

基于空间句法的黄龙洞假山空间研究

Space Syntax Approaches to the Morphological Analysis of Rockery Spaces: A Case Study of Huanglong Cave

韩淑芬 李 胜*

HAN Shufen LI Sheng*

(浙江农林大学风景园林与建筑学院, 杭州 311300)

(School of Landscape Architecture, Zhejiang A&F University, Hangzhou, Zhejiang, China, 311300)

文章编号: 1000-0283(2025)06-0074-07

DOI: 10. 12193 / j. laing. 2025. 06. 0074. 008

中图分类号: TU986

文献标志码: A

收稿日期: 2024-12-28

修回日期: 2025-02-21

摘 要

基于空间句法理论, 运用Depthmap软件计算黄龙洞假山可视层和可行层的连接值、深度值、整合值, 探究其空间逻辑。通过对其拓扑空间进行划分, 构建相应的空间结构模型, 对路径空间的曲折变化进行分析; 同时结合感官体验和实际游览感受, 深入理解黄龙洞假山的空间特点。研究表明, 黄龙洞假山顺应山势堆叠, 融合人工和自然景观, 巧妙地整体布局, 营造出渐入山林的空间体验。空间开合对比明显, 开阔与封闭的区域相互交替, 大小空间有机结合, 实现“小中见大”的视觉效果, 丰富空间景观层次, 使空间感受更加立体。此外, 复杂曲折的游览路径是构成黄龙洞空间趣味的关键因素, 结合竖向高差变化, 形成多维度的观景视角。为杭州传统园林假山遗存的保护与修复提供理论参考, 同时也为现代园林假山空间营造提供理论借鉴。

关键词

空间特征分析; 空间句法; 黄龙洞假山; 遗产保护

Abstract

By employing space syntax theory and utilizing Depthmap software, this study systematically calculates the connectivity, depth, and integration values pertinent to the visual and accessible layers of the Huanglong Cave rockery to explore its spatial logic. The research methodically segments the topological space, constructs a spatial structure model, and analyzes the intricate changes in its pathway space. Furthermore, it integrates sensory experiences with actual tour impressions in order to gain a comprehensive understanding of the spatial characteristics of the Huanglong Cave rockery. The research results indicate that the Huanglong Cave rockery is aligned with the natural topography, effectively merging artificial and natural landscapes. The thoughtfully designed overall layout fosters a gradual transition into the forest, thereby providing a distinctive spatial experience. A stark contrast is evident between the open and enclosed areas, featuring a harmonious alternation of large and small spaces that combine organically to achieve a “small within large” visual effect. This dynamic arrangement enhances the spatial landscape layers and renders the spatial experience more three-dimensional. Moreover, the complex and winding pathways serve as pivotal elements in crafting the captivating space of Huanglong Cave. When paired with the vertical elevation changes, these pathways create multi-dimensional viewing angles. The research outcomes are anticipated to furnish theoretical references for the preservation and restoration of traditional rockeries in the gardens of Hangzhou while also offering valuable theoretical insights for the design of contemporary garden rockery spaces.

Keywords

spatial feature analysis; space syntax; Huanglong Cave rockery; heritage conservation

韩淑芬

2000年生/女/安徽安庆人/在读硕士研究生/研究方向为风景园林历史理论与遗产保护

李 胜

1978年生/男/浙江温州人/副教授/研究方向为风景园林科学技术、风景园林历史理论与遗产保护

在中国传统园林艺术中, 掇山置石是最具特色且不可或缺的景观元素, 其中, 空间布局是展现技法精髓与营造艺术的关键所在。目前, 针对中国传统园林的研究颇为丰

富, 涵盖了皇家园林、岭南园林及江南园林等多个范畴, 然而, 对于杭州地区传统园林的深入探讨却相对匮乏。研究内容上, 虽涉及文化内涵^[1-3]、营造理法^[4-8]、空间特征^[9-12]

*通信作者 (Author for correspondence)

E-mail: bigdeal@163.com

基金项目:

浙江省文化广电和旅游厅重点项目“浙派传统假山叠石技艺的数字化保护与传播策略研究”(编号: 2024KYZ005)

等多个维度，但对于大型假山空间的研究缺乏创新性，分析缺乏深刻性，结论缺乏实践指导性。

黄龙洞假山群是杭州传统园林掇山之典范，丰富的空间特征和独特的空间理法是黄龙洞假山的经典特色。其工艺精湛，被誉为杭城之首。蹬道串联着每一处假山节点，假山洞数量颇多，堆叠方式多样，在真山面前叠假山，是“因壁理石”之典型。目前，关于黄龙洞的研究主要集中在假山艺术理论和洞景的保护与利用等方面^[13-15]。然而，针对黄龙洞假山空间结构的研究尚显不足，对其空间营造的关注和重视程度也较为有限。

因此，本研究采用空间句法理论，选取黄龙洞假山空间作为研究对象，运用三维点云建模技术，构建精细化假山模型，并进一步应用空间句法以量化假山空间特性，旨在深刻剖析杭州古典园林中假山空间的结构特点及构造理念，从而为现代假山空间设计提供有益的参考与启示。

1 研究对象及方法

1.1 黄龙洞概述

黄龙洞坐落于杭州西湖西北部的北山栖霞岭山麓。该处原为佛教寺院，至清末转型为道教宫观。其独特之处在于，园林要素在整体构造中的占比远超宗教建筑。整个景区包括了三座主要殿堂：山门、大殿及三清殿。在这三大建筑之间巧妙地融入了众多庭院与景观元素，共同构筑一个典型的“寺观园林”^[16]。

黄龙洞建造之初，就遵循就近择石原则，摒弃了精巧的太湖石，而采用黄石进行掇山叠石，这是西湖假山洞景中规模最大的一处^[17]。相较于形态多变、玲珑细腻的太湖石叠山艺术，黄石则呈现出一种古朴典雅、



图1 黄龙洞整体平面图
Fig. 1 Overall plan of Huanglong Cave

稳重浑厚的独特风貌。运用黄石仿效太湖石的堆叠技法，依据山势巧妙布局，并在山石之间精心设计洞穴，使之既构筑出一种宛如仙境、自然庄严的空间意境，又保留了湖石假山所特有的灵动与趣味。现存的两组叠石假山，可看作一组台地园与一组山石瀑布，二者以山石磴道相连。前者位于黄龙洞主轴线东北方位，后者位于正南方（图1）。两处假山皆依真山山壁而起，延续山势起伏之状，布置磴道拾级而上；皆就地取材选用黄石，其纹理、色彩、气质都与天然岩体一致，力图将堆叠的假山与周边环境融合，既体现出杭州的地域特色，又可混假于真山真水之中，起到人工美化环境的作用。由于台地园中的假山体量大，相较于山石瀑布中的假山，其景观层次更为丰富，空间布局也更为独特，能够更好地突显黄龙洞假山的特征。此外，台地园的假山布局还为本研究提供了更多观察视角，使得获取相关数据变得更加便捷。

因此，本研究选取黄龙洞主轴线东北方位的台地园内假山为研究对象。

1.2 空间句法理论

空间句法通过抽象化方法将城市空间结构简化为线段体系，并量化计算其拓扑关联性，以揭示空间系统的逻辑架构与组织原则。该方法常应用于建筑、城市及园林空间的特性与功能分析。相关计算机软件已在建筑与城市设计领域得到广泛应用^[18]。

空间句法理论建立在几何拓扑学的基础之上，其核心探究聚焦于空间在几何拓扑框架下的可达性与相关性^[17]。空间句法的量化分析基于数学图论，将三维空间简化为二维平面图，进而解析为由节点和连接构成的拓扑网络图，以研究其拓扑关系。该关系关注几何形体在连续变形下的不变性，结合拓扑学与图论形成一维空间拓扑学。图2展示了基本的空间拓扑结构^[19]。针对黄龙洞台地园

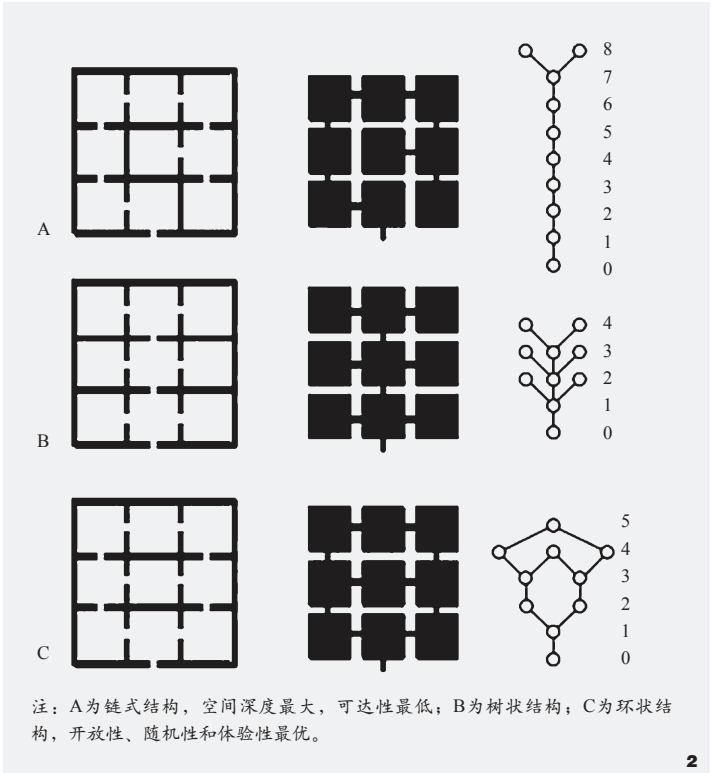


图2 空间拓扑示意
Fig. 2 Spatial topology diagram

假山属于中小型、布局自由且形式复杂空间的特点，采用VGA法进行空间句法分析，对可视层和可行层的连接值、深度值、整合度等指标进行量化研究。

1.3 空间句法理论适用性与应用优势分析

空间句法理论最初应用于城市空间研究，未涉及非空间要素。假山空间体量较小，易受多种园林要素影响，具有不确定性，因此其适用性存在争议。然而，假山空间与城市空间在本质上具有相似性，均在社会与自然环境影响下形成，以满足人类需求为核心，兼具社会性与功能性。此外，假山空间的植物、水体等要素虽具不确定性，但在短期内若无严重毁坏或重大修缮，对空间结构影响有限。因此，空间句法理论在假山空间量化研究中具有一定的适用性与可行性。

空间句法理论在空间量化分析中具有显著优势，其以空间主体为核心，探讨空间客体与人类交互体验所构成的结构及其关系。传统直观体验分析依赖感官反应与主观感受，难以准确揭示空间结构特征与单元间的内在联系。空间句法通过连接度、深度值、整合度等定量指

标，能够精确量化空间的连通性、通达性与可视性，并通过客观数据揭示空间逻辑与功能。结合游客路径拓扑图，可综合分析空间拓扑关系，理性分析空间对游客的路线指引。将空间句法应用于假山空间研究，量化游客体验并还原设计意图，可为该领域提供新的研究视角。

1.4 图纸整理

以唐全明编写的《杭州非遗叠石技艺》中黄龙洞假山分布图作为参考。通过实地测绘，使用架站三维激光扫描仪（FARO Focus Premium）对黄龙洞假山主体及周边环境信息进行三维激光扫描测量（TLS），获取完整准确的黄龙洞假山模型（图3）。以此为基础在AutoCAD和Photoshop中绘制黄龙洞台地园假山平面图（图4），将其作为后续研究假山路径及构建拓扑结构图的重要基础图纸。此外，中国古典园林设计强调“虚实相生、路径曲折、步移景异”。应用空间句法理论时，其特点在于视觉可达性与实际通行性的不一致，即“看似有径可寻，实则难以通达”，与城市和建筑空间有显著区别。鉴于上述特性，本文结合实地测量与空间句法理论，利用AutoCAD制作黄龙洞假山的可视层与可行层平面分析图，为量化研究提供基础支持。

2 假山空间研究结果

2.1 黄龙洞假山空间布局

黄龙洞深处，林泉环境清幽雅致，石潭碧绿倒映，其假山主要错落分布在月老祠的南部与东部山腰及山脚地带。这些假山利用当地山石就地叠构，顺应山势地形，于山谷坡地间营造出洞壑深邃、水石相映的奇妙景致^[9]。黄龙洞建筑朝西背东，采用两进式院落布局，南侧庭院由建筑立面与两组石壁假山围合，呈直角三角形。庭院中心为水池，周围布置山石亭台，假山设有蹬道和龙头雕塑，引泉水形成多级瀑布，最终汇入水池，构成“瀑—潭—池”的自然水体景观序列。池子的北面直接与建筑的游廊相邻，形成一条直线边界，而四周则被精致的山石驳岸环绕，形态各异。从假山向北眺望，建筑仿佛凌驾于嶙峋的山石驳岸之上。转而从游廊向南望去，瀑布如同垂挂的玉带般倾泻而下，山石则绵延起伏，形成壮丽景观。山后密林郁郁葱葱，整体景象给人以超凡脱俗、遗世独立之感^[9]。

两组假山各具特色。台地园假山中的山石步道巧妙依循山势铺设，石阶平台错落有致，既起到挡土护坡的作用，又精心设计了起伏变化的景观效果，山石间虚实相生，宛如一幅浑然天成的山水画卷。此外，山石间的虚实变化还巧妙地预留足够的植物生长空间，这不仅体现黄

龙洞叠山匠人的艺术造诣，更彰显他们在景观规划中的深思熟虑与远见卓识。台上黄龙古洞假山，为借自然岩壁洞穴，盘旋而下，洞内侧护坡成直壁，外侧护坡为勾搭环孔式，模拟湖石洞窝之变化，是杭州叠石混假于真、做假成真的典型代表。月老祠南龙潭山石瀑布组景，从水潭之南山高处，叠石引流，龙口吐水，落潭碎玉。瀑布下有一石屋洞，绿荫覆石，洞内设有石凳和采光洞，曲径蜿蜒，通至龙潭石桥，有若桃源仙洞。黄龙洞龙池驳岸的砌筑方式同样是借黄石的搭接搭连技巧，营造出湖石透漏之感，化直壁为曲岸，变密石为疏孔。驳岸之下为空灵池水，之上为长廊，以黄石为材料，结合湖石堆叠手法，既保证了驳岸的坚固耐久，又产生玲珑多变的艺术效果，可谓匠心独具。此外，根据黄龙洞整体平面图观察可知两组假山位于黄龙洞最东边，远离外界喧嚣环境，避开不利的观赏条件，创造出最佳的游赏环境，让游人能够在假山当中沉浸式游览。台地园假山更是位于真山密林之中，就地随形，不拘教条，游人随蹬道而上，步入山林，渐入佳境。

2.2 假山可行层空间句法分析

依据黄龙洞台地园假山可行层的连接值、深度值及整合度分析图（图5）可知，黄龙洞假山整体的连接性与整合度偏低，而空间深度较大，呈现出明显的空间层次特征。

假山内部步行路径的连接值较低，主要由于路径曲折且空间狭窄，两侧堆叠的大体量石块也影响了通行流畅性。这种设计限制了道路与周围环境的互动，降低空间的连通性和渗透性。相比之下，铺装区域的连接值较高，因为狭窄的内部路径与外部宽敞的硬质铺装地带相接，形成了层次分明的空间布局。从整体游览路线看，游人从开阔的场地

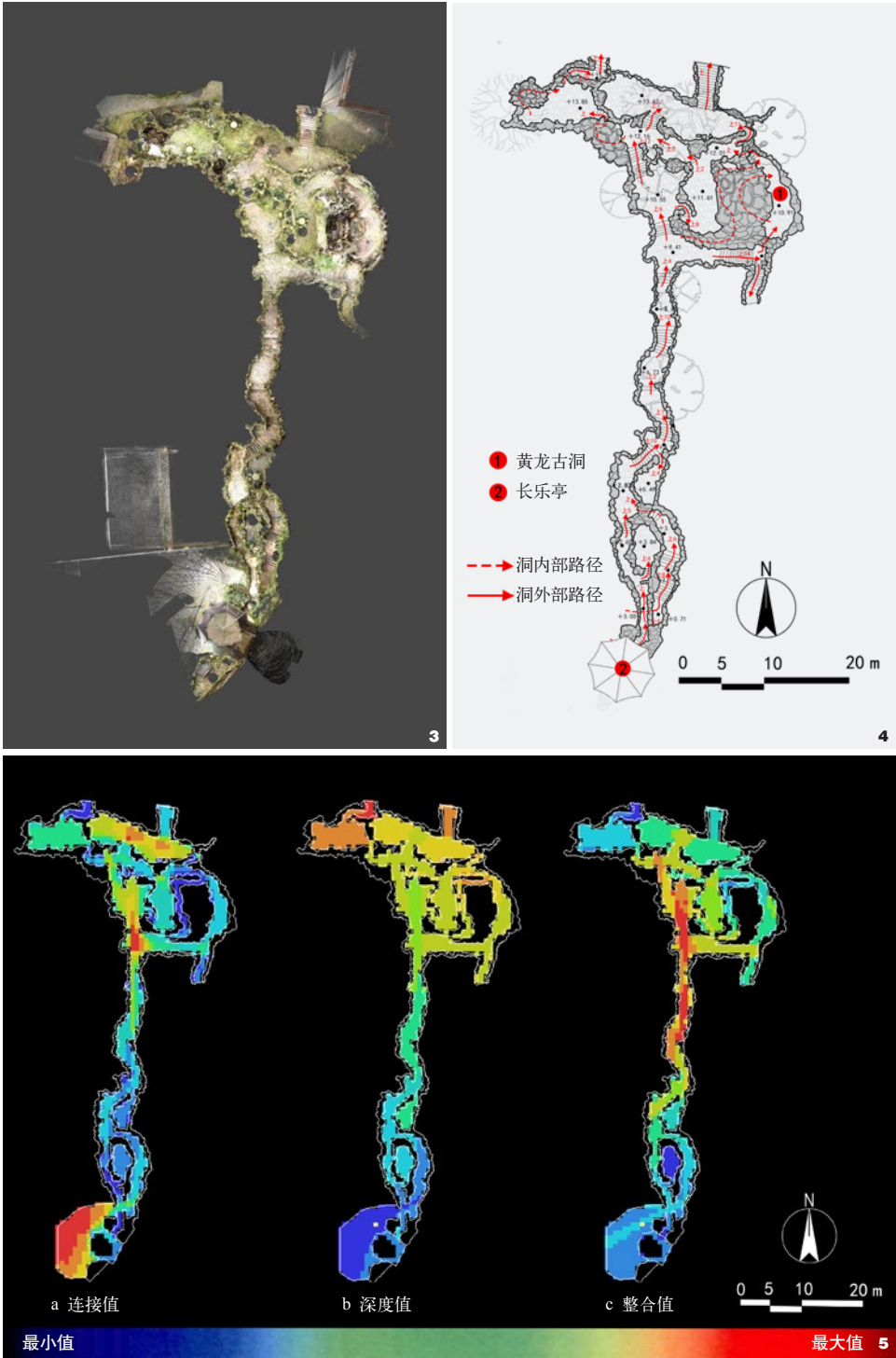


图3 黄龙洞假山模型投影
Fig. 3 Huanglong Cave rockery model projection

图4 黄龙洞假山平面图
Fig. 4 Huanglong Cave rockery plan

图5 可行层分析图
Fig. 5 Walking layer analysis

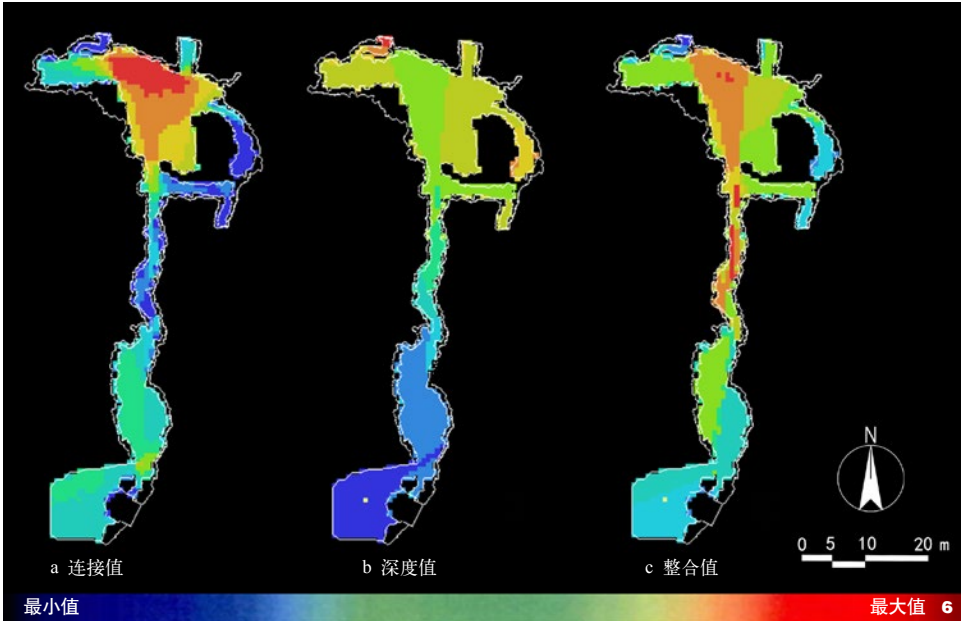


图6 可视层分析
Fig. 6 Visual layer analysis

进入较为狭窄的假山空间再到相对宽敞的硬质铺装空间过渡，而后进入更为错落逼仄的假山空间，空间连接值从高到低再由低到高，连接值高的空间和连接值低的空间相互穿插，使游人在游览过程当中感受到空间节奏变化之美。通过精心设计的空间布局，充分展现了中国古典园林中“欲扬先抑”的经典艺术手法，其中假山空间作为核心元素，起到了至关重要的作用。

在深度值中，假山区域明显高于铺装区域。在整个空间中，西北角的假山区域具有最高的空间深度值，是可达性最低的区域。到达该假山空间需经历一系列复杂的空间转换与曲折路径，使得西北角的假山区域与周围环境相对隔离，既增加到达难度，也提升探访的趣味性。此外，黄龙古洞的假山内路径深度显著高于周边区域，其入口设计得相当隐蔽，且道路狭窄，这种布局营造出一条幽深而神秘的游览路线。

在整合度中，硬质铺装场地因其开阔度高且遮挡物稀少，整合度最高。相比之下，假山区域则因其内部空间构造复杂多变，路径蜿蜒隐蔽，加之光线不足，极大地限制了游客的视线范围，故而整合度相对较低，可达性也较弱。入口处假山、黄龙古洞以及西北角的假山空间整合度都相对较低，中间通过整合度高的道路铺装场地相连，空间层次变换丰富，提升景观的层次感。

2.3 假山可视层空间句法分析

黄龙洞台地园假山的可视层分析结果显示，其连接值、深度值与整合度的分布特征与可行层基本一致，表现为较低的连接性与整合度，但具有较高的深度值（图6）。

在连接值中，整个区域最北侧的铺装场地连接值最高。台地园呈现南低北高的趋势，南北高差约14 m，北侧的铺装场地位于最高点，且周围堆叠的假山高度均在1 m左右，空

间围合性较差，视线遮挡度低，视域开阔，空间渗透性强，与周边空间的联系最为密切，连接值最高。假山内部空间狭窄，围合度高，视线受阻，空间渗透性、可达性较差，连接值低。游人从入口进入，通过假山蹬道等连接值低的区域，视线受到极大的限制，四周的景色被山体的曲折遮蔽，直至进入最北面的铺装场地，视域打开，豁然开朗。连接值从低到高，引导游人的视线逐步展开，空间层层递进，在假山中模拟真山的山林环境，大大增强了游览的沉浸感和探索感。

在深度值中，假山区域的深度值明显比铺装区域的深度值大，空间的可达性不佳。主要体现在西北侧的假山和黄龙古洞的位置，到达此区域视线要经过更多的转折。由于假山深度较大，尤其是北侧的假山，体量庞大、结构复杂且围合度高，成为游人鲜少到达的地方。设计者在其中精心配置石凳和石桌，并种植成排绿茵，清风不时拂面，营造出一种恬静的氛围，宛如“独坐深篁里，弹琴复长啸”。

在整合度中，可视层反映的结果与可行层相一致。硬质铺装的区域显得相对宽敞，其空间封闭性较低，视野开阔且无显著阻碍，与邻近区域有着紧密的关联，整合度较高。假山内部由于空间隐秘，阻隔视线，可达性差。入口处布置假山，开门见山，形成错落的假山空间，复杂而有趣的假山空间吸引游人进入体验假山空间带来的不同感受，假山空间阻隔了游人视线，增强了游人在假山中游玩的神秘感与探索感。

2.4 假山路径空间句法分析

维持凸空间之间的连接关系不变，用最少且最长的轴线连接所有凸空间^[20]，利用AutoCAD软件绘制黄龙洞台地园假山的路径图（图

7), 最后用圆圈和线段分别代替空间节点和连接, 绘制出黄龙洞台地园假山的拓扑结构图(图8)。

对黄龙洞台地园假山的拓扑结构图进行分析后可以看出, 其路径空间结构以环形为主, 同时辅以链状结构布局, 形成了独特的空间组织特征。台地园假山设有E1-E5五个出入口, 其中E3、E4、E5与山林小径相连, 最终通向城市道路, 游客使用频率较低, 以这三处作为主要出入口得出的研究结论缺乏普遍参考价值。E2与E1相邻, 但实地调研表明, 游客更倾向于先进入长乐亭, 随后从E1入口进入假山空间, 因此选择以E1作为主要出入口进行拓扑空间分析。主要的环形结构位于E1入口处以及黄龙古洞所在区域。结合空间句法理论可发现, 假山中环形结构区域的空间复杂度更高, 富有神秘感和体验感。入口处和黄龙古洞区域的游玩体验最佳。游人首先被入口处错落有致的假山空间吸引, 随后经过曲折的蹬道来到黄龙古洞。两处景观相互呼应, 给游人带来渐入佳境的体验。根据结构拓朴图可以发现, 链形结构中空间节点13的位置拓朴深度最深, 游人鲜至之处, 此处设有石桌石凳, 是最适合游人停留休憩的地方。

中国传统园林在空间布局上常运用诸如“似有径而实无通途”“似无路却暗藏曲径”等手法。对黄龙洞台地园假山结构的拓朴图进行细致剖析, 可以验证上述空间特性的存在。具体而言, 空间节点4与7在路径布局上表面看似连贯有路, 实则内含虚断, 为两条中断的路径, 游人需按原路折返, 方能重新进入交叉的通道。游人从空间点9可以看见沿着蹬道向下走可以到达长乐亭, 随即向下行走, 通过空间点7看似能更快地到达长乐亭但行走至空间点7, 发现出现断路, 无法继续向前, 只能原路返回, 可见其“看似有

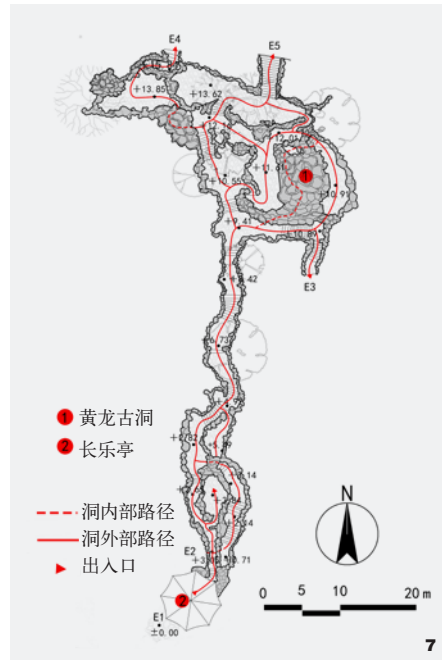


图7 黄龙洞假山路径图
Fig. 7 Huanglong Cave rockery path map

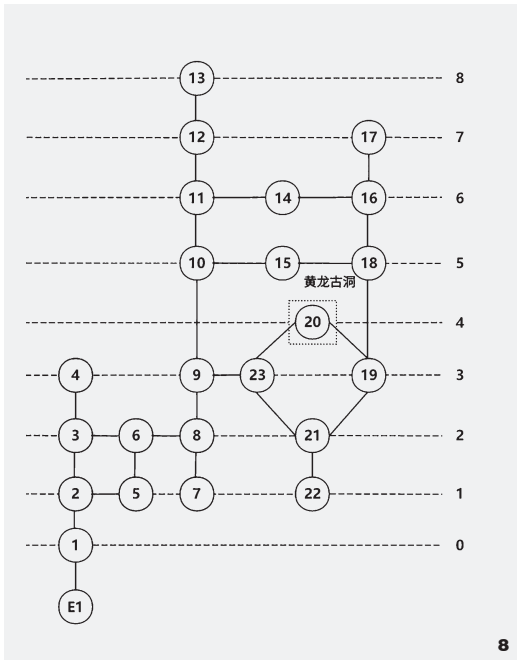


图8 黄龙洞假山拓朴结构图
Fig. 8 Topological structure diagram of Huanglong Cave rockery

路, 实则不通”。行至空间点6后由于空间高程的变化, 导致长乐亭消失在游人的视线当中, 烦恼之余欲行至E1离开, 行至空间点2后发现一条隐藏在空间点2后的狭窄而陡峭的蹬道通向长乐亭, 这也说明了“看似无路, 恰则藏路”的路径空间特征。假山路径设计曲折多变, 每隔数米便设有明显的转折点, 营造出动态变化的空间效果。在游览过程中, 视线随着路径的变化不断切换, 从而实现了“移步换景”和“寻路探幽”的观赏体验。这种设计充分展现了黄龙洞台地园假山的趣味性和探索感。

3 黄龙洞假山空间特征讨论

前文对黄龙洞假山空间布局、可视层与可行层相关数值以及路径拓朴结构进行了详细分析, 揭示了黄龙洞假山空间蕴含的内在逻辑与设计意图。通过对整体布局、量化数

据与拓朴结构图的综合分析, 进一步探讨黄龙洞假山空间特征。

3.1 因地制宜, 渐入山中

黄龙洞的假山依地势起伏堆叠, 设计充分融入自然地形, 体现与周围环境的和谐统一。假山中既有天然洞穴, 如“黄龙古洞”, 也有人工山洞, 整体布局错落有致, 真假山洞交织, 巧妙结合人工与自然。此外, 黄龙洞假山远离繁忙交通路线, 避免了喧嚣干扰, 同时使主观赏点避开不利因素, 确保了游人的视觉体验。游人从黄龙洞主入口进入, 通过一系列景观引导, 从建筑较为密集的空间逐渐进入自然山石景观空间, 通过月老祠南龙潭山石瀑布组景过渡到台地园假山, 将游人从喧闹的城市环境引入幽静的山林环境。通过增加入口与假山观赏点的距离, 并结合竖向设计与造景, 营造渐入山林的引导效果^[21]。

3.2 对比鲜明，层次丰富

在可行层与可视层的参数图示中，不同数值的空间彼此交错布局。其中，深度值与连接度显著不同的两个空间相邻而置，它们相互映衬，形成鲜明对比。这种布局手法在有限园林空间内巧妙实现了小中见大的视觉效果，赋予空间丰富的层次感。北侧区域中，形态各异的假山将空间分割为多个小巧分散的单元，内部路径交错纵横，与相邻的广阔铺装空间形成鲜明对比。铺装空间的开阔性因假山区域的对比而显得更为宏大，而假山区域则因路径的曲折与空间的封闭性而增添了几分深邃。两者在空间上相互映衬，共同塑造出丰富多变的游览体验。

3.3 “曲”之有理，移步换景

江南园林路径的设计中讲究“因景设路、因路得景、步移景异”，路径与景物之间有着密切的对应关系。假山路径空间结构拓扑图以环形结构为主，黄龙古洞周边区域是台地园假山空间营造的关键所在。通过对可视层和可行层的参数图进行分析，发现黄龙古洞周边空间的深度值均较高，结合拓扑图分析可知该区域的假山路线设计更为蜿蜒曲折。游人在此区域游览时，需经历多次路径转换，这不仅丰富了游览体验，还增添了“探幽寻胜”的趣味。

路径相互交叉，曲折复杂，视线不断转换，从而能从不同的视角欣赏假山的形态，可近观可远观，周边景色也能尽收眼底。连接入口与北侧假山的路径虽单一不分叉，但曲折有致，沿途景色多样，避免了单调感。

3.4 上下之间，景色错落

适宜的竖向高差变化能够有效吸引游人向上攀登。黄龙洞台地园假山是依山而建、

因壁理石的典范，南北高差14 m，高差变化丰富，设有大量台阶蹬道。当游人遇到山石蹬道时，高差变化会吸引其向上攀登。在此过程中，游人可利用高差观察周边景物，视角与视距的变化带来丰富的观赏体验。路径的高差变化使游人在下行时能够俯瞰脚下及周围的景致，增添了视觉层次感。在上行或平行行进时，视线于仰视、平视与俯视之间不断切换，带来多维度的观景体验，极大丰富空间的感官效果。

4 结语

本文通过应用空间句法理论对黄龙洞假山空间进行量化分析，总结了其空间特征。研究发现，空间句法能够通过数据与图像有效地表达难以用语言描述的空间结构特性，从而揭示假山空间设计的内在逻辑与特征。该研究一方面验证了传统空间分析的研究成果，另一方面也补充了传统方法未能涉及的领域。例如，空间的开合变化与高差设计虽然能通过感性分析总结，但路径的拓扑深度与空间可达性等特征，则难以通过传统方法精准呈现。因此，结合空间句法理论与传统分析方法，能为空间研究提供更全面、准确的结论。

同时，空间句法应用于假山空间研究也存在一定的局限性。黄龙洞山石和植物要素之间的关系目前无法通过空间句法的理论和方法进行量化分析研究，并且园林植物随季节变换，其树冠大小、密集程度及生长状况均会有所不同，这些变化对空间造成的影响也随之各异，因此所得结论可能会呈现季节性差异。鉴于研究时限，本研究未能全面剖析各季节园林要素对黄龙洞空间的具体影响。目前，空间句法理论于竖向维度的探究仍处于初步阶段，故而本研究暂无法采纳该理论分析假山空间的竖向特性。期待未来能

够从植物、竖向等方面进一步推进假山空间的研究。

注：图1改绘自《杭州非遗叠石技艺》，其余图表均由作者绘制。

参考文献

[1] 王象勇. 浙江传统园林掇山置石研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2015.

[2] 张奕然. 杭州西湖山地园林理景艺术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2021.

[3] 张毅晟. 浙江叠石技艺调查研究与传承[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2024.

[4] 王劲韬. 中国皇家园林叠山研究[D]. 北京: 清华大学, 2009.

[5] 孟凡玉. 环秀山庄假山理法研究[J]. 中国园林, 2020, 36(9): 133-138.

[6] 顾凯. 园在山中: 再探张南垣叠山造园的意义与传承[J]. 风景园林, 2020, 27(2): 13-19.

[7] 顾凯. 画意真山与胜景无穷: 北海镜清斋假山营造思路的再认识[J]. 建筑学报, 2021(11): 35-40.

[8] 包泽辉, 李胜, 祁浩. 杭州传统园林假山洞夏季微气候营造研究[J]. 中国园林, 2024, 40(09): 98-103.

[9] 唐全明. 杭州非遗叠石技艺[M]. 杭州: 西泠印社出版社, 2022: 86-87.

[10] 丁明静, 葛之藏, 张青萍, 等. 环秀山庄假山组合要素轮廓线分形量化研究[J]. 中国园林, 2021, 37(9): 128-132.

[11] 董芊里, 张青萍. 基于三维点云的江南私家园林叠山皴法的识别与分析研究: 以苏州四大名园为例[J]. 中国园林, 2022, 38(10): 133-138.

[12] 祁浩, 李胜. 基于分形理论的文澜阁假山形态营造研究[J]. 建筑与文化, 2023(12): 243-245.

[13] 刘影. 杭州西湖风景区洞穴造景艺术研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2021.

[14] 钱吟柠. 浙江寺观园林遗存择要研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2021.

[15] 吴佩君. 浙江庭园营造技法与风格研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.

[16] 本社编. 西湖揽胜[M]. 杭州: 浙江人民出版社, 1979.

[17] 孙锦. 宁波天一阁掇山置石研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2022.

[18] 张愚, 王建国. 再论“空间句法”[J]. 建筑师, 2004(03): 33-44.

[19] 杨琪瑶, 张健林. 基于空间句法的狮子林主假山神秘性分析[J]. 中国园林, 2018, 34(04): 129-133.

[20] 深圳大学建筑研究所. 空间句法简明教程[M]. 深圳: 海天出版社, 2014: 89-92.

[21] 乐志, 夏钰颖. 真山境界定位下的中小尺度园林中假山内外布局[J]. 风景园林, 2022, 29(9): 121-127.