

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
LIECHE YUNXINGTU BIANZHI LILUN YU FANGFA

城市轨道交通 列车运行图编制理论与方法

王媛媛 / 编著



西南交通大学出版社

城市轨道交通列车运行图 编制理论与方法

王媛媛 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书充分借鉴和参考以往的研究成果,综合运用轨道交通运输组织、最优化理论、系统工程等学科的相关理论,对城市轨道交通运行图编制相关问题进行了深入研究。主要内容涵盖了城市轨道交通运输计划、行车组织、客流分析、列车运行图编制概述、大小交路行车计划编制模型与算法、共线交路运行图编制模型与算法、网络列车运行衔接协调优化等方面。本书可供从事城市公共交通网络规划与设计、运营决策及相关研究的科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通列车运行图编制理论与方法 / 王媛媛
编著. —成都:西南交通大学出版社, 2015.10
ISBN 978-7-5643-4306-4

I. ①城… II. ①王… III. ①城市铁路—轨道交通—
列车运行图—编制—研究 IV. ①U284.48

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 222809 号

城市轨道交通列车运行图编制理论与方法

王媛媛 编著

责任编辑 周 杨
封面设计 墨创文化

出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	四川森林印务有限责任公司
成 品 尺 寸	185 mm × 260 mm
印 张	12.5
字 数	311 千
版 次	2015 年 10 月第 1 版
印 次	2015 年 10 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-4306-4
定 价	38.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

前言

列车运行图是轨道交通运输工作的生产计划,其编制质量的高低直接影响运输组织的效率和安全。与国有铁路列车运行图的编制相比,城市轨道交通运行图的编制具有其自身的复杂性。近年来,我国城市轨道交通网络大规模建设,上海、北京、广州等城市已逐步进入网络化运营阶段,在城市轨道交通网络建设过程中,部分线路的结构形式和客流特征也变得越来越复杂,列车运行交路从单一交路模式逐步发展为复杂交路模式,为运行图的编制工作带来了新的挑战。

本书充分借鉴和参考以往的研究成果,综合运用轨道交通运输组织、最优化理论、系统工程等学科的相关理论,对城市轨道交通运行图编制相关问题进行了深入研究。本书的研究内容主要包括以下几个方面:

(1)城市轨道交通系统概述。介绍城市轨道交通系统分类、技术经济特性、运营特征以及运营发展趋势等。

(2)城市轨道交通运输计划与行车组织分析。城市轨道交通运输计划包括客流计划、全日行车计划、列车运行图、车辆配备计划、列车交路计划等,各个计划之间相互影响,相互联系,互为反馈,对各个运输计划的编制资料、编制流程和方法进行分析。

(3)城市轨道交通客流分析。城市轨道交通的客流是动态性质的,对城市轨道交通客流特征,包括一般特性、时间特征、空间特征以及网络化客流特征进行分析,在此基础上分析客流变化规律以及客流预测、客流调查等。

(4)分析了城市轨道交通列车运行图的特征、要素、编制数据以及编制原则等相关基础理论,为运行图编制模型的构建奠下了基础。

(5)以最小化乘客出行成本和企业运营成本为优化目标,以乘客需求、线路通过能力为约束,构建了关于大小交路模式行车计划优化编制的双目标混合整数非线性模型,采用理想点法将以上模型转化为单目标模型;从乘客在途时间成本和等待时间成本两方面,细致地分析了大小交路模式下乘客出行成本的计算方法;对折返站的选取、小交路区段客流比重作了灵敏度分析,得出了折返站对成本的影响趋势,以及小交路区段客流比重对列车开行对数、大小交路列车开行比例以及企业运营成本的影响趋势。

(6)对共线交路相关概念进行定义,深入分析了共线交路模式下列车运行图编制的关键问题,主要包括行车间隔、折返模式、折返站间隔时间、车底运用方式以及车底出入库方式;以列车发车间隔的分时段均衡性为优化目标构建了列车始发布点方案编制模型,在此基础上,以车底接续总时间最小为下层目标,以列车始发时刻与列车始发布点方案的偏差最小为上层

目标，构建了关于共线交路列车运行图编制的双层规划模型，实现了列车运行图与车底交路计划的一体化编制。

（7）列车运行衔接协调是城市轨道交通网络化运输组织的重要内容。降低乘客换乘等待时间是轨道交通网络列车运行衔接协调的重要目标。分析了换乘等待时间的表示方法；针对城市轨道交通网络的大系统特性，借鉴大系统优化的递阶控制方法和分解协调优化方法，生成网络中的线路换乘衔接方案；以最小化乘客总换乘等待时间为目标，构建了“换乘衔接对-线路换乘衔接方案”的二级协调优化模型。

（8）计算机编制城市轨道交通列车运行图是实现城市轨道交通运营组织设计工作信息化和智能化的重要内容。从需求分析、系统数据分析、总体设计和关键技术设计等方面进行城市轨道交通列车运行图计算机编制系统设计。

作 者

2015 年 7 月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 研究背景	1
1.2 国内外研究现状	11
1.2.1 城市轨道交通	11
1.2.2 行车计划	13
1.2.3 城市轨道交通列车运行图	13
1.2.4 现有研究中存在的问题	24
1.3 研究内容及研究目标	25
1.3.1 研究目标	25
1.3.2 主要内容	25
1.4 本书的结构安排	27
第2章 城市轨道交通系统概述	29
2.1 城市轨道交通系统分类	29
2.1.1 按基本技术特征分类	29
2.1.2 按路权及列车运行控制方式分类	30
2.1.3 按高峰小时单向运输能力分类	30
2.2 城市轨道交通系统的技术经济特性	31
2.2.1 地下铁道系统	31
2.2.2 轻轨铁路系统	31
2.2.3 市郊铁路系统	32
2.2.4 独轨铁路系统	32
2.3 城市轨道交通运营特征	32
2.4 城市轨道交通运营发展趋势	33
2.4.1 单线独立运营向多线网络化运营过渡	33
2.4.2 城市公共交通一体化管理	34
2.4.3 城市轨道交通与铁路枢纽线路之间实现过轨运输	34
2.4.4 城市轨道交通行车组织发生较大变化	35
2.4.5 城市轨道交通运营信息化	35
本章小结	36
第3章 城市轨道交通运输计划与行车组织	37
3.1 运输计划	37
3.1.1 客流计划	37

3.1.2 全日行车计划	39
3.1.3 车辆配备计划	42
3.1.4 列车交路计划	44
3.2 行车组织	46
3.2.1 行车组织基本概念	46
3.2.2 行车组织的基本规定	48
3.2.3 行车组织指挥架构	48
3.2.4 行车指挥基本规定	50
本章小结	50
第4章 城市轨道交通客流分析	51
4.1 城市轨道交通客流概述	51
4.2 城市轨道交通客流特征	52
4.2.1 城市轨道交通客流一般特性	52
4.2.2 城市轨道交通客流时间特征	52
4.2.3 城市轨道交通客流空间特征	54
4.2.4 城市轨道交通网络化客流特征	54
4.3 城市轨道交通客流变化规律	55
4.3.1 客流不确定性分析	55
4.3.2 城市轨道交通客流的影响因素	56
4.3.3 城市轨道交通客流成长规律	58
4.4 城市轨道交通客流预测	59
4.4.1 客流预测模式	59
4.4.2 客流预测方法	60
4.5 客流调查	62
4.5.1 客流调查种类	62
4.5.2 客流调查汇总指标	63
本章小结	64
第5章 列车运行图编制概述	65
5.1 城市轨道交通列车运行图概述	65
5.1.1 列车运行图概念及特征	65
5.1.2 列车运行图图形表示方法	66
5.1.3 列车运行图的分类	68
5.1.4 列车运行图要素	70
5.2 城市轨道交通列车运行图的编制	76
5.2.1 列车运行图的编制原则和步骤	76
5.2.2 列车运行图编制数据	77
5.2.3 城市轨道交通列车运行图编制的总体结构与流程	78

5.2.4 列车运行图的编制方法	80
5.2.5 列车运行图编制质量的检查	81
5.2.6 列车运行图的指标计算	82
5.2.7 列车运行图的使用	83
5.3 实际列车运行图的铺画和调度工作统计	84
5.3.1 实际运行图的作用	84
5.3.2 列车运行记录	84
5.3.3 列车运行指标	85
5.3.4 调度工作的统计	87
5.3.5 调度工作的分析	88
本章小结	89
第 6 章 大小交路模式下车计划编制模型及算法	90
6.1 问题的描述	90
6.2 大小交路模式抽象描述	90
6.3 模型的构建	91
6.3.1 基本假设	91
6.3.2 乘客出行成本	92
6.3.3 运输企业运营成本	94
6.3.4 数学模型	95
6.4 模型的求解	96
6.5 算例分析	96
6.5.1 参数输入	96
6.5.2 求解结果	98
6.5.3 灵敏度分析	99
本章小结	101
第 7 章 共线交路模式下列车运行图编制模型及算法	102
7.1 复杂交路形式	102
7.1.1 线路网络结构特征	102
7.1.2 特殊运输组织方式	103
7.2 共线交路抽象描述	104
7.3 共线交路运行图编制关键问题分析	105
7.3.1 行车间隔的确定	105
7.3.2 折返模式	106
7.3.3 折返站间隔时间	106
7.3.4 车底运用方式	108
7.3.5 车底出入库方式	109
7.4 列车始发点方案模型及求解	110

7.4.1 模型基本假设	110
7.4.2 列车始发点方案编制模型及求解	111
7.5 共线交路运行图编制双层规划模型	112
7.5.1 模型总体思路	112
7.5.2 下层模型的构建	113
7.5.3 上层模型的构建	114
7.6 共线交路运行图编制算法设计	117
7.6.1 算法思路和流程	117
7.6.2 算法设计	120
7.7 算例分析	125
7.7.1 实例数据	125
7.7.2 求解结果	127
本章小结	127
第 8 章 城市轨道交通网络列车运行衔接协调优化	128
8.1 城市轨道交通网络抽象描述	128
8.2 列车运行衔接协调特征	130
8.3 换乘等待时间	131
8.4 网络列车运行衔接协调优化模型	132
8.4.1 模型的思路	132
8.4.2 基本假设	132
8.4.3 线路换乘衔接方案	133
8.4.4 单一换乘衔接对协调优化模型	134
8.4.5 网络列车运行衔接协调综合优化模型与求解	136
8.5 算例分析	136
本章小结	139
第 9 章 计算机编制城市轨道交通列车运行图系统设计	140
9.1 系统设计原则	140
9.2 系统业务流程分析	141
9.3 系统功能需求	143
9.4 系统性能需求	145
9.4.1 主要技术原则	146
9.4.2 系统主要技术指标	146
9.4.3 软件安全基本要求	146
9.4.4 人机界面要求	147
9.5 数据库设计	147
9.5.1 系统数据分析	147
9.5.2 系统数据管理特征	150

9.5.3 数据库设计要求	150
9.5.4 数据库选型	151
9.5.5 数据结构	152
9.6 系统功能设计	157
9.6.1 数据管理及维护子系统	158
9.6.2 客流特征分析子系统	158
9.6.3 车辆选型与列车编组设计子系统	159
9.6.4 列车运行交路子系统	160
9.6.5 全日行车计划子系统	160
9.6.6 列车运行图编制子系统	160
9.6.7 列车牵引计算子系统	161
9.6.8 车站辅助配线子系统	161
9.6.9 指标统计子系统	161
9.7 系统总体设计	161
9.7.1 系统总体技术路线	161
9.7.2 系统总体设计方法	162
9.7.3 系统总体设计构想	164
9.7.4 系统设计中面临的难题	168
9.7.5 系统结构设计	169
9.8 系统运行环境及开发工具	174
9.8.1 系统运行环境	174
9.8.2 系统开发工具	174
本章小结	175
结 论	176
参考文献	179
附录 1 共线交路理想初始布点方案	186
附录 2 共线交路列车运行图	189

第1章 绪论

随着国民经济的飞速发展,城市化进程加快,城市客运需求的增长及城市路面交通的拥挤促使了城市轨道交通系统的产生与发展。城市轨道交通系统是指主要服务于城市客运交通,通常以电力为动力,以轮轨运行方式为特征的车辆与轨道等各种相关设施的总和。它具有运力大、速度快、安全准时、节约能源以及有效缓解路面交通拥挤和有利于环境保护等优点。现代城市轨道交通包含多种形式,其中技术成熟并已经作为城市公共交通正式运营的城市轨道交通主要包括市郊铁路、地下铁道、轻轨交通以及有轨电车等几种类型,从我国的运营实际看,地下铁道最具普遍性。本书在讨论城市轨道交通运行图编制相关问题时主要以地铁和轻轨系统为主,在运营系统的组织架构及运营组织特点上参考目前国内外已开通的各城市轨道交通系统。

1.1 研究背景

1. 城市轨道交通快速发展

城市轨道交通具有运量大、速度快、安全、准点、保护环境、节约能源等特点。世界各国普遍认识到:解决城市交通问题的根本出路在于优先发展以轨道交通为骨干的城市公共交通系统^[1-2]。世界上第一条地下铁道于1963年1月10日首先在伦敦建成,至今已有139年的历史。其开通时采用蒸汽机车牵引,经过27年到1890年改为电力牵引。据有关资料统计,从1863年到1899年有7个城市修建了地下铁道,从1900年到1949年,世界上又有13个城市修建了地下铁道。二次世界大战后,伴随着各国城市的快速发展,地下铁道发展极为迅速。据日本地下铁道协会统计,到1999年全世界已有115个城市建成了地下铁道,线路总长度超过了7000 km,许多国际大都市拥有完整的轨道交通系统,建成了复杂的轨道交通网络。在世界主要大城市中,如纽约、巴黎、伦敦、东京、莫斯科等具有发达的轨道交通系统,在公共交通中占了较高比重,是城市经济的重要组成部分。

1) 巴 黎

巴黎(Paris)是法国的首都,市区面积105 km²,总面积达 1.2×10^4 km²。巴黎市内交通具有轨道交通、公共汽车、出租车三种形式。其中轨道交通系统起到了核心骨干作用,现有16条线路穿行于巴黎城下,纵横交错,四通八达,可以将乘客送至巴黎市区的任何一个角落。除了13条穿行于城市和巴黎边缘的地铁外,还有A、B、C、D、E伸向不同方向的5条市域轨道交通线RER(Réseau express régional),它们将巴黎与周围的远郊连成一体。巴黎地铁分为内城和外城两个系统,内城地铁标志是M即Metro,运行范围在二环之内,该系统现在共

有 16 条线，用数字编号 1-16 号表示，即 M1-M16；外城地铁标志是 RER，一共有 5 条线。巴黎城市轨道交通网络如图 1-1 所示。

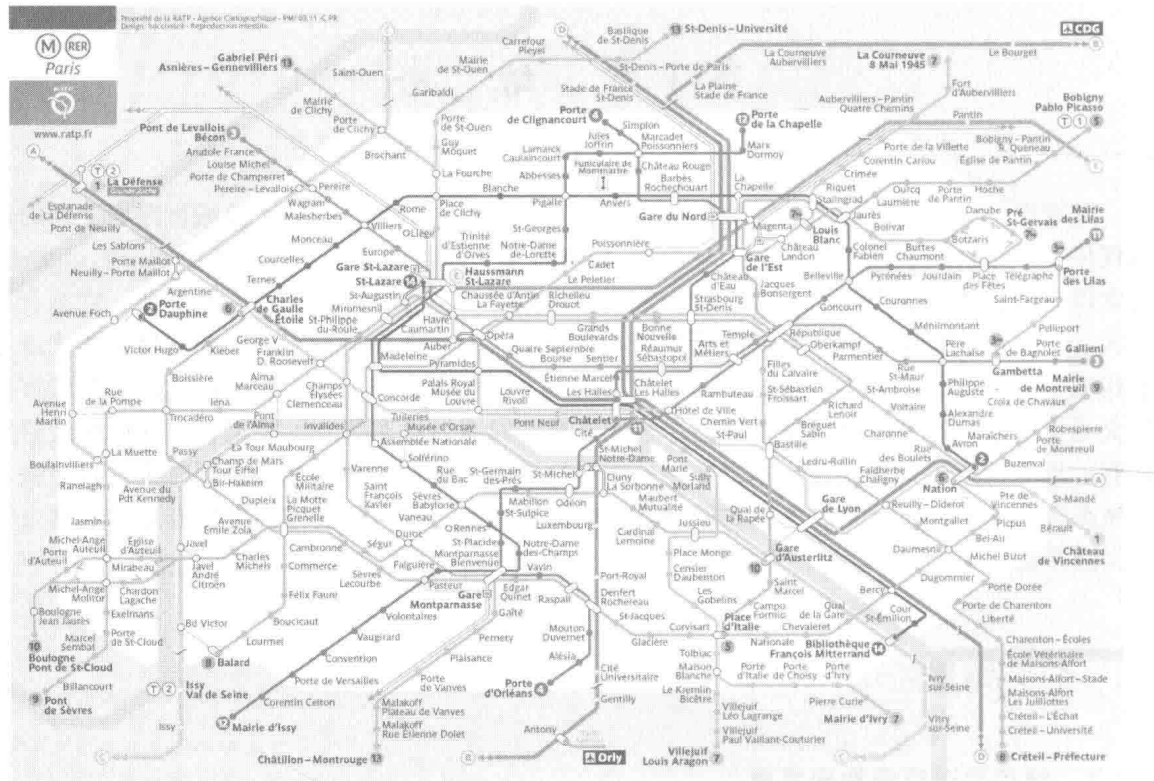


图 1-1 巴黎城市轨道交通网络

（1）内城地铁系统。

巴黎地铁网线路按东西、南北走向交替建成，均匀覆盖整个市区，内城地铁主要有以下几个特点：巴黎内城地铁网络线路较短、车站多，站间距离较小，最小站间距不足 200 m，平均站间距 579 m；网络密度大、大部分线路分布在市区地铁线路距中心区最大辐射半径仅 11.5 km，地铁网络呈蜘蛛网状，主要分布在巴黎市区，市区线路占总长度的 80%。

（2）外城地铁系统——城市轨道交通 RER 线。

巴黎是典型的多中心城市结构。经济现代化带来了城市人口的急剧增长，给城市交通造成了沉重的压力。为缓解交通紧张状况，实现早、晚高峰快速运送在远郊居住而在巴黎工作的人进出城，巴黎建设了快速轨道交通 RER 线路。RER 轨道线路呈放射状分布，全线采用穿城而过的形式，RER-A、RER-B 等几条城市轨道交通通过少量分支的形式将郊区新城、主要城镇和重要活动场所与市中心直接相连。RER 线运营组织方式灵活，为了适应客流不均的特点。距离市中心 15 km 半径范围内每 15 min 发 1 列车，距离市中心 30 km 范围内每 30 min 发 1 列车。在高峰时段内，列车数量根据运量的需求来决定，一般为平峰时段的 2 倍，有时达到 4 倍，线路车站间距如表 1-1 所示。

RER 线路与巴黎的其他轨道交通系统相连，由 RATP（巴黎大众运输公司）和 SNCF（法国国营铁路公司）共同经营管理，以 Gare du Nord 站为分界点，北延伸段为 SNCF 管理，南延伸段为 RATP 管理。

表 1-1 巴黎 RER 线站间距离

RER 线路	线路长度 (km)	车站数	平均站距 (km)	经营公司
A 线东支线	75	35	2.2	巴黎公交总公司 (PATP)
B 线南支线	40	33	1.25	
B 线北支线	42	15	3	法国国营铁路公司 (SNCF)
C 线	169	73	2.35	
D 线	35	10	3.9	
A 线西支线	45	9	5.6	

(3) 区域快速轨道 RER 线与内城系统地铁的区别。

① 服务的范围不同。

内城地铁网络总长 211.3 km，由 15 条线组成，平均线路长度约为 15 km，其主要服务于巴黎市中心地区。而区域快速线是服务整个大巴黎地区的，该网络规划为 6 条线路，总长 700 km，线路平均长度 100 km，服务面积扩大到了 8 400 km² 左右的范围。A、B、C 三条 RER 线路每天合计运送乘客 100 多万人。

② 站间距离不同。

RER 网络站间距离较大，平均站间距 2.27 km。例如，在离巴黎 25 km 的戴高乐机场旁就有 RER 车站，走下飞机的乘客先乘机场提供的免费公共汽车到 RER 车站，然后搭乘 RER 车，半小时之内便到达市区，再换乘地铁或公共汽车，能够很快到达目的地。

③ 编组数量。

RER 列车在高峰时采用 9 辆编组，列车长度远超地铁，巴黎地铁列车多为 5 辆编组，少数线路使用 6 辆编组。因此，RER 车站站台规模也大大超过地铁站。巴黎最大的夏特莱车站是多条地铁站的交汇点，其中 RER 列车站站台长 315 m、宽 82 m，是目前世界上最大的地下车站站台。

2) 伦 敦

英国首都伦敦土地面积 1 579 km²，人口约 730 万。伦敦地铁运营至今，在几个方面堪称世界之最：第一，地铁通车全世界最早，第一条路线于 1863 年开始运营，其后线路不断增加和扩延；第二，伦敦地铁网在全世界是最密集和复杂的，目前共有 12 条线路，275 个车站，几十个交汇换乘点；第三，伦敦地铁和各种指示标识也是最多最方便的，换乘站换乘线路、车站出口及每个出口都通向地面场所，都有清楚标志。伦敦地铁总长度超过 400 km 的线路网，有 160 余 km 的线路位于隧道内，其中 96 km 长的隧道采用明挖法施工。线路的最大坡度为 33%。旧线的最小曲线半径为 100 m，新建的为 402 m。大伦敦是一个长宽各 40 km 的城市，环状划分为一到六区，12 条地铁线在 6 个区里纵横交错，其中 11 条穿过市中心所在的一区。不少一区的车站像贝克街一样，必须在地下修建成上下若干层，以供几条线路同时使用。随着城市的发展，几乎所有的地铁线路都建设了延长线。

伦敦有多条连接伦敦市中心与外伦敦区的轨道交通线，其中这些线与市中心地铁是直接

接驳的，向郊区地区辐射、主要承担至伦敦中心区的通勤出行等交通任务。以伦敦地铁环为中心，向东南地区高密度辐射，主要承担至伦敦中心区的通勤出行任务。伦敦郊区铁路终止于地铁环线周围，但与东京不同的是这些郊区铁路终点站不在地铁环线上，地铁与郊区铁路间不能实现过轨运输。郊区铁路（国铁）与地铁线路之间是通过铁路车站大型换乘枢纽实现的，郊区铁路进入市区的乘客必须在换乘枢纽站换乘地铁进入中心区。伦敦地铁通过不同的颜色区分不同的线路，如图 1-2 所示。

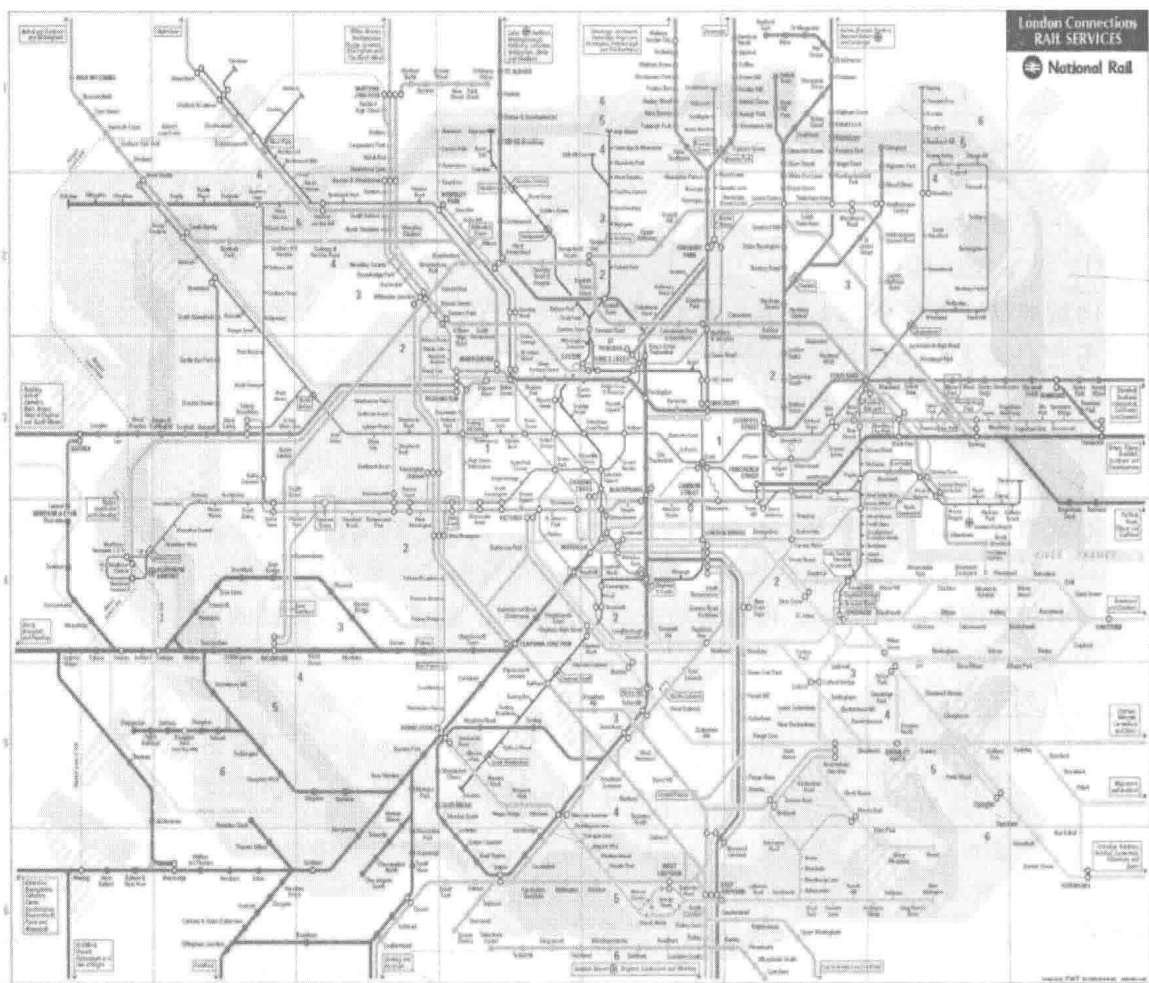


图 1-2 伦敦城市轨道交通网络

伦敦地铁主要由英国地铁公司管理，该公司成立于 1985 年，下设许多专业管理部门，铁轨、信号、车站管理、保安、服务等各部门之间分工协作，从成立到现在，已经形成一整套严格有序的管理模式。

3) 东 京

东京地铁是服务于日本东京都区部及其周边地区的城市轨道交通系统，目前由东京都交通局，京王地铁，小田急电铁等公司共同营运 13 条线路。东京地铁于 1927 年 12 月开通银座至浅草寺路段，东京由此成为亚洲最早拥有地铁的城市。东京地铁系统拥有 285 个车站，

东京市域快速轨道交通与市区地铁的衔接主要通过以下几种方式来实现：一是在山手环线上建立大型换乘中心，实现私铁、国铁 JR 与市区地铁之间的相互换乘；二是城市圈内市际间通过国铁 JR 线直接进入中心区的东京中央火车站；三是在市区地铁线路与私铁间组织过轨运输，以实现不同轨道交通系统之间的零换乘。各民营线路与 JR 线路之间的联运使交通变得更加方便。

东京轨道交通线路及各线路相交的换乘节点星罗棋布。据不完全统计，仅武藏田环线以内，大小换乘节点数多达 112 个。节点上少则 2 条线路相交，多则 5 条线路交汇；东京站就可换乘 JR 新干线等 10 条线路。东京市城市轨道交通与其他大型客流集散点的衔接，主要表现在与东日本新干线和国际机场的连接换乘极为方便。新干线可在新横滨、品川、东京、上野、大宫等 5 站实施不出站换乘，成田、羽田两大国际机场更有专门的轨道交通线路深入到机场登机桥附近。

4) 柏林

德国是联邦制国家，设立联邦、州和地方三级行政管理体制，城市主要分为：特大城市，主要指联邦直辖市，即柏林、汉堡、不莱梅；大城市，一般为各个州的州府，如下萨克森州的汉诺威市；中小城市，主要为各州内除州府外的其他各城市。德国城市公共交通层次分明，特大城市、大城市的公共交通体系一般由地下铁路（U-Bahn）、市郊铁路（Stadtbahn）、有轨电车（Strassenbahn），公共汽车（H-Bahn）组成。中小城市的公共交通体系主要由 S-Bahn、H-Bahn 组成，部分小城市仅有 H-Bahn。

柏林市为德国首都，面积为 891 km^2 ，总人口为 350 万。柏林的轨道交通发展已有 100 多年的历史。目前，主要轨道交通工具有 U-Bahn、S-Bahn，U-Bahn 覆盖柏林市中心及某些郊区，全长 152 km，共有 170 个车站，站间距一般为 0.8 km，客流量为 4 亿人次；S-Bahn 覆盖距离市中心比较远的地区，主要在东柏林接驳 U-Bahn 未能覆盖的区域。目前已投入运营的 S-Bahn 有 16 个线路，总长 326 km，客流量为 5 亿人次。柏林 S-Bahn 隶属于德国铁路公司 Deutsche Bahn，但其运营是与 BVG 紧密联系在一起的，事实上许多车站都是 S-Bahn 和 U-Bahn 线共用的。柏林地铁线网示意图如图 1-4 所示。

5) 中国香港

香港位于中国南海之滨珠江口东侧，由香港岛、九龙半岛和新界组成，面积为 $1\,092 \text{ km}^2$ ，有 650 万人口左右。香港约有 90% 的市民使用公共交通工具。香港轨道交通网络，包括一条机场快线及五条地铁行车线：观塘线、荃湾线、港岛线、东涌线及将军澳线，全长 84 km，共有 44 个车站。香港地铁网络自 1979 年底分阶段通车，而东涌线及机场快速线也在 1998 年启用。机场快速线加强了机场与市中心的联系，机场的乘客可方便地换乘到达香港市中心的轨道交通，起到市域快速轨道交通线的作用。香港地铁和市域快速轨道交通线无论在客流量还是技术标准等均有一定的差别，两者的基本情况如表 1-2 所示。

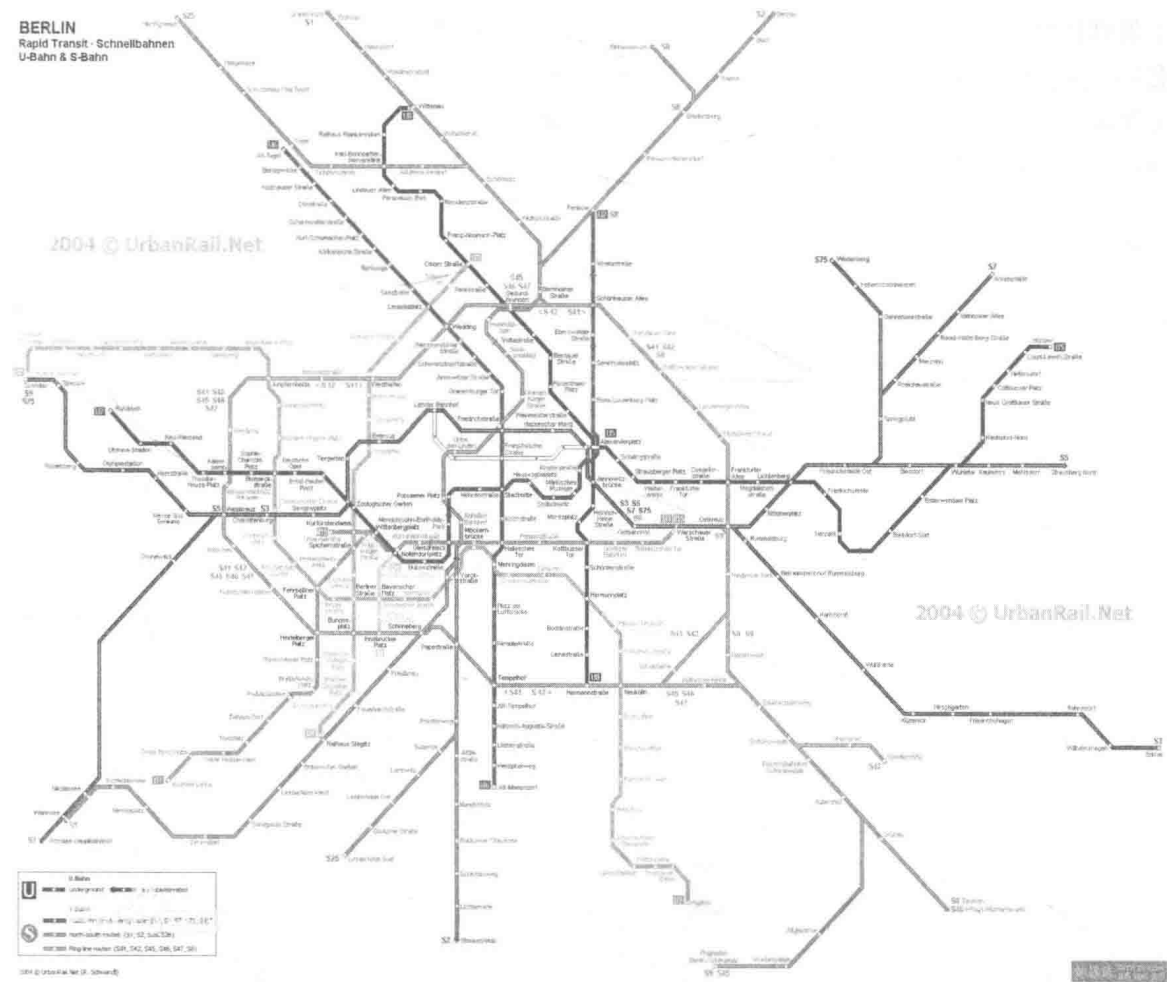


图 1-4 柏林地铁线网示意图

表 1-2 香港地铁和市域快速轨道交通线的区别

项 目	地 铁	市域快速轨道交通线
经营单位	香港地铁公司	九广铁路公司
运营类型	全部地铁	市域快速轨道交通线
线路长度	84 km	34 km
线路数量	5 条	1 条
车站数量	44 座	13 座
平均出行距离	4.8 km	10.5 km
运行间隔	高峰时间 1 min 52 s, 非高峰时间 3~10 min	高峰时间 3 min, 非高峰时间 5~6 min

从国内角度看，当前城市不断扩张，机动车更是超越道路设施发展速度而迅猛增长，交通拥堵问题愈加凸现，市民渴望畅顺出行的诉求也愈加强烈，一些城市疾呼政府提升公共交通服务，以进一步提升城市生活幸福感。此外，在城市人口和经济快速增长以及节能减排、