

文章编号: 1009-6000(2017)06-0016-11

中图分类号: F293.2 文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1009-6000.2017.06.003

作者简介: 韩治远, 宇恒可持续交通研究中心, 城市规划硕士;  
龙瀛, 清华大学建筑学院, 副教授, 博士生导师。

## 城市再开发在街区尺度的识别与评价

Identification and Evaluation of Urban Redevelopment in Block Scale

韩治远 龙瀛

HAN Zhiyuan LONG Ying

### 摘要:

城市再开发是对城市现有建设用地的重新开发建设或改造升级, 对节约城市发展资源、实现可持续发展具有重要意义。本文结合开源的路网和兴趣点数据, 借鉴类型学研究方法, 提出一套方法框架, 从形态与功能两个角度对城市再开发进行识别与评价。作者从西安的案例研究中发现: 1) 基于道路交叉口的空间形态, 可将城市街区分为 8 个类别, 每个类别具有可在 ArcGIS 中自动识别的共同特征; 2) 发生城市形态、功能再开发的街区表现出不同的特征, 但识别结果存在交集; 3) 本文的方法框架对城市形态和功能再开发的识别结果, 在评价中呈现出很高的准确性, 并且适宜在全国范围推广。

### 关键词:

城市再开发; 路网; 兴趣点; 类型学; 形态功能

**Abstract:** Urban redevelopment is the reconstruction or upgrade of current built-up area, contributing to both urban development resource saving and urban sustainable development. This study has proposed a method framework integrating the open-sourced street network and points of interest data, and aims to identify and evaluate urban redevelopment from the perspective of urban form and function based on a typology study. It is found from the case study of Xi'an: 1) based on the typology of road junctions, urban blocks could be categorized into 8 groups, and blocks in each group share common features applicable to the automatic identification in ArcGIS; 2) morphologically and functionally redeveloped urban blocks present different patterns but have intersection in the identification results; 3) the evaluation of urban morphological and functional redevelopment identification results present high accuracy rate, and therefore, the method framework is applicable to the nation-wide examination.

**Key words:** urban redevelopment; street networks; points of interest; Typology; form and function

### 0 引言

中国城市自改革开放以来, 实现了快速的发展, 主要的模式是城市扩张, 表现在空地的利用和城市空间的延伸。近年来, 在中国的一些大城市, 如北京和上海,

城镇化率已逾 50%, 城市在这个阶段则对再开发的模式体现出日益增长的需要, 以期实现城市形态和功能上的转变, 通过改善环境、刺激经济等手段使得一度衰落的再开发区域起死回生。《上海市城市

总体规划(2016-2040)(草案)》提出,至2040年,上海建设用地总规模将实现负增长,意味着城市更新与再开发将是未来规划的主要方向。面临有限的城市发展资源,城市存量土地的再开发会成为城市发展、产业升级的主题。厦门市规划局局长赵燕菁指出,城市再开发的目标是存量资本收益最大化,从而城市可以提供更高水平的公共服务,并进一步加速更新的进程,反之城市会承受巨大的财政压力,甚至走向衰亡。

可见,城市再开发是城市保持活力的重要手段,也是存量土地在未来规划中的发展方向。城市再开发一般可划分为两类:其一经常伴随着城市形态的转变,如路网结构、道路交叉口密度、街区尺度与形态的变化,在本研究中定义为城市形态再开发;其二则体现在城市功能的转变,如城市用地的变化,这一类定义为城市功能再开发。

本文提出了一套用于识别城市再开发的方法框架,并以西安为案例,通过研究道路交叉口类型和兴趣点(POI)在2009年至2014年间的变化,实现对城市再开发在空间上的识别。作者将对形态和功能两类城市再开发分别进行识别和讨论,并对识别结果进行比较。整个研究在街区尺度上进行。由于国内的政府数据开放性较低,作者创新性地使用了开源的、积累多年的路网和POI数据,以获取精细化尺度的城市街区、道路交叉口和城市功能。

本文识别城市再开发手段是,检测特定时间范围内(2009-2014)每个城市街区在形态和功能上是否发生了显著变化。对于城市形态再开发,基于2009年城市街区在2014年新增的道路交叉口数量,探讨两种情形:新增4个及以上交叉口的城市街区,统一认定为再开发街区;对于新增交叉口数量为1~3的城市街区,将逐一检测街区内部的道路交叉

口类型和道路总长度,认定道路总长度发生显著变化的街区类别为城市形态再开发街区。城市功能再开发的识别基于POI类型所提供的城市功能数据,主导POI类型发生变化的街区,将认定为功能再开发街区。

本文提出的识别方法具有直观性和创新性,然而其有效性和准确性仍有待验证。作者借助谷歌地球的多年卫星影像,对形态和功能再开发的识别结果分别进行了检验。验证的结果均呈现出较高的准确率,体现出整个方法框架的有效性。经验证过的方法框架将最终应用于全国范围的城市再开发识别。

## 1 文献综述

### 1.1 传统研究方法

城市再开发已然成为城镇化进程中十分重要的一环,是城市可持续发展的必由之路。关于城市增长的现有研究多是关注城市用地扩张、棕地再生、城市用地功能转变等等,其中后面两个话题与城市再开发紧密相连,皆旨在改善建成环境以及刺激经济增长。这类研究大部分采用传统的研究方法:定性的政策分析、具体项目的案例研究、或是基于地理遥感和城市用地数据的定量研究。

案例研究被频繁地用于检测地理空间和社会经济的变化,并评估城市再开发对具体项目场地的影响。Wang等(2015)建立了一个评价模型来分析城市再开发对非机动车的负面影响,模型被应用于上海的一个再开发区域,结论指出在居住用地转化为商业用地的地块可检测到显著影响。Zhang和Li(2016)通过广州的一个具体案例,提出了一个多层次规划框架,将社区参与整合到调研中,强调这种自下而上的视角对于再开发项目的重要性。在有限的规划区域内,作者通过细致的定性分析,论述了自上而下的规划体系加之社会广泛参与的机制

如何造就了一个城市再开发项目。可见,案例研究这种方法的优势在于,可以充分利用详尽的项目信息,对一个城市再开发项目产出完整的评价。同时也暴露出该方法的一个弊端,即无法应用与大规模的分析,如大都市区的尺度。相比较之下,地理遥感数据的覆盖范围之广,甚至可以满足国家层面的分析,然而其对土地的识别,仅限于森林、水域、耕地、建成区等等,无法细致到城市功能、街区形态的层面,其分辨率难以满足城市再开发研究的需要。

用地功能转变是城市再开发的一个重要表征,尤其是功能性的再开发。已有研究通常使用政府提供的官方城市用地数据,获取多年的城市功能和用地类型,从而实现大规模的城市再开发研究。Zhou等(2016)利用长春规划设计研究院提供的数字地形图和城市用地图,分析了城市开发和再开发过程中不同城市功能的空间分布模式。由于数据提供了十分详尽的城市用地分类,该研究得到了准确度和可靠性很高的结果。Zheng等(2015)从香港土地部门获取了土地利用地图、数字地形图等空间数据,用以模拟了2000-2009年城市再开发或城市更新区域的城市用地转变,并同历史数据进行比较,进而校准和优化模型。然而,由于官方数据的开放性较低,城市用地数据一般只能从政府或城市规划部门获取,使用该数据建立模型或进行其他分析的方法很难在公众或学者中推广。

已有研究多关注单一城市范围内的城市再开发,使用传统的政府官方数据进行城市层面的分析,或通过实地调研对某一具体项目场地进行研究。此类研究方法通常局限于数据获取的阻碍,以及难以实现大规模、高精度的分析,对城市再开发的识别也局限于手动检测城市用地变化或来自具体项目的信息。鉴于早期研究的诸多局限性,本研究则

致力于对全国范围 659 个城市进行城市再开发的识别，利用大模型和开源数据，大规模、高效地同时检测大量城市再开发。加之近年来易获取的路网数据和 POI 数据的广泛应用，笔者得以进行高覆盖率、适宜尺度的城市空间研究。

### 1.2 大模型与开放数据

随着大数据和开放数据对城市研究的影响日益加深，龙瀛等（2014）提出了大模型这种城市空间量化研究的新范式，即基于大数据和简单建模的方式，进行大规模、精细化的定量城市研究。积累多年的路网和兴趣点（POI）为这类研究提供了十分重要的数据基础，Liu 和 Long（2015）利用开街地图（Open Street Map）生成了街区，通过 POI 的类型推断街区的特征和用地功能，建立了矢量元胞自动机（VCA）模型来识别城市街区，从而对全国 297 个城市进行街区尺度的空间量化研究。

Zhou（2015）对比分析了三种利用路网描绘建成区的方法：网格法（Grid-based Approach）、核密度分析法（Kernel Density Analysis）、街区法（Block-based Approach）。网格法首先计算网格密度，即一个网格单元内部的道路总长度或道路交叉口数量与该网格单元的面积之比，网格密度越大，其属于建成区的可能性越高，最终通过设定网格密度的临界值来决定哪些网格属于建成区。与之相似，核密度分析法中的参数则是道路交叉口的密度，唯一的不同是将邻近的道路交叉口也纳入考虑。街区法则定义了由路网围合成的封闭区域为一个街区，计算每一个街区的土地面积，面积小于平均值的街区即被选定为建成区。分析可知，网格法和核密度法在定量评价中可检测出更多的建成区，而街区法则在图像表征与运算效率方面表现更优，因此，街区法更加直观，也更适用于大规模的城市研究，这对本研究是很重要的启示。

POI 数据可从社交网络挖掘而得，以其高覆盖率、高空间分辨率的优势，被广泛应用于城市研究。上文提到的 Liu 和 Long（2015）研究所用的 POI 即是从新浪微博获取的，并科学地划分为商业、居住、交通、教育、绿地等类别，从而进行城市用地功能的研究。Jiang 等（2015）介绍了一个完整的流程，以收集、规范、分类、验证 POI，并用其在美国人口普查街区的尺度上估测用地功能。该研究方法通过获取网络 POI 数据，与传统数据相比，有效地提升了研究的空间分辨率，不仅适用于大规模、精细尺度的城市用地功能研究，也可用于研究出行行为和城市经济活动。

笔者利用路网数据生成城市街区，即本研究空间分析的基本单元，从 POI 属性中提取的城市功能可用于城市功能再开发的识别，而形态再开发的识别则需参考相对直观的类型学研究方法，关注道路交叉口组织及其所在街区的类型，并根据每个类型特征，归纳总结得出结论。Marshall（2009）提出街道组织的形成主要有三种模式：建筑占据空间、地块划分和道路扩张。其中第三种模式（图 1）基于道路组织支路的数量和各支路的空间关系，将街道组织划分为不同的类别，例如：4B 类街道组织含有 3 个“T 型”交叉口，而 4C 类仅包含两个交叉口，一个为“T 型”，另一个为“十字形”。参照这一机制，道路交叉口组织及其所在街区的类型也可进行相似的划分，作为本文街区形态变化的研究基础。

### 1.3 小结

鉴于城市数据获取渠道的局限性和互联网大数据的兴起，传统的研究方法已难以满足与日俱增的城市研究的需要。因而本研究旨在提出一套创新的方法框架，利用开源的、积累多年的路网和 POI 数据，应用于大规模、精细尺度的城市再开发的识别与评价。本文采用了一种

自下而上的研究方法，以空间和类型学的视角，探索道路交叉口组织的类型以及 POI 的变化，并在此基础上，试图解答以下问题：

如何利用开源的地理空间数据识别城市再开发？

如何分别识别形态和功能两类再开发？

城市再开发街区的空间分布呈现出何种形态？

哪些类型的城市街区经历了城市再开发？

## 2 数据与框架

### 2.1 数据

本文以西安的案例研究作为切入点，对城市再开发进行识别和评价，并在此基础上将整个方法框架推广至全国范围的城市。案例研究中所使用的数据包含 2010 年西安大都市区边界和西安城市边界、2009 年和 2014 年的路网、以及 2011 年和 2014 年的 POI<sup>①</sup>，全国范围的应用则使用了相应年份全国城市的大都市区边界、城市边界、路网和 POI。本研

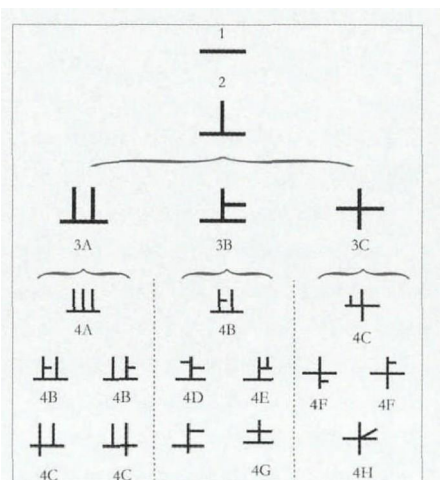


图1 道路扩张形成街区的机制实例  
资料来源：Marshall S. Cities, design and evolution. Routledge, 2009.

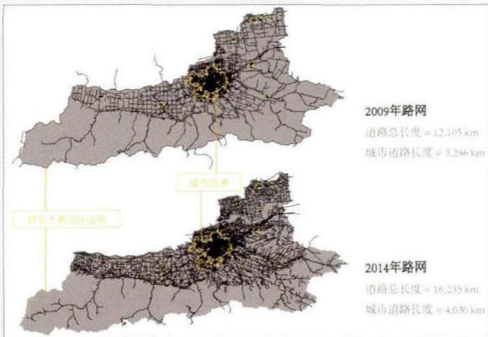


图2 2009年和2014年路网空间分布

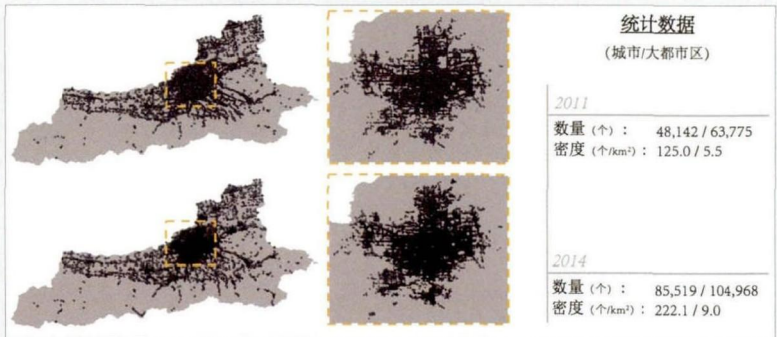


图3 2011年和2014年POI空间分布

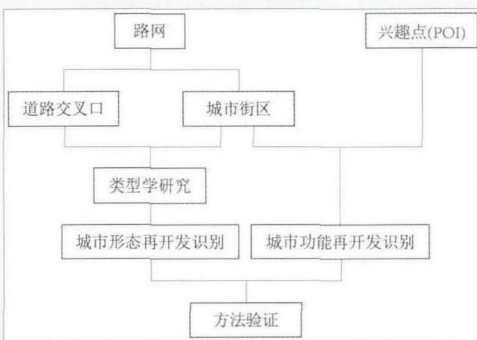


图4 基于路网和POI的城市再开发识别与评价方法框架

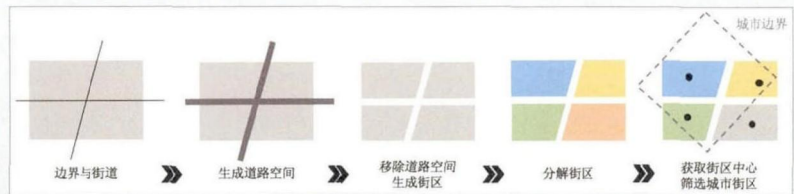


图5 生成城市街区流程示意图

研究的主体分析部分围绕西安的案例展开，图2和图3展示了西安各项数据的概况。

## 2.2 框架

本研究关注形态与功能两类城市再开发，作者提出如下研究方法的框架，利用多年路网和POI数据对两类城市再开发分别进行识别。作者进而对识别结果的评价和对研究方法的验证，为整个方法框架的准确性和有效性提供了必要的支撑。该框架应用于西安的案例，具体的分析和结果将在第4和第5部分呈现，最终在结论部分展示全国范围应用的结果。

## 3 研究方法

### 3.1 生成城市街区(2009)

1) 在2009年道路两侧以缓冲区的形式生成“道路空间”，缓冲区的参数设置随道路等级而变化，西安的道路分为5级(C1-C5)，参数的范围为3m到40m。

(C1-40m, C2-25m, C3-15m, C4-10m, C5-3m)。

2) 将道路空间从西安大都市区边界中移除，剩下的部分即为街区。

3) 此时的街区图层仍为一个整体，利用ArcMap中的“Feature to Polygon”工具将该图层分解为一个具有独立属性的街区图形。

4) 本研究假定面积超过1km<sup>2</sup>的大尺度街区几乎不是城市街区，面积在1km<sup>2</sup>以内，且几何中心位于城市边界内的街区，即选定为2009年的城市街区。

实际上，2009年的路网数据并没有严格匹配2014年路网中未发生改变的部分，即两年路网的投影存在细微的误差，为排除街区边缘的道路和交叉口的影响，降低系统误差，作者在实际的数据处理中，将道路空间的缓冲区参数均增加20m，即每个街区向内后退20m，然后重复2~4步骤，筛选出2009年的城市

街区。

### 3.2 形态再开发识别

城市形态再开发的识别基于对每一个城市街区的道路交叉口类型学研究，2009-2014年的5年间，城市街区形态发生显著变化，即认定为再开发街区。关于“显著变化”的界定，本研究采用了两条规则：

1) 2009年的街区在2014年时新增了3个以上道路交叉口，则认为发生了显著变化。

2) 对于新增交叉口未超过3个的街区，将按照街区类别分别检验街区内的道路总长度(TSL-Total Street Length)，设定TSL的临界值，街区TSL高于临界值则认定为显著变化。由于生成城市街区时，已排除大尺度街区(面积在1km<sup>2</sup>以上)，因此我们采用的参数为道路总长度，而非密度。

作为再开发识别的准备工作，笔

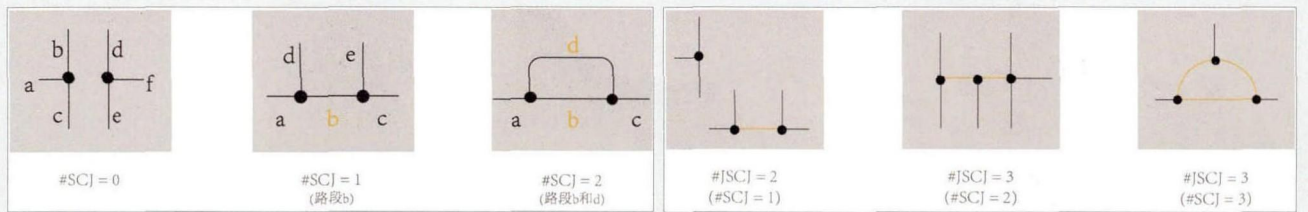


图6 SCJ含义示意图

图7 JSCJ含义示意图

者首先在 ArcMap 中利用 2014 年路网数据生成道路交叉口，并进行一些必要的参数计算（见 3.2.2 小节），从而可以对城市街区进行有效且科学的分类。道路交叉口组织的类型学研究针对新增交叉口数量未超过 3 个的城市街区，笔者基于新增交叉口的数量和街区内交叉口的类型，将这部分街区分为 7 个类别，计算了每个街区的面积和内部道路总长度（TSL），以及这两个参数在每个类别中的均值。类型学研究的结果见 3.2.3 小节。

### 3.2.1 生成道路交叉口 (2014)

1) 利用 ArcMap 中的“Intersect”工具获取 2014 年道路的所有交点。

2) 使用“Collect Events”工具移除重叠的交点，即得 2014 年的道路交叉口。

### 3.2.2 参数计算

1) 每个街区内道路交叉口的数量。

基于 2014 年道路交叉口和 2009 年城市街区的空间位置关系，在 ArcMap 中将二者进行空间连接，输出的新图层会在街区属性的基础上增加一个字段，即每个街区内道路交叉口的数量。

2) 连接两个交叉口的路段数量 (SCJ—Street Connecting 2 Junctions)

由于在 ArcMap 中点要素无法与线要素相交，笔者首先对每个交叉口做半径 1m 的缓冲区，从而将交叉口转化为多边形要素。然后以 2014 年道路为目标要素、交叉口缓冲区为连接要素将二者进行空间连接，输出的图层仍为 2014 年道路，但包含一个新字段——与每个路段相交

的交叉口数量。SCJ 则是 2014 年道路中的一类，其特征为，恰好与两个道路交叉口相交。如图 6 所示，每个小写字母代表一段道路，在 SCJ 数量为 1 的情况下，只有路段 b 算作 SCJ，在其数量为 2 的情况下，路段 b 和 d 均为 SCJ。

最后，以 2009 年城市街区为目标要素，上一步骤输出的 2014 年道路为连接要素，将二者进行空间连接，从而输入的街区图层包含一个新字段，即每个街区内 SCJ 的数量。这个参数的意义在于，对于只有两个新增交叉口的城市街区，可以有效地分辨街区内的道路是否围合成了封闭空间——若是，则 SCJ 数量为 2，若否，其数量为 0 或 1。

3) 与 SCJ 相交的道路交叉口数量 (JSCJ—Junction intersected with SCJ)。

生成了一类特殊的道路 SCJ 后，一个 JSCJ 则是由 SCJ 连接的两个道路交叉口之一。如图 7 所示橙色部分道路为 SCJ，与之相交的交叉口即为 JSCJ。对于新增 3 个交叉口的城市街区，统计每个街区内 JSCJ 的数量，有助于判定这 3 个交叉口是否全部连接在一起——若是，JSCJ 的数量为 3；若否，其数量则小于 3。

4) 每个街区内道路总长度 (TSL)。

利用 ArcGIS 中的“Intersect”工具将 2014 年道路与 2009 年城市街区两个图层相交，输出的为多段线要素，即位于街区内的道路，并以此作为连接要素，以 2009 年城市街区为目标要素进行空间连接，计算每个城市街区内的道路总长度。

### 3.2.3 类型学研究

针对新增道路交叉口未超过 3 个的城市街区，笔者通过类型学研究，分析每个街区内部道路交叉口的空间形态，根据其特征将街区分为 7 个类别，并计算了每个类别的街区数量、道路总长度的平均值、以及街区面积的平均值。只包含 1 个交叉口的街区全部归为一类，包含 2~3 个交叉口的街区则根据交叉口组织的空间特征各分为 3 个子类。在第 2 大类中提及的主路和支路只是为了方便表述街区内道路的空间关系，并不代表真正意义上的道路等级关系。

对于包含 2~3 个交叉口的城市街区，子类 A 的共同特征为，街区内的全部或部分交叉口为独立存在的，未与其他交叉口相连接；而子类 B 中，全部交叉口都通过道路连接在一起，但呈现出开放式的空间形态，即不存在道路围合成的封闭区域；子类 C 中的交叉口同样全部互相连接，但形成了封闭区域。笔者基于这 7 类交叉口的特征，通过设定不同的参数——交叉口、SCJ 和 JSCJ 的数量，即可实现对不同类型街区的自动识别。

### 3.3 功能再开发识别

在城市再开发过程中，城市街区并非全部经历形态上的重塑、发生可观察的变化，很多时候则伴随的是用地性质和城市功能的转变，这便是城市功能再开发的过程。由于 POI 数据可提供十分详细的城市功能信息，本研究通过考察 POI 类型的变化来识别城市功能再开发。如果一个城市街区的主导 POI 类型发生变化，则认定该街区为城市功能再开发街区。

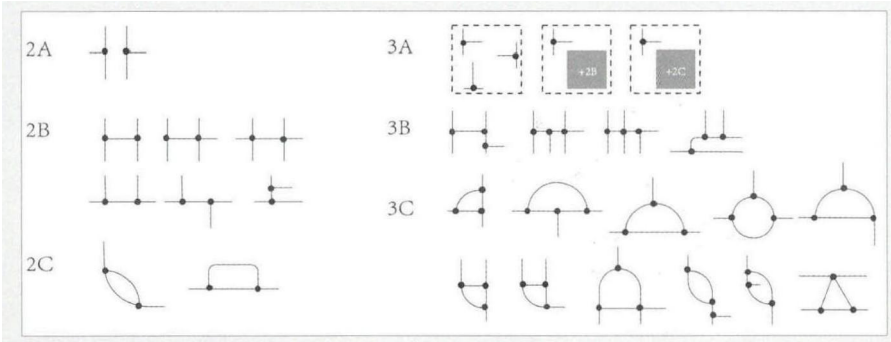


图8 道路交叉口组织空间形态

表1 道路交叉口组织类型及其特征

交叉口数量	类别	共同特征	街区数量	道路总长度/m	街区面积/km <sup>2</sup>
1			150	501	0.18
2	A	(a)2主路, 2支路 (b) #SCJ=0	11	941	0.24
	B	(a)1主2支 (实际上等同于2主1支) (b) #SCJ=1	37	750	0.19
	C	(a)1主1支 (b) #SCJ ≥ 2	24	748	0.15
3	A	(a)3个交叉口未全部相连 (b) #SCJ ≤ 1, #SCJ=2 & #JSCJ=2	10	1033	0.16
	B	(a)全部交叉口相连, 开放式 (b) #SCJ=2 & #JSCJ=3	6	902	0.14
	C	(a)全部交叉口相连, 形成封闭区域 (b) #SCJ ≥ 3	21	896	0.18

表2 POI类型显著变化的判定标准

POI类型2011	POI类型2014	标记	描述
NA	NA	0	不计
某类别	NA	0	不计
NA	某类别	1	显著变化
类别1	类别2	0 (类别1 = 类别2)	不显著
		1 (类别1 ≠ 类别2)	显著变化

笔者将POI归为7个类别：交通、商业、居住、政府、办公、绿地、教育。每个街区内都会包含若干类别的POI，不同类型POI的数量也不尽相同。本文关注每一个城市街区的主导POI类型，即街区内数量最多的类别。例如，一个城市街区包含5个交通设施POI、3个商业设施POI和1个居住区的POI，不含其他的POI类型，则该街区的主导POI类型为交通。若街区内不含任何POI，或街区内任何类别的POI都未达到3个，该街区的主导POI类型标记为“NA”，因为在POI数量过少或数据缺失的情况下很难科学地确定主导类型。

本研究对比2011和2014两年的POI类型<sup>②</sup>，并以城市街区为单位，检测其是否发生了显著变化。判定“显著变化”的标准如表2所示：(1)无论2011年POI是何类型，只要2014年POI类型标记为“NA”，该街区都将不计。因为在2014年POI类型未知的情况下，根本无法判断POI是否发生变化；(2)若2011年POI类型标记为“NA”，而2014年有确定的POI类型，则认为发生了显著变化；(3)若两个年份都有确定的POI类型，则需对两个类型进行对比——类型一致，则变化不显著；类型不同，则变化显著。

## 4 研究发现

### 4.1 形成新道路交叉口的城市街区分布

在西安的案例中，2009年共有2770个城市街区，2014年时，其中405个街区内形成了新道路交叉口，259个街区的交叉口数量在1~3之间（图9）。形态再开发的识别将基于对这259个街区内交叉口组织的类型学研究展开，并引入街区内道路总长度这一参数，衡量街区形态是否发生显著变化。

### 4.2 形态再开发识别

基于街区及其内部道路交叉口组织类型学研究的形态再开发识别结果如下：

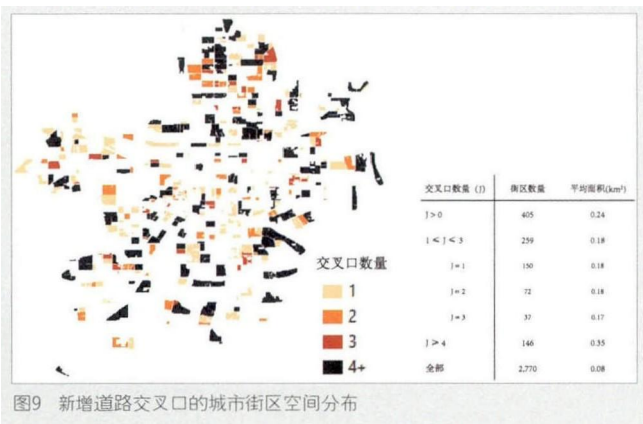


图9 新增道路交叉口的城市街区空间分布

1) 基于街区内部道路交叉口组织的特征及其与道路的空间关系, 新增 1~3 个交叉口的城市街区被划分为 7 个类别: 1、2A、2B、2C、3A、3B、3C。识别城市再开发的过程对这 7 类街区分别进行了考察, 同时, 新增 4 个或更多交叉口的城市街区作为单独的一组 (4PLUS) 直接认定为城市再开发街区, 因为交叉口数量的大幅增长可体现街区空间形态的显著变化。总体而言, 本研究关注道路交叉口组织的空间形态变化, 共讨论 8 类城市街区再开发的识别。

2) 根据道路总长度 (TSL) 的分布图 (图 11) 来看, 随着交叉口数量的增长, 深色的街区数量也在增加, 这意味着城市街区内部道路总长度有随着交叉口数量而增长的趋势。然而, 新增 2~3 个交叉口的城市街区与 1 个交叉口的街区相比, TSL 的差距很细微, 但是 4PLUS (新增 4 个或更多交叉口的街区) 中街区的 TSL 却显著大于其他类别。前文的论述提及将 4PLUS 全部考虑为再开发街区, TSL 的显著差距恰恰为其提供了支撑。

3) 对于交叉口数量相对较少的 7 类街区, 虽然 TSL 未呈现出直观的差别, 但统计数据 (表 3) 证实了 TSL 随交叉口数量增长的趋势。由于 4PLUS 一类街区形态的显著变化, 我们也有理由推测, 这 7 类街区中, 包含更多交叉口的街区经历城市再开发的可能性更大。

4) 具体而言, 研究结果表明 2A 的平均 TSL 显著高于 2B 和 2C, 而后两者的 TSL 十分接近。与之相似, 3A 的平均 TSL 也显著高于 3B 和 3C, 后两者的 TSL 同样十分接近。2A 和 3A 这两类街区的共同点在于, 街区内的交叉口并未全部互相连接, 而 2B、2C、3B 和 3C 中的交叉口则全部通过道路相连。2C 和 3C 更为特殊的一点是, 这两类街区内部, 道路围合成了封闭的区域。

5) 基于 4) 的分析, 街区内全部交

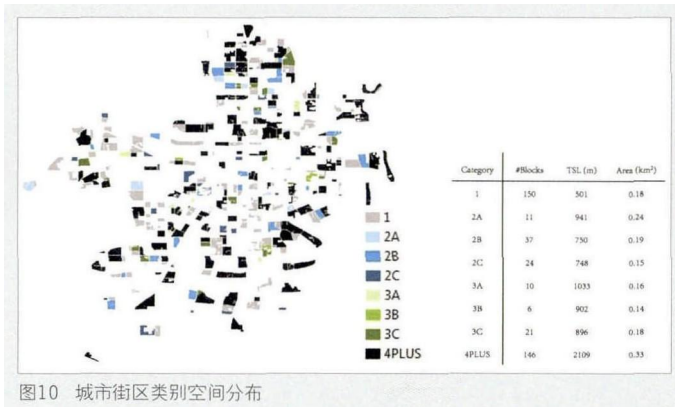


图10 城市街区类别空间分布

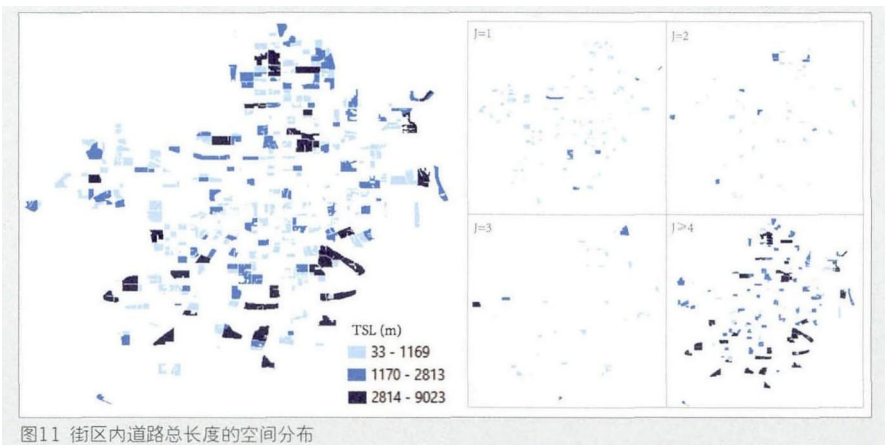


图11 街区内道路总长度的空间分布

表3 各类街区的空间特征及相关参数

类别	共同特征	街区数量/个	道路总长度/m	街区面积/km²
1		150	501	0.18
2A	(a)2主路, 2支路 (b) #SCJ=0	11	941	0.24
2B	(a)1主2支 (实际上等同于2主1支) (b) #SCJ=1	37	750	0.19
2C	(a)1主1支 (b) #SCJ ≥ 2	24	748	0.15
3A	(a)3个交叉口未全部相连 (b) #SCJ ≤ 1, #SCJ=2 & #JSCJ=2	10	1033	0.16
3B	(a)全部交叉口相连, 开放式 (b) #SCJ=2 & #JSCJ=3	6	902	0.14
3C	(a)全部交叉口相连, 形成封闭区域 (b) #SCJ ≥ 3	21	896	0.18
4PLUS		146	2109	0.33

叉口的连通对该街区的 TSL 存在消极影响, 即一个全部交叉口相互连接的街区, TSL 很可能会相对较小。形成闭合区域的特征似乎对 TSL 的影响甚微, 因为数据显示, 在 B 和 C 两个子类之间, TSL 非常接近。

综上所述, 本文以类型学研究的方法, 试图识别城市形态再开发, 将空间形态上发生显著变化的城市街区认定为再开发街区。笔者以街区内部道路总长度 (TSL) 为参数, 考察空间形态的显著变化, 设定 800m 为 TSL 的临界值, 将

TSL 高于 800m 的街区类别认定为形态再开发街区。因此，可以得出结论，除 4PLUS 直接认定为城市再开发街区之外，在其他 7 类城市街区中，2A、3A、3B 和 3C 在 2009-2014 年期间经历了城市形态再开发(表 4)。这一结论与上文 3) 和 4) 的分析相呼应，城市形态再开发的识别，更倾向于选出包含道路交叉口数量更多、但并非全部连通的街区。

4.3 功能再开发识别

本研究关注的另一类再开发为城市功能再开发，通过考察 POI 类型在 2011-2014 年间的变化，来识别功能再开发。由于数据具有局限性，与 2014 年 POI 相比，2009 年 POI 数量较少，且代表城市功能的 POI 类型属性不够完整和全面，将 2009 年 POI 应用于分析会产生较大误差，因此，这部分研究的时间范围为 2011 年至 2014 年。考虑到结论的一致性，POI 变化的研究也基于城市街区的 8 个类别展开。笔者将主导 POI 类型发生显著变

化的城市街区标记“1”，对不显著的街区标记“0”，进而计算每个类别中标记“1”的街区比例。在每个街区类别中，POI 类型发生显著变化的街区数量及比重如表 5 所示。在全部城市街区中，POI 类型发生显著变化的街区比重为 35%，可认为该比例为西安的平均水平。笔者设定 35% 为衡量各类别街区是否发生显著变化的临界值，认为高于这一比例的街区类别经历了城市功能再开发。因此，2B、3A 和 3C 三类城市街区被识别为功能再开发街区。

图 13 呈现了城市功能再开发街区的空间分布模式，可以看出 POI 类型发生显著变化、即功能再开发街区较为分散地分布于城市中心的周边，并未呈现明显的聚集区域。

功能再开发并不限于城市功能的单一变化，也很可能伴随形态的转变，而形态再开发也通常不可避免地伴随着城市功能的升级，旨在打造活力街区，因

此形态和功能两类城市再开发的识别结果存在一定交集。POI 密度的变化可在一定程度上体现城市形态的转变，POI 类型则反映城市功能，笔者结合这两个标准，衡量了 POI 的总体变化，即 POI 的密度或类型中任何一项发生变化，便计为 POI 的变化，以此参数反映城市再开发的总体趋势。表 6 依据街区的类别呈现了 POI 密度、类型和总体变化的检测结果，主要体现为，每个类别的街区中，发生显著变化的街区数量，及其占该类别街区总数的百分比。

各类别城市街区的 POI 总体变化的相关统计数据如下所示，显然，每一类街区中 POI 总体变化的街区比重远高于密度或类型发生变化的街区，大多类别都有超过 50% 的街区检测到 POI 总体变化。若以 POI 总体变化这一参数来识别更一般意义上的城市再开发，不分形态与功能，将临界值设为 59% (全部城市街区 POI 总体变化的街区比重)，即认定百分比超过

表4 城市形态再开发街区统计数据

类别	街区数/个	TSL/m	平均TSL/m	街区面积/km <sup>2</sup>	平均街区面积/km <sup>2</sup>
2A	11	10,347	941	2.68	0.24
3A	10	10,333	1,033	1.57	0.16
3B	6	5,411	902	0.85	0.14
3C	21	18,812	896	3.83	0.18
4PLUS	146	307,850	2,109	48.85	0.33
总计	194	352,753	1,818	57.78	0.30

表5 各类别城市街区POI类型变化识别结果

类别	街区总数 /个	POI类型变化	
		显著的街区数/个	比例
1	150	49	33%
2A	11	2	18%
2B	37	13	36%
2C	24	8	33%
3A	10	7	70%
3B	6	0	0%
3C	21	10	48%
4PLUS	146	54	37%
总计	405	143	35%

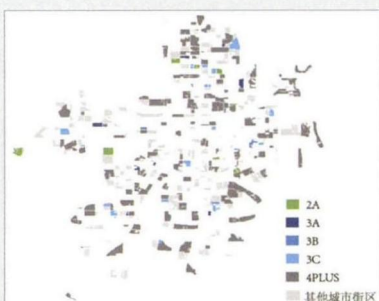


图12 城市形态再开发街区空间分布 (2009-2014)



图13 POI类型变化



59%的类别为城市再开发街区，我们可以得出，发生了显著变化的四类街区为2B、2C、3A和3C。这与基于POI类型变化的城市功能再开发识别结果十分接近，只多出2C一个类别。此外，POI总体变化显著的城市街区有238个，而POI类型变化显著的街区有143个，意味着西安超过60%的城市再开发街区发生了功能性的转变。因此，我们有理由推断，2009-2014年功能再开发代表了西安城市再开发的主要趋势。

#### 4.4 研究方法验证

本文提出了城市形态和功能再开发的识别方法，为验证其有效性和准确性，笔者利用谷歌地球上的历史卫星影像手动检查了识别的结果。对于形态再开发，我们检查2009-2014年街区的变化，而功能再开发检查的时间范围为2011-2014年。从卫星影像可观察到的主要街区变化包括：空地转化为建设用地、绿地、停车场地，或相反的转化过程，或低层

建筑转变为多、高层建筑。一旦检测到上述变化，便标记该街区为再开发街区，同时识别的结果得到证实。

验证的结果显示，在194个城市形态再开发街区中，174个成功通过了手动验证，在143个城市功能再开发街区中，123个通过了验证。城市形态再开发的识别结果准确率为90%，城市功能再开发的识别结果准确率为86%，本文提出的两种识别方法均体现出良好的准确率和有效性，可以推广至更大的研究范围。

#### 5 结论

##### 5.1 西安案例研究结论

本文基于道路交叉口组织的类型和POI的变化来识别城市形态与功能再开发。作者提出一套方法框架，旨在利用广泛存在的路网数据，对城市形态再开发进行识别；利用高空间分辨率的POI数据，具体到本文中是代表城市功能的POI类型，获取每个城市街区的主导城市功能，

并通过检测POI类型的变化来识别城市功能再开发。本研究基于城市街区的类型得出结论，首先，新增4个及以上交叉口的城市街区（4PLUS）全部认定为再开发街区，对于交叉口数量为1~3个的街区，则通过道路总长度（TSL）和POI变化来判定是否发生显著变化，其结果如下：

城市形态再开发街区（TSL>800）：2A、3A、3B、3C。

城市功能再开发街区（POI类型变化的街区比例高于35%）：2B、3A、3C。

城市再开发街区（POI总体变化比例高于59%）：2B、2C、3A、3C。

TSL超过800m的四类城市街区（2A、3A、3B、3C）被认定为城市形态再开发街区，POI类型变化超过35%的三类街区（2B、3A、3C）被认定为城市功能再开发街区。POI总体变化可以在一定程度上同时反映街区在形态和功能上的转变，笔者通过这一参数获知西安城市再开发的总体趋势。与形态再开发相比，西安2009-2014年城市再开发的总体趋势与城市功能再开发的趋势更加接近，这一结果与西安城市发展阶段相对应，意味着西安在这一时期城市再开发的主要模式为功能性的城市更新。

从识别结果中我们还可以发现街区类型在不同的再开发模式中存在交集，在西安的案例中便是3A和3C。这说明一部分城市街区在再开发的过程中，空间形态发生转变的同时，城市功能也发生了变化，即形态与功能再开发同时发生，而另一部分街区（如2A和2B）只符合一种再开发模式。换言之，城市形态和功能再开发并非完全独立的城市发展进程，在街区的水平上，常常同时同地发生，即便两种模式在整个城市范围内呈现出不同的空间形态。

##### 5.2 方法框架在全国范围的应用

基于西安的案例研究得出的结论，笔

表6 各类别城市街区POI变化情况

类别	街区总数	POI密度变化(>214)		POI类型变化(显著)		POI总体变化	
		街区数/个	百分比	街区数/个	百分比	街区数/个	百分比
1	150	44	29%	49	33%	83	55%
2A	11	4	36%	2	18%	5	45%
2B	37	10	28%	13	36%	22	61%
2C	24	11	46%	8	33%	16	67%
3A	10	6	60%	7	70%	10	100%
3B	6	1	17%	0	0%	1	17%
3C	21	7	33%	10	48%	13	62%
4PLUS	146	41	28%	54	37%	88	60%
总计	405	124	31%	143	35%	238	59%



图14 POI总体变化

者将本文提出的方法框架应用到全中国659个城市，进行全国范围的城市再开发识别。首先利用全国路网和城市边界生成城市街区，总计293700个。再对城市街区进行道路交叉口类型学研究，并以此为依据，将城市街区划分为8个类别。在这8类城市街区中，2A、3A、3B、3C为城市形态再开发街区（表7），共计15510个；2B、3A、3C为城市功能再开发街区（表8），共计11747个；4PLUS中的街区全部认定为城市再开发街区，共计30,813个，由于这一类街区归根结底是发生了形态上的显著变化，所以此处将4PLUS的统计数据 and 空间分布与形态再开发的识别结果一同显示。

### 5.3 研究贡献

本文采用了具有直观性和创新性的研究方法，并提出了一套方法框架，基于道路交叉口组织的类型和POI的变化，对2009-2014年的城市再开发进行识别与评价。在识别过程中，笔者利用2009年路网和城市边界的空间数据生成了2009年的城市街区，利用2014年的路网生成了道路交叉口，位于城市街区内的道路交叉口成为类型学研究的基础。本文对城市形态和功能再开发两种模式分别研究，方法结合了类型学研究的思路和对POI变化的考察，对两种再开发模式分别具有针对性，从而得出的结果更加全面，也具有更高的可信度。

通过西安案例研究的探索，城市形态再开发的识别方法准确率达90%，城市功能再开发的识别方法准确率达86%。整个研究在街区的水平上开展，同时借助ArcGIS对道路交叉口组织进行自动的分类，对城市再开发进行自动识别。因此，基于良好的准确性、空间分辨率以及自动的算法，本文的方法框架适用于大规模的城市系统和大模型思路，可以应用于全国范围的城市，找出各个城市在城市再开发空间形态上的一致性规

表7 全国城市形态再开发识别结果统计数据

街区类别	街区数量/个	TSL/m	平均TSL/m	街区面积/km <sup>2</sup>	平均街区面积/km <sup>2</sup>
2A	6,964	1,696,290	244	873	0.13
3A	4,631	1,640,576	354	703	0.15
3B	2,381	815,427	342	207	0.09
3C	1,534	588,818	384	114	0.07
4PLUS	30,813	36,818,874	1,195	6,912	0.22
总计	46,323	41,559,985	897	8,808	0.19

表8 全国城市功能再开发识别结果统计数据

街区类别	街区总数/个	POI类型变化显著的街区数/个	显著街区百分比	街区面积/km <sup>2</sup>	平均街区面积/km <sup>2</sup>
2B	5,582	618	11%	412	0.07
3A	4,631	850	18%	703	0.15
3C	1,534	167	11%	114	0.07
总计	11,747	1,635	14%	1,129	0.10

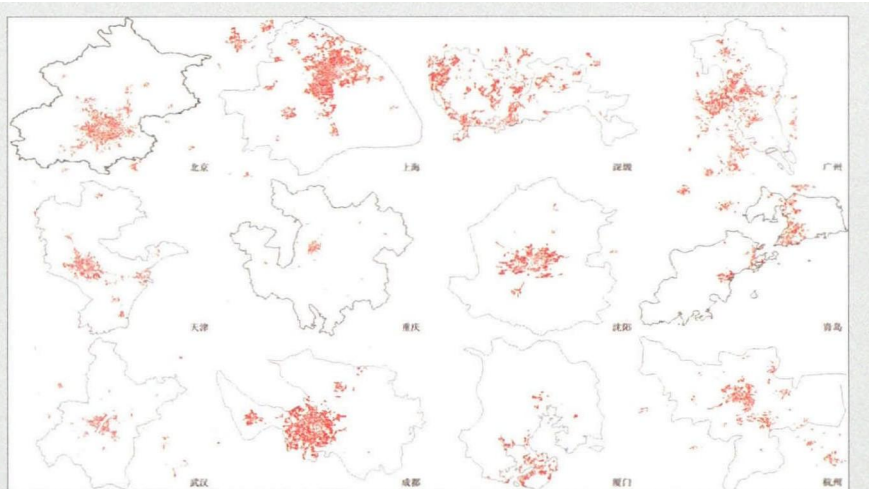


图15 全国部分城市形态再开发街区空间分布

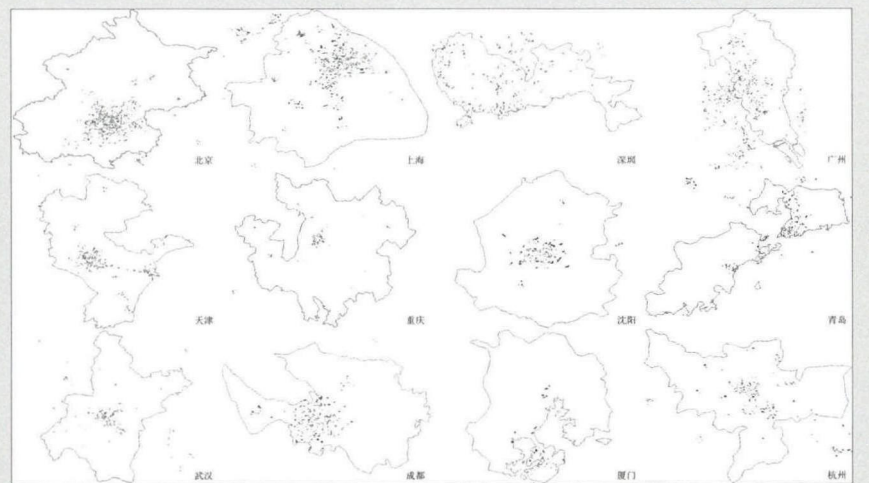


图16 全国部分城市功能再开发街区空间分布

律，或者解释存在差异的原因。

#### 5.4 局限性与展望

由于本文采用的方法不甚成熟，从分析过程到研究结果都具有诸多局限。第一，在基于类型对城市街区进行筛选时，设定的临界值具有一定的主观性，研究中缺乏充足的论证来支撑“显著变化”的界定。因此，笔者很可能使用过于严格的筛选标准，排除了部分潜在的城市再开发街区，也可能设定的标准过低，囊括了某些发生了细微变化，却不足以称之为再开发的街区。在未来的研究中，可以考虑使用更大规模的数据对该标准进行探索和验证，以期提升识别方法的准确度。

第二，从社交媒体上获取的POI数据在准确度方面有一定局限，因为包含大量POI的街区与POI相对较少的街区在分析中是未经权衡、平等对待的，这势必会造成对部分街区城市功能的推断具有一定偏差，应结合其他数据来评价其有效性。进一步的研究可通过标准化等数据处理手段，降低此类影响。

第三，本研究以类型学的思路得出结论，识别的结果为最可能经历城市再开发的街区类别，这种方法具有高概括性和强应用性，但有可能遗漏其他类别中的再开发街区，识别结果中也必然存在一定的误差，因此在全面性和精确性方面仍有待加强。

#### 注释：

- ①由于2009年POI的数据量较小，与2014年差距较大，加之2009年POI提供的有关城市功能的属性不完整或不全面，为尽可能降低数据本身的误差，本文最终考察了2011至2014年POI的变化，以此作为城市功能再开发识别的依据。若这3年间POI发生了显著变化，那么2009-2014年POI的变化则是必然。
- ②由于本文的基本分析单元为城市街区，如果未经特殊说明，后文提及的“POI类型”均

是指代“城市街区主导POI类型”。

#### 参考文献：

- [1]上海市城市总体规划编制工作领导小组办公室.上海市城市总体规划(2016-2040)草案[Z].2016.
- [2]龙瀛.城市大数据与定量城市研究[J].上海城市规划,2014(5):13-15.
- [3]赵燕菁.关于城市规划的对话[J].北京规划建设,2015(3):159-163.
- [4]龙瀛,郎晔.新数据环境下的中国人居环境研究[J].城市与区域规划研究,2016(1):10-32.
- [5]许凯,孙彤宇.机动时代的城市街道:从基础设施到活力网络[J].时代建筑,2016(2):54-61.
- [6]Marshall S. Cities, design and evolution[J].Routledge,2009.(2):56-61.
- [7]Zhang C, Li X. Urban redevelopment as multi-scalar planning and contestation: The case of Enning road project in Guangzhou, China[J]. Habitat International,2016(56):157-165.
- [8]Zhou G, Li C, Li M, Zhang J, Liu Y. Agglomeration and diffusion of urban functions: An approach based on urban land use conversion[J].Habitat International,2016(56):20-30.
- [9]Zheng H W, Shen G Q, Wang H, Hong J. Simulating land use change in urban renewal areas: A case study in Hong Kong[J]. Habitat International,2015(46):23-34.
- [10]Akintunde J A, Adzandeh E A, Fabiyi O O. Spatio-temporal pattern of urban growth in Jos Metropolis, Nigeria[J]. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2016(4): 44-54.
- [11]Li X, Yeh A G O. Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS[J]. Landscape and Urban Planning,

2004, 69(4):335-354.

- [12]Crager E, Crossney K. A comparison study of urban redevelopment strategies in the philadelphia metropolitan area[R]. 2012.
- [13]Wang Y, Li L, Zhu X, Wu B, Li L. Evaluation of urban redevelopment impact on non-motorized traffic[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition),2015,2(3):187-197.
- [14]Zhou Q. Comparative study of approaches to delineating built up areas using road network data[J]. Transactions in GIS,2015,19(6):848-876.
- [15]Jiang B, Liu X. Scaling of geographic space from the perspective of city and field blocks and using volunteered geographic information[J].International Journal of Geographical Information Science,2012,26(2):215-229.
- [16]Jiang B. Head/tail breaks: A new classification scheme for data with a heavy-tailed distribution[J].The Professional Geographer,2013,65(3):482-494.
- [17]Liu X, Long Y. Automated identification and characterization of parcels with OpenStreetMap and points of interest[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2015(1):72-79.
- [18]Jiang S, Alves A, Rodrigues F, Ferreira J, Pereira F C. Mining point-of-interest data from social networks for urban land use classification and disaggregation[J]. Computers, Environment and Urban Systems,2015(53):36-46.