

地块方向：概念、计算方法及表征城市形态

龙瀛^{1,2}, 毛其智¹

(1. 清华大学建筑学院, 北京 100084

2. 北京市城市规划设计研究院, 北京 100045)

摘要: 地块组成街区是城市形态的重要特征之一, 地块的变化可以作为城市形态时空分析的手段。本文提出了用于城市形态分析的地块方向这一指标, 对其概念进行了定义, 给出基于 GIS 计算地块方向的方法, 并基于北京市中心城控制性详细规划的地块进行了实证研究, 得到如下结论: (1) 北京城区的路网可划分为规则、斜方向、混合和自然四类, 这些类型和地块方向密切相关; (2) 地块方向与地块的周长、面积和紧凑度等其他指标相关性较小, 具有独立性; (3) 地块方向存在空间分异, 局部地块方向分布规律与整体也不同; (4) 地块方向可用于评价规划方案对原有城市形态的继承程度, 识别规划方案中扭转了原有城市形态方向的地块的分布。

关键词: 城市形态; 指标; 规划评估、空间分异; 地块; 北京

1 引言

地块方向可以作为一项新的研究地块层次城市形态 (Urban form) 的指标, 用于表征城市的空间形态, 通过分析该指数的空间分异可对不同地区的城市形态进行对比。通过现状地块和规划地块的方向对比, 辅以地块大小的变化, 可以识别城市规划对城市形态的改变程度。地块方向是从地理学角度对地理空间的几何特征分析, 并将其运用于城市规划学中的城市形态分析, 是对从土地利用或使用方式角度分析城市形态及其变化的一种补充。

城市形态是地理空间要素的集成, 包括整个建成区的形状、道路网、景观等, 地块是街区的组成部分, 是容纳各种建筑物、绿化、市政、公共服务等城市基础设施的用地, 和道路网又有交通的联系, 因而地块与街区、道路网有不可分的关系, 是城市形态的一个组成部分。同时, 街区与道路网的方向基本一致, 街区的方向可以看作围合该街区的某条道路的方向, 地块又是街区的构成单位, 也和道路有密切的关系 (图 1)。本文利用地块方向指标分析城市形态, 特别是分析道路网形态与地块方向的关系。

本研究得到国家自然科学基金项目 (50678088) 和国家“十一五”科技支撑计划项目 (2006BAJ14B08) 的资助。

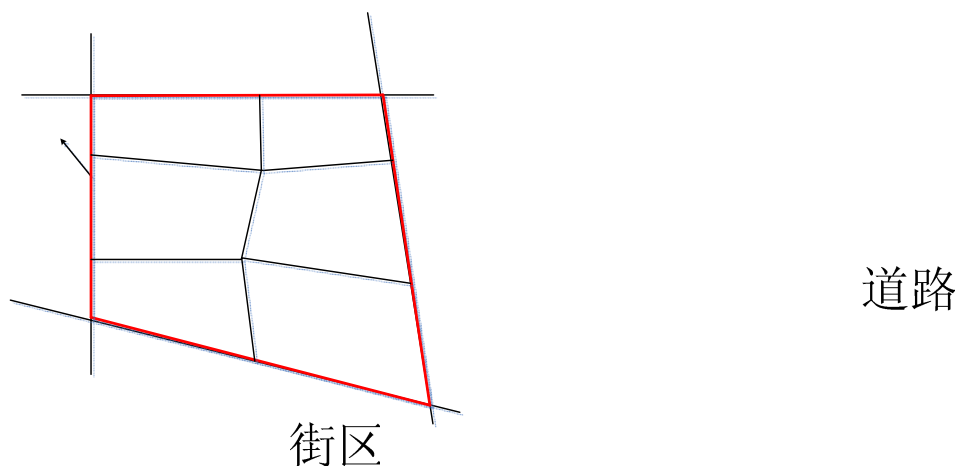


图 1 道路网与地块空间关系示意图

本文试图分析道路网的变化带来的地块方向的变化。比如在城市的新区开发与旧区改造过程中，对道路的走向和宽度、地块的布局等都重新规划，进而可能会改变建筑的朝向（朝南与否）、建筑与道路的关系。在一般意义上，城市开发虽然能够改善城市功能，提高效率，但在开发的过程中如果扭转了道路网所构成的城市形态的方向（图 2），相比延续原有形态的方向，将引起一系列的不必要的问题，如：不易于保护现有的生态资源；增加施工阶段的成本；部分现状成熟道路难于保留，而这些道路本可以作为规划方案中的支路，或者干路的一侧车道；道路林网也将随原有道路的“铲平”而不能得以保留。另外，道路网的变化，需要重新编排地块，现有高压线等地上、地下生命线也需要变动，否则“斜穿”规划的新地块；现状社会单位会面临被拆分为多个规划新实体的情况，不利于规划的实施，增加协调的难度。因而城市道路网形态的方向变化，导致需要几乎全面重新安置地块内的市政设施，包括绿化系统、电力系统，给排水系统等，根据道路网规划形态的变化研究地块方向指标在规划实践方面具有重要的实践意义。

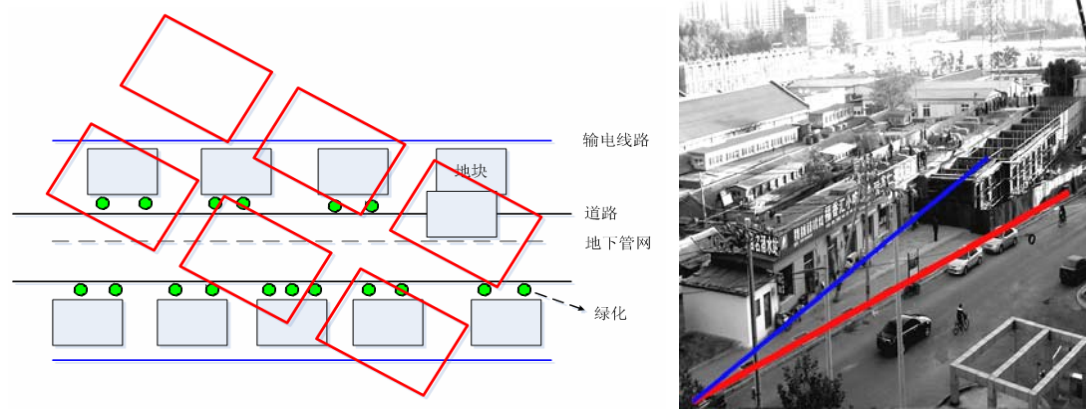


图 2 城市形态方向改变示意图与照片

注：左图中的红色斜向地块为规划布局，其余为现状地块和基础设施；右图中的蓝线为原有地块方向，红色为根据规划改造后的地块方向。

城市形态是城市空间的深层结构和发展规律的显式特征，在众多城市形态的研究中，一般研究重点为城市空间结构分析。比如，空间句法（Space syntax）作为研究城市形态的一种新的理论，是基于图论的分析方法（Hiller 和 Hanson, 1984; Hillier, 1996; Jiang 等, 1999; Jiang 等, 2002），它通过对包括城市、聚落、建筑的人居空间结构的量化描述，研究空间组

织与人类社会各方面，如经济、文化和景观之间的关系。Okabe 等(2001, 2006a, 2006b)提出了网络空间分析的工具 SANET (Spatial Analysis of Network)，基于此分析作为便利店所对应的点与作为街道的网络的关系，提出了基于网络的 K 函数、Voronoi 多边形，但其抽象地块为点。作为 ArcGIS 的开发商——ESRI(美国环境系统研究所)，也于 2001 年发布了“Land Parcel Model”，这一数据模型用于帮助用户管理地块数据，但并没有涉及地块方向的概念及其计算。

地块是城市形态分析的基本单元，现有的面积，周长等指标一般侧重于地块几何特征的分析，另外在经济学上也有地块区位的分析，但对地块方向这个指标一般都不涉及。例如，在地理学领域，地块在几何上属于一种特殊的多边形，是一个首尾相连的多边线（每个边都可以看作为有向边），可以用顶点序列来表示，根据多边形的走向可以将多边形的方向分为逆时针和顺时针(丁健等, 2005; 刘晓平和吴磊, 2005)。但其定义与本文的地块方向的定义明显不同。在 GIS 方面，Maniruzzaman 等(1994)提出了地块的紧凑度指标，分析了其分布，以及紧凑度指标和土地用途变迁的关系；Xie 和 Ye(2007)提出了一种城市形态时空变化的方法 CTSPA，从数量、形状和尺寸三个方面的对城市形态的时空变化特征进行了深入探讨，但是并不涉及方向这一指标的探讨。

在城市规划领域，地块 (Parcel) 是指由城市道路或其它界线围合的大小不等的城市用地，一般是控制性详细规划的基本规划单元，在用地类型、建筑高度、建筑密度、容积率等控制方面具有均一性。地块是研究城市形态的基本单元，其属性有周长、面积、边数、紧凑度等，在城市规划中面积等指标在容积率、建筑密度的计算方面是有作用的，边数则反映了地块的形状。但目前并没有研究给出地块方向这一指标，该指标可以反映城市形态，与地块的其他指标一起，都是分析地块层次城市形态的重要指标。

总体上，关于地块方向的研究，在各个领域并没有先例。下面对地块方向的概念、计算方法和应用进行介绍，其中第二部分重点阐述地块方向的定义及基于 GIS 的计算方法，第三部分针对北京市中心城控制性详细规划的城市形态进行案例分析，并将地块方向指标与其他地块指标进行了相关性分析，第四部分分析了地块方向的空间分异，并重点对地块方向的概率密度分布进行了对比分析，第五部分基于地块方向评价了历史城市形态与规划城市形态的变化，最后对本文进行总结并展开讨论，提出下一步研究地块方向的初步计划。

2 概念及计算方法

地块的几何形状不统一，以四边形居多，作为一种特殊的多边形，可以以构成地块的最长边的方向作为地块的方向 D (图 3)，其范围位于 -90 和 90 度之间（包括 -90 和 90 度），表示偏离正东方向的度数，其中 0 度表示正东 (E)， 90 度表示正北 (N)， -90 度表示正南 (S)，具体计算方法见公式 1，其中 $length$ 为线段的长度计算函数， y 表示顶点的纵坐标， x 表示顶点的横坐标。

$$P = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$$

$$\text{if } i \neq n, L_i = \overline{A_i A_{i+1}}; \text{ else } L_i = \overline{A_n A_0}$$

$$L = \{L_1, L_2, \dots, L_n\}$$

$$Len = \{length(L_1), length(L_2), \dots, length(L_n),\}$$

$$length(L_k) = \max(Len)$$

$$\text{if } x(A_{k+1}) - x(A_k) = 0 \ D(P) = 90 \text{ or } -90 \text{ (randomly)}$$

$$\text{else } D(P) = \arctg \frac{y(A_{k+1}) - y(A_k)}{x(A_{k+1}) - x(A_k)}$$

公式 (1)

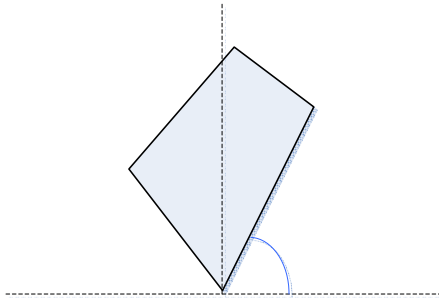


图 3 地块方向定义示意图

为了对地块方向进行计算，笔者采用 Python 这种脚本语言，基于 ESRI ArcGIS 的 GeoProcessing 开发了用于计算地块图层的 PARCTION (**PAR**cel dire**CTION**) 工具，可以便捷地实现地块方向的计算。计算过程如下：

- (1) 将地块图层 Parcel (Polygon, shapefile 格式，具有 ParcelID 属性，表示地块的编号) 转换为线状图层 ParcelLine，并对其建立拓扑关系，基于节点 (Node) 对线进行分割，生成图层 ParcelLineT (该图层包括了 ParcelID 属性)；
- (2) 基于 ParcelID 字段分析 ParcelLineT 图层，识别每个地块的最长边，并将其进行标记，删除非最长边 (删除的目的是为了提高计算的效率)，生成 ParcelLineT2 图层 (该图层记录了每个地块的最长边)；
- (3) 针对 ParcelLineT2 图层，添加起点和终点的 X 和 Y 坐标的字段 FromX、FromY、ToX 和 ToY，并根据线的端点坐标计算其数值，添加 D 字段用于计算方向，利用公式 1 得到每条线段的方向 D；
- (4) Parcel 图层增加属性字段 D，表示地块的方向，采用 Join 命令，根据 Parcel 图层的 ParcelID 字段和将 ParcelLineT2 图层的 ParcelID 字段作 Join 操作，得到 Parcel 图层每个地块的方向，完成地块方向的计算。

为了评价开发前后地块方向的变化，因开发前后地块范围 (即空间分布) 不同，不便于采用矢量数据格式进行地块方向变化的评价，因此选用栅格数据格式。任一空间位置的地块方向的变化 D_{ij}^{dt} 见公式 2，其中 P_k^s 表示原地块个体，总个数为 M ，构成了原城市形态 R^s ，

W

E

P_k^e 表示变化后的地块个体，总个数为 N ，构成了变化后的城市形态 R^e ，而 R_{ij}^s 和 R_{ij}^e 表示转为栅格格式后的 ij 单元。鉴于方向变化大于 90 度，可以用其反角表示，因此最终 D_{ij}^{dt} 的数值位于 0 度与 90 度之间（包括 0 度和 90 度）。

$$\begin{aligned} R^s &= \{P_k^s \mid k=1, M\} \\ R^e &= \{P_k^e \mid k=1, N\} \\ D_{ij}^{dt} &= |D(R_{ij}^e) - D(R_{ij}^s)| \\ \text{if } D_{ij}^{dt} > 90 \text{ then } D_{ij}^{dt} &= 180 - D_{ij}^{dt} \end{aligned} \quad \text{公式 (2)}$$

3 计算实例

3.1 实验区及数据

基于地块方向的定义和计算方法，针对北京市中心城控制性详细规划（2006 年编制，目标年份为 2020 年）的规划地块分布数据，计算所有地块的方向，对计算结果进行分析，分析其分布规律以及其与其他反映地块指标之间的关系。规划方案共包括 24163 个地块，总面积 923.2 Km^2 （不包括地块之间的道路面积），空间分布如图 4 所示，其属性的统计性描述见表 1（其中 $compact = 4 * \pi * \frac{area}{length^2}$ ）。



图 4 北京市中心城规划地块分布图（左：全部；右：局部）

表 1 规划地块属性的统计性描述表

	最小值	最大值	均值	标准差
周长 $length$ (m)	26	66534	769.98	1071
面积 $area$ (m^2)	10	6931627	38200	142715
紧凑度 $compact$	.000	1.000	.581	.221

3.2 地块方向计算结果

采用本文第 2 部分提出的地块方向的计算方法，计算规划地块的方向，计算结果如图 5 所示，方向平均值为-11.33 度，标准差为 55.67 度（直方图见表 3 第 2 行“整个研究范围”），可以看出方向为近南北向（90 或-90 度）或东西向（0 度）的地块较多，主要位于中心地区。其他方向基本呈均一分布（uniform distribution），主要分布于中心地区外围的边缘集团。

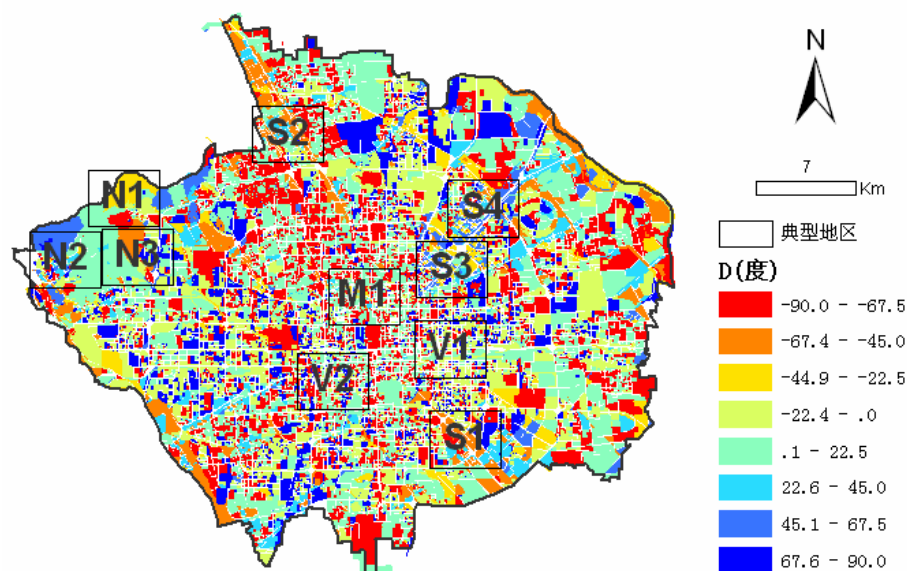


图 5 规划地块方向计算结果（图中编号及边框为典型地区，分析见第 4 部分）

3.3 地块方向与其他地块指标的相关性分析

将计算所得的三个地块方向指标与地块的面积、周长、紧凑度等指标进行相关性分析，结果如表 2 所示，可以看出地块方向与地块的周长、面积以及紧凑度指标的相关度较低。可以认为地块方向是一个相对独立的反映地块几何特征的指标。

表 2 地块各指标相关性分析表

Variable		D	compact	length	area
D	Pearson Correlation	1	-.023**	.000	.004
	Sig. (2-tailed)		.000	.991	.496
compact	Pearson Correlation	-.023**	1	-.309**	-.069**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000
length	Pearson Correlation	.000	-.309**	1	.706**
	Sig. (2-tailed)	.991	.000		.000
area	Pearson Correlation	.004	-.069**	.706**	1
	Sig. (2-tailed)	.496	.000	.000	

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

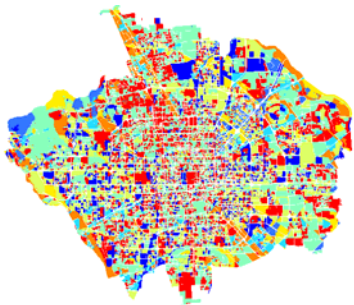
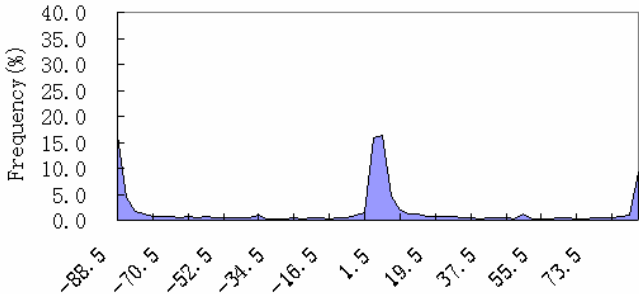
4 地块方向的空间分异

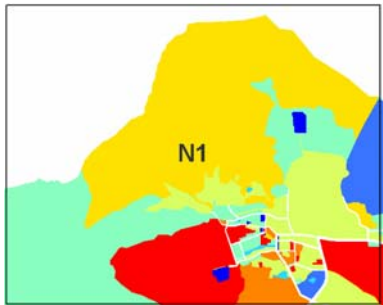
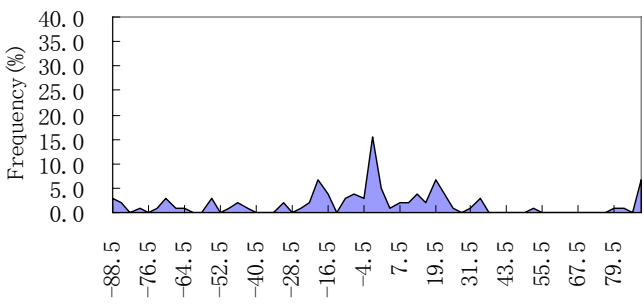
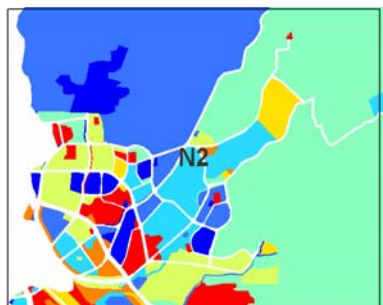
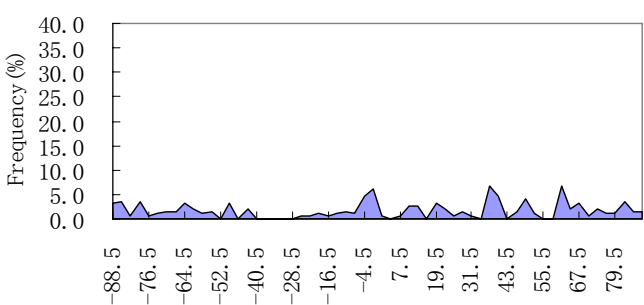
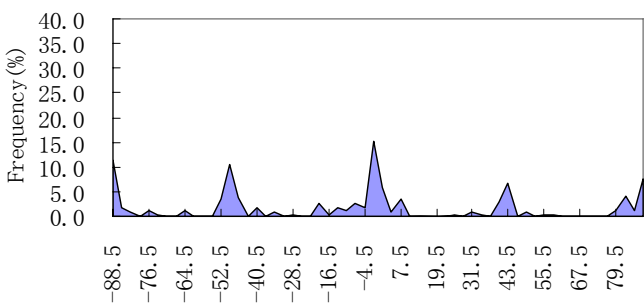
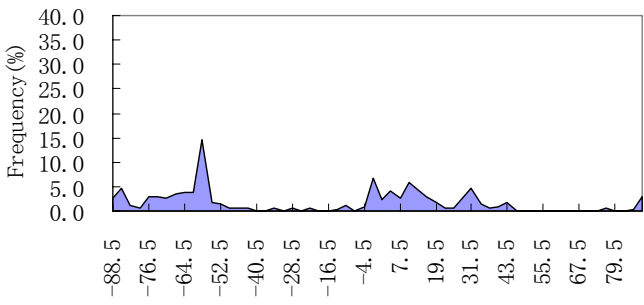
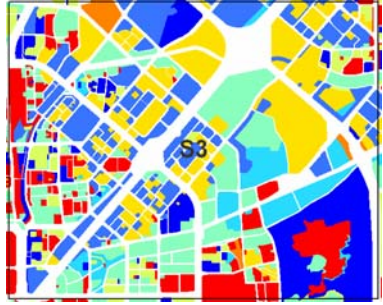
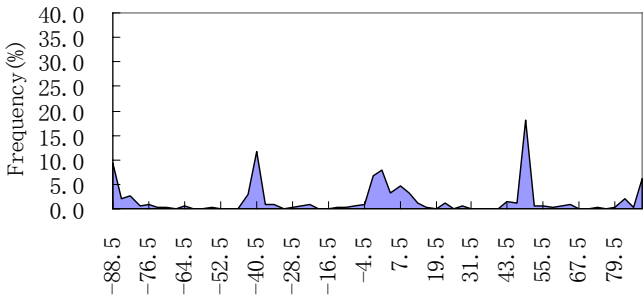
根据地块方向的计算结果（图 5），可以看出该指标在整个研究范围内具有明显的空间分异现象。因此，不仅要评价整体区域的地块方向分布特征，还要评价局部子区域的地块方向的分布特征及其间的差别。局部的空间形态按道路网的形态可分为自然、斜向、规则和混合的城市形态等四种，每种选取至少一种典型区域进行分析（分布如图 5），其中自然城市形态（N1、N2），主要为西山地区，用地类型为林地或城市绿地，地块形状较不规则（紧凑度指标较小）；斜向城市形态（S1、S2、S3、S4）的特点是都有放射状的城市快速路或高速公路穿过，两侧的地块的走向与高速公路走向相关性较大，如望京地区、方庄地区和八达岭高速两侧地区（前门地区的斜向胡同也属于这种特征，为历史原因造成），这些区域的放射状城市形态是现代城市规划的产物，旧城较少，而根据城市规划新建的外围地区较为普遍；规则城市形态（V1、V2）一般延续了北京城市原有的格网状肌理，方向多为东-西或南-北走向，地块方向的差异较小；混合城市形态（M1）主要为烟袋斜街和前门斜向胡同等地区，这种城市形态的特征是斜向和规则的城市形态并存，地块方向的差异较大。

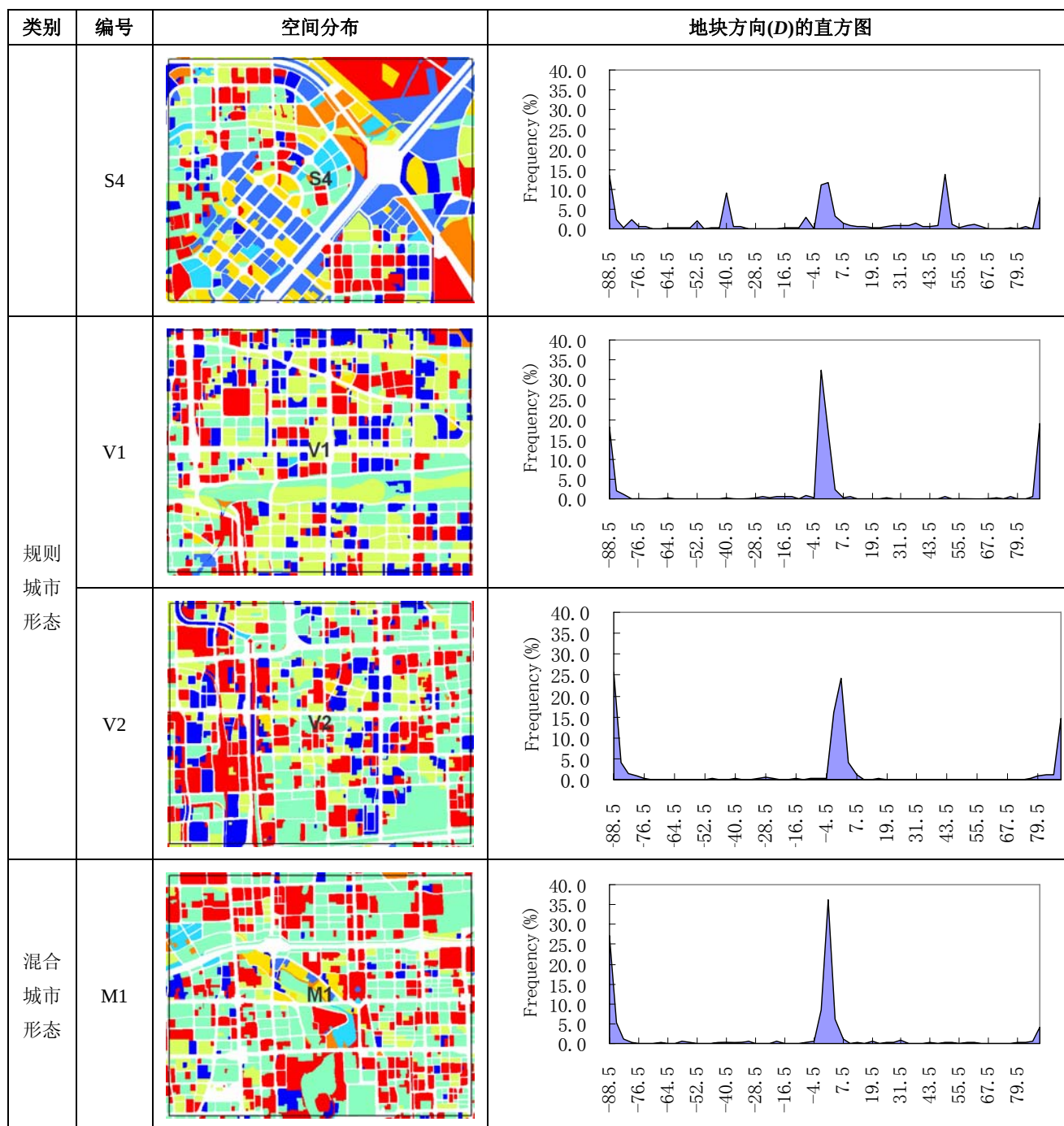
全部地块和各个子区域的地块方向的空间分布及其直方图（Histogram）如表 3 所示，可以看出每一类城市形态的地块方向的直方图有很大不同，并与整体的分布有差异，不同道路网类型的地块方向指标存在显著差异。以每一类城市形态区域内的地块数据作为独立样本，假设这 4 类独立样本没有显著差异（ H_0 ），对其进行 Kruskal-Wallis H 检验，近似显著性概率为 0.000，小于 0.05，故拒绝原假设，认为不同城市形态在地块方向上的差异具有统计学意义，即不同类型城市形态的地块方向指标在统计分布上存在显著差异。因此地块方向可以用于评价道路网不同的城市形态，即道路网形态与地块方向有很大的相关，建立地块指标具有显著意义。另外，通过局部的地块方向分布与整体的地块方向分布的对比，还可以评价局部与整体的形态的相似性，如果相似性较大，则可以认为从局部可以感受到整体，或者说该区域更有典型意义。

另外，平均值和方差在一定程度上可用于表达地块方向的多样性，其可以作为道路网城市形态多样性的一个组成部分，在一个范围内地块方向的多样性越大，这个地区的城市形态则越丰富。

表 3 典型地区城市形态分析表

类别	编号	空间分布	地块方向(D)的直方图
整个研究范围			

类别	编号	空间分布	地块方向(D)的直方图
自然城市形态	N1		
	N2		
斜向城市形态	S1		
	S2		
	S3		



注：地图中的地块颜色对应图 5 的色彩分级。

5 地块方向的时间分异

5.1 历史形态的地块方向计算

为了进行规划城市形态和历史城市形态对地块方向的影响分析，根据北京的历史地图，对北京城区的历史城市形态进行初步识别和分析，并对其地块的方向进行计算²。本文选取

² 通过地籍图与规划图的地块方向对比，则可以识别规划方案对原有城市机理的继承程度，篇幅有限，本文不对此进行深入介绍。

1947 年（民国 36 年）的北京地图用于与上文提到的规划城市形态的方向对比，如图 6 所示（二者的空间范围并不完全吻合）。但是在历史城市形态中并无法取到地块数据，近似地取路网分割的土地为地块，原有的东西和南北方向的方格路网结构不明显，而呈三角形网状结构，城镇或村庄的朝向则为东西和南北走向。这一时期部分放射线已经有初步轮廓，但放射线周边的支路并没有因为迁就放射线而改变原有的网格状或三角形网状的方向。居民点的走向也没有迁就道路的方向，主要因为居民点的规模比较小，道路的走向一般也选择两个居民点之间的直线距离。

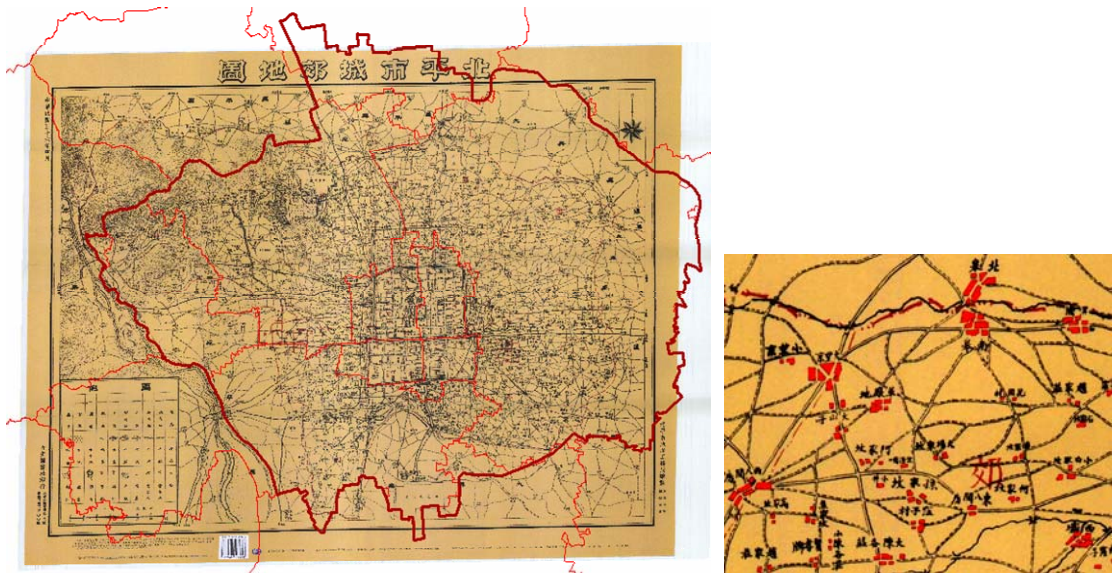


图 6 1947 年北平市城郊地图及其局部（粗红实线为中心城范围，细红实线为区县行政边界，资料来源：北平市政府工程局, 2007）

基于上面的历史地形图，对其进行数字化处理，鉴于当时的城市建设空间较小，更多的为农田，因此假设以道路网围合而成的土地作为地块（这种情形下大多数地块为非建设用地），地块方向的计算结果见图 7，地块形状相对规划地块更为不规则，除目前的旧城范围的地块多为近东西向或近南北向外，外围地区的其他地块并没有完全主导的方向。

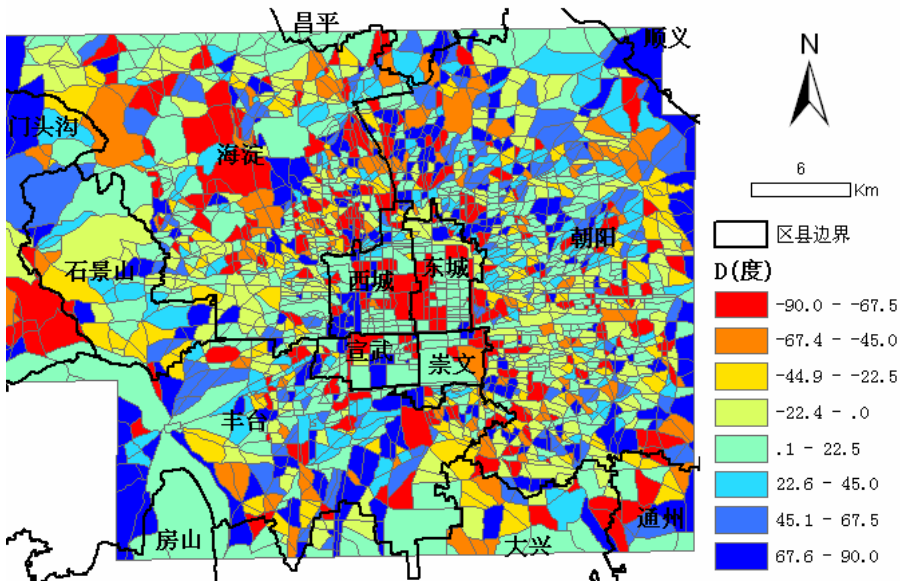


图 7 1947 年历史形态的地块方向计算结果图

5.2 规划形态与历史形态的地块方向对比

如“2 概念及计算方法”部分所述，为了对历史的城市形态（1947 年）和规划的城市形态（2020 年）的地块方向进行对比，因为二者的地块分布不一致，用于计算地块方向的矢量数据格式并不适用，因此将地块图层转换为栅格图层。鉴于历史城市形态和规划城市形态的空间范围并不一致，因此选择两者的交集作为城市形态对比分析的范围（图 8 中的非白色区域，总面积为 976.2 km²）。根据公式（2）得到规划形态和历史形态的地块方向对比结果，其空间分布如图 8 所示，方向变化的平均值为 38.20 度，标准差为 30.16 度，相应的直方图如图 9 所示，总体上角度差值位于 0 或 90 度附近的地块数量较多。

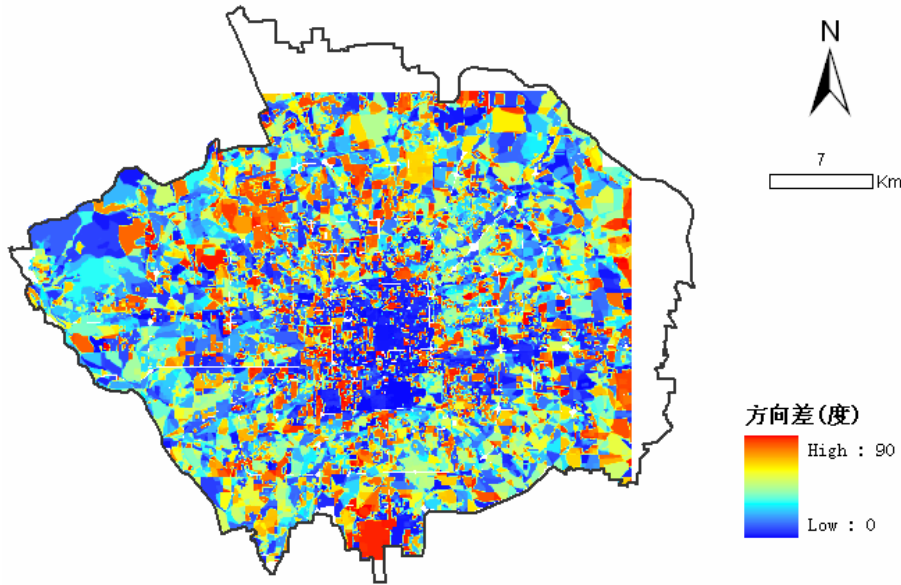


图 8 城市形态对比结果图

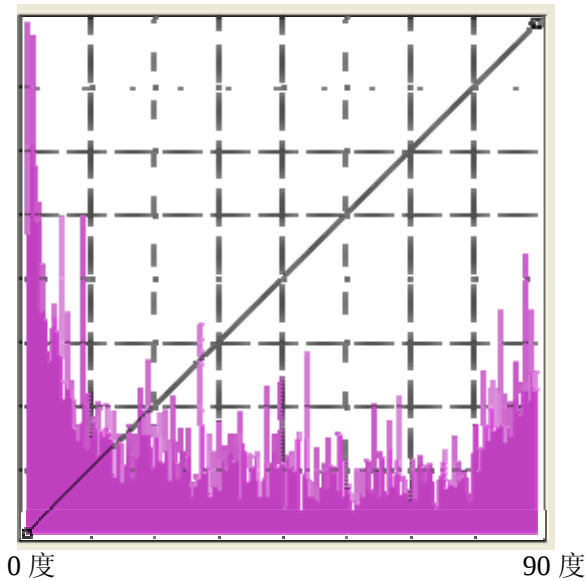


图 9 城市形态对比结果直方图

考虑到北京的地块较为规则，多为东西或南北向的实际情况，将方向差位于 30 和 60 度

之间定义为地块方向发生了变化,认为这一部分地块的原有和规划的道路网城市形态不一致(即被扭转)。根据这个定义,方向发生扭转的地块分布如图 10 所示,总面积为 185.6 km²(占分析范围的 19.0%)。从地块方向的对比结果可以看出,发生方向扭转的区域主要有三类:历史遗留地区、生态用地地区,以及近年来新建的放射状快速路两侧。

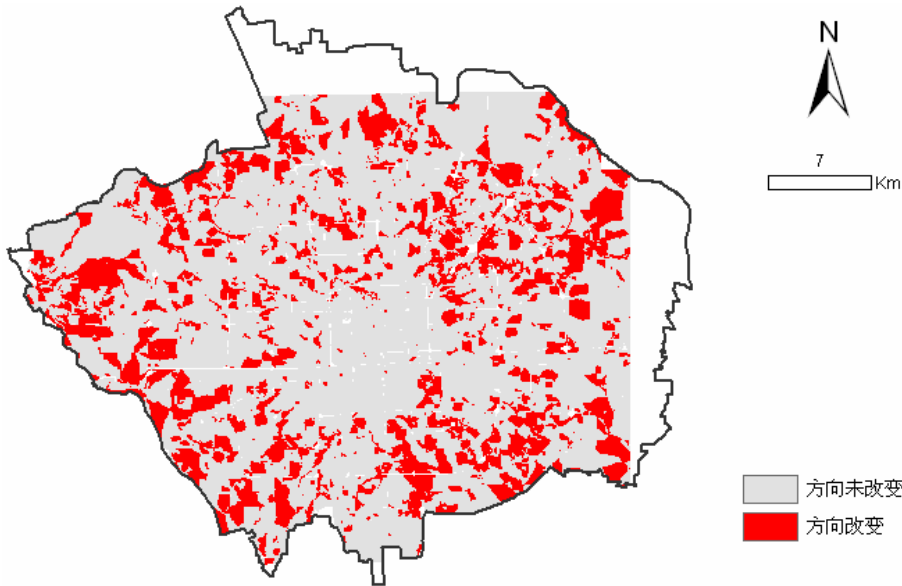


图 10 方向被扭转的地块分布图

针对地块方向被扭转这种情况,需要说明的是,在规划方案制定中,针对斜向的高速公路或主干路两侧的次干路、支路的走向,交通规划师一般坚持与其垂直相交的形式,因为这样符合现有的相关设计规范。这一过程失之于灵活性,为交通规划师所诟病的三角地的情况,也可以通过修改设计方案得以灵活处理,如可划定部分梯形地块来解决斜交问题,这在现有的城市旧区比较常见,但在新区却极为鲜见。

6 结论与讨论

本文通过对地块方向的指标定义,并应用于北京市的地块方向时空动态分析,得到如下结论:(1)从道路网的特征,北京城区的空间形态可划分为规则、斜方向、混合和自然四类;(2)地块方向与地块的周长、面积和紧凑度等指标相关性较小;(3)地块方向存在空间分异,局部地块方向分布规律与整体也不同,地块方向的不同分布可以用于分析一个地区不同道路网城市形态对地块的影响;(4)地块方向可用于评价规划方案对原有城市形态的继承程度,识别规划方案中扭转了原有城市形态方向的地块的分布,将来有可能从市政设施建设等角度用于规划方案的定量评估。

地块方向作为描述城市形态的一个新指标,在分析城市形态,尤其是在道路网城市形态对地块的影响分析上有显著作用。城市规划在考虑地块面积、紧凑度等指标的同时,如果考虑地块方向这一指标,可以评价地块接受规划道路网的影响的程度,这一研究有望是从地块几何特征的角度分析和评价规划的影响。但是,本文虽提出了地块方向的概念、计算方法并进行了实证分析,但是在理论上缺乏相应的论证,今后还需要从数据挖掘等角度分析地块方向的理论特征,使得这一指标可以推广应用。

致谢：北京大学城市和区域规划系李昊同学协助对历史形态数据进行了预处理，中国一航613研究所的龙尤同学协助进行了地块方向分布的非参数检验，在此一并表示感谢。

参考文献

- [1] Asami, Y., Kubat, A.S., and Istek, C. 2001. Characterization of the street networks in the traditional Turkish urban form [J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 28(5), 777-795.
- [2] Hillier, B. and Hanson. 1984. *The Social Logic of Space* [M]. Cambridge: Cambridge University Press.
- [3] Hillier, B. 1996. *Space is the machine* [M]. Cambridge: Cambridge University Press.
- [4] [Http://support.esri.com/index.cfm?fa=downloads.dataModels.filteredGateway&dmid=11](http://support.esri.com/index.cfm?fa=downloads.dataModels.filteredGateway&dmid=11) (accessed on 2009-5-15)
- [5] Jiang, B., and Claramunt, C. 2002. Integration of space syntax into GIS: new perspectives for urban morphology [J]. *Transactions in GIS*, Blackwell Publishers, 6(3), 295-309.
- [6] Maniruzzaman, K.M., Asami, Y., and Okabe, A. 1994. Land use and the geometry of parcels in Setagaya Ward, Tokyo [J]. *Theory and Application of GIS*, 2(1), 83-90.
- [7] Okabe, A., and Yamada, I. 2001. The K-function method on a network and its computational implementation [J]. *Geographical Analysis*, Vol.33, No.3, 271-290.
- [8] Okabe, A., and Satoh, T. 2006a. Uniform network transformation for points pattern analysis on a non-uniform network [J]. *Journal of Geographical Systems*, Vol. 8, 25-37.
- [9] Okabe, A., Okunuki, K., and Shiode, S. 2006b. The SANET Toolbox: New Methods for Network Spatial Analysis [J]. *Transactions in GIS*, 10(4), 535-550.
- [10] Xie, Y., and Ye, X. 2007. Comparative tempo-spatial pattern analysis: CTSPA [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 21(1), 49-69.
- [11] 北平市政府工程局. 2007. 北平市城郊地图 [M]. 北京: 中国地图出版社.
- [12] 丁健, 江南, 芮挺. 2005. 基于边方向角长度表示的多边形方向凹凸性及点包含算法 [J]. *计算机辅助设计与图形学学报*, 17(6), 1233-1239.
- [13] 刘晓平, 吴磊. 2005. 简单多边形方向及顶点凹凸性的快速判定 [J]. *工程图学学报*, 4, 124-129.

作者简介:

龙 瀛 (1980~): 男 (汉), 清华大学建筑学院博士研究生, 北京市城市规划设计研究院工程师, 主要研究方向为规划支持系统、城市系统微观模拟。

毛其智 (1952~): 男 (汉), 教授, 博士生导师, 清华大学建筑学院副院长, 清华大学人居环境研究中心副主任。主要研究方向包括城市与区域规划、城市设计与城市保护、基础设施规划、新技术在城乡规划中的应用。

稿件标题：地块方向：概念、计算方法及表征城市形态

作者姓名：龙 瀛

性别：男

出生年月：1980 年 5 月

最高学历：硕士

工作单位：北京市城市规划设计研究院

通讯地址：北京市西城区南礼士路 60 号北京市城市规划设计研究院 2005 房间，
100045

职称：工程师

联系电话：13661386623，010-88073660

传真：010-68031173

电子信箱：longying1980@gmail.com

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文是本人独立进行研究工作所取得的研究成果。除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本论文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

龙 瀛

2009-5-18