

城市公共交通系列丛书

城市公共交通运营调度管理

济南市公共交通总公司 编著



人民交通出版社
China Communications Press

城市公共交通系列丛书

城市公共交通运营调度管理

济南市公共交通总公司 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书从城市公共交通的供需关系出发,全面介绍了城市公共交通运营调度管理工作的有关内容,包括客流调查、线网规划、行车作业计划的编制、调度方法的运用、智能调度技术及其应用等。

本书可作为城市公交行业运营调度从业人员的培训教材,对提升公交企业运营调度管理水平也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

城市公共交通运营调度管理 / 济南市公共交通总公司编. --北京:人民交通出版社, 2011. 12
ISBN 978-7-114-09470-5

I. ①城… II. ①济… III. ①城市交通系统: 公共交通系统 - 运营管理 IV. ①U491.1②F572.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 214044 号

书 名: 城市公共交通运营调度管理

著 作 者: 济南市公共交通总公司

责任编辑: 何 亮 闫 亮

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969、59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 880 × 1230 1/32

印 张: 6.875

字 数: 190 千

版 次: 2011 年 12 月 第 1 版

印 次: 2011 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09470-5

印 数: 0001 - 3500 册

定 价: 20.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

编委会名单

主 编：薛兴海

副 主 编：崔建军

编 委：刘 波 张 栩 李双喜 石 军
李万平 石绍腾 姜 良

执行编辑：高建升 王建辉 沈长征 毕德民
孔庆平 周瑞华 韩立洲 潘守俊
赵国防 张 岩

编写人员：（按姓氏笔画排序）

王 健	邓军航	巩丽媛	刘长云
刘 彤	孙衍水	孙晶晶	李延涛
李 琳	吴玉冰	张子贞	林松涛
续晓滢	綦忠平	颜世平	薛运强

序

城市公共交通作为城市的重要基础设施，与人民群众的生产和生活息息相关，是绝大多数市民出行的第一选择，在经济社会发展中发挥着重要的作用。原建设部等六部委发布的《关于优先发展城市公共交通的意见》提出“公交优先”战略，为城市公共交通加快发展创造了良好的条件。

实现“公交优先”，更应该做到“公交优秀”。“公交优秀”包括很多方面，我认为建设一支高素质的职工队伍是基础。目前，公交改革、发展已进入一个关键时期，正从过去的粗放式管理、经验型管理向科学管理、精细化管理转变，需要大量具有科学文化、专业知识的人才，因此，培养一支高素质的职工队伍是公交发展很重要的一个方面。近几年来，全国公交企业注重对职工的教育和培训，积极开展建立“学习型企业”、争做“知识型职工”活动。职工学理论、学文化、学科学、学技术蔚然成风，取得明显成效。在这方面，济南公交尤为突出。他们为提高职工素质、建立“四有”职工队伍，舍得投入，建立培训基地和培训中心，编写系列培训教材，拟定培训规划，认真组织实施，取得了可喜的成绩。为了提高职工的综合素质，济南市公共交通总公司编写了“城市公共交通系列丛书”。

“城市公共交通系列丛书”包括城市公共交通车辆技术管理、运营调度管理、安全管理、企业文化建设等内

容,该“丛书”着眼于实际应用,通俗易懂,可读性强,某些内容填补了公交行业培训教材的空白,可满足公交企业经营管理 and 培训的需要。由于是首次编写,这套“丛书”在内容深度、广度等方面还有待提高,希望有关专家、学者及广大读者批评指正,以便再版时予以补充、修订和完善。

中国城市公共交通协会秘书长

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name 'Zhuang' (庄) in a stylized cursive script.

前 言

城市公共交通发达与否，不仅与居民的出行有关，而且与城市经济社会的发展和正常运转息息相关。近几年来，我国的城市公共交通事业发展迅猛，质和量等方面都在稳步提升，居民出行的便捷、舒适程度大大提高，对所在城市经济社会的发展也日益发挥着重要的促进保障作用。但限于种种条件，各地城市公共交通的发展还很不平衡，面临的问题仍然不少，人民群众日益增长的出行需要与城市公共交通服务能力相对不足之间的矛盾，还没有从根本上得到解决。要解决这些矛盾，除了各级政府和社会各界对城市公共交通事业的发展继续给予支持、城市公共交通企业努力提升城市公共交通服务能力外，还要更好地发挥已有的城市公共交通资源潜能。而更好地发挥现有城市公共交通资源潜能最重要的一项工作就是要加强城市公共交通运营调度管理工作。因为，城市公共交通企业要为城市提供高质量的出行服务，就必须科学、现实地评估城市居民出行需求和自身运送服务能力，并进行一系列的运输组织工作，而这些工作正是城市公共交通运营调度管理工作的主要内容。

运营调度管理工作直接关系到城市公共交通企业的服务质量、经营成本和经济效益，是城市公共交通企业的中心工作。城市公共交通的主要任务，是不断提高运营质量和服务效率，为群众提供安全可靠、方便周到、经济舒适的公共服务。各地城市公共交通企业的实践表

明,只有通过科学周密的运营调度管理工作才能实现安全可靠、方便周到、经济舒适的公交服务,才能提高运营质量和服务效率。

城市公共交通企业的运营调度管理所需研究解决的核心问题是,如何科学合理地缓解城市公共交通市场每日面临的供需矛盾。所谓需求,即群众的出行需求,现实中表现为乘坐公共交通工具流动的客流,亦即乘坐公共交通工具沿公交线路流动的乘客群。所谓供应,即为了解决群众的出行需求而应有的供应保障能力,它受社会因素、环境因素、企业能力等因素的影响。本书试图从城市公共交通供需关系出发,分析探讨以下几个方面城市公共交通运营调度管理工作的内容:

1. 线网线路规划管理

如何组织客流调查;如何通过客流调查,全面掌握群众出行需求及其变化趋势;如何根据客流调查结果,综合考虑城市经济社会发展、城市道路建设和企业能力等因素,合理规划城市公交线路和线网,科学调度城市公共交通运力,充分发挥城市公共交通资源效能。

2. 运营质量管理

如何准确把握影响运营质量的客流因素、环境因素、公交基础设施因素和企业内部因素,制订科学合理的行车作业计划;如何运用各种管理手段,实现各项运营质量目标。

3. 运营调度管理

运营调度管理工作的主要内容:运营调度管理的方法及其应用;为保证运营调度管理工作的顺利开展,应建立哪些工作标准和制度;运营调度管理工作的体系及调度管理工作人员素质等。

此外，随着信息技术的迅速发展，应用计算机技术和网络技术已成为提高城市公共交通运营管理工作效率的一个重要手段。本书也在相关章节对其使用情况做了一些介绍。

当然，城市公共交通运营调度管理工作作为一个系统，它还涉及安全管理、车辆技术管理、劳动管理、服务管理、票务管理、信息管理和教育培训等内容，鉴于《城市公共交通系列丛书》其他读本会作专题介绍，本书不再赘述。

目 录

第一章 客流	1
第一节 客流概述	1
第二节 客流调查	7
第三节 客流预测	9
第二章 线网及线网设计规划	13
第一节 线网	13
第二节 线路设计概述	19
第三节 线路优化升级	60
第三章 行车作业计划	72
第一节 行车作业计划概述	72
第二节 行车速度	82
第三节 环境条件	90
第四节 企业能力分析	96
第五节 行车作业计划的编制	109
第六节 利用计算机编制行车作业计划	128
第七节 行车作业计划的审核和管理	152
第四章 运营调度管理工作	155
第一节 运营调度管理工作概述	155
第二节 运营调度管理的工作标准和制度	157
第三节 运营调度管理的方法与应用	162
第四节 调度员应具备的素质	168
第五章 运营调度信息化	172
第一节 智能调度系统建设概述	172
第二节 智能调度系统功能及作用	179
附录 城市公共交通运营调度常用技术术语	187
参考文献	206

第一章 客 流

第一节 客流概述

一、客流的概念

(一) 客流

是指乘客乘坐公共交通工具沿线路形成的流动。

(二) 客流量

客流量是指一定时间内，沿某个方向通过线路某断面的乘客数。

客流量从时间、方向、数量三个角度反映城市居民出行乘坐公共交通工具的情况。其中，流动的数量称“流量”，流动的方向称为“流向”，流动的时间称为“流时”。

二、客流的数学模型

(一) 基本数学公式

设某条线路共有 n 站，配车 m 辆，则某辆车 k 在第 i 个断面的在车人数 Q_{ki} 为：

$$Q_{ki} = a_{ki} - b_{ki} + \sum_{j=1}^{i-1} (a_{kj} - b_{kj}) \quad (1-1)$$

式中： Q_{ki} ——车 k 在第 i 个断面的在车人数，即通过量；

a_{ki} ——车 k 在第 i 个站点的乘客上车人数，即运载量；

b_{ki} ——车 k 在第 i 个站点的乘客下车人数，即疏散量；

i ——断面（站点）数， $i=1, 2, \dots, n$ ；

k ——车辆数， $k=1, 2, \dots, m$ 。

式 (1-1) 是随车调查所得结果。对于驻站调查所得客流结果见图 1-1。

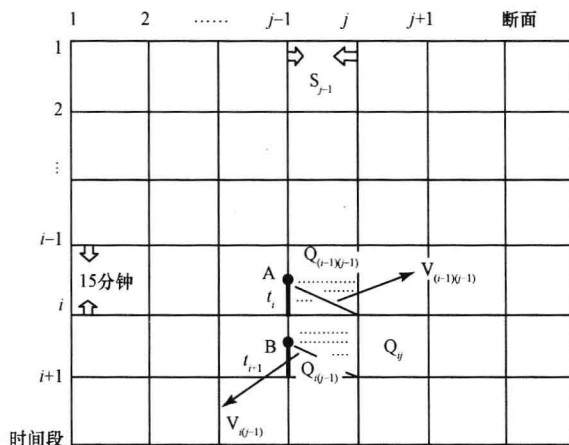


图 1-1 断面客流示意图

$$Q_{ij} = a_{ij} - b_{ij} + \frac{Q_{i(j-1)}}{15}(15 - t_{i+1}) + \frac{Q_{(i-1)(j-1)}}{15}t_i$$

$$= a_{ij} - b_{ij} + \frac{Q_{i(j-1)}}{15}\left(15 - \frac{S_{j-1}}{V_{i(j-1)}}\right) + \frac{Q_{(i-1)(j-1)}}{15} \cdot \frac{S_{j-1}}{V_{(i-1)(j-1)}} \quad (1-2)$$

式中: Q_{ij} ——第 i 时段 (15min 为 1 时段), 第 j 个断面的客流;

a_{ij} ——第 i 个时段, 第 j 个断面的乘客上车人数, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$;

b_{ij} ——第 i 个时段, 第 j 个断面的乘客下车人数, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$;

S_j ——第 j 个断面的长度;

$v_{i(j-1)}$ ——第 i 个时间段, 第 $j-1$ 断面的平均速度;

$V_{(i-1)(j-1)}$ ——第 $i-1$ 个时间段, 第 $j-1$ 断面的平均速度;

t_i —— $t_i = \frac{S_{j-1}}{v_{(i-1)(j-1)}}$, 为第 $j-1$ 个断面, 第 $i-1$ 时间段的平均行驶时间;

t_{i+1} —— $t_{i+1} = \frac{S_{j-1}}{v_{i(j-1)}}$, 为第 $j-1$ 个断面, 第 i 时间段的平均行驶时间。

注：将客流分到了每一分钟。根据各个时段（每个时段是 15min）和断面的平均速度得出了客流情况。对于一般情况，每个断面的用时不会超过 15min，于是时刻 A、B 分别落在 $i-1$ 时段与 i 时段。在具体计算时按照四舍五入法取整。

车辆 k 单程乘客人数为：

$$Q_k = \sum_{i=1}^n a_{ki} = \sum_{i=1}^n b_{ki} \quad (1-3)$$

有的读者不禁要问： Q_k 为什么不是该车每个断面客流之和呢？因为：

$$Q_k = \sum_{i=1}^n Q_{ki} = \sum_{i=1}^n \left(a_{ki} - b_{ki} + \sum_{j=1}^{i-1} (a_{kj} - b_{kj}) \right) \quad (1-4)$$

乘客不是仅仅坐一站就下车，某个断面的部分客流在下一个断面仍然存在，也属于下一个断面客流。如果把每个断面的客流加起来，就出现了重复叠加现象，这样求出的全程客流就会高于实际客流。

该线路全天客流人数为：

$$Q = \sum_{k=1}^m Q_k = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n a_{ki} = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n b_{ki} \quad (1-5)$$

类似可知，全天第 i 个站点的上车人数 a_i 和下车人数 b_i ：

$$a_i = \sum_{k=1}^m a_{ki}, b_i = \sum_{k=1}^m b_{ki} \quad (1-6)$$

用数学知识描述客流情况，可以得到关于乘客上下车的简易数学模型。下面用数学建模的语言描述乘客上下车的情况：

（二）乘客上下车的数学模型

1. 模型假设

（1）线路上运营的车辆都被认为是全程车（即：公共交通工具只从起点发车，经过各站到达终点）。

（2）各个时刻到达各站的人数是互相独立的。

（3）单位时间内到某站上、下车的人数是随机的，服从平均分布或泊松分布。（在以下章节里，对单位时间客流的处理平均到每一分钟）。

(4) 对乘客上下车所需时间忽略不计。

(5) 对红绿灯、堵车情况暂不考虑。可对所得模型进行进一步限定。

2. 符号说明

(1) 车站标记—— $s_i, i=1, 2, \dots, n$ 。

(2) 站间距离—— $L_i, i=1, 2, \dots, n, L_1=0$ 。

(3) 站间行驶速度—— $v_i, i=1, 2, \dots, n, v_1=0$ 。

(4) 统计的时间间隔—— t , 总时段数: m 。

(5) a_{ij} ——第 i 个站点第 j 时段的乘客上车人数, $i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$ 。

b_{ij} ——第 i 个站点第 j 时段的乘客下车人数, $i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$ 。

(6) 公交车的标准载客容量—— $Q_{\text{额}}$ 。

(7) 乘客最长候车时间—— $\bar{t}$ (平峰时段), $\hat{t}$ (高峰时段)。

3. 上下车模型

(1) 站间行车间隔 (min):

$$t_1 = 0, t_i = \frac{L_i}{v_i}, i = 2, 3, \dots, n \quad (1-7)$$

(2) 车辆首站发车时刻:

$$T = (T_0, T_1, \dots, T_k, \dots, T_w) \quad (1-8)$$

式中: T_0 ——第 1 辆车到达始发点的时间;

T_k ——第 k 辆车驶离始发点的时间, $k=1, 2, \dots, w$;

T_w ——最后一辆车驶离始发点的时间;

T_{ki} ——第 k 辆车离开第 i 站的时间, $T_{ki} = T_k + \sum_{j=1}^i t_j$ 。

第 i 站的有效候车时间为 $[T_0 + v_i, T_w + t_i], i=1, 2, \dots, n$ 。

公交车辆线路运营的工作时间为 $[T_0, T_w + t_n]$ 。

(3) 上下车人数分布:

设乘客每一站每一时段上下车人数服从等概率分布

则: $a_i(T)$ 为 T 时刻之前到第 i 站上车总人数之和的函数

$$a_i(T) = \begin{cases} \frac{a_{i1}}{t - t_i} \times (T - t_i), & t_i \leq T \leq t \\ a_{i1} + \frac{a_{i2}}{t} \times (T - t), & t \leq T \leq 2t \\ \dots\dots\dots \\ a_{i1} + a_{i2} + \dots + a_{i(m-2)} + \frac{a_{i(m-1)}}{t} \\ \quad \times (T - (m-2)t), (m-2)t < T \leq (m-1)2t \\ a_{i1} + \dots + a_{i(m-1)} + \frac{a_{im}}{t - \sum_{j=1}^n t_j + t_i} \\ \quad \times (T - (m-1)t), (m-1)t < T \leq mt - \sum_{j=1}^n t_j + t_i \end{cases} \quad (1-9)$$

$b_i(T)$ 为 T 时刻之前在第 i 站下车总人数之和的函数

$$b_i(T) = \begin{cases} \frac{b_{i1}}{t - t_i} \times (T - t_i), & t_i \leq T \leq t \\ b_{i1} + \frac{b_{i2}}{t} \times (T - t), & t \leq T \leq 2t \\ \dots\dots\dots \\ b_{i1} + b_{i2} + \dots + b_{i(m-2)} + \frac{b_{i(m-1)}}{t} \\ \quad \times (T - (m-2)t), (m-2)t < T \leq (m-1)2t \\ b_{i1} + \dots + b_{i(m-1)} + \frac{b_{im}}{t - \sum_{j=1}^n t_j + t_i} \\ \quad \times (T - (m-1)t), (m-1)t < T \leq mt - \sum_{j=1}^n t_j + t_i \end{cases} \quad (1-10)$$

$a_i(T_k, t^*)$ 为第 k 辆车离开第 i 站后, 间隔 t^* 分钟在第 i 站需要上车的乘客数:

$$a_i(T_k, t^*) = a_i(T_k + t_i + t^*) - a_i(T_k + t_i) \quad (1-11)$$

$b_i(T_k, t^*)$ 为第 k 辆车离开第 i 站后, 间隔 t^* 分钟在第 i 站需要下车的乘客数:

$$b_i(T_k, t^*) = b_i(T_k + t_i + t^*) - b_i(T_k + t_i) \quad (1-12)$$

$Q_i(T_k, t^*)$ 为第 k 辆车发出后, 间隔 t^* 分钟从始发站所发的 $i+1$ 辆车离开第 i 站时, 车上乘客人数:

$$Q_i(T_k, t^*) = \sum_{j=1}^i (a_i(T_k, t^*) - b_i(T_k, t^*)) \quad (1-13)$$

注: 将这些相关概念用数学的语言表达出来, 有利于提高分析问题的系统性和逻辑性, 对于本领域的规范研究是有意义的。

三、客流量的特征

客流量的特征由客流的三个要素即时间、方向和数量所决定。

(一) 客流在时间上的特性

客流的时间性比较强, 随着时间的推移, 客流的产生和消失在线路、方向和断面上都是不停变化的。体现在以下几个方面:

1. 波动性

指客流在时间上的变化呈波浪状起伏的不均衡性, 有起有伏, 有峰有谷。

2. 周期性

指客流波动在一定时间的周期内呈现周而复始的循环性。

3. 趋势性

指客流波动在一定时间的周期内呈现增长或减少的一种趋势性。

(二) 客流在空间上的特性

在公共交通线路所经过的每个站点都有可能形成客流。客流在空间上表现为以下几个特征:

1. 点多

所谓“点”, 即产生客流的客源点(也称集散点), 亦即乘客出行的起讫点。住宅区、工商业区、学校、文化娱乐等地方都是产生客流的客源点。

2. 面广

整个城市的众多客源点并非集中在一个或几个地区，而是分布在城市的各个地区，呈现出分布面广的特征。

3. 流动

客流的本质就是流动。由于客源点的乘客出行目的性和目的地不同，其流动的数量、时间、方向和距离各不相同，流动的速度和密度也不相同。

4. 重叠

乘客在各客源点乘坐公交车，在随车流动过程中，可能在城市的某些地段相互交叉或重叠。这种相互重叠的特性是由城市规模的大小和功能布局的合理程度所决定的。客流重叠数量的多少，是决定城市公交企业线路组织和线路运行生产组织的重要因素之一。

5. 相关

由于客流在出行流程中经常相互交叉和重叠，必然对城市各个客源点的客流造成影响。整体客流作为一个客流网络，某一客源点或某一路段的客流发生变化，必然会影响其他客源点甚至整个客流网的客流变化。这种相互牵制、相互影响的特点就是客流的相关特性。

第二节 客流调查

一、客流调查的概念

客流调查，是指城市公共交通企业有针对性地对客流在线路、方向、时间和断面上的动态分布情况进行经常的或定期的、全面的或抽样的调查，是对城市居民出行乘车需求情况和相关资料的搜集、记录、统计、汇总和分析。

二、客流调查的方法

客流调查的方法主要有以下几种：

(1) 随车调查法。指工作人员乘坐公交运营车辆，逐站记录公交线路两个运行方向全部公交站点的上下客人数，从而得出断