

# 基于混沌机制BP神经网络的旅游可持续发展预警系统研究

杨秀平<sup>1</sup> 翁钢民<sup>2</sup> 张琼<sup>3</sup>

(1.兰州理工大学经济管理学院,甘肃 兰州 730050;2.燕山大学经济管理学院,河北 秦皇岛 066004;  
3.天职国际会计师事务所有限公司 北京 100048)

**【摘要】**本文从旅游可持续发展预警系统内涵出发,结合旅游自身的特点,在构建指标体系的基础上,运用混沌机制BP神经网络对旅游可持续发展预警系统进行构建,并以河北省省会石家庄为例进行实证研究,以预警结果为基础提出了相应对策。

**【关键词】**旅游可持续发展;预警系统;BP神经网络

**【中图分类号】**F590.1 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1003-0166(2011)04-0025-04  
doi:10.3969/j.issn.1003-0166.2011.04.006

旅游业是典型的资源依托型产业,良好的资源环境是其发展的基础条件,适量的游客数量是旅游可持续发展的根本保证。但近年来,随着旅游需求的快速增长,许多地区旅游资源开发和环境保护问题日益严重,被誉为“无烟工业”的旅游业开始冒烟。众多学者对旅游可持续发展的研究已经开始由一般性的理论模式探讨转变为解决人类面临的实际问题。本文在对旅游可持续发展概念进行界定的基础上,结合混沌机制BP神经网络的基本原理,提出了旅游可持续发展预警研究的方法,并以石家庄市为例进行实证研究。

## 1 旅游可持续发展预警系统的内涵

旅游可持续发展预警系统是指对一定区域范围内的旅游可持续发展现状和未来进行测度,预报不正常状态的时空范围和危害程度,对于已有问题提出解决措施,对即将出现的问题给出防范措施的报警和调控系统<sup>[1]</sup>。旅游可持续发展预警系统必须强调预警自身的系统性即预警应包括明确警义、寻找警源、分析警兆、预报警度和排除警患的完整过程。明确警义是前提,是预警研究的基础;寻

找警源是对预警产生原因的分析,是排除警患的基础;分析警兆是关联因素的分析,是预报警度的基础;预报警度是排除警患的根据,而排除警患是预警目标所在。旅游可持续发展预警系统的研究实际上就是一个确定旅游可持续发展现有状态和将来状态的距离的问题。

## 2 旅游可持续发展预警系统指标体系的构建

本文是以地区为基准点来对其旅游可持续发展预警系统进行设计,分为自然环境指标、社会支持系统指

基金项目:国家社会科学基金:旅游业促进经济增长机理、创新模式与整合战略研究(09BJY087)

作者简介:杨秀平 硕士,兰州理工大学经济管理学院讲师,研究方向:旅游资源开发与利用

翁钢民 博士,燕山大学经济管理学院教授,研究方向:旅游经济、旅游企业战略管理

张琼 硕士,天职国际会计师事务所有限公司审计师,研究方向:旅游业可持续发展

表 1 旅游可持续发展预警指标及标准化数值表

指标	指标	权重	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
自然环境指标	旅游面积/目的地总面积	0.0325	0.6389	0.6395	0.6397	0.6402	0.6403	0.6405	0.6411	0.6418	0.6427
	珍稀物种数	0.0274	0.9813	0.9819	0.9814	0.9826	0.9831	0.9839	0.9842	0.9837	0.9659
	游客量/旅游面积	0.0298	0.9137	0.9035	0.9036	0.9236	0.8993	0.9155	0.9157	0.9206	0.9308
	环境破坏事件	0.0340	0.8756	0.8745 *	0.8069	0.9443	0.8713	0.851	0.897	0.904	0.912
	水质达标率	0.0277	0.8912	0.8939	0.9015	0.9241	0.9238	0.9213	0.9107	0.9151	0.9121
	空气达标率	0.0277	0.3068	0.4082	0.4959	0.5781	0.7644	0.6411	0.6752	0.7012	0.7124
	景区垃圾量/游客数	0.0298	0.7321	0.7354	0.7412	0.7488	0.7478	0.7512	0.7413	0.7216	0.7124
	污染事故	0.0274	0.9195 *	0.9129	0.9209	0.9217	0.9223	0.9124	0.9168	0.9157	0.9112
	有无旅游和环境计划	0.0340	0	0	1	0	1	1	0	1	1
	旅游计划有无环境评价	0.0340	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	有无环境监控	0.0368	0	1	1	1	1	1	1	1	1
有无环境教育	0.0298	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
有无环保举措	0.0398	0.7496	0.7990	0.8017	0.8258	0.8276	0.8341	0.8112	0.8237	0.8165	
社会支持系统指标	床位数	0.0261	0.6782	0.6808	0.6919	0.6977	0.6992	0.6772	0.6914	0.7115	0.7201
	电供应能力	0.0240	0.9442	0.9483	0.9471	0.9549	0.9526	0.9421	0.9566	0.9345	0.9406
	水供应能力	0.0240	0.9121	0.9187	0.9222	0.9235	0.9241	0.9315	0.9288	0.9324	0.9402
	车道长度	0.0240	0.4127	0.4155	0.4216	0.4254	0.4301	0.4316	0.4367	0.445	0.4468
	游客数/床位数	0.0280	0.6532	0.6713	0.6745	0.6221	0.6819	0.6512	0.6772	0.6887	0.6904
	电消耗/游客数	0.0261	0.7492	0.7501	0.7522	0.7913	0.7826	0.7566	0.7776	0.7641	0.7781
	水消耗情况/游客人数	0.0261	0.4218	0.4399	0.4421	0.4425	0.4479	0.4315	0.4014	0.4267	0.4142
	污水处理	0.0240	0.3994	0.4010	0.4015	0.4000	0.5625	0.5786	0.6011	0.6115	0.6241
	废弃物处理	0.0240	0.8704	0.8731	0.8727	0.8936	0.9053	0.9061	0.9071	0.9086	0.9144
	床位利用率	0.0280	0.7067	0.7733	0.8133	0.4267	0.7867	0.6899	0.7257	0.7248	0.7755
新建旅游设施量	0.0240	0.8132	0.8207	0.8288	0.8143	0.8391	0.8011	0.8255	0.8612	0.8729	
社会经济文化指标	旅游收入/总收入	0.0392	0.7336	0.7441	0.8742	0.5642	0.6427	0.6751	0.6944	0.7014	0.7156
	旅游就业量	0.0358	0.8291	0.8314	0.8515	0.8011	0.8323	0.8155	0.8376	0.8479	0.8572
	本社区旅游收入/总收入	0.0326	0.8593	0.8677	0.8692	0.8546	0.8611	0.8598	0.8601	0.8741	0.8841
	年游客数/本地居民数	0.0358	0.8025	0.7998	0.7125	0.8350	0.6544	0.7891	0.8141	0.8214	0.8245
	运作成本	0.0341	0.7622	0.7651	0.7668	0.7692	0.7631	0.7615	0.7591	0.7611	0.7761
	对本地居民的冲突	0.0341	0.9011	0.9021	0.9103	0.9011 *	0.8907	0.8709	0.8971	0.9012	0.8064
	游客满意度	0.0326	0.8271	0.8465	0.8392	0.8352 *	0.8281	0.8341	0.8511	0.8601	0.8641
	事故数量	0.0326	0.7973	0.8181	0.7461 *	0.7024	0.6667	0.6642	0.7012	0.7151	0.7201
	有无文化建设计划	0.0341	0	0	1	0	0	1	0	1	1
可持续发展度	—	0.6601	0.7070	0.7785	0.7313	0.7459	0.7754	0.7509	0.7564	0.7919	

注:带\*号的数据由于无法取得,按照其他4年的算术平均数进行估算获得其标准值

标和社会经济文化指标三类,如表1。旅游可持续发展是一个非常复杂的过程,从不同侧面对其进行预警的指标不仅数量多,而且属性不同,量纲不一,数量级不同,有的是比重,有的是金额。要想使众多指标能够构成一个数值,并能对不同时期旅游业的可持续发展进行预警,就必须对数据进行标准化处理,即无量纲化处理。这就要求将指标数值先转化为统一标准的评价值,以便将各方面的指标值进行综合。通过标准化,指标值将转变为计量单位影响消失、数量级相同并包含原指标评价信息的评价值。本文采用相对数法对各项指标进行标准化处理,其中,公式(1)适用于正趋向类指标,公式(2)适用于负趋向类指标。

$$C_i = \frac{X_i}{S_i} \quad (1)$$

$$\text{或 } C_i = \frac{S_i}{X_i} \quad (2)$$

公式中  $X_i$ —标准化前第  $i$  指标的数值;  $S_i$ —第  $i$  个指标的标准值;  $C_i$ —标准化后第  $i$  个指标的数值。

在管理当局反映类指标中,有无旅游和环境计划、旅游计划有无环境评价、有无环境监控、有无环境教育和有无文化建设计划等指标的调查结果是以非数值的形式反映,为了使其能够参与计算,本文采用0-1分布对其进行描述,见公式(3)

$$X_{ij} = \begin{cases} 0 & Y_{ij} = N \\ 1 & Y_{ij} = Y \end{cases} \quad (3)$$

公式中  $Y_{ij}$ —第  $i$  个指标采用0-1分布前的第  $j$  个调查结果;  $N$ —结果为  $No$ ;  $Y$ —结果为  $Yes$ 。

### 3 混沌机制BP网络的基本原理

BP算法是一种比较成熟的有指导的训练方法,是一个单向传播的多层前馈网络。输入信号从输入层节点,依次传过各隐含层节点,然后传到输出层节点,每一层节点的输出只影响下一层节点的输入。计算实际输出为:  $y_j = f(\sum W_{jk}x_k)$ , 其中  $f()$  函数一般为 Sigmoid 函数

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (4)$$

调整权值,按误差反向传播方向,从输出节点开始返回

到隐含层按下式修正权值

$$W_{ij}(k+1) = W_{ij}(k) + a [W_{ij}(k) - W_{ij}(k-1)] \quad (5)$$

训练目标使误差函数最小,

$$E = \frac{1}{2} \sum \sum (y_{jp} - t_{jp})^2 = \sum E_p \quad (6)$$

其中,  $E$  为网络输出误差,  $P$  代表第  $P$  个样本,  $j$  为输出单元数,  $t_{jp}$  为单元期望输出,  $y_{jp}$  为单元的实际输出。

如果在(5)式中引入函数

$$h(x) = \sqrt{e} \frac{A}{R} x e^{-\frac{x^2}{R^2}} \quad (7)$$

则转变  $W_{ij}(k+1) = W_{ij}(k) + a [W_{ij}(k) - W_{ij}(k-1)] + h(x)$  (8)

其中  $A$  和  $R$  可看作上式中非线性自反馈驱动项的幅度和半径。它们可控制权值的活动范围。当  $R$  固定时,  $A$  便决定了权值的动力学系统在其能量局部极小之间转移的动力大小,  $A$  越大则权值修正的运动范围越大。该式是一个混沌机制<sup>[2]</sup>。在这里令

$$x = \Delta w_{ij}(k) = w_{ij}(k) - w_{ij}(k-1) \quad (9)$$

设  $|x| = |w_{ij}(k) - w_{ij}(k-1)|$  表示动力学系统接近不动点的速度,若  $|x|$  很大则表示此时系统远离不动点,  $h(x)$  应迅速减小,使权值的修正按梯度信息方向迅速接近系统的不动点。当  $|x|$  处于中间值状态时,权值动力学系统将进入某一不动点附近的一定邻域内,  $h(x)$  的自反馈作用会产生新的驱动力跳出不动点,最终使权值进入全局意义下的最优不动点的某邻域内。

### 4 建立评价集及综合评价

本文把旅游可持续发展度  $F$  分成5个等级:弱可持续( $s_1$ );较弱可持续( $s_2$ );基本可持续( $s_3$ );较强可持续( $s_4$ );强可持续( $s_5$ )。组成评判集  $V = (s_1, s_2, s_3, s_4, s_5)$ , 并在(0,1)之间对其赋值,见表2。根据预警信息的类型、性质及警报的程度建立旅游可持续发展的预控对策系统。

### 5 实证研究——以石家庄为例

河北省省会石家庄市是紧邻北

京和天津的特大交通枢纽城市。近年来,石家庄市各种旅游项目总投资达3.2亿元,新建景点、景观58个,其中百万元以上项目26个,改扩建景点35个,完成景区配套项目78个。形成了目前全市旅游资源种类多,精品多的格局。近年来,石家庄的旅游环境和旅游服务功能不断完善,娱乐、健身设施更是遍布市区。

石家庄旅游业取得显著成绩的同时,仍暴露了一些不足,如环境污染严重、旅游景点保护力度不够、旅游规划开发不合理、旅游基础设施和配套项目不健全、环保法规不健全,落实不到位等等。本文搜集石家庄市2002—2010年9年的旅游发展数据,这些数据来源主要包括石家庄市旅游局、统计局、石家庄各大旅游景区、旅游统计年鉴以及中国资讯行数据库。由于石家庄数据统计机制的不完善性,一些数据确实无法取得,本文采取了一定的数学方法对无法取得的数据进行了估算。表1各指标数据根据公式(1)、公式(2)和公式(3)经过标准化后的数值。其中,对于各指标标准值的  $S_i$  确定,是根据石家庄旅游发展规划、河北省旅游业“十五”规划、国家环境质量标准、其他城市发展状况以及对相关专家学者进行咨询而最终确定。采用表1的指标体系,运用层次分析法<sup>[3]</sup>确定权重,并对2002—2009年的可持续发展度进行测算,得出表2中的可持续发展度  $Y$ 。运用BP机制的混沌神经网络进行仿真,对应BP网络的12个输入节点,60个隐层节点,1个输出节点,在搜集表1指标体系数据基础上,进行3000次训练(Epoch),得出误差(MSE)的仿真结果,如图1所示。

2010年、2011年神经网络输入节点的数据采用2002—2009年的数据(见表1)计算得出2010年的预测值为0.7905,而2010年实际  $Y$  值为0.7919,网络训练拟合度较高。对2011年石家庄市旅游可持续发展程度进行预测,预测值为0.7965。根据表2,得出石家庄2011年旅游可持续

表2 旅游可持续发展评价表

F	0 ≤ F < 0.20	0.20 ≤ F < 0.40	0.40 ≤ F < 0.60	0.60 ≤ F < 0.80	0.80 ≤ F ≤ 1.00
结果	弱可持续( $s_1$ )	较弱可持续( $s_2$ )	基本可持续( $s_3$ )	较强可持续( $s_4$ )	强可持续( $s_5$ )

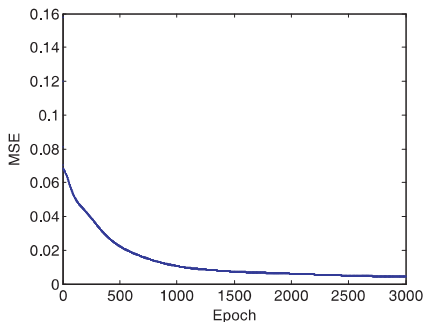


图1 BP算法的训练目标曲线

发展为较强可持续发展。

## 6 完善旅游可持续发展预警系统的配套措施

### 6.1 树立风险意识和预警意识

牢固树立风险意识和预警意识是旅游可持续发展预警系统得以成功建立并有效运行的前提。首先,加强学习教育。本文认为应该先对决策层和科技层人员的预警意识加以培养,然后不断的向实施层和公众层扩散;其次,加大宣传力度,扩大影响范围,培养全民的预警意识,从而为区域旅游可持续发展预警系统的建立和实施创造一个良好的外部环境。

### 6.2 建立旅游环境承载力预警管理组织

建立预警管理组织的具体步骤如下:部门内部组建管理小组→常规性的征兆调查分析→建立敏感准确的外部环境监测系统→拟定预警管理计划→进行风险管理的模拟训练→开展风险培训、建立风险教育制

度<sup>[4]</sup>。本文建议预警机构的设置也应该由各旅游局来负责,配备相应的专业设备和人员,使原有的管理部门具有预警职能。另外由于预警空间尺度的变化,预警指标、预警警度和预警实效的要求都不相同,应根据预警空间尺度的大小,逐渐建立宏观、中观和微观的预警机构,形成从中央到地方完整的调控网络,从而建立灵敏高效的旅游可持续发展预警系统。

### 6.3 加强预警数据的收集

本文建议各级旅游管理部门和统计部门应尽快采取措施,加强旅游可持续发展预警数据的收集工作,第一,根据区域旅游可持续发展预警指标的要求,加大旅游数据统计的范围,建立旅游景点报告制度;第二,建立行业监测系统,充分利用各种方法;第三,加强统计数据透明化,建立网上公告制度。

### 6.4 加强部门合作充分发挥政府的作用

旅游是一个综合性极高的行业,旅游可持续发展预警系统也是一个涉及到环境、社会经济、文化等多领域多部门的系统,这就要求旅游部门同其他相关部门如环保、林业、统计等部门加强合作,统一认识,明确分工,减少推诿扯皮现象。并且由政府出面统一协调,充分发挥政府的调控职能,为区域旅游可持续发展预警系统的建立和实施营造一个有利的宏观环境。

### 6.5 注重人才的培养

石家庄目前旅游教育培训体系不完善,不仅旅游专业人才的培养和引进机制不健全,要求较高、需要掌握多种知识的预警系统技术人员更是缺乏。首先,各级旅游管理部门要不断解放思想,切实改变职能,加强旅游规划和行业宏观管理,抓好旅游队伍建设。其次,要加大旅游可持续发展预警人才的内部培养力度,提高相关人员的实际操作水平;且通过建立先进的人才引进制度,通过各种手段吸收预警系统建立和实施需要的专业人才。□

## 参考文献

[1] 翁钢民.旅游环境承载力理论与实用 [M].北京:中国旅游出版社,2008:30-32.

[2] 高隽.人工神经网络原理及仿真实例 [M].北京:机械工业出版社,2003:46-48

[3] 杜纲.管理数学基础——理论与应用 [M].天津大学出版社,2003:53-65

[4] Steven R. Lawson, Robert E. Manning. Proactive Monitoring and Adaptive Management of Social Carrying in Arches National Park: an Application of Computer simulation Modeling [J]. Journal of Environment, 2003:305 - 313.

# Research of Early-warning System about Tourism Sustainable Development Based on Chaotic BP Neural Network

YANG Xiu-ping<sup>1</sup>, WENG Gang-min<sup>2</sup>, ZHANG Qiong<sup>3</sup>

(1.School of Economy and Management, Lanzhou University of Technology, Lanzhou Gansu 730050,China;2.College of Economics and Management, Yanshan University, Qinhuangdao Hebei 066004, China;3.Vocation International Certified Public Accountants Co.,Ltd, Beijing 100048, China)

**Abstract:** This paper starts with the discussion of conception of the early-warning system about tourism Sustainable Development. Basing on the characteristics of tourism oneself, it sets up the evaluation index system and building the early-warning system about tourism sustainable development based on BP neural network. Takes Shijiazhuang for example and puts forward to some measures.

**Key words:** tourism sustainable development; early-warning system; BP neural network

**CLC number:** F590.1

**Document code:** A

**Article ID:** 1003-0166(2011)04-0025-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1003-0166.2011.04.006