

城市公共交通概论

普通高等教育交通类专业规划教材



闫平 宋瑞 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育交通类专业规划教材

城市公共交通概论

主编 闫平 宋瑞
参编 郑安文 杜胜品
苑红伟 吴凯
蔡志理 房红霞

机械工业出版社

本书较为全面地介绍了城市公共交通的相关知识,使读者对城市公共交通组织、规划设计、运营管理等方面形成整体系统的认识,侧重于知识性和实用性。

本书可作为交通运输、交通工程、城市交通管理、公路运输管理等专业本科、专科教材,也可供从事城市公共交通行业管理的专业技术人员及相关从业的员工学习培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市公共交通概论/闫平,宋瑞主编. —北京:机械工业出版社,2011.1

普通高等教育交通类专业规划教材
ISBN 978-7-111-32958-9

I. ①城… II. ①闫…②宋… III. ①城市运输:公共运输—高等学校—教材 IV. ①F57

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 263632 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:管晓伟 责任编辑:管晓伟 张亚秋 责任校对:赵蕊
封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011年3月第1版第1次印刷

169mm×239mm·21.5印张·419千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-32958-9

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 城市公共交通的基本概念	1
第二节 城市公共交通的系统组成	5
第三节 城市公共交通客运特点与功能	13
第四节 城市公共交通的发展模式	17
复习思考题	28
第二章 城市公共交通系统特性	29
第一节 城市公共交通流的变化规律	29
第二节 城市公共交通客流的调查与预测	36
第三节 城市公共交通系统的主要特性	49
第四节 城市公共交通的线网技术性能评价	52
复习思考题	53
第三章 城市公共交通系统的管理	54
第一节 城市公共交通系统管理的目的和原则	54
第二节 城市公共交通系统管理体制	56
第三节 城市公共交通系统管理的内容	60
第四节 城市公共交通系统发展趋势	64
复习思考题	66
第四章 城市公共交通系统的规划与设计	67
第一节 城市公共交通系统规划的基本概念	67
第二节 城市公共交通系统规划的技术体系	69
第三节 城市公共交通枢纽布局规划与设计	93
第四节 城市公共交通系统整合	97
第五节 城市公共交通不同层次线网与换乘中心的整合	101
复习思考题	104
第五章 城市公共交通系统评价指标及运输生产率分析	105
第一节 城市公共交通系统组织效果评价指标	105
第二节 城市公共交通服务质量评价指标	111
第三节 城市公交营运车辆运用指标	116

第四节 城市公交车辆运输生产率分析	122
复习思考题	130
第六章 常规城市公共交通运营组织	131
第一节 车辆调度形式及选用	131
第二节 行车作业计划	135
第三节 站务作业	151
第四节 票务工作	156
复习思考题	161
第七章 快速公共交通系统	162
第一节 快速公交系统发展概述	162
第二节 快速公交系统的组成与特性	165
第三节 快速公交专用道及其实行的客流条件	184
第四节 快速公交的运营管理中的几项主要技术	199
复习思考题	203
第八章 城市出租车的客运管理	204
第一节 城市出租车客运的特点和作用	204
第二节 城市出租车客运的行业管理	207
第三节 城市出租车运营组织	212
第四节 城市出租车客运企业管理	218
复习思考题	226
第九章 城市轨道交通的运营管理	227
第一节 轨道交通发展概述	227
第二节 轨道交通的技术经济指标及分类	236
第三节 城市轨道交通行车组织与运营管理	242
第四节 城市轨道交通调车管理	250
第五节 城市轨道交通车站现场客流组织	255
复习思考题	266
第十章 城市公共交通智能化管理	267
第一节 城市公共交通智能运输系统技术	268
第二节 城市公共交通信息服务系统	278
第三节 城市公共交通智能化管理系统	285
复习思考题	297
第十一章 城市公共交通企业运营管理	298
第一节 城市公共交通企业管理原理与组织机构	298
第二节 城市公共交通企业生产管理	308

城市公共交通概论

第三节 城市公共交通企业安全运营及管理	312
第四节 城市公共交通企业服务质量管理	320
第五节 城市公共交通企业技术管理	329
复习思考题	335
参考文献	336

概 述

在城市化进程中，城市空间布局向网络化、均衡化、多核心的区域空间结构发展，地区间的阻隔和差异已逐渐消失并完全融合为一个整体。城市规模日益扩大导致人们出行距离逐步超出可使用非机动车交通方式的范围，城市交通需求迅速增长，公共交通成为大多数人们必选的交通方式。同时城市化加重了城市的环境问题，迫使城市发展公共交通。城市公共交通成为城市交通不可缺少的部分，是保证城市生产、生活正常运转的动脉，是提高城市综合功能的重要基础设施之一，它对城市政治经济、文化教育、科学技术等方面的发展影响极大，对城市各产业的发展，经济、文化事业的繁荣，城乡间联系等起着重要的纽带和促进作用。

第一节 城市公共交通的基本概念

一、城市公共交通的定义

广义的城市公共交通是指在城市及其近郊范围内为方便居民和公众的出行，供人们使用的经济型、方便型的各种客运交通方式的总称。城市公共交通是城市客运交通体系的主体，是城市建设和发展的重要基础之一，是生产和生活必不可少的社会公共设施，也是城市投资环境和社会生产的基本物质条件，同时又是展示城市精神文明，反映国民经济、社会发展水平和市民道德思想风貌的窗口。狭义的城市公共交通是指在规定的线路上，按固定的时刻表，以公开的费率为城市人们提供短途客运服务的系统；是由常规公共汽车、快速公共汽车、电车、轨道交通、出租汽车、轮渡等多种交通方式组成的公共客运交通系统。通过各种交通工具之间互相配合，为乘客提供交通运输服务，维系着城市功能的正常运转，城市公共交通是城市社会和经济赖以生存、发展的基础，在国民经济发展中占有重要地位。

城市公共交通的基本任务是以运营为中心，组织和经营城市公共交通运输业务，为乘客提供安全、便捷、舒适、准时的客运条件。表 1-1 为几种常用的

城市公共交通方式技术参数比较。

表 1-1 几种常用的城市公共交通方式技术参数比较

	地铁	轻轨	常规中型公共汽车
客运能力/(万人次/h)	2.5~7	1~3	≤0.24
列车编组/辆	4~8	1~3	定员≤80人
平均运行速度/(km/h)	≥35	18~40	15~25
每公里造价/亿元	6~8	1~3	公交专用道 0.5~1.3

二、城市公共交通的地位

城市公共交通体系是国家综合客运网络的枢纽和节点。城市对外客运交通和城市内部客运交通是通过公共交通联系完成的。城市公共交通是连接城市工业、居住、公用、文教、商业、服务和公园，以及市郊农村的“纽带”，在发挥城市功能、组织经济和社会发展方面起着十分突出的作用。城市公共交通的地位主要表现在三个方面。

第一，城市公共交通是与人民群众生产、生活息息相关的重要基础设施。城市公共交通为城市生产和人民群众服务，是城市社会经济发展的基础，保障城市公共交通健康有序发展，对于维护城市的正常运转、满足人民群众日益增长的出行需求、促进城市社会经济的全面发展具有重要的意义。

第二，城市公共交通是关系国计民生的社会公益事业。公共交通是城市交通的主要载体，是城市居民公共使用的客运业，是保障经济社会可持续发展的重要的公益事业。城市公共交通企业不同于一般类型的企业，它的基本任务是为社会提供公共交通运输服务，这一任务的核心要求是经济与快捷，城市公共交通的总体效益为自己的价值目标，突出体现为城市公共交通的公益性特征，而城市公交的公益性又决定了城市公交经营的非自立性与城市公交票价受控性两大特性。

第三，城市公共交通在城市交通中具有优先发展的战略地位。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进一步促进资源节约型、环境友好型社会建设的重要举措，是提高交通资源利用效率，缓解交通拥堵的重要手段，是构建社会主义和谐社会的重要方面。要确立公共交通在城市交通中的优先地位，充分发挥公共交通运输量大、价格低廉的优势，引导居民和公众选择公共交通作为主要出行方式。

我国第十个五年规划建议中提到，要“大力发展公共交通，高标准、高质量地建设地铁、轻轨、高速公路、环城公路，形成以快速轨道交通和高等级道路为骨干的城市交通体系。”2005年9月，国务院办公厅转发建设部、发展和

改革委员会、科技部、公安部、财政部、国土资源部等部门《关于优先发展城市公共交通的意见》的通知(国办发[2005]46号),明确提出了“优先发展城市公共交通的发展战略”。2006年12月1日建设部、发展和改革委员会、财政部、劳动和社会保障部发布了《关于优先发展城市公共交通若干经济政策的意见》(以下简称《意见》),提出了6条优先发展城市公共交通的经济政策,制定了一系列配套的政策和措施。《意见》指出:优先发展城市公共交通是符合我国实际的城市发展和交通发展的正确战略思想,是贯彻落实科学发展观、建设资源节约型、环境友好型社会的重要举措,是提高交通资源利用效率,缓解交通拥堵的重要手段,是构建社会主义和谐社会的重要方面。2006年12月2日,“全国优先发展城市公共交通工作会议”在北京召开,国家开始着力实施公交优先的发展战略。国家十二五规划建议提出深入贯彻节约资源和保护环境的基本国策,强力发展公共交通,提高公共交通服务均等化水平,是实现转变经济发展方式的重要举措。

三、城市公共交通的特征

(1) 为人们提供大众化的、共享的出行方式 为人们提供大众化的、共享出行方式是城市公共交通存在和发展的首要目的。城市公共交通通过大量的投入和科学的营运管理来创造具有足够吸引力的客运服务能力及服务水平,从而促使尽可能多的居民选择这种共享的大众化的出行方式,并为其提供良好的服务,以便有效地利用现有的城市交通资源,维护交通环境。

(2) 规模经济和一定的自然垄断性 具有网络服务性质的公共交通,由政府通过税、费的收入提供资金进行建设,以最大限度地提高公共交通网的人口覆盖率,扩大客流的吸引范围和吸引力。这些公用设施投资一旦完成,随后的产品或服务流量越大,平均成本就越低。总体而言,城市公共交通存在规模经济,但不同运输方式规模经济的程度不同。规模经济最为显著的是轨道交通,其次为公共汽车、公共电车,再次为出租车。

规模经济使得市政公用设施由一家或少数几家企业经营比多家企业同时经营更符合社会经济效率的原则。垄断性的市政公用设施垄断能力的大小,取决于沉淀成本的大小和规模经济的大小,这两个因素共同决定潜在进入者进入市政公用设施服务市场的难度。

(3) 公益服务性 发展城市公共交通的目的是利用社会化、半福利性的公共客运交通方式来调控和减少小汽车交通量,在提高交通资源利用、节约能源和减少环境污染方面获得可观的经济效益和明显的社会效益。城市公共交通所具有的这种社会化、半福利性的经济属性,决定了公共交通具有公益服务性,主要体现在公共交通提供的普遍服务上。首先,公共交通服务是为满足城市居民及流动人口出行的需要提供出行服务,是针对所有城市人们的普遍服务;其

次，公共交通肩负优先保证劳动者和在校学生出行的责任，体现社会交通公平性。

(4) 市场经营性 城市公共交通具有一定的价值和使用价值。城市公共交通的功能在于提供满足人们出行的交通服务，它能实现乘客的空间位移效用和及时、迅速到达出行目的地的时间效用，这就是城市公共交通所实现的使用价值。城市公共交通同其他商品一样凝结着无差别的人类劳动，并且由社会必要劳动时间所决定，这就是城市公共交通的价值。城市公共交通价值的实现形式之一是购票乘车，即乘客通过付费交换得到乘坐公共交通的权利，这时城市公共交通的使用权是交换对象。由此可见，城市公共交通具有价值和使用价值这个一般商品所固有的属性。

由于公共交通具有商品属性，那么它向社会提供的服务也具有商品属性，应按市场经济规律运营获取利润。这就说明它具有明显的市场经营性，城市公共交通在运营中实现其自身的经济效益。在为社会创造使用价值的同时也必须讲求以尽量经济的运输手段提供尽可能优质的运输服务，以取得比较满意的经济效益和社会效益。

(5) 可竞争性 在公共交通领域，并非所有的环节都具有自然垄断性，在有些环节具有可竞争性，主要表现在：①不同公共交通工具之间的竞争。城市公共交通市场主要可分为城市道路公共汽车客运市场、出租汽车客运市场和城市轨道客运市场，这种市场结构下不同交通工具之间是可以开展竞争的。②不同线路之间的竞争，即使同一种交通工具，同一条线路，不同企业之间也是可以竞争的。但是，在公共交通行业里实行完全的自由竞争是行不通的。这是因为，首先，完全自由竞争会造成赢利线路经营者多，亏损线路无人经营的现象；其次，由于公共交通客运量的相对稳定，完全自由竞争会使赢利线路变为亏损线路。自由竞争会使资源得不到有效配置，在既定线路上，投入的车辆过多会造成浪费，投入量少又满足不了需求。因此，公共交通市场不仅是可竞争的，而且是在政府管制下的有效竞争。

(6) 需求弹性较小 公共交通提供的产品和服务已经构成了现代生活的必需品，需求弹性较小。生活在城市里的人们对公共交通提供的产品和服务具有相当大程度上的依赖性，显然私人交通与公共交通在一定程度上具有互补性，但在价格、品质、提供普遍服务等方面差距较大，实际上的可替代性仍然较小。

(7) 接受公共管制 城市公共交通系统作为城市的基础设施，与其他设施一样具有低价格和面向城市社会服务的公用性。投资庞大与沉淀成本特性使政府必须赋予企业相当的独占经营地位，以保护企业免遭过度竞争。但独占对经营效率及消费者利益可能产生不利影响，而城市公共交通其运输性决定它应作为国家统一交通体系中的一部分，城市公共交通企业所具有的公益性与基础设施性决定了它在发展的过程中，政府必须有更强有力的调控手段，统一管理，

以确保使用者及其他社会大众的利益。因此，需要政府对城市公共交通行业在票价、准入、服务质量、安全等方面进行管制。

第二节 城市公共交通的系统组成

城市的人口数量、人口密度、工作岗位的数量和分布、城市用地性质和形态以及社会经济状况和发展速度都对城市公共交通产生直接或者间接的影响。城市公共交通是社会化的短程客运方式，为了使更多的居民能够就近上下车，缩短出行两端的步行距离，在人们的出行距离区域延长的条件下，必须建立合理的公共交通系统等级结构，为人们不同层次的交通需求提供多种选择的交通方式。从系统规划、建设和管理的角度分析，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。

公共交通的分类

根据建设部建标 [2003] 104 号文件的通知,《城市公共交通分类标准》被列入 2003 年度工程建设行业标准制订计划,历经 4 年多时间,于 2007 年 6 月 13 日经建设部批准为“中华人民共和国行业标准”,编号为 CJJ/T 114—2007,并要求自 2007 年 10 月 1 日起实施。该标准中城市公共交通首先按照客运系统的运行线路环境条件分为“城市道路公共交通”、“城市轨道公共交通”、“城市水上公共交通”和“城市其他公共交通”四大基本类型,然后按照系统运营特点分成若干个中类(图 1-1);最后按照载客工具类型分成小类。按大、中、小原则进行层次归类,以达到简洁明了和容易区分的目标。

常规道路公共交通系统包含常规公共汽车、快速公共汽车、无轨电车、出租车,其特点是灵活机动,成本较低,是使用最广泛的公共交通系统,一般是城市公共交通系统的主体。

城市轨道交通系统包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统,其特点是运量大、速度快、可靠性高,并可促进城市土地开发,但造价很高,一般是城市公共交通系统的骨架。

城市水上公共交通系统包括城市客渡、城市车渡,是航行在城市及周边地区范围水域上的公共交通方式。

城市其他公共交通系统包括客运索道、客运缆车、客运扶梯、客运电梯,其特点是在特殊条件下采用。

各种交通方式有着不同的客运量、速度、运营成本、收益、运行特征及适用范围特性。良好的城市公共交通系统应是多种方式的灵活组合,形成多层次

的立体网络。

1. 城市道路公共交通

城市道路公共交通系统是路面公共交通，根据动力类型一般分为常规公共汽车、快速公共汽车、无轨电车、出租汽车四种。

(1) 常规公共汽车 常规公共汽车是目前世界各国使用最广泛的公共交通工具，主要利用燃油或燃气为动力，平均运行速度在 15 ~ 25km/h。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 20 世纪 30 年代得到了迅速的发展。公共汽车之所以被广泛采用，是由于它具有固定的行车线路和车站，按班次运行，通达地区多、载客量大、对道路条件要求不高、线路开设投资不大、票价便宜、较为机动灵活，并且公共汽车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较少。常规公共汽车的车辆类型包括小型公共汽车、中型公共汽车、大型公共汽车、特大型公共汽车(铰接)、双层公共汽车等，有效地适应了不同乘客不同层次的需要。

(2) 快速公共汽车系统 快速

公共汽车系统是由公共汽车专用线或通道、服务设施较完善的车站、高新技术装备和各种智能交通技术措施组成的客运系统；是优化提升地面公共交通，充分与道路新建和改建相结合，保持轨道交通特性且具备常规公交灵活性的一种便利、快速的公共交通方式。美国于 20 世纪 30 年代首先提出快速公交系统(BRT)的有关概念，低造价、低维修、占地少、建设周期短、车速较快、车辆运行不受其他交通干扰、运量大、服务可靠、灵活和环保、易行成网络的特点能有效地缓解交通压力，降低居民出行成本，提高运输质量和效率。快速公共汽车的车辆类型包括大型公共汽车、特大型(铰接)公共汽车、超大型(双铰接)

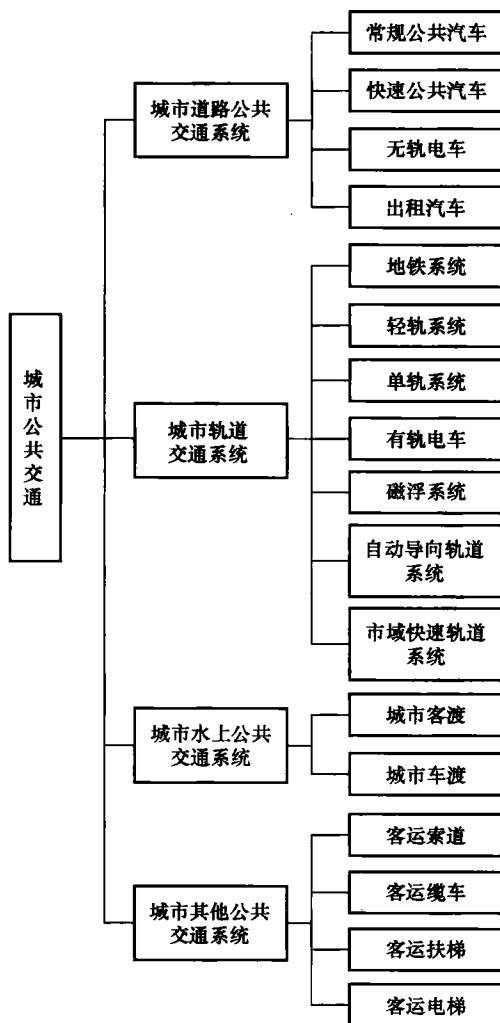


图 1-1 城市公共交通的分类

公共汽车。

(3) 无轨电车 无轨电车以电力牵引,需要架空的输电线(也可由高能蓄电池供电)和专用的车辆等设备。无轨电车有固定的行车路线和车站,可以靠人行道边停站,必要时也可超越其他车辆。无轨电车的客运能力以及运营速度与公共汽车基本相同,但初期投资较大,且行驶时因架空输电线的限制,机动性不如公共汽车,空中架设的网线还会影响城市的美观。其优点是噪声低、不排出有害废气、起动加速快、变速方便。无轨电车的车辆类型包括中型无轨电车、大型无轨电车、特大型(铰接)无轨电车。

(4) 出租汽车 出租汽车是按照乘客和用户意愿提供直接的、个性化的客运服务,不定线路、不定车站、以计程或计时方式营业,为乘客提供门到门服务的客车。与常规公共汽车客运相比,出租车可达性高、舒适性好、速度快,在城市中满足对出行有较高要求的乘客需要,如中高收入者、公务出行者、游客等;但存在着对道路资源占用多,能源消耗大和污染严重等与私人小汽车交通相似的问题。出租汽车的车辆类型包括小型出租汽车、中型出租汽车、大型出租汽车。

2. 城市轨道交通

城市轨道交通为采用轨道结构进行承重和导向的车辆运输系统,是一种路权基本隔离的公共交通方式。与常规公共汽(电)车相比,轨道交通具有运量大、快速、正点、低能耗、少污染、乘坐舒适方便等优点,能将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。但因为它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,城市财力不足是难以办到的。所以,只有在大城市客流量很大的线路上才值得使用。

轨道交通系统包括线路网、车站、车辆段、停车场及其他运营设备。按其技术特性、运量、区域服务功能等分为地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统及市域快速轨道系统。

(1) 地铁系统 地铁是一种大运量的轨道运输系统,采用钢轮钢轨体系,是最早出现的城市轨道交通系统。因其主要在大城市地下空间修筑的隧道中运行,因而得名。随着地铁系统的不断发展,现代的城市地铁不仅运行于地下,还包括了地面线、高架线。在许多城市,地铁又被称为大容量快速公共交通,或快速轨道交通系统。按照选用车型的不同,又可分为常规地铁和小断面地铁;根据线路客运规模的不同,又可分为高运量地铁和大运量地铁。

地铁最基本的特点是与其它交通完全隔离。此外,其线路设施、固定建筑、车辆和通信系统均有较高的设计标准。地铁系统的列车编组一般为4~8辆,多数城市为6~8辆,最小运营间隔一般为2min。站距一般1km左右,中心区比

较短，外围区比较长。其平均运营速度 $\geq 35\text{km/h}$ ，高峰每小时单向运输量可达3~7万人次，主要服务于城市中心区。

由于路权完全隔离，投资大、建设周期长、运营费用较高。目前，相当部分大城市的地铁是建在地面上的，只在市中区采用地下隧道形式。虽然工程造价高，但地铁具有运量大、速度快、污染少、安全可靠、不占用或少占用城市用地等优势。在城市人口增加、地面交通饱和、技术进步、经济实力增强等因素的作用下，地铁作为城市公共交通工具，已经得到了稳步发展。地铁的车辆类型包括A型车辆、B型车辆和 L_B 型车辆。

(2) 轻轨系统 轻轨是一种中运量的轨道运输系统，采用钢轮钢轨体系，列车编组一般在1~3辆，适合中等规模的城市，在西欧和北美地区的中小城市被广泛采用。轻轨的路权要求不高，大部分是隔离式路权专用，因此大部分线路采用路面专用轨道或高架轨道，遇繁华街区，也可进入地下或与地铁接轨，因此其建设成本比地铁低。

与地铁相比，轻轨交通站距较小，一般小于1km，平均运行速度为25~35km/h，客运能力达1~3万人次/h。轻轨交通路权隔离程度一般在40%~60%，根据隔离程度不同表现不同的运营特征。完全隔离的轻轨交通运输性能类似于地铁系统，中心区采用地下隧道形式，外围区采用地面线及高架线路布设形式。路权隔离程度较小的轻轨交通，其运输性能有时类似有轨电车，但是速度比有轨电车高，运能较大。

轻轨的特点是安全、可靠、准时且低污染，与其他现有的运输系统没有冲突，是一种提供可靠、安全、快捷、承载量大、舒适度高的公共运输服务。不仅舒缓了现有道路网的压力，也对城市形象的建设有所提升，并能促进城区间的融合。

轻轨的服务覆盖范围一般为住宅区、商业区、旅游区及人口普遍集中地。目前轻轨的作用是加强与其他公共交通运输工具的互补，配合不同城区对公共运输服务的需求。轻轨系统的车辆类型包括C型车辆、 L_C 型车辆。

(3) 单轨系统 单轨系统的设想早在19世纪末已经形成。单轨系统是一种车辆与特制轨道梁组合一体运行的中运量轨道运输系统，一般使用道路上部空间，设高架桥，故土地占用较少。单轨系统在发展过程中形成了两种形式，即跨座式单轨系统和悬挂式单轨系统。跨座式单轨系统列车可采用4~6辆编组，噪声小，振动小，输送能力高(单向高峰小时可达1~3万人次)，投资省(仅为地铁投资的 $1/3 \sim 1/4$)，效益好，转弯半径小(正线 $R=100\text{m}$ ，基地 $R=50\text{m}$)，爬坡能力强(线路坡度 $\leq 60\%$)，行使平稳，速度较高，并能较好地适应各种地形、地貌条件。有些城市由于受河流、山脉、沟渠等地形影响，道路的顺畅性较差、弯道较多、道路交通混杂、用地困难，由于交通设施以及其他城市设施

的占用，城市里所剩空间越来越少，单轨系统越来越有发展的必要。单轨系统可以适应一些特定的运行条件和要求，与其他交通方式完全隔离，运行安全可靠，建设适应性较强，可以与其他交通方式配合使用，也可以适用于旅游区域内景点之间的联络线，旅游观光线路。轻轨系统的车辆类型包括跨座式单轨车辆、悬挂式单轨车辆。

(4) 有轨电车 有轨电车的设备类似于无轨电车，是一种低运量的城市轨道交通，但它不仅需要电力架空线，还需要固定的轨道和专设的停靠站台。其轨道线路可以与城市道路结合也可以分离。与城市道路结合的有轨电车线路允许其他车辆行驶，但有轨电车优先。它具有运载能力大、客运成本低的优点。有轨电车的运行质量与线路的隔离程度、道路交通状况、道路条件有关。由于与其他交通混合运行，有轨电车运营组织比较困难。随着城市的发展，有轨电车的延伸受到阻碍，一般会被公共汽车所取代，加上有轨电车具有机动性差、车速低、制动性能差以及行驶时噪声大等缺点，因此，许多国家的城市公共交通系统中的有轨电车改建为轻轨。有轨电车的车辆类型包括单厢或铰接式有轨电车、导轨式胶轮电车。

(5) 磁浮系统 磁浮系统在常温条件下，利用电导磁力悬浮技术使列车上浮，车厢不需要车轮、车轴、齿轮传动机构和架空输电线网，列车运行方式为悬浮状态，采用直线电动机驱动行驶，主要在高架桥上运行，特殊地段也可以在地面或地下隧道中运行。磁浮系统具有铁轨与车辆不接触，运行速度快，运行平稳、舒适，易于实现自动控制，无噪声、不排出有害废气、有利于环境保护、可节省建设经费，运营、维护和耗能费用低等优点。它是 21 世纪理想的超级特别快车，世界各国都十分重视发展磁悬浮列车。目前，我国和日本、德国、英、美等国都在积极研究这种列车。

磁浮系统按照运行速度，可分为高速磁悬浮列车与中低速磁悬浮列车两种。高速磁悬浮列车最高速度可达 500km/h，采用 5~10 辆编组；中低速磁浮列车最高速度可达 100km/h，采用 4~6 辆编组。

(6) 自动导向轨道系统 自动导向轨道系统，是一种车辆采用橡胶轮胎在专用轨道上运行的中运量旅客运输系统，其列车沿着特制的导向装置行驶，车辆运行和车站管理采用计算机控制，可实现全自动化和无人驾驶技术，线路大多采用高架结构，但也有一些地下隧道。轨道通常为混凝土整体道床结构，在轨道的中央或两侧矮墙上安装导向轨。自动导向轨道系统的车辆通常采用轻小型和橡胶轮胎，外观类似公共汽车，车辆的车体主要采用铝合金材料或纤维强化塑料材料，实现轻量化，车辆定员标准按车厢座位数设定，定员 70~90 人，车辆采用电力驱动和导向运行方式，采用 2~6 辆编组。其建设空间一般为道路宽度 25~30m，车站部分宽 30~35m。该系统是 20 世纪 70 年代，最初由美国

进行研究开发并实际应用,适用于城市机场专用线或城市中客流相对集中的点对点运营线路,必要时,中间可设少量停靠站。其主要特点为:实行自动控制,能够实现列车运行控制自动化和运营调度管理自动化。由于使用橡胶轮胎,噪声小,爬坡能力强,可以通过小半径曲线,最高运行时速60km左右,平均站间距离为800~1200m,平均运行速度 $\geq 25\text{km/h}$,客运能力为1.5~3.0万人次/h。

(7) 市域快速轨道系统 市域快速轨道系统是一种大运量的轨道运输系统,客运量可达20~45万人次/日。市域快速轨道系统适用于城市区域内重大经济区之间中长距离的客运交通。市域快速轨道列车主要在地面或高架桥上运行,必要时也可采用隧道。快速轨道系统一般由铁路部门运营管理,路权一般是隔离的,也有信号平面交叉口。其动力一般为电力,也有内燃机,车辆可独立运营也可编组为列车运营,乘坐舒适度较高。平均出行距离较长,站距长(一般为35km),运营时速高(一般30~75km/h,最大时速超过100km/h),可靠性强。

市域快速轨道系统有其他旅客运输方式无可比拟的优越性:速度快、运量大、能耗少、污染小、安全性和舒适性高,且占地少。在客流性质方面,客流存在明显的日波动、周波动,客流成分以往返客流为主,列车编组少于干线铁路;运输任务方面,市域快速轨道系统基本不承担货物运输,以客运为主,与干线铁路相比,市域快速轨道交通的乘距比干线铁路短。市域快速轨道系统主要为城市带或城市群的居民提供公务、商务服务(工作圈中)和通勤、通学服务(生活圈中),距离一般不超过300km,一般一次出行不超过2h即可到达目的地。市域快速轨道交通作为专用的客运交通,主要承担沿线各个主要城市和主要中心城镇之间的客流输送,就像是城际间的公交车。它兼顾客货综合中心区,发车密度比较密集,接近“公交化”。市域快速轨道交通是个全新的概念,它要求方便、快捷、舒适及准时,其列车制式、运行方式、运营方式和站点设计等都与传统的运输方式不同,因此要用全新理念、全新模式来规划、设计和建设。

3. 城市水上公共交通系统

城市水上公共交通是航行在城市及周边地区范围水域上的公共交通方式,其主要运行方式有三种:连接被水域阻断的两岸接驳交通;与两岸平行航行,有固定站点码头的客运交通;旅游观光交通。系统包括城市客渡系统、城市车渡系统。这对没有桥梁、隧道或过江通道能力短缺的城市显得十分重要。轮渡具有固定线路,其线路规划依赖于城市道路系统的规划、越江隧道及地铁的规划,主要弥补越江(海)交通的不足。轮渡两岸应有规范的客运码头和相应的公共交通线路终点站或过境站,两岸公交、轮渡形成联运枢纽站,以保持城市公共交通的连续性。城市客渡的渡轮包括常规渡轮、快速渡轮和旅游观光轮。