

回眸历史：基于知识图谱的百年城市设计技术演进脉络与趋势展望*

杨俊宴 朱 骁 邵 典

提 要 城市设计古已有之，城市设计的技术发展在历史长河中随着时代变革不断演进。通过梳理城市设计时间线、城市设计技术方法演化中的大事件、城市设计技术相关著作及期刊文献，自下而上地总结出120余个不同时期的城市设计技术方法，并通过知识图谱将城市设计技术知识域矢量化，显示知识发展进程与结构演替关系，提出城市设计技术的基本分类。将八类城市设计技术的演化按照时间和技术迭代进行“纵切”解析，发现存在“八脉并行”的特征，每条脉络都经历多种技术方法的层层迭代，在实践过程中不断集成、改良、分化、创新，形成了不同形式的脉络特征，并得到“三阶迭代”的演进特征，即古典美学阶段、空间计量阶段、数字智能阶段。最后，在“三阶迭代”与“八脉并行”基础上，提出了未来城市设计技术演进趋势展望。

关键词 城市设计；城市设计技术；发展历程；谱系分析；脉络研究；知识图谱

中图分类号 TU984 文献标识码 A
DOI 10.16361/j.upf.202106003
文章编号 1000-3363(2021)06-0020-08

Looking Back on History: The Evolution and the Trend of Urban Design Technology in the Past Century Based on the Knowledge Map

YANG Junyan, ZHU Xiao, SHAO Dian

Abstract: Urban design has existed since ancient times, and its technological development has been evolving with time in the long human history. By combing the urban design timeline, major innovations in the urban design technology, and literature on urban design technology, this paper summarizes more than 120 urban design methods developed from the bottom to the top in the different periods, vectorizes the knowledge domain of urban design technology through the knowledge map, demonstrates the relationship between process of knowledge development and structural succession, and proposes a method of classification for the urban design technology. The evolution of eight types of urban design technologies is analyzed "vertically" according to timeline and technical iterations. It is found that there exist eight parallel veins of different characteristics. Each vein has gone through iterations of various methods. As a result of continuous integration, improvement, differentiation, and innovation, each vein has formed different characteristics, including the evolution characteristics of "three-order iterations" covering the classical aesthetics stage, the spatial metrology stage, and the digital intelligence stage. Finally, on the basis of the three-order iterations and the eight parallel veins, the paper discussed the future prospect of urban design technology.

Keywords: urban design; urban design techniques; development history; pedigree analysis; contextual research; knowledge map

城市设计是个定义不断演化、边界相对模糊的领域（金广君，1999）。城市设计主要研究城市空间形态的建构机理和场所营造，是对包括人、自然、社会、文化、空间形态等因素在内的城市人居环境所进行的设计研究、工程实践和实施管理活动（王建国，2018）。城市社会是一个动态发展领域，城市设计的思想与方法也始终处在不断变革之中（童明，2017）。从学科视角来看，在历史事件发展中城市设计涵盖了从理论建构、方法体系、技术手段到工程实践等一系列研究（王伟强，等，2021）。回首百年，城市设计的脉络中始终存在三条主线——理论线、实践线和技术线，它们共同推动着城市设计的发展（刘晋华，2018）。千百年以来，建筑师和城市设计师使用结构化信息和知识构建起了他们的专业知识与技术积累，比如帕拉第奥的《建筑四书》和诺伊费特的《建筑师手册》（格哈德·施密特，等，2018）。从对深圳30多年的城市设计实践历程回

作者简介

杨俊宴，东南大学建筑学院教授，博导，
yjy-2@163.com

朱 骁，东南大学建筑学院在读博士生
邵 典，东南大学建筑学院在读博士生

*根据作者在“第十八届中国城市规划学科发展论坛”上的演讲整理；国家自然科学基金重点项目“基于大数据的城市中心区空间规划理论与关键技术研究”（项目编号：51838002）

顾的“感性到体系建构的理性”(司马晓,等,2016),到城市设计在国土空间用途管制中的实践探索(周琳,等,2021),国内城市设计实践在探索前进的同时,已将城市设计置于更为广阔的城市发展历程和社会环境背景中进行思考(童明,2014)。本文通过梳理百年来城市设计大事件,发现城市设计的技术发展是嵌合在理论、实践发展背后的重要线索(表1)。

城市设计的技术发展是有脉络的。国内外关于城市设计技术方法的分类是一种自上而下的顶层分类模式。城市设计已经历了传统城市设计——现代主义城市设计——绿色城市设计的发展阶段,在城市设计前沿发展基础上当前处于第四代“数字化城市设计”(王建国,2018),结合多源大数据技术当前城市设计的数字化方法体系处于不断变革中(王建国,等,2021),而人工智能技术突破后对城市设计发展带来巨大变革(吴志强,2018)。在大量城市设计实践探索的基础上,通过凝练大数据面向城市设计的四种应用技术维度(杨俊宴,等,2017),从数字时代新视角探索“数字化分析—数字化设计—数字化管理”的整体解决方案(杨俊宴,2020)。

当前,城市进入数字化时代,正发生着巨大的变革,城市大数据被采集于真实城市空间,但成型于赛博虚拟空间(吴志强,2020),特征是全面、大量、高比例、快速更新。同时,在社会—空间关系视角下,城市设计理论与实践发展具有时空特性和价值导向(边兰春,等,2018)。然而,由于城市设计技术往往具有滞后性,设计师们仍习惯运用传统的城市设计技术方法进行分析研判;此外较少将多源大数据进行集成,仅从单一的数据维度去分析复杂的城市问题,使得这些城市大数据对真实城市世界的映射有不足和偏差,尤其对城市中的人的主观需求表达不足。因此,要做一个有“温度”的城市设计,不仅要以人为本尊重市民的日常性空间,也要充分结合城市现实物质空间和虚拟赛博空间的规律,挖掘与开展城市空间场所营造(王建国,2019)。

因此,本文结合知识图谱技术,采用自下而上的城市设计技术分类路径,通

表1 百年来的城市设计大事件汇总

Tab. 1 Summary of major urban design events in the past century

事件名称	时间	影响意义	典型代表
城市空间设计提出	1889	首次提出了城市空间设计这一概念	卡米罗·西特
田园城市的构想	1898	推动了城市设计及新城建设运动	霍华德
城市美化运动	19世纪末	较早展开的大规模城市设计实践	丹尼尔·伯纳姆
独立的城市规划协会	1914	与建筑学相分离的城市规划专业	英国
明日的城市提出	1922	强调城市功能集中发展	勒柯布西耶
出现了城市设计概念	1920年代	首次出现了城市设计概念	美国
首个城市设计委员会	1920年代	以论文形式对城市设计展开探讨	美国建筑师学会
强化基本概念与原则	1943	城市空间设计包含社会要素	沙里宁
《城市设计》出版	1956	城市设计是一个应该被恢复的领域	美国建筑师学会
《城市印象》出版	1960	提出了城市设计的五要素	凯文·林奇
独立的城市设计课程	1960	此后各国相关院校陆续开设	美国哈佛大学
纽约推行城市设计	1964	一种新的政策来改变城市环境	美国纽约
制定城市设计总图	1970年代	城市设计思想开始渗透到区划法中	美国旧金山
《城市设计过程》出版	1980年代	三种不同类型城市设计	米哈德·雪瓦尼

资料来源:作者制作。

过梳理城市设计时间线、城市设计技术方法演化中的大事件、城市设计相关著作及期刊文献,自下而上地总结出120余个不同时期的城市设计技术,结合城市设计领域的热点学术主题,通过知识图谱将城市设计技术知识域矢量化,显示知识发展进程与结构关系并将其以谱系的方式解析,探寻城市设计技术规律并推断未来城市设计技术可能的发展趋势。

1 基于知识图谱的城市设计技术分类研究路径

1.1 研究方法与数据来源

本文综合采用文献查阅法及自然语义分析法,对中国知网、万方、Web of Science、Elsevier Science、Science Online等12个国内外数据库中城市设计相关的标题、摘要、关键词进行关键信息检索及筛选,共获得城市设计技术方法的相关著作及中英文期刊1519篇,进而通过信息筛选及归纳演绎,整理出120余种城市设计技术并对其进行类型归纳。在此基础上,以文献为实体,以技术方法、关键词及作者为实体关系建构知识图谱,精准捕捉了城市设计的研究热点分布以及群落布局,以完成技术的精准分类。

1.2 城市设计技术的类型归纳

本文结合城市建设综合发展情况整

理城市设计技术发展(贝纳沃罗,2000),将城市设计的发展分为古埃及、希腊等最初的城市设计起源、5世纪的城市设计发展、文艺复兴时期的城市工业化、20世纪的现代与后现代社会思潮(杨一帆,2019)以及21世纪以来的新技术发展等五个阶段。整理出120余种技术方法,及对应的建筑关系、图底关系、空间量化、数字意象、意象场所、轴线网络、视觉节点、感知序列、虚拟现实、城市系统、功能结构、模型系统、空间结构、参数生成、人工智能、网络布局、空间形态等24种技术类型(图1)。

1.3 城市设计技术热点分布

以24种技术类型、研究关键词及作者作为知识图谱(吴志强,等,2018)的关系属性,进一步建构1519篇城市设计技术文献之间的知识图谱网络,存在8项技术研究的热点区域(杨俊宴,2018)(图2),包括社会类、系统类、视觉类、意象类、形态类、生成类、生态类和经济类。

社会类热点主要集中于城市活力、时空行为、安全防御等技术领域,例如简·雅各布提出了活力分析法,强调城市设计应该重点恢复街道和街区的多样性。系统类热点主要集中于城市功能、系统、建模等技术领域,其中以罗杰·汤姆林森的地理信息系统技术、培根的

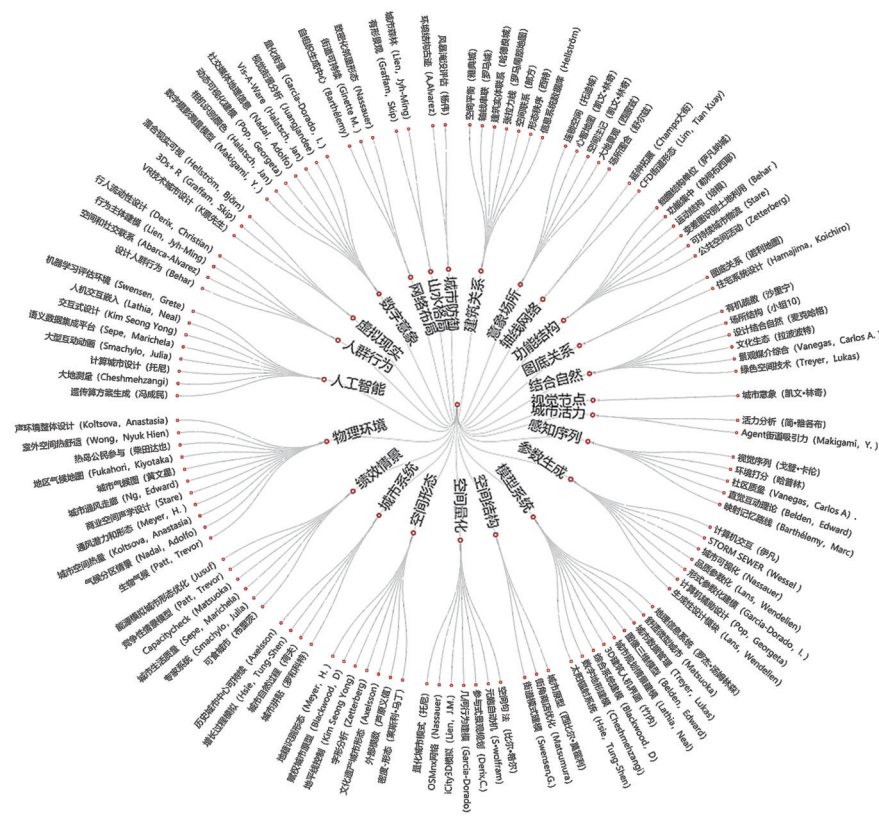


图1 城市设计的120种技术方法
Fig. 1 120 technologies in urban design
资料来源：作者制作。

表2 基于知识图谱的百年城市设计技术分类表
Tab. 2 Classification of centennial urban design technology based on knowledge map

技术类别	技术目的	典型代表技术
形态类	勾勒不同尺度的外在表征，遵循空间规则	包括增建成角空间法、建筑实体联系法、图底关系法、外部空间模数法、街廓量化法、空间句法、地块高度预测、空间基因法等
意象类	折射城市居民的心理感知，强化空间标识	包括空间延伸法、心智地图法、空间注记法、城市意象法、问卷调查法、城市舆情分析法、百度词频分析法、数字城市意象等
视觉类	打造空间特色的可见场景，彰显空间观景	包括轴线串联法、连锁空间法、视觉序列法、环境打分法、VR技术城市设计法、ICity 3D垂直模拟法、城市大型互动动画法等
系统类	优化城市板块的关联网络，组织空间功能	包括城市原型法、功能集中法、功能分散法、有机疏散法、综合城市系统建模法、智能城市信息系统法、量化城市基础模块法等
生成类	整合不同系统的复合关系，学习空间规律	包括系统结构法、元胞自动机法、遗传算法、建筑自适应生成、参数化生成法、强化学习生成法、学习对抗生成法等
经济类	增强城市空间的市场效率，提高空间回报	包括格网城市法、细胞结构单元法、密度分区法、密度形态转换法、城市品质参数化法、Agent街道吸引力法、城市情景模型法等
生态类	协同自然要素的城市关系，塑造空间景观	包括山水形胜法、大地景观法、设计结合自然法、城市品质参数法、能源模拟形式优化法、城市物理环境分析法等
社会类	活化不同人群的空间属性，稳定空间秩序	包括城墙筑城法、要塞城市法、活力分析法、城市文化服务力法、社交空间分析法、行为主体建模法、语义集成平台法等

资料来源：作者制作。

运动结构法等最具代表性。视觉类和意象类热点具有较强的相关性，都属于人体感知范畴的研究，不同的是前者聚焦于视觉节点、视觉序列、虚拟现实等技术领域，例如戈登·卡伦提出的视觉序列法，可以动态地记录各视点的视景情

况；而后者聚焦于意象场所、轴线网络等城市空间的营造，例如凯文·林奇的形象五要素、心智地图、空间注记等。形态类热点从最初的建筑关系类技术逐渐发展至图底形态、空间量化等技术方法，其中的代表作有布莱克伍德的赋权

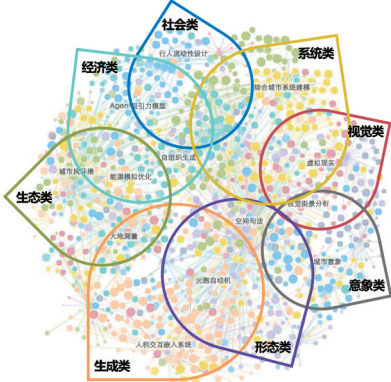


图2 城市设计的八项技术热点
Fig. 2 Eight technological hotspots of urban design
资料来源：作者制作。

城市设计原型、西特的形态秩序法、比尔·希列尔的空间句法等。生成类热点与形态类有着紧密的关联，很多是在形态类技术基础上的改进和延伸，例如加西亚的形式参数化建模法、托尼的自动化城市设计等。生态类热点主要强调城市与自然的有机结合，例如沙里宁的有机疏散、Team10的场所结构等，后期演化出山水格局、物理环境等诸多技术方法（西蒙兹，1990）。经济类热点主要集中于城市的绩效情景、空间建设强度以及网络布局，例如约瑟夫的能源模拟城市形态优化法、吉内特的街道可持续设计等。

2 百年城市设计技术的类别划分

2.1 城市设计技术的八大类型

伴随着信息革命的发展，大量以数字技术为支撑的当代城市设计技术方法不断涌现。通过知识图谱将城市设计技术知识域矢量化，解析出城市设计技术方法的八大基本分类（表2）。包括：形态类、意象类、视觉类、系统类、生成类、经济类、生态类和社会类（图3）。

2.2 百年城市设计的类型特征

2.2.1 城市设计技术的关注点由表层空间形式发展到与不同空间系统关联

在计算机技术的支持下，人们对城市空间的认知不再局限于个人对城市环境的感知。通过数据转换和模型构建，设计师可以不断扩大他们对城市空间的感知范围。

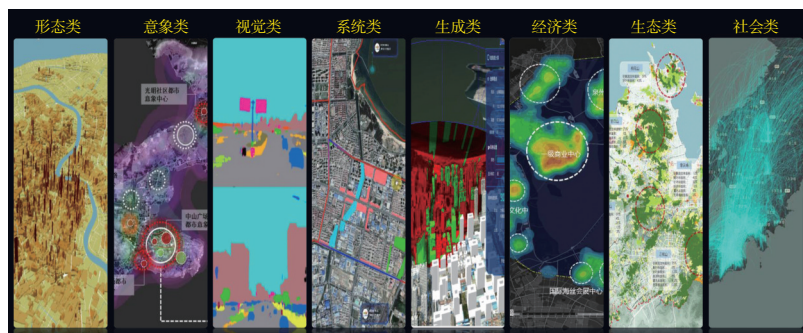


图3 城市设计技术的八大类型

Fig. 3 Eight types of urban design technology

资料来源：作者制作。

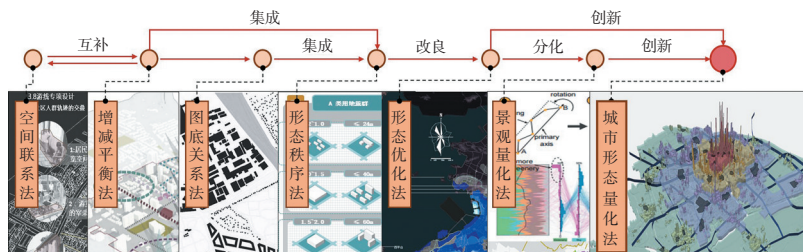


图4-1 形态脉：“递进”式演进脉络

Fig. 4-1 Morphological pulse: "progressive" evolution

资料来源：作者制作。

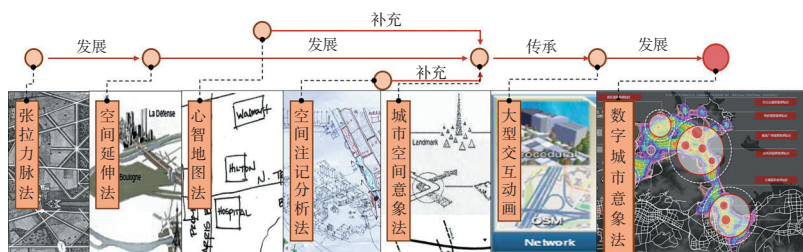


图4-2 意象脉：“交汇”式演进脉络

Fig. 4-2 Image pulse: "intersection" evolution

资料来源：作者制作。

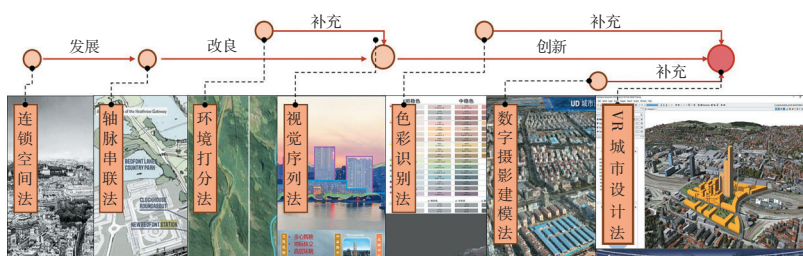


图4-3 视觉脉：“双心互动”式演进脉络

Fig. 4-3 Visual pulse: evolution of "two heart interaction"

资料来源：作者制作。

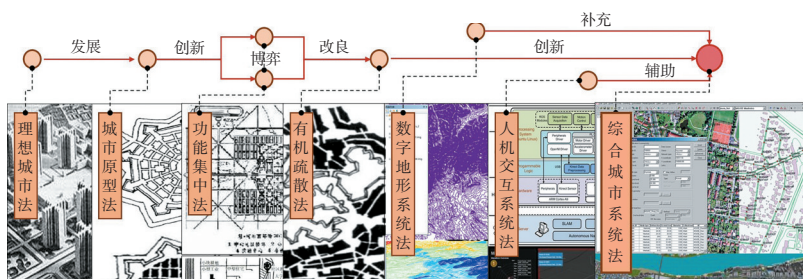


图4-4 系统脉：“一脉传承”式演进脉络

Fig. 4-4 System pulse: "one pulse inheritance" evolution

资料来源：作者制作。

2.2.2 城市设计技术当前以信息技术群为支撑

从城市设计技术演变和迭代来看，当代城市设计技术是从传统城市设计技术发展而来，同时与信息技术集群的发展紧密结合。

2.2.3 数字时代下城市设计技术探寻城市隐性规律并预测未来

结合人工智能等前沿技术，设计者可以大概率预测未来某一阶段城市形态的发展可能（吴志强，2020），并通过人工智能技术实现设计方案生成与未来场景模拟。

3 百年城市设计技术的演进脉络

新世纪以来，城市设计的新变革正在发生，涉及大数据、人工智能等多个方面。解析城市设计技术的演进脉络，可以发现八条不同类型的城市设计技术演进轨迹以及“三阶段代”的城市设计技术整体阶段特征。

3.1 八脉并行的演进轨迹

将城市设计技术的演化按照时间和技术迭代进行“纵切”解析，发现存在“八脉并行”的特征。每条脉络都经历多种技术方法的层层迭代，在实践过程中不断集成、改良、分化和创新。

(1) 形态脉：“递进”式演进脉络。从建筑关系到图底形态再到空间量化。在追求几何美学的过程中，早期城市设计师通过建筑间的联系来组织城市空间，并在后续技术发展中逐渐认识到城市空间不仅包括单个建筑，还包括广阔的建筑外部空间。此后创造性地利用图底关系法，综合考虑城市空间形态关系。在数字时代城市设计已经走向定量分析阶段，空间句法等定量方法已经从传统图底关系法等演变而来（图4-1）。

(2) 意象脉：“交汇”式演进脉络，从轴线网络到意象场所再到数字城市意象。在古典时期，城市设计师使用张力线法和空间延伸法来创造城市空间场所，这些场所承载了大量城市公共活动。而凯文·林奇提出的城市空间意象理论与相关技术，通过城市形象元素的抽象与构成，城市空间的意象特征得以体现。在此基础上延伸出空间注记法和心智地

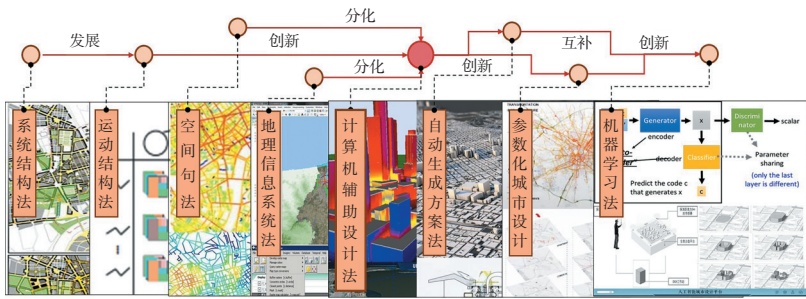


图4-5 生成脉：“一核发散”式演进脉络
Fig. 4-5 Generative pulse: “one core divergence” evolution
资料来源：作者制作。

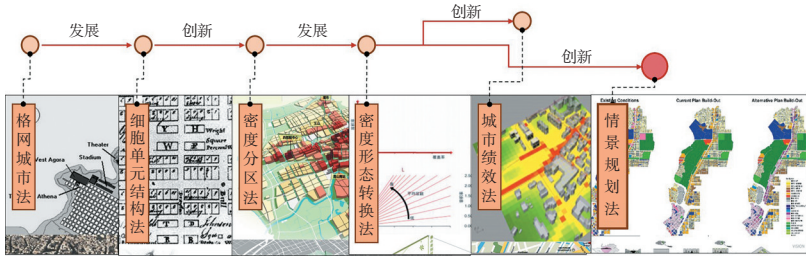


图4-6 经济脉：“一脉两翼”式演进脉络
Fig. 4-6 Economic pulse: evolution of “one pulse and two wings”
资料来源：作者制作。

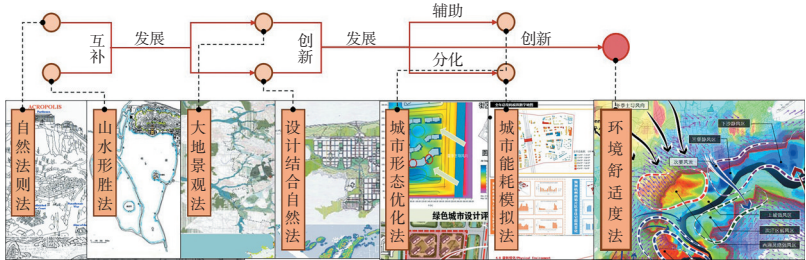


图4-7 生态脉：“三阶递进”式演进脉络
Fig. 4-7 Ecological pulse: “three-step progressive” evolution
资料来源：作者制作。

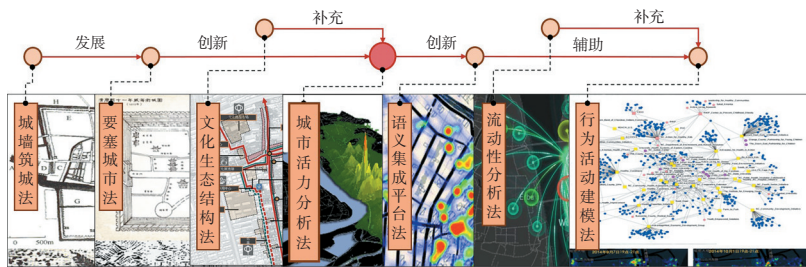


图4-8 社会脉：“递进”式演进脉络
Fig. 4-8 Social pulse: “progressive” evolution
资料来源：作者制作。

图法、以及信息时代下的数字城市意象法（图4-2）。

（3）视觉脉：“双心互动”式演进脉络，从视觉节点到视觉序列再到虚拟现实。围绕城市中视觉可见的外部空间是

其技术核心，古典时期的链式空间法将重要建筑通过轴线串联，作为城市可见的标志空间。现代心理学理论的发展对视觉序列方法进行改进，使视觉方法从感性转向一定的规律性和合理性。数字

时代人工智能技术扩大了对城市视觉的感知维度，并进行街景图片数据识别及虚拟现实交互设计（图4-3）。

（4）系统脉：“一脉传承”式演进脉络，从城市系统到功能结构再到系统建模。城市本身是个复杂巨系统，系统脉的技术发展重点围绕城市设计中的各类系统。通过早期对理想城市和城市模式的探索，田园城市等城市原型法形成了稳定的城市结构体系。在城市实用主义影响下，城市功能系统中出现了功能集中与有机疏散的技术发展差异。在信息时代通过人机交互系统法等方法，对城市现实物质空间系统与虚拟赛博空间系统予以整体性设计（图4-4）。

（5）生成脉：“一核发散”式演进脉络，从空间结构到计算机辅助再到人工智能。早期的城市设计师通过结构生成法探索空间生成与设计。随着计算机辅助设计逐渐成熟，产生了参数化建筑设计与城市设计，即以构成城市空间的物质元素为词汇，以空间组合规律为语法，以城市空间作为设计表达核心的模式语言设计（张晓宇，1996）。为了让参数算法理解设计人员的设计思想，使得传统的参数算法具有一定的设计启发性，在人工智能技术结合下深度神经网络技术逐步实现图像形式的城市设计智能方案生成（图4-5）。

（6）经济脉：“一脉两翼”式演进脉络，从网格布局到密度分析再到绩效情景。从早期米利都城等网格布局到美国殖民地时期的单元结构法，城市设计师通过高效平面布局来提高城市空间效率。近现代城市平面的布局经济性走向了城市三维形态经济性。在当代城市设计实践中，通过城市绩效分析技术和城市情景规划技术，设计师模拟和评估城市空间质量、城市发展阶段及其背后的经济性价值（图4-6）。

（7）生态脉：“三阶递进”式演进脉络，从山水格局到设计结合自然再到城市物理环境。在古典时期城市设计者积累了朴素的城市设计手法，发展为自然法则法。并通过设计结合自然等技术发展，探索了城市设计空间与自然环境之间的平衡关系。如今随着城市物理环境的数字化模型和城市空间能耗的相关技术的发展，拓展了城市形态与环境质量

的改善途径,为优化城市与自然的共生关系提供技术支持(图4-7)。

(8) 社会脉:“递进”式演进脉络,从城市防御到城市活力再到城市时空行为。古典时期的城市设计师通过修建防御墙或堡垒来满足城市社会稳定的基本需求。随着人文主义的复兴,设计师越来越关注人们的精神需求,尤其是城市空间活力,由此产生了城市活力分析技术,如城市文化和生态结构法。当前设计师可以通过手机信号、刷卡数据、网络签到等不同数据源更仔细地研究人们的行为活动规律,基于行为活动建模方法和语义整合方法,社会脉技术发展进入了一个新阶段(图4-8)。

3.2 三阶迭代的技术梯度

进一步将上述八条城市设计技术脉络汇总解析,发现其中隐含的是美观性、实用性、效益性的三个关键原则,这似乎与古典建筑学的“实用、经济、美观”原则存在内在关联(朱晓,2018)。同时,城市设计技术方法在各自演变过程中也存在阶段性的整体变化,第一阶共性特征是古典美学方法,第二阶是空间计量方法,第三阶是数字智能方法(图5所示)。

3.2.1 第一阶:城市设计的古典美学方法

在传统城市设计理论中,几何美学、空间透视等通常与设计方法融合在一起,城市片区被看作为一组大建筑群来进行基于古典美学的设计,每个建筑都是这个静态物质空间形态的组成元素。古典美学设计方法突出了城市设计者作为艺术家的角色,由此带来的一个重要问题是所设计的城市“蓝图”不够灵活,无法适应城市不断发展变化的需求。

3.2.2 第二阶:城市设计的空间计量方法

空间计量主导的城市设计技术阶段,是基于现代主义思潮和计量革命背景下的理性城市设计过程。从更加多元的视角考虑城市发展中的空间形态、生态环境、社会活力以及经济效益等要素。通过对比研究和定量分析,不同的结果相互制约,最终形成一个相对稳定的城市设计研判。这一阶段的城市设计技术所呈现出的百花齐放态势,为后来的数字技术演进提供了支撑。



图5 城市设计技术方法的三阶演进脉络

Fig. 6 The three-order evolution of urban design technology and methods

资料来源:作者制作。

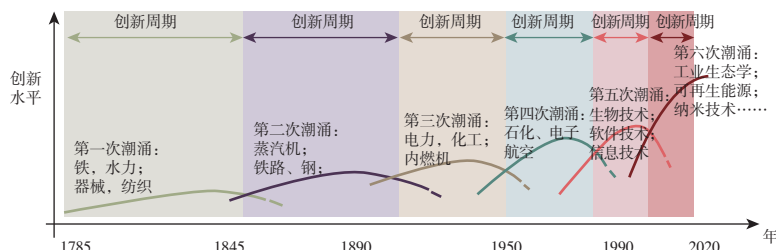


图6 技术浪潮的创新周期

Fig. 6 Innovation cycle of the technology

资料来源:UNIDO, Industrial Development Report 2013.

3.2.3 第三阶:城市设计的数字智能方法

数字智能的城市设计技术阶段,是一个全数字化城市设计的过程。在这个设计阶段中,通过大数据、人工智能等数字化技术,能够更加准确地研判城市形态及其如何健康生长,并能够更加科学地划定城市设计的底线。通过多源异构数据的耦合关联分析,使得设计能够选择并包容更多的价值导向,确保传统城市设计的技术方法及原则思路,如视觉美学、人文关怀、公平性及经济性等更好地融入到城市设计全过程中,更加高效地设计城市空间(杨俊宴,等,2021)。

4 未来城市设计技术展望

过去250年中,我们见证了五次技术创新巨潮并身处其最新潮峰。科技创新是呈波状演进的:每一次技术发展的巨潮过后,紧接着的是相对平静的适应期。四个关键技术(机动车、电话、天

然气和电力)的扩散曾经是1940年代以来城市发展的关键驱动,而当下包括信息、生物在内的技术网络,也在很大程度上改变城市的社会组织方式(图6)。城市作为高频动态的复杂巨系统,大量社会经济活动和人群流动投影在空间上,内在流动规律难以探明,尤其在“万物皆数”的算法时代,人工智能等技术让曾经的城市垂直性层级构造正在消解(李舒扬,2020),扁平化和离散型的城市模式正在呈现,数字技术给城市设计学科演进提供了全新的革命性科学动力,需要未来的城市设计来应对。

对于未来城市设计的思考,一直是城市科学领域最热的话题之一。未来城市设计的本质是什么?其技术内核会出现哪些变革?随着技术创新涌潮的频率不断加快,未来城市设计技术的迭代创新成为必然的发展趋势。以史为鉴,可以知兴替,在分析城市设计技术发展的“八脉三阶”历史交替规律基础上,可以初步预判城市设计技术在未来的发展趋势。

4.1 八脉并行下的未来城市设计技术演进趋势

未来城市设计将在区域社会经济、自然山水、资源环境和城乡协调下营造可持续、高质量人居环境；通过空间基因等技术体系为城市建设与文化遗产的共赢提供有效路径；在数字技术变革支撑下洞察城市复杂性规律，实现城市设计全尺度、全要素、全流程的智能化跨越。因此，与当下城市设计技术演进的八大脉络相对应，未来城市设计技术发展存在以下趋势。

①形态脉技术演进趋势：多维数据下城市空间规律深度挖掘与预测，以洞察、认知未来城市的空间形态场景；②意象脉技术演进趋势：城市空间意象的基因特征数字化识别、提取、解析与传承，以建立城市数字空间意象的基因信息库，构建未来城市数字意象的多重资源网络平台；③视觉脉技术演进趋势：走向虚拟城市空间的全息仿真与设计场景沉浸式体验；④系统脉技术演进趋势：实现全链条数字交互模式下的未来人机交互式城市设计；⑤生成脉技术演进趋势：走向AI与人结合下的未来可信人工智能城市设计；⑥经济脉技术演进趋势：探寻多维度高精度数据实时模拟下的城市效益更优解；⑦生态脉技术演进趋势：探索双碳导向下的城市生态效益与健康城市；⑧社会脉技术演进趋势：面向赛博空间的未来虚拟城市设计，感知、理解、营造城市的未来社区图景。

4.2 三阶迭代下的未来城市设计技术特征

从古典城市设计发展到百花齐放的当代城市设计，数字技术的兴起，使得整合原本不同类型的城市设计技术成为可能。传承三阶迭代的城市设计技术梯度发展规律下，未来城市设计技术发展将存在以下特征。

4.2.1 技术创新涌潮下城市设计技术的井喷发展

伴随着以信息技术为主的第五次技术涌潮和以可再生能源技术为主的第六次技术涌潮，当前数字智能阶段城市设计技术正在蓬勃发展，而未来的创新涌潮会更加迅猛，同时技术创新频率不断加快，使得未来城市设计技术方法的井

喷发展成为了必然趋势，从中孕育出新的城市设计技术群。

4.2.2 数字化技术支撑下城市设计技术系统整合

伴随着未来人工智能技术打破“算法瓶颈”进入可信阶段，以及“端一边一云”计算等数字化技术的兴起，使得未来城市设计将系统整合不同技术脉络。通过可信人工智能的交叉学习，建构海量城市的“知识库”与设计师的“经验池”，结合人机交互来设计更具针对性和预测性的理想城市空间。

4.2.3 数字网络时代城市设计技术阶段质变

城市设计技术发展经过了古典美学、空间计量及数字智能三个重要阶段，也对应了工业革命、电力革命和信息革命的三次科技革命发展。未来下一代科技革命的到来，很大程度上也会改变人们的生活与思维方式，从而带来新一轮城市设计技术的阶段质变。

5 结语

城市设计技术种类繁多，并在具体的城市实践中灵活应用。在历史长河中整理城市设计技术脉络并研究其发展规律，是一项艰巨的任务。很难对所有不同城市设计技术进行具体内容解释，因此本文更多的是提供一种启发性的研究探索，对于城市设计技术的演进脉络提出一种自下而上的研究视角。针对百年城市设计技术分类及演进脉络，通过知识图谱自下而上地对不同技术方法发展脉络与内在关联进行研究。

中国的城市设计应当适合国情，融合中国的社会、经济与文化传统精神（郑正，2007）。在后续研究和深化完善中，将会进一步补充当前国内城市发展热点方向与未来城市设计前沿技术，从而更加系统全面地对不同城市设计技术发展规律展开研究。此外，对城市设计理论、技术、实践三条主线交互结合的研究，也是城市设计未来重要的研究领域。

参考文献 (References)

[1] 贝纳沃罗. 世界城市史[M]. 薛钟灵, 译. 科学出版社, 2000. (BENEVOLO L. History

- of world cities[M]. ZHONG Xueling, translate. Science Press, 2000.)
- [2] 边兰春, 陈明玉. 社会—空间关系视角下的城市设计转型思考[J]. 城市规划学刊, 2018(1): 18-23. (BIAN Lanchun, CHEN Mingyu. Transformation of urban design from the perspective of social-spatial relations[J]. Urban Planning Forum, 2018(1): 18-23.)
- [3] 金广君. 图解城市设计[M]. 黑龙江科学技术出版社, 1999. (JIN Guangjun. Illustrating urban design[M]. Heilongjiang Science and Technology Press, 1999.)
- [4] 李舒扬. 城市升维: 科技创新与城市空间的交互——2019深港城市\建筑双年展(深圳)“城市升维”板块综述[J]. 建筑与文化, 2020(8): 247-249. (LI Shuyang. “Ascending city”: interactions between technology innovations and urban space ——the overview of the 2019 bi-city biennale of urbanism architecture(Shenzhen)[J]. Architecture and Culture, 2020(8): 247-249.)
- [5] 刘晋华. 共识与争鸣——当代中国城市设计思潮流变[J]. 城市规划, 2018(2): 47-60. (LIU Jinhua. Evolution of the trends of urban design thoughts in contemporary China: consensus and contention[J]. City Planning Review, 2018(2): 47-60.)
- [6] 格哈德·施密特, 徐蜀辰, 苗彧凡. 人工智能在建筑与城市设计中的第二次机会[J]. 时代建筑, 2018(1): 32-37. (SCHMITT G, XU Shuchen, MIAO Yufan. The second chance for artificial intelligence in architecture and urban design[J]. Time Architecture, 2018(1): 32-37)
- [7] 司马晓, 孔祥伟, 杜雁. 深圳市城市设计历程回顾与思考[J]. 城市规划学刊, 2016(2): 96-103. (SIMA Xiao, KONG Xiangwei, DU Yan. Review and thoughts about the urban design history of Shenzhen[J]. Urban Planning Forum, 2016(2): 96-103.)
- [8] 西蒙兹. 大地景观——环境规划指南[M]. 程里尧, 译. 中国建筑工业出版社, 1990. (SIMONDS J O. Earthscape —— a manual of environmental planning[M]. CHENG Liyao, translate. China Architecture & Building Press, 1990.)
- [9] 童明. 变革的城市与转型中的城市设计——源自空间生产的视角[J]. 城市规划学刊, 2017(5): 50-57. (TONG Ming. Changing cities and urban design in transition: a prespective of space production[J]. Urban Planning Forum, 2017(5): 50-57.)
- [10] 童明. 扩展领域中的城市设计与理论[J]. 城市规划学刊, 2014(1): 53-59. (TONG Ming. Urban design and theories in a wider scope[J]. Urban Planning Forum, 2014(1): 53-59.)
- [11] 王建国, 杨俊宴. 应对城市核心价值的数字化城市设计方法研究——以广州总体城市设计为例[J]. 城市规划学刊, 2021(4): 10-

17. (WANG Jianguo, YANG Junyan. Applying digital urban design method to realize the core values of cities—a case study of Guangzhou[J]. Urban Planning Forum, 2021(4): 10–17.)
- [12] 王建国. 从理性规划的视角看城市设计发展的四代范型[J]. 城市规划, 2018(1): 9–19+73. (WANG Jianguo. Four generations of urban design paradigm from a rational planning perspective[J]. City Planning Review, 2018(1): 9–19+73.)
- [13] 王建国. 包容共享、显隐互鉴、宜居可期——城市活力的历史图景和当代营造[J]. 城市规划, 2019(12): 9–16. (WANG Jianguo. Inclusiveness and sharing, explicit and implicit mutual learning, livability predicted: historical prospect and contemporary creation of urban vitality[J]. City Planning Review, 2019(12): 9–16.)
- [14] 王伟强, 张颖. 新世纪以来中美城市设计学科发展与社会进程关系比较——基于学术研究现象和历史事件的分析[J]. 城市规划学刊, 2021(4): 18–25. (WANG Weiqiang, ZHANG Ying. A Sino-US comparison of the relationship between the evolvement of urban design discipline and social processes in the new century——based on literature review and historical event analysis[J]. Urban Planning Forum, 2021(4): 18–25.)
- [15] 吴志强, 刘晓畅. 改革开放40年来中国城乡规划知识网络演进[J]. 城市规划学刊, 2018(5): 11–18. (WU Zhiqiang, LIU Xiaochang. Evolution of knowledge of urban-rural planning in China in four decades since the opening up in 1978[J]. Urban Planning Forum, 2018(5): 11–18.)
- [16] 吴志强. 人工智能辅助城市规划[J]. 时代建筑, 2018(1): 6–11. (WU Zhiqiang. Artificial intelligence assisted urban planning[J]. Time Architecture, 2018(1): 6–11.)
- [17] 吴志强. 城市未来技术与新基建逻辑[J]. 张江科技评论, 2020(6): 1. (WU Zhiqiang. City future technology and new infrastructure logic[J]. Zhangjiang Technology Review, 2020(6): 1.)
- [18] 吴志强. 展望廿年——智慧城市未来技术[J]. 住宅与房地产, 2020(35): 31. (WU Zhiqiang. Looking forward to twenty years: the future technology of smart cities[J]. Housing and Real Estate, 2020(35): 31.)
- [19] 杨俊宴, 曹俊. 动·静·显·隐: 大数据在城市设计中的四种应用模式[J]. 城市规划学刊, 2017(4): 39–46. (YANG Junyan, CAO Jun. Dynamic-static-explicit-implicit: four applications of big data in urban design[J]. Urban Planning Forum, 2017(4): 39–46.)
- [20] 杨俊宴, 朱晓. 人工智能城市设计在街区尺度的逐级交互式设计模式探索[J]. 国际城市规划, 2021(2): 7–15. (YANG Junyan, ZHU Xiao. Exploration of the step-by-step interactive design mode of artificial intelligence urban design at the block scale[J]. Urban Planning International, 2021(2): 7–15.)
- [21] 杨俊宴. 凝核破界——城乡规划学科核心理论的自觉性反思[J]. 城市规划, 2018(6): 36–46. (YANG Junyan. Cohesion and breakthrough: introspection of core theory in urban and rural planning discipline[J]. City Planning Review, 2018(6): 36–46.)
- [22] 杨俊宴. 从数字设计到数字管控: 第四代城市设计范型的威海探索[J]. 城市规划学刊, 2020(2): 109–118. (YANG Junyan. From digital design to digital control: exploration of the 4th-generation urban design paradigm from Weihai experience[J]. 2020(2): 109–118.)
- [23] 杨一帆. 以“以流定形”为逻辑主线的城市设计方法论[J]. 科技导报, 2019(8): 13–19. (YANG Yifan. Urban design methodology based on the element flow oriented morphology[J]. Science & Technology Review, 2019(8): 13–19.)
- [24] 张晓宇. 城市空间的模式语言设计——计算机辅助城市设计方法探讨[J]. 城市规划汇刊, 1996(6): 26–32+64. (ZHANG Xiaoyu. Pattern language design of urban space: discussion on computer aided urban design method[J]. Urban Planning Forum, 1996(6): 26–32+64.)
- [25] 郑正. 寻找适合中国的城市设计[J]. 城市规划学刊, 2007(2): 95–99. (ZHENG Zheng. The study of urban design practicability for China[J]. Urban Planning Forum, 2007(2): 95–99.)
- [26] 周琳, 孙琦, 于连莉, 等. 统一国土空间用途管制背景下的城市设计技术改革思考[J]. 城市规划学刊, 2021(3): 90–97. (ZHOU Lin, SUN Qi, YU Lianli, et al. Some thoughts on the reform of urban design under the background of unifying territorial spatial development regulation[J]. Urban Planning Forum, 2021(3): 90–97.)
- [27] 朱晓. 基于谱系脉络的城市设计技术发展研究综述[D]. 东南大学硕士论文, 2018. (ZHU Xiao. A summary of the research on the development of urban design technology methods based on the genealogical thread[D]. The Dissertation for Master Degree of Southeast University, 2018.)

收稿日期: 2021-11