

典型城区山岳型风景区大气环境承载力分析

刘立勇¹, 王彬², 李忠武^{2*}

1. 湖南第一师范学院, 湖南 长沙 410002; 2. 湖南大学环境科学与工程学院, 湖南 长沙 410082

摘要: 旅游环境承载力是表征旅游业发展与环境保护关系问题的主要标志, 但是以往研究多从综合的角度来开展旅游环境承载力研究, 单独针对特定类型旅游区的旅游承载力研究不多。以典型城区山岳型风景区-长沙市岳麓山风景名胜区为例, 主要针对大气环境来开展旅游区的环境承载力研究。在确定影响岳麓山风景名胜区大气环境承载力发展变量和限制变量的基础上, 运用对比研究方法、大气质量指数 *ORAQI* 指数模型以及环境承载力指数模型等研究方法, 重点探讨了岳麓山大气环境承载力指数及其影响因素。研究结果表明, 岳麓山风景名胜区大气环境的发展变量 SO_2 、 NO_x 和 TSP, 限制变量为相应的一级质量浓度限值; 1999—2001 的区域大气环境质量 *ORAQI* 指数平均为 83, 属于“坏”的等级, 这表明岳麓山的大气环境质量整体上有待进一步改善; 3 年来区域大气环境承载力指数平均为 19.5, 处于“较高”承载等级, 这表明岳麓山风景名胜区目前仍有比较高的大气环境承载能力。结论为岳麓山风景名胜区旅游业的进一步发展提供了理论依据, 研究中提出的大气环境承载力计算思路和方法也为同类风景区环境承载力研究提供了思路。

关键词: 城区山岳型风景区; 环境承载力; 岳麓山

中图分类号: X26

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2009) 02-0688-05

旅游业作为一个新兴产业, 被视为“无烟工业”, 世界各国均把其作为非贸易外汇收入的主要来源, 同时, 旅游业又是一个与资源密切相关的产业。但是, 作为以环境要素为基础的旅游业其实是一把“双刃剑”, 其在促进区域经济发展的同时, 也不可避免地给环境带来了巨大的破坏, 特别是上个世纪 90 年代以来, 在整个世界和中国旅游业不断升温的过程中, 旅游业发展与环境的矛盾问题已经在一些旅游区比较显著地凸现出来。然而, 对于旅游环境学的研究直到 20 世纪 60—80 年代才有部分研究者将目光投向了旅游与环境之间的冲突研究^[1-2], 而旅游环境承载力是表征旅游业开发与环境保护问题的主要标志, 也是从事该领域研究的研究人员研究的热点。旅游环境承载力是在不导致游客兴致下降、生态环境或资源遭受破坏条件下能够容纳的游客数量, 以及如何使各类旅游环境协调配合, 旅游系统整体功能能够正常发挥的条件下, 所能承载的游客数量^[3]。近年来, 对旅游环境承载力体系的理论研究也在逐渐深入。崔凤军认为, 旅游环境承载力体系由环境生态承载力 (EEBC)、资源空间承载力 (REBC)、心理承载力 (FEBC)、经济承载力 (DEBC) 组成^[4]; 文传浩等将旅游环境承载力分为自然环境承载力、社会环境承载力、经济环境承载力三个分量^[5]; 杨桂华等则分为自然生态、社会文化生态、生态经济、生态旅游七分四个承载力分量^[6]; 等等,

这些划分不仅包含了旅游的自然环境, 还扩大到旅游人文环境、经济环境等要素能够较好的表征旅游环境的承载力的内涵。但是, 综述以往研究, 可以发现单独针对特定类型旅游区的旅游承载力的研究不多, 特别针对旅游区大气环境承载力研究的更加少见^[7-8]。城市型山岳风景区在现代生态城市的发展过程中, 对于丰富人民的休闲度假空间具有非常重要的作用。因此, 本研究拟以旅游业发展与环境承载力之间关系研究作为研究对象, 探讨城区山岳型旅游区旅游业发展与环境保护之间的关系, 这对于区域旅游产业的健康发展具有非常重要的意义。

1 研究区域

本研究以长沙市岳麓山风景名胜区作为研究区域。长沙市地处湘中丘陵东北部, 位于 $111^\circ 53' \sim 114^\circ 15' \text{E}$ 和 $27^\circ 51' \sim 28^\circ 40' \text{N}$ 之间, 全市辖芙蓉、天心、岳麓、开福、雨花 5 个区和长沙、望城、宁乡 3 个县及浏阳市, 总面积为 $11\,819.5 \text{ km}^2$, 其中都市区面积 $1\,450 \text{ km}^2$ 。

岳麓山位于长沙市湘江西岸, 自古以来就是著名的风景名胜。此风景区以麓山为主, 由丘陵低山、江、河、湖泊、动植物圈以及人文景观组成。主峰海拔 300 m, 而湘江就在其足下缓缓流淌, 是全国 4A 级旅游区; 特别随着长沙市“资源节约型和环境友好型”建设实验区——大河西先导区的建设, 岳麓山所在区域京城成为城市中心所在, 属于典型城

基金项目: 国家 863 项目 (2007AA10Z222)

作者简介: 刘立勇 (1971 年生), 男, 副教授。E-mail: llyong2008@yahoo.com.cn

*通讯作者: E-mail: lizw@hnu.cn

收稿日期: 2009-03-04

区型山岳风景区此以岳麓山。因此，以岳麓山风景名胜作为城区型山岳风景区的典型区域具有一定的代表性。

2 研究方法

本研究主要采用美国橡树岭大气质量指数(*ORAQI*)和大气环境承载指数来研究岳麓山的大气环境质量和大气环境承载力。

(1) 美国橡树岭大气质量指数(*ORAQI*)^[9]

*ORAQI*按下式计算：

$$ORAQI = \left[5.7 \sum_i \frac{C_i}{S_i} \right]^{1.37} \tag{1}$$

式中，*C_i*——污染物*i* 24 h 的平均质量浓度；*S_i*——污染物*i* 的大气质量标准。

ORAQI 按照大小，将大气质量分为六级(表 1)。

表 1 *ORAQI*与大气环境质量分级

	分级					
	优良	好	尚可	差	坏	危险
<i>ORAQI</i>	<20	20~39	40~59	60~79	80~100	≥100

(2) 大气环境承载指数

$$CSI = \sum_{i=1}^n C_i W_i \tag{2}$$

式中，*CSI* 为大气环境承载指数；*C_i* 为大气环境构成要素；*W_i* 为大气环境构成要素之权重值；*n* 为大气环境构成要素，取 *n*=4。根据大气环境承载指数的大小就可以判断大气环境承载力的高低。

3 研究结果与讨论

3.1 岳麓山大气环境概况

3.1.1 发展变量

大气污染物种类繁多，如 SO₂、NO_x 和 TSP、降尘等等，可以根据当地实际情况选择其中几种污染物为代表性大气污染物。一般说，选择代表性污染物时要考虑城市所处的地理位置、水文气象条件、城市功能、工业布局和产品结构、工业发展历史和发展水平。根据岳麓山实际情况和大气的历年监测数据，由于 SO₂、NO_x 和 TSP 的污染物溶度在全部污染物溶度中相对其它占较大比值，本文选 SO₂、NO_x 和 TSP 作为岳麓山大气环境中的代表性污染物，并以其在大气中的质量浓度作为计算大气环境承载力的发展变量，在此基础上计算岳麓山大气环境的承载力，以期为岳麓山大气环境的管理和使用提供一些科学的依据。

3.1.2 限制变量

大气环境承载力的制约变量由与发展变量相对应的因子构成，因此，本研究中确定岳麓山大气环境制约变量为大气中 SO₂、NO_x 和 TSP 的允许质量

浓度限值。大气污染物的允许质量浓度限值在实际确定中，需要花大量的人力和时间去研究，可以暂以国家统一颁布的标准值或当地公认的目标值来表示，因为这些值间接地表示了人类可以接受的环境状态，是一种简化的环境承载力指标值确定法。本文选取国家大气环境质量标准一级标准质量浓度限值(日均值)，详细数据见表 2。其参照的标准为 GB 3095—1996 一级标准。

表 2 大气环境承载力分析的制约变量
Table 2 Main Conditional variable for analyzing atmosphere environment sustainable capacity

	项目		
	$\rho(\text{SO}_2)$	$\rho(\text{NO}_x)$	$\rho(\text{TSP})$
允许限值	0.05	0.05	0.15

3.1.3 大气环境概况及环境质量现状

从表 3 可以看出，岳麓山的大气环境质量中 SO₂、TSP 污染情况较为严重，已经超出标准值的限制。就 SO₂ 来说，这 3 a 的质量浓度值都超标将近 20%；TSP 的污染质量浓度起伏不定，但大体上都超标。1999 年质量浓度为 0.059 8 mg·m⁻³；2000 年质量浓度为 0.058 5 mg·m⁻³；2001 年质量浓度为 0.059 8 mg·m⁻³，超标至 27%。总的来说，3 a 的大气环境质量都不能成为优良。1999 年至 2001 年岳麓山大气环境中限制因子 SO₂、NO_x 和 TSP 具体质量浓度见表 3。

表 3 1999—2001 年岳麓山大气主要污染因子
Table 3 The pollutant factor of 1999—2000 in Yuelu Mountain

年份	大气污染因子		
	$\rho(\text{SO}_2)/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	$\rho(\text{NO}_x)/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	$\rho(\text{TSP})/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$
1999	0.1150	0.0520	0.2032
2000	0.1157	0.0451	0.1792
2001	0.1028	0.0430	0.1837

根据岳麓山的实际情况，选取二氧化硫、氮氧化物和总悬浮物 3 个参数，通过计算可以得到岳麓山的大气环境质量 1999、2000 和 2001 年的 *ORAQI* 分别为 90、83 和 76，分别等属于差和坏的等级，这表明岳麓山的大气环境质量整体上有待进一步改善。

3.2 岳麓山大气环境承载力评价

3.2.1 分值确定

根据所确定的制约变量值(污染物的允许质量浓度限值)，《中华人民共和国大气质量暂行标准》和岳麓山大气污染实际情况，将岳麓山各大气污染物质量浓度进行评分^[10]，结果详见表 4。

3.2.2 权重确定

权重值可根据各个污染因子对当地大气污染

表 4 岳麓山大气污染物质量浓度评分结果
Table 4 Evaluation of atmosphere pollutant concentration in Yuelu Mountain

分值对应质量 浓度(C _i)范围	大气污染物类型		
	$\rho(\text{SO}_2)/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	$\rho(\text{NO}_x)/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	$\rho(\text{TSP})/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$
25 分	$C \leq 0.04$	$C \leq 0.05$	$C \leq 0.1$
20 分	$0.04 < C \leq 0.15$	$0.05 < C \leq 0.1$	$0.1 < C \leq 0.12$
15 分	$0.15 < C \leq 0.25$	$0.1 < C \leq 0.15$	$0.12 < C \leq 0.15$
10 分	$0.25 < C \leq 0.5$	$0.15 < C \leq 0.2$	$0.15 < C \leq 0.2$
5 分	$C > 0.5$	$C > 0.2$	$C > 0.2$

的实际贡献率确定。本文根据岳麓山大气污染现状并结合专家评判的方法给出了各污染因子的权重值,其中,SO₂的权重为 0.4,NO_x的权重为 0.3,TSP 的权重为 0.3。

3.2.3 综合分析

根据表 1 和表 2 将发展变量中的各要素进行评分,得出的各要素分值见表 5,再将各要素进行加权求和计算,即得到岳麓山各年份大气环境的承载力指数大小,再根据表 6 中的大气环境承载力划分标准就可判断出岳麓山大气环境承载力状况,判断结果见表 5 最后一列。由大气环境承载力指数 20、20 和 18.5 所处的等级范围,1999、2000 和 2001 年的大气环境承载力都处于 $17 < CSI \leq 21$ 之间的较高承载等级。

表 5 岳麓山大气环境承载力分析结果
Table 5 Analysis of atmosphere environment sustainable capacity in Yuelu Mountain

年份	大气污染因子评分结果			承载力 指数	承载力 程度
	SO ₂ (0.4)	NO _x (0.3)	TSP(0.3)		
1999	20	25	15	20	较高
2000	20	25	15	20	较高
2001	20	25	10	18.5	较高

注:小括号中数值为对应污染因子的权重值。

表 6 大气环境承载力等级划分

Table 6 Classification of atmosphere environment sustainable capacity				
$5 \leq CSI \leq 9$	$9 < CSI \leq 13$	$13 < CSI \leq 17$	$17 < CSI \leq 21$	$21 < CSI \leq 25$
弱承载	低承载	中等承载	较高承载	高承载

3.3 时间变化趋势分析

相对应时期的污染物 SO₂ 变化曲线 (图 1) 表现为:1999 年,3—10 月质量浓度处于低潮,11—2 月质量浓度不断增加;其中 1 月质量浓度达最高,有 0.153 mg·m⁻³;最低质量浓度出现在 8 月份,0.014 mg·m⁻³。2000 年,大致情况与 1999 年一致,但 3 月有小高潮,高峰期缩短为 11 月至 1 月,12 月份质量浓度依然最高,为 0.119 mg·m⁻³;最低质量浓度亦出现在 8 月份,为 0.01 mg·m⁻³。与前一年不同,3 月突变为高峰期——0.105

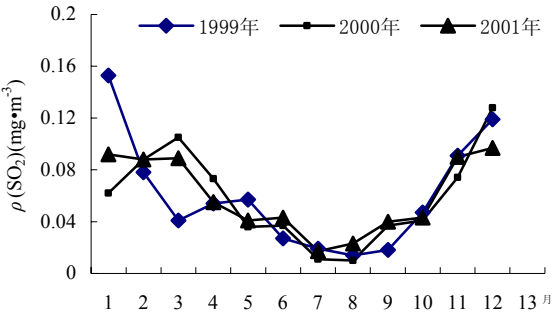


图 1 二氧化硫月质量浓度变化

Fig. 1 Monthly Changes of the sulfur dioxide

mg·m⁻³。2001 年,同以往大不相同,1—7 月不断减小,8—12 月增加。最高值出现在 12 月份,为 0.097;最小值出现在 7 月份,为 0.017。12 月份的高峰质量浓度值约为 7 月份的低谷质量浓度值的 2.5 倍。

NO_x 的变化规律表现为 (图 2),1999 年,3—10 月质量浓度低,其中不乏小波峰;10—12 月,质量浓度不断增长;1—3 月,质量浓度逐渐下降。其中全年质量浓度最高时 12 月质量浓度 0.041 mg·m⁻³ 几乎是最低时 8 月质量浓度 0.021 mg·m⁻³ 的 2 倍。2000,2001 年波形变化大体一致,但 2000 年 8、9 月与 2001 年的情形相反,有“大小年”现象。与前一年所不同,2000 年的 3 月最高质量浓度 0.043 mg/m³ 几乎是 8 月最低质量浓度 0.014 mg·m⁻³ 的 3 倍,可见全年质量浓度变化范围较大;2001 年的 3 月最高质量浓度 0.044 mg·m⁻³ 为 6 月最低质量浓度的 0.02 mg·m⁻³ 的 2.2 倍。

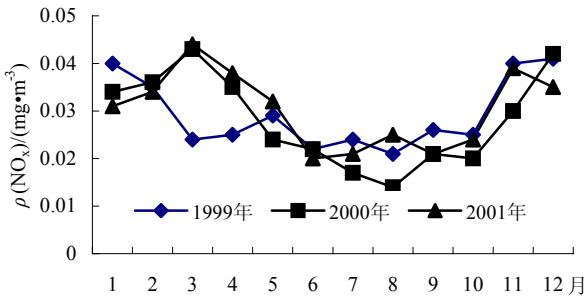


图 2 氮氧化物月质量浓度变化

Fig. 2 Monthly Changes of the nitrogen oxide

TSP 在 3 a 中变化较一致,但较常出现的现象是第二年比第一年相对应时期的质量浓度偏高一些,而在 10 月之后的时期,尽管有些年份的质量浓度有下降趋势,但总体占全年大比重,居高不下。仔细研究,发现 3 a 中的全年月份最高质量浓度与最低质量浓度的比值,1999 年的 2 倍变到 2000 年、2001 年的 3 倍,变化范围变宽 (图 3)。TSP 是 3 个大气因子中最无规律可循的一个,可以估计其受

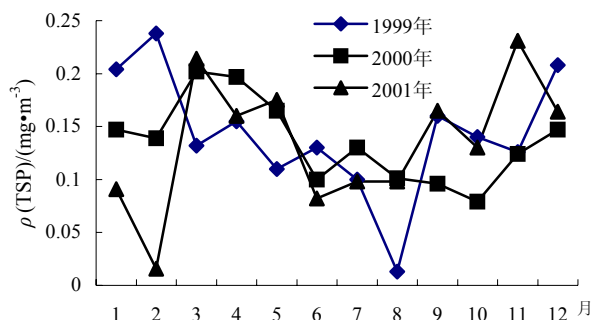


图3 总悬浮物月质量浓度变化

Fig. 3 Monthly Changes of the total suspended material

的影响大多是暂时性的因素，而长久的、有规律的因素对其可能影响不大。

纵观3 a中SO₂、NO_x和TSP的变化趋势，空气污染以冬季最重，1999年1月的SO₂质量浓度达到0.153 mg·m⁻³，是3 a当中的最高质量浓度值；2001年3月份的NO_x质量浓度为0.044 mg·m⁻³；TSP在1999年2月达到的0.238 mg·m⁻³。春秋两季次之，夏季最轻，其中SO₂在2000年7、8月质量浓度达0.01 mg·m⁻³，是3 a最低；NO_x在2000年8月质量浓度达0.014 mg·m⁻³；TSP于2000年8月质量浓度达0.079 mg·m⁻³。冬季长沙处于日夜温差大、风小、有雾的时期，这种天气易形成较强逆温，不利于空气污染物扩散，大气扩散条件差。而且冬季生产生活用煤及冬季气候与空气污染也有一定关系。此外，空气污染与降水、地面风力也有关系。总之，导致岳麓山大气污染物形成的主要因素是气候和建筑扬尘、地面扬尘，其次是锅、窑炉烟气排放，也包括机动车尾气等。

4 结论

本文以城区山岳型风景名胜区岳麓山为例，针对风景名胜区的生态旅游中存在的问题，用生态旅游环境承载力的研究方法，研究了岳麓山的大气环境承载力。研究结果表明：

(1) 生态旅游的前提是不干扰自然地域，保护生态环境，是不同于大众旅游的一种高级旅游方式，是游客有责任的一种旅游方式。现今国内许多号称生态旅游的“生态旅游”都不是真正意义上的生态旅游。风景名胜区的生态旅游还存在许多问题亟待解决。

(2) 对岳麓山风景名胜区的研究表明，1999、2000和2001年的大气环境承载为20、20和18.5所处的等级范围，都处于较高承载等级，表明该区域的生态承载力较好，这也与该区域作为长沙市的生态屏障的现状一致。

(3) 岳麓山是典型的城区型山岳风景名胜区，

对其开展生态旅游中的大气环境承载力研究对其他4A级山岳型风景名胜，例如享有盛名的黄山和湖南省内与之邻近的南岳衡山等，亦有普遍意义。大气质量评价中运用的发展变量和限制变量是一个综合评价中可通用的方法，大气环境承载力模型也可根据其他山岳型风景名胜的具体条件进行修正。

参考文献：

- [1] 刘瑶. 我国旅游的环境影响研究及其方向[J]. 重庆环境科学, 2003, 25(11): 153-155.
LIU Yao. Research on environmental impact and its orientation of tourism in China[J]. Chongqing Environmental Sciences, 2003, 25(11): 153-155.
- [2] 刘玲. 旅游环境承载力研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000.
LIU Ling. Research on Tourism Environmental Carrying Capacity[M]. Beijing: Chinese Environmental Sciences Press, 2000.
- [3] 陶犁, 杨桂华. 旅游地理学[M]. 昆明: 云南大学出版社, 1995.
TAO Li, YANG Guihua. Tourism Geography[M]. Kunming: Yun University Press, 1995.
- [4] 崔凤军. 论旅游环境承载力-持续发展旅游的判据之一[J]. 经济地理, 1995(1): 105-109.
CUI Fengjun. On tourism environmental carrying capacity-criterion on sustainable developing tourism[J]. Economic Geography, 1995(1): 105-109.
- [5] 文传浩, 杨桂华, 王焕校. 自然保护区生态旅游环境承载力综合评价指标体系初步研究[J]. 农业环境保护, 2002(4): 365-368.
WEN Chuanhao, YANG Guihua, WANG Huanxiao. Integrated indicator system of eco-tourism environmental load capacity in nature reserves[J]. Agro-environmental Protection, 2002(4): 365-368.
- [6] 杨桂华, 钟林生. 生态旅游[M]. 北京: 高教出版社, 2001.
YANG Guihua, ZHONG Linsheng. Ecological Tourism[M]. Beijing: High Education Press, 2001.
- [7] 李定策, 齐永安. 焦作市区大气环境承载力分析[J]. 焦作工学院学报: 自然科学版, 2004, 23(3): 220-223.
LI Dingce, QI Yong'an. Analysis of atmosphere environment bearing capacity in Jiaozuo city[J]. Journal of Jiaozuo Institute of Technology: Natural Science, 2004, 23(3): 220-223.
- [8] 陈新风. 山西省大气环境承载力初探[J]. 经济问题, 2006(11): 79-81.
CHEN Xinfeng. A primary exploration on atmosphere environment carrying capacity of Shanxi Province[J]. Economic Problem, 2006(11): 79-81.
- [9] 吴忠标. 实用环境工程手册-大气污染控制工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
WU Zhongbiao. Applied Handbook of Environmental Engineering-Atmosphere Pollution Prevention Engineering[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2001.
- [10] 叶文虎, 栾胜基. 环境质量评价[M]. 北京: 高等教育出版社, 1994.
YE Wenhui, LUAN Shengji. Evaluation of Environmental Quality[M]. Beijing: High Education Press, 1994.

Exploitation of atmosphere environment sustainable capacity for a typical urban mountain scenic spot

Liu Liyong¹, Wang Bin², Li Zhongwu^{2*}

1. Hunan First Normal University, Hunan Changsha 410002, China;

2. College of Environmental Science and Engineering, Hunan University, Hunan Changsha 410082, China

Abstract: The environment sustainable capacity of tourism is mainly manifested in the relationship between tourism development and environment protection. Much research on the environment sustainable capacity, however, has been done from a comprehensive perspective other than that of a specific tourism area. Taking Yuelu Mountain Scenic Spot (a typical urban mountain scenic spot) of Changsha city as an example, a research on an atmosphere environment sustainable capacity is carried out.

This paper is focused on the atmosphere environment sustainable capacity and its factors influencing Yuelu Mountain Scenic Spot by the use of the contrast method, atmosphere environment quality index (*ORAQI*) model and environment sustainable capacity index model, based on the selection of development variables and condition variables that affect atmosphere environment sustainable capacity of Yuelu Mountain.

The research result shows that 1) the development variables of Yuelu Mountain Scenic Spot include SO_2 , NO_x and TSP, and the condition variables are concentration limit value of the first grade of matching development variable; 2) the mean value of atmosphere environment quality index (*ORAQI*) of 1999—2000 is 83, a grade of “bad”, which shows the total atmosphere environmental quality of the Scenic Spot is to be improved; 3) the average value of atmosphere environment sustainable capacity index during the three years is 19.5, a grade of “better”, which means a good atmosphere environment sustainable capacity.

The research findings can not only provide a theoretical foundation for the further development of tourism of Yuelu Mountain Scenic Spot, but a calculating approach of atmosphere environment sustainable capacity for similar mountain scenic spots.

Key words: urban mountain scenic spot; environment sustainable capacity; Yuelu Mountain