

道路交通规划与管理

# 城市公共交通系统规划 方法与管理技术

王 炜 杨新苗 陈学武 等著

国家自然科学基金资助项目

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书系根据4项国家及部委基金项目研究报告总结而成。全书分上、中、下三篇。上篇介绍城市公共交通系统规划理论与方法,内容包括:城市公共交通系统规划基本概念、城市公共交通系统交通调查与需求预测方法、城市常规公共交通网络规划理论、城市常规公共交通网络布局优化实用方法、城市常规公交网络客流分配技术、城市大中运量轨道交通系统规划方法、城市公共交通场站规划方法、城市公共交通系统评价方法。中篇介绍城市公共交通系统管理技术,内容包括:城市公共交通优先发展保障体系框架设计、基于GIS的公共交通基础信息系统、城市公共交通网络服务水平分析方法、基于准实时信息的公共交通调度优化系统、适合运营的公共交通客流预测方法、适合我国城市特点的公交乘客信息系统。下篇介绍城市公共交通系统规划与管理技术在南京、苏州、无锡等城市应用的范例。

本书可作为交通运输领域的教学、科研、管理人员的参考用书以及交通工程、交通运输、土木工程城市规划专业高年级本科生、研究生教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市公共交通系统规划方法与管理技术/王伟,杨新苗,陈学武等著. —北京:科学出版社,2002

(道路交通运输规划与管理)

ISBN 7-03-009980-X

I. 城… II. ①王…②杨…③陈… III. ①城市运输:公共运输-交通规划②城市运输:公共运输-交通运输管理 IV. U491.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 085630 号

责任编辑:朱海燕 刘卓澄 罗 吉

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:高海英

**科学出版社 出版**

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

**中国科学院印刷厂 印刷**

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年2月第一版 开本:B5(720×1000)

2006年3月第二次印刷 印张:22 1/2

印数:2 501—4 000 字数:450 000

**定价:40.00元**

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

# 前 言

随着城市经济的发展,大城市交通状况日趋紧张,在某种程度上影响了城市经济进一步发展及人民生活水平的提高。造成大城市道路交通拥挤的原因主要有几个方面:① 道路交通设施建设速度跟不上交通需求增长速度是造成大城市道路交通拥挤的直接原因;② 交通管理跟不上城市交通系统的发展,已有道路利用率不高,加重了城市道路的交通紧张状况;③ 出行交通结构不合理,路面通行优先权不明确,诱发了大量的路面使用需求量,更加重了城市道路的交通压力;④ 市民的现代交通意识淡薄,交通违纪现象严重,交通秩序混乱,使已紧张的城市道路交通雪上加霜。因此,缓解大城市交通拥挤的根本出路是:“加快道路建设、强化交通管理、优化交通结构、提高交通意识”。目前,人们对“加快道路建设、强化交通管理、提高交通意识”在解决交通问题中的作用有了较深刻的认识,但对“优化交通结构”的作用认识不足,这一局面需要改变。

我国城市交通结构很不合理。据我们对南京、郑州、合肥、无锡、鞍山、苏州等十几个大城市居民出行调查资料的分析,我国大城市居民出行采用的交通方式比例平均值为,自行车:55%,公交车:8%,其他机动车:12%,步行:25%。除了步行出行不占用路面外,其他出行方式均需占用一定的路面,据现场调查及理论分析,在相同的服务水平下,不同交通工具的人均动态占用路面面积比例为,公交车:1(单位面积)、自行车:3~4(单位面积)、非公交机动车:12(单位面积)。由此可见,由于我国大城市交通结构的不合理,导致了城市道路的利用效率低下。因此,通过切实可行的公交优先发展保障措施,大力发展道路利用率很高的城市公交,提高公交出行比例,适当减少道路使用效率低的自行车出行及非公交机动车出行,我国大城市的道路交通压力可以大大减轻,交通紧张局面可以得到缓解。

在我国,提出“优先发展城市公共交通”的交通政策已有几十年,但

由于没有公交优先发展的保障体系,近十多年来,城市公共交通不但没有得到大力发展,反而出现了严重萎缩。如,南京市从1986年至1997年的11年里,公交出行方式由19.2%下降至7.87%<sup>①</sup>,几乎每年下降一个百分点。引起公交严重萎缩的原因有两个方面,一方面是居民出行对公交方式失去了吸引力,据我们调查,导致居民出行对公交失去吸引力的原因有3个:①乘公交车不方便,②乘公交车准时性不能得到保证,③公交车服务质量低;另一方面是公交企业效率低下,亏损严重,影响服务质量。这两个方面相互影响,使公交发展进入恶性循环。因此,要大力发展公共交通,必须建立切实可行的保障体系,保障体系的建立应从提高公交吸引力及提高公交企业效率两方面入手。

我国是发展中国家,有限的城市空间及高密度的居住人口,使得我国不能像西方发达国家那样发展私人小汽车,公共交通是我国大中城市最合适的代步工具。并且,公共交通与其他机动车交通方式相比,人均占用的能源、道路空间资源最少,人均排放的噪声、大气污染量最低,符合我国城市建设的可持续发展战略。正如我国城市经济结构处于转型期一样,大中城市的交通结构也处于转型期,道路交通的机动车化进程正在加快。抓住交通结构转型期这一机遇,大力发展公共交通,建立强有力的保障体系,使自行车出行逐步向公共交通转移,而不是向摩托车、私人小汽车转移,那么我国21世纪的城市交通不但不会因为道路交通的逐步机动车化而日趋紧张,而且会因公交的发展使道路交通压力逐年减轻,交通状况日趋好转。

本书主要根据东南大学承担的国家自然科学基金项目“城市交通系统可持续发展研究”(批准号 No.59838310)、教育部优秀青年教师基金项目“城市公共交通优先发展保障体系研究”、国家教委跨世纪优秀人才基金项目“城市交通规划、建设与管理集成系统”、国家教委博士点基金项目“城市公共交通网络评价方法”4个基金项目中与城市公共交通规划与优先发展保障体系相关的研究内容及其示范工程研究报告总结而成。该成果已通过江苏省科学技术委员会组织的鉴定,鉴定结论为

---

<sup>①</sup> 通过健全城市公共交通优先发展保障体系,1998年以来南京市的公交出行量大幅度回升,2001年的公交出行量比例已上升至20%以上。

总体水平国内领先,部分成果国际先进。该成果已获国家教育部科技进步奖及江苏省科技进步奖。

本书由王炜教授组织编写并统稿,具体分工如下:

王炜、蒋冰蕾撰写第 2、4、5 章;

王炜、杨新苗撰写第 6 章;

王炜、牛学勤、杨新苗撰写第 17 章;

杨新苗、王炜撰写第 10、11、12、13、14、15 章;

陈学武、王炜撰写第 1 章;

陈学武、蒋冰蕾撰写第 7、9 章;

陈学武、杨新苗撰写第 16 章;

陈峻、蒋冰蕾撰写第 8 章;

江薇、王炜撰写第 3 章;

江薇、陈学武撰写第 18 章。

限于作者水平,书中错误难免,敬请读者批评、指正。

**王 炜**

2001 年 10 月于东南大学

# 目 录

## 前言

## 上篇 城市公共交通系统规划理论与方法

<b>第 1 章 城市公共交通系统概论</b> .....	( 3 )
1.1 客运交通与城市发展 .....	( 3 )
1.1.1 城市客运交通发展的外部环境因素 .....	( 3 )
1.1.2 城市客运交通发展的内在规律和趋势 .....	( 5 )
1.2 城市公共交通系统组成 .....	( 8 )
1.2.1 城市公共交通工具(车辆) .....	( 8 )
1.2.2 城市公共交通线路网 .....	( 11 )
1.2.3 城市公共交通车站与场站设施 .....	( 12 )
1.2.4 城市公共交通运营管理系统 .....	( 13 )
1.3 我国城市公共交通现状 .....	( 15 )
1.3.1 城市公共交通结构现状 .....	( 15 )
1.3.2 城市公共交通服务水平和技术经济指标 .....	( 16 )
1.3.3 公共交通企业的经营状况与经营机制 .....	( 17 )
1.3.4 目前城市公共交通存在的主要问题 .....	( 18 )
1.4 城市公共交通系统发展趋势 .....	( 20 )
<b>第 2 章 城市公共交通系统规划基本框架设计</b> .....	( 23 )
2.1 城市公共交通系统基本特征 .....	( 23 )
2.1.1 城市公共交通系统的概念 .....	( 23 )
2.1.2 城市公共交通系统的外部关系 .....	( 23 )
2.1.3 城市公共交通系统的内部关系 .....	( 25 )
2.1.4 城市公共交通系统的特点 .....	( 28 )
2.2 城市公共交通系统规划的层次与框架 .....	( 28 )
2.2.1 城市公共交通规划的概念 .....	( 28 )
2.2.2 城市公共交通规划的目标、层次及期限 .....	( 29 )
2.3 城市公共交通规划的框架设计 .....	( 31 )
2.3.1 规划目标分析 .....	( 31 )
2.3.2 规划主体流程设计 .....	( 32 )
2.3.3 城市公共交通规划主体内容设计 .....	( 32 )

2.3.4	城市公共交通规划的检验 .....	(34)
2.3.5	城市公共交通规划的实施 .....	(35)
<b>第3章</b>	<b>城市公交系统交通调查与需求预测方法 .....</b>	<b>(36)</b>
3.1	城市公交系统交通调查 .....	(36)
3.1.1	城市社会经济及土地利用基础资料调查 .....	(36)
3.1.2	城市居民出行 O-D 调查 .....	(37)
3.1.3	城市流动人口出行 O-D 调查 .....	(37)
3.1.4	城市公共交通现状调查 .....	(39)
3.1.5	机动车出行 O-D 调查 .....	(39)
3.1.6	城市道路流量调查 .....	(39)
3.1.7	道路交通设施调查 .....	(40)
3.2	城市公共交通需求预测 .....	(40)
3.2.1	公共交通需求预测原则及内容 .....	(40)
3.2.2	社会经济发展预测 .....	(43)
3.2.3	居民出行生成预测 .....	(47)
3.2.4	居民出行分布预测 .....	(52)
3.2.5	居民出行方式分担预测 .....	(56)
<b>第4章</b>	<b>城市常规公共交通网络布局规划方法 .....</b>	<b>(61)</b>
4.1	概述 .....	(61)
4.1.1	城市常规公交线网规划的目的、思路及基本内容 .....	(61)
4.1.2	公交线网规划的影响因素 .....	(63)
4.2	城市公共交通线网优化的目标 .....	(64)
4.3	城市公交线网优化的约束条件 .....	(67)
4.3.1	单条路线的约束条件 .....	(67)
4.3.2	线网整体的约束条件 .....	(71)
4.4	公交线网优化算法 .....	(73)
4.4.1	单条路线优化算法 .....	(73)
4.4.2	线网整体优化模式 .....	(75)
4.5	公交线网优化调整 .....	(76)
<b>第5章</b>	<b>城市常规公交网络布局优化实用方法——“逐条布设、优化成网”法 .....</b>	<b>(77)</b>
5.1	线网优化的目标及约束条件 .....	(77)
5.2	备选线路起终点站的确定 .....	(78)
5.3	公交优化网络的构成 .....	(82)
5.4	线路断面流量检验 .....	(92)

---

5.5	公交线路停靠能力检验	(94)
5.6	现有网络的优化改造及近远期网络的优化配合	(95)
<b>第6章</b>	<b>城市常规公交网络客流分配技术</b>	<b>(98)</b>
6.1	常规公交网络客流分配问题的提出	(98)
6.2	公交客流分配技术的发展	(98)
6.3	常规公交网络客流分配理论	(100)
6.3.1	超级路径理论	(101)
6.3.2	公交超级网络的表示和生成	(103)
6.3.3	公交客流分配的出行策略理论	(105)
6.3.4	基于有效超级路径的公交客流分配 Logit 模型	(108)
6.4	常规公交网络客流分配的实用方法	(112)
6.4.1	公交出行路径选择的多路径概率分配法	(112)
6.4.2	公交客流容量限制分配法	(114)
<b>第7章</b>	<b>城市大中运量轨道交通系统规划方法</b>	<b>(119)</b>
7.1	轨道交通系统概述	(119)
7.1.1	轨道交通系统类型及特点	(119)
7.1.2	轨道交通发展现状	(120)
7.1.3	轨道交通系统规划决策特点	(122)
7.2	轨道交通线网规划	(123)
7.2.1	轨道交通线网结构分析	(123)
7.2.2	轨道交通线网规划的基本原则	(124)
7.2.3	轨道交通线网规划方法	(126)
7.3	轨道交通系统接运公交线网规划	(130)
7.3.1	概述	(130)
7.3.2	接运线网优化模式	(130)
7.3.3	接运路线优化数学模型	(131)
7.4	轨道交通系统客流预测模式	(132)
7.4.1	宏观控制与微观竞争机理分析	(132)
7.4.2	宏观控制、微观竞争客流预测模式的建立	(134)
<b>第8章</b>	<b>城市公共交通场站规划方法研究</b>	<b>(138)</b>
8.1	引言	(138)
8.2	公共汽车起、终点和中途站点规划	(138)
8.2.1	公交车站起、终点规划原则	(138)
8.2.2	公交车中途站点规划	(139)
8.3	公共交通枢纽选址规划	(145)

8.3.1	概述 .....	(145)
8.3.2	公共交通枢纽选址优化模型 .....	(145)
8.4	大容量捷运公交系统接运枢纽规划 .....	(148)
8.5	公交—自行车换乘枢纽规划 .....	(150)
8.5.1	概述 .....	(150)
8.5.2	应用实例 .....	(151)
<b>第 9 章</b>	<b>城市公共交通系统评价方法 .....</b>	<b>(153)</b>
9.1	概述 .....	(153)
9.1.1	评价的目的 .....	(153)
9.1.2	评价的内容 .....	(154)
9.1.3	综合评价工作流程 .....	(155)
9.2	城市公共交通系统评价指标体系 .....	(156)
9.2.1	公共交通系统评价指标体系的结构 .....	(156)
9.2.2	几种典型的评价指标体系 .....	(157)
9.2.3	公共交通国际通用指标 .....	(161)
9.3	常用公共交通评价指标及其计量方法 .....	(161)
9.3.1	城市公共交通网络技术性能评价指标 .....	(161)
9.3.2	公共交通系统服务水平评价指标 .....	(163)
9.3.3	城市公共交通效益水平评价指标 .....	(164)
9.4	城市公共交通系统综合评价方法 .....	(165)
9.4.1	确定权重的方法 .....	(165)
9.4.2	应用实例 .....	(168)

## 中篇 城市公共交通系统管理技术

<b>第 10 章</b>	<b>城市公共交通优先发展保障体系框架设计 .....</b>	<b>(173)</b>
10.1	城市公交优先发展保障体系框架设计 .....	(173)
10.2	城市公交优先发展保障体系关键技术 .....	(175)
10.2.1	公交客流分配技术研究 .....	(175)
10.2.2	城市公交线网站点优化技术研究 .....	(175)
10.2.3	公交调度优化技术研究 .....	(176)
10.2.4	公交综合评价技术研究 .....	(177)
10.2.5	公交优先通行技术研究 .....	(177)
10.2.6	公交乘客信息诱导技术 .....	(178)
10.3	保障体系关键技术研究同发展 ITS 的关系 .....	(178)

<b>第 11 章 基于 GIS 的公共交通基础信息系统</b> .....	(180)
11.1 公交基础信息系统的目的和设计原则 .....	(180)
11.2 基于 GIS 的公交基础信息系统 .....	(181)
11.2.1 GIS 技术的发展和特点 .....	(181)
11.2.2 引入 GIS 技术的必要性 .....	(182)
11.2.3 GIS 技术与公交基础信息系统的结合方式 .....	(183)
11.2.4 基于 GIS 的公交基础信息系统框架设计 .....	(185)
11.3 公交网络信息数据库设计——公交网络 GIS 表示技术 .....	(187)
11.3.1 美国的公交网络 GIS 表示技术 .....	(187)
11.3.2 我国的城市道路网络 GIS 表示技术 .....	(190)
11.3.3 公交网络 GIS 表示技术 .....	(191)
11.4 南京市公交基础信息系统 .....	(195)
<b>第 12 章 城市公共交通网络服务水平聚类分析方法</b> .....	(196)
12.1 城市公交网络服务水平分析的目的和原则 .....	(196)
12.2 现有网络服务水平分析方法中存在的问题 .....	(197)
12.3 基于 GIS 的城市公交网络服务水平聚类分析方法 .....	(197)
12.3.1 聚类分析方法及其在交通领域的应用 .....	(197)
12.3.2 基本假设和分析流程 .....	(199)
12.3.3 聚类因子的确定 .....	(199)
12.3.4 基于 GIS 的聚类因子计算 .....	(201)
12.3.5 Fuzzy C-means 聚类方法和结果分析 .....	(202)
12.4 南京市城市公交网络服务水平分析实例 .....	(203)
12.4.1 南京市近期公共客运交通规划 .....	(203)
12.4.2 南京市交通区域划分 .....	(203)
12.4.3 南京市公交网络服务水平聚类因子 .....	(204)
12.4.4 南京市公交网络服务水平聚类分析结果 .....	(205)
<b>第 13 章 基于准实时信息的公交调度优化系统</b> .....	(210)
13.1 我国公交企业运营调度管理现状 .....	(210)
13.2 国内外公交运营调度优化技术发展及应用 .....	(212)
13.2.1 国内公交运营调度优化技术发展及应用 .....	(212)
13.2.2 国外公交运营调度优化技术发展及应用 .....	(214)
13.3 发展公交实时调度优化系统的目标、步骤和措施 .....	(215)
13.4 基于准实时信息的公交调度优化系统 .....	(217)
13.4.1 系统的目标 .....	(217)
13.4.2 系统设计集成方案 .....	(217)

13.4.3	系统的技术特点	(219)
13.4.4	运营调度优化软件	(219)
13.4.5	系统应用的要求和相关问题	(220)
13.5	基于车辆自动定位技术的公交实时调度优化系统	(221)
13.5.1	公交实时调度优化系统	(221)
13.5.2	车辆自动定位的主要技术	(221)
13.6	进一步发展我国智能公共交通系统	(223)
<b>第 14 章</b>	<b>适合运营的公交线路客流预测方法</b>	<b>(225)</b>
14.1	公交线路客流预测	(225)
14.2	公交线路客流变化特点	(226)
14.3	公交线路客流量的时间序列预测模型	(226)
14.3.1	时间序列预测模型 AR、MA 和 ARMA	(226)
14.3.2	运用时间序列模型预测公交线路客流量	(230)
14.4	基于模糊神经网络的公交线路全日客流量预测模型	(232)
14.4.1	模糊神经网络理论	(232)
14.4.2	公交线路全日客流量预测模型	(237)
14.5	公交线路客流时段分布预测	(239)
14.5.1	公交站点客流时段分布规律	(239)
14.5.2	公交线路客流的时段分布规律	(244)
14.5.3	首末站分层不等概率整群抽样方法	(245)
14.5.4	公交客流时段分布曲线的应用	(252)
<b>第 15 章</b>	<b>适合我国城市特点的公交乘客信息系统</b>	<b>(257)</b>
15.1	乘客信息系统概述	(257)
15.2	国外乘客信息系统的发展	(258)
15.3	我国城市公交乘客信息系统的现状	(259)
15.4	发展我国公交乘客信息系统的设想和建议	(260)
15.5	公交乘客信息系统的核心技术——公交乘客出行路径优化模型	(261)
15.5.1	公交乘客出行路径优化模型的意义和特点	(261)
15.5.2	公交乘客出行行为研究	(262)
15.5.3	常用的几种最短路算法比较	(263)
15.5.4	基于 GIS 的公交乘客出行路径优化模型	(264)
15.5.5	算法的实例	(266)
15.6	公交乘客信息系统实例——南京市公交问路系统	(268)
15.6.1	南京市公交问路系统的研制目的	(268)

15.6.2	南京市公交问路系统的主要功能简介	(268)
--------	------------------	-------

## 下篇 城市公共交通系统规划与管理技术应用范例

<b>第 16 章</b>	<b>南京市近期公共客运交通规划简介</b>	(273)
16.1	规划背景和任务	(273)
16.2	公交发展现状调查分析与评价	(274)
16.2.1	公交线网	(274)
16.2.2	公交车辆	(275)
16.2.3	公交场站	(275)
16.2.4	公交客流分布	(276)
16.2.5	公交出行特性	(278)
16.2.6	公交运营与管理	(279)
16.2.7	现状公交存在的主要问题	(280)
16.3	近期公交需求发展分析预测	(281)
16.3.1	主城近期交通发展战略分析	(281)
16.3.2	主城出行需求总量预测	(282)
16.3.3	主城片区间出行需求分析	(282)
16.3.4	对外交通枢纽客运交通需求	(283)
16.3.5	近期客运交通结构分析	(284)
16.4	近期公交规划方案设计与评价	(285)
16.4.1	近期公交规划的指导思想与目标	(285)
16.4.2	近期公交线网规划	(286)
16.4.3	近期公交车辆发展规划	(287)
16.4.4	近期公交场站布局规划	(288)
16.5	近期公交规划方案实施原则及实施保障体系	(289)
16.5.1	近期公交线网规划实施原则	(289)
16.5.2	近期公交规划实施保障体系	(289)
<b>第 17 章</b>	<b>苏州市公共客运交通规划</b>	(293)
17.1	概述	(293)
17.2	苏州市公交系统现状分析与评价	(294)
17.2.1	苏州市公交基础设施现状	(294)
17.2.2	苏州市公交客流现状	(295)
17.3	苏州市公共交通需求发展分析	(296)
17.3.1	社会经济发展目标	(296)

17.3.2	规划区土地利用布局	(296)
17.3.3	规划区人口发展规划	(297)
17.3.4	城市交通发展战略	(297)
17.3.5	城市客运交通结构	(299)
17.4	苏州市公共交通规划方案	(300)
17.4.1	规划的目标	(300)
17.4.2	公交线网布局原则	(300)
17.4.3	公交线网规划与优化的基本过程	(301)
17.4.4	公交线网规划方案	(302)
17.4.5	公交场站布局原则	(305)
17.4.6	公交场站规划方案	(306)
17.4.7	公交车辆发展规划	(307)
17.5	苏州市轨道交通规划方案	(307)
17.5.1	苏州市发展轨道交通背景	(307)
17.5.2	轨道交通线网方案简介	(309)
<b>第 18 章</b>	<b>无锡市公共交通系统规划简介</b>	<b>(311)</b>
18.1	总论	(311)
18.1.1	无锡市城市总体发展规划概况	(311)
18.1.2	无锡市公共客运交通规划总体构思	(313)
18.2	无锡市区客运交通系统现状分析	(314)
18.2.1	无锡市居民与流动人口出行特征	(314)
18.2.2	无锡市公共客运交通发展状况	(316)
18.2.3	无锡市公共客运交通存在的主要问题	(317)
18.3	无锡市公共客运需求发展预测	(317)
18.3.1	预测思路	(317)
18.3.2	社会经济发展预测	(318)
18.3.3	公共交通需求量预测	(319)
18.3.4	无锡市公共客运需求预测主要结论	(322)
18.4	无锡市公共交通系统规划	(322)
18.4.1	公交线网布局规划	(322)
18.4.2	公交场站布局规划	(327)
18.5	无锡市公共交通系统客流分析及评价	(329)
18.5.1	公交线网客流预测	(329)
18.5.2	公交线网评价	(330)
18.6	无锡市公共交通优先发展保障体系设想	(332)

---

18.6.1 优先发展公共交通是无锡可持续交通发展战略的主题·····	(332)
18.6.2 公交优先发展需有保障体系·····	(332)
18.7 无锡市区公共交通系统建设实施计划·····	(333)
18.7.1 近期建设项目·····	(333)
18.7.2 投资估算和资金来源·····	(334)
18.7.3 规划实施的保障措施·····	(334)
主要参考文献·····	(336)
作者简介·····	(341)

上 篇

城市公共交通系统  
规划理论与方法

# 第 1 章 城市公共交通系统概论

## 1.1 客运交通与城市发展

《雅典宪章》明确了城市的四大功能:居住、工作、游憩和交通。城市的交通功能依靠交通运输系统来实现,交通运输系统的最主要组成部分是客运交通系统。城市客运交通,根据人们自发的意愿大致可分为步行交通,单独使用私人交通工具的自行车交通、摩托车交通、小汽车交通以及使用公共交通系统的公共交通。公共交通系统,作为城市客运交通的主要载体,与城市的形成、发展和兴衰紧密相连。

### 1.1.1 城市客运交通发展的外部环境因素

#### (1) 城市规模

决定城市规模的主要因素是人口数量,其次是城市建设用地。而城市人口的数量、空间分布和密度是确定城市客运交通设施规模与结构的重要依据。

在城市化进程中,大城市由于社会经济发展的吸引力,城市人口除了自然增长外,人口的机械增长率大大高于中小城市,因而大城市人口规模增长和用地规模增长的不平衡性表现得十分突出,大城市人口的增长总是高于城市用地面积的增长。城市规模两种形态增长的不一致,不仅导致城市人口密度上升,而且是产生城市问题特别是城市交通问题的根源。

城市人口的膨胀要求城市用地向外拓展,交通的可达性决定了客流分布。世界大城市的发展历史证明,交通特别是快速公共交通系统的采用,对城市用地的扩展及人口的疏散起着重要的促进作用。

#### (2) 城市布局形态

城市布局是指城市的物质(环境)实体在地域空间上的投影,纵观世界大城市城市布局演化,波兰著名的城市规划专家萨伦巴教授将其概括为 11 种城市布局模式(表 1-1)。

城市布局形态对城市客运交通系统有着重要的影响,不同的城市布局形态需要不同的交通系统与之相适应。我国多数大城市的布局形态采用单中心结构,即只有一个城市中心,而且大都位于市区地理中心位置,城市以“摊大饼”式扩展。市中心建筑密集、商业繁华、岗位集中,导致公共交通负荷极大。实践证明,调整和采

取新的城市布局形态是缓解城市中心交通紧张状况的一条重要途径,同时,新的城市布局形态的形成又依赖于城市交通的发展。城市形态向多中心结构发展是现代城市发展的一个方向。法国巴黎曾是一个高度集中的大城市,五六十年代,巴黎市人口密集、用地不足、交通紧张等城市病十分严重。1965年法国编制了巴黎地区规划,让巴黎沿塞纳河平行的两条轴线发展,建立5个新城,形成多中心的城市形态,而新城的发展用地沿着由巴黎伸出的区域快速地铁(RER)发展,从而有效地促进了新城的开发。

表 1-1 城市布局形态综合划分一览表

单中心布局	卫星式布局	多中心布局
单中心团状密集发展	卫星式均匀分布发展	多中心轴线发展
单中心辐射密集发展	卫星式辐射分布发展	多中心半环线状发展
单中心沿轴线带状发展	卫星式切线分布发展	多中心环状线形发展
	卫星式轴线分布发展	多中心紧凑发展(含卫星体系)

### (3) 城市土地利用结构

城市土地利用决定了城市不同社会经济活动在不同区域的集聚程度和分布特性,也决定了城市客运交通发生、吸引源的分布特性,对城市客运交通需求、客运交通网络布局具有决定性的影响。合理的用地结构有利于客运交通系统的发展,而客运交通系统的发展将促进用地结构的调整。

在城市用地比例结构中,生活居住用地、工业用地、对外交通运输用地、仓储用地、公用事业用地及其他用地应有一个合理的比例。但在我国大城市发展中,由于受重生产轻生活的指导思想的支配,生活居住面积(包括居住用地、公共建筑用地、公共绿化道路广场用地)明显不足,人均指标仅为20多平方米,只及国外的1/3~1/4,而且道路、广场、公共客运设施更是严重不足,道路面积率和人均道路面积指标大大低于国外城市。此外,道路上机动车和非机动车混合行驶,自行车和公交车争抢道路,交通秩序不佳,道路使用上的优先权不明确,使公共交通工具无法正常运营。现代交通工具中的地铁、地下多层轨道交通以及高架轨道交通则有效地促进了城市用地结构的调整。这些现代化客运交通工具的使用,不仅改变了大城市的交通状况,而且大大扩展了城市土地使用空间。

### (4) 城市经济发展

在影响城市客运交通的诸多因素中,城市经济是最密切相关的因素之一。城市经济的繁荣发展,加快了城市化的进程,城市辐射力上升,商品经济交流加快,带

来人流、物流的大幅度上升,从而产生大量的交通需求。一般来说,城市经济的增长与城市就业岗位成线性关系,大批就业人员上下班的交通出行,使城市客运交通成为扩大社会生产的必要条件,是社会生产、分配、交换和消费的纽带。另一方面,随着城市经济的发展、生活水平的提高,人们对交通出行的要求越来越高,势必选择迅速、便捷、舒适的交通工具。因此,城市客运交通的结构、形态、方式和水平必须与客运量的增长和人民的生活水平相适应,而且要不断以更加先进的交通为城市的进一步发展创造条件。

#### (5) 城市土地资源

土地资源是城市发展和客运交通发展的基础。社会发展是无限的,而土地资源是有限的。为缓解这一矛盾,最行之有效的方法是提高单位土地资源的使用效率,即优化城市布局 and 交通结构。在交通设施供应和使用上,充分发挥每种交通设施的优势,以最少土地资源占用满足尽可能多的交通需求。同时优化组合城市布局与客运交通土地占用的级配。显然,在一定的土地资源条件下,用于城市布局安排各产业部门与居民居住的土地越多,给予交通设施的建设空间就越少,而客观上却需要更多的土地来建设交通设施,以保障城市的社会生产与生活。这样,城市土地资源和客运交通系统就成为供应和需求矛盾的双方,土地资源成为客运交通发展的制约条件。

综上所述,城市客运交通与城市发展中的人口密度、布局形态、用地结构、经济水平和土地资源等要素有着密切的关系。城市发展中的各个因素促进或制约着城市客运交通的发展;同时,客运交通也有能动的反作用,它必须在城市各种环境中不断变革和进步,从而促进城市的可持续发展。

### 1.1.2 城市客运交通发展的内在规律和趋势

#### (1) 城市客运交通发展的历史轨迹

在城市的形成和发展过程中,随着社会生产力的发展、人口的增加、用地面积的扩大,城市生产、生活产生的交通量和运距随之增加,对交通运输工具不断提出了新的要求。首先是要有代步的交通工具,随后要求交通工具不断提高运载能力和运送速度。在城市形成的初期,仅仅为小城镇规模时,城市以步行和辅助性小运量交通工具为主,如自行车、摩托车、私人小汽车、出租车等;城市规模扩大后,便产生了干道网和公共汽车、电车;城市人口和用地进一步扩展,出行的需求量进一步增长,伴随着科学技术的进步,公共交通方式从公共汽车、电车发展到大中运量的快速轨道交通;如今,在一些发达国家的现代化大城市中,自动导轨公共交通系统已投入使用。表 1-2 列出了城市客运交通发展的主要里程碑,从中不难看出客运

交通为满足需求发展而发展的过程。

表 1-2 城市客运交通发展的主要里程碑

年份	国家	城市	事件
1600	英国	伦敦	第一辆出租马车
1662	法国	巴黎	第一辆城市马拉公共班车
1825	美国	斯托克顿至达灵顿	第一条铁路
1832	美国	纽约	第一条马拉有轨街车线
1863	英国	伦敦	第一条地下铁路
1873	美国	旧金山	出现缆车
1888	美国	弗吉尼亚州	第一条电车线
1899	英国	—	第一辆公共汽车问世
1901	法国	巴黎	第一条无轨电车线
1910	英国	伦敦	马拉公共班车全由公共汽车代替
1955	德国	杜塞尔多夫	第一辆现代铰接式电车(轻轨)
1955	美国	克利夫兰	第一个大规模的停车换乘快速公交系统
1956	法国	巴黎	第一条胶胎快速公交线
1962	美国	纽约	第一条全自动快速公交线
1969	美国	华盛顿	第一条通勤车专用道
1972	美国	旧金山	第一条由计算机控制的快速轨道公交系统
1975	美国	(西)弗吉尼亚	第一个全自动无人公交系统
1978	德国	—	双能源无轨电车问世

## (2) 城市客运交通枢纽的规划和建设

随着城市不断扩大,公共交通线路不断地增加和延伸,客运交通方式向多元化发展,人们的工作、社交、购物、文化娱乐等各项活动的出行范围也在不断扩大、出行距离增长。乘客从起点到终点完成一次出行,往往需要使用多种交通方式或转换线路,把多种交通方式、多条线路有机地衔接起来,方便乘客换乘是客运交通系统提高服务水平、吸引乘客的重要手段。客运枢纽就是为方便乘客集散、转换交通方式和线路而设置的一种具有必要的服务功能和控制设备的综合性交通设施。近20年来,世界各国都高度重视综合换乘枢纽的规划和建设。

如日本的东京遍布各类轨道交通,在各轨道交通的路线交叉口及地面公共交通枢纽站等处的轨道交通车站,都是大型的综合换乘枢纽。这些车站近旁还设有小汽车停车场和自行车停车场,便于吸引小汽车及自行车出行者停车换乘,从而减

少道路上的小汽车和自行车交通量。这些散布在各处的换乘点构成了东京的换乘系统。

德国的法兰克福机场大楼也是一个大型的综合换乘枢纽。大楼第一层是到达层,第二层是出发层,地下是地铁站和三层停车库,机场大楼旁另有10层停车库。上下层间都有自动扶梯,到发旅客可方便地换乘地铁去市内和邻市目的地或到达机场,地铁车站靠近其他公交车站的地方都设有进出口,方便其他交通方式换乘地铁。

综合交通换乘枢纽的建设,不仅使换乘旅客缩短了换车的步行距离与时间,而且可使乘客在室内换乘,免除了乘客在室外换车时风吹、日晒、雨淋、雪打之苦,因而能吸引大量原来使用小汽车出行的旅客。

### (3) 城市客运交通的发展趋势

#### ① 客运交通工具在满足需求中发展

如前所述,城市发展的不同阶段、不同形态,要求有不同的交通方式与之相适应,为满足这种要求,客运交通工具不断更替和变化。城市经济的发展,城市人口的增多,城市用地的扩大,使出行的需求量不断增长。人们为减少出行时间消耗,要求交通工具能不断提高运载能力和运送速度。而蒸汽机、电动机的发展和科学技术的进步,使交通工具得以不断更新。交通工具的发展十分清楚地提示人们,每一种交通工具的技术性能是一定的,只能适用于城市发展的一定时期、一定水平的交通需求,当旧的交通工具不能满足新的需求时,必须要有新的交通工具来代替,否则城市交通必定出现供不应求和交通紧张状况,以致阻碍整个客运系统的发展。

#### ② 客运交通服务水平在公共交通与私人交通相互竞争中提高

在城市客运交通发展中,公共交通在发展,私人交通也在发展,并相互竞争。城市的正常运转需要公共交通的支持,但是当公共交通不能达到应有的服务水平时,私人交通就会过量发展而损害城市的整体效益,除了采取各种措施限制私人交通外,主要是大力发展公共交通。公共交通与私人交通竞争的焦点是能否提供满足乘客出行需求的服务水平,这就要求公共交通强化乘客观念以满足乘客的需要为出发点,不断提高服务水平,从而增强与私人交通竞争的能力。在这一竞争中,除了交通工具的进步外,整个城市客运交通系统的服务也达到了一个新的水准。

#### ③ 公共交通将在城市客运交通中占主导

从城市的整体利益看,公共交通是一种耗费少、效能高的交通方式,具有私人交通不可替代的长处。表1-3列出了地面交通中各种客运方式人均占用道路的情况。城市用地是有限的,现在和未来都是制约城市发展的主要因素,为保持城市的聚集经济效益,对城市土地必须注重集约化的使用。人均占用道路面积多的私人个体交通工具的盲目发展,必然使城市交通陷入瘫痪,这已被发达国家的交通发展

史所证明。目前世界各大城市纷纷采取扶植公共交通的措施,其中快速轨道交通具有运量大、速度快、无污染、舒适准点的优势,使其成为许多发达国家大城市的优先选择和发展主流。城市公共交通在不断提高整体服务水平的时候,必将在城市客运交通中占据主导地位。

表 1-3 客运方式人均占用道路面积比较

客运方式	公交车服务水平*			自行车	摩托车	单位及私人小汽车	出租车
	高	中	低				
占路面积(m <sup>2</sup> /人)	1.75	1	0.7	3.75	11.66	14	10.5
占路长度(m)	7	7	7	1.5	2	3	3
占路宽度(m)	3.5	3.5	3.5	1.5	3.5	3.5	3.5
纵向安全净空(m)	3	3	3	1	3	3	3
平均乘载人数	20	35	50	1	1.5	1.5	2

\* 公交车服务水平分高、中、低三级:

高级指单节车 20 个座位,航空椅,定员 20 人;

中级指单节车 35 个座位,普通椅,定员 35 人;

低级指单节车 35 个普通座位,定员 50 人(有 15 人无座位),相当于建设部道路交通规划标准定额指标。

## 1.2 城市公共交通系统组成

在城市行政辖区内为本市居民和流动人口提供乘用的公共交通,包括定时定线行驶的公共汽车、无轨电车、有轨电车、中运量和大运量的快速轨道交通,以及小公共汽车、出租汽车、客轮渡、轨道缆车、索道缆车等交通工具及其配套设施。各种公共交通工具之间相互配合,以不同的速度、运载能力、舒适程度和价格为乘客服务。从系统规划、建设和管理角度看,城市公共交通系统可分为公共交通工具(车辆)、线路网、场站及公共交通运营管理系统等主要组成部分,下面分别作一简要介绍。

### 1.2.1 城市公共交通工具(车辆)

(1) 几种主要公共交通工具的发展概况

#### ① 公共汽车

公共汽车是目前世界各国使用最广泛的公共交通工具。它起始于 1905 年的美国纽约,当时用公共汽车代替原有的公共马车,到了 30 年代得到迅速的发展。公共汽车之所以被广泛采用,是由于它的机动灵活,只要有相宜的道路,就可以通

行,并且公共汽车组织运行所需的附属设施的投资,较之其他现代化公共交通工具也最少。我国的公共汽车车辆类型甚多,按载客量分,有小型(载客 60~90 人)、中型(载客 90~130 人)和大型铰接车与双层客车(载客 130~180 人)。大型公共汽车对解决上下班客运高峰时间的乘车拥挤情况起了很大作用。近年来,为了适应不同乘客不同层次的需求以及实际运营中的灵活性和经济性,又出现了微型公共汽车,在服务方式上国外又有传呼式公共汽车问世。受石油危机的冲击,石油价格上涨以及城市居民对环境保护的强烈呼声,西方国家在 70 年代研制成以蓄电池为动力的电动公共汽车。

### ② 无轨电车

无轨电车是以直流电为动力,除了用公共汽车的设备外,还要有架空的触线网、整流站等设备,故初期投资较大,且行驶时因受架空触线的限制,机动性不如公共汽车。不过,无轨电车行驶时能偏移触线两侧各 4.5m 左右,可以靠人行道边停站,必要时也可超越其他的城市车辆。无轨电车的特点是噪声低、不排出废气、启动加速快、变速方便。无轨电车在欧洲正在进行着一种新的试验,为了不在城市中心复杂的交叉口架设触线网和避免因触线网故障而影响交通,并提高无轨电车的机动性,一种双动力源的车辆已研制成功,一类是集电杆集电/柴油机驱动型式,另一类是集电杆集电/蓄电池供电型式。由于经济效益问题,都还没有成批投入运营。

### ③ 有轨电车

有轨电车具有运载能力大、客运成本低的优点,其设备同无轨电车,但它还有轨道和专设的停靠站台。根据史料,最早的有轨电车是在德国柏林投入运营的,20 世纪初,有轨电车在资本主义国家城市的形成和发展中曾起过重要的作用,承担了城市客运量的 80%~90%。我国最早行驶有轨电车的城市是天津(于 1906 年),随后上海、大连、北京、沈阳、哈尔滨、长春等城市相继建成了有轨电车系统。到了 60 年代,随着汽车工业的发展,小汽车的大量增加,城市交通日趋繁忙,有轨电车由于具有机动性差、车速低、制动性能差以及行驶时噪声大等缺点,使之由盛转衰,各国相继拆除铁轨,停驶有轨电车。进入 70 年代后,西方发达国家的大城市小汽车泛滥成灾,城市环境污染严重,交通阻塞,加上石油危机,有轨电车在一些国家不仅复兴,而且得到了技术改进,出现了一种新型有轨电车,英文名称为 Light Rail Transit,我国翻译为“轻轨交通”,也称“快速有轨电车”,通过车辆更新,并对线路实行隔离,在市中心繁忙地段进入地下,使客运容量增大、乘坐舒适、运行经济。轻轨交通投资费用低于地铁,适用于单向小时客流 1.5 万~3 万人次的客运量,运送速度在 20~35km/h 范围内变化,属于中运量快速轨道交通方式。

### ④ 地下铁道

简称地铁(Subway, Underground Railway),是街道以外的一种强有力的快速大运量公共交通工具,其轨道基本建在地下,不过近年来,很多大城市的地铁在市区为

地下,在郊区引向地面或高架。地铁最基本的特点是:与其他交通完全隔离,此外,其线路设施、固定建筑、车辆和通讯信号系统均有较高的设计标准。

地铁始建于1863年的英国伦敦,由于建设投资大、工期长,直到二次世界大战结束时,全世界只有18个百万以上人口的大城市开发地铁。近50年来,由于城市人口增加、地面交通饱和、技术进步、经济实力增强等因素,地铁系统迅速增加,地铁作为城市公共交通工具,虽然工程造价高,但其运量大、速度快、污染少、安全可靠、不占用或少占用城市用地等优势,使之仍然得到稳步发展。我国首都北京第一条地下铁道于1969年10月建成,西起石景山苹果园东至北京站,全长23.6km,设17个车站,目前,我国有地铁运行的城市还有广州、上海、天津、香港、台北。地铁单向小时客流量可达4万~6万人次,运送速度在30~40km/h,属于大运量快速轨道交通方式。

#### ⑤ 出租汽车

出租汽车是一种不定线路、不定车站、以计程或计时方式营业、为乘用者提供门到门服务的较高层次的公共交通工具。出租汽车在城市公共客运交通中起着辅助作用,因而称为辅助交通。我国城市出租汽车交通已有近百年的历史,其发展是缓慢而曲折的,旧社会的车行业主,多属小本经济,独家经营,规模不大,虽有盈利,但受时局影响,时盛时衰,很不稳定。建国初期,城市交通以发展公共汽车、电车为主,出租汽车基本处于停滞状态,直至80年代,随着政治经济形势的变化,出租汽车才得到快速发展,成为城市公共交通业的重要组成部分。

#### ⑥ 轮渡

轮渡是在城市被江、河分割的特定条件下的城市公共客运交通工具,一般起联结两岸摆渡交通的作用,使陆上交通不能直接相通的区域得以沟通。这在没有桥梁、隧道或过江通道能力短缺的城市显得十分重要。

### (2) 城市公共交通工具的选择

我国国标(GB50220—95)《城市道路交通规划设计规范》中明确规定,选择公共交通方式时,应使其客运能力与线路上的客流量相适应,常用的公共交通方式单向客运能力宜符合表1-4的规定。

表 1-4 公共交通方式单向客运能力

公共交通方式	运送速度(km/h)	发车频率(车次/h)	单向客运能力(千人次/h)
公共汽车	16~25	60~90	8~12
无轨电车	15~20	50~60	8~10
有轨电车	14~18	40~60	10~15
中运量快速轨道交通	20~35	40~60	15~30
大运量快速轨道交通	30~40	20~30	30~60

城市公共交通规划应使95%的居民在客运高峰乘用下列主要公共交通工具时,单程最大出行时耗符合表1-5的规定。

表1-5 不同规模城市的最大出行时耗和主要公共交通工具

城市规模		最大出行时耗(min)	主要公共交通工具
大	>200万人	60	大、中运量快速轨道交通,公共汽车,电车
	100万~200万人	50	中运量快速轨道交通,公共汽车,电车
	50万~100万人	40	公共汽车,电车
中	20万~50万人	35	公共汽车
小	<20万人	25	公共汽车

人口200万以上的城市,城市用地面积有 $200\text{km}^2$ 左右,客流总量大,长距离出行者多,一些主要的公共交通线路上客流汇集量往往是地面公共交通难以承担的,且地面公共交通又受道路交通阻滞和站距的制约,无法提高车速,因此,200万人口的城市具备了有效使用快速轨道交通的基本条件。

从发展趋势看,各地城市化进程加速,城市发展已不是按单中心同心圆模式向外扩展,而是按交通发展轴向外伸展,尤其是大城市市中心区职能加强和大量拆迁改造,都转向在城市外围寻找开发空间;而市区范围扩大,新增的客流和向市中心区集中的客流就更多,对公共交通提出新的要求。快速轨道交通运量大、车速快、准点,能保证居民的出行时耗控制在某一规定的范围内,其建设也有利于城市土地的开发。但快速轨道交通是一种与地面交通分离的独立系统,技术要求高,建设费用大,维护也较昂贵,城市没有一定的财力是难以办到的。所以,只有在大城市客流量很大的线路上才值得使用。

### 1.2.2 城市公共交通线路网

城市公共交通线路网应综合规划。在计划经济下,各种公共交通工具由于投资渠道和经营管理部门的不同,常为部门利益各搞一套,线路不相衔接,给居民乘车带来不便。在市场经济下,各种客运方式虽然相互竞争,但必须树立综合规划的思想,融合在一个统一的公共交通网络系统中,使各条线路既分工又合作,把相互衔接的公共交通线路深入到城市的各区内。各线的客运能力应与客流量相协调,线路的走向应与客流的主流向一致;主要客流的集散点应设置不同交通方式的换乘枢纽,方便乘客停车与换乘,充分满足居民乘车的需要,争取到乘客,才能盈利。

公共交通线路网密度大小反映出居民接近线路的程度,按理论分析,城市公共交通线路网平均密度以 $2.5\text{km}/\text{km}^2$ 为佳,在市中心可以加密些,达到 $3\sim 4\text{km}/\text{km}^2$ ,而城市边缘地区取值可小些。居民步行到公共交通车站的平均时间为 $4\sim 5\text{min}$ 为

佳,根据调查,沿公共交通线路两侧各 300m 范围内的居民是愿意乘公共汽车的,超出 500m 范围,绝大多数居民选择骑车,乘公共汽车的很少。由此证明了公共交通线路网的密度不能太稀,为扩大公交线网密度,公共交通可以在适宜的支路上行驶。

目前我国许多城市由于适合布置公共交通线路的道路少,公共交通线路网稀,使乘客两端步行到站和离站总时间长达 17~19min,再加换乘不便,候车时间长,累计非车内时间达 25min 左右,使公共交通失去与自行车交通竞争的能力。因此,保证公共交通行驶所需的道路网密度,是优先发展公共交通的前提。

此外,《城市道路交通规划设计规范》中规定,公共交通线路的非直线系数不宜过大,一般不应超过 1.4。线路曲折,虽可扩大线路服务面,但使不少乘客增加额外的行程和出行时耗。市区公共汽车与电车主要线路的长度宜为 8~12km;快速轨道交通线路长度不宜大于 40min 的行程。市区公共汽车、电车线路的单程长度用线路长度控制,主要考虑到城市道路交通状况欠佳,在缺乏公共交通车辆优先通行措施保障情况下,公共交通线路过长,车速不易稳定,行车难以准点,正常的行车间隔也难以控制。郊区线和快速轨道交通线,站距大,车速较高,所以,用运送时间来控制。

### 1.2.3 城市公共交通车站与场站设施

城市公共交通车站分为终点站、枢纽站和中间停靠站。各种车站的功能和用地要求是不同的。公共交通中间停靠站的站距受交叉口间距和沿线客流集散点分布的影响,在整条线路上是不等的。市中心区客流密集、乘客乘距短,上下站频繁,站距宜小;城市边缘区,站距可大些;郊区线,乘客乘距长,站距可更大。快速轨道交通最小站距由设计车速决定。设置公共交通停靠站的原则是应方便乘客乘车并节省乘客总的出行时间。几种主要公共交通方式的站距推荐值见表 1-6 所示。

表 1-6 公共交通站距

公共交通方式	市区线(m)	郊区线(m)
公共汽车与电车	500~800	800~1000
公共汽车大站快车	1500~2000	1500~2500
中运量快速轨道交通	800~1000	1000~1500
大运量快速轨道交通	1000~1200	1500~2000

《城市道路交通规划设计规范》中对公共交通车站服务面积的规定是:以 300m 半径计算,不得小于城市用地面积的 50%;以 500m 半径计算,不得小于 90%,城市出租汽车采用营业站定点服务时,营业站的服务半径不宜大于 1km。

无轨电车终点站与快速轨道交通折返站的折返能力,应同线路的通过能力相

匹配;两条及两条线路以上无轨电车共用一对架空触线的通过能力相协调。

公共交通停车场、车辆保养场、整流站、公共交通车辆调度中心等场站设施是城市公共交通系统的重要组成部分,应与城市公共交通发展规模相匹配,用地有保证。公共交通场站布局,主要根据公共交通的车种、车辆数、服务半径和所在地区的用地条件设置。公共交通停车场宜大、中、小相结合,分散布置;车辆保养场布局应使高级保养集中,低级保养分散,并与公共交通停车场相结合。

#### 1.2.4 城市公共交通运营管理系统

城市公共交通,尤其是道路上行驶的常规公共汽车、电车交通,是定时、定线行驶并按客流流量、流向时空分布变化而不断调节的随机服务系统。这个系统能否正常和有效地运行,不仅取决于道路和车辆、场站等物质技术设施条件,而且有赖于科学有效的运营管理系统。

公交企业的运营调度管理主要包括两个内容,一是运营调度计划的制订,二是运营调度计划的执行和监控。过去,我国城市公共汽车、无轨电车的车辆调度,基本上沿用“定点发车、两头卡点”的手工业的调度方式,由于信息不灵、调度失控,车辆经常出现“串车”、“大间隔”现象,要么使乘客候车时间过长,要么前车提前离站、后车拥挤不堪,甚至导致全线运行秩序混乱,严重影响了公共客运交通的服务质量和社会信誉。近年来,部分城市引进或自主开发了调度通信手段和车辆自动监控、运营管理信息系统,并开始部分投入使用,显示出公共交通运营管理手段现代化的重要作用。下面对城市公共交通车辆自动监控系统作一简要介绍。

城市公共交通车辆自动监控系统(Automatic Vehicle Monitoring System for Urban Public Transport),国际上统称为AVM系统,是对公共交通车辆的运营数据进行自动监测和实时处理的调度系统,由自动监测设备、通信设备和计算机组成。

AVM系统的功能主要包括以下8项:

##### ① 监测车辆的动态位置

通过自动采集、传输和处理被监测车辆的位置信号,判定运行车辆在线路上任意时刻所在的位置。

##### ② 监测车辆的载客量

掌握公共交通运行车辆上装载乘客的数量及其变化情况。

##### ③ 监测车辆的运行时刻偏离量

所谓运行时刻偏离量,是指在计时点(位置)上,车辆实际运行时刻与时刻表上规定时刻之差。

##### ④ 根据车辆运营数据和运行计划,辅助选择最佳调度方案

车辆运营数据主要包括运营车辆的线路号、车号、司机号、动态位置、行驶方向、车速、里程、载客量报警等信息。

⑤ 编制并显示各线路的运营图像、运营报表和统计曲线

运营报表是指车辆运营数据的统计报表,运营图像则是以图示法在彩色监视器上实时显示的运营线路或区段内各车辆的运营数据。

⑥ 调度室向运营车辆下达调度指令

线路调度室是对一条线路的运营车辆进行综合调度的控制中心,调度中心则是对系统内各线路进行综合调度的控制中心。所谓调度指令是指以符号或标记表达调度意图的指挥命令,例如:注意时刻表、隔站停车、直达、快车、区段运行、返回、改线行驶等等。

⑦ 建立数据库

为预测客流、编制和修改运行计划、线网优化等提供依据。

⑧ 与城市道路交通控制系统交换信息

城市道路交通控制系统是指自动采集、传输和处理各交叉路口的车流信息、用信号灯管理和控制车流的系统。实现两个系统的信息交换,可为道路交通管理优化特别是公共交通车辆优先通行创造条件。

AVM系统的组成及工作概况如图 1-1 所示。

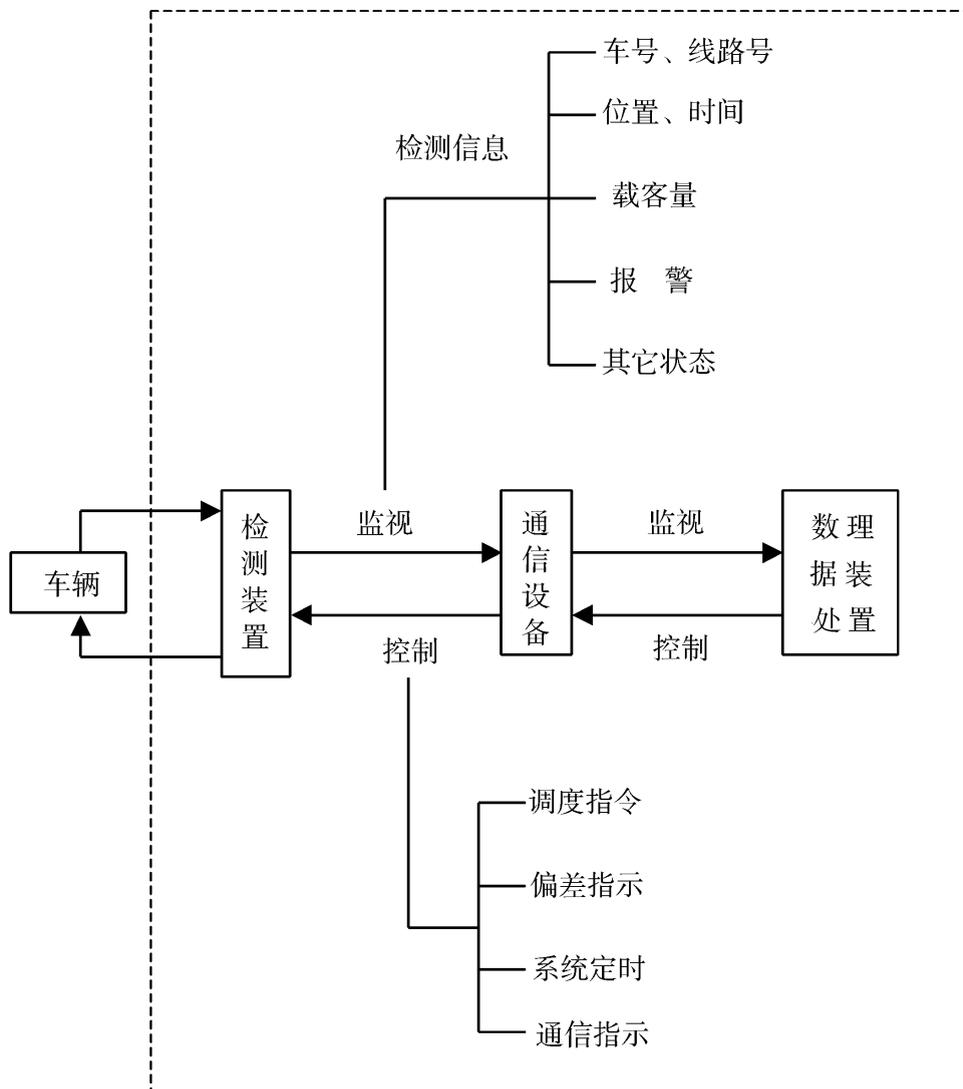


图 1-1 AVM 实时监控系统示意图

为了达到改善城市公共客运系统的服务质量、提高公交车辆有效利用水平,使运行车辆处于全面受控状态,装备现代化的车辆运行自动监控系统是完全必要的。

### 1.3 我国城市公共交通现状

我国作为一个经济持续高速增长的发展中国家,城市公共交通的建设和发展一直滞后于社会经济和居民生活的需要。80年代以来我国政府制定了一系列的产业政策和技术政策,确定了以公共交通为主的交通发展方针,城市公共交通事业取得了长足的发展,从公交车辆的增加到客运量的增长及运营服务水平的提高,城市公共交通在城市经济与社会发展中发挥了重要作用。但由于财政体制、经营机制、管理水平以及道路通行条件等诸多因素的制约,城市公共交通的发展现状不尽如人意。以南京市为例,1987年是南京公交客运量的高峰,客运量从1979年的5.16亿人次增长到1987年的8.40亿人次,从1987年起至1995年南京市公交客运量逐年下降,1995年下降到了历史上的最低点——3.38亿人次,只相当于1987年的40.2%。从表1-7所示南京市居民出行方式结构变化来看,与1986年相比,1997年南京市居民采用公交车、轮渡、火车、中巴等公共交通方式出行的比重由19.6%下降到9.34%,而同期居民利用自行车、摩托车两种私人交通工具出行的比重从44.4%上升至60.07%。另据世界银行的预计报告,中国大部分城市的公交出行分担率在6%~25%之间,而国外大城市的公交分担率一般在40%~80%之间。

表1-7 南京市1986年与1997年居民出行方式结构对比(%)

交通方式	步行	自行车	公交车(含中巴车)	出租车	摩托车	单位车	轮渡	火车	其他
1986年	33.1	44.1	19.2	0.1	0.3	2.5	0.1	0.2	0.4
1997年	25.61	58.28	8.23	0.93	2.18	4.53	0.06	0.17	0

为更好地适应城市客运交通需求迅猛增长的需要,充分认识公共交通在城市客运交通中的主导作用并综合治理其存在的问题,是确保城市公共交通健康、稳步发展的前提。

#### 1.3.1 城市公共交通结构现状

城市公共交通是城市中供公众乘用的经济方便的各种交通方式的总称。目前我国城市公共交通系统中公共汽车、电车占主体,承担了城市80%以上的客运量,进入90年代以后,城市出租汽车发展迅猛,据表1-8所示,出租汽车年客运量达29.48亿人次,占城市公共交通总客运量的9.51%,有的城市出租汽车客运量已占

公交总运量的 30%，小运量的出租车增加过快，作为客运交通骨干的公共汽、电车受到很大冲击。虽然 80 年代以来，我国特大城市的轨道交通筹建速度也明显加快，但由于投资巨大，总的来说，尚处于起步阶段，发展缓慢，大城市要形成以大中运量轨道交通为主体的综合客运体系，还需要一个相当长的过程。

表 1-8 1994 年我国城市公共交通客运量及比例

交通方式	客运量(亿人次)	比例(%)
公共汽车	235.16	75.89
无轨电车	29.50	9.52
有轨电车	2.30	0.74
地 铁	5.42	1.75
出租汽车	29.48	9.51
轮 渡	8.01	2.59
总 计	309.87	100.00

### 1.3.2 城市公共交通服务水平和技术经济指标

我国衡量城市公共交通服务水平的项目包括候车时间、换乘率、运送速度、满载率等 10 项指标，如表 1-9 所示。

表 1-9 我国城市公共汽、电车的一般服务水平

序号	指标名称	20 个城市的情况统计
1	运送速度(km/h)	11~24
2	行车准点率×100	79~92
3	平均站距(m)	500~900
4	换乘率×100	22~80
5	换乘距离(m)	70~500(一般 200~300)
6	高峰满载率×100	80~115
7	全日满载率×100	36~81
8	乘客候车时间(min)	3~20(一般 5~10)
9	完好车率×100	88~95
10	居民公交乘用率[次/(人·年)]	120~760(一般 200~400)

由于公共设施水平、经济发展水平和城市形态等方面原因，我国各城市公共交通的水平差异较大，以运送速度指标为例，高的可达 24km/h，低的仅有 11km/h。我

国城市公共交通企业的技术经济指标和统计方法由国家行业标准规定,政府对公交企业经营的指导方针是社会效益和经济效益并重,以社会效益为主导。从1985年到1995年10年间我国城市公交行业的主要技术经济指标增长对比(表1-10)看,我国城市公交行业发展总体上是十分迅速的。

表 1-10 10 年间主要技术经济指标增长对比

主要技术经济指标	1985 年	1995 年	增长率(%)
城市公交运营线路条数	2392	7259	303
运营线路总长度(km)	105 512	147 090	139
运营车辆总数(辆)	55 115	136 821	248
万人公交车辆拥有率	4.6	6.5	141
城市公交年客运总量(亿人次)	250.67	278.98	111
出租汽车总数(万辆)	6.15	48.44	771

10年来,城市公共交通的车辆结构,由过去的大中型公共汽、电车单一结构,逐步发展成为大中小型、高中低档相配套的多元结构,如小公共汽车、双层客车、专线客车、空调客车等相继出现并大量投入运营,出租汽车数量及质量的迅速发展和提高,特大城市轨道交通的建设,为乘客提供了多种选择以满足不同层次的出行需求,并使服务质量得到了改善。

资料表明,城市公交车辆在技术性能、设计制造水平、车辆技术状况等方面也有了较大改善和提高,如公交车辆已开发和使用多种专用客车底盘,出现了低地板公共汽车,应用了自动变速器、转向助力器、空气弹簧悬挂等新技术,公交车辆报废里程也逐年缩短(由原来的100万km以上缩短到60~80万km),从而使运营车辆的技术状况、车容、车貌有了明显改观。当然,与日益增长的居民物质文化生活水平及出行的交通需求相比,还有一定差距。

### 1.3.3 公共交通企业的经营状况与经营机制

#### (1) 公共交通企业经营状况

据1994年对118个城市公交企业的调查表明:公交运营成本中燃料和工资部分占50%以上,由于燃料和工资增长较快,运营成本逐年上升。1994年与1991年相比,公交使用的汽油价上升105.24%,柴油价上涨74.3%;国有企业除工资支出外,承担的退休金、医疗费用等支出占很大比例,旧有体制形成的“企业办社会”的非经营性负担对老企业尤为沉重;因购车资金不足,约有17.6%的接近或应报废车辆被迫继续投入运营,增加了维修费用;企业人员过多和管理水平较低,又增大了运营成本中的管理费用,按世行相关标准,每辆车的职工人数为3~8人,我国平