

基于灰色系统理论的河南旅游业发展研究

任宏伟<sup>1</sup>, 张吉献<sup>2</sup>

(1. 河南省教育厅 成人教研室, 郑州 450003; 2. 安阳师范学院 资源环境与旅游学院, 河南 安阳 455000)

**摘要:** 优越的地理位置和丰富的旅游资源使得河南的旅游业快速发展, 对旅游业发展进行预测可以为旅游业发展决策提供帮助。运用灰色系统理论的灰色关联度分析法, 对河南省旅游业的影响因子进行定量分析, 得知影响河南旅游业发展的三大因素是国内生产总值、人均国内生产总值和民用汽车数量。建立河南国内旅游接待人数和国内旅游收入的灰色 GM(1,1) 预测模型。结果表明, 未来 5 年河南省旅游业发展势头强劲。

**关键词:** 灰色关联度; 灰色预测 GM(1,1) 模型; 国内旅游人数; 国内旅游收入; 河南省

**中图分类号:** F59

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1003-2363(2011)03-0089-04

河南地处中原, 人口众多, 交通便利, 悠久的历史使河南拥有众多的人文旅游资源, 山地与平原的过渡形成了多姿多彩的自然旅游资源。全省共有 4A 级以上景区 50 处, 中国优秀旅游城市 20 个, 丰富的旅游资源为河南旅游业发展提供了优势。改革开放 30 多年来, 河南省旅游业有了长足发展, 2008 年, 全省共接待国内外游客 20 025.3 万人次, 国内旅游收入达 1 566 亿元, 旅游创汇 37 443 万美元<sup>[1]</sup>, 旅游业已成为全省国民经济的支柱产业和新的增长点。2009 年河南省下发了《关于实施旅游立省战略加快旅游产业发展的意见》, 更是为河南旅游业加快发展提供了强劲动力。

在旅游业发展过程中, 对旅游业与相关产业的关联度、旅游人数、旅游收入等进行准确预测十分重要。从宏观来看, 可以为经济主管部门制定旅游业可持续发展政策提供科学依据。从微观角度看, 可以为旅游企业根据对旅游人数的预测合理配置资源、降低风险和获得最大收益、制定经营计划和日常经营管理提供依据。

1 灰色系统理论

灰色系统理论是我国著名学者邓聚龙教授在 1982 年创立的一门新兴横断学科。它以部分信息已知、部分信息未知的不确定性系统为研究对象, 通过对部分已知信息的生成、开发, 提取有价值的信息, 实现对系统运行规律的正确认识和确切描述, 并据此进行科学预测<sup>[2]</sup>。旅游业就是一个复杂的、不确定性的巨大灰色系统, 影响其发展的因素很多, 有旅游资源、交通条件、目的地经济发展水平、目标客源市场特征、竞争者状况等等, 而这些因素对旅游业的发展表现出明显的灰色性。因此, 可

以将旅游市场作为一个灰色系统来研究<sup>[3]</sup>。

1.1 灰色关联分析

灰色系统理论中的灰色关联分析方法是在不完全的信息中, 对所分析研究的各种因素, 通过一定的数据处理, 在随机的因素序列间, 找出它们的关联性, 发现主要矛盾, 找到主要特性和主要影响因素。计算方法与步骤如下<sup>[4]</sup>。

(1) 将时间序列的原始数据作初值化变换处理, 消除量纲, 增强各因素之间的可比性。

(2) 求关联系数, 并从中找出极大值与极小值。首先, 求参考数列  $x_0$  与各比较数列  $x_i$  之间的差列:  $\Delta_{i(k)} = |X_{0(k)} - X_{i(k)}|$ 。其次, 从差列  $\Delta_{i(k)}$  中找出最小值和最大值:  $\min |X_{0(k)} - X_{i(k)}|, \max |X_{0(k)} - X_{i(k)}|$ 。最后, 从不同比较数列最小、最大值中再分别取最小、最大值:  $\min \min |X_{0(k)} - X_{i(k)}|, \max \max |X_{0(k)} - X_{i(k)}|$ 。

(3) 取分辨系数:  $0 < \rho < 1$ , 本研究取 0.5。

(4) 求关联系数:  $\zeta_{i(k)} = \frac{\min \min |X_{0(k)} - X_{i(k)}| + \rho \max \max |X_{0(k)} - X_{i(k)}|}{|X_{0(k)} - X_{i(k)}| + \rho \max \max |X_{0(k)} - X_{i(k)}|}$ 。

(5) 求关联度:  $\gamma_{i(k)} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_{i(k)}$ 。

1.2 灰色预测模型 GM (1,1)

灰色系统建模方法采用以区间及区间运算为代表的灰数处理, 是一种简便实用的方法, 目前主要用于灰色预测和决策。灰色预测方法较多, 其中灰色数列预测模型是对时间序列变量的预测<sup>[5]</sup>。GM(1,1) 模型是最常用的一种灰色模型, 由一个单变量的一阶微分方程构成。其建模步骤如下。

(1) 建立原始数列; (2) 对原始数列做一次累加生成和均值生成; (3) 确定参数  $a, b$ ; (4) 解白化方程; (5) 还原, 得模型计算值; (6) 对模型进行检验; (7) 利用模型进行预测。

**收稿日期:** 2010-12-07; **修回日期:** 2011-03-09  
**作者简介:** 任宏伟 (1961-), 男, 河南偃师市人, 硕士, 主要从事成人教育研究和区域经济研究, (E-mail) hnrhw@126.com。  
**通讯作者:** 张吉献 (1963-), 男, 河南新乡人, 副教授, 硕士, 主要从事区域发展研究, (E-mail) jixian1000@126.com。

## 2 对河南旅游业发展的灰色关联度分析

旅游产业是关联带动性较强的产业,围绕食、住、行、游、购、娱六大旅游要素<sup>[6]</sup>,与信息服务、交通运输、旅游制品、饮食保健等关联,由众多行业组成的综合性产业或产业群<sup>[7]</sup>。且随着旅游产业的发展,旅游业也从初期的第三产业逐渐向产业上游及工业和农业方向溯源前进,最后融入整个地区经济整体之中,成为区域经济发展的重要动力源<sup>[8]</sup>。

### 2.1 旅游业关联指标的构建

为了使计算结果更加科学,更符合实际,在借鉴已

有研究成果的基础上,根据科学性原则和可操作性原则,将河南的国内旅游接待人数和国内旅游收入作为参考目标序列,选取 GDP、人均 GDP、职工年平均工资、人均可支配收入(城市/农村)、星级饭店数、客运量、民用汽车拥有量、社会消费品零售总额、第三产业从业人数 10 个指标作为影响旅游业发展的主要因素(表 1),将影响因素的时间序列(比较序列)与参考序列进行灰色关联分析。由于 2003 年非典的影响,不能反映旅游业正常发展情况,在此舍弃 2003 年的数据。

表 1 旅游业主要影响因子原始数据<sup>[1]</sup>  
Tab.1 Initial data for primary influencing factors of tourism

因素	因子	年份					
		2002	2004	2005	2006	2007	2008
接待国内游客人数/万人次	$X_1$	6 271. 50	8 012	10 045	13 063	17 003	19 921
国内旅游收入 / 亿元	$X_2$	429. 13	620	782. 31	1 018	1 327	1 566
国内生产总值 / 万元	$X_1$	6 035. 48	8 553. 79	10 587. 42	12 362. 79	15 012. 46	18 407. 78
人均国内生产总值 / 元	$X_2$	6 487	9 201	11 346	13 172	16 012	19 593
职工年平均工资 / 元	$X_3$	9 174	12 114	14 282	16 981	20 935	24 816
城镇居民家庭人均可支配收入 / 元	$X_4$	6 245. 40	7 704. 90	8 667. 97	9 810. 26	11 477. 05	13 231. 11
农村居民家庭人均纯收入 / 元	$X_5$	2 215. 74	2 553. 15	2 870. 58	3 261. 03	3 851. 6	4 454. 24
星级饭店个数 / 个	$X_6$	310	379	425	455	492	488
客运量 / 万人	$X_7$	90 334	91 013	98 099	108 059	122 557	130 436
民用汽车拥有量 / 辆	$X_8$	1 058 193	1 461 670	2 060 094	2 529 386	2 926 945	3 384 377
社会消费品零售总额 / 亿元	$X_9$	2 292. 75	2 938. 26	3 358. 43	3 880. 47	4 597. 54	5 662. 55
第三产业从业人数 / 万人	$X_{10}$	1 086	1 200	1 272	1 318	1 366	1 424. 22

### 2.2 计算结果

把表 1 的数据按灰色关联度计算步骤,经计算得到关联度(表 2,表 3)。

从表 2 来看,河南省国内游接待人数与各影响因子之间的灰色关联度大小排序是:国内生产总值>人均国

内生产总值>民用汽车拥有量>职工年平均工资>社会消费品零售总额>城镇居民家庭人均可支配收入>农村居民家庭人均纯收入>星级饭店个数>第三产业从业人数>客运量。

表 2 河南国内旅游人数与各影响因子间的灰色关联度  
Tab.2 Gray relational grade between Henan domestic tourist arrivals and influencing factors

因子	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
关联度	0. 896 7	0. 888 1	0. 843 3	0. 733 1	0. 695 3	0. 694 9	0. 614 9	0. 883 9	0. 785 1	0. 628 2
排序	1	2	4	6	7	8	10	3	5	9

表 3 河南国内旅游收入与各影响因子间的灰色关联度  
Tab.3 Gray relational grade between Henan domestic tourism income and influencing factors

因子	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
关联度	0. 837 4	0. 832 3	0. 758 9	0. 680 7	0. 655 5	0. 653 7	0. 598 0	0. 890 1	0. 715 1	0. 606 9
排序	2	3	4	6	7	8	10	1	5	9

从表 3 来看,河南国内旅游收入与各影响因子之间的灰色关联度大小排序是:民用汽车拥有量>国内生产总值>人均国内生产总值>职工年平均工资>社会消

费品零售总额>城镇居民家庭人均可支配收入>农村居民家庭人均纯收入>星级饭店个数>第三产业从业人数>客运量。

### 3 河南旅游业发展的灰色预测

建立科学的、可操作的国内旅游人数预测模型,进行准确预测是实现旅游业持续健康发展的前提。但具体用什么数学模型来进行旅游人数的预测分析至今没有一个统一的范式。目前常用的主要是基于统计学的时间序列预测模型、回归模型(包括线性的和非线性的回归模型)和基于系统理论的灰色预测模型。

目前,国际上讨论旅游业的发展规模仍然把旅游人数和旅游收入作为两项主要指标。由于影响旅游业发展的因素很多,因此,想找到一个考虑多方面影响因素的模型十分困难。鉴于此,我们采用灰色系统模型 GM(1,1)对国内旅游人数和国内旅游收入进行分析预测<sup>[9]</sup>。灰色系统模型可以解决信息贫乏问题,并且不受数据序列长短的限制。选取 2002—2008 年河南国内旅游人数和国内旅游收入的数据,进行最近 5 年的短期预测,这样能更好地反映近几年国内旅游业的发展形势。

把 2002—2008 年河南省接待国内游客人数和国内旅游收入作为原始数据,利用 DPS 数据处理软件建立 GM(1,1)模型,为了提高精度,经过二次残差计算后,可得出河南省接待国内游客人数和接待国内游客收入的 GM(1,1)预测模型。

#### 3.1 河南国内旅游人数预测函数

利用上述数据求得参数  $a = -0.226\ 232, b = 5\ 885.620\ 357$ 。GM(1,1)模型发展系数  $-a = 0.226\ 232 < 0.3$ ,模型 GM(1,1)可用于中长期预测。确定 GM(1,1)模型的方程

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} - 0.226\ 232\ ax^{(1)} = 5\ 885.620\ 357 ;$$

其时间响应式为

$$\begin{cases} \hat{x}^{(0)}(k+1) = 32\ 287.348\ 7\ e^{0.226\ 232^{*}t} - 26\ 015.848\ 7 \\ \hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) 。 \end{cases}$$

式中:  $\hat{x}^{(0)}(k+1)$  为第  $k$  个原始数的还原值;  $x^{(1)}$  为经过一次累加生成的数列;  $t$  为时间;  $a, b$  为待估参数,分别称为发展灰数和内生控制灰数。

#### 3.2 河南国内旅游收入预测函数

利用上述数据可以得到参数  $a = -0.229\ 645, b = 465.940\ 775$ 。发展系数  $-a = 0.229\ 645 < 0.3$ ,适合于做模拟预测。GM(1,1)模型的方程

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} - 0.229\ 645\ ax^{(1)} = 465.940\ 775 ;$$

其时间响应式为

$$\begin{cases} \hat{x}^{(0)}(k+1) = 2\ 458.088\ 181\ e^{0.229\ 64^{*}t} - 2\ 028.958\ 181 \\ \hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) 。 \end{cases}$$

#### 3.3 预测结果及精度分析

通过  $x(k)$  可以计算 2002—2008 年的各年累加值,然后递减还原就可得各年的模拟值,结果见表 4,表 5。

表 4 河南国内旅游人数模型的回测及残差检验

Tab.4 Back testing and residual test for model of Henan domestic tourist arrivals

年份	实际值	拟合值	残差	残差/%	精度/%
2002	6 271.50	6 271.50	0	0	100
2004	8 012.00	8 196.681 6	-184.681 6	-2.305 1	97.694 9
2005	10 045.00	10 277.545 8	-232.545 8	-2.315 0	97.685 0
2006	13 063.00	12 886.672 1	176.327 9	1.349 8	98.650 2
2007	17 003.00	16 158.168 6	844.831 4	4.968 7	95.031 3
2008	19 921.00	20 260.189 0	-339.189 0	-1.702 7	98.297 3

表 5 河南国内旅游收入模型的回测及残差检验

Tab.5 Back testing & residual test for model of Henan domestic tourism income

年份	实际值	拟合值	残差	残差/%	精度/%
2002	429.13	429.13	0	0	100
2004	620.000 0	634.564 6	-14.564 6	-2.349 1	97.650 9
2005	782.310 0	798.379 8	-16.069 8	-2.054 1	97.945 9
2006	1 018.000 0	1 004.484 5	13.515 5	1.327 7	98.672 3
2007	1 327.000 0	1 263.795 8	63.204 2	4.762 9	95.237 1
2008	1 566.000 0	1 590.049 4	-24.049 4	-1.535 7	98.464 3

从模拟结果可发现,国内旅游接待人数模型最大残差为 844.831 4,国内旅游收入模型最大残差为 63.204,两模型的模拟误差很小。用后验差检验模拟结果,本研究所建两模型的后验差比值分别是  $C = 0.089\ 3$  和  $C = 0.081\ 2$ ,两者的小误差概率  $p = 1.000\ 0$ ,这说明模型的精度较好( $p > 0.95$  和  $c < 0.35$  时,模型可靠)。同时说明本研究所建模型精度符合要求,可以用于模拟预测河南省国内旅游人数和国内旅游收入的发展趋势,未来 5 年预测结果见表 6。

表 6 模型预测结果

Tab.6 Model predictive result

年份	2009	2010	2011	2012	2013
国内旅游接待人数/万人次	25 403.58	31 852.69	39 939.03	50 078.22	62 791.41
国内旅游收入/亿元	2 000.53	2 516.97	3 166.74	3 984.24	5 012.79

### 4 结果与对策

(1)从表 2 来看,河南省国内游接待人数与各影响

因子之间的灰色关联度大小排序如下:国内生产总值 > 人均国内生产总值 > 民用汽车拥有量 > 职工年平均工资 > 社会消费品零售总额 > 城镇居民家庭人均可支配

收入 > 农村居民家庭人均纯收入 > 星级饭店个数 > 第三产业从业人数 > 客运量。

从表 3 来看, 河南国内旅游收入与各影响因子之间的灰色关联度大小排序如下: 民用汽车拥有量 > 国内生产总值 > 人均国内生产总值 > 职工年平均工资 > 社会消费品零售总额 > 城镇居民家庭人均可支配收入 > 农村居民家庭人均纯收入 > 星级饭店个数 > 第三产业从业人数 > 客运量。

(2) 从表 6 可以看出, 河南省旅游业的发展国内旅游人数和国内旅游收入在未来 5 年还有巨大的发展空间。按现在的发展势头, 2009—2013 年的 5 年间, 河南国内旅游人数和国内旅游收入都有大约 3 倍的增长空间。

总体来说, 国内生产总值、人均国内生产总值是影响河南旅游业发展最重要的因素, 随着河南经济的发展, 旅游业及其相关产业都有巨大的发展空间。旅游业只有依托国民经济才能得到健康发展<sup>[10]</sup>, 在规划旅游业的发展时, 必须以经济发展和居民收入目前和将来达到的水平为基点, 旅游业超前或滞后于国民经济发展都是不可取的。

参考文献:

[1] 河南省统计局. 河南统计年鉴 2001—2008 [Z]. 北京:

中国统计出版社, 2002—2009.

[2] 邓聚龙. 灰色系统基本方法 [M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1987: 17—43.

[3] 徐松华. 基于灰色系统理论的湖北国内旅游预测 [J]. 荆门职业技术学院学报, 2008, 9(9): 79—82.

[4] 袁嘉祖. 灰色系统理论及应用 [M]. 北京: 科技出版社, 1991: 34—36.

[5] 宁宣熙, 刘思峰. 管理预测与决策方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[6] 袁莉, 刘鞠林. 聚集与旅游产业群的培育 [J]. 经济问题探索, 2004 (1): 117—118.

[7] 胡良民. 河南省旅游经济发展的前景分析 [J]. 地域研究与开发, 2000, 19(2): 90—92.

[8] 冯德显. 河南旅游产业化发展研究 [J]. 地域研究与开发, 2005, 24(6): 57—62.

[9] 关勇, 麻永建, 朱诚. 我国国内旅游需求影响因素分析及规模预测 [J]. 河南科学, 2007, 25(6): 513—516.

[10] 李学鑫. 河南旅游业可持续发展的战略及对策研究 [J]. 商丘师范学院学报, 2008, 24(6): 98—102.

A Research on Henan Tourism Development Based on Grey Systems

Ren Hongwei<sup>1</sup>, Zhang Jixian<sup>2</sup>

(1. Adult Education Teaching & Research Section of Henan Province, Zhengzhou 450003, China;  
2. School of Resources, Environment and Tourism, Anyang Normal University, Anyang 455000, China)

**Abstract:** Excellent location and rich tourism resources stimulate the rapid tourism development of Henan Province. By forecasting the tourism development tendency, it shows that the future tourism development maintain a momentum of healthy development. Based on the grey system theory, the method of correlation degree was used to analysis the factors of influence quantitatively, and the result is that the three primary influencing factors are GDP, PGDP and civilian vehicle quantities. The gary forecast GM(1,1) model for Henan domestic tourist arrivals and domestic tourism income has a precision of prediction. It turns out that in next five years Henan tourism will get a boosting development.

**Key words:** grey relation degree; gary forecast GM(1,1) model; domestic tourist arrivals, domestic tourism income; Henan Province