

城市形态学中量化分析方法的涌现

The Raising of Quantitative Morphological Tools in Urban Morphology

叶 宇 庄 宇
YE Yu, ZHUANG Yu

摘 要

城市形态学作为针对城市物质空间特征的研究，一直是城市规划与设计研究领域的重要组成部分。本文在回顾城市形态分析这一城市形态学主要方法历史发展的基础上，进一步总结近年来迅速涌现的一系列量化分析方法，揭示新的城市形态研究的可能。以空间句法、Spacematrix、MXI、Place Syntax、Urban Network Analysis、Morpho、Form Syntax 等为代表的一系列量化分析方法，为城市形态研究从传统的定性判断、手工分析迈向定量、科学化的理性研究提供可能，对于提升形态研究深度和助力城市设计实践都具有重要意义。

Abstract

As the focus on urban form, urban morphology is always an important composition of the disciplines of urban planning and design. This paper firstly reviewed the history and achievements of urban morphological analysis. A series of quantitative analytical methods in urban morphology are then reviewed, which provides a constructive framework to new morphological analyses. The development of these new analytical tools, including Space Syntax, Spacematrix, MXI, Place Syntax, Urban Network Analysis, Morpho, Form Syntax, etc., bring new research opportunities. It helps to convert urban morphology from its qualitative and manually-based tradition to quantitative and scientific researches, which brings insights for urban morphologists and urban designers.

关键词

城市形态；城市设计；城市形态分析

Keywords

Urban morphology; Urban design; Urban morphological analysis



叶 宇（苏黎世联邦理工学院新加坡中心未来城市实验室）
YE Yu, Future Cities Laboratory of Singapore-ETH Centre, Singapore



庄 宇（同济大学）
ZHUANG Yu, Tongji University, Shanghai, China

基金项目：国家自然科学基金（51178318）

收稿日期：2016年7月22日
Received Date: July 22, 2016

1 城市形态分析：发展历程及当下问题

城市形态学（Urban Morphology）作为基于形态分析对城市空间及其发展演化进行的研究，自 19 世纪以来逐步兴起^[1]。以国际城市形态研究协会（ISUF, International Seminar on Urban Form）成立为标志，城市形态学在 20 世纪 90 年代终于成为一个相对统一的概念，即对于城市物质空间形态及其演变过程以及城市物质空间形态与非物质形态关联的研究^[2]。谷凯指出，内涵甚广的城市形态学研究可以被

概括为 3 类：形态分析研究、环境行为研究和政治经济学的研究^[3]，其中形态分析研究基于城市历史地图来抽象和提取城市空间形态要素并研究其形态特征和历史演进，是整个城市形态学研究的基础和关键。

不论是英国的康泽恩学派（Conzen School）、法国的凡尔赛学派（Versailles School）等为了描述和解释而进行的城市形态研究，还是意大利学派（Muratori-Caniggia School）为了指导设计而进行的研究，这三大城市形态学派在基本形态分析方法上基本一



a 康泽恩学派所提出的城市形态分析基础要素：街道、地块和建筑物

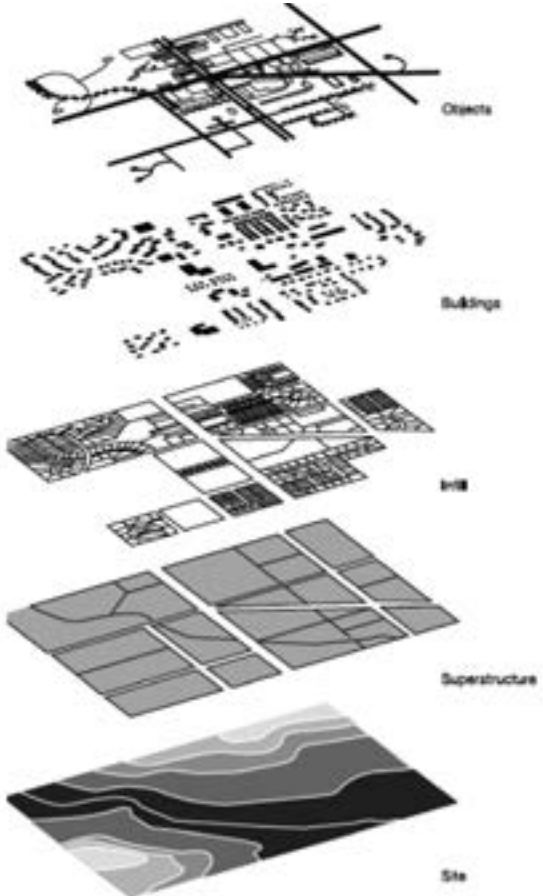
图1/ Figure 1

经典的城市形态分析方法及其在当代的拓展

The classical urban morphological analysis and its extension in contemporary researches

来源：Moudon A V. Urban morphology as an emerging [J]. Urban morphology, 1997,(1):3-10; Whitehand J W R, Carr C M H. Twentieth-century suburbs: a morphological approach [M]. London & New York, Routledge, 2014.

致，即通过建筑及其开放空间、街区、用地单元、街道等基础空间形态要素抽象和分析城市空间形态特征和历史演进^[4]，其中最代表性的形态分析方法当属康泽恩学派^[5]的市镇规划分析（town-plan analysis）。通过对英国小镇阿尼克（Alnwick）历史平面图的分析，康泽恩将城市形态分为街道和由其组成的街道网络、用地单元（plots）和由其集合形成的街区、建筑物及组合安排（图 1a）。依托这一城市形态分析方法，康泽恩首次建立了经典的城市形态分析体系并启发了后续的一系列研究。



b 希尔所提出的城市形态5层面以及具有代表性的当代城市形态



众多城市形态研究者纷纷运用市镇规划分析抽象城市形态的关键要素、界定不同的城市形态特征并分析其演化规律与社会经济影响。但康泽恩学派的市镇规划分析是基于欧洲的历史古城所提出的，在应用于郊区化日益扩展的当代复杂城市形态研究时略显不足。在此背景下，北美研究者对经典的城市形态分析进行了相应的拓展^[6-7]，其中希尔（Scheer）对于哈得逊镇（Hudson）自 19 世纪以来的城市形态分析颇具代表性（图 1b）。他将城市形态自下而上分为 5 个层面：场地（site）是土地与

自然基础，巨构（superstructure）是主要道路以及由其划定的大区，内容物（infill）是巨构内的道路及详细地块划分，建筑（buildings），物体（objects）是人工的设施与景观等。这 5 个层面在时间演化上具有层级性，场地及巨构相对稳定，而建筑与物体则趋向于随时间不断变化。另外，不同于历史古城中长期演化形成的稳定型城市形态，该研究还提出弹性型（elastic）、园区型（campus）等在当代建成环境中相当普遍的形态类型，更好地发展了城市形态分析。

总的来说，经典的城市形态分析方法及其在当代的进一步发展极大地助力于城市形态研究，并为相关的城市设计实践提供了一个形态学的分析视角，然而当前城市形态分析的缺点也随之逐步浮现。以定性判断和手工操作为基础的城市形态分析一方面受制于分析者的主观判断而难以实现统一的分析；另一方面难以深入把握城市形态的细微特征及其演化。这一问题使得城市形态分析难以真正有效地助力于城市设计实践^[8-9]。城市形态分析亟须引入新的量化分析手段，并且这些新的分析方法应当能够与经典方法有效结合^[10]。

2 对于单一城市形态要素的量化分析

在将定量方法引入城市形态分析的思潮下，近年来涌现了一些对于单一城市形态要素进行量化分析的方法并已被运用于实践。其中，比较有代表性的分别是空间句法（Space Syntax）、Spacematrix 与 MXI 3 种，分别能够对于街道网络、建筑类型与开发强度、地块功能的混合度依次进行量化分析。

第一是空间句法，是对于街道网络进行量化分析的方法。空间句法是 20 世纪 80 年代以来由英国学者希利尔（Hillier）及其同事发展的一种空间网络分析方法，以定量指标表述建筑和城市空间的网络特征及其对应的社会经济影响^[11-12]。希利尔总结空间句法体系为三大部分，分别是计算机辅助分析工具和其背后的数学方法；空间组构特征所揭示的人流和物流趋势；基于前两者所共同发展的空间——经济社会理论^[13]。

一系列反映街道网络形态特征的变量也被提出和发展，包括基于最少转折次数的拓扑学距离（topological distance）、基于最少角度变化的几何学距离（geometrical distance）、基于最短路径的物理距离（metric distance）。在空间句法提出的 30 多年以来，这一方法已被国内外学者熟知并在建筑形态、城市形态、历史研究等多个研究领域都能看到应用^[14]。相应的分析工具也不断涌现，如由伦敦大学学院所提出的

Depthmap、由卡迪夫大学所提出的 Spatial Design Network Analysis（sDNA）等都得到了广泛应用。虽然近年来对于空间句法局限性的讨论逐步增多^[15-16]，但是空间句法在城市形态分析领域的作用已得到广泛认可，即其能够量化反映某条街道与其他街道在空间上的相互关系（图 2）。

第二是 Spacematrix，是对于建筑形态与开发强度进行量化分析的方法。由城市形态学者贝格豪泽·庞特（Berghauser Pont）在 2010 年提出的 Spacematrix 方法为同时反映地块的建设强度和建筑形态特征提供可能^[17-18]（图 3）。不同于传统城市形态学研究中依赖于研究者个人的定性判断，Spacematrix 基于容积率、建设强度、层高等数据量化分析城市地块中的建筑空间形态特性。通过在阿姆斯特丹、巴塞罗那、柏林等典型欧洲城市的大量地块数据分析，Spacematrix 构建了一个详细而直观的建筑类型与开发强度分类库。通过输入地块上的建筑形态特征，此自动分析工具可以进行自动分析并划定类型。例如，根据地块中建筑层高的不同可以分为低层（1~3 层）、多层（4~7 层）和高层（8 层及以上）3 类，反映建设强度的增减；而根据地块中建筑形态的不同，可分为点式、板式和围合式 3 类，反映不同的形态特征。这一方法可以实现对于城市尺度的建筑形态特征的量化分析与直观展示。

第三是 MXI，是对于功能混合度进行量化分析的方法。以功能混合的定量为分析目标的功能混合指标（MXI）方法由荷兰规划师范·登·霍克（Van den Hoek J）在 2008—2009 年所提出，其出发点是对于步行尺度下的地块混合度提供简单易行的分析方法，通过地块中居住、工作、设施这 3 种主要功能的建筑面积比值，界定该地块的功能混合度高低^[19-20]。具体公式为：MXI=（%居住/%工作/%设施），其中“居住”代表居住建筑面积，而“工作”代表各类办公场地、工作坊和工厂的建筑面积，“设施”则包括商业设施和公共服务设施的建筑面积。此外，MXI 还引入地理学三角形图的展示方法，

实现对于城市中各个地块混合度情况的直观展示。如图 4 所示，越靠近三角形的各个顶点，则功能混合度越低；越靠近三角形的中心部分，则功能混合度越高。将此方法结合 GIS 平台进行分析，能够迅速地展现和界定城市地块的功能混合度情况。

总的来说，以空间句法等为代表的量化分析方法突破了传统城市形态学的桎梏，为精细化和定量化的研究提供可能。城市形态分析似乎不再完全依赖研究者的人工分析，而是能够更深入地把握城市形态各个要素的特征。地理信息系统平台在城市空间研究中的逐步运用，客观上也为这类量化分析方法提供了助力。

3 整合多个城市形态要素的量化分析

针对单一形态要素进行量化形态分析的方法逐步出现，展现了在城市形态研究中引入定量分析的可能。受此启发，将两个或者多个城市形态要素进行量化整合分析成为一条可行的途径。在这个方向上，近年来诸多方法也不断涌现，如 Place Syntax、Urban Network Analysis（UNA）、Morpho-Form Syntax 等，为全面而系统的量化形态分析提供了可行的途径。

第一是 Place Syntax，用于街道与其他建成环境要素的叠合探索。空间句法作为对于街道网络进行量化分析的重要方法已经得到普遍认知，但关于空间句法忽略了其他形态学要素这一情况的讨论也日益增加，这启发研究人员将街道与其他形态学要素进行叠合分析。在此背景下，瑞典皇家理工学院（KTH）的研究人员在 2005 年提出 Place Syntax 这一方法及分析插件^[21]。Place Syntax 提供了将度量街道可达性的轴线分析（Axial line）与建筑密度、设施、功能、人口等要素叠合分析的可能。瑞典皇家理工学院的研究人员基于这一思路，在 2007 年进一步提出空间能力理论（Spatial Capital）^[22-23]，即城市活力可以被理解成为高可达性与高混合度的结合。基于 Place Syntax 的分析，通过结合可达性

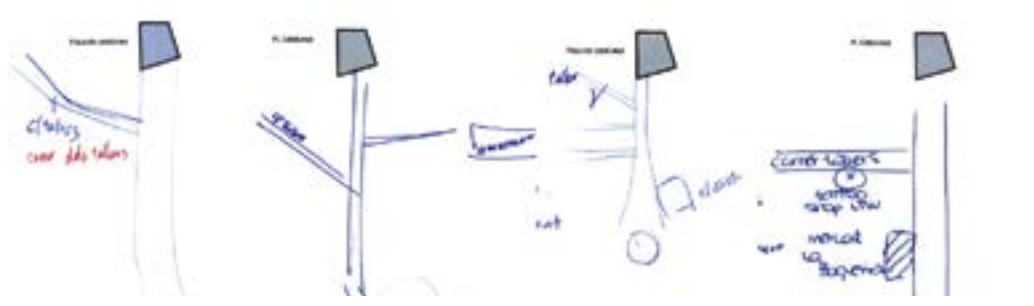
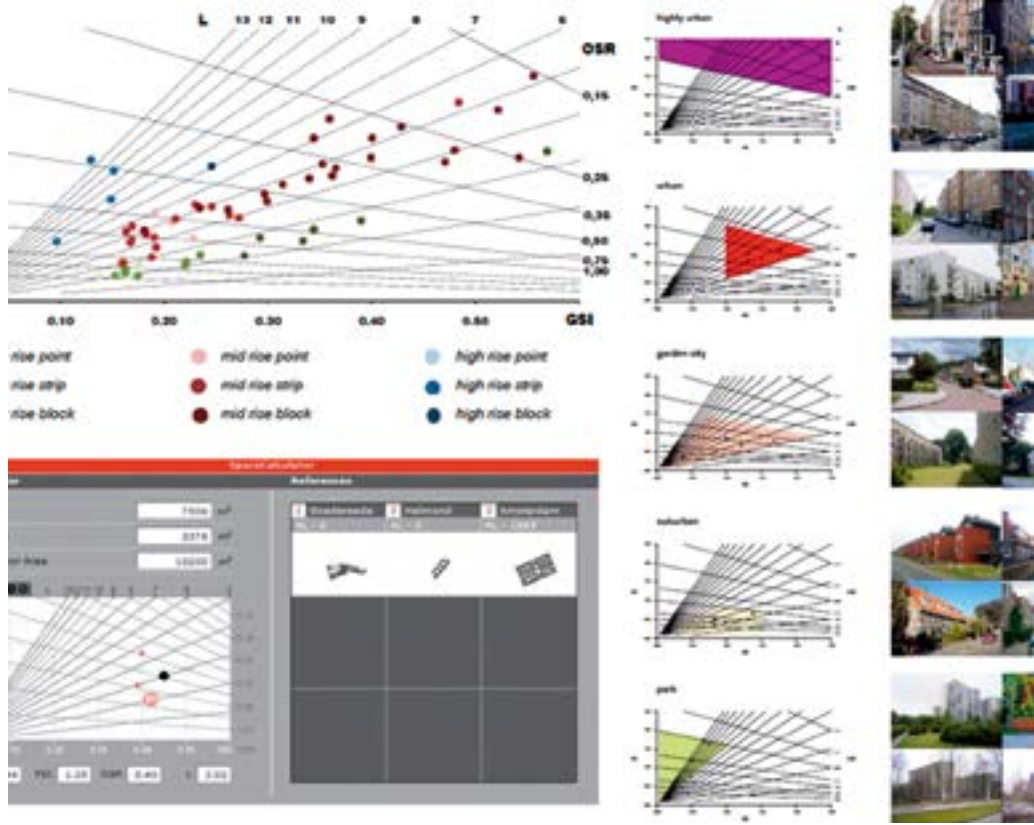


图2/ Figure 2
空间句法在街道空间特征分析中的应用示例
An example of applying space syntax into the analysis of street network configurations
来源：Karimi K. A configurational approach to analytical urban design: “Space Syntax” methodology [J]. Urban Design International, 2012, 17(4): 297-318.

图3/ Figure 3
Spacematrix在建筑形态与开发强度分析中的应用示例
An example of applying Spacematrix into the analysis of building density and building typologies
来源：Pont M B, Haupt P. Spacematrix: space, density and urban form [M]. Rotterdam: Nai Publishers, 2010.

图4/ Figure 4
MXI在功能混合度分析中的应用示例
An example of applying MXI into the analysis of functional mixture
来源：Van den Hoek J. The MXI (Mixed-use Index) as planning tool for new towns in the 21st century [M] // Provoost M. New towns for the 21st century: the planned vs. the unplanned city. Amsterdam: SUN Architecture, 2009.



图5 / Figure 5
运用Place Syntax整合街区建筑密度与街道可达性示例
An example of applying Place Syntax to integrate the analyses of street network accessibility and building density
来源： Marcus L. Spatial capital [J]. The Journal of Space Syntax, 2010, 1(1): 30-40.

与混合度的判断，可以初步实现对于城市活力的直观展现（图5）。Place Syntax 由于提出时间较早，而在实际使用中有比较明显的缺陷，其基于轴线分析的街道可达性表征相对落后，而且未能构建合理的叠合分析计算方式；同时基于 Mapinfo 的插件还面临这一GIS 平台日渐式微的问题。这些原因都导致该方法相对缺乏实践操作性，但其作为率先提出将街道特征与其他形态要素进行整合分析的开拓者，对于后续其他研究具有一定的启发意义。

第二是 UNA，用于街道与建筑要素的叠合分析。与 Place Syntax 这种将街道网络的量化分析与其他形态要素相结合的思路类似，美国麻省理工大学城市形态实验室（City Form Lab）于 2012 年提出城市网络分析（Urban Network Analysis）方法并给出相应的 ArcGIS 插件^[24]。不同于空间句法分析和传统的网络分析，UNA 以建筑作为基础分析单元，将基于网络分析（network analysis）所得到的 reach、gravity、betweenness、closeness 等各种街道可达性数值赋值到建筑上并与建筑自身的各种属性进行叠合分析



图6 / Figure 6
UNA的原理及其在城市形态分析中的应用示例
The illustration of UNA and an illustration of applying it into real urban form
来源： Sevtuk A, Mekonnen M. Urban network analysis toolbox [J]. International Journal of Geomatics and Spatial Analysis, 2012, 22(2): 287-305.

（图6）。基于此，建筑面积、人口、功能、房价等属性可以与街道网络一起进行分析，实现街道与建筑这两个重要形态学要素的量化分析和直观展现。这一开放的分析框架还为深入探究空间形态特征与其背后的经济社会属性提供可能性。

第三是 Morpho，用于街道、用地单元与建筑要素的全面量化分析。由葡萄牙形态学家维克托·奥利维拉（Victor Oliveira）自 2013—2015 年提出的 Morpho，是从传统城市空间形态理论出发对于城市空间形态的诸多要素统一进行整合的分析框架^[25-26]，通过 GIS 平台整合街道可达性、街区内的用地单元数目、建筑年代、街区大小、建筑贴线率、街道高宽比、建筑功能混合度 7 项量化指标并进行打分评价。Morpho 可以对于城市形态特征的“好”或“坏”给出一个直观的显示（图7）。具体而言，街道可达性是基于空间句法分析得到，其他 6 项则通过对于城市形态数据的 GIS 分析获得。此处的“好”代表的是具有高可达性、高贴线率、小街区等特质从而易于催生城市空间活力的城市形态基质。相较于 UNA，Morpho 的考虑更为全面并且实现

了传统形态学理念与量化分析途径的结合，但该分析框架要求的数据过多且难于整合，只能通过 GIS 空间插值实现叠合分析，导致其在分析精度上具有一定局限性。

第四是 Form Syntax，是基于街区的街道、建筑形态与功能混合的全面量化分析。同样出于整合传统形态学理念与定量分析方法的考量，香港大学和荷兰代尔夫特大学的研究者自 2014 年以来逐步发展了 Form Syntax 这一分析方法和基于 ArcGIS 的分析插件^[10,27]。对于以康泽恩学派为代表的经典城市形态学的理论回顾显示，城市形态的关键要素包括城镇平面（街道、地块和建筑）、建筑组构以及土地利用。因此，Form Syntax 通过 GIS 整合空间句法、Spacematrix 与 MXI 3 种分析方法，从而实现对于街道可达性、建筑密度、建筑形态与功能混合度在街区单元上的量化整合分析。按照街道可达性、建设强度和形态以及功能混合度的高低数值，城市形态基质的量化表达可以被实现。随后在多个欧洲城市开展的进一步研究显示，Form Syntax 结果的高低与基于居民活动强度表征的城市空间活力具有高度相关性。换言之，

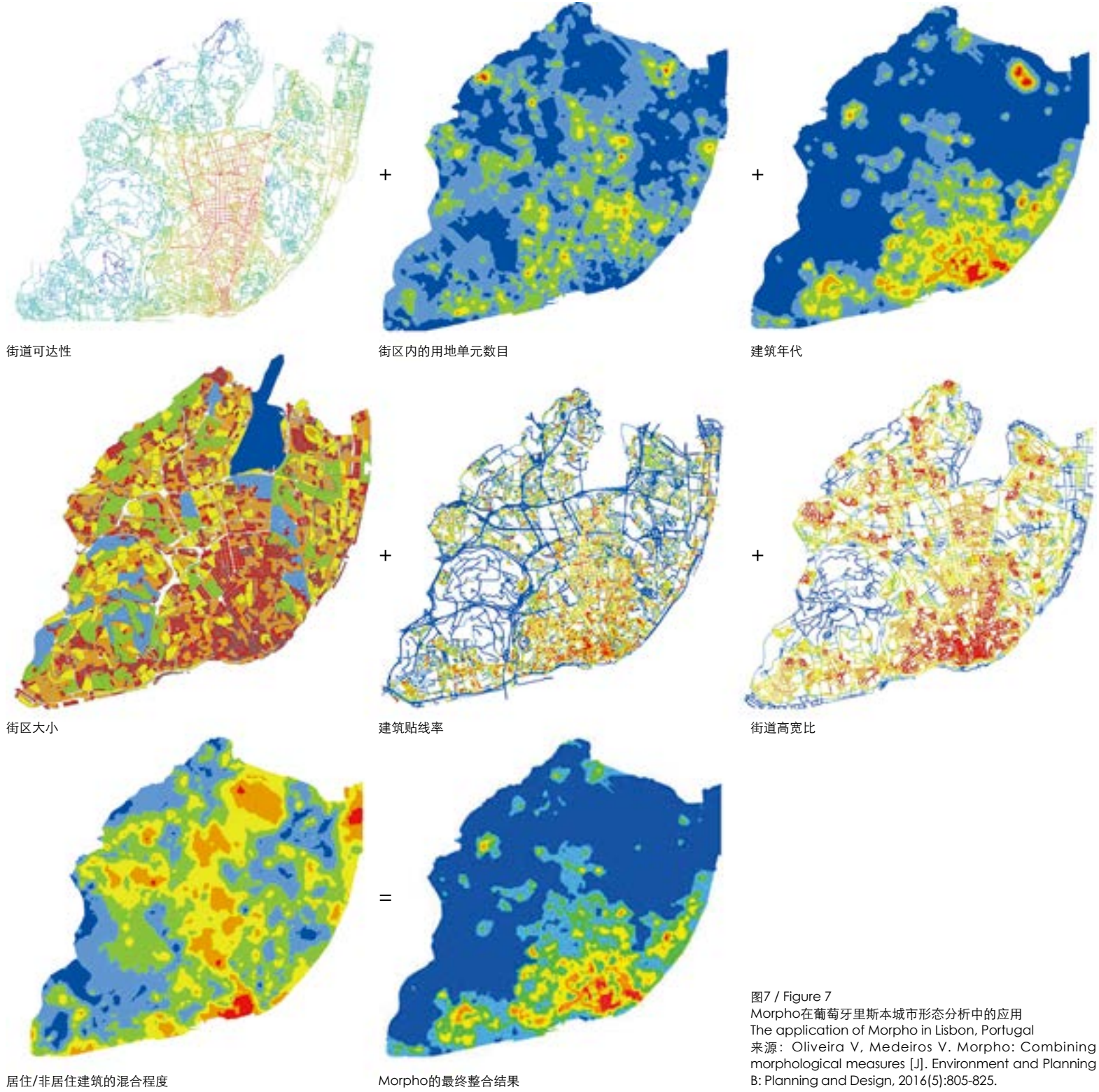


图7 / Figure 7
Morpho在葡萄牙里斯本城市形态分析中的应用
The application of Morpho in Lisbon, Portugal
来源： Oliveira V, Medeiros V. Morpho: Combining morphological measures [J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2016(5):805-825.

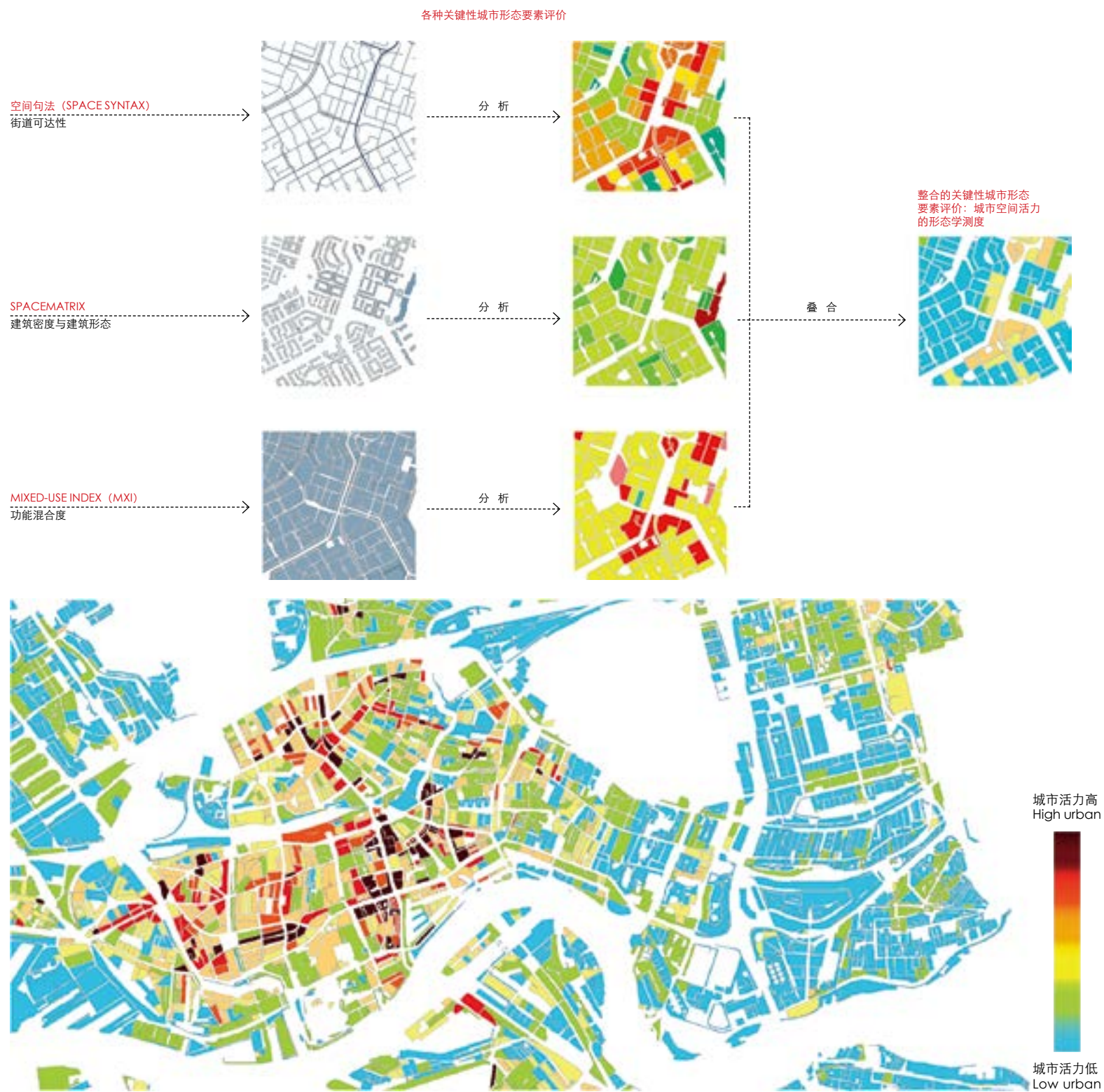


图8 / Figure 8
Form Syntax原理及其在荷兰鹿特丹城市形态分析中的应用
The illustration of Form Syntax and its application in Rotterdam, Netherlands
来源: Ye Y, Yeh G O, Zhuang Y, et al. Form Syntax as a contribution to geodesign: a morphological tool for urbanity-making in urban design [J]. Urban Design International, forthcoming.



Form Syntax不仅能够用于城市形态的量化分析，揭示街道、建筑与功能等要素间的相互关系，还可以实现对于城市空间活力的形态学角度分析，将空间活力这一概念直观展现（图8）。

4 总结与展望

上文回顾了近年来不断涌现的量化城市形态分析方法。这些新的方法中既有仅仅关注于单一形态要素的分析，如空间句法、Spacematrix和MXI；又有对于街道和其他形态要素的整合，如Place Syntax和UNA；还有基于形态学经典理论的全面整合，如Morpho和Form Syntax（表1）。虽然这些方法的分析单元各异，关注点各有不同，但是其中除了空间句法发展历史相对较久外，其他几项研究都是近年来才迅速涌现，可见量化的形态分析并非偶然创新，而是在技术和需求都已成熟情况下的系统化发展。

GIS技术自从20世纪80年代被引入城市规划后，在城市空间分析方面的普遍运用终于在近年来催生了一系列量化城市形态分析方法的涌现，为城市形态研究提供崭新的可能。在此必须指出，这一波量化分析的浪潮在本质上不同于多年前将地理学领域的元胞自动机、多智能体和分型分析盲目引入城市形态学的尝试。当前迅速涌现的这些分析方法都是遵循经典城市形态学视角理解城市

空间形态，从而保证分析过程与结果能够被理解和接受。这一新趋势为城市形态研究提供了从传统的定性判断和手工分析迈向定量化理性研究的可能。

虽然城市形态学研究正在经历从单要素分析向多要素分析发展转变的过程，但是实际上，在国内外的城市设计研究和实践中强调多个形态要素整合的实践与分析方法已经被广泛运用，如同济大学卢济威教授和庄宇教授提出的“整合理论”、东南大学韩冬青教授等提出的“地上地下一体化理论及运用”等^[28-29]。随着未来城市形态学中更多客观、科学分析方法的涌现，城市设计学科在这样一种分析与实践相结合的趋势下将会有更进一步的发展。

此外值得一提的是，在城市形态领域出现新分析方法的同时，大数据、开放数据等新的数据环境也同步涌现，为人们如何感知空间和使用空间提供全面而清晰的展示^[30-31]。换言之，在城市空间形态得以被量化分析和表征的同时，城市形态背后的经济社会属性也具有被新数据环境所量化表达的可能。这一进展意味着城市空间形态及其经济社会属性这两个传统上相对模糊、依赖于研究者和设计师经验和直觉的主题具有数据化、科学化的研究可能。这个进展不仅有助于城市形态学研究，而且对于城市设计这一和城市形态学紧密相关的研究领域也必然起到巨大的推动作用。□

注释和参考文献
Notes and References

[1] 段进，邱国潮．国外城市形态学研究的兴起与发展[J]．城市规划学刊，2008(5):34-42. Duan J, Qiu G. The emergence and development of overseas urban morphology study[J]. Urban planning forum, 2008(5): 34-42.

[2] Larkham P J, Jones A N. Glossary of urban form [M]. Norwich: Geo Books, 1991.

[3] 谷凯．城市形态的理论与方法[J]．城市规划，2001(12):36-41. Gu K. Urban morphology: An introduction and evaluation of the theories and the methods[J]. City Planning Review, 2001(12): 36-41.

[4] Moudon A V. Urban morphology as an emerging [J]. Urban morphology, 1997(1): 3-10.

[5] Conzen M R G. Alnwick, Northumberland: A study in town-plan analysis[J]. Transactions and Papers (Institute of British Geographers), 1960: iii-122.

[6] Whitehand J W R, Carr C M H. Twentieth-century suburbs: A morphological approach[M]. London: Routledge, 2014.

[7] Scheer B C. The anatomy of sprawl[J]. Places, 2001,14(2):28-37.

[8] Samuels I. ISUF task force on research and practice in urban morphology: Interim report[J]. Urban Morphology 2013, 17(1): 40-43.

[9] Stanilov K, Scheer B C. Suburban form: An international perspective[M]. London: Routledge, 2004.

[10] Ye Y, Van Nes A. Quantitative tools in urban morphology: Combining space syntax, spacematrix, and mixed-use index in a GIS framework[J]. Urban Morphology, 2014, 18(2): 9.

[11] Hillier B, Hanson J. The social logic of space[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

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

[13] Hillier B. A theory of the city as object: Or, how spatial laws mediate the social construction of urban space[J]. Urban Design International, 2002, 7(3): 153-179.

[14] 肖扬，Alain Chiaradi，宋小冬．空间句法在城市规划中应用的局限性及改善和扩展途径[J]．城市规划学刊，2014(5):32-38. Xiao Y, Chiaradi A, Song X D. A discussion on implementing space syntax method in urban planning[J]. Urban Planning Forum, 2014(5): 32-38.

[15] Ratti C. Urban texture and Space Syntax: Some inconsistencies[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2004, 31(4): 487-499.

[16] Steadman P. Developments in space syntax[J].

Environment and Planning B: Planning and Design, 2004, 31(4): 483-486.

[17] Pont M B, Haupt P. The relation between urban form and density[J]. Urban morphology, 2007, 11(1): 62.

[18] Pont M B, Haupt P. Spacematrix: Space, density and urban form[M]. Rotterdam: Nai Publishers, 2010.

[19] Van den Hoek J. The MXI (Mixed use Index). An Instrument for Anti-sprawl Policy[C] // 44th ISOCARP Congress. Dalian, 2008.

[20] Van den Hoek J. The MXI (Mixed-use Index) as planning tool for new towns in the 21st century[M] // Provoost M. New towns for the 21st century: The planned vs. the unplanned city. Amsterdam: SUN Architecture, 2009.

[21] St hle A, Marcus L, Karlstr m A. Place Syntax: Geographic accessibility with axial lines in GIS[C] // 5th International Space Syntax Symposium. Amsterdam: Techne Press, 2005: 131-144.

[22] Marcus L. Spatial capital and how to measure it: an outline of an analytical theory of the social performativity of urban form[C] // 6th International Space Syntax Symposium. Istanbul Technical University, 2007: 5.1-5.11.

[23] Marcus L. Spatial capital[J]. The Journal of Space Syntax, 2010, 1(1): 30-40.

[24] Sevtsuk A, Mekonnen M. Urban network analysis toolbox[J]. International Journal of Geomatics and Spatial Analysis, 2012, 22(2): 287-305.

[25] Oliveira V. Morpho: A methodology for assessing urban form[J]. Urban Morphology, 2013, 17(1): 21-33.

[26] Oliveira V, Medeiros V. Morpho: Combining morphological measures[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2016(5): 805-825.

[27] Ye Y, Yeh G O, Zhuang Y, et al. Form Syntax as a contribution to geodesign: a morphological tool for urbanity-making in urban design[J]. Urban Design International, forthcoming.

[28] 庄宇．城市设计的运作[M]．上海：同济大学出版社，2004. Zhuang Y. Make urban design working[M]. Shanghai: Tongji University Press, 2004.

[29] 韩冬青，冯金龙．城市・建筑一体化设计[M]．南京：东南大学出版社，1999. Han D Q, Feng J L. City, building integration design[M]. Najing: Southeast University Press, 1999.

[30] 叶宇，魏宗财，王海军．大数据时代的城市规划响应[J]．规划师，2014, 30(8): 5-11. Ye Y, Wei Z C, Wang H J. Urban planning response for big data development[J]. Planners, 2014, 30(8): 5-11.

[31] 龙瀛，沈尧．数据增强设计——新数据环境下的规划设计回应与改变[J]．上海城市规划，2015(2): 81-87. Long Y, Shen Y. Data augmented design: Urban planning and design in the new data environment[J]. Shanghai Planning Review, 2015(2): 81-87.

SYNOPSIS

Urban morphology, as the study of urban form and its related performance, is always an important composition of urban planning and design. Recently, a series of new analytical methods in urban morphology are emerging in accompany with the GIS and computational techniques, which bring research potentials for in-depth understandings. The existing literature in this new field are generated from the independent, separate focuses and viewpoints of the individual research groups. While there is an increasing literature in this field, a solid research direction of measuring the “unmeasurable” urban form is not well established. Therefore, this paper attempts to make a systematic review in this context to build a clear conceptual framework to illustrate the emerging research methods and potentials.

This paper firstly reviews the history, achievements, and also shortcomings of classical urban morphological analyses. Both Conzenian School and its further development in contemporary American cities have been discussed. On one hand, these classical methods in urban morphology provide help for designers and morphologists to understand various features of urban form. On the other, these manual analyses and researchers’ experiences obstacle the further development of urban morphology to achieve in-depth understandings.

After that, a series of quantitative analytical tools in urban morphology are then reviewed, which provides a constructive framework to new morphological analyses from various perspectives. In detail, Space Syntax, Spacematrix, and MXI provide quantitative approaches to analyse urban morphological elements, street networks, buildings, and functional mixture, respectively. Some other tools have been further developed to achieve comprehensive and quantitative insights through integrating many morphological elements together. Specifically, Place Syntax and Urban Network Analysis are attempting to combine street network configuration with buildings or other morphological elements. Morpho and Form Syntax are attempting to achieve a comprehensive combination of all essential morphological elements together.

The raising of quantitative morphological tools in urban morphology is different in nature with previous controversial endeavours introducing

geographically models, i.e., cellular automaton model and multi-agent models into urban planning and design decades ago. These recent proposed ones are generated following the perspective of planners and designers, which make sure these tools can be easily accepted and applied in practices. It helps to convert urban morphology from its qualitative and manually-based tradition to quantitative and scientific researches, which brings insights for urban morphologists and urban designers. Not only do we require a thorough and scientific understanding of the urban form, but this knowledge must also serve as a foundation for the exploration of alternative futures. In short, we are witnessing the transition of paradigm of urban morphology. □

表1/ Table 1
诸多量化的城市形态分析方法总结
来源：作者自绘

类 型	名 称	时 间	分析单元	关注点
单一形态要素的 量化分析	空间句法	20世纪80年代	街道	街道可达性的量化分析
	Spacematrix	2010年	街区或邻里	建筑形态与开发强度
	MXI	2008—2009年	街区或邻里	功能混合度
街道和其他形态要素 的量化整合	Place Syntax	2005年	街区	街道与其他建成环境要素
	UNA	2012年	建筑	街道与建筑
基于形态学经典理论的 全面整合	Morpho	2013—2015年	无固定分析单元	街道、建筑、街区等全盘考虑
	Form Syntax	2014—2015年	街区	街道、建筑、街区等全盘考虑