

055
C123/15
C87

清华大学土木工程系组编

土木工程新技术丛书

主 编 崔京浩

城市轨道交通规划 的研究与实践

陆化普 朱 军 王建伟 编著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是由清华大学土木工程系组编的“土木工程新技术丛书”中的一本。城市轨道交通的规划建设是建立可持续发展的交通运输系统的关键。城市轨道交通对调整城市布局和土地利用形态、调整城市交通结构、缓解交通拥挤、减少交通环境污染和交通资源消耗,均具有决定性的作用。城市轨道交通建设投资巨大、建设工期长、影响深远。因此,作好城市轨道交通规划对保证轨道交通建设的科学性、合理性和可行性,具有十分重要的意义。

本书正是在这种背景下编写的。本书内容由两大部分构成。第一篇为城市轨道交通规划的基本理论,第二篇为城市轨道交通规划的应用实例。在第一篇中,作者着重阐述了轨道交通线网规划、客流预测的基本理论、模型与方法,以及城市轨道交通项目建设审批程序等,以期使读者在系统掌握城市轨道交通规划基础理论的前提下,完全掌握关键技术和工程建设审批程序,有效地指导我国的城市轨道交通规划和前期工作。在第二篇中,作者通过大连市轨道交通线网规划和客流预测实例,向读者进一步阐述如何灵活运用基础理论解决实际的交通规划问题,以期加深读者对基础理论的理解和提高应用能力。

本书可作为交通专业学生的教材或教学参考书以及从事轨道交通研究、规划、设计与管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通规划的研究与实践/陆化普,朱军,王建伟编著. —北京:中国水利水电出版社, 2001

(土木工程新技术丛书/崔京浩主编)

ISBN 7-5084-0715-6

I. 城… II. ①陆… ②朱… ③王… III. 城市运输: 轨道运输-交通规划-研究 IV. U12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 042979 号

书 名	土木工程新技术丛书 城市轨道交通规划的研究与实践
作 者	陆化普 朱军 王建伟 编著
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 14.5 印张 344 千字
版 次	2001 年 9 月第一版 2001 年 9 月北京第一次印刷
印 数	0001—4200 册
定 价	26.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

清华大学土木工程系组编

土木工程新技术丛书

编 委 会

名誉主编 龙驭球

主 编 崔京浩

副 主 编 石永久

编 委 (按姓氏拼音字母排序)

包世华	陈志鹏	崔京浩	方东平	龚晓海
李德英	李永德	廉惠珍	龙志飞	卢 谦
卢祥之	卢有杰	陆化普	路新瀛	石永久
佟一哲	王元清	吴俊奇	杨 静	阳 森
叶列平	叶书明	张铜生	张新天	

编 辑 办 公 室

主 任 阳 森

成 员 李 亮 戚琳琳 王 勤 王照瑜 张玉峰

总 序

土木工程——一个古老而又年轻的学科。

国务院学位委员会在学科简介中为土木工程所下的定义是：“土木工程(Civil Engineering)是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指工程建设的对象，即建造在地上、地下、水中的各种工程设施，也指所应用的材料、设备和所进行的勘测、设计、施工、保养、维修等专业技术。”

英语中“Civil”一词的意义是民间的和民用的。“Civil Engineering”一词最初是对应于军事工程(Military Engineering)而诞生的，它是指除了服务于战争设施以外的一切为了生活和生产所需要的民用工程设施的总称，后来这个界定就不那么明确了。按照学科划分，防护工程、发射塔架等设施也都属于土木工程的范畴。

相对于机械工程等传统学科而言，土木工程诞生的更早，其发展及演变历史更为古老。同时，它又是一个生命力极强的学科，它强大的生命力源于人类生活乃至生存对它的依赖，甚至可以毫不夸张地说，只要有人类存在，土木工程就有着强大的社会需求和广阔的发展空间。

随着技术的进步和时代的发展，土木工程不断注入新鲜血液，显示出勃勃生机。其中，工程材料的变革和力学理论的发展起着最为重要的推动作用。现代土木工程早已不是传统意义上的砖、瓦、灰、砂、石，而是由新理论、新材料、新技术、新方法武装起来的，为众多领域和行业不可缺少的大型综合性学科。一个古老而又年轻的学科。

《土木工程新技术丛书》由清华大学土木工程系组织编写，成立了编委会，由崔京浩教授任主编，聘请中国工程院院士龙驭球先生为名誉主编。

丛书的组织编写原则遵循一个“新”字。一方面，“新”体现在组织选编的书目上（见封底的书目）：当然首选那些与国家建设息息相关、内容新颖、时代感强的书。改革开放以来，特别是新世纪到来之际，国家建设部门对运行管理、安全保障、质量监控、交通分析等方面的需求日益迫切，在书目选择上我们有意地侧重了这一方面，力求引进一些国外的理论和实践，为我国建设服务；另一方面，“新”体现在各分册的内容上，即使是一些分册书名比较传统，其内容的编写也都努力反映了新理论、新规范、新技术、新方法，读者可以从各分册内容提要和章节目录编排上看出这种特色。

这套丛书的读者对象是比较宽泛的，除土木工程技术人员以外，对建设部门管理人员也是一套很有指导意义的参考读物。特别需要指出的是，这套书的作者几乎全是高等学校的教师，职业决定了他们写书在逻辑性、条理性和可读性诸方面有其独特的优势。在组织编写时我们又强调了深入浅出、说理透彻、理论与实际并重的原则，以便大专院校做为教材选用。

《土木工程新技术丛书》编委会

前 言

城市轨道交通的规划建设是建立可持续发展的交通运输系统的关键。城市轨道交通对调整城市布局和土地利用形态、调整城市交通结构、缓解交通拥挤、减少交通环境污染和交通资源消耗，均具有决定性的作用。随着我国经济的持续快速发展、城市化和机动化水平的提高，近年来我国城市轨道交通建设已经进入了快速发展期。

城市轨道交通建设投资巨大、建设工期长、影响深远。因此，作好城市轨道交通规划对保证轨道交通建设的科学性、合理性和可行性，具有十分重要的意义。

由于我国城市轨道交通发展的历史较短，有关城市轨道交通规划的理论与方法尚不完全成熟。作者近年来除从事理论研究外，还承担了一些城市的轨道交通规划项目，对城市轨道交通线网规划、客流预测以及对与轨道交通线网相配套的常规公共交通线网调整等进行了较为深入的研究和探索。为促进城市轨道交通规划理论的发展，与从事城市轨道交通规划建设有关的同行交流切磋，作者将近年来城市轨道交通规划的理论研究成果、规划与可行性研究的工程实践经验加以总结，写成此书，供从事城市轨道交通规划理论教学和研究、从事实际规划的技术人员以及工程项目管理人员参考。

为了强化本书的系统性和实用性，本书内容由两大部分构成。第一篇为城市轨道交通规划基本理论，第二篇为城市轨道交通规划应用实例。在第一篇中，作者着重阐述了轨道交通线网规划、客流预测的基本理论、模型与方法，以及城市轨道交通项目建设审批程序等，以期使读者在系统掌握城市轨道交通规划基础理论的前提下，完全掌握关键技术和工程建设审批程序，有效地指导我国的城市轨道交通规划和前期工作。在第二篇，作者通过大连市轨道交通线网规划和客流预测实例，向读者进一步阐述如何灵活运用基础理论解决实际的交通规划问题，以期加深读者对基础理论的理解和提高应用能力。

本书是作者与研究生们近年理论与实践的结晶，也受益于同国内外同行的交流与研讨。在此衷心感谢大连铁道学院的苗彦英教授和北京城市建设研究院的叶大德先生，我们经常在一起探讨城市轨道交通规划与发展问题；衷心感谢北京市城市建设研究院的沈景炎先生、北京市城市规划设计研究院的全永荣先生，在学术讨论与交流中作者得到了很多有益的启示；衷心感谢清华大学

交通研究所史其信教授，给作者自始至终的鼓励与支持。

衷心感谢大连市建委主任宋增彬先生等有关大连市主管领导以及大连市轨道交通线网规划与客流预测的合作伙伴们，使作者有了很好的实践机会并圆满完成了大连市城市轨道交通规划的任务，在此作为应用实例引入，丰富了本书的内容。

由于作者学识水平有限，书中难免有诸多不足之处，请各位读者不吝赐教。

作 者

2000年12月于北京

目 录

总序

前言

第一篇 城市轨道交通规划基础理论

第一章 概述	1
第一节 交通方式与城市发展	1
第二节 城市轨道交通建设的必要性	5
第三节 轨道交通规划的目的与内容	13
第二章 城市轨道交通的分类与特点	15
第一节 轨道交通的分类.....	15
第二节 地铁	16
第三节 轻轨	17
第四节 单轨系统	18
第五节 市郊铁路	19
第六节 新交通系统	20
第三章 轨道交通项目建设审批程序	21
第一节 城市轨道交通项目建设审批程序.....	21
第二节 轨道交通项目建议书的编制	24
第三节 轨道交通项目可行性研究的编制.....	26
第四节 项目投资估算与资金筹措	30
第四章 城市轨道交通发展现状分析与评价	41
第一节 我国城市轨道交通发展现状	41
第二节 国外城市轨道交通发展现状	44
第三节 若干大城市交通运输系统的比较分析	46
第五章 轨道交通线网规划	50
第一节 轨道交通线网规划原则与流程	50
第二节 轨道交通线网规模研究	52
第三节 线网规划方法和线网方案的形成.....	56
第四节 线网评价与优选方法	59
第六章 常规公交线网优化与调整	64

第一节	公共交通的作用	64
第二节	常规公交线网优化方法	66
第七章	轨道交通客流预测模型与算法	83
第一节	概述	83
第二节	交通发生和吸引的模型研究和算法实现	85
第三节	交通分布的模型研究和算法实现	87
第四节	交通方式划分的模型研究和算法实现	90
第五节	交通分配的模型研究和算法实现	94
第六节	方式划分和路网分配联合模型的研究和算法实现	100
第七节	轨道交通客流预测的土地利用法	103
第八章	轨道交通实施规划	107
第一节	轨道交通用地控制	107
第二节	轨道交通敷设方式与建设顺序	107
第三节	轨道交通场站规划	108
第四节	轨道交通联络线规划	109
第五节	轨道交通与城市环境景观的协调	110
第九章	计算机在城市轨道交通规划中的应用	112
第一节	计算机的应用极大地提高了城市轨道交通规划的效率	112
第二节	计算机在轨道线网方案评价中的运用	113
第三节	计算机在轨道线路客流预测中的运用	115
第十章	轨道交通的经济评价	127
第一节	交通基础设施建设的效益与评价	127
第二节	轨道交通经济评价	133
第三节	财务评价	135
第四节	国民经济评价	137

第二篇 城市轨道交通规划应用实例

第十一章	规划背景	143
第一节	大连市概况	143
第二节	大连市客运交通状况	144
第三节	大连市规划建设轨道交通的必要性	150
第十二章	大连市轨道交通线网规划	157
第一节	大连市轨道交通线网规划的基本思路	157
第二节	大连市轨道交通线网规模分析	157
第三节	大连市轨道交通线网规划方案研究	159
第十三章	大连市快速轨道交通金石滩线客流预测	178

第一节	大连市客运需求预测	178
第二节	金石滩线客流预测结果与分析	189
第十四章	大连市快速轨道交通建设实施规划.....	196
第一节	大连市轨道交通系统选型	196
第二节	大连市轨道交通敷设方式	200
第三节	大连市轨道交通车场规划	201
第四节	联络线规划	203
第五节	大连市轨道交通线网建设顺序规划	204
附录	轨道交通项目可行性研究报告编制大纲.....	207
参考文献		216

第一篇 城市轨道交通规划基础理论

第一章 概 述

第一节 交通方式与城市发展

一、不同交通方式支持下的城市形态及其发展

城市是人类便于进行商业、行政、文化、政治及宗教等活动而形成的聚居地。因此，城市的规模、空间结构、居住分布形态等取决于人们在较短时间（通常为当日）内的出行距离和活动范围，而出行距离又取决于当时的交通方式。因此交通方式的发展是改变城市空间结构和土地利用形态的重要因素。按照交通方式的演变过程，城市的发展大致可以分为步行和马车时代、有轨电车时代、汽车时代和综合交通等不同的发展时期。如图 1-1 所示，交通方式不同，人们的活动方式和可到达的范围有很大差别，因此导致城市结构和土地利用形态的不同。

在步行、人力车或马车时代，人们的活动半径很小，城市一般都呈现以城市 CBD（中心商务区）为中心、相对密集居住的同心圆形状，其半径一般不超过步行从居住地到工作

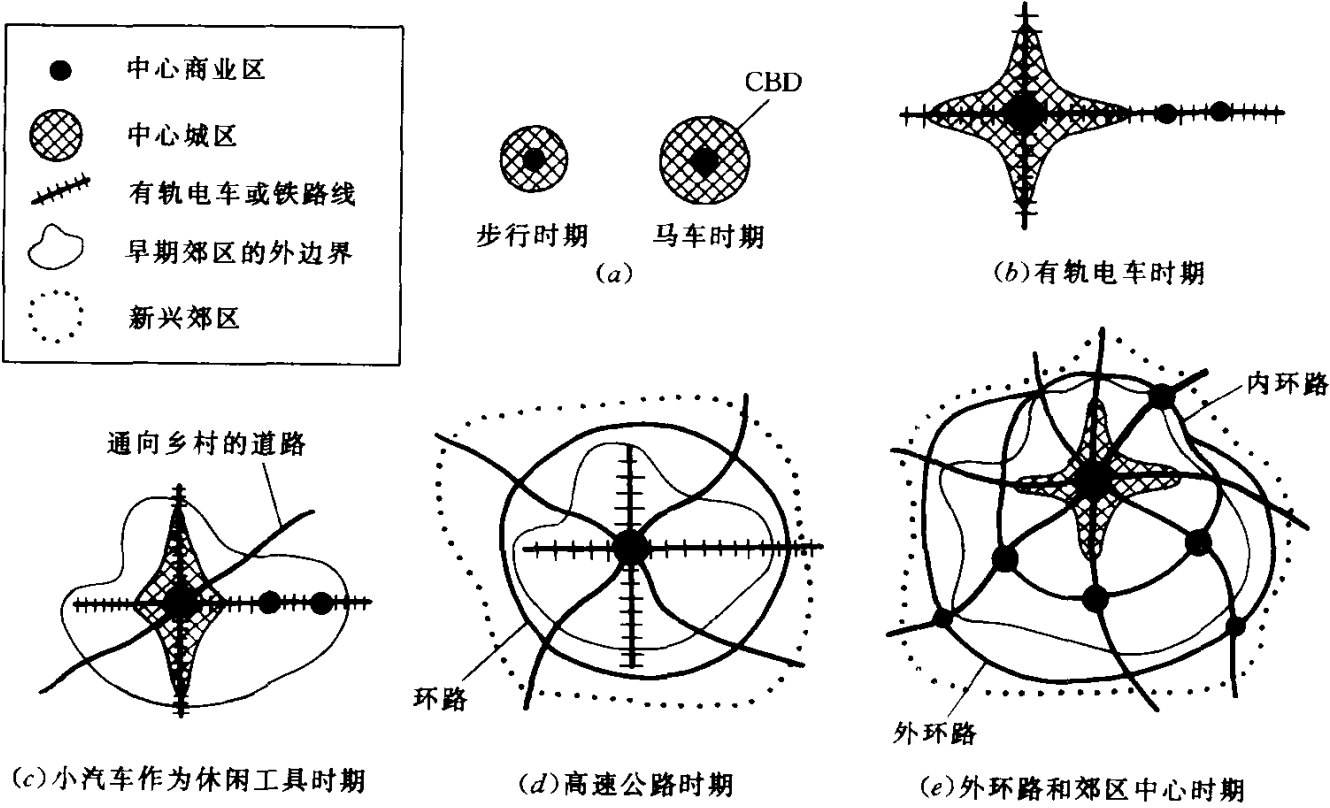


图 1-1 不同交通方式支持下的城市布局形态

场所、或商店以及娱乐场所的距离，城市规模较小，人口居住密度较高。例如 1850 年的波士顿从市中心出发最大的出行距离为 3.2~4km；1860 年的费城的人口密度高达 3.64 万人/km²。人类这种比较原始的出行方式一直到 19 世纪末没有根本性的改变，因此包括欧美的城市在内，在 19 世纪以前都是人口居住密度较高、以步行为主要交通手段的城市。这种状态直到 20 世纪初，随着轨道交通时代的到来才被打破，例如 1905 年，费城的人口密度下降到 1.29 万人/km²。

有轨电车的出现，极大地提高了人们的出行方便性，乘坐有轨电车，人们可以快速、省力地达到城市中心区。距离市中心的距离不再成为制约人们选择居住地的唯一条件，而距离有轨电车车站的距离成为选择住宅地的重要因素。因此，有轨电车交通方式的出现大大刺激了城市外围地区，尤其在有轨电车沿线两侧的步行范围内，住宅建设、土地开发利用等活动变得非常活跃。但是有轨电车基础建设投资大、周期长，初期不可能形成非常密集的线网，人们较集中地居住在线路两侧，一些旅馆、商厦等城市设施也尽量建在有轨电车沿线，以达到通畅、便利的目的，因此，城市的形状在原来的同心圆形态基础上，发展为以轨道线路为分支的星形状态，使城市的范围扩大，但只是沿有轨电车线路向外扩展，呈现比较分散的形态。

从 18 世纪末开始，欧洲资本主义大工业的诞生促进了人口向城市集中，城市的通勤交通成为亟待解决的问题。有轨电车作为最早被大量利用的城市机动化交通工具，19 世纪末期在欧美等国家迅速得到普及，为早期工业化、商业化城市的发展立下了汗马功劳。从 1889~1892 年短短 3 年间，全美的城市基本都使用了有轨电车系统。到 20 世纪初，美国共有 32180km 的电车线路，成为人们通勤的主要交通工具。

20 世纪初期，美国率先开始进入了小汽车时代。到 20~30 年代，美国已经拥有将近 3000 万辆小汽车。小汽车的出现，极大地提高了人们出行的灵活性、方便性，使有轨电车干线之间、郊区之间的交通手段得到加强，轨道线路分支之间的土地开发也活跃起来，原来轨道线路两侧狭长走廊型的交通通道被拓宽，较分散的居住格局和星形形态被打破。随着城市快速路、高速公路的修建和小汽车的普及，城区与郊区、郊区与郊区之间的联系更加方便。围绕着城市中心区，形成多个副都心；在城市四周产生多个卫星城。形成以轨道交通线路和汽车快速路为干线骨架、城市整体上比较均衡地向外扩展的形态。

进入小汽车时代之后，由于国土面积和国家政策的制约，在交通方式的选择和城市形态发展等方面，美国和欧洲的发展趋势有所不同。在美国，早期的小汽车主要用于人们的休闲活动，20 年代，仍有 90% 的人以有轨电车作为通勤手段。但是 30 年代以后，人们开始追求个性化、田园式的居住模式，住宅建设不再局限于轨道沿线，大量住宅开发被吸引到轨道线路之间比较空闲的土地，呈现比较分散的居住形式，难以形成相对集中的、以城市中心为主导方向的交通流。这种格局使轨道交通的处境艰难，到 1939 年，美国的有轨电车线路长度由 20 世纪初的 32180km 缩减为 4344km。轨道交通的萎缩反过来又促使人们更加依赖于小汽车，因此 20 世纪后半期美国以小汽车为主要交通工具，城市多数呈现分散、蔓延的形态。

相对来说，欧洲国家的城市土地资源较为缺乏，土地价格较高，而私人企业的财力有限，居民的住房依靠政府公房的现象较多。而且长期以来政府非常重视公共交通、特别是

轨道交通的发展,因此城市格局大部分还保持传统的形式。例如伦敦拥有 3485km 长的地铁和郊区铁路线路,对保持伦敦成为强大的世界中心城市起到了重要的作用,在每天的交通高峰期间,进入市中心交通量的 76%是依赖于轨道交通的。巴黎在对小汽车交通重新认识之后,迅速开发以城市快速铁路和地铁为主的快速轨道交通系统,将市中心、近郊就业生活区及远郊五个卫星城直接联系起来,形成了多中心的城市结构。

对比轨道交通和小汽车交通对城市结构及形态的影响,轨道交通在节约利用土地、维持城市中心活力以及促使城市形成组团式发展等方面较为有利;小汽车交通灵活、方便,机动性强,容易形成较密集的交通网络,有利于城市各部位均衡的发展和降低城区居住密度。但是小汽车交通带来了污染环境、消耗能源、交通事故增加等一系列社会问题,因此美国在小汽车交通兴起、轨道交通一度衰落之后又重新开始重视轨道交通。

今天的城市轨道交通不再是 100 多年前的有轨电车,而是速度更快、运力更强的地铁和城市快速铁道。轨道交通具有运载量大、速度快、污染小、安全正点等优点,在美国、欧洲、日本等发达国家的大城市地区,已成为通勤及一般出行的主要交通手段。例如在日本的东京圈,3000 万人口、60km 的居住圈,每天通勤交通量的 90%以上是依赖 12 条地铁线路、20 几条地面轨道来承担的。进入 21 世纪,发展中国家随着经济水平的提高和城市规模的扩大,发展轨道交通是解决城市交通的强有力手段。目前我国也在许多大城市出现了“轨道交通热”。

二、不同交通方式决定的市区范围

城市规模的扩展在很大程度上应归功于交通运输手段的发展。一个城市无论是集中型布局,还是分散型布局,客观上都有一个市中心。在人们可以容忍的出行时间范围内,由市中心出发的径向交通距离,通常决定了建成区的用地半径。吉普生在《新城设计》中给出了不同出行目的可容忍的出行时间如表 1-1 所示。

我国对大城市居民的旅行时耗无明确目标值,但根据我国的城市规模、居民出行调查统计、居民在市内的平均出行时耗,有些学者建议我国不同规模的城市居民出行时耗的最大限度如表 1-2 所示。

出行目的	理想的出行时间	可接受的出行时间	能容忍的最长时间
工作	10	25	45
购物	10	30	35
游憩	10	30	85

城市人口 (万人)	>100	100~50	50~20	20~5	<5
出行时间小于 (min)	50	50~40	40~30	30~20	20

若规定大城市最大出行时耗为 45min,那么根据运营车速,便可算得各种交通工具所能到达的距离。目前我国最常见的出行方式有步行、自行车和公共交通。由于步行、骑自行车体力消耗大,可接受的出行时耗一般在 0.5h 以内,因此步行的出行范围是 0~3km,骑自行车的出行范围是 0~7km,公共交通的出行范围多在 3km 以外。若假定市区为同心圆构造,建成区扩展不受地理条件限制,市区去各方向的通达性情况相同,其距离范围即为建成区面积的当量半径,则可算得各种交通方式所决定的最大建成区计算面积,如表 1-3 所示。

表 1-3

不同交通方式按 0.5h 行程计算的市区面积

交 通 方 式	步 行	自 行 车	公 交 车	地 铁	快速轨道	小 汽 车
速度范围 (km/h)	4~5	8~15	10~25	20~35	30~40	35~45
速度取值 (km/h)	5	10	20	30	35	40
0.5 h 行程距离 (km)	2.5	5	10	15	17	20
以 0.5h 行程为半径求得建成 区面积 (km ²)	20	80	320	710	910	1300

三、城市客运系统

城市是人类居住、工作、教育和娱乐的聚集地，同时也是各种政治、经济、社会和文化活动的中心。而交通则是支持城市功能的大动脉。由于城市中上述各类活动的性质和环境条件不同，往往分布在不同的地点，短距离的可以用步行方式来完成，在步行范围以外的，则必须借助于各种交通工具。

根据美国宾夕法尼亚大学傅齐克 (Vukan R. Vuchic) 教授的研究，按照交通工具的所属性质，城市客运交通体系大致上可分为“私人交通工具” (Private Transport)、“准公共交通工具” (Paratransit) 和“公共交通工具” (Mass Transit) 三大客运系统。

“私人交通工具”是指私人拥有并自行运用的交通手段，包括步行、脚踏车、摩托车及私人小汽车等；“准公共交通工具”是由交通工具所有者提供运输服务，但使用者在时间和路线选择上，具有相当程度的自主权，例如出租小汽车、小汽车共乘等；而“公共交通工具”一般是指城市地区内以集体方式，按固定路线、固定班次运行，并按固定的票价收费，供公众共享的公共性客运服务的运输系统。

城市地区的客运交通系统形态，大致可分为“环流交通” (Circulation Traffic)、“干线交通” (Line-haul Traffic) 及“集散交通” (Collector/Distributor Traffic) 三大类。

环流交通为在城市活动中心区内部的流通，呈环形流动，属于高密度地区内的流动；干线交通为从郊区至城市中心区，或城市中心区内 CBD 与临近卫星城之间的放射状交通，沿着带状运输走廊的穿梭活动；而集散交通为连接干线之间的辅助性交通，与环流交通和干线交通相比，集散交通通常为密度较低地区的交通运输活动。

环流交通与干线交通的特性为需求量大，要求运输的快速性和畅通性。因此，使用的交通工具必需具有专用的运行路线（例如城市快速路、高架轨道或地铁），不受行人及其他车辆的干扰，在平交路口不受信号灯管制，能够以高速度和密集方式运行，以期实现快捷、安全的服务，这种大众运输系统称为“快速公交系统” (Rapid Transit System)，因为主要应用于城市地区，所以又称为“城市快速公交系统”。城市快速轨道交通是“城市快速公交系统”的杰出代表。

综上所述，城市快速轨道交通系统的主要特点是运载量大、输送速度快，适合于由市中心至郊区间干线运输和城市区域内各交通副中心的环流运输。综合投资、能耗及环境等各方面因素，城市快速轨道交通系统的特点可归纳如下。

(1) 以提供环状或带状（走廊型）的干线运输服务为主，是承担大城市客运交通的主要手段。

- (2) 运载量大，速度快，不受路面交通拥挤的影响，具有畅通性、准时性。
- (3) 可减少地面汽车交通量，减少汽车尾气、噪音对城市环境的影响。
- (4) 在轨道线网密度较低阶段，需要在车站站点处与其他交通工具转接，并与城市规划、土地开发紧密配合，方能发挥其全面性的整体服务。
- (5) 基础设施投资大，建设费用高，通常由国家、政府部门出资兴建。
- (6) 轨道交通系统庞大复杂，车辆、轨道、车站设施及机电设备之间的关系密切且相互影响，需要强大的专业技术管理人员进行设施、设备的维护及运营管理。

第二节 城市轨道交通建设的必要性

20 世纪后半期，人类的科学技术和生产力已经达到了相当高的水平，大约占全世界人口 1/5 的发达国家已经进入了机动化、电气化、信息化的社会。大城市人口集中、交通拥挤、环境污染等一直困扰着进入现代社会的人们。经过半个多世纪的研究、探索和实践比较，城市快速轨道交通已经展现出它的诸多优势，是解决大城市交通问题的重要组成部分之一。近 20 年来，我国的经济快速发展，城市化、机动化速度加快，大城市交通拥挤以及由此导致的交通事故增多、环境污染等问题日趋严重。进入 21 世纪，我国城市化水平将进一步提高，人口密度将进一步增加，大城市的交通拥挤问题必将成为制约经济发展、影响城市环境的关键因素。展望我国大城市未来发展趋势，总结 20 世纪发达国家城市交通发展的经验，比较几种交通方式的特点可知，我国的城市轨道交通建设极其必要、十分迫切，其理由分析如下。

一、经济快速增长，交通需求量增加

表 1-4 所示为近年来我国 13 个超大城市的经济增长情况。从表中数据可以看出，这些超大城市在近 10 年内的 GDP (Gross Domestic Product) 年均增长率都很高，均超过 13%，最高达 26.5%，其经济发展速度是非常之快的。

表 1-4 我国超大城市的 GDP 增长情况 单位：亿元

年份 城市	1994	1996	1997	1998	年均增长率 (%)
上海	1522.00	2333.52	2699.47	2973.26	18.2
北京	971.48	885.54	1288.84	1780.98	16.4
天津	584.83	858.19	950.70	1053.72	15.9
武汉	409.67	681.85	789.25	876.64	20.9
沈阳	485.25	661.20	725.66	790.77	13.0
重庆	275.96	499.85	572.06	705.96	26.5
广州	707.11	1029.15	1161.61	1298.30	16.4
哈尔滨	233.30	338.89	392.80	426.14	16.3
西安	233.57	322.59	418.67	465.23	18.8
南京	360.49	511.04	570.83	618.05	14.4
成都	290.85	435.34	536.54	578.18	18.7
长春	209.59	313.37	341.06	412.59	18.5
大连	394.04	514.47	586.12	649.22	13.3

伴随着经济的快速增长,交通总需求量不断增加。表 1-5 所示为我国若干个大城市客运交通量的统计数据,可见各城市的客运交通量均呈逐年上升趋势,随着我国经济的发展和城市建设步伐的加快,大城市的客运需求量仍将继续上升。大城市的交通供求不平衡的矛盾,是制约我国经济持续快速增长的关键。

表 1-5 各大城市客运总量的变化 单位:万人

年份	1996	1997	1998	年份	1996	1997	1998
城市				城市			
北京	3650	4361	4468	青岛	8311	9041	9262
重庆	12048	18785	24322	大连	7849	8895	8939
上海	5197	5232	6139	沈阳	9193	7795	7175
成都	13589	15664	20164	西安	5186	7378	7424
广州	13222	14575	16243	杭州	1792	1495	10491
南京	8724	11697	12122				

二、城市化进程加快, 机动化水平提高

随着国民经济的快速增长,城市建设和第三产业飞速发展,大量农村劳动力涌入城市,许多农村地区转化为城镇,城市数量和非农业人口急剧增加。表 1-6 所示为我国改革开放 20 年来城镇人口比例的变化。由于城市人口增多,交通拥挤、住房短缺、环境污染等问题日趋严重。

表 1-6 我国城镇人口占总人口比例的变化

年 份	城镇人口比例 (%)	年 份	城镇人口比例 (%)
1978	17.9	1995	29.0
1980	19.4	1997	29.9
1985	23.7	1999	30.0
1990	26.4		

我国的城市数量,尤其是大城市数量也在增加。1993 年,全国城市共计 570 座,其中人口超过 100 万的特大城市和超大城市共 33 个。到 1999 年底,全国城市总数增加至 668 个,其中人口超过 200 万(以市区非农业人口为统计口径)的超大城市 13 个;人口在 100 万~200 万的特大城市 24 个(如表 1-7 所示)。

在经济发展和城市化加快的同时,我国的城镇机动化水平在最近 10 年内迅速发展。全国机动车拥有量从 1990 年的 551.36 万辆增加到 1999 年的 1452.94 万辆,年平均增长率达 11.4%。其中,超大城市和特大城市的机动化速度更为迅速。表 1-8 是北京、上海、广州、天津等超大型城市及全国的民用汽车保有量的逐年增长情况,由表中数据可见,除重庆市外,其他城市及全国的民用汽车保有量的年均增长率都超出了 10%。

经济的发展和城市化、机动化水平的提高给人们的生活质量、生活方式带来了极大的变化。生产力的发展不但给城市交通系统带来了巨大的社会商品流通和产品运输任务,而且日益丰富的生活也刺激了人们对交通运输系统不断增加的多样化需求。然而,与交通需求量急剧增加、交通需求结构不断变化相对的,却是城市交通基础设施建设的严重滞后和使用的低效率,加之我国大部分城市在建设早期缺乏科学合理的规划,以及受历史文化的

长期影响，致使我国大部分城市在城市结构和路网结构上存在着很多不利于城市交通系统发展的问题。交通供需关系不平衡的矛盾使我国很多特大城市和超大城市都面临严重的交通拥挤、交通事故及交通环境污染问题。如何解决我国城市交通问题，已经成为当前交通领域的严峻课题。

表 1-7 按城市非农业人口数量和地区分组的城市数量（个）

地区 城市划分	全国	东部地区	中部地区	西部地区	地区 城市划分	全国	东部地区	中部地区	西部地区
超大城市	13	7	3	3	中等城市	205	92	78	35
特大城市	24	11	9	4	小城市	377	165	135	77
大城市	49	25	22	2	合计	668	300	247	121

表 1-8 我国几个超大城市民用汽车保有量的逐年增长（万辆）

年份 城市	1990	1996	1997	1998	1999	年平均增长率 (%)
上海	14.77	34.28	38.34	38.69	42.55	12.5
北京	27.07	62.18	78.43	89.85	95.14	15.0
天津	12.43	32.34	36.47	40.02	43.67	15.0
广州	10.33	25.33	27.79	30.03	N/A	14.3
重庆	N/A	N/A	17.39	16.60	18.84	6.5
全国	551.36	1100.08	1219.09	1319.30	1452.94	11.4

注 资料来源于《中国统计年鉴》、《广州五十年》。广州的年均增长率为1990~1998年的值。重庆的年均增长率为1998~1999年的值。

三、轨道交通是改善城市环境、建立可持续发展交通系统的关键

1. 建立可持续发展交通系统思想的提出

20 世纪是人类有史以来发展速度最快的世纪，也是消耗自然资源和能源最多、对自然生态环境破坏最为严重的世纪。在经受了多次惨痛的教训之后，人类终于有所醒悟，从 50 年代开始，认识到保护地球环境、节省资源和能源、正确处理生存与发展的矛盾是关系到人类未来命运的千秋大计，寻求社会、经济与资源、环境协调发展的道路已成为全人类的共识，并于 80 年代正式提出了“可持续发展的概念”。

人类进入现代化社会的一个重要标志是交通工具的机动化，小汽车的发明和使用使人类的生活质量和工作效率得到了极大的提高，活动范围得到了极大的扩展，然而现代化的交通方式对自然的索取和对环境所造成的破坏也是不容忽视的。主要表现在以下几个方面。

(1) 占用大量土地。道路、轨道、车站、停车场等交通设施及其配套设施需要占用宝贵的土地资源，资料表明，发达国家城市内的道路和停车场面积占城市总面积的比例高达 30%~50%。

(2) 消耗大量能源。目前全世界汽车总保有量大约为 6.5 亿辆，运输业所消耗的能源占全球石化燃料消费量的一半左右。可以看出，快速、舒适的交通手段是以消耗大量能源为代价的。