中　国　沙　漠
JOURNAL OF DESERT RESEARCH

基于适宜性分析的沙漠旅游主体功能区划
——以宁夏中卫市沙坡头区为例

石　磊，李陇堂，张冠乐，杨　萍，高秀云，赵云鹏
（宁夏大学 资源环境学院，宁夏 银川 750021）

摘要：基于 ArcGIS 和 YaAHP 评价法，从沙丘相对高度、坡度、日平均气温≥10 ℃持续时间、与水体距离、与沙漠距离和与居民点（公路）距离等方面评价宁夏中卫市沙坡头区沙漠旅游适宜性，并结合土地利用现状对沙坡头区进行沙漠旅游主体功能区划。结果表明：研究区沙漠旅游适宜性可分为 5 类区域，即高、较高、中、较低和低适宜性区域；研究区沙漠旅游主体功能区划分为沙漠旅游开发区、沙漠旅游适度开发区、沙漠旅游不适宜开发区和沙漠旅游限制区。根据功能区划，提出了相应的调控措施，以期为宁夏中卫市沙漠旅游的合理开发提供一定的参考。
关键词：功能区划；适宜性分析；沙漠旅游；沙坡头
文章编号：1000-694X(2018)02-0437-07　　**DOI：**10.7522/j.issn.1000-694X.2016.00162
中图分类号：P592　　**文献标志码：**A

0　引言

以特殊的自然和人文环境为背景，沙漠地区强烈的地域和文化差异对回归大自然、返璞原生态诉求逐渐增强的现代旅游者构成很大的吸引力。现代沙漠旅游已由传统的考古、观光转向参与式的探险、体验和生态旅游，成为大众的新宠。沙漠旅游是指以沙漠或者沙漠区域为活动载体，以沙漠地区的自然景观和人文景观为依托，进行配套的旅游活动[1-2]。由于沙漠旅游地多分布在沙漠边缘的草原或绿洲与沙漠的过渡地区，生态环境敏感脆弱，而沙漠旅游对生态环境的依赖性与其他类型旅游相比尤为突出，一旦受到外力对生态系统的破坏，往往恢复成本巨大，耗费时间长[3]。发展沙漠旅游不仅能够带动当地经济发展，更重要的是能够在生态环境脆弱、旅游价值极高的沙漠地区起到良好的环境保护作用，特别是沙漠旅游景区的建立，能够有效地抑制沙丘活化、保护沙生植物和提高人们保护沙漠环境的意识。因而沙漠旅游开发之初就被划归到生态旅游之列。通过发展沙漠旅游，将沙漠地区的资源开发与生态保护有机结合，实现沙漠旅游地持续健康地发展。但随着沙漠旅游的不断发展，特别是在不合理的旅游资源开发、忽视“空间结构的有序法则”、严重超载的游客量等因素的共同作用下，旅游对沙漠环境的影响已由主要对自然环境的负面影响衍生到对区域经济、社会和人文环境的冲击，威胁到了沙漠旅游地区的可持续发展。基于此，对沙漠旅游主体功能区划的研究十分迫切和必要。

主体功能区划是在对不同区域的资源环境承载能力、现有的开发密度和发展潜力等要素进行综合分析的基础上，以自然环境要素、社会经济发展水平、生态系统特征以及人类活动形式的空间分异为依据，划分出具有某种特定主体功能的地域空间单元[4-5]。对沙漠旅游地进行主体功能区划，能够使资源得到合理的开发利用、空间结构得到有序建设、生态环境得到有效保护，从而增强区域可持续发展能力与竞争能力。目前国内关于旅游主体功能区划的研究较少，主要是以沿海地区、自然保护区和行政区划为研究范围，运用综合指标、数学模型和地理信息技术等方法进行研究[6-11]，而对沙漠旅游主体功能区划的研究就更少，且主要以沙漠景观和环境保护为主[12-13]。缺乏对西北内陆地区旅游主体功能区划的研究，而现有研究方法中所建立的指标体系，大多数是基于旅游资源禀赋进行的，侧重于旅游利用，缺乏对生态环境的考虑，不适用于沙漠旅游开发。近年来学者们将生态学的理论和方法应用于旅游主体功能区划，尤其是适宜性分析，能够从空间上为各地区因地制宜进行生态旅游开发提供科学依

收稿日期：2016-11-04；**改回日期：**2016-12-18
资助项目：国家自然科学基金项目（41261026）
作者简介：石磊（1990—），男，山西忻州人，硕士研究生，研究方向为旅游资源开发与旅游规划。E-mail：18209670561@163.com
通信作者：李陇堂（E-mail：lltang@nxu.edu.cn）

据[11]。这就为沙漠旅游主体功能区划找到了突破口。本文以宁夏中卫市沙坡头区为研究对象，将适宜性评价与旅游主体功能区划相结合，以期为该地区进行沙漠旅游开发提供依据，也为北方其他沙漠型旅游地的可持续发展提供借鉴。

1 研究区概况

宁夏西、北、东三面分别被腾格里沙漠、乌兰布和沙漠和毛乌素沙地包围，沙漠化面积 1.183×10^4 km^2，占整个宁夏面积的 17.8%[14]。宁夏沙漠旅游起源于 20 世纪 70 年代，经过 30 多年的发展现已形成以沙坡头、沙湖为代表的 10 个沙漠型景区，沙漠旅游对宁夏经济的发展起着巨大的作用。这些沙漠旅游地沿宁夏黄河段两侧交错分布，主要分布于宁夏北部的中卫市、银川市、吴忠市和石嘴山市，以中卫市的沙坡头区最为典型，因而本文选取沙坡头区为研究对象。

沙坡头区位于中卫市的西北部，腾格里沙漠的东南部，黄河穿境而过，东与中宁县相邻，西接甘肃省景泰县，南至同心县和海原县，北达内蒙古自治区阿拉善左旗，交通便利，总面积5 922.4 km^2。由于深居内陆，属于大陆性季风气候，年平均气温 9.6 ℃，最高气温 38.1 ℃，最低气温 −25.10 ℃，多年平均降水量 186.2 mm[15]。境内沙漠资源丰富，但生态环境脆弱，人类治沙史上的奇迹（草方格治沙）便坐落于本区，因而沙漠知名度高，沙漠旅游发展迅速，尤其是沙坡头景区，享誉内外，有“世界沙都”之称。

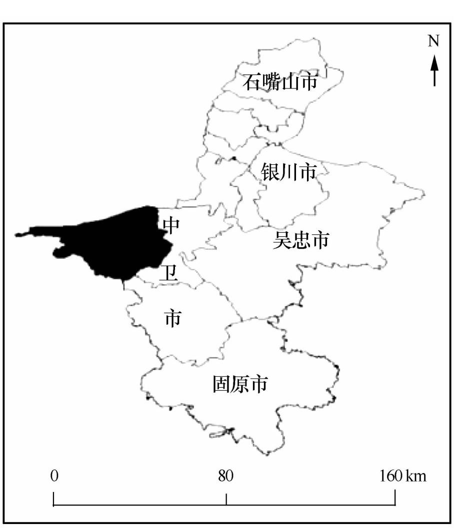

图 1 研究区位置

Fig. 1 Location of studied area in Ningxia

2 研究方法

2.1 沙漠旅游适宜性评价指标选择

沙漠旅游适宜性评价是对沙漠旅游地及其周边是否适合开展旅游活动的可能性进行评估[16]。指标选择是否科学合理，是沙漠旅游适宜性评价的关键。本文依据全面性、针对性、定性与定量相结合等原则，结合国内对旅游适宜度和适宜性的研究，查阅大量相关文献，并采用德菲尔法对旅游学、生态学、经济学、景观学和风沙地貌学等 15 位专家进行咨询，最终选择了沙丘相对高度、坡度、与沙漠距离、与水体距离、日平均气温≥10 ℃持续时间和与居民点（公路）距离等 6 个指标。

沙丘是沙漠旅游最重要的资源，特别是沙丘高度越大，自然性越突出，对游客的吸引力越强，为开展沙漠旅游活动提供了重要保证。坡度主要影响沙漠旅游地环境承载力和建设条件，坡度越大，水土流失越严重，环境承载力越小，建设投资越大。沙漠是发展沙漠旅游的先天条件，纵观国内沙漠旅游景区，无不是分布于沙漠边缘，因而与沙漠距离小成为发展沙漠旅游首要条件，对沙漠旅游的发展影响重大。与其他地区相比，宁夏沙漠旅游最突出的优势是沙水组合景观，因而与水体距离近成为宁夏发展沙漠旅游的重要影响因素。气候是影响旅游活动的重要因子，尤其是沙漠地区，气温变化大，中午和午后气温高，因而沙漠旅游需参考气温是否适宜确定。与居民点/公路距离主要影响游客的可进入性和集散，与主要城镇、交通线越近，与居民点（公路）距离越小，越有利于游客的进入和集散，因而对沙漠景区的布局有重要影响。

2.2 沙漠旅游适宜性评价体系建立

参考国内目前旅游及沙漠旅游适宜性评价研究成果[2,15,17−24]，结合研究区的实际情况，选取 6 项适宜性评价指标，即沙丘相对高度、坡度、与沙漠距离、与水体距离、日平均气温≥10 ℃持续时间和与居民点/公路距离，构建沙漠旅游适宜性评价指标体系。适宜性等级越高，说明该地区越适宜沙漠旅游开发。参考董治宝[25]对沙丘的定义，从旅游价值着眼，沙丘相对高度共分为 5 级。根据土壤侵蚀标准，坡度共分为 5 级。日平均气温≥10 ℃持续时间，划分为 5 级。考虑到沙漠旅游的资源依托，距沙漠距离分为 3 级。着眼于旅游环境和旅游发展潜力，距水体距离和距居民点（公路）距离划分为 3 级（表 1）。

表 1　沙漠旅游适宜性评价指标与标准

Table 1　Indicators and Criteria used to identify desert tourism suitability

评价指标	评价标准				
	高(5 级)	较高(4 级)	中等(3 级)	较低(2 级)	低(1 级)
沙丘相对高度/m	＞200	100～200	50～100	10～50	＜10
坡度/(°)	5～10	10～15	15～20	20～30	＞30
与水体距离/m	＜500		500～1 500		＞1 500
日平均气温≥10 ℃持续时间/d	＞220	170～220	100～170	50～100	＜50
与沙漠距离/m	＜500		500～1 000		＞1 000
与居民点(公路)距离/m	＜500		500～2 000		＞2 000

2.3　沙漠旅游适宜性评价

运用 ArcGIS 和层次分析法对沙漠旅游适宜性进行计算。具体步骤为：

(1)运用 ArcGIS 将研究区分为 900 m^2 的基本单元，把每一个基本单元分别作为评价对象，共分为 6 580 444个基本单元。

(2)运用层次分析法，构建评价指标判断矩阵，对评价指标进行两两比较，并制成问卷向宁夏境内旅游学、生态学、经济学、景观学、风沙地貌学和旅游景区等领域 26 位专家进行调查，通过 YaAHP 软件对数据进行处理，确定各指标权重，得到层次单排序和总排序结果，同时进行一致性检验，确定每个评价指标的权重 W。专家普遍认为与沙漠距离最重要，沙漠旅游必须依托沙漠资源，特别是沙漠边缘。沙丘相对高度反映沙漠概貌，沙丘越高，自然性越突出，观赏性则越强，尤其是沙与水的结合是宁夏沙漠旅游的独特之处；气候适宜又是游客出行的必备条件，因而沙丘相对高度、日平均气温≥10 ℃持续时间和距水体距离权重次之。研究区地处宁夏引黄灌区，地形平坦，地势起伏小，且居民点和主要交通线大多沿黄河分布，故而坡度和距居民点/公路距离权重较低(表 2)。

表 2　沙漠旅游适宜性评价指标权重

Table 2　Weight of evaluation indicators of desert tourism suitability

评价指标	距沙漠距离	沙丘相对高度	日平均气温≥10 ℃持续时间	距水体距离	距居民点(公路)距离	坡度
权重	0.4562	0.2634	0.1424	0.0745	0.0232	0.0403

(3)在ArcGIS中综合各评价指标的分级结果和权重，叠加分析得出研究区沙漠旅游适宜性评价结果。与沙漠距离、与水体距离、日平均气温≥10 ℃持续时间和与居民点/公路距离采用 ArcGis 软件进行计算分析。在实际调查和制图过程中发现，坡度和沙丘相对高度不适宜用 ArcGIS 进行分析，故采用定性描述。这主要是因为研究区位于宁夏引黄灌区，地势平坦，坡度差异很小，在 ArcGIS 中生成的坡度无明显变化；沙坡头区沙丘相对高度变化不明显，且单一。叠加分析时用向量 $\alpha=(\alpha_1,\alpha_2,\cdots,\alpha_n)$的每一个分量表示不同评价指标的适宜程度，用 $\omega=(\omega_1,\omega_2,\cdots,\omega_n)$，表示指标的权重向量，采用多目标线性加权函数，对沙漠旅游适宜性各评价指标进行聚合，表达式为：

$$S_i=\sum_{i=1}^{n}\alpha_j^i\omega_j^i$$

式中：S_i 为第 i 个基本单元的沙漠旅游适宜性评价值；α_j^i 为第 i 个基本单元的第 j 个评价指标的评价值；ω_j^i 为第 i 个基本单元的第 j 个评价指标的权重。根据适宜性评价标准，将宁夏中卫市沙坡头区沙漠旅游适宜性分为 5 级，即高、较高、中等、较低、低(表 3)。

表 3　沙漠旅游适宜性等级标准

Table 3　Evaluation criteria of desert tourism suitability

等级	高	较高	中等	较低	低
S_i	＞5.0	4.0～5.0	3.0～4.0	2.0～1.0	＜1.0

2.4　沙漠旅游主体功能区划

只从沙漠旅游适宜性的角度出发，难免造成沙漠旅游主体功能区划与实际情况不符，因而将 2013 年沙坡头区土地利用现状(图 2)引入，作为区划的参照。在沙漠旅游适宜性高或较高的地区，生态系

统完整，受人类干扰较少，应成为沙漠旅游的主要区域，但不应进行过度开发，将这类区域划分为沙漠旅游开发区；其他地区则为沙漠旅游的次要区域，依据适宜性的高低，分为沙漠旅游适度开发区（中等和较低）、沙漠旅游不适宜开发区（低）和沙漠旅游限制区（自然保护区）。

3　结果与分析

3.1　沙漠旅游适宜性

从图3可以看出，就与水体距离、与沙漠距离和与居民点（公路）距离这3个指标而言，沙漠旅游低适宜性区域占有很大面积，这是因为该地区除黄河外，水系较少；沙漠主要分布在黄河以北和东部部分区域；道路和基础设施有待提升，居民点集中分布在黄河沿线和主要公路两侧。就日平均气温≥10 ℃持续时间指标而言，沙漠旅游中等适宜性区域占有较大面积，说明该地区适游天数较长，能够满足游客的需求。根据实际调查，该研究区位于宁夏引黄灌区，地势平坦，坡度较小，大部分地区为沙漠旅游高适宜性区域[12]，只有在黄河流入部分地区地势较高。沙丘是沙漠旅游地最吸引游客的资源，而沙坡头区的沙漠主要为新月形沙丘及沙丘链，总体相对高度不大，大致为5～30 m[26]，但仍能满足游客观赏的要求，特别是沙坡头景区，部分沙丘相对高度可达100 m。

整体上沙坡头区沙漠旅游高、较高、中等和较低适宜性区域，集中在沿黄河、沙漠边缘、交通线和居民点的中间条带，其他大片区域属于低适宜性区域（图4A）。这说明沙漠旅游必须依托沙漠旅游资源、完善的基础设施和就近的客源市场。具体来看，低适宜性区域所占面积最大，中等和较低适宜性所占面积次之，较高适宜性所占面积再次之，高适宜性所占面积最小。因而沙坡头区的沙漠旅游适宜性5类区域面积呈“金字塔”型分配格局，两极分化严重，表明沙漠旅游并不是有沙漠就能发展，而是必须依托独特的沙漠资源和必要的旅游开发条件，在适宜性高、较高和中等的地区才有可能发展；这也说明沙坡头区沙漠旅游发展潜力巨大，适宜性较高和中等的区域是未来发展的重点。从空间布局来看，低适宜性区域分布集中，且分布于北部和南部的大片区域；较低和中等适宜性区域分布较集中，部分地区有破碎化，分布于中部部分地区；较高适宜性区域分布分散，整体破碎化现象严重，以零散斑状分布于中部；高适宜性区域分布集中，只分布于沙坡头景区周边。

3.2　沙坡头区沙漠旅游主体功能区划

沙坡头区整体沙漠旅游带（沙漠旅游开发区和适度开发区）沿黄河、交通线和沙漠边缘分布（图4B）。这主要是由于该区域位于腾格里沙漠边缘，沙漠旅游资源丰富且独特，沙水组合资源具有唯一性，交通便利，距城市和客源市场近，因而形成了研究区主要的沙漠旅游地。沙漠旅游不适宜开发区面积最大，其次为适度开发区，开发区面积最小，整体呈“金字塔”型，两极分化严重。从空间分布来看，沙漠旅游适度开发区和沙漠旅游不适宜开发区分布集中，破碎化极小；沙漠旅游开发区和限制区分布分散，破碎化严重，以零散斑状分布于研究区的中部，说明研究区沙漠旅游空间布局有很大的优化空间。

沙漠旅游开发区是近期沙漠旅游的主要发展区，该区域紧邻沙漠，沙丘景观丰富，靠近黄河、交通线、居民点，交通便利，客源市场广阔，但由于沙漠地区生态环境脆弱，虽为开发区，仍应把握开发强度，保证在不破坏环境的条件下进行开发；沙漠旅游适度开发区是沙漠旅游的次要发展区，该区适宜性条件较好，如果开发与保护得当，将成为未来的沙漠旅游开发区；沙漠旅游限制区主要是指沙坡头国家自然保护区、南长滩自然保护区、校育川石炭纪地质剖面保护区和天景山中卫山羊自然保护区，应着重保护区内的自然环境；沙漠旅游不适宜开发区是指各方面适宜性低或较低的地区，缺少沙漠旅游资源，不具备旅游开发的特质，应寻求其他产业的发展。

4　结论与建议

4.1　结论

中卫市沙坡头区沙漠旅游适宜性分为高、较高、中等、较低和低5类适宜性区域。沙坡头区划分为4类沙漠旅游功能区，即沙漠旅游开发区、沙漠旅游适度开发区、沙漠旅游不适宜开发区和沙漠旅游限制区。

4.2　建议

沙坡头区沙漠旅游适宜性综合评价结果和沙漠旅游主体功能区划结果都呈“金字塔”型，两极分化，意味着沙坡头区沙漠旅游发展具有独特性。加强沙漠旅游开发区和沙漠旅游适度开发区的开发与保护，应该更加注重深挖潜力，注重特色。

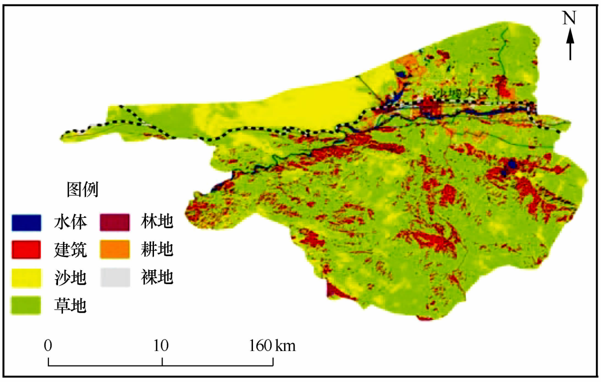

图 2　沙坡头区 2013 年土地利用现状

Fig. 2　Land use in Shapotou District in 2013

沙漠旅游开发区是沙漠旅游适宜性高、较高和土地开发最好的地区，是近期重点开发区，应重点打造以沙坡头为代表的沙漠旅游景区。①实行游客分流制，以提高旅游环境承载力和旅游环境容量。包括推行旅游高峰期订票分流措施、地理位置较近的景区联合开发，如沙坡头景区与通湖草原、金沙岛联合开发，并制定合理的价格浮动制度；②严格控制景区内外污染，加强对景区内外河湖、湿地的保护，包括景区内部及时进行垃圾清理和回收，将污水处理管道并入周边城镇污水处理系统，严禁游客和当地居民对生态环境破坏，对于植被破坏、湿地萎缩、河湖污染的区域，采取工程技术和生物技术进行修复；

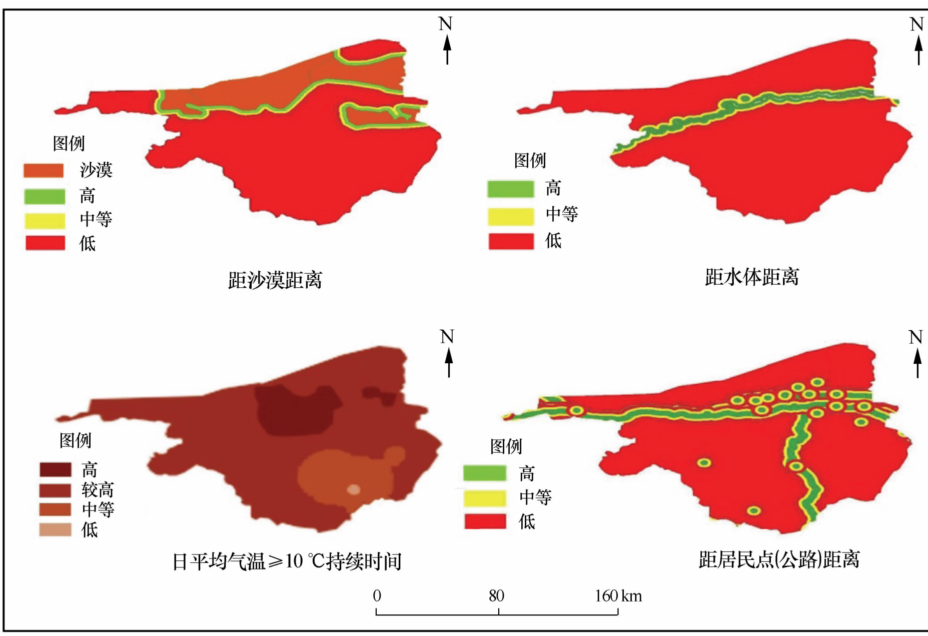

图 3　沙坡头区沙漠旅游适宜性指标评价

Fig. 3　Suitability evaluation for desert tourism in Shapotou District based on different indicators

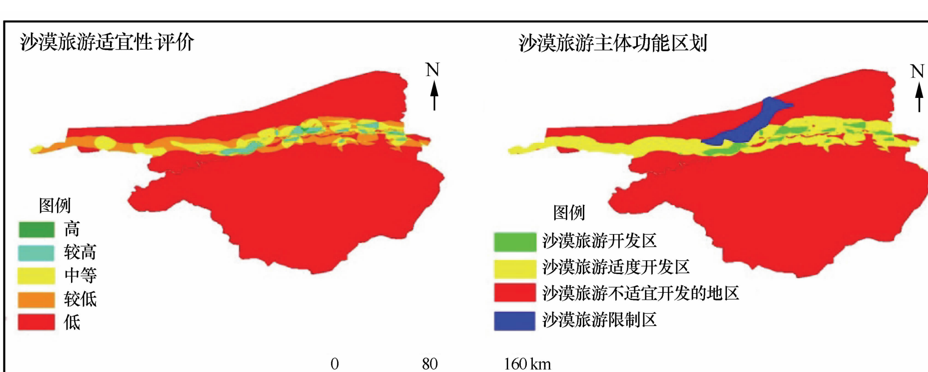

图 4　沙坡头区沙漠旅游适宜性评价及主体功能区划

Fig. 4　Function regionalization and suitability evaluation for desert tourism in Shapotou District

③开发新型沙漠旅游业态，特别是沙漠体育项目，可设计为沙漠体育竞技类、沙漠体育娱乐类、沙漠越野类、沙漠康体养生类 4 种类别，将传统体育项目与沙漠旅游自身特点相结合，推出沙漠球类、沙漠田径等

项目。

沙漠旅游适度开发区是沙漠旅游适宜性中等、较低和土地开发较好的地区，发展潜力巨大，是未来重点开发区。应紧抓生态环境评估，制定合理的沙漠旅游发展规划。①做好旅游环境容量的测算、生态治理方案（保护、恢复和重建）、旅游活动对沙漠资源与环境的影响和沙漠型景区污染治理成效评估；②做好沙漠旅游发展规划，具体包括沙漠旅游功能区划、沙漠旅游适宜性评价、沙漠旅游项目规划、环境保护体系规划、预警机制规划、沙漠旅游基础设施规划和社区参与规划等。

沙漠旅游不适宜开发区是沙漠旅游适宜性低的区域，虽不适宜进行沙漠旅游开发，但可紧抓宁夏创建全域旅游示范区和中卫市创建全域旅游示范市的机遇，将沙漠旅游不适宜开发区打造成沙漠旅游开发区和适度开发区的物资供应地，并通过产业融合，实现产业升级和转移。

沙漠旅游限制区主要指研究区内的自然保护区，应严禁开发，限制一切不利于保护的因素进入保护区。在保护现有生态区域的同时，应进一步扩大保护范围，并对周边地区的群众进行生态教育，提高环境保护意识。最终将沙坡头区沙漠旅游主体功能区划结果由“金字塔”型向“纺锤”型转变，从而充分挖掘发展潜力。

4.3 讨论

本文对沙坡头区的沙漠旅游主体功能区划成果，与其他学者的研究有一定可比性。董瑞杰等[2]认为宁夏属于农牧交错带沙漠（地）旅游区，而其中的沙坡头区属于中部生态治理沙漠（地）旅游圈，生态环境脆弱，沙漠旅游开发要以保护生态环境为前提，说明本文以适宜性分析为基础进行沙漠旅游主体功能区划的科学性；米文宝等[27]认为沙坡头区属于重点开发区，承载能力较强，开发密度不高，发展潜力很大，说明本文的研究结果与宁夏主体功能区划方案一致，沙坡头区的沙漠旅游有很大的发展潜力；王联兵等[6]认为中卫市是宁夏一类重点旅游开发区，特别是沙漠旅游区，从而更加凸显出本文研究的重要意义。不同的学者对沙坡头区有不同的功能定位，但都认为其有巨大的发展潜力，将其划分为旅游开发区。本文对沙坡头区沙漠旅游适宜性的分析，虽多方面参考，并结合实际情况筛选出评价指标，但仍难以囊括全部。特别是植被覆盖，研究之初本将其列为评价指标，覆盖越高，生态环境越好，越适合沙漠旅游开发。但又考虑到是沙漠旅游，原始粗犷的沙漠环境对游客吸引力更强，评价标准应是植被覆盖越低，越适合沙漠旅游开发，但沙漠旅游开发区植被覆盖低，生态环境脆弱，只能作为沙漠旅游限制区，难以协调沙漠旅游适宜性与植被覆盖的关系，遂将其去掉。

参考文献：

[1] 尹志刚.我国沙漠旅游研究的现状和展望[J].内蒙古社会科学，2010，31(5)：115－119.

[2] 董瑞杰，董治宝，曹晓仪.中国沙漠旅游资源空间结构与主体功能分区[J].中国沙漠，2014，34(2)：582－589.

[3] 钟林生，唐承财，郭华.基于生态敏感性分析的金银滩草原景区旅游功能区划[J].应用生态学报，2010，21(7)：1813－1819.

[4] 朱传耿，仇方道，马晓冬，等.地域主体功能区划理论与方法的初步研究[J].地理科学，2007，27(2)：137－143.

[5] 樊杰.我国主体功能区划方案[J].地理学报，2015，70(2)：186－201.

[6] 王联兵.宁夏旅游主体功能分区研究[D].西安：西北大学，2010.

[7] 刘佳，张广海.中国滨海旅游功能分区及其空间布局研究[D].青岛：中国海洋大学，2010.

[8] 孙燕.旅游空间功能区划理论与方法的初步研究——以江苏常熟为例[D].南京：南京师范大学，2011.

[9] 张广海，刘佳，万荣.青岛市海岛旅游主体功能分区[J].资源科学，2008，30(8)：1155－1161.

[10] 刘鹏姣.重庆主城区滨江旅游主体功能区开发研究[D].成都：四川师范大学，2011.

[11] 王艳茹，李陇堂，张冠乐.中国沙漠旅游研究现状及展望[J].中国沙漠，2016，36(2)：533－539.

[12] 张冠乐，李陇堂，王艳茹.宁夏沙湖景区生态旅游环境容量[J].中国沙漠，2016，36(4)：1153－1161.

[13] 张冠乐，李陇堂，王艳茹.沙漠型景区景观价值评价方法[J].中国沙漠，2016，36(5)：1463－1471.

[14] 张爱平，钟林生，徐勇，等.基于适宜性分析的黄河首曲地区生态旅游功能区划研究[J].生态学报，2015，35(20)：6838－6847.

[15] 薛晨浩，李陇堂，任婕，等.宁夏沙漠旅游适宜度评价[J].中国沙漠，2014，34(3)：901－909.

[16] 张明鑫，谢树春，李陇堂.宁夏中卫市沙坡头区近13年土地利用空间布局变化及环境健康效应[J].经济地理，2016，36(2)：176－181.

[17] 王文瑞，伍光和.中国北方沙漠旅游地开发适宜性研究[J].干旱区资源与环境，2010，24(1)：184－188.

[18] 袁维，张杰，谭继强.基于GIS的朗乡自然保护区露营旅游地适宜度空间格局[J].应用生态学报，2015，26(9)：2785－2793.

[19] 李俊英，胡远满，闫红伟.基于景观视觉敏感度的棋盘山生态旅游适宜性评价[J].西北农林学院学报，2010，25(5)：194－198.

[20] 石垚，张微，任景明，等. 生态敏感区旅游开发适宜性评价及生态制图方法[J]. 生态学报，2015，35(23)：7887－7898.
[21] 靳诚，黄震方，徐菁. 长江三角洲旅游景区布局适宜性评价[J]. 自然资源学报，2013，28(7)：1196－1208.
[22] 郭泉恩，钟业喜. 江西省宗教场所旅游开发的适宜性评价[J]. 地理研究，2016，35(2)：377－389.
[23] 李陇堂，薛晨浩，张至楠. 沙漠型景区游步道沿线生态环境对踩踏干扰的响应[J]. 中国沙漠，2015，35(4)：1048－1056.
[24] 董瑞杰，董治宝，吴晋峰. 沙漠生态旅游适宜度评价[J]. 中国沙漠，2014，34(4)：1177－1183.
[25] 董治宝. 库姆塔格沙漠风沙地貌[M]. 北京：科学出版社，2011：218－222.
[26] 米文宝，廖力君. 宁夏沙漠旅游的初步研究[J]. 经济地理，2005，25(3)：422－425.
[27] 米文宝，余晓霞，李雯燕，等. 宁夏主体功能区划初步研究[J]. 经济地理，2008，28(6)：936－940.

Principal Function Regionalization of Desert Tourism based on Suitability Analysis: A case study in Shapotou, Ningxia, China

Shi Lei, Li Longtang, Zhang Guanle, Yang Ping, GaoXiuyan, Zhao Yunpeng

(College of Resources and Environmental Science, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Based on ArcGIS and YaAHP evaluation method, desert tourism suitability in Shapotou District of Zhongwei, Ningxia was evaluated by six indicators, just dune height, slope, suitalble days, the distance from water area, the distance from desert and the distance from city/road. And function regionalization of desert tourism in Shapotou District was given based on desert tourism suitability evaluation result and land use data. The results show that the desert tourism suitability in Shapotou District can be divided into five suitability regions, namely, high, relatively high, medium, relatively low and low, and functional region of desert tourism in Shapotou District is divided into desert tourism development zone, desert tourism restricted development area, desert tourism inadequate development zone and the desert tourism restricted area. Finally, according to the functional regionalization, we put forward corresponding development and management measures.

Key words: function regionalization; suitability analysis; desert tourism; Shapotou