

“七五”国家重点科技攻关计划项目

编号：75—23—03—03

大城市公共交通系统和轻轨交通方式的研究

研 究 报 告

主 持 部 门：建 设 部

参加主持部门：公 安 部

承 担 单 位：建设部城市建设研究院

一九九一年三月

项目名称：客运关键技术和装备研究（75-23）

课题名称：大城市合理交通结构和新型交通运输方式的研究（75-23-03）

专题名称：大城市公共交通系统和轻轨交通方式的研究（75-23-03-03）

专题主持单位：建设部

参加主持单位：公安部

专题承担单位：建设部城市建设研究院

院 长：张启成

主管副院长：姚金龙

总工程师：何宗华

专题负责人：姚金龙 胡天羽

专题参加单位及成员:

建设部城市建设研究院	姚金龙	胡天羽	陈国富	姜延平
	王晨光	杜志	戴永亮	张浩
	张立平	罗立安	方向	侯允正
	肖厚忠	徐放		
武汉市公用事业研究所	胡润洲	姚爱荣		
上海市公共交通总公司	邬渭贤	李凌霄	殷学义	姚国源
	周江	虞同文	楼苗福	翁维昌
天津市公用事业研究所	张隆久	董绍学	安惠忠	蒋瓦
	汤大林	翟进良		
中科院系统工程研究所	苏玉田			
南昌市公共交通公司	江涛	何毛毛	梁成基	张寿山
	蔡国利	吴显秋	涂春华	杨志华
大连市交通公司	陈培凤	丛培勤	安秋岭	周家成

专题协作单位及成员:

南昌陆军学院	朱志勇	谢磊
煤炭部第一物探公司	李宏志	

鉴 定 意 见

“七五”国家重点科技攻关专题《大城市公共交通系统和轻轨交通方式的研究》(专题编号 75-23-03-03) 于 1991 年 3 月 1 日至 3 日进行了技术鉴定。经鉴定委员会专家认真评议后, 一致认为所提成果资料齐全, 专题研究已按合同所规定的考核目标按期完成了任务。具体鉴定意见如下:

1. 专题研究基础资料翔实, 数据处理手段先进, 论证充分, 在技术方法方面有所开拓。专题组织了跨部门、跨行业、多学科的联合攻关, 采用了理论与实际、定量与定性和宏观与微观相结合的研究方法, 针对我国国情进行了深入的研究, 其技术路线正确。

专题在掌握了大量调查数据的基础上, 研究应用灰色系统、模糊数学、层次分析、决策论等现代科学方法, 结合公共交通与社会经济发展进行了系统分析, 对我国大城市公共交通的有关关键技术进行的研究, 技术方法先进。

2. 专题研究第一次提出了我国大城市公共交通系统综合评价方法以及按供需平衡进行的有特色的趋势预测技术, 综合研究了缓解我国大城市公共交通紧张的应急技术性措施, 首次开展了我国大城市建设轻轨交通按技术经济分析进行决策研究的宏观控制模型, 提出了有实用价值的公交线路网络优化软件等重大技术成果, 成果具有较高的可操作性和实用价值, 为国家和各大城市制订公共交通发展战略提供了科学的决策依据和手段, 具有广泛的社会经济效益。

3. 鉴定委员会认为专题研究成果整体水平国内领先, 其中有关大城市公共交通的合理客运分配与合理运能配置、大城市轻轨交通选择层次分析模型、大城市公共交通评价指标体系、大城市客运交通结构模型等研究成果, 经国际检索查证, 达八十年代国际先进水平。

建议有关部门积极组织力量推广应用，部分成果限于我国公共交通发展的现有水平，应进一步组织力量深化开发。

鉴定委员会主任 朱俭松

一九九一年三月三日

附 鉴定委员会名单

主任委员	朱俭松	中国城市规划设计研究院	教授级高工
副主任委员	吴旭襄	公安部交通管理研究所	高级工程师
	陶铜仕	重庆市公用局	高级工程师
委员	张奎福	建设部城市建设司	高级工程师
	全永荣	北京市城市规划设计院	高级工程师
	王宪臣	天津市城市交通综合研究所	高级工程师
	史其信	清华大学土木工程系	副教授
	任福田	北京工业大学	教授
	李泽民	武汉城市建设学院	教授
	段里仁	北京市公安交通管理局	教授级高工
	郭绍信	科学院应用数学研究所	研究员
	俞德寅	建设部标准定额研究所	高级工程师
	王述芳	国家计委综合运输研究所	副研究员

目 录

第一部分 专题工作报告 (1)

1. 前言 (2)
2. 专题研究的组织与管理 (3)
3. 专题技术流程及主要研究成果 (4)
4. 专题研究的技术特点 (7)
5. 几点建议 (8)

第二部分 综合技术报告 (10)

- 研究结论与技术要点 (11)
1. 前言 (17)
 2. 我国大城市公共交通现状及基本估价 (19)
 - 2.1. 大城市公共交通客运需求模型及公交供需矛盾
现状 (19)
 - 2.2. 采用专家咨询法分析大城市公交紧张的原因 (25)
 - 2.3. 城市公共交通系统评价模型及现状评价 (27)
 - 2.4. 对十年来我国大城市公共交通发展的基本估价 (31)
 3. 大城市公共交通客运需求预测分析及其发展目标 (37)
 - 3.1. 城市公交客运需求预测与供需分析 (37)
 - 3.2. 大城市公共交通客运量预测模型及未来发展趋势分析 (41)
 - 3.3. 大城市公共交通建设发展目标 (44)
 4. 缓解大城市公共交通紧张状况的技术对策 (47)

4.1. 公共交通缓解技术措施局势决策	(47)
4.2. 公交运营线网优化方法	(50)
4.3. 大城市公共交通近期建设的若干原则	(54)
5. 我国大城市轻轨交通建设的基本原则	(59)
5.1. 我国大城市建设轻轨交通的必要性	(59)
5.2. 大城市客运交通的合理结构	(61)
5.3. 轻轨交通建设的综合经济分析及与常规公交方 式的比较	(66)
5.4. 轻轨交通建设的选择评判模型	(68)
第三部分 分报告汇集	(72)
分报告之一 大城市公共交通客运量预测模型研究	(73)
1. 前言	(73)
2. 关键预测因子的选择	(73)
3. 综合预测模型的建立	(82)
4. 大城市 2000 年公交客运总量预测	(85)
5. 结论	(92)
附 基础统计数据表	(94)
分报告之二 居民出行基本特征分析及大城市公共交通客 运需求量预测研究	(117)
1. 前言	(117)
2. 我国城市居民出行调查概况	(118)
3. 居民出行基本特征分析	(123)
4. 城市公共交通的合理分担与公交车辆的合理配置	(133)
5. 城市公交客运需求及公交服务规模的发展趋势	(138)
6. 我国大城市公共交通发展的有关建议	(144)
7. 结论	(146)

分报告之三 大城市公共交通评价指标体系的研究	(148)
说明	(148)
1. 前言	(148)
2. 建立城市公共交通评价指标体系的目的与意义	(152)
3. 建立城市公共交通评价指标体系的原则与依据	(154)
4. 城市公共交通评价指标体系的建立及其计算方法	(156)
5. 计算结果与分类排序	(167)
6. 结论与建议	(173)
附 总体评价指标的指代意义和计量方法	(178)
附表 22 座大城市基础评价指标统计	(182)
分报告之四 缓解大城市公共交通紧张的技术措施研究	(184)
1. 前言	(184)
2. 我国大城市公共交通现状和存在的问题	(185)
3. 公共交通紧张状况的解析——二元对比综合统计 分析的专家咨询系统	(186)
4. 我国大城市公共交通紧张原因分析	(191)
5. 技术对策的解析及优选	(198)
6. 多目标公交紧张局势决策专家咨询处理结果	(199)
7. 典型局势决策的分析	(204)
分报告之五 南昌市公共交通系统网络优化研究	(209)
1. 前言	(209)
2. 线网优化的目的及我国城市网优方法综述	(210)
3. 基础数据的取得与处理方法	(211)
4. 数模的建立与算法流程	(216)
5. 公交线网的生成方式、客流分配与线网评估	(221)
6. 南昌市公共交通网络优化的计算结果与分析	(227)

7. 结论	(228)
-------------	-------

分报告之六 我国大城市轻轨交通建设的必要性及其技术

经济研究	(230)
1. 前言	(230)
2. 研究结论及说明	(231)
3. 几点建议	(244)
附一 轻轨交通建设的必要性理论	(246)
1. 从客观发展规律和国家技术政策看	(246)
2. 从城市规模与交通配置看	(247)
3. 从城市地理特点看	(247)
4. 从城市交通与城市的形成和发展看	(248)
5. 从城市交通与城市结构的发展看	(248)
6. 从城市交通与城市经济发展看	(249)
7. 从城市交通应与城市交通工具的发展相适应看	(251)
8. 从运力增长落后于运量增长的矛盾看	(252)
9. 从职工上下班交通时间过长看	(253)
10. 从单一的公共汽电车的局限性看	(254)
附二 大城市客运交通结构模型	(256)
1. 建立中国大城市客运交通结构模型的原则	(256)
2. 各种出行方式服务范围的确定	(257)
3. 城市客运交通结构的数学模型	(258)
4. 城市客运交通的合理结构及与现状的比较	(259)
附三 轻轨交通的综合经济分析与研究	(261)
1. 综合经济分析法的确定	(262)
2. 城市公共交通技术经济指标分析与数据测算	(263)
3. 综合经济分析计算结果	(272)
附四 大城市轻轨交通选择层次分析模型	(276)
1. 建立选择模型的目的和意义	(276)

2. 选择层次分析模型的建立方法—— <i>AHP</i> 法	(277)
3. 递阶层次结构模型的建立	(277)
4. 模型参数的确定	(278)
5. 模型临界值的确定	(279)
6. 模型应用	(280)

第四部分 部分大城市公共交通建设统计数据表 ... (282)

第一部分

大城市公共交通系统和轻轨交通方式的研究

专题工作报告

1. 前言

《大城市公共交通系统和轻轨交通方式的研究》属“七五”国家重点科技攻关项目《客运关键技术和装备研究》(75-23)第三项研究课题《大城市交通合理结构和新型交通方式的研究》(75-23-03)中的专题之一,专题编号75-23-03-03。专题研究以重点分析我国百万人以上特大城市常规公共交通(公共汽电车)和轻轨交通建设急待解决的几项技术问题(着重于软技术)为攻关内容。攻关目标有八:①提出大城市公共交通客运量预测模型;②建立大城市公共交通系统评价指标体系;③提出公交运营线网优化方法;④分析缓解大城市公交紧张的措施与对策;⑤分析大城市轻轨交通建设的必要性;⑥进行轻轨交通建设的技术经济比较并提出建设原则;⑦提出大城市公交客运的合理分担结构;⑧关于试点城市的分析研究。

本专题由国家建设部主持,公安部参加主持,建设部城市建设研究院具体承担。专题参加单位有:武汉市公用事业研究所,上海市公共交通总公司,天津市公用事业科学技术研究所,南昌市公共交通公司,大连市交通公司,中国科学院系统工程研究所。专题组另含协作单位两个。专题组汇集研究人员46名,其中拥有高级技术职称者14名,中级技术职称者16名。

专题研究始于1987年初,历时四年,在建设部科技发展司的直接领导及有关部门的支持与帮助下,经过专题组成员的通力合作,六项分专题均已完成并通过了技术鉴定。专题组共完成技术成果10个(含对大连市的试点研究成果一个),提交分专题研究报告6份,阶段成果报告2份(试点研究内容),计算机软件10个。在综合分专题研究内容的基础上,专题组最终提出综合技术报告一份,旨在系统阐述专题研究的技术方法、主要研究成果,并将研究成果

应用于我国大城市公交建设实际，提出相关建议。

专题组认为，本研究工作基本成功，专题立项时所制订的考核目标已逐项实现，研究内容的推广实施对于我国大城市公交建设与管理具有积极意义。

2. 专题研究的组织与管理

专题研究的前期准备工作始于1986年10月，根据所属攻关课题《大城市交通合理结构和新型交通方式的研究》(75-23-03)的研究内容、攻关目标及其对有关大城市公交的研究设想，建设部城市建设研究院多次会同部分专家学者分析我国大城市公交建设、管理及科研现状，探讨当前急于解决的技术难点，明确主攻方向，分解攻关目标，并初列七项研究内容：①大城市公共交通客运量需求预测研究；②城市公共交通系统评价指标体系的研究；③缓解大城市公交紧张状况的措施与对策研究；④城市公共交通网络优化方法的研究；⑤大城市公共交通系统通讯、调度及信息网络的研究；⑥大城市轻轨交通方式的研究；⑦大城市轻轨交通建设技术标准的研究。1986年11月6~8日，建设部科技发展司（原城乡建设环境保护部科技局）组织国内有关科研单位和高等院校的专家对承担单位提出的可行性研究报告进行了评议，研究实施方案得到与会专家的认同。1987年2月13日，建设部科技司与承担单位正式签订《国家重点科技攻关项目专题合同书》，标志着本专题研究工作的正式开始。

1988年初，因国家科研经费的削减，专题研究内容进行重新调整，删去了有关公交系统通讯、调度及信息网络的研究内容，同时将轻轨交通建设技术标准的研究项目并入新增专题《大城市轻轨交通试验工程开发研究》(75-23-03-06)。

在研究过程中，除分专题组间的正常的业务联系外，专题组建立了定期例会制度，保证了各研究内容间的相互协调与补充，保证

了专题研究的系统性与完整性，并在一定程度上避免了研究过程中的技术失误。1987年7月，专题组召开分专题负责人会议，协调研究内容，明确研究重点。1988年11月和1990年3月，专题组在京召开专题研究进度汇报会，按照合同要求对分专题进行认真检查并交流了工作经验。

1987年5月，作为试点研究工作之一，专题组提出《大连市轻轨交通试验线路可行性研究报告》(202线工程改造方案)并于6月26日通过了专家评议。1989年，该研究成果获大连市政府软科学成果奖。

1988年12月，专题组按期提出了阶段研究成果报告——《大连市公共交通系统及轻轨交通方式的研究》，研究报告于当月提交专题主持单位——建设部科技发展司及大连市有关部门，从而基本结束了专题的试点研究内容。试点城市的研究工作为本专题的顺利进展提供了宝贵经验。

在试点研究的基础上，专题组对各研究内容进行了补充、深化与完善，并于1990年陆续完成了各分项研究工作。1990年8月和12月，专题组邀请部分有关专家对各分专题组提出的六份研究报告进行了认真的评议，六份报告全部通过了专家验收。专家们认为，专题研究内容的“研究深度与水平比‘六五’期间所研究的城市客运交通攻关课题均有明显的提高，为国家制订近期缓解大城市公共交通拥挤的对策和制订宏观的公共交通政策提出了科学的依据。”

3. 专题技术流程及主要研究成果

《大城市公共交通系统和轻轨交通方式的研究》重点在于解决当前城市公共交通理论与实践中的几项急待解决的技术难点(着重于软技术)，为制订有关行业技术政策提供科学的方法与依据。专题研究涉及城市公交建设发展战略的多项内容(现状评估、发展预

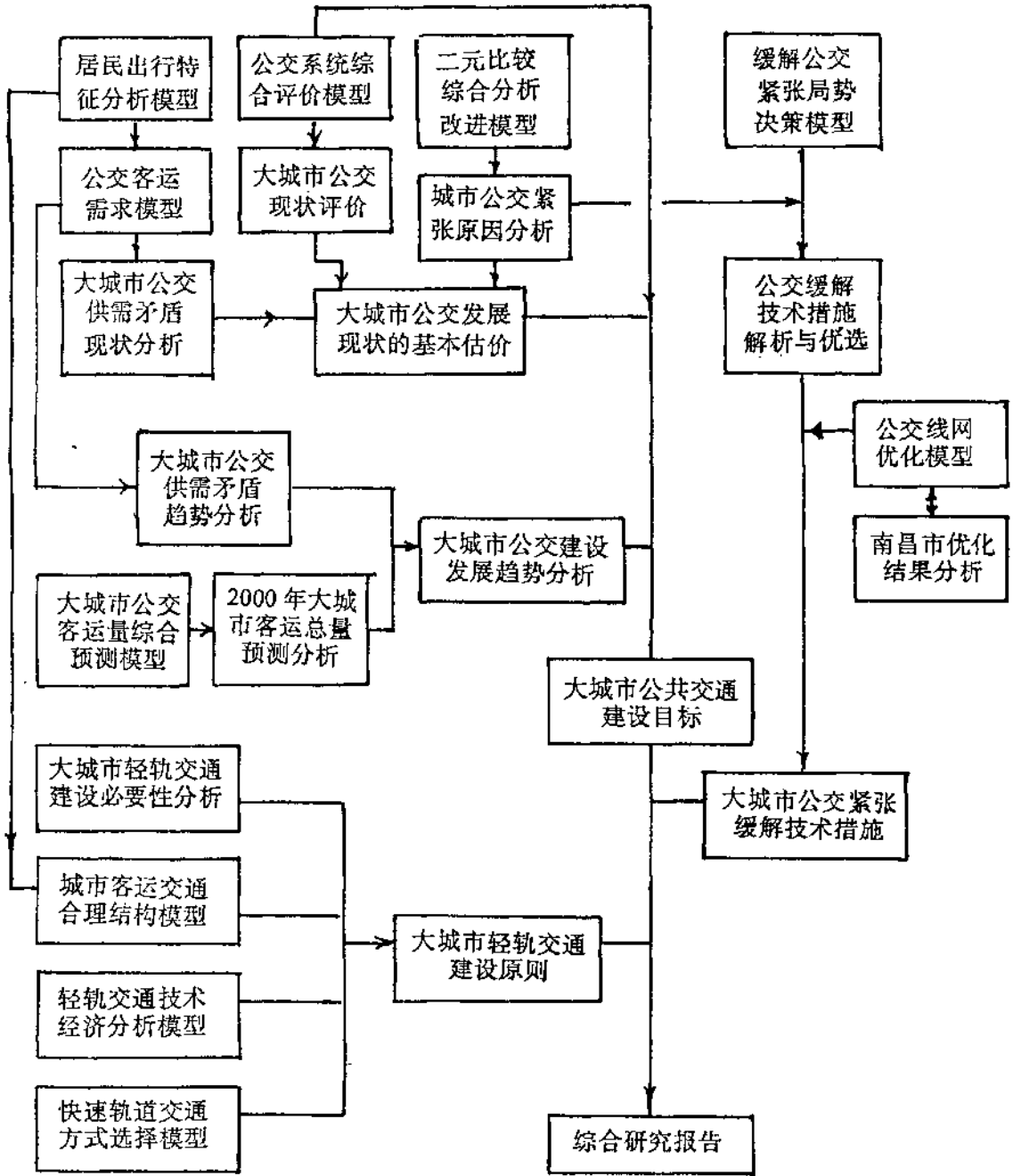
测与战略对策)和轻轨交通的建设原则问题,为此,专题组一方面对研究目标加以分解,合理划分分项研究内容,另一方面,鉴于专题研究目的,专题组强调研究成果的实践性,即将研究成果用于我国大城市公交建设的发展现状,探讨我国百万人以上特大城市公共交通建设方向、发展目标及相应的技术对策与措施。经过调整后的攻关专题以10个依据公交发展现状的统计数据建立的数学模型为基本构成,并在此基础上经过演算分析,提出有关研究结论及相关建议。专题研究技术流程如图。

按照专题研究技术流程,本专题划分分专题共计六项,研究内容逐项覆盖了专题攻关目标。除提交两份阶段研究报告外,专题组正式提交六份分项研究报告(含技术成果九项)、一份综合技术报告和十个计算软件,达到了专题计划要求。各分项研究中的关键技术成果综述如下:

①大城市公共交通客运量预测模型研究。以回归分析为基本手段,通过对九座典型的特大城市历年公交客运量、城市社会经济水平及公交运营规模等统计数据的分析与筛选,以110个统计样本建立了适用于特大城市的关于公共交通客运量的预测模型。作为数学模型的具体应用之一,提出了2000年我国特大城市公交客运总量的增长预测结果。建立具有宏观概括性、适用于一定范围的不同城市的公交客运量预测模型在国内尚属首例。

②大城市居民出行特征分析及公共交通客运需求量预测研究。以迄今完成居民出行调查的二十余座城市的调查资料为依据,采用数理统计方法,建立有关城市居民出行基本特征的数学模型。通过对城市公交出行特征参数的测算与合理化,定义了全新的公交客运需求量的理论概念并建立了用于测算需求量的数学模型。根据大城市公共交通客运规模的增长规律分析,提出到本世纪末我国百万人以上特大城市公交供需矛盾宏观变化趋势的预测结果。经过文献检索,目前国内外尚无相关研究成果提出。

③大城市公共交通系统评价指标体系的研究。采用层次分析



专题研究工作流程示意图

法，经过专家咨询，建立了能够综合反映我国大城市公交发展水平现状的包含四个层次共计 29 项基础统计指标的量化评价模型，并对我国部分大城市的公交现状予以评价和分析。文献检索表明，国内外尚未提出对城市公共交通的类似的综合评价模型成果。

④缓解大城市公交紧张状况的对策与措施研究。研究工作以专家咨询方法为主，但鉴于传统咨询信息处理方法的局限，分专题组提出了改进的二元比较综合统计分析模型，并借此模型对典型大城市的公共交通紧张原因进行分析与排序。从分析我国大城市公交紧张原因入手，重点研究见效快且效果好、投入少、易于实施的缓解对策，经专家评判，以定量方式提出目前我国大城市应着力推行的措施排序。该项研究成果为国内首例。

⑤城市公交运营线网优化方法的研究。以节约居民出行时耗等目标，在吸收国内已有的优化方法长处的基础上，采用新颖的广义 A^* 算法，建立了适用于百万人口左右城市的公交线网优化模型。该模型在南昌市进行了测算与验证。该研究采用的技术方法在国内尚属首例。

⑥大城市轻轨交通建设的必要性及技术经济研究。该分专题包含四项研究成果：从十个方面系统论述在我国大城市建设轻轨交通的必要性；在城市居民出行基本特征分析的基础上建立我国城市客运交通的合理分担结构模型；建立轻轨交通技术经济分析模型并与常规公交加以比较，提出轻轨交通建设的客流标准；根据公交客运规律与合理的交通投资比例分析建立我国大城市轻轨交通建设的选择评判模型。文献检索表明，有关客运交通合理结构及轻轨交通建设选择评判模型的研究方法在国内外无类同结果。

4. 专题研究的技术特点

城市公共交通的理论研究对于我国大城市急待改善的公交运营