第 46 卷第 1 期
Vol. 46 No. 1 2025

青岛理工大学学报
Journal of Qingdao University of Technology

青岛市海水浴场旅游环境承载力量化研究

刘　珍，陈　菲*，宋江寒，朱泽明，李林桐
（青岛理工大学 建筑与城乡规划学院，青岛 266033）

摘　要：为保护滨海旅游与生态环境，选取青岛市 7 处海水浴场作为研究对象，利用现场调研、遥感影像、问卷调查与数字模拟等多种数据源，借助 ArcGIS10.8 空间校正及网络分析工具进行数据补充，对各海水浴场的空间范围及内部空间进行界定与划分，构建了青岛市海水浴场旅游环境承载力量化模型，实测得到各海水浴场在开放期间的日承载量。结果表明：浴场面积与其旅游环境承载力成正比，资源环境承载力为海水浴场旅游环境承载力中的重要影响层，本研究可为海水浴场日游客容量及景区旅游环境承载力核定提供参考。

关键词：海水浴场；旅游环境承载力；加权分析；量化模型；GIS 分析
中图分类号：F592.1　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1673-4602(2025)01-0052-10

Quantitative research on the tourist environmental carrying capacity of Qingdao bathing beaches

LIU Zhen, CHEN Fei*, SONG Jianghan, ZHU Zeming, LI Lintong
(College of Architecture and Urban Planning, Qingdao University of Technology, Qingdao 266033, China)

Abstract: In order to protect coastal tourism and ecological environment, seven bathing beaches in Qingdao are selected as the research objects, and various data sources such as on-site research, remote sensing images, questionnaire surveys and modeling simulations are used and ArcGIS10.8 software spatial correction and network analysis tools are employed to supplement the data. The spatial scope and internal space of each bathing beach were defined and divided, and a quantitative model of the tourist environmental carrying capacity of Qingdao bathing beaches was constructed. The daily carrying capacity of each bathing beach during the opening period was measured. The results show that the area of the bathing beach is directly proportional to its tourist environmental carrying capacity, and the resource environmental carrying capacity becomes an important influencing layer of the results of the tourist environmental carrying capacity of the bathing beaches. This study can provide a reference for determining the daily tourist capacity of bathing beaches and the tourist environmental carrying capacity of scenic spots.

Key words: bathing beach; tourist environment carrying capacity; weighted analysis; quantitative model; GIS analysis

收稿日期：2024-01-14
基金项目：国家自然科学基金(32001367)；青岛理工大学专业学位研究生教学案例库建设项目(Y022022-013)
作者简介：刘　珍(1999—　)，女，山东青岛人。硕士，研究方向为环境承载力、景观规划与设计。E-mail：2621966653@qq.com。
*通信作者：陈　菲(1982—　)，女，吉林白山人。博士，副教授，主要从事景观评价、环境行为评价等方面的研究。
E-mail：chenfei3913@126.com。

青岛市独特的滨海山地地形和狭长的海岸线形成了极具地域特色的滨海旅游环境，海水浴场也成为游客来青的首选之地。随着游客量增长，浴场面临巨大的承载压力和环境压力，而国内外有关旅游环境承载力的研究对象主要集中在风景名胜区、森林公园等较大规模的旅游景区[1]，关于海水浴场旅游环境承载力的量化研究有待补充。本研究所指的海水浴场旅游环境承载力是指在浴场开放期间，浴场内部自然资源、生态环境、经济、社会等要素没有受到不可逆破坏，且游客游玩的舒适度和满意度没有达到不可接受的情况下，海水浴场能够容纳游客数量的范围。海水浴场旅游环境承载力研究对于保护滨海环境，缓解人地矛盾具有重要作用。

旅游环境承载力(Tourist Environment Carrying Capacity)的研究内容主要包括内涵研究[2-3]、指标体系构建[4-5]、量化模型研究[6-7]、预警和管理研究[8-9]。学者们针对其研究角度、尺度以及研究对象特点给出了特定的旅游环境承载力内涵；指标体系围绕着资源、经济、环境、社会等方面由初期的单一化向多元化发展[1,10]；量化模型也从初期的以木桶原理为最终决定值计量方式，向兼顾不同主体需求和旅游目的地自然环境要求的量化方式发展[11]，主要有社会子系统模型[12]、生态足迹模型[13]、计算机仿真和系统动力学模型[14]、状态空间模型[15]、灰色预测模型[16]等。本研究通过构建反映青岛海水浴场自然资源、生态环境、服务水平、社会环境的多因素的指标体系，测算所选 7 处海水浴场的旅游环境承载力，以期为国内其他海水浴场旅游环境承载力计算和滨海环境保护提供参考。

1　研究对象及概况

1.1　研究对象

青岛市目前正规设立的海水浴场共 9 处(图 1)，由于银沙滩海水浴场和仰口海水浴场内部建设不完备且受周边景点冲击，浴场内承接游客量少，故选取浴场内部建设完备且承载压力巨大的其余 7 处海水浴场作为本文的研究对象。

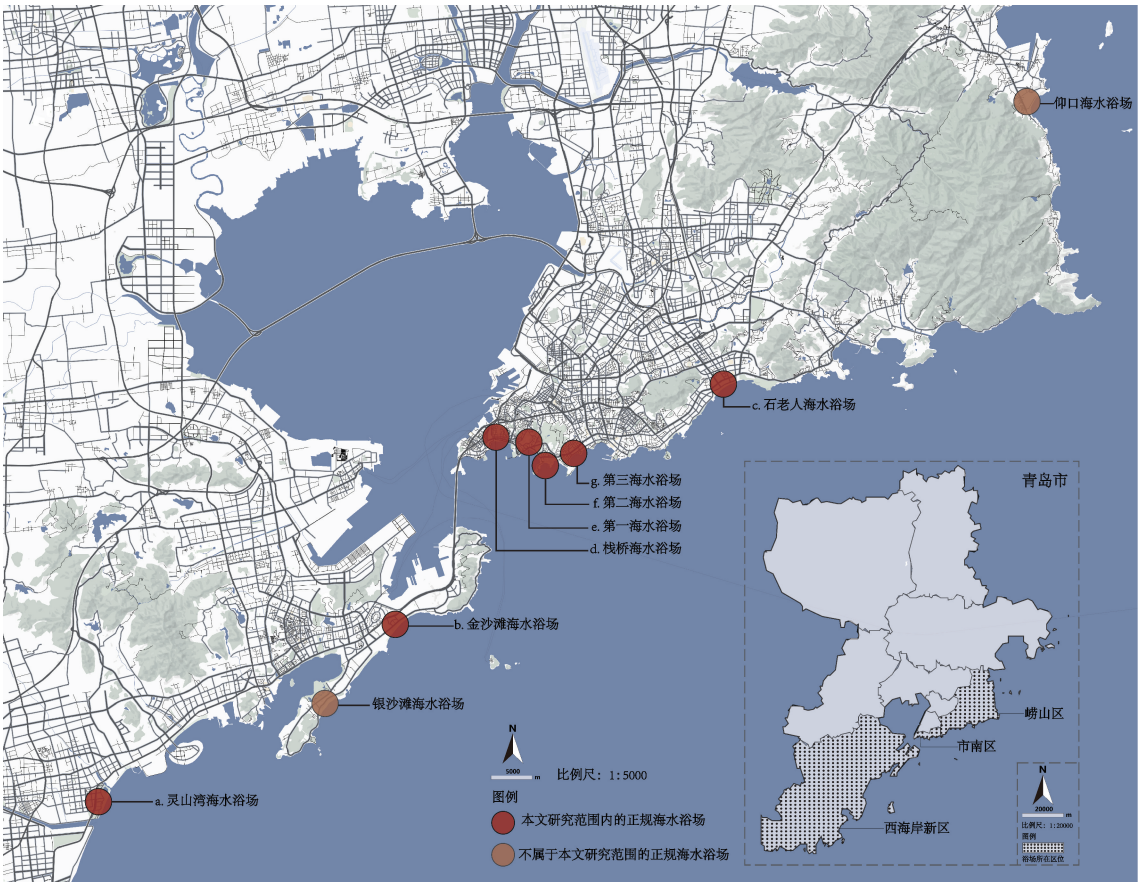


图 1　青岛市 9 处正规海水浴场区位

1.2 海水浴场空间界定

海水浴场是海水、沙滩和陆地 3 种不同属性的地貌单元相互连接的地带[17]，其内部空间类型也可按此分为 3 类：第 1 类为海域空间，以能够为游客提供安全服务及救援工作的游泳区旅游环境承载力为研究对象，非游泳区及游艇快道暂不考虑；第 2 类为沙滩空间，即海水与硬质铺装之间经过处理的砂质基面空间；第 3 类为绿化及广场空间，即浴场内沙滩外缘与城市道路之间经过规划和建设的空间。

1.3 海水浴场开放时间

受自然条件以及气候条件的影响，海水浴场旅游活动带有明显的季节性，为更好地管理浴场，提高游客在浴场内部游玩的舒适度、满意度及安全性，各海水浴场将每年 7 月 1 日—9 月 25 日（第一海水浴场为每年 6 月 1 日—10 月 7 日）设置为开放时间，本研究均计算各海水浴场开放期间的旅游环境承载力。

2 研究方法及数据的来源与处理

2.1 研究方法

1）调研与访谈法。通过现场调研和对浴场管理人员进行访谈的方法获取所需指标数据。

2）GIS 分析法。使用 ArcGIS10.8 软件对卫星影像进行矢量数据空间校正，作为本研究资源环境承载力数据来源和经济环境承载力中停车位指标的数据补充来源。

3）问卷调查与模拟法。建模模拟游泳区（第 1 类海域空间的部分空间）、沙滩区（第 2 类沙滩空间的部分空间）、休憩娱乐区（第 3 类绿化及广场空间的部分空间）在外地游客和本地居民两类游客密度下的环境状态，并在问卷中使用，以此作为外地游客和本地居民心理承载力的取值标准。

4）加权综合分析法。通过层次分析法和熵值法结合的方法确定评价指标的权重。将权重与评价体系的量化结果进行加权计算，得到各海水浴场旅游环境承载能力区间的量值。

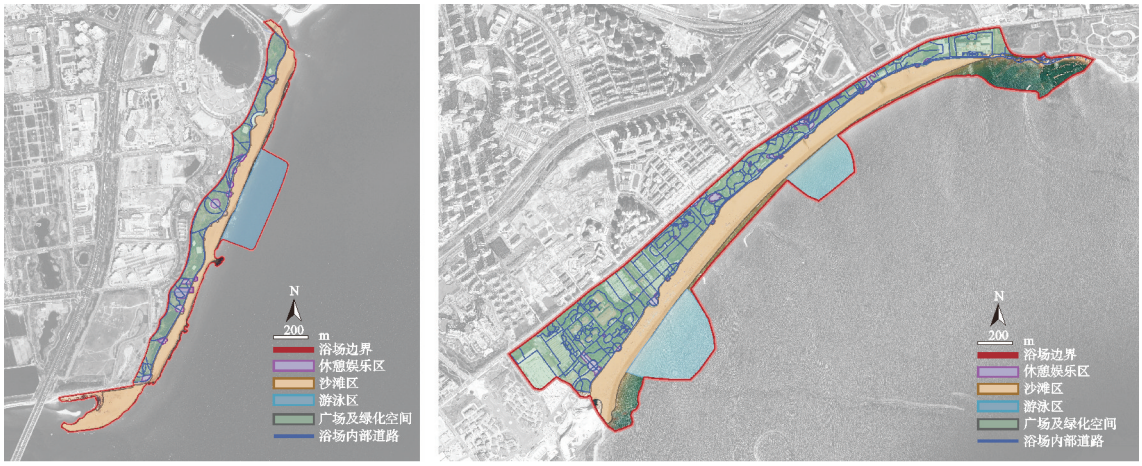
2.2 数据来源

本研究的数据类型可分为 3 类：①场地面积类及外部停车位数据，场地面积类包括游泳区面积、沙滩区面积、休憩娱乐区面积、道路长度，以美国 LandSAT-8 卫星（0.5 m 空间分辨率）2023 年 8 月拍摄的影像为数据源，使用 ArcGIS10.8 软件处理获得；②设施数量类和生态环境类数据，除停车位数据外，其余均为数量统计数据，通过实地调研和对浴场管理人员访谈获取；③心理容量类数据，通过问卷调查结合建模模拟的方式获取，并对其整理计算。

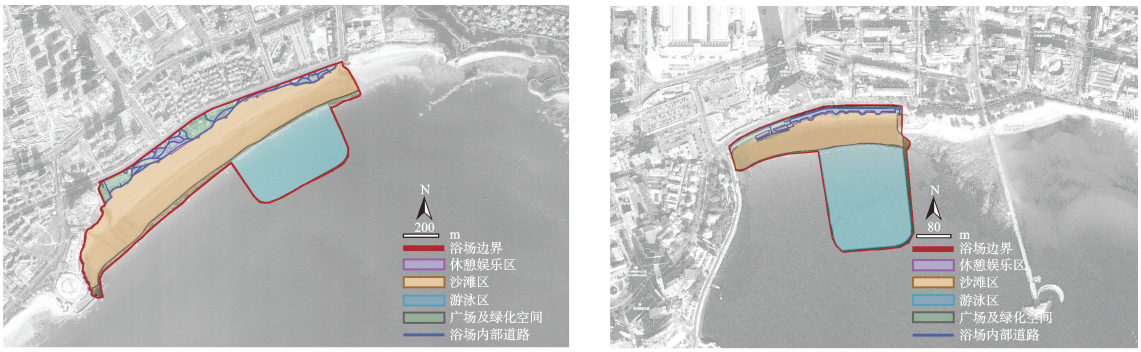
2.3 数据获取与处理

2.3.1 场地范围确定及资源数据获取

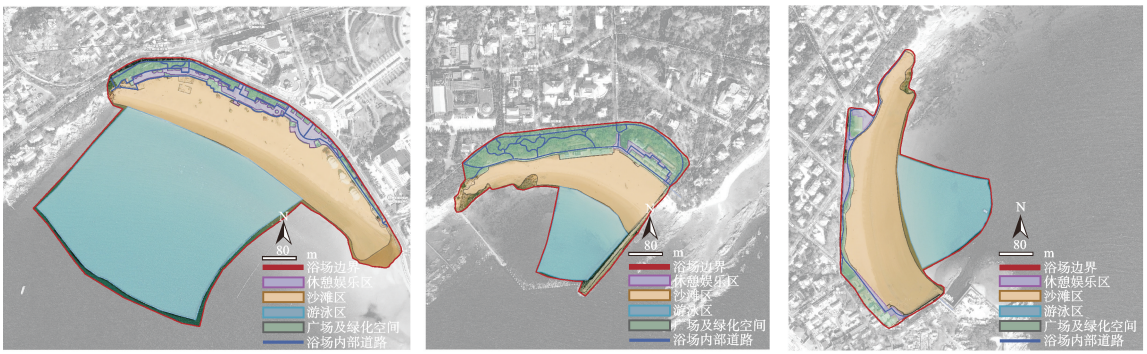
本研究利用 ArcGIS10.8 软件对各浴场场地空间进行校正，7 处海水浴场的沙滩区、休憩娱乐区、道路长度校正结果如图 2 和表 1 所示。



(a) 灵山湾海水浴场　　(b) 金沙滩海水浴场



(c) 石老人海水浴场　　(d) 栈桥海水浴场



(e) 第一海水浴场　　(f) 第二海水浴场　　(g) 第三海水浴场

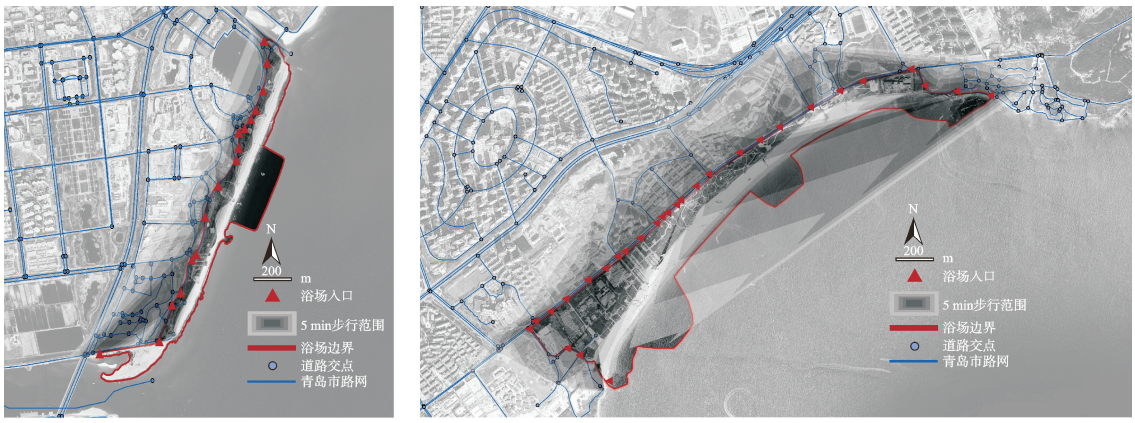
图 2　各海水浴场内部空间校正

2.3.2　等时圈构建及停车位数据整合

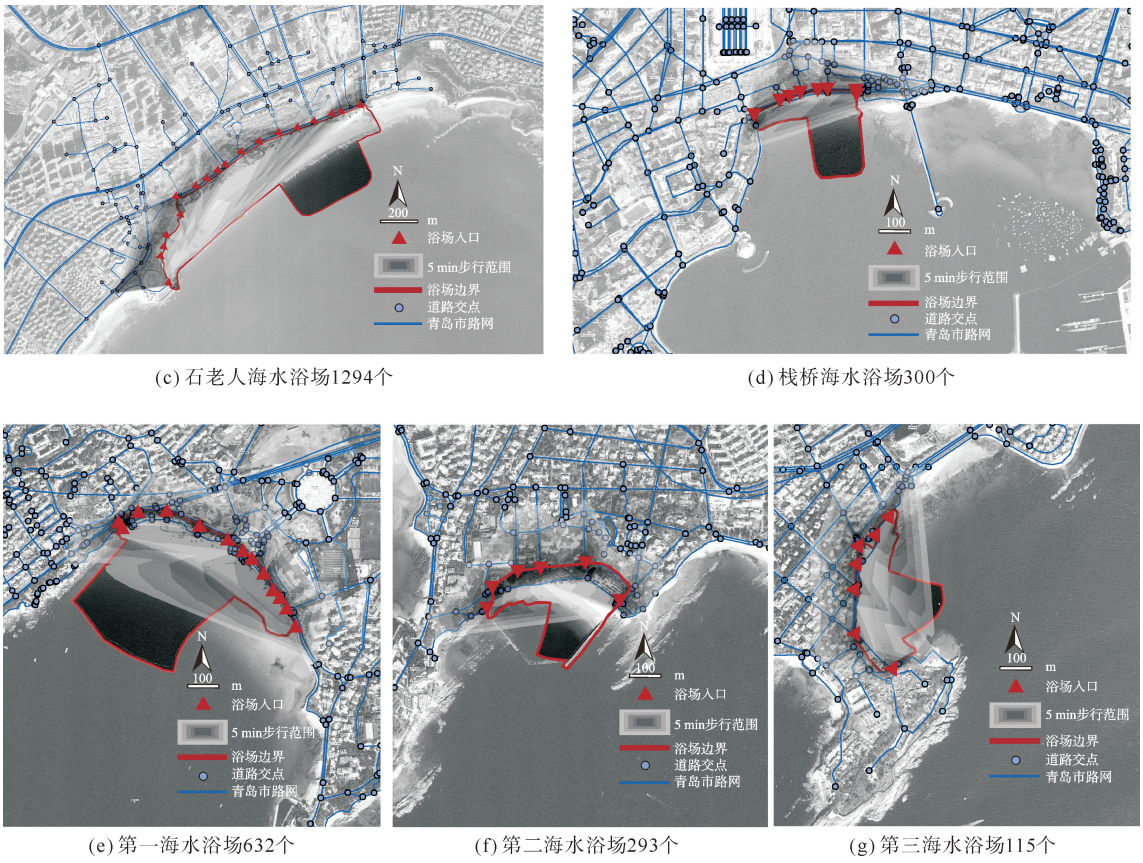
借助 ArcGIS10.8 软件的网络分析工具，分别构建 7 处海水浴场 5 min 步行范围等时圈，并实地调查等时圈内公共停车位数量，将卫星分析数据和实地调查结果整理汇总获得 7 处浴场的停车位数量，各海水浴场 5 min 步行范围及停车位数量如图 3 所示。

表 1　各海水浴场场地资源数据

浴场	休憩娱乐区面积/m^2	沙滩区面积/m^2	道路长度/m
灵山湾海水浴场	13 034	132 414	8 042
金沙滩海水浴场	23 523	307 749	26 762
石老人海水浴场	25 017	256 459	6 164
栈桥海水浴场	2 901	13 120	787
第一海水浴场	7 999	46 641	2 114
第二海水浴场	1 587	24 517	1 854
第三海水浴场	3 331	34 264	985



(a) 灵山湾海水浴场550个　　(b) 金沙滩海水浴场3648个



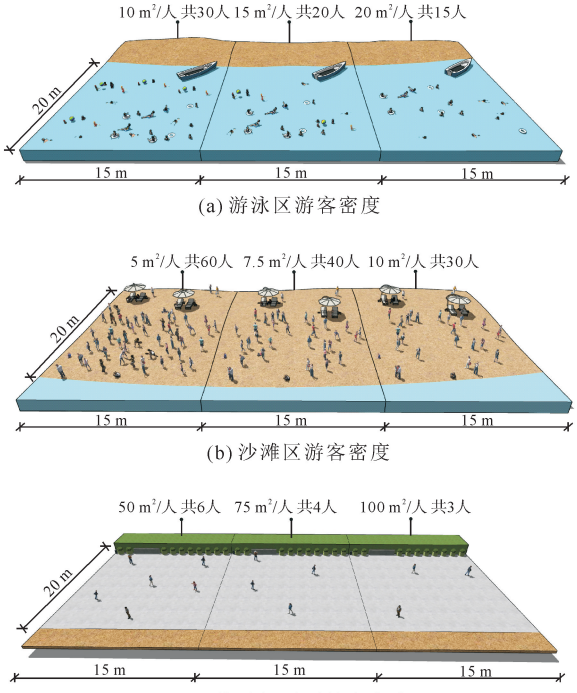
(c) 石老人海水浴场1294个　(d) 栈桥海水浴场300个

(e) 第一海水浴场632个　(f) 第二海水浴场293个　(g) 第三海水浴场115个

图3　各海水浴场5 min步行范围等时圈及停车位数量

2.3.3　社会心理数据模拟

本研究对魏宁宁等[18]问卷调查和图像捕捉技术结合的方法进行改进，以SketchUp建模模拟游客密度的方法替代图像捕捉。设计问卷并向外地游客和本地居民发放，获取其对海水浴场的使用需求和心理上对浴场内游客数量和密度的接受情况，将外地游客和本地居民心理承载力作为本研究社会心理数据的来源。以《风景名胜区总体规划设计标准》(GB/T 50298—2018)中的人群密度标准为建模依据：浴场水域10～20 m^2/人，浴场沙滩5～10 m^2/人，主景点50～100 m^2/人，建立浴场内游客密度环境模型。不同空间游客密度如图4所示。



(a) 游泳区游客密度

(b) 沙滩区游客密度

(c) 休憩娱乐区游客密度

图4　游客密度模拟

3　量化模型构建与实测

3.1　旅游环境承载力指标体系构建

海水浴场旅游环境承载力由资源环境承载力、经济环境承载力、生态环境承载力和社会环境承载力构成，如图5所示。

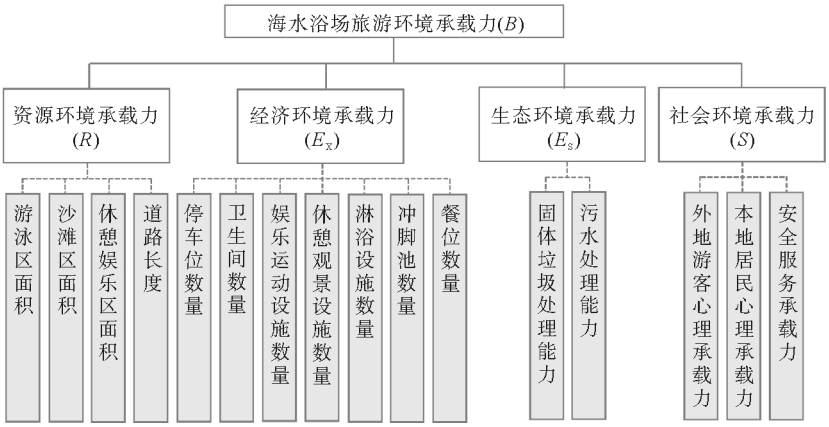


图 5　海水浴场旅游环境承载力指标体系

3.2　确定评价指标权重

将熵值法(The Entropy Method，TEM)和层次分析法(Analytic Hierarchy Process，AHP)结合，确定海水浴场旅游环境承载力评价体系的权重。计算 2 种权重结果后归一得到综合权重，结果如表 2 所示。

表 2　综合权重计算结果

目标层	准则层	指标层	AHP 权重	TEM 权重	综合权重
海水浴场旅游环境承载力(B)	资源环境承载力(R)	游泳区面积	0.1402	0.0352	$W_R=0.58$
		沙滩区面积	0.1403	0.0604	
		休憩娱乐区面积	0.2355	0.0561	
		道路长度	0.0853	0.0843	
	经济环境承载力(E_X)	停车位数量	0.0643	0.0671	$W_{E_X}=0.31$
		卫生间数量	0.0507	0.0537	
		娱乐运动设施数量	0.0505	0.0489	
		休憩观景设施数量	0.0450	0.0757	
		淋浴设施数量	0.0347	0.0357	
		冲脚池数量	0.0335	0.0572	
		餐位数量	0.0280	0.0765	
	生态环境承载力(E_S)	固体垃圾处理能力	0.0258	0.0714	$W_{E_S}=0.06$
		污水处理能力	0.0235	0.0602	
	社会环境承载力(S)	外地游客心理承载力	0.0200	0.0705	$W_S=0.05$
		本地居民心理承载力	0.0135	0.0705	
		安全服务承载力	0.0092	0.0766	

3.3　海水浴场旅游环境承载力量化模型构建与实测分析

分析各指标承载力的特点，以指标层实测值相加的方法确定资源环境承载力的量化结果；采用木桶原理确定经济、生态和社会环境承载力的量化结果。最后将综合权重与各准则层量化结果结合得到海水浴场旅游环境承载力。

3.3.1　量化模型构建

1) 资源环境承载力量化模型。

资源环境承载力：

$$R=\sum R_i+C \quad (i=1,2,3) \tag{1}$$

式中：R 为资源环境承载力，人/d；R_i 为游泳区、沙滩区和休憩娱乐区3类空间的面积环境承载力，人/d；C 为道路长度的旅游环境承载力，人/d。

游泳区面积、沙滩区面积、休憩娱乐区面积的承载力均采用面积法计算其承载力：

$$R_i=D_i/d_i\times T/t_i \tag{2}$$

式中：D_i 为不同空间的面积，m^2；d_i 为不同空间游客游览的合理密度，m^2/人；T 为浴场每日开放时长，min/d；t_i 为游览不同空间平均需要的时间，min。

海水浴场道路长度承载力采用不需要按原路返回的完全游道测算法：

$$C=L/N\times T/m \tag{3}$$

式中：L 为道路长度，m；N 为游客占有合理的道路长度，m/人，参考李佳[19]对公园类户外空间承载力的研究，结合海水浴场环境特点，取值为5 m/人；m 为游览完浴场所有道路及观赏、驻足等所需要的时间，min。

2）经济环境承载力量化模型。

木桶原理最符合经济环境承载力的计算原理：

$$E_X=\min(E_{X1},E_{X2},E_{X3},E_{X4},E_{X5},E_{X6},E_{X7}) \tag{4}$$

式中：E_X 为经济环境承载力，人/d；E_{X1} 为停车位承载力，人/d；E_{X2} 为卫生间承载力，人/d；E_{X3} 为娱乐运动设施承载力，人/d；E_{X4} 为休憩观景设施承载力，人/d；E_{X5} 为淋浴设施承载力，人/d；E_{X6} 为冲脚池承载力，人/d；E_{X7} 为餐位承载力，人/d。

停车位承载力计算公式：

$$E_{X1}=\sum[J_i\times(T/e_i)\times P_i]\quad(i=1,2,3) \tag{5}$$

式中：J_i 为浴场一定时间内第 i 类车位数量，辆；e_i 为第 i 类车在停车场停留时间，min；P_i 为第 i 类车的平均载客数量，人/辆。

其余设施承载力计算公式：

$$E_{Xi}=Q_i\times T/r_i\quad(i=2,3,4,\cdots,7) \tag{6}$$

式中：E_{Xi} 为其余设施承载力，人/d；Q_i 为各设施能服务的游客数量，人；其中，Q_2 为卫生间能服务的游客数量，人；Q_3 为娱乐运动设施能服务的游客数量，人；Q_4 为休憩观景设施能服务的游客数量，人；Q_5 为淋浴设施能服务的游客数量，人；Q_6 为冲脚池能服务的游客数量，人；Q_7 为餐位能服务的游客数量，人；r_i 为各设施平均使用时间，min。

3）生态环境承载力量化模型。

各海水浴场地下铺设的污水处理管线功能完备，不会成为海水浴场旅游环境承载的限制性因素，因此生态环境承载力由固体垃圾处理能力指标决定。调查各浴场环卫人员数量，统计得到每位环卫工人每天能处理100 kg垃圾，每位游客每天平均产生0.5 kg垃圾。

$$E_S=(H\times U)/O \tag{7}$$

式中：E_S 为生态环境承载力，人/d；H 为浴场环卫人员的数量，人/d；U 为环卫工人的垃圾处理能力，kg/d，本研究取值为100 kg/d；O 为游客产生的垃圾量，kg/d，本研究取值为0.5 kg/d。

4）社会环境承载力量化模型。

采用木桶原理确定海水浴场社会环境承载力结果：

$$S=\min(S_1,S_2,S_3) \tag{8}$$

式中：S 为社会环境承载力，人/d；S_1、S_2、S_3 分别为全日外地游客心理承载力、全日本地居民心理承载力、安全服务承载力，人/d。

全日外地游客心理承载力是指外地游客在浴场开放期间心理上能够接受的游客量：

$$S_1=(T/y)\times(A/G) \tag{9}$$

式中：y 为游客在海水浴场的平均游玩时间，min；A 为海水浴场可供游览的面积，m^2；G 为外地游客不产生反感的游客密度，m^2/人。

全日本地居民心理承载力是指本地居民在浴场开放期间心理上能够接受的游客量：

$$S_2=(T/y)\times(A/Z) \tag{10}$$

式中：Z 为本地居民不产生反感的游客密度，m^2/人。

根据《青岛市海水浴场管理条例》规定：每位固定浴场管理人员最多可管理 100 名游客，经实地调研发现，浴场开放期间的工作人员均为固定人员。安全服务承载力为

$$S_3=M\times F_1 \tag{11}$$

式中：M 为景区固定工作人员数量，人/d；F_1 为每位固定浴场管理人员可以管理的游客数量，人/人；根据《青岛市海水浴场管理条例》规定，取值为 100 人/人。

5）海水浴场旅游环境承载力量化模型。

海水浴场旅游环境承载力量化模型为

$$B=W_R\times R+W_{E_X}\times E_X+W_{E_S}\times E_S+W_S\times S \tag{12}$$

式中：B 为海水浴场旅游环境承载力，人/d；W_R、W_{E_X}、W_{E_S}、W_S 分别为资源、经济、生态、社会环境承载力的综合权重。

3.3.2　海水浴场综合旅游环境承载力实测

将实地调研访谈、问卷调查以及 ArcGIS10.8 分析得到的数据进行整理，按照量化模型计算得到各海水浴场在开放期间的日承载力，如图 6 所示。浅绿、浅蓝、浅橙段代表浴场最低的承载力，当实际旅游人数低于此数值时表示浴场处于弱载状态，浴场的内部资源利用不足。深绿、深蓝、深橙段代表浴场最高的承载力，当实际旅游人数高于此数值时表示浴场处于超载状态，浴场的内部资源无法满足游客旅游需求。

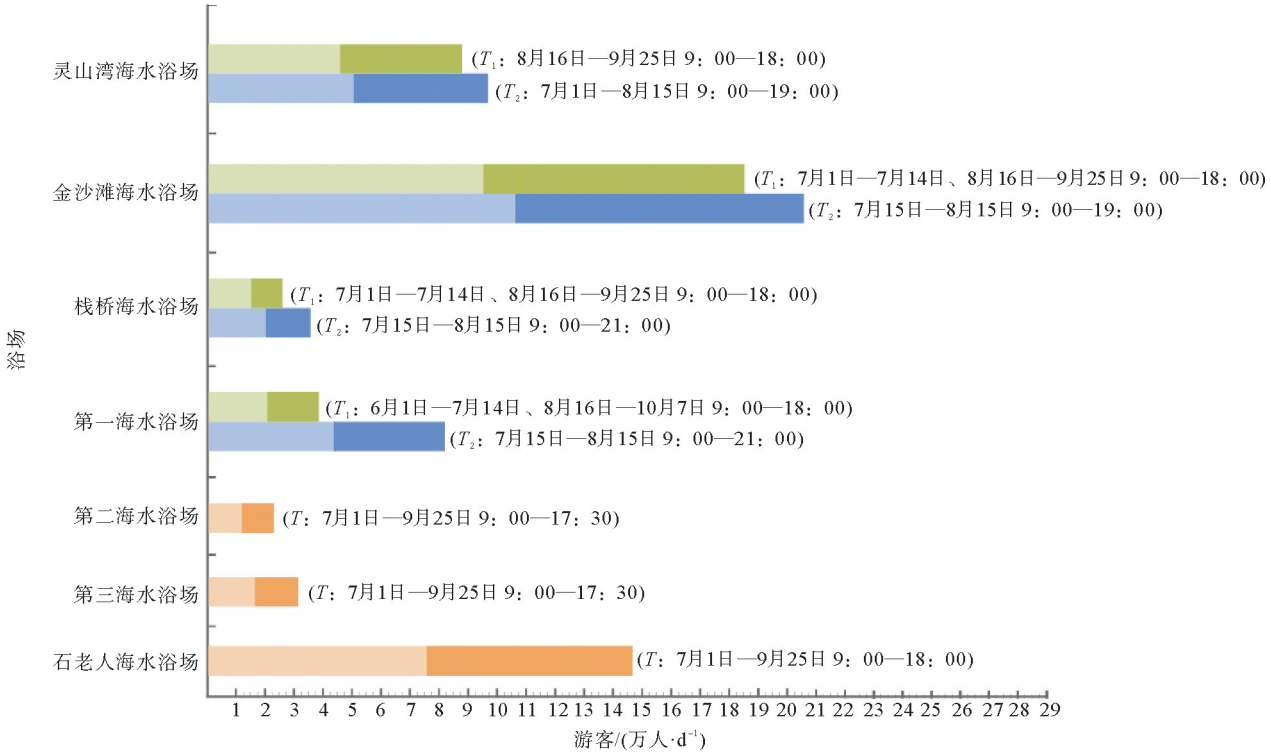


图 6　各海水浴场旅游环境承载力量化结果

T_1：浴场在开放期间每日开放时间相对较短时的游客量；

T_2：浴场在开放期间每日开放时间相对较长时的游客量；

T：每日开放时间固定时浴场的单日游客量

3.3.3 结果与分析

由图6可知,旅游环境承载力最大的是金沙滩海水浴场,其承载量最高为20 5062人/d;第二海水浴场日承载力最小,其承载量最高为23 807人/d。第二海水浴场、第三海水浴场和石老人海水浴场的开放时间固定,其余4处浴场的开放时间在特定日期延长。将第二海水浴场、第三海水浴场和石老人海水浴场参与其余4处浴场不同开放时长下的承载力排序,发现在开放时间为T_1时,7处海水浴场旅游环境承载力排序为:金沙滩海水浴场>石老人海水浴场>灵山湾海水浴场>第一海水浴场>第三海水浴场>栈桥海水浴场>第二海水浴场;在开放时间为T_2时,7处海水浴场旅游环境承载力排序为:金沙滩海水浴场>石老人海水浴场>灵山湾海水浴场>第一海水浴场>栈桥海水浴场>第三海水浴场>第二海水浴场。

1)在游客密度方面,本地居民和外地游客两类游客均表示当前浴场内的人数及密度已经远超其心理预期,希望浴场内各部分空间的游客密度越低越好。45%的游客认为其在海水浴场活动满意度明显下降。因此,在必要时应采取限流等管理措施保护浴场环境,满足游客旅游需求。

2)在游客位置分布方面,海水浴场内游客分布不均。从浴场不同地貌空间上看:游客主要聚集在沙滩与海水交界的浅水区以及沙滩前岸,靠近陆地的沙滩部分以及广场区、绿地区等空间游客量大幅下降;从海岸线延伸上看:游客主要聚集在中部沙质细软的区域,两侧粗质沙滩游客量少。因此,浴场应进行合理的内部引流,避免游客聚集在同一位置造成局部拥挤以及其余空间设施的资源浪费。

3)在需求方面,不同类型的游客需求不同。本地居民多选择自驾的方式前往浴场,对浴场内的停车位、餐位等设施需求较高,而外地游客则更希望浴场内有更多类型的娱乐和休憩设施。

4 结论

1)海水浴场旅游环境承载力与场地面积大小成正比。分别计算7处海水浴场游泳区、沙滩区以及休憩娱乐区面积之和,排序发现,浴场面积大小与其旅游环境承载力大小排序一致:金沙滩海水浴场>石老人海水浴场>灵山湾海水浴场>第一海水浴场>第三海水浴场>栈桥海水浴场>第二海水浴场。因此,海水浴场的场地面积越大其旅游环境承载力也就越大。

2)资源环境承载力成为海水浴场旅游环境承载力结果的重要影响层。在资源、经济、生态、社会4个准则层里,资源环境承载力权重为58%,因此各海水浴场的旅游环境承载力结果基本由其资源环境承载力决定。

参考文献(References):

[1] 孙晋坤,章锦河,李曼,等.近十年国内外旅游环境承载力研究进展与启示[J].地理与地理信息科学,2014,30(2):86-91.
SUN Jinkun,ZHANG Jinhe,LI Man,et al. Progress and enlightenment of research on tourism environment carrying capacity in the past decade[J]. Geography and Geo-Information Science,2014,30(2):86-91.

[2] 张瑾珲,王志泰,邢龙.基于空间分析法的喀斯特山体公园空间承载力及提升策略:以黔灵山公园为例[J].中国园林,2020,36(3):120-125.
ZHANG Jinhui,WANG Zhitai,XING Long. Spatial bearing capacity and improving strategy of Karst mountain parks based on spatial analysis:A case study of Qianlingshan Park[J]. Chinese Landscape Architecture,2020,36(3):120-125.

[3] TERVO-KANKARE K,KAJÁN E,SAARINEN J. Costs and benefits of environmental change:Tourism industry's responses in arctic finland[J]. Tourism Geographies,2018(2):1-22.

[4] 马瑞婷.希拉穆仁草原生态旅游环境承载力综合评价和优化路径研究[D].呼和浩特:内蒙古财经大学,2022.
MA Ruiting. Research on the comprehensive evaluation and optimization path of ecotourism environmental carrying capacity in Xilamuren Grassland[D]. Hohhot:Inner Mongolia University of Finance and Economics,2022.

[5] 牛方曲,封志明,刘慧.资源环境承载力评价方法回顾与展望[J].资源科学,2018,40(4):655-663.
NIU Fangqu,FENG Zhiming,LIU Hui. A review on evaluating methods of regional resources and environment carrying capacity[J]. Resources Science,2018,40(4):655-663.

[6] BRANDOLINIP,FACCINI F,PALIAGA G,et al. Urban geomorphology in coastal environment:Man-made morphological changes in a seaside tourist resort(Rapallo,Eastern Liguria,Italy)[J]. Quaestiones Geographicae,2017,36(3):97-110.

[7] 杨秀平.基于时间维度的旅游环境承载力动态研究[J].干旱区资源与环境,2007,21(9):93-97.
YANG Xiuping. Dynamic analysis of tourism environment carrying capacity based on time-dimension[J]. Journal of Arid Land Re-

sources and Environment，2007，21(9)：93-97.

[8] BUDRUK M，VALLIERE W，MANNING R，et al. Crossing programmatic boundaries：Integrative approaches to managing the quality of the visitor experience[J]. The George Wright Forum，2011，18(3)：124-131.

[9] 王佳. 我国沿海地区旅游环境承载力预警研究[D]. 青岛：中国海洋大学，2014.
WANG Jia. Study on the early-warning of tourism environmental carrying capacity in coastal areas in China[D]. Qingdao：Ocean University of China，2014.

[10] 时朋飞，李星明，熊元斌. 区域美丽中国建设与旅游业发展耦合关联性测度及前景预测：以长江经济带 11 省市为例[J]. 中国软科学，2018，33(2)：86-102.
SHI Pengfei，LI Xingming，XIONG Yuanbin. Coupling measurement and prospect forecast of regional "beautiful China" construction and tourism industry development：A case study of 11 provinces along the Yangtze River economic belt[J]. China Soft Science，2018，33(2)：86-102.

[11] BIMONTE S，PUNZO L. Tourism，residents' attitudes and perceived carrying capacity with an experimental study in five Tuscan destinations[J]. International Journal of Sustainable Development，2011，14(3)：242-261.

[12] 杨秀平. 旅游环境承载力动态模型的构建及应用研究[D]. 秦皇岛：燕山大学，2005.
YANG Xiuping. Research on the construction and application of dynamic model of carrying capacity of tourism environment[D]. Qinhuangdao：Yanshan University，2005.

[13] 刘佳，于水仙. 山东省旅游环境承载力与旅游经济增长动态关系研究[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版)，2013，26(4)：58-63.
LIU Jia，YU Shuixian. A study on dynamic relationship between tourism environmental carrying capacity and tourism economic growth in Shandong Province[J]. Journal of Ocean University of China(Social Sciences)，2013，26(4)：58-63.

[14] STEVEN R L，ROBERT E，WILLIAN A. Proactive monitoring and adaptive management of social carrying capacity in arches national park：An application of computer simulation modeling[J]. Environment Management，2003，68(3)：305-313.

[15] 王友明. 基于可持续发展的苏南城市旅游环境承载力[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版)，2011，30(5)：793-796.
WANG Youming. Evaluation on bearing capacity of tourism environment in Southern Jiangsu cities based on sustainable development[J]. Journal of Liaoning Technical University(Natural Science)，2011，30(5)：793-796.

[16] 覃超英. 广西西江经济带旅游环境承载力研究[D]. 南宁：广西师范学院，2018.
QIN Chaoying. Study on the tourism environment carrying capacity of Guangxi West River economic belt[D]. Nanning：Guangxi Teachers Education University，2018.

[17] 宫斌. 基于使用状况评价(POE)的海水浴场空间优化策略研究：以青岛为例[D]. 青岛：青岛理工大学，2019.
GONG Bin. Study on optimization strategy of bathing beach based on post occupancy evaluation(POE)：A case study of Qingdao[D]. Qingdao：Qingdao University of Technology，2019.

[18] 魏宁宁，张全景，林奕冉，等. 旅游承载力评估在海滩旅游管理中的应用[J]. 经济地理，2019，39(3)：210-217.
WEI Ningning，ZHANG Quanjing，LIN Yiran，et al. Application of tourism carrying capacity assessment in beach tourism management[J]. Economic Geography，2019，39(3)：210-217.

[19] 李佳. 长春市吊水壶国家森林公园旅游环境承载力研究[D]. 长春：吉林农业大学，2020.
LI Jia. Study on the tourism environmental carrying capacity of Changchun Diaoshuihu National Forest Park[D]. Changchun：Jilin Agricultural University，2020.

（责任编辑　赵金环；英文校审　程文华）