

紧凑城市的路网结构指标研究

——路网密度与道路面积率的关系与取值

吴天帅，沈一华

摘要：小街区密路网是中央城市工作会议提出的城市发展方向，然而由于道路的缩窄有其下限，路网的加密会难以避免地导致城市建设用地中道路占比的提高，而过高的道路面积占比又与紧凑城市的目标相违背。同时，在目前很多城市路网骨架已完成的情况下，小街区密路网的实施高度依赖城市更新等模式以及相应的市场主体，过高的道路面积占比带来的开发经济性问题也反过来制约了密路网的实施。因此在路网密度和道路面积占比两个指标之间如何平衡成为关键问题。

针对该问题，本研究首先基于理想方格网路网建立了关于街网密度、街道间距、街坊面积和道路面积占比相互关系的理论模型；随后以此为研究工具，本文从现行规范和相关案例研究两个角度探究不同理论和实践对于这组平衡的取舍，并基于此提出关于路网密度和道路面积率取值的建议。

关键词：路网结构，路网密度，地块面积，道路面积率

1 前言

街道网络是城市结构的骨架，为实现紧凑城市的目标，应当在城市整体规划层面控制街网密度和道路间距。无论是学术研究还是最新的城市政策都提出小街区密路网是发展的方向，然而不可否认的是，路网的加密会导致城市建设用地中道路占比的提高，这与紧凑城市的目标相矛盾。密路网的提倡者通常会指出，路网加密后道路宽度可以缩窄。但实际上，道路的可缩窄程度是非常有限的，即使机动车道采用最少的数量和车道宽度，人行道、非机动车道也有一个最小的宽度，难以缩窄，而保障人行和非机动车的路权又是新时期道路规划的必然要求。这就导致了高路网密度和低道路占比不可兼得。那么如何平衡这两个指标，以达到最优的路网结构，是本文研究的目的。

为回答合理的路网结构指标的取值是多少，本研究首先建立了关于街网密度、街道间距和街坊面积相互关系的理论模型，以此为研究工具，从现行规范、部分新城现状、相关实践案例等角度展开合理路网密度的研究。

2 街道间距、密度和街坊尺度关系的理论推演

街道间距、密度和街坊尺度是相互关联的三个指标。在理想方格网型道路网条件下，由简单数学推算可知，路网密度（D）是街道中心线间距（x）倒数的两倍：

$$D = 0.5 * 4x \text{ (道路长度)} / x^2 \text{ (统计面积)} = 2/x$$

（一个正方形街区有四条边，故有 4x；而同一条道路是被两个相邻的街区所共享，故统计单个街区的路网密度时，道路的长度应乘以 0.5 的系数；街区的面积为边长的平方，即 x^2 ）

而关于道路面积比例，由长方形的面积公式易推导得出以下两个等式：

$$\text{道路面积比例} = \text{路网密度 (km/km}^2\text{)} * \text{道路平均宽度 (m)} / 1000$$

$$\text{道路平均宽度} = \text{快速路宽度} * \text{快速路长度占比} + \text{主干路平均宽度} * \text{主干路长度占比} + \text{次干路平均宽度} * \text{次干路长度占比} + \text{支路平均宽度} * \text{支路长度占比}$$

为了定量化描述这三个指标的相关性，对长、宽均为 1 公里的地块进行 4、9、16、25、36、49、64、81、100、121、144 等分，以研究标准化方格网结构下，相关指标的变化规律。随后按照快速路 60m、主干路 45m、次干路 35m，支路 25m 的红线平均宽度计算道路面积比例，得到下表和下图。

表 1 方格网状态下街道间距与街坊面积、街网密度的关系推演

街坊数 (个)	间距 (m)	地块面积 (ha)	密度 (km/km ²)	面积比例 (%)
4	500.0	25.0	4	9
9	333.3	11.1	6	13.4
16	250.0	6.3	8	17.8
25	200.0	4.0	10	22.2
36	166.7	2.8	12	26.6
49	142.9	2.0	14	31
64	125.0	1.6	16	35.4
81	111.1	1.2	18	39.8
100	100.0	1.0	20	44.2
121	90.9	0.8	22	48.6
144	83.3	0.7	24	53

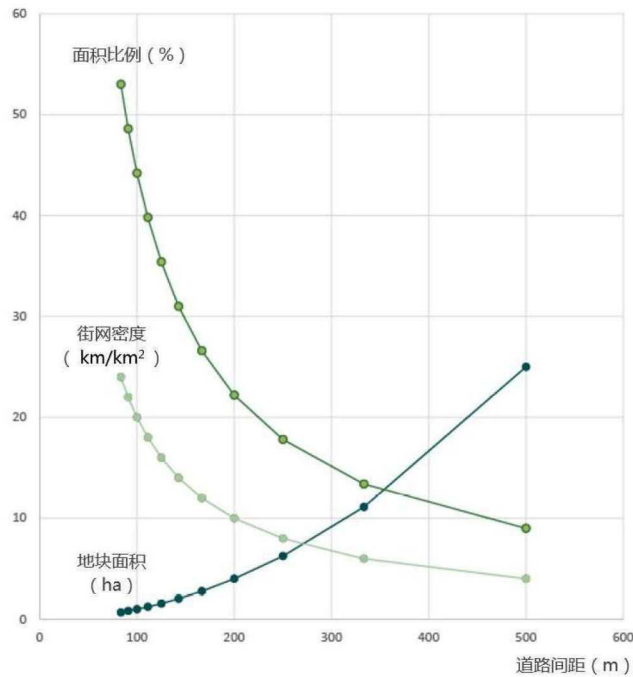


图 1 方格网状态下街道间距与街坊面积、街网密度的关系图

从该模型可以看到，街坊面积与街道间距呈正相关关系，道路面积比例和街网密度与街道间距呈反比。随着街道间距的缩小，地块面积的变化基本是线性的，而面积比例和街网密度的变化是指数型的。

因此，追求小街区可能会导致道路面积占比的快速提升，甚至达到 30%以上。而在城市开发中过高的道路面积占比，意味着非交通功能的可开发用地的减少，这对于城市建设的经济性是一个挑战。特别是在很多城市的路网结构已经成型的条件下，路网密度的加密必然要依赖城市更新等市场行为，而这些市场行为对建设的经济性非常敏感。如何能在加密路网的过程中保障一定的开发用地比例，将影响这些项目能否落地实施。

如何平衡道路占比和路网密度这两个指标非常重要，否则密路网的规定难以落实。接下来一节本研究将从不同的规范性文件对这一组指标的建议，探究这对指标的平衡之道。

3 相关规范中的路网结构指标

现行国标《GB50220-95 城市道路交通规划设计规范》中规定大城市道路密度应在 5.3~7.1km/km²，中等城市在 5.2~6.6km/km²，小城市在 6~14km/km²。^[1]

《GB50220-95 城市道路交通规划设计规范》

7.1.6 城市道路中各类道路的规划指标应符合表的规定

		快速路	主干路	次干路	支路	合计
大城市	路网密度 (km/km ²)	0.3~0.5	0.8~1.2	1.2~1.4	3~4	5.3~7.1
	道路间距 (m)	4000~ 6000	1666~ 2500	1333~ 1666	500~666	281~377
中等城市	路网密度 (km/km ²)	-	1~1.2	1.2~1.4	3~4	5.2~6.6
	道路间距 (m)		1600~ 2000	1400~ 1700	500~700	281~392
小城市	路网密度 (km/km ²)	-	3~6		3~8	6~14
	道路间距 (m)		300~700		250~700	333~142

(大中小城市定义与《城市规划法》相同，以市区和近郊区非农业人口定义：大城市 50 万人以上，中等城市 20~50 万人，小城市小于 20 万人)

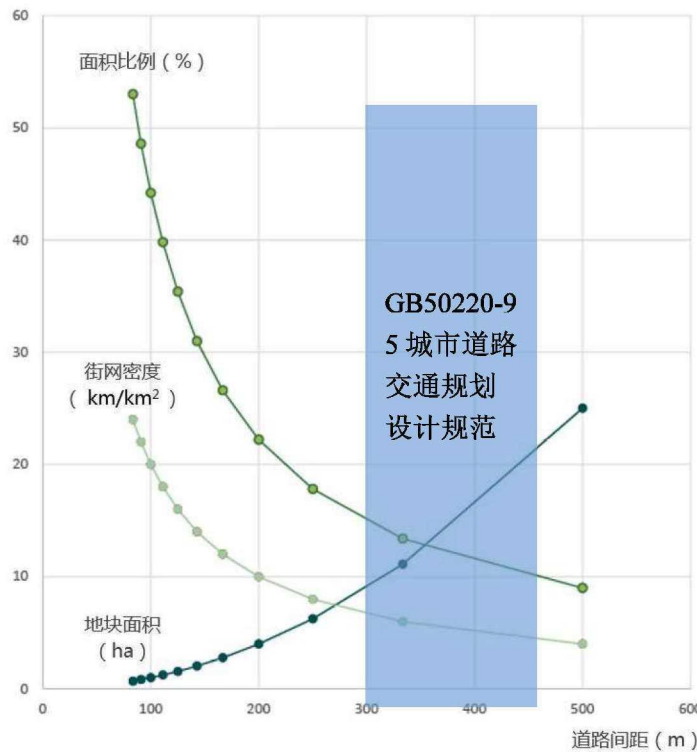


图 2 道路交通规范对街网密度的要求[1]

《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见 2016. 2. 26》提出路网密度应达到 8km/km²，道路面积率应达到 15%。但按照本研究中的模型，路网密度达到 8 时，道路面积占比往往将接近 18%。^[2]

《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见 2016. 2. 26》

(十六) 优化街区路网结构。加强街区的规划和建设，分梯级明确新建街区面积，推动发展开放便捷、尺度适宜、配套完善、邻里和谐的生活街区。新建住宅要推广街区制，原则上不再建设封闭住宅小区。已建成的住宅小区和单位大院要逐步打开，实现内部道路公共化，解决交通路网布局问题，促进土地节约利用。树立“窄马路、密路网”的城市道路布局理念，建设快速路、主次干路和支路级配合合理的道路网系统。打通各类“断头路”，形成完整路网，提高道路通达性。科学、规范设置道路交通安全设施和交通管理设施，提高道路安全性。到 2020 年，城市建成区平均路网密度提高到 8 公里 / 平方公里，道路面积率达到 15%。积极采用单行道路方式组织交通。加强自行车道和步行道系统建设，倡导绿色出行。合理配置停车设施，鼓励社会参与，放宽市场准入，逐步缓解停车难问题。

(换算道路间距为 250m)

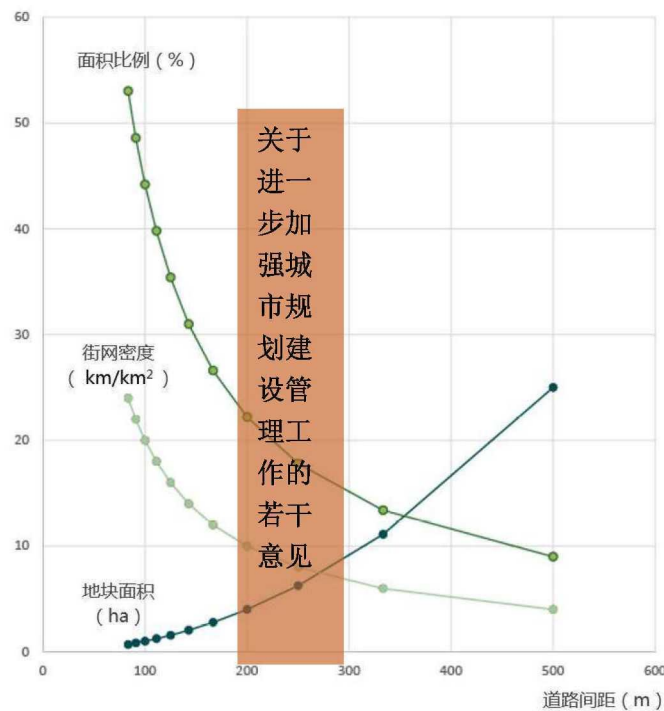


图 3 中央城市工作会议对街网密度的要求[2]

2019 年 3 月实行的《城市综合交通体系规划标准 GB/T51328-2018》，开创性地对不同功能区类型，提出路网密度的要求，并且从街区尺度、路网密度两个角度作出要求。根据本研究建立的模型，该标准的路网密度和街区尺度要求具有一致性。^[3]

《城市综合交通体系规划标准 GB/T51328-2018》

12.3.3 不同城市功能地区的集散道路与地方道路密度(包括承担城市交通功能的非公有支路),应结合用地功能和开发强度综合确定,满足开放便捷、各具特色的街区建设要求。街区尺度宜符合表 12.3.3 的规定:

表 12.3.3 不同用地功能区的街区尺度推荐值

城市功能地区		街区尺度 (m)		路网密度 (km/km ²)
		长	宽	
居住功能区		200-300	100-300	7-15
商业区与就业集中的中心区		100-200	100-200	10-20
工业区		200-600	150-400	4-12
物流园区	物流街区	200-600	150-400	4-12
	服务街区	200-400	100-200	7-15

注 1:石油加工、精品钢、化工等单位占地较大的工业街区根据实际用地需求确定街区尺度。 2:历史城区街区尺度按照历史文化保护规划相关要求控制。

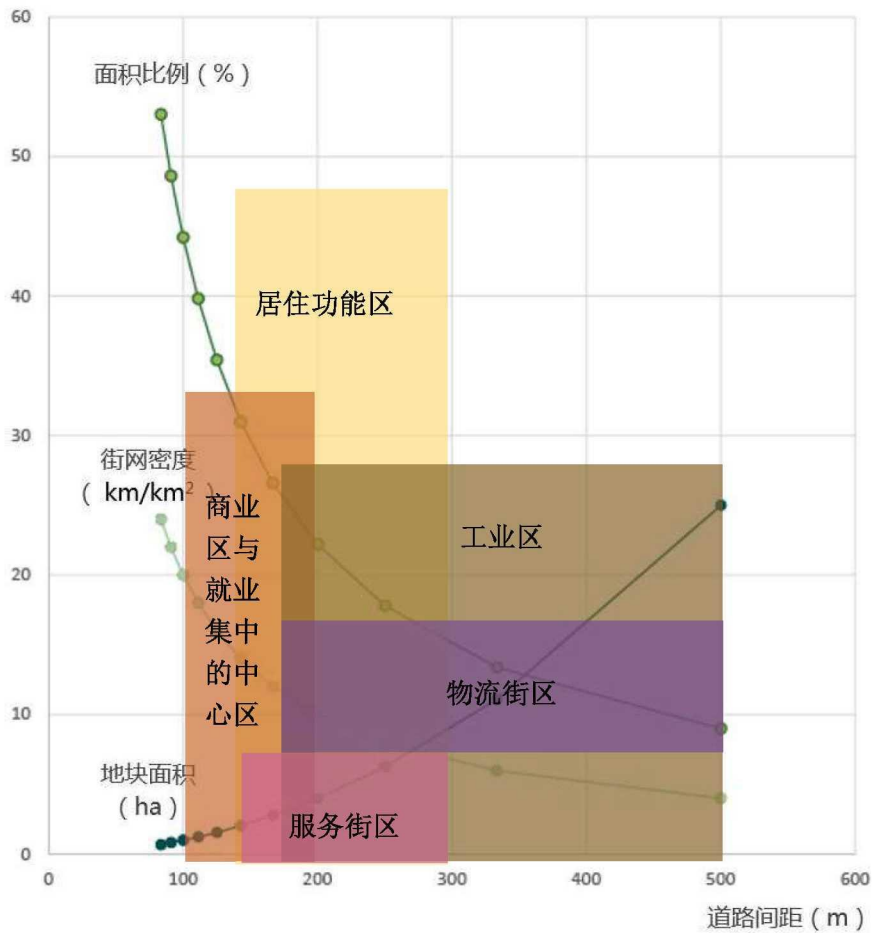


图 4 城市综合交通体系规划标准对街网密度的要求[3]

《城市用地分类与规划建设用地标准 GB50137-2011》对各类用地在城市建设用地中的占比提出了要求。其中道路与交通设施占比为 10-25%。参照本研究的模型，可知对应的路网密度约为 5-11 km/km²，道路间距约为 180-460 米。实际上道路与交通设施中不全是道路用地，因此按此规范规划的城市，道路间距应更大。^[4]

《城市用地分类与规划建设用地标准 GB50137-2011》

4.4 规划城市建设用地结构

4.4.1 居住用地、公共管理与公共服务用地、工业用地、交通设施用地和绿地五大类主要用地规划占城市建设用地的比例宜符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 规划建设用地结构

类别名称	占城市建设用地的比例 (%)
居住用地	25.0 ~ 40.0
公共管理与公共服务设施用地	5.0 ~ 8.0
工业用地	15.0 ~ 30.0
道路与交通设施用地	10.0 ~ 25.0
绿地与广场用地	10.0 ~ 15.0

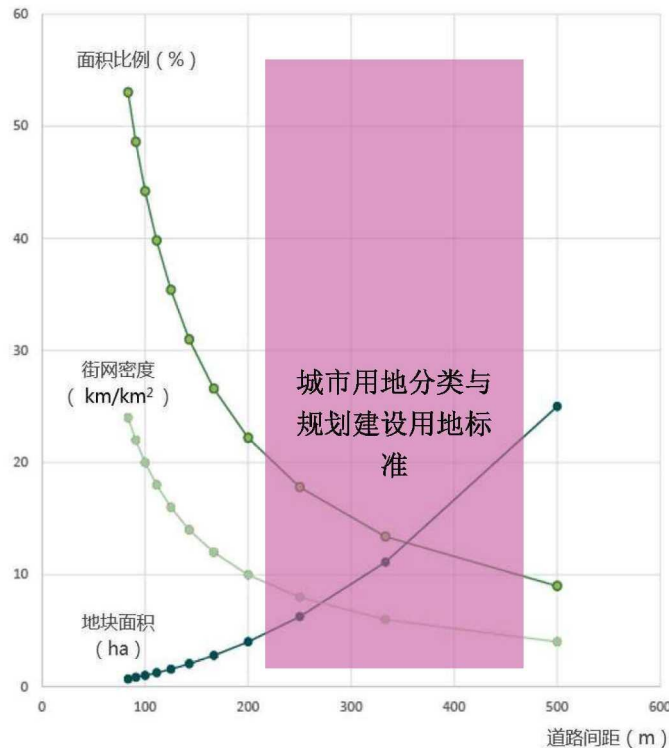


图 5 城市用地分类与规划建设用地标准对街网密度的要求^[4]

小结

从以上研究可以看到，不同时期、不同的规范文件对于路网结构的指标各有侧重。较新的规范文件中提倡的小街区、密路网的形式，与道路用地占比等关于用地的规范有未能自洽的成分。

表 2 典型文件和案例中的道路面积比例

	路网密度 (km/km ²)	道路面积率 (%)
中央城市工作会议建议	8	15
城市道路交通规划设计 规范 GB50220-95	5.3~7.1	8~20
城市用地分类与规划建 设用地标准 GB50137-2011		10~25
城市综合交通体系规划 标准	4.2~7.6	/
深圳市城市规划标准与 准则 ^[5]	10.5~16 (不计快速路和高速公路 为 9.8~15)	20~25

4 国内外案例中的路网结构指标

本研究参照已有研究中的案例，重点分析这些城市中心区、新城、居住区以及工业区等典型区域的道路网密度对应的道路面积率的关系，为合理的指标取值提供支撑。

4.1 城市核心区

赵新的研究选择亚洲城市大阪、东京和香港，以及南美城市布宜诺斯艾利斯、阿拉伯城市迪拜、美国曼哈顿等城市的中心区进行路网指标分析，发现马车时代形成的核心区中街道密度在 15~22km/km²，机动车时代核心区，街道密度一般在 9~14km/km²。^[6]

根据本研究中的模型，城市核心区相应的道路面积率将在 20~30%之间。

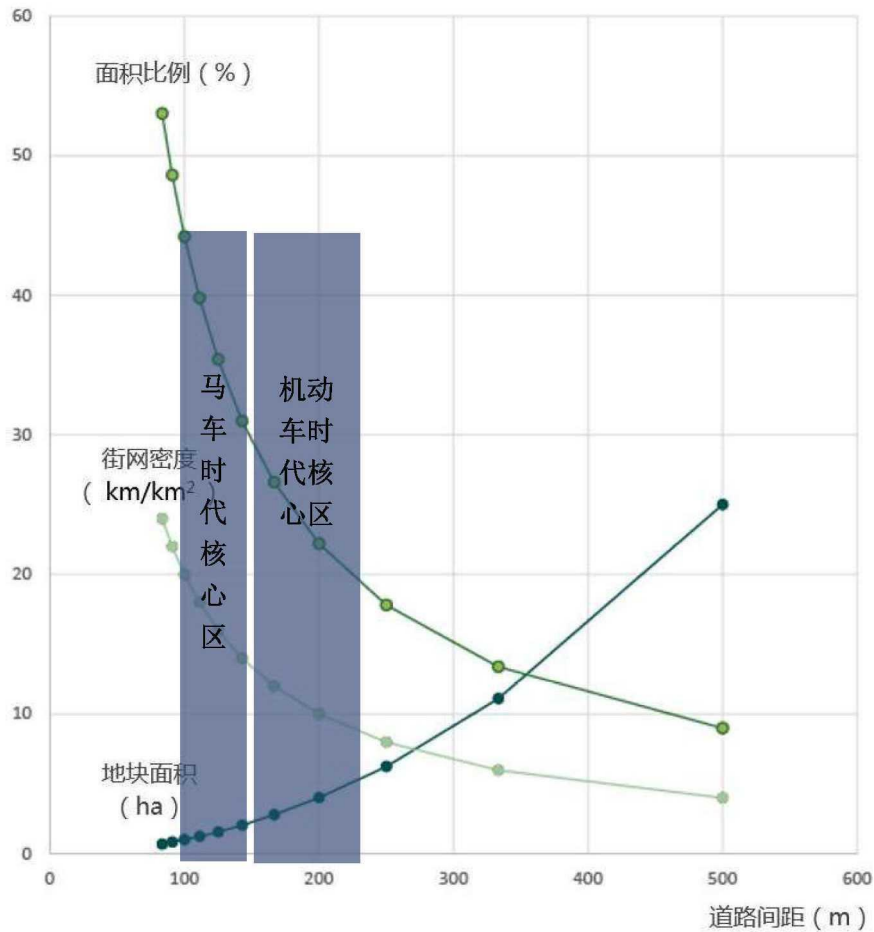


图6 对标核心区的路网密度

该研究发现国外的路网密度和道路面积率普遍较高，而道路宽度相对我国城市较窄。尤其是由马车时代发展而来的城市中心路网密度基本在 $15\text{km}/\text{km}^2$ 以上，道路面积率均大于20%。这也与本研究得出的结论相吻合。

4.2 新城和居住区

在新城和居住区方面，赵新选择新加坡居住区、迪拜填海新区、东京填海新区、东京市居住区等典型区域做了研究^[6]。该研究发现国外新城、居住区的路网密度要比其中心区低，路网密度多在 $6\sim 10\text{km}/\text{km}^2$ 之间。在本模型对应的道路面积率在12~18%左右。

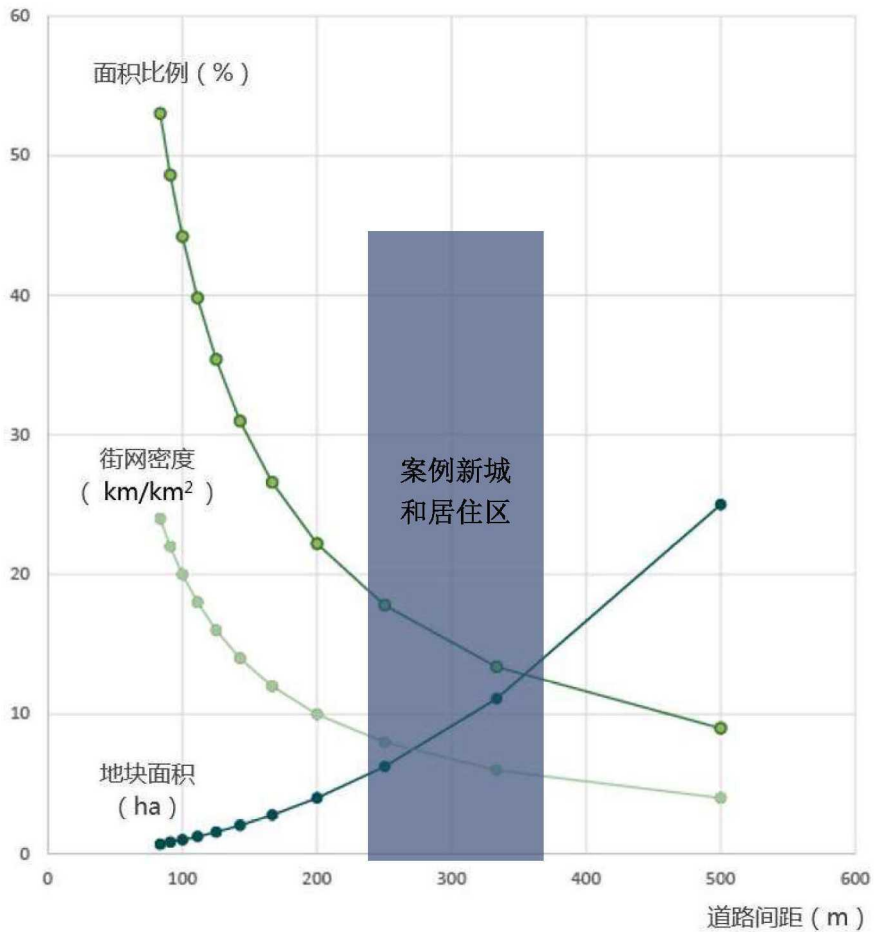


图7 对标新城居住区的路网密度

4.3 工业区

赵新选择沿海城市大阪、悉尼和墨尔本的典型工业区。城市工业区路网间距相对比较大，这主要与工业区产业性质和规模紧密联系，例如大阪以发展临港工业为主，工业区支路间距一般都大于300m，路网密度高达7.2 km/km²。墨尔本和悉尼主要发展城市工业园区为主，支路路网间距为300~400m之间^[6]。在本模型中对应的道路面积率约为11~16%。

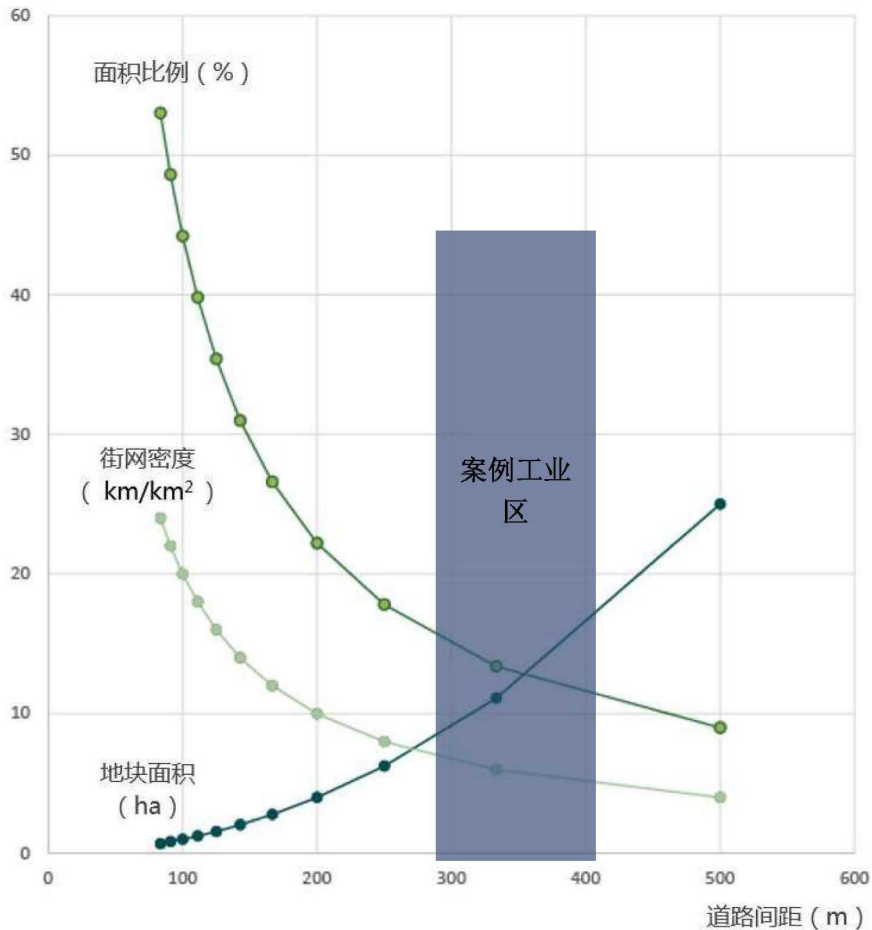


图8 对标产业区的路网密度

5 总结和讨论

街网尺度的变化涉及居住区规划模式、商业模式等一系列的变化，从以往的建设模式过渡到紧凑城市模型必然是一个过程，也将伴随着相应设计模式的逐步转变和优化。因此追求路网高密度的同时应保留一定的指标弹性，避免造成用地开发、实施的困难。参照对标案例、相关规范，本研究给出总体7~9km/km²的路网密度值，其中产业片区应在5~8km/km²，居住片区应在7~10km/km²，商业和核心片区应在9~14km/km²。相应的间距、道路面积比和街坊面积如下：

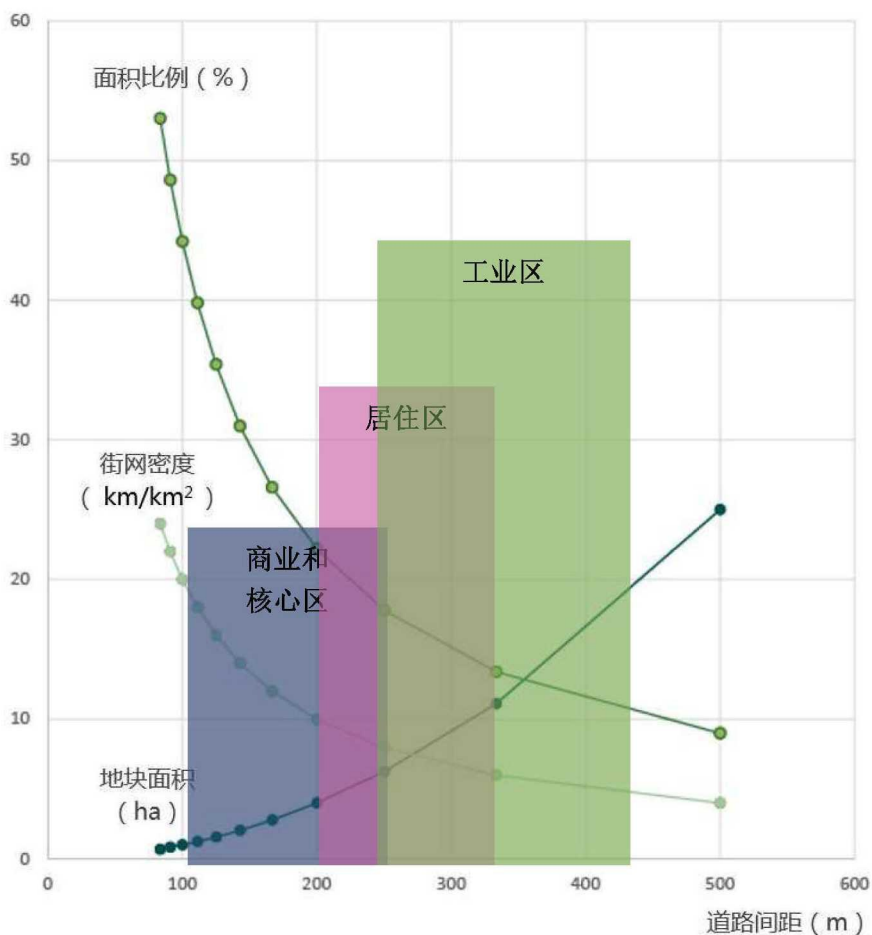


图9 对不同类型区域路网密度和道路面积占比的建议

此外本研究发现,不同时期、不同的规范文件对于路网结构的指标各有侧重。较新的规范文件中提倡的小街区、密路网的形式,与道路用地占比等关于用地的规范仍存在未能自治的成分。在规划中,高路网密度和有限的道路面积是一对矛盾,是否应当提高道路面积占比,从而实现高路网密度,仍是一个有待讨论的技术和价值观问题。

参考文献

- [1] [S] 《城市道路交通规划设计规范》GB50220-95
- [2] 《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》[EB/OL].
http://www.mohurd.gov.cn/zxydt/201602/t20160222_226700.html, 2019-04-06
- [3] [S] 《城市综合交通体系规划标准》GB/T51328-2018
- [4] [S] 《城市用地分类与规划建设用地标准》GB50137-2011
- [5] [S] 《深圳市城市规划标准与准则》
- [6] 赵新. 城市路网密度规划控制标准研究[J]. 福建建筑, 2015(9):86-90.

作者简介

吴天帅,城市规划师,中国城市规划设计研究院深圳分院

沈一华,城市规划师,深圳市蕾奥规划设计咨询股份有限公司