

第一篇 城市交通运输效率

第一章 概述

城市交通运输系统追求的核心目标是效率。可持续发展的交通运输系统就是要在保证满足交通需求（快速、安全、高效、舒适）的同时，最大限度地降低环境负效应，最小程度地占用和消耗资源，追求总体效率最大化。

第一节 交通运输效率的基本概念

一、交通运输效率的定义

效率（efficiency）的基本概念，就是投入与产出或成本与收益之间的关系。在日常生活中，效率是一个使用非常广泛、而其外延和内涵又相对模糊的概念。什么是效率？什么样的系统能称为“有效率”？影响效率的因素有哪些？这是本书首先需要讨论的问题。对效率的系统研究，可以追溯到经济学中的“供给经济学”学派对通货膨胀问题的研究。长期以来，在国内外的经济学界，对通货膨胀问题的研究大多是从控制总需求入手进行的，大多数经济学家都认为，“通货膨胀是一个短期的宏观经济波动问题，因为总供给一般是一个较为固定的量，因此通货膨胀的原因就在于总需求大于总供给。”这个解释隐含一个假设，即：经济效率是一个相对稳定的量，因而产出水平（即总供给）也是一个相对稳定的量。然而，另一派经济学家却认为，分析宏观经济问题，还要从效率和供给的角度出发，这就出现了他们将效率这一微观变量引入宏观经济分析，认为决定供给的因素有效率和投入量两个，其中投入量在短期内是有限的，而效率则可能在短期内有较大变化，因此效率是影响整个宏观经济总供给的关键变量。

从经济学角度看，最终的产出就是人们需要的满足，即效用。而投入从一般意义上说，是指利用一定的科学技术生产一定产品所需的生产资源，包括劳动力和物资资源。因此，效率的最一般意义就是生产资源与它们所提供的人类需求满足之间的对比关系。简单地讲，效率与所投入的生产资源、需求满足能力之间存在如式（1-1）所示的数学关系：

$$O = I \times E \quad (1-1)$$

式中： O 表示需求满足能力，即一定生产投入的产出量； I 表示投入的生产资源量； E 表示该投入产出系统的效率。

从公式（1-1）可以看出，效率是决定一个系统投入产出关系的主要因素，同样的投入下，效率的高低将导致产出有很大差异。由于效率是一个普遍的、宏观的概念，在研究不

同经济领域的效率问题时，效率的定义需要进一步具体化。

交通运输效率是指在交通运输系统中，一定的交通投入对人们交通需求的满足程度。它是决定一个交通运输系统的交通供给规模和交通供需关系的重要因素。

二、交通运输效率的分类

一个国家的交通运输系统是一个复杂的、开放的无边界系统，因此交通运输效率的内涵也是多层次的。不同的利益主体、不同的系统目标、不同的研究角度，对交通运输效率的理解和评价都是不同的。总体而言，交通运输效率可以进一步划分为宏观和微观的交通运输效率、城市内和城市间的交通运输效率、客运系统和货运系统的交通运输效率等。同时，不同的划分方法之间又是互相联系的，把它们进行一定的组合，又可以得到更详细的划分，例如：城市内的客运系统交通运输效率、城市间的货运系统交通运输效率等等。

本书讨论的主要内容是城市交通系统的运输效率，下面给出城市交通运输系统效率的具体概念和分类。

从宏观的角度而言，城市交通运输效率是指一个城市的客、货运系统对人们的交通需求满足程度与城市交通系统的投入量之间的关系，可以用“社会总效益/社会总费用”来衡量城市交通系统的总体运输效率。城市交通系统的社会效益与社会费用之比越高，表明该系统的运输效率越高。然而，社会效益和社会费用是一个宏观的指标，较难进行准确的量化，因而也无法从宏观角度对一个城市交通系统的运输效率进行统一的评价。

由于城市交通系统是一个由多因素、多层次组成的复杂系统，它的运输效率也是通过不同侧面来体现的。从微观角度而言，可以用城市交通基础设施的使用效率、交通工具的运营效率、城市交通管理与控制系统的效率等指标来综合衡量一个城市交通运输系统的运输效率。

第二节 交通运输效率与国民经济发展的相互关系分析

一、交通运输业对国民经济的贡献——可动性

交通运输是促使货物或人发生空间位移的产业和部门，它为社会提供的直接产品（或服务）就是实现人和货物的空间位移。人们对交通运输的需求是随着社会生产和生活而产生的，即派生需求。因此，交通运输的发展一方面与国民经济的发达程度密切相关，另一方面又反作用于国民经济，影响着国民经济的发展。

根据交通运输基本功能的性质，我们可以用交通运输的“可动性”来衡量一国国民经济中交通运输业的发达程度。可动性是指使人或货物发生空间移动的力量，可动性大意味着空间移动能力强，商品流通的范围广，因而就越有利于国民经济的发展。因此，交通的可动性是导致交通运输与经济发展之间存在紧密联系的基本原因。现实情况表明，经济发达的国家必然是交通发达的国家，原因之一就在于交通运输的可动性。

对交通运输可动性的研究可以追溯到 1961 年奥恩对国民经济发展与交通可动性之间关系的研究，他发现加拿大、澳大利亚、美国等经济发达国家的经济发展在很大程度上依赖于交通的可动性；而印度尼西亚、巴西等交通可动性低的国家，其人均国民收入也普遍

大大低于交通可动性高的国家。然而，同交通运输效率一样，交通运输的可动性也是一个宏观的、笼统的概念，为了充分说明交通运输与国民经济两者间的相互关系，首先需要对其可动性进行量化分析和研究。

1. 交通运输可动性的量化指标体系

交通运输可动性是一个宏观的指标，衡量整个交通运输系统的交通运输产出的总水平，它与各个交通运输子系统息息相关，涉及交通基础设施、交通运输组织管理水平等各方面因素。其中，交通基础设施属于硬件环节，交通运输组织管理属于软件环节。交通运输的可动性与交通运输的投入水平和运作效率直接相关，虽然我们不能把交通运输可动性的方方面面都进行量化计算，但从其硬件环节入手，进行交通运输可动性的量化比较，却是可行的。因此，作者提出如图 1-1 所示的交通运输可动性的量化指标体系。

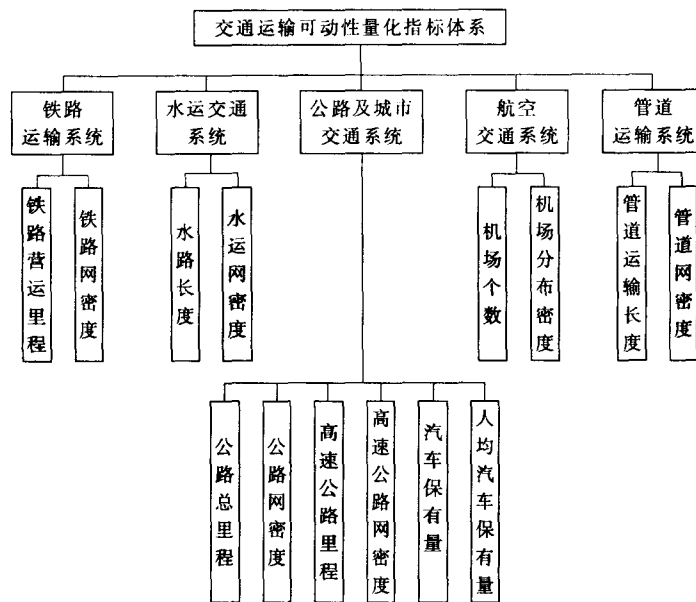


图 1-1 交通运输可动性的量化指标体系

2. 交通运输可动性与国民经济相互关系研究

交通运输作为国民经济基础产业，是商品经济发展的必要条件。离开交通运输业的发展，商品流通扩散、劳动力的地理转移、生产要素的配置等都无法完成，国民经济也就无法顺利地运转。因此交通可动性与国民经济的发展水平有直接的正向相关关系。我们根据 1995~1997 年世界各国的交通运输和经济发展的数据，采用上述指标计算了美国、德国、法国、日本、中国、中国香港、中国台湾和印度这八个在地理位置和经济发展水平方面都有一定代表性的国家和地区的交通可动性，其结果如表 1-1 和图 1-2 所示。

虽然上述比较仅针对于交通基础设施等硬件环节，但从中我们仍然可以得出这样的结论，即：一国的经济发达程度与其交通可动性确实存在正向相关关系，例如美国、德国、香港、日本等经济发达国家和地区，其交通可动性都大大超过中国、印度等经济发展中的国家。

表 1-1

世界 8 个国家和地区的交通运输可动性比较

国家名称	可动性	1997 年 人均 GDP (美元)	1996 年 人均国民收入 (美元)	国家名称	可动性	1997 年 人均 GDP (美元)	1996 年 人均国民收入 (美元)
美国	1	30200	24901	日本	0.45	24500	28470
德国	0.71	20800	24767	中国台湾	0.32	14200	12872
中国香港	0.53	26800	24461	中国	0.21	413	561
法国	0.53	22700	22869	印度	0.19	1600	341

注 以美国的可动性为 1，其余国家为相对值。

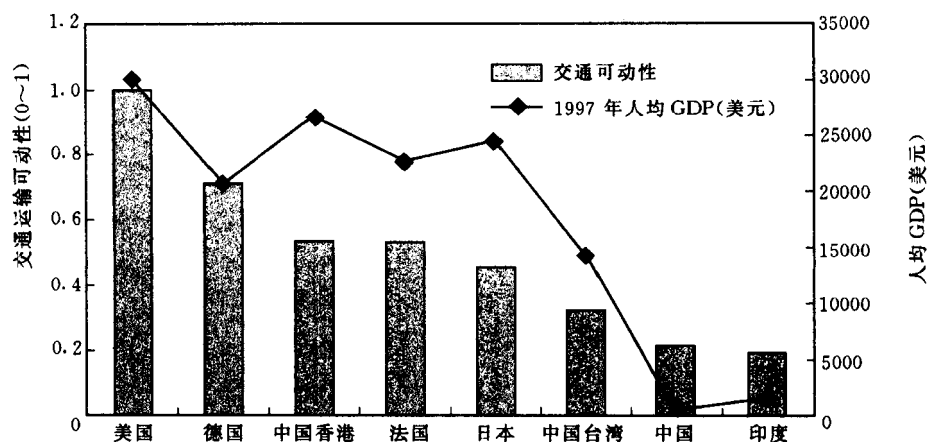


图 1-2 世界 8 个国家和地区的交通运输可动性比较

二、我国大城市的城市交通可动性比较

根据上述分析和相应的计算指标，作者计算了我国超过 200 万人口的 13 个超大城市的城市交通运输可动性，如表 1-2 所示。

表 1-2

我国 13 个超大城市的交通运输可动性

城市	城市交通可动性	人均 GDP (元)	城市	城市交通可动性	人均 GDP (元)	城市	城市交通可动性	人均 GDP (元)
北京	1.00	18138.84	广州	0.75	32514.44	重庆	0.47	8438.744
上海	0.97	27771.38	大连	0.74	24741.45	长春	0.40	14595.15
南京	0.84	22364.12	天津	0.68	17647.59	武汉	0.39	16532.89
沈阳	0.79	16474.76	哈尔滨	0.53	14244.48	成都	0.38	17736.54
						西安	0.34	12414.39

三、交通运输效率与国民经济发展的相互关系

交通运输效率与交通可动性都是与交通运输系统各方面密切相关的宏观性指标，它们与交通基础设施、交通运营管理等环节都存在互动关系。可以说，交通基础设施和运营管理系统是交通运输系统的宏观投入要素，而交通运输可动性是交通系统的宏观产出要素

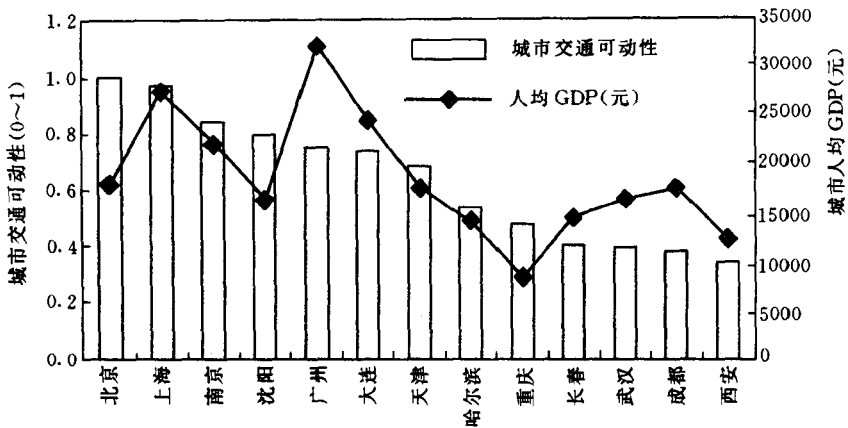


图 1-3 我国 13 个超大城市的交通运输可动性比较

(即交通运输能力)，交通效率则是影响交通系统的投入产出比例的宏观变量。因此，他们的相互关系如图 1-4 所示。

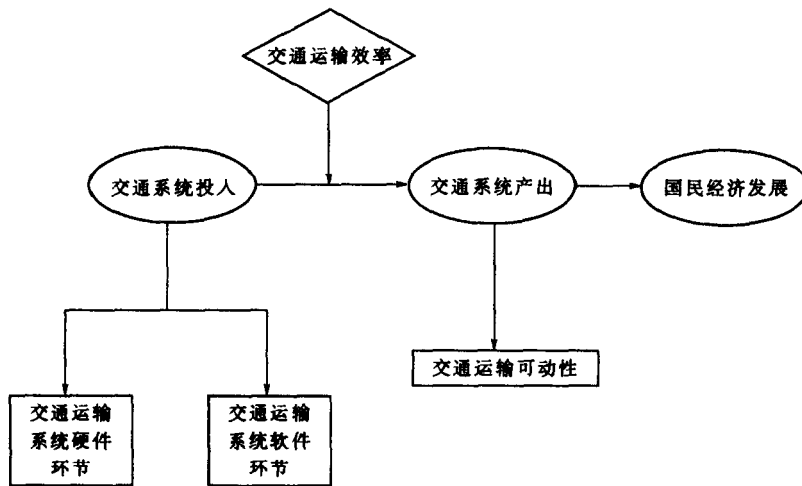


图 1-4 交通运输效率、可动性与国民经济的相互关系

由图可知，交通运输效率就是通过影响交通系统的产出——交通可动性，从而影响国民经济发展的。交通运输效率高，在同样交通投入下的交通运输可动性就高，就越有利于国民经济的发展。

第三节 城市交通运输效率的研究目的与研究内容

一、研究目的与意义

交通运输效率，是一个普遍为人们所使用的概念。但是，什么是交通运输效率，其内在含义和规律如何，却并没有一个明确的答案。城市交通运输效率是衡量一个城市交通系

统总体运行效率的综合指标，它本身受到很多与城市交通系统有关的因素的影响。因此，研究城市交通运输效率的目的，是探寻城市交通运输效率与城市交通系统诸方面的相互关系，以及它们之间的互动规律，并根据这些规律对城市交通系统的效率进行分析和评价，以寻找提高城市交通运输效率的途径和措施。

随着城市交通与城市经济、环境、城市化之间相互关系的日益密切，城市交通运输系统的运输效率也从单纯的“运输速度”或“运输能力”扩展到整个城市发展的方方面面。因此，研究城市交通运输效率的意义，不仅对城市交通系统本身的健康发展有重要的意义，还对整个城市的经济发展、城市演变和可持续发展有着深远的意义。

二、研究内容

由于城市交通系统的运输效率是一个多因素、多层次的复杂变量，所以对城市交通运输效率的研究，应该从城市交通系统的各个层面入手，研究每个组成部分自身的运转效率或使用效率、每个部分对城市交通运输效率的贡献，以及研究每个组成部分运输效率的影响因素等。具体而言，城市交通运输效率的研究内容主要包括以下部分。

1. 城市交通运输效率的影响因素研究

研究城市交通效率的影响因素，是评价城市交通运输效率、研究提高城市交通运输效率对策的基础。影响城市交通运输效率的因素是多方面的，本研究中主要分析以下六个因素，它们分别是：城市结构、城市交通结构、城市交通基础设施、城市交通管理系统、城市交通政策与管理体制和技术进步对城市交通运输效率的影响。

(1) 城市结构。城市结构主要指城市土地利用形态，即城市的土地使用性质与开发强度。一个城市的结构特征除了与城市所在区域的经济水平有关外，还在很大程度上受政府宏观决策的影响和自然地理条件的制约。交通需求是伴随人类的社会生产和生活而产生的，因此在一定的经济水平和土地利用形态下，交通需求的发生吸引强度和空间分布特征就基本确定了。长期以来的研究表明，不同的城市结构下产生的城市交通系统，在运输效率上有着很大的差别。因此从交通需求产生的源头出发，建立一个合理的城市结构，适当分散城市功能、控制土地开发强度，是改善城市交通需求的时空分布特征、削减交通总量，从而缓解城市交通拥挤、提高城市交通运输效率的根本措施。但是，从城市结构的角度来调整交通的时空分布是一个长期的、见效慢的过程，在制定相应的规划和管理法规时，要考虑到它们的长远性，并配以相应的短期政策和法规。

(2) 城市交通结构。城市交通结构是指在城市交通运输系统中，各种交通方式在总出行中的分担比例的构成情况，它是影响城市交通运输效率的另一个关键因素。合理的交通结构将在交通总需求一定的情况下，最有效地利用城市道路等基础设施，最大限度地发挥交通系统的功能和作用。

社会经济的发展决定了一定的土地利用形态和布局与之相适应，同时一定的土地利用格局下产生了支撑它的一定的交通结构，我们可以将土地利用格局看作交通需求一方，因为它在很大程度上决定了交通出行的总量和时空分布特点，我们也可以将交通结构看作交通供给一方，因为一定的交通结构基本上决定了交通系统所能承受和支持的交通量。这样，土地利用格局和交通结构之间是否协调发展将反映出交通需求与交通供给之间是否平衡，反映到道路系统上就是道路交通是否拥挤。事实表明，城市交通系统中，虽然公共交通系

统在可达性、舒适性等方面不及私人小汽车，但从公共交通所承担的客运量与其消耗的资源 and 能源的比值看，优先发展城市公交系统对缓解目前我国普遍存在的交通拥挤现象，提高城市交通运输效率具有十分重要的意义。

(3) 城市交通基础设施。城市交通基础设施主要包括城市公交系统、城市道路系统、停车场设施、交通换乘枢纽等。它们是满足城市交通需求的直接载体和运力的生产设施。从效率与投入、产出的关系看，城市交通基础设施的运行和使用效率是直接决定一个城市的交通基础设施系统所能提供的交通需求满足能力的关键因素。

在研究城市交通基础设施对城市交通运输效率的影响时，除了研究各种交通基础设施的使用效率外，还应该研究城市交通基础设施的构成特征对城市交通运输效率的影响。例如，一个高效率的城市道路交通网络，除了在道路长度和道路面积率这些直观指标上要达到相应的标准，还要求不同等级道路主次分明、功能明确、相互衔接，共同承担城市道路交通需求。道路长度和道路面积率相同的两个路网，很可能由于道路等级结构和路网密度不同，而导致路网的通行能力有很大的差别。

城市停车设施是满足城市“静态”交通需求——停车需求的交通基础设施。长期以来，城市停车设施的合理规划和建设一直被人们所忽视，很多城市公共停车设施不足、停车设施规划不合理，导致静态交通反过来干扰动态交通流，造成了交通拥挤和城市交通运输的低效率。以北京为例，根据北京市公安交通管理局的停车场调查结果，北京城区和近郊区现有停车泊位数的 73.2% 均属于单位大院，而公共建筑所拥有的停车泊位数仅占 12.5%，这导致每天在市区主要道路上车辆因找不到停车位而乱停放的现象非常严重。在被誉为“中国硅谷”的中关村，竟没有一个大型的公共停车场，进出中关村地区的车辆只能停泊在白颐路两侧，甚至深入到次干道和支路上，与大量的自行车交通互相干扰。这造成了白颐路的交通混乱不堪，极大地降低了中关村地区道路网络的运输效率，也影响了中关村地区居民的生活环境。

城市交通系统中的交通枢纽，是衔接各种交通方式、保证客货出行顺利实现中转换乘的关键节点，它们不仅为城市内部交通服务，还要使城市的对内对外交通得到有机衔接。由于城市内部货物运输很少有中转环节，因此城市交通枢纽系统对城市交通运输效率的影响主要以客运为主。一个高效的城市交通枢纽，不仅能使市内居民出行换乘方便，还能使外来旅客迅速疏散到城市的各个角落。因此，合理规划城市交通枢纽系统，是提高城市交通运输效率的一个关键因素。

(4) 城市交通管理系统。在城市交通系统的三大子系统中，城市交通管理子系统，是对城市交通流的分布进行合理的诱导和控制，从而平衡交通供需关系，改善交通环境的重要部门。城市交通管理子系统既包括交通管理法规等软件设施，又包括城市信号控制系统、交通信息发布系统等硬件设施。相同的道路系统，由于交通管理的良莠而使道路实际通行能力出入很大。据我们 1998 年对北京白石桥、新街口、西单等主要交叉口的现场调查表明：在早晚高峰期，这些路口机动车辆的排队长度都在 200 m 以上，机动车在路口的平均延误长度达 2~3 min，而实际饱和交通量只有发达国家的 60%~80% 左右。在我国一些中小城市，尽管道路宽，车流量小，也存在交通秩序混乱的情况，这在很大程度上是由于混合交通相互干扰严重和交通管理手段跟不上造成的。所以，在一定的城市结构和交通结构下，城

市交通管理水平的高低，是决定城市交通供求平衡关系、影响城市交通运输效率的重要因素。

(5) 城市交通政策与管理体制。城市交通政策与管理体制，是城市交通系统顺利运行的宏观环境。由于交通运输业是社会“生产—分配—交换—消费”的重要环节，它同时涉及到国民经济的生产和消费领域。然而，长期以来，我国城市交通系统的规划、建设、监督、管理、经营等环节分别由不同的部门主管，相互之间缺乏有效的协调和沟通，经常出现重复建设、自相矛盾的局面，极大地降低了城市交通运输效率。随着经济发展的一体化进程迫切要求打破这种部门分割、各自为政的局面，通过建立一套统一协调的管理体制和政策措施，使城市交通运输系统中各个子系统有机衔接起来，从而提高城市交通运输效率。

(6) 技术进步。交通运输是一个涉及面广泛的行业，从交通基础设施的修建、维护，交通工具的制造、运营，到交通系统的管理和控制，都与技术进步紧密相关。随着科学技术的不断发展，技术进步在交通运输领域中的作用越来越重要，因此一个交通运输系统所采用技术的水平，也是影响其交通效率的重要因素之一。

2. 城市交通运输效率的总体评价方法与指标体系研究

要研究我国的城市交通运输效率，首先需要对我国城市交通运输效率的现状进行分析和评价。然而到目前为止，虽然人们都在呼吁提高运输效率，但是对于什么样的城市交通系统是高效率的系统、什么样的低效率系统，还没有一个明确的答案。这主要因为城市交通运输效率的内涵和外延不是确定的，决定城市交通运输效率的因素所提供的信息是模糊的、不完全的，使得无法对一个城市的交通运输效率进行量化的、唯一的判断。同时，不同城市的发展历史、经济实力、居民生活习惯不同，使得统一地评价中国城市交通运输效率的方法也是不实际的。

但是，城市交通系统又是一个高度随机而又可控的系统，它内部仍然有自身的规律所循。无论是交通发生吸引源、交通流的时空分布，还是交通流向和路径的选择、交通方式的构成等，都有不同程度的可控性。因此，本研究将在对现有系统评价模型与方法进行研究对比的基础上，探寻如何制定一套能为大多数城市所使用的评价指标体系，及对我国城市交通运输效率进行评价的模型与方法。

3. 提高城市交通运输效率的对策研究

研究我国城市交通运输效率的最终目的，是为我国城市交通系统的建设和发展向合理、科学、高效目标迈进提供对策和建议。城市交通系统在满足人们生产生活所派生的交通需求的同时，对城市的经济发展、城市发展模式、城市环境和人们生活水平有着重要的影响。通过对我国不同规模城市的城市交通运输效率的研究，我们力求找出提高城市交通运输效率的方法和对策，从而为我国城市交通的可持续发展奠定基础。

第二章 影响我国城市交通运输效率的关键因素分析

第一节 城市结构

英国 J·M·汤姆逊在其所著的《城市布局与交通规划》一书中曾谈到城市布局与解决交通问题的相互关系。他首先对城市结构作了如下定义：城市结构是指城市的大小和形状以及城市范围内居住、工作和其他活动的分布，它主要由四大因素组成——地理特征、相对可达性、规划建设控制和动态作用。本研究在上述定义的基础上，提出城市结构的概念为：城市土地利用形态，即城市的土地使用性质与开发强度。

城市的发展和城市化进程总是与一定的经济发展水平联系在一起，其表现是城市空间结构的演变以及城市人口规模及分布的变化。这种变化从根本上决定了城市交通出行的强度、密度和时空分布特性，从而对城市交通运输系统的效率有着关键性的影响。近 10 年来，人们的城市观念以及交通运输观念发生了深刻的变化，城市交通系统的概念得以发展和延伸：广义的城市交通系统（体系）是所有与交通运输有关的物质与社会现状条件的总和，即由物质要素和社会要素两大方面构成，涵盖社会经济形态、社会发展水平、城市规模、土地利用布局、城市交通结构、路网条件与停车设施、城市综合管理水平及交通政策等。因此研究城市结构与城市交通运输效率之间的相互关系，成为人们日益关注的课题。

一、城市不同发展阶段的交通特点分析

与世界各城市经济发展相应，城市发展过程及趋势可以大致分成前期工业社会、工业社会、后期工业社会、信息社会四个阶段。

在前期工业化阶段，以大工厂制度为核心的现代生产使农业社会的小农经济迅速解体，大量农民和手工业者云集城市，城市成为资本、人口、生产与生活最集中的地区，这时的城市发展虽然很快，但城市土地利用强度、城市规模还有限，传统的步行等交通方式足以满足人们的交通需求，基本上不存在交通拥挤问题。在工业社会阶段，城市是机器大工业生产的中心，同时也成为商业贸易的中心，城市数量猛增、规模开始扩张，自行车、马车以及有轨电车担当起城市交通运输的主要工具，这期间的土地利用形态与交通结构比较协调，交通拥挤问题并不显著。

进入后期工业化阶段，电气动力技术的发明和石油能源的使用造就了现代城市。城市开发强度大大提高，出现了以纽约、东京等为代表的一系列百万人口的世界级大都市。随着城市规模的增大，空间上的进一步扩张，城市土地使用方式出现明显的分化，形成了不同的功能区。城市中心一般是商务区，其外围一般是居住区和工业区，到边缘则以居住区为主。中心城区发展成吸引和辐射周围地域的磁场中心，越靠近中心磁力越强，城市越密集，人口分布密度、土地开发强度呈现明显的从城市中心向边缘递减的特征，城市形态呈圈层式自内向外的发展。后工业时代的城市功能结构概括起来有两个主要特征：一是不同

功能之间以互不干扰的空间分离为原则，功能内部以集聚效应、规模效应为原则；二是不同城市功能的联系和完成都要通过城市道路网来实现，形成以可达性为准则的区位原则。上述特征表现在空间上就形成以土地成本、交通成本为约束，按区位分布的分区布局特征。

这个阶段的城市交通结构的发展呈现两种截然不同的模式，一种是依赖于大容量快速的轨道交通系统，另一种则是以小汽车作为交通出行的主要工具。但不论以哪种交通方式为主，后期工业化社会的大部分城市都面临着交通拥挤的巨大压力，轨道车辆运力的增加似乎改变不了车厢内乘客密度日益增大的现实，而城市道路面积的增加似乎也总跟不上日益增涨的汽车交通需求。这是因为在工业经济时代的城市，城市功能的发挥及城市的发展都必须依赖于交通网络的支持，因此城市越是发展对道路系统及交通运输体系的要求也就越高，传统的“需求满足型”思想必然造成“车多修路、路多车多”的恶性循环，交通拥挤状况有增无减。在这个阶段，协调城市土地利用模式与城市交通系统的关系，寻找二者之间最佳的结合点，既最大限度的减少交通拥挤，又保证城市功能的正常发挥，已经成为提高城市交通运输效率的关键。

发展到工业社会末期，人类进入信息社会。在信息网络的支持下，城市的空间区位的影响因素将大为削弱，网络的“同时”效应，使城市不同地段的空间区位差异缩小。城市各种功能在信息互联网络的影响下，其空间位置不再受距离的约束，城市功能实现方式的虚拟化导致城市土地使用结构比例关系的调整。城市形态演变出现了逆转，“逆城市化代替了城市化而成为塑造居民点的主导力量”。逆城市化突破了传统的圈层式发展模式，城市结构发展脱离了原有的轨迹。“城市中心—郊区—城市外围地区”的传统界线逐渐消失。比如，生产布局打破了大规模集中工业区的概念，在地域上分散分布，城市居住空间由城区内成片居住区向分散在郊区、乡村的居住社区转型，城市功能内部由集聚型向分散型转化。从总体来看，城市空间结构将从圈层式结构向网络化结构转型，而郊区化和逆城市化可以看作其演变过程的过渡形式。

在这个过程中，准确、快捷的信息网络与物质交通网络共存，Internet 构成的电子运输网将承担和替代部分现有交通网络承担的运输功能，城市各种物流、人流交通不再是城市功能联系的唯一方式。在家上班、电视会议、信息流通、远程服务已把部分实际通勤转化为电子通勤，将现有城市的部分交通需求转化为虚拟，大量城市活动的完成不再通过车轮，而是通过信息互联网络。电子通勤形成的虚拟交通代替部分实际的交通需求，从而缓解城市道路供给的压力，使道路用地的比例结构有可能达到经济、合理的稳定水平。总之，城市在信息革命的全球化的进程中，以信息网络为支持，城市功能由集聚向分散转化，功能边界模糊化，功能的实现在很大程度上实现虚拟化。传统的城市功能发生变迁，导致新的城市土地使用模式的形成，城市总体空间结构突破了原有的圈层式组织方式，向网络化结构转型，以多功能社区为空间载体的网络化城市成为城市结构重构的主导趋势，这将给对城市交通结构和交通运输效率带来深远的影响。

表 2-1 总结了关于城市发展各历史阶段的主要特征和相应的城市交通特点。

二、城市结构对城市交通需求时空分布的影响

在城市化发展的历程中，城市形态在逐渐的实现从单中心向多中心、从工业型城市向集工业、金融、旅游消费和文化于一体的城市形态、从单一城市向专业化互补型的多级城

市群落转变，这一转变打破了原有的地域观念和城市居民间的经济、社会及文化的关系，进而影响到城市整体环境内交通出行的需求产生机制和出行分布特性。与交通需求的变化相适应，城市交通运输系统也要进行调整，如表 2-2 所示。

表 2-1 城市发展各历史阶段的主要特征

历史阶段	经济功能	城市发展状况	主要交通方式	交通拥挤状况
前期工业社会	手工业生产集中地 农产品集散地	集聚型发展规模较小	步行	基本不存在拥挤问题
工业社会	机器大工业中心 商业贸易中心	规模开始扩张	自行车、马车、有轨 电车	拥挤问题并不显著
后期工业社会	第三产业中心 功能多元化	城市出现功能分区， 圈层式自内向外发展	大容量快速轨道交通 系统、小汽车	拥挤现象严重且比较 普遍
信息社会	信息流通、管理和 服务中心	出现郊区化、逆城市 化，向网络化结构转型	电子通勤与其他交通 方式并存	交通拥挤的压力有望 减轻

表 2-2 城市形态的演变及对城市交通运输系统的影响

城市形态的演变	交通需求时空分布	道路交通运输系统
单中心 → 多中心	单位需求产生强度下降，密度上升，需求出现空间分级	交通流向心性减弱，但由于可达性上升，网络内交通总量上升。应注重均衡交通流的管理模式
工业型城市 → 高新技术业城市 商业金融型城市 旅游城市 文化消费城市	需求呈现多样性，休闲、娱乐等出行需求增加	客运和货运交通时效性增强，要求网络及管理有很高的效率，同时需求的不确定性增强，因此要求道路运输系统与管理体有很高的需求适应度，并应加大对需求的引导和管理力度
单一城市 → 多级中心 城市群落	需求呈现专业化分布，需求空间分布出现明显的通道特性，需求实现借助二级或多级方式	需求的专业化和空间通道特性将城市道路交通体系与城际交通联系起来，对交通运输转运和联运的要求增强，同时要求确立区域交通走廊

虽然城市功能分区在城市规划确立后已经具备了基本的雏形，但是，随着城市化进程的不断深入，原有的城市功能分区已经不能适应城市社会经济可持续发展的要求，城市功能分区从集中型向分散型转化，这种转变也对城市道路运输系统和管理模式产生重要的影响。

在集中型城市功能分区模式下，功能分区内部呈现交通需求的集聚特性和规模特性，而在各个城市功能分区之间则往往表现为空间上的地域隔离，因此，城市道路交通运输系统也应适应这种功能分区模式。在功能分区内部，其集聚特性和规模特性决定了交通客、货运交通需求的统一协调组织和分配；而在功能分区之间由于经济特征的差异，使得功能分区之间的交通出行需求呈现通道特性和一定的时空分布特征。

在分散型城市功能分区模式下，城市功能分区从原有的集聚和规模特征向小型化发展，并且交错分布，比较典型的的就是居住区、商业区和工业区的融合，这一点目前已在一些发

达国家大城市和特大城市中出现和进一步发展，而且这一发展降低了居民出行密度和出行长度，从而削减了城市交通的出行总量，并与我国城市化进程中普遍的人口规模剧增的趋势相适应。

对于城市货运交通而言，在不同的土地使用性质与开发强度下，土地货运发生与吸引的原单位是不同的。一般来说，工业用地、仓储用地、对外交通用地等具有较高的货运发生吸引强度，同时新的建设工程由于需要大量的建筑材料，也将吸引大量的物流。这与以商业用地和居住用地为主要发生、吸引源的客运交通是不同的。合理的城市结构应该适当分散城市功能，减少不必要的货运出行的产生，以减少城市货运对城市交通运输系统的压力。长期以来我国对城市结构给城市货运系统所带来的深刻影响未加以足够的重视，表现在一些城市中大型的工厂（还有一部分是重工业企业）、大型货运场地、仓储用地、批发市场用地、配送中心用地等货运交通发生、吸引量巨大的设施建设在市中心，使得城市功能紊乱、交通拥挤加重、环境压力增大。近年来，不少城市开始意识到这些做法的负面影响，顺应市场经济的要求，将这些设施外迁，在郊区或城乡结合部主要交通干道附近专辟用地，提供各种优惠政策，不仅使这些企业避免了市中心高额的土地使用租金，使企业扭亏为盈或增加了效益，而且减轻了城市货运系统的压力，取得了较好的效果。

三、解决交通问题的五种城市结构形式

J·M·汤姆逊总结了五种不同的城市布局形式与处理城市交通问题的相互关系，我们分别用图 2-1~图 2-5 表示。

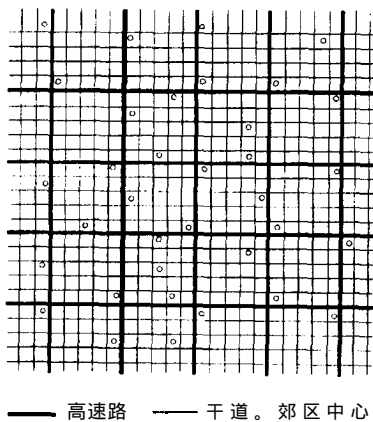


图 2-1 第一种方法：充分发展小汽车

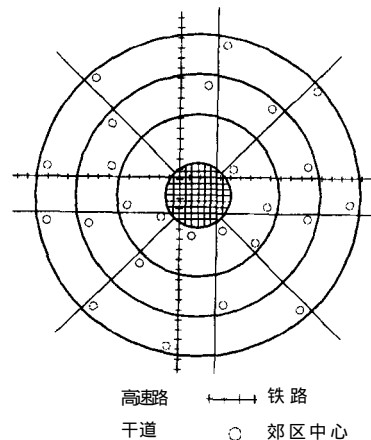


图 2-2 第二种方法：限制市中心

1. 充分发展小汽车的方法

第一种方法中没有真正的市中心，因此也没有放射形的道路网，一个方格形的道路网能起到平均分布交通量的作用，高速路组成主要道路网，干道在高速路围成的区域内连接高速路与其他重要线路，小的集散道路和出入路则起到连接建筑物与干道的作用，它的整个设计思想是使小汽车在全城能通行无阻，公共汽车则主要在干道上行驶。采用这种办法的典型城市有美国洛杉矶、底特律等。

2. 限制市中心的方法

第二种方法维持一个相当重要的市中心，但又对市中心加以严格限制，称作 Weak-center strategy。它的市中心规模较小，有放射形的道路网和铁路线为市中心服务；同时城市的大部分工作岗位分布在郊区和边缘地带，交通主要依赖小汽车，有通行能力很大的环路为其服务。这种方法的主要问题是容易失去平衡，有时向强大的市中心方向发展，有时市中心会衰退成为次级中心，因此就业、商业和其他活动必须维持在一个恰当的水平，不能急剧地上升或下降。采用这种方法的典型城市有澳大利亚墨尔本、丹麦哥本哈根以及美国旧金山、芝加哥和波士顿。

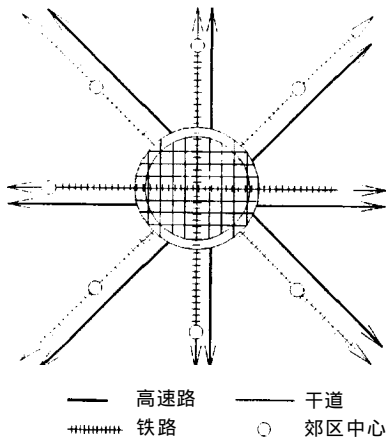


图 2-3 第三种方法：保持市中心强大

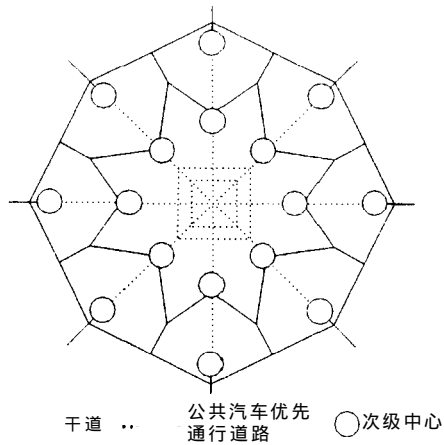


图 2-4 第四种方法：少花钱的方法

3. 保持强大市中心的方法

第三种方法是针对在私人小汽车大量出现以前就已经存在非常强大的市中心的城市。在这些城市，不大容易采取“限制市中心的战略”，因为这意味着要放弃大量造价昂贵的公共设施，又要在城市其他区域产生大量的小汽车交通，对于这样高度集中的大城市，只能让其市中心继续保持强大（Strong-Center Strategy）。因为放射路可以为市中心增加社会活动和力量，而环路则趋向于将市中心的活动引导出去。因此其城市布局形式是由强大的放射形道路与铁路交通网所组成，除了靠近市中心外，没有高速的环线连接这些放射路。市中心就业岗位数量之大以及其他社会活动之多，以致于不可能让所有人都乘小汽车去市中心，因此市中心需要一个容量很大的交通网络，为大部分人提供公共交通服务，在放射形的交通路线上，公共交通与私人小汽车交通相互竞争，并且在竞争中达到平衡。采用这种方法的典型城市有法国巴黎、日本东京、美国纽约、希腊雅典、加拿大多伦多、澳大利亚悉尼以及德国汉堡等。

4. 少花钱的方法

第四种方法称作少花钱的战略。前三种战略有一个共同点，它们都很费钱，如充分发展小汽车需要规模较大的高速道路网以及大量的停车场；限制市中心发展的战略需要一个造价较高而利用率相对不高的供上、下班用的公共运输系统；而保持市中心强大的战略需要一个综合的、运输量大的公共运输系统，这些都需要大量的资金。少花钱的解决办法立足于对现有的道路交通设施和管理进行调整，而不是建设新的设施来满足新的要求。它的

城市布局形式是一种高密度开发的格局，市中心很大，有许多行驶公共电汽车的交通走廊，除居住以外的各种社会活动基本集中在这些走廊里。由于公共电汽车运输能力的限制，这类城市市中心的规模不能象保持强大市中心战略的那类城市的市中心那么大，但为了节省资金，应该在公共电汽车能承受的情况下尽可能的扩大市中心。在这类城市布局形式中，次级中心的位置沿着放射路安排，尽可能离市中心近一些，同时又不要过多增加放射路上的交通量。采用这种方法的典型城市有哥伦比亚的波哥大、尼日利亚的拉各斯、印度的加尔各答、土耳其的伊斯坦布尔、巴基斯坦的卡拉奇、印度尼西亚的马尼拉、伊朗的德黑兰等。

5. 限制交通的方法

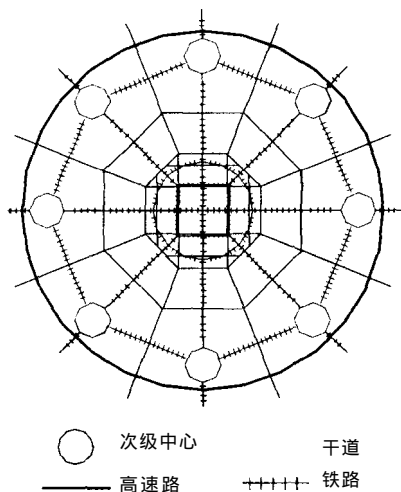


图 2-5 第五种方法：限制交通的方法

第五种方法以边际社会费用的经济理论为基础。按照这种理论，社会付出的投资和损耗应该与产生出来的商品和服务的价值相等或成正比。显然在道路交通拥塞的地区，社会投资相当高而产生出的价值是极低的，因此提出了限制交通的战略。限制交通的战略不是把交通量减少到最低程度，而是将人们的居住、工作、上学、购物和娱乐等诸多社会活动规划安排在人们可以充分利用公共交通的交通走廊地带，从而减少利用小汽车的出行和避免不必要的长距离出行。这类城市结构有一个强大的市中心以及为该中心服务的很好的公共交通，同时还有许多分成等级的中心，从上往下分为

区中心、郊区中心和邻里区中心三级。城市中心分级布置，目的是尽量减少交通出行的需求，同时使出行分布也尽量均匀。这必须依赖于一个呈放射形的铁路网，可能需要一条铁路环线将各区中心连接起来，同时必须对小汽车使用加以适当的限制。采用这类方法的典型城市包括英国伦敦、新加坡、我国香港、瑞典斯德哥尔摩、奥地利维也纳、不来梅以及歌德堡等。

通过对上述解决交通问题的五种城市布局形式的分析可以发现，对我国大城市而言，人多地少的矛盾决定了采用第一种方法不太现实；而第五种方法相对是最理想的，但它需要有综合全面的规划；近期则可以配合采用第四种方法；第三种方法是巴黎、纽约等国际大都市典型的方法，近些年来北京也有类似的发展趋势。

四、我国大城市未来城市结构的演变与发展趋势

1. 城市结构演变

在社会经济高速增长和经济体制转轨的过程中，我国城市结构模式也在发生着变化。这个过程主要表现为城市用地急剧增加、城市迅速向外扩展、土地利用模式调整、大城市中心区职能强化等特点。

(1) 城市用地增加与城市扩展。由于城市社会经济的快速增长及人口的增长、1984~

1998年全国城市建设用地增长了141.8%，同期城市非农业人口增长了81.3%；北京、上海、广州、天津等十大城市建设用地增长了135.8%，同期城市非农业人口增长了70.3%。但由于城市人口的急剧膨胀，城市人均用地指标增长却非常缓慢，仅33.4%，如考虑高比例的流动人口，人均用地指标实际上是有所降低，而实际人口密度仍在提高。

近20年来，我国大多数城市都以同心圆向外扩展的方式增加城市用地，特别是没有特殊地形的平原城市。这种用地扩展方式可能是由以下原因造成的：多层环路加放射路的道路网模式自然促使用地的同心圆方式扩展；城市基础设施投资能力有限，同心圆扩展可以最大限度地利用现有基础设施；城市交通结构尚未达到最优水平，机动化水平仍然较低，同心圆扩展可以保持较合理的可达性，减少旅行费用等。

(2) 土地利用模式调整。传统的中国城市中工业用地的比例较高，这与城市产业结构特征、计划经济条件下土地制度以及政府鼓励工业发展有关，1984年~1998年全国城市中工业用地平均比重从27%下降到22%，在各类用地中变动幅度最大；公共设施用地和市政设施用地比例有所上升，但并不显著；居住用地的比例基本无变化；城市道路用地比例一直偏低，国家用地标准规定为8%~15%，但目前绝大多数大城市未达到，1998年全国城市平均道路用地比重仅为7.8%。虽然功能分区一直是中国城市规划的主要原则之一，但土地功能混杂的现象仍然十分普遍，特别是工业用地与居住用地的混杂，这种混杂直接影响了城市的出行模式。80年代起，大城市外围才普遍开始建设规模较大的居住区，工业开始较快地向外围迁移。

(3) 大城市中心区的功能强化。在计划经济体制下，城市中心主要承担了零售商业、经济以及行政管理职能，城市中心区保持了相当高的居住人口密度，甚至有不少工厂和仓库也位于城市的中心区。随着市场机制的建立，中心区的区位优势引起了土地利用的更替，其弱化的中心区职能正在重新建立和得到强化，主要表现在如下方面：中心区的零售商业迅速增长，商业街区范围扩大，商业建筑面积大幅度增加，其就业人员和吸引的消费者也大幅度增加；金融与商务机构和其他第三产业机构迅速向市中心集中，办公楼、旅馆建筑在市中心区的增长速度超过了零售商业；中心区居住人口、行政管理机构的就业岗位明显下降；在市场的的作用下，中心区和内城的工厂或是主动地寻找外迁的机会，或是利用原有土地进行房地产开发经营，或是直接转向零售业和服务业以获得更高的利润。

与上述城市结构变化相应的是，我国城市交通特征也发生了相应的变化，但是交通的变化相对于经济和土地的变化要缓慢一些。由于中国城市由来已久的高人口密度、高度混杂的土地利用、以及高度混杂的居住与就业，使城市居民的出行距离较短、出行次数偏高，出行起、讫点的分布分散，道路交通流没有明显的方向性，主要道路双向流量也比较均衡。但近年来，随着市中心区居住人口和工业企业的外迁、分离程度很高的居住地区和就业地区的逐渐形成、以及建成区外围新的次中心的开发，居民的出行距离有所增加，平均出行次数相对减少，主要的交通干道开始出现潮汐式交通流。（1986年至1996年10年间，北京、上海、深圳的居民出行距离平均增长了1公里以上。）这些都对我国大城市的交通运输系统产生了新的影响。

2. 预期的“城市结构—交通”模式

我国大城市的“城市结构—交通”模式的未来变化受到以下因素的影响：市场经济条

件下城市土地和交通发展将更多地遵循经济规律，市场经济释放出的巨大能量将推动城市化水平的提高和城市人口的聚集；个人收入的不断增加将给与个人更多的选择机会，促使居住区位的改变和邻区土地的开发，由于人们更倾向于追求出行的便捷和舒适，从而交通出行方式有可能改变；城市第三产业的高速发展将改变城市产业结构和城市就业岗位分布的结构，改变交通出行的空间分布和出行距离，从而改变交通结构；城市规划将逐步改变设施规划的模式，而具有更强的适应性，这可能会有助于城市土地的增加和用地模式的改变。

同时，以下因素又将约束大城市的“城市结构—交通”模式在短时期内发生剧烈的变化，其中有的因素还将产生长期的约束：中国城市化水平将继续提高，大城市面临的巨大人口压力可能使大城市的土地和交通供给长期处于供不应求的短缺状态；土地资源的严重短缺使城市发展与耕地保护的矛盾将会更加尖锐，大城市将在一定时期内继续保持高密度的开发模式；城市基础设施投资的短缺使城市政府对交通的投资很难较长时间保持高比例，而私人投资在不能得到明确的法律与政策保障时也不可能大量的投入；大城市在特定的社会经济条件下形成了紧凑城市的形态和高密度用地混杂的开发模式，形成了特有的交通方式和结构，同时也形成了特有的管理体制和生活方式，这些物质和人文的特点必然将以其惯性作用影响城市未来的发展。

根据对上述“城市结构—交通”模式变化的影响因素的分析，可以预期，在近 10年中，我国大城市的“城市结构—交通”模式不会发生快速剧烈的变化，但会向着目前已经发生的方向逐渐地变化，并且变化的速度会逐渐加快。由于土地、人口和基础设施投资的压力，在今后相当一个时期内，中国大城市的基本形态将是较高密度的单中心同心圆发展模式。在经济发展速度较快、人口稠密的大城市区，可能会由于城市与郊区村庄的协同发展而形成同心圆加适度郊区化的模式。中国大城市由于受到土地资源和经济水平的约束，城市的郊区化是由城市的第二产业和第三产业向郊区扩散而带动人口的向外迁移，这与发达国家的由城市人口外迁为主的郊区化有显著差别。同时，由于很高的郊区农业人口密度和郊区非农业化的快速发展，可能形成另一种模式的郊区化，即在城市外围地区形成密度较低的由农业向城市转化的地区。

总的来说，未来我国大城市可能保持各类城市用地相对混杂的特点，城市的中心区仍然是商务、零售、行政管理和居住多种职能共存，但混杂的程度，特别是一些从经济和环境上明显不合理的混杂，将会降低；城市的就业岗位将向中心和外围集中，城市居住人口将向中间地带和外围转移，但转移的程度有限；城市的集中发展与部分郊区化共存，城市的高密度与密度下降逐渐共存；市中心的作用将继续加强，然后逐渐弱化。

第二节 城市交通结构

一、不同交通工具的运输效率比较

在城市交通系统中，各种交通方式作为完成交通需求的直接载体和工具，对城市交通运输效率也有着重要的影响。不同的交通工具，由于其在运行方式、运行速度、运载能力、运输成本、可到达范围、道路占用面积、舒适度、安全度等指标上有很大差别，因此它们

的运输效率也不同。决定交通系统效率的两个关键变量是时间和运输成本。在给定的距离之间，运输时间越短、成本越低，其效率就越高。我们把城市交通系统中采用的交通工具按运营方式分类，见图 2-6。

从图 2-6 可以看出，城市客货运系统的交通工具，都可以总括地划分为公共交通和私人汽车交通两种。其中，城市客运公共交通系统又包括城市常规公交工具，如公共汽车、电车，小公共汽车；城市快速公交工具，如地铁、轻轨和新交通系统；城市准公交工具，主要是出租车。而私人客运交通工具主要包括私人小汽车和自行车、摩托车这三种纯私人的交通工具，但是由于我国企事业单位特有的大量公车私用现象，我们也把这部分车辆算作私人交通工具。

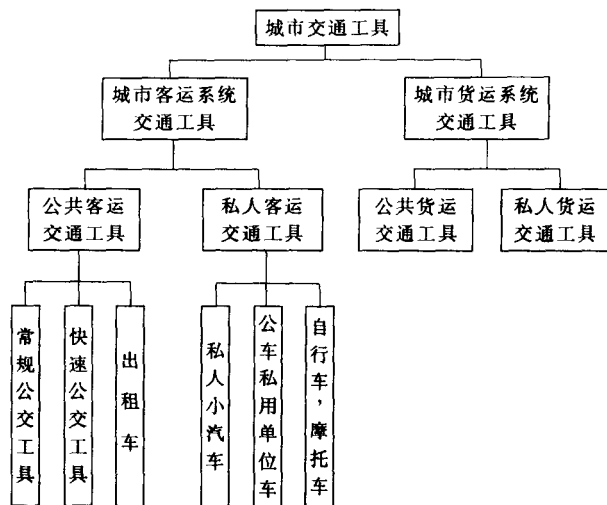


图 2-6 城市交通工具分类

1. 公共交通工具与私人交通工具的比较

公共交通工具和私人交通工具在运输效率上存在着较大差别，其中时间效率和运输成本对交通工具的运输效率影响最大：

(1) 时间效率。在出行路线组织上，公共交通工具采用固定线路运输方式，而私人交通工具则为门到门运输。这是造成两者时间效率差异的主要因素。

固定线路运输方式的特点是排队候车、站站停车、线间周转等，它对交通工具和道路设施的利用效率是非常高的，但由于大量乘客共用交通工具，其时间效率并不高，舒适性也差。常规的公交系统仅属中速、中运量，尚不能完全满足快速运转的城市经济系统对交通快速高效的要求。而公交系统中的轨道运输方式虽然速度快，但仍然具有固定线路运输的各种特点，如果把换乘和沿途停靠的时间计算在内，乘坐轨道车辆的速度优势并不明显；加上路径选择的局限性，通常乘坐轨道车辆需要绕行较远的路程，耗费较长的时间。而门到门运输的特点是灵活、快速、高效、舒适，单从时间效率上看，如果不考虑道路拥挤因素的话，门到门的私人交通工具一般要比固定线路的公共交通工具的运输效率要高。

(2) 运输成本。根据交通经济学分析，交通工具的运输成本主要由车辆运行过程中的燃油费、人工费、车辆购置成本、车辆运营成本、交通固定设施的建设成本分担等部分构成。在进行社会的“效益/成本”分析时，还要考虑交通工具的外部成本，即交通工具的保有和运营过程中，对环境和社会造成的负面影响。其中，交通固定设施的建设成本分担在运输总成本中的比重最大。但在日常生活中，人们选择交通工具时，并没有完全意识到运输成本的所有组成部分。例如，很多人认为乘坐车辆的“票价”就是该交通工具运输成本，但实际上“票价”并不代表运输成本的全部；相反，由于政府在制定票价政策时没有包括交通固定设施建设成本的分担费用，还反过来为公共交通提供了大量的补贴，这就导致了