

Beijing City Lab

Long Y, Shen Y, 2015, Data Augmented Design: Urban Planning and Design in the New Data Environment. Beijing City Lab. Working paper #67

数据增强设计：新数据环境下的规划设计回应与改变

龙瀛，北京市城市规划设计研究院*

沈尧，伦敦大学学院

* 通讯作者，longying1980@gmail.com，北京市西城区南礼士路 60 号

注：第一作者和第二作者具有对本文形成的共同贡献。除了本文作者外，数据增强设计的倡导者还包括杨俊峰（北京市城市规划设计研究院）、刘行健（香港大学）、周江评（澳大利亚昆士兰大学）、李栋（中国城市规划设计研究院）、万励（英国剑桥大学）、刘伦（英国剑桥大学）、郑晓伟（西安建筑科技大学）和李苗裔（日本金泽大学。他们对本文部分观点的形成具有贡献。

致 谢：本研究受到国家自然科学基金项目（编号 51408039），清华大学毛其智、张昕、日本金泽大学沈振江以及住房与城乡建设部城乡规划管理中心杨滔提出了诸多对本文形成有帮助的意见，杨松提供了案例素材，王斌喆对本文语言进行了编辑，在此一并表示感谢。

摘 要：由大数据和开放数据构成的新数据环境，对城市的物理空间和社会空间进行了更为精细和深入的刻画。新数据环境下所开展的定量研究数量较多，但多为针对城市系统现状的评价和问题识别，少有面向未来规划和设计的研究和应用。本文提出了数据增强设计（DAD）这一规划设计新方法论，它以定量城市分析为驱动，通过数据分析、建模、预测等手段，为规划设计的全过程提供调研、分析、方案设计、评价、追踪等支持工具，以数据实证提高设计的科学性，并激发规划设计人员的创造力。本文从数据增强设计的定义、理论和实践的维度、内涵、设计流程、特点与概念辨析、常用方法与工具，以及应用场景等角度阐述了我们对于 DAD 的认识；最后给出了关于 DAD 的研究案例和设计案例。

关键词：计算机辅助规划、城市规划、城市设计、大数据、开放数据、数据驱动

Data Augmented Design: Urban Planning and Design in the New Data Environment

Abstract: The new data environment composed by big data and open data has described urban physical and social space in a more detailed way. Currently, numerous quantitative urban studies have been conducted under new data environment. However, most studies concentrated on status quo evaluation and problem identification of urban system, and few of them have a perspective into future-oriented urban planning and design. A new planning and design methodology termed Data Augmented Design (DAD) is presented in this paper. Empowered by quantitative urban analysis, utilizing approaches such as data analyzing, modeling and forecasting, DAD provides supporting tools covering the whole planning and design process from investigation, analysis, project design, evaluation, to feedbacks. Empirical data analysis in DAD improves the scientific level of planning and design, and inspires the creativity of planners and designers. This paper illustrates our knowledge and understanding of DAD from the following aspects: its definition, method, procedure, theory and practice, features and conceptual distinctions, frequently used approaches and tools, as well as its expected applicable situations. Case studies both in research and design aspects of DAD are presented at the last section of the paper.

Key words: computer aided planning, city planning, urban design, big data, open data, data-driven

1 引言

信息通讯技术的发展以及政务公开的推进使大量数据如雨后春笋般涌现，手机信令、公共交通刷卡记录等大数据和来自商业网站和政府网站的开放数据共同促进了“新数据环境”的形成。新数据环境下所产生的从多个维度描绘微观尺度下的人类活动和移动、以及环境要素特征的微观个体（社会层面和物理空间层面）数据，与“以人为本”的新型城镇化不谋而合，对存量规划、收缩城市、公共参与等热点问题具有支持作用。

新数据环境下，国内多个城市研究和规划机构开展了诸多定量城市研究工作，新数据多以精细化尺度覆盖大量城市，为此龙瀛及其合作者共同提出了“大模型”这种区域和城市研究新范式，并认为当前定量城市研究正经历四个方面的变革：空间尺度、时间维度、研究粒度和研究方法——这些变革都以提高居民生活质量为核心目的（龙瀛等，2014）。

经过对国际国内已有定量城市研究进行分析，我们发现，已有的研究多针对城市系统的现状评价和问题识别，而少有面向未来的研究。新数据环境下开展的诸多研究的成果，需要适时反哺面向未来的规划设计，为此我们提出了数据增强设计（Data Augmented Design、DAD）这一规划设计新方法论。

数据增强设计（DAD）是以定量城市分析为驱动的规划设计方法，通过精确的数据分析、建模、预测等手段，为规划设计的全过程提供调研、分析、方案设计、评价、追踪等支持工具，以数据实证提高设计的科学性，并激发规划设计人员的创造力。DAD 利用简单直接的方法，充分整合新旧数据源，强化规划设计中方案生成或评估的某个环节，易于推广到大量场地，同时兼顾场地的独特性。

DAD 的定位是现有规划设计体系（标准、法律、法规和规范等）下的一种新的规划设计方法论：它不是艺术设计的背叛者，而是强调定量分析的启发式作用的一种设计方法，致力于减轻设计师的负担而使其专注于创造本身，同时增强设计结果的可预测性和可评估性，我们认为 DAD 属于继计算机辅助设计（Computer Aided Design、CAD）、地理信息系统（Geographical Information System、GIS）和规划支持系统（Planning Support System、PSS）之后的一种新的规划设计支持形式。考虑到规划支持系统的应用局限，我们期待 DAD 在应用上有所突破（刘伦等，2014）。

2 当代城市与规划设计面临的挑战

理清当前城市本身及规划设计面临的挑战，是提出 DAD 的先决条件。受到信息通讯技术的影响，如滴滴打车、美甲 APP 等的广泛应用，中国城市的生活、生产、娱乐和交通方式产生了很大变化。这些变化对传统的规划设计提出了新的问题，例如，物质空间设计如何影响城市的虚拟空间的形成？如何使用规划政策发挥二者之间的协同作用进而形成信息时代的城市的复合活力？如何在日趋透明化的城市管理体系下建立对应的规划设计机制？

城市规划方面，国家出台的新型城镇化提出要开展以人为本的城镇化，中国多个大城市的规划也提出了建设用地的减量化和存量规划，如上海市规划和国土资源管理局于 2015 年 2 月推出了《上海市城市更新规划实施办法（试行）》。同时，中国的部分城市也进入了收缩的发展阶段，研究显示，中国 654 个城市中共有 180 个城市在 2000-2010 年间发生了人口收缩（Long and Wu, 2015）。因此，以往建立在人口增长、空间快速扩张基础上的城市规划范式遇到了挑战。

同时新的数据环境带来了城市管理、规划设计的转型。英国皇家建筑师协会在其名为《数据设计：营建未来的城市》报告中提到，数据带来的城市规划与设计转变主要为：为市民而设计、良好的规划定量实验、城市政策分析推演以及城市管理透明性（RIBA and ARUP, 2013）。虽然这份报告着重强调了政府需要如何构建与数据环境匹配的管理模式，但它仍旧直接阐明

了当今基于新数据理解的城市规划与设计的转型是发展智慧城市的一种迫切需要。

当代规划设计主要依赖规划师的个人知识与经验，制定“理性”的规划，最终给出规划设计结果。城市规划与设计注重“硬件”的设计和技能培训，但是跨学科的设计方法、流程以及实施状态等“软件”研究不力（王建国，2001）。因此，当代规划也存在诸多困惑，如

（1）空间结构上的“N心N带”，图面上的“心”和“带”真的能够成为充满活力的活动中心和活动路径吗？“N心N带”的设计概念在朗朗上口之外还有多大意义？居民实际上都在哪里活动？怎样的规划设计才能真正营造市民喜爱的活动场所？（2）产业发展中的“区域协同”、“承接外溢”，相邻县市的产业真的会与本地协同、外溢到本地吗？全国的、区域的相关产业到底有怎样的供需、正在形成怎样的人货流动链条？（3）公共服务方面的“千人指标”、“距离半径”相关讨论已经很多，市民实际上都在哪里使用公共服务？现状布局有怎样的缺陷？如何才能提高公共服务的供给效率？（4）交通规划方面的“公交优先”、“鼓励步行”，在倡导“公交”、“步行”的城市，市民就真的少开车了吗？怎样才能变口号为实效？如何规划公交线路、站点和班次才能使公交成为比开车更具吸引力的选择？如何设计步行环境、规划用地混合才能真正鼓励步行？

当代规划设计的问题主要体现在：断裂的尺度，设计尺度的精确与效应尺度的模糊的矛盾；模糊的空间效应，场所理解的主观现象解读和科学的机制分析的矛盾；过度简化的空间干预，几何化的过度简化的空间总结；不均等的利益分配：群众沟通缺位，无法保证公众利益；缺位的文脉适宜性，缺乏内涵式设计，照搬经典化案例；公众参与困难，规划可阅读性差等。从流程上看，传统规划过度依赖于规划设计师个人的知识结构，调研过程主要采用相对简单的方法，规划成果借助于简单的几何形态的空间展示，最终规划结果的实施效果却因为多种原因作用而无法被追溯和理解。

城市是一个保有高度复杂功能性的复杂系统，且其复杂性日趋增加。相应的，城市化是一个不同动力相互影响的复杂进程。城市是人们交流互动的装置，因此理解城市的关键是理解人们如何的联系复杂科学（Batty，2013），而现行的城市规划和设计仅仅是一种“自然空间效应”的规划。基于对于城市复杂性的理解，如今的城市规划与设计的任务开始从简单的空间关系设计和安排转而关注如何通过不同干预手段刺激或者保持城市发展中的复杂功能性。

下面对 DAD 的体系结构进行介绍。

3 DAD 的体系结构

3.1 DAD 的理论和实践维度

DAD，全称为 Data Augmented Design，是一种在新的数据环境下，基于模型工具集，结合不同异构数据源的提取、分析以及预测，进行针对城市规划设计各环节的数据支持，最终提高规划方案的合理性、创新性以及弹性。

在理论维度，当前的规划设计仍旧遵循经典的规划设计原则，而新的数据环境下，数据增强的设计意义深远，其内涵不仅在于新的设计手段的运用和生动的数据可视化，而是在于从更深的层面对规划设计方法进行改进和增强。增强首先体现在认识论的迁移（Ontological shift），这是设计哲学中很重要的步骤，它启发人们对所操作的实体及其组织模式的想象，最终达到创造性的目的，比如凯文林奇的五元素，已经成为了最广泛的设计认知论。在传统的蓝图式的规划设计中，虽然有对应的对于规划实体的大致认知方法（比如几何化的，亦或是分类的），但这些方法不断受到批判，人性尺度等不断地得到呼吁，然而并不具备真正有效地达到理想规划目标的手段。因此我们认为 DAD 会首先增强人们对城市

实体的认识的迁移。具体而言，数据将增强另一种对城市实体的理解：即实体的关系被理解为真实的人的活动的发生器，城市实体的认识将被转移到全新的数据语言中来理解和表现。形式和功能不再受到一种广义哲学式的母题解读而回归到一种特定文脉的理解上，最终通过数据构建一种精确的关系。通俗地讲，我们将看得见更多‘复杂得多的但可解释的空间实体的意义’。所以说，DAD 实际上增强了我们观察和理解城市的角度。

在实践维度，DAD 的核心观点可以被理解成：城市中的各种实体被抽象成为空间数据体系，通过定量模型，结合大量异构城市数据和模型，运用日益增强的计算机运算能力，建立基于城市实体认知和其复杂效应之间的数据关系，并运用这种数据关系来设计、调整以及评价城市设计方案。DAD 强调的是数据对设计的驱动性，与城市数据化或数字化有很大差别。在大数据时代，很多数据的被公开并可视化，将很快改变传统的调研方法与模式，然而数字化或者可视化并不是 DAD 的手段，因为 DAD 的目的并非数据制图。DAD 需要从未来更多的实践中总结出更多的具体设计方法，这些方法将与如何用数据理解城市实体密不可分。与建筑领域的参数化主义、数字化、可视化不同（这些不需要发生在新的数据环境下），DAD 并不直接追求某种视觉的‘数字化前卫’，而是通过探究更精确的真实现状来指导未来的再创造。在 DAD 的框架内，数据会增强人们关于城市实体及其的内涵的精确认知，进而把握不同空间塑造后所能达到的不同社会效应。在操作上，规划设计师不再只关注几何形态的布局 and 安排，而是直接关注空间方案对所拟问题的呼应程度以及有效性。在这样的形态-效应的框架内，城市实体的关系慢慢地得以完善。因此，DAD 实际增强的是对城市实体的精确理解；对实体组织和其效应间复杂关系的准确把握以及对空间创造积极影响的切实落实。换句话说，DAD 的目的是精准设计城市实体所形成的‘场所’。

3.2 DAD 的内涵

本部分简要从内涵、目标取向、客体要素、基本方法和设计过程等角度简要阐述 DAD 这种设计方法。DAD 的内涵是，（1）拥有大覆盖区、细粒度且复杂的外延，通过一个开放的研究框架可以涵盖尽可能多的相关现象；（2）概念阐释结构的自完整性，通过实证的数据支持结合自身的语义构建体系，增加方案的科学性和实证说服力；（3）逻辑连接和支持，通过异构数据的连接以及美观的可视化成果，重视概念营造、推导与概念支持；（4）推进同尺度的规划认识观，使得规划设计可在同一尺度考虑不同尺度的城市问题。

DAD 的目标取向是，（1）理想目标表明深层的普适的价值取向，而现实规划注重最合理的现实建设并建设稳定的城市结构；（2）提供所需的功能；适应城市发展变化的趋势；为代理人规划设计；兼顾利益相关者；满足审美需要；（3）评价标准更加客观、定性。

DAD 的客体要素是所有规划设计涉及的各种要素和各种社会、经济以及环境的空间效应。

DAD 的基本方法是空间分析，抽象要素、异构数据整合、大模型、数据处理等。

DAD 的设计过程是，“理性—个性—理性”，从定量分析指向具有实证基础的个性的具体的方案，辅之以定量论证以及公众参与等决策机制，最终形成规划设计干预的成果。

为了便于读者了解 DAD，表 1 从多个维度简要对比了传统的规划设计方法与 DAD。

表 1：传统的规划设计与 DAD 的关系

传统的规划设计	数据增强设计（DAD）
个人知识以及经验	个人知识经验结合实证定量分析
对预期实施效果不明确	预测实施效果成为可能
偏主观	主客观结合、相互支撑
数据使用少	大量依赖数据
单个案例	适合推广到大场景
人群更均质化	异质需求和行为
操作实体较为单一（空间）	操作实体多样，注重协同作用
项目动机一般为空间开发	项目动机为改良城市质量
不利于沟通与公众参与	利于公众理解和参与
追求概括性（参照规范）	兼具通用性以及特殊性
自上而下	自上而下与自下而上结合
弹性不足	弹性规划
图纸+文本	图纸+文本+数据报告+效应评估
尺度断裂	尺度整合

3.3 DAD 的流程

DAD 作为基于定量城市分析的实证性空间干预，将不仅影响到规划设计师这一群体，而是规划设计实践的所有相关利益主体，包括规划设计师、规划管理部门以及公众。DAD 的数据增强各个环节包括前期分析，评价，成果要求以及参与性决策过程（图 1）。A 前期分析增强：在现代城市设计前期分析的专业工作领域加入了数据分析内容，规避了尺度分类分析的缺陷和个人知识经验的局限，并直接指引设计要素的提取。B 方案评价增强：个人经验和知识驾驭仍旧会影响方案的创造性，但数据的引入在分析阶段增强了方案的优化步骤。通过情景分析，评价指数测算比对，方案最终得以优化。C 规划成果增强：现代城市设计的结果并不包含定量报告等内容，这些内容能够支持规划设计概念营造。D 决策过程增强：空间数据报告以及其可视化将帮助降低沟通成本，同时保证沟通有效性以及参与性决策的落实情况。E 城市管理增强：日趋多样和精细的城市数据正在涌现并且通过互联网吸引了诸多人的

关注，这一趋势将催生一种更加透明的城市管理氛围，方便在多种媒体环境下进行透明的公众参与、规划管理。

在 DAD 框架内，大覆盖且高精度的城市数据克服了尺度分析的问题，将空间效应置于一个分析尺度；同时通过城市数据分析方法和模型，提炼最适当的城市设计要素，并考虑规划法规和上位规划作为控制因素的要求；最终在方案设计中结合个人知识和判断生成设计方案。设计方案进一步被数据化并根据评价情景计算不同的评价结果。经过这一过程，设计方案被不断优化并最终达到科学性、可行性、时效性以及美学要求。

DAD 将促进公众参与决策协调，以达到各个规划主体的利益平衡和长期开发中社会、经济以及环境的永续性。DAD 的设计成果包含了空间数据报告和效应评估，其中的空间数据可视化将有效地提高规划成果的可读性和互动性。公众参与以及主管部门的意见将重新进入分析模型，最终得到最合适的论证和回应。通过这样的流程，数据全面增强了现代城市设计的各个方面并支持了更有实证性效应的规划设计方案的最终确定。

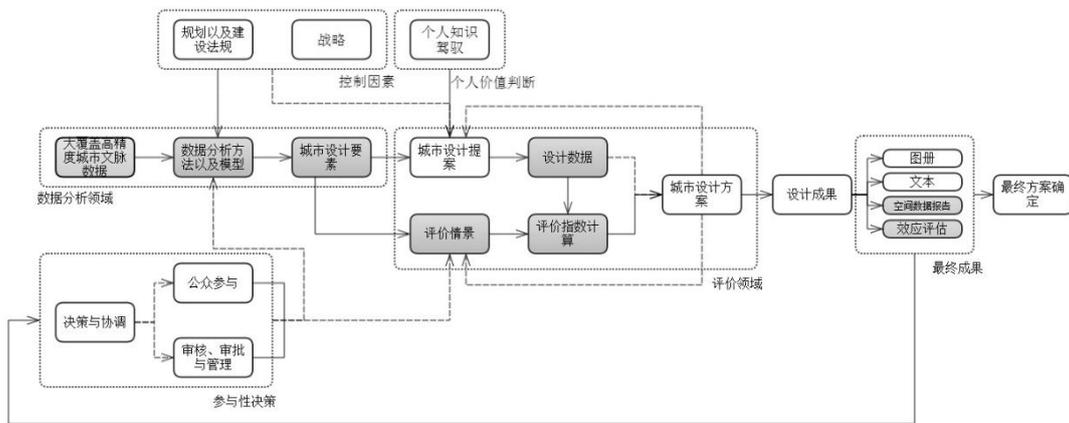


图 1 DAD 的一般流程

3.4 DAD 的特点与概念辨析

DAD 的特点主要体现在，（1）可应用性：直接面向规划设计实践；（2）多维度：一种将空间属性与社会经济数据结合的模式；（3）从物质空间回归社会空间：通过社交网络、兴趣点、人类活动和移动等数据以及定量评价方法作为连接；（3）感知维度：对应于设计中讲的“场所精神”，“借助新的数据和方法实现望山见水记乡愁”；（4）精细化：强调对背景（文脉、环境和人群）的精准理解，充分考虑人群和环境的细分，分析现有规律，并建立不同的组合模式，为专项规划设计提供支持；（5）因地制宜：通过致力于了解环境与人们活动的定量关系来创造更好的人和环境的关系；（6）虚拟世界与现实世界结合：多角度了解场地的核心问题；（7）集智：众包众规，网络化的公众参与；（8）设计方法工具化：设计的方法将会在模型工具中得以体现，定量关系成为设计原点；（9）设计任务量化：基准效应将成为设计任务和目标；（10）可追溯和可评估：后续的效应将不断地强化或者纠正定量设计的模型以及评价方法。

为了形象化 DAD 的特点，我们将其与相近概念做了对比，（1）DAD 与 CAD 都是规划设计支持的工具，CAD 侧重为规划师提供制图环境，进而提高规划设计成果的生成效率，而 DAD 则侧重于从数据中利用各种技术方法，获得设计师用于规划设计的参数，并快速生成和评估方案；（2）DAD 与地理设计（geodesign）都是规划设计支持的工具，其中地理设计强调环境而弱化人群，少有考虑人对空间的使用，不需要大规模社会数据作为支持，此外地理设计依托于 GIS，尺度一般较大。而 DAD 关注的是设计目的，如人、人的活动和流动，以及

人的活动和流动产生的事件，强调通过环境和人的互动理解人的真实需求；（3）DAD 与参数化设计都力图提高设计的理性与逻辑性，但二者尺度不同，参数化设计一般应用于单体建筑设计，DAD 主要针对城市设计与规划。参数化设计成果往往以非线性的建筑形象出现，带有鲜明的标签性，而“非线性”是否真正是于人是亲切的，是否真正有利于营造宜人的人居环境尚存争议，而 DAD 并非直接作用于建筑与城市形象，而是融会于设计过程与方法，是“润物无声”，DAD 并非主张“一蹴而就”的以数理分析全面替代设计思维，而是以扎实的定量分析为设计创作提供可靠依据与坚实基础。

3.5 DAD 的常用方法与工具

DAD 的理论基础是多理论的综合，交叉领域(inter-disciplinary)、跨领域(trans-disciplinary)及多领域(multi-disciplinary)的知识管理模式成为主流。DAD 的常用方法主要包括，（1）空间抽象模型：如空间句法（认知和环境心理），用以明确和适当地抽象空间设计；（2）空间分析与统计，用以明确空间的统计学效应，比如常用的空间统计方法核密度法、插值法等；（3）数据挖掘与可视化，如机器学习、社区发现、海量数据可视化；（4）自然语言处理（针对社交网络数据），如针对文本、关键词的趋势分析，对于事件、城市实体的即时评价等；（5）城市模型，如元胞自动机、多主体模型等等用以预测城市发展以及规划设计的近远期效应，以及城市的过程建模（urban procedural modeling）；（6）参数化设计工具，如 Grasshopper， City Engine 等。

DAD 的常用工具包括（但不限于）：ESRI CityEngine (<http://www.esri.com/software/cityengine>)、UrbanSim (www.urbansim.org)、UrbanCanvas (<http://www.synthicity.com/urbancanvas/>)、GeoCanvas (<http://www.synthicity.com/geocanvas/>)、NetLogo (<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>)、Python (www.python.org)、Rhino (<https://www.rhino3d.com>)、Space Syntax (<http://www.spacesyntax.net>)、Urban Network Analysis Toolbox (<http://cityform.mit.edu/projects/urban-network-analysis.html>)、ENERGY PERFORMA (<http://energyproforma.mit.edu/>)、BUDEM (<http://www.beijingscitylab.com/projects-1/1-budem/>)、Big Models (<http://www.beijingscitylab.com/projects-1/9-big-model/>)、Grasshopper (<http://www.grasshopper3d.com>)，以及其他 BCL 正在筹划开发的 DAD 工具。

3.6 DAD 的应用场景

DAD 的愿景主要体现在如下几方面，（1）为规划设计提供进一步的理论基础和科学指导（规划设计理念的重新奠基）；（2）结合传统规划设计手法，深化、巩固并发展出一套新数据环境下的规划设计模式；（3）数据分析成为场地基底分析的内容，设计师都是数据分析师：基于数据分析进行创造性设计，运用兼顾城市空间营造与其科学性的分析式设计方法；（4）数据驱动的规划设计方法将不仅影响规划设计，也影响规划项目的制定、评估与审核（通知设计师各种设计方案的效应）；（5）致力于搭建“大”数据与城市规划设计的桥梁，推动规划支持系统的升级；（6）大模型的城市研究成果反哺城市规划设计（规划设计是城市研究的出口之一）；（7）数据分析降低了规划“阅读”的门槛，通过多种媒介，使公众参与得到保证；（8）DAD 不再以空间设计为主要对象，而是以空间和政策干预为手段，实际的目的是关注人，以及人与空间互动的关系。（8）DAD 将特别适应在城市管理日趋透明的环境下开展精准规划设计的相关工作。

DAD 的应用场景涵盖了规划设计的诸多方面，例如，（1）公共整合：从社区营造

(community making), 场所营造 (place making) 到更加细节的街道营造 (street making)、节点营造 (plot making); (2) 生活方式: 营造针对不同类型人的社区, 例如老年人社区、儿童社区; (3) 虚拟参与: 多尺度不同主体的方案讨论, 如城市 DAD 实验室, 虚拟现实规划圆桌; (4) 情景比较: 评估不同方案的优劣, 了解不同设计方案的各种社会经济效应; (5) 城市微创: 小区域回应区域问题, 我们是否需要大规模的空间干预? 亦或可通过小尺度、小影响的微观政策以实现? (6) 尺度归一: 城市尺度和地理尺度被打破, 设计和规划尺度对接; (7) 利益分配: 细尺度的空间经济研究, 如空间与房价、租金、次级市场; (8) 感知城市: 网络社交的空间实体锚点设计, 如何设计增加网络互动的城市公共空间; (9) 社会整合: 如何规划设计公共空间以促进不同阶层融合。

4 相关案例

在 DAD 走向实践的过程中, 我们分别在学术案例和设计案例的研究上开展了部分工作, 我们期望这些初步的 DAD 方向的案例工作, 可以对 DAD 的理念进行具体化, 后续还将在案例研究上继续深化。

4.1 研究案例

(1) 道路网的城市功能评价: 探索了街道数据和兴趣点 (points of interest, POIs) 数据的联系, 并将街道的几何特性融入对功能布局的评价中, 以利于了解街道网络设计如何影响街道尺度的土地混合利用以及步行街道的氛围营造 (Shen and Karimi, 2014);

(2) 街道网络与土地价值: 探索城市形态与房价分布之间的关系。在微观尺度上探索了城市细节形态设计、土地利用微观空间关系与城市房价之间的关系, 并依据其的空间关系定义了住宅的刺激市场, 其实证研究证明了城市形态的几何特性对城市土地经济的影响。(Shen and Karimi, 2015);

(3) 用地功能、密度和混合度推导: 用地现状图数据在中国得到严格控制, 外资事务所、大学、规划机构等都难以获得完备的用地现状图数据, 我们利用开放数据如 OSM (OpenStreetMap) 道路网络和兴趣点数据, 生成了中国 297 个城市的用地现状图, 包括功能布局、密度和混合使用程度等方面 (Long and Liu, 2015);

(4) 地块尺度城镇建成区的界定: 城乡用地分界是城市规划现状分析过程中需要回答的核心问题之一, 政府公布的社会经济数据仅仅是总量而没有划定标准一致的分布, 制约了规划设计的编制和评价。利用大量的道路网络和兴趣点数据, 结合统计年鉴等, 利用多种方法 (如道路交叉口密度、人口密度、元胞自动机等) 识别了中国的 654 个城市的城镇建设用地范围, 可以支持对规划范围的现状评估 (Long and Shen, 2014a);

(5) 覆盖全国所有城市的地块尺度的城市增长模型: 基于大量的道路网和兴趣点数据, 利用约束性元胞自动机方法, 建立了覆盖全国 654 个城市, 包括了 76 万个城市地块的城市增长模拟模型 (MVP-CA), 可以用于支持各个城市近期用地规划方案的制定 (Long et al., 2014);

(6) 邻避设施对人群的影响: 针对中国 2125 个垃圾填埋场 (包括卫生填埋和简易填埋), 基于地面点源连续高斯模型计算每个点的影响范围, 并结合大量的人口密度、兴趣点和社交网络等数据, 分析它们影响范围内的人口、敏感设施和人类活动等情况。结果显示, 中国垃圾填埋场恶臭影响范围的面积仅占中国国土面积的 0.09%, 而其影响到的人口占全国总人口的 0.66% 的人口, 其影响的人类活动达到了 1.43%。研究成果可以支持用地规划以及邻避设施的布局;

(7) 基于人类活动和移动数据的城市增长边界实施评价: 已有城市增长边界的评价工作, 主要采用遥感数据从物理空间进行评价, 多个研究发现中国的城市增长边界 (对应中国

的规划建设用地边界)外存在不可忽视的非正式开发。基于大量的人类活动和移动大数据,如大量的出租车轨迹、公交刷卡记录、位置微博/照片等,可以从社会视角评价北京的城市增长边界的实施情况,研究发现 95%以上的人类活动和移动位于规划边界内。本研究所建立的方法,可以在新数据环境下用于城市增长边界的评价 (Long and Han, 2015);

(8) 全国地块尺度人口空间化与属性合成: 基于开放数据 (道路网络、兴趣点、社交网络、人口普查报告、统计年鉴), 建立了全国范围地块尺度的人口空间数据库, 并合成了人口的相应属性。人口空间化和属性合成结果, 是规划设计的核心数据之一 (Long and Shen, 2014b);

(9) BUDEM2: 北京城市空间发展分析模型 (Beijing Urban Spatial Development Model, BUDEM) 的微观版本, 考虑了地块尺度的存量 (再开发) 和增量 (扩张) 开发。该模型基于大量的历史规划许可数据进行模型参数的识别, 模拟结果可以用于支持总规和控规规划方案的制定 (Long and Zhang, 2015);

(10) 基于公交刷卡和出行调查数据研究极端出行人群: 针对四类极端出行人群 (早出、晚归、长通勤和多次坐车), 基于个人出行特征建立公共交通刷卡大数据和传统的居民家庭出行调查数据的对应关系, 实现对各类人群的多方面刻画 (社会经济属性和出行特征), 进而了解不同特征人群的出行和对空间的使用特征, 研究结果可以支持特定场地的规划和设计 (Long et al., 2015);

(11) 中国收缩城市研究网络: 全球金融危机引发的出口加工工业的衰退和国内劳动力刘易斯拐点的到来, 使中国城市增长的条件发生了变化。我们发现, 全国 654 个城市中, 180 个城市发生收缩, 包括 1 个省会 (乌鲁木齐市辖区), 40 个地级市 (市辖区) 和 139 个县级市。探寻中国收缩型城市的规划模式 (规划手段和政策工具), 以为其转型提供平稳环境, 以提高城市的活力, 基于大规模数据驱动的规划设计 (DAD) 将是一种手段, 这需要后续较长时间的一系列努力。具体见 <http://www.beijingscitylab.com/projects-1/15-shrinking-cities>。

4.2 设计案例

这里简要介绍 DAD 的相关设计案例。在《北京市级绿道系统规划》中, 收集了北京市域范围内徒步行为的 GPS 数据, 基于数据分析了徒步者的空间需求、徒步者的线路选择等特征, 在市级绿道选线原则和建设标准制定中考虑了这些因素, 明确了北京徒步活动热点区域, 规划重点将这些徒步热点地区用市级绿道联系起来 (杨松, 2014)。另外, 大量数据的叠加也让规划师发现了长距离的“骨架”步道线路, 将其部分纳入了市级绿道线路 (图 2)。我们认为, 数据可以事前支持设计 (但是客观的不一定就完全是设计的目标、设计可以超越), 也可以事后支持方案评价和实施评价。

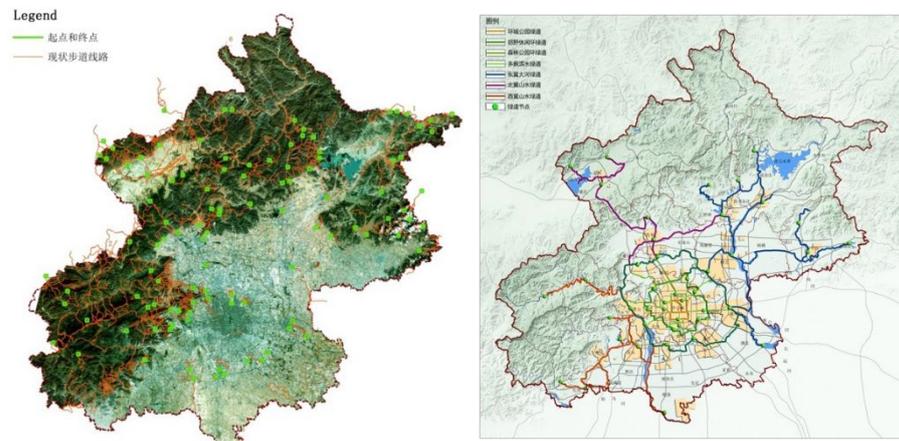


图 2 北京市绿道系统规划（左：数据信息；右：初步设计方案）

此外，在某城市中央商务区概念性城市设计中，公共交通刷卡数据的分析显示，项目用地周边公交系统较为完善，未来公交出行比例较高，达到 72%，建议应考虑周边轨道线路与项目的同步实施，以满足项目未来交通出行需要（图 3）。

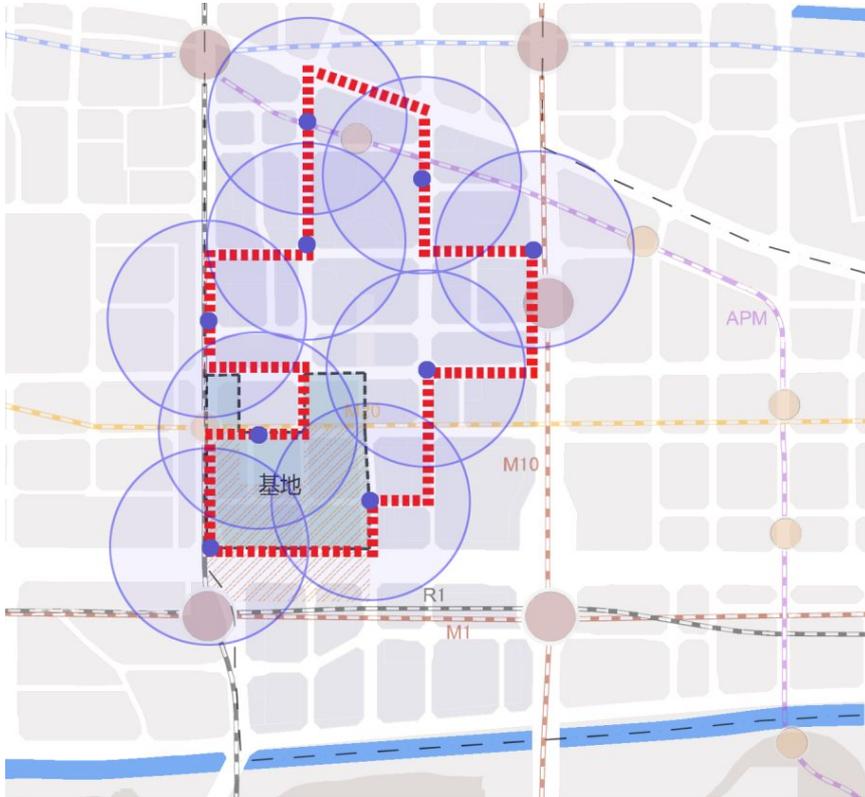


图 3 基于刷卡数据的公交站点规划布局

在“上海南京西路 2040 概念性城市设计”、西部竞赛一等奖项目“大数据时代下的自适应可变城市之心系统”（图 4）和二等奖项目“基于个人空间行为规划的生活圈设计”中，都体现了 DAD 的设计思路。

SMART UPDATING

大数据时代下的自适应可变城市之心系统
Self-adaption Variable Low-carbon

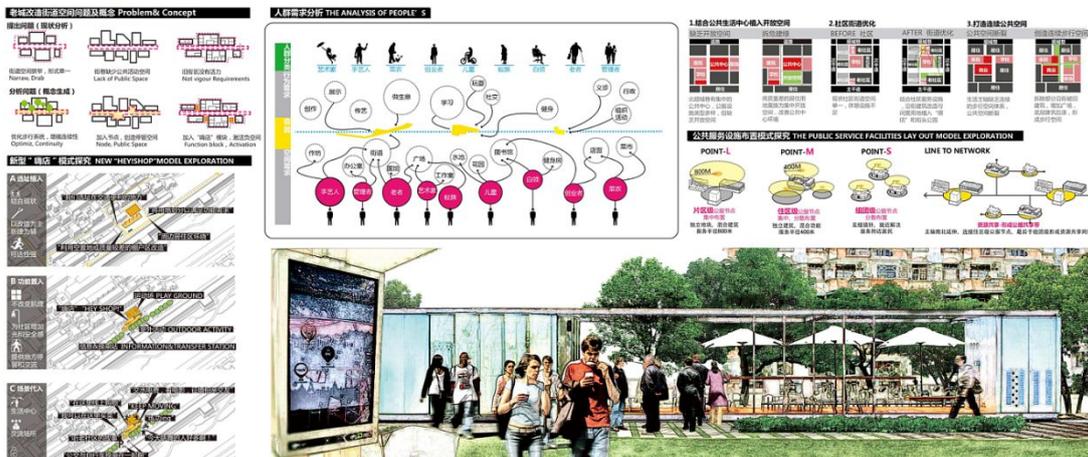


图 4 西部竞赛二等奖项目

此外，2015 年 1 月 17 日在西安建筑科技大学，六组研究生探讨了利用大数据和开放数据开展规划设计工作，题目分别是“旧城公共空间更新与重塑”、“中小学教育设施与社区发展的相关性分析”、“全遗址保护探索”、“存量规划背景下的基于手机数据的城市住房使用度初探”、“城市步行空间研究初探”和“城市老龄化空间分布特征及相关因素分析”，这是 DAD 在中国规划教育界的较早尝试，也初步证明了设计背景学生应用 DAD 设计思路的可行性。

5 结论与建议

本文系统地对所提出的数据增强设计（DAD）这一现有规划设计体系下的一种新的规划设计方法论进行了介绍。基于对当代技术、城市和规划所发生变化的剖析，从定义、设计方法、设计流程、理论和实践维度、特点与概念辨析、常用方法与工具，以及应用场景等角度阐述了我们对 DAD 的认识。最后给出了关于 DAD 的学术研究案例和设计案例。更多的相关内容，未来会发布在北京城市实验室网站（<http://www.beijingcitylab.com/projects-1/17-data-augmented-design/>）。

我们期望通过 DAD 方向的不懈努力能够改变现有的规划设计编制和评估的模式，例如（1）在基础数据需求清单中增加人类活动和移动以及精细化环境层面的数据，甲方必须提供这样的数据（或为开放数据直接可以获取），然后设计师开展工作，而项目完成后提交自评的数据报告，用于项目评审和审批；（2）部分设计内容有了来自数据分析的支持，设计师有了更坚实的依据以及设计阐释的资源；（3）规划设计的规范得到了很大的细化，针对不同等级、规模、区位、类型的设施和场地，有了更多的可以参考的参数；（4）规划实施评价，需要模拟不同时段人群对空间的使用，包括工作日、非工作日以及节庆日；（5）甲方要求更加量化，设计师需要了解设计产品的城市价值以获得实施权；（6）公众通过可视化和基于位置的服务（LBS）技术参与规划评价。

本文是针对 DAD 第一个阶段成果的介绍，下一个阶段将继续完善 DAD 的理论和方法论，并通过开展若干典型的实证研究，展示 DAD 的可应用性。实践方面，将不定期通过学生/设计师竞赛的方式，提供数据、方法和培训，推广 DAD 的设计模式，并期望将 DAD 模式与传统模式的规划设计方案进行对比。此外，还将向规划设计组织方、决策者推广 DAD 的设计思路。研究方面，将结合 DAD 在理论和实践方面的进展，发表后续的研究论文，形成教材，进而影响规划教育。

参考文献（References）

1. Michael Batty. (2013). The new science of cities [M]. Cambridge: Mit Press.
2. LONG Ying & HAN Haoying. (2015). Evaluating the effectiveness of urban growth boundaries using human mobility and activity records [EB/OL]. Beijing City Lab. Working paper 56
3. LONG Ying & LIU Xingjian. (2015). Automated Identification and Characterization of Parcels (AICP) with OpenStreetMap and Points of Interest [J]. Environment and Planning B: Planning & Design, accepted.
4. LONG Ying, LIU Xingjian, ZHOU Jiangping, & CHAI Yanwei, (2015). Early birds, night owls, and tireless/recurring itinerants: An exploratory analysis of extreme transit behaviors in Beijing, China [R]. arXiv preprint, <http://arxiv.org/abs/1502.02056>
5. Long YING & SHEN Yao. (2014a). Mapping parcel-level urban areas for a large geographical area [R]. arXiv preprint arXiv:1403.5864.
6. LONG Ying & SHEN Zhenjiang. (2014b). Population spatialization and synthesis with open data [R]. arXiv preprint arXiv:1409.0612.

7. LONG Ying & WU Kang. (2015). Shrinking localities in booming urbanization of China (2000-2010) [J]. *Environment and Planning A* (Accepted)
8. LONG Ying, WU Kang, & MAO Qizhi. (2014). Simulating urban expansion in the parcel level for all Chinese cities [R]. arXiv preprint arXiv:1402.3718.
9. LONG Ying & ZHANG Yongping. (2015). Land-use Pattern Scenario Analysis Using Planner Agent [J]. *Environment and Planning B: Planning & Design*, In press
10. RIBA & ARUP. (2013). Designing with Data: Shaping our future cities [R]. <http://www.architecture.com/Files/RIBAHoldings/PolicyAndInternationalRelations/Policy/Designingwithdata/Designingwithdatashapingourfuturecities.pdf>
11. SHEN Yao & Kayvan Karimi. (2014). Measuring street-based function accessibility with urban network and points of interest: a case study of shanghai [C]. 2014 Annual Congress of the Association of European Schools of Planning (AESOP). Utrecht, Netherlands.
12. SHEN Yao & Kayvan Karimi. (2015). Understanding the Roles of Urban Configuration on Spatial Heterogeneity and Submarket Regionalisation of House Price Pattern in a Mix-Scaled Hedonic Model: The Case of Shanghai, China [C]. 10th Space Syntax Symposium. London, UCL.
13. 龙瀛, 吴康, 王江浩, & 刘行健. (2014). 大模型: 城市和区域研究的新范式 [J]. *城市规划学刊*, (6), 55-63.
LONG Ying, WU Kang, WANG Jianghao & LIU Xingjian. Big models: A novel paradigm for urban and regional studies [J]. *Urban Planning Forum*, 2014, (6) 55-63.
14. 刘伦, 龙瀛, & 麦克·巴蒂. (2014). 城市模型的回顾与展望——访谈麦克·巴蒂之后的新思考 [J]. *城市规划*, 8, 63-70.
LIU Lun, LONG Ying, Mike Batty. A Retrospect and Prospect of Urban Models: Reflections after Interviewing Mike Batty [J]. *City Planning Review*, 2014, 38(8): 63-70.
15. 王建国. (2001). 现代城市设计理论和方法 (第二版) [M]. 南京: 东南大学出版社.
WANG Jianguo. *Modern Urban Design: Theory & Methodology* [M]. Nanjing: Southeast University Press, 2001.
16. 杨松. (2014). 北京市级绿道系统规划 [R]. 北京:北京市城市规划设计研究院.
YANG Song. (2014). Beijing Regional Greenway System Plan [R]. Beijing Institute of City Planning.