

供需视角下的城郊湿地公园适应性规划实证研究

——以杭州西溪国家湿地公园为例^{*1}

李咏华¹ 范雪怡¹ 马淇蔚^{*1, 2}

(1. 浙江大学区域与城市规划系, 中国浙江杭州 310058;

2. 北卡罗来纳大学教堂山分校城市与区域规划系, 美国北卡罗莱纳州教堂山 27514)

【摘要】：针对当前湿地公园在空间规划中存在的供需背离问题，提出引入适应性规划的必要性。适应性规划是从供需双视角出发，以社会主体的价值需求为基础，对规划过程进行价值预判与评估，再将结果反馈到当前规划设计中，以实现规划供给与社会需求在空间适应性发展过程中的互动考量。选取杭州市西溪国家湿地公园为研究对象，基于社会调查数据，应用核密度分析、插值分析和空间阻隔分析等研究方法，进行需求视角下的社会价值评估和供给视角下的可达性分析，识别两者空间布局特征，结果表明：①社会价值评分较高和较低区域的空间特征分别呈现“节点规模集聚”和“边缘区依附”；②空间可达性较高和较低区域的空间特征分别呈现“线状集聚”和“岛状收缩”。在此基础上，从供需关系的互动考量出发，将社会价值评估结果和可达性特征分布进行空间叠合，识别供需互动下的四种空间分异模式，并提出相应的适应性规划策略。

【关键词】：供需视角；适应性规划；社会价值；空间可达性；西溪湿地公园；杭州

【中图分类号】：F590.31 **【文献标志码】**：A **【文章编号】**：1000 - 8462 (2018) 01 - 0204 - 08

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2018.01.026

湿地公园作为保护湿地生态系统和提升城市生活品质的重要载体与有效途径^[1]，近年来在全国范围内的规划建设呈急剧增长态势，湿地生境的保育修复，结合游憩空间的功能塑造，湿地公园的发展取得一定成效。然而，快速推进的湿地公园建设面临着如下现实问题：①因受经济、社会等因素阶段性的扰动，游憩空间的规划设计难以展现蓝图式的预期效果；②作为影响空间在功能定位、路网组织与景点资源开发等方面的重要决策因素，游憩者的多元空间诉求与行为偏好，在实际设计中考虑不足。针对上述问题，现有湿地公园研究以生态保护为基础，可概述为：从供给视角出发的湿地景观规划研究，包括生态资源保护^[2]、空间形态设计^[3]及交通路网组织^[4]等，研究较多停留在规划整体性、系统性的静态单一视角，对规划过程的动态不确定性、周

¹ 收稿时间：2017 - 07 - 25；修回时间：2017 - 09 - 08

基金项目：国家自然科学基金重点项目（51238011）；国家自然科学基金面上项目（51578483）

作者简介：李咏华（1973—），女，山东济宁人，博士，副教授。主要研究方向为城市韧性与生态智慧、景观生态规划、绿色基础设施及城市空间增长等。E-mail: lyh_zju@126.com。

***通讯作者**：马淇蔚（1992—），男，浙江宁波人，博士研究生。主要研究方向为区域与城市规划、生态系统服务、绿色基础设施等。E-mail: maqiwei@zju.edu.cn。

期性变化考虑不足。而从需求视角出发的游憩者调查与评估研究，包括旅游体验^[6]、游憩者偏好^[6-7]、社区参与^[8]等，研究一定程度上考虑了游憩者的多元需求，但在对应于空间决策的规划影响上有所欠缺。

适应性规划是实现多元主体需求下的规划目标的空间反馈过程^[9-11]。湿地公园的适应性规划模型机制如下（图 1）：基于游憩者行为偏好对游憩空间的规划供给进行分析，通过社会价值评估体系表征游憩者的社会需求，并将评估结果反馈给已有空间，作为下一阶段规划设计准则；经精细化更新后的游憩空间，在满足游憩者的多元需求同时，诱发因空间重组而衍生的新的需求变化，进一步影响游憩者在新一轮规划过程中的行为决策。

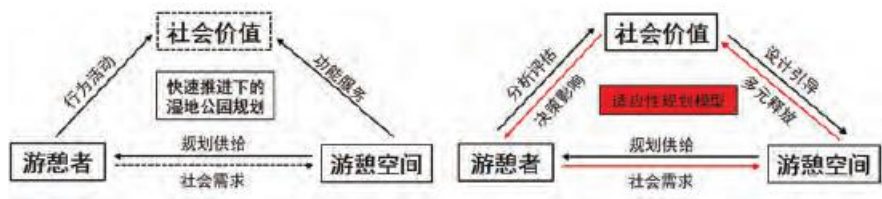


图1 湿地公园当前规划状态(左)与适应性规划模型机制(右)
Fig.1 Current planning status and adaptive planning model

本文以杭州市西溪国家湿地公园（以下简称西溪湿地）为例，基于湿地公园的适应性规划模型，在技术层面应用需求视角下的社会价值评估与供给视角下的可达性分析，将两种方法得到的结果进行空间叠合，以探讨西溪湿地的供需分异现状，并提出相应的规划策略。

1 研究对象及数据来源

西溪湿地作为全国首个国家湿地公园，是国内第一个集城市湿地、农耕湿地和文化湿地于一体的罕见湿地，具有很高的生态价值。规划初期，西溪湿地位于杭州西北近郊，在城市“旅游西进”的发展战略推动下，与南侧的西湖风景名胜区共同成为市区内的核心游憩地带，兼具极高的旅游价值和社会文化价值。自 2005 年开展试点建设以来，规划预测的空间发展模式难以适应日益增长的旅游游憩需求，而伴随城市居民生活品质的提高，对于湿地公园在科学教育、康体健身、文化娱乐等方面的功能优化亦有着强烈的要求。由此可见，西溪湿地的空间发展亟需做出适应性的规划调整。

本研究以此为前提，展开西溪湿地的适应性规划探讨，选取已开发完善的一期和二期区域作为研究范围（图 2）。数据源包括公众对于湿地公园的社会价值调查数据，采集方式为线上网络平台与线下实地走访；2015 年覆盖西溪湿地卫星遥感影像数据；空间数据包括绿地水系数据、道路路网数据等；相关规划及经济社会数据包括一期、二期工程详细规划（2004、2006 年），西溪湿地所在区域相关社会经济统计资料等。

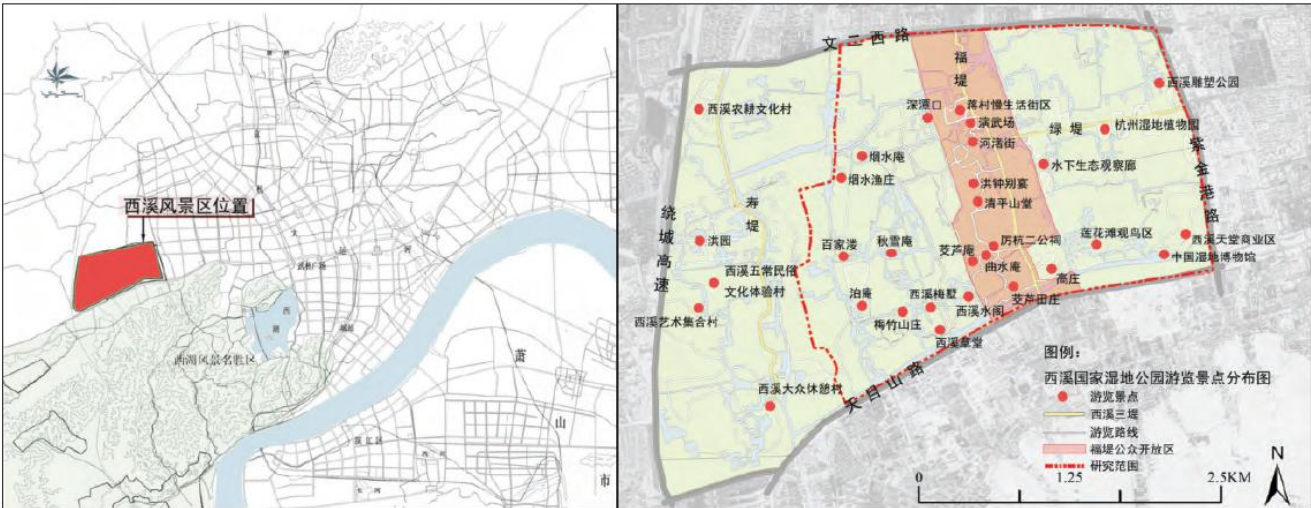


图2 西溪国家湿地公园区位及游览景点分布图
Fig.2 Xixi National Wetland Park location and tourist attractions map

2 研究方法

本文采用的研究方法从供需两个视角出发，分别为需求视角下的社会价值评估，包括社会调查与空间制图的定量化分析；以及供给视角下的空间可达性测度，作为评估空间信息可获得性和可进入性状态的有效工具^[12]。

2.1 社会调查与数据收集

本研究开展线上与线下相结合的问卷调查形式，线上网络平台的问卷调查，目的在于获取公众对于湿地公园社会价值各类别的重要度排序，从而计算出选项的平均综合得分=（ $\sum$ 频数 $\times$ 权值）/本题填写人次。湿地公园的社会价值分类参考 Sherrouse 等^[13]，结合本研究的实地考察与预调研，最终确定为美学价值、文化价值、学习价值、健身价值和娱乐价值共五类（表1）。线上问卷针对公众对于西溪湿地的认知进行调查，以此得出社会价值各类型的权重占比，作为社会价值总评分的空间叠加依据。线上问卷开展时间为2017年5月17~21日，共发放259份问卷，有效回收225份，有效回收率为87.26%。

表1 各类型社会价值的重要度排序评分

社会价值类型	重要度排序	选项平均综合得分	权重百分比/%
美学价值	1	4.22	27
文化价值	2	3.83	24
学习价值	3	3.54	22
健身价值	4	2.54	15
娱乐价值	5	2.00	12
社会价值总分	-	16.13	100

线下问卷采用随机抽样的方法进行问卷数据的收集。选取河渚街、茭芦田庄、绿堤西入口 3 个位置邀请游憩志愿者填写问卷，并进行地图空间标点及评分。要求志愿者基于自身的游憩感受将 100 分的假定分值按梯度分配给 5 种社会价值类型，并在空间上标注出能够代表这一价值类型的坐标点。其中各空间点评分，每一种价值类型的得分最终采用归一化处理，使用公式 (1)。2017 年 4 月底到 5 月初，选取节假日和周末人流量较高的时间节点，总计邀请 64 名志愿者参与调查，收回有效问卷和图纸共 62 份，有效回收率为 96.8%。

$$y = (x - \min Value) / (\max Value - \min Value) \quad (1)$$

式中：x、y 分别为转换前、后的值；maxValue、minValue 分别为样本的最大值和最小值。

2.2 空间制图方法

2.2.1 核密度分析

核密度分析能够较好地反映出社会价值点的分布和连续的聚集程度^[14]，若一区域具有密集的点分布，则该区域地理事件发生的概率高；反之则概率低^[15]。

$$f_n(x) = \frac{1}{nh_n} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h_n}\right) \quad (2)$$

式中：n 为采集的社会价值点样本数；h_n 为搜索半径； $K\left(\frac{x - x_i}{h_n}\right)$ 为核函数。为了能够准确反映社会价值点的分布特征，参考本研究的尺度范围，选取 100 m 为距离阈值。

2.2.2 样条函数插值分析

样条函数法 (Spline) 是使用一种数学函数，对一些限定的点值，通过控制估计方差，用多项式拟合的方法来产生平滑的插值曲线，因此较多适用于逐渐变化的表面，如温度^[16]、高程^[17]、降水量^[18]等。

$$Z = \sum_{i=1}^n A_i d_i^2 \ln d_i + a + bx + cy \quad (3)$$

式中：Z 为待估值的栅格值；d_i 为插值点到第 i 个价值标点的距离；a + bx + cy 为评分的局部趋势函数；x、y 为插值点

的地理坐标； $\sum_{i=1}^n A_i d_i^2 \ln d_i$ 为一个基础函数，通过它可以获得最小化表面曲率；A_i、a、b 和 c 为方程系数；n 为用于插值的价值点数目。

2.2.3 反距离权重法分析

反距离权重法是对采样点进行线性的加权来决定输出的栅格值，加权与距离成反比，输入点离输出栅格越远，对输出栅格的影响越小^[19]：

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(d_i)^p} Z(x_i)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(d_i)^p}} \quad (4)$$

式中：Z 为空间综合可达性的栅格值；Z(x_i) 为第 i 个 OD 点的数据；n 为用于数据插值的 OD 点数目；d_i 为插值点到第 i 个 OD 点的距离；p 为距离的幂。

2.2.4 综合可达性测度的空间阻隔分析

综合可达性是指一点至区域中所有点的空间阻隔^[20]，可计算其空间阻隔的总和或均值：

$$A_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n C_{ij} \text{ 或 } A_i = \frac{1}{n} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n C_{ij} \quad (5)$$

式中：C_{ij} 为网络中一点至另一点的空间阻隔；A_i 为 i 区的综合可达性。空间阻隔的指标为两点间的空间直线距离和时间出行成本。

本文将交通方式分为城市道路、电瓶车、电瓶船、步行和停车路线，经测速取均值，速度分别为 500m/min、250 m/min、117 m/min、67 m/min、250 m/min（表 2）。依据各行进速度计算 OD 点的时间成本矩阵，以路网的每个交叉点作为“节点”，加载“起始点”和“目的地点”，计算出 OD 点可达性的分布状况。

表 2 各种游线类型的行进速度

游线类型	行进速度（m/min）	行进速度（km/h）
城市道路	500	30
电瓶车游线	250	15
电瓶船游线	117	7
步行游线	67	4
停车路线	250	15

3 供需视角下的游憩空间规划评估

3.1 需求视角下的社会价值评估

3.1.1 社会价值评估的调查统计分析

本研究中的 62 名志愿者样本特征：性别构成男女比例接近于 1：1，年龄构成 35 岁以下群体占比 69%，文化程度本科以上学历占比 80%，故而可以认定志愿者的评分结果具备一定的代表性。志愿者对于不同类型社会价值空间标点数量的排序为：美学价值数量最多，其次为文化价值、娱乐价值、学习价值和健身价值。而在空间点评分中 40 分与 30 分的高分值点较多集中在美学价值与文化价值中，具体标注数量与评分统计详见表 3。

表 3 各类型社会价值空间标点的数量及评分统计

社会价值类型	空间标点 总计数	空间点评分统计	评分归一 化处理
美学价值	205 个	40 分（12 个）	1
		30 分（79 个）	0.75
		20 分（66 个）	0.50
		10 分（26 个）	0.25
		0 分（22 个）	0
文化价值	160 个	40 分（3 个）	1
		30 分（42 个）	0.75
		20 分（80 个）	0.50
		10 分（29 个）	0.25
		0 分（6 个）	0
学习价值	83 个	30 分（1 个）	1
		20 分（24 个）	0.67
		10 分（47 个）	0.33
		0 分（11 个）	0
健身价值	78 个	50 分（1 个）	1
		40 分（4 个）	0.75
		30 分（9 个）	0.50
		20 分（24 个）	0.25
		10 分（40 个）	0
娱乐价值	97 个	30 分（6 个）	1
		20 分（30 个）	0.50
		10 分（61 个）	0

注：社会价值点空间总标注个数为 623 个。

3.1.2 社会价值评估的空间制图分析

社会价值点空间分布的核密度分析如图 3，其热度区域按等级分类：热度最高的区域为河渚街、莲花滩和湿地博物馆；热度中等的区域为深潭口、水下生态观察廊和芦苇荡；热度较低的区域为高庄、湿地植物园等。

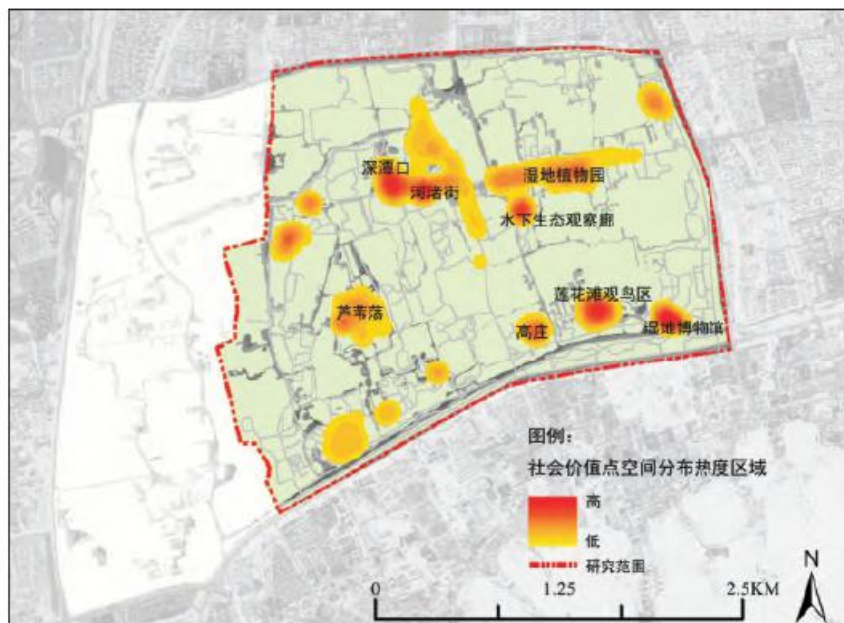


图3 社会价值点空间分布热度区域
Fig.3 Kernel density analysis of social values

各类型社会价值评分采用样条函数插值法分析如图 4，其中美学价值评分较高的区域集中在虾龙滩生态保育区、绿堤以及莲花滩附近；文化价值和学习价值评分较高的区域则覆盖西溪湿地二期开发的地域；健身价值评分较高的区域分布在福堤与绿堤两条轴带上；娱乐价值评分较高的区域集中在西溪天堂商业区、蒋村慢生活街区和周家村公园主入口东侧范围。

3.1.3 社会价值评估总体特征识别

参照表 1 将图 4 中的各社会价值评分图乘以指定的权重，经叠加求和得到社会价值总评分的空间分布图 5。社会价值评分较高的区域，其空间分布呈现“节点规模集聚”特征，表现在：以河渚街、深潭口和蒋村慢生活街区为代表的福堤北侧节点，具有较强的综合服务功能，商业业态集中，设施配套完善；以湿地植物园、水下生态观察廊为代表的绿堤西侧节点，具备较高的生态美学价值，是生物多样性集中展示的场所；以高庄、莲花滩观鸟区和中国湿地博物馆为代表的公园东南角节点，具有深厚的文化底蕴与科普价值，是公众集中参与学习与交流的互动平台。社会价值评分较低的区域，其空间分布呈现“边缘区依附”特征，表现在湿地东侧边缘区，仅雕塑公园一个游览景点，缺乏核心吸引力，且在城市界面的渗透上亦有所不足；而研究范围西侧边缘，因受河道阻隔的影响，缺少与朝天暮漾、费家塘生态保育区的衔接，游客到访数量较少。

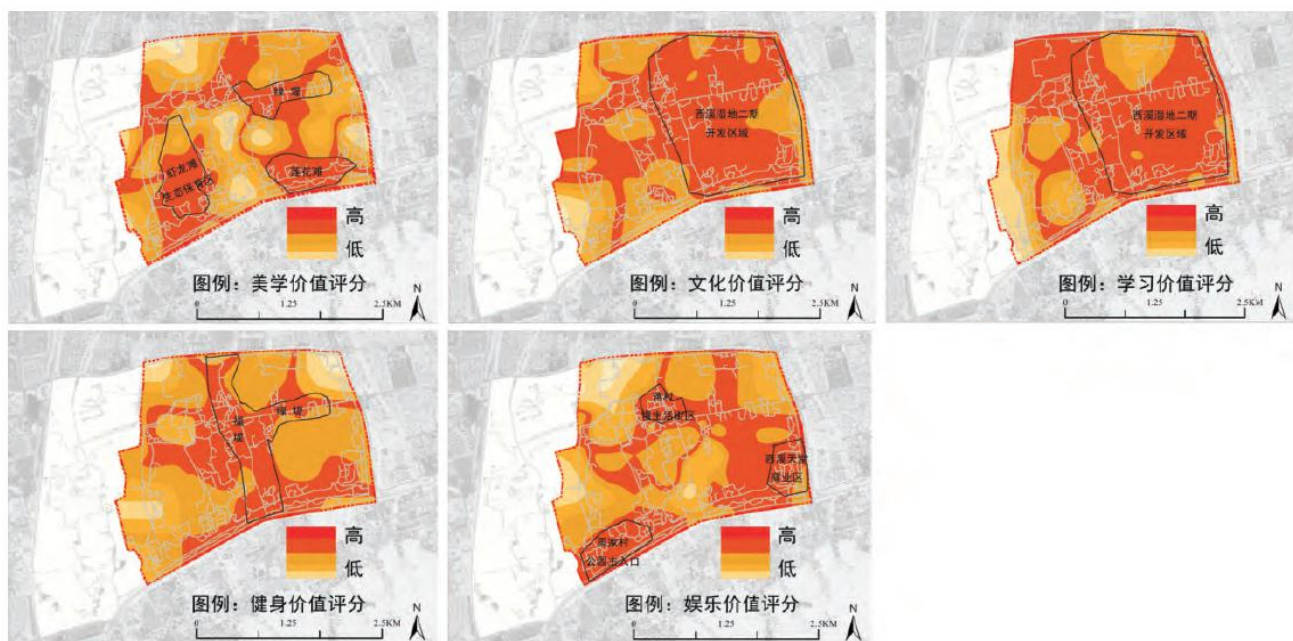


图4 各类型社会价值评分的空间分布

Fig.4 Spatial distribution of various types of social values

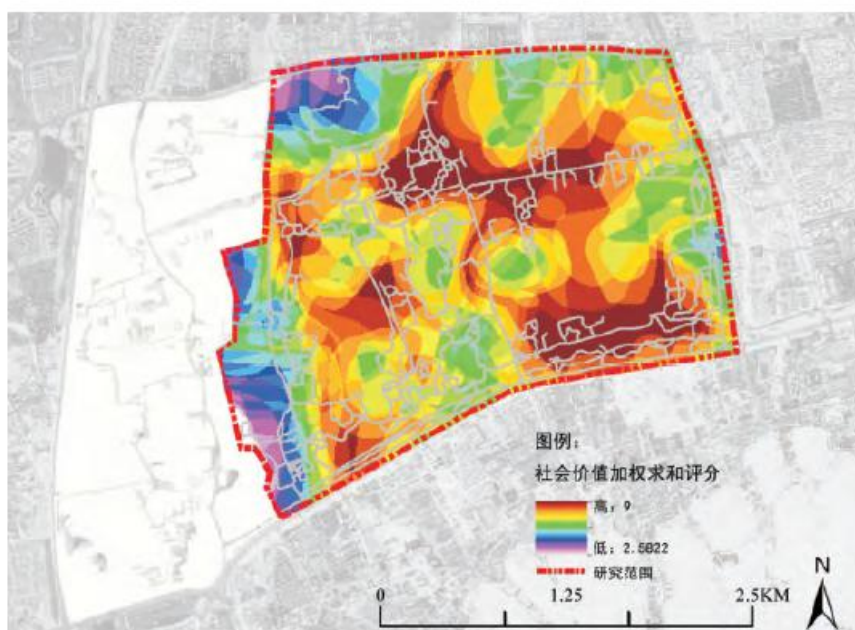


图5 社会价值总评分的空间分布

Fig.5 Spatial distribution of total social value

3.2 供给视角下的空间可达性评估

3.2.1 游憩路网的空间类型分析

应用前文对游憩网络交通方式的分类，得到游憩路网空间类型分布（图6），主要的三种游憩交通其空间分布为：电瓶车游线分南北线（贯穿福堤）与东西线（周家村主入口至中国湿地博物馆），覆盖人流集聚的热度区域，且与外围城市道路衔接；电瓶船游线环虾龙滩生态保育区外围分布（分设四个码头：深潭口、烟水渔庄、周家村和茭芦田庄），覆盖西溪湿地的主要收费景点与区域；步行游线倾向于原生态的自由式布局，除福堤与绿堤外，多呈环状、分散式小路，能够覆盖所有的游览景点。



图6 游憩路网空间类型分布
Fig.6 Spatial type of tourist routes

3.2.2 游憩路网可达性的空间制图与特征分析

采用综合可达性测度的空间阻隔分析，参照表2 建立游憩网络 OD 点的时间成本矩阵得到图7。进一步应用反距离权重法进行线性加权，最终输出游憩路网可达性栅格图（图8）。

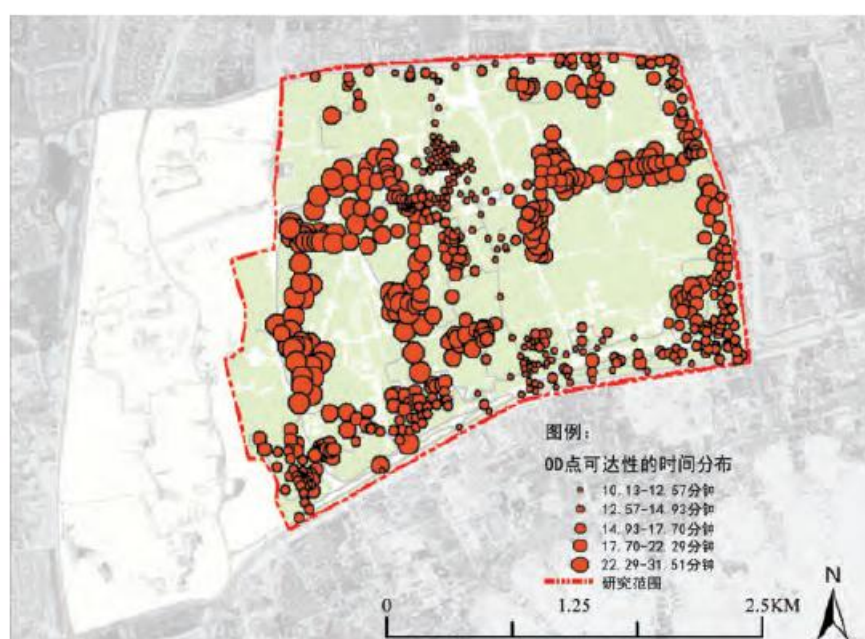


图7 OD点可达性分布
Fig.7 Accessibility distribution of OD points

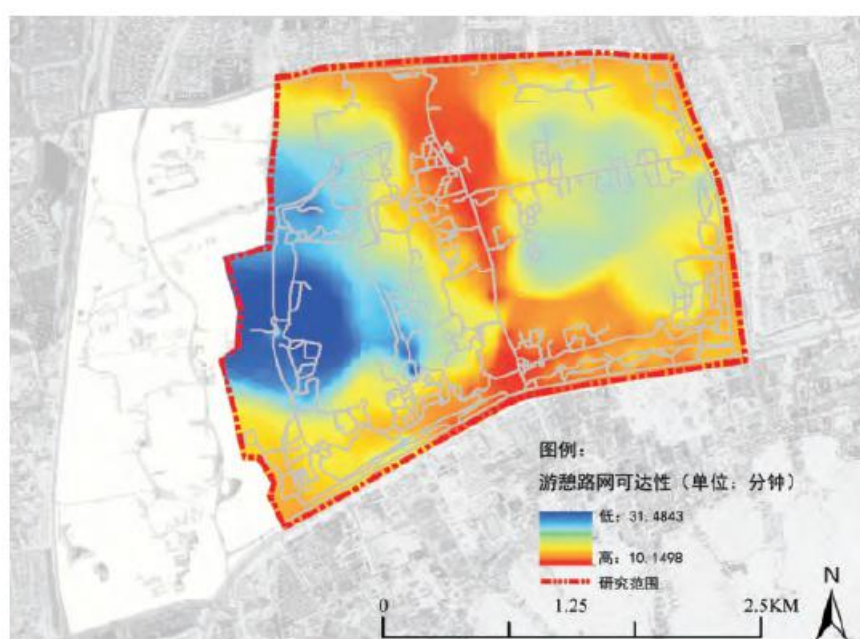


图8 游憩路网可达性栅格评价
Fig.8 Accessibility evaluation of Road network

游憩路网空间可达性较高的区域，其空间分布呈现“线状集聚”特征，表现在集聚于电瓶车游线附近的可达性最高，且延路网“枝状”扩展，主要分布在福堤公众开放区，设施配套完善，可达方式多样。而空间可达性较低的区域，其空间分布

呈现“岛状收缩”特征，表现在以虾龙滩、合建港和包家埭等为典型代表的生态保育区，规划以刚性的生态保护为原则，降低路网密度，抑制游憩者进入，其空间可达性从外围向中心减弱。

4 供需互动下的模式识别与规划策略

4.1 供需互动下的空间分异模式识别

本文认为规划供给与社会需求的互动存在以下四种模式（图 9）：“供需平衡”、“供给缺失”、“供需零点”和“需求错位”，对应空间制图中的区域分布为：社会价值高，可达性高；社会价值高，可达性低；社会价值低，可达性低和社会价值低，可达性高的四类区域。将图 5 与图 8 分别进行重分类为 5 类，进行空间叠加，经临近分值聚合得图 10。经空间分异识别出的四种供需模式，其各自的空间分布如图 11。

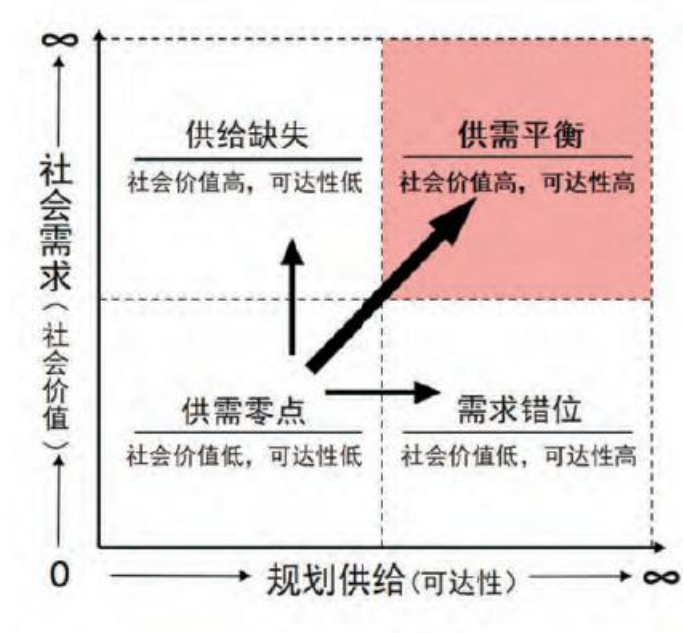


图9 社会需求与规划供给的四种供需互动模式
Fig.9 Four modes of supply and demand

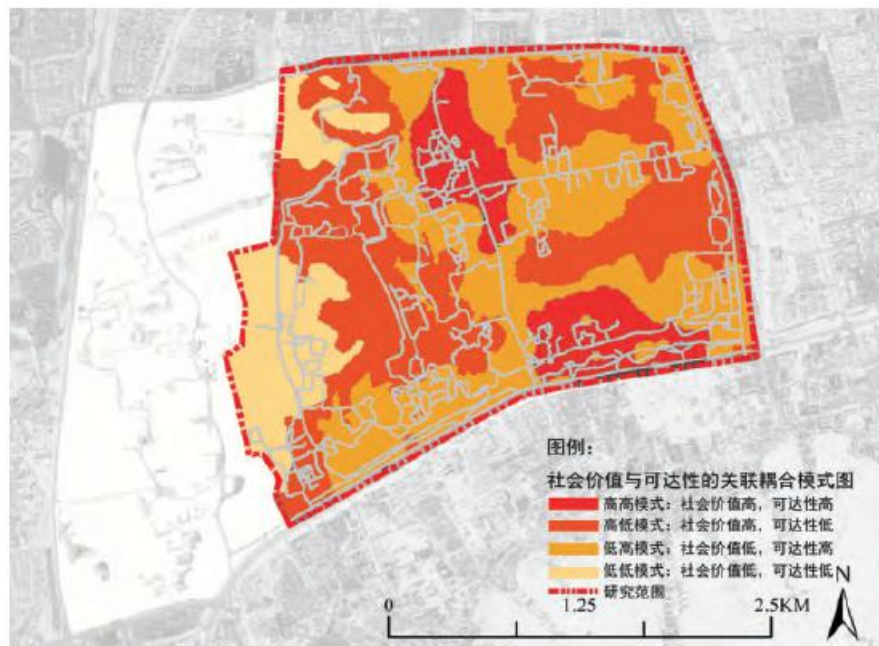


图 10 供需互动模式下的空间分布

Fig.10 Spatial distribution of supply and demand

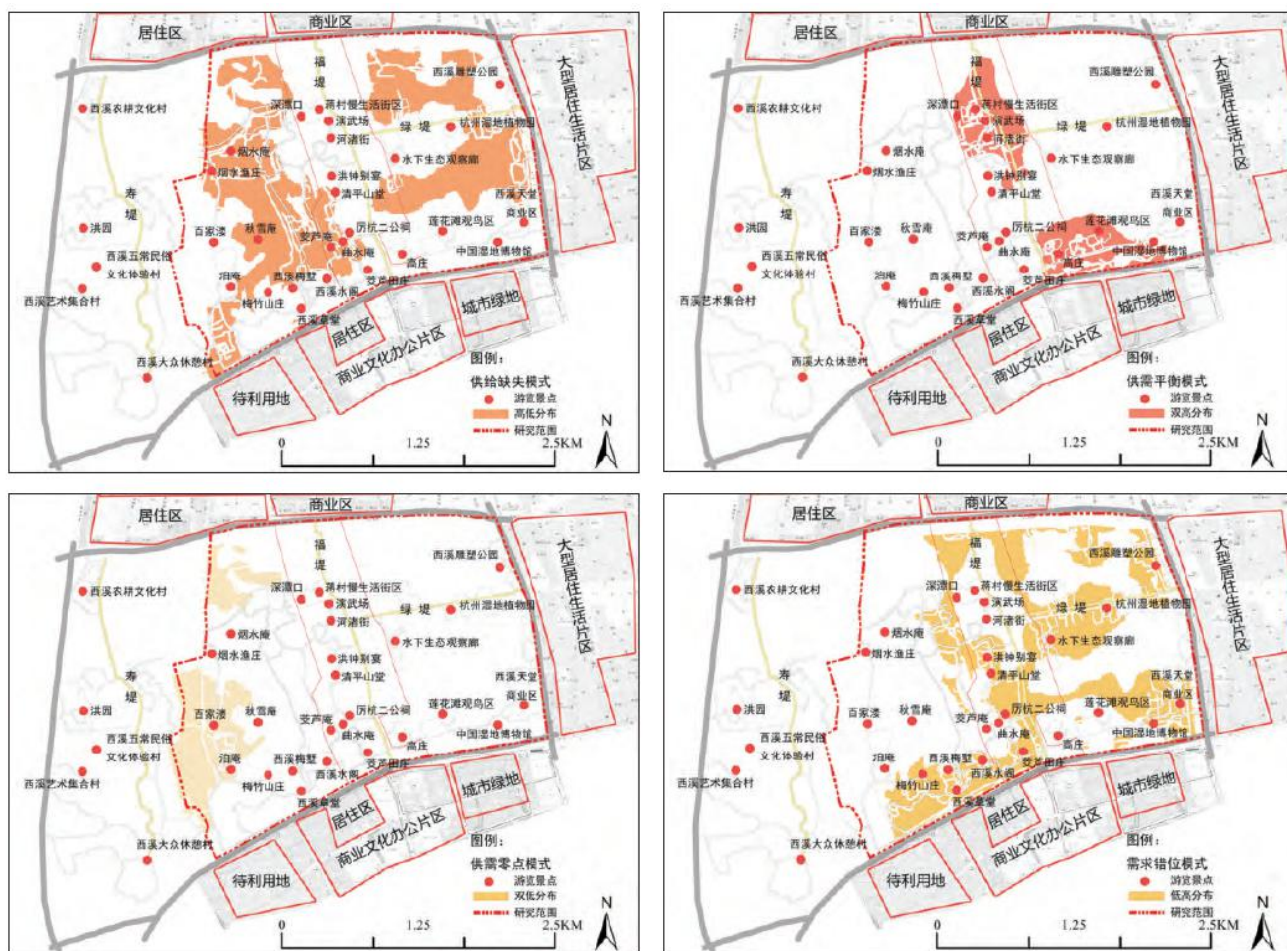


图11 西溪湿地供需耦合四模式的具体分布及其周边状况

Fig.11 Spatial distribution and surrounding environment for each mode in Xixi wetland

模式一：供需平衡模式（社会价值高—可达性高），包含 7 个游览景点，主要分布在福堤公众开放区与公园东南部。这些区域是社会价值热点高度聚集的地区，具备民俗文化展示、休闲购物娱乐、历史遗风体验、教育学习观摩等多元功能，因与城市界面衔接紧密，覆盖电瓶车游线与景区主入口，且包含以河渚街、蒋村慢生活街区和湿地博物馆等为代表的，免费向公众开放的旅游景点，故而能够集聚大量客流，同时满足外来游客与周边居民的多元需求。

模式二：供给缺失模式（社会价值高—可达性低），包含 6 个游览景点，主要分布在虾龙滩、合建港和包家埭生态保育区。因规划保留下的如烟水庵、秋雪庵等庵堂寺庙较多，具有很高的宗教文化价值，但因选址多为隐蔽、静谧，远离城市环境的区域，且受地形因素影响，仅能以步行方式到访；而渔村烟雨区域则具备特色的渔耕文化价值，区域范围内遍布水系，到达方式多以乘船为主，故而需承担较高的交通成本。

模式三：供需零点模式（社会价值低—可达性低），包含 2 个游览景点，主要分布在虾龙滩、费家塘生态保育区。这些区域远离外圈的居住生活片区和商业片区，保留有较为完整的原生湿地景观，植被丰茂、环境清幽，生态本底好，因可到达的方式仅为步行，较少有游人的介入，故而是生态价值保护较好的区域。

模式四：需求错位模式（社会价值低—可达性高），包含 11 个游览景点，主要分布在与城市界面相衔接的北、东、南湿地外边缘，紧邻城市道路，毗邻大型居住、商业片区。因以游览观光、休闲购物娱乐等旅游导向为主，其规划功能定位与周边居

民康体健身、日常游憩的实际需求不符，故而在空间上呈现出一定需求错位。而以茭芦田庄、西溪天堂为代表的一些私人会所、茶馆、酒店等中高端设施配套，其服务人群偏向精英阶层，这在一定程度上又进一步划分了空间中的使用群体。

4.2 适应性规划策略

策略一：预留容纳空间（针对供需平衡模式），肯定当前湿地空间在福堤北侧与公园东南部两个节点，已实现的供需平衡优势。同时提出预防未来供需失衡的规划预警策略，如在福堤范围内增设平行的步行游线，与电瓶车游线相分离，以提高其空间承载力；或在热度区域限制到访的人流量或时间段，以强化空间的使用弹性。这一策略是防止空间因过高的社会需求而打破其承载力的极限。

策略二：建构网络通廊（针对供给缺失模式），包括视线通廊和绿道通廊两个部分，即在限制进入的虾龙滩生态保育区内通过植物景观的精心配制、观赏平台、生态桥廊的设计来构建视线通廊，欣赏秋芦飞雪和渔村烟雨两大景色；在建港和包家埭生态保育区可进入的范围，构建直达型绿道通廊且增设新型交通方式如空中索道、脚踏车等，与传统步行道有所区分，同时疏通当前规划中的部分尽端路使其与主要游览点形成连通。

策略三：生态保育修复（针对供需零点模式），延续生态保护、生态修复的发展策略，限制旅游开发，仅提供科学研究所需的配套设施，使区域持续发挥良好的生态本底优势。

策略四：提升潜在节点（针对需求错位模式），分析与城市界面相衔接的北、东、南湿地外边缘，发现周边城市用地功能以大型住区和商务办公为主，因而对具备休闲游憩功能的绿地空间有很高的需求。建议规划将曲水寻梅和绿堤两大节点区域适当免费开放出来与城市空间共享；将西溪天堂、茭芦田庄、洪钟别宴等商业服务进行结构调整以面向更多的社会阶层；将西溪雕塑公园的建设模式向西、向南延续，以口袋公园、街头绿地等形式为周边更多的社区居民提供日常生活服务。

5 总结

快速推进下的湿地公园规划建设存在供需背离问题，其主要原因：①以静态蓝图式导向的远期规划，难于关注近期动态变化的发展诉求；②对规划过程性考量的缺乏，降低了规划动态调整的可能，在协调游憩者与游憩空间的互动关系上较为被动；③对游憩主体的多元需求作用于游憩规划的空间影响考虑不足，使新一轮的规划编制缺少参与主体的价值反馈。湿地公园的适应性规划模型，正是针对上述问题，通过梳理游憩者、游憩空间与社会价值三个主体要素间的关系，将社会价值作为协调游憩者与游憩空间供需关系的载体，贯穿于阶段性演进的适应性规划全过程。

本文基于湿地公园适应性规划的模型建构，以西溪湿地为例，分别进行需求视角下的社会价值评估，其评估结果反映的空间特征为“节点规模集聚”和“边缘区依附”，以及供给视角下的可达性分析，其空间特征为“线状集聚”和“岛状收缩”。在此基础上，将社会价值评估结果和可达性特征分布进行空间叠加，共得到四种供需关系的空间分异模式，即供需平衡、供给缺失、供需零点和需求错位。在此基础上，对应提出了适应性规划策略：①延续当前规划的供需平衡状态，重点关注湿地空间未来发展容纳能力；②填补当前规划的设施配套盲点，重点关注交通与景观设施的供给能力；③保持自然生境的原生状态，重点关注生态价值优势的持续发挥；④重置当前规划的功能定位，重点关注潜在节点提升后的空间社会价值优化。

参考文献：

[1] 王立龙, 陆林, 唐勇, 等. 中国国家级湿地公园运行现状、区域分布格局与类型划分 [J]. 生态学报, 2010(9): 2406 - 2415.

-
- [2] 李玉凤, 刘红玉, 张华兵, 等. 基于结构和水环境的城市湿地景观健康研究——以西溪湿地公园为例 [J]. 自然资源学报, 2015(5): 761 - 771.
- [3] 张金生, 盛江, 郭立伟, 等. 大庆市龙凤湿地公园景观规划设计探析 [J]. 规划师, 2012(5): 68 - 75.
- [4] 卜文娟, 陆净岚. 湿地公园游步道设计的探讨——以杭州西溪国家湿地公园为例 [J]. 人文地理, 2009(4): 110 - 114.
- [5] 魏遐, 潘益昕. 湿地公园游客体验价值量表的开发方法——以杭州西溪湿地公园为例 [J]. 地理研究, 2012(6): 1121 - 1131.
- [6] 张环宙, 李秋成, 吴茂英. 自然旅游地游客生态行为内生驱动机制实证研究——以张家界景区和西溪湿地为例 [J]. 经济地理, 2016, 36(12): 204 - 210.
- [7] 王玉, 傅碧天, 吕永鹏, 等. 基于 SolVES 模型的生态系统服务社会价值评估——以吴淞炮台湾湿地森林公园为例 [J]. 应用生态学报, 2016(6): 1767 - 1774.
- [8] 陆林, 陈振, 黄剑锋, 等. 基于协同理论的旅游综合体演化过程与机制研究——以杭州西溪国家湿地公园为例 [J]. 地理科学, 2017(4): 481 - 491.
- [9] Williams B K. Adaptive Management of Natural Resources: Framework and Issues [J]. Journal of Environmental Management, 2011, 92: 1346 - 1353.
- [10] Allen C R, Fontaine J J, Pope K L, et al. Adaptive Management for a Turbulent Future [J]. Journal of Environmental Management, 2011, 92: 1339 - 1345.
- [11] Ahern J. From Fail-Safe to Safe-to-Fail: Sustainability and Resilience in the New Urban World [J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 100: 341 - 343.
- [12] 张琪, 谢双玉, 王晓芳, 等. 基于空间句法的武汉市旅游景点可达性评价 [J]. 经济地理, 2015, 35(8): 200 - 208.
- [13] Sherrouse B C, Clement J M, Semmens D J. A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services [J]. Applied Geography, 2011, 31: 748 - 760.
- [14] 申庆喜, 李诚固, 刘倩. 基于服务设施布局视角的城市空间结构研究——以长春主城区为例 [J]. 经济地理, 2017, 37(3): 129 - 135.
- [15] 丛海彬, 邹德玲, 蒋天颖. 浙江省区域创新平台空间分布特征及其影响因素 [J]. 经济地理, 2015, 35(1): 112 - 118.
- [16] 陈鹏翔, 毛炜峰. 基于 GIS 的新疆气温数据栅格化方法研究 [J]. 干旱区地理, 2012(3): 438 - 445.
- [17] 费龙, 田秋艳. 丘陵地貌区高程内插适宜方法选择——以长春净月潭为例 [J]. 地理科学, 2016(4): 597 - 602.

[18] 卓静, 朱延年. 秦岭主脊区年降水量空间插值最优方法研究 [J]. 干旱区地理, 2017(3): 555 - 563.

[19] 陈少沛. 城市轨道交通网络通达性度量与空间特征分析——以广州市为例 [J]. 地理与地理信息科学, 2013(3): 109 -113.

[20] 刘安乐, 杨承玥, 明庆忠, 等. 跨省山区陆路交通网络可达性评价——以乌蒙山区为例 [J]. 地域研究与开发, 2017(1): 35 - 39.