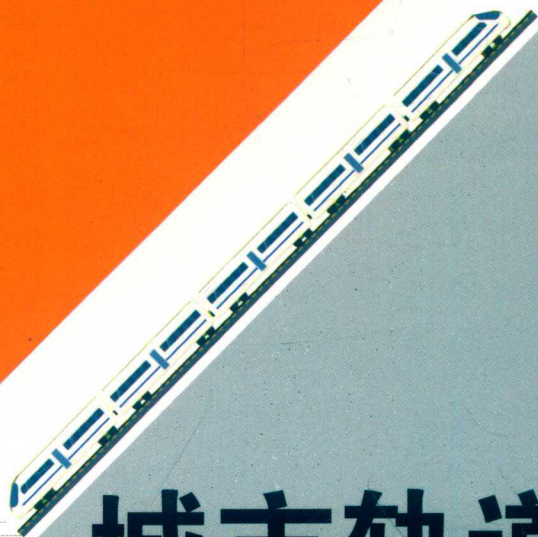


普通高等院校城市轨道交通“十三五”规划教材



城市轨道交通 运营管理

王志强 主 编
王俭朴 徐永实 副主编

清华大学出版社

普通高等院校城市轨道交通“十三五”规划教材

城市轨道交通运营管理

王志强 主 编

王俭朴 徐永实 副主编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地阐述了城市轨道交通运营管理的理论与实务,主要包括:轨道交通系统概述、轨道交通客流、列车开行计划、运输能力、列车运行组织、车站作业组织、车辆运用与调车作业、票务管理、运营安全、成本效益分析、轨道交通投融资模式、运营筹备概述等,每章后面都配有复习思考题,方便学生复习理解。

本书可用作交通运输和城市轨道交通专业“城市轨道交通运营管理”课程的配套教材,也可供从事轨道交通规划建设、运营管理和教学科研的相关人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通运营管理/王志强主编. —北京:清华大学出版社,2019

(普通高等院校城市轨道交通“十三五”规划教材)

ISBN 978-7-302-51965-2

I. ①城… II. ①王… 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(2018)第 295510 号

责任编辑:许 龙

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.75

字 数:379 千字

版 次:2019 年 5 月第 1 版

印 次:2019 年 5 月第 1 次印刷

定 价:48.60 元

产品编号:080549-01

前言

FOREWORD



伴随着我国城市化进程的加快,城市交通问题日益加剧。鉴于轨道交通的安全、准点、节能、环保和大容量等特点,发展以轨道交通为骨干的城市公共交通系统已成为解决城市交通问题的共识。

城市轨道交通系统是一个综合复杂的大系统,它的正常运转需要运、机、车、工、电等多个部门以及众多岗位的密切配合才能完成。因此,轨道交通的运营管理工作涉及面广、要求高、难度大,是运营企业的主要工作内容。而随着网络化运营的日益普及,运营企业将面临诸多新的管理课题。为了保证城市轨道交通高效运转、优质服务和安全运营,不仅需要优质高效的硬件设备,还要有与系统规模相适应的管理机构和管理人才。

“城市轨道交通运营管理”课程讲述了与客运行车有关的各岗位及各部门的工作步骤、工作方法和工作要求,并通过时间轴线将其串联起来,形成一个紧密关联的联动系统。依据该主线,本书整理了12章内容,涵盖客流、开行计划、运输能力、行车作业组织等章节,配有详细的复习思考或计算题。本书总结了作者关于该门课程的教学思路和教学资料,可作为交通运输和城市轨道交通专业各层次学生“城市轨道交通运营管理”课程的配套教材,也可供从事轨道交通规划建设、运营管理和教学科研的相关人员参考。

在本书编写过程中,参考了许多轨道运营相关的教程教材和相关研究成果,在此谨向有关专家及部门致以衷心的感谢。限于编写人员水平、资料收集和实践经验的局限,书中内容安排和学术观点难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2018年7月

目录

CONTENTS



第 1 章 轨道交通系统概述	1
1.1 公共交通的发展历史	1
1.2 轨道交通的发展阶段	5
1.3 轨道交通系统的分类	6
1.4 轨道交通系统的构成	8
1.5 轨道交通的运营管理模式.....	17
复习思考题	18
第 2 章 轨道交通客流	20
2.1 客流概述.....	20
2.2 客流特征.....	23
2.3 客流调查.....	26
2.4 客流预测.....	27
复习思考题	30
第 3 章 列车开行计划	32
3.1 全日行车计划.....	32
3.2 列车开行方案.....	36
3.3 列车运行图.....	45
3.4 车辆运用计划.....	54
复习思考题	57
第 4 章 运输能力	63
4.1 运输能力概述.....	63
4.2 线路通过能力.....	64
4.3 列车折返能力.....	73

4.4 使用通过能力	80
4.5 运输能力加强	86
复习思考题	93
第5章 列车运行组织	98
5.1 列车运行概述	98
5.2 正常情况下的列车运行组织	103
5.3 非正常情况下的列车运行组织	110
复习思考题	113
第6章 车站作业组织	115
6.1 车站概述	115
6.2 车站技术设备	121
6.3 车站行车作业	129
6.4 车站客运作业	135
6.5 换乘分析及改善	138
复习思考题	145
第7章 车辆运用与调车作业	148
7.1 概述	148
7.2 车辆运用	150
7.3 调车作业	154
复习思考题	158
第8章 票务管理	160
8.1 售检票方式及其自动化	160
8.2 AFC 设备配置与布局	165
8.3 车票管理	173
8.4 票款清分结算概述	176
复习思考题	177
第9章 运营安全	178
9.1 安全理论	178
9.2 城市轨道交通风险分析	182
9.3 城市轨道交通风险评估	185
9.4 轨道交通故障与事故	186
9.5 轨道交通突发灾害	193
复习思考题	197

第 10 章 成本效益分析	199
10.1 成本与收入	199
10.2 成本与盈利分析	203
10.3 票价制定	207
10.4 提高经济效益	211
复习思考题	215
第 11 章 轨道交通投融资模式	217
11.1 城市轨道交通产业特征	217
11.2 国内外城市轨道交通投融资模式	219
11.3 投融资的资金来源和管理模式	222
11.4 社会资本参与的 PPP 模式	224
11.5 其他模式简介	228
11.6 轨道交通投融资的相关政策	231
复习思考题	231
第 12 章 运营筹备概述	233
12.1 决策与规划	233
12.2 实施与控制	237
12.3 试运营与验收	239
复习思考题	241
参考文献	242



第1章

轨道交通系统概述

1.1 公共交通的发展历史

1. 公共交通问题的产生

在奴隶社会和封建社会时期,经济以自给自足的农业生产为主,生产力低下,人民生活水平普遍不高,出行需求很低。除极少数权贵阶层外,绝大多数人的日常出行局限在居住地一定范围内,偶有个别的中长距离出行也可通过官办的驿站或类似方式来解决。

在城镇内,由于城镇的规模较小,市民的出行距离较短,出行时间也不长,出行主要是通过步行实现的。而中长距离的出行需求又很小,仅通过驿站等方式即可解决。因此,古代的公共交通问题在社会发展过程中还不是一个主要的问题,这种情形一直延续到19世纪工业革命之前。

工业革命产生了社会分工,蒸汽机的使用使得工厂需要依水而建,密集的劳动力使用需求也使得大量劳动者的居住地点和工作地点无法统一,因此产生了巨大的社会通勤出行需求。工业革命也极大地解放了劳动生产力,改善了生活水平,拓展了人们的活动范围,中长距离出行需求也随之迅速增加。这些都迫使社会管理者寻找安全、经济、高效的解决方法。

马车这种原专属于权贵富裕阶层的私人交通工具,被理所当然地选中。通过一些适当的改装(加大载客量,降低舒适度),就成为了最早出现的城市公共交通工具——出租马车,它也是现代城市中出租汽车的先驱。

2. 公共交通的发展历史

在公共交通发展的历史过程中,按时间顺序先后出现了以下主要的交通工具或系统。

1) 公共马车

公共马车是现代城市公共交通的雏形(见图1-1)。1819年,第一条公共马车线路在法国巴黎投入运营。起初,马车行驶的道路为碎石路面,速度慢、乘坐不舒适。1832年,纽约在街道上铺设了专供马车行驶的铁轨,提高了马车速度和乘坐舒适度,节省马匹使用和降低噪声。至19世纪中期,世界上许多城市都修建了铁轨马车线路。

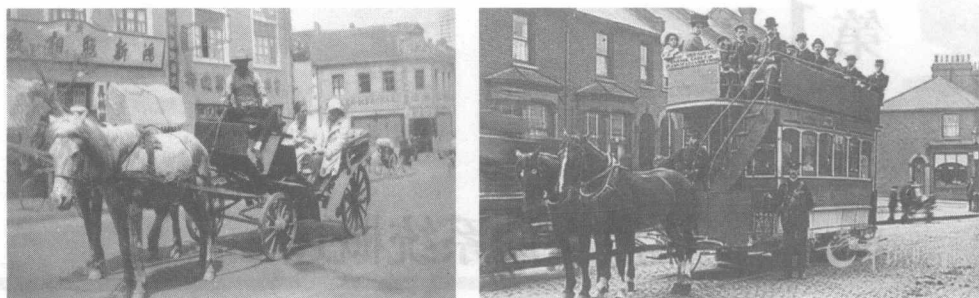


图 1-1 公共马车

2) 市郊铁路

1825年,英国修建了第一条铁路。1838年,伦敦修建了市郊铁路(见图1-2)。它连接市区与郊区、中心城市与卫星城镇,为居住在郊区和邻近城镇的上下班客流提供公共交通服务。因此,市郊铁路又被称为通勤铁路。

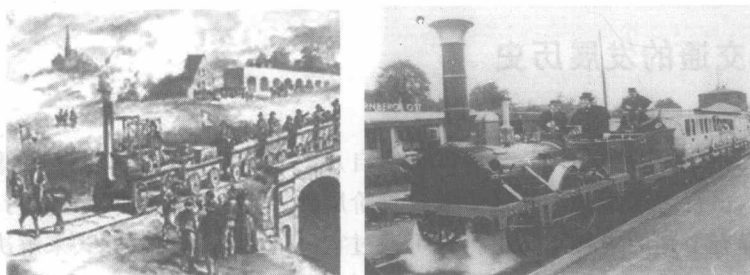


图 1-2 早期的市郊铁路

3) 地下铁道

地下铁道的出现起源于把铁路引入城市中心区域、为城市公共交通服务的想法。1863年,伦敦修建了世界上第一条地铁线路并投入运营(见图1-3)。至21世纪初,全世界已有80多个城市修建了地铁,线路总长度超过了7000km。

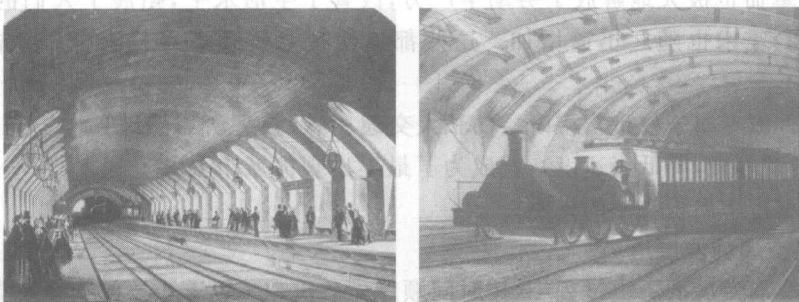


图 1-3 早期的地铁

4) 高架铁路

1868年,纽约修建了第一条高架铁路,为蒸汽机车牵引。但由于煤烟、噪声污染等原因,蒸汽机车牵引的高架铁路并未得到广泛采用。1895年,第一条电力牵引的高架铁路在

芝加哥建成,两年后改为电动车组,具有牵引力大、加速快、运营成本低等优点。

5) 缆车

1873年,第一条客运缆车在旧金山建成(见图1-4)。缆车具有爬坡能力强、运营成本低、街道干净等优点。在有轨电车出现后,绝大多数城市停止了缆车线路的运营。目前,仅旧金山保有缆车线路。

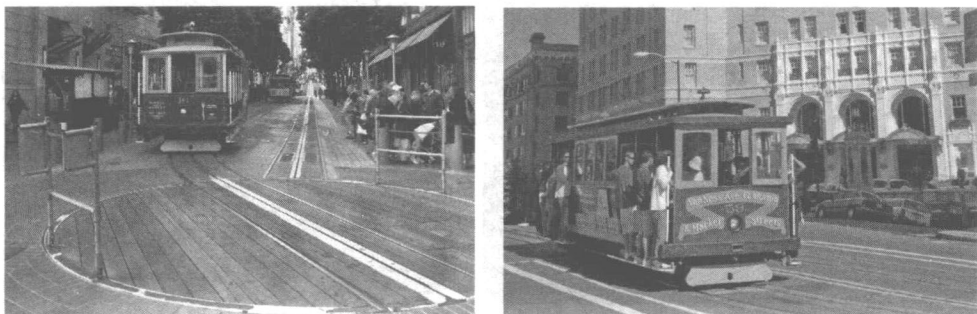


图 1-4 旧金山缆车

6) 有轨电车

1881年,柏林出现了商业运营的有轨电车线路。1886年,蒙哥马利修建了第一条架空导线供电的有轨电车线路。有轨电车系统在运营、安全和经济上具有良好的绩效。有轨电车曾在城市公共交通中占有主导地位,后由于汽车的逐步推广而被拆除。有轨电车如图1-5所示。

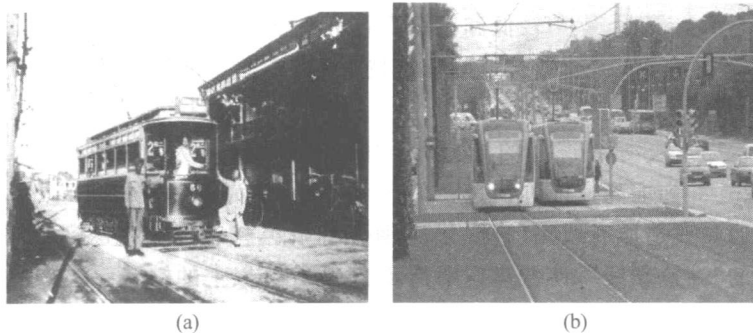


图 1-5 旧式有轨电车(a)和新式有轨电车(b)

7) 公共汽车

1885年德国制造出第一辆汽车。1899年,伦敦率先在城市公共交通中使用公共汽车。第二次世界大战后,公共汽车发展成为市场份额最大的城市公共交通工具,并直接导致了公共马车的消亡和许多有轨电车线路的拆除。但公共汽车的广泛使用也带来了若干负面影响。

8) 无轨电车

1901年,第一条无轨电车线路在巴黎投入运营(见图1-6)。20世纪40年代末无轨电车的发展进入全盛时期。后由于汽车的崛起,无轨电车开始衰退。

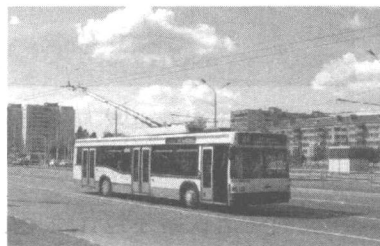


图 1-6 无轨电车

9) 单轨铁路(独轨铁路)

20 世纪初,单轨铁路开始在城市公共交通中出现。直到 20 世纪后半叶,随着悬挂式和跨座式单轨铁路技术的定型与成熟,使其逐渐成为现代化城市的公共交通工具(见图 1-7)。目前,日本是世界上修建单轨铁路最多的国家。

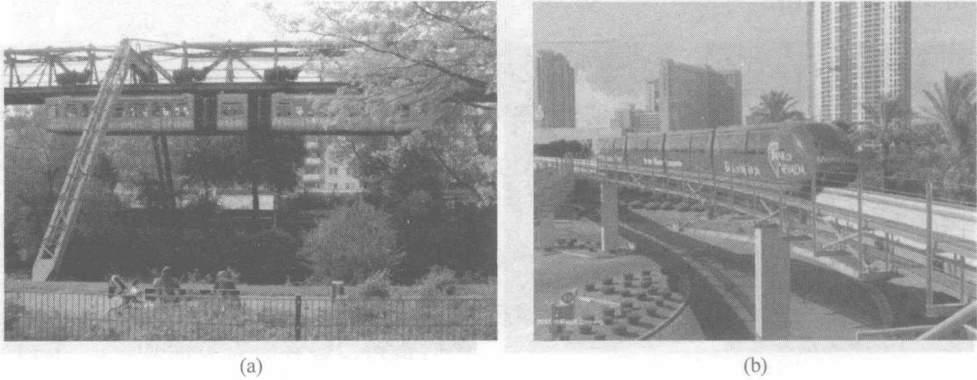


图 1-7 悬挂式独轨铁路(a)和跨坐式独轨铁路(b)

10) 轻轨

1955 年,联邦德国对旧式有轨电车系统进行改造,对新型轻轨车辆的研制成功,为现代轻轨系统的诞生奠定了基础。1978 年在第一届国际轻轨交通会议上,将在有轨电车基础上发展起来的新型、中运量轨道交通系统命名为 LRT(light rail transit)。它具有路权形式多样、行车速度快、乘坐舒适、噪声较低和车辆购置价格较高等特点。从 20 世纪 80 年代起,轻轨已成为世界各国城市发展轨道交通的首选技术之一。

11) 高速铁路

世界上对铁路速度等级进行的划分为: 100~120km/h 为常速; 120~160km/h 为中速; 160~200km/h 为准高速或称快速; 200~400km/h 为高速; 400km/h 以上为超高速。高速铁路是指通过改造原有线路(直线化、轨距标准化),使营运速率达到 200km/h 以上,或者专门修建新的“高速新线”,使营运速率达到 250km/h 以上的铁路系统。自 1964 年 10 月日本东海道新干线开通运营以来,世界高速铁路进入了新的历史阶段(见图 1-8)。

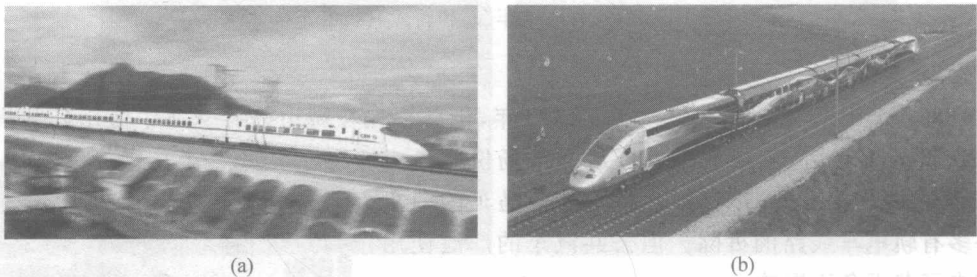


图 1-8 中国和谐号(a)和法国 TGV(b)高速列车

广义的高速铁路还包含使用磁浮技术的高速轨道运输系统(见图 1-9)。磁浮运输系统是一种非黏着、用直线电机驱动列车运行的新型陆上交通运输系统,具有速度更高、运行安全、乘坐舒适、自动控制、节省能源、无振动和低噪声等特点。

按目标速度划分,磁浮运输系统分为高速和低速两类。按磁浮力产生原理划分,磁浮运输系统分为超导磁斥型和常导磁吸型两类。



图 1-9 上海磁浮列车

1922 年德国工程师赫尔曼·肯培尔在提出磁浮列车概念时,还提出了真空管道运输的设想。它是一种无空气阻力、无摩擦的运输形式。其技术原理是在地面或地下建一个密闭的管道,用真空泵抽成真空或部分真空。在这样的环境中开行驶车辆(不一定是磁浮列车),行车阻力就会大大减小,可有效降低能耗,同时气动噪声也可大大降低,符合环保要求。该系统目前仍然处于研究阶段,尚无实质性的应用案例。

12) 新交通系统

1968 年提出新交通系统概念,20 世纪 70 年代中期开始研究开发,目前大多处于研究开发试运营阶段(见图 1-10)。新交通系统的核心是新型轨道交通系统和复合交通系统,前者包括 PM 系统和 PRT 系统,后者如有轨与无轨联运的导向公共汽车系统。鉴于上述系统中的列车或车辆均具有自动控制与导向运行的特征,因此又称为自动导向交通。

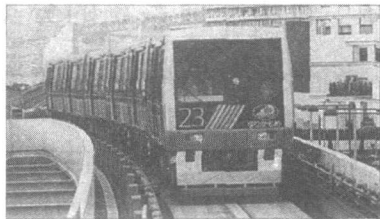


图 1-10 实验中的新交通系统

(1) PRT 线路:线路通向城市各处,采用小型车辆、自动控制、无人驾驶,乘客用智能卡启动车辆、车辆运行途中不停站、无换乘与搭乘的情形。它是为吸引私人汽车客流而研发的网络型、小运量城市公共交通系统。

(2) PM(AGT)线路:是为解决步行距离过远而研发的专线型、中运量城市公共交通系统。采用小型车辆、自动控制、无人驾驶、在固定线路上往返或循环运行。适用于中央商务区、机场与主题公园内密集人群的输送。

1.2 轨道交通的发展阶段

1. 初步发展阶段(1863—1924 年)

世界第一条地下铁道的诞生,为人口密集的大都市如何发展公共交通取得了宝贵的经验。特别是 1879 年电力驱动机车的研究成功,大大改善了地下铁道的环境,使得城市轨道交通由此步入了连续发展时期。这一阶段,欧美的城市轨道交通发展较快。

2. 停滞萎缩阶段(1925—1949 年)

由于战争和汽车工业的发展,造成了城市轨道交通的停滞和萎缩。汽车的灵活、便捷及

可达性,使其得到了飞速发展。城市轨道交通因投资大,建设周期长,一度失宠。有轨电车停滞不前,有些线路被拆除。由于地下空间对于战争的特殊防护作用,部分处于战争状态中的国家反而加速进行地铁的建设,如东京、大阪、莫斯科等。

3. 再发展阶段(1950—1969年)

汽车过度增加,使城市道路异常堵塞,行车速度下降,严重时还会导致交通瘫痪,加之空气污染,噪声严重,大量耗费石油资源,市区汽车有时甚至难以找到停车之处。这些问题使得人们重新认识到,解决城市客运交通必须依靠电力驱动的城市轨道交通。这期间有17个城市成为了新建地铁城市。

4. 高速发展阶段(1970年至今)

世界各国城市化的趋势,导致人口高度集中,要求城市轨道交通高速发展以适应日益增加的客流运输,科学技术的进步也为城市轨道交通奠定了良好的发展基础。很多国家都确立了发展城市轨道交通的方针,立法解决建设城市轨道交通的资金来源。这一阶段,地铁以每年1.4个城市的速度增长。

2018年的统计表明,世界上已有180多个城市建成了地铁系统,线路总长度接近14000km。当今世界的大城市和特大城市中,城市轨道交通已在公共交通系统中处于骨干(又称主动脉)地位。

1.3 轨道交通系统的分类

轨道交通是指服务于城市范围内客运、电力驱动的列车(车辆)在钢轨上或沿导向轨运行的城市公共交通系统。

轨道交通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线路上人工或自动控制导向运行;新型轨道交通的基本特征是胶轮车辆在导轨线路上自动控制导向运行。

1. 按历史沿革分类

按历史沿革及技术特征,轨道交通主要有市郊铁路、地铁、轻轨、单轨和自动导向交通5种类型。

(1) 市郊铁路:是位于城市范围内,连接市区与郊区,或连接中心城市与卫星城镇的铁路。市郊铁路具有干线铁路的技术特征,主要提供通勤服务。

(2) 地铁:一方面,地铁从早期单一地下隧道线路发展成地下隧道、高架和地面线路相结合的线路系统;另一方面,地铁从早期单一的重型地铁发展成包括重型地铁、轻型地铁和微型地铁在内的地铁家族。

重型地铁:即传统的普通地铁,轨道基本采用干线铁路技术标准,线路以地下隧道和高架线路为主,仅在郊区地段采用地面线路,路权专用,运量最大。

轻型地铁:一种在轻轨线路、车辆等技术设备、工艺基础上发展起来的地铁类型,路权专用,运量较大,采用高站台。

微型地铁:也称小断面地铁,采用直线电机驱动,隧道断面、车辆轮径和电动机尺寸均小于普通地铁,路权专用,运量中等,行车自动化程度较高。

(3) 轻轨:轻轨是从旧式有轨电车发展而来的。轻轨车辆的容量相对较小,与市郊列

车和地铁列车相比较,轻轨列车对轨道施加的荷载相对较轻。轻轨是一种技术标准涵盖范围较宽的轨道交通方式,高标准的轻轨接近于轻型地铁,而低标准的轻轨则接近于现代有轨电车。

轻轨线路敷设往往是因地制宜,既可修建在市区街道上,也可修建在地下隧道或高架轨道上。地面轻轨线路有三种形式:无平面交叉的路权专用线路、有平面交叉的路权专用线路、有平面交叉的路权共用线路。

(4) 单轨:单轨线路通常为高架结构,橡胶轮胎车辆在梁轨合一的单根轨道梁上(下)运行。有跨座式与悬挂式两种。

单轨的特点是占地少、噪声低,能适应小半径(30~50m)和大坡度(60‰~100‰)线路,但小时运能、运行速度低于地铁。

(5) 自动导向交通:指新交通系统中利用导轨导向、自动控制运行的新型轨道交通。导向运行方式有中央导向和侧面导向两种。

导向公共汽车线路:导向公共汽车在普通道路上以人工驾驶方式行驶,在导向线路上借助不同的导向控制技术导向行驶,所采用的导向控制技术主要有导轨导向、电磁导向和光电导向三种。

2. 按支承与导向制式分类

按支承与导向制式,轨道交通主要有钢轮钢轨、胶轮单轨和胶轮导轨三种类型。

(1) 钢轮钢轨系统:线路采用两根钢轨,车辆采用钢制车轮,支承与导向合一,钢轮与钢轨起支承、导向作用,利用轮轨黏着力驱动。如地铁、市郊铁路、有轨电车、轻轨等。

(2) 胶轮单轨系统:线路以高架结构为主、梁轨合一,车辆采用橡胶轮胎,支承与导向分开,走行轮与轨道梁起支承作用,导向轮与轨道梁起导向作用。如单轨交通系统。

(3) 胶轮导轨系统:线路多采用高架混凝土轨道,车辆采用橡胶轮胎,支承与导向分开,走行轮与轨道面起支承作用、导向轮与导向轨起导向作用,根据导向轨的位置,导向方式有中央导向和侧面导向两种。如PRT和PM系统。

3. 按小时单向运能分类

按小时单向运能,轨道交通主要有大运量、中运量和小运量三种类型。

(1) 大运量系统:小时单向运能为3万人次以上。如地铁和市郊铁路。

(2) 中运量系统:小时单向运能为1.5万~3万人次。如微型地铁、单轨、路权专用轻轨。

(3) 小运量系统:小时单向运能为0.5万~1.5万人次。如路权共用轻轨和自动导向交通。

需要注意的是,决定小时单向运能的基本参数是列车间隔、车辆定员与列车编组辆数。因此,按小时单向运能对轨道交通进行分类并不是绝对的。同一轨道交通类型、不同线路的运能相差较大,甚至处于不同的运量等级也并非罕见。

4. 按路权专用程度分类

按路权专用程度,轨道交通主要有全封闭、半封闭和不封闭三种类型。

(1) 线路全封闭型:线路全封闭,路权专用,轨道交通与其他交通无平面交叉。列车或车辆按信号指挥运行,行车速度快、安全性好。如地铁、市郊铁路、高标准轻轨、单轨和自动导向交通。

(2) 线路半封闭型: 线路半封闭, 大部分路权专用, 但轨道交通与其他交通有平面交叉, 平交道口设置防护信号, 轨道交通列车按设定条件优先通过。如中等技术标准的轻轨。

(3) 线路不封闭型: 线路不封闭, 路权共用, 轨道交通与其他交通车辆混合行驶, 受到干扰多, 行车速度较低。如低技术标准的轻轨。

5. 按线路服务区域分类

按线路服务区域, 轨道交通主要有市区线、市域线和区域线三种类型。

(1) 市区线: 线路的起讫点在中心城内, 为市区范围的出行提供客运服务。

(2) 市域线: 线路穿越中心城, 但线路的起讫点在中心城外围(近郊区), 为市区与近郊区、近郊区与近郊区之间的出行提供客运服务。

(3) 区域线: 线路呈放射状, 线路的一端通常位于中心城或中心城外围的轨道交通环线上, 另一端位于远郊区或都市圈卫星城镇, 为中心城与远郊区、中心城与都市圈卫星城镇间的出行提供客运服务。

1.4 轨道交通系统的构成

轨道交通的主要技术设备有五大类: 线路、车站、车辆及车辆基地、控制系统、其他重要的设备系统。

1. 线路

(1) 线路种类: 按其在运营中的作用, 轨道交通线路分为正线、辅助线和车场线三类。

正线: 连接两个车站并从区间伸入或贯穿车站、行驶载客列车(载客列车行驶速度快, 对线路道岔技术要求更高)的线路。包括区间正线和车站正线。

辅助线: 指车站内进行列车到发、通过、折返作业的线路, 停放列车的线路, 列车进出车辆段(停车场)的线路, 以及将线网中的不同线路、车辆段与铁路连接起来的线路。一般不行驶载客列车(一般作业速度偏慢, 可采用更低技术标准的线路道岔)包括车站侧线、折返线、渡线、存车线、出入段线、安全线和联络线等。

车场线: 是车辆段(停车场)内进行车辆停放、编组、列检、检修、清洗和调试等作业的线路。包括停车线、列检线、洗车线、牵出线 and 试车线等。

(2) 线路敷设方式: 轨道交通线路敷设有地下、高架和地面三种方式。

地下线路敷设: 按埋设深度有浅埋、中埋和深埋等情形。隧道横断面形式有单跨矩形、双跨矩形、圆形和马蹄形等。采用无渣轨道结构和“高站位、低区间”的节能纵坡纵断面设计。

高架线路敷设: 敷设在高架桥上, 大都采用混凝土结构, 其墩柱应具有足够的强度和稳定性, 造型设计还应与城市景观协调。

地面线路敷设: 有路权共用和路权专用两类。路权共用的地面线路通常敷设在街道上, 有布置在道路两侧、道路一侧、道路中央等情形。

(3) 线路主要技术标准: 按远期高峰小时单向运输能力, 大运量轨道交通通常采用 A 型车或 B 型车, 中运量轨道交通通常采用 C 型车(见表 1-1)。

表 1-1 轨道车辆类型

基本车型	线路类别	A 型车 (3m 宽)	B 型车 (2.8m 宽)	C 型车 (2.6m 宽)
最小曲线半径/m	正线	300~350	250~300	50~100
	辅助线	150~250	150~200	25~80
最大坡度/‰	正线	30~35	30~35	60
	辅助线	40	40	60
钢轨质量/(kg/m)	正线	≥60	50~60	50
	辅助线	≥50	≥50	50

由于小半径曲线有许多缺点,如轮轨磨耗大、噪声大等,实践中应尽量避免采用小半径曲线。

车站应尽可能设置在直线上,高架车站与地面车站的线路一般应采用平坡,地下车站的线路考虑排水需要,需设置 2‰~3‰ 的坡度等。

(4) 限界:限界是指为了保证列车在线路上的运行安全,防止车辆与沿线设备、建筑物发生碰撞而规定的车辆、设备和建筑物不得超出或侵入的轮廓尺寸线,是工程建设、设备和管线安装等必须遵守的依据。

◇ 车辆限界是车辆在正常状态下的最大动态轮廓尺寸线。

◇ 设备限界介于车辆限界与建筑限界之间,是安装沿线设备不得侵入的轮廓尺寸线。

◇ 建筑限界是线路必须具有的最小有效断面的轮廓尺寸线。

所有限界均按列车以计算速度在直线段运行条件进行确定。

2. 车站

轨道交通车站是乘客上下车、换乘的场所,也是列车到发、通过、折返或临时停车的地点。

(1) 车站的分类:可以从不同的角度进行分类。

◇ 按运营功能分为终点站、中间站、折返站和换乘站。

◇ 按是否具有站控功能分为集中控制站和非集中控制站。

◇ 按站台形式分为岛式站台车站、侧式站台车站和岛侧混合式车站。

◇ 按客流量大小分为不同等级的车站。

◇ 按是否有人管理分为有人管理站和无人管理站。

◇ 按线路敷设方式分为地下站、高架站和地面站。

(2) 车站的选址:车站选址应考虑沿线土地利用规划,将车站设置在大型客流集散点,并尽可能与附近的交通枢纽、商业中心融为一体,以吸引客流,缓解地面交通拥挤。

站间距的合理确定要基于对乘客出行时间、车站造价和运营费用的综合考虑。延长站间距会增加乘客到站距离,从而增加到站时间,但能提高列车运行速度,从而减少乘车时间,还能减少车站数量和列车停车次数,从而降低车站造价和运营费用。

站间距确定的原则:在市区客流较大区段,站间距可适当较短,约为 1000m;在郊区客流较小的区段,站间距宜适当延长,为 1500~2000m。

此外,车站选址还应考虑地质、地形、景观、施工难易程度、拆迁工作量等因素。

(3) 车站基本构成:车站一般由出入口、站厅、站台和生产用房等组成,通道、扶梯和自

动扶梯将出入口、站厅和站台连接起来。在决定车站规模和设备容量的各项因素中,最重要的是车站远期高峰小时最大客流量。

出入口:是乘客由地面进入站厅或由站厅到达地面的通道。出入口的位置应满足城市规划、交通功能的要求,与客流进出主要方向一致,并尽可能与换乘枢纽、商场、办公楼、停车场等相连通。

站厅:站厅区域可分为非收费区、收费区、作业管理区、机电设备区等。

站台:站台供列车停靠和乘客候车、上下车使用。站台长度按远期列车长度加上停车预留距离确定。站台宽度根据类型、高峰客流量、列车间隔时间和楼梯位置等因素决定。站台高度有高站台和低站台两种。

车站生产用房主要有作业用房、管理用房和设备用房三类。

◇ 行车、客运用作业用房包括车站控制室、售票室、广播室、问讯处和休息室等。

◇ 车站管理用房包括站长室、站务室、票务室、警务室和储存室等。

◇ 各种设备用房包括通信、信号、自动售检票、变电、环控、屏蔽门、防灾和给排水等设备用房。

3. 车辆及车辆基地

(1) 车辆:车辆是输送乘客的运载工具,轨道交通车辆不但应保证安全、快速、大容量等功能,具有良好、舒适的乘车环境,还应节能,并在外观设计方面有助于美化城市景观、环境。

轨道车辆大都采用电力牵引,但市郊铁路也有采用内燃机车牵引的情形。车辆通常是编组成列车运行,并且大都采用动拖组合、全列贯通的编组形式。例如,地铁列车在6节编组时,列车中的动拖组合可以是:Tc-Mp-M-M-Mp-Tc形式(Tc是带司机室拖车、Mp是带受电弓动车、M是不带受电弓动车)。

(2) 车辆分类:

◇ 按技术特征的不同分为地铁车辆、轻轨车辆、单轨车辆等。

◇ 按支承、导向制式的不同分为钢轮车辆、胶轮车辆。

◇ 按容量的不同分为大容量车辆、中容量车辆、小容量车辆。

◇ 按车辆质量不同分为重型车辆、轻型车辆。

◇ 按牵引动力配置的不同分为动车、拖车。

◇ 按牵引电机种类不同分为旋转电机车辆、直线电机车辆。

(3) 车辆基本构造:车辆的基本构造包括车体及附属设备、走行部(转向架)、牵引动力装置、制动装置、车钩缓冲装置和电气系统等。

① 车体及附属设备:车体是车辆中乘坐乘客、司机驾驶的部分,分有司机室车体和无司机室车体两种。车体由底架、侧墙、端墙、顶板、车门与车窗等组成。车体一般采用轻质合金材料,以降低车辆自重。

附属设备有两类:一类是与乘车环境有关的设备,包括座椅、拉手、照明、空调、通风设备等;另一类是与车辆运行、控制有关的设备,包括蓄电池、继电器箱、主控制器箱、空气压缩机、牵引箱等。

② 走行部:又称为转向架,是引导车辆沿钢轨或轨道(梁)运行,将荷载、冲击力等传递给轨道。分为动车转向架和拖车转向架、钢轮转向架和胶轮转向架。转向架一般由构架、轮对轴箱装置和弹簧减振装置等组成,动车转向架还装有牵引电动机及传动装置。