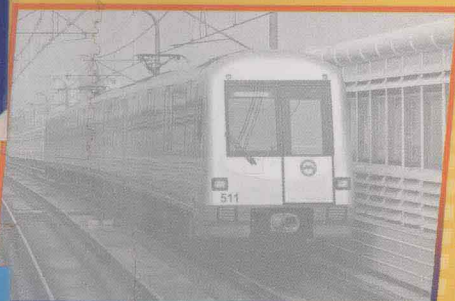
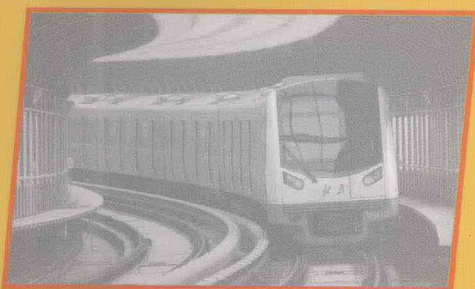


BEIJING CHENGSHI
GUIDAO JIAOTONG
WANGLUOHUA YUNYING



北京城市轨道交通 网络化运营

《北京城市轨道交通网络化运营研究》项目组



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

BEIJING CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
WANGLUOHUA YUNYING

北京城市轨道交通 网络化运营

北京城市轨道交通
网络化运营研究课题组 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书共 8 章。内容包括绪论、国内外城市轨道交通网络化运营现状和趋势、城市轨道交通网络化运营的特点及分析、北京城市轨道交通网络化运营发展及面临的问题、北京城市轨道交通网络化运营研究需求、北京城市轨道交通网络化运营研究时序、北京城市轨道交通网络化运营关键技术选择、结论与建议、北京城市轨道交通网络化运营研究调查与分析报告、北京城市轨道交通网络化运营研究考察报告。

图书在版编目(CIP)数据

北京城市轨道交通网络化运营/《北京城市轨道交通网络化运营研究》课题组编著. —北京:中国铁道出版社,2011. 04

ISBN 978-7-113-12401-4

I. ①北… II. ①北… III. ①城市铁路—交通网—交通运输管理—研究—北京市 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 252473 号

书 名: 北京城市轨道交通网络化运营

作 者: 北京城市轨道交通网络化运营研究课题组

责任编辑: 熊安春 陈若伟

电话: 010-51873078

电子信箱: td6170@263.net

封面设计: 崔丽芳

责任校对: 焦桂荣

责任印制: 陆 宁

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 三河兴达印务有限公司

版 次: 2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 10.75 字数: 195 千

书 号: ISBN 978-7-113-12401-4

定 价: 28.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电(010) 51873170, 路电(021) 73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010) 63549504, 路电(021) 73187

项目参加单位及人员：

北京市交通委员会

葛 昱 邹 迎

北京市地铁运营有限公司

周继波 郑凤霞 顾庆宜 潘晓军 楚柏青 李胜利
黄文明 徐维亚 李卫军 康海燕 王 娟 郑世玫
吴晶晶 刘 正 马 剑 岳 芳 吴 倩

北京轨道交通路网管理有限公司

梁 平 杨 阳 孙 方 王金利 李 平 刘利忠
杨 萍 汪 波 郝庆玲 黄天璐 赵路敏

北京交通发展研究中心

孙壮志 孙明正 许 娟 刘剑峰 胡超凡 李春艳
陈 峰 孙福亮

本书编写人员：

李胜利 李卫军 常 虹 康海燕 王 娟 苏永棠 徐维亚

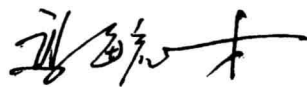
序

北京的城市轨道交通是北京市的城市公益性基础设施,是一个涉及面广、综合性很强的系统工程。随着城市现代化进程的加快,轨道交通迎来了网络化运营的新时代。本书在对北京城市轨道交通网络化运营状况进行调查分析的基础上,以其面临的问题为切入点,提出网络化运营需求及其重要程度、关键技术,具有现实指导意义,并将为逐步开展网络化运营研究提供科学的决策依据。

北京作为一个国际化的大都市,其城市轨道交通体系正处于发展阶段,本书着眼于北京城市轨道交通体系发展过程中所面临的网络化运营问题,对于我国城市轨道交通网络化运营将提供一些可供借鉴的经验,当然,各个城市不可能完全照搬任何一套城市轨道交通体系,要立足自我,结合自身城市特点,把借鉴、消化、吸收先进、成熟、可靠的技术与研发、试验验证、自主创新相结合,系统集成,才能形成符合自身特点的交通体系。北京城市轨道交通的网络化运营研究是我国城市轨道交通网络化运营的前期的、基本层面的研究,但它将为我国城市轨道交通网络化的运营体系的研究奠定基础,将为更深层面的技术性、应用性研究提供一个指导方向。

城市轨道交通发展的目标就是要从人民群众的切身利益出发,促进城市的和谐发展,即从舒适性、效率性、安全性等层面为乘客提供一个满意的乘坐空间,并缓解城市的交通压力、保护城市环境、合理利用城市资源。城市轨道交通网络化运营体系的研究,其主旨也正是本着“以人为本”的原则,来实现城市轨道交通的可持续发展。本书的出版将为解决城市轨道交通网络化运营中的实际问题、建立网络化运营体系提供一些有价值、可借鉴的实用性的技术方法和思路,并将促进相关领域更深入的研究,为创造和谐的城市交通环境贡献一份力量。

中国交通运输协会
城市轨道交通专业委员会主任



2011. 1. 8

前 言

随着社会经济的快速发展,城市轨道交通在北京公共交通出行中所占的比例逐年提高,已经成为“新北京交通体系”支柱型的重要交通工具,城市轨道交通也逐步由单线运营发展为网络化运营,在轨道交通路网快速发展的时期,对科学的运营组织和管理提出了更高和更紧迫的要求。北京城市轨道交通在网络化条件下的安全运营、提高运力、集中控制管理以及新线接管等方面都面临着诸多的压力和挑战。2008 年北京市科学技术委员会下达编号为 Z06090100030897 “北京城市轨道交通网络化运营研究”和编号为 Z08050602560801 “北京地铁运营安全技术需求分析与技术选择研究”课题项目,本书的内容则源自以上两项研究的成果。

城市轨道交通网络化运营是指对线路与线路之间通过节点实现物理链接所形成的城市轨道交通客运路网,采取综合协调、集中控制、资源共享的经营行为和进行安全保障、提高服务质量的管理。本书从国内外城市轨道交通网络化运营发展概况以及北京城市轨道交通网络化运营发展中面临的问题出发,提出网络化运营需求及关键技术,对于网络化运营的研究方向和方法选择提供一整套思路,为进一步开展城市轨道交通的网络化研究奠定基础,并将为最终建立高效、和谐的网络化运营体系,推动我国城市轨道交通网络化运营的发展提供科学的决策依据。

本书在编著过程中,参考了大量的文献资料,并借鉴了一些国内外专家学者的研究成果,凝聚了课题组成员的共同努力,也得到了各相关单位的大力支持,在此对为本书出版做出贡献的全体参编者表示敬意,同时也对出版社编辑们的辛勤工作表示衷心的感谢!

由于受时间和水平所限,错误和疏漏之处在所难免,恳请读者给予指正。

编 者

2010 年 10 月 12 日

目 录

1 绪 论	1
1.1 研究目的和意义	1
1.2 技术路线	1
1.3 创新之处	2
2 国内外城市轨道交通网络化运营现状和趋势	4
2.1 国外城市轨道交通网络化运营发展及管理状况	4
2.1.1 东 京	4
2.1.2 首 尔	6
2.1.3 伦 敦	8
2.1.4 巴 黎	10
2.1.5 新 加 坡	10
2.1.6 小 结	12
2.2 国内其他城市轨道交通网络化运营发展状况	12
2.2.1 上 海	12
2.2.2 广 州	15
2.2.3 香 港	16
2.2.4 小 结	18
3 城市轨道交通网络化运营的特点及分析	19
3.1 网络化运营的定义	19
3.2 网络化运营特点及分析	19
3.3 小 结	21
4 北京城市轨道交通网络化运营发展及面临的问题	22
4.1 北京城市轨道交通线网的发展	22
4.2 北京城市轨道交通网络化运营的现状	24
4.3 北京城市轨道交通网络化运营中面临的问题	25
4.3.1 路网规划和建设	25
4.3.2 运营组织	26
4.3.3 安全保障	27

4.3.4	资源配置及共享	27
4.3.5	运营管理信息化	28
4.3.6	标准和规范	28
5	北京城市轨道交通网络化运营研究需求	29
5.1	路网规划、设计和建设服务于网络化运营研究	29
5.1.1	实现网络化运营资源共享和统一规划的研究	29
5.1.2	配线设计和建设对网络化运营影响的研究	30
5.1.3	车站设计和建设对网络化运营影响的研究	31
5.2	网络化运营组织及协调机制研究需求	33
5.2.1	行车组织	33
5.2.2	客运组织	38
5.2.3	网络化运营协调机制	46
5.3	安全保障研究需求	49
5.3.1	设施设备安全管理	49
5.3.2	突发事件管理	50
5.4	资源配置及共享研究需求	51
5.4.1	车辆段共享	52
5.4.2	供电系统资源共享	53
5.4.3	维修资源共享	54
5.4.4	物流管理	54
5.5	运营管理信息化研究需求	55
5.5.1	运营管理信息化	55
5.5.2	仿真技术的应用	58
5.6	标准和规范研究需求	59
5.6.1	网络化运营标准规范体系的研究	60
5.6.2	网络化运营组织相关标准和规范的研究	60
5.6.3	网络化行车及客运组织相关标准和规范的研究	61
5.6.4	网络化运营安全方面的标准和规范的研究	64
5.6.5	设备选型与维护标准化的研究	65
5.6.6	网络信息体系标准的研究	67
6	北京城市轨道交通网络化运营研究时序	68
6.1	目 的	68
6.2	方法选择	68

6.3 时序排列	69
6.3.1 简要过程	69
6.3.2 问卷设计	69
6.3.3 样本选取	70
6.3.4 调查过程	70
6.3.5 数据统计与分析	71
7 北京城市轨道交通网络化运营关键技术选择	85
7.1 轨道交通线网规划建设关键技术	85
7.1.1 轨道交通线网规划关键技术	85
7.1.2 基于主通道增长法和建设成本优化法的联络线布局方法	87
7.1.3 车站布局规划设计关键技术	88
7.1.4 轨道交通建设序列制定关键技术	89
7.2 网络化运营组织关键技术与分析	90
7.2.1 基于城市轨道交通网协调的运输组织优化技术	90
7.2.2 客运组织技术	91
7.3 地铁安全保障关键技术分析与选择	96
7.3.1 设施设备安全管理的关键技术	96
7.3.2 突发事件管理的关键技术	98
7.4 资源配置及共享机制关键技术分析与选择	101
7.4.1 指挥控制中心的关键技术	101
7.4.2 车辆段共享的关键技术	102
7.4.3 供电系统资源共享的关键技术	102
7.4.4 维修资源共享的关键技术	103
7.4.5 物流管理的关键技术	103
7.5 运营管理信息化与数字化关键技术选择	104
7.5.1 信息共享与交换平台关键技术选择	104
7.5.2 建立网络传输系统关键技术选择	105
7.5.3 运营组织数字化仿真关键技术	106
7.5.4 环控通风与火灾排烟数字化仿真关键技术	106
8 结论与建议	107
8.1 结 论	107
8.2 建 议	108

附录一 北京城市轨道交通网络化运营研究调查与分析报告

1 概 述	112
2 北京地铁资源配置及共享机制现状调查与分析	113
3 乘客需求和满意度调查与分析	115
4 北京地铁换乘站乘客体验调查	127
5 北京地铁运营管理信息化现状调查与分析	130
6 结 束 语	131

附录二 北京城市轨道交通网络化运营研究考察报告

1 考察的主要内容	132
2 考察的主要成果	132
3 考察体会	145
4 结 束 语	159
参考文献	161

1 绪 论

1.1 研究目的和意义

(1) 目的

本课题项目是为北京市科学技术委员会主题计划的指南编制以及为 2010 年度重大科技项目的凝练和预算提供服务,为北京市政府的公共交通政策和企业的运营管理决策提供重要参考依据。

本项目在对国内外城市轨道交通网络化运营发展历程的调查以及北京城市轨道交通网络化发展中面临问题的调查和分析后,针对北京城市轨道交通网络化运营发展需要解决的问题,提出今后需要研究的项目和研究的内容,也就是从网络化运营的需求中提出研究问题的主攻方向。

本项目针对北京城市轨道交通网络化运营需求研究的提出,通过对研究项目重要度的调查和研究项目的时序,为能够抓住重要项目及投入到实际需求中,并且尽快解决北京城市轨道交通网络化运营所面临的问题,提出急需解决的综合研究项目和实施目标。

(2) 意义

为把北京城市轨道交通网络化运营需求的研究纳入北京市科委凝练和确立的重大科技主题项目和计划中,确定年度支持重点领域和重要项目,最终为推动北京市城市轨道交通网络化运营健康、有序地发展提供科学完整的决策依据。

通过本项课题的研究,为建立安全、高效的北京城市轨道交通网络化运营,为合理配置既有资源、统一协调线网指挥、保障综合信息的互联互通和适应网络化运营的健全法制法规及标准等方面做进一步的研究提供理论依据,为真正改善北京市交通环境、带动北京市经济发展、促进社会和谐起到积极的促进作用。

1.2 技术路线

(1) 国内外城市轨道交通网络化的现状调查与趋势研究

结合国内外典型城市的轨道交通网络化运营的案例分析,总结其发展规律和特点以及面临问题的解决方法,借鉴其成功的经验。

(2) 北京城市轨道交通网络化运营需求的分析与研究

■ 调查北京城市轨道交通网络化运营现状

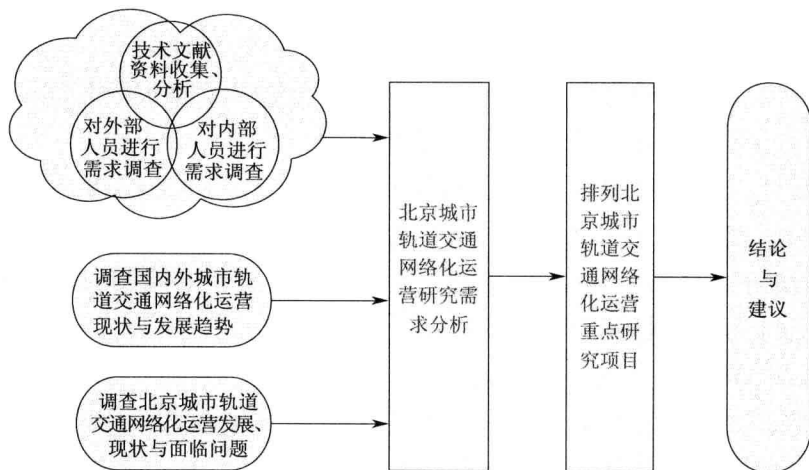
在调查北京城市轨道交通网络化运营的现状中,了解具备网络化管理功能的北京市轨道交通指挥中心对突发事件处置能力和统一维护管理以及清分中心具备的票务清算功能、了解北京地铁的运输组织和设施配备能力以及为了适应网络化运营所进行的组织和管理方面的变革措施等等。

■ 北京城市轨道交通网络化运营的需求研究和分析

在调查基础上,综合分析并找出北京城市轨道交通网络化运营中正在面临的迫切需要解决以及未来需要解决的问题,列出研究项目及研究方向。

(3) 北京城市轨道交通网络化运营解决方案排列时序的研究

为使今后各项目按一定的先后顺序展开研究,需要根据网络化运营急需解决的问题及其重要程度,按照轻重缓急的步骤确定研究项目的实施执行计划。



1.3 创新之处

(1) 研究思路和研究方法方面的创新

①在确定研究思路方面,不仅通过类比法对国内外城市轨道交通网络化发展状况进行资料收集和实地调查,对发展趋势进行同类技术的比对,还通过归纳法分析了网络化运营的具体特征、特点及网络化与单线运营组织的不同,由此而明确了北京城市轨道交通网络化运营的发展方向,确立了研究的主题及明确了研究中六大研究需求的目标。

②本项研究密切结合运营生产实际,通过对专家及技术人员和管理人员的调查和座谈,使用例证法将其提供的详实运营资料作为需要解决问题的例证,使其成为本研究的集中点和解决问题的目标。再根据相关资料和目前网络化发展的技术理论的支持,从而确立了研究的需求。

③通过比较法从国内外轨道交通发展中找出了北京轨道交通与之存在的差距,理清北京城市轨道交通网络化运营中面临的问题,提出解决问题的思路。

(2)全面分析了北京城市轨道交通网络化运营的需求

本项目从网络化运营入手,全方位、多角度、较深入地探讨了北京城市轨道交通网络化运营中存在的问题以及急需要解决的问题。

本项研究不仅系统地把握住了北京城市轨道交通网络化运营发展的目标,而且还通过梳理国内外不同城市轨道交通网络的特点和特征以及技术方法,指出北京城市轨道交通网络化发展需要关注的各个方面,为相关部门提供了借鉴性的研究内容。

本项研究引进网络化运营的先进理念,突破和改变了一些传统运营组织模式,打破了一些固有的、只从局部或单条线运营角度看问题的思路,从网络化运营的全局高度出发,更加关注其协调、共享、标准化等方面,对于提高对网络化运营的认识和理解具有重要意义,将使北京城市轨道交通网络化运营组织技术及管理意识等提升到一个更高的层次。

(3)对所列的课题项目进行重要度调查和时序研究

利用专家打分的方式,确定研究项目的实施。在研究项目和相关论述内容确立之后,由相关人士和专业技术人员站在各自不同专业技术的角度,本着关注网络化运营全局利益的原则打分。之后,利用层次分析法和因素分析方法进行分析、时序研究,在此基础上总结、归纳以及比较两种算法得出的结论,最终提出若干最具代表性、最迫切需要解决的综合性研究项目。

2 国内外城市轨道交通网络化运营现状和趋势

自从 1863 年伦敦开通第一条城市地铁后,轨道交通开始涉及到城市交通服务领域。随着城市轨道交通线路的不断增多,运营组织管理随之由单线运营进入网络运营,城市轨道交通网络化运营通过车站与线路的有效衔接,形成规模大、功能强的客运网络,线路之间和车站之间实现互联、互通、互动、资源共享,从而满足城市公共交通和乘客出行的需求。世界城市轨道交通网络化运营的管理经验,对于北京的城市轨道交通网络化运营研究起到借鉴作用。

2.1 国外城市轨道交通网络化运营发展及管理状况

2.1.1 东 京

(1) 运营管理

东京地铁由两家公司组织运营,东京都交通局和东京地铁公司。其中东京都交通局负责管辖浅草线、三田线、新宿线、大江户线,共计 109 km;东京地铁公司管辖 9 条线路,银座线、丸之内线、日比谷线、东西线、千代田线、有乐町线、半藏门线、南北线、副都心线,共 195.1 km,车站 179 座,日运送 620 万人;保有列车数近 2 700 辆,列车平日走行约 10 万 km,开行列车 5 600 列,休息日约 8 万 km,开行列车 4 400 列;列车编组为 6~10 节;早高峰运行最小间隔时间是丸之内线 1 min50 s,早高峰最长间隔时间是南北线 3 min45 s。一天运送旅客约 626 万人。

为了解决换乘车站拥挤、乘客换乘时间过长、列车设备资源共享等诸多问题,东京地铁与 JR 及其他私营铁路公司联合协商,开始提供不同地铁公司间、地铁与 JR、私营铁路线路的直通运营服务。列车直通运营服务后,乘客不必下车就可以换乘到其他公司的线路上,列车车载两套设备适应两条线路上的信号制式,并在两家不同公司的线路间轮换乘务员。虽然东京地铁目前总运营里程 195.1 km,但直通运营区间达到了 440.1 km。

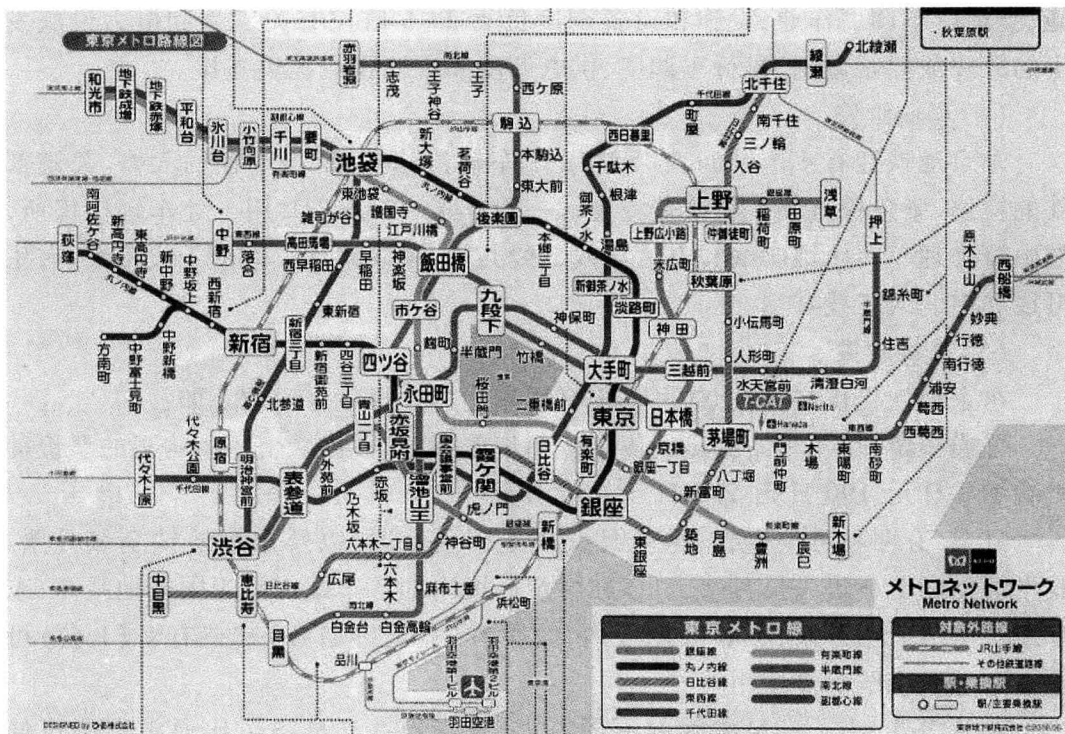


图 2-1 东京地铁线网图

(2) 协调管理

在北千柱站有 5 条地铁线路相交, 分属 4 家公司管辖。在多家运营商管理的格局下, 运营商之间的协调问题由各家之间签订协议自行协调, 在换乘点的事务处理以及直通运营线路的事务处理上, 以线路财产归属进行划分, 谁的线路谁负责。当线路发生突发事件时, 如地震、火灾和恐怖等, 由指挥中心进行统一协调指挥。

(3) 调度指挥

建立综合调度中心, 保障运营安全。综合调度中心将原有的行车调度和供电调度中心合并, 并且增设了车辆调度、设施调度和信息调度, 形成了一体化调度系统。所有调度都集中在一个大厅中, 通过相互间的密切配合, 掌握正确信息。线路调度岗位按照线路分别设置, 突发事件时, 统一协调指挥。

信息调度负责收集本公司线路和其他公司线路的行车相关信息, 向乘客和公司内部提供信息; 行车调度(列车)负责及时、准确的行车调度, 并且向列车和车站等提供相关信息, 保证列车按照正常运行图运行, 实现安全运输; 行车控制(客运)负责收集有关乘客的信息, 并且向车站提供信息; 供电调度负责 24 h 监控变电站和电气设备机房的运行状况, 并且为了保证供电的稳定, 根据需要实施供电系统管理; 车辆管理负责监控全部运行的列车, 当车辆发生异常时采取措

施,支援行车调度作业;设施和设备调度负责 24 h 监控有关工程和电力设施发生的故障或异常数据,对行车调度、供电调度和维修作业提供支援。

(4) 车辆维修

东京地铁拥有 4 个维修工厂和 12 个车辆检修所,承担车辆的大修、关键部件的检修、紧急检查和车辆改造业务。一般 2 条~3 条线共用 1 处车辆检修所,如中野修理车间由银座线和丸之内线二线共用,绫濑修理车间由千代田线、有乐町线和南北线三线共用。

(5) 票价政策

东京地铁提供多种车票,可供乘客根据用途选择最合适的。如:

普通车票:在各车站的自动售票机出售普通车票,按乘坐距离购买的票价种类有 160 日元、190 日元、230 日元、270 日元和 300 日元。

月票:有两种可供选择,学生月票或上下班月票,以及东京地铁全线月票。其中学生和上下班人员月票,可以在特定区段内的各车站之间无限制地乘车;东京地铁全线通用月票,在有效期限内,购买者(登记姓名者)或持有者(1 名)可在东京地铁全线反复使用。

除此之外,为了满足乘客的不同需求,东京地铁还准备了比通常车票更便宜、方便的车票。如东京地铁 1 日车票、东京和都营地铁通用的 1 日车票、特别一日车票、机场公交车与地铁通票、Skyliner 与地铁通票,还有为成田国际机场的旅客提供的特别二日车票、为羽田机场的旅客提供的京急羽田与地铁通票、机场公交车与地铁通票。

(6) 乘客标识指南系统

由于考虑到高龄乘客和不熟悉地铁乘客的需求,东京地铁开发了新型的乘客标识指南系统。新型系统采用了对比效果明显的两种颜色系统。其中深蓝色对进站或换乘上车的乘客提供引导,黄色对出站和换乘下车乘客提供引导。对票价表等显示板加大了尺寸,同时采用了背光荧光灯照明,提高了可视性。

2.1.2 首尔

(1) 概况

首尔地铁有 8 条线,线路总长度 362 km,再加上郊区轻轨与市区连接的线路共 530 km,由 3 个公司负责运营。其中 287 km 由市政府管理并由两家国有公司负责运营。

(2) 投资建设

首尔地铁的投资以政府投资为主,1~8 号线的投资中,首尔地方政府占 80%,中央政府占 20%。正在建设中的 9 号线(38 km),由政府投资 50%(地方政府 30%,中央政府 20%),民营企业投资 50%(现代、大宇、韩进及其他几家民营企业)修建。

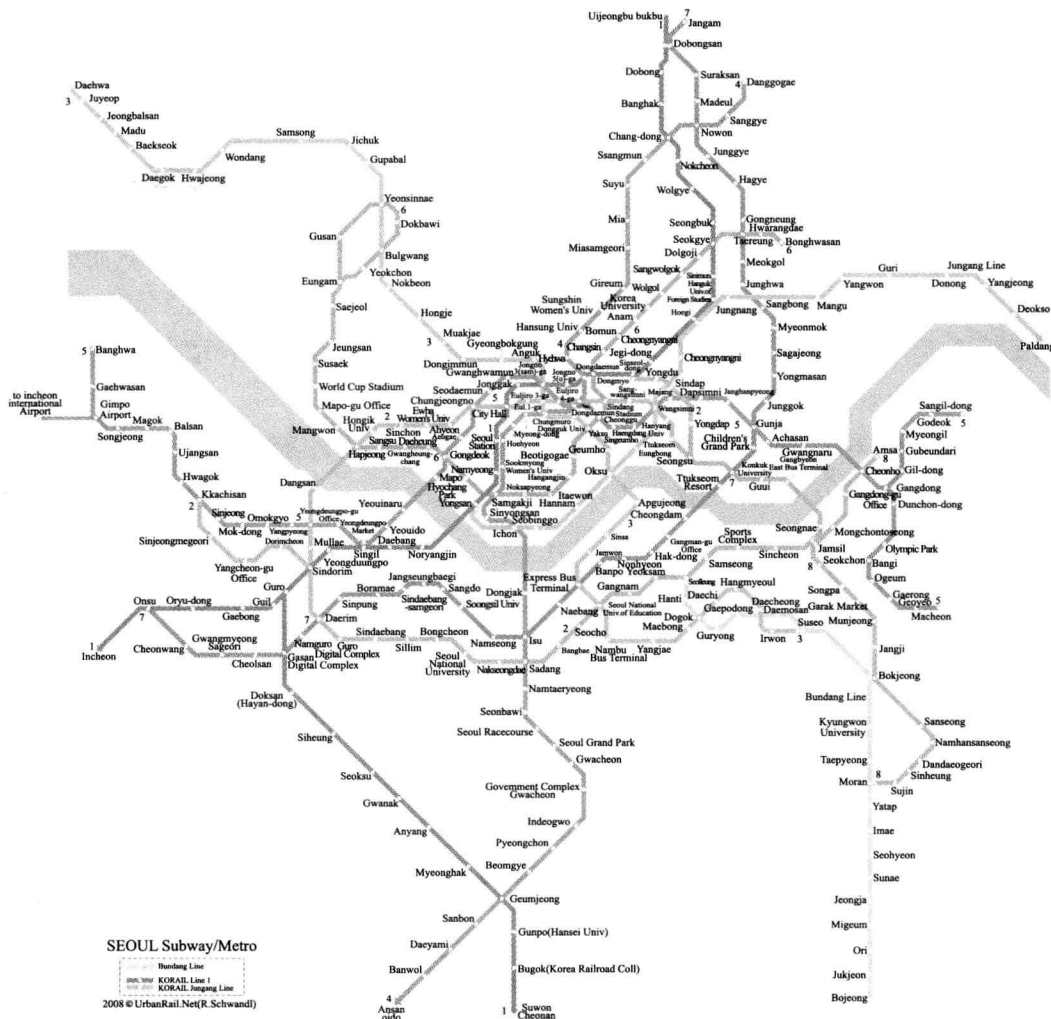


图 2-2 首尔地铁线网图

(3) 运营管理

首尔地铁由以下三家公司组织运营。

- ①首尔地铁公社:经营 1-4 号线,115 座车站,包括 2 号线全部、1 号线的地下部分、3 号线和 4 号线的大部分,运营里程 134.9 km,平均每天运送乘客 388 万。
- ②首尔铁道公社:运营 4 条线路(5、6、7、8 号线),运营里程 152 km。
- ③韩国铁道厅:运营 Bundang Line 线及 1、3、4 号线的一部分,运营里程 189.8 km。

正在建设中的 9 号线,将由一家新成立的公司负责运营管理。

(4) 协调管理

首尔市的城市轨道交通由市政府交通局负责协调,两家地铁公司成立一个