

吐鲁番市城市化与生态环境动态分析

周玄德¹, 孜比布拉·司马义^{1,2}

(1. 新疆大学 资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆大学 绿洲生态教育部重点实验室, 乌鲁木齐 830046)

摘要:通过构建城市化综合指数与生态环境综合指数的指标体系,利用变异系数法确定各个指标的权重,借助加权求和对吐鲁番市2000—2008年的城市化与生态环境的综合指数给予量化分析,结果表明:两者均呈现上升趋势,尽管生态环境综合指数波动比较显著。结合GM(1,1)模型对吐鲁番市城市化与生态环境的综合指数进行预测,预测等级均为好,对实际有一定的参考价值,同时城市化的增速快于生态环境;应用关联度知识,对吐鲁番市连续9 a不同的年份进行分析发现,随着时间的推移,城市化与生态环境综合指数的关联度逐渐增加,依次为0.600 7, 0.621 5, 0.669 6,由此可以说明吐鲁番市城市化与生态环境的联系将越来越紧密,而且逐年增强。

关键词:城市化; 生态环境; 指标体系; 关联度

中图分类号: F224.0; F205

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2012)01-0159-05

Dynamic Analysis on Urbanization and Ecological Environment of the Turpan City

ZHOU Xuan-de¹, Zibibula · Simayi^{1,2}

(1. College of Recourse and Environmental Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;

2. Key Laboratory of Oasis Ecology, Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: By building the index system of composite index of urbanization and ecological environment, using coefficient of variation to determine the weight of each index, with the weighted sum of the Turpan City in 2000—2008, the urbanization and ecological environment of the composite index were quantitatively analyzed. The results show that both urbanization and ecological environment of the composite index are rising, despite the volatile environment index is significant. With GM (1,1) model the city composite index and the ecological environment of Turpan was predicted, the forecast levels are good, which provided reference to the actual situation, while the growth rate of urbanization is faster than the ecological environment. By applying correlation knowledge, Turpan City urbanization and ecological environment of the correlation index increased gradually over time, followed by 0.600 7, 0.621 5, 0.669 6, which can explain that the urbanization of Turpan City and the ecological environment will be more closely linked year by year.

Key words: urbanization; ecological environment; index system; correlation

城市化是一个国家或地区经济发展的必经途径,同时也是衡量经济发展水平的重要标志之一。在城市化推进的过程中,人们极大地丰富了物质和精神生活,然而却又不得不面对日益严峻的生态环境问题。城市化所带来的能源短缺、水资源短缺、水环境污染、大气环境污染、土地利用扩张等资源环境问题,已经成为制约该地区城市化发展的约束条件^[1]。如果忽视这些生态环境问题,势必会限制该地区的城市化进程。因此,研究城市化与生态环境关系,探讨改善城

市生态环境质量的途径与对策,促进城市的生态建设与可持续发展已成为社会关注的焦点^[2]。

1 研究区范围与数据采集

吐鲁番市境位于新疆维吾尔自治区东部,地处天山中东部主峰博格达山之南,吐鲁番盆地中心地带,是古代丝绸之路的枢纽地段,联系天山南北的要冲,东邻鄯善县,西接托克孙县,南低库鲁克塔格,连尉犁县,北以天山分水岭为界,同乌鲁木齐县、吉木萨尔县、奇台

收稿日期: 2011-06-07

修回日期: 2011-07-25

资助项目: 国家自然科学基金项目(40861006); 国际合作项目(41010104040)

作者简介: 周玄德(1985—),男,安徽宿州人,硕士研究生,主要研究方向: 资源利用与城乡规划。E-mail: zxd850706@163.com

通信作者: 孜比布拉·司马义(1962—),男,新疆焉耆县人,博士,教授,主要研究方向: 城市发展与城市规划。E-mail: zibibulla3283@yahoo.com.cn

县接壤。地理坐标为北纬 42°15′10″— 43°35′,东经 88°29′28″— 89°54′33″。吐鲁番市区是中共吐鲁番地委,吐鲁番地区行署和吐鲁番军分区所在地市境南北最长约 262 km,东西最宽处约 90 km,总面积约为 15 738 km²。市区距乌鲁木齐市 183 km,铁路里程 143 km。本研究以吐鲁番市作为研究对象,资料来源于 2000— 2008 年《新疆统计年鉴》、《新疆统计年报》。

2 城市化与生态环境指标体系的建立

由于城市化和生态环境分处于一个复杂的系统当中,考虑单一指标难以很好地反映其变化特征,因此根据城市化与生态环境的内涵、动力机制,构建吐鲁番市城市化与生态环境指标体系。同时,结合吐鲁番市的实际发展情况,初步确定从人口城市化、经济城市化、社会城市化和空间城市化 4 个方面的 16 项指标将城市化发展系统予以内涵的扩充和特征综合;从生态环境水平、生态环境压力与生态环境保护 3 个方面的 18 项指标将生态环境综合状况予以指标分解和特征细化,以便进行城市化与生态环境量化分析^[3-4],详见表 1。

3 吐鲁番市城市化与生态环境动态分析的理论模型

3.1 数据的标准化处理

对数据进行标准化处理,是对吐鲁番市城市化与生态环境量化研究的基础。在评价指标体系建立之后,有可能因为各个指标的计量单位不同,即因为具有不同的量纲而不能进行直接比较。因此,一般在收集了相关数据后,还需要进行无量纲化处理,即同度量处理。本文选取标准化处理,即在标准化转换中,将变量值转换为数学期望值为 0、方差为 1 的标准化的数值^[5]。具体转换过程如下:第一步,求出各个变量(指标)的算术平均数,即数学期望值 \bar{x}_i 和标准差 σ_i ;

第二步,利用以下公式进行标准化处理:

正向指标: $x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i}$ (1)

逆向指标: $x'_{ij} = -\frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i}$ (2)

式中: x'_{ij} ——标准化变量(指标); x_{ij} ——实际变量(指标)值; \bar{x}_i ——各变量(指标)的算术平均数(数学期望值); σ_i ——各项指标的标准差。

3.2 指标权重的确定

变异系数法(Coefficient of variation method)是直接利用各项指标所包含的信息,通过计算得到指标的权重,是一种客观赋权的方法。此方法的基本做法是

在评价指标体系中,指标取值差异越大的指标,也就是越难以实现的指标,更能反映被评价单位的差距。

表 1 城市化与生态环境指标体系

目标层	一级指标层	二级指标层	权重
城市化	人口城市化	非农业人口/万人	0.0107
		非农业人口比重/%	0.0044
		城镇私营和个体从业人员/万人	0.0208
		年末单位从业人员数/万人	0.0650
		人口密度/(人·km ⁻²)	0.2447
	经济城市化	地区生产总值/亿元	0.0742
		第二产业增加值/亿元	0.0653
		第三产业增加值/亿元	0.0890
		财政预算支出/亿元	0.0498
	社会城市化	人均社会消费品零售总额/亿元	0.0429
		卫生、体育和社会福利业/万人	0.0208
		社会消费品零售总额/亿元	0.0387
		国际互联网用户数/万户	0.1120
	空间城市化	邮电业务总量/亿元	0.0419
		建成区面积/km ²	0.0615
		人均道路面积/m ²	0.0583
生态环境	生态环境水平	人均公用绿地面积/km ²	0.1315
		人均土地面积/m ²	0.0068
		用气普及率/%	0.0375
		人均家庭生化用水量/m ³	0.0474
		用水普及率/%	0.0107
		绿化覆盖面积/万 m ²	0.0175
	生态环境压力	园林面积/万 m ²	0.0211
		公共绿地面积/万 m ²	0.1241
		用液化气人口/万人	0.0696
		年末实有出租车汽车数/辆	0.0216
		用水人口/万人	0.0209
		生活用水量/m ³	0.0363
生态环境保护	生态环境保护	能源消费量/万 t	0.1038
		污水处理率/%	0.0126
		生活垃圾清运量/万 t	0.0553
		环卫机械总数/台	0.0141
		年末环卫职工人数/万人	0.0471
		市容环境卫生/万人	0.2220

由于评价指标体系中的各项指标的量纲不同,不宜直接比较其差别程度。为了消除各项评价指标的量纲不同的影响^[6-7],需要用各项指标的变异系数来衡量各项指标取值的差异程度。各项指标的变异系数公式为:

$V_i = \sigma_i / \bar{x}_i$ (3)

$W_i = V_i / \sum_{i=1}^n V_i$ (4)

式中: V_i ——第 i 项指标的变异系数,也称为标准差系数; σ_i ——第 i 项指标的标准差; \bar{x}_i ——第 i 项指标的平均数; W_i ——各项指标的权重, $i=1,2,3,\dots,n$ 。

3.3 综合指数的测度

根据各指标的标准化值与权重,加权求和计算城市化 $f(x)$ 和生态环境 $g(y)$ 的综合指数。设 $x_i (i=1, 2, \dots, m)$ 为城市化指标, $y_j (j=1, 2, \dots, n)$ 为生态环境指标,对应的权重分别为 W_i 和 W_j 。则按照式(5)、式(6)分别计算城市化综合指数和生态环境综合指数^[8]。

$$f(x)=\sum_{i=1}^m w_i x_i \tag{5}$$

$$g(y)=\sum_{j=1}^n w_j y_j \tag{6}$$

3.4 预测模型的原理

灰色数列预测模型(下称灰色模型)是灰色控制系统中灰色系统预测模型之一,它是一种微分方程时间连续性模型。该文应用这种灰色系统理论中单序列一阶微分模型 GM(1,1)对城市化与生态环境综合指数进行预测分析。

(1)累加生成与均值生成。GM(1,1)模型的建立方法按照公式(7)、(8)分别求出一次累加生成数据 $Y(t)$ 和均值生成数据 $Z(t)$,列表表。

$$Y(t)=\sum_{i=1}^t x(t) \tag{7}$$

$$Z(t+1)=1/2[Y(t+1)+Y(t)]$$

$$(t=0,1,2,\dots,n) \tag{8}$$

(2)建立 GM(1,1)模型。 Y_t 估计值的一阶线性微分方程为:

$$\frac{d\hat{Y}_t}{dt}+a\hat{Y}_t=u \tag{9}$$

此式即为 GM(1,1)模型,按微分方程的求解方法得到:

$$\hat{Y}_t=(x_0-\frac{u}{a})e^{-at}+\frac{u}{a} \quad (t=0,1,2,\dots,n) \tag{10}$$

式中: x_0 ——初始时刻 ($t=0$ 时) 的原始数据; u , a ——待定系数,根据最小二乘法估计参数向量。

计算 X_t 的估计值 \hat{X}_t : $\hat{X}_t=\hat{Y}_t-\hat{Y}_{t-1} (t=1,2,\dots,n)$

(3)计算后验差比值 C 和小误差概率 P 。若数列 X_t 和数列 $\delta_t=x_t-\hat{x}_t$ 的标准差分别为 S_1 和 S_2 ,则

$$S_1=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i-\bar{x})^2}{n}} \quad (\text{其中 } \bar{x}=\sum_{i=1}^n x_i/n);$$

$$S_2=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i-\bar{\delta})^2}{n}} \quad (\text{其中 } \bar{\delta}=\sum_{i=1}^n \delta_i/n)$$

则 $C=S_2/S_1, p=p\{|\delta_i-\bar{\delta}|<0.6745S_1\}=\frac{\sum k}{n}$,其中 $\sum k$ 为 $|\delta_i-\bar{\delta}|<0.6745S_1$ 的总列数。

(4)根据预测精度等级划分表确定模型的精度,详见表 3。

表 3 预测精度等级划分

小概率误差 P 值	方差比 C 值	预测精度等级
>0.95	<0.35	好
>0.80	<0.5	合格
>0.70	<0.65	勉强合格
≤ 0.70	≥ 0.65	不合格

4 结果与分析

4.1 城市化综合指数评析

根据吐鲁番市城市化综合指数在 2000—2008 年的数据,得到吐鲁番市城市化综合指数曲线,见图 1。

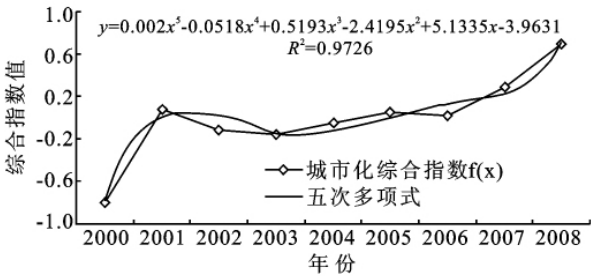


图 1 城市化综合指数曲线

由图 1 可以看出,在 2000—2008 年,综合指数由起始年份 2000 年的 -0.795 ,上升到 2008 年的 0.6893 ,增长了 1.4843 ,尽管在有些年份城市化综合指数出现了波动,如 2001—2003 年,城市化综合指数在下降,但总体上呈明显的上升趋势。为了进一步分析研究期间吐鲁番市城市化综合指数的变化规律,采取了多项式曲线模拟,具体的模拟曲线及检验参数值^[9-10]见表 2。

根据 R^2 值的大小,可以发现在多项式曲线模拟上,五次多项式的模拟效果最好, R^2 的值达到了 0.9726 。从而这个五次多项式可以更好地反映在研究期间吐鲁番市城市化综合指数的变化特征。

表 2 多项式回归结果

多项式次数	回归方程	R^2
三次	$y=0.0133x^2-0.1954x+0.9205x-1.3972$	0.8695
四次	$y=-0.0029x^4+0.0704x^3-0.5774x^2+1.8805x-2.0981$	0.9083
五次	$y=0.002x^5-0.0518x^4+0.5193x^3-2.4195x^2+5.1335x-3.9631$	0.9726

4.2 生态环境综合指数评析

根据吐鲁番市生态环境综合指数在 2000—2008

年的数据,得到吐鲁番市生态环境综合指数曲线,见图 2。

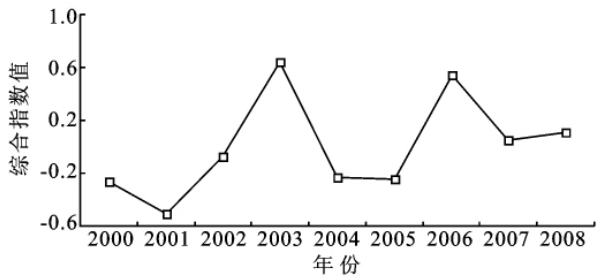


图 2 吐鲁番市生态环境综合指数曲线

根据图 2 可以得出吐鲁番市生态环境综合指数波动比较明显,从 2000 的-0.264 6 下降到 2001 年的-0.507 8,然后出现连续两年上升,然后又开始呈现下降态势,然而吐鲁番市生态环境综合指数在上升与下降波动的同时,转折点有所上升。在 9 a 中,出现了三个最低点的转折点,依次为 2001 年的-0.507 8,2005 年的-0.245 9,2007 年的 0.048 2。吐鲁番市生态环境综合指数体现着在波动中缓慢上升的特征^[11-14]。

4.3 城市化与生态环境的关联度测算

为了更加进一步的分析城市化与生态环境综合指数的联系,现采取灰色关联度知识予以分析。将研究年份 2000—2012 的分为三个部分:实际年份 2000—2008 年为第一阶段,其关联度记为 R_1 ;预测年份 2002—2010 年为第二阶段,其关联度记为 R_2 ;全部年份 2004—2012 年为第三阶段^[15-18],其关联度记为 R_3 。通过 DPS 数据处理系统软件求得 R_1, R_2, R_3 , 分别为 0.600 7,0.621 5,0.669 6。随着时间的延续,城市化与生态环境综合指数关联度值在不断的增加^[19-21],由此说明,两者的联系越来越密切。

4.4 城市化与生态环境综合指数预测

结合上述 GM(1,1)模型,考虑实际情况,分别选取 2005—2008 年 4 a 的城市化综合指数与 2004—2008 年 5 a 的生态环境综合指数,作为已知数据对 2009—2012 年的城市化和生态环境综合指数给予预测^[22-24],详见表 3—4。

在城市化和生态环境综合指数的预测方面,平均误差分别为 1.496%和 1.3554%,小概率误差 P 值均为 1.0,方差比 C 值一次为 0.002 3 和 0.009 6,对照预测精度等级划分表,两者的预测精度均为好,由此预测年份的值具有参考价值^[25],可信度比较高。

由图 3 可以看出,城市化与生态环境综合指数均呈现快速稳定的增长态势,由此说明在未来的几年内,城市化与生态环境综合指数发展良好^[26-27]。在 2000—2008 年,吐鲁番市城市化与生态环境综合指数增速呈现交错更替的状态,2009—2012 年,城市化

综合指数明显高于生态环境的综合指数,而且两者的差距有增加的趋势。

表 3 吐鲁番市城市化综合指数预测结果

序号	年份	城市化综合指数 $f(x)$	预测值	绝对误差	相对误差/%
0	2005	0.0497	—	—	—
1	2006	0.0151	0.0157	-0.0006	-4.1672
2	2007	0.2839	0.2831	0.0008	0.2739
3	2008	0.6893	0.6896	-0.0003	-0.0469
4	2009	0.9490	合计		4.488
5	2010	1.5262	平均误差		1.496
6	2011	2.2798	a		-0.363579
7	2012	2.8745	u		0.000026

公式为: $x(t+1)=0.001445e^{0.363579t}-0.000071$,小概率误差 P 值为 1.0,方差比 C 值为 0.0023,预测精度等级为好。

表 4 吐鲁番生态环境综合指数预测结果

序号	年份	生态环境综合指数 $g(y)$	预测值	绝对误差	相对误差/%
0	2004	-0.2331	—	—	—
1	2005	-0.2459	-0.2482	0.0023	-0.9466
2	2006	0.5359	0.5405	-0.0046	-0.8566
3	2007	0.0482	0.0472	0.001	2.1228
4	2008	0.1087	0.1071	0.0016	1.4956
5	2009	0.42109	合计		5.4216
6	2010	0.71707	平均误差		1.3554
7	2011	1.0957	a		0.281530
8	2012	1.58126	u		0.008173

公式为 $x(t+1)=-0.024797e^{-0.281530t}+0.029031$,小概率误差 P 值为 1.0,方差比 C 值为 0.0096,预测精度等级为好。

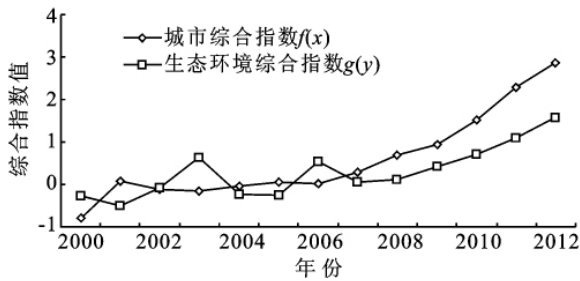


图 3 城市化与生态环境综合分析

5 结 论

(1)在 2000—2008 年,吐鲁番市城市化与生态环境综合指数均体现上升趋势。城市化综合指数上升趋势比较明显,拟合曲线为五次多项式, R^2 为 0.972 6,拟合效果比较好;生态环境综合指数波动比较明显,但总体上还是呈上升趋势的。

(2)结合 GM(1,1)模型,分别对吐鲁番市城市化

与生态环境综合指数在2009—2012年给予预测,两者预测的平均误差均在1.5%以下,而且根据小概率误差 P 值与方差比 C 值,对照预测精度等级划分表,两者预测等级均达到好,对实际有一定的参考价值。同时在预测年份,城市化增速快于生态环境增速,两者的差距有增加的趋势。

(3)在对吐鲁番市城市化与生态环境综合指数关联度的分析当中,发现随着时间的推移,在相同的年份中城市化与生态环境综合指数的关联度逐渐增加,依次为0.6007,0.6215,0.6696,由此说明吐鲁番市城市化与生态环境的关系越来越密切。

(4)吐鲁番市城市化与生态环境综合指数在未来有一个很好的发展态势,然而城市化的增长可能快于生态环境,由此应加强两者的联系,进一步采取有关措施,保证两者的同步协调发展。

参考文献:

- [1] 张广裕,张光霞. 甘肃省城市化与生态环境关系的计量分析[J]. 甘肃联合大学学报:社会科学版,2008,24(5):16-21.
- [2] 蔡邦成,周慧平. 昆山城市化与生态系统服务的关系定量研究[J]. 环境保护科学,2010,36(4):40-42.
- [3] 杨宇,张小雷,雷军. 塔里木河流域城镇经济社会与资源环境系统协调性研究[J]. 冰川冻土,2009,31(4):771-778.
- [4] 吴玉萍,董锁成,宋键峰. 北京市经济增长与环境污染水平计量模型研究[J]. 地理研究,2002,21(2):239-246.
- [5] 宋超山,马俊杰,杨风,等. 城市化与资源环境系统耦合研究:以西安市为例[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(5):85-90.
- [6] 马利邦,牛叔文,李怡欣. 甘肃省城市化与生态环境耦合的量化分析[J]. 城市发展研究,2010,17(5):52-57.
- [7] 万年庆,吴国玺,张谦智. 河南省城市化与生态环境耦合分析[J]. 资源开发与市场,2010,26(2):116-119.
- [8] 于波,葛红丹,张鑫. 乌鲁木齐城市化水平与生态环境压力的定量关系研究[J]. 科技和产业,2009,9(4):33-36.
- [9] 安瓦尔·买买提明,张小雷,杨德刚. 新疆和田地区城市化与土地利用变化的定量分析[J]. 中国人口·资源与环境,2009,19(6):137-141.
- [10] 安瓦尔·买买提明,塔世根·加帕尔. 新疆南疆地区城市化与生态环境耦合关联分析[J]. 北京林业大学学报:社会科学版,2009,4(8):169-174.
- [11] 刘耀彬,李仁东,宋学锋. 中国区域城市化与生态环境耦合的关联分析[J]. 地理学报,2005,60(2):237-247.
- [12] 薛永鹏,张梅. 中国城市化与生态环境协调发展预警系统研究[J]. 统计教育,2009(8):7-12.
- [13] 张超,杨秉康. 计量地理学基础[M]. 北京:高等教育出版社,2002:90-100.
- [14] 李智,鞠美庭,刘伟,等. 中国经济增长与环境污染响应关系的经验研究[J]. 城市环境与城市生态,2008,21(2):44-47.
- [15] 吴海鹰,张盛林. 西部地区经济发展与环境质量关系的实证研究[J]. 宁夏社会科学,2005(5):29-33.
- [16] 吴开亚,陈晓剑. 安徽省经济增长与环境污染水平的关系研究[J]. 重庆环境科学,2003,25(6):9-13.
- [17] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1990:175-264.
- [18] 东亚斌,段志善. 灰色关联度分辨系数的一种新的确定方法[J]. 西安建筑科技大学学报:自然科学版,2008,40(4):489-492.
- [19] 刘兴元,王锁民,郭正刚. 半干旱地区农业资源的复合经营模式及生态经济耦合效应研究[J]. 自然资源学报,2004,19(5):624-631.
- [20] 邓述民,王根轩. 中国干旱区农业持续发展的生态措施[J]. 科技导报,2005,23(7):51-55.
- [21] 李启森,赵文智,马长春. 干旱区黑河流域山地—绿洲—荒漠—草畜耦合及其应用研究[J]. 草业学报,2004,13(4):3-20.
- [22] 周淑琴,王淑华,唐义. 灰色系统GM(1,1)模型在出生预测中的应用[J]. 现代预防医学,1997,24(2):249.
- [23] 陈青山,王声勇,迟桂波,等. 应用EXCEL完成性病GM模型的预测和评价[J]. 疾病控制杂志,2003,7(5):451-453.
- [24] 李艳,刘萍,王贵东,等. 基于灰色关联度的水环境承载力指标体系简化[J]. 沈阳建筑大学学报:自然科学版,2011,27(1):135-139.
- [25] 邓丽娟,魏光辉. 基于灰色模型的城市用水量预测[J]. 地下水,2011,33(1):100-101.
- [26] 丁攀,王守贞. 旅游产业与海南省经济发展的关联度研究[J]. 海南金融,2011(4):70-73.
- [27] 吴开亚,陈晓剑. 安徽省经济增长与环境污染水平的关系研究[J]. 重庆环境科学,2003,25(6):9-11.