

多层面商业空间整合度与人流流量关联性分析

庄宇¹, 张灵珠¹, 戴晓玲²

(1. 同济大学 建筑与城市规划学院, 上海 200092; 2. 浙江工业大学 建筑工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘要: 使用空间句法软件计算多层面商业空间轴线整合度, 研究其与人流量分布之间的关联性; 通过一个多元回归模型分析了出入口、楼层转换、垂直交通等其他空间变量对多层面商业空间中人流分布的影响程度. 通过对不同案例的比较, 得出基于空间句法的对多层面商业空间组织的建议.

关键词: 空间句法; 整合度; 人流量; 多层面; 可理解性

中图分类号: TU-023

文献标识码: A

Configurational Study of Pedestrian Flows in Multi-level Commercial Space

ZHUANG Yu¹, ZHANG Lingzhu¹, DAI Xiaoling²

(1. College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. College of Architecture & Civil Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310000, China)

Abstract: Based on an integrated model, an investigation was made into the effect of local integration and other design parameters such as the entrance, level variation, and vertical transition on the patterns of multi-level pedestrian flows. Furthermore, proposals for multi-level commercial space framework are put forward by comparing different commercial samples.

Key words: space syntax; integration; pedestrian flows; multi-level; intelligibility

随着城市化进程的加快, 越来越多的人口涌入大中型城市, 使得城市发展空间严重不足; 与此同时, 人类的生存活动也日益增多, 功能单一的建筑单体已无法满足城市生活多元化的需求, 建筑(群)也需要整合居住、办公、休闲、服务等功能, 更好地对城市空间与土地进行高效利用. 在这种背景下, 城市商

业综合体成为当代城市立体化集约化发展的主要方式之一, 其多层面的空间分析和设计辅助决策已成为城市设计的一个新课题.

通常, 在大型、多层面商业空间中, 由于交通流线较为复杂, 大多数消费者容易迷失方向, 设计者亦难以在设计阶段判断复杂商业空间中不同区域的可达性, 进而预测将来使用的人流量并据此细分布置各类业态及设施. 本研究尝试用空间句法^[1]对多层面商业空间的人流与空间组构之间的关系进行分析.

空间句法理论在三维层面的应用目前多集中在城市街区类型的案例. Chang 及 Penn 对伦敦巴比肯地区(Barbican)与南岸地区(South Bank)进行研究后发现当采用空间变量对整合度进行修正后, 这些区域的人流量将不再不可预测^[2]. Asami, Kubat 等人针对伊斯坦布尔的高差地形, 通过考虑垂直方向的视域变化, 引入了“Extended Axial Lines”的概念来分析高度变化下的道路空间^[3]. 此外, 王静文、朱庆、毛其智等^[4]将空间句法与凯文·林奇的城市意向理论^[5]进行整合, 通过对传统句法轴线地图上存在意向点的区域进行整合度的加权修正, 从而建立起一套句法三维扩展的概念模型.

在建筑类型的案例中, Parvin 等通过对香港德福广场(Telford Plazas)的空间研究及空间句法可视性分析的应用^[6], 提出当采用城市设计要素对多层面空间的整合度进行修正时, 人流量与整合度之间的决定系数可达到 0.55, 与之相比, 未修正时值为 0.43.

本文借鉴上述研究, 通过分析多层面商业空间, 解答空间句法在多层面运用中的几个关键性问题: ① 单层面商业空间中整合度与人流量的关联性在多层面空间中是否同样存在; ② 如果不存在, 是否

有一些影响人流量预测的其他空间要素存在,它们对人流量预测的重要性如何;③ 如何从组构方面判断多层次商业的空间组织优劣性。

本研究采用空间句法 Depthmap 软件进行轴线法分析,计算了局部整合度($R=3$),用于与人流量进行相关性分析,为了分析空间可理解性,也计算了全局整合度($R=n$)及连接值这两个变量。同时,研究采用行人计数法(gate count)^[2],以获取各样本内部公共交通空间的人流分布数据。此外,采用 SPSS (statistical product and service solutions)对数据进行相关性分析及多元线性回归模型拟合,以判断空间组构及其他要素对商业空间人流分布的影响。

1 案例分析及句法特性初步分析

1.1 研究对象及范围

上海主要商业中心区多分布在中环线以内,这些区域有较好的空间可达性与较高的土地价值,这使得它们更适宜朝高密度、立体化的趋势发展;此外,上海主要商业中心区与轨道交通的分布关系极为密切(图 1),为其立体化发展提供了可能,也对其多层次空间如何与地下空间结合,如何更合理地使

用提出了较高的要求。

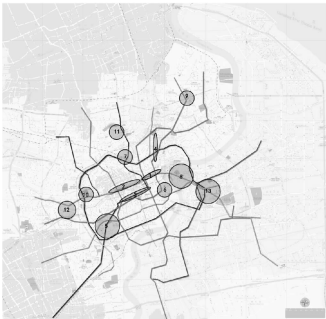


图 1 2010 年上海主要商业中心与地铁分布
Fig.1 Shanghai commercial centers and metro lines in 2010

本文拟选择上海中环以内的商业综合体为调研对象。上海龙之梦购物中心(以下简称“龙之梦”)与上海港汇广场购物中心(以下简称“港汇广场”)均有多层面的出入口与公共空间,且功能复合,运营较为成功,具有一定的代表性,较符合考察要求;而大宁国际商业广场(以下简称“大宁国际”)作为单层商业的典型代表,选其与多层次商业空间进行对比研究(表 1)。三者均为综合性商业开发项目,包含了酒店、办公、百货零售、餐饮、娱乐、文化、停车等主要功能,且交通便利,临近轨道交通站点与公交始末站。

表 1 案例分析

Tab.1 Comparison of different cases			
案例	大宁国际	龙之梦	港汇广场
区位	闸北区(内环中环之间)	长宁区(内环外边缘)	徐汇区(内环外边缘)
开业时间	2006 年 10 月	2005 年 12 月	1999 年 12 月
占地面积/hm ²	5.5	2.6	4.0
建筑面积/万 m ²	25(地上 20)	32	40
停车位	1 500 个	地下 860 个	地下 1 400 个
出入口设置	地面层	地面层,地下层,地上二层	地面层,地下层,地上二层
类型	内聚型商业街区	商业综合体	商业综合体

龙之梦与港汇广场均有多层面的行人出入口,其中龙之梦在地下二层与地上二层、港汇广场在地下一层与轨道交通站点连通;由于地上地下公共空间的错位及管理需要,一些电梯与扶梯并不贯穿所有楼层,分布在多层面的出入口及不规律的垂直交通给人们寻路带来了负面影响^[7]。

1.2 人流量调研及轴线法分析

人流量调研均于天气多云的周末进行。其中,大宁国际选用 34 个观察点(每一段路径上取一个观察点),3 个时间段(10:00—11:30,13:00—14:00,17:00—18:30)共获取 8 300 人次人流量,经换算后得到人流量分布(图 2a);同时,对其进行轴线法分析(图 2b)得到局部整合度值(R_3)。

“龙之梦”选用 38 个观察点,分布在地下二层至

地上九层(营业层面),5 个时间段(9:00—11:00,11:30—13:30,13:30—15:30,15:30—17:30,18:00—20:00)共获取 18 030 人次人流量(成年人);并对其进行轴线法(共 371 条轴线)分析得到结果如图 3 所示。

港汇广场选用 87 个观察点,分布在地下一层至地上六层(营业层面),5 个时间段(9:00—11:00,11:30—13:30,13:30—15:30,15:30—17:30,18:00—20:00)共获取 24 633 人次人流量(成年人);并对其进行轴线法(共 327 条轴线)分析如图 4 所示。

1.3 相关性分析

对 3 个案例的人流量对数 M 与整合度进行相关性分析,见图 5。在大宁国际,决定系数 r^2 达到了

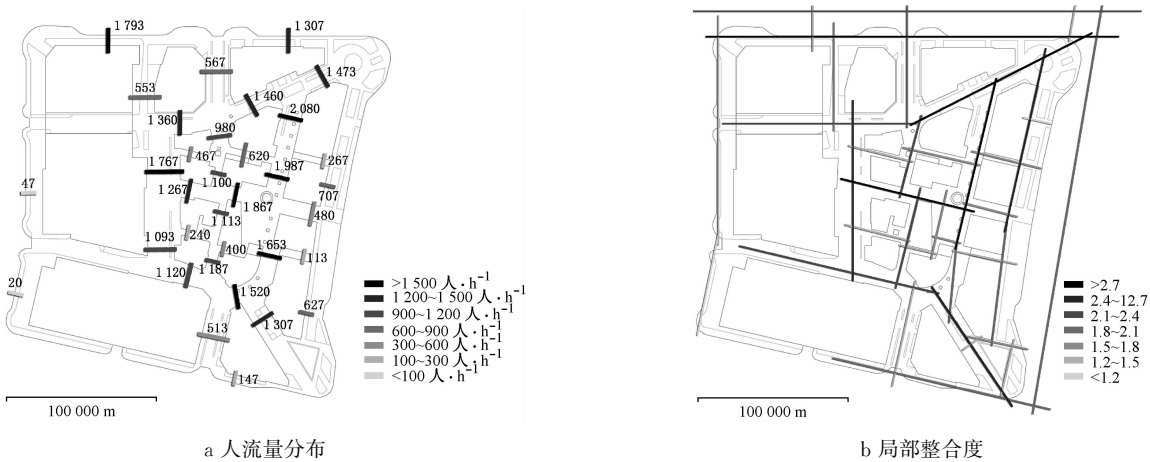


图 2 案例 1:大宁国际
Fig.2 Case I: Daning International

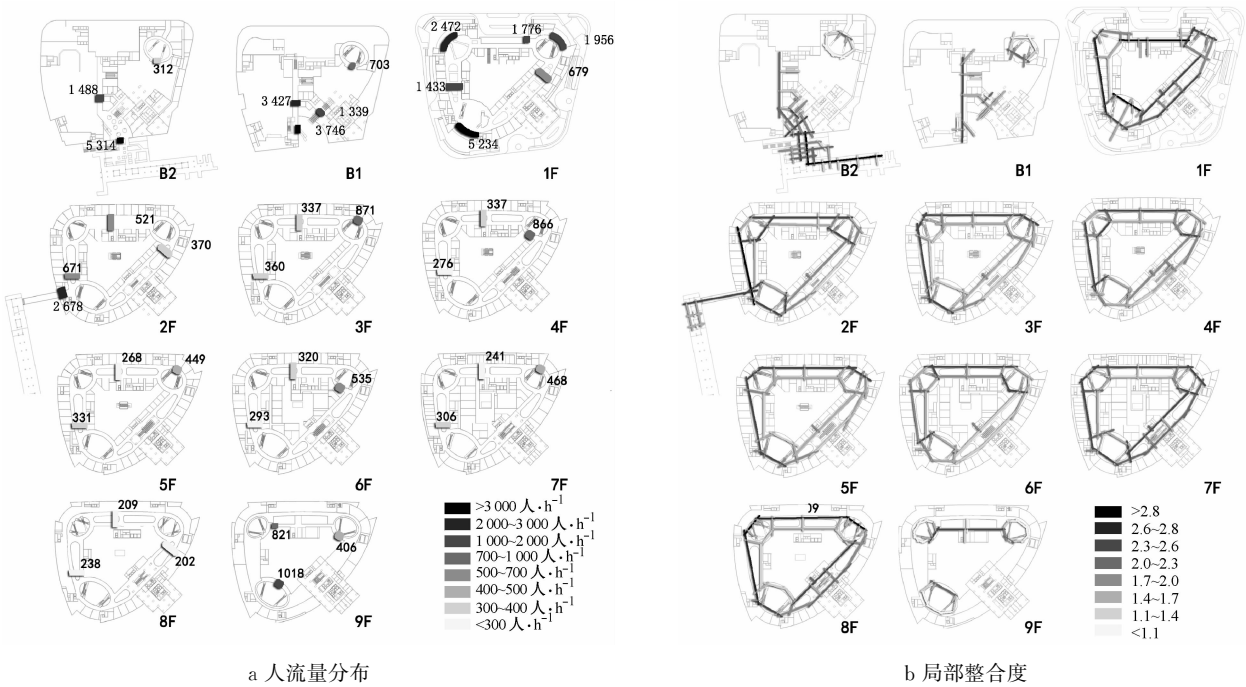


图 3 案例 2:龙之梦
Fig.3 Case II: Cloud Nine

0.671,意味着有近 70% 的人流变化可以通过整合度预测得出,印证了空间句法在大量单层面人流研究的有效性;然而,在龙之梦及港汇广场, r^2 仅分别为 0.448 与 0.412,意味着,在多层面商业空间,人流对数与局部整合度之间也存在一定的相关度,但直接应用空间句法变量预测人流还存在一定的局限性。

2 多层面商业空间中整合度与人流量的关联性分析

2.1 可理解性分析

已经知道,整合度与人流量的相关度在很大程

度上依赖于系统的可理解性(从对部分空间的理解得出整体空间结构概念的能力).如图 6 所示,在大宁国际,散点图分布较为密集,且存在直线相关趋势,其空间可理解性值为 0.674 89;而在龙之梦与港汇广场,局部变量与全局变量的散点图分布较为分散,其空间可理解性值分别为 0.098 55 及 0.203 02.由此可以做出一种建议性解释,多层面商业空间中较差的可理解性使得其整合度值与人流量分布之间的关联度较差。

2.2 空间变量分析

通过调研发现,在多层面商业综合体中,除了平面空间组构外,人流分布在很大程度上还受到楼层、

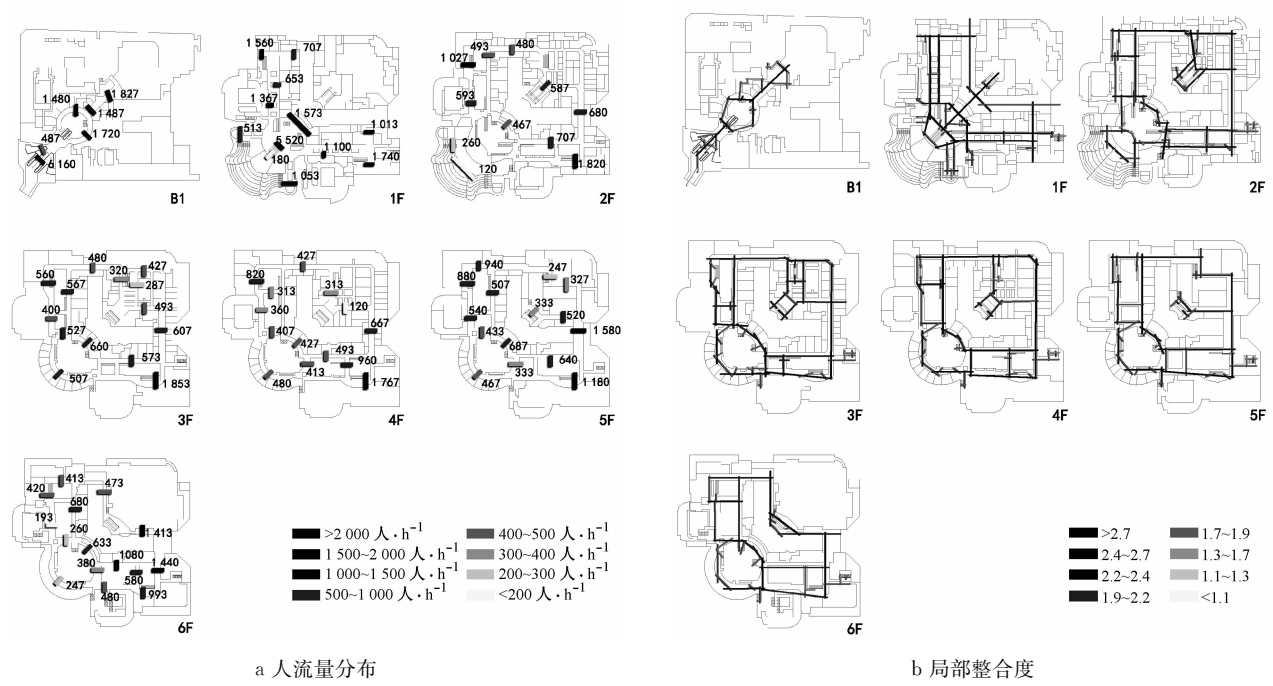


图 4 案例 3:港汇广场
Fig.4 Grand Gateway

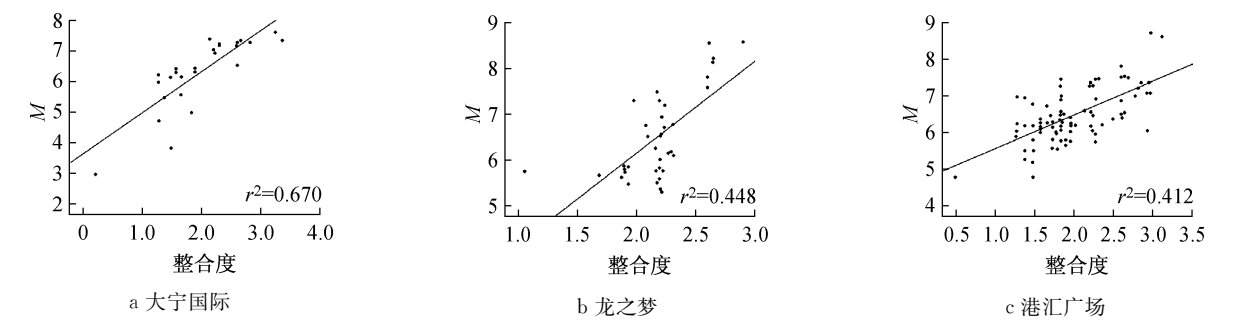


图 5 流量对数与整合度散点分析
Fig.5 Scattergrams plotting log movement against integration

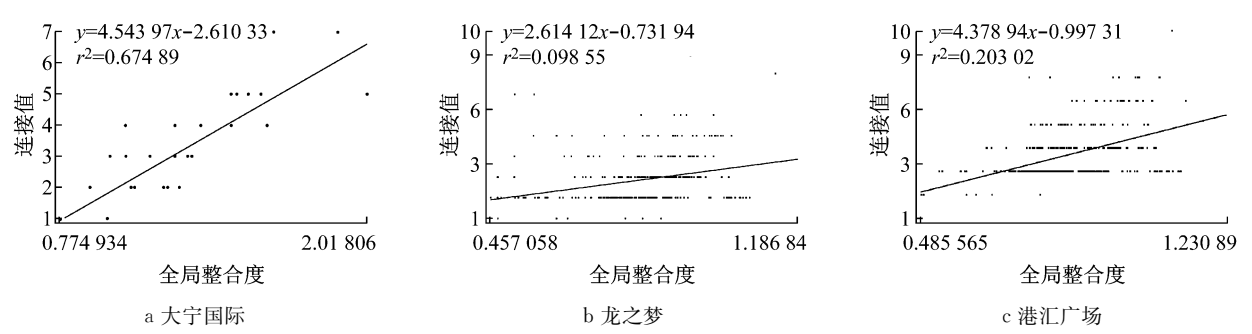


图 6 理解性分析
Fig.6 Intelligibility

出入口、垂直交通(包括坡道、楼梯、自动扶梯及电梯)等空间要素的影响,综合考虑这些空间要素可能会有效改善空间组构状况与人流分布之间的关联性。因此,对这几个要素逐一分析并尝试引入 3 个变量来修正空间轴线的整合度值。

2.2.1 楼层(L)

如图 7 所示,两个综合体内部人流量分布都存在随层数增加而减少的趋势,但在某些楼层有激增的

现象.将变量 L 按楼层数赋值, L 值经过修正后用于调整不同楼层轴线的整合度值,在龙之梦购物中心,地下二层至地上九层分别赋予数值 0~10;在港汇广场,从地下一层至地上六层分别赋予数值 0~6.

2.2.2 地铁(轻轨)及主要入口(E)

如图 8 所示,在两个案例中,与地铁或是商场主入口直接相连的空间人流量远远大于其他空间,在龙之梦,前者为后者的 2.44 倍,在港汇广场为 2.67 倍.因此将变量 E 据此赋值:与主要出入口直接相连的空间对人流量增加起到积极作用,因此将与它们相邻 1 步轴线的 E 赋值 1,其余赋值为 0. E 值用于修正与地铁或主要入口直接相连的轴线的整值.

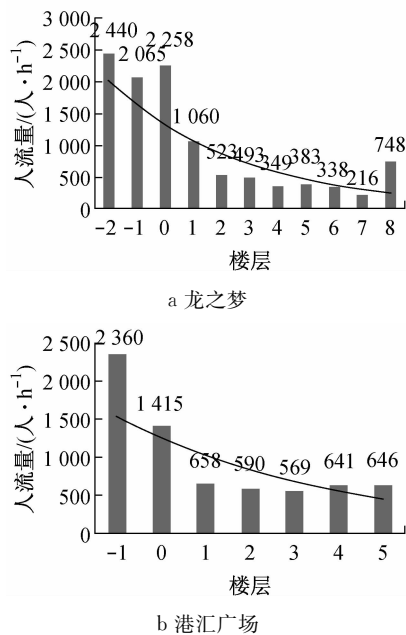


图 7 人流量分布与楼层数关系
Fig. 7 Relationship between movement and level variation

2.3 多元线性回归模型分析

通过建立一个多元线性回归模型,可以寻找人流量与整合度及其他空间元素之间的关系,在模型中应变量为人流量的对数(M)、整合度(I)、楼层(L)、主要入口(E)、垂直交通(T)为 4 个自变量,得到如下方程:

$$M = b_0 + b_1I + b_2L + b_3E + b_4T + b_5 \quad (1)$$

式中: b_0 为常数项, $b_1 \sim b_4$ 为自变量的回归系数, b_5 为残差.

为两个案例分别建立数据表格,并用 SPSS 进行多元线性回归分析,当所有自变量同时进入回归模型时,龙之梦得出的决定系数 r^2 为 0.813,港汇广场为 0.603.再对拟合的各个模型的方差分析检验,两

2.2.3 垂直交通(电梯或自动扶梯)(T)

空间句法在计算时,尽管已经通过“link”工具将各个不同层面用“电梯”、“楼梯”连成一个整体,但只是默认两个连接点之间距离为 0 步,无法体现垂直交通要素吸引人流的作用.由图 9 可见,在多层商业综合体中,人流分布还在一定程度上取决于其到达各楼层的便捷程度,与垂直交通直接相连的路径平均人流量为不直接相连路径的两倍多(龙之梦为 2.35 倍,港汇广场为 2.36 倍).因此,在与垂直交通直接相连的空间,认为对人流增加是起积极作用的, T 赋值 1;其余赋值为 0. T 值经过修正后用于调整与垂直交通直接相连的轴线的整合度值.

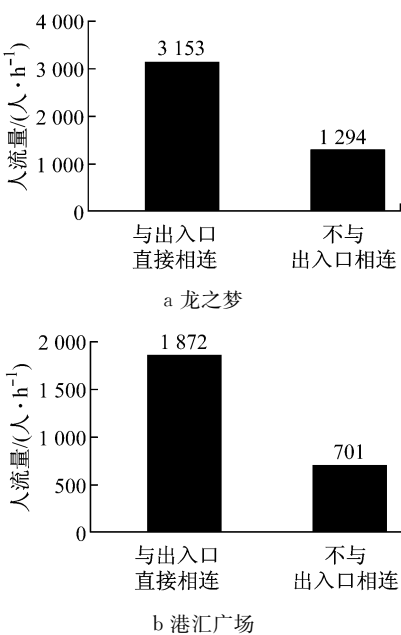


图 8 人流量分布与出入口关系
Fig. 8 Relationship between movement and entrances

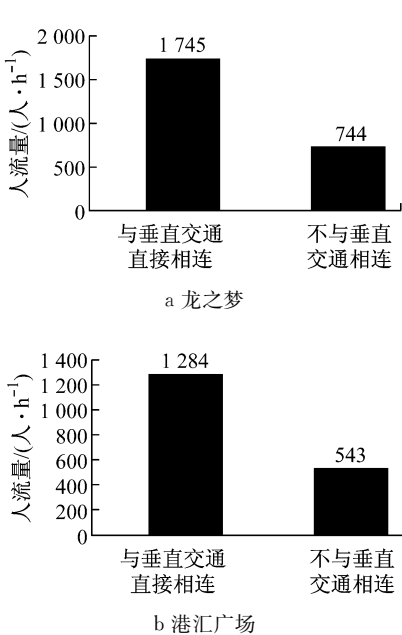


图 9 人流量分布与垂直交通关系
Fig. 9 Relationship between movement and vertical transition

个案例的 F 检验的值分别为 35.757 及 31.169,显著性系数 p 值均为 0,可见两个模型都具有统计学意义(当显著性系数“ p ”值小于 0.05 时,认为原假设成立).显然,当考虑了出入口、楼层、垂直交通等空间要素后,多层商业空间人流量被预测的可能性大大提高.

2.4 各自变量的重要性比较(t 检验)

对各自变量进行显著性分析(表 2),在龙之梦,4 个变量的系数均具有统计学意义($p < 0.05$),而在港汇广场,可认为楼层转换(L)这个变量不具有统计学意义($p = 0.08 > 0.05$);同时可以得出两个案例的回归模型分别为

龙之梦 $Y = 4.542 + 1.036I + 0.737E -$

$0.125L+0.461T$ (2)

港汇广场 $Y=4.876+0.762I+0.368E-0.055I+0.471T$ (3)

表 2 t 检验				
Tab.2 t test				
案例	变量	回归系数	变量权重	显著性系数
龙之梦	常数	4.542	7.620	0
	I	1.036	3.598	0.001
	E	0.737	3.101	0.004
	L	-0.125	-5.038	0
	T	0.461	2.794	0.009
港汇广场	常数	4.876	21.940	0
	I	0.762	7.210	0
	E	0.368	2.116	0.037
	L	-0.055	1.768	0.081
	T	0.479	4.650	0

再将各自变量对应变量的贡献(t)进行比较(表 2),在龙之梦购物中心,4 个变量对人流量贡献从大到小依次是 L,I,E,T;在港汇广场,依次是 I,T,E,L.可以发现,当将 4 个变量综合进行考虑时,整合度对多层面商业空间人流量分布的影响均较大;此外,垂直交通在两个案例中均起到了较为重要的作用.

此外,结合文献[7],提出一些整合参数来分析其对应变量(人流量)的影响.这些整合参数为 I/E,I/E-L,I/E+T,I/E-L+T,如图 10,在两个案例中,I/E+T 与人流均具有最高的相关性,其决定系数分别为 0.65 与 0.56,即 I/E+T 可以对多层面商业空间的人流起到约 60%的预测作用.

基于上述计算结果,可以得出,除了建筑各个楼层自身水平组构外,人流入口的改变、建筑层数的变化以及垂直交通设置的方向与位置都可能会改变建筑的空间组构,从而影响其人流分布,且这种影响是可以被量化的.

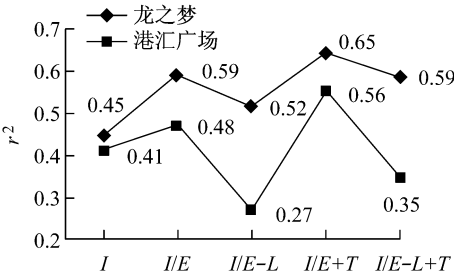


图 10 整合参数与人流量的相关性分析
Fig.10 Effect of combined variables on movement

3 多层面商业空间案例比较分析

3.1 寻路难易程度比较

对 4 个自变量进行不同组合,分别与人流量对

数进行回归分析(图 11),当仅采用整合度与人流量进行相关性分析时,龙之梦与港汇广场的结果较为接近,分别为 0.45 与 0.42;但当加入其他空间变量时(即入口、层数、垂直交通),可以发现,不论那种组合方式,龙之梦的拟合结果都优于港汇广场.这意味着,综合考虑各空间变量时,顾客在龙之梦更容易凭直觉识别空间组构及对自己在空间中的位置进行定位.

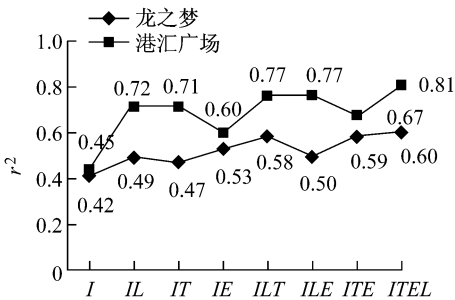


图 11 不同自变量组合与人流量相关性
Fig.11 Effect of different variables on movement

3.2 核心路径连续性分析

根据空间句法的定义,轴线的全局整合度(R_n)能表示该轴线在整个系统中的可达性与便捷性.研究设定图中所有轴线中 R_n 值最高的三分之一为系统中可达性最好的路径,即核心路径(图 12 中加粗轴线).核心路径的位置、连续性及它们与商场中人流流量较多的出入口、垂直交通空间之间的关系是影响商业公共空间中人流的至关重要的因素.将龙之梦与港汇的出入口及垂直交通空间与核心路径叠合后得到核心路径在系统中的位置及它们是否连续;核心路径是否联系了商业综合体的各个出入口及垂直交通.

在龙之梦购物中心,核心路径形成连续的环形,成为系统的核心空间;除地下一层出入口外的 5 个出入口都与其直接相连,占总数的 83%;所有 30 组垂直交通中,有 24 组与核心空间相连,占总数的 80%.而在港汇广场,核心路径仅在二层形成连续的环形,且这些路径仅连接了商场 11 个出入口中的 6 个,为总数的 55%;所有 37 组垂直空间中有 24 组与核心空间相连,占总数的 65%.可见,龙之梦的核心路径与出入口及垂直交通的结合程度在很大程度上优于港汇广场,因而能更好地将顾客从各个入口引至室内核心公共空间,并通过垂直交通将顾客分流至各个楼层,大大提高了其公共空间的使用效率并平衡了商场内各空间人流.

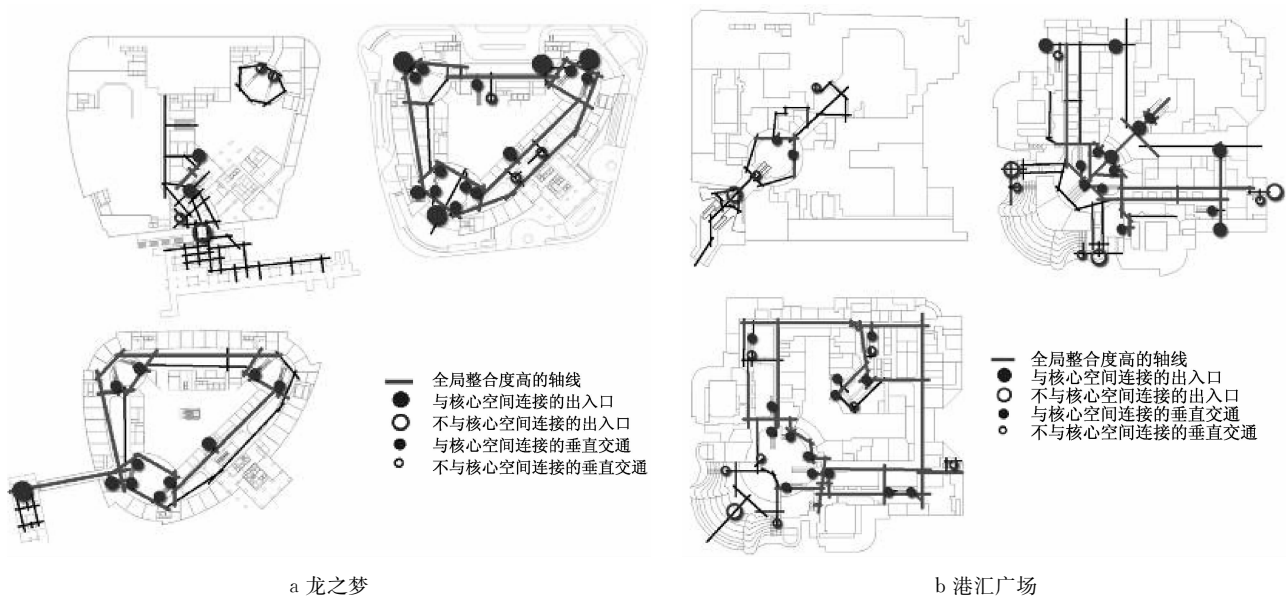


图 12 整合度最高轴线与出入口及垂直交通的关系
Fig.12 Core axial lines, entrances and vertical transitions

4 结论

(1)本文对上海龙之梦购物中心与港汇广场进行了人流调研与空间句法分析,证实空间句法整合度值不能直接对多层面空间进行人流预测. 研究发现,多层面商业空间的人流分布与其多层面的出入口、楼层转换、垂直交通都有着很大的关系,通过建立多元回归模型分析,证实当综合考虑这 3 个空间要素时,空间组构与人流量的相关决定系数能大大提升,这使得多层面空间中人流量可以被定量地预测.

(2)对这些自变量的重要性进行排序,可以发现整合度对人流量的分布影响最大,其次是垂直交通.

(3)通过对不同整合参数进行比较分析,发现整合了 I, E, T 这 3 个变量的整合参数 $I/E+T$ 对人流量的预测性最好.

(4)当核心路径具有连续性并形成环路,且与出入口与垂直交通的连接较好时,人们能够更容易辨识空间,该空间体系的寻路容易程度及使用效率将大大提高,同时运用空间句法对其人流的预测也将更趋于真实.

参考文献:

[1] Hillier B. Space is the machine: a configurational theory of Architecture[M]. London: Cambridge University Press, 1996.

[2] Chang D, Penn P. Integrated multilevel circulation in dense urban areas: the effect of multiple interacting constraints on the use of complex urban areas[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 1998, 25:507.

[3] Yasushi Asami, Ayse Sema Kubat, Kensuke Kitagawa. Introducing the third dimension on space syntax; application on the historical Istanbul [C/CD]//Proceedings of Fourth International Symposium on Space Syntax. London: [s. n.], 2003.

[4] WANG Jingwen, ZHU Qing, MAO Qizhi. The three-dimensional extension of space syntax [C/CD]//Proceedings of Sixth International Symposium on Space Syntax. Istanbul: [s. n.], 2007.

[5] Lynch K. The image of the city[M]. Cambridge: MIT Press, 1960.

[6] Parvin A, Ye A, Jia B. Multilevel pedestrian movement: does visibility make any difference? [C/CD]//Proceedings of Sixth International Symposium on Space Syntax. Istanbul: [s. n.], 2007.

[7] 甄怡. 商业综合体建筑布局的易读性与“寻路”——基于上海“龙之梦购物中心”调研实验的研究[D]. 上海: 同济大学建筑与城市规划学院, 2006.

ZENG Yi. The legibility and way-finding of commercial complex: a case study of Cloud Nine[D]. Shanghai: College of Architecture and Urban Planning of Tongji University. 2006.