浙江理工大学学报(社会科学版),第40卷,第5期,2018年10月
Journal of Zhejiang Sci-Tech University (Social Sciences)
Vol.40, No.5, Oct. 2018

DOI:10.3969/j.issn.1673-3851(s).2018.05.014

植物景观对杭州佛寺园林空间结构影响的定量分析

胡　广,杨怡雯,王丽娴,李　雅,胡绍庆,江俊浩
(浙江理工大学建筑工程学院,杭州 310018)

摘　要:通过Depthmap软件对杭州三所佛寺灵隐寺、法镜寺、香积寺进行空间句法定量分析。选择空间句法中的三个常用参数,分析寺庙可行层和可视层的空间结构变化及其与佛寺面积大小的关系;同时比较佛寺局部空间连接值、整合度和绿地率的关联性。结果表明:在整体空间,植物景观主要影响空间可行层,大寺庙受到植物景观的影响更强;在局部空间,植物景观则主要影响空间可视层,植物空间占有率(绿地率)越高,对视线的限定效果越强。根据调研结论和佛寺园林空间自身特点,文章提出了佛寺园林营建与规划的设计建议。

关键词:空间句法;佛寺园林;Depthmap;植物景观;空间结构
中图分类号:TP391　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1673-3851(2018)10-0545-08

佛寺园林是寺观园林的一个分支,在我国古典园林中具有独特的地位和内涵。中国的佛寺本质上属于宗教场所,但在伽蓝建筑上却采用官署模式制度,园林风格杂糅了佛、儒、道三家文化的多种特性。同时佛寺园林既具备服务信众朝拜的公共性,又考虑僧人居住的私密性,要求其在空间上实现开放和保守的统一。目前关于佛寺园林的研究已取得许多成果[1-3],研究内容以园林植物种类、植物文化和佛寺意境居多。而在空间结构上,很多研究都属于定性分析,从定量角度分析佛寺园林的较少,这使得佛寺空间的研究成果偏于主观性,较难直接指导园林的设计与营建。

空间句法是量化空间结构的常用分析方法之一,早期多用于分析城市空间,近年来逐渐被运用于园林空间分析[4-7],研究成果渐丰。然而现有研究也存在一定的不足:a)主要运用空间句法对园林现有空间结构进行简单描述[8-9],而较少解释园林中植物景观的作用;b)主要集中于私家园林和传统村落,而对数量众多的佛寺园林相对缺乏关注;c)主要探讨某一园林的空间格局,缺少对同一类型不同样本之间的横向比较分析。

鉴于此,本文采用空间句法,选取杭州佛寺园林三种不同场景的景观空间,定量分析植物景观对佛寺园林空间结构和游客行为的影响,进而探索佛寺园林植物景观营造手法。

一、杭州佛寺的历史发展与价值

杭州作为我国东部历史最悠久的城都之一,是吴越与南宋都城的旧址,具有丰富的佛教历史文化,对我国汉传佛教的发展具有深远影响。在吴越国统治期间,杭州就是当时中国寺庙最多、最集中的区域,为当时的吴越赢得了“东南佛国”的美誉;而在宋代,杭州更是将佛教文化发展至我国佛教历史的巅峰,苏轼在诗中记叙为“三百六十寺、幽寻遂穷年”,潘阆诗中描写“临水傍山三百寺,僧房携杖遍曾游”[10],《天竺山志》也对当时杭州佛教的盛况进行了形象的描绘。《西湖浏览志》中描述的杭州佛寺景观:“杭城内外及湖山之间,唐以前为三百六十寺,及吴越立国,宋室南渡,为四百八十寺,海内都会未有加于此者”[11],进一步佐证了杭州佛教文化的繁荣

收稿日期:2018-03-26　　网络出版日期:2018-10-09
基金项目:国家社会科学基金项目(15BZX119);杭州市社科规划办专项项目(2015NSYJ3);浙江理工大学521人才项目
作者简介:胡　广(1983-),男,浙江温州人,副教授,博士,主要从事城市与园林景观生态方面的研究。
通信作者:江俊浩,E-mail:aaron-11@163.com

程度。辉煌而丰富的佛教历史背景赋予了杭州深刻的佛教文化内涵,杭州至今仍保留众多名刹古寺,这些历史悠久的佛寺是我国佛教文化研究的宝贵案例。从现存的佛寺园林中发掘其所蕴含的空间设计思想与规律,是本文的目的之一。

二、研究对象及方法

(一)研究对象

考虑到寺庙的面积梯度、所处环境(景区和城市)以及寺庙的知名度和访客数量等因素,本文选取杭州主城区内的灵隐寺、法镜寺和香积寺作为研究对象,进行佛寺空间分析。

灵隐寺位于杭州西湖以西,开山祖师为慧理大师,始建于 326 年,是杭州最早的名刹之一,被誉为江南禅宗"五山"之一。现今灵隐寺为 1975 年国务院批准重建,于 1987 年进行全面整修。法镜寺位于灵隐寺之南,原名下天竺翻经院,同为慧理大师创立,建于 330 年,也是杭州最早的寺院之一。该寺在 1861 年被兵火烧为灰烬,1882 年重建,之后多处损毁。现寺院为 1982 年重建,2006 年修缮整治,至今仍在恢复扩建之中,现为西湖唯一尼众寺院。香积寺位于杭州拱墅区,始建于 978 年,原名兴福寺,后更名香积寺,是京杭大运河上驰名的香客集散地,曾是从运河进入杭州的第一座和离开杭州的最后一座寺院[12],现寺庙为 2009 年重建。

(二)研究方法

空间句法(Space syntax)是 20 世纪 70 年代末由伦敦大学的比尔·希利尔(Bill Hillier)与朱利安妮·汉森(Julienne Hanson)等人提出,它以几何拓扑学为理论基础,是对城市或建筑等整体空间进行量化分析的辅助手段[13]。空间句法处理过的空间图形,可以从图面分析来解释空间结构与人的活动之间的相互关系。空间句法主要有三种基本分析方法:轴线分析法、凸状空间分析法和视区分析法[14]。轴线分析法是通过把道路转化成轴线来分析不同功能区的特点,凸状空间法一般用来处理有高差的空间,视区分析法则适用于边界复杂的小空间区域。空间句法最早被应用于城市研究和建筑规划设计方面,经过慢慢发展与完善,逐渐被许多学者引入风景园林领域。笔者尝试用该定量方法研究分析佛寺园林景观。

与私家园林相比,本文所选择的杭州佛寺园林内路径相对规则、简单,植物和建筑构筑成边界复杂的较小空间,因此适合采用视区分析法(Visibility graph analysis,VGA)。用此方法对灵隐寺、法镜寺和香积寺的园林空间进行分析,着重探讨植物景观对佛寺园林空间结构的影响。

视区分析法涉及的空间参数一般有整合度、连接值、视线集聚系数、视线平均深度值、可理解度等,本文选择连接值、视线集聚系数、整合度 3 个常用参数(表 1)进行分析。

表 1 空间句法参数说明

参数	含义	说明
连接值 (Connectivity)	表示与该空间相连的空间个数的多少,表现空间渗透性[15]	值高表示该区域相连的空间个数多,空间渗透性强;值低表示相连空间少,空间渗透性弱
视线集聚系数 (Visual clustering coefficient)	表示空间边界在视觉方面的限定效果的强弱[16]	值高的区域能看到的视线方向少,限定效果强;值低的区域会呈现出多方向的视线选择
整合度 (Integration)	反映一个空间单元与系统中所有其他空间的集聚或离散程度[15]	值高表示便捷度、可达性高;值低表示便捷度、可达性低

本文涉及的植物景观特指在佛寺围墙内、建筑外,对游客视线和行为产生明显影响的固定成片植被或大型单体植株,不包括建筑内植物和可移动盆栽。在此定义基础上,对三座佛寺内植物景观的物种、数量、高度、枝下高、占地面积和空间位置进行实地调查和数据采集,并绘制 CAD 平面,建立数据库。

将佛寺平面空间分成两种场景:a)可行层,指在寺庙围墙所围合的寺庙内部空间中,游客可以行走的区域,建筑、植物景观和水景为不可行走区域;b)可视层,指在寺庙围墙所围合的寺庙内部空间中,游客视线可穿透的区域,在建筑空间上属于不可视的遮挡区域。当乔木枝下高低于 1.5 m,灌木高度高于 1.5 m 时,植物景观对游客视线造成遮挡,这类植物的栽种区域也属于视线不可穿透区域。亭、廊、漏窗、门洞等视线可穿透的园林要素在私家园林中对可行层和可视层的影响较大,但是由于佛寺的宗教特殊性,其建筑内佛像、石碑等均对视线产生阻隔,因此本文分析中将建筑中视线被阻隔的亭、廊、漏窗等视同于建筑。将平面图导入 Depthmap 软件中,设置网格尺度为 1.0 m×1.0 m,进行 VGA 分析。同时为了排除不同寺庙面积和建筑布局本身对景观空间结构的影响,本文还设置了一个对照层,

即假设寺庙空间不存在植物绿化时的空间环境,利用该对照层的空间格局参数,对各寺庙空间参数进行相对化处理。相对值的大小体现了植物景观对佛寺园林空间结构的影响。相对值大于 1,说明植物景观疏通了佛寺空间结构;相对值小于 1,说明植物景观阻隔了佛寺空间结构;相对值等于 1,则说明植物景观对空间结构不起作用。相对值与 1 的差值体现了植物景观对空间结构的作用强度。相对连接值、相对视线集聚系数、相对整合度和绿地率的计算方法如下:

相对连接值=研究空间连接值/对照层整体连接值;

相对视线集聚系数=研究空间视线集聚系数/对照层整体视线集聚系数;

相对整合度=研究空间整合度/对照层整体整合度;

绿地率=植物种植面积/空间总面积。

通过比较三所佛寺的对应空间参数,分析不同面积是否对佛寺的景观空间格局产生影响,并比较佛寺园林空间的相对连接值、相对视线集聚系数、相对整合度三者的整体平均值在有无植物景观情况下不同空间层的数值变化。同时将佛寺局部空间按类型分类,从局部连接值和局部整合度两方面分析寺院中最活跃的空间和最僻静的空间,并采用 SPSS 对每个局部空间的相对连接值和相对整合度与该局部空间的植物景观占有率(即绿地率)进行相关性分析,探讨植物景观对佛寺局部空间的影响。

三、结果与分析

佛寺的 VGA 分析图能直接将参数数值的高低变化反映在图片色彩上,从两个方面有效地帮助我们理解和研究佛寺空间:a)通过图层的对比,可以说明寺院空间的参数值从可行层到对照层是升高或降低,即假设寺院中没有植物景观时对寺院空间参数的影响是变大或减小;b)通过相对参数的对比分析,结合平面直接观察,分析植物景观对寺院局部空间的影响。

(一)佛寺整体空间分析

通过 CAD 分析佛寺平面可知,灵隐寺面积为 52385.44 m^2,法镜寺面积为 13590.55 m^2,香积寺面积为 8182.25 m^2。实地调查测量得到灵隐寺植物景观面积为 13646.36 m^2,占佛寺总面积 26.05%;法镜寺植物景观面积为 714.48 m^2,占佛寺总面积 5.26%;香积寺植物景观面积为 509.17 m^2,占佛寺总面积 6.22%。

采用 VGA 分析法,将灵隐寺、法镜寺、香积寺的三种场景(可行层、可视层、对照层)CAD 导入 Depthmap 软件,以 1.0 m×1.0 m 的平面单元赋值来计算其空间参数值,将计算结果以 VGA 分析图(图 1)模式导出,并选择可行层和可视层的连接值、视线集聚系数、整合度三个参数,通过数值相对化处理后,统计其整体空间的参数平均值(图 2)。由图像与数值两方面分析寺院的空间,探讨植物景观对佛寺园林空间结构的影响和造成空间变化的因素。

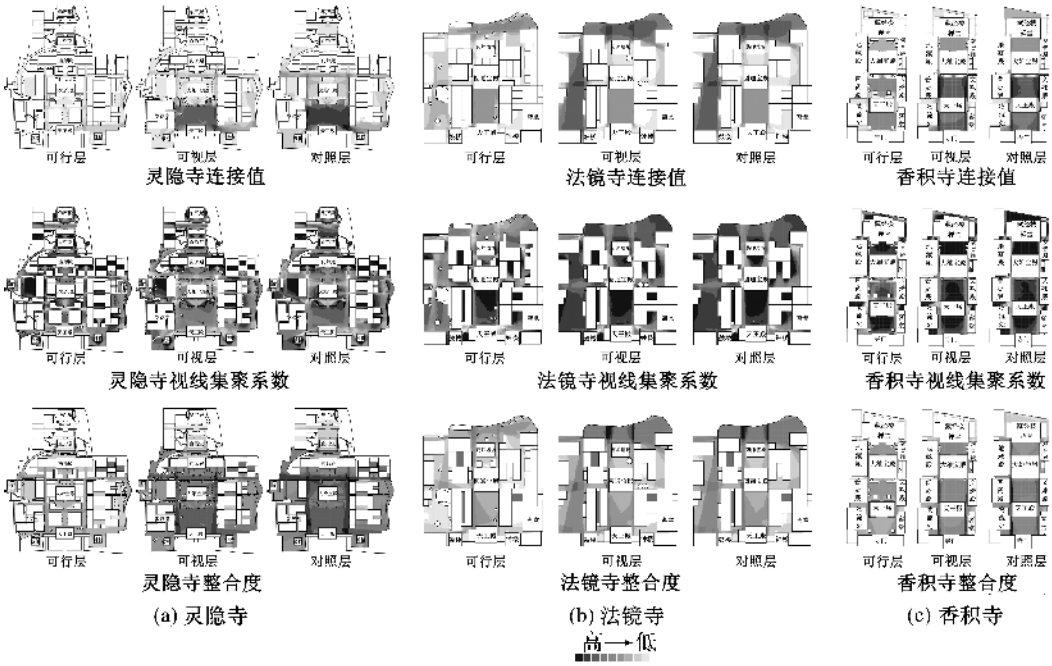


图 1　佛寺 VGA 分析图

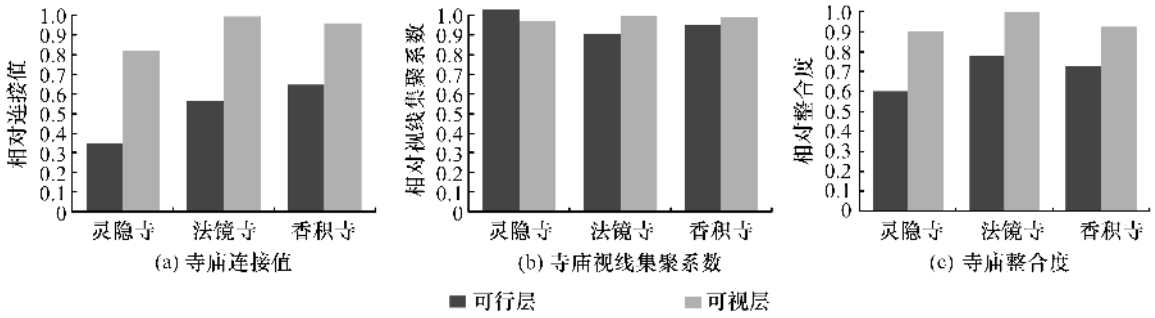


图 2 寺庙整体空间格局

注:寺庙面积按照灵隐寺、法镜寺、香积寺依次降低。

图 2 的分析结果显示,三座寺庙的相对连接值、相对视线集聚系数和相对整合度均小于 1。同时笔者发现佛寺园林的可行层在整合度和连接值上受到植物阻隔作用的影响要大于可视层;而视线集聚系数值变化在两个层次上则无明显差别。

从图 2 可知,不同佛寺均表现为对照层的连接值最高、可视层次之、可行层最低的规律,说明植物景观对佛寺建筑围合的景观空间起到了进一步分隔的作用,但在视线和行走路径上作用强度有所不同。植物景观对可视层的限定作用降低了建筑空间基础连接值的 5%~18%,而对可行层则达到了 35%~65%的限定作用(如图 2(a)所示)。面积大的佛寺连接值比面积小的佛寺受到植物景观的限定作用更强,这可能是由于其独立空间个数与绿地率决定的。大型佛寺内佛事活动更为丰富,要求有更多的室外独立空间,连接值的本底数值较高,但是较多的空间连接节点更易受到植被的阻挡;同时灵隐寺植物景观占寺庙面积比例较大,分布也更为均匀,导致该寺庙的空间连接值,特别在可行层水平受植物景观的影响要比其他小寺庙强。

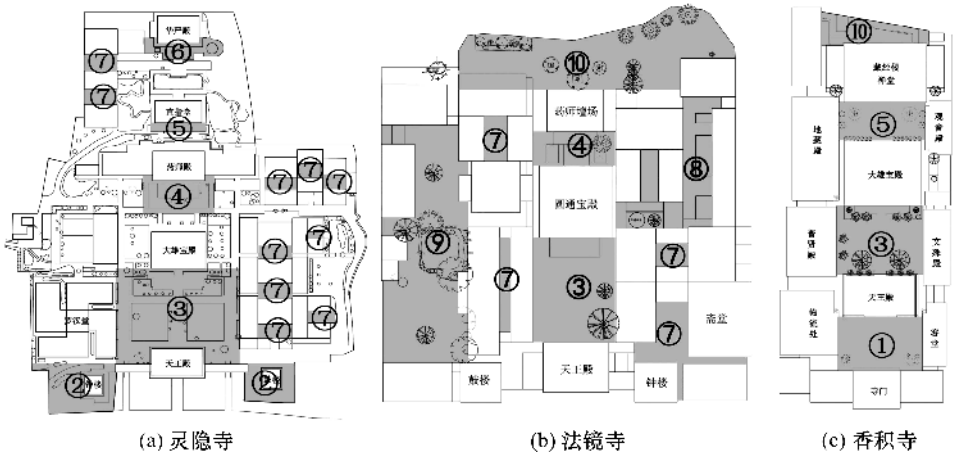
三座佛寺不同空间层相对视线集聚系数相近、规律性不明显(如图 2(b)所示),这可能是因为每个寺院中的植物空间配置上的差异导致其对空间遮挡性的效果不同。植物的形态、大小、栽种位置造成空间转折方向、数量的变化,从而影响视线集聚系数。灵隐寺的植被面积较大,分割了空间,增加了多方向的视线选择,降低了视线集聚系数;但是其各殿前空间边界限定性强,强化了视线集聚系数(图 2)。而法镜寺、香积寺的植被面积小,空间数量少,结构较简单,边界明显,其视线集聚系数平均值和灵隐寺差异不大(图 2)。这也和寺庙一般具有相对固定的游览路线保持一致。在规划中,视线集聚系数值可以用来规划标示牌放置位置,在 VGA 图(图 1)中,视线集聚系数值最低的区域表示可选择方向最多的区域,在此处设置路牌,能最有效地为游客提供游线指引和相关信息。

整合度用来判断空间便捷度和可达性,植物景观对寺庙空间可达性的影响与空间连接值类似,可行层受到的阻隔影响要强于可视层(如图 2(c)所示),说明佛寺中植物景观可以用来降低空间可达性和人员入侵性。可行层整合度明显下降,说明佛寺中的植物种植分割了游客的行走区域;但可视层与对照层整合度差异不大,说明佛寺整体的视线可达性好,佛寺仍保持比较完整、连贯的观赏视线[17]。不同于连接值随寺庙面积变小而受到植物景观的影响程度降低的规律,空间整合度和佛寺面积的关系并不明确。面积与空间布局适中的法镜寺受到植物景观的影响最小。

(二)佛寺局部空间分析

提取灵隐寺、法镜寺、香积寺的局部空间进行分类,将性质相同的空间归为一类,分类结果如图 3 所示。选择佛寺每个空间类型可行层和可视层的相对连接值和相对整合度两个参数值,与该局部空间的绿地率进行对比,分析其变化与植物景观空间占有率之间的关联性。

通过统计不同局部空间的相对连接值和相对整合度,发现局部空间可行层和可视层的连接值和整合度变化趋势基本相似。具有宗教仪式作用的局部空间,特别是主殿前空间的连接值和整合度较高,而僧侣生活空间(如禅院空间、侧殿院落等)的连接值和整合度相对偏低;同时由于法镜寺后院面积较大,绿化较好,也具有较高的连接值和整合度。值高的区域表示该空间是游客经过、停留较多的区域,值低的区域是游客较少的区域。不同局部空间的空间差异说明佛寺的空间结构与其功能相一致:宗教仪式感强,游客数量出现、停留频繁的局部空间,与周边空间的连通性和可达性高;而对私密性要求较高的局部空间,则具有较高的空间独立性。



①天王殿前空间;②钟鼓楼空间;③主殿前空间;④药师殿前空间;⑤法堂前空间;
⑥华严殿前空间;⑦侧殿院落空间;⑧生活区空间;⑨禅院空间;⑩后院空间

图 3　佛寺局部空间分类示意

注:灰色区域即选择的寺庙园林局部空间,数字表示佛寺园林局部空间分类。

回归分析发现,灵隐寺各局部空间可行层和可视层的相对连接值、相对整合度和绿地率均具有显著的线性关系(如图 4 所示),植物景观占据空间的比例越高,该局部空间的连接值和整合度越高。而法镜寺和香积寺则没有显著的线性相关性。不同于植物景观在整体空间上对可行层的影响较大,灵隐寺局部空间可视层连接值、整合度与绿地率的回归线斜率均大于可行层(如表 2 所示),说明植物景观在局部空间对可视层的影响比可行层更大。这也说明植物景观构建的局部空间独立性,特别是生活空间的隐私性,更多地体现在视觉独立性,即园林营造手法中的"障景"[18]。在灵隐寺中,植物景观占据空间的比例越高,该局部空间的连接值和整合度越高。

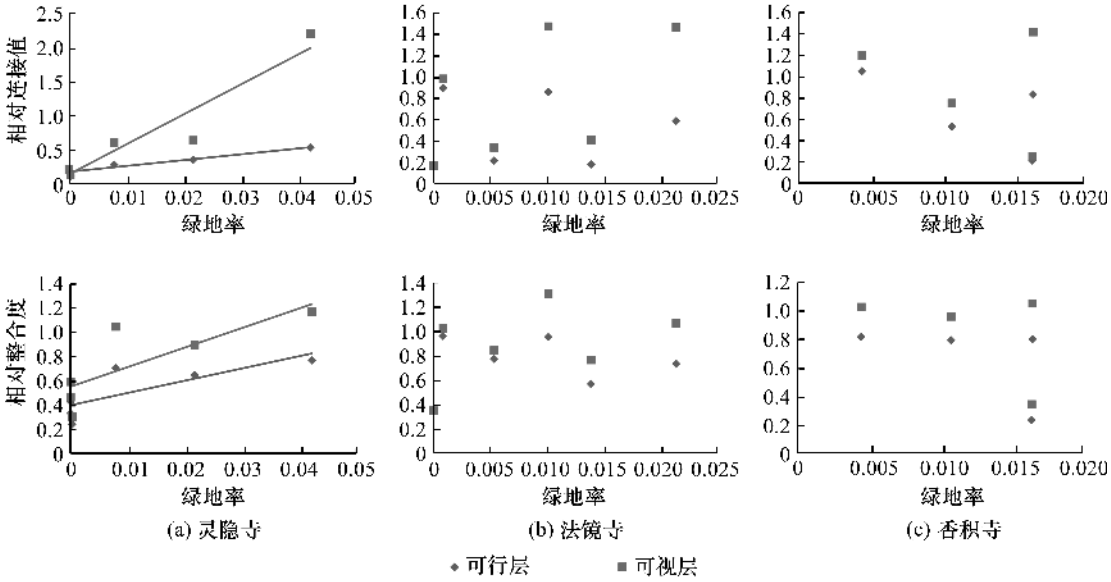


图 4　佛寺局部空间连接值、整合度与绿地率的关系

注:回归线说明存在显著线性相关,没有回归线则不存在相关性。

表 2 佛寺局部空间连接值、整合度与绿地率的线性回归分析

佛寺	空间参数	斜率	解释度	显著性检验
灵隐寺	可行层连接值	8.51	0.935	0.001
	可视层连接值	43.77	0.911	0.003
	可行层整合度	10.05	0.630	0.059
	可视层整合度	16.02	0.640	0.056
法镜寺	可行层连接值	1.96	0.002	0.929
	可视层连接值	38.22	0.294	0.266
	可行层整合度	2.77	0.009	0.856
	可视层整合度	17.61	0.198	0.376
香积寺	可行层连接值	−40.89	0.409	0.361
	可视层连接值	−26.57	0.086	0.706
	可行层整合度	−26.62	0.282	0.468
	可视层整合度	−28.75	0.236	0.514

注:显著性检验值小于 0.1,表明具有显著线性关系。

四、讨论与结论

(一)讨 论

焦云祥等[19]以太原永祚寺为例,得出“在宗教园林中,景观空间的规划与该空间的宗教需求紧密联系,一般通过规整的对称、封闭式布局营造宗教中庄严肃穆的氛围;寺院中的建筑不仅发挥着空间边界的作用,限制了空间可视性和可达性,建筑两侧的园路还对空间视线和动线具有统领作用”,该结论与本文对于杭州三所佛寺的研究结果相符。对灵隐寺、法镜寺、香积寺三座寺庙的研究发现,服务于主殿、发挥宗教仪式的空间,通常为佛寺中连通性可达性最高的空间,而僧侣生活区空间则具有较好的私密性和空间独立性;从佛寺整体空间分析的 VGA 图(图 1)中发现,有无植物景观对佛寺空间影响最大的是主殿前空间和建筑两侧通道上的空间。

此外,其他运用 Depthmap 分析园林空间的研究表明“江南私家园林利用有限面积营造的‘小中见大’空间感与其空间复杂程度有关”[5]。从本文三座寺庙的空间量化分析结果可知,在相同面积的空间中,寺院的植物景观越丰富,则寺院连接值和整合度越低,对寺院空间复杂程度的影响越大,“假山、水面、植被等园林要素降低了园林空间可行层的连接度和整合度,却营建了园林中步移景异的景观效果,在视觉上营造了丰富的空间变化,在游览路线上也增加了观赏的趣味性”[8]。

目前许多运用空间句法的园林研究仅是通过空间可行层与可视层两个图层的对比说明园林空间的营造,并未将植物景观结合园林空间整体考虑。而植物作为园林中唯一具有生命的元素,与建筑、山石等其它要素结合形成的封闭空间、半开敞空间、开敞空间构成了多样化的园林观赏空间[20],对游线的引导、景观的营造都发挥了重要作用。在单一园林的分析中,这种可行层与可视层的简单对比可以较好地描述园林的空间结构。但是如果在不同园林的比较分析中,园林面积和本底的建筑格局本身存在差异,对空间结构也具有较强的影响,可能会对结果产生一定影响。在本文中,对于三个寺庙的空间研究模拟了寺院中不存在植物景观情况,设置了对照层,利用相对空间参数来去除寺庙本身建筑空间和面积的影响,结果仍说明植物景观是影响和建构园林空间、营造园林意境的重要元素。

本文选用的空间结构参数均体现了游客在佛寺园林中视线和游览路线的自由度,对于佛寺园林的设计均有一定的借鉴意义。连接值的分析表明寺庙的植物景观相当于不同空间之间的自然型屏风,降低了临近空间的渗透性,提高了各局部空间的独立性,避免不同空间内不同景观和游客活动互相干扰。而整合度对于园路规划的合理性有重要影响,以整合度为基础,规划游园路线,可以得到一条经过园内各个景点、适合游客有组织环形游览的最佳路线[17],让游客在有限的时间和精力下更全面地感受园林空间的变化之美。

空间句法为园林整体的空间格局提供了一个较为有效的量化途径,但是由于最初的研究对象是城市和建筑群,因此其在园林空间分析的应用上也存在一定缺陷,主要表现在空间句法仅考虑水平面上的空间结构,而对空间垂直面的差异无法直接分析。本文选择的佛寺虽然处在山地和城市的不同环境中,但样本寺庙内区域的坡度基本一致,对分析结果

影响较小。如果在地形起伏较大的场地,则其分析效果的可靠性可能受到影响。同时植物的空间季相研究中发现“植物所营造的景观空间中,非落叶季的可视层连接值和整合度,都明显比落叶季的值低,因为在非落叶季时期,植物的搭配组合能够扩大景深、丰富空间层次,而在落叶季时期,植物的叶片凋落,空间遮挡性降低,使景观视域扩大、视觉空间扩展”[21],这也说明园林植物对于构建空间的影响是动态变化的,要从不同时间维度上考虑其空间结构。

(二)结　论

对中国佛寺园林空间组织的研究自明清时期已有记载,但大多体现于对空间与意境的描绘,受研究者本身主观感受影响较大。本文通过空间句法分析来量化分析植物景观对佛寺园林空间的影响,拓宽空间数字化分析在园林中的应用,为佛寺园林植物景观设计提供新思路。本次空间句法研究侧重横向比较不同研究样本,并运用 CAD 软件模拟了三种场景,运用视区分析法对佛寺园林植物空间展开了分析。

通过空间句法对杭州佛寺园林空间的可行层、可视层和对照层的比较分析,发现植物景观对佛寺空间的影响可以归纳为:

a)在整体空间上,植物景观主要影响空间可行层。寺庙面积越大,植物景观对可行层的限定效果越强。植物景观对可行层进行了有效的空间隔断,同时又保留可视层的空间通透性,既增强了宗教的庄严性和仪式感,又表现了佛教的亲和性和普度众生的包容思想。

b)在局部空间,植物景观主要影响空间可视层。植物空间占有率(绿地率)越高,对视线的限定效果越强。植物景观通过连接或阻断不同空间的视觉联系,对空间的独立性和隐私性进行了二次划分,满足佛寺对不同空间的功能需求。

佛寺空间的重要性一般是根据佛教思想的传统礼制“佛法僧”排序的,即“山门、佛殿、佛塔”——“法堂、禅堂、经藏”——“僧舍、自修空间”,佛寺的空间营造规律都是以中轴线为主要轴线,在伽蓝七堂布局的基础上进行加减法来控制佛寺尺度和空间[22],因此佛寺植物景观的空间配置应该体现此类基本准则。结合本文的结果,笔者认为在佛寺园林的营建过程,特别是整体规划阶段,应该注意:

a)更多地利用植物景观,而非硬质材料来划分佛寺的不同功能空间。

b)在大型开放空间,应合理利用植物景观视线穿透性和空间阻隔性,营造宗教场所的仪式感和亲和性,例如灵隐寺主殿前空间是该寺最重要的宗教仪式空间,在此运用的植物景观并未阻挡游客视线,反而使其成为整个佛寺空间最为开放的场地,同时对游客行走路线进行有序引导,保证人流高峰期该空间的安全性。

c)佛寺内既有宗教活动场所,也有僧侣起居场所。增加起居空间的植物景观占有率,可以限制视线干扰,有效保障佛寺安宁的起居和修行环境。

未来研究还需对植物配置与寺庙园林环境的生态服务和游憩功能方向的关联性展开量化分析,以期为佛寺环境的植物景观设计和园林管理工作提供更为深入的理论和应用依据。

参考文献:

[1] 杨慧,赵慧宁.浅析禅境景观造景设计与植物配置[J].华中建筑,2015,33(9):114-116.

[2] 宋晓青.浙江佛寺园林植物造景研究[J].黑龙江农业科学,2015(4):107-111.

[3] 鲍璇,李慧敏.西安汉传佛教城市佛寺园林植物设计研究[J].建筑与文化,2017(9):153-155.

[4] 顾红男,郑生.基于可视性图解与视域分析的园林空间造景研究:以重庆市川剧艺术中心为例[J].中国园林,2014,30(9):37-41.

[5] 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.

[6] 胡超文.岭南传统私家园林空间转换量化研究[J].惠州学院学报,2017,37(6):71-76.

[7] Ayman H M, Reham H O. Planting design for urban parks: Space syntax as a landscape design assessment tool[J]. Frontiers of Architectural Research, 2015, 4(1):35-45.

[8] 郭佳希.Depthmap 软件在网师园空间分析中的应用[J].中国园林,2014(8):120-124.

[9] 陆邵明.上海古典园林曲水园空间结构中的网络特征[J].中国园林,2011(9):60-64.

[10] 唐圭璋.《全宋词》增订简体本(第一册)[M].王仲闻,参订,孔凡礼,补辑.北京:中华书局,1999:6-7.

[11] 张璟,庄志民.人文山水与杭州旅游资源的特征[J].南京师大学报(自然科学版),2003,26(3):117-124.

[12] 陈帷韬.杭州市游憩型绿道建设现状调查与对策研究[D].杭州:浙江农林大学,2016.

[13] 段进.空间句法与城市规划[M].南京:东南大学出版社,2007:12-15.

[14] 张愚,王建国.再论“空间句法”[J].建筑师,2004(3):33-44.

[15] 李江,郭庆胜.基于句法分析的城市空间形态定量研究[J].武汉大学学报(工学版),2003,36(2):69-73.

[16] 孙明,季臣臣,马迪元,等.我国地铁车站内部空间句法视域研究[J].山西建筑,2015,41(26):7-9.
[17] 李志明.基于空间句法分析的拙政园中部游览路线组织与园林空间赏析[C]//中国风景园林学会.中国风景园林学会 2014 年会论文集(上册).北京:中国风景园林学会,2014:6.
[18] 金荷仙.寺庙园林意境的表现手法[J].浙江林学院学报,1998,15(4):450-455.
[19] 焦云祥,张鹏,武小钢.太原永祚寺园林空间分析研究[J].山西建筑,2017,43(24):186-187.
[20] 酒江涛,韩家焜,刘董欢,等.季相变化对郑州市文化公园园林空间结构影响的量化研究[J].重庆理工大学学报(自然科学),2017,31(7):124-132.
[21] 酒江涛,骆映心,张艳恒,等.季相变化对园林空间结构影响的量化研究[J].贵州农业科学,2017,45(9):76-80.
[22] 张驭寰.山西佛寺初析[M].重庆:重庆出版社,2011:45-46.

Quantitative analysis of effect of plant landscape on the spatial structure of Buddhist temples in Hangzhou

HU Guang, *YANG Yiwen*, *WANG Lixian*, *LI Ya*, *HU Shaoqing*, *JIANG Junhao*
(School of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Quantitative analysis of space syntax was conducted for three famous temples, Lingyin Temple, Fajing Temple, and Xiangji Temple in Hangzhou by Depthmap. Three common parameters in space syntax were selected to analyze the spatial structure variation at walkable layer and visible layer and its relation with area of templates. Besides, the relationships among spatial connectivity, spatial intelligibility and ratio of green space of local space of temples were compared. The results showed that plant landscape affects the spatial structure on the walkable layer. Stronger effects were found on the larger temple, and plant landscape mainly affects the spatial structure at the visible layer at local space. Stronger sight restriction effects were found with the higher ratio of green space. According to the investigation conclusion and the characteristic of Buddhist temple garden space, the design suggestion on construction and planning of Buddhist temple garden was put forward.

Key words: space syntax; Buddhist temple garden; Depthmap; plant landscape; spatial structure

(责任编辑:唐志荣)