

北京市科学技术委员会科技计划项目

综合公共交通系统 优化组织与协调运营

张欣 张秀媛 邹迎 编著

ZONGHE GONGGONG JIAOTONG XITONG
YOUHUA ZUZHI YU XIETIAO YUNYING

中国建筑工业出版社

北京市科学技术委员会科技计划项目

综合公共交通系统优化 组织与协调运营

张欣 张秀媛 邹迎 编著

中国建筑工业出版社

前 言

中国城市轨道交通正在经历大发展阶段，城市轨道交通正在成为城市交通的骨干和提升城市公共交通客运管理现代化水平必不可少的内容。据不完全统计，我国正在规划建设 and 已经建设城市轨道交通的城市已近 30 个，形成了以地铁、轻轨、单轨、市郊铁路等多种类型并举的轨道交通网络建设运营的新格局。虽然我国的城市轨道交通正在进入高速发展阶段，但由于历史原因，我国城市轨道交通建设比欧美等发达国家晚了 100 余年，因此，我国城市交通的整体状况是不令人满意的。无论是规划建设，还是运营管理都需要一个较长时期的实践检验，在实践中求完善和提高。

2005 年 1 月，北京交通大学、北京市地下铁道设计研究所、北京市公交总公司共同承担了北京市科技计划重大项目《北京市城轨交通系统关键技术与开发》中北京市综合公共交通系统优化组织与协调运营研究课题。作为产、学、和应用客户相结合研发团队，课题组针对北京市城市轨道交通建设和运营中遇到的各种运营组织实际问题进行了典型案例、具体站点问题的专题分析、实证优化调整研究。并经过几年的方案应用实践，形成很好的接续组织效果。2007 年，结合北京市轨道交通网络化建设，进一步承担了北京市科委轨道交通系统的接驳换乘科技计划项目，形成的放射形地铁新线客流特点进行分析，给出大型终端站的接驳换乘方案和示范工程研究。本书汇聚了北京市城市轨道交通运营管理中公交总公司的协调运营等宝贵经验，也汇集了研究团队在城市轨道交通运营管理领域中的系统方法、优化软件运用的一些新体验。

本书的内容主要包括如下几个方面：城市综合公共交通体系研究；城市居民出行与城市公共交通客流规律分析；城市综合公共交通体系管理模式；轨道交通与常规公交接驳换乘系统条件及组成；轨道交通与常规公交接驳站点布局模式；轨道交通与常规公交换乘线网形态模式；轨道交通与常规公交接驳运营组织体系；轨道交通与常规公交换乘客流分析方法；轨道交通与常规公交接驳布局方案的综合评价；地铁新线终端站公交辐射网的构建。

全书的执笔分工为

- 第 1 章 张欣，邹迎，张秀媛；
- 第 2 章 何涛，王昊明，张颖，王静；
- 第 3 章 张秀媛，张朝峰，李媛；
- 第 4 章 张欣，蔡顺利，王远回；
- 第 5 章 张欣，邹迎，吴友梅；
- 第 6 章 张秀媛，王昊明，王静；
- 第 7 章 邹迎，张秀媛；

第8章 王昊明，张秀媛；

第9章 张秀媛，王远回；

第10章 崔艳萍，张欣，胡准庆；

第11章 张秀媛，何涛。

参与本书编写相关工作的还有张平、赵建丽同志，以及北京交通大学硕士研究生胡雅岚、孔婷月、孙浩、梁云、魏静、孙祖妮等许多研究生参加了书稿最后整理工作。全书最后由张欣、张秀媛定稿。

感谢北京市科委对此项目研究的资助，感谢项目协作单位的大力支持，也感谢中国建筑出版社编辑为本书出版所付出的辛勤劳动。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 城市客运交通结构	1
1.1.1 城市客运交通体系及其结构	1
1.1.2 城市客运交通形成及演化	2
1.1.3 城市客运交通结构发展趋势分析	3
1.2 城市公共交通概述	3
1.2.1 公共交通性质	4
1.2.2 国内外城市公共交通发展模式概况	4
1.2.3 公共交通在城市综合交通系统中的地位	5
1.2.4 城市公共交通具有的优势	5
1.2.5 城市轨道交通的特点	6
1.3 国外城市公共交通系统	7
1.3.1 德国柏林	7
1.3.2 英国伦敦	8
1.3.3 日本东京	10
1.4 我国城市公共交通发展状况	13
1.4.1 城市公共交通管理体制发展概况	13
1.4.2 我国城市公共交通发展存在的若干问题	15
第2章 城市综合公共交通体系研究	17
2.1 城市综合公共交通体系特点	17
2.2 城市综合公共交通体系管理模式	18
2.2.1 常规公交客运运营管理模式	18
2.2.2 轨道交通客运体系管理模式	19
2.3 城市综合公共交通体系线网	19
2.3.1 公共交通线网规划基本原则	19
2.3.2 常规公交线网	20
2.3.3 轨道交通线网	21
2.3.4 BRT快速公交线系统	21
2.4 城市综合公共交通管理特征	22
第3章 城市居民出行与城市公共交通客流规律分析	23
3.1 城市居民出行特征分析	23

3.1.1	居民出行的定义及构成	24
3.1.2	居民出行的主要影响因素	24
3.1.3	居民出行交通方式构成	26
3.1.4	居民出行空间分布特征	26
3.2	居民公共交通需求分析	26
3.2.1	居民公共交通意向	26
3.2.2	居民出行方式选择的影响因素	27
3.3	城市公共交通客流规律分析	27
3.3.1	城市公共交通产生机理分析	27
3.3.2	常规公共交通站点客流集散特征	28
3.3.3	轨道交通客流分布特征	29
3.3.4	轨道线路之间换乘客流规律分析	30
3.3.5	轨道交通与常规公交换乘客流规律分析	33
第4章	轨道交通与常规公交接驳换乘系统条件及组成	38
4.1	城市公共交通接驳换乘的理论分析	39
4.1.1	公共交通接驳的基本内容和方法	39
4.1.2	公共交通接驳换乘系统组成	40
4.1.3	城市公共交通线网建设及接驳组织	40
4.1.4	公共交通接驳的技术	42
4.1.5	轨道交通与常规公交协调接驳换乘的系统条件	42
4.1.6	国外发达国家城市交通接驳换乘特点	43
4.2	轨道交通与常规公交接驳换乘系统条件及构成	44
4.2.1	公共交通接驳换乘系统定义及特性	44
4.2.2	接驳换乘系统条件分析	44
4.3	公共交通接驳换乘系统设施构成	46
4.3.1	换乘车站平面空间设施	47
4.3.2	换乘车站垂直移动设施	49
第5章	北京市地铁 13 号线和常规公交接驳系统分析	51
5.1	北京市地铁 13 号线路基本情况	51
5.2	地铁 13 号线主要站点的换乘问题研究	52
5.2.1	回龙观站	53
5.2.2	西二旗站	53
5.2.3	望京西站	54
5.2.4	西直门枢纽站	54
5.3	轨道交通与常规公交换乘客流构成	55
5.4	地铁主要站点接驳案例分析	56
5.4.1	地铁 13 号线望京西站轨道交通与常规公交换乘分析	56
5.4.2	望京西地区轨道交通与常规公交换乘行为调查	59
5.4.3	地铁西二旗站地区轨道交通与常规公交换乘行为分析	63

第 6 章 轨道交通与常规公交接驳站点布局模式	65
6.1 国际上轨道交通接驳特点分析	65
6.2 城市轨道交通车站的分类和规模	66
6.3 轨道交通与常规公交接驳换乘布局模式	67
6.3.1 形式及特点	67
6.3.2 轨道交通与常规公交换乘接驳布局模式分类	68
6.3.3 轨道交通站点与公交衔接布局特征	69
6.4 国内外典型公共交通换乘枢纽分析	69
第 7 章 轨道交通与常规公交换乘线网形态模式	74
7.1 轨道交通与常规公交同一层面的接驳线网的基本形式	74
7.1.1 始发方向相反的两条线路(A 型)	74
7.1.2 始发线路方向与途径线路方向垂直(B 型)	76
7.1.3 交叉线路型线路(C 型)	77
7.1.4 (顶角)单点衔接的线路(D 型)	77
7.2 轨道交通与常规公交不同层面换乘的基本形式	77
7.2.1 始发方向相反的两条线路(A 型)	77
7.2.2 始发线路方向与途径线路方向垂直(B 型)	77
7.2.3 交叉线路型线路	78
7.3 轨道交通与常规公交线路衔接布设方式	79
7.3.1 接运公交站点布设方式	79
7.3.2 接运公交线路布设方式	81
7.4 典型换乘公交线网分析	82
7.4.1 车线密度分析	82
7.4.2 调度协调性	83
第 8 章 轨道交通与常规公交接驳运营组织体系	85
8.1 接驳公交站点协调运营组织设计	85
8.1.1 接驳公交协调性分析	86
8.1.2 信息共享与统一化管理	86
8.2 接驳公交线路调整分析	87
8.2.1 接驳公交路由调整方法	87
8.2.2 接驳公交主要站点调整方法	89
第 9 章 轨道交通与常规公交换乘客流分析方法	91
9.1 轨道交通与常规公交换乘站背景交通分析	91
9.2 轨道交通与常规公交换乘客流预测分析	96
9.2.1 客流预测的基本模型	96
9.2.2 接驳与换乘客流预测模型	97
9.2.3 基于 TransCAD 的望京西站接驳与换乘客流分析	98
9.2.4 基于 TransCAD 的西二旗站接驳与换乘客流分析	99

9.3	TransCAD 上的公交客流结构设计	101
9.3.1	TransCAD 上轨道交通与常规公交换乘线网设计概述	101
9.3.2	用 TransCAD 进行望京西站常规公交换乘客流分析	102
9.3.3	用 TransCAD 进行西二旗站轨道交通与常规公交换乘客流分析	104
9.4	地铁换乘站常规公交接驳组织优化分析	106
9.4.1	轨道交通与常规公交换乘协调的优化方案	106
9.4.2	地铁西二旗站轨道交通与常规公交接驳换乘协调的优化方案	115
9.4.3	接驳换乘新增接运公交线路布设方法和综合评价	117
第 10 章	公交接驳换乘系统方案的综合评价	118
10.1	接驳换乘系统评价指标体系的构建	118
10.1.1	评价指标体系的设置原则	118
10.1.2	评价指标体系的构建方法	119
10.1.3	评价指标的构成	120
10.2	接驳换乘系统的等级划分和评价体系构建	121
10.2.1	等级划分依据	121
10.2.2	单指标评价体系的构建	123
10.3	换乘指标计算	124
10.3.1	技术指标计算	124
10.3.2	经济指标计算	133
10.3.3	社会性评价指标	134
10.4	评价模型的建立	135
10.4.1	层次分析法	135
10.4.2	广义函数法	136
10.4.3	评价方法应用	136
10.5	换乘效率评价	137
10.5.1	换乘效率评价的数据包络分析法	137
10.5.2	DEA 方法用于接驳换乘系统换乘效率评价的思路	137
10.5.3	决策单元和评价指标体系的选取	138
10.5.4	DEA 评价模型的建立	140
10.5.5	评价分析方法	143
第 11 章	轨道交通终端站公交辐射网的构建	146
11.1	地铁 5 号线天通苑地区接驳公交线网现状	146
11.2	地铁 5 号线天通苑地区接驳公交线网历史调整线路情况	153
11.3	地铁 5 号线沿线过境线路客流诱增量情况	157
11.4	地铁 5 号线天通苑北站(终端站)公交线路辐射范围情况	157
11.5	天通苑及辐射地区公交线路调整方案示范	158
参考文献		162

第 1 章 绪 论

城市客运交通是城市居民出行的基本方式，是城市综合功能的组成部分，直接关系着城市的经济发展与居民生活，对城市经济具有全局性、先导性的影响，因此发展城市客运交通具有重要的意义。

1.1 城市客运交通结构

随着城市的发展，城市交通方式也在发生变化，尤其是现代化城市交通，方式多元，内容丰富，城市客运交通中各种交通方式具有不同的功能及优势。为保证全社会的出行效率，各种交通方式需合理分配城市客运出行量。

1.1.1 城市客运交通体系及其结构

城市客运体系是指为城市居民出行提供满足需求的全部方式，包括公共交通、准公共交通和非公共交通。不同城市由于其经济与地理条件的差异具有不同的客运交通体系。一般地，城市客运交通体系如图 1-1 所示。

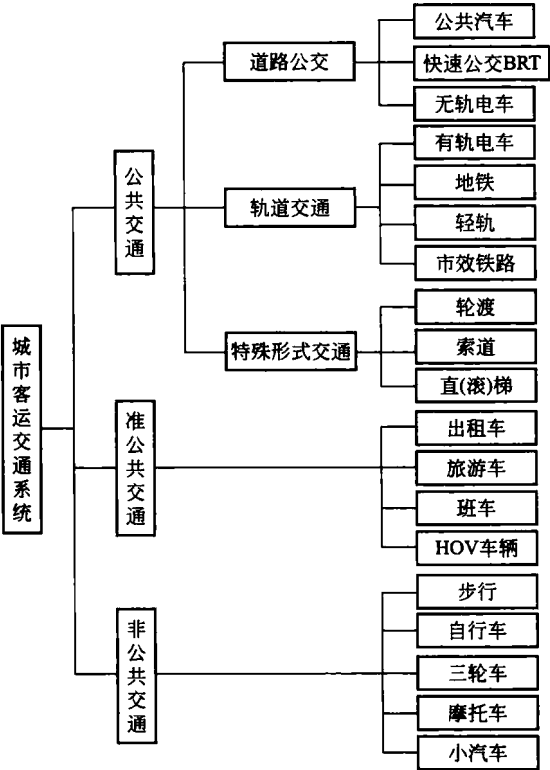


图 1-1 城市客运交通体系

公共交通是指城市及其郊区范围内，可由全体公民自由选择(或者说有选择的机会)以完成出行的交通方式；准公共交通是指只能由部分公民自由选择(或者说有选择的机会)，并且利用非私人交通工具完成出行的城市客运交通方式；非准公共交通是指居民利用私人购买的交通工具完成出行，且出行不包含任何营运性目的的城市客运交通方式。

可持续发展的客运交通系统结构应具有以下特点：

(1) 较好的公平性和可达性

在城市客运结构中，为城市居民提供出行的模式应突出体现在为居民日常工作和生活性出行提供较好的出行条件，便于连接换乘，从而提高出行的可达性，同时体现公平性。

(2) 不同的客运方式互补

由于道路资源时空分布的差异，不同城市交通结构模式不同，完成居民出行所需的道路面积也不同。为此，在城市客运结构中应体现不同客运方式的互补性，从而满足居民的不同出行需求，提高居民出行服务水平。

(3) 突出绿色环保、低能耗的交通模式

为了营造一种绿色环保的交通出行环境，不同城市采用不同的方式大力发展公共交通，提倡步行和自行车的适当发展，并且控制私人小汽车的高速发展。提高交通能源的使用率，降低居民出行的总能耗，达到城市客运交通的可持续发展。

1.1.2 城市客运交通形成及演化

承载人与货物的聚集与流通是城市的主要功能之一，因此城市的形成和发展与交通系统特别是客运系统的发展密切相关。

根据城市交通系统主导交通工具发展的不同阶段，城市客运交通系统的发展经历了以下几个阶段，如表 1-1 所示。

城市客运交通系统的发展阶段			表 1-1
阶段	相应系统	交通特征	主要功能
1	行人	小路步行	
2	马车和舟车	基本道路系统	初始的载运工具
3	私人汽车	机动车	速度、舒适、方便
4	出租车	公共运输车	为所有人服务
5	干道	拓宽道路	提高通行能力
6	公共汽车	大车厢	载客能力、降低成本、舒适
7	公共交通专用空间	运输分流	提高运输能力、可靠、速度
8	轨道交通	牵引技术	提高载客能力、舒适、降低成本
9	高速公路	多平面道路	提高运送能力、速度、安全、方便
10	快速公共交通	全控制公共运输	提高运送能力、速度、可靠
11	自动牵引方式	自动公共运输车辆	提高发车频率、降低成本、安全

我国大多数城市的成长历程与发达国家主要城市的成长有两个本质的区别：第一，我国大城市在机动化之前，就已经形成了高密度的城市结构；第二，我国城市在开放经济后直接面对的是一个完全成熟的跨国汽车工业。

早在 20 世纪 60 年代之前,我国的城市客运交通主要是以步行、自行车出行方式为主的慢行交通系统;而到 80 年代,我国主要城市已经发展为以公共交通方式出行为主的交通系统;随着改革开放,到 90 年代,我国主要城市进入了机动车高速增长的城市客运阶段;现代城市客运交通正向着以快速交通为主导的交通系统阶段发展。

1.1.3 城市客运交通结构发展趋势分析

根据国外城市成功的经验,我国城市的客运交通应该大力发展运量大、占地少、低能耗的公共交通。而大中城市的交通结构则应向快速、大容量、立体化的方向发展,以地铁和轻轨等快速轨道交通为主,公共汽车为辅,多种交通方式组成一个比较完整的城市公共交通体系。

由此可以看出我国城市客运交通发展趋势是:

(1) 非机动化交通方式比例将呈现整体下降趋势

随着社会经济的发展,城市客运交通向机动化发展,部分自行车、步行交通将会被公共交通所取代,也就意味着非机动化交通方式会减少,其在城市交通方式中所占的比重也就会相应的下降。

(2) 大力发展公共交通,确立公交主体地位

与国外相比,我国城市人多地少、污染严重,而公共交通运量大、人均占地少、低能耗、低污染特点正是解决此类难题的最佳方式。虽然近年来我国公交出行的比例有一定幅度的上升,但是相较国外还是相差甚远,难以满足城市居民的出行要求。目前,我国的公共交通虽然正随着城市的发展而发展,但是其发展速度远远赶不上城市发展的速度,因此还具有一定的发展空间。

(3) 控制摩托车等的个体交通

摩托车是高污染、高危险性的个体交通工具,应对其进行限制甚至禁止,以保障公交的正常运行,节省道路资源。

(4) 合理发展出租汽车,控制其总量

出租车是公共交通的补充,也是私人小汽车进入家庭前满足人们乘坐小汽车愿望的替代工具,但是因其过高的空驶率造成了能源和道路资源的浪费,应该对其总量进行控制。出租汽车的合理发展会推迟私人小汽车的发展,也会节省很多停车场地。

(5) 适度控制小汽车的发展

对小汽车的发展,要采取一定的措施控制在适度的范围之内,控制中心区小汽车交通量的增长,可以采用提高小汽车的使用成本,如新加坡政府对私家车就采取了高价购买、限期淘汰更新的限制政策。另外还可以通过控制车辆使用来限制小汽车增长,如区域限制、区域收费等措施。这样做的目的是为了在小汽车大量发展前,先奠定公共交通的主体地位,形成有利于公共交通服务的土地开发利用形态。

1.2 城市公共交通概述

城市公共交通是在城市这个特定的管辖区域内经营的供公众使用的客运交通系统。城市的公共交通随着城市的发展而发展,同时又推动城市的发展,在维护城市功能方面因具有个体交通无法比拟的强大优势而日益引起现代化城市的重视。世界各国加大力度进行公

共交通设施、管理等方面的研究和探索，在长达半个世纪的国内外交通发展实践中，逐渐形成了一个共识，即必须建立一个“以公共交通为主，多种交通方式并存的城市综合交通”。开发研制大运量、高速度、立体化的城市公共交通设施和现代化的城市公共交通体系，以保证现代城市功能的充分发挥和不断发展，这是现代化城市发展的必然。

伴随着城市经济社会的发展，城市规模不断扩大，人口不断增长，中国城市交通问题日益突出。许多城市，特别是大中城市，交通需求量急剧增长，主要道路交叉口趋于饱和，道路负荷增加，车辆行驶速度降低，居民出行时间延长，交通供给的增长出现了滞后性。而传统的“车多修路，路多车多再修路”的解决办法已难以适应现代化的交通管理需求。树立城市公共交通在城市交通体系中的主导地位，大力优先发展公共交通无疑是缓解一系列交通问题的有效方法。

1.2.1 公共交通性质

公共交通是指城市及其郊区范围内，可由全体公民自由选择(或者说有选择的机会)以完成出行的交通方式，包括道路公交、轨道交通及特殊形式交通。其中，道路公交包括公共汽车、快速公交 BRT、无轨电车；轨道交通包括：有轨电车、地铁、轻轨、市郊铁路；而特殊形式交通是指轮渡、索道和直(滚)梯等。

公共交通是一个特殊的行业，其特殊性在于其具有公益性和商业性双重特性。公交线路运营组织管理的主体是运营公司，而运营组织管理的主体是政府职能部门。运营管理通过管理法规、规章和监管执行。

公共交通所具有的社会公益性，要求公共交通为广大居民出行服务，且不以营利为目的，要能够满足大多数居民的出行要求。

1.2.2 国内外城市公共交通发展模式概况

交通模式理论及最新进展反映了交通要素、交通结构及交通效率的主要特征。自 20 世纪 40 年代开始，发达国家相继制定出台了有关政策引导城市交通规划和建设这些不同的交通发展政策，形成了不同的交通模式，概括起来大致分为以下三种类型：

第一类是依赖小汽车发展的城市，发达国家如美国，小汽车拥有率和使用率都很高，但是已经越来越受到能源短缺的影响；发展中国家如泰国，虽然人均小汽车拥有水平与发达国家相比还相差不少，但对小汽车的拥有和使用却不加任何限制，已大大超出路网及环境的承受能力。

第二类是小汽车与发达的轨道交通同步协调发展的城市，如英国伦敦、法国巴黎、日本东京和大阪等，小汽车拥有率不低于北美城市，但是使用率很低，主要靠地铁来通勤。

第三类城市主要依赖公共交通，抑制小汽车增长和使用，以此来支持城市高密度发展，如新加坡、香港。

面对日益严重的交通拥堵问题，世界各国都在积极探索有效的交通模式。美国采取 TOD(Transit-oriented development)模式和新都市主义，发挥交通先导的作用，协调交通与土地利用的关系，促进了城市发展与城市交通的协调。英国伦敦采取设置公交车道、创造优先区域、鼓励停车换乘和中心区拥挤收费等措施，形成了一套发展公共交通的有效模式。日本东京大力实施以轨道交通为中心的公共交通优先发展战略，轨道交通成为绝大多数东京市民的首选，有效地缓解了交通拥挤现象。

中国的一些大城市，通过吸收和借鉴国际经验，积极倡导建设轨道交通、公交专用道

等，通过大力发展公共交通来缓解日益严峻的城市交通问题，优先发展城市公共交通成为中国城市交通发展的方向。

1.2.3 公共交通在城市综合交通系统中的地位

在城市规划和建筑设计的纲领性文件《马丘比丘宪章》(1977 年)中指出“将来城区交通的政策显然应当是私人轿车从属于公共运输系统的发展”。这说明了公共交通在城市交通系统中的重要地位。在能源稀缺的今天，公共交通这种运量大、环保的交通方式已经在多种出行方式中脱颖而出，日益受到人们的重视，成为交通结构中的一个重要组成部分。城市公共交通作为城市赖以生存的基础设施之一，能否高速运转，决定了城市是否可持续发展和能否实现城市现代化。城市公共交通是城市动态大系统中的一个重要组成部分，直接影响着城市的社会经济活动和城市居民生活水平的高低。城市公共交通是城市的命脉，是城市交通的重点和关键，是实现城市现代化的主要标志，是国家经济发展的重要基础。

在中国，城市人口密集，群众收入水平总体还不高，优先发展公共交通符合城市发展和交通发展的实际，是贯彻落实科学发展观和建设节约型社会的重要举措。无论是在运送能力、运输成本，还是所需要的道路设施建设(道路利用率)、环境影响方面，公共汽车都具有明显的优势，是最佳的客运交通方式，应该成为城市客运交通的主体。这不但是城市中多数人的交通需求所决定的，也是高效、可持续的城市交通系统的本质特征。

在新形势下，小汽车迅速发展并成为城市交通问题的重要症结，世界各国的城市规划和城市交通专家、学者都一致认为优先发展公共交通是解决城市交通问题首选的战略措施。我国提倡“优先发展公共交通”，把公共交通作为城市客运系统的主体。把公共交通规划纳入到城市总体规划中来。

综合交通系统模式在不断地变化着，私家车、小汽车等运量小、污染大的交通方式的弊病已经受到人们的关注，公共交通在综合交通中的地位已经成为了主流。成为了汽车化时代改变城市自然环境、交通环境的新宠。

1.2.4 城市公共交通具有的优势

(1) 运载量大，运送效率高，占地面积少。相对于私人交通工具而言，公共交通有着更高的效率。一辆 4 座小汽车，占用的道路空间相当于一辆乘坐 40 名乘客的公交车或者 12 辆自行车的道路面积。从占用道路空间资源的角度看，公共交通具有明显的优越性。

(2) 投资相对少，能源消耗低，运输成本低，尾气污染相对少。有资料证明，运载同样数量乘客，公共交通(包括公共汽电车、地铁、轻轨等)与私人小汽车相比，分别节省土地资源 3/4、投资 5/6；私人小汽车产生的废气是公共汽车的 10 倍；耗油量是公共汽车的 2~3 倍。2007 年 9 月 16 日至 22 日，110 个城市共同开展了首届中国城市公共交通周及无车日活动。据测算，开展无车日活动一天，可节省燃油 3300 万升，减少有害气体排放约 3000 吨。大力发展公共交通，有利于控制污染，改善城市环境，对提高能源利用也有较大作用。

(3) 公共交通有利于出行安全。公交车速相对慢，行驶平稳，一般不易发生交通事故，特别是重大事故更少。有资料表明，小汽车的交通事故率为公共汽车的 7.3 倍，地铁、轻轨等公共交通工具的事故率更低。所以，广大市民对公共交通的安全性是认可的。

(4) 交通方式灵活，适应性强。不同车型为不同地区、不同客流量服务的适应性很

强。在客流量大的地方布置大型的公交车，而在客流量不能确定的地方则采用灵活的交通方式，如城市公共交通中的出租车可响应需求服务及自取自用。

(5) 能利用技术手段把公共交通资源进行较好配置，这是其他交通方式无法比拟的。

1.2.5 城市轨道交通的特点

(1) 运量大。一辆公共汽车的载客量只有 40~80 人，轻轨一节车厢载客量为 60~150 人，地铁一节车厢载客量为 150~200 人；轻轨一般 2~6 辆编为一组，地铁 4~10 辆编为一组；汽车、轻轨、地铁每小时单向输送能力分别为 2000~5000 人，5000~40000 人，30000~70000 人，轨道交通运送能力是公共汽车的 2.5~14 倍。

(2) 速度快。一般情况下，公共汽车时速为 10~20km，轻轨时速为 20~40km，地铁时速为 40~50km，最高达 70~80km，轻轨和地铁的速度是公共汽车速度的 2~4 倍。

(3) 污染少，能耗低。轨道交通以电力作为动力，是一种清洁、绿色的运输方式。轨道交通每公里能耗为道路交通的 15%~40%。

(4) 占地省。按每小时运送 5 万人所需道路宽度是：小汽车 180m，公共汽车 9m，轨道交通综合占地仅为道路交通方式的 1/3 左右，而地铁和高架式轻轨几乎不占用土地。

(5) 安全环保。轨道交通的事故率大大低于道路交通，噪声和空气污染等环境保护方面优于道路交通。所以，城市轨道交通是在满足城市居民交通需求的条件下全社会总付出最少的方式，也是满足人文和城市可持续发展要求的最佳方式。我国的城市轨道交通始于 1965 年 7 月，北京市修建了第一条地铁，第一期工程全长 22.17km，于 1971 年投入运营。至 2000 年北京地铁已有约 55km 投入正式运营，客运量 1994 年突破 5 亿人次，地铁每天运载约 146 万人次，北京地铁已经在城市交通中发挥了重要作用。虽然我国地铁已经有近 40 年历史，但真正的发展还是在 20 世纪 90 年代以后，与世界发达国家相比还比较落后。世界发达国家的轨道交通所承担的客运量与地面公共交通相比都非常大，表 1-2 为世界几个大城市公共交通方式分担率比较表。

世界各大城市公共交通方式分担率(%) 表 1-2

城市	轨道交通	公共汽车、电车
伦敦(1982 年)	89.0	11.0
莫斯科(1986 年)	49.0	51.0
东京(1990 年)	94.0	6.0
纽约(1982 年)	68.0	32.0
巴黎(1984 年)	65.0	35.0
柏林(1986 年)	54.0	46.0
维也纳(1982 年)	88.0	12.0
香港(1984 年)	33.0	67.0
汉城(1995 年)	43.0	57.0
上海(1997 年)	4.5	95.5
北京(1994 年)	15.0	85.0

通过比较,目前我国的城市轨道交通还远远落后于发达国家,大量的客流是由地面的公共交通来承担。根据发达国家的经验,要使快速轨道交通承担客运交通的50%~80%,100万人口以上城市居民出行时间控制在40min以内,中等城市为30min以内。中等城市要修建轨道交通1~3条,100万人口以上城市则要修建4~8条。随着我国综合国力的不断增强,地铁和轻轨交通工程已呈现出快速发展的势头,各大城市均提出把轨道交通作为城市交通的骨干,不断修订城市轨道交通规划网。目前,到2010年,北京已经修建地铁13条,运营里程达到300公里,且仍有8条地铁线路正在建设当中,到2015年将突破700公里运营里程。轨道交通的建设,它将从根本上改变城市的交通状况,也将改变人们的生活习惯,同时也为我国经济的可持续发展提供保障。21世纪是我国轨道交通大发展的世纪,轨道交通必将为中华民族的伟大复兴提供新的动力。

1.3 国外城市公共交通系统

国外城市交通系统形成过程以德国柏林、英国伦敦、日本东京为例进行分析。

1.3.1 德国柏林

柏林是德国的首都,三个联邦直辖市之一,也是德国最大的城市,其公共交通方式主要有地铁、轻轨、公共汽车等。在公共交通方式选择上,注重环境保护,尤其在废气排放、噪声控制等方面要求较高;在公共交通的发展和运行方面,注重公众参与和监督,为城市政府和公共交通公司不断改进城市公共交通状况提出意见和建议。

(1) 公共管理模式

德国城市公共交通是联邦州和城市、县政府的职责。联邦州主要负责法律的制定和对市、县公共交通补助经费的下拨;城市、县政府负责公共交通设施规划、公共交通建设用地、公共交通具体管理规章制度的制定等。在政府与公共交通公司之间,设有公共交通联合会,各联邦州均有公共交通联合会,受州政府委托,管理公共交通具体事务。柏林和实施公共交通区域化合作的城市之间也设有公共交通联合会,受城市政府委托,管理城市和区域公共交通系统,其公共管理要符合法律和地方法规的规定,并坚持透明、不歧视原则。公共交通联合会职能包括计划、生产、营销、财务等方面。计划职能包括为政府提出公共交通网络建设构架建议、制定票价和公共交通基础设施建设规划等;生产职能包括依据计划订购车辆、培训人员、招聘司机、进行交通基础设施建设等活动;营销职能包括确定统一的价目表、进行广告宣传、监督服务质量标准执行等;财务职能包括编制年度公共交通预算、确定票款收入和政府补助资金在各公共交通公司间的分配等。特大城市或大城市与中小城市间连接成轨道网的公共交通系统,一般属一个公共交通公司所有;公共汽车则按运行线路,可能分属不同公共交通公司所有,这些公共交通公司均为私有或以私有股份为主导。城市公共交通实行市场化运作,通过竞争,不断提高公共交通服务质量。

(2) 城市公共交通运行方式

因城市公共交通公司分属不同企业,且在交通方式上又存在地铁、轻轨、公共汽车等,运行体系较为复杂,在公共交通联合会的协调下,各公共交通公司均在各自负责的线

路上按商定的时刻表运行。每个公交站点都张贴所有停靠本站点公共交通线路运行时刻表，各公共交通线路及各班次车辆均保证其准点率，乘客只要在时刻表所列发车时间前赶到车站，肯定能赶上想乘坐的班次，如车辆提前运行至某站点，则其会等候在准点时刻出发。这样，一方面保证轨道交通等在运行中不会发生在轨道使用上的冲突，另一方面，确保了赶班次换乘旅客能准时换乘车辆。另外，在一个公共交通系统内，注重有轨交通与公共汽车之间的衔接，尤其在换乘站，有轨交通车辆一般都要与对应班次公共汽车衔接后才发车，确保换乘旅客不脱班次。

公交票价由公共交通联合会制定。城市公共交通有各种票务方式，乘客可以一次性买票或购买月票，月票在一个城市内可以乘坐所有公共交通工具。月票一般按公共交通运行区域划分，划分方法为，以一个大中城市为中心，按一定半径划分运行区域，每个半径范围内的月票价格不同。

(3) 城市公共交通设施

柏林的地铁、轻轨一般在地下负三和负二层，负一层为商场等公共空间。地面轨道交通轨道面在城区内与城市道路相平，根据道路状况，有的在城市道路上铺设轨道，在城区外则与公路分开设置；公共汽车则在轨道交通不通达街区及近郊区运行，在仅有公共汽车的小城市，虽然街道狭窄，仍安排公交车运行。

各城市在道路建设和轨道交通建设方面，均能得到联邦州在投资上的补助，一般补助资金为投资额的 75%，有的项目甚至补助 90% 以上；柏林城区都有交通枢纽，供铁路、地铁、轻轨、公共汽车等换乘和旅客集散。

在城市道路建设中，遵循公共交通设施优先权，地面轨道交通一般单独设立信号系统，在与其他道路平交时轨道交通信号优先，一般不出现等待现象，确保准点运行。柏林在主次干道设公交车专用道，有时公交车单设信号传感装置，在交叉处传感设定红绿灯设置，确保其优先通行，这种车辆自控装置与交通控制中心相分离，大大减少公交车辆在道路交叉口的等待时间，提高了运行效率。

总之，经过多年努力，柏林的公共交通建立了较为健全的运行和管理体系，方便了居民出行，减轻了城市交通压力。

1.3.2 英国伦敦

伦敦是英国的首都。由内伦敦 12 个区和外伦敦 20 个区组成的伦敦中心城(即伦敦的行政区域)人口 725 万人，面积为 1578km²。伦敦的公共交通系统十分发达，融合了公共汽车、有轨电车、地铁、道克兰轻轨及泰晤士河水上交通在内的多种交通方式。其中，轨道交通由 11 条地铁线、3 条机场轨道快线、1 条轻轨线和 26 条城市铁路线组成；公共汽车线路达 700 多条，在市中心主要起短途接驳和补充作用。良好的交通信息引导、换乘衔接便捷及一票制，是伦敦公共交通系统的 3 个主要特征，并以此方便了旅客的出行。表 1-3 列出了 2002~2005 年伦敦市民的日均出行交通量情况。从表 1-3 可以看出，2005 年左右，伦敦轨道交通的日均客运量达到了 470 万人次左右，约占伦敦步行以外交通方式日均客运总量的 22.1%；公共汽车的日均客运量达到了 490 万人次左右，约占伦敦步行以外交通方式日均客运总量的 23.0%。由此可见，公共交通在伦敦居民出行中发挥了非常重要的作用。

2002~2005 年伦敦市民的日均出行交通量情况

表 1-3

交通方式	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
市郊铁路	190	190	190	200
地铁	260	260	270	260
道克兰轻轨	10	10	10	10
公共汽车	410	460	490	490
出租车	20	20	20	20
小汽车	1110	1100	1100	1090
摩托车	20	20	20	20
自行车	30	30	40	40
步行	560	560	560	570
合计	2610	2650	2700	2700

注：资料来源于“London Travel Report 2006”

(1) 伦敦城市公共交通枢纽

伦敦交通系统的最成功之处，主要体现在以轨道交通为核心的枢纽站具有一体化的多元交通方式换乘接驳功能体系。伦敦的一些重要铁路车站和地铁站几乎都建在一栋站舍内，而且出站就有公共汽车站或小汽车停车场。有 1/3 的地铁车站和小汽车停车场结合在一起。许多地铁车站设置在人流相当集中的大商店或办公楼底部，形成了十分方便的换乘体系。这种体系既在城市中心或繁华地区为公共交通提供方便，又有效地限制了私人小汽车进入市中心区，保证市郊居民即使在不使用小汽车的情况下，也能在 1 小时内到达市中心办公区域。

(2) 伦敦城市公共交通枢纽规划

伦敦在市域范围内规划了 614 处交通枢纽。伦敦交通枢纽总共分为 5 类：A 类为位于中心区的主要对外铁路车站枢纽(8 处)；B 类为位于中心区、客流较大、可实现多种交通方式选择的公共交通车站枢纽(31 处)；C 类为具有重要战略意义的枢纽，在城市交通网络中具有重要作用(39 处)；D 类为地区性交通枢纽，服务于地区级交通需求(235 处)；E 类为局部性枢纽，服务于局部地区(301 处)。

(3) 典型的公共交通枢纽

① 地铁朱比利线加那利码头站

加那利码头(金丝雀码头)曾是世界最繁忙的港口及贮运区，后逐渐衰退。20 世纪 90 年代初，摩根士丹利看准伦敦东部便宜的地价和伦敦旧城发展的局限，大批购入土地，通过轻轨和地铁建设，在一片衰败的区域建设了伦敦新的金融和商业中心。道克兰轻轨和地铁比利线延伸段就是在这样背景下兴建的。地铁朱比利线延伸段长约 16 km，设 12 个站，耗资 35 亿英镑，于 1999 年 12 月 22 日开通运营朱比利线加那利码头站成为伦敦 21 世纪的地铁标志。加那利码头地铁站位于朱比利公园下面，车站共有 4 层，外观设计充满了现代感，流淌着英伦浪漫气质；其圆弧式地铁出入口既现代化，又十分别致；出入口电梯，配上圆弧式穹顶，冲击着人们的视觉神经，被誉为动感设施与优雅建筑的完美结合。

② 国王十字地铁站