

# 乌鲁木齐市生态安全评价研究

马玉香, 刘青<sup>1,2\*</sup>, 张云<sup>3</sup> (1. 石河子大学师范学院地理系, 新疆石河子 832003; 2. 石河子大学教务处, 新疆石河子 832003; 3. 中国海洋大学环境科学与工程学院, 山东青岛 266000)

**摘要** 乌鲁木齐是绿洲城市, 自然环境比较脆弱, 由于能源消费结构不合理以及自然地理单元的特殊性等原因, 致使城市的生态环境问题日益严重, 建设生态城市是乌鲁木齐市未来发展的必然选择。从城市生态系统的自然环境、社会环境和经济环境3个方面构建了生态城市的评价指标体系, 运用因子分析法对乌鲁木齐市生态城市建设现状进行了定量分析。从评价的结果来看, 2001~2006年乌鲁木齐市生态安全程度较低。基于此提出了乌鲁木齐市生态安全调控对策。

**关键词** 乌鲁木齐; 生态安全; 评价;

中图分类号 TU984.11+5 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)28-12487-03

## Study on the Urban Ecological Security Evaluation in Urumqi

MA Yu-xiang et al (Department of Geography, Normal College of Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003)

**Abstract** Urumqi is an oasis city and its natural environment is relatively weak. Due to unreasonable energy consumption structure and the particularity of natural and geographical units, the ecological environment problems of the city were caused more seriously day by day. To build a ecological city is the inevitable choice for the future development of Urumqi City. The evaluation index system was constructed from 3 aspects of natural environment, social environment and economic environment of the urban ecological system. The current situations of the ecological urban construction of Urumqi were quantitatively analyzed by using factor analysis method. From the evaluation results, the urban ecological security degree of Urumqi during 2001-2006 was lower. Based on this, some regulation countermeasures of the urban ecological security in Urumqi were put forward.

**Key words** Urumqi; Ecological security; Evaluation

随着人类社会经济活动的不断增加, 人们对自然资源的过度索取造成了环境的日益恶化。城市生态安全问题已成为人们普遍关注的问题, 开展城市生态环境安全评价是协调城市发展与环境保护关系的需要, 也是进行城市生态环境综合整治、促进城市生态系统良性循环的需要<sup>[1]</sup>。正确评价城市生态环境安全是从战略高度改善和提高城市环境质量的重要前提, 也是资源开发利用和制定经济社会可持续发展规划和生态保护对策的重要依据<sup>[2]</sup>。乌鲁木齐市随着社会生产力的发展, 经济实力有很大提高, 同时生态安全方面也出现了问题。笔者对乌鲁木齐市生态安全做出评价, 以期对乌鲁木齐市生态安全的管理提供科学依据和指导。

## 1 研究区概况

乌鲁木齐市的地理坐标为 E 86°37'33" ~ 88°58'24", N 42°45'32" ~ 44°08'00", 位于亚欧大陆腹地, 地处天山北坡、准噶尔盆地南缘中段, 是离海洋较远的内陆城市。辖区东与吐鲁番市接壤; 西以头屯河与昌吉市为界; 南与托克逊县相邻; 北部沿博格达山脊与吉木萨尔县、阜康、米泉市为界; 山前平原地带和米泉市接壤。市区东南西三面环山, 北面为平缓的冲击平原, 地势东南高, 西北低, 自然坡度 12% ~ 15%, 海拔 680 ~ 920 m, 城市规划控制面积 1 600 km<sup>2</sup>。

乌鲁木齐属典型的温带大陆性气候。由于气温和气压等气象要素受地形、地貌条件的影响和支配, 四季均有逆温出现, 尤以冬季逆温出现频率最高, 且持续时间长, 达 4 个月之久, 低层逆温占优势, 逆温层强度大, 致使大气污染物不易稀释扩散, 成为乌鲁木齐市大气环境污染严重的重要原因。城市能源消费以燃煤为主<sup>[3]</sup>。由于工业布局不合理, 且受三面环山的影响, 烟尘、工业粉尘及汽车尾气在城市上空大量聚

集, 难以扩散, 造成严重的大气污染, 成为典型的煤烟型污染。乌鲁木齐气候干旱, 平原地区干旱少雨, 蒸发强烈, 生态环境十分脆弱。

## 2 乌鲁木齐市生态安全评价

运用 SPSS 软件, 采用因子分析法对乌鲁木齐市生态安全进行评价。建立完善的指标体系是客观准确评价的基础, 不同生态系统、不同尺度的生态安全分析应具有不同的指标要素。受因子分析技术要求 ( $p < n$ ) 的限制, 笔者选取 18 个指标为评价指标体系, 见表 1, 以 2001~2006 年为时间序列对乌鲁木齐市近 6 年的生态安全状况进行评价<sup>[4-5]</sup>。

表 1 城市生态安全评价指标体系

Table 1 The urban ecological security evaluation index system

目标层	准则层	指标层
Target layer	Criterion layer	Index layer
城市生态安全评价 Urban ecological security evaluation	自然环境	建成区绿化覆盖率 %
		人均公共绿地面积 m <sup>2</sup>
		工业用水总量 万 t
		污水处理率 %
		工业废气排放总量 万 m <sup>3</sup>
		工业固体废物产生量 万 t
	社会水平	平均城市每万人拥有公共车辆 台
		居民消费价格指数 %
		每万人口拥有在校大学生 人
		职工平均货币工资 万元
		每 1 000 人口拥有医生 人
		人口自然增长率 %
	经济水平	人均社会消费品零售总额 元/人
		固定资产投资占地区生产总值比例 %
		人均拥有城市维护建设资金 元
		人均地区生产总值 元/人
		第二产业占地区生产总值的比例 %
		第三产业占地区生产总值的比例 %

指标的选择遵循以下原则<sup>[1,6]</sup>: 科学性和对比性相统一的原则; 系统性和针对性相统一的原则; 空间性和时间性相统一的原则; 描述性指标与评价性指标相统一的原则; 最大限制性和可操作性相结合的原则; 动态性与静态性相统一的原则。

在提取因子时, 试运算了主成分法、主因子法、迭代因子

基金项目 国家科技支撑计划项目(2007BAC17B01); 石河子大学校级课题(RWSK07-Y42)。

作者简介 马玉香(1979-), 女, 新疆沙湾人, 硕士, 讲师, 从事区域经济与可持续发展研究。\* 通讯作者。

收稿日期 2008-07-07

法、最大似然法和映像因子法;在对因子模型进行旋转时<sup>[7-8]</sup>,试运算了方差最大旋转、优化最大正交旋转法和斜

交旋转法。以主成分法提取因子、正交旋转法进行旋转时,结果较理想。

表2 总方差解释

Table 2 Explanation for total variance

公因子 Common factor	初始特征值 Initial eigenvalue			提取平方载荷总和 Sum of extracted square load			旋转平方载荷的总和 Sum of rotated square load		
	特征值 Eigenvalue	方差贡献率 % Contribution rate of variance	累计贡献率 % Accumulative contribution rate	特征值 Eigenvalue	方差贡献率 % Contribution rate of variance	累计贡献率 % Accumulative contribution rate	特征值 Eigenvalue	方差贡献率 % Contribution rate of variance	累计贡献率 % Accumulative contribution rate
1	9.58	53.232	53.23	9.58	53.23	53.23	7.74	43.00	43.00
2	5.17	28.704	81.94	5.17	28.70	81.94	5.96	33.14	76.14
3	2.20	12.221	94.16	2.20	12.22	94.16	3.24	18.02	94.16
4	0.95	5.279	99.44						
5	0.10	0.564	100.00						
6	1.033E 15	5.74E 15	100.00						
7	6.40E 16	3.56E 15	100.00						
8	4.06E 16	2.26E 15	100.00						
9	2.75E 16	1.53E 15	100.00						
10	2.10E 16	1.17E 15	100.00						
11	1.02E 16	5.64E 16	100.00						
12	- 2.95E 17	- 1.64E 16	100.00						
13	- 3.88E 17	- 2.16E 16	100.00						
14	- 1.75E 16	- 9.71E 15	100.00						
15	- 2.11E 16	- 1.17E 15	100.00						
16	- 2.88E 16	- 1.60E 15	100.00						
17	- 3.70E 16	- 2.05E 15	100.00						
18	- 4.67E 16	- 2.59E 15	100.00						

从表2 可以出,前3 个公共因子的方差贡献率,分别为53.23%、28.70%、和12.22%,其累积贡献率已达到94.16%,远远超过85.00%,表示这3 个因子描述的总方差占原有变量的总方差的比例,即从初始解中按照一定标准提取了3 个公共因子后对原始变量总体的描述情况。提取了3 个公共因子后,它们反映了原变量的大部分信息。

为了弄清这3 个公共因子变量的含义,按照设定的正交旋转法对因子载荷矩阵进行旋转,因为未经旋转的载荷矩阵中,因子变量在许多变量上都有较高的载荷,它们的含义比较模糊。经过旋转后,3 个因子变量的含义更加清楚,对变量可进行归类,见表3。

表3 旋转载荷矩阵

Table 3 Rotated load matrix

指标 Index	公因子 Common factor	
	1	2
建成区绿化覆盖率	0.949	3.82E 02
人均公共绿地面积	1.970E 0.2	0.979
工业用水总量	0.770	- 6.540E 02
污水处理率	0.989	2.65E 02
工业废气排放总量	0.799	- 0.524
工业固体废物产生量	0.591	- 0.752
每万人拥有公交车	0.964	0.172
居民消费价格指数	- 3.68E 02	0.938
每万人口拥有在校大学生数	0.358	- 0.879
职工平均货币工资	0.242	0.957
每1000 人口拥有医生数	0.471	0.590
人口自然增长率	- 0.385	0.426
人均社会消费品零售总额	0.733	- 0.637
固定资产投资占地区生产总值比例	- 0.848	0.456
人均拥有城市维护建设资金	- 0.285	- 3.04E 02
人均地区生产总值	0.741	- 0.624
第二产业占地区生产总值的比例	0.711	0.115
第三产业占地区生产总值的比例	- 0.634	- 0.121

采用2001~2006 年统计数据和统计软件SPSS 进行因子分析,经过旋转以后,各因子变量含义就很清楚,在第1 主成分中载荷较大的有建成区绿化覆盖率、工业用水总量、污水处理率、工业废气排放总量、工业固体废物产生量,这些变量代表了资源环境方面的水平。第2 主成分在居民消费价格指数、每万人口拥有在校大学生、职工平均货币工资、人均社会消费品零售总额等变量上具有较大的载荷,这说明第2 主成分在一定程度上代表着社会发展水平。第3 主成分在人均拥有城市维护建设资金、人均地区生产总值、第二产业占地区生产总值的比例、第三产业占地区生产总值的比例上具有较大载荷,这说明第3 主成分代表着经济方面的综合发展水平。

经过分析得到3 个主成分,其累积贡献率远远超过85.00%,根据其旋转因子载荷矩阵表,因子分别命名为自然环境、社会和经济主因子,并进一步计算各主因子得分,见表4。

根据各个指标的得分情况,依据公式  $F_i = \sum_{j=1}^p W_j \cdot Y_{ij}$ , 分别计算2001~2006 年乌鲁木齐市生态安全评价子系统得分和乌鲁木齐市生态安全评价综合得分见表5。

从表5 可看出,乌鲁木齐市自然和社会水平的发展大体相同。经济水平的发展在2002~2004 年间与自然环境和社会水平的发展出现相反状况,原因是城市随着生产力的迅猛发展,经济水平有所提高,但很多情况下经济的发展是以牺牲自然环境和社会环境为代价的。

从表5 还看出,乌鲁木齐市2001 年生态安全评价综合得分较高,说明2001 年乌鲁木齐市生态安全程度较高。但2001 年以后,生态安全评价的综合得分呈直线下降,2003 年得分最低,说明2003 年乌鲁木齐市生态安全程度较低,究其原因 是2003 年乌鲁木齐市污水处理率不高,建成区绿化覆盖率较低,工业废物产生量较大,加上一些自然灾害使得自然环境

表4 因子得分矩阵

Table 4 Component score matrix

指标Index	公因子 Common factor		
	1	2	3
建成区绿化覆盖率	0.146	0.049	- 0.039
人均公共绿地面积	0.067	0.182	- 0.074
工业用水总量	0.073	0.015	0.103
污水处理率	0.159	0.050	- 0.066
工业废气排放总量	0.130	- 0.053	- 0.131
工业固体废物产生量	0.051	- 0.110	- 0.004
每万人拥有公交车	0.181	0.079	- 0.126
居民消费价格指数	0.012	0.164	0.075
每万人口拥有在校大学生数	- 0.018	- 0.149	0.099
职工平均货币工资	0.083	0.185	- 0.026
每1 000 人口拥有医生数	0.045	0.118	0.147
人口自然增长率	0.046	0.075	- 0.264
人均社会消费品零售总额	0.089	- 0.081	- 0.045
固定资产投资占地区生产总值比例	- 0.111	0.044	0.041
人均拥有城市维护建设资金	- 0.162	- 0.039	0.390
人均地区生产总值	0.086	- 0.080	- 0.030
第二产业占地区生产总值的比例	0.049	0.041	0.178
第三产业占地区生产总值的比例	- 0.029	- 0.037	- 0.207

表5 2001~2006年乌鲁木齐市生态安全评价得分

Table 5 The urban ecological security evaluation score of Urumqi during 2001 - 2006

年份 Year	环境子系统得分 Score of environment subsystem	社会子系统得分 Score of social subsystem	经济子系统得分 Score of economic subsystem	综合得分 Comprehensive score
2001	0.409 298	1.561 685	- 0.465 400	0.609 266
2002	- 0.534 390	- 0.568 220	- 1.336 840	- 0.610 940
2003	- 1.816 670	- 2.181 260	1.177 315	- 1.449 280
2004	0.372 818	0.123 307	1.015 642	0.357 974
2005	0.407 328	- 0.211 370	0.040 763	0.161 140
2006	0.455 676	- 0.295 510	- 0.210 460	0.132 021

得分比较低,人口自然增长率不高以及全国爆发的“非典”对乌鲁木齐市社会发展水平造成了一定影响,导致社会水平得分较低,自然和社会水平对乌鲁木齐市的生态安全评价贡献率很大,所以2003年乌鲁木齐市生态安全程度不高。2004~2006年,乌鲁木齐市生态安全程度呈现比较稳定的态势。3个影响因子中,乌鲁木齐市生态安全综合得分变化趋势与自然环境得分的变化趋势最相近,且自然环境对乌鲁木齐市的生态安全贡献率也最大,可见自然环境对乌鲁木齐市生态安全度的影响最大,其次为社会水平和经济水平。2004年以前,经济水平的发展对乌鲁木齐市生态安全程度造成了一定的负面影响,但2004年以后,经济水平的发展在一定程度上促进了生态安全的发展。2003年以前,乌鲁木齐市生态安全呈不稳定状况,但2004年以后有所好转,2004~2006年,生态安全趋于稳定。

### 3 乌鲁木齐市生态安全建设调控对策

基于乌鲁木齐市的生态安全状况,对影响生态安全的因子进行研究,提出了以下措施,旨在提高乌鲁木齐市生态

安全总体水平。

**3.1 切实加强资源环境的保护和生态建设** 加强领导,做好生态环境规划,加大实施力度;建立激励多方投入的生态安全建设利益机制,完善机制,强化投入保障,加快生态环境建设,增加生态环境研究和项目的投入,提高生态环境治理、保护和建设的力度,点面结合,推进生态环境建设目标的实现;依靠科技,推广先进适用技术,加快生态示范区建设;加强生态环境综合治理,实行资源环境一体化管理。

**3.2 控制人口增长,提高人口素质,减轻资源环境压力** 人口增长加大了资源压力,在生态本来十分脆弱的地区,首要的是要严格控制人口数量,采取多种形式提高区域人口的科技、文化、法制素质,加强生态环境宣传教育,加强生态警示教育,树立国民的可持续发展观。在最大限度地做好自然环境保护的同时,理性地实现区域经济的发展,把生态建设摆在重要位置。

**3.3 完善生态安全的有关法律法规,强化资源环境执法和监督** 加强环境保护法制建设,严格执法与监督管理,以法律手段保护生态环境。在科学、通用的国家生态安全法规的基础上,依据区域特点,开展生态安全的具体政策研究,制定符合本区域实际情况的生态安全保护法规与措施,将生态安全工作法定化、制度化、正规化。

**3.4 加快建立完善生态安全科技创新体系和条件保障体系建设** 以科技体制创新推动技术创新,进而推进产业创新。深化科技体制改革,加快建立和完善高效协调、符合市场规律、适用乌鲁木齐市实际的科技创新体系,坚持效益优先、改革创业、政府主导、社会协同的原则,建立技术研究开发体系、技术推广和科技服务体系,建立教育培训体系,培养高素质的科技队伍,提高劳动者素质。通过建立科技产业体系,培养一批有较强市场竞争力的现代科技企业。加快条件保障体系建设,加快科技发展,提高科技实力和国际竞争力。

## 4 结论

(1) 2001~2006年,乌鲁木齐市生态安全程度总体较低且呈不稳定状况,2003年城市生态安全程度最低,2004~2006年城市生态安全相对较稳定。

(2) 乌鲁木齐市生态安全对自然环境因子依赖程度较高,对经济和社会因子依赖程度较低,自然环境对乌鲁木齐市生态安全的影响最大,其次为社会水平和经济水平。

### 参考文献

- [1] 张坤农,温宗国,杜斌,等.生态城市评估与指标体系[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 周国富.生态安全与生态安全研究[J].贵州师范大学学报:自然科学版,2003,21(3):105-108.
- [3] 乌鲁木齐市环境监测站.乌鲁木齐市环境质量报告书(2001-2006)[R].乌鲁木齐:乌鲁木齐市环境监测站,2007.
- [4] 新疆统计局.新疆统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2002-2007.
- [5] 乌鲁木齐市统计局.乌鲁木齐统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2002-2007.
- [6] 李建牢,任杨俊.关注西北地区生态安全,实现经济可持续发展[J].水土保持学报,2002,16(5):39-41.
- [7] 何晓群.多元统计分析[M].北京:中国人民大学出版社,2000.
- [8] 胡永宏,贺思辉.综合评价方法[M].北京:科学出版社,2000.