

基于空间句法的晚明无锡西郊园林空间结构研究——以愚公谷为例

左耘之, 许浩*

南京林业大学风景园林学院, 江苏 南京

收稿日期: 2023年9月11日; 录用日期: 2023年11月29日; 发布日期: 2023年12月7日

摘要

通过对晚明无锡西郊著名的山地园林愚公谷复原研究, 有助于更深入理解晚明无锡西郊园林空间结构特征。本文在空间句法理论的基础上改进了轴线图的绘制方法, 运用Depthmap分析软件, 对其空间结构进行对比研究, 结果表明: (1) 晚明无锡西郊园林“交通系统”中廊发挥了重要的作用。(2) 晚明无锡西郊园林善于利用选址优势, 引水入园成景, 营造园内充满自然野趣的核心景观空间。(3) 环状空间结构是形成晚明无锡西郊园林内部空间结构复杂旷奥的主要因素, 使其富有神秘性与趣味性。

关键词

晚明, 空间句法, 园林空间, 无锡西郊, 愚公谷

Research on Spatial Structure of Gardens in Western Suburb of Wuxi in Late Ming Dynasty Based on Space Syntax —A Case Study of Yugong Valley

Yunzhi Zuo, Hao Xu*

College of Landscape Architecture, Nanjing Forestry University, Nanjing Jiangsu

Received: Sep. 11th, 2023; accepted: Nov. 29th, 2023; published: Dec. 7th, 2023

Abstract

Through the restoration of the famous mountain garden Yugong Valley in the western suburbs of

*通讯作者。

Wuxi in the late Ming Dynasty, it is helpful to understand the spatial structure characteristics of the garden in the western suburbs of Wuxi in the late Ming Dynasty. Based on the theory of space syntax, this paper improves the drawing method of the axis map, and uses Depthmap analysis software to conduct a comparative study on its spatial structure. The results show that: (1) the central corridor of the garden “traffic system” in the western suburbs of Wuxi in the late Ming Dynasty played an important role. (2) The gardens in the western suburbs of Wuxi in the late Ming Dynasty are good at taking advantage of site selection, channelling water into the garden to create a core landscape space full of natural wild interest. (3) The annular spatial structure is the main factor that formed the complex and spacious inner spatial structure of the garden in the western suburbs of Wuxi in the late Ming Dynasty, which makes it full of mystery and interest.

Keywords

Late Ming Dynasty, Space Syntax, Garden Space, The Western Suburb of Wuxi, Yu Gong Valley

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

明代中晚期, 无锡私家园林盛极一时[1]。明代县志记载: “无锡为浙右名邑之冠, 岡阜相属, 林麓蔚然, 九峰峙其西, 太湖漾其南……” [2], 西郊锡惠地区更是出现了“环惠山而园者, 若棋布然” [3]的私家园林集聚现象。最为著名的为晚明时期的愚公谷, 借锡惠山之形胜成景, 是研究晚明无锡西郊园林的典型。

无锡西郊园林在早期明清江南园林研究成果中并没有过多涉及, 但随着当地锡惠风景区的建立和名胜保护复原工作的开展, 近年来越来越多的学者开始关注到这一地区园林并展开详细研究。现有研究成果主要聚焦于无锡西郊园林个案, 研究方法多为文献考证、实地测绘、图像采集等定性研究。主要关注园林的历史沿革[4] [5]、造园艺术[6] [7]和平面复原等方面[8] [9]。姚舒然[10]在此基础上对明中晚期惠山园林群形成的整体背景与动因进行了深入探究。以上研究都为本文对晚明时期愚公谷的复原研究提供了园林复原古籍资料与探讨晚明时期无锡西郊园林空间特征的思路启发, 而对于地区园林空间结构特征的研究还需要定量分析。

近年来, 利用空间句法等量化模型来探索中国古典园林的空间布局特征的研究逐渐增多, 这些研究[11] [12] [13]大部分都为对现存园林空间结构的量化和探究, 缺乏对某一特定历史时期地区内园林空间结构规律和特征的总结。鲜有学者结合古籍文献, 优化空间句法量化分析方法进行园林空间结构特征复原的研究[14] [15]。同时由于缺乏历史数据, 对于晚明时期无锡西郊园林的空间结构量化研究还未见报道。

本研究选择愚公谷为研究对象, 通过文献史料对其园林布局进行复原, 结合空间句法理论和Depthmap平台对晚明愚公谷的空间布局进行量化研究, 探讨晚明时期无锡城郊园林空间结构特征。在实践方面, 通过挖掘愚公谷空间布局背后造园逻辑和营造手法, 以利于造园艺术的传承和创新, 所得的启示亦可很好地引导现代园林的发展。

2. 研究材料及方法

2.1. 研究材料

本研究以古籍文献为依据, 可分为两类: 一是展示了晚明愚公谷空间布局和历史面貌的地方志、山

水专志、游记、园林绘画等史料。二是前人的文献研究与复原工作。上述史料可从无锡市园林管理局、无锡市史志办公室、无锡市图书馆、无锡市锡惠园林文物名胜区管理处等中收集。

2.2. 研究方法

空间句法是由伦敦大学巴利特学院的比尔·希列尔(Bill Hillier) [16]等人提出的对建筑、聚落、城市、景观等空间分析的理论和方法。

在空间句法 Depthmap 软件的凸空间分析中,两个空间之间的深度被定义为从一个空间移动到另一个空间所需要的最短的拓扑距离。空间句法规定,用最少且最长的轴线覆盖整个空间系统,并且穿越每个凸状空间,然后把每条轴线当作一个节点,根据它们之间的交接关系转化为拓扑关系图解[17]。这样的拓扑结构弱化了观念上的物理距离,凸出空间之间的连接关系,为消失园林的空间关系研究提供了科学指导。基于此,本研究选择能够体现园林空间结构特征的平均深度、整合度、连接度、控制度、可理解度和协同度六个量化指标进行深入分析(表 1)。

Table 1. The spatial evaluation index used in this study
表 1. 本研究使用的空间评价指标

序号	指标	计算公式和描述	公式说明和解释
1	平均深度	$MD_i = \frac{TD_i}{m-1} = \frac{\sum_{j=1}^m d_{ij}}{m-1}$ $D_m = \frac{2 \left\{ m \left[\frac{\log_2(m+2)}{3} - 1 \right] + 1 \right\}}{(m-1)(m-2)}$	TD_i 为元素 i 的全局深度值; MD_i 为元素 i 的平均深度值; m 为系统中元素总数。数值越大,可达性越低[16]
2	整合度	$R_{Ai} = \frac{2(MD_i - 1)}{m - 2}$ $R_{R_{Ai}} = D_m$	R_{Ai} 和 $R_{R_{Ai}}$ 分别为元素 i 的全局整合度和局部整合度。数值越高,空间的可达性越高[16]
3	连接度	$C_i = k$	k 是与元素 i 直接连接相交的个数即为连接度。数值越高,空间渗透性越好[16]
4	控制度	$C_{riti} = \sum_{j=1}^k \frac{1}{C_j}$	k 是与第 i 个节点直接相连的节点数, $j(j=1,2,\dots,k)$ 是与 i 直接相连的节点, C_j 是第 j 个节点的连接值。数值越大,该点控制力越强,空间地位越重要
5	可理解度	$R^2 = \frac{[\sum(C_i - \bar{C})(R_{Ai} - \bar{I})]^2}{\sum(C_i - \bar{C})^2 \sum(R_{Ai} - \bar{I})^2}$	\bar{C} 为全局连接度平均值, \bar{I} 为全局整合度平均值。 R^2 越接近 0,空间可理解度越低;越接近 1,空间的可理解度越高
6	协同度	$R^2 = \frac{[\sum(h_{(f)} - h'_{(f)})(R_{Ai} - \bar{I})]^2}{\sum(h_{(f)} - h'_{(f)})^2 \sum(R_{Ai} - \bar{I})^2}$	$h_{(f)}$ 和 $h'_{(f)}$ 分别表示拓扑距离等于 f 的局部整合度和全局整合度。拟合值(R^2) < 0.5,局部与整体不存在相关关系; $0.5 \leq R^2 < 0.7$ 存在相关关系; $R^2 \geq 0.7$ 表示高度相关[16]

3. 研究结果

3.1. 晚明愚公谷平面复原

愚公谷位于惠锡山麓惠山寺旁,占地约四十亩,北倚惠山,前眺锡山,又有黄公涧水横亘门前,处

地势较陡的山麓环境。邹迪光在万历二十七年(1599年)归里后不久开始营造此园, 历时十年完成。园内有六十景, 是一座拥有天然山水真趣的人工山水园林。愚公谷于晚明万历年间达到全盛时期, 名声远扬, 为当时四大名园之一。

愚公谷没有相关的图画传世且在清初就被多个姓氏祠堂分割占领而逐渐荒废消亡, 因此本文愚公谷的平面复原以园主邹迪光自撰的十一篇园记《愚公谷记》[18]为基础, 并结合其自题《愚公谷五言律诗六十首》[19]中每首诗前的小序进行各个景点空间的关系辅助修正, 进而复原了晚明时期园主人笔下的愚公谷空间平面图(图1)。

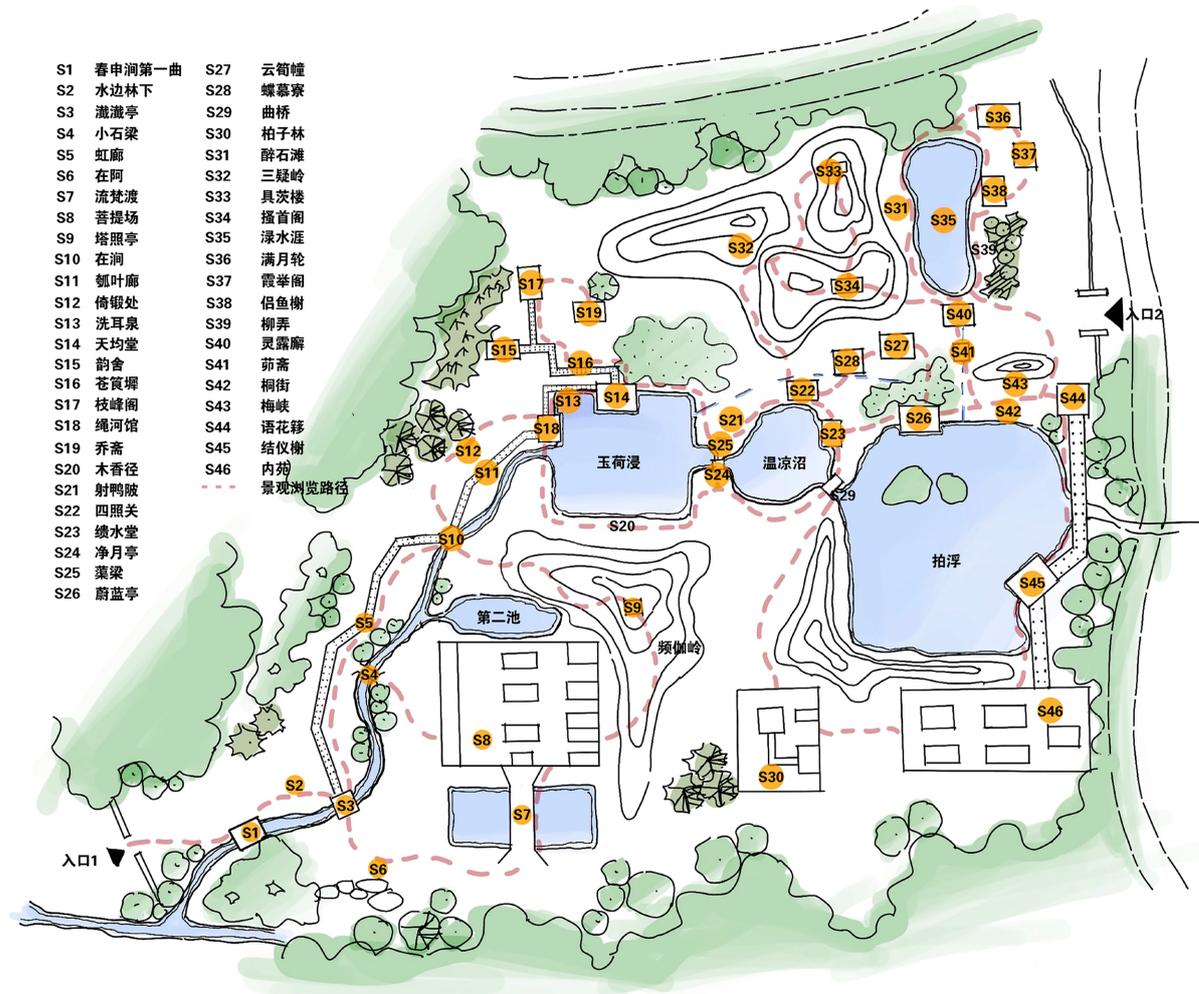


Figure 1. Conjecture map of plane restoration of Yugong Valley in late Ming Dynasty
图1. 晚明愚公谷平面复原推测图

3.2. 晚明愚公谷和拓扑模型建立

本研究使用了一种改进的轴线图绘制方法。首先, 将园林内部可达空间分为六种类型: 建筑(包括厅台堂亭楼榭等)、庭院、道路、廊、桥和景点。忽略空间的平面形态, 并将一个建筑或空间以一条直线代替, 直线相交表示空间相连。廊和道路依据其分支进行分段, 当曲廊的夹角大于 90°难以和多个方向的空间连接时, 则被分为两条或多条相交直线。根据该规则分别绘制了晚明愚公谷轴线图(图2)。

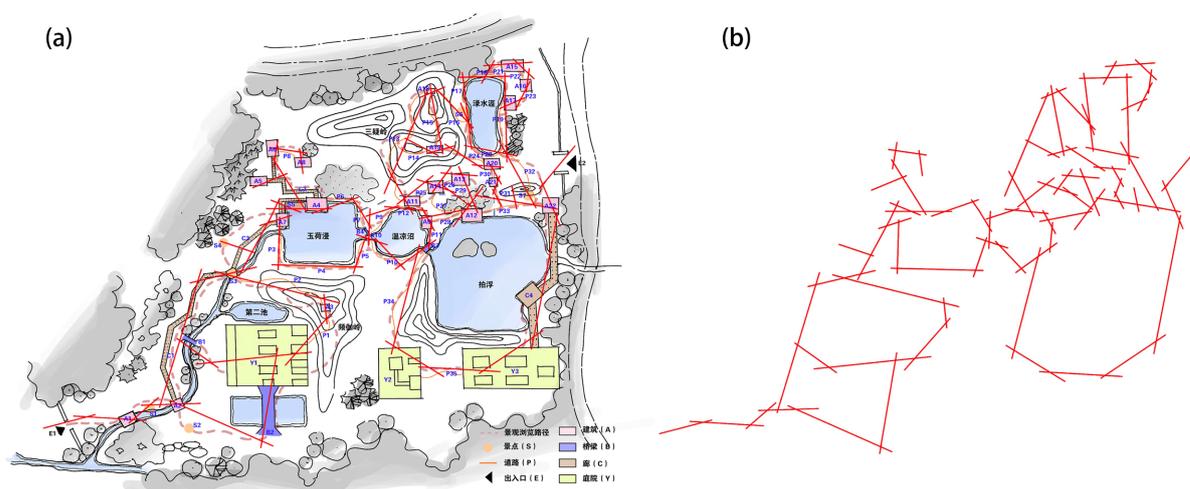


Figure 2. Late Ming Dynasty Yugong Valley layout (a) and axis map (b)
图 2. 晚明愚公谷平面布局图(a)与轴线图(b)

3.3. 晚明愚公谷空间结构特征量化分析

3.3.1. 数据分析

本研究以上述 6 种空间类型为基础, 以连接度(Connectivity)为权重, 利用 Depthmap 对晚明愚公谷的轴线图进行定量分析。

Table 2. Spatial syntax analysis results of Yugong Valley layout axis map in late Ming Dynasty
表 2. 晚明愚公谷布局轴线图空间句法分析结果

空间类型	空间数量	按空间类型分类的平均值			
		连接度	控制度	整合度	平均深度
建筑	22	2.45	1.13	0.54	8.08
庭院	3	2.33	1.17	0.48	8.73
道路	35	2.37	0.94	0.58	7.37
廊	4	3.25	1.58	0.53	7.95
桥梁	4	2.50	1.08	0.55	8.34
景点	7	1.86	0.59	0.50	8.57

表 2 显示, 道路的综合度最高为 0.58, 廊的连接度($c = 3.25$)和控制度($c = 1.58$)均最大, 因此廊和道路共同构成了晚明愚公谷的“交通网络”。庭院的平均深度(MD = 8.73)最高, 即可达性较差。平均深度最高(MD = 10.59)处为面积最大的佛场建筑群菩提场(Y1), 可达性最低。

图 3(a)显示, 平均整合值呈现明显地从园林四周向中心水池(温凉沼和玉荷浸)的内聚性增大, 其中愚公谷整合度最高的空间为堤岸射鸭陂(P9、P10、P11、P12)处, 即水池温凉沼、曲桥(B4)和一系列临水建筑组成的核心水景空间。表 2 和表 3 显示愚公谷中连接度和控制度数值最大处均为位于园林西侧的瓠叶廊(C3), 结合全局连接度图 3(c)和控制度图 3(d)分析, 瓠叶廊(C3)和临水建筑天均堂(A4)共同构成愚公谷西部连结中部核心水景空间的枢纽空间; 愚公谷西部进入中部核心水景空间的枢纽空间则由道路空间桐街(P33)和临水建筑缙水堂(A9)组成。

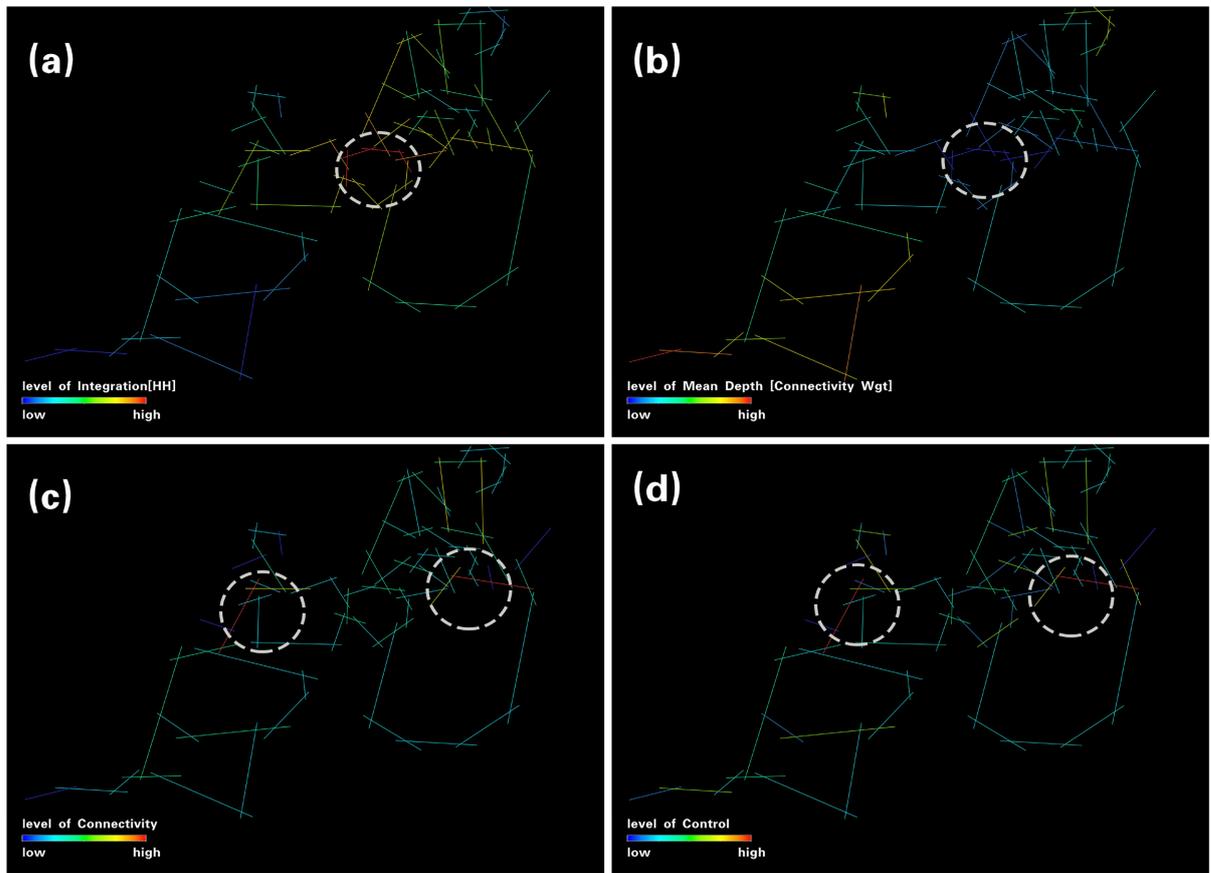


Figure 3. Integration degree analysis diagram of Yugong Valley in late Ming Dynasty (a); average depth analysis chart (b); connectivity analysis diagram (c); control degree analysis chart (d)

图 3. 晚明愚公谷整合度分析图(a); 平均深度分析图(b); 连接度分析图(c); 控制度分析图(d)

Table 3. Spatial syntax analysis results of Yugong Valley corridor in late Ming Dynasty

表 3. 晚明愚公谷廊空间句法分析结果

序号	名称	连接度	控制度
C1	虹廊	3.00	1.17
C2	苍篴墀	3.00	1.75
C3	瓠叶廊	5.00	2.58
C4	结仪榭	2.00	0.83
	平均值	3.25	1.58

3.3.2. 局部 - 全局空间关系

在可理解性散点图中, 晚明愚公谷线性回归方程的回归系数 R^2 为 0.15, 这表明晚明时期愚公谷的局部空间不能很好地理解全局空间。

选取集成度([HH]R3)和整体集成度([HH])进行线性回归校验, 生成晚明愚公谷的协同度线性回归图解(图 4(b)), 发现愚公谷局部集成度和整体集成度之间能够建立起一个类线性方程, 但节点的分布非常离散, 线性回归值为 0.335。保持 x 轴参数(整合度)不变并调整愚公谷协同度散点图 Y 轴的参数(分别使用整合度 R5、R7), 得到的 R^2 值均未大于 0.5 (分别为 0.431 和 0.465)。这是说明游赏拜访者在 7 个拓扑半

径(变换空间 7 次)内仍无法掌握晚明愚公谷的全局空间。因此, 可以认为在晚明时期的愚公谷当中, 局部的空间感受无法与整体的空间形态之间建立良好的逻辑对应关系。

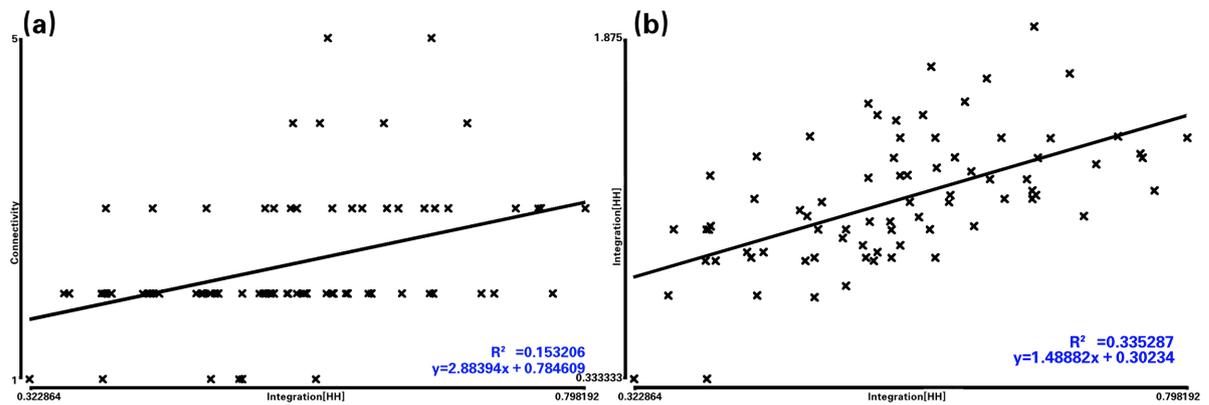


Figure 4. Analysis results of intelligibility (a) and cooperation degree (b) of Yugong Valley in late Ming Dynasty
图 4. 晚明时期愚公谷可理解度(a)和协同度分析结果(b)

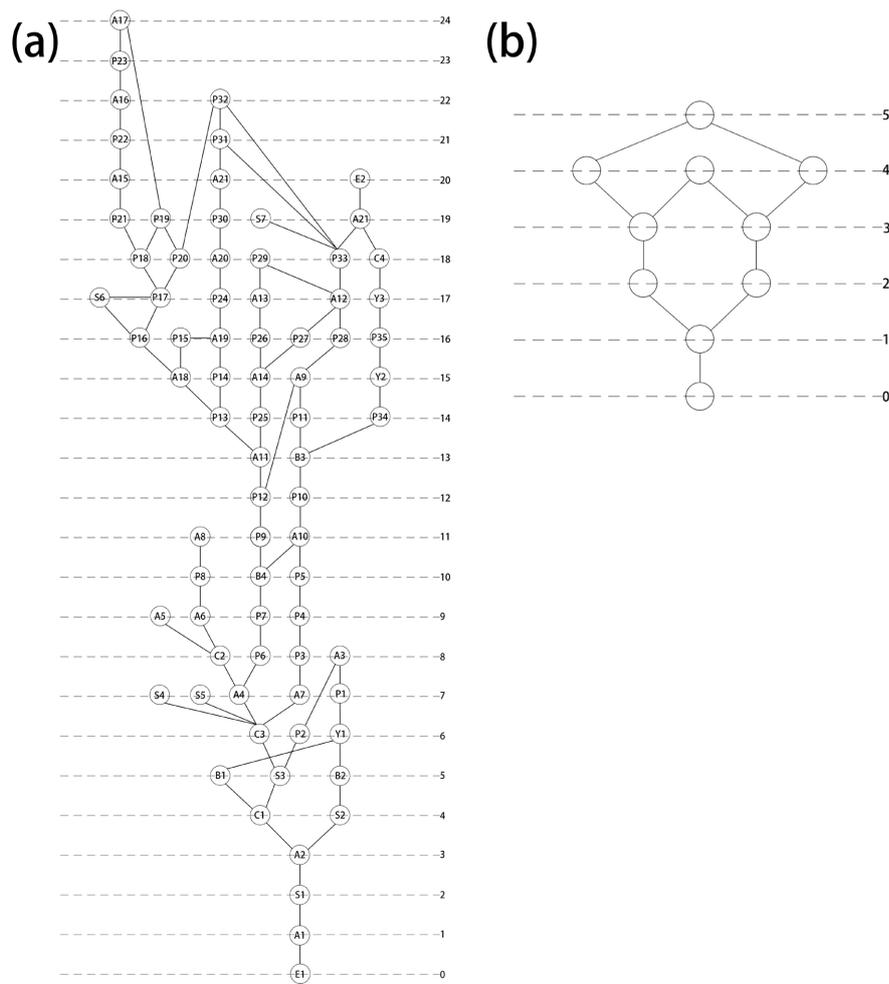


Figure 5. Topological structure of Yugong Valley in late Ming Dynasty (a); example of ring spatial structure (b)
图 5. 晚明愚公谷拓扑结构图(a); 环型空间结构样例(b)

4. 结论

本研究以晚明时期愚公谷为例, 研究结果如下。

(1) 廊和道路是园林主要的交通网络, 在晚明无锡城郊园林中的连接性和控制性方面, 廊都有着不可忽视的重要地位, 具有极强的空间渗透性, 是联系全园景区景点和建筑的脉络和枢纽。

(2) 晚明无锡西郊园林善于引水入园成景, 充分利用选址优势, 营造园内充满自然野趣的核心景观空间: 愚公谷引黄公涧入园设障, 汇涧成池, 园林中部温凉沼一带为核心水景。

(3) 晚明时期的城郊园林内部空间结构复杂旷奥, 追求自然和空间趣味探索性强。在愚公谷轴线图中存在大量的短轴线交叉(图 5(a)), 形成封闭环状空间结构(图 5(b))使得游赏者较难通过单一局部空间获得全局空间的信息。

(4) 本研究为郊野别墅园林的空间构成特征分析提供了一个更为科学的定量化分析方法, 助力风景园林遗产研究与保护的丰富发展。

但是仍存在以下研究不足。首先是空间复原的模糊性, 由于晚明愚公谷平面布局复原图精度有限, 研究内容暂时只能使用一种轴线的变体来指代空间结构。第二, 此研究仅从园林空间布局的角度探讨晚明西郊园林空间特征, 并没有探讨社会文化等方面对其的影响。第三, 此研究所采用的空间句法方法提供了空间属性的数学和几何映射泛化, 但用直线代替空间弱化了其形态特征(如入口的位置, 建筑立面和规模), 可能会影响分析结果。此外, 对于中国古典园林中郊野别墅园林空间营造特征与其营造的复杂旷奥与自然野趣的空间体验, 还需选取更多园林实例开展更为深入的研究。

注 释

文中所有图片均为作者自绘。

参考文献

- [1] 顾凯. 明代江南园林研究[M]. 南京: 东南大学出版社, 2010.
- [2] (明)吴翀, 李庶. [弘治]重修无锡县志[M]. 明弘治七年(1494)刻本影印本. 南京: 凤凰出版社, 2011.
- [3] (明)王穉登. 寄畅园记[M]. 秦志豪, 锡山秦氏文献资料长编. 上海: 上海辞书出版社, 2009: 35.
- [4] 梁洁, 郑圻. 无锡愚公谷园址更迭考[J]. 建筑师, 2017(2): 56-61.
- [5] 黄晓, 刘珊珊. 明代后期秦耀历史沿革考[J]. 建筑史, 2012(1): 112-135.
- [6] 周向频, 周腾. 晚明江南山麓营园的理水手法探析[J]. 同济大学学报: 社会科学版, 2018, 29(3): 62-75.
- [7] 邵凯. 造园无式, 妙于因势——寄畅园的山林地营造手法之研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2010.
- [8] 梁洁, 郑圻. 晚明无锡愚公谷考[J]. 建筑师, 2018(5): 107-114.
- [9] 黄晓, 刘珊珊. 园林绘画对于复原研究的价值和应用探析——以明代《五十景图》为例[J]. 风景园林, 2017(2): 14-22.
- [10] 姚舒然. 无锡古城西郊景园的历时性生长[D]: [博士学位论文]. 南京: 东南大学, 2020.
- [11] Dai, X.L., Luo, C.H. and Chen, X.J. (2012) The Creation of Complexity in Chinese Garden. *Applied Mechanics and Materials*, **209-211**, 380-383. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.209-211.380>
- [12] Yu, R., Ostwald, M.J. and Gu, N. (2015) Parametrically Generating New Instances of Traditional Chinese Private Gardens That Replicate Selected Socio-Spatial and Aesthetic Properties. *Nexus Network Journal*, **17**, 807-829. <https://doi.org/10.1007/s00004-015-0263-7>
- [13] 梁慧琳, 张青萍. 基于空间句法的江南私家园林空间开合量化研究[J]. 现代城市研究, 2017(1): 47-52.
- [14] Yun, J., Yu, W. and Wang, H. (2021) Exploring the Distribution of Gardens in Suzhou City in the Qianlong Period through a Space Syntax Approach. *Land*, **10**, 659. <https://doi.org/10.3390/land10060659>
- [15] Zhang, T., Tang, G. and Lian, Z. (2023) The Mathematics of Spatial Structure Evolution: Using Syntactical Data to Compare the Humble Administrator's Garden in the Sixteenth and Nineteenth Centuries. *Nexus Network Journal*, **25**,

1-21.

- [16] Bill, H. and Hanson, J. (1984) *The Social Logic of Space*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [17] 张愚, 王建国. 再论“空间句法” [J]. *建筑师*, 2004(3): 12.
- [18] (明)邹迪光. 愚公谷乘(卷一) [M]. 明万历甲寅(1614)刻本. 东京: 国立公文书馆藏.
- [19] (明)邹迪光. 愚公谷乘(卷二) [M]. 明万历甲寅(1614)刻本. 东京: 国立公文书馆藏.