

# 基于因子分析的城市智慧旅游评价标准研究

张丽,王艺恒

(洛阳师范学院数学科学学院统计系,河南 洛阳 471934)

**摘要:**通过专家访谈、问卷调查收集智慧旅游评价指标数据,利用集值统计方法对数据进行预处理,结合因子分析建立智慧旅游评价指标体系。运用多元统计方法对中原地区游客喜欢的排名靠前的河南城市进行实证分析,得到其城市智慧旅游综合因子得分。结果表明:在智慧景区服务及游客体验智慧化建设方面旅游城市洛阳表现突出。

**关键词:**评价指标;因子分析;集值统计;相关分析

**中图分类号:**O212;F592.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)03-0027-05

## Study on the Evaluation Indexes for Smart City Tourism Based on Factor Analysis

ZHANG Li, WANG Yiheng

(Department of Statistics, School of Mathematics Science, Luoyang Normal University,  
Luoyang, Henan 471934, China)

**Abstract:** After collection of evaluation data about smart tourism through interviews and questionnaire surveys, and adoption of set-value statistics to prepare the data, a smart tourism evaluation system is developed based on factor analysis. An empirical analysis is conducted using multivariate statistical method on tourists' favorite cities in central Henan province and comprehensive factor scores of four cities are obtained. The results show that Luoyang City performs prominently in the smart improvement of scenic spot service and tourist experience.

**Keywords:** evaluation index; factor analysis; set-value statistics; correlation analysis

## 0 引言

伴随着互联网技术的发展及国家大数据战略的实施,智慧化信息在各个领域都有着不可或缺的作用,旅游业的生存和发展更是如此。世界旅游业在短短十几年之间就经历了几次大变革,其中信息产业对旅游业的发展起着至关重要的影响<sup>[1]</sup>。我国2010年3月正式提出智慧旅游的概念,2013年1月公布首批智慧城市试点名单。随着国家的政策的支持,市场的需求使得智慧旅游产业得以快速发展,在2014年国家旅游局提出“美丽中国之旅——2014智慧旅游年”的旅游宣传主题,要求各地推动智慧旅游信息化建设。智慧旅游相关研究逐渐成为旅游信息化理论研究的前沿问题之一,其内涵、总体框架和技术基础等研究引起了国内学者的广泛关注。在学术界和业界的共同关注和推动下,智慧旅游研究取得了一些成果,但是在对智慧旅游、

智慧景区的评价方面目前使用的方法大多数是主观的分析方法,并没有对数据进行客观地分析,因此我们还需要进一步思考这个问题<sup>[2-3]</sup>。

本文通过因子分析对收集数据与信息进行实证分析,对城市智慧旅游的发展程度进行综合和客观评价,从而为城市智慧旅游的发展提出有针对性的建议和策略。

## 1 数据分析与实证

### 1.1 指标选取

旅游行业作为一个产业链,旅游景区、旅游相关企业的发展情况对智慧旅游的发展有着决定性的影响,同时城市的基础设施与智慧发展情况、游客直观感受等,都对智慧旅游的发展有着重要的影响。

本文对智慧旅游评价指标的选择,考虑从智慧景区、智慧游客、智慧企业、智慧旅游管理部

收稿日期:2019-05-08

基金项目:河南省教育厅人文社科项目(2018-ZZJH-360);河南省高校重点科研项目(18A110027);洛阳市社会科学规划项目(2019B207)。

作者简介:张丽(1981—),女,山西长治人,副教授,硕士,研究方向:应用统计。

门、互联网支撑、城市建设6个方面(一级指标)来评价旅游的智慧化程度,选取12个二级指标、48个三级指标(表1)。指标数据通过统计年鉴,网络查询等

方式获取,其中关于旅游的智慧程度与游客的直观体验等主观性指标数据,通过问卷调查、专家访谈方式获得。具体指标初选与变量设定见表1。

表1 智慧旅游评价指标体系

评价层	一级指标	二级指标	指标详情	评价层	一级指标	二级指标	指标详情
智慧旅游综合评价体系	智慧景区	通讯	WI-FI覆盖率	智慧旅游综合评价体系	智慧企业	企业服务	旅行社智慧化程度
			手机信号覆盖程度				旅游交通运输智慧化程度
			公共电话覆盖程度				智慧酒店系统
		景区管理	环境监测			自动收银商场数量	
			文化氛围			医疗设施完善程度	
			卫生情况			景区一卡通使用程度	
	虚拟旅游	电子门票普及度	门票购买				
		门户网站功能	线上导览系统				
		数字虚拟景区建设	景点信息查询				
	景区规划	虚拟旅游功能完成度	游乐项目实况查询				
		智慧就餐系统	特色景点推荐				
		智慧停车系统	旅游信息智慧化程度				
景区服务	智慧设施普及程度	安全应急场所完善程度					
	景区意见反馈	从业人员素质					
	热门活动提醒	智慧旅游规划程度					
智慧游客	游客智慧程度	实时讲解服务	是否入选智慧旅游城市				
		游客景区交流社区	宽带网络覆盖率				
		自助导航	基础网络建设				
		游客平均受教育程度	云服务平台完善程度				
		4G手机使用率	多媒体信息展示				
		游客数量	旅游一卡通完善程度				
			旅游客户端完善程度				
			城市旅游建设程度				
			城市旅游总收入				
			游客满意度				

1.2 数据采集

本文对旅游、城市建设方面的专家学者、政府行业相关负责人进行访谈与问卷调查,共发放60份问卷,实际回收58份,问卷回收效率为96.7%。在设计问卷选取实测城市时,选取河南排名前5个游客最喜欢的旅游城市洛阳、郑州、开封、焦作、安阳为代表性样本。问卷涉及受访者职业职位、年龄、教育程度等个人资料,以及智慧旅游指标评价2个部分。指标评价表采用结构封闭式四级量表,要求受访者给出对河南5个城市各主观性指标的评分区间,以[0,25]表示指标发展水平低,(25,50]表示指标发展水平一般,而(50,75]表示指标发展水平较高,(75,100]表示指标发展水平很高的赋值标准。

在定性指标的量化处理中,引入统计学中常用对主观性指标进行定量处理的集值统计法,把评分的区间值转化为具体的估计值,并通过估计值检

验保证评分值与评分区间的一致性,减少了评价过程中的不确定性<sup>[4]</sup>。

假设参与确定评价指标的专家有n个,第k位专家对指标的评价是一个区间值 $[p_1^k, p_2^k]$ ,则打分区间的评价估计值 $\bar{P}$ 的计算方法为

$$\bar{P} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \left[ (p_2^k)^2 - (p_1^k)^2 \right] / \sum_{k=1}^n |p_2 - p_1|$$

对每位专家的区间估计值进行一致性检验,检验值为  $g = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^n \left[ (p_2^k - \bar{P})^3 \right] / \sum_{k=1}^n |p_2 - p_1|$ , 每位专家对各个指标都有一个打分值区间,通过集值统计综合每个专家的打分区间值,得到一个区间估计值 $\bar{p}$ 并且得出对应的评价可靠度检验值g。

通过集值统计法,对收集的主观性指标的打分区间进行区间估计,得到了各个专家的具体打分值。经过g值检验之后,可以看出专家在打分上趋于一致,被访专家综合评分的检验值均通过检验(表2)。所以

表2 专家评分估计值与检验

指标	城市					一致性 检验
	洛阳	郑州	开封	焦作	安阳	
Wi-Fi覆盖率	75.66	90.02	83.54	73.49	80.94	T
公共电话覆盖程度	76.33	84.62	67.97	57.92	75.54	T
环境监测	70.69	75.68	53.61	43.56	66.6	T
文化氛围	80.69	30.47	71.93	61.88	21.39	T
景区治安水平	28.64	16.38	22.78	12.73	7.31	T
电子门票普及度	46.56	43.92	17.50	7.45	34.84	T
门户网站功能	64.52	58.28	43.32	33.27	49.2	T
数字虚拟景区建设	15.22	16.24	15.41	5.36	7.16	T
智慧就餐系统	57.6	37.2	22.70	12.65	28.12	T
智慧停车系统	42.01	25.62	24.21	14.16	16.54	T
...	...	...	...	...	...	...
城市旅游总收入/亿元	1 145	1 300	602.2	433.0	478.8	—
游客满意度	81.65	76.23	69.2	59.1	67.12	T

注:T表示通过。

问卷设计量表信效度达到要求,采集的定性评价指标有效,为进一步分析提供了数据支撑。

### 1.3 数据分析

由于数据的量纲不统一,对数据进行因子分析之前,采用SPSS18.0统计软件中对数据标准化的功能来消除数据量纲<sup>[5]</sup>。因子分析要求变量之间相关性不可过小,因此利用Spearman等级相关系数对智慧旅游评价体系中的指标变量进行筛选,仅保留参与量化分析的35个指标(表3)。

## 2 因子分析

### 2.1 方法介绍

因子分析是多元统计分析中常用的降维方式,由英国心理学家 Charles Spearman 在 1904 年提出,经过长期发展不断丰富,逐渐形成了因子分析的理论和方法<sup>[6]</sup>。其基本目的就是用少数几个因子去描述许多指标或错综复杂因素之间的联系,即将相关比较密切、存在内部依赖关系的几个变量归在同一类中,每一类变量就成为一个因子,并用不可观测的综合变量来表示,进而以较少的几个因子反映原始资料的大部分信息。通过将评价指标的数据差异度划归为不同的因子,包括公共因子、特殊因子及误差部分,提取公共因子并对各个因子加以命名,进而计算因子得分从而评价指标的发展水平进行排名。

本文结合相关分析验证模型有效性,经统计检验可知KMO值为0.752,即指标体系中各因素相关性较高,根据学者Kaiser定义的统计标准,问卷调查数据适宜做因子分析<sup>[7]</sup>。同时,Bartlett球度检验的P值小于0.001,拒绝相关矩阵为单位阵的原假设,说明评价指标间相互关联而非独立,所以数据可以进行因子分析。

### 2.2 因子提取与命名

依多元统计R型因子分析理论,对已检验的35

表3 筛选指标的标准化估值

指标	城市					指标	城市				
	洛阳	郑州	开封	焦作	安阳		洛阳	郑州	开封	焦作	安阳
Wi-Fi覆盖率	-0.773	1.415	0.428	-1.103	0.032	旅行社智慧化程度	0.545	1.012	-0.808	-1.309	0.559
公共电话覆盖程度	0.384	1.209	-0.448	-1.449	0.305	智慧酒店系统	1.429	0.462	-0.228	-1.224	-0.439
环境监测	0.657	1.036	-0.639	-1.402	0.347	自动收银商场数量	1.118	0.780	-1.144	-0.901	0.146
文化氛围	1.053	-0.876	0.717	0.331	-1.225	医疗设施完善程度	-0.692	1.019	1.168	-0.767	-0.728
景区治安水平	1.324	-0.142	0.623	-0.578	-1.227	景区一卡通普及度	1.747	-0.375	-0.131	-0.517	-0.723
电子门票功能综合度	0.971	0.816	-0.738	-1.330	0.282	门票购买	0.863	-0.289	1.052	-0.203	-1.423
门户网站功能	1.204	0.697	-0.521	-1.338	-0.042	线上导览系统	1.163	-0.462	-0.161	0.794	-1.334
数字虚拟景区	0.615	0.856	0.695	-1.258	-0.908	特色景点推荐	1.607	0.100	-0.046	-0.947	-0.714
智慧就餐系统	1.525	0.326	-0.526	-1.117	-0.208	旅游信息智慧化程度	-1.139	1.347	0.236	-0.829	0.384
智慧停车系统	1.601	0.102	-0.027	-0.946	-0.729	从业人员素质	0.979	-0.342	0.965	-0.204	-1.397
智慧设施普及程度	0.447	-0.202	0.712	0.704	-1.661	是否入选智慧旅游城市	1.387	0.522	-0.285	-1.262	-0.361
景区意见反馈	-0.452	1.446	0.088	-1.287	0.204	云服务平台完善程度	1.453	0.420	-0.556	-1.176	-0.141
热门活动提醒	1.478	0.403	-0.457	-1.177	-0.247	多媒体信息展示	1.617	-0.288	0.203	-0.557	-0.975
游客景区交流社区	-0.142	0.525	1.384	-0.547	-1.220	旅游客户端完善程度	1.649	0.076	-0.187	-0.937	-0.601
自助导航	0.919	0.853	-0.732	-1.342	0.302	城市旅游建设程度	0.043	1.363	0.096	-1.459	-0.042
游客平均受教育程度	0.991	0.289	0.817	-0.866	-1.231	城市旅游总收入	0.879	1.265	-0.472	-0.893	-0.779
4G手机使用率	1.274	0.583	0.047	-1.284	-0.620	游客满意度	1.271	0.641	-0.170	-1.333	-0.410
游客数量	0.664	1.076	-0.492	-1.455	0.206						

个智慧旅游的评价指标进行归类降维,以提高评价指标体系的整体解释性。通过提取主成分方法,正交化因子载荷矩阵探索性分析,可得特征值、贡献率、累计贡献率等数值。由计算结果表4可知,特征值大于1的公因子共有3个。因子1的方差贡献率为57.2%,因子2的方差贡献率27.46%,因子3的方差贡献率为13.812%,前3个因子的累计方差贡献率已经达到98.473%。

表4 评价指标可释的方差信息

成分	初始特征值/%		提取平方和载入/%		旋转平方和载入/%	
	合计	方差	合计	方差	合计	方差
1	20.020	57.200	20.020	57.200	17.638	50.395
2	9.611	27.460	9.611	27.460	10.223	29.210
3	4.834	13.812	4.834	13.812	6.604	18.868
4	1.251	3.573	100.00	1.251		
5	0.000	0.000	100.00	0.000		
...	...	...	...	...		
34	0.000	0.000	100.00	0.000		
35	0.000	0.000	100.00	0.000		

注:成分6~33与成分5数据相同,故省略。

这说明前3个因子已经包含了数据的绝大部分信息,符合因子分析方法的公因子确定原则。因此提取3个主因子能够很好地代表评价体系中的所有指标,选择3个主成分进行分析符合统计学标准<sup>[8]</sup>。

在智慧旅游受到不同种类的指标的影响,每种类型指标对于公共因子都有着或多或少的影响。为了更好地看出各个变量在3个公共因子上的载荷数,对初始模型的因子载荷阵进行方差最大旋转,得到旋转之后的因子载荷阵。

分析旋转后的因子载荷矩阵,结合公共因子所包含指标内容的共同特征,可以看出数字虚拟景区建设、电子门票普及度、门户网站功能、智慧就餐系统、智慧停车系统、智慧酒店、自助导览系统、景区一卡通使用、是否入选智慧旅游城市、城市旅游总收入、线上导览、特色景点推荐、云服务平台等评价指标在公共因子1中上有着较大载荷,可以称为景区服务智慧化因子。

根据对文化氛围、环境监测、景区治安水平、旅行社智慧化程度、4G手机使用率、公共电话覆盖率、自助收银商场数量、智慧设施普及程度、从业人员素质、多媒体信息展示、城市旅游建设程度等指标归类,其公共因子2与旅游相关行业、企业联系较为密切,所以称为行业建设智慧化因子。

景区意见反馈、游客景区交流社区、游客平均受教育程度、Wi-Fi覆盖率、医疗设施完善程度、

旅游信息智慧化程度、多媒体信息展示、旅游客户端完善程度、游客满意度等评价指标在公共因子3中有着较大载荷,命名为游客体验智慧化因子(表5)。

表5 因子载荷阵及旋转后的因子载荷阵

指标	因子载荷阵			旋转后的因子载荷阵		
	因子1	因子2	因子3	因子1	因子2	因子3
Wi-Fi覆盖率	0.320	-0.658	0.681	0.204	-0.165	0.965
公共电话覆盖程度	0.778	-0.625	0.068	0.826	-0.215	0.522
环境监测	-0.554	0.826	-0.102	-0.207	0.913	0.353
文化氛围	0.192	0.977	0.067	-0.071	0.919	-0.383
景区治安水平	0.699	0.683	0.203	0.410	0.910	-0.021
电子门票普及度	0.878	-0.414	-0.239	0.976	-0.124	0.178
门户网站功能	0.963	-0.206	-0.172	0.982	0.109	0.150
数字虚拟景区建设	0.817	0.077	0.570	0.527	0.590	0.611
智慧就餐系统	0.952	0.043	-0.301	0.961	0.263	-0.084
智慧停车系统	0.920	0.374	-0.100	0.786	0.610	-0.082
...	...	...	...	...	...	...
城市旅游总收入	0.892	-0.120	0.133	0.792	0.277	0.352
游客满意度	-0.003	-0.015	0.999	0.207	0.350	0.913

注:因数据量过大,故省略一部分,仅做部分说明,下同。

### 2.3 因子得分与排名

智慧旅游的评价因子主要集中在景区提供智慧服务质量,与旅游行业相关企业提供的智慧服务质量,游客对于城市智慧程度直观感受等方面。因此我们运用这3个公共因子对智慧旅游的发展情况进行综合评价是可行的,公共因子的因子得分系数见表6。

表6 因子得分系数

指标	景区服务因子	行业建设因子	游客体验因子
Wi-Fi覆盖率	-0.019	0.004	0.156
公共电话覆盖程度	0.045	-0.035	0.052
环境监测	0.058	-0.042	0.019
文化氛围	-0.019	0.095	-0.036
景区治安水平	0.001	0.089	0.008
电子门票普及度	0.067	-0.040	-0.012
门户网站功能	0.061	-0.015	-0.010
数字虚拟景区建设	-0.006	0.069	0.104
智慧就餐系统	0.064	-0.004	-0.045
智慧停车系统	0.040	0.041	-0.027
...	...	...	...
城市旅游总收入	0.034	0.017	0.038
游客满意度	0.010	0.017	0.046

利用公共因子的因子得分系数(表6),以 $F_1, F_2, F_3$ 表示3个公因子,以 $X_1, X_2, \dots, X_{35}$ 表示各指标,运用回归分析计算样本城市得分,各公因子方差贡献

率占比为权重,建立因子得分方程:

$$\begin{cases} F_1 = -0.019X_1 + 0.045X_2 + \dots + 0.046X_{35} \\ F_2 = 0.004X_1 - 0.035X_2 + \dots + 0.017X_{35} \\ F_3 = 0.156X_1 + 0.052X_2 + \dots + 0.010X_{35} \end{cases}$$

联立解得各个城市智慧旅游的综合因子得分,即对智慧旅游的发展程度的综合评价及客观标准。由此得出中原地区5个城市智慧旅游综合因子得分,对各个城市的综合因子得分进行排名,可以更加直观地看出每个城市在智慧景区服务,行业建设,游客体验3个方面的发展状况。还可以发现不同城市在智慧旅游发展当中的优势和劣势,进而为城市智慧旅游的发展提出针对性的建议和策略。

表7显示,在智慧景区服务因子、游客体验因子的得分上,历史文化名城洛阳名列第1,其次是省会郑州。这说明在景区智慧化程度上洛阳的发展远远领先于其他几个城市,反映出洛阳在数字虚拟景区、智慧就餐系统、智慧停车系统、智慧酒店、自助导览系统、景区治安管理等投入较大,目前发展水平较高。同时,在景区意见反馈、游客景区交流社区、多媒体信息展示、旅游客户端完善程度、游客满意度等游客体验感知与满意度评价方面表现突出。

表7 智慧旅游综合因子得分及排名

城市	景区服务因子	排名	行业建设因子	排名	游客体验因子	排名
洛阳	1.270	1	0.854	2	1.263	1
郑州	0.571	2	-0.302	4	0.806	2
开封	-0.781	4	0.983	1	-0.223	3
安阳	0.137	3	-1.487	5	-0.926	5
焦作	-1.197	5	-0.048	3	-0.920	4

洛阳市作为2018年中原地区游客最喜欢的旅

游城市,借助首批智慧城市试点的发展机遇,积极推动旅游产业升级,先后启动智慧旅游云数据中心、城市客流动态监测等项目,早在2014年被评为中国十佳智慧旅游城市,这些都反映出地方城市积极开展城市旅游信息宣传、打造城市历史文化氛围、发展特色旅游之路,塑造优秀旅游城市形象,才能达到服务游客,提高游客满意度的目的。

从旅游行业建设因子的得分与排名上看,开封、洛阳排名靠前,这说明在旅游行业建设、企业发展方面2者领先于其他几个城市。从指标数据上看,在文化氛围、旅行社智慧化发展、智慧设施普及、从业人员素质、多媒体信息展示、城市旅游建设等方面的比重有明显优势,通过公共区域的无线网络、高清视频监控、入境推送等及时发布旅游信息,提供各种旅游资讯,推动智慧旅游的运营效率,让游客充分享受智慧旅游带来的便捷服务。

### 3 结语

本文针对智慧旅游运用因子分析模型建立起一个评价体系,研究表明我国智慧旅游的发展离不开政府对旅游景点的政策扶持、城市交通建设和基础网络建设的支持,还需要景区信息集成系统、智慧化自助化设施的完善,以及智慧酒店,智慧停车场等旅游行业相关企业的智慧化发展,进而为游客们带来了更为智慧化的体验,为智慧旅游业注入新鲜活力。

在智慧旅游方面,地方城市不仅要眼光停留在智能景区建设上,积极建设智慧化基础设施,打造智慧城市魅力形象,还要在城市规划、旅游行业相关企业的智慧化建设方面下功夫,使得相应的景区智慧旅游发展进入良性循环。

#### 参考文献:

- [1] 郭晓东,李莺飞.中国智慧旅游研究综述[J].旅游论坛,2015,8(6):43-51.
- [2] GIFFINGER R. Smart cities: ranking of European medium-sized cities[J]. Centre of Regional Science, 2007(11):136-145.
- [3] 梁留科.智慧旅游理论与实践[M].北京:科学出版社,2016.
- [4] 万龙,陈池波.温泉旅游产业可持续发展评价指标体系构建[J].统计与决策,2018(9):62-65.
- [5] 杜鹏,杨蕾.智慧旅游系统建设体系与发展策略研究[J].科技管理研究,2013(23):44-49.
- [6] 张建涛,王洋,刘力钢.大数据背景下智慧旅游应用模型体系构建[J].企业经济,2017(5):118-125.
- [7] 崔璐,杨凯瑞.智慧城市评价指标体系构建[J].统计与决策,2018,498(6):33-38.
- [8] 高惠璇.应用多元统计分析[M].北京:北京大学出版社,2005.