

数据增强：基于数据支持的城市街道类型化设计

马尧天 王 祎 薛昊天 龙 瀛

城市街道不仅为机动车提供来往通行空间，更是都市生活中重要的公共活动场所。街道是人们步行、购物、见面、举办各类节庆活动的空间（Dumbaugh和Gattis，2005），街道空间品质也影响着其社会效益的产出（Richard，2002），如何营造一个富有活力的街道空间是城市规划学界长期关注的热点话题。许多街道空间设计的经典论著中都涉及到活力街道空间特征：包括丰富的沿街建筑功能，连续、无障碍的步行环境，较高的道路网密度，以及优质的街道景观，较高的行道树密度和树冠覆盖面积等（Jacobs，1961；Jacobs，1993）。

传统的城市街道研究通常依据研究者自身的观察和经验，大多止步于定性分析，结论相对主观，缺乏实证支撑；传统研究中也存在部分定量研究，但此类研究囿于数据获取困难、样本数量有限而不能获得理想的分析成果（李雯，王吉勇，2014）。其中，Landis等（2001）使用美国彭萨科拉市的1250个观察数据进行多元回归分析，并在此基础上建立街道步行服务水平（Pedestrian Level of Service）评价模型，用于交通静稳化（Traffic Calming）策略和道路空间设计的效果评估。Ewing和Hand（2009）通过专家评分的方法评估城市商业街物理环境与步行行为的相关性。Biddulph（2012）通过全天候延时摄影的方法评估了英国卡迪夫市分属交通静稳化和家庭地带（Home Zone）两条类型街道的使用情况。此类通过少量静态数据展开的定量研究，往往难以保证成果的可靠性和普适性（Ewing和Hand，2009）。

近年来在新数据环境下，形成了数据增强设计（DAD）的规划设计方法论（龙瀛，沈尧，2015）。城市街道设计的研究也逐步摆脱传统研究的局限，结合已有的城市理论，发展出以街道为单元的城市空间分析、统计和模拟的框架体系，即城市街道主义（龙瀛，2016）。

在新的数据环境下，国内外学者利用多样化的数据来源从不同角度对于城市街道进行了一系列的研究。Aschwanden等（2010）结合City Engine参数化建模和基于自主体模拟（Agent-based simulation，ABS）提出了一套应用于街道空间品质和运行效率的评估和优化的城市街道空间使用者行为模拟系统。Cranshaw等（2012）使用来自Foursquare的1800万条LBS（基于位置的服务）数据，通过对这些居民行为数据进行聚类分析，将美国匹茨堡市划分为9个不同特征的“生活街区（Livehoods）”，辅助城市规划者制定有针对性的街道规划策略。Feick和Robertson（2014）使用加拿大温哥华市2001~2012年Flickr上有地理标志的照片（Geotagged photographs，GTP）识别娱乐和旅游

活动在城市街道空间上的聚集，辅助规划者更精确的描述城市空间。Sarkar等（2015）利用1.5万份大伦敦范围内的出行需求调查数据，以及从0.5米分辨率的遥感红外波段图像获取的植被覆盖指数（NDVI），结合sDNA软件建模验证了步行出行机率与街道植被密度、街道连接性之间的正相关性。龙瀛和周垠（2016）利用成都移动公司手机信令数据和某网站地图兴趣点（POI）数据等对街道活力进行了量化评价和影响因素分析。郝新华等（2016）使用某互联网公司LBS数据和地图兴趣点数据对北京五环内街道活力展开测度和影响因素分析，并对比北京与成都街道活力的影响要素，进一步丰富了街道活力的评估框架体系。

总体上，在数据增强城市街道设计方面，对于规划评估增强和规划成果增强的研究文献较多，而使用数据划分街道类型并指导具体空间设计的研究相对较少。因此，本文通过大数据对成都市东南部7322厂及其周边5.7平方公里范围内的城市街道进行多方面的研究与测度，在此基础上划分街道类型，并针对不同类型街道进行类型化设计。

研究范围与数据方法

研究范围

本文的研究地段位于成都中心城区东南部武侯区，由二环路、

三环路、科华路、锦华路四条城市主干道围合。地段内除市级公园东湖公园外，多为新建或老旧住区，另有少量工业、商业用地。地块面积5.7平方公里。本文的研究对象为研究地段内（地块周边四条城市主干道不包含在内）的所有城市街道。总长度15.3公里。

研究数据

研究数据主要包括基础数据与开放数据两类。研究所使用的基础数据为研究地段内的城市街道路网数据，研究区内道路总长15.3公里。研究所使用的包括开放数据，一是研究地段内的城市兴趣点（point of interest）数据，获取于某地图网站，获取时间为2014年，数量为3747个；二是研究地段内的微博签到（point of interest）数据，获取于某微博网站，获取时间为2014年7~10月。数量为18105个。本研究所使用的开放数据特点是粒度精细到城市功能点和个人，因而能够直观反映城市的功能分布和人群活动分布。

研究方法

本文首先从交通区位、道路等级、空间形态、空间尺度等角度对研究区内的城市街道进行定性认识，其后使用研究区内2014年城市兴趣点数据、2014年7~10月微博签到数据，以及2014年道路网数据等数据对研究区内城市街道的功能集中度（1~6级）与各街道主导功能（交通功能、休闲娱乐功能等）；研究区内城市街道的活力强度（1~6级）与高活力分布集中区（早间、日间、傍晚、晚间）进行测度与识别，通过主观定性与客观定量相结合的方法对城市道路进行现状分析。在此基础上，进一步将片区内城市街道划分为交通功能为主的次干路、生活功能为主的次干路、城市支路等三种类型。最终，针对三种不同类型的城市街道的特征，通过针对道路断面、人行空间、街道立面的多种设计手法，

实现对现状街道的功能完善与活力提升，并最终实现改善街道的人行环境，塑造人本尺度的城市街道的目标。

本文对于地块内街道的分析从客观定量和主观认知两个层面进行。在传统交通区位分析、街道形态分析等分析的基础上，增加通过数据进行定量分析的内容，以期对于街道现状有更为完整准确的认知。其中，定量研究中主要用到的方法为ArcGIS点密度分析方法，用以分析街道城市兴趣点（POI）与微博签到数据在空间上的分布密度情况。此外，使用ArcGIS的自然间断点分级法（Jenks）对点密度的分布进行分类，用以揭示点密度分布的高低分级状况。

现状分析

定性分析

针对地块内街道的定性分析主要从交通区位与道路等级、空间形态与尺度等方面进行。通过实地调研与资料收集的方法完成。

交通区位与道路等级

根据成都市相关规划可知，地块内的街道类型主要分为城市次干路、城市支路两类。其中高攀路、琉璃路、华润路、中环高攀东路段为城市次干路，其他道路为城市支路与住区内部道路。华润路与中环高攀东路段的交通区位较为关键，以车行为主，且车辆通行速度较快，主要起到联通地块内部与外部城市的作用，并串联了锦江两岸的东西向交通。高攀路与琉璃路的交通区位相较于两条东西向道路较为次要，主要串联起地块内部各街区的功能。相较于以上街道，地块内其他街道的交通区位则更为次要。

空间形态与空间尺度

通过资料查询和现场调研发现，高攀路北段周边地块功能以住区为主，多为建成于上世纪90年代之前的老旧多层住区，其中包括成都市7322厂区职工家属院等单位大院。道路两侧分布有较多的零售与生活服务类商铺，街道尺度较为宜人。高攀路南段周边有较多的新建住区，街道两侧的商铺类型较为单一多为餐饮零售类型。街道尺度较北段相对较大。

琉璃路北段与高攀路北段类似，周边地块以多层住区为主，街道两侧拥有较为多样化的生活服务类商铺，从而塑造了丰富的街道功能和宜人的场所感。琉璃路南段穿过南部地块的大片未开发地块，街道两侧地块功能缺失，亟待建设开发。

华润路穿过地块内的若干新建住区，两侧建筑多为高层住宅，人行空间尺度较大。中环高攀东路段与华润路类似且街道尺度相较于中环高攀东路段更大。街道两侧除新建高层住区外，还分布了少量商业金融用途的高层建筑及商业综合体。华润路与中环高攀东路段街道更多地承载了交通功能与城市功能，与居民生活相关的功能和场所较少，场所感较弱。

除以上四条街道外，地块内其他街道多为人车混行或人行为主的街道，空间尺度较小，但人行空间环境还有待改善，部分街道存在断头、滨水可达性差等问题。

定量分析

针对地块内街道的定量分析主要从功能和活力两个维度进行。以城市兴趣点（point of interest）的分布表征城市功能的分布，以微博签到数据的分布表征城市活力的分布。

功能定量分析

街道的功能分析主要通过对各街道分布的城市兴趣点（point of

interest) 的定量分析进行。首先在ArcGIS平台上将地块范围内所有城市兴趣点进行6个级别的点密度 (point density) 分析, 得到结果如图1。由此发现, 除不计入研究范围的城市主干道外, 城市兴趣点主要分布于地块内的四条主要道路, 即高攀路、琉璃路、华润路及中环高攀东路段沿线。其中以中环高攀东路段北段的分布最为集中。此外, 各条道路上的城市兴趣点分布也并不均匀, 集中分布区域主要包括高攀路与华润路交叉口、琉璃路与中环高攀东路段交叉口等。通过综合分析, 研究识别了地段内功能集中的街道与具体路段。

为进一步识别各条道路的具体功能分布与主导功能定位, 在综合分析的基础上, 研究依据城市兴趣点的性质, 将其细分为交通出行功能、休闲娱乐功能、餐饮购物功能、其他城市功能(包含加油站、医疗服务、政府机关、科研教育、金融服务等)四类。类似地, 在ArcGIS平台上将地块范围内各类城市兴趣点进行六个级别的点密度 (point density) 分析。由此发现, 交通出行功能主要分布于华润路与中环高攀东路段沿线, 其中华润路西段的分布最为集中, 高攀路与琉璃路两侧几乎没有交通出行功能的城市兴趣点。休闲娱乐功能在四条次干路上均有分布, 但以高攀路与琉璃路两侧较为集中, 其中高攀路北段与琉璃路与华润路交叉口处是休闲娱乐功能分布最为集中的区域。餐饮购物功能的分布与休闲娱乐功能类似, 主要分布于高攀路与琉璃路两侧, 此外在华润

路西段也有集中分布的区域。在其他城市功能的分布中, 各个街道的分布较为均匀, 主要分布的区域出现在高攀路北段、中环高攀东路段西段与华润路东段。

通过分类型城市兴趣点的分布分析, 研究发现, 交通出行功能与其他城市功能较为集中地分布于华润路与中环高攀东路段, 而休闲娱乐功能与餐饮购物功能则主要分布于高攀路与琉璃路。由此可知, 华润路与中环高攀东路段主要承载着交通与其他类型的城市功能, 而高攀路与琉璃路则主要以休闲、餐饮等与居民生活息息相关的生活功能为主。

活力定量分析

街道的活力分析主要通过对各街道分布的微博签到数据的定量分析进行。首先在ArcGIS平台上将地块范围内所有微博签到数据进行六个级别的点密度 (point density) 分析, 得到结果如图2。由此发现, 除不计入研究范围的城市主干道外, 城市兴趣点同样主要分布于地块内的四条主要道路周边, 即高攀路、琉璃路、华润路及中环高攀东路段沿线。其中以高攀路与琉璃路分布最为集中。从更小的尺度上来看, 高攀路与中环高攀东路段交叉口、琉璃路与华润路交叉口, 以及华润路北段是微博签到数据分布最集中的区域。此外, 微薄签到数据除集中分布于四条城市次干路两侧外, 在地块内临近东湖公园的支路, 地块西南部的新建小区

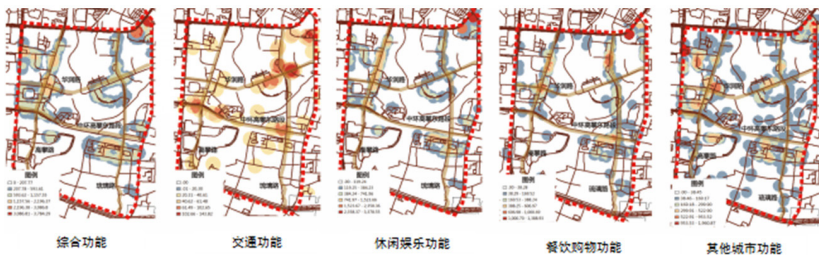


图1 街道功能分布及强度分析

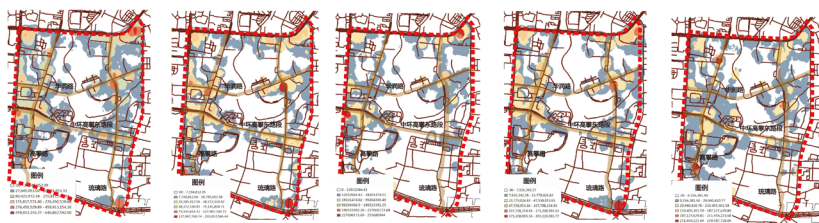


图2 街道活力分布及强度分析

附表 街道类型划分及依据

道路性质	道路名称	定性特征		定量特征	
		交通区位与道路等级	空间形态与尺度	功能特征	活力特征
交通型城市次干路	中环高攀东路段、华润路	交通区位重要, 连接地块与外部地区并沟通锦江东两岸。城市次干路级别。	两侧多为高层住宅和办公楼, 空间尺度较大, 穿行性差。	以交通出行类功能为主导, 另包含部分其他城市功能(市政、医疗、行政等)。	整体活力适中, 早间和傍晚通勤时段活力较强。
生活型城市次干路	高攀路琉璃路	交通区位较次要, 连接地块内部。城市次干路级别。	两侧多为多层住宅或商铺, 空间尺度较好。	以休闲娱乐功能和餐饮购物功能为主导。	整体活力较强, 日间和晚间生活时段活力较强。
城市支路	—	交通区位次要, 沟通街区内部交通。	两侧多为多层住宅或低层商铺, 空间尺度宜人。	较少功能分布, 局部分布少量餐饮购物功能。	大部分缺少活力。

内部道路上以及各个地块内部也有所分布，这一特征区别于城市兴趣点较少出现在城市支路与小区内部道路上的特征，即活力区域的分布相较于功能区域更广。

进一步地，为了解各个道路上人群活动的集中时间，研究将微博签到数据根据签到时间属性划分为早间时段（6：00~9：00）、日间时段（9：00~17：00）、傍晚时段（17：00~20：00）、晚间时段（20：00~23：00）四种类型，通过更为细化的分类，探究城市街道中人群活动和活力城市更为具体的分布特征。类似地，在ArcGIS平台上将地块范围各类微博签到数据进行点密度（point density）分析。由此发现，活力分布在四个时间段的分布特征各有差异，其中早间时段和傍晚时段的分布特征较为相似，活力集中地区主要分布于主要道路的交叉口以及公共交通站点处。典型区域包括华润路与高攀路交口、华润路与琉璃路交口、中环高攀东路段与高攀路交口以及地块内部道路与外部城市主干道的交口处。除共性外，两者各自的分布也有细微的特征差异。相较于早间时段活力集中地区的分布，晚间时段活力集中地区更多且更明显地分布于地块内部的道路交叉口而非地块内部道路与主干路交叉口如华润路与高攀路及琉璃路交口处，且活力集中区域除在道路两侧分布外也更加向住区地块内部延伸。

日间时段和晚间时段的活力区域分布特征与早间和傍晚时段集中分布于道路两侧的特征不同，相对更向地块内部集中。其中日间时段的活力集中区域较多出现在主要的功能地块，如地块东北角的万达广场、华润广场等与主要道路交叉口，而晚间时段的活力集中区域主要出现在地块内部的住宅小区如华润翡翠城小区等，以及地块内部的道路交叉口，如琉璃路与华润路交口处。

街道类型划分

根据上文对于地块内街道的定性与定量分析，本研究根据街道的特征将所有街道划分为三种类型（附表）。

第一类街道是以中环高攀东路段和华润路为代表的交通功能为主导的城市次干路。这一类道路占有良好的城市区位，是连接锦江东西两侧的重要纽带，同时也是地块与外界发生联系的重要通道。从以城市兴趣点为表征的街道功能分布情况上看，交通出行类型的兴趣点主要分布在这一类街道上，同时也分布部分其他城市功能兴趣点，而休闲餐饮购物等功能则较少分布。而从以微博签到数据为表征的街道活力分布情况上来看，交通型次干路通常活力适中，主要的活力时段是早间和傍晚的通勤时段。

第二类街道是以高攀路和琉璃路为代表的的生活性功能为主导的城市次干路，这一类街道服务范围相对于交通性次干路而言更倾向于集中在地块内部，因而其交通区位相对次要。从以城市兴趣点为表征的街道功能分布情况上看，此类生活性次干路有明显的功能聚集现象，小型商铺云集，地块内的休闲娱乐功能和餐饮购物功能主要分布于此。同时，各类功能在同一场所内的聚集为这类街道带来了较高的人气，从以微博签到数据为表征的街道活力分布情况上来看，高攀路、琉璃路沿街活力普遍高于其他区域，尤其在日间和晚间时段。而次干道的交叉口则是活力最高的区域。

第三类街道是地块内的城市支路，此种类型道路的服务对象主要是街区内部，以步行和非机动车交通为主，交通区位相对次要，但又与街区内居民的生活息息相关。从以城市兴趣点为表征的街道功能分布情况来看，分布于支路的兴趣点较少，少量分布于临近东湖公园以及地块西南部新建小区周边的支路上。类似地，从以微博签到数据为表征的街道活力分布情况上来看，城市支路的活力也明显弱于前面两类街道。

街道类型化设计

以前文的分类为基础，本研究进一步结合现状分析，针对各类型街道进行相应的街道设计。设计中主要涉及的方面包括街道断面改造、街道节点空间塑造、沿街建筑控制、街道家具及绿化改造等。

交通型次干路改造设计

针对中环高攀东路段和华润路交通功能为主导的街道属性，设计主要以增强道路通行能力，改善街道人行环境、完善街道形象与功能为目的（图3）。在街道断面改造方面，为提高交通型街道的通行能力，设计首先增设公交专用道，提高公共交通的通行能力。并设置了锦江区域的环线通勤巴士连接地块内的各个主要功能片区。在现状机动车道、非机动车道、停车位、人行道分离设置的基础上，进一步增加绿化对断面的各个部分进行速度与生态隔离，同时保持目前人车分流的做法，并进一步完善人行天桥系统。在节点空间塑造方面，通过街道活力分析可知街道活力主要集中于道路交叉口区段，因此设计中主要结合道路交叉口的绿化，设置沿街节点空间，将局部人群活动密集区段充当景观功能的绿地改造为可供人驻足的公共空间，并结合沿街车位进行设置，提高空间的利用效率。在沿街建筑控制方面，设计主要从沿街建筑底层界面的改造入手，通过增加玻璃橱窗比例等局部改造的手法，优化沿街尤其是中环路高攀东路段的大体量建筑底层空间，增强街道空间的通透性。在街道家具与绿化改造方面，设计通过结合现状人流的活动特点，在适宜区位增设街道服务设施（公共自行车停放点、花坛、书吧亭等），提高街

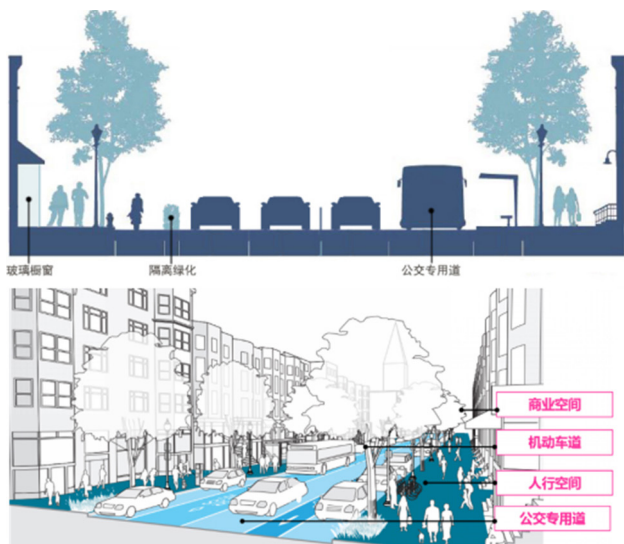


图3 交通型次干路改造设计示意图（透视图改绘自Boston complete street guidelines）

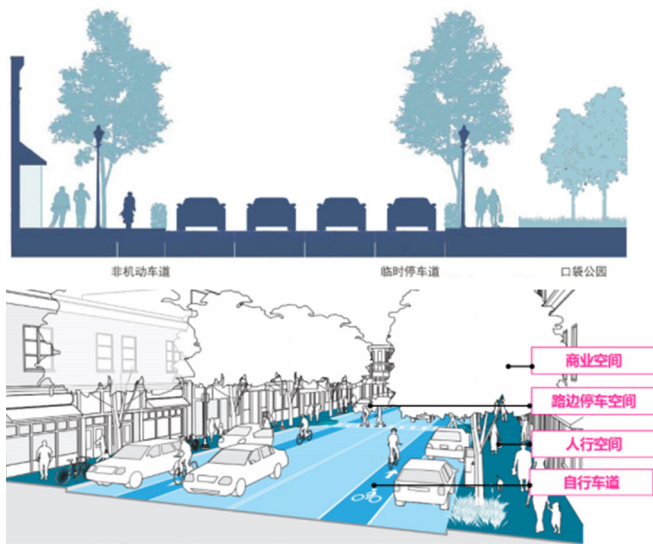


图4 生活型次干路改造设计示意图（透视图改绘自Boston complete street guidelines）

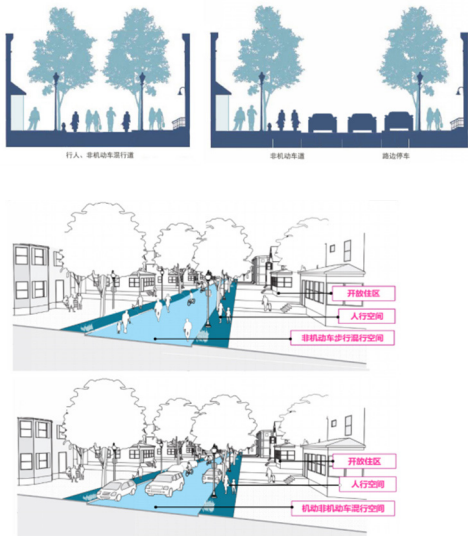


图5 城市支路改造设计示意图（透视图改绘自Boston complete street guidelines）

道人行空间的人性化水平。

生活型次干路改造设计

高攀路和琉璃路两条生活型次干路的改造设计如图4所示。由功能与活力定量分析结果来看，目前两条生活功能为主导的城市次干路承载了丰富的城市功能和人群活动。故为街道设计中的重点，主要目标为使街道成为生活空间的一部分，创造具有高质量空间品质的、有吸引力的公共空间，扩大可用的公共开敞空间，提供足够的公共设施，鼓励街道活动发生。在街道断面改造方面，设计将外侧车道改造为临时停车道，并将自行车道提升至与人行道同一高度，避免机动车占用非机动车道停放的现象。在街道节点空间塑造方面，针对目前两条街道上商铺众多，人流密集，但缺少休憩交往的空间的现状，设计选取了部分道路交叉口与沿街建筑周边的用地，将其改造为街角广场、口袋公园等市民小型集会、游憩、休闲场所，促进交往行为的展开。此外，针对分析结果中两条生活型街道的南段活力较弱的问题，设计提出了相应的改善方法。高攀路南段由于被住区围墙所隔离，街道两侧景观较为单调，因此在高攀路南段临近现状小学的地段建设社区运动场，提供宽敞的室外活动场地，使其成为南段街道中的重要活力点。而琉璃路南段由于现状较为破败，缺乏系统的空间组织，业态混乱急需整治。设计则在现状琉璃村整体拆迁的基础上，改造沿街旧厂房作为社区服务中心和社区市场，同时结合锦江支流建设琉璃公园，使琉璃路南段成为新建社区居民日常生活的活力核心。

城市支路改造设计

由分析结果可知，目前地段内的城市支路密度较小，沿街活力也相对较低，并存在两种不同类型的支路。设计针对目前存在的两类城市支路分别进行设计（图5）。一类支路改造为步行与非机动车专

用空间，禁止机动车进入，以保证街道的安全性和生活性。这类改造主要适用于基地内部靠近锦江的城市支路，此类支路与锦江绿化带相连接，故改造以创造舒适的步行空间为主要目的。在街道节点空间塑造、沿街建筑控制、街道家具及绿化改造等方面均以此为设计原则。另一类支路则保留机动车的通行性，非机动车提升至与人行道同一高度，避免机动车停车侵占非机动车道路。这一类改造主要适用于地块外围区域，以改善道路通行性、有效组织沿街停车、保护非机动车路权等为主要目的。此外，在道路断面改造中，针对地块内大量围合大型封闭住区的城市支路，设计在围合封闭住区的城市支路中进行了拆除围墙，开放封闭住区的断面设计，以提高地块的通行能力，同时增强支路活力。

结论与讨论

本文从街道城市主义（Street Urbanism）的思想出发，通过使用开放数据中的城市兴趣点数据表征城市功能，微博签到数据表征城市活力，与对成都市7322厂片区城市街道进行了定性及定量两方面的研究测度，并在此基础上进行街道类型划分，最后根据不同街道的特征进行类型化设计。本文通过数据增强设计的方法，从较为精确的现状分析出发，对各类型城市街道采取了更有针对性的设计方法，以期更好地对城市街道的空间改善尤其是人性化的空间塑造发挥作用。

新的数据环境为城市设计提供了准确认识现状并在此基础上进行精确化、科学化设计的条件，这是传统的城市设计所不具备的。而城市街道作为城市功能的重要载体，城市活动的重要发生地，作为城市中海量存在的重要元素，更具备了利用大数据进行分析研究的先天条件和进行类型化设计的必要需求，本文在这些方面仅进行了粗浅的探索，在未来更加开放的数据环

境下，城市街道的类型化设计必大有可为。✎

参考文献

- 1 ASCHWANDEN G, HAEGLER S, BOSCHE F, et al. 2011. Empiric design evaluation in urban planning. *Automation in Construction* [J], 20: 299~310.
- 2 BIDDULPH M 2012. Radical streets? The impact of innovative street designs on liveability and activity in residential areas. *Urban Design International* [J], 17: 178~205.
- 3 CRANSHAW J, SCHWARTZ R, HONG J I, et al. 2012. The livehoods project: Utilizing social media to understand the dynamics of a city [C] //; City. 58.
- 4 EWING R, HANDY S 2009. Measuring the unmeasurable: Urban design qualities related to walkability. *Journal of Urban design* [J], 14: 65~84.
- 5 FEICK R, ROBERTSON C 2015. A multi-scale approach to exploring urban places in geotagged photographs. *Computers Environment and Urban Systems* [J], 53: 96~109.
- 6 GATTIS J L 2005. Safe streets, livable streets - Counterpoint. *Journal of the American Planning Association* [J], 71: 298~300.
- 7 JACOBS A B 1993. Great streets. *ACCESS Magazine* [J], 1.
- 8 JACOBS J 1961. The death and life of great American cities [M]. Vintage.
- 9 LANDIS B, VATTIKUTI V, OTTENBERG R, et al. 2001. Modeling the roadside walking environment: pedestrian level of service. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* [J]: 82~88.
- 10 RICHARD F 2002. The rise of the creative class: and how it's transforming work, leisure, community and everyday life. New York: Basic [J].
- 11 SARKAR C, WEBSTER C, PRYOR M, et al. 2015. Exploring associations between urban green, street design and walking: Results from the Greater London boroughs. *Landscape and Urban Planning* [J], 143: 112~125.
- 12 李雯, 王吉勇 2014. 大数据在智慧街道设计中的全流程应用. *规划师* [J], 30: 32~37.
- 13 郝新华, 龙瀛, 石森, 王鹏. 北京街道活力: 测度, 影响因素与规划设计启示. *上海城市规划* [J], (3): 37~45.
- 14 龙瀛 2016. 街道城市主义 新数据环境下城市研究与规划设计的新思路. *时代建筑* [J], (2): 128~132.
- 15 龙瀛, 周珉 2016. 街道活力的量化评价及影响因素分析——以成都为例. *新建筑* [J], (1): 52~57.
- 16 龙瀛, 沈尧 2015. 数据增强设计——新数据环境下的规划设计回应与改变. *上海城市规划* [J], (2): 81~87.

作者单位：清华大学建筑学院

责任编辑：文爱平