

基于服务水平耦合协调度评价的宜昌城区公园优化研究

Optimization of Urban Parks in Yichang City Based on the Evaluation of Coupling Coordination Degree of Service Levels

李丽媛 许园园
LI Li-yuan, XU Yuan-yuan

摘要: 通过对宜昌市城区公园服务水平建立耦合协调模型, 来指导公园进行设计优化改造实践。在借鉴相关研究评价指标体系成果的基础上, 结合《公园设计规范》, 建立了生态服务、设施服务、文化服务3个指标层和20个评价因子, 构建了耦合协调发展模型。依据评判标准对宜昌市的6个城区公园进行了耦合协调发展类型的划分, 并分析出每个公园服务水平协调发展中的不协调指标。针对发展失调的世界和平公园, 分析了其原因, 提出了资源配置优化、展示设施更新、多方协作管理和功能分区细化4个方面的优化策略。

关键词: 耦合协调度评价; 生态服务; 设施服务; 文化服务; 公园设计

中图分类号: TU986

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641 (2023) 05-0049-05

收稿日期: 2022-09-26

修回日期: 2022-12-19

Abstract: A coupled coordination model is established for the service level of parks in the urban area of Yichang City to guide the parks in carrying out design optimization and transformation practices. Based on the results of the related evaluation index system research, combined with *Code for the Design of Public Park*, three index layers of ecological services, facility services and cultural services and 20 evaluation factors are established to construct a coupled and coordinated development model. Based on the evaluation criteria, the six urban parks in Yichang City are divided into coupled coordinated development types, and the indicators of dissonance in the coordinated development of each park's service level are analyzed. The reasons for the dysfunctional effect of the World Peace Park are analyzed, and optimization strategies are proposed in four aspects: optimization of resource allocation, updating of display facilities, multi-party collaborative management, and refinement of functional zoning.

Keywords: Evaluation of coupling coordination degree; Ecological service; Facility service; Cultural service; Park design

随着习近平生态文明思想和新发展理念的提出, 公园城市, 一种城市发展高级形态, 应运而生。公园城市不是单纯增加公园数量, 更不是大兴土木新建公园, 而是将城市看作一个整体的大系统, 将生态效益和服务品质纳入评价标准, 在不改变城市结构、不大搞绿地建设的前提下, 对现有存量空间赋能增效, 进行合理利用和优化。然而, 公园城市建设缺乏精准优化的理论指导和方法, 建设进度缓慢。因此, 本文基于湖北省宜昌市城区公园的调查资料, 通过对城区公园建立服务水平耦合协调度的评价体系, 分析系统要素之间耦合协调程度, 从而找出城市公园中现存的问题及需改进的要素, 为城市公园优化提供评价依据, 为公园城市建设提供新思路。

1 耦合协调度相关理论基础

耦合最早出现在物理学概念中, 是指电路元件或电网通过相互作用、相互影响传输能量或信息的过程, 后被广泛应用于各领域, 既关注系统要素之间的配合协调程度, 也关注良性的循环和健康发展的趋势。协调是一

种关系结构, 是系统内部各子系统或要素在协同运动中形成的比例关系的反映, 协调度是度量在发展过程中各子系统或各要素之间彼此和谐一致的程度, 体现了系统从简单到复杂、由低级到高级、从无序到有序的趋势, 是用来描述系统演化过程中协调状况好坏程度的指标^[1]。耦合协调度是一种量化指标, 描述的是2个及以上的系统或者子系统之间相互耦合以及协调发展的状况, 耦合度模型所体现的是2个系统或者子系统之间相互关联、制约以及促进的程度^[2]。

耦合协调度模型法应用领域广泛, 研究对象大多涉及社会、经济和生态三大系统, 在经济社会领域多应用于研究经济社会系统与生态系统间的耦合协调发展关系; 在生态系统领域, 多集中于研究生态文明建设中空间、资源、文化发展间的契合度。基于耦合协调度模型的应用领域, 本文意图将其应用到城区公园这一微观领域, 通过对生态、设施、文化3个系统构建耦合协调度评价体系, 来分析公园建设的服务水平耦合协调发展程度和各子系统指标影响的大小, 从而与实际相结合, 分析发展失调公园面临的问题和原因, 利用跨学科的知识为公园提供优化策略。

2 耦合协调度模型构建

2.1 指标体系构建

公园服务水平耦合协调发展指数的指标体系是一个多因素、多层次的复杂系统,受众多因素的影响,在借鉴已有研究所构建的指标体系的基础上,结合《公园设计规范》(GB 51192-2016)中对不同类型综合公园的设施服务的指标要求,构建了生态服务、设施服务、文化服务3个指标层及20个评价因子(表1)。

2.1.1 生态服务层

邢忠等^[3]建立了生态效益、路径效率、生态需求3个指标层的评价体系,提出城市绿地服务与社会经济要素之间相互影响。刘灿^[4]以生态服务功能为切入点进行绿地系统空间布局分析,意图构建功能完善的绿地系统。综合这两份研究建立了生态服务指标层,设置绿化面积、水体面积、植被种类丰富度及绿化覆盖率4个评价因子。同时,参考刘滨谊等^[5]的研究,将空气中PM2.5的含量和周边道路噪音2个影响生态环境的负面因子也纳入该指标层。

2.1.2 设施服务

张立志^[6]对遗址公园建立功能耦合协调度评价体系,从文化、生态、游憩系统三方面评价公园的发展现状,其

中的游憩系统指标层主要考量了公园的游憩服务设施建设。在借鉴上述研究游憩设施指标的基础上,本文的设施服务指标层构建还结合《公园设计规范》,建立了10个评价因子,分为游憩设施、服务设施及管理设施3类。设施的完善程度是大型公园等级评判的重要指标。

2.1.3 文化服务层

张立志^[6]所建立的文化系统指标层中主要考量了公园所遗留的文化广场及建筑用地。张红凤等^[7]在公共文化服务指标中考量了公共文化设施、文化活动场次和场地面积。结合两者的评价因子构建了文化服务指标层,并且加入了游园者对文化体验的共识度这一考量要素。

2.2 研究方法

2.2.1 研究区域

本文研究区域选取宜昌市城区内占地面积大于2 hm²的综合公园,其由于《公园设计规范》的要求,在设施和规模建设方面更加完善,更有利于3个指标层的考量。所选取的公园主题大不相同,分别是东山公园、滨江公园、世界和平公园、城东公园、沙河湿地公园、夷陵森林公园,共涉及西陵区、夷陵区、伍家岗区3个主城区。

2.2.2 数据来源

本文数据主要来源于宜昌市生态环境局以及宜昌市自然资源和规划局对于各城区的改建文件和招标公告,以及谷歌航拍地图和百度简介,部分数据来源于现场调研。其中,PM2.5和道路交通噪音质量数据参考了《2021湖北省生态环境质量公报》以及PM2.5实时查询网站(<http://www.cnemc.cn/>)。文化服务层面中文化共识度的数据来源于调查问卷,采用线上为主、线下为辅的形式,发放100份问卷,共回收88份。答题者中有51%为21~30岁的设计工作者或教师,普遍为大学及以上学历;有20%为40~51岁的个体商户或上班族,学历普遍为高中;还有15%为51~60岁的退休人员;剩下14%为小于21岁的在校学生。

2.2.3 数据处理

1) 极差法标准化处理

因各项数据单位不统一,某些参数的功效也存在着正负的差异,故对数据进行标准化处理,有助于进一步的运算。采用极差法对数据进行无量纲化处理,具体方法如下:

$$\text{正向指标: } T_{ij} = 0.9 \times (X_{ij} - X_{\min}) \div (X_{\max} - X_{\min}) + 0.1 \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } T_{ij} = 0.9 \times (X_{\max} - X_{ij}) \div (X_{\max} - X_{\min}) + 0.1 \quad (2)$$

在式(1)和式(2)中, X_{ij} 代表该评价因子的原始数据, T_{ij} 则代表着第*j*项评价因子的指标在第*i*个公园的标准化值; X_{\max} 和 X_{\min} 分别代表着该*j*项评价因子原始数据中的最大值和最小值。正向指标越大越好,负向指标越小越好。

表1 生态服务-设施服务-文化服务指标体系

指标层	类别	评价因子	指标性质
生态服务	绿化指标	绿化面积/m ²	正向
		绿化覆盖率/%	正向
		植被种类丰富度	正向
		水体面积/m ²	正向
环境质量		空气质量PM2.5	负向
		道路噪音质量	负向
设施服务	游憩设施	休息座椅	正向
		活动广场面积/m ²	正向
	服务设施	停车场	正向
		自行车存放处	正向
		标识	正向
		服务类建筑面积/m ²	正向
管理设施	卫生设施面积/m ²	负向	
	管理办公用房面积/m ²	正向	
文化服务	—	污水控制利用设施	负向
		垃圾中转站服务范围面积/m ²	负向
		纪念建筑面积/m ²	正向
		纪念广场面积/m ²	正向
		展示宣传区域/个	正向
		文化共识度/人	正向

2) 熵权法确认权重

对数据进行标准化处理后,需要对各项评价因子的指标进行权重分析,避免主观因素带来的权重偏差。本文采用熵权法确认权重,具体方法如下:

$$P_{ij} = T_{ij} / \sum_{i=1}^n T_{ij} \quad (3)$$

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} \quad (4)$$

$$d_j = (1 - e_j) / (m - \sum_{j=1}^m e_j) \quad (5)$$

$$w_j = d_j / \sum_{j=1}^m d_j \quad (6)$$

P_{ij} 表示第*i*个公园的第*j*项指标占该项指标所有公园的值之和的比重; e_j 代表第*j*项评价因子的指标的熵值; d_j 是指第*j*项评价因子指标的差异系数; w_j 表示该项指标权重值。

在式(4)中, e_j 满足 ≥ 0 ;在式(5)中 $0 \leq d_j \leq 1$, $\sum_{j=1}^m d_j = 1$ 。其中所求熵值 e_j 越大,则差异系数越小,说明该项指标在指标体系中权重也越小;反之,熵值 e_j 越小,差异系数就越大,则说明该项指标在指标体系中的权重越大。

综上所述,可以得到各评价因子的指标在指标体系中所占的比重。

2.2.4 耦合协调度模型

通过建立宜昌市城区公园“生态-设施-文化”服务水平指标的评价体系,分析各公园的生态服务、设施服务、文化服务功能建设是否相互依存协调发展,以及3个指标层之间的耦合协调发展程度,可以得到各公园在建设规划上对于空间资源分配和文化建设力度的差异和优缺点。本文根据协调发展程度的高低,探讨当代城区公园的设计优化思路,追求生态服务、设施服务、文化服务3个方面在公园建设上相互协调并达到最优。

计算3个指标层的耦合协调度,具体函数为:

$$f(x) = \sum_{j=1}^k w_j x_j \quad (7)$$

$$g(y) = \sum_{j=1}^k w_j y_j \quad (8)$$

$$h(z) = \sum_{j=1}^k w_j z_j \quad (9)$$

$f(x)$ 、 $g(y)$ 、 $h(z)$ 代表了3个指标层的综合得分; k 代表3个指标层下面的评价因子的个数总和; w_j 为各评价因子的权重; x_j 、 y_j 、 z_j 为标准化处理后第*j*项评价因子的原始数据(式1、式2中的 T_{ij})。

根据综合得分的数据,可以进行耦合协调度*D*的计算,具体计算方法^[8-9]为:

$$CI = \left\{ f(x) \times g(y) \times h(z) \times \left[\frac{f(x) \times g(y) \times h(z)}{3} \right]^{-3} \right\}^{1/3} \quad (10)$$

$$TI = \alpha f(x) + \beta g(y) + \gamma h(z) \quad (11)$$

$$D = \sqrt{CI \times TI} \quad (12)$$

CI 为耦合度,取值范围为0至1, CI 的值越接近1,表示各指标层的耦合度越大;反之亦然。其能够反映系统之间的相互作用以及协调能力的强弱。 TI 表示3个指标层耦合协调发展水平的综合评价指数。公式中 α 、 β 、 γ 的为各指标层对应的权重,3个指标层对公园建设的影响力的大小是同等重要的,所以本文取值为1/3。

借鉴已有研究^[10]对耦合度的分类,按*D*值大小,将“生态服务-设施服务-文化服务”耦合协调划分为6个发展类型(表2)。

3 结果分析

3.1 权重分析

通过对生态服务、设施服务、文化服务3个指标层的权重计算,得到20个评价因子在所属指标层的占比(表3),可以清晰反映出每个评价因子对指标层的影响大小。

在生态服务层中水体面积的权重最大,其次是植被种类丰富度以及空气质量PM2.5,三者对生态情况的考量影响最大。在设施服务中,管理办公用房指标权重最大,其次为垃圾中转站服务范围面积和污水控制利用设施,三者的建设力度对设施服务功能建设具有重要的考量价值。在文化服务指标层中,4个评价因子的权重较接近,纪念广场面积的影响最大,其次是展示宣传区域数量,这说明公园中文化建设离不开文化体验场地的建设和文化宣传工作,广场提供市民感知文化的活动场地,展示宣传设施则有利于提高市民对公园中文化底蕴的了解和共识度。

3.2 耦合协调度结果分析

计算得出每个公园的耦合协调度*D*值,进而确定其发展类型(表4),结合 $f(x)$ 、 $g(y)$ 、 $h(z)$ 综合得分比较(图1),可以对每个公园的协调发展情况和3个指标层的分布情况进行分析。其中,东山公园、城东公园、夷陵森林公园的“生态服务-设施服务-文化服务”耦合协调属于中度协调发展类,说明3个公园在这3个指标层的建设上较完善,公园的功能设计规划较为合理。滨江公园和沙河湿地公园的3个指标处于勉强协调发展中,滨江公园的生态服务功能建设较为滞后,沙河湿地公园的文化服务建设力度不足。世界和平公园的耦合协调属于失调衰退类,说明公园的生态服务、设施服务、文化服务之间发展失调,生态服务和文化服务的建设都有待提升。

表2 耦合协调发展类型划分

$0.80 \leq D \leq 1.00$	$0.70 \leq D < 0.80$	$0.60 \leq D < 0.70$	$0.50 \leq D < 0.60$	$0.40 \leq D < 0.50$	$0.00 \leq D < 0.40$
良好协调发展类	中度协调发展类	初级协调发展类	勉强协调发展类	失调衰退类	严重失调衰退类

表3 生态服务-设施服务-文化服务指标体系权重

指标层	类别	评价因子	信息熵值 e	信息效用值 d	指标权重	
生态服务	绿化指标	绿化面积/ m^2	0.784	0.216	0.113 53	
		绿化覆盖率/%	0.831	0.169	0.088 60	
		植被种类丰富度	0.736	0.264	0.138 71	
			水体面积/ m^2	0.166	0.834	0.438 21
环境质量		空气质量PM2.5	0.772	0.228	0.119 90	
		道路噪音质量	0.808	0.192	0.101 05	
设施服务	游憩设施	休息座椅	0.807	0.193	0.087 78	
		活动广场面积/ m^2	0.839	0.161	0.073 19	
			停车场	0.883	0.117	0.053 52
			自行车存放处	0.821	0.179	0.081 70
	服务设施		标识	0.780	0.22	0.100 46
			服务类建筑面积/ m^2	0.880	0.120	0.054 80
			卫生设施面积/ m^2	0.804	0.196	0.089 60
	管理设施		管理办公用房面积/ m^2	0.544	0.456	0.207 87
			污水控制利用设施	0.730	0.270	0.123 22
			垃圾中转站服务范围面积/ m^2	0.720	0.280	0.127 86
		纪念建筑面积/ m^2	0.747	0.253	0.202 90	
		纪念广场面积/ m^2	0.601	0.399	0.319 90	
文化服务	—	展示宣传区域/个	0.653	0.347	0.278 10	
		文化共识度/人	0.751	0.249	0.199 10	

表4 6个公园的生态服务-设施服务-文化服务耦合协调发展类型

公园名称	生态服务 $f(x)$ 值	设施服务 $g(y)$ 值	文化服务 $h(z)$ 值	耦合度 CI 值	耦合协调指数 TI 值	耦合协调度 D 值	耦合协调度发展类型
东山公园	0.312 97	0.558 84	0.999 87	0.896 32	0.623 89	0.747 81	中度协调发展类
滨江公园	0.126 27	0.467 79	0.456 23	0.856 36	0.350 11	0.547 55	勉强协调发展类
世界和平公园	0.164 73	0.469 29	0.132 10	0.849 56	0.255 37	0.465 79	失调衰退类
城东公园	0.446 93	0.660 45	0.583 60	0.987 14	0.563 66	0.745 93	中度协调发展类
沙河湿地公园	0.690 37	0.380 27	0.168 03	0.855 76	0.412 89	0.594 43	勉强协调发展类
夷陵森林公园	0.592 24	0.827 87	0.306 82	0.923 91	0.575 64	0.729 28	中度协调发展类

4 世界和平公园服务水平耦合协调优化

4.1 服务发展失调原因

世界和平公园位于宜昌市夷陵长江大桥北桥头东侧，由苗圃用地改建完成，为供奥运会传递火炬而建，是宜昌火炬传递的起点。公园内部植被丰富，绿化面积占比大，由各种花卉和灌木组成的象征世界五大洲的小品位于公园中心，草坪和雕塑上还有100只神态各异的汉白玉和平鸽呼应主题。由此可见，宜昌世界和平公园在绿化配景方面具备优势。但基于以上耦合协调评价的逆向分析，得出该公园生态服务、设施服务和文化服务之间发展失调的问题集中体现在生态资源配置和文化空间利用方面。文化、生态、设施系统在空间、资源等方面存在的问题是影响服务发展协调的关键所在。

但是，这些物质方面的问题的根源还在于政策、制度、管理等方面。第一，政府在规划初期未做长远规划，投入资金不足。因此，在资源配置中倾向于利用已有的丰富植被来进行设计改造，在场地利用上没有考虑周边居民的日常使用需求。第二，管理制度不完善。在日常规划中，未考虑公园利用最大化，导致公园空间使用率不高；缺少大型宣传活动，周边居民对主题共鸣参与度不足。第三，公众参与度低。目前公园的功能分区不完善，无法给居民带来良好的游园体验，游园者数量不多。

因此，政府应该积极推动老旧公园的更新优化，对存量资源进行合理优化配置，改善公园的服务发展失调现状。

4.2 优化策略

4.2.1 优化资源配置，增加水体

增加公园中的水体面积，利用已有墙体增加水景墙装置；以点画面，增添带水的盆景装置，尽量在不大兴土木的前提下增加各种水景装置，以改善水体与绿化间的资源分配比例，让水和植物空间分配合理化。

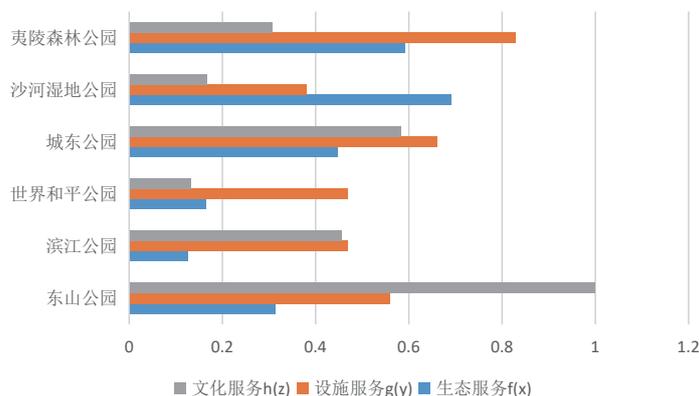


图1 $f(x)$ 、 $g(y)$ 、 $h(z)$ 综合得分比较

4.2.2 以人为本，更新展示设施

秉承“以人为本”的设计理念，从周边居民的体验感受出发，对公园中的展示区域进行设计更新。在适合的场地增加展示牌和标识导视系统，注重信息的可读性，提升公园解说系统。同时，丰富游园者的体验，增设展示墙等公共空间，不定期开展爱好和平、向往美好等方面的绘画或手工作品评比，提高公众参与度。

4.2.3 多方协作，兴办活动

与社区、街道或社会组织等共同组织大型商业活动或宣传教育活动，招商引资，将闲置的空间利用起来，提高公园的知名度，吸引大众体验公园的文化元素；同时，打造和平鸽与宜昌地域特色融合的品牌形象，既可投入生产，又可以起到宣传作用，提高文化共识度。

4.2.4 细化功能区，提升游园体验

针对不同人群的游园需求，对功能区进行细化，根据不同年龄段的主体特征设置小型游乐区域。比如针对儿童可以在公园中加设粘土体验区，让儿童和家长一起动手捏制白鸽形象，增加亲子间的良性互动，还可以提高空间利用率。有针对性地根据人群细化功能区，设置不同的节点，提升游园的趣味性。

5 结语

本文基于耦合协调度模型的建立，研究宜昌市城区公园在生态、设施、文化3个指标层的服务水平协调度差异特征，将公园的耦合协调度细化为良好、中度、初级、一般、勉强、失调6类，结合生态、设施、文化服务水平的综合得分和评价因子的权重，分析公园在服务水平上的不足与原因，并结合世界和平公园的优化，为下一步规划实践提供参考。

对于生态服务、设施服务和文化服务3个系统间协调度的定量评价，具有针对性和可操作性强的优点，但是还存在着不足：1) 公园的服务对象是人，但当前指标体系的建立未涉及市民对服务水平的主观感受，缺少了

对人这一因素的考虑；2) 研究侧重于数据分析和方法探讨，在规划实践中的优化策略还不够完善，只考虑了评价因子中权重占比相对较大的前2个指标；3) 未考虑到公园的属性和功能不同。在今后的研究中，应该将市民对服务水平的评价满意度纳入评价体系指标层，更好地立足“以人为本”理念，并且结合公园属性定位和实际需求去考虑优化方案，提升公园的服务水平。

注：图片为作者自绘

参考文献：

- [1] 易平，方世明. 地质公园社会经济与生态环境效益耦合协调度研究——以嵩山世界地质公园为例[J]. 资源科学, 2014 (1): 206-216.
- [2] 周杏，杨家其. 基于耦合理论的港口群耦合协调发展评价研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2020, 44 (3): 553-557.
- [3] 邢忠，朱嘉伊. 基于耦合协调发展理论的绿地公平绩效评估[J]. 城市规划, 2017, 41 (11): 89-96.
- [4] 刘灿. 生态服务功能视角下的城市绿地系统规划方法研究——以四川省通江县为例[D]. 重庆: 重庆大学, 2016.
- [5] 刘滨谊，陈威，刘珂秀，等. 公园城市评价体系构建及实践验证[J]. 中国园林, 2021, 37 (8): 6-13.
- [6] 张立志. 西安遗址公园功能耦合协调度评价及优化策略研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2020.
- [7] 张红凤，杨方腾，井钦磊. 公共文化服务与经济高质量发展——基于耦合协调度模型的政策启示[J]. 经济与管理评论, 2022 (2): 58-70.
- [8] 杜家乐. 绿色金融、乡村振兴、经济高质量发展耦合协调度研究与影响因素分析[J]. 无锡商业职业技术学院学报, 2022, 22 (2): 1-7.
- [9] 郁忠雨，王方. 乡村旅游景观耦合协调评价研究——以巢湖“三瓜公社”为例[J]. 合肥工业大学学报(社会科学), 2018, 32 (2): 66-70, 80.
- [10] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理, 1999, 19 (2): 171-177.

作者简介：

李丽媛/1982年生/女/湖北武汉人/博士/武汉科技大学(武汉 430070)/副教授/研究方向为设计学

许园园/1998年生/女/湖北宜昌市人/武汉科技大学(武汉 430070)/在读硕士研究生/专业方向为环境艺术设计