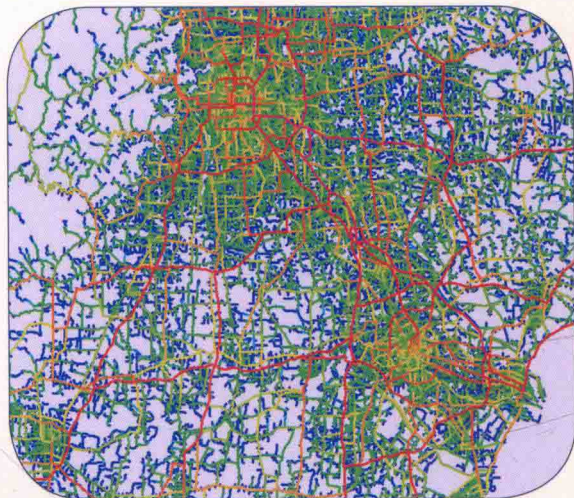


空间网络的价值 多尺度的空间句法

Spatial Network Values
A Multi-scaled Space Syntax



杨滔 著

中国建筑工业出版社

空间网络的价值

多尺度的空间句法

Spatial Network Values

A Multi-scaled Space Syntax

杨滔 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

空间网络的价值: 多尺度的空间句法 = Spatial Network Values:
A Multi-scaled Space Syntax / 杨滔著. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.7

ISBN 978-7-112-23591-9

I. ①空… II. ①杨… III. ①城市空间 — 建筑设计 — 研究
IV. ①TU984.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 068153 号

责任编辑: 率琦

责任校对: 张颖

空间网络的价值 多尺度的空间句法

Spatial Network Values A Multi-scaled Space Syntax

杨滔 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京点击世代文化传媒有限公司制版

北京京华铭诚工贸有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 13 字数: 262千字

2019年7月第一版 2019年7月第一次印刷

定价: 55.00元

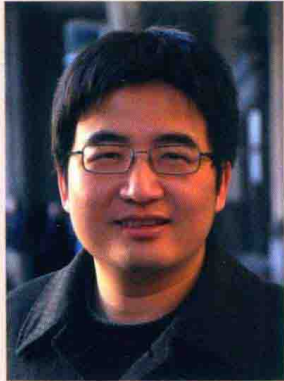
ISBN 978-7-112-23591-9

(33881)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)



作者简介

杨滔，双博士（清华和 UCL），中国城市规划
设计研究院未来城市实验室副主任、注册城市规划师、
清华大学《城市设计》副主编、国际空间句法指导委
员会委员。曾任北京市建筑设计研究院有限公司副总
建筑师、副所长，住房和城乡建设部城乡规划管理中
心副研究员，伦敦大学学院巴特雷特建筑学院副研究
员，英国空间句法公司研究员和高级咨询员。曾负责
雄安数字规划平台项目、北京城市副中心行政核心区
控规、大伦敦战略规划城市空间设计专项、杭州江干
区采荷单元城市设计等项目。曾获人社部留学人员科
技活动优秀奖、北京市科技三等奖、英国工程与自然
科学理事会跨学科知识转化奖，发表论文 90 余篇。

内容简介

本书实证性地研究了城市空间网络的基本几何规律，创造性地提出了空间网络的效率概念，适用于国家、区域、片区、社区、道路等不同尺度的分析，揭示了功能和空间效率在不同尺度的匹配机制；并提出韦伯定律，量化地描述了城市空间聚集和分散的内在形态机制。从而发展了空间句法理论和方法，以期从基础研究的角度对城市形态学研究有所贡献。

新理念·新方法·新实践

——杨滔《空间网络的价值：多尺度的空间句法》书序

2019年初，杨滔告诉我，他的博士学位论文《基于空间句法的多尺度城市空间网络形态研究》就要出版了。作为他在清华攻读硕士学位和博士学位的指导教师，我很乐意为他的新作写序，尽管这不是一件很轻松的事情。杨滔的研究领域是空间句法。这是一种通过定量计算揭示空间中的活动与空间形态之间匹配关系规律的理论和方法。空间句法是英国学者比尔·希利尔在20世纪80年代提出的一种城市空间形态研究理论和方法。杨滔曾多年跟随希利尔教授从事空间句法理论、方法与实践的研究，掌握该领域最前沿的学术动态。自2014年回国以来，他一直积极参与和组织各类相关学术活动，推进空间句法理论和方法在中国的发展。也成为空间句法研究领域中国的顶级专家。

在空间句法理论的基础上，杨滔的研究结合中国城市案例，在多尺度城市空间网络形态方面继续深入该领域的探索，取得了创造性的学术成果。具体表现在：一方面明确了全尺度的嵌入模式、多尺度的空间效率、跨尺度的网络厚度以及优尺度的区位选择等四大议题，拓展了空间句法理论和方法。另一方面，提出了适用于跨越社区、街区、城市、国家等多尺度的比较方法，并结合京津冀地区，以及北京等中国城市案例展开研究，在定量层面揭示了当代中国城市的空间规律。研究成果进一步揭示了城市空间形态，特别是中国城市空间形态的发展规律，提升了对城市空间形态的认知和理解，进而对提出和修正城市空间发展战略具有很大的启发价值。以在清华进行的博士研究为基础，杨滔完成了他的新作《空间网络的价值：多尺度的空间句法》。在此，向他表示热烈祝贺！

最后，我要向建筑学、城乡规划学和风景园林学领域以及相关领域的从业者和学生大力推荐杨滔的新作，因为这本著作既阐释了认知城市空间形态的新理念，又提供了发掘城市空间形态规律的新方法，还展示了以中国城市空间形态为案例的新实践。

朱文一

清华大学建筑学院教授、学术委员会主席

2019年4月于清华园

人类社会的神秘之一在于个体常常同时参与到一系列不同尺度的不同网络之中，从夫妻、小家庭向上延伸，直到国家、民族、种族或同一语种的人群。这些也许会涉及超过10亿人口。人们看似与生俱来就可同时在多重尺度上参与到不同类别的活动之中。尺度问题与网络的内在本质是镜像互补的关系。个体同时参与到大量的社会网络之中，如亲属、专业、性别、兴趣，以及特色议题或信仰等网络，乃至依据喜好的音乐、穿着的方式等构成的群体网络，所有这些都基于相似或不同的品味。如果我们看一下夫妻或家庭，可发现个体常常参与到不同且互补的社会网络之中，有助于家庭团结，且有包容性。这是由于当我们对社会有所需求时，这种方式使得夫妻或家庭的社会资源最大化。人类学和民族志学提供了大量的案例，而这都未基于空间进行讨论。

本书探索了城市的空间，或更为精确地说，人们同时在多尺度中的空间行为方式。我相信，如同上一段所述，这也许与人类社会的多重网络特征密切相关。然而，我们很难观测到社会网络，收集良好的数据也比较困难；不过相对来说，我们能客观而开放地研究城市的空间组构。我们有地图，只要不关心研究的对象具体是谁，在给定区域内的任何地点、任何时间，我们就可以简单地观察并评估人们的数量，以及他们穿行城市空间的方式，并理解与不同远近的出行路径相关的其他方面。当然，这是研究变得有趣的起点。城市的空间结构是如此令人惊讶的复杂与美丽。

除了本书对我们理解中国城市的贡献之外，其最为出色的贡献也许是发现了城市空间本身的双重机制。一方面是清晰的空间聚集力；如果这不存在，那么城市本身也就几乎不存在。另一方面是用于平衡的空间分散力。正是基于这两方面力量的平衡，现代大尺度城市才得以出现。当然，每个城市的确切形态是独特的，然而普遍性的机制是：诸如街道、广场、公园等城市空间构成在一起，创造了街道网络中多尺度运行的系统。例如，在形成整个城市系统的过程之中，空间句法所定义的街道交叉口之间的街道段也扮演了重要的角色，只是更偏重与之相邻的局部空间性机制。在这一机制下，该街道段与其比邻的空间、面向它或定义它的建筑物，以及每天不同时间段使用它的步行和车行交通，都密切相关，共同构成了城市生活的复杂交响曲。本书对此的解释如同简洁的韦伯数学公式，非常漂亮。

艾伦·佩恩

建筑和城市计算专业教授

伦敦大学学院（UCL）巴特雷特建成环境学院院长

空间句法公司创始人之一

2019年3月17日

Preface 2

One of the mysterious aspects of human society is that individuals often appear to participate in a series of different networks of varying scale at the same time. From the couple or small family group all the way to a national, or an ethnic, or racial identity or language group. These last may number well over a billion people. It seems that humans are innately suited to operating as members of groups at multiple scales at once. The issue of scale is mirrored by the complementary nature of networks. Individuals participate in numerous social networks at the same time: kinship, profession, gender, interests, as well as networks associated with specific issues or beliefs; the music we like and the way we dress, all mark out those of similar or different taste. If we look at the couple or family group, we find that the individuals often participate in different and complementary social networks, and this helps the family unit to be resilient since it maximises the social resources that can be called on when needed. Anthropology and ethnography abound with examples. All of this comes before space.

This book explores the space of the city, and to be precise, the way that this acts at multiple scales at the same time. I believe that this may be intimately related to the multiple network nature of human society I described above. However, unlike social networks which are notoriously hard to observe and about which gathering good data is difficult, the spatial configuration of the city is relatively open to objective study. We have maps, and so long as we are not interested in who the people are, we can simply assess by observation how many of them are in any given location at any point in time. We can observe how they move through the space of the city and understand something about the relative lengths of journeys. This of course is where things begin to get interesting. The spatial structure of the city turns out to be surprisingly complex and beautiful. This has been the subject of Space Syntax research to which this book makes an important contribution.

Perhaps the outstanding contribution of this book, aside for its contribution to our understanding of the Chinese city, is in the identification of a dual process at work. On the one hand there is a clear force acting towards agglomeration. If this did not exist, cities themselves would be rare objects. On the other, there is a balancing force towards decentralisation. It is in the balance between these two opposing sets of forces that the modern large-scale city emerges. The exact form of each city is of course unique, but what appears generic is the way that the spaces of the city, its streets, squares and parks, come together to create systems that operate at multiple

scales in the street grid. A single space, let us say a segment of a street between two intersections defined by space syntax, may at the same time play an important role in tying together the global city system and play a different role in its immediate locality. The way that this segment relates to its immediate neighbouring spaces, the buildings that front onto it and define it, and the level of traffic and pedestrian movement that use it at different times of day, are all part of the complex choreography of urban life. To explain this by so simple a mathematical function as the Weibull is indeed a beautiful thing.

Alan Penn

Professor of Architectural and Urban Computing
Dean of The Bartlett Faculty of the Built Environment
Founding Director of Space Syntax Limited

UCL

17th March, 2019

从流空间与网络的角度研究区域、城市以及社区，正成为国内外空间规划与设计的发展趋势；与之同时，在全球化和地方化交相辉映的转型时期，城市逐步成为不同尺度的空间叠合以及不同群体动态交流的产物，开放共享成为未来城市发展的主题之一。基于此，城市空间网络变得越来越有特色、有智慧、有内涵、有韧性，涵括社会、经济、文化、环境等方面的多元空间表达和协作。从而，最为惰性的物质空间形态也将折射出这种动态的多元性，体现在不同尺度的空间关联与协商机制之中。空间句法是国际上重要的空间形态学研究之一，并广泛地应用到不同尺度的空间规划与设计之中。

该理论和方法于 20 世纪 80 年代逐步引入我国，我院也于 2005 年起与伦敦大学学院（UCL）就空间句法领域进行了多次交流与深入合作；我本人也参与了英国工程与自然科学理事会重大科研课题《城市历史和多尺度空间规划网络》（2006 ~ 2010），从空间句法角度研究城市空间网络的多尺度演变。目前结合大数据等新型信息化技术、计量地理学以及社会物理学等的发展，空间句法成为我国较为活跃的研究和应用方向之一。国际空间句法大会也于今年移师我国，其中部分主旨和平行会议将在我院举办。

本书的主要贡献在于：从复杂网络的多尺度交互的角度提出了空间网络的效率概念，即不同尺度上物质空间网络本身的构建或使用方式所带来的空间收益与成本之间的比值，用于标准化地度量区域、城市与社区空间结构被人们使用的几何效率，并在统计意义上与不同社会经济功能对其的物质空间需求相对应。我认为：虽然此概念在区域层面上的内涵和应用机制还值得进一步斟酌和商榷，然而这在某种程度上给多重尺度的空间形态研究带来了新的视角，值得今后细致探索，严谨地扩大空间句法的研究范畴。

此外，本书所研究的案例较为丰富，遍及国内外不同典型城市与区域，定量地揭示了其内在的多尺度几何特征、限制条件以及互动规律，探索了尺度因素对空间聚集与分散机制的影响力，创造性地提出了较为清晰的空间网络概念框架。因此，本书的研究成果具有一定的国际视野，对我国城市空间形态研究有一定的借鉴意义，也属于我国空间句法领域研究与应用的新方向。

杨保军

全国工程勘察设计大师

中国城市规划设计研究院院长

2019 年 3 月 19 日

随着大数据、云计算、人工智能等信息技术及其应用的飞速发展，城市规划设计领域涌现出诸多定量化研究方法，不仅在宏观层面有助于揭示和重现城市复杂系统的结构、功能、状态及其演化过程，而且在微观层面可以模拟和预测不同尺度空间规划设计情景及其建设运营模式，从而在提升城市规划设计科学性和有效性的同时，促进规划设计理论和方法的创新发展。空间句法是一种定量化城市空间形态理论和方法，旨在揭示空间模式如何在社会经济行为中得以实现。

1984年，比尔·希列尔教授和同事在《空间的社会逻辑》一书中就提出，空间句法如何运用人工智能去描述诸如城市空间形态与社会形态复杂而离散的系统，并给出了相应的理论性设想。对离散性系统的客观描述与预测，人工智能的本质不仅是将必要的心智活动陈述为一种操作流程，而且是模拟基于知识上有逻辑且有步骤的交流互动。因此，空间句法被假设作为一种形态语言，介乎于自然语言和数学语言之间，赋予人造离散系统的内在秩序，并使其可为大脑所认知，同时赋予大脑描述、检索并提取这种秩序的方法。所以，空间句法在过去的40多年里，一直在研究空间形态、认知以及社会三者之间的互动关系。几年来，空间句法在国内形成了较为成熟的研究状态，据知网统计，近三年（2016~2018年）以空间句法为主题的文章共计700多篇，覆盖建筑设计、城市规划设计、风景园林规划设计、交通运输、地理测绘、社会学、统计学等学科领域。

杨滔博士所著《空间网络的价值——多尺度的空间句法》在论述空间句法基本原理、发展历程及典型案例的基础上，提出了空间网络的形态构成在不同尺度上的联结、交互、影响的新论，揭示了随尺度增长每条街道与周边街道关联方式的演变机制，探索了该机制与不同功能空间配置方式的对应关系，体现了多尺度空间网络的效率（人们使用空间结构内在几何便利性的高效程度）。这种研究回归到空间句法的本质之一，即对空间几何形态的构成与演变机制的探究，以此相对客观地描述空间结构的离散性，进而阐述区域、城市、片区以及社区等不同尺度下的空间与社会的运行模式，有助于扩展城市空间的基本几何形态语言，揭示城市空间的基础性几何规律，拓展空间句法研究的范畴，对于空间句法在国内进一步发展有所裨益，值得城市规划设计定量化研究方法爱好者研读。

党安荣

清华大学建筑学院教授

2019年3月18日于清华园

序一

序二

Preface 2

序三

序四

第1章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 发展概要	1
1.1.2 研究对象	2
1.2 研究意义	3
1.2.1 学术意义	3
1.2.2 实践意义	5
1.2.3 社会意义	6
1.3 研究问题	8
1.3.1 理论问题	8
1.3.2 范式问题	9
1.3.3 方法问题	10
1.4 研究框架	13
1.4.1 总体思路	13
1.4.2 章节简介	15
第2章 网络范式	18
2.1 研究重点和方向	18
2.2 关于城市空间形态的相关问题	19
2.2.1 区位理论到空间流	19
2.2.2 个体体验与整体结构	20

2.2.3 可持续的物质空间形态理念	25
2.3 复杂理论和大数据的发展	29
2.3.1 复杂理论与复杂网络	29
2.3.2 关于大数据的发展	31
2.4 关于空间句法的研究	33
2.4.1 空间句法的基本理念	33
2.4.2 空间句法的基本技术路线	35
2.4.3 空间句法的典型案例	41
2.4.4 空间句法在我国的发展	43
2.5 讨论	44
第3章 城市空间网络的嵌入轨迹	45
3.1 空间网络多尺度的建构问题	45
3.2 研究方法	46
3.2.1 数据及分析方法	46
3.2.2 拟合步骤	48
3.3 韦伯积累分布规律	49
3.3.1 拓扑嵌入轨迹	49
3.3.2 米制嵌入轨迹	53
3.3.3 限制城市空间网络构成的空间参数	53
3.4 局部与整体的关系	61
3.4.1 整体空间网络自上而下的限制作用	61
3.4.2 城市空间网络构成的非随机性	62
3.4.3 句法变量的一种标准化思路	64
3.5 讨论	65
第4章 空间网络形态的效率	67
4.1 非匀质空间网络的问题	67
4.2 整合度与穿行度的形态内涵	68
4.2.1 两个变量之间的形态悖论	68

4.2.2	两个变量的形态内涵	70
4.2.3	断裂的方格网	72
4.3	多中心的城市空间网络机制	76
4.3.1	疏密交替的路网	76
4.3.2	整体与局部空间聚集的悖论	78
4.3.3	多尺度空间聚集的概念模型	81
4.3.4	空间维度的波动	83
4.4	空间效率	86
4.4.1	穿行度和整合度的再认识	86
4.4.2	城市空间效率的类型	87
4.5	讨论	90
第 5 章	空间网络形态的厚度	92
5.1	空间效率的尺度问题	92
5.2	城镇的空间网络效率	93
5.2.1	城镇案例的基本形态特征	94
5.2.2	空间效率的背景与前景网络	95
5.2.3	城镇案例的空间网络厚度	98
5.3	城镇群的空间效率模式	117
5.3.1	京津冀与长三角的空间网络形态厚度	117
5.3.2	京津冀与长三角的多尺度空间网络结构	119
5.4	超大区域的空间效率模式	121
5.4.1	三个超大区域的空间网络形态厚度	121
5.4.2	三个超大区域的空间网络结构	126
5.5	讨论	130
第 6 章	城市空间网络形态对功能区位选择的影响	132
6.1	功能区位选择的多尺度问题	132
6.2	多尺度的空间区位	133
6.2.1	基于空间效率的空间区位	133

6.2.2	北京空间形态与中心区位特征	133
6.3	北京功能的空间分布模式	135
6.3.1	聚集、离散与层次	135
6.3.2	精巧的功能分布	137
6.3.3	功能的空间混合	138
6.4	北京空间形态与功能的互动	139
6.4.1	功能的空间区位选择	139
6.4.2	空间区位的精细组合	140
6.4.3	空间形态的作用力	143
6.5	讨论	145
第7章	多尺度的空间句法	147
7.1	研究问题总结	147
7.2	空间五大规律	147
7.2.1	全尺度的聚集与分散	148
7.2.2	不均匀空间网络原型	149
7.2.3	跨越尺度的立体联动	150
7.2.4	空间结构类型的涌现	151
7.2.5	城市功能的空间适应	152
7.3	多尺度的效率与公平	153
7.4	展望	155
	参考文献	158
	附录：空间句法术语	169
	后记	195

第1章 绪论

1.1 研究背景

随着越来越多的人口进入城镇，伴随的城市病以及能源问题等越发明显，在世界范围内对城市空间形态的研究再次逐步受到越来越多的关注。从20世纪90年代以来，国际上研究城市物质空间形态的思潮再次出现，物质形态本身的构成如何影响城市的运行成为了重点课题之一，特别涉及交通出行、能源、混合用地等领域，称之为物质空间形态研究的螺旋式上升（Batty, 2009）。同时，随着我国城镇化的转型，一次性地规划设计整个城市空间形态的机会正在逐步减少，然而各种局部空间形态的快速建设或更新也带来了新的问题，即那些局部建设的组合是否能构成一个有机的整体城市空间形态？或者局部建设怎么考虑与周边的协同，改善更大范围内的空间品质并提升功能需求？因此，对于城市空间形态的深入研究，预期将变得更为重要。本书的研究背景主要包括两个方面：一是城市空间网络形态研究发展的大概趋势以及涉及的关于物质形态研究的主要方法；二是本书明确需要研究的对象，对此进行严谨的限制，避免由于城市空间形态术语的宽泛性而带来研究对象的不确定性。这两方面将是本书展开详细研究的基础和出发点。

1.1.1 发展概要

世界各个城市的空间形态千差万别，不管从物质构图上，还是功能组合上，抑或是认知方式上，都或多或少地反映出这个巨大的人造物的各种特征和机制。这些一直都是城市空间形态研究的重点之一，其中涉及一个普遍的研究问题是城市空间形态是如何构成的。虽然大量的研究从社会、经济、文化、认知等方向对该问题进行了详细的研究，然而从物质性构成的角度对于该问题的研究仍然是重要的方面。这是由于城市空间往往面临着如何物质性地建设、感知、使用和运营等实际问题，并且其物质性建构和使用的过程又与社会、经济、文化、认知等方面密切关联。这往往又成为城市形态或城市设计理论和实践热点之一。

我国新型城镇化转型过程之中，城市空间品质的提升变得尤为重要，从物质空间形态的角度重新审视优化空间结构的路径也成为一种新趋势。不过这种趋势更多是从

人的视角探索物质空间形态的优化，而且当前的实践项目往往包括宏观区域尺度的城市设计、城市尺度的总体城市设计以及中微观的社区尺度的城市设计等，这些都将涉及如何组织和设计空间结构。然而，任何一个尺度的设计都必然会涉及其他尺度的问题，而且不同尺度上的设计内容如何层层传导也是不可回避的话题。以往基于静态的或者单一尺度的空间形状或比例的研究，已经不能解决上述跨尺度的空间结构的识别与设计。因此，探索新的研究范式将是必要的。

随着以人为中心的理念转变、网络思维方式的普及以及大数据分析方法的兴起，特别是更为精细的大量数据出现，城市物质空间形态研究的范式发生了深刻的变化。从构图形式转向场所，再转向空间网络；从整体格局转向个体空间体验，再转向个体与整体的互动；从静态的形式转向动态的系统，再转向多维的分析。这些范式的变化促进了不同学派的出现与发展。其中，空间句法（Space Syntax）是从网络思维的角度研究物质空间形态及其认知与功能的一个学派，这是本书主要的研究基础和方法。这里特指英国伦敦大学学院的比尔·希列尔（Bill Hillier）教授及其同事们于20世纪70年代建立的关于空间形态的理论和方法，剖析了不同尺度下不同空间之间的复杂联系以及其与人们活动模式的相互关系，直观定量地揭示空间现象下那些无法言表的社会逻辑和空间规则，提出了自组织的空间结构及其演变模型（Hillier & Hanson, 1984; Hillier, 1996）。通过对这种方法的创新性思辨，本书尝试着对城市空间网络形态进行解析和模拟，重点分析这种空间网络中每个要素与其周边要素的多尺度关联情况，以期挖掘其内在的物质空间形态规律与机制，并对空间形态设计的实践有所启发。

1.1.2 研究对象

本书首先需要简略地界定研究的对象。形态（Morphology）源于希腊语 $\mu\omicron\rho\phi\acute{\eta}$ ，即 $morph\acute{e}$ ，表示“形式”；而 $\lambda\acute{o}\gamma\omicron\varsigma$ ，即 $l\acute{o}\gamma\omicron\varsigma$ ，意思是“逻辑”或“表达”。形态学关注的内容是生物形态，这是由德国诗人和哲学家约翰·沃尔夫冈·冯·歌德（Johann Wolfgang von Goethe）于1790年确定。从那时起，人们就开始试图建立起脱离生物学意义上的形态学，跨越了数学、考古学、社会学、经济学等，主要研究形式的构成逻辑（Batty, 2009）。“城市形态”（Urban Morphology）一词始于19世纪初，地理学者运用到城市研究之中，目的是将城市作为有机体来研究，形成对城市发展的理论和方法（Conzen, 1960）。用形态的方法分析和研究城市的物质形式和社会经济等形态问题，都可认为是城市形态学。在众多的学派之中，物质形式的研究一直都被认为城市形态研究的核心内容之一（Carmona & Tiersdell, 2007）。

这个术语并未统一，如欧洲国家往往用“Urban Morphology”，美国更多地是用“Urban Form”，而且其研究与实践的内容也多种多样，至少根据“尺度”与“时间”