区域旅游发展的生态安全系统分析
——以内蒙古自治区四子王旗为例

吕 君[12], 陈 田[1], 刘丽梅[2]
(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 内蒙古财经学院旅游学院, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘 要: 旅游发展有时会给目的地带来负面影响, 为了诊断其整体发展水平, 采用 '压力—状态—响应 '框架模型, 以内蒙古自治区四子王旗为例, 来分析区域旅游生态系统的安全状态。从旅游生态环境压力、旅游生态环境质量和旅游生态环境保护整治及建设能力 3 个方面来考虑, 根据层次分析法原理及各评价指标间的相互关系, 构建层次结构模型, 和 23 个指标。经过对评价指标不安全指数值的计算和标准值的确定以及指标权重值的确定, 再利用各指标的不安全度公式和总体生态系统不安全度公式计算出旅游生态系统处于较不安全状态, 并讨论了甄别各因子对生态系统的限制程度的方法, 对区域旅游发展的生态系统安全分析具有现实意义。

关 键 词: 旅游发展; 生态安全; 生态安全系统分析; PSP 模型; 四子王旗

1 引言

生态安全的提出有其深厚的历史背景, 其最早是以 '环境安全 '的概念出现的[1]。伴随着冷战的结束, 核威胁的消失, 人类对自身安全威胁的认识有了很大改变。随着环境污染的日趋加重, 特别是西方工业发达国家环境污染造成的公害事件的不断发生, 使环境保护成为国际社会许多国家关注的一个重要问题。生态环境问题深刻改变了人类的发展思维, 人类开始反思现代工业文明在带来巨大财富的同时带来的巨大的经济增长的负效应对人类命运的影响。认识到以化石燃料作为能量来源的现代工业体系是造成当代环境问题的根源之一, 工业发展进程越快, 环境问题就越严重, 对各类生态系统的威胁也就越严重[2,3]。因此, 关于生态安全的研究应时而生。

1948 年 7 月 13 日, 联合国教科文组织的 8 名社会科学家共同发表《社会科学家争取和平的呼吁书》, 提出以国际合作为前提, 在全球范围内进行实际的科学调查研究, 解决现代若干重大问题, 这被认为是现代国际环境安全研究的先声。其后, 美国世界观察研究所所长 R·布朗进一步发展了他们的观点, 从生态环境安全的角度对国家安全进行了重新定义。1972 年, 联合国人类环境会议在斯德哥尔摩召开, 大会通过的 "人类环境宣言 '向全球呼吁: 在我们人类决定世界各地的行动时, 必须更加谨慎地考虑它们对环境产生的后果。1993 年, 美国著名环境学家 Norman Myers 开始将生态安全概念广泛宣传于学术期刊和国际会议上。生态安全概念于 1996 年得到国际社会较为广泛的接受, 即《地球公约》中的《面对全球生态安全的市民公约》, 约有 100 多个国家的 200 多万人签字, 缔约建立在生态安全、可持续发展和生态责任的基础之上, 各成员国和各团体组织互相协调利益, 履行责任和义务。1998 年发表的《生态安全与联合国体系》中, 各国专家和代表在联合国重大会议及著名高校关于生态安全的概念、不安全的成因、影响和发展趋势发表了不同的看法, 其中有悲观危机的观点, 有中立的客观认识, 也不乏乐观向上的见解。由此, 生态安全作为一个热点已被越来越多的专家学者和行政长官乃至平民百姓所重视。

关于区域旅游生态安全的研究, 金磊首先针对

收稿日期: 2008-01; 修订日期: 2008-02.
基金项目: 国家社会科学基金(06CJY033)和内蒙古自然科学基金(200711020611)。
作者简介: 吕君(1972-), 男, 内蒙古赤峰市人, 内蒙古财经学院旅游学院副教授, 中国科学院地理科学与资源研究所博士后, 从事旅游发展与管理、旅游影响的研究。Email: lvjun2006@sina.com

西部旅游开发提出了建立生态安全机制的思路[4]，熊好琴等通过对重庆武隆县旅游开发过程中的生态安全问题进行了对策研究[5]，董雪旺以五大连池风景名胜区为例，阐述了旅游地可持续发展的生态安全，建立了旅游地生态安全评价的框架结构[6]。吴晓松[7]在分析生态安全与旅游发展关系的基础上，提出积极发展生态旅游的建议。对旅游生态安全的研究，学者们开始予以关注。

大规模旅游发展给旅游接待地区所带来的负面影响是有目共睹的，1998 年 5 月 23 日，《光明日报》刊登署名文章，指出全国 22%的自然保护区都因开发生态旅游而遭到破坏，有 11%已经出现资源退化（龚雪辉，1998）；中国人与生物圈国家委员会（国家环境保护局，1999）在对我国自然保护区发展旅游的现状作了深入调查研究后发现，44%的自然保护区内存在垃圾公害，12%的已出现水污染，11%存在噪音污染，3%存在空气污染。

实际上，如同科学技术对人类社会是一把“双刃剑”一样，旅游发展在某种程度上也可以成为一把“双刃剑”，即搞得好，可以促进旅游业的可持续发展，若搞得不好，则很可能会使其与此目标背道而驰，不仅无助于推进区域或生态系统可持续发展的实现，其自身发展的可持续性也将难以维持，同样可能会最终导致“旅游摧毁旅游”的结局。因此，为克服或减少因不恰当旅游发展行为所导致的负面影响，有必要进行旅游发展生态安全系统分析，为进一步探讨实现区域旅游和旅游业的健康与可持续发展提供理论依据和指导。

2　生态安全系统分析评价模型的选取

自从“生态安全”概念被确认以来，许多学者、学术机构和国际组织为寻求它的有效分析途径进行了大量研究，从不同角度提出了各自的指标体系。本文采用“压力—状态—响应”框架模型[8]，以内蒙古自治区四子王旗为研究对象，来分析旅游生态系统的安全状态。

人类通过经济活动与自然生态系统发生着越来越密切的关系，形成了自然—经济—社会复合生态系统，同时也形成了人类社会、经济系统与自然生态系统之间的压力—状态—响应关系。这种关系向人们隐含着的思考是：环境和自然状态发生了怎样的变化？为什么会有这样的变化？人类对此做了些什么及应该如何行动？联合国经济发展合作组织（OECD）就是针对这样的一系列问题提出了诊断区域发展生态安全态势的压力—状态—响应（PSR）模型（图 1）[9]。在这里，状态指标衡量人类行为的自然环境状况、状态的变化；压力指标可以表明生态环境问题的原因；响应指标则显示社会克服生态安全危机保障生态安全的能力。这一模型认为，人类的经济、社会活动与自然环境之间存在相互作用的关系：人类从自然环境获取各种资源，同时又向环境排放废物，即人类活动对自然环境施加了一定的压力；因此，环境状态必然会发生一定的变化；而人类社会应该对这种变化负主要责任，应当采取措施防止生态退化或促进生态恢复，即应该做出必要的响

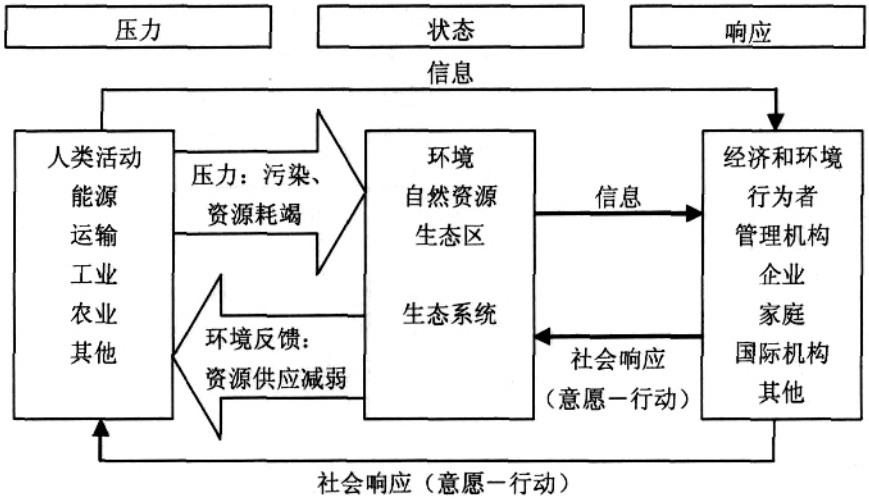


图 1　压力—状态—响应（PSR）模型

Fig.1　Pressure – condition – responds (PSR) model

应如此循环往复，就形成了人类活动与自然环境之间的压力状态响应关系，它较好地反映了自然、经济、资源之间相互依存的关系[10]。

联合国经济发展合作组织提出的‘压力—状态—响应’模型，从自然—经济—社会有机统一的观点出发，表明了人与自然这个生态系统中各种因素间的因果关系，更精确地反映了生态系统安全的自然、经济、社会和法制因素之间的关系，为生态系统安全指标构造提供了一种逻辑基础。我国许多研究基本上是以该模型为基础建立的[11~14]。在生态安全指标体系框架的基础上，建立多层次结构的生态系统安全指标体系。一般分为目标层、系统层（准则层）、指标层（要素层）等若干层次。目标层为综合性指标，在总体上反映了生态系统安全的程度和水平；系统层由反映目标层的指数构成，它包括经济指数、社会指数、资源环境指数等若干分领域指数，可以用来评估各领域的生态系统安全状态；指标层为用来反映系统层各部分的单项指标，一般由菜单式多指标组成。

另外，在有些指标体系中，在系统层和与指标层之间再设一层准则层（状态层）。为了便于量化，指标一般以现有统计数据为基础。因此，选择的指标不可能完全反映所要表示的因素。

3 案例区旅游发展概况

四子王旗位于我国北部边疆，地理坐标为北纬 41°10′~43°20′；东经 110°20′~113°00′；地处乌兰察布高原地带，海拔为 1000~2000m。草原面积广大、景观壮美，是本旗的核心旅游资源，现有草原面积 20843km²，从南向北有山地草原、低山丘陵波状平原草原、高平原荒漠草原、高平原半荒漠草原，以及砂地植被草原和砂泛地湖盆低地草甸草原。旅游业是其中主导产业之一，是旗政府‘畜牧业富旗、旅游业强旗、矿产业大旗’的三大发展战略之一，格根塔拉旅游中心被国家旅游局评定为 4A 级旅游景区。

4 生态安全系统指标体系的构建及评价指标不安全指数值的计算

4.1 生态安全系统评价层次结构模型的构建

根据‘压力—状态—响应’框架模型和指标体系选取的原则，结合旅游生态系统的实际，本文从旅游发展的资源、生态和环境及社会经济发展的阶段性出发，从旅游生态环境压力、旅游生态环境质量和旅游生态环境保护整治及建设能力 3 个方面来考虑。根据层次分析法原理[15]及各评价指标间的相互关系，构建层次结构模型（图 2）。

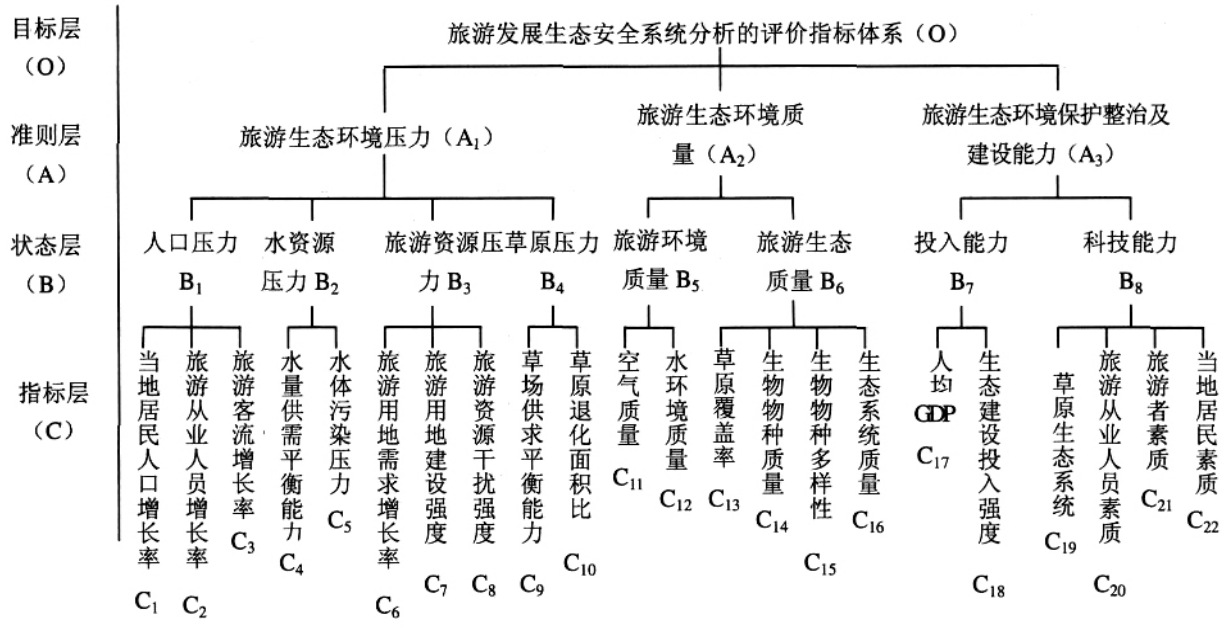


图 2 旅游发展生态安全系统分析的评价指标体系

Fig.2 Ecological security system analysis' appraisal target system of tourism development

4.2 评价指标不安全指数值计算的数学模型

对于旅游发展的生态系统安全分析，要立足于安全，从不安全的角度上进行考察，以不安全指数来表示[16]。由于评价对象只有一个，因此本文拟采用以下方法对原始数据进行归一化处理，以此来确定各评价指标的不安全指数。

设 X_i(i=1, 2, 3, ……, n) 为第 i 个评价指标的实际值，XS_i 为评价指标的标准值，P（C_i)（C_i 为指标号，i=1, 2, 3, ……n）为第 i 个指标的不安全指数，$0 \leq P(C_i) \leq 1$，$P(C_i)=0$ 时该指标最安全，$P(C_i)=1$ 时最不安全。

①对于越大越安全的指标，即与生态安全呈正相关的指标：

Ⅰ、当 $X_i>0, XS_i>0$ 时，如果 $X_i \geq XS_i$，则 $P(C_i)=0$；如 $X_i<XS_i$，则 $P(C_i)=1-X_i/XS_i$；

Ⅱ、当 $X_i<0, XS_i<0$ 时，如 $|X_i|>|XS_i|$，则 $P(C_i)=1-XS_i/X_i$；如 $|X_i| \leq |XS_i|$，则 $P(C_i)=0$；

Ⅲ、当 $X_i>0>XS_i$ 时，$P(C_i)=0$；

Ⅳ、当 $X_i<0<XS_i$ 时，$P(C_i)=1$；

②对于越小越安全的指标，即与生态安全呈负相关的指标：

Ⅰ.当 $X_i>0, XS_i>0$ 时，如果 $X_i \leq XS_i$，则 $P(C_i)=0$；如果 $X_i>XS_i$，则 $P(C_i)=1-XS_i/X_i$；

Ⅱ.当 $X_i<0, XS_i<0$ 时，如 $|X_i|<|XS_i|$，则 $P(C_i)=1-X_i/XS_i$；如 $|X_i| \geq |XS_i|$，则 $P(C_i)=0$；

Ⅲ.当 $X_i>0>XS_i$ 时，$P(C_i)=1$；

Ⅳ.当 $X_i<0<XS_i$ 时，$P(C_i)=0$。

4.3 生态系统各指标标准值的确定及其不安全指数值的计算

由于目前我国旅游环境标准体系不健全，本文所采用的标准基本都是从其它生态功能区借鉴来的（董雪旺，2003），主要来源于以下几方面：①国家、行业和地方规定的强制标准，如《大气环境质量标准 6（GB3095-1996）》②景观娱乐用水水质标准（GB12941-91）等；③背景或本底标准，即以旅游区所处的大区域的生态环境的背景值或旅游活动开发前旅游区所在地的生态环境本底值作为评价标准，如区域植被覆盖率等；④类比标准，即以未受人类严重干扰的相似生态环境或以同类旅游区同等强度的旅游开发活动作为参考标准等，如类似生境的生物多样性等；⑤国际或国内公认值，即以国际上或国内经过检验的、为学术界所公认的阈值为标准；⑥科学研究已判定的生态效应；⑦专家经验值：在没有任何标准可供参考的情况下，可以根据专家的研究结果或经验作为标准。根据以上标准，考虑到旅游业发展的特殊要求，结合四子王旗的区域特点，在查阅有关资料和实地调研的基础上，统计计算了旅游发展的指标值及确定了旅游发展生态系统安全评价指标的标准值（表 1）。

4.3.1 旅游生态环境压力指标的标准值

在人口压力状态层中，四子王旗人口自然增长率越高，生态系统压力越大；旅游从业人员不断增多，旅游客流不断增长，说明旅游发展活动越活跃，对草原的压力驱动越大。

在水资源压力状态层中，水量供需平衡能力指的是供水量与需水量之比；水体污染压力指的是水体排污量与自净能力之比。

在旅游资源压力状态层中，据四子王旗旅游局资料，旅游用地近 4 年来年均增长率为 15%左右。由于无规划开发，旅游发展的现实和潜在威胁较大，因此本指标标准值作者自定为有规划的年均增长 10%。当然，由于目前四子王旗旅游发展还属于拓展时期，将来成熟了旅游用地需求会减少或在一定时期内无需求。旅游用地建设强度（指的是草原旅游景区建筑或场地密度）约为 2%，据现场调研和多年来草原旅游发展的经验，草原旅游用地建设强度在 0.3%应为比较适应，所以作者以此为标准值。通过旅游发展中对草原植被和土壤的干扰程度的研究，可以看出旅游发展对旅游资源的干扰强度属于重度。据多年来草原科学研究成果（王堃，2004），标准值取轻度干扰为宜。

在草原压力状态层中，草场供需平衡能力指的是草场的供给量与需求量之比。四子王旗经济以草原畜牧业经济为主体。目前，养畜规模群体生产能力和个体产量已达到草原畜牧业传统生产能力的极限，全年牧区共缺可食干草近 3 亿 kg。因此，草场的供给量与需求量的比为 0.74。目前，四子王旗草原的退化面积比例占草原面积的 90%，而标准值选取我国 20 世纪 70 年代的退化草原面积占草原面积的比例，即 10%（王堃，2004）。

4.3.2 旅游生态环境质量指标的标准值

在旅游环境质量状态层中，根据内蒙古气象局监测，四子王旗空气质量一年中绝大多天数属于Ⅰ级，标准值则选取中华人民共和国国家标准，《环境空气质量标准（GB3095-1996）》中的Ⅰ级。根据四

子王旗环保局资料显示，全旗的水质应在中华人民共和国国家标准，《景观娱乐用水水质标准(GB 12941-91)》规定的 B 类以上，由于四子王旗主要以草原旅游为主，所以标准值参照 A 类。

在旅游生态质量状态层中，由于破坏，四子王旗典型草原的植被覆盖率在 30%上下。而据专家们的研究，此类草原在本旗应达到 40%以上，故取 40%为标准值。从所查阅的资料可以看出，四子王旗生物物种质量属于中等，草原生物的多样性亦属于中等，而良好的生物物种质量和生物多样性是保障生态系统稳定的根本，所以标准值为良。同时，四子王旗目前草原生态系统的质量很差，据专家经验，优良的生态系统才能具备良好的视觉冲击力和美感，所以本标准值选为良。

4.3.3 旅游生态环境保护整治及建设能力指标的标准值

在投入能力状态层中，据四子王旗统计资料，2004 年四子王旗人均 GDP 是 7270.72 元人民币，标准值则选用 2004 年全国人均 GDP: 10502.12 元人民币。而生态环境建设投入强度指的是生态建设投入资金占 GDP 的百分比。四子王旗每年投入生态建设的资金为 7000 万元人民币左右，2004 年占 GDP 的 4.70%。鉴于四子王旗目前生态环境恶化的现实，建议生态建设的投入强度应该占每年 GDP

表 1 四子王旗旅游生态系统安全评价指标值、标准值及不安全指数值

Tab.1 Tourism ecosystem safety ‘evaluation target value, normal value and insecurity exponential quantity siziwang banner

指标及代码	指标值	标准值	不安全指数	标准值来源
C_1 人口增长率（‰）	4.72	3.55	0.248	2004 年自治区值
C_2 旅游从业人员增长率（%）	20.55	14.29	0.305	2004 年自治区增长率
C_3 客流量增长率（%）	37.29	13.71	0.632	“十五”前四年全国平均
C_4 水量供需平衡能力	2.95	1	0.000	作者自定
C_5 水体污染压力	0.05	1	0.000	作者自定
C_6 旅游用地需求增长率（%）	15	10	0.333	作者自定
C_7 旅游用地建设强度（%）	2	0.3	0.850	作者自定
C_8 旅游资源干扰强度①	重	轻	0.667	专家经验
C_9 草场供需平衡能力	0.74	1	0.260	作者自定
C_{10} 草原退化面积比例（%）	90	10	0.889	20 世纪 70 年代全国比例
C_{11} 空气质量②	I	I	0.000	GB3095－1996
C_{12} 水环境质量③	B	A	0.333	GB12941－91
C_{13} 草原覆盖率（%）	30	40	0.250	专家经验
C_{14} 生物物种质量④	差	良	0.667	专家经验
C_{15} 生物物种多样性⑤	差	良	0.667	专家经验
C_{16} 草原生态系统质量⑥	差	良	0.667	专家经验
C_{17} 人均 GDP（元）	7270.72	10502.12	0.308	2004 年全国平均值
C_{18} 生态环境建设投入强度（%）	4.7	8	0.413	作者自定
C_{19} 污染物处理率（%）	0.7	0.8	0.125	国际公认值
C_{20} 旅游从业人员素质（%）	25	60	0.583	2004 年区自治区平均
C_{21} 旅游者素质（%）	60	61.55	0.025	2002 年自治区抽样调查
C_{22} 当地居民素质（%）	22.28	29.12	0.235	2004 年全自治区

注：①以极重、重度、中度和轻度来表示，分别赋以 4、3、2、1 的数值；②以《环境空气质量标准(GB3095-1996)》中Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级表示，分别赋以 3、2、1 数值；③以《景观娱乐用水水质标准(GB12941-91)》的 A、B、C 类表示，分别赋以 3、2、1 数值；④⑤⑥以优、良、中、差表示，分别赋以 4、3、2、1 的数值。

的 8‰。

在科技能力状态层中，污染物处理率利用四子王旗污染物治理资金投入占 GDP 的比例来表示，此比例越高，投入和治理强度就越大。数值采用 2002~2004 年平均值，以国际上公认的 0.80%作为标准值。旅游从业人员素质以旅游从业人员持证上岗率作为评判依据，本旗旅游从业人员持证上岗率在 25%以上，而全区旅游从业人员持证上岗率 60%。旅游者素质指的是旅游者大专以上学历占总数的百分比，来四子王旗旅游的游客学历 60%在大专以上学历。标准值采用 2002 年内蒙古旅游局在全区范围内抽样调查结果。当地居民素质指的是 2004 年四子王旗高中以上学历居民占人口总数的百分比，标准值选取 2004 年内蒙古自治区高中以上学历居民比例，资料分别来自于四子王旗统计局和内蒙古自治区统计局。

把各指标值和各指标标准值代入计算模型得到各指标不安全指数(见表 1)。

5 生态系统安全评价及其结果分析

5.1 指标权重值的确定

本研究根据层次分析法原理，请 20 位专家进行相对重要的两两比较、判断，在汇总了各专家评价结果后，得到各评价指标的相对重要性矩阵，均有满意的一致性，按照层次分析法的程序，得到各评价指标的权重值(表 2)。

5.2 总体评价结果分析

结合各指标权重和不安全指数，旅游生态系统各指标的不安全度可以通过以下公式得到：

$$H_i=W_{ci}\times P(C_i)\ (i=1, 2, 3, \cdots\cdots, 22) \qquad (1)$$

表 2　四子王旗旅游生态系统各指标权重值及生态系统不安全度

Tab.2　Weight value and degree of insecurity of every target of tourism ecosystem siziwang banner

指标及代码	指标权重	指标层不安全度	状态层不安全度	准则层不安全度	生态系统不安全度
C_1 人口增长率（‰）	0.024	0.006			
C_2 旅游从业人员增长率（%）	0.013	0.004	0.036		
C_3 客流量增长率（%）	0.042	0.027			
C_4 水量供需平衡能力	0.006	0.000	0.000	0.125	
C_5 水体污染压力	0.018	0.000			
C_6 旅游用地需求增长率（%）	0.019	0.006			
C_7 旅游用地建设强度（%）	0.038	0.032	0.089		
C_8 旅游资源干扰强度	0.075	0.050			
C_9 草场供需平衡能力	0.034	0.009	0.024		
C_{10} 草原退化面积比例	0.017	0.015			
C_{11} 空气质量	0.029	0.000	0.010		0.410
C_{12} 水环境质量	0.029	0.010		0.087	
C_{13} 草原覆盖率（%）	0.010	0.003			
C_{14} 生物物种质量	0.008	0.005	0.054		
C_{15} 生物物种多样性	0.043	0.029			
C_{16} 草原生态系统质量	0.025	0.017			
C_{17} 人均 GDP（元）	0.063	0.019	0.072		
C_{18} 生态环境建设投入强度（%）	0.127	0.052			
C_{19} 污染物处理率（%）	0.042	0.005		0.198	
C_{20} 旅游从业人员素质（%）	0.169	0.099	0.126		
C_{21} 旅游者素质（%）	0.085	0.002			
C_{22} 当地居民素质（%）	0.085	0.020			

式中：H_i 表示各指标的不安全度；W_{ci} 表示各指标的权重值；$P(C_i)$ 为各指标的不安全指数。

经过计算，得出指标层各指标的不安全度，见表 2。

其总体生态系统不安全度为：

$$P=\sum_{i=1}^{22} W_{ci} \times P(C_i) \qquad (2)$$

根据公式 2，四子王旗旅游发展总体生态不安全指数为 0.410。不安全指数越大，生态系统的‘生态安全度’就越低。本文拟分 4 个档次确定总体‘生态安全度’等级。

稍不安全：$0.00 \le P < 0.25$；

较不安全：$0.25 \le P < 0.50$；

很不安全：$0.50 \le P < 0.75$；

极不安全：$0.75 \le P \le 1.00$

通过对四子王旗旅游生态系统的安全状态综合分析评价（表 2）可以发现，四子王旗草原旅游发展目前处于较不安全状态。

通过生态系统的安全分析，我们能够认清对旅游生态系统安全起主要作用的限制因子（指标）。它可以从 3 方面来考虑：一是因子的不安全指数，也就是 $P(C_i)$；二是因子的权重值，即 W_{ci}；三是因子的不安全度，即因子不安全指数加权以后的值 H_i。对因子这三类值进行排序，可以得到各因子在不同考虑中对生态系统的限制程度（见表 3），从表中我们可以看出，三者的排序并不完全一致，因此可以通过以下方法甄别出各因子对生态系统的限制程度，大体可以分为四种类型。

表 3 四子王旗旅游生态系统评价指标不安全指数、权重和不安全度排序（前 10 位）

Tab.3 Insecurity index, weight and order of insecurity degree of tourism ecosystem siziwang banner(first 10)

位序	指标	不安全指数	指标	权重值	指标	不安全度
1	草原退化面积比例	0.889	旅游从业人员素质	0.169	旅游从业人员素质	0.099
2	旅游用地建设强度	0.850	生态环境建设投入强度	0.127	生态环境建设投入强度	0.052
3	旅游资源干扰强度	0.667	当地居民素质	0.085	旅游资源干扰强度	0.050
4	生物物种质量	0.667	旅游者素质	0.085	旅游用地建设强度	0.032
5	生物物种多样性	0.667	旅游资源干扰强度	0.075	生物物种多样性	0.029
6	草原生态系统质量	0.667	人均 GDP	0.063	客流量增长率	0.027
7	客流量增长率	0.632	生物物种多样性	0.043	当地居民素质	0.02
8	旅游从业人员素质	0.583	客流量增长率	0.042	人均 GDP	0.019
9	生态环境建设投入强度	0.413	污染物处理率	0.042	草原生态系统质量	0.017
10	旅游用地需求增长率	0.333	旅游用地建设强度	0.038	草原退化面积比例	0.015

①相对于同一因子，若 $P(C_i)$、W_{ci} 和 H_i 都较小，说明该因子对生态系统安全的限制作用较小，如表中未列出的一些因子：水环境质量、空气环境质量、旅游从业人员增长率、水体污染压力、草原覆盖率、草场供需平衡能力、水量供需平衡能力、人口增长率。

②对于同一因子，若 $P(C_i)$、W_{ci} 和 H_i 有一个值较大，说明该因子对生态系统安全具有一定限制作用，如：生物物种质量、旅游者素质、污染处理率和旅游用地需求增长率。

③对于同一因子，若 $P(C_i)$、W_{ci} 和 H_i 有两个值较大，说明该因子的对生态系统安全的限制作用显著，如：草原退化面积比例、草原生态系统质量、当地居民素质、人均 GDP 等。

④同一因子中，若 $P(C_i)$、W_{ci} 和 H_i 的值都较大，说明该因子对生态系统安全的限制作用强烈，如：旅游用地建设强度、旅游从业人员素质、生态环境建设强度、旅游资源干扰强度、生物物种多样性、客流量增长率等等。

区分以上四种情况，对草原旅游发展的生态环境建设具有重要的指导意义。对第一种类型的因子，只需稍加注意即可；对第二种类型的因子，要注意维持其现有的状态，不要使其安全度降低，并且要加快向非限制因子发展，相对而言，较容易控制；对第三种类型的因子，要特别加以重视，加大监控力度，努力使其向最终目标值靠拢；而第四种类型

的因子,是生态建设的重中之重,因为它们对草原旅游发展生态系统的安全具有举足轻重的作用,其生态不安全度的变化,可能会引起生态安全度的巨大变化。

6 结论

从评价总体结果来看,四子王旗草原旅游发展的生态环境压力(A1)、生态环境质量(A2)和保护整治及建设能力 (A3) 得分分别为 0.125、0.087 和 0.198, A3>A1>A2, 说明四子王旗草原旅游业发展中所依托的生态系统得到的整治和保护力度不够。特别是对照各指标的不安全指数值和不安全度(表 2 和表 3)可以知道,四子王旗草原自然生态系统的退化已经很严重,处于生态系统脆弱区,草原生态系统质量和生物物种多样性及生物物种质量都不高, 但目前草原旅游发展的规模型扩张仍在继续。草原旅游发展还存在着诸多问题:草场供需平衡能力不高,旅游建设用地强度过大,客流量还不断增长,旅游从业人员和当地居民素质有待提高,生态建设投入强度有待进一步加强,旅游资源的干扰强度较大等等。也就是说,四子王旗草原生态系统的稳定性和抗逆性较小,但旅游发展所施加的压力还比较大。这充分说明,现阶段四子王旗草原旅游的发展仍然是粗放型的,必须加以整顿和治理,加大生态环境保护和建设力度,增强生态系统的抗干扰能力,改变经营方式,为草原的旅游可持续发展打好基础。

参考文献

[1] 李泊言. 绿色政治. 北京: 中国国际广播出版社, 2000, 67~68.

[2] 吴开亚. 生态安全理论形成的背景探析. 合肥工业大学(社会科学版), 2003, 17(5): 24~27.

[3] 邹长新, 沈渭寿. 生态安全研究进展. 农村生态环境, 2003, 19(1): 56~59.

[4] 金 磊. 西部旅游呼唤生态安全保护. 劳动安全与健康, 2000, 6: 26~34.

[5] 熊好琴, 李旭光, 姜文华 等. 武隆县旅游开发中的生态安全对策研究. 重庆环境科学, 2003, 25(5): 16~18.

[6] 董雪旺. 旅游地生态安全评价研究. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2003, 6: 100~105.

[7] 吴晓松. 生态安全与旅游发展探析. 经济问题探索, 2005, 3: 103~105, 108.

[8] 中国 21 世纪议程管理中心. 中国科学院地理科学与资源研究所. 可持续发展指标体系的理论与实践. 北京: 科学文献出版社, 2004, 29.

[9] OCED. Towards Sustainable Development: Environmental Indicators, 2001.

[10] 陈百明, 张凤荣. 中国土地可持续利用指标体系的理论与方法. 自然资源学报, 2001, 16(5): 197~202.

[11] 周海林. 农业可持续发展状态评价指标(体系)框架及其分析. 农村生态环境, 1999, 15(3): 6~10.

[12] 曹新向, 郭志永, 雒海潮. 区域土地资源持续利用的生态安全研究. 水土保持学报, 2004, 18(2): 192~195.

[13] 吴国庆. 区域农业可持续发展的生态安全及其评价研究. 自然资源学报, 2001, 16(3): 227~233.

[14] 谢花林, 张新时. 城郊区生态安全水平的量度及其对策研究. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(3): 23~26.

[15] 徐建华. 现代地理学中的数学方法(第 2 版). 北京: 高等教育出版社, 2002, 224~250.

[16] 杨京平. 生态安全的系统分析. 北京: 化学工业出版社, 2000, 287.

Analysis about Ecological Security System of Region Tourism Development
——Taking "Gegentala Grassland Tourist Center of Siziwang Banner of Inner Mongolia" as an Example

LV Jun[1,2], CHEN Tian[1], LIU Limei[2]

(1. Institute of Geography Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Science, Beijing 100101;
2. Deparment of tourism, Inner Mongolia Finance and Economy College, Inner Mongolia, Hohhot 010051)

Abstract: Sometimes tourism development can bring negative influence to the destination. In

order to diagnose its whole level of development, we use the "pressure - condition - response" frame model and take "gegentala grassland tourist center of Siziwang Banner of Inner Mongolia" as an example to analyze the ecological security state of region tourism. Three aspects (ecological environment pressure of tourism, ecological environment quality, and ecological environment renovation and construction ability for protection of tourism) are considered, according to analytic hierarchy process principle and each appraisal target's reciprocity, so as to hierarchical structure models and 23 targets. By computing insecurity index value of appraisal target, we determinie the normal value as well as the target's weight value, and again use degree of insecurity formula of various targets and degree of insecurity formula of overall ecosystem to calculate tourism ecosystems which are at insecure state, and to discuss methods that ecosystem has limited by various factors. To certain degree, this research has the practical significance to ecosystem safe analysis of region tourism development.

Key word: tourism development; Ecological security; analysis of Ecological security system; PSP model; siziwang banner