



城市轨道交通系列教材

城市轨道交通运营管理

CHENGSHI GUIDAO
JIAOTONG YUNYING GUANLI

马 驷 饶 咏 主 编



科学出版社

城市轨道交通系列教材

城市轨道交通运营管理

马 驹 饶 咏 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为“城市轨道交通系列教材”之一，全书系统地介绍了城市轨道交通运营管理的基本理论和方法，主要内容涵盖了城市轨道交通运输计划、列车运行图、运输能力、列车运行组织与调度指挥、车站及车场技术作业、应急运输组织、运营管理体制与投融资、客运管理、票价与票务管理、安全管理、多元化经营、经济效益评价等方面的内容。

本书既可作为高等院校交通运输专业（城市轨道交通专业方向）本科教材或教学参考书，也可供相关专业师生及城市轨道交通企业运营管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通运营管理 / 马骊, 饶咏主编. —北京: 科学出版社, 2014.2

城市轨道交通系列教材

ISBN 978-7-03-039693-8

I. ①城… II. ①马… ②饶… III. ①城市铁路-交通运输管理-高等学校-教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 020028 号

责任编辑: 杨 岭 于 楠 / 封面设计: 墨创文化
责任校对: 贺江艳 / 责任印制: 邝志强

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>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年2月第一版 开本: 787×1092 1/16

2014年2月第一次印刷 印张: 19 1/4

字数: 450千字

定价: 42.00元

“城市轨道交通系列教材”编委会

主 编	蒋葛夫	翟婉明		
副 主 编	阎开印			
编 委	张卫华	高 波	高仕斌	
	彭其渊	董大伟	潘 炜	
	郭 进	易思蓉	张 锦	
	金炜东			

本书编委会

主 编	编 委	马 驷	饶 咏		
		左大杰	薛 锋	殷 勇	
		闫海峰	黄 鉴	石红国	
		王 琳	刘 鹏	谢方友	
		刘江林	方 扬	江云华	

前 言

通过大力发展公共交通解决日益严重的城市交通问题已成为共识，城市轨道交通具有运能大、速度快、安全准时、节省能源、环境污染小等特点，是城市公共交通系统的骨干。随着我国社会经济的快速发展和城市化进程的不断加快，城市轨道交通已进入高速发展期，截至 2012 年底，我国内地已有 17 个大中城市开通了 2064 km 的城市轨道交通运营线路。根据规划，至 2020 年我国城市轨道交通运营里程将达到 7000 km，覆盖主要大中城市。

为适应城市轨道交通发展对高层次运营管理人才的需求，根据交通运输国家重点专业人才培养方案和教学内容改革的要求，西南交通大学交通运输与物流学院组织编写了“城市轨道交通系列教材”。本书作为该系列教材之一，在参考国内外相关文献的基础上，结合我国城市轨道交通运营管理实际，对城市轨道交通运营组织、运营管理、多元化经营等内容进行了全面论述。本教材共分为 13 章，由交通运输与物流学院“城市轨道交通运营管理”教学团队共同编写，分工如下：马驷（第 1 章、第 8 章），左大杰（第 2 章、第 3 章、第 4 章），薛锋（第 5 章），殷勇（第 6 章），闫海峰（第 7 章），黄鉴（第 9 章、第 10 章），石红国（第 11 章），王琳（第 12 章、第 13 章），成都地铁运营有限公司饶咏、刘鹏、谢方友、刘江林、方扬、江云华参与了教材的框架结构讨论和前 6 章内容的编写。全书由马驷、饶咏统稿。

本教材得到了西南交通大学教务处校级规划教材立项资助，硕士研究生马令、刘苏、康兆然、陈露、王琳绘制了部分图表并协助进行了文字校核，在此一并致以由衷的感谢。本教材参阅了大量的国内外教材、专著和有关文献，在此谨向参考文献作者致以诚挚的谢意。

由于本教材涵盖内容较多，限于编者水平，难免存在各种缺陷和不足，恳请学术界同行及各位读者批评指正。

编者

2013 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 国外城市轨道交通的发展	1
1.1.1 城市轨道交通的产生	1
1.1.2 城市轨道交通的发展	1
1.2 城市轨道交通的类型	3
1.2.1 按基本技术特征分类	4
1.2.2 按路权及列车运行控制方式分类	6
1.2.3 按高峰小时单向运输能力分类	6
1.3 城市轨道交通系统的技术经济特性	7
1.3.1 城市轨道交通技术特点	7
1.3.2 城市轨道交通系统运营特点	12
1.4 我国城市轨道交通的发展与规划	16
1.4.1 我国城市交通问题	16
1.4.2 我国城市轨道交通发展现状	17
1.4.3 我国城市轨道交通发展规划	19
第 2 章 城市轨道交通运输计划	22
2.1 城市轨道交通行车组织概述	22
2.1.1 城市轨道交通行车组织目标与原则	22
2.1.2 城市轨道交通行车组织系统	22
2.2 客流计划	24
2.3 全日行车计划	25
2.3.1 编制资料	25
2.3.2 编制步骤	26
2.3.3 编制实例	27
2.4 车辆配备、运用与检修计划	30
2.4.1 车辆配备计划	30
2.4.2 车辆运用计划	31
2.4.3 列车交路计划	32
2.5 日常运输调整计划	35
第 3 章 城市轨道交通列车运行图	36
3.1 列车运行图概述	36
3.2 列车运行图编制的方法	38

3.2.1	列车运行图编制资料准备	38
3.2.2	列车运行图编制的原则与步骤	39
3.3	列车运行图编制问题关键	41
3.3.1	分时列车对数开行计划的确定	41
3.3.2	枢纽地区列车开行方案的验算	43
3.3.3	动车组周转图的确定	43
3.3.4	线路能力问题	45
3.4	列车运行图指标计算	47
第4章	城市轨道交通系统运输能力	49
4.1	城市轨道交通系统能力的概念	49
4.2	运输能力的影响因素	50
4.2.1	线路能力	50
4.2.2	列车能力	53
4.2.3	车站对能力的约束	55
4.2.4	其他能力影响分析	55
4.3	能力计算原理	56
4.3.1	线路能力计算	56
4.3.2	列车能力计算	59
4.3.3	可用能力计算	61
4.4	提高城市轨道交通系统运行效率的措施	61
4.4.1	出行速度的定义及其影响因素	61
4.4.2	提高城市轨道交通系统运行效率的措施	64
4.4.3	提高出行速度的途径与措施	65
4.5	提高城市轨道交通系统运输能力的措施	66
4.5.1	输送能力加强的途径	66
4.5.2	输送能力加强的措施	67
第5章	城市轨道交通列车运行组织与调度指挥	71
5.1	概述	71
5.2	列车运行组织	72
5.2.1	行车闭塞法	72
5.2.2	正常情况下的列车运行组织	72
5.2.3	特殊情况下的列车运行组织	73
5.2.4	列车运行调整	76
5.2.5	乘务管理	77
5.2.6	施工组织	78
5.3	行车调度	79
5.3.1	行车调度的基本任务	79
5.3.2	调度生产指挥系统	79

5.3.3	行车调度指挥方式	81
5.4	行车组织规章	82
5.4.1	行车组织规则	82
5.4.2	车站行车工作细则	83
5.4.3	行车调度工作规则	83
5.4.4	其他有关规章及调度命令	84
5.5	运营指标分析	85
5.6	成都地铁1号线列车运行组织与调度指挥实例	86
5.6.1	成都地铁1号线概况	86
5.6.2	地铁1号线行车组织	88
第6章	城市轨道交通车站与车场技术作业	96
6.1	概述	96
6.1.1	车站的概念及其分类	96
6.1.2	车场	97
6.2	车站技术作业	100
6.2.1	基本要求	100
6.2.2	工作制度	101
6.2.3	接发车作业	102
6.2.4	折返作业组织	104
6.3	车场技术作业	105
6.3.1	车场行车作业组织	105
6.3.2	列车运转流程	106
6.3.3	车场接发车作业	108
6.3.4	调车工作	109
第7章	城市轨道交通应急运输组织	112
7.1	城市地铁运营风险	112
7.1.1	城市地铁运营过程	112
7.1.2	城市地铁运营风险	113
7.2	城市地铁突发事件	117
7.2.1	城市地铁突发事件类型特点	117
7.2.2	突发事件的突变模型描述	118
7.2.3	突发事件的等级划分	119
7.3	城市地铁突发事件应急组织	121
7.3.1	应急管理的内涵	121
7.3.2	城市地铁应急能力	123
7.3.3	城市地铁应急管理	126
7.3.4	城市地铁突发事件的应急组织	131
7.4	城市地铁应急系统	134

7.4.1	城市地铁应急系统的组成及特点	134
7.4.2	城市地铁应急各子系统的构成与功能	135
第8章	城市轨道交通运营管理体制与投融资	141
8.1	城市轨道交通产业特性	141
8.1.1	城市轨道交通的基础设施特性	141
8.1.2	城市轨道交通的经济属性	141
8.1.3	城市轨道交通的准公共物品特性	142
8.2	城市轨道交通建设运营的公共政策	143
8.2.1	城市轨道交通公共政策的特征	143
8.2.2	我国城市轨道交通建设运营的公共政策	143
8.2.3	城市轨道交通关键性公共政策的现状	144
8.3	城市轨道交通运营模式	145
8.3.1	城市轨道交通运营管理模式的分类	145
8.3.2	国外城市轨道交通运营管理模式及特点	146
8.3.3	我国城市轨道交通运营模式	149
8.4	城市轨道交通投融资	152
8.4.1	城市轨道交通投资特性	152
8.4.2	城市轨道交通融资渠道分析	153
8.4.3	国内外城市轨道交通投融资比较	157
8.5	我国城市轨道交通运营管理状况	160
8.5.1	香港地铁运营管理状况	160
8.5.2	北京地铁运营管理状况	162
8.5.3	上海地铁运营管理状况	162
8.5.4	广州地铁运营管理状况	163
第9章	城市轨道交通客运管理	164
9.1	客运管理工作特点与组织机构	164
9.1.1	客运管理工作特点	164
9.1.2	客运管理组织机构	165
9.2	客流的特征与调查分析	167
9.2.1	客流的概念	167
9.2.2	客流的特征	168
9.2.3	客流的调查分析	169
9.3	客运组织	173
9.3.1	客运组织原则	173
9.3.2	车站相关设备与客流组织的关系	174
9.3.3	换乘客流组织	178
9.3.4	大客流组织	178
9.4	客运服务与管理	179

9.4.1	客运服务流程	179
9.4.2	客运服务质量控制	180
9.4.3	轨道交通服务措施	183
第 10 章	城市轨道交通票价与票务管理	186
10.1	城市轨道交通客票定价	186
10.1.1	客票定价基本原理	186
10.1.2	城市轨道交通的定价原则	188
10.1.3	城市轨道交通的定价方法	189
10.1.4	城市轨道交通的价格策略	190
10.2	城市轨道交通票务工作	192
10.2.1	城市轨道交通票制	192
10.2.2	票务工作的主要内容	192
10.2.3	城市轨道交通票务工作的基本流程	192
10.3	城市轨道交通票务管理	193
10.3.1	城市轨道交通票款管理	193
10.3.2	城市轨道交通票卡管理	196
10.3.3	城市轨道交通票务管理标准化	206
第 11 章	城市轨道交通安全管理	207
11.1	城市轨道交通安全管理概述	207
11.1.1	安全生产管理发展历史与现状	207
11.1.2	安全管理的组织	208
11.1.3	现场安全管理	209
11.1.4	安全文化	210
11.2	城市轨道交通行车安全管理	211
11.2.1	行车调度安全管理	211
11.2.2	列车驾驶安全管理	212
11.2.3	车站作业安全管理	214
11.2.4	调车作业安全管理	217
11.3	城市轨道交通施工作业安全管理	219
11.3.1	施工计划的制定	219
11.3.2	施工安全管理	219
11.3.3	施工组织	221
11.3.4	工程车开行安全管理	222
11.4	城市轨道交通设备设施安全管理	223
11.4.1	电气设备安全管理	223
11.4.2	机械设备安全管理	227
11.4.3	消防安全管理	229
11.4.4	特种设备与特种作业安全	231

11.4.5	设备调试、试验安全管理	232
11.4.6	安全色与安全标志管理	235
11.5	城市轨道交通应急救援	238
11.5.1	城市轨道交通的应急管理体系	239
11.5.2	应急设备及常见事故应急处理	242
11.5.3	伤害急救常识	248
11.6	安全生产法律法规	251
11.6.1	安全生产法	252
11.6.2	安全生产相关法律法规	255
11.6.3	城市轨道交通安全相关法律法规及规章	256
第12章	城市轨道交通多元化经营	264
12.1	城市轨道交通多元化经营规划	264
12.1.1	城市轨道交通多元化经营的一体化规划	264
12.1.2	城市轨道交通多元化经营的模式探索	264
12.2	城市轨道交通多元化经营的业态选择	266
12.2.1	城市轨道交通多元化经营业态选择的影响因素	266
12.2.2	适合城市轨道交通多元化经营的业态特点	268
12.2.3	城市轨道交通多元化经营的形式	269
12.3	城市轨道交通多元化经营的模式	269
12.3.1	城市轨道交通的多元化资源	269
12.3.2	城市轨道交通站域资源的综合开发和多元化经营	271
12.4	城市轨道交通多元化资源开发模式	272
12.4.1	城市轨道交通物业资源的开发	272
12.4.2	城市轨道交通广告资源的开发	275
12.4.3	城市轨道交通土地资源的开发	278
第13章	城市轨道交通系统运营经济效益评价	282
13.1	城市轨道交通运营经济效果指标	282
13.1.1	城市轨道交通运营绩效指标体系	282
13.1.2	城市轨道交通运营绩效基础指标	282
13.1.3	城市轨道交通运营绩效指标	283
13.2	城市轨道交通运营成本分析	287
13.2.1	城市轨道交通运营成本构成	287
13.2.2	城市轨道交通运营成本管理	288
13.3	城市轨道交通系统效益评价	289
13.3.1	城市轨道交通经济效益	289
13.3.2	城市轨道交通社会效益	290
13.3.3	城市轨道交通系统效益综合评价	291
主要参考文献	293

第 1 章 绪 论

1.1 国外城市轨道交通的发展

1.1.1 城市轨道交通的产生

从 1825 年英国在达林顿到斯托克顿间修建了世界上第一条铁路至 1863 年伦敦第一条地铁线开通，虽然铁路在欧美等地区发展迅速，且总里程超过 100 000 km，但只是用于城市间的客货运输。这个时期，虽然铁路没有直接服务于城市交通，但是它使得城市发展摆脱了依水而建的传统模式，其腹地范围迅速扩大，在不到半个世纪的时间内扩大了 3~6 倍，大大促进了城市交通需求的发展。随着城市规模的逐渐扩大，传统的步行出行方式已成为城市内部交通的瓶颈，城市公共交通的改进是通过马车来实现的。1829 年和 1831 年，巴黎和纽约分别引入了公共马车，但这种车辆缺点较多，如缓慢、颠簸、不舒适，且容易造成街道的车辆拥挤及阻塞。

基于马车的诸多缺点，人们想到把马车放在钢轨上行驶，那样就可以提高马车速度及平稳性，还可以利用由多匹马组成的马队来提高牵引力，扩大车辆规模，降低运输成本及票价，于是出现了马拉的城市街道铁路。世界上第一条马拉城市街道铁路于 1832 年在美国纽约第四大街开始运营，但这种有轨道的马车直到 1855 年才开始大规模地替代公共马车，在美国及欧洲迅速扩展，至 1890 年总轨道里程达到 9900 km。

随着城市化进程的加快，城市人口及车辆增加，在许多平交道口出现了交通阻塞，在较大的城市中情况非常严重，因此需要通过立交形式的快速交通系统来避免铁道上或街道上的拥挤。人们考虑采用机车代替马车来牵引，进一步增加了车辆运营速度。第一条快速轨道交通线于 1863 年在伦敦运营，线路位于地下隧道内，用蒸汽机车牵引，称为地下铁道，简称地铁。从此，铁路技术开始用来解决人们在城市内的出行。

1.1.2 城市轨道交通的发展

地铁的产生源于将蒸汽列车引入市中心的构想。1863 年 1 月，世界上最早的地铁在伦敦开通，这条线路长 5.9 km，由蒸汽机车驱动。由于列车在地下隧道内运行，隧道里烟雾熏人，但还是受到了众多的伦敦市民甚至皇亲显贵的欢迎。这是因为在拥挤不堪的伦敦地面街道上乘坐公共马车，速度远远不如乘坐地铁列车。

1866 年，德国工程师西门子，发明了强力发电机并用于机车，从此铁路由蒸汽时代进入电力时代。电力机车的发明和应用，很快生产出可应用于城市街道的有轨电车。1881

年，德国柏林工业博览会期间，展示了一列三辆电车编组的小型有轨电车，它只能乘坐 6 人，在 400 m 长的轨道上演示，这次演示给世人提供了重要的启示。1888 年，世界上第一条商业运行的有轨电车线在美国弗吉尼亚州的首府里士满市开通。至 1890 年年底，有轨电车迅速替代了有轨马车及缆索铁道。此后，有轨电车发展很快，至 20 世纪 20 年代，美国的有轨电车线路总长达到 25 000 km；到了 20 世纪 30 年代，欧洲、日本、印度和中国的有轨电车都有了很大的发展。

1879 年，芝加哥进行高架铁路电气化的建设，于 1895 年 5 月投入运营，采用多单元动车系统，利用 1 台带有电机的机车，牵引 1~2 台无动力的拖车。动车组的出现对于世界城市轨道交通的发展具有重要的意义，目前世界上几乎所有的地铁和轻轨系统均采用这种驱动系统。

1896 年，布达佩斯修建了欧洲最早的电气化地铁，解决了地铁通道的空气污染问题。从此，巴黎(1900 年)、柏林(1902 年)、纽约(1904 年)、东京(1927 年)等发达城市纷纷建设地铁。20 世纪初的 25 年是世界地铁建设史上的第一次高潮，至 1935 年，欧美有近 20 个城市建设了地铁，总里程约 1400 km。

第二次世界大战以后的 20 余年中，各国又有一批城市建设地铁，包括加拿大的多伦多、蒙特利尔，意大利的罗马、米兰，美国的费城、旧金山，苏联的列宁格勒、基辅，日本的名古屋、横滨，韩国的汉城(现称首尔)等约 30 个城市相继建成了地铁。20 世纪 70 年代能源危机之后，迎来了世界第二次地铁建设高潮。一方面包括日本、韩国等一些新兴的发达国家的大城市开始快速发展地铁网络；另一方面，欧美等发达国家也从 20 世纪 70 年代能源危机中醒悟过来，重新提倡发展公共交通，大力扩展地铁网络。截止到 2005 年年底，国外 108 个城市拥有近 7000 km 的地铁运营里程。

伦敦、巴黎、柏林、莫斯科、东京等城市地铁发展较早且规模较大，在发展地铁的同时，一些城市的市郊铁路也取得了很大的发展，并在城市布局及城市交通中占据重要地位，如表 1-1 所示。

北京是我国第一个修建地铁的城市，截至 2012 年 12 月 30 日，轨道交通总里程 442 km，是国内地铁运营里程最长的城市。根据计划，到 2015 年北京地铁线路总里程达 660 km，到 2020 年总里程将达到 1050 km。2012 年 12 月 27 日，上海轨道交通(含磁悬浮)的运营里程达到 454.1 km。根据规划，成都市除了已建成的 1、2 号线，还将建成 3、4、5、6、7、10 号线，8 条地铁线路总里程为 291 km；1、2、3、4 号线为城市主干线，5、6、7 号线是城市辅助线路，10 号线是通向双流机场的市域快线。

表 1-1 世界各大城市轨道交通发展状况统计表

城市	范围	轨道交通类型	开通年份/年	营业里程/km	线路条数	运量/(百万人次/年)	占城市客运量比例/%	统计年份
伦敦	市区	地铁	1863	408	9	769	36	1987
	市区	轻轨	—	15	2	—	—	—
	大伦敦	市郊铁路	—	650	—	511	—	1986
巴黎	市区	地铁	1900	300	15	1588	50	1985
	大巴黎	快速铁路(RER)	—	274	3	420	13.2	1985
	大巴黎	市郊铁路	—	970	28	—	—	1985

续表

城市	范围	轨道交通类型	开通年份/年	营业里程/km	线路条数	运量/(百万人次/年)	占城市客运量比例/%	统计年份/年
里昂	市区	地铁	1978	16.4	3	102	—	1987
东柏林	市区	地铁	1902	17.6	2	78	—	1984
西柏林	市区	地铁	1902	101	9	350	—	1986
	郊区	快速铁路 S-Bahn	—	295	—	—	—	1945
多特蒙德	市区	轻轨	1986	100.4	7	44	—	1986
莫斯科	市区	地铁	1935	212	9	2585	—	1986
	市区	有轨电车	—	—	—	504	—	1986
纽约	市区	地铁	1868	432	30	1114	47.2	1987
	大都市区	市郊铁路	—	3630	—	—	11.2	1986
费城	市区	轻轨	1907	41	3	21.0	—	1987
	市区	市郊铁路	1969	62	3	8.3	—	1986
多伦多	市区	地铁	1954	61	3	243	—	1987
	都区部	地铁	1927	219	10	766	25.5	1996
东京	都区部	市郊铁路	—	565	—	1833	61	1996
	都区部	有轨电车	—	12.2	1	25	—	1982
	都市圈	市郊铁路	—	2110	—	2799	42.7	1992
大阪	市区	地铁	1933	99.1	6	871.7	—	1987
首尔	市区	地铁	1974	116.5	4	854	—	1987
釜山	市区	地铁	1985	21.3	1	300	—	1988
新加坡市	市区	地铁	1988	68	2	122	—	—
加尔各答	市区	地铁	1986	16.4	1	101.5	—	—
里约热内卢	市区	地铁	1979	21.6	1	406.7	—	—
突尼斯	市区	地铁	1985	10	1	25	—	—
香港	市区	地铁	1979	38.6	3	593	—	—

1.2 城市轨道交通的类型

世界上已有多个国家的多个城市拥有或正在规划建设城市轨道交通，在构筑物形态、运营方式、车辆类型及运输能力等方面发展了许多种类。根据基本技术特征，轨道交通可以分为传统轨道交通和新型轨道交通两大类。传统轨道交通的基本特征是钢轮车辆在钢轨上人工或自动控制导向运行，它们以地铁和轻轨为代表；新型轨道交通的基本特征是胶轮车辆沿导向轨自动控制导向运行，它们以自动导向交通为代表。表 1-2 列出了城市轨道交通发展的里程碑事件。

表 1-2 国外城市轨道交通发展里程碑

年份/年	国家	城市	轨道交通类型
1832	美国	纽约	第一条铁轨马车线路
1838	英国	伦敦	第一条市郊铁路

续表

年份/年	国家	城市	轨道交通类型
1863	英国	伦敦	第一条地下铁道
1868	美国	纽约	第一条高架铁路
1881	德国	柏林	第一条有轨电车线路
1901	德国	乌帕塔尔	第一条单轨铁路
1974	美国	达拉斯	第一条 PM 线路
1978	加拿大	埃德蒙顿	北美第一条轻轨线路

1.2.1 按基本技术特征分类

根据基本技术特征的不同,城市轨道交通系统主要有市郊铁路、有轨电车、地下铁道、轻轨交通、独轨铁路和自动导向交通系统等类型。

1. 地下铁道

地下铁道简称地铁,国际隧道协会将地铁定义为轴重相对较重,单方向输送能力在 3 万人次/h 以上的城市轨道交通系统。一般线路全封闭,在市中心区全部或大部分位于地下隧道内,因而可实现信号控制的自动化,具有容量大、速度快、安全、准时、舒适、运输成本低、不占城市用地、建设成本高等特点,适用于出行距离较长、客运量需求大的城市中心区域。一般认为,人口超过百万的大城市就应考虑修建地铁。

地下铁道通常都是专用线路,没有平面交叉。地铁线路除修建在地下隧道,也有部分是修建在地面或高架桥上。地铁线路一般是双线,个别城市也有四线地铁。正线最大坡度一般为 3%,最小曲线半径一般为 300~400 m。轨道较多采用焊接长钢轨,混凝土整体道床。与地铁类似的轨道交通系统在北美被称为重型轨道交通(简称重轨)。重轨一词的应用是相对于轻轨而言的,欧洲则普遍采用“metro”一词。重轨系统的车站间距较小,平均间距为 1.5 km 左右。重轨线路修建的位置较为灵活,常见的场所是将它们建在地面上,尤其是高速公路的中间地带。

地铁车站按其运营功能划分有终点站、中间站和换乘站。车站由出入口、站厅、通道、楼梯、自动扶梯、站台、售票房、行车作业用房和机电设备用房等组成。车站设备的通过能力根据远期高峰客流数,以及考虑留有余地进行确定。车站的站台设计为高站台,有侧式、岛式和混合式等型式。早期地铁多为侧式站台,现在较多选择的是岛式站台,但高架中间站的站台宜采用侧式站台。站台长度应满足远期列车编组长度的需要。

2. 轻轨交通

它是在有轨电车的基础上发展起来的城市轨道交通系统,输送能力 1.5~3.0 万人次/h。它的车辆轴重较轻,施加在轨道上的荷载相对于城市铁路和地铁的荷载来说比较轻,因而称为轻轨。

轻轨线路的设计方案较多,没有固定的模式。线路修建往往是因地制宜,既可以修建在市区街道上,也可以修建在地下隧道或高架桥上。地面轻轨线路可分为无平面交叉的专用行车线路、有平面交叉的专用行车线路和与其他机动车辆共用行车线路三种类型。轻轨线路大多是双线,但支线、短程区间或道路用地较为紧张的地段也有设计为单线的情况。

线路最大坡度可达8%，最小曲线半径可达30 m。

轻轨车站按其运营功能划分有终点站、中间站和换乘站。终点站和位于中心商业区的中间站应具备集散较大客流的能力。换乘站是指位于同一或不同交通系统线路交汇点的车站，它应具备满足各种客流性质和不同客流方向的旅客进行换乘的能力和便利性。车站的站台大多设计为低站台，有侧式、岛式和混合式等布置。侧式站台又有横列式、纵列式和单列式几种形式。它具有运量较大、速度快、乘坐舒适、安全、运行经济、建设成本比地铁低等特点。

3. 独轨交通

独轨交通又称单轨交通，可分为跨座式和悬挂式两种，前者跨在一根走行轨道上行走，其重心位于走行轨道上方；后者车辆悬挂于可在轨道梁上行走的走行装置的下面，其重心处于轨道下方，因其轨道梁比较窄，仅为85cm，故对城市的景观及日照的影响较小。独轨交通有噪声低、振动小、对城市的景观及日照等影响小、通过小半径曲线能力和爬坡能力强等优点；但存在运能小、速度低、能耗大、粉尘污染等缺点。由于橡胶轮与混凝土轨面的滚动摩擦阻力比钢轨大，所以其能耗要比普通钢轮钢轨的轨道交通约大40%；橡胶轮与轨道间的摩擦会形成橡胶粉尘，对环境有轻度污染；列车运行在区间发生事故时，面积狭小的轨道梁难以安设救援设施，疏散和救援工作都比较困难。该系统适宜于在市区较窄的街道上建造高架线路，目前一般多用于运动会、体育场、机场和大型展览会等场所与市区的短途联系。

4. 有轨电车

有轨电车通常采用地面线，也可使用有隔离的专用路基和轨道。隧道或高架区间仅在交通拥挤的地带才被采用。旧式的有轨电车由于其与公共汽车及行人共用街道路权，且平交道口多，因而其运行所受的干扰多、速度慢、通行能力低，单向运输能力一般小于1万人次/h。现代有轨电车与性能较差的轻轨交通已很接近，只是车辆尺寸稍小一些，运营速度接近20 km/h，单向运能可达2万人次/h。

5. 自动导向交通(automatic guideway transit, AGT)系统

自动导向交通系统是指一种狭义的新交通系统。采用混凝土道床，车辆采用橡胶轮胎，通过导向轮引导车辆运行，列车运行自动控制，多采用无人驾驶，通常在运量较小的线路上使用。AGT的导向方式有侧面导向、中央导向、中央沟导向等。其车辆采用的车轮是特制的橡胶轮，轨道可用特制的混凝土做成，也可用钢板焊接而成，轨道结构较复杂。AGT系统的输送能力比独轨系统小，但其建设费用较低，噪声也较小，通常用于连接新开发区与附近的铁路车站或交通枢纽。

6. 市郊铁路

市郊铁路是指位于城市范围内、部分或全部服务于城市客运的铁路，通常其所有权不属于所在的城市政府，而由铁路部门经营。主要运送城市郊区与中心市区间间的乘客，故也称通勤铁路。这种铁路通常在郊区采用平交道口形式，在市区为高架或地下铁路。其站距长，运营组织方式与城市间铁路相近，可开行不停靠中间站的直达列车；为减少环境污染，多采用电气化牵引方式。

市郊铁路编组灵活，可适应通勤出行的时间集中性和客流方向性，根据客流大小，调整编组数及发车间隔，有较高的加减速性能和较好的运行秩序，能实现高效运输。在高峰期，市郊铁路可按10~12辆编组，单向每小时最大运送能力可达6~8万人，属于城市轨

道交通中的大容量系统。市郊铁路的车辆类型、线路特征均接近普通铁路，往往与之有便利的联络线或设备共用。在郊区建设时还可利用既有铁路设施稍加改造成为全封闭的地面轨道。车站结构简单，因而投资少，工程费用仅为地铁工程费用的 1/5 或高架铁路费用的 1/2。

市郊铁路的建设对城市形态合理发展也具有良好的作用。一方面，市郊铁路运量大、运距长、准点率高，可有效缓解目前城区向外扩展过程中新开发区与市中心区的道路交通拥挤情况，解决卫星城居民的通勤、通学问题，提高新开发居住区、工业区吸引力，刺激市郊进一步开发，有利于卫星城的形成。另一方面，市郊铁路的建设加快了城市中心区向新建城区和郊区疏散，减少市中心区人口，为旧城改造减少拆迁工作量，有利于中心区改建。纽约、东京等国际大都市的市郊铁路都很发达，营业里程超过了 2000 km。

1.2.2 按路权及列车运行控制方式分类

根据城市轨道交通系统是否专用、列车运行控制方式的不同，轨道交通系统可分为：路权专用、按信号指挥运行；路权专用、按视线可见距离运行；路权混用、按视线可见距离运行等类型。

1. 路权专用、按信号指挥运行

该类型系统的特点是线路专用，与其他城市交通线路没有平面交叉。由于路权专用及按信号指挥运行，行车速度快且行车安全性好。属于该种类型的轨道交通系统包括市郊铁路、地下铁道、高技术标准的轻轨和自动导向交通系统等。

2. 路权专用、按视线可见距离运行

该类型系统的特点是线路专用，与其他城市交通线路没有平面交叉，行车安全性较好。但由于无信号、按视线可见距离间隔运行、行车速度稍低，属于该种类型的轨道交通系统主要是中等技术标准的轻轨。

3. 路权混用、按视线可见距离运行

该类型系统的特点是线路与其他运输车辆行人共用，与其他城市交通线路有平面交叉。除在平交道口设置信号控制外，其余线路段均按视线可见距离间隔运行，行车速度与行车安全稍差。属于该种类型的轨道交通系统主要是低技术标准的轻轨和有轨电车。

1.2.3 按高峰小时单向运输能力分类

根据城市轨道交通系统高峰小时单向运输能力的大小，轨道交通系统可分为高运量、中运量和低运量等类型。计算轨道交通系统高峰小时单向运输能力的基本参数是列车间隔时间、车辆定员及列车编组辆数等，进行分类的基本依据是轨道交通系统有关参数的常用取值。

1. 高运量轨道交通系统

高峰小时单向运输能力达到 30 000 人以上，属于该类型的轨道交通系统主要有重型地铁和轻型地铁等。

2. 中运量轨道交通系统

高峰小时单向运输能力为 15 000~30 000 人，属于该种类型的轨道交通系统主要有微