价研究”(XJU-SYLLF1004)资助

作者简介: 聂春霞(1969-), 女, 甘肃秦安人, 新疆大学经济与管理学院博士生, 主要研究方向人口、资源与环境经济学

通讯作者: 何伦志, Email: Helunzhi@sina.cn

的基础上,综合运用熵值法、G1法和“乘法”集成法对山东省经济发展环境进行分析,提出建议与对策^[6];傅朗在建立区域环境与经济协调发展的评价指标体系的基础上,利用系统分析法、层次分析多元统计法,以广东省为例进行系统分析和评价,并提出建议与对策^[7]。

袁旭梅构建了区域协调发展的评价指标体系,介绍了模糊分级评价方法,并对天津市经济、资源与环境的协调发展进行了评价^[8];刘小林从人口、资源、环境与经济系统选取23个指标,构建区域人口、资源、环境与经济系统协调发展的评价指标体系,利用主成分分析法,评估各子系统发展状况和确定各子系统的综合发展水平,并提出区域人口、资源、环境与经济系统协调系数、协调发展系数和协调发展趋势指数的计算模型等;丁金梅、文琦运用主成分分析法、协调度和协调发展度对陕北农牧交错区生态环境与经济发展相互作用程度进行了定量评价^[9];白洁等在对河西走廊生态环境与经济发展现状深入分析的基础上,构建了绿洲生态经济系统指标体系,运用协调发展度模型,对5个绿洲生态经济系统及其子系统的协调发展度及协调度进行了定量分析^[10];董晓峰等构建了城市宜居性指标与权重系统,利用模糊数学模型,以兰州市为例,通过市民参与式问卷调查,对兰州宜居性进行了系统满意度分析评价^[11]。

李国柱从理论上证明了环境库兹涅茨曲线并不是一种必然的规律,环境库兹涅茨曲线依赖于特定的假定,经济增长和环境之间是一种复杂的关系,并利用协整分析、协调度分析等方法表明经济增长和三大污染物之间不存在协整关系,即使存在协整关系,这种关系也不是倒U形的^[12];白晶和延军平通过调查分析,包家槽子村仍处于较贫困状态,农户经济收入主要以粗放型农业为主,直接受益于旅游业的不多,由此提出以绿洲旅游业为互动发展的纽带,建立“亚心”生态与经济互动发展“双赢”模式^[13]。

上述区域经济与环境协调发展评价研究的思路和方法,为本研究提供了有益的启示。对区域经济与环境协调发展评价研究,一般情况下,先建立区域经济与环境协调发展评价指标体系或根据指标数值,使用主成分分析法、系统分析法、层次分析法、熵值法、灰色理论和模型、模糊分级评价等方法,衡量区域经济与环境的协调发展状态。研究中有侧重于实证分析、评价方法的介绍或讨论,还有侧重于经济与环境关系的讨论。在研究成果中,使用模糊系统

评价区域经济与环境协调发展的成果较少,而使用灰色系统进行评价的成果较多。

模糊系统评价是目前多指标评价中应用最广泛的方法之一。灰色系统评价方法在样本数据少或不全的情况下可以使用,但是,使用灰色系统评价方法得出结论的可靠性不强。加上城市系统具有复杂性和模糊性的特点,使用模糊分级评价方法成为评价区域协调发展状况的较为理想的方法,而关于模糊分级评价模型用于区域协调发展评价的仅有学者袁旭梅提出,该模型在用于区域经济、环境与社会协调发展评价时有四点不足:一是,要求样本数据符合正态分布,对于不符合正态分布的样本数据要利用Box-Cox变换将其变换为服从正态分布的样本数据,这就要求样本数据符合正态分布或样本数足够多,限制了研究的范围;二是,该模型中的分级标准是根据样本数据来确定的,使得样本数据及样本容量对分级标准影响较大,即同一套指标体系,当样本数据和样本容量不同时,分级标准也不同,即分级标准具有不确定性;三是,由于该模型仅探讨了各子系统之间的协调、一致状况,而没有探讨各子系统之间的发展状况,所以该模型仅适用于对单个区域子系统协调状况的分析,不能用于对比分析多个区域的协调状况的和衡量区域的发展状况;四是,该模型不能用于评价区域经济与环境协调发展的趋势。

本研究的思路是:首先,根据构建指标体系的原则和方法,构建城市经济、环境与社会协调发展的评价指标体系;其次,对袁旭梅提出的模型作了3个方面的改进:一是,采用国家标准及较高标准为标准值进行数据的标准化处理,不要求样本数据符合正态分布或样本数足够多,放宽了样本数据的范围;二是,通过专家咨询法确定模糊分级标准,使得分级标准具有确定性的同时,也放宽了研究对象的范围;三是,引入协调度、协调发展度和协调发展趋势指数的模型,不仅考虑到区域子系统的协调性,还考虑到区域子系统的发展状况,使评价模型既可用于单个区域协调发展评价,也可用于区域之间的协调发展的对比分析,还可以分析区域经济、环境与社会协调发展的趋势。

1 模型的建立和使用

1.1 构建城市经济、环境与社会协调发展评价指标体系

构建城市经济、环境与社会协调发展评价指标

体系, 不仅应遵循客观性、科学性、有效性等普遍原则, 还应该遵循以下 3 个原则: (1) 层次性和动态性原则。城市是一个多层次的复合系统, 其影响因素具有多元性和多层次性, 指标体系应该包括自上而下各个层次, 动态性是反映变化的动态指标; (2) 全面性原则。指标体系必须能够全面地反映城市经济、环境与社会各个方面, 要有反映生态环境、基

础设施、社会环境等方面的指标, 所以应尽可能选择能够全面描述城市发展的指标, 使指标体系成为一个有机整体; (3) 可操作性原则。在构建城市经济、环境与社会协调发展评价指标体系时, 尽可能选取已有的统计指标, 保证数据的可采集性^[14]。根据上述指标选取的原则, 通过频度统计法、专家咨询法, 选出指标, 具体指标和指标的标准值等如表 1 所示。

表 1 城市经济、环境与社会协调发展评价指标体系

Tab. 1 Evaluation index system of coordinated development of urban economy, environment and society

目标层	准则层	指标层	标准值及取值依据
经济系统	经济发展	人均 GDP(元),	30 000, 国家标准 I
		年人均地方财政收入(元),	3 600, 国家标准 I
		第三产业增加值占 GDP 比重(%),	67.78, 2002 年 30 个主要城市最高值
环境系统	环境优美	在岗职工人均工资(元),	27 134, 2002 年 30 个主要城市最高值
		空气质量达到及好于二级天数,	330, 国家标准 I
		建成区绿化覆盖率(%),	≥45, 国家标准 II
	废物处理	道路噪声均值(dB),	≤50, 参考 GB 3096-93
		人均园林绿地面积(m ²),	35, 2002 年南宁市指标
		工业废水排放达标率(%),	100, 国际标准
		生活污水处理率(%),	≥70, 国家标准 I
		生活垃圾无害化处理率(%),	100, 国家标准 I
		工业固废综合利用率(%),	100, 国际标准
		人均道路面积(m ² /人),	9, 国家园林城市标准
社会系统	生活舒适	每万人拥有的公共汽车数(辆),	10, 国家园林城市标准
		每万人拥有的医生数(人),	≥80, 中国生态城市标准
		每万人拥有的病床数(张),	≥90, 国家生态园林城市标准
		每万人拥有的移动电话数(部),	9 400, 国内发达城市水平
		每万人拥有的本地电话数(部),	7 451, 2002 年 30 个主要城市最高值
	文化丰富	每万人拥有的高等教育在校生(人),	1 016, 2002 年 30 个主要城市最高值
		每万人拥有的图书量(册),	34 000, 东京、首尔、莫斯科现状值
		每百万人拥有的影剧院数(个),	9, 2002 年 30 个主要城市平均值
		每万人拥有的国际互联网数(户),	3 320, 2002 年 30 个主要城市最高值

注: 上述指标中的人均 GDP、年人均地方财政收入、在岗职工人均工资的标准值为 2003 年的指标, 考虑到物价在不断上浮, 自 2004 年起采用的标准值是用前一年的标准值乘以本年平均物价指数, 平均物价指数是通过计算全国 31 个省、直辖市的物价指数的几何平均数而得到。通过计算得出 2004 至 2008 年的平均物价指数分别是 112.4 %、112.6 %、113.22 %、114.2 %、112 %、99.3 % (居民消费价格指数)。

1.2 模糊分级评价模型

设评价指标集为 $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$, 评价标准集为 $N = \{n_1, n_2, \dots, n_m\}$, 对每一评价对象构成评价矩阵 A 。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

式中: a_{ij} 表示第 i 评价指标关于第 j 个标准的隶属度。

设指标集所对应的权集为 $W = \{W_1, W_2, \dots, W_n\}$, $W_i \geq 0$, 且 $\sum_{i=1}^n W_i = 1$,

则模糊分级集合

$$B = WA = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}, \quad (2)$$

集合 B 为模糊评价结果矩阵, 模糊评价的结果采用最大隶属度原则, 若 $b_r = \max\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$, 则被评价对象总体上来讲隶属于第 r 等级。

因此, 模糊分级评价方法的关键是确定评价标准、模糊隶属度和子系统的权集。

1.2.1 确定分级标准 为简化分级标准, 对于样本数据, 通过专家咨询法设立系统协调发展的五级标准, 分级标准如表 2 所示。

1.2.2 确定模糊隶属度 由于样本数据可能不符合正态分布, 所以不能采用正态分布标准化的公式将样本数据标准化。因此, 本研究是用样本数据和标准值的比值将数据标准化, 再计算各子系统的协调度和协调发展度, 具体模型如下:

表2 城市经济、环境与社会协调发展评价分级标准

Tab.2 Classification standard of coordinated development evaluation on urban economy, environment and society

评价等级	协调发展度	协调发展类型
I 级	$d_1 = 0.9$	优质协调
II 级	$d_2 = 0.8$	良好协调
III 级	$d_3 = 0.6$	中度协调
IV 级	$d_4 = 0.4$	轻度失调
V 级	$d_5 = 0$	失调衰退
均值	$d = 5.4$	

(1) 指标的标准化

由于各指标来源不同,单位不同,因此,先对三级指标因子进行标准化处理,公式如下:

$$\text{当数据越大越好时 } P_i = X_i / X_{is}; \quad (3)$$

$$\text{当数据越小越好时 } P_i = X_i / X_{is}。 \quad (4)$$

式中: P_i 为各级指标 X_i 规范化处理之后的指数, $i = 1, 2, 3, \dots$;

X_i 为某三级指标的现值, X_{is} 为某三级指标的标准值,当指数 $P_i > 1$ 时,取 $P_i = 1$ 。

(2) 协调度与协调发展度的模型

① 协调度的模型: 城市各子系统所属指标指数越接近,表明各子系统内部越协调。各子系统内部的协调度的公式是:

$$C_i = 1 - S_i / P_i', \quad i = 1, 2, 3。 \quad (5)$$

式中: C_i 分别表示经济、环境、社会三个子系统内部的协调度, C_i 越大表明城市各子系统内部越协调; P_i' 表示三个子系统所属指标指数的平均数; S_i 表示三个子系统所属指标指数的标准差。

当 $S_i > P_i'$ 时,令 $C_i = 0$,即当标准差大于平均数时,系统的协调度为零。

② 协调发展度的模型: 为了既能衡量城市各子系统内部的协调状况,又能衡量各子系统内部的发展状况,协调发展度是协调度与城市发展总水平的几何平均数,公式如下:

$$t_i = (C_i \times P_i')^{1/2}, \quad (6)$$

式中: t_i 为各子系统内部及子系统之间的协调发展度, t_i 越大表明城市各子系统内部或子系统之间的协调发展程度越高。

③ 协调发展趋势指数: 协调发展度反映出系统在某一时刻的协调程度和发展水平,但不能反映出其协调发展的动态发展趋势。协调发展趋势指数用

来反映系统协调发展趋势。设子系统 j 在时刻 $i-1$ 和时刻 i 的协调发展度分别为 $t_{i-1}(j)$ 和 $t_i(j)$,则子系统 j 在时刻 i 的协调发展趋势指数可表示为⁽¹⁵⁾:

$$\theta_i(j) = t_i(j) / t_{i-1}(j), \quad (7)$$

$\theta_i(j) > 1$,说明系统的协调发展趋势处于增长状态;
 $\theta_i(j) = 1$,说明系统的协调发展趋势处于平稳状态;
 $\theta_i(j) < 1$,说明系统的协调发展趋势处于衰减状态;
 $\theta_i(j)$ 为协调发展趋势指数。

(3) 模糊隶属度模型: 对城市各子系统内部的协调发展度与分级标准进行模糊映射,其函数关系如下式⁽¹⁶⁾:

$$a_{i1}(t_i) = \begin{cases} 1 & t_i \in (d_1, \infty) \\ (t_i - d_2) / (d_1 - d_2), & t_i \in (d_2, d_1) \\ 0 & t_i \in (0, d_2) \end{cases}, \quad (8)$$

$$a_{ij}(t_i) = \begin{cases} (d_{(j-1)} - t_i) / (d_{(j-1)} - d_j), & t_i \in (d_j, d_{(j-1)}) \\ 0 & t_i \in (d_{(j-1)}, \infty) \cup (0, d_{(j+1)}) \\ (t_i - d_{(j+1)}) / (d_j - d_{(j+1)}), & t_i \in (d_{(j+1)}, d_j) \end{cases}, \quad i, j = 2, 3, 4, \quad (9)$$

$$a_{ij}(t_i) = \begin{cases} 1 & t_i \in (0, d_5) \\ (d_4 - t_i) / (d_4 - d_5), & t_i \in (d_5, d_4) \\ 0 & t_i \in (d_4, \infty) \end{cases}, \quad (10)$$

$a_{ij}(t_i)$ 为隶属度函数,由上述隶属度函数构成 n 个评价对象的评价矩阵 $A = (a_{ij})_{3 \times 5}$ 。

1.2.3 确定子系统的权集 袁旭梅根据协调发展指标体系以及模糊分级评价方法的特点,提出一种变权计算公式。对于各子系统,其数值与分级标准相比越大,则在评价中的重要程度相对轻些,若其数值较小,则在评价中重要性应较明显,而且越小,则对评价的重要程度越大。因此,子系统权重应是指标值与分级标准的函数。子系统权重可用下式计算:

$$W_i' = \frac{d}{t_i} \sum_{j=1}^5 d_j / t_i, \quad (11)$$

归一化处理:

$$W_i = W_i' / (\sum_{i=1}^5 W_i'), \quad i = 1, 2, 3, \quad (12)$$

式中: W_i 为第 i 个子系统的权重; t_i 第 i 个子系统的属性值; d 为评价子系统的五级分类标准的均值; d_j

为每个子系统在第 j 等级上的标准值, 当 $t_i = 0$ 时, 说明 i 系统处于失调衰退状态, 应取 $W_i = 1$, 其余系统的权重为 0。

2 实证分析

2.1 城市经济、环境与社会协调发展趋势指数分析

由公式 (3) - (7), 先将原始数据标准化, 再计算协调度、协调发展度, 最后计算出协调发展趋势指数。由表 3 看出: 相对于 2003 年, 2004 年银川和乌鲁木齐的经济系统处于衰减状态, 该两城市的环境和社会系统处于平稳或增长状态; 西安、兰州和西宁的各子系统均处于平稳或增长状态; 相对于 2004 年, 2005 年 5 个城市的经济系统处于衰减状态, 乌鲁木齐的环境系统处于衰减状态, 其余 4 城市的社会系统处于平稳或增长; 相对于 2005 年, 2006 年 5 个城市的经济系统均处于增长阶段, 银川的环境系统处于衰减状态, 其余 4 个城市的环境系统处于平稳或增长状态; 西安的社会系统处于衰减状态, 其余 4 城市的社会系统处于平稳或增长状态; 相对于 2006 年, 2007 年 5 个城市的经济系统和环境系统均处于平稳或增长状态, 西宁、西安和乌鲁木齐的社会系统处于衰减状态, 兰州和银川的社会系统处于平稳状态; 相对于 2007 年, 2008 年西宁的经济系统处

于衰减状态, 其余 4 城市的经济系统处于平稳或增长状态; 西安和乌鲁木齐的环境系统处于衰减状态, 其余 3 个城市的环境系统处于平稳或增长状态; 西宁和乌鲁木齐的社会系统处于衰减状态, 其余 3 个城市的环境系统处于平稳或增长状态; 相对于 2008 年, 2009 年 5 城市的经济系统处于平稳或增长状态, 西宁和银川的环境系统处于衰减状态, 其余 3 个城市的环境系统处于平稳或增长状态, 更为意外的是 5 个城市的社会系统均处于衰减状态。

2.2 城市各子系统评价矩阵分析

城市各子系统评价矩阵是由各子系统内部的协调发展度与表 2 中的分级标准代入隶属函数 (8) - (10), 求出各子系统对五级标准的隶属度得到, 表 3 列出了 5 个城市在 2003 - 2009 年间经济系统、环境系统与社会系统的评价矩阵。分析表 4, 5 个城市的经济系统在 2005 年的协调发展度为轻度失调 (IV 级), 在其他年份, 5 个城市中经济系统协调发展状况最好的是乌鲁木齐, 其次为银川、兰州和西安, 最差的是西宁; 5 个城市中环境系统协调发展最好的是银川, 其次是西安、西宁和兰州, 最差的是乌鲁木齐; 5 个城市中社会系统协调发展除乌鲁木齐稳定在中度外, 其余城市在变动中, 特别是到 2009 年, 5 个城市的社会系统为失调衰退。

表 3 五城市经济、环境与社会协调发展趋势指数表 (2004 - 2009)

Tab. 3 Trend index of coordinated development of five cities' economy, environment and society from 2004 to 2009

城市		2004		2005		2006		2007		2008		2009	
		指数	趋势	指数	趋势	指数	趋势	指数	趋势	指数	趋势	指数	趋势
西安	经济 协调 发展 趋势	1.0	平稳	0.5	衰减	1.8	增长	1.0	平稳	1.1	增长	1.1	增长
兰州		1.0	平稳	0.6	衰减	1.8	增长	1.0	平稳	1.0	平稳	1.0	平稳
西宁		1.2	增长	0.5	衰减	1.7	增长	1.1	增长	0.8	衰减	1.0	平稳
银川		0.9	衰减	0.6	衰减	2.0	增长	1.0	平稳	1.0	平稳	1.0	平稳
乌鲁木齐		0.9	衰减	0.5	衰减	2.3	增长	1.0	平稳	1.1	增长	1.0	平稳
西安	环境 协调 发展 趋势	1.0	平稳	1.2	增长	1.1	增长	1.0	平稳	0.9	衰减	1.0	平稳
兰州		1.1	增长	1.0	平稳	1.1	增长	1.0	平稳	1.0	平稳	1.0	平稳
西宁		1.1	增长	1.1	增长	1.0	平稳	1.1	增长	1.1	增长	0.9	衰减
银川		1.0	平稳	1.0	平稳	0.9	衰减	1.2	增长	1.1	增长	0.9	衰减
乌鲁木齐		1.2	增长	0.9	衰减	1.0	平稳	1.0	平稳	0.7	衰减	1.2	增长
西安	社会 协调 发展 趋势	1.2	增长	1.0	平稳	0.9	衰减	0.9	衰减	1.2	增长	0.0	衰减
兰州		1.1	增长	0.7	衰减	1.4	增长	1.0	平稳	1.1	增长	0.0	衰减
西宁		1.0	平稳	0.5	衰减	2.1	增长	0.9	衰减	0.8	衰减	0.0	衰减
银川		1.0	平稳	0.7	衰减	1.3	增长	1.0	平稳	1.0	平稳	0.0	衰减
乌鲁木齐		1.1	增长	1.0	平稳	1.0	平稳	0.9	衰减	0.9	衰减	0.0	衰减

数据来源: 根据中国城市统计年鉴 (2004 - 2010)、中国统计年鉴 (2004 - 2010) 计算整理

表 4 五城市各子系统评价矩阵(2003 – 2009)
Tab. 4 Evaluation matrix of each subsystem on five cities from 2003 to 2009

城市	年份	经济系统隶属度					环境系统隶属度					社会系统隶属度				
		I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
西安	2003	0	0.12	0.88	0	0	0	0.05	0.95	0	0	0	0	0.48	0.52	0
	2004	0	0.21	0.79	0	0	0	0.07	0.93	0	0	0	0.07	0.93	0	0
	2005	0	0	0	0.87	0.13	0	0.63	0.37	0	0	0	0.12	0.88	0	0
	2006	0	0.05	0.95	0	0	0	0.97	0.03	0	0	0	0	0.89	0.11	0
	2007	0		0.15	0.85	0	0	1.00	0	0	0	0	0	0.65	0.35	0
	2008	0		0.37	0.63	0	0	0.67	0.33	0	0	0	0.13	0.87	0	0
	2009	0	0.60	0.40	0	0	0	0.64	0.36	0	0	0	0	0	0	1
兰州	2003	0	0.03	0.97	0	0	0	0	0.84	0.16	0	0	0	0.98	0.02	0
	2004	0	0	0.97	0.03	0	0	0.11	0.89	0	0	0	0.27	0.73	0	0
	2005	0	0	0	0.85	0.15	0	0.20	0.80	0	0	0	0	0.42	0.58	0
	2006	0	0.06	0.94	0	0	0	0.44	0.56	0	0	0	0.40	0.60	0	0
	2007	0	0.16	0.84	0	0	0	0.52	0.48	0	0	0	0.40	0.60	0	0
	2008	0	0.19	0.81	0	0	0	0.36	0.64	0	0	0	0.60	0.40	0	0
	2009	0	0.25	0.75	0	0	0	0	0.98	0.02	0	0	0	0	0	1
西宁	2003	0	0	0.47	0.53	0	0	0	0.78	0.22	0	0	0	0.52	0.48	0
	2004	0	0	0.84	0.16	0	0	0.06	0.94	0	0	0	0	0.56	0.44	0
	2005	0	0	0	0.75	0.25	0	0.28	0.72	0	0	0	0	0	0.68	0.32
	2006	0	0	0.59	0.41	0	0	0.19	0.81	0	0	0	0	0.87	0.13	0
	2007	0	0	0.80	0.20	0	0	0.52	0.48	0	0	0	0	0.67	0.33	0
	2008	0	0	0.37	0.63	0	0	0.69	0.31	0	0	0	0	0.22	0.78	0
	2009	0	0	0.46	0.54	0	0	0	0.54	0.46	0	0	0	0	0	1
银川	2003	0	0	0.95	0.05	0	0	0.76	0.24	0	0	0	0.87	0.13	0	0
	2004	0	0	0.95	0.05	0	0	0.76	0.24	0	0	0	0.87	0.13	0	0
	2005	0	0	0	0.89	0.11	0	0.70	0.30	0	0	0	0.00	0.62	0.38	0
	2006	0	0.54	0.46	0	0	0	0.23	0.77	0	0	0	0.44	0.56	0	0
	2007	0	0.56	0.44	0	0	0	0.78	0.22	0	0	0	0.37	0.63	0	0
	2008	0	0.66	0.34	0	0	0	0.80	0.2	0	0	0	0.47	0.53	0	0
	2009	0	0.75	0.25	0	0	0.45	0.55	0	0	0	0	0	0	0	1
乌鲁木齐	2003	0	0.92	0.08	0	0	0	0	0.97	0.03	0	0	0.08	0.92	0	0
	2004	0	0.62	0.38	0	0	0	0.49	0.51	0	0	0	0.45	0.55	0	0
	2005	0	0	0	0.83	0.17	0	0.29	0.71	0	0	0	0.41	0.59	0	0
	2006	0	0.80	0.20	0	0	0	0.39	0.61	0	0	0	0.38	0.62	0	0
	2007	0	0.83	0.17	0	0	0	0.39	0.61	0	0	0	0.16	0.84	0	0
	2008	0.16	0.84	0	0	0	0	0	0.28	0.72	0	0	0	0.97	0.03	0
	2009	0.40	0.60	0	0	0	0	0.54	0.46	0	0	0	0	0	0	1

数据来源: 根据中国城市统计年鉴(2004 – 2010)、中国统计年鉴(2004 – 2010) 计算整理

2.3 五城市协调发展的综合评价

在确定城市各子系统评价矩阵和权重的基础上, 由公式(2)可计算出城市经济、环境与社会协调发展综合评价矩阵(表5)。在2005年5个城市协调发展综合评价为轻度失调, 在2009年5个城市协调发展综合评价为失调衰退; 在其余5 a, 西安和兰州协调发展综合评价为中度; 在2008年, 西宁协调发展综合评价为轻度失调, 在其余4 a 为中度; 在5 a间, 银川和乌鲁木齐协调发展综合评价为中度或良好。

3 结论与建议

综上所述, 运用5个城市的原始数据, 分析2005、2009年5个城市的综合评价较低的主要原因: 2005年5个城市的经济系统及复合系统的综合评价较低, 是因2005年5个城市的人均GDP、在岗职工的年均

工资、第三产业增加值占GDP的比重以及年人均地方财政收入等4项指标值相对于标准值, 在减少或不变而造成; 2009年5个城市的社会系统及复合系统的综合评价结果为失调衰退, 是因为5个城市的社会系统的各个指标相对于标准值, 起伏较大, 如城市的人均道路面积和每万人拥有的公共汽车拥有量较大, 而其他指标较小, 导致各指标的标准差等于或大于平均值而造成, 即系统内各指标值差距过大, 从而导致了经济、环境和社会系统的协调发展状态为失调衰退。

对5个城市经济、环境与社会协调发展状况的综合分析及建议如下: 西安和兰州的经济、环境与社会协调发展的总体状态有5 a 为中度协调, 西安的社会系统呈衰退趋势, 以及经济系统发展水平较低, 兰州的经济、环境与社会系统的评价等级在大多数年份为中度协调, 即3个系统的评价均较低, 西安需要加快城市经济和社会发展速度, 兰州需要同时加

表 5 5 个城市经济、环境与社会协调发展评价等级矩阵及评价结果(2003–2009)
 Tab. 5 Rating scale matrix and result of evaluation coordinated development about five cities' economy ,
 environment and society from 2003 to 2009

城市	年份	评价等级					综合评价结果
		I	II	III	IV	V	
西安	2003	0.00	0.05	0.73	0.22	0.00	中度协调
	2004	0.00	0.11	0.89	0.00	0.00	中度协调
	2005	0.00	0.12	0.23	0.56	0.09	轻度失调
	2006	0.00	0.23	0.72	0.05	0.00	中度协调
	2007	0.00	0.25	0.59	0.16	0.00	中度协调
	2008	0.00	0.36	0.64	0.00	0.00	中度协调
	2009	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	失调衰退
兰州	2003	0.00	0.01	0.93	0.06	0.00	中度协调
	2004	0.00	0.12	0.87	0.01	0.00	中度协调
	2005	0.00	0.04	0.24	0.63	0.09	轻度失调
	2006	0.00	0.28	0.72	0.00	0.00	中度协调
	2007	0.00	0.35	0.65	0.00	0.00	中度协调
	2008	0.00	0.37	0.63	0.00	0.00	中度协调
	2009	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	失调衰退
西宁	2003	0.00	0.00	0.58	0.42	0.00	中度协调
	2004	0.00	0.02	0.75	0.23	0.00	中度协调
	2005	0.00	0.02	0.06	0.65	0.27	轻度失调
	2006	0.00	0.05	0.74	0.21	0.00	中度协调
	2007	0.00	0.26	0.53	0.21	0.00	中度协调
	2008	0.00	0.11	0.30	0.59	0.00	轻度失调
	2009	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	失调衰退
银川	2003	0.00	0.50	0.47	0.03	0.00	良好协调
	2004	0.00	0.44	0.54	0.02	0.00	中度协调
	2005	0.00	0.10	0.21	0.62	0.07	轻度失调
	2006	0.00	0.39	0.61	0.00	0.00	中度协调
	2007	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	良好协调
	2008	0.05	0.62	0.33	0.00	0.00	良好协调
	2009	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	失调衰退
乌鲁木齐	2003	0.00	0.24	0.75	0.01	0.00	中度协调
	2004	0.00	0.52	0.48	0.00	0.00	良好协调
	2005	0.00	0.11	0.21	0.57	0.11	轻度失调
	2006	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	良好协调
	2007	0.00	0.42	0.58	0.00	0.00	中度协调
	2008	0.03	0.14	0.44	0.39	0.00	中度协调
	2009	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	失调衰退

数据来源: 根据中国城市统计年鉴(2004–2010)、中国统计年鉴(2004–2010) 计算整理

快经济、环境和社会的发展速度; 西宁的经济、环境与社会协调发展的总体状况只有 4 a 为中度协调, 在 5 个城市中为最差, 并且西宁的经济系统发展水平在 5 个城市中最差, 西宁的社会系统处于衰退趋势, 西宁需要加快城市经济、社会协调发展的速度; 银川的经济、环境与社会协调发展的总体状况是 2 a 为中度协调, 3 a 为良好协调, 除 2005 年和 2009 年外, 城市的协调发展状况在不断优化, 银川的环境系统协调发展状况是 5 个城市中最好的, 经济系统协调发展状况仅次于乌鲁木齐, 银川需要加快城市社会的协调发展速度; 乌鲁木齐的经济、环境与社会协调发展的总体状况是 3 a 为中度协调, 2 a 为良好协

调, 值得注意的是, 除 2005 年和 2009 年外, 乌鲁木齐的协调发展状况在不断劣化, 其经济系统协调发展保持在良好状态, 是 5 个城市中发展最好的, 但是社会系统发展处于衰退趋势, 乌鲁木齐需要加快城市环境和社会的协调发展速度。

总之, 西北五城市经济、环境和社会协调发展的总体水平不高, 并且城市经济系统、环境系统和社会系统之间的协调发展存在着差异, 影响了城市协调发展的总体水平。5 个城市的协调发展的总体水平是, 银川为最好, 其次为乌鲁木齐、西安和兰州, 最差是西宁。应引起注意的是, 西安、西宁和乌鲁木齐的社会系统处于衰退趋势。

参考文献(References)

- (1) 王新华,李堂军,丁黎黎,等.复杂大系统评价理论与技术(M).济南:山东大学出版社 2010: 55-56. (WANG Xinhua, LI Tangjun, DING Lili, et al. Evaluation theory and technology of complex system (M). Jinan: Shandong University Press 2010: 176-177.)
- (2) 喻小军,周宏,罗荣桂,等.湖北省经济-资源-环境协调发展研究(J).运筹与管理 2001 (1): 32-36. (YU Xiaojun, ZHOU Hong, LUO Rongui, et al. economy-resource-environment development research in Hubei (J). Operation Research and Management 2001 (1): 32-36.)
- (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 2006 22(6): 9-12. [CHEN Jing, ZENG Zhenxiang. Research on the appraise model of coordination development among society, economy, resource and environment (J). Scientific Management Research 2006 22(6): 9-12.]
- (4) 史亚琪.区域经济-环境复合生态系统协调发展动态评价——以连云港为例(J).生态学报 2010 30(15): 4119-4128. (SHI Yaqi. A dynamic assessment for the coordinated development between economy and environment: a case study of Li-anyungang, China (J). Acta Ecologica Sinica 2010 30(15): 4119-4128.)
- (5) 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(J).干旱区资源与环境 2010 24(2): 1-5. (GAO Zhigang, SHEN Jun. Assessment and forecast of coordinated development on economy and environment in typical region Xinjiang (J). Journal of Arid Land Resources and Environment, 2010, 24(2): 1-5.)
- (6) 庞敦之.区域经济发展环境指标体系及优化方案设计——以山东省为例(D).北京:中国海洋大学 2007: 18-19. (PANG Dunzhi. Indicator system and optimize design on regional economy development, environment: a case study of Shandong Province (D). Beijing: China Ocean University 2007: 18-19.)
- (7) 傅朗.区域环境与经济协调发展的评价研究——以广东省为例(D).北京:中国科学院 2007: 2-10. (FU Lang. Evaluation study of coordinated development on regional environment and economy: a case study of Guangdong Province (D). Beijing: China Academy 2007: 2-10.)
- (8) 袁旭梅.协调发展指标体系与模糊分级评价方法研究(J).统计与决策 2001 (11): 10-11. (YUAN Xumei. The index system of coordinated development and fuzzy grading method (J). Statistics and Decision 2001 (11): 10-11.)
- (9) 丁金梅,文琦.陕北农牧交错区生态环境与经济协调发展评价(J).干旱区地理 2010 33(1): 136-143. (DING Jinmei, WEN Qi. Evaluation of coordination development between ecology and economy in agro-pastoral ecotone of northern Shaanxi (J). Arid Land Geography 2010 33(1): 136-143.)
- (10) 白洁,王学恭,赵成章.河西走廊绿洲生态经济系统协调发展能力评价(J).干旱区地理 2010 33(1): 130-135. (BAI Jie, WANG Xuegong, ZHAO Chengzhang. Evaluation on the coordinated development ability of eco-economic system in Hexi Corridor oases (J). Arid Land Geography 2010 33(1): 130-135.)
- (11) 董晓峰,刘星光,刘理臣.兰州市城市宜居性的参与式评价(J).干旱区地理 2010 33(1): 125-129. (DONG Xiaofeng, LIU Xingguang, LIU Lichen. Public participatory survey evaluation on livability of Lanzhou (J). Arid Land Geography 2010 33(1): 125-129.)
- (12) 李国柱.中国经济增长与环境协调发展的计量分析(D).吉林:辽宁大学博士学位论文 2007: 2-20. (LI Guozhu. Economic growth and environmental development of the quantitative analysis in China (D). Jilin: Liaoning University PHD thesis 2007: 2-20.)
- (13) 白晶,延军平.“亚洲大陆地理中心”生态与经济互动发展模式初探(J).干旱区地理 2010 33(5): 809-814. [BAI Jing, YAN Junping. Interaction development mode between ecology and economy in Continental Centre of Asia (J). Arid Land Geography, 2010 33(5): 809-814.]
- (14) 李小英.城市宜居性评价研究——以兰州为例(D).兰州:兰州大学 2007 62-10. (LI Xiaoying. Evaluation of urban livability: a case study of Lanzhou (D). Lanzhou: Lanzhou University, 2007 62-10.)
- (15) 刘小林.区域人口、资源、环境与经济系统协调发展的定量评价(J).统计与决策 2007 (1): 64-65 (LIU Xiaolin. Quantitative evaluation on coordinated development of the regional population, resource, environment and economy system (J). Statistics and Decision 2007 (1): 64-65.)
- (16) 袁旭梅,刘新建,万杰,等.系统工程学导论(M).北京:机械工业出版社 2006: 278-279. (YUAN Xumei, LIU Xinjian, WAN Jie, et al. Introduction to Systems Engineering (M). Beijing: Mechanic Industry Press 2006: 278-279.)

Evaluation on coordinated development of urban economy , environment and society: a case of five capital cities in Northwest China

NIE Chun-xia^{1 3} , HE Lun-zhi² , GAN Chang-chun³

(1 School of Economics and Management , Xinjiang University , Urumqi 830046 , Xinjiang , China; 2. Institute of economic research , Xinjiang University , Urumqi 830046 , Xinjiang , China; 3 Institute of economy research , Xinjiang Development and Reform Commission , Urumqi 830002 , Xinjiang , China)

Abstract: City is composite system of artificial system and natural system. There are interacts and effects within and between the cities' economy , ecology , environment , society , culture , institution and other systems. The city is complex and diverse system with its external relations. The city is an open , complex giant system. Operation of urban systems requires a high organization level. Urban system with the complexity and ambiguity features. Using the simple , intuitive , static methods to study and evaluate development quality of urban system , their conclusions will be lost for practice. Therefore , using system , fuzzy , dynamic approach to evaluate and analyze urban systems is necessary based on system science and fuzzy system theory. This paper builds an evaluation index system for evaluating the urban economy , environment and society development based on principle and method of the built index system , and uses the evaluation method and model with the help of the fuzzy classification dealing with the coordinated degree , coordinated development degree and coordinated development trend to evaluate the coordinated development of economy , environment and society of the five capital cities of northwest China. Firstly , to sort out the status of evaluation research about the coordinated development of economy and environment of region. Secondly , to establish the evaluation index system about coordinately developing economy , environment and society of the cities , and lead into and improve the model on evaluation of fuzzy classification. Thirdly , to evaluate and analyze the coordinated development state about economy , environment and society of the five capital cities of northwest China from 2003 to 2009. At the end , to come to the conclusions. A comprehensive evaluation of five cities is low in 2005 and 2009. Economy system and comprehensive evaluation of complex systems of five cities is low in 2005 because economic indicators of five cities are lower or unchanged than the standard index value. The society system and comprehensive evaluation complex system of five cities are low in 2009 because the various indicators of society system of five cities are large floating relative to the standard value. Level of economy system and society system are low in Xi'an. Society system is decay trend in Xi'an. Lanzhou's economy , environment and society system development level is low. Xining's economy development system is the worst among five cities and society system is decline trend. Urumqi's economy development system is best among five cities , but Urumqi's society system development is recession. Environment system development of Yinchuan is the best among five cities and the development of economy system is after Urumqi. The overall development level on economy , environment and society is not high in five northwest cities , and there are differences in the coordinated development on economy system , environment system of cities . So it affects the overall coordinated development level of the five cities. Yinchuan's overall development is the best among five cities , followed by Urumqi , Xi'an , Lanzhou , and Xining's development is the worst. It should be noted that the social system of Xi'an , Xining and Urumqi are declining trend. Innovation of this paper is as follows: Building evaluation system on urban economy , environment and society development. Improving and refining the fuzzy hierarchical evaluation model. Leading into coordinated degree , coordinated development degree and coordinated development trend in coordinated development of urban evaluation index systems.

Key Words: fuzzy classification evaluation; city; coordinated development; fuzzy system