

北京大学-林肯研究院城市发展与土地政策研究中心  
2016-2017 年度研究基金  
结题报告

项目名称：我国大城市静态交通设施的供给特征及其机制

项目负责人：刘倩 电话：18676733615

邮箱：liuqian-chair@126.com

依托单位：深圳大学

提交日期：2017年7月31日

# 1. 绪论

长期以来, 无论城市规划、交通规划, 还是交通工程与管理领域都侧重“动态交通”的研究, 对“静态交通”的关注却相对较少。近年来, 随着小汽车保有量的攀升, “停车难”正成为除交通拥堵外, 另一个困扰我国大中城市发展的难题。依据各城市的官方统计数据, 截至 2015 年, 北京全市机动车保有量 554.9 万辆<sup>1</sup>, 而全市备案停车位仅有 180.6 万个(市交通委运输管理局数据), 停车位缺口 374.3 万个, 车位配比高达 1: 0.3; 深圳、上海、广州、南京等城市的停车位缺口均超过 150 万个, 车位配比在 1: 0.5 左右, 低于相关文献建议的机动车保有量与基本车位比值 1: 1 的标准。目前, 我国大多数城市通过“提高新开发项目的最低停车位配建标准, 增建公共停车场和路边停车位”的方式, 试图缓解日益严重的停车供需矛盾(钱林波等, 2008; 尚炜等, 2014)。这一简单的政策手段, 在很大程度上忽视了市场化条件下静态交通设施供给所特有的经济复杂性, 更忽视了其供给和布局可能带来的对城市环境、经济和社会公平所带来的长期和潜在影响。此外, 我国大城市独特的空间环境特征, 以及由此形成的交通使用行为和需求特征, 也是研究我国静态交通设施供需矛盾成因并探讨解决途径的过程中所必须考虑的。这些空间特征表现为:

- 土地资源紧缺和人口的高度集聚。我国主要大城市的平均人口密度在 5000-10000 人/平方公里, 远高于欧美城市。更重要的是, 高密度的人口集聚在一个相对大的城市空间尺度上(不仅是城市中心区, 城市边缘区和近郊区也往往呈现较高的人口密度和开发强度)。在这样的空间背景下, 城市交通面临更大挑战, 机动化发展模式和小汽车依赖也将产生更大的危害。土地资源紧缺和高密度的空间环境使得停车设施的充分供给在经济上不可行, 是停车供需矛盾产生的重要原因, 也因此使得面向可持续的停车政策革新变得更为重要和迫切。
- 城市空间格局的动态变化。城市空间格局一旦形成, 就会在相对长的时间内对交通对居民出行行为产生深刻影响。经过近三十年的空间扩张, 我国城镇化逐渐由“外延式”向“内涵式”发展转变, 持续的城市更新/改造为重塑可持续的空间形态提供了契机, 也迫切需要交通设施供给模式的转变以支持可持续交通理念/方法与城市规划/设计体系的融合。

---

<sup>1</sup> 2015 年北京市交通委运输管理局统计的数据。

鉴于此，本研究以深圳为案例，利用 1990-2014 年深圳市停车设施供给量的面板数据，并结合同一时间段内经济发展数据、土地利用数据等，深入分析城市静态交通设施供给和需求的在时间和空间上的协同演进关系，及其各自的演化特征和内在机制，从而为更合理和科学的需求预测提供实证参考。

## 2. 文献综述

### 2.1 国内外研究综述及发展趋势

#### 2.1.1 静态交通设施供需关系的动态变化

在过去相当长的时间，交通被认为是城市发展的衍生功能（derived demand），交通规划通常使用所谓的“四阶段模型”，依据土地开发强度预测可能产生的交通流量，进而规划建设相当规模的交通设施（即包括道路等动态交通设施，也包括停车等静态交通设施），并力图实现供需均衡（supply-demand equilibrium）。20 世纪 60 年代以后，以 Anthony Downs（1962, 1992）为代表的一批学者开始逐渐认识，从一个相对长的时间尺度上来看，交通设施的供需均衡很难实现。从这个意义上说，交通设施短缺并不一定是交通问题产生的根源，增加交通设施的供给也未必就是问题的解决途径。这是因为，交通设施的增长会刺激更多出行需求的产生，从而打破预期或短期内的供需均衡状态。最典型的例子，是高速公路增长与交通拥堵的关系。Anthony Downs 在 1962 年提出了一个“拥堵定律”，即高速公路的增建未必会减少拥堵，反而会刺激更多的机动化出行需求，使拥堵更为严重。Noland（2001）以美国为案例的一项实证研究也表明，大约 25% 的机动车出行里程是源于高速公路里程的增长。

上述动态交通设施供需关系的动态变化，同样适用于静态交通设施。大量学者的研究表明，停车设施的过量和充分供给，显著刺激了小汽车拥有和使用（Guo, 2013; Weinberger, 2012）。从管理实践上看，国际上对停车问题及停车供需关系的认识也逐渐从“需求导向”向“需求限制和管理”的更可持续的模式发展，呈现出以下三个阶段的转变特征。

第一阶段是传统需求导向型，即要求所有开发项目根据需求预测的结果提供充足的停车位，以避免短缺和外溢。该模式始于 1920 年代的美国，随后在世界范围内被广泛采用。这一模式将停车位认为是一种必须的社会公共物品而实施免费泊车或住宅与车

位捆绑销售 (bundling), 规划上则以高峰时段的最大需求为依据, 设定开发地块的最低车位标准 (minimum parking standard) (Shoup, 1997), 以确保停车需求得到充分满足。这一政策的长期实施, 导致北美多数城市车位供给由不足转而过剩, 造成大量土地浪费, 加剧了城市空间蔓延, 也是造成美国城市过度机动车依赖的诱因之一。

第二阶段是停车需求管理 (Parking management)。基于对免费和车位充分供给造成的种种问题的反思, 1960 年代开始欧洲及北美城市都逐步认识到停车管理的重要性, 开始将其作为限制机动车使用和缓解交通拥堵的措施之一。除了提高停车费率之外, 一些城市 (如西雅图、波特兰等) 规定建设项目应设定 “最大车位标准 (maximum parking standard)” 以取代传统的 “最低车位标准”, 以此限制机动车数量的增长和使用 (Weinberger et al., 2010); 也有一些城市 (如汉堡, 苏黎世<sup>2</sup>等) 冻结中心区车位总量 (Parking Freeze or parking supply caps), 禁止中心区新增车位, 以此减少或限制进入中心区的车流量 (ITDP, 2011)。

第三阶段是 “解除管制 (deregulation)” 与 “可持续导向停车管理” 的博弈与融合。自 1970 年代开始, 市场化改革开始深刻影响各类交通基础设施的开发建设 (Gomez-Ibanez & Meyer, 1993)。但有趣的是, 停车设施, 因其供给的分散性, 似乎成功逃脱了这轮市场化改革。在 Donald Shoup 等学者的长期努力和呼吁下, 利用市场机制解决城市停车问题的理念在 1990 年代之后才逐渐得到关注。Shoup (1999&2005) 等学者提出, 取消政府设定的最低停车位标准, “让价格做规划 (let prices do the planning)”。然而, 世界范围内, 停车市场化的推行并不顺利, 这主要源于对市场不确定性和市场失效的担忧 (Ferguson, 2004; Barter, 2010)。更多的学者和规划实践者认同, “管制本身并不是造成停车问题的根源, 解除管制也不是最好的解决问题的途径 (Guo, 2013)”。停车管理最优实践, 体现了市场机制与 “面向可持续的停车管理模式” 的融合。即政府加强对影响交通/城市可持续性的关键内容的管制, 以引导停车市场的发展, 实现更广泛的社会目标, 比如减排, 降低机动车依赖、促进社会公平等。在具体政策上, 主要表现为基于可持续目标和特定情境 (context-specified) 设定不同的供给标准。1980-1990 年代兴起的新城市主义, 精明增长, TOD 等理论将停车作为支持城市可持续发展的要素之一, 对不同区位、不同公交服务水平和机动车拥有水平的城市社区应如何管理停车和在多大程度上减少车位供给做出引导 (Metropolitan Transportation Commission 2007, EPA 2006)。如 Calthorpe 最早在为美国 Sacramento 郡制定的《TOD 导则》中就对 TOD 地区在停车场选址、数量、尺度 (规定单个停车场面

---

<sup>2</sup>德国汉堡在 1976 年将中心区最大车位控制在 30,000 个, 之后不再增建; 苏黎世将中心区车位冻结在 1996 年的水平。

积应小于 2.5 英亩，约合 1 公顷)、停车转乘公交 (P&R) 以及各类停车设施如何不影响行人使用公共空间等做出规定 (1990)。Willson (2005), Arrington 和 Cervero (2008) 等学者通过实证研究发现, “限制停车位供给数量, 实施区位差异的紧缩的停车政策”对公交都市和 TOD 项目的成功至关重要 (Willson, 2005; Arrington & Cervero, 2008), 减少 TOD 站点周边的车位供给, 不仅有利于降低小汽车依赖, 提高公交利用率, 还极大的节约了 TOD 建设成本, 从而保证 TOD 项目的成功<sup>3</sup>。

## 2.2.2 政策和市场对静态交通设施供给的影响及作用机制

静态交通设施的供给和需求变化受到不同因素的影响, 而呈现不同的特征。西方学者的研究发现, 尽管政策是影响静态交通设施供给的最直接因素, 但静态交通设施提供者在市场环境下所做出的成本-利益权衡, 在很多情况下, 与政策目标相悖, 从而导致实际的停车供给和空间分布呈现与政策和规划不一致的现象。例如, Nelson 等 (1997) 调查了美国亚特兰大市中心区取消最低车位标准之后新建的 13 个商业和办公建筑, 发现取消最低车位标准并未带来停车供给数量的减少。与 Nelson 等 (1997) 的发现不同, Manville & Shoup (2010) 调查了洛杉矶 55 个城市更新项目后发现, 取消最低车位标准使得路外车位供给数量减少了 40-55%。Engel-Yan 等 (2007) 通过对更多样本的研究认为, 取消最低车位标准是否能降低车位供给数量取决于项目类型。Engel-Yan 等 (2007) 通过对加拿大多伦多 497 个项目的调查发现普通办公、医疗办公和小型零售商店等更可能提供少于规定的停车位数量, 而银行和大型零售商店提供的车位数往往高于规定的下限标准。Barter (2011) 对亚洲 13 个城市 84 个项目的研究也发现一部分项目的实际停车位供给低于最低车位标准。Guo & Ren (2013) 针对英国伦敦的研究发现, 尽管政府降低了公交可达性较高的地区停车位供给标准, 但公交可达性高的地区还是集聚了比周边地区更多的停车设施。这主要是因为发展商认为在这些提供更多车位能带来更高的经济回报。本人以深圳为案例的研究也发现了类似的现象, 即公交可达性越高的地区, 停车的供给量也相应增多 (Wang & Liu, 2014; 王缉宪 & 刘倩, 2015)。我们的这项研究还同时发现, 停车供给水平随路网密度增加而降低, 在较小的地块上, 发展商往往因为过高的建设成本而无法提供更多的车位 (Wang & Liu, 2014)。

上述研究表明, 无论停车市场化的程度如何, 物业发展商在决定停车和土地利用关系中都发挥着不可忽视的作用。开发商停车供给意愿很大程度上取决于其对开发项目成本-利益的权衡, 这个权衡受到项目类型、市场定位、所在区位、运营成本、潜在收益以及项目自身及周边环境 (如场地大小、土地成本) 等多重要素影响。停车政策可能

---

<sup>3</sup> 高密度地区, 可节约 25%-36% 的建设成本, 低密度发展区也可节约 5%-10% 的建设成本。

在一定程度上改变开发商的供给行为，但最终形成的静态交通设施供给特征则体现出政策和市场的双重影响。因此，理解静态交通设施供给的特征和内在机制需要对政府的停车政策和市场环境进行深入分析，而其影响机制也会随不同的政策和市场背景而变化。

### 2.2.3 建成环境、静态交通设施供给对小汽车使用行为的影响

静态交通设施的需求与城市的机动车保有量和使用密切相关。一般的观点认为，经济发展和个人收入水平的提高是机动车增长的最直接原因，由此造成停车需求的增长。但值得注意的是，根据“经济人杂志 (The Economist)”2012年的一篇文章，中国等发展中国家目前的小汽车拥车水平实际上远高于发达国家在相似收入水平时的拥车比率。这是因为，与上世纪中叶的发达国家相比，发展中国家如今的城市化速度更快，交通基础设施的扩张更快，实际的购车和用车成本也更低<sup>4</sup>。反过来说，除了经济发展和收入水平提高的因素之外，扩张式的城市发展模式，道路基础设施的大规模投资建设，粗放和蔓延式的城市空间建设以及对小汽车不加限制的交通管理政策等，都客观上推动了快速的机动车化进程。在这样的背景下，越来越多的学者开始关注小汽车拥有和使用与城市建成环境的关系，并试图通过塑造不同的城市建成环境特征，减少机动化出行需求。围绕着“不同的城市建成环境特征，如何影响小汽车使用行为？”这个问题，西方学者已经展开了一系列多学科、多视角的理论与实证研究 (Handy, 1996; Boarnet and Crane, 2001; Ewing and Cervero, 2010)。大量实证研究的结论证实“更高的开发密度和混合度，更小的街区尺度，更好的公交服务水平，更高的停车收费以及更严格的停车供给管制”对于减少小汽车拥有和使用，大有裨益 (Chatman, 2003; Brownstone and Golob, 2009; Zegras, 2010; Hensher and King, 2001; Su and Zhou 2012; Weinberger, 2012; 柴彦威&沈洁, 2008; 马静等, 2013)。从这个角度来说，不同的土地利用形态和开发模式往往深刻的影响居民对静态交通设施的需求，进而影响居民的出行行为，这些都需要更有针对性的研究。

## 2.2 相关研究述评

尽管大部分发达国家和地区的停车管理实践都呈现出由传统的“需求导向”向“需求控制和管理”的更可持续的方向转变，但我国大多数城市的停车政策仍然停留在“需求导向”的阶段 (程世东, 2013; 戴帅&虞力, 2013)。在经济快速发展、收入水平

---

<sup>4</sup> <http://www.economist.com/node/21563280>  
<http://usa.streetsblog.org/2013/07/05/car-ownership-may-be-down-in-the-u-s-but-its-soaring-globally/>

日益提升和快速城市化的背景，“需求导向”停车管理的逻辑使得停车供需矛盾更为突出（尚炜等，2014）。破解这一现实问题，需要停车管理思路的革新，也需要深入分析我国大城市的空间特征和发展特征，从而做出更有针对性的应对。

综合上述文献综述，在我国城市空间语境下，对下列问题的研究，既具有学术价值也具有重要的实践意义。

- 我国当下自上而下的规划和停车管理模式如何影响静态交通设施的供给？尽管有政策层面的严格管控，市场环境如何间接地影响开发商具体的停车供给行为？在政策和市场双重影响下，静态交通设施的供给数量和空间分布呈现怎样的特征？
- 静态交通设施的供给和空间分布，与其他建成环境要素（如开发强度、路网密度、公交可达性等）相似，都会对居民出行行为产生影响，这些要素在我国大城市空间模式下，如何影响居民对小汽车的拥有和使用？亦是需要研究的重要内容。

### 3. 研究目的、方法和技术路线

#### 3.1 研究目标

基于上述文献综述及讨论，本研究首先建立了一个泛的逻辑框架（如图 3-1 内圈层所示）这个泛的研究框架把实现可持续交通，或更广泛的可持续城市，作为研究成果应用和城市规划实践的最终目标。这个目标的实现，需要我们从理论和实证两个层面，深入理解“政策”、“空间”和“行为”这三个互为因果且相互关联的要素之间的内在作用机制。具体而言，1) 政府所实施的空间政策及管理模式，深刻影响城市空间环境；2) 空间政策和管理模式同时影响城市中个体（包括设施供给者和使用者）的行为方式；3) 城市空间环境对城市中个体的行为产生影响，而个体的行为也可能反过来影响空间。

将这个泛的研究框架具体化并应用到对城市停车的研究中，力图实现以下研究目标：1) 阐释和解析我国现行的停车及其与之相关的土地利用政策如何影响并塑造了城市空间环境，并进而对居民的拥车和驾车行为，以及开发商的“停车供给行为”产生的影响。这里的空间环境特征主要指土地利用和交通供给特征，具体包括建筑密度、街区尺度、混合度、公交可达性、停车供给数量等；2) 通过实证案例，分析空间环境特征与不同行为模式之间的因果（或相关）关系；3) 分析政策、空间、行为三者的相互作用对城市交通产生了怎样的影响和后果，提出符合我国城市空间和发展特征的政策调整建议，以支持政策优化，实现可持续交通目标。

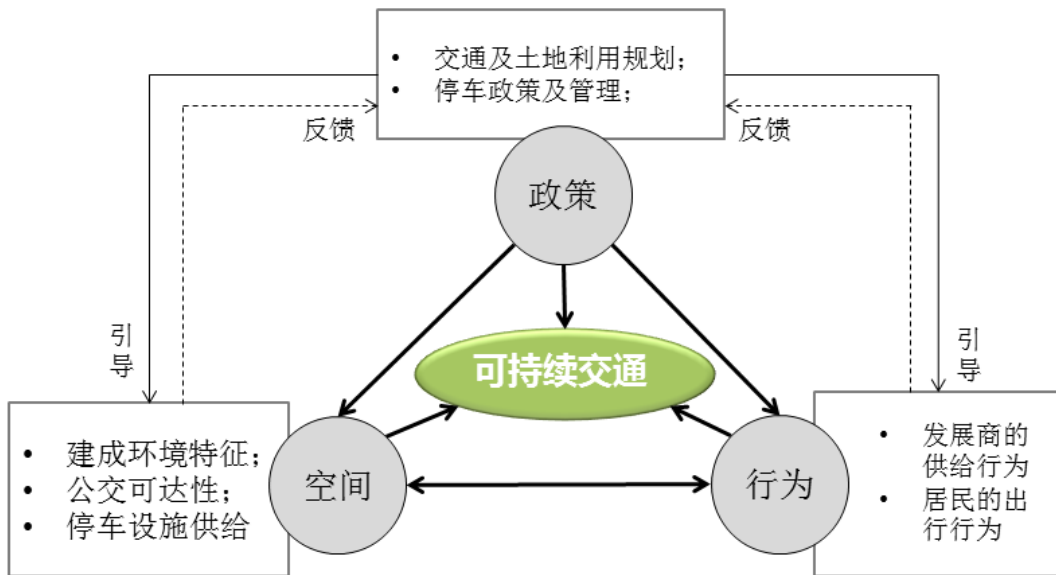


图 3-1 研究目标与逻辑框架



## 3.2 研究内容

基于上述研究目标和逻辑框架，本研究以深圳作为实证案例，借助深圳已有的交通及土地利用数据库，包括历年静态交通设施数量和空间分布数据、居民出行调查数据、土地利用以及经济普查数据等，并辅以开源数据，如 POI 数据等，和自调研数据，对以下三个方面的内容展开研究。

- 静态交通设施供需关系的时空演化特征

该内容是实证研究的第一步，将利用深圳停车调查和小汽车空间分布数据，选取 3-4 个时间段，例如 1990 年之前，1991-2000，2001-2010，2010 年之后，对停车供需关系的演化进行时间尺度和空间尺度（拟细化到交通小区）的比较，以发现供需关系演化的时空特征。

- 静态交通设施供给和需求变化的影响因素和内在机制

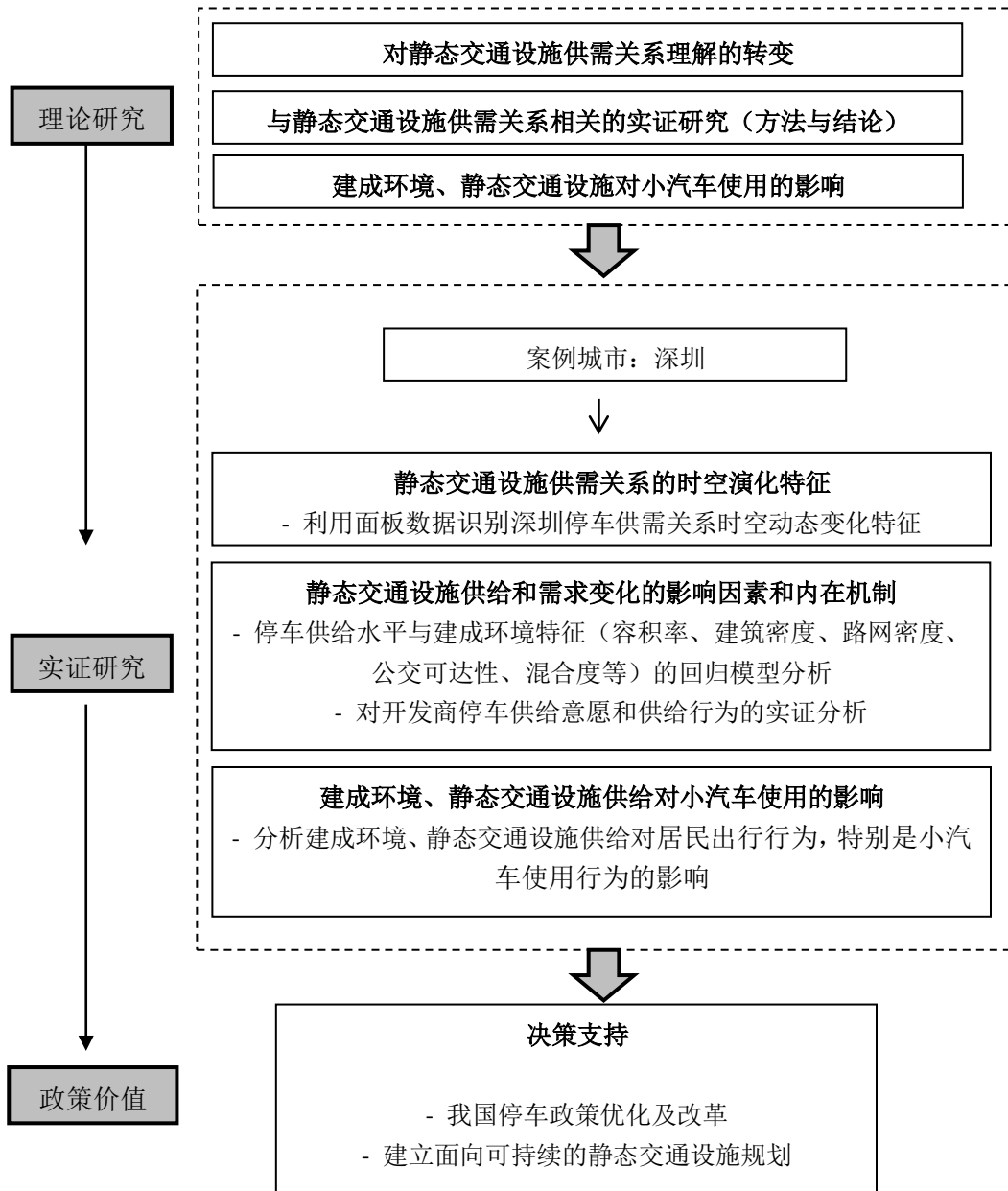
该内容首先利用深圳停车调查数据、土地利用数据以及 POI 数据等，通过构建数学模式（如线性回归模型、地理加权回归模型等），探索不同类型土地利用（居住、办公、商业等）中实际的停车位供给水平（通过“停车位总量”、“停车配建比率”两个指标衡量）与其自身及周边一系列建成环境要素的关系。

其次，利用深圳市历年经济普查数据，城市统计年鉴等，将机动化水平、小汽车保有量与经济发展水平（GDP 或人均收入等指标）、开发建设规模（新建项目的规模）等指标的联动分析，以解析静态交通设施需求的变化特征和影响机制。

- 静态交通设施供给和空间分布对小汽车使用行为的影响

该部分利用深圳市 2010 年出行调查数据，通过结构方程模型分析小汽车出行行为的影响因素，并着重分析停车供给要素对小汽车使用的影响，及停车供给要素与土地利用要素的联合影响。

### 3.3 研究框架



## 4. 深圳市静态交通设施供需关系的时空演变特征

### 4.1 深圳市停车位配建指标的变化趋势和特征

合理确定建筑物停车位配建指标是城市规划的重要内容之一。对于建设项目本身而言，停车位的数量直接影响建设成本。停车的便利程度也会影响人们对出行目的地的选择，从而影响开发项目的运营效益。从城市层面来讲，停车位的数量和空间分布是否合理关系到机动车的运行效率，也关系到城市土地利用的经济性（停车设施需要占用大量的城市土地）和城市交通的可持续性（充足的停车设施供给，可能刺激居民购买和使用小汽车的意愿）。

为了规避停车位供给不合理而产生的问题，城市规划管理部门通常会制定城市停车位配建指标，并通过控制性详细规划予以实施。深圳市从 1990 年开始，在《城市规划标准与准则》（以下简称《深标》）中对不同土地利用类型的停车配建指标做出具体规定，并分别于 1997、2004 和 2014 年对该指标进行了修订。

深圳在 1990 年借鉴香港经验制定的第一版《城市规划标准与准则》（以下简称“深标”）中开始对各类不同用地的停车配建做出规定，当时城市总体机动化水平较低，对居住用地提出的最低配建标准仅为 0.02-0.12 个/100 m<sup>2</sup>。之后，随着机动车保有量的增加，最低配建标准随之调整，1997 年提高为 0.5-0.6 个/100 m<sup>2</sup>，2004 年进一步提高到 0.6-1.0 个/100 m<sup>2</sup>。2013 年新版“深标”细化居住用地停车的配建标准，以住宅面积大小进行区分，对住宅建筑面积大于 90 m<sup>2</sup> 住区，车位供给标准提高至 1.0-1.5 个/户（见表 4-1），这实际上是建立在这些家庭最终会拥有一辆或更多私人小汽车的假设之上。然而，旨在缓解车位不足而实施的新停车配建标准，并未真正实现既定的政策目标，却带来如下问题。

逐渐增加停车位配建指标的政策逻辑也同样出现在办公和商业用地。表 4-2 梳理了自 1990 年起，《深标》中规定的办公和商业用地停车配建指标的变化，从中可以发现如下特征：首先，随着小汽车保有量的攀升，停车位配建指标总体上呈上升趋势。例如，在 1990 年《深标》中，办公用地（非行政办公）的停车配建指标仅为 0.3-0.4 车位/百平方米，商业用地（不包括餐厅和酒店）为 0.25-0.3 车位/百平方米。而在 1997 年《深标》中，上述两个指标分别提高至 0.4-0.6 和 0.26-0.58。其次，考虑公交可达性和区位特征，设定差异化的停车位配建指标。为促进城市交通可持续发展，鼓励公共交通，减少市中

心区交通拥堵，在 2004 年《深标》中，明确规定了公共交通发达的中心区，其商业和办公用地车位配建指标的折减系数。2014 年《深标》根据交通拥堵程度将深圳划分为三个区，对不同地区实施差异化的车位配建指标。

表 4-1 1990-2013 年“深标”中对停车位控制标准的变化

		1990 版	1997 版	2004 版	2013 版
居住用地		每 100 m <sup>2</sup> 建筑面积			每户
1	单元式住宅	0.02-0.1 2	0.5-0.6 6	0.6-1.0 0	0.4-1.5 其中：建筑面积<60 m <sup>2</sup> 为 0.4-0.6 建筑面积 60-90 m <sup>2</sup> 为 0.6-1.0 建筑面积 90-144 m <sup>2</sup> 为 1.0-1.2 建筑面积>144 m <sup>2</sup> 为 1.2-1.5
2	别墅	≥1.0	0.5-0.6	≥1.0	≥2.0
3	经济适用房	——	——	——	0.3-0.5

资料来源：作者根据公开资料整理

1 表 4-2 商业和办公用地停车位配建指标（单位：车位/百平方米）

用途	分类	1990年《深标》	1997年《深标》	2004年《深标》	2014年《深标》
办公	行政办公	0.7-0.8	2.5-3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.4~2.0</li> <li>• 公共交通发达的中心区内取 0.4~0.8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一类区域：0.4-0.8；</li> <li>• 二类区域：0.8-1.2</li> <li>• 三类区域：1.2-2.0</li> </ul>
	外贸，金融，合资企业办公楼		0.9-1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.3~1.0</li> <li>• 公共交通发达的中心区内取 0.3~0.5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一类区域:0.3-0.5</li> <li>• 二类区域:0.5-0.8</li> <li>• 三类区域:0.8-1.0</li> </ul>
	其他办公	0.3-0.4	0.4-0.6		
商业	商业区	0.25-0.3	0.26-0.58	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 小于等于 2000m<sup>2</sup> 部分取 2.0，超过 2000m<sup>2</sup> 以上部分取 0.4~1.5</li> <li>• 公共交通发达的中心区取 0.4~0.6</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一类区域：首 2000 m<sup>2</sup> 每百平方米 2.0，2000 m<sup>2</sup> 以上每百平方米 0.4-0.6</li> <li>• 二类区域：0.6-1.0</li> <li>• 三类区域：1.0-1.5</li> </ul>
	独立购物中心、专业批发市场		0.39-0.58	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.8~2.0</li> <li>• 公共交通发达的中心区取 0.8~1.2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一类区域：0.8-1.2</li> <li>• 二类区域：1.2-1.5</li> <li>• 三类区域：1.5-2.0</li> </ul>
	餐厅	1.7-1.8	1.11-1.18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.8~2.0 车位/10 座</li> <li>• 公共交通发达的中心区、商业区，取 0.8~1.0 车位/10 座</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一类区域：0.8-1.0 车位/10 座</li> <li>• 二类区域：1.2-1.5 车位/10 座</li> <li>• 三类区域：1.5-2.0 车位/10 座</li> </ul>
	酒店	0.1-0.25	0.44-0.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.2-0.5 车位/客房</li> <li>• 公共交通发达的中心区、商业区，取 0.2~0.3 车位/客房</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一类区域：0.2-0.3 车位/客房</li> <li>• 二类区域：0.3-0.4 车位/客房</li> <li>• 三类区域：0.4-0.5 车位/客房</li> </ul>

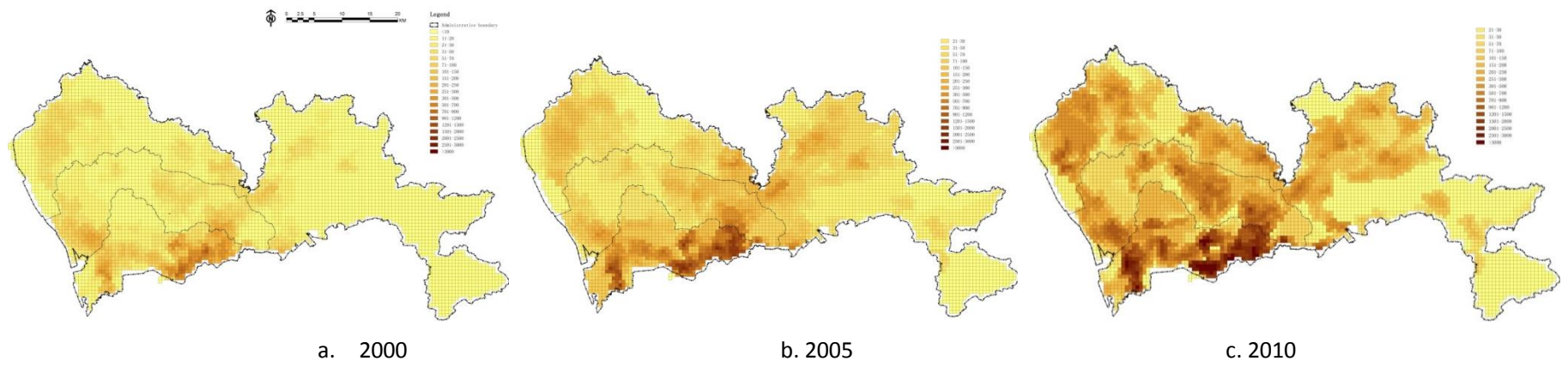
2 注：笔者根据 1990 年、1997 年、2004 年和 2014 年《深标》整理

## 1 4.2 深圳市静态交通设施供需关系的时空变化

2  
3 在过去的十年里，深圳的停车短缺问题日益严重。如图 4-1 所示。机动车保有量和  
4 停车位的数量在 2000 年之前一直具有较好的平衡度，停车位供应量与需求（以小汽车  
5 保有量表示的停车需求）基本相当。然而，停车供给和需求的平衡关系在 2005 年左右  
6 开始发生改变，供给不足的现象逐渐显现。到 2013，深圳的机动车保有量已达 250 万辆，  
7 其中私人小汽车保有量为 210 万辆。然而，2010 年停车位总量仅为 104 万。增加的停车  
8 位标准和停车位供给量未能满足需求的急剧增长。

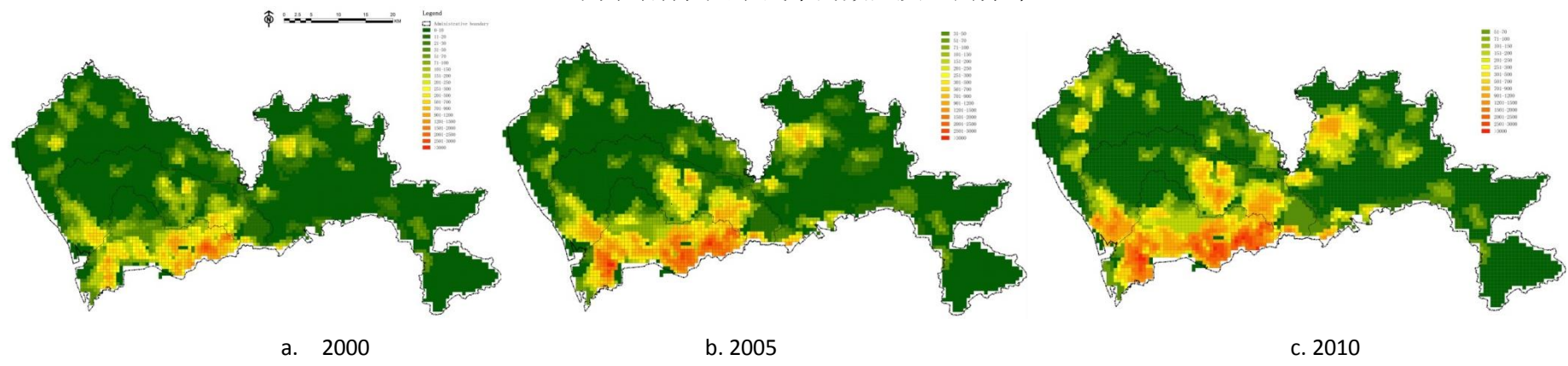
9 过去 20 年来，深圳的汽车保有量稳步增长，如图 4-2 所示，导致停车需求急剧上  
10 升。随着经济增长和国家对汽车产业的支持，汽车价格更便宜。图 2 显示了在 1990 年  
11 至 2013 年之间，机动车保有量的增长与 GDP 水平之间的变化。以往大量的研究发现收  
12 入作为解释汽车保有量增加的主要因素（贝里，2009；•达盖，et al.，2007；谢弗和  
13 维克多，2000）。对深圳来说，个人的可支配收入持续增长，而几乎没有抑制个人拥有  
14 和使用小汽车的政策得到有效实施。

1  
2  
3



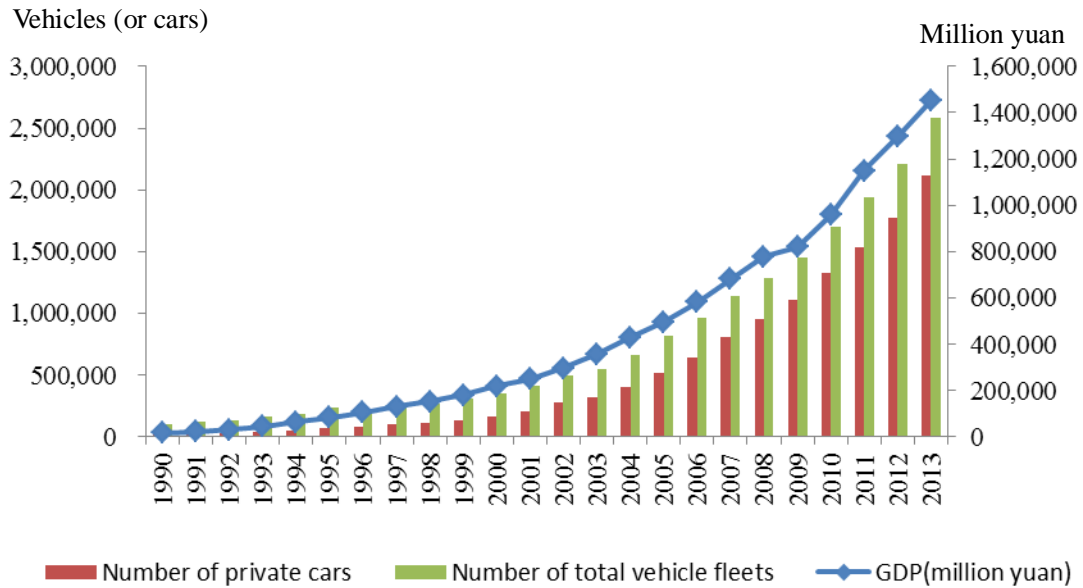
不同时期私人小汽车的数量及空间分布

4  
5  
6  
7



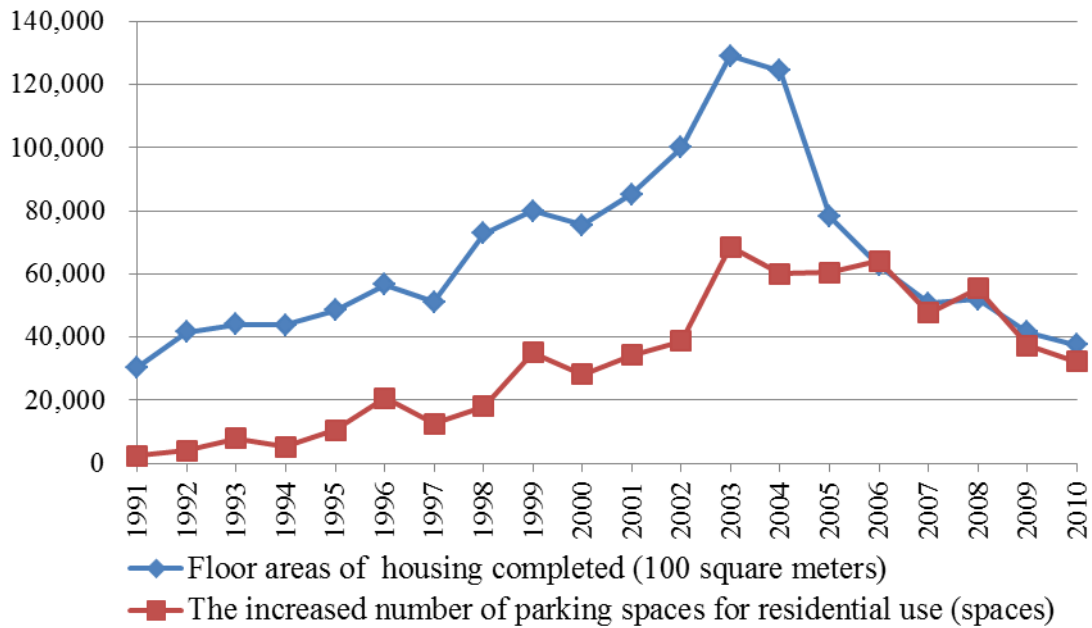
不同时期停车位的数量和空间分布

图 4-1 深圳市静态交通设施供需关系的时空比较



8  
9  
10

图 4-2 1990~2013 年间私人小汽车、机动车保有量和 GDP 的关系  
数据来源：深圳历年统计年鉴。



11  
12  
13  
14

图 4-3 1991~2010 年间居住停车位增量与商品房竣工面积的关系  
数据来源：深圳历年统计年鉴。

15 停车供应的增长主要取决于在城市中新开发项目的建成量。图 4-3 显示了住宅停  
16 车位的年增长率随深圳市住房竣工面积的年增长率而波动。值得注意的是，随着新建住  
17 房增量急剧减少，停车供应放缓。虽然深圳市规划管理部门在 2004 大幅提高了最低停  
18 车位标准，但由于新开发量的减少，车位增长随之降低。



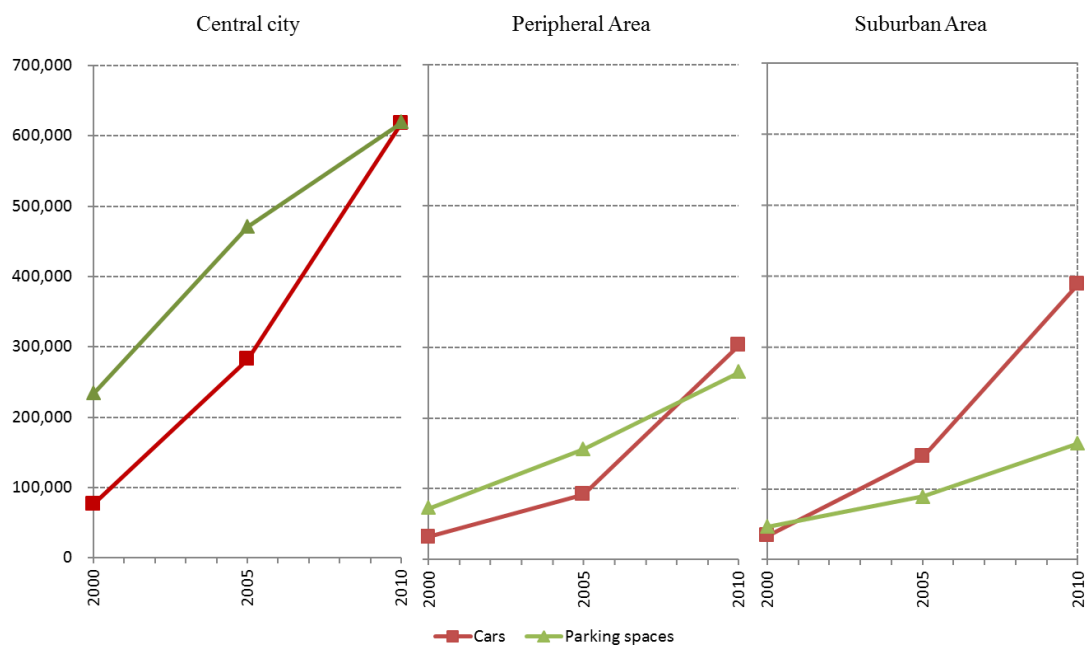
19 机动车的增长（一定程度上表达了停车需求）在很大程度上取决于经济发展速度  
20 和居民收入水平的提高，而停车位供给量的多少则更多的与城市开发建设相关。停车供  
21 给和需求背后驱动力的不同，是导致停车供需矛盾的根本原因。运输中的供需平衡本质  
22 上是矛盾的。一些研究指出运输基础设施固有的供求动态。任何解决供应赤字的增量都  
23 可能引起额外的出行需求，从而使供需平衡失衡。一个著名的理论是 Anthony Downs 提  
24 出的“拥挤法则”：“增加公路和道路的供应不太可能缓解交通拥挤，但会导致更多的机  
25 动车出行转移到那些新建的道路上”（Downs, 1962, 1992）。当它被应用于停车时，这  
26 个规律存在，但在很大程度上被忽视了。单纯增加停车供应并不能有效缓解停车短缺，  
27 特别是在考虑衍生需求（derived demand）的情况下。

28 本部分采用基于 GIS 的可视化方法，比较了停车供需变化的时空变化。2000, 2005  
29 和 2010 年三个年度的停车供需数据（TAZ 尺度），被转换成 600 米×600 米栅格图，以  
30 便于分析比较。深圳市域共计有 5092 个网格。网格大小取决于对分析精度和停车场服  
31 务面积的联合考虑。

32 图 4-1 显示了 2000, 2005 和 2010 年机动车总量和停车位总量的时空变化。分析  
33 图 4-1, 可以得到如下结论。首先，停车场的分布与 2000 之前的私家车数量在空间上吻  
34 合得很好。大多数私家车和停车位都集中在市中心。第二，随着郊区化，2000 以后，远  
35 郊地区的私家车数量急剧增加。但是汽车保有量的最高密度停留在市中心。到 2010, 市  
36 区平均车辆密度达到 80 辆/公顷，郊区达到 30-40 辆/公顷。第三，随着城市扩张，停  
37 车供应也明显增加。与私家车相似，市中心停车位密度仍高于远郊区。第四，停车供应  
38 和需求在市中心表现出比室外更好的匹配。在郊区，新增停车位主要由新的发展提供，  
39 因此集中在次中心。然而，私家车在整个郊区建成区扩展。

40 图 4-4 显示了三个不同时期城市不同地区小汽车车和停车位数量变化，三个城  
41 市地区分别是市中心、近郊区和远郊区。从图 4-4 的分区比较中可以发现：近郊区和远  
42 郊区的停车短缺比市中心更为突出。这一结果与人们普遍认为中心区居民经常发现停车  
43 难的看法相矛盾。一个实地调查，调查了 13 个位于市中心的居住社区，停车占用率的  
44 变化。如图 4-5 所示，这项调查表明，13 个居住社区的停车占用率随着一天的时间和社  
45 区的不同而变化。有些地区的停车场饱和（如 7, 13 和 15 号居住社区），但在其他地区  
46 使用不足（如 4 和 6 号居住社区）。如上所述，在过去几十年中，最低停车位供给标准

47 逐渐增加。新建停车位更可能是在新的社区。由于封闭式社区在深圳和其他中国城市的  
48 房地产中占主导地位，因此不能在社区之间共享停车场。低利用率无疑加剧了停车困难。  
49 与中心区相比，近郊区和远郊区的大部分物业最近发展起来，因此提供足够的停车位。  
50 近郊区和远郊区的低密度旧住区能够满足停车需求。郊区的驾车者可以利用不发达地区  
51 和空地来停车。上述因素解释为什么郊区居民更容易找到车位。然而，这并不意味着郊  
52 区的停车系统运转良好。考虑到内外部地区的供需差异，政府可能需要对停车政策进行  
53 有地区差别的考虑。



54  
55  
56

图 4-4 私人小汽车和停车位随区位的变化

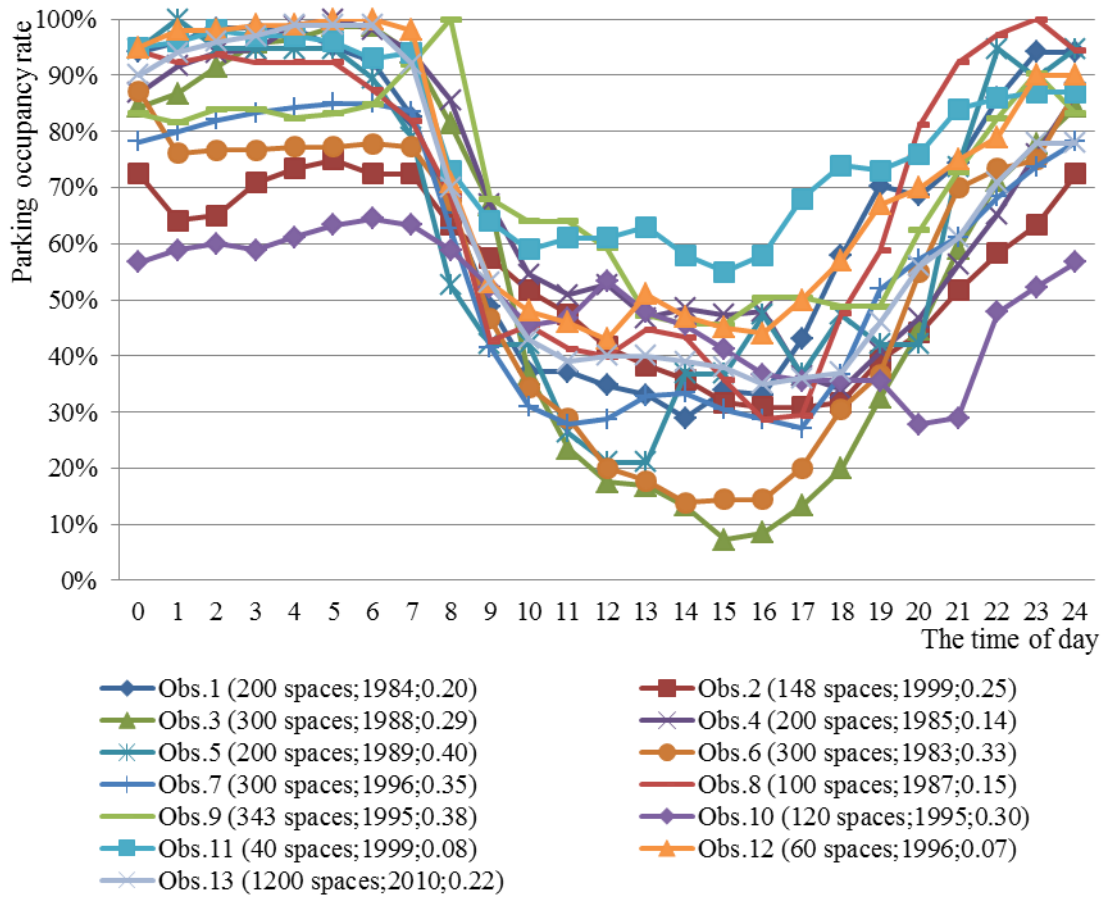


图 4-5 12 个居住社区停车占有率的观测数据  
 数据来源：深圳市停车调查报告，2010

57

58

59

60

61

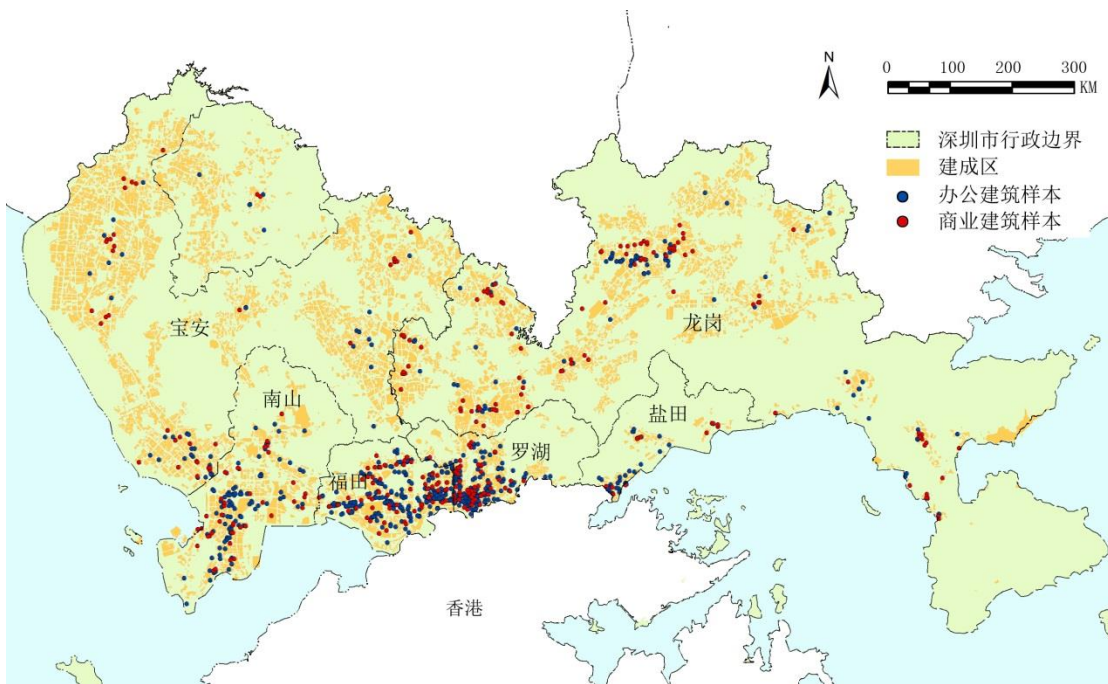
62 **5. 深圳市办公和商业用地停车设施供给的影响因素**

63 **5.1 研究数据与方法**

64 **5.1.1 研究数据**

65 本研究以“深圳市 2010 年建筑普查（以下简称‘建筑普查’）”和“深圳市 2010 年  
66 停车位普查（以下简称‘停车普查’）”两个 GIS 数据库为基础展开。经过二次核查，研  
67 究选取了‘停车普查’数据库中的 637 栋办公用地和 207 栋商业用地为研究对象（见图  
68 5-1），该数据库记录了这些建筑实际的停车位数量和停车配建比率（车位/100m<sup>2</sup>）。通  
69 过与‘建筑普查’数据库关联，获得这些建筑的其他指标，包括容积率，建设时间，公  
70 交可达性等。

71



72

73

74

75

图 5-1 样本分布图

76 **5.1.2 研究方法**

77 本研究包含两个部分。

78 第一部分对办公和商业用地停车位实际供给量与《深标》规定的停车位配建指标进  
 79 行比较，从而评估《深标》的实施效果，并了解配建指标的变化如何影响停车位实际供  
 80 给量。

81 第二部分通过建立普通最小二乘（ordinary least square, OLS）线性回归模型，分析不  
 82 同建筑物停车位实际供给量与其自身特征的关系。模型以每个建筑物停车位实际供给量  
 83 （包括停车位总量和比率）为因变量，以一系列反映建筑物自身特征的指标为自变量，  
 84 包括用地面积，容积率，区位（到市中心距离），公共交通条件（以建筑物 500 米范围  
 85 内是否有地铁站和 500 米范围内公交线路条数两个指标度量），建设时间，办公/商业类  
 86 型，工作岗位数等（表 5-1）。

87 表 5-1 因变量和自变量一览表

变量类型	变量名称	单位	变量说明
因变量	停车位比率	车位/100 m <sup>2</sup>	每百平方米的车位数。
	停车位总量	车位	实际的停车位数量，包括地下和用地范围内的地面配建车位。
自变量	容积率	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	总建筑面积与用地面积的比率。
	500 米半径范围内是否有地铁站		500 米半径范围内是否有地铁站的逻辑变量，1 表示“有”，0 表示“没有”。
	公交线路数量	条	通过百度 POI 计算的建筑物 500 米半径范围内公交线路条数。
	是否为行政办公用地 <sup>1</sup>		是否为行政办公用地的逻辑变量，1 表示“是”，0 表示“不是”。
	到市中心距离	km	通过 GIS 计算的，建筑物到市中心的道路距离 <sup>1</sup> 。
	工作岗位密度 <sup>1</sup>	1,000 岗位 /km <sup>2</sup>	建筑物所在的交通小区的办公类工作岗位密度。
	用地面积	公顷	建筑物所在地块的用地面积
	建设时期		建设时期为类别变量，按照《深标》调整时间，划分为 4 个阶段（1990 年之前，1991-1997，1998-2004，2004 年之后）。
是否为独立购物中心 <sup>2</sup>		是否为独立购物中心的逻辑变量，1 表示“是”，0 表示“不是”。	

88 注：1. 考虑到深圳多中心的城市空间特征，本研究识别了罗湖（东门），福田（市民中心），南山（海岸城）三个中心点，根据所属区位计算样本到不同中心点的道路距离。

89  
 90

## 91 5.2 数据分析及结果

### 92 5.2.1 停车位实际供给量与配建指标的比较

#### 93 (1) 办公用地

94 深圳 637 栋办公用地的数据显示，停车位实际供给量与《深标》规定的配建指标并不完全一致。前述所知，《深标》设定的停车位配建指标是一个范围区间。为便于比较，  
95 本研究将所有样本划分为三类：1) 符合《深标》：即停车位实际供给量位于《深标》规定的范围区间之内；2) 高于《深标》上限：即停车位实际供给量高于《深标》范围区  
96 间的上限；和 3) 低于《深标》下限：即停车位实际供给量低于《深标》范围区间的下限。通过研究上述三类样本所占比例随时间、容积率和公交服务水平  
97 的变化，发现如下  
98 特征：  
99 特征：

100  
101 a) 《深标》实施效果逐渐趋好，但随着时间推移，停车位实际供给量高于《深标》  
102 上限的样本比例显著降低（见图 5-2）。

103 在 1990-1997 年间（1990 年《深标》实施期间，下同），符合《深标》规  
104 定的样本仅占 15.4%，这一比例在 1998-2004 年间，提高至 19.6%，在 2005-2010  
105 年间，继续提高至 32.7%。

106 而在 1990-1997 年间，近一半（47.1%）的办公用地停车位实际供给量高于  
107 《深标》上限，在 2005-2010 年间，这一比例则下降至 32.7%。这表明，开发商  
108 提供超出规定的停车位的意愿降低，很大原因可能与停车位建设成本的上升有  
109 关。

110

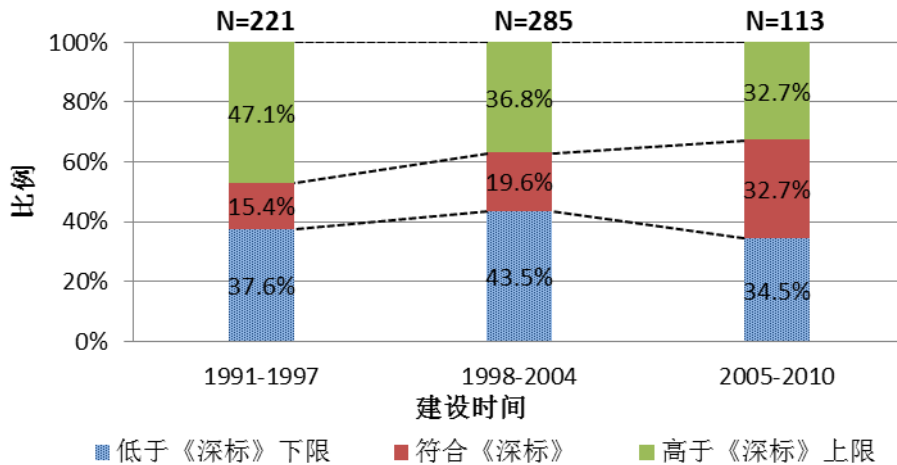


图 5-2 办公用地停车位实际供给量随时间的变化

b) 实际停车供给量高于《深标》上限的样本比例，随容积率提高而降低。

在开发强度小于 1 的办公用地样本中，实际停车位供给量高于《深标》上限的比例为 42.3%，而在于开发强度大于 8 的样本中，这一比例则下降至 21.2%。这一变化，在很大程度上与停车位建设成本相关。随着开发强度的提高，建设停车位的单位成本提高，原因是更少的地面空间可用于停车，而需要采用地下停车的方式提供停车位<sup>5</sup>。因此，开发商出于成本考虑，会尽量降低停车位实际供给量。

1. 通常来说，只有地下一层的建筑项目，停车位建筑成本约为每平方米 2000 元，有两层以上的地下室，每增加一层，建筑成本每平方米大约增加 1500-2000 元。

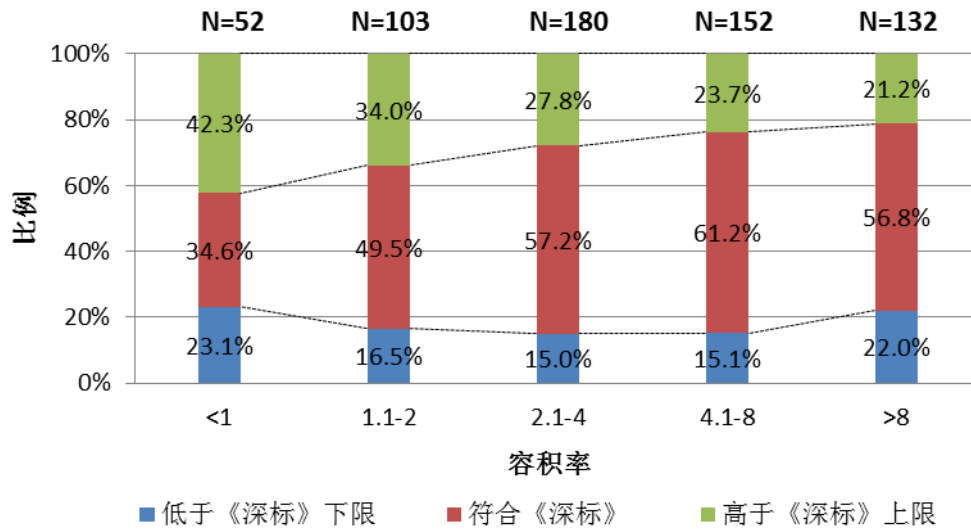


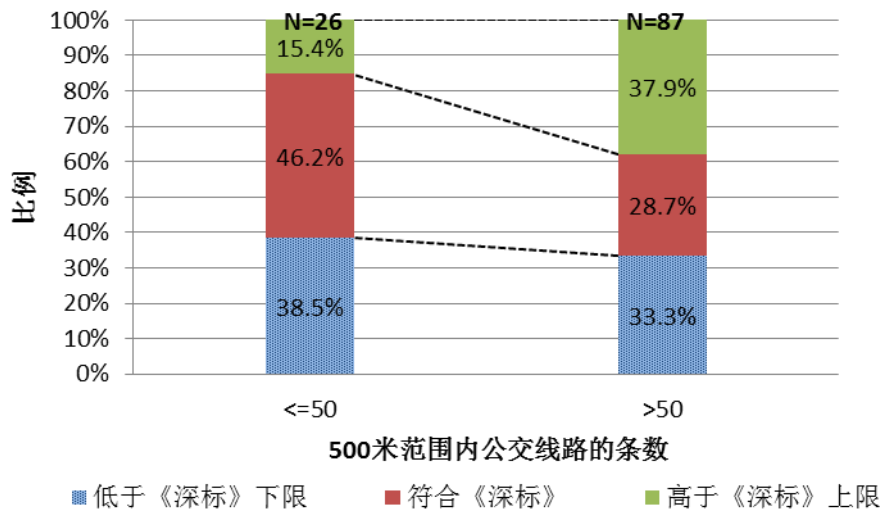
图 5-3 办公用地停车位实际供给量随容积率的变化

c) 随着公交可达性的提高，停车位实际供给量高于《深标》上限的比例也随之提高。

2004 年《深标》设定了公交发达的中心区的停车位配建指标折减系数，允许城市中心公交发达地区建设较少的停车位，以鼓励公交出行。然而，我们对 2005-2010 年间建成的 113 栋办公用地的分析表明，上述政策的实施效果并不理想。公交可达性较高地区的停车位实际供给量并未呈现减少趋势，反而比公交可达性较低地区更高。图 4 显示，对于 500 米范围内公交线路少于 50 条的办公用地，停车位实际供给量高于《深标》上限的比例，仅有 15.4%，而对于 500 米范围内公交线路多于 50 条的办公用地，停车位实际供给量高于《深标》上限的比例却达到 37.9%。

尽管城市规划管理部门试图通过设定折减系数的方式，降低公交发达地区的停车位实际供给量，但这一手段的实施效果并不理想。这可以归因于这样一个事实，即大多数拥有良好公交服务的地区在商业运营方面都是不错的地点。因此，开发商理性地认为，在激烈的市场竞争下，充足的停车位供给是提高租金和物业价值的有利条件，从而导致公交发达地区，停车位实际供给量也随之增多的现象。





141

142 图 5-4 办公用地停车位实际供给量随公交线路条数的变化

143

144 注：由于 2004 年《深标》中才开始设定公交发达地区的停车位配建指标折减  
145 系数，故上图仅以 2005-2010 年间建成的 113 栋办公用地为样本。

146

## 147 (2) 商业用地

148

149 本研究对深圳 207 栋商业用地进行了和办公用地类似的分析。

150

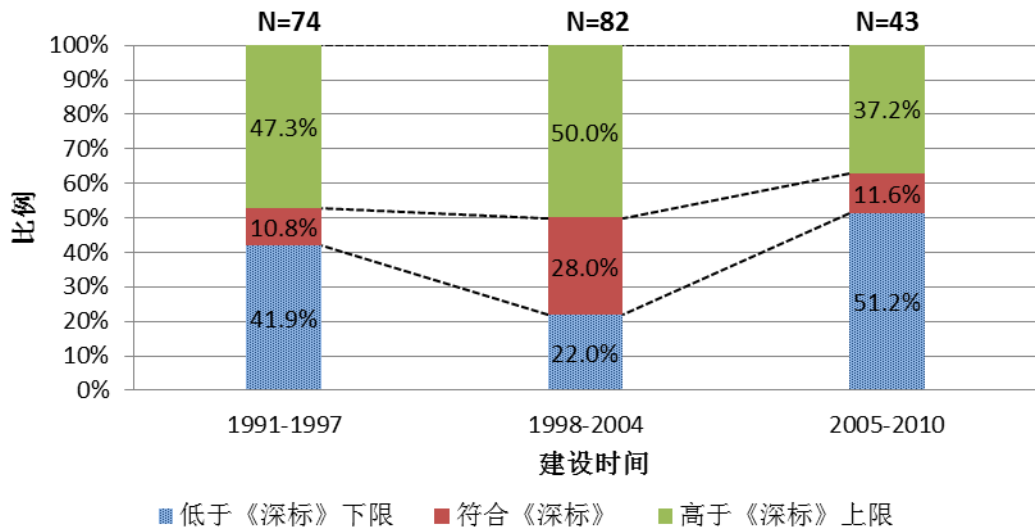
151 与办公用地相比，商业用地停车位实际供给量符合《深标》规定的比例更少，  
152 仅有 10%-20%左右（图 5-5）。这表明，对商业用地而言，《深标》的实施效果更不  
153 理想。商业用地停车位实际供给量随容积率和公交服务水平的变化特征，与办公用  
154 地极为相似，即：

155

156 a) 随着容积率提高，实际停车供给量高于《深标》上限的样本比例下降。图 6  
157 可以看出，随着容积率从 1 提高到 4 以上，实际停车供给量高于《深标》上限的样  
158 本比例从 67.3%下降至 16.1%。

159

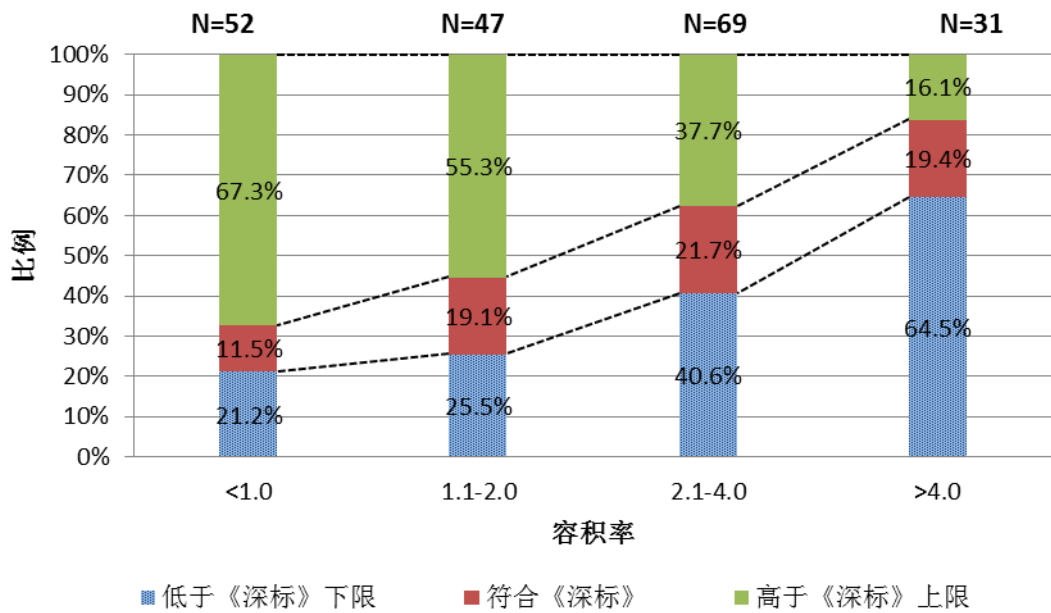
160 b) 随着公交可达性的提高，停车位实际供给量高于《深标》上限的样本比例  
161 提高（图 7）。对于 500 米范围内公交线路少于 50 条的商业用地，停车位实际供给  
162 量高于《深标》上限的比例为 26.7%，而对于 500 米范围内公交线路多于 50 条的  
163 商业用地，这一比例却达到 42.9%。



159

160

图 5-5 商业用地停车位实际供给量随时间的变化



161

162

163

164

图 5-6 商业用地停车位实际供给量随容积率的变化

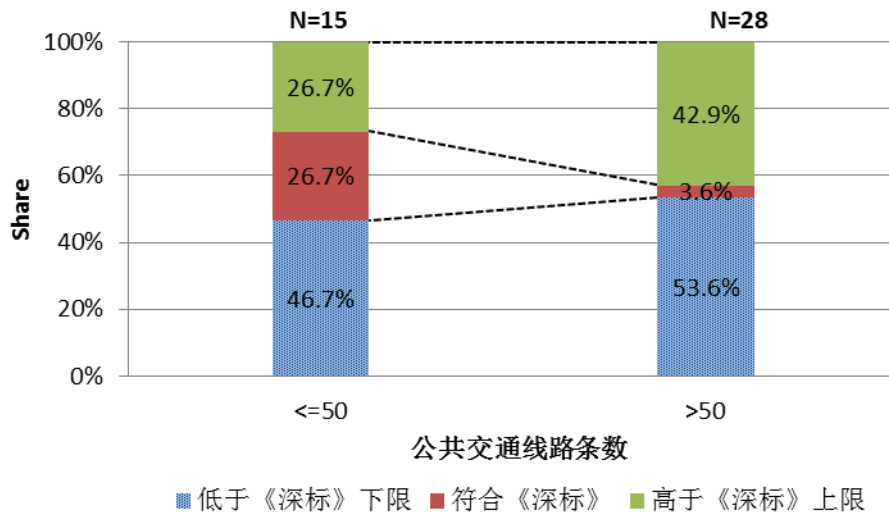


图 5-7 商业用地停车位实际供给量随公交线路条数的变化

165  
166  
167

### 168 5.2.2 办公和商业用地停车位实际供给量的影响因素

169 表 5-2 的 OLS 线性回归模型结果，解释了不同变量对办公和商业用地停车位实际供  
170 给量的影响。研究发现：a) 办公用地停车位比率与其容积率、公交线路数量、用地面  
171 积、建设时间四个要素具有统计学上的显著相关关系；b) 办公用地停车位总量仅与容  
172 积率、用地面积和建设时期三个要素具有统计学相关性；c) 商业用地停车位总量与用  
173 地面积、建设时期和是否为购物中心三个变量具有统计学上的显著相关性。

174 具体而言：

175 第一，办公用地停车比率与容积率负相关，但停车位总量与容积率正相关。这一  
176 结果表明，随着办公用地容积率的提高，其停车比率随之越低。但是，由于《深标》规  
177 定了单位面积（每 100m<sup>2</sup>）所需配建的车位数量，容积率越高的建筑物，其停车位总量  
178 就会越多。

179 第二，办公用地停车位供给量与建设时期正相关。这体现出《深标》调整对停车  
180 位供给量的影响。伴随着《深标》停车位配建指标的不断上调，新建建筑物的停车位供  
181 给量明显高于老旧建筑。

182 第三，办公和商业用地的停车供给量与用地面积正相关。占地面积越大的建筑物，  
183 停车位总量越多，停车位比率也会越高，停车位供给相对充足。可能的解释是，用地面  
184 积充足，地面停车位可以更多，或者仅需要建设地下一层，而不是地下多层停车库。建

185 设停车位的单位成本可能降低，使得开发商愿意建设更多停车位。

186 第四，办公和商业用地停车位供给量与到市中心距离并未显示出统计学相关性。

187 尽管 2004 年《深标》允许公共交通发达的中心区采用更低的停车位配指标，但从统计

188 结果来看，停车位供给量并未显示出随区位的规律性变化。

189 第五，办公和商业用地停车位总量与公交服务水平相关性不明显。办公用地“停

190 车位比率”与“是否有地铁站”负相关，即地铁站周边地区停车位比率相对较低。这一

191 一定程度上体现出 2004 年《深标》的影响，并符合《深标》规定的公共交通发达地区配

192 建更少停车位的要求。但办公和商业用地停车位总量与是否有地铁站和公交线路数量两

193 个变量都没有显著相关关系。可以认为，《深标》希望实现的公交发达地区停车位供给

194 量较少的关系，在现实中并没有完全实现。

195

196 表 5-2 OLS 线性回归模型结果

变量	办公用地		商业用地	
	停车位比率	停车位总量		停车位总量
容积率	-0.023**	23.172**	容积率	7.035
是否有地铁站	0.028	0.955	用地面积	67.243**
公交线路数量	-0.002**	-0.390	是否有地铁站	26.951
是否为行政办公用地	0.022	-27.411	公交线路数量	0.731
到市中心距离	-0.002	-0.574	到市中心距离	1.190
工作岗位密度	0.005	0.066	建设时期	69.808**
用地面积	0.089**	137.8**	是否为购物中心	497.171**
建设时期	0.073**	21.756**		
样本量	637	637	207	
Joint F-Statistic	8.839; p = 0.000	56.500; p = 0.000	=	12.683; p = 0.000
调整 R <sup>2</sup>	0.09	0.41		0.28

197 注： \*\* 在 0.01 水平上显著相关； \* 在 0.05 水平上显著相关。

198

### 199 5.3 结论及启示

200 本文的实证研究表明，尽管《深标》实施效果逐渐趋好，但 2004 年《深标》希望

201 在公交发达的城市中心区减少停车位供给的目标，并未有效达到。这一方面因为《深标》  
202 仅设定了单位面积（每百平方米）停车位指标，城市中心区由于开发密度更高，必然造  
203 成更多的停车位集聚。另一方面，在公交发达的城市中心区，开发商有意愿提供更多车  
204 位，从而提升物业价值。此外，开发商对建筑项目成本-利益的权衡，在很大程度上影  
205 响了停车位实际供给量。在停车位建设成本较高的情况下（如用地面积有限，容积率较  
206 高以及新近开发的项目等），开发商会主动降低停车位实际供给量。

207 对于城市管理者而言，在对单个开发项目（或建筑单体）进行停车位指标管理的过  
208 程中，有必要从城市整体层面考虑其产生的影响。为了实现土地利用、公共交通和停车  
209 供给三者之间的良性互动，促进城市交通的可持续发展，减少小汽车出行，以下政策思  
210 路可为借鉴参考：

211 a) 在高密度的城市中心区（包括公交发达地区），可考虑更为严格的停车位上限  
212 管理（即提出开发商提供的停车位数量的上限指标）。上限指标的设定可以不采用单位  
213 面积停车指标的方式，而是基于片区的总量管控。即通过对中心区交通承载力的评估，  
214 以及鼓励绿色出行的目标，设定中心区停车位供给量上限，然后分配至各个地块。

215 b) 城市规划上鼓励小尺度的地块开发，提高路网密度。原因是在小尺度地块，由  
216 于成本提高，开发商会积极降低停车位供给量，从而可以借助市场环境，形成“小街区  
217 尺度—有限的停车位供给—较少的小汽车出行—更便利的公交和更宜人的步行环境”的  
218 有利于可持续城市和交通发展的良性循环。

219

220

## 221 6. 停车设施供给、建成环境与小汽车使用

### 222 6.1 研究数据和方法

#### 223 6.1.1 研究数据

224 这项研究的主要数据来源于 2010 深圳家庭出行调查，该调查由深圳市政府于 2010（10  
225 月 13 日至 10 月 23 日）组织和进行。本次调查的目的是获取家庭出行记录，并支持交通需  
226 求预测和政策制定。这项调查是在整个深圳行政区进行的。总的来说，共抽取 11741 名受访  
227 者，48550 户家庭，成功地记录了在一个工作日的 24 小时的每户家庭每个成员的出行日志。  
228 详细记录了每个家庭的人口信息（如家庭成员人数、结构、收入和汽车拥有状况）和每个家  
229 庭成员的完整出行日志。为了实现我们的研究目标，我们提取了一个家庭的子数据集，其中  
230 有一辆私家车和至少一人在家外工作。示例从 2000 多个邻域获得 5623 个有效的观测值（参  
231 见样本分布图 2）。

232 分析中使用的变量主要包括小汽车通勤和家庭环境特征（表 6-1）。

233 表 6-1 变量说明

234

变量名称	缩写	Min.	Max.	Mean	St.Dev	备注
小汽车通勤						
是否驾车出行	DOR	0	1	0.71	0.46	二进制变量: 1 驾车通勤; 0 未驾车通勤
家庭社会经济属性						
家庭年收入	Income	1	9	5.30	1.73	家庭年收入（RMB）
家庭成员总人数	HHsize	1	10	2.99	0.96	
平均职住距离	WHD	0.3	59.35	7.43	8.18	家庭所有工作者的平均职住距离
居住地建成环境特征						
到市中心距离	H-DTC	0.46	43.66	8.18	7.22	到市中心的道路距离

公交可达性	H-TAI	1	589	112	125	社区尺度的公交可达性
容积率	H-FAR	0.14	27.51	4.49	2.74	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
居住区规模	H-NSI	1.04	589.66	46.96	79.16	1,000 m <sup>2</sup>
停车便利度	H-PAV	0.00	2.37	0.547	0.25	车位总量/居住区规模
工作地建成环境特征						
到市中心距离	W-DTC	0.46	54.22	8.55	8.82	
公交可达性	W-TAI	1	578	186	124	
容积率	W-FAR	0.01	3.57	1.49	0.83	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
路网密度	W-RDE	0.45	37.54	15.22	5.51	km/km <sup>2</sup>
停车便利度	W-PAV	0	13095	1226	2306	车位总数/TAZ 面积

小汽车通勤被定义为一个二进制变量。如果一个家庭的工作者驾车去上班，这个变量的值是 1，否则为 0。家庭特征包括家庭年总收入（九个有序类别）和家庭规模。该模型还考虑了通勤家庭成员的平均通勤距离作为通勤出行的一个解释因素。

建成环境变量通过深圳地理信息系统数据库获得。由于“门禁社区”在深圳占主导地位，家庭变量的分析单位是每个门禁社区。居住地建成环境变量包括：城市中心距离，公交可达性指数，容积率，社区规模，停车便利性。工作地建成环境变量，包括城市中心的距离、公交可达性，容积率，路网密度和停车便利度。

### 6.1.2 模型方法

图 1 概念模型的可操作性的结构方程模型（SEM）。SEM 有利于管理外生变量和内生变量之间的异质性偏差，同时估计直接效应和间接效应。这是实现我们研究目标的理想方法。由于小汽车通勤是一个二元的内生变量，而我们模型中的一些变量不是正态分布的，因此，SEM 中常用的估算方法，最大似然法（ML），不适用于本模型。一种替代估算方法，加权最小二乘均值和方差调整（wlsmv）方法用于分析。该模型使用 Mplus7 软件包。在概念模型中，小汽车通勤和停车的可用性由以下方程给出：

- $H-PAV = f(\text{Income}, H-DTC, H-TAI, H-FAR, H-NSI)$
- $W-PAV = f(W-DTC, W-TAI, W-FAR, W-RDE)$
- $DOR = f(\text{Income}, HHsize, WHD, H-DTC, H-TAI, H-FAR, H-NSI, H-PAV, W-DTC, W-TAI, W-FAR, W-RDE, W-PAV)$



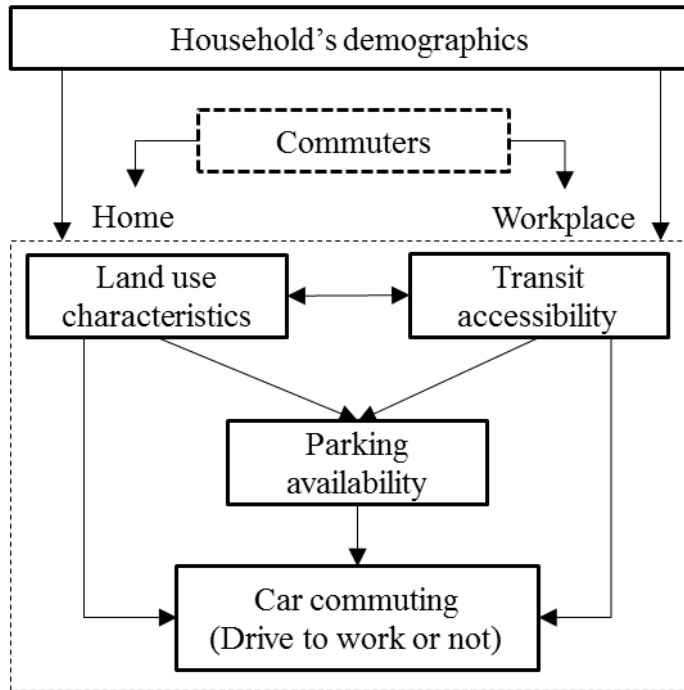


图 6-1 模型框架

## 6.2 模型结果分析

一个替代的模型拟合指数在 SEM 的文献 (Kline, 2005; 施雷伯等, 2006)。最广泛使用的指标包括 RMSEA (根均方误差逼近; 小于 0.05 表明一个不错的选择) 和 CFI / TLI (比较拟合指数和非范拟合指数; 大于 0.90 表明一个不错的选择)。此外, RMSEA 确定置信区间 (CI) 和 P 值评估的拟合优度。根据这些标准, 估计的模型非常适合, 如表 3 所示。

表 6-2 模型结果

	直接影响	总间接影响	通过 PAV 的间接影响	总影响
Parking availability at home (for residential areas, H-PAV) $R^2 = 6.7\%$				
Income	0.129***	--	--	0.129***
H-DTC	0.029	--	--	0.029
H-FAR	-0.045***	--	--	-0.045***
H-NSI	0.072***	--	--	0.072***
H-TAI	-0.164***	--	--	-0.164***
Parking availability at the workplace (for office areas, W-PAV), $R^2 = 40.8\%$				
W-DTC	-0.058***	--	--	-0.058***
W-FAR	0.677***	--	--	0.677***
W-RDE	-0.176***	--	--	-0.176***
W-TAI	-0.012	--	--	-0.012
Commuting car use (Drive or not, DOR) $R^2 = 15.1\%$				
Income	0.085***	0.011**	0.017***	0.096***
HHsize	-0.124***	--	--	-0.124***

WHD	0.347***	--	--	0.343***
H-DTC	0.098***	0.121***	0.020***	0.219***
H-TAI	-0.079**	-0.022***	-0.022***	-0.101***
H-FAR	-0.061**	-0.021***	-0.009***	-0.082***
H-NSI	0.037*	0.010***	0.010***	0.047**
H-PAV	0.133***	--	--	0.133***
W-DTC	-0.152***	-0.021	-0.046***	-0.173***
W-TAI	-0.045	-0.002	-0.002	0.047
W-FAR	-0.015	0.078**	0.101***	0.063**
W-RDE	0.009	-0.026***	-0.026***	-0.017
W-PAV	0.149***	--	--	--

*Model Summary*

Number of observations 5623

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

Estimate (cut-off value: <0.05) 0.046

90 Percent C.I. (cut-off value: close to 0; <0.08) 0.042 0.050

Probability RMSEA (cut-off value: >0.05) 0.949

CFI/TLI(Comparative Fit Index and Non-Normed Fit Index) (cut-off value: >0.90)

CFI 0.981

TLI 0.965

Note: \*\*\*, p<0.001; \*\*, p<0.05; and \*, p<0.1.

表 6-3 建成环境变量间的相关关系

		H-DTC (W-DTC)	H-FAR (W-FAR)	H-NSI (W-RDE)	H-TAI (W-TAI)
H-DTC (W-DTC)	<i>Coef.</i>	1 (1)			
H-FAR (W-FAR)	<i>Coef.</i>	-0.296*** (-0.516***)	1 (1)		
H-NSI (W-RDE)	<i>Coef.</i>	0.202*** (-0.529***)	-0.261*** (0.570***)	1 (1)	
H-TAI (W-TAI)	<i>Coef.</i>	-0.638*** (-0.650***)	0.413*** (0.806***)	-0.280*** (-0.517***)	1 (1)

Note: 1. Coefficients among workplace built environment variables are shown in parentheses.

2. \*\*\*, p<0.001.

### 6.2.1 停车和建成环境变量间的关系

如表 6-2 所示，停车便利度与 H-FAR 呈负相关，而与各个社区的 H-NSI 呈正相关。这些结果已有研究的研究结果是一致的，这表明停车在密度较大的街区相对不足，但当邻里规模增大时则更为充分。由于深圳没有将不同的最低停车标准应用于密集和小型社区，我们可以推断这些变化是由私人市场的影响造成的。房地产开发商平衡提供一定数

量停车位的成本和收益，并寻求与官员讨价还价的方法。在高强度项目中，每个停车位的建筑成本较高，这意味着大多数房地产开发商没有动力为居住人口提供足够的停车位。相反，它们可以在相对较低的建筑成本中为较大的街区提供更多的停车位。

H-TAI 与 H\_PAV 呈负相关，提示有更好的公交可达性的街区的停车便利度较低。设置最低停车标准时不考虑公交服务水平。这显著的负相关系数可以通过 H-TAI 和 H-FAR 的负相关和 H-TAI 和 H-NSI 之间的正相关来解释（见表 6-3）。实证结果表明，密集和较小的街区不仅能更好地实现公交出行（鼓励公共交通使用），而且还可以降低停车便利度（减少小汽车依赖）。减少停车位供给作为 TOD 成功的先决条件（Arrington Cervero, 2008; 威尔逊, 2005）。不过，在深圳的案例中，停车和公交之间良好的互动关系，并不是有意的政策效果，而更多是市场作用的结果。

H-DTC 对 H-PAV 无显著影响，说明停车便利度无显著的区位差异。这一结果表明，与容积率和社区规模相比，房地产开发商在确定新开发项目时，确定停车供给规模较少的考虑区位影响。此外，该模型显示家庭年收入与 H-PAV 正相关，表明家庭收入较高的家庭比那些低收入人群更倾向于居住在有充足停车位的社区。

在工作地，模型结果表明，W-PAV 与 W-FAR 呈正相关。由于《深标》仅规定了单位单面的停车位供给量，因此，随着容积率提高，停车位总数随之增多。W-DTC 与 W-PAV 负相关，表明每个 TAZ 内办公车位总数，随着离城市中心距离的增加而减少。如上所述，深圳规划管理部门 2004 起实行了区分位的停车最低标准要求（详情见表 4-1），允许中心城市内办公场所的最低停车标准。然而，实证结果表明，这一政策并没有导致市中心附近停车场总数减少。此外，W-TAI 与 W-PAV 无显著相关性，尽管《深标》规定在中心区公交发达地区应提供较少车位。这一结果意味着需要更多的监管和努力来促进良好的公交和停车一体化关系的形成。

### 6.2.2 小汽车通勤的影响要素

根据表 6-2 所示的直接和总效应，与预期相同，高收入家庭和平均职住距离长的家庭，开车上下班的可能性更大。家庭规模与小汽车通勤量呈负相关，表明如果家庭成员增加，通勤者开车上下班的可能性会减少。

居住地建成环境所有变量都对汽车通勤有显著的直接影响。具体来说，居住在交通便利的社区的居民驾车出行可能性较小。居住在远离市中心或较大社区的居民开车上班的概率较高。此外，H-PAV 与是否驾车通勤呈现显著的正相关，这表明居住在停车供给充足社区的居民驾车上下班的可能性大于那些居住在停车位不足的社区居民。如上所

述，容积率较大和规模较小的社区，以及公交可达性较高的社区，停车便利度通常较低。这种停车和土地利用的互动关系，导致了土地使用变量，以“停车便利度”为中介变量，对小汽车通勤产生了显著的间接影响。

工作地建成环境变量对小汽车通勤的影响不如居住地的影响显著。工作地建成环境变量中，只有两个变量（W-DTC 和 W-PAV）对小汽车通勤有显著的直接影响。W-DTC 对是否驾车通勤产生负的直接影响，这表明距离市中心越远，驾车通勤的可能性越小。这个结果与先前的假设不一致；可能的原因是，在郊区工作的人更多的在郊区居住，他们的职住距离较短，有时在步行范围内，而不需要驾车。

值得注意的是，工作场所环境的一些特征具有显著的间接效应和总效应，尽管它们的直接影响是微不足道的。当停车场的可用性作为中介变量，W-RDE 对是否驾车通勤产生负的间接影响。正如我们已经讨论过的，考虑到建设成本，房地产开发商会积极减少小规模社区的停车供给。在道路密度较高的地区工作的人开车的可能性较小，这不是由于道路密度本身的影响，而是因为这些地区的停车便利度较低。

更有趣的是，我们发现，W-FAR 与小汽车通勤呈负相关，尽管相关性不显著。然而，由于停车便利度的中介效应，它的间接和总影响是积极的和显著的。现有的文献中经常论述高密度密开发对减少汽车使用的效果。然而，在我们的例子中，高密度地区吸引更多的小汽车通勤的总，这主要是因为高密度地区停车位数量较多，吸引了更多的小汽车通勤。更多的办公室停车空间集中在密集的中心区域，从而鼓励驾驶和损害密集发展的益处。

### 6.3 小结

通过建立 SEM 模型，本研究探讨了建成环境对小汽车通勤的影响，同时考虑了停车土地使用的互动关系。主要研究结果如下：1) 在市场作用下，高密度和规模较小的社区停车位配建比率较低；2) 最低停车位配建标准的实施，导致高密度的城市中心区聚集了更多的停车位；3) 高密度和规模较小的社区，公交可达性更好，停车便利度相对较低，有利于引导可持续出行。

## 7. 结论与致谢

国际上来看，停车位短缺是机动化快速发展过程中必然面临的问题，解决这一问题的路径选择将深刻影响到城市未来的可持续性。欧美城市以“最高停车位标准”代替传统的“最低标准”对我们的启示是，停车位不应再被看作是政府必须充足供给的公共物品，而应更多地利用对停车的控制和管理减少机动车的依赖。但北美应对车位过剩而采取的控制停车供给上限这一措施本身，对现阶段中国城市的适用性仍值得商榷，面对车位短缺的阶段性问题，以下解决思路可为借鉴或参考。

### **(1) 停车政策制定思路应从短期的“问题导向”变为“长远的可持续目标导向”。**

借鉴欧盟可持续交通的体系框架，停车政策总体方向应以建设可持续城市为远期目标，对现阶段为解决车位短缺而采取的政策措施进行可持续性评价。不断提高的停车配建标准，实际上并未有效缓解车位短缺，却可能对未来发展带来更多不可持续的隐忧，值得深刻反思。目前各城市规划条例中确定的车位配建标准，类似于北美 1970 年代 ITE 颁布的《停车生成手册》，即只考虑用地性质，而未考虑如何与区位、城市形态、公共交通服务水平等可能对出行方式产生影响的其他要素相联系，根本上没有将停车管理纳入可持续交通框架。其他就事论事的措施，如北京对挖潜而提供更多车位的社区给予经济奖励等，也都没有将引导可持续出行作为政策制定的目标。

### **(2) 研究中国城市背景下车位供给、土地利用与出行行为三者的关系，为精细化的停车布局和管理提供理论依据。**

确定以可持续作为政策设计目标后，需要更多基于中国城市特征的理论及实证研究支撑政策目标的实现。本文对停车分布和城市空间关系的一体化分析得到了一些有趣且有价值的结果。如尽管受到控规最低车位标准的限制，但各居住小区实际建设的车位比例与各社区自身属性强烈相关，实际上是开发商结合其项目的市场定位，权衡成本-收益后的结果。其结果可以反映出市场条件下发展商的供给意愿。而交通小区层面的结果表明，停车位的分布在市场和规划控制的双重影响下，显示出一定的合理性，如车位分布与道路设计流量正相关；但也显示出一些市场力无法调节的不可持续特征，如车位分布与公交可达性正相关，一般地，我们期望在公共交通具有较好可达性的地区，人们可以更多地使用公交出行，但在这些地区充足的车位供给恰恰会鼓励更多人以自驾方式抵达，从城市基础设施投资上看可能也并不经济，因此停车政策制定上应更多考虑公共交通的影响。另一个有趣的结果是，用地规模较小的居住小区，受成本影响，开发商愿意

提供的车位数量也较少；而在交通小区层面，车位分布与道路密度负相关。与可持续城市相关的理论（如精明增长，新城市主义和 TOD 等）都倡导更小的街区尺度，这可能无需更多的政府调控，仅在市场规律下就能够形成一个面向可持续的良性循环，即小尺度街区营造出适宜的步行尺度与环境，并自然地减少了车位供给，人们更多步行，车位稀缺也同时抑制了拥车及自驾抵达的需求，非机动车化环境从而得以在小尺度街区成为主导。相反地，目前我国城市封闭社区开发规模的不断扩大，可能会造成与上述过程相反的不可持续循环。

**（3）开发商主导的车位供给模式不仅无法有效缓解车位不足的问题，且很难利用其引导出行，尤其是调控进入城市中心区的交通量。**

前述中国城市停车供给 90%以上来自各物业发展商，公共车位比例与国际其他城市相比明显较小，这种模式一方面因共享机制还未形成而无法缓解整体上车位不足的矛盾，另一方面，开发商提供的车位多为地下或场地内停车，客观上给私家车使用者提供更多便利（步行在出行链中很短），使得公交更加不具有竞争优势。而通过增加公共车位的方式，不仅可以有效缓解车位短缺矛盾，与场地内车位相比，公共车位到出行目的地步行距离增加，或许可以在一定程度上抑制用车需求。此外，通过对公共车位分布的合理规划，也将有助于减少进入交通拥堵的城市中心区的车流量。但依据出行行为的更多实证性研究仍然缺乏，也是本研究今后可以深入的方向。

**（4）从执法层面加强停车管理，以确保各种利用停车促进城市可持续发展的努力能够真正实现。**

执法层面严格的停车管理，实际上是解决目前中国城市停车问题的更为直接、有效的方法。这虽不是本文研究重点，但却是上述研究及政策能否见效的重要环节。对市区非法停车的严格管制不但能有效限制车流，缓解各大城市普遍面临的交通拥堵，更有助于营造公平的社会环境（王缉宪，2010）。

最后，对北京大学-林肯研究院城市发展与土地政策研究中心的研究资助，致以最诚挚的感谢！

已发表的研究成果:

Liu, Qian, Peng Chen, and Feiyang Sun. "Parking Policies in China's Metropolises: Rationales, Consequences, and Implications." *Urban Policy and Research* (2017): 1-15.

工作论文:

办公和商业用地停车位配建指标及实施评价

## 参考文献

1. Downs, A. (1962). The law of peak-hour express-way congestion. *Traffic Quarterly*, 16(3):393 - 409.
2. Downs, A. (1992). *Stuck in Traffic: Coping With Peak-Hour Traffic Congestion*. Washington D.C. : Brookings Institution Press.
3. Noland, R. B. (2001). Relationships between highway capacity and induced vehicle travel. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(1), 47-72.
4. Guo, Z., & Ren, S. (2013). From minimum to maximum: Impact of the London parking reform on residential parking supply from 2004 to 2010? [J]. *Urban Studies*, 50(6), 1183-1200.
5. Weinberger, R. (2012). Death by a thousand curb-cuts: Evidence on the effect of minimum parking requirements on the choice to drive [J]. *Transport Policy*, 20, pp. 93-102.
6. Shoup, D. C. (1997). Evaluating the effects of cashing out employer-paid parking: Eight case studies. *Transport Policy*, 4, 201-216.
7. Weinberger, R., Kaehny, J., & Rufo, M. (2010). *US parking policies: an overview of management strategies*. Institute for Transportation & Development Policy, New York.
8. ITDP. 2011. *Parking U-turn: From accommodation to Regulation*. eds. M. Kodransky & G. Hermann. Institute for Transportation & Development Policy.
9. Gomez-Ibanez, J. A., & Meyer, J. R. (1993). *Going private: The international experience with transport privatization* [J]. Brookings Institution Press.
10. Shoup, D. C. (1999). The trouble with minimum parking requirements [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(7), 549-574.
11. Shoup, D. C. (2005). *The high cost of free parking* [M]. Washington, DC, USA: Planners Press, American Planning Association.
12. Barter, P. A. (2010). Off - Street parking policy without parking requirements: a need for market fostering and regulation [J]. *Transport Reviews*, 30(5), 571-588.
13. Ferguson, E. (2004). Zoning for parking as policy process: A historical review [J]. *Transport Reviews*, 24(2), 177-194.
14. MTC. (2007). *Reforming parking policies to support smart growth. Toolbox/handbook: parking best practices and strategies for supporting transit oriented development in the San Francisco Bay Area* [R]. Metropolitan



Transportation Commission(MTC), San Francisco, California.

15. EPA. (2006). Parking spaces and community places: finding the balance through smart growth solutions [R]. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Washington, DC.
16. Calthorpe, P. (1990). Transit oriented development design guidelines [R]. Calthorpe Association. Sacramento County Planning and Community Development Department.
17. Willson, R. (2005). Parking policy for transit-oriented development: lessons for cities, transit agencies, and developers [J]. *Journal of Public Transportation*, 8(5), 5.
18. Arrington, G. B., & Cervero, R. (2008). TCRP Report 128: Effects of TOD on Housing, Parking, and Travel [R]. *Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC*, 3.
19. Nelson, A., Meyer, M., & Ross, C. (1997). Parking supply policy and transit use: Case study of Atlanta, Georgia [J]. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1604), 60-66.
20. Manville, M., & Shoup, D.C. (2010). Parking requirements as a barrier to housing development: regulation and reform in Los Angeles. University of California Transportation Center, Research Paper No. UCTC-2010-03.
21. Engel-Yan, J., Hollingworth, B., & Anderson, S. (2007). Will reducing parking standards lead to reductions in parking supply? Results of extensive commercial parking survey in Toronto, Canada [J]. *Journal of the Transportation Research Board*, 2010(1), 102-110.
22. Barter, P. A. (2011). Parking policy in Asian cities: report to Asian Development Bank [R].  
  
(<http://www.adb.org/sites/default/files/publication/28935/parking-policy-asia.pdf>).
23. Guo, Z., & Ren, S. (2013). From Minimum to Maximum: Impact of the London Parking Reform on Residential Parking Supply from 2004 to 2010. *Urban Studies*, 50(6), 1183-1200.
24. Wang J. J. & Liu, Q. (2014) Understanding the parking supply mechanism in China: a case study of Shenzhen [J]. *Journal of Transport Geography*, 40: pp. 77-88.
25. Handy, S. (1996). Methodologies for exploring the link between urban form and travel behavior. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1, 151-165.
26. Boarnet, M. G., & Crane, R. (2001). Travel by design the influence of urban

- form on travel [M]. Oxford: Oxford University Press.
27. Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the built environment: a meta-analysis [J]. *Journal of the American planning association*, 76(3), 265-294.
  28. Chatman, D.G. (2003) How density and mixed uses at the workplace affect personal commercial travel and commute mode choice [J]. *Transportation Research Record*, 1831, pp. 193-201.
  29. Brownstone, D., & Golob, T. F. (2009). The impact of residential density on vehicle usage and energy consumption [J]. *Journal of Urban Economics*, 65(1), 91-98.
  30. Zegras, C. (2010). The built environment and motor vehicle ownership and use: Evidence from Santiago de Chile [J]. *Urban Studies*, 47(8), 1793-1817.
  31. Hensher, D. A., & King, J. (2001). Parking demand and responsiveness to supply, pricing and location in the Sydney central business district [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(3), 177-196.
  32. Su, Q. & Zhou, L. (2012) Parking management, financial subsidies to alternatives to drive alone and commute mode choices in Seattle [J]. *Regional Science and Urban Economics*, 42, pp. 88-97.
  33. Pierce, G., Shoup, D. (2013). Getting the prices right: an evaluation of pricing parking by demand in San Francisco [J]. *Journal of the American Planning Association*, 79(1), 67-81.
  34. 柴彦威, & 沈洁. (2008). 基于活动分析法的人类空间行为研究 [J]. *地理科学*, 28(5), 594-600.
  35. 程世东. (2013). 紧缩治乱: 我国城市停车供给政策实施策略 [J]. *综合运输*, (2), 27-31.
  36. 戴帅, & 虞力英. (2013). 城市停车管理的启示与建议 [J]. *道路交通管理*, 7, 46-47.
  37. 马静, 刘志林, & 柴彦威. (2013). 城市形态与交通碳排放: 基于微观个体行为的视角 [J]. *国际城市规划*, (2).
  38. 钱林波, 杨涛, & 於昊. (2008). 城市停车体系发展战略——以北京为例 [J]. *城市交通*, (5): 35-39.
  39. 尚炜, 戴帅, & 刘金中. (2014) 城市停车政策与管理 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, .
  40. 谭永朝, 项勤毅, 高杨斌, & 陈云. (2014). 去福利化解决城市停车问题 [J]. *城市交通*, (12) : 18-22.
  41. 王缉宪, & 刘倩. (2015). 停车管理及其与城市土地使用的互动——理据与实践 [J].

城市规划, (11), 55-61.