

# 无之以为用——论空间句法在商业建筑设计中的应用

## The Voids May Become Useful: An Application of Space Syntax in Commercial Building Design

杨滔, 盛强, 刘宁/YANG Tao, SHENG Qiang, LIU Ning

**摘要:** 本文回顾了空间句法理论中空间的社会经济涵义, 并以杭州武林广场的实际工程为例, 阐述英国空间句法公司如何将空间句法理念和技术有效地运用到商业建筑设计之中。本文不仅介绍了实践项目中所使用的句法技术, 包括线段分析、视线图示分析, 以及智能体模拟等, 而且强调那些技术背后的空间理念。根据空间之间的复杂关系, 本文揭示“空无”的商业空间形式与功能相统一的观点, 即商业价值折射在空间区位和动线模式之中。

**Abstract:** This paper reviews the socio-economic implications of space in Space Syntax theory. Using the practical example of Hangzhou Wulin Plaza, it seeks to explore how Space Syntax concepts and technologies are effectively applied to the architectural design of commercial complex. It not only introduces such technical methods as segment analysis, VGA and agent simulation used in practice projects, but also addresses the spatial concepts underpinning those methods. Regarding the complex relationships among architectural spaces, this paper proposes the functional and morphological integration of the voids of commercial complex, i.e. the commercial value is reflected in the spatial location and its dynamic simulation.

**关键词:** 商业建筑设计, 空间句法, 空间价值, 杭州

**Keywords:** commercial building design, space syntax, spatial value, Hangzhou

“埏埴以为器, 当其无, 有器之用。凿户牖以为室, 当其无, 有室之用。故有之以为利, 无之以为用。”  
——老聃

### 1 空间构成的重要性

在欧美等国家, 空间句法理论和方法已经被较为广泛地应用到建筑设计实践之中; 英国空间句法公司也与诺曼·福斯特事务所、理查德·罗杰斯事务所、SOM、泰瑞·法雷尔事务所、古斯塔夫森·波特事务所等密切地合作<sup>[1][2]</sup>。那么, 空间句法到底是解决建筑设计中的什么问题? 本文将从空间句法的基本理论出发, 通过杭州武林综合商业体的分析案例, 详述英国空间句法公司如何在商业建筑设计中应用空间句法理念和技术。期望以案例形式, 形象地剖析空间句法理论和方法发源地的基本概念, 抛砖引玉。不仅从方法论和“器”的角度, 促进对空间句法技术等的思考, 而且从建筑理论的角度, 激发更多关于对建筑空间的新讨论, 借此为道, 今后开发更多适合国内的“器”, 从技术算法上真正地做到变法万千, 以器载道。

现代建筑设计理论中经常谈到的是形式与功能之间的关系或问题, 例如大家一直争论的形式决定功能, 还是功能决定形式。不过, 这一直都没有定论<sup>[2]</sup>。之后, 空间成为了现代建筑理论讨论的重要内容, 空间流动的艺术体验和空间流线的功能需求得以强调, 尤其是空间的重要性得以反思, 作为建筑设计的重要维度<sup>[3]</sup>。正如一句大白话, 我们买房子时, 不是买砖头, 而是买的建筑空间的平米数。这在老聃《道德经》中有详细论述, 即“埏埴以为器, 当其无, 有器之用。凿户牖以为室, 当其无, 有室之用。故有之以为利, 无之以为用”。这也成为了国内外建筑理论家常常引用的名言。

空间句法其理论核心也在于“无之以为用”。从建筑理论而言, 空间句法对该观点阐述得更为翔实而精准, 可直接运用于建筑设计。该理论认为空间是联系形式与功能之间的媒介, 而不仅仅是人们活动的静态背景<sup>[1][2][4][5-6]</sup>。具体而言, 人们通过构建空间模式, 来实现各自的社会、经济和文化等目标; 这种空间本体的建构活动本身就是社会、经济、文化等活动的一部分, 正如人们建造或组织办公空间就是为了形成办公场所, 实现办公的日常运作, 而每个办公室或办公单元的组合本质上就体现了该办公单位的文化或体制模式, 这就是办公功能在空间中的实现; 与之同时, 空间又是由物质形式围合而

成, 或者说, 物质形式与空间互为阴阳两面, 空间模式的变化必然带来物质形式的变化, 而空间模式就是功能的一种表达, 那么这将直接投射到物质形式, 即“用”的功能通过空间的构成, 体现到物质形式上; 其过程也可反过来, 物质形式的变化也带来空间模式的变化, 影响到人们的行为模式, 进而影响到其功能状态。因此, 建筑形式与功能通过“虚无”的空间彼此关联起来。

不过, 空间句法更加强调整体的组织结构, 即每个空间与其他所有空间的关系所构成的集合<sup>[1]</sup>。我们可用两个简单的例子来说明空间的结构组织的概念、及其与人们活动之间的关系。例如, 对于一个包厢(图1), 如果它四面都是实墙, 那么其圆桌四周的椅子都具备相同的空间关系, 即每个椅子与其他所有椅子的关系是等价的, 人们坐在哪张椅子上没有差别; 而真实的包厢是有门的, 通向包厢外的走廊, 那么相对于门或走廊, 圆桌周边的椅子是彼此不同的, 有些离门近, 有些离门远, 有些受到上菜的干扰, 而有些可以时刻直视门口的情况等, 正是这种门和椅子之间的关系, 导致了每张椅子与其他椅子之间的关系发生了变化, 而这种空间模式的变化又常常被赋予功能或文化内涵, 诸如主座和次座之分等。在这种意义上, 走廊、门、椅子之间的空间关系实现了包厢内的社会交流功能。

又如, 我们分析某个住宅户型中的空间组织结构(图2)。用不同的色彩来标示每个房间(图2左), 并将每个房间抽象为一个相同颜色的点(图2右); 如果两两相邻的房间彼此相通, 就用一条线将两点连接起来; 从而构成了图2右侧的图示i和ii。我们可以分别从入口处(图示i)和主卧阳台(图示ii)来看或感知整个住房空间结构。对于同样的住房空间结构, 从入口处来看(图示i), 整体结构较为偏平, 即入口离其他所有房间较近; 而从主卧阳台来看(图示ii), 整体结构较为深, 即该阳台离其他所有房间较远。这也对应其住宅普通功能: 我们需要以入口为中心, 较快地进入其他任何一房间; 而我们希望主卧阳台能远离其他大部分房间, 不会被太多的成员穿行或使用。正是每个房间与其他房间之间的关系, 在很大程度上决定了它们的空间区位, 进而容纳了适当的功能。细细琢磨, 图示i和ii很类似建筑设计中的功能泡图, 只不过我们并未定量地从每个功能气泡处, 分析它们与其他气泡之间的关系, 而是采用经验去做了判断, 并赋予了合适的功能, 完成了功能在空间中的布局。

国家自然科学基金项目资助(批准号: 51208343)

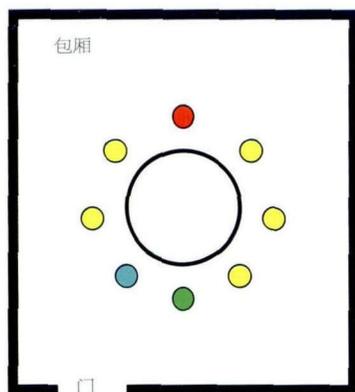
作者单位: 杨滔, 清华大学建筑学院  
盛强, 北京交通大学建筑与艺术学院  
刘宁, 空间句法公司北京办公室  
收稿日期: 2014-12-20

然而，空间句法分析并不是功能泡图。功能泡图更偏重分析功能关系，而非分析空间布局对人们行为模式的影响，因此功能泡图中的空间分析本质上只是源于建筑师对功能关系或流程的理解和经验假设，在一定程度上忽视了空间模式或与空间有关的物质形式对功能的影响。而空间句法试图去跨越这个鸿沟，通过对真实空间形态本身进行几何、拓扑、以及序列分析，结合社会经济因素，形成更为直观形象的“功能泡图”，从而揭示物质形式和功能之间的相互影响。

## 2 空间分析的社会行为涵义

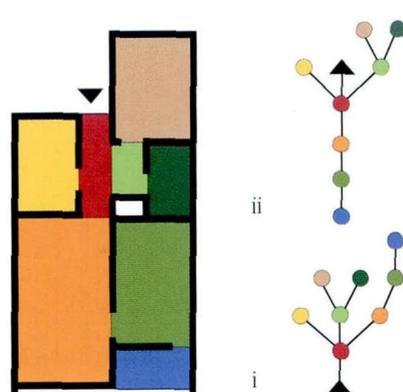
空间句法分析的基本形态元素是轴线 (Axial Line) 和凸空间 (Convex Space): 前者对应于人们看东西、行走或开车，也许可简化为视线或路线 (图 3); 而后者对应于人们互视、共同感知、共同出场、聚会或交谈等，从数学定义而言，在凸空间内任意两个人之间的视线不会被该空间的边界所打断 (图 4)<sup>[4]98</sup>。在这种意义上，具有社会意义的行走和聚会等活动得以空间化，通过轴线和凸空间来体现。这被认为是空间与行为一体化的过程，即空间形态体现了环境行为，而环境行为又折射了空间形态，从而空间结构成为了环境行为的化身，使得空间分析本身具备了社会行为的意义<sup>[5]</sup>。

这种强调社会行为涵义的空间分析理念不仅体现在对分析元素的定义或简化，而且影响着分析技术路线的建立。我们从空间句法技术演变来看，1970-1980 年代的空间句法主要将走廊 (街道) 简化为轴线，或考虑走廊 (街道) 或房间 (广场) 等的长宽，将其简化为凸空间，重点分析它们之间的空间关系，从而定量地计算空间结构<sup>[1]</sup> (对具体的数学推导或算法感兴趣的读者，可参见本文的尾注或参考文献，因为本文重点不是介绍技术细节)，从而分析人们的拓扑认知与机构 (或社会) 组织构成等。这两种方法分别称为轴线分析和凸空间分析<sup>[1][116][4]97</sup>。之后，轴线图又进一步细化为线段图 (Segment Map)，即分析两两轴线交点之间的线段关系，类比为街道交叉口之间的空间段，重点综合考虑拓扑、实际距离、角度变化等几何因素对于空间结构的影响，力图更为精确地捕捉空间形态的细微变化对社会经济活动的影响<sup>[6-11]</sup>；基于世界 50 个城市的案例研究，英国空间句法团队进而提出了可以比较不同案例的计算方法<sup>[12-14]</sup>。虽然这种方法较多地运用在城市分析之中，在建筑内部空间的分析中也常常应用到，并且能够较好地预测步行交通



走廊

1

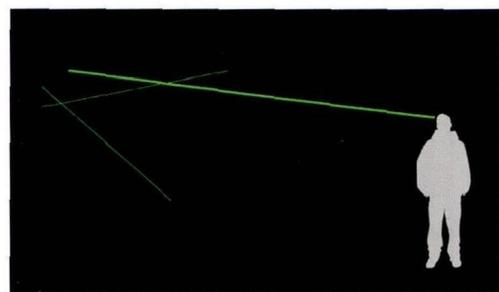


2

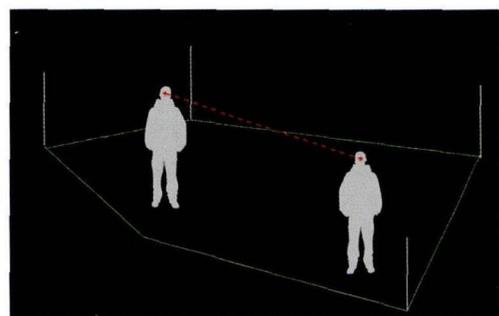
模式，应用于英国空间句法公司的大量实际项目之中，在本文的第 3 部分将详细展开。

对于建筑的空间分析，空间句法还重点研究了空间形态限制下的视域变化、及其与建筑功能的关系、以及空间行为的模拟。本世纪初，特纳 (Turner) 和佩恩 (Penn) 等借鉴了 1979 年贝内迪克特 (Benedikt) 关于等视域 (Isovist) 的研究<sup>[15]49-54</sup>，提出了基于句法的视觉图示分析 (Visibility Graph Analysis) 和智能体分析 (Agent Analysis)<sup>[16]478-479 [17]7-8</sup>。等视域 (Isovist) 指一个人站在一处，向四周看，目所能及的地方。例如，图 5 中，站在左上角的点的位置，能看到的区域为灰色区域，这就是左上角的点的等视域。这种等视域的概念也可延伸到三维空间<sup>[15]49</sup>。每个等视域都受制于自然或人为景观界面的限制，诸如墙体和山体对视线的阻挡等。因此，等视域对应的社会行为涵义就是任何一点空间中所能感知到的景象，并随人们的行走而将会不断变化。那么，一系列连续的等视域必将构成一幅连续的景象，体现了诸如空间序列、庆典、日常漫步等情景。于是，除了等视域本身的几何特征 (诸如面积、周长、重心等) 之外，等视域之间的空间关系将更为深刻地揭示建筑空间本身内在的社会行为内涵，并体现功能需求，如建筑内部的动线组织等。

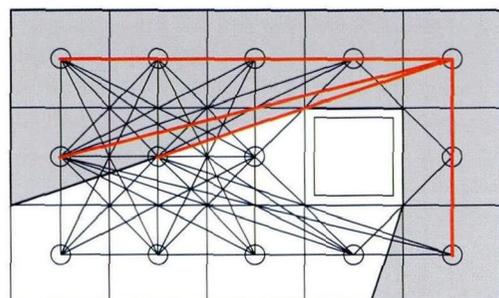
从理论上而言，平面空间可以无限地细化为无限小的像素点，从而形成无限多的等视域，那么它们之间的关系也是无限的，从而无法计算。而在实际应用之中，我们常常将网格铺在建筑平面上，类似于图五中的虚线网格；然后将每个方格类比为



3



4



5

1 包厢中空间文化

2 同一户型的不同空间序列

3 轴线这种几何形态对应于视线、行走或开车等

4 凸空间这种几何形态对应于互视、共同感知、共同出场、聚会或交谈等

5 等视域分析及其简化过程

个像素点，并在计算过程之中也简化为一个点（图5）。那么，等视域就可以简化为点之间的关联，如图5中，左上角的灰色等视域被简化为从左上角出发的红色关联。于是，左上角的等视域与其他等视域的关系可以简化为图5之中各个点之间的关系（即黑色和红色关联构成的集合），这样可以极大地减少等视域的数量，从而节省计算量，并获得实际项目可以接受的结果<sup>[16][19]</sup>。

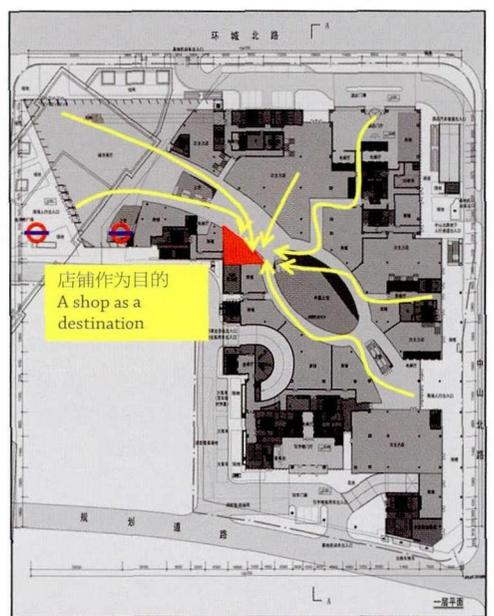
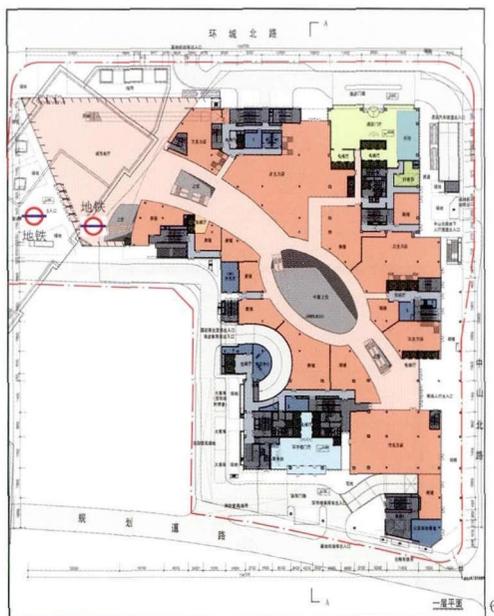
上述等视域的分析进一步发展为更为形象的智能体分析（Agent Analysis），其理论依据是，在实际生活之中，我们对空间结构感知、认知和理解，将会指引我们行为，如散步或开车等，这些活动都具有社会经济涵义。如果图5中，每个点代表一个智能体（Agent），即虚拟人，那么等视域之间的复杂关系可以输入到智能体之中，用于表示虚拟的人所感知到的一组空间组织结构<sup>[17][8-9]</sup>。当智能体在空间中行走时，等视域之间的关系也将发生变化，这将辅助智能体根据新的空间关系，作出相应的行为决定，如前进、后退、转弯等。在空间句法模拟中，智能体每走3步，就重新考虑空间关系的变化情况，指导第4步应如何选择。当我们在一栋建筑内部释放成百个智能体，它们的行走轨迹将用来模拟人群在该建筑物之中的行走模式，并用于建筑物的动线设计等。

### 3 商业空间的价值

那么，上述这些理论性的研究如何应用到建筑设计项目之中？由于商业建筑是较为常见的建筑类型，下文将以杭州武林广场商业综合体的研究为例，来说明这种理性量化的分析方法。商业建筑的主要目的之一是吸引人气，增加商业价值，包括商品销售和店铺出租等；传统的行为调查为商业建筑设计提供了大量关于功能的实证支撑，不过对于形态方面，往往采用类型学的方式，将建筑空间形式分门别类，缺乏对实际空间形态的理性分析。然而，实际方案之中，即使相同类型的商业建筑也有可能具有不同的空间形态和布局，这些差异常常会影响商业行为模式，导致不同的商业效益。

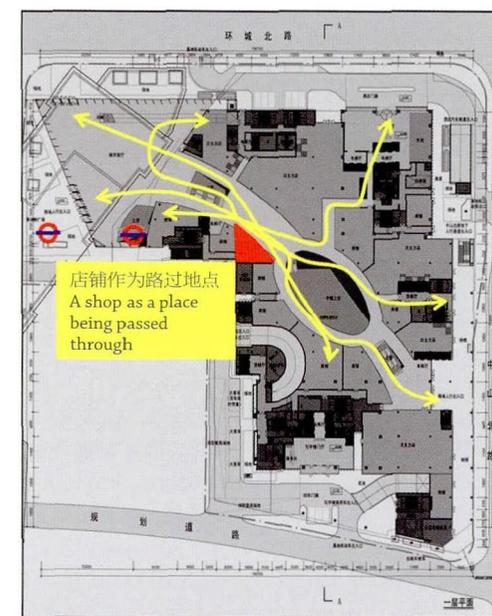
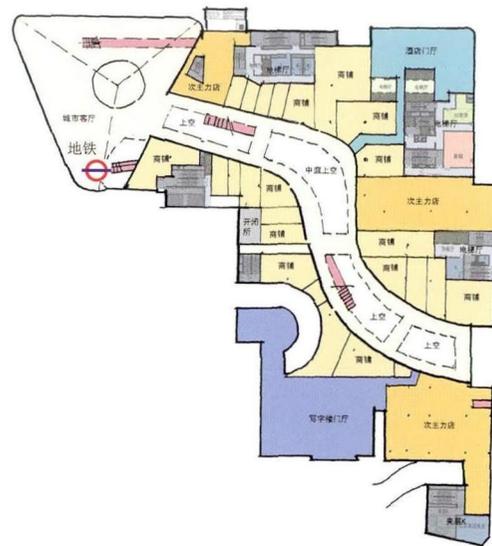
杭州武林广场项目有新旧两个方案，如图6和图7所示，均为英国Haskoll公司提供。图6为旧方案，图7为新方案。它们的空间格局较为相似，从西北主入口到东南次入口为一条斜向的室内商业街，两侧布置商铺。它们的主要差别是：旧方案室内商业街的中段有个较大的椭圆上空，两侧的店铺较大；而新方案采用了更为线型的室内商业街模式，中央是窄长形的连续上空，两侧的店铺缩小。该项目的分析目标是：通过比较这两个方案的空间结构，预判它们的吸引人流的能力，从这个角度评估新方案是否能带来更多的租金价值。因此，武林广场商业综合体内部的动线组织是其重要的评估方面。

对于商业室内走廊两侧的店铺，存在两种动线方式对其产生影响：1）到达型动线，即以某个店铺为目的的动线，如图8中黄色的动线，它们的



目的地就是红色三角形的店铺；2）路过型动线，即路过某个店铺的动线，如图9中黄色的动线，它们仅仅是路过红色三角形的店铺。然而，这两种动线没有明确的区分界线，彼此交织，或发生转换。这是由于：到达某个店铺的行为对于另外一个店铺可能是路过的行为；而路过某个店铺的行为有可能变成进入某个店铺的行为，如果路人对店铺橱窗内的商品或广告感兴趣。当这两种动线有机地融合在一起，互动起来，就能最大程度地聚集人气，达到提高商业价值的目标。因此，商业建筑设计不能偏废其中一种动线方式。

空间句法采用两个变量去近似地预测到达型和路过型动线：1）整合度（Integration）或接近度



（Closeness），度量某个空间元素（如轴线、线段、凸空间、或像素点）到其他所有空间元素的距离之和，这用于判断顾客是否能较快地到达某个空间场所；2）穿行度（Choice）或之间度（Betweenness），度量某个空间元素位于系统中两两元素之间最短路径的概率，这用于判断某个空间场所是否会经常被穿越。在空间句法的发展历史之中，这两个基本变量的计算方法一直都在不断地完善<sup>[2]</sup>，以便于更好地预测行为模式等。下文中采用的整合度和穿行度则是基于最新的定义<sup>[3]</sup>，基本上消除了空间规模对于这两个变量的影响，可以用于比较不同的方案。这也是目前英国空间句法公司应用的标准变量。

我们将分别采用线段（Segment）、视觉图示

6 杭州武林广场老方案

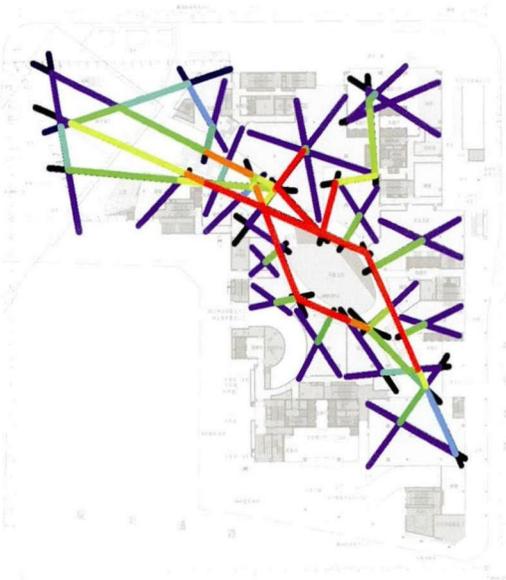
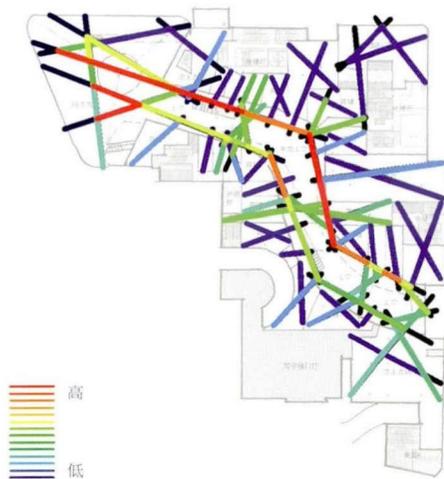
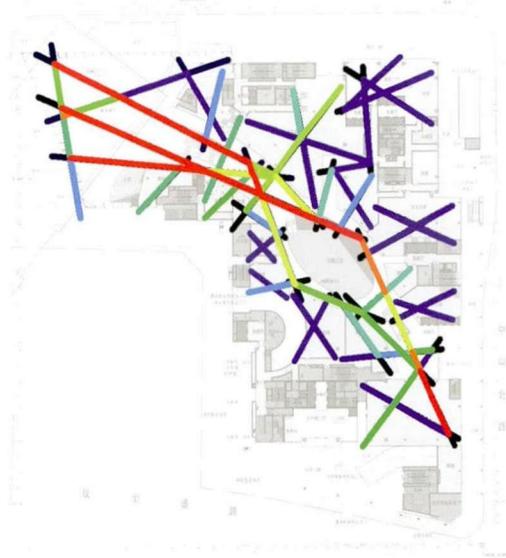
7 杭州武林广场新方案

8 到达型动线方式

9 路过型动线方式

10 整合度分析（对应于到达人流潜力），左侧为老方案，右侧为新方案（红色表示整合度高，蓝色表示整合度低）

11 穿行度分析（对应于路过人流潜力），左侧为老方案，右侧为新方案（红色表示穿行度高，蓝色表示穿行度低）



(Visible Graph), 以及智能体 (Agent) 3 种分析方法对两个方案进行比较<sup>[4]</sup>。

### 3.1 线段分析

首先, 比较两个方案的整合度分布模式 (图 10) 和均值 (表 1), 用于判断到达人流的潜力。老方案中, 最具备到达性潜力的空间 (图中红色部分) 位于西北主入口大堂和椭圆上空之间的部分; 此外, 东南角的主力店也具有较高的到达性潜力。而新方案中, 最具有到达性潜力的空间则位于室内商业街的中段; 西北主入口大堂的到达性潜力降低; 东南主力店的到达性潜力急剧降低。这说明新方案的空间布局更强调室内商业街的可达性, 而非主次入口处。由于店铺主要分布在室内商业街的两侧, 那么

沿室内商业街的店铺的可达性就得以强化。

具体的数值也印证了上述分析 (表 1)。对于整个平面而言, 新方案的到达人流潜力仅增加 0.55%, 这说明新旧方案整体对到达人流量的影响几乎相同; 然而, 新方案的室内商业街的到达人流潜力增加了 2.66%, 而穿越上空的桥的潜力降低了 6.82% (表 1), 这证实了新方案试图增强室内商业街中“西北-东南”纵向的可达性, 而非商业街“左右”两侧横向的可达性, 即室内商业街中局部场所 (如穿越上空的桥) 不再作为目的地场所。

其次, 比较两个方案的穿行度分布模式 (图 11) 和均值 (表 2), 用于判断路过人流的潜力。在老方案中, 路过性潜力最大的空间 (图中红色部分)

聚集在椭圆上空的周围, 其东南角的潜力则较低; 而在新方案中, 路过性潜力最大的空间则沿室内商业街的两条走廊延伸开来, 基本上覆盖了整个商业街。表 2 则从数字上表明: 新方案的整个平面、室内商业街、以及穿越上空的桥的路过人流潜力都增加了, 分别为 3.79%、8.34% 和 5.13%。这也表明了新方案促进了各个店铺、室内商业街、桥等空间场所之间的路过型交流, 特别是强化了室内商业街的穿越性, 为其周边的小店铺带了更多的商机。

上述的线段分析表明了, 新方案的室内商业街的可达性潜力得以加强, 同时也能引导顾客更频繁地路过两侧的店铺。因此, 虽然新方案只是对老方案进行了细微调整, 且其室内商业街看似缺乏趣味性的上空 (如老方案中的椭圆上空), 然而新方案更为强调线型布局的室内商业街, 反而有利于吸引更多的潜在顾客。

### 3.2 视觉图示分析

基于上述分析, 对两个方案的空间视觉关系进一步研究, 即分析平面中每个  $1\text{m} \times 1\text{m}$  方块点的等视域 (Isovist) 的相互关系, 即每个方块点与其他所有方块点的视觉深度, 从而评估各个场所的可视性。平均而言, 新方案的视觉整合度提高了 24%, 这说明了其各个空间场所更容易被顾客看到。一般而言, 越容易被顾客看到的场所, 越具备潜力成为热闹的场所, 越有可能增加其租金价值。

对比图 11 中左右两侧的视觉整合度图示, 它们具有相同的色彩等级。从视觉整合度的分布来看, 老方案中最吸引顾客目光的场所位于椭圆上空的北端 (红色部分), 不过该场所与西北主入口大堂 (含地铁出入口) 的视觉关系较弱; 而新方案中在室内商业街中段, 形成倒“丁”字型的视觉焦点区, 并强化了与西北主入口大堂的视觉关系, 这使得从地铁中出来的顾客更容易发现倒“丁”字型的视觉焦点区。

因此, 从空间可视性的角度而言, 新方案通过微调室内中轴商业街的空间形态, 改善了中轴商业街与西北主入口大堂以及周边店铺之间的空间关系, 使得各个店铺更容易被顾客看到。一般而言, 这样的空间微调往往依赖于建筑师的经验, 难以精确言表, 也难以让非专业人士信服; 而通过空间句法的定量分析, 这种微调的效果, 则可以更为明确地被揭示出来, 便于促进建筑师与业主的沟通。

### 3.3 智能体分析

最后, 将 1000 个智能体分别放入到两个方案之中, 让他们在其中反复走动, 从而模拟出室内的人流模式 (图 13)。整体而言, 相对于老方案, 新方案中最大的顾客流量增加了 15.96%, 为 16,955 个顾客。这说明了新方案的空间布局能吸引更多的顾客。

从虚拟人流的分布来看, 老方案中红色的聚集区在西北主入口大堂, 其他 3 个主力店或次主力店也聚集了较多的智能体 (黄橙色); 而新方案中红色

表1 整合度分析 (对应于到达人流潜力)

	老方案	新方案	增加值 (%)
首层平面的到达人流潜力均值	1.235	1.242	0.55
室内商业街的到达人流潜力均值	1.504	1.544	2.66
穿越上空的桥的到达人流潜力均值	1.426	1.329	-6.82

表2 穿行度分析 (对应于路过人流潜力)

	老方案	新方案	增加值 (%)
首层平面的路过人流潜力均值	0.765	0.794	3.79
室内商业街的路过人流潜力均值	1.316	1.426	8.34
穿越上空的桥的路过人流潜力均值	1.119	1.176	5.13

的聚集区除了出现在西北主入口大堂之外，还位于中部和东南角的主力店。虽然新方案中较小店铺都是深蓝色，其外侧的走廊都具备较多的智能体，强化了线形商业街的模式。

综合上述分析，可以看到智能体所代表的虚拟人流在新方案分布得更为均匀，也更充分地使用了主力店。这说明了新方案的空间布局更为优化，有潜力创造更多的商业价值。

#### 4 小结

通过杭州武林广场的案例，不仅说明了线段模型、视觉图示、以及智能体的句法分析方法，揭示了案例的空间可达性、路过性、视觉整合性、以及虚拟人流动线等方面，可用于比较和评估不同的商业建筑方案的商业价值潜力，而且表明了细微的空间布局调整有可能会带来明显不同的商业行为模式，这往往只有通过精准的空间分析，才能更为清晰地展示出来，除了依靠建筑师丰富的实践经验。

该案例也说明了，在商业建筑之中，空无的“空间”本身具备自身的组织构成逻辑，商业社会行为与空间构成模式相辅相成，一体化地蕴含在空间形态之中。每个空间场所与其他之间的复杂关联，决定着各个空间场所的空间区位，影响着不同的动线组织和功能，以及不同规模的人气聚集，最终带来了规模不等的商业价值。因此，空间句法通过分析空间形态本身的细微变化，提供了一种分析空无“空间”及其功能的途径，充分挖掘空间的商业潜力，精细优化商业空间的组织方式，即无之以为用。□

#### 注释：

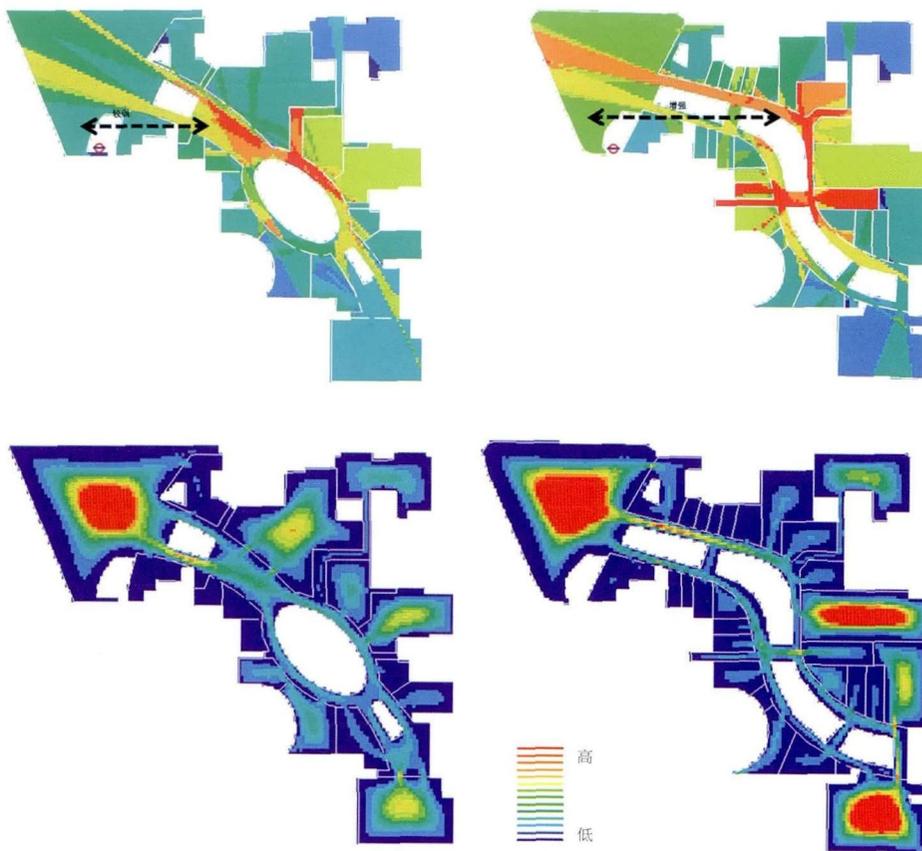
- 1) 详细的计算过程可见参考文献[4]。
- 2) 具体数学演变过程详见参考文献[18, 4, 19, 1, 8, 12, 13]
- 3) 详细的数学推导见参考文献[12-13]。
- 4) 这些分析未考虑建筑室内外之间的空间联系，因为该项目的重点是关注建筑物室内空间的布局方式。

#### 参考文献：

[1] Hillier B. Space is the Machine [M]. Cambridge University Press, 1996.  
 [2] Jencks C. Modern Movements in Architecture [M]. Harmondsworth and New York, 1973.  
 [3] Giedion S. Space, Time and Architecture [M]. Cambridge, Mass, 1967.  
 [4] Hillier B. and Hanson J. The Social Logic of Space [M]. Cambridge University Press, 1984.  
 [5] Dalton C. R, Christoph H. Understanding Space: the nascent synthesis of cognition and the syntax of spatial morphologies [C]. In: Space Syntax and Spatial Cognition - Proceedings of the Workshop, 24 September - 28 September 2006: 1-10.

[6] Turner A. Angular Analysis [C]. In Proceedings of the 3rd International Symposium of Space Syntax, 2001: 1-13.  
 [7] Dalton N. Fractional Configurational Analysis and A Solution to the Manhattan Problem [C] In: Proceedings of 3rd International Space Syntax Symposium Atlanta. 2001:26.01-26.13.  
 [8] Hillier B, Iida S. Network and psychological effects in urban movement [M] In: A.G. Cohn and D.M. Mark (Eds.): COSIT 2005, LNCS 3693. 2005: 475-490.  
 [9] 杨滔. 空间句法:从图论的角度看中微观城市形态[J]. 国外城市规划, 2006(3): 48-52.  
 [10] 杨滔. 城市空间之复杂效应[J]. 世界建筑, 2007(8): 92-95.  
 [11] 杨滔. 空间组构[J]. 北京规划建设, 2008(2): 101-108.  
 [12] Hillier B, Yang T, and Turner A. Advancing DepthMap to Advance our Understanding of Cities: comparing streets and cities, and streets to cities[C]. In: Green, M and Reyes, J and Castro, A, (eds.) Proceedings of the 8th International Space Syntax Symposium. 2012: 01-24.  
 [13] Yang T, Hillier B. Appendix: A Mathematical

Model[C]. In: Hillier, B. et al. 2012: 25-27.  
 [14] 杨滔. 空间构成/功能/大数据[J]. 城市设计, 2014(1): 161-177.  
 [15] Benedikt M. L. To Take Hold of Space: Isovists and Isovist Fields[J]. Environment and Planning B, 1979(1): 47-65.  
 [16] Turner A, Doxa M, O'Sullivan D, Penn A. From Isovists to Visibility Graphs: A Methodology for the Analysis of Architectural Space[J]. Environment and Planning B: 2001(28): 103-121.  
 [17] Penn A, Turner A. Space syntax based agent simulation[C]. In: (Proceedings) 1st International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics. : University of Duisburg, Germany. 2001: 1-16.  
 [18] Hillier B, Leaman A, Stansall P, Bedford M. Space Syntax[J]. Environment and Planning B, 1976(3): 147-185.  
 [19] Hillier B, Burdett R, Peponis J, Penn A. Creating Life: Or, Does Architecture Determine Anything? [J] Architecture et Comportement/Architecture and Behaviour, 1987 (3): 233 - 250.



12

13

12 视线图示分析，左侧为老方案，右侧为新方案（红色表示视觉整合度高，蓝色表示视觉整合度低）

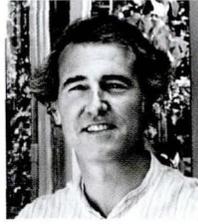
13 智能体动线分析，左侧为老方案，右侧为新方案（红色表示虚拟人流量高，蓝色表示虚拟人流量低）



青锋  
QING Feng

B.1977, 四川, 中国  
爱丁堡大学博士  
清华大学副教授

B.1977, Sichuan, China  
PHD., Edinburgh University  
Associate Professor, Tsinghua University



何塞·塞尔加斯  
José Selgas

B.1965, 马德里, 西班牙  
毕业于马德里高等建筑学院  
塞尔加斯-卡诺工作室主持建筑师

B.1965, Madrid, Spain  
Graduated from ETSAM  
Principal, Selgascano



露西娅·卡诺  
Lucía Cano

B.1965, 马德里, 西班牙  
毕业于马德里高等建筑学院  
塞尔加斯-卡诺工作室主持建筑师

B.1965, Madrid, Spain  
Graduated from ETSAM  
Principal, Selgascano



宋照青  
SONG Zhaoqing

B.1970, 四川, 中国  
清华大学硕士  
上海日清建筑设计有限公司董事长,  
首席建筑师

B.1970, Sichuan, China  
MArch., Tsinghua University  
Chairman, Chief Architect, Lacime Architectural Design



王辉  
WANG Hui

B.1978, 江苏, 中国  
清华大学博士  
清华大学建筑学院副教授

B.1978, Jiangsu, China  
PHD., Tsinghua University  
Associate Professor, Tsinghua University



王骏阳  
WANG Junyang

B.1960, 江苏, 中国  
查尔姆斯理工大学博士  
同济大学建筑与城市规划学院教授

B.1960, Jiangsu, China  
PHD., Chalmers University of Technology  
Professor, Tongji University



王昀  
WANG Yun

B.1962, 哈尔滨, 中国  
东京大学博士  
北京建筑大学建筑设计艺术研究中心主任  
方体空间工作室主持建筑师

B.1962, Harbin, China  
PHD., Tokyo University  
Dean, Graduate School of Architecture Design and Art of Beijing University of Civil Engineering and Architecture  
Chief Architect, Atelier Fronti



杨滔  
YANG Tao

B.1976, 北京, 中国  
清华大学博士研究生  
住房和城乡建设部城乡规划管理中心副研究员

B.1976, Beijing, China  
PHD.Candidate, Tsinghua University  
Associate Researcher, Urban-rural Planning Administration Center, Ministry of Housing and Urban-Rural Development of P. R. China



盛强  
SHENG Qiang

B.1978, 北京, 中国  
代尔夫特理工大学博士  
北京交通大学副教授

B.1978, Beijing, China  
PHD., TU Delft  
Associate Professor, Beijing Jiaotong University



刘宁  
LIU Ning

B.1970, 北京, 中国  
阿尔托大学硕士  
英国空间句法中国首席代表,  
高级工程师

B.1970, Beijing, China  
M.S./MBA, Aalto University  
Chief Representative and Senior Engineer, Space Syntax China



杨瑛  
YANG Ying

B.1964, 安化, 中国  
重庆大学博士  
湖南省建筑设计院总建筑师

B.1964, Anhua, China  
PHD., Chongqing University  
Chief Architect, Hunan Province Architectural Design Institute



张轲  
ZHANG Ke

B.1970, 中国  
哈佛大学硕士  
标准营造创始人

B.1970, China  
MArch., Harvard University  
Founder, ZAO/standardarchitecture



章明  
ZHANG Ming

B.1968, 上海, 中国  
同济大学博士  
同济大学建筑与城市规划学院建筑系副主任、教授  
同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司原作设计工作室主持建筑师

B.1968, Shanghai, China  
PHD., Tongji University  
Deputy Director, Professor, Department of Architecture, CAUP, Tongji University  
Principal, Original Design Studio, TJAD



张姿  
ZHANG Zi

B.1969, 上海, 中国  
同济大学硕士  
同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司原作设计工作室设计总监

B.1969, Shanghai, China  
MArch., Tongji University  
Design Director, Original Design Studio, TJAD



张昕楠  
ZHANG Xinnan

B.1980, 唐山, 中国  
日本京都大学博士  
天津大学副教授

B.1980, Tangshan, China  
PHD., Kyoto University  
Associate Professor, Tianjin University



郑方  
ZHENG Fang

B. 1970, 山东, 中国  
清华大学博士  
北京天鸿方圆建筑设计有限责任公司总建筑师

B. 1970, Shandong, China  
PHD., Tsinghua University  
Chief Architect, Beijing Tianhong Yuanfang Architectural Design Co., Ltd.



朱文一  
ZHU Wenyi

B.1963, 成都, 中国  
清华大学博士  
清华大学教授

B.1964, Chengdu, China  
PHD., Tsinghua University  
Professor, Tsinghua University



庄慎  
ZHUANG Shen

B.1971, 江苏, 中国  
同济大学硕士  
阿科米星建筑设计事务所联合创始人、主持建筑师

B.1971, Jiangsu, China  
MArch., Tongji University  
Co-founder, Principal, Atelier Archmixing