

METRO AND LIGHT RAIL

地铁  
与轻轨

4

中国铁道出版社

# 地铁与轻轨

中国地铁工程咨询公司

中国铁道出版社  
2001·北京

(京)新登字 063 号

图书在版编目(CIP)数据

地铁与轻轨 .4/中国地铁工程咨询公司主编 .—北京:中国铁道出版社,2001.12

ISBN 7-113-04160-4

I.地… II.中… III.①地下铁道-文集 ②轻轨铁路-文集 IV.U23-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 23988 号

书 名:地铁与轻轨.4

著作责任者:中国地铁工程咨询公司(100037,北京市阜成门北大街5号)

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)

责任编辑:郑晓薇 李太惠 陈若伟

封面设计:李艳阳

印刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:880×1 230 1/16 印张:3.75 插页:2 字数:110.9千

版 本:2001年12月第1版 2001年12月第1次印刷

印 数:1~2 500册

书 号:ISBN 7-113-04160-4/U·1134

定 价:32.00元(共4册)

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

## 编辑委员会

### 顾问:

傅志寰	铁道部部长
周干峙	中国科学院院士 中国工程院院士 建设部高级顾问
赵宝江	建设部副部长
刘国冬	中国工程咨询协会副会长
焦桐善	中国交通运输协会副会长
刘建航	中国工程院院士
陈肇元	中国工程院院士 清华大学教授
王梦恕	中国工程院院士
杨鲁豫	建设部城建司司长
周翊民	铁道部顾问
谢正光	北京市地铁总公司副总经理
程 晓	上海市地铁建设公司总经理
陈韶章	广州市地铁总公司副总经理
沈晓阳	重庆市轨道交通总公司总经理
李淞泉	南京市地铁总公司总经理
柏贤华	北京市城建设计研究院董事长
沈秀芳	上海市隧道工程轨道交通设计研究院院长
王新杰	中国地铁工程咨询公司顾问

**主任:**施仲衡

**副主任:**杨家齐 姜 帆 沈子钧

**委员:**(按姓氏笔划为序)

王兆民	王策民	王振信	申大川	叶大德
包国兴	史其信	兰 荣	朱 军	仲建华
闫景迪	余才高	沈景炎	汪 禾	张 弥
宋敏华	杨 超	卓 弘	周庆瑞	赵 力
彦启森	俞加康	谢仁德	曾学贵	褚敬止
潘曾同				

**编辑:**郑晓薇 李太惠 曲小溪 陈 欣 余 乐

# 目 录

## 一、新线及前期工作动态

1. 贯穿京城南北的轨道交通  
——北京地铁5号线工程简介 ..... 杨秀仁(1)
2. 杭州市快速轨道交通研究进展 ..... 章云泉 王南翔(5)
3. 沈阳市快速轨道交通线网规划 ..... 常建福 梁成文(6)
4. 轨道交通建设投资控制与资金筹措研究  
——广州市轨道交通3号线投资控制与资金筹措 ..... 刘拓瑜 王爱晶(9)

## 二、技术研讨

5. 地铁可逆转式轴流风机流型设计理论初探 ..... 谈洪潮(12)
6. 地面轻轨客车空调装置最大制冷量的确定 ..... 裘 达(14)
7. 混凝土中钢筋受外直流电腐蚀对其强度影响的  
试验研究 ..... 周晓军等(17)
8. 部分预制装配式钢筋混凝土挡土墙在城市轨道  
交通工程中的应用技术 ..... 曾向荣(24)

## 三、电信与车辆设备

9. 浅论移动闭塞的结构与功能  
——移动闭塞与轨道交通建设 ..... 贺 钧(28)
10. 深圳地铁一期工程电力监控系统方案简介 ..... 王 勇(33)
11. 轻轨车辆的制动系统 ..... 池耀田(35)
12. 出口伊朗地铁车体钢结构试验 ..... 刘晓杰 朱德庠(40)

## 四、运营管理

13. 广州地铁1号线运营组织探讨 ..... 陈 波(46)
14. 拉姆塞定价模型在地铁定价中的应用 ..... 周 龙(50)

## 五、信息

15. 世界各国城市地铁的路网长度 ..... 范文田(52)

## Contents

### TRENDS IN NEW LINES AND THEIR PRECEDING WORKS

1. A rail transit running through the North-South of Beijing  
——A brief introduction to Line 5 of Beijing metro ..... YANG Xiuren( 1 )
2. Progress for the research of Hangzhou rapid rail transit ..... ZHANG Yunquan WANG Nanxiang( 5 )
3. Planning of Shenyang rapid transit route-net ..... CHANG Jianfu LIANG Chengwen( 6 )
4. Study for the size of investment and funds raising in the rail transit constructing  
——See Line 3 of Guangzhou rail transit ..... LIU Tuoyu WANG Aijing( 9 )

### Technical Approaches

5. The theoretical approach for the prevalent design of the metro' reversible propeller fan  
..... TAN Hongchao(12)
6. Determination for the max refrigerating output of  
the conditioning unit of the ground LRT's vehicle ..... QIU Da(14)
7. Trial research for the strength of reinforced concrete  
after it's steel was corroded by external direct current ..... ZHOU Xiaojun al.(17)
8. Technology of some precast reinforced concrete retaining wall  
applied in the urban rail transit engineering ..... ZENG Xiangrong(24)

### TELECOMMUNICATION AND VEHICLE

9. Simply discussion moving block the structure and function  
——Moving block and rail transit construction ..... HE Jun(28)
10. Simply analysis of the plan of power monitoring system  
in the first phase project of Shenzhen metro ..... WANG Yong(33)
11. The braking system of LRT's vehicle ..... CHI Yaotian(35)
12. Test for the steel structure of metro vehicle exporting to Iran ..... LIU Xiaojie ZHU Deku(40)

### OPERATION AND ADMINISTRATION

13. Approach for the running organization of Guangzhou metro Line 1 ..... CHEN Bo(46)
14. Application of the Lams price-fixing model for metro price-fixing ..... ZHOU Long(50)

### INFORMATION

15. The metros's route-net length of world cities ..... FAN Wentian(52)

# 贯穿京城南北的轨道交通

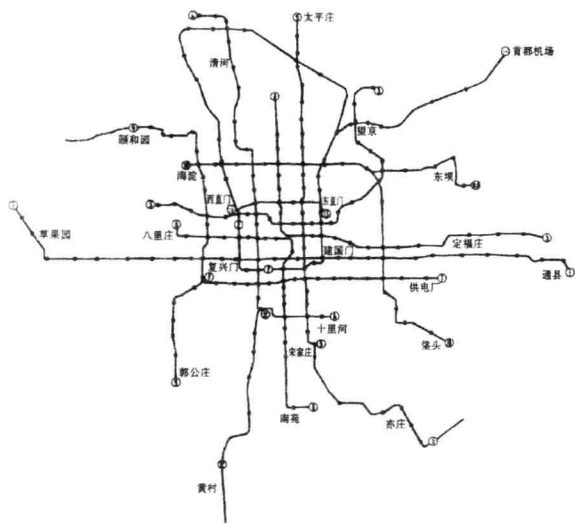
——北京地铁5号线工程简介

杨秀仁

**前言:**作为北京承诺于2008年前建成、解决奥运期间奥林匹克公园交通及北京南北向交通的轨道交通干线,地铁5号线受到各界的极大关注。北京地铁5号线工程以其线路型式多、通过地段环境复杂及采用的施工方法多等特点,在工程实施上具有相当的难度。本文就大家关心的问题对地铁5号线工程进行简要的介绍。

## 概 述

北京地铁5号线是北京市规划轨道交通线网中一条重要的南北干线,贯穿北京市南北。线路南起丰台区的宋家庄站,北至昌平区的太平庄北站,沿线分别穿过丰台区、崇文区、东城区、朝阳区和昌平区,先后经过蒲黄榆、崇文门、东单、东四、雍和宫及和平里等重要地区。



北京市区轨道交通线网规划方案图

地铁5号线全长27.6 km,设车站24座,其中地下线14.8 km,占全线长度的54%,地下车站15座,地面及高架线12.8 km,占全线长度的46%,高架车站8座,地面车站1座。地铁5号线由南至北24座车站分别为:宋家庄站、刘家窑站、蒲黄榆站、棋院站、天坛东门站、磁器口站、崇文门站、东单站、灯市口站、东四站、张自忠路站、北新桥站、雍和宫站、和平里北街站、和平西桥站、北土城东路站、干杨树站、

大屯站、公路一环站、大羊坊站、立水桥站、立水桥北站、太平庄站、太平庄北站。

全线设车辆段1座,停车场2座。车辆段设在线路中部的小营,由大屯站引出出入线,停车场分别设南端的宋家庄和北端的太平庄北。

地铁5号线线路经过的地段发展极不平衡。南段的宋家庄至刘家窑南段基本为破旧的平房区,无正规道路。目前该段线路西侧有部分正在建设的住宅小区,沿线的开发建设估计也为期不远;刘家窑至崇文门段线路在现状道路下方通过,该路段是京城东南地区通向市区的主要干道,沿线部分地区已经开发建成,有些地段正在开发或准备开发。该段主要为居住和商业设施;中段崇文门至雍和宫是北京“银街”,是东城区招商、吸引外资、开发的重点改造区段,现状沿街有大量的商店,今后将发展成极其繁华的地带。本段道路比较狭窄,仅12~16 m宽,尚未按规划要求实现;雍和宫至和平西桥段,现状道路狭窄,既有建筑比较混乱,生活设施不配套,还有待开发,今后将逐步实现规划。和平西桥至北苑段,规划道路已经实现,路下部分管线已经埋设于道路两侧,沿路已建设了大量的工程建筑;北苑至太平庄段,规划道路尚未完全实施,除立水桥附近有较多的建设项目外,北部线路两侧既有建筑物较少,有待开发建设。

按照北京市城市总体规划,北京市城市将按“分散组团式”布局规划及实施。由于地铁5号线贯通市区,连接南北,其建设必将极大地带动边缘集团的开发建设。







盖、工程防水容易出现等问题等,仅用于受地面条件限制或受地下构筑物制约,无法采用其他方法施工的情况。一般情况下,地下区间采用矿山法施工,部分地段采用盾构法施工,当埋深较浅或有特殊要求时,则采用明挖法施工。

地下结构根据使用要求和施工方法,主要有以下几种型式:

- 单层双跨矩形车站结构(明挖法施工)
- 双层双跨矩形车站结构(明挖法施工)
- 单层单跨矩形车站结构(明挖法施工)
- 双层三跨矩形车站结构(明挖法施工)
- 双层三跨拱形车站结构(暗挖法施工)
- 马蹄形单洞车站隧道(暗挖法施工)
- 矩形双线单洞区间隧道(明挖法施工)
- 矩形双线双洞区间隧道(明挖法施工)
- 马蹄形双线单洞区间隧道(暗挖法施工)
- 马蹄形单线双洞区间隧道(暗挖法施工)
- 马蹄形双连洞区间隧道(暗挖法施工)
- 圆形区间隧道(盾构法施工)

本线高架结构主要有以下几种型式:

- 桥梁式三层高架车站结构
- 框架式双层高架车站结构
- 框架式三层高架车站结构
- 单柱墩高架区间结构

高架区间及桥梁式车站一般现场浇筑墩台,预制装配梁,仅在有特殊要求的地段采用全线浇施工;框架式车站均采用现浇施工。

### 三、客流、车辆和运能

#### 1. 客流预测

地铁5号线的客流预测年限与范围

初期:2005年,宋家庄~大屯建成运营。

2006年,宋家庄~太平庄北全线建成运营。

2009年,宋家庄~太平庄北全线运营。

近期:2016年,宋家庄~太平庄北全线运营。

远期:2031年,宋家庄~太平庄北全线运营。

高峰时间断面流量表 单位:人次/h

方向 时期	北 行		南 行	
	断面点	断面流量	断面点	断面流量
初期(2009年)	磁器口至崇文门	20290	崇文门至磁器口	16999
近期(2016年)	雍和宫至和平里北街	25220	和平里北街至雍和宫	21137
远期(2031年)	雍和宫至和平里北街	40160	和平里北街至雍和宫	34971

#### 2. 车辆选型及编组

地铁选用变频变压(VVVF)车,车辆宽2.8m,采用耐候钢车体,钢板压型焊接转向架,模拟空气制动机,车内设空调。列车采用单元固定编组方式,6辆编组,3动3拖。列车最高运行速度80km/h,平均旅行速度为33km/h。

#### 3. 客运能力

根据全线初、近、远期客流预测的早高峰小时单向最大断面流量,考虑线路的折返条件,选定天坛东门站及大屯站为中间折返站。初、近、远期高峰小时的运行交路及运能配备如下:

列车运行对数

设计年限	运行间隔(min)		运用车数(列)	
	大交路	小交路	大交路	小交路
开通期(2006年)	4		26	
初期(2009年)	4		26	
近期(2016年)	4	12	26	9
远期(2031年)	3	6	35	10

根据以上交路及运行对数,各年限的设计运输能力为:

年 限	开通期 (2006年)	初期 (2009年)	近期 (2016年)	远期 (2031年)
列车定员	1 428人	1 428人	1 428人	1 428人
列车超员	1 820人	1 820人	1 820人	1 820人
最小运行间隔	4分	4分	3分	2分
预测最大断面流量	19 760人	20 316人	24 760人	40 160人
定员最大运输能力	21 420人	21 420人	28 560人	42 840人
超员最大运输能力	27 300人	27 300人	36 400人	54 600人

### 四、设备系统

#### 1. 供电

供电系统由以下部分组成:

##### (1) 电源

本线采用分散供电方式,由沿线既有的或规划建设中的城市变电站分别引出10kV电源,向地铁牵引降压混合变电所及降压变电所供电。

##### (2) 地铁供电系统(牵引、降压变电)

全线共设牵引降压混合变电所19座(含车场3座),设46座降压变电所。牵引供电正常方式为双边供电,采用二极管整流器。

##### (3) 牵引网系统

本线采用三轨授电方式,额定电压为DC 750V,利用走行轨进行回流。

#### (4) 电力监控(SCADA)系统

#### 2. 通信

地铁5号线通信系统包含以下子系统:

- 传输系统
- 公务电话系统
- 专用电话系统
- 无线电话系统
- 闭路电视系统
- 广播系统
- 时钟系统
- 电源及接地

上述各系统采用各自独立的维护网管系统,不设集中的通信网络管理系统。

#### 3. 信号

本线采用功能完备的列车自动控制系统,即ATC系统,包括列车自动监控系统ATS,列车自动防护系统ATP和列车自动驾驶系统ATO。但根据运营情况,初期ATO设备暂缓设。其控制方式为集中监控、分散控制。采用微机联锁方式。

另外,本线设旅客向导系统。其信息由ATS系统提供和传输。

#### 4. 通风空调与采暖

本系统由以下部分组成:

##### (1) 车站空调通风系统

地下车站采用集中式空调,车站两端设空调机组,分别负责半个车站。经空调机组处理过的空气通过风管送至站厅和站台。空调系统仅在夏季运行。

车站两端各设两个机械送排风井,内设车站送、排风机,并兼作站台、站厅事故风机。

地下车站温度标准为:站台29℃,站厅30℃。列车车厢内为27℃。

高架车站利用自然通风方式进行通风换气,特殊设备用房设局部空调设施。

##### (2) 区间通风系统

车站两端各设一台风机,负责区间隧道的通风、排烟,并兼作区间事故风机。当区间发生火灾事故时,由车站风机及站端区间风机同时运行,进行排烟。

##### (3) 采暖

高架车站、车辆段及车场冬季采用暖气供暖,高架车站附近无热力管线时,采用电器供暖。

空调与通风系统除在车站和列车中为乘客创造一个良好、舒适的环境外,当列车阻塞在区间或出现

火灾事故时,尚应满足事故通风要求,使乘客安全撤离。

#### 5. 给排水

水源:采用城市自来水管网供水。

给水:采用生产、生活及消火栓用水共用方式,车站给水干管与区间干管连通。另外,地下车站有商业开发的场所,设闭式自动喷水灭火系统。

排水:采用分流制排水方式,地铁排出的水,原则上分别进入沿线的市政雨、污水系统。

#### 6. 车站自动化管理

本线采用了以下几种车站自动化系统:

##### (1) FAS 系统

即防灾报警自动控制系统。由主控(控制中心)和分控(车站、车场、车辆段)两级管理。在控制中心设防灾监控中心,负责监视全线防灾设备的运行状态、接收报警信号、发布救灾指令等。车站防灾监控负责接收车站的灾害报警,及时向指挥中心联络,并接收中心防灾指令,控制设备。

##### (2) BAS 系统

即环境监控系统。对车站、隧道中的通风、空调、给排水、照明、广播及自动扶梯等设备的日常运营进行自动化管理,以保证运营期间的安全和舒适。

本系统由控制中心集中管理(主控级),平时中心不进行操作,由车站(分控级)负责操作。

##### (3) AFC 系统

即自动售检票系统。采用非接触式IC卡作为储值票,单程票可采用磁卡式。自动售检票系统可以迅速而准确地完成售票、检票及客流统计等业务。

##### (4) SCADA 系统

即电力监控系统。由控制中心对全线供电系统(包括牵引降压混合变电所和降压变电所)主要设备的运行状态进行监控和测量。控制中心设主机,每一个变电所均设置终端,负责执行端的数据采集、发送及执行控制中心的命令。

##### (5) 信息管理系统

即综合传输网系统。这是综合自动化管理的核心部分。承担各车站、各系统的信息报告及传递,并对各种信息综合处理、存储、存档、供经理部门查询和决策。同样也传递由经理部门下达的指令,下达到有关单位。

## 五、车辆段及综合基地

地铁5号线在线路起点设宋家庄停车场,其占地约11.45 hm<sup>2</sup>;终点设太平庄停车场,(下转 23 页)

## 杭州市快速轨道交通研究进展

章云泉 王南翔 (杭州市城乡建设委员会)

1984年以来,杭州市有关部门对杭州市轨道交通的规划研究做了大量的准备工作,其主要工作内容是根据不同时期的城市发展规模和布局,对杭州市线网规划、轨道交通形式等进行了规划和研究。

1984年,市建委委托铁二院编制完成了《杭州市轻轨交通系统的可行性研究》。该规划呈“十”字型线网,南北向主要沿浣纱路(基本与151路电车线相似);东西向沿环城北路。

1986年,市规划局委托铁道部隧道局进行了《环湖轻轨交通可行性研究》;同年,市规划局又委托市城建院、市规划院进行了《少年宫——灵隐高架单轨电车的可行性研究》。

上述三项研究提出的线形方案为发展杭州市轨道交通系统提供了有价值的基础资料。

1993年2月,市规划局完成了《杭州市快速轨道交通规划方案》。确定了“十”字线网布局和采用高架单轨形式。东西线西起古荡,经天目山路、环城北路、艮山路、新塘路至火车东站,南北线南起南星桥,沿江城路、城站、城站路、安定路、浣纱路、龙翔桥、东坡路、武林路、湖墅路至拱宸桥。同年5月,由建设部城市建设研究院等单位编制完成了《杭州市轨道交通一期工程预可行性研究报告》,确定了一期工程线路的走向,进一步论证了高架单轨的合理性。同时,对一期工程项目的技术方案、环境影响分析、投资估算、经济评价等内容进行了相应的论述。一期工程起点设在城站,经武林门、艮山门、火车东站,至终点彭埠兴隆村,全长14.1 km,设13个车站,采用高架跨座式单轨。1993年2月23日市政府召开了筹建轨道交通的专题会议,同意建立“杭州市轨道交通筹建处,视工作进展情况在适当时候建立杭州市轨道交通(开发)公司”。

1993年下半年,杭州市开始城市总体规划的修订工作,根据城市未来发展形态及规模的调整,杭州市规划设计院重新进行了客流量预测,完成了《杭州市快速轨道交通规划补充方案》,对线网进行了局部

的调整,并根据客流预测,提出了采用轻轨的新观点。

1995年6月,北京市城建设计院等单位编制完成了《杭州市轨道交通一期工程预可行性研究报告》。经过方案比选,提出一期工程线路呈“C”型,即南北线南段和东西线东段。南端从城站,沿规划城站路,向西至延安南路,再向北至武林广场,继而转向东,沿环城北路、艮山路、铁路东站最终至彭埠的兴隆村,全长13.9 km(其中地下线5.5 km),12座车站,技术标准采用轻轨。在《杭州市城市总体规划(1996—2010)》中,进一步明确了杭州市轨道交通线网以东西线和南北线为基本构架的线网布局。由于当时国家暂停审批轨道交通项目而搁置了5年。

1999年初,北京城建设计研究院等单位受市建委委托,于2000年9月编制完成了《杭州市快速轨道交通(十字线)总体用地控制设计》,控制范围西至留下,东到下沙,南起钱江路,北至三墩车场,总长约50 km,主要工作内容包括现场勘测,确定土建规模,控制地界线等。通过客流预测,到2030年,南北向和东西向的高峰小时最大断面客流量分别达到4.17万人次和2.52万人次,建议采用大容量轨道交通形式。目前,已经预留了城站火车站综合楼桩基间盾构位置和车站出入口;预留了西湖大道桥梁桩基盾构位置、环城西路、艮山东路、艮秋立交轻轨高架位置等。

2001年4月,中国城市规划设计研究院和杭州市规划设计院编制完成了《杭州市城市综合交通规划》,其中报告中提出了轨道交通线路规划方案(3个),规划线路5条,约150 km。

经市政府批准,2001年4月成立了杭州市轨道交通筹建领导小组及其办公室。筹建办设在市建委大楼,具体负责项目的技术前期准备工作。根据计划,力争在2001年底前将项目建议书上报国家计委进行审批,2003年正式动工。

# 沈阳市快速轨道交通线网规划

常建福 梁成文

**提要:**沈阳市快速轨道交通线网规划是城市总体规划中重要的专项规划。在编制该规划过程中,我们曾对国内外一些著名的大城市进行了实地考察,得到沈阳市及国内地铁方面专家的多次批点,本文想把笔者在编制规划中的一些体会介绍给大家以供参考。

## 1 规划的背景

自从伦敦 1863 年修建第一条地铁以来,轨道交通的建设史已有 100 多年,现在全世界约有 130 多个城市修建约 8 500 km 的快速轨道(以下简称“快轨”)交通线路。国外著名的大城市如纽约、东京、伦敦、莫斯科等快速轨道交通系统已有数百公里,并且在城市交通体系中发挥了骨干作用。国内如北京、上海、天津、广州已建设了地铁交通。纵观世界各大城市发展的历程来看,修建快轨交通是解决城市交通问题的根本出路。

沈阳市作为辽宁省省会,东北地区政治、经济、文化的中心和交通枢纽,城市交通问题日显突出,已严重制约了城市的发展。目前中心城区人口已达 400 多万,沈河、和平、铁西区人口密度已超过 3 万人/km<sup>2</sup>。从沈阳市最近一项居民出行调查分析得出,每天居民出行次数在 1 000 万人次,其中乘公交出行比例仅为 10%,自行车出行比例高达 60%,其他出行方式占 30%,这种不合理的交通结构,是城市交通问题恶化的根本原因,致使市民出行难,乘车难,尤其是在冬季出行更难。新一轮城市总体规划对城市结构及用地布局进行了调整,提出了中心组团式的发展模式,规划中心城区由一个核心区,四个副城,两个组团组成。城市由原摊大饼式布局向中心组团式过渡,中心城区人口由中心密集向周边地区疏散,以改善中心区的生活环境。为改善城市目前交通状况,支持城市总体规划的实施,及把沈阳市建成现代化城市的需要,编制快轨交通线网规划,修建快轨交通是非常需要的。

## 2 线网规划研究

### 2.1 研究范围

沈阳市城市总体规划确定的中心城区面积 1 150 km<sup>2</sup>为本规划研究的范围。

### 2.2 规划年限

规划年限分为近期规划和远景规划。近期规划年限为 2010 年,与城市总体规划年限相一致。远景无具体年限,以城市远景发展规划和用地控制及推算人口规模为基础。

### 2.3 规划原则

(1)线网中的线路走向应与城市交通中的主要客流方向相一致。

(2)线网规划要符合城市总体规划,支持城市总体规划。

(3)线路要尽量沿城市主干道布设。

(4)线路要尽量联接城市的交通枢纽、商业中心、文化中心等大型客流集散点。

(5)线网中线路布设要均匀,由城市核心区向线网外密度由高向低分布,并且线网客流负荷要均匀。

(6)快轨交通应与城市中其他交通方式衔接好,形成多层次交通体系。

(7)线路埋设方式应根据城市实际条件,采取地下、高架、地面相结合的方针。在条件允许时,尽量采用地面线和高架线以降低工程造价和运营成本。

### 2.4 线网合理规模的确定

#### 2.4.1 影响线网规模的主要因素

线网规模的确定是在编制快轨线网规划中的一项重要工作。影响快轨线网规模的因素比较多,每个城市也不尽相同。沈阳市抓住了城市交通发展需求、城市发展规模、城市结构形态和土地使用布局、城市社会经济发展水平及国家对城市交通发展的政策等主要因素进行反复研究、方案比选,最后确定快轨线网构架型式和规模。

#### 2.4.2 快轨线网规模的计算方法

(1)以交通需求计算线网规模

根据沈阳市规划控制人口和居民出行强度等交



通调查资料及预测出交通发展总量,然后依据居民出行交通结构组成比例和快轨交通在公共交通总量中的分担率以及城市轨道交通的相关技术指标,计算得出沈阳市合理快轨线网规模近期为57~83 km,远景为150~211 km。

### (2)以线网密度计算线网规模

该计算方法借用了公共交通站点吸引的模式,市中心区轨道交通站点的吸引范围为2 km,沈阳市中心城区一环以内的核心区面积为57 km<sup>2</sup>,中心城区远景建设用地为440 km<sup>2</sup>,这样计算得出沈阳市轨道交通线网规模为170 km。

综合两种方法,确定沈阳市远景快速轨道交通线网合理规模为151~211 km,近期为58~83 km。

## 2.5 线网构架研究

快轨交通线网组成的几何图形一般称作线网构架型式。其型式一般与城市道路网的结构型式相适应,但同时也要依据城市用地客流等情况,合理布置线网。线网的构架型式一般有放射线、放射加环线、棋盘式、棋盘加环线以及混合、自由等各种型式。

沈阳市快轨线网是在远景规划建设用地面积440 km<sup>2</sup>范围内布置的,线路长度在51~211 km之间,这样一个轨道交通线网涉及面广,范围长,所以线网构架显得非常复杂。要做好这样的工作,必须采取从整体到局部,再从局部到整体,从面到点,再从点到面的思维方法,反反复复,不断修正,最后形成比较优化的线网系统。

### (1)整体分析(面的分析)

快轨线网规划属城市宏观规划范畴,作为线网规划必须对城市进行宏观的分析研究。城市宏观因素包括城市区位、城市规模、城市形态、城市土地利用、城市客流分析。

沈阳市是东北地区的中心城市,是辽宁中部城市群的核心城市,沈阳市轨道交通要考虑向周边城市的联接。沈阳市是中国特大城市,城市形态规划为1个核心区,4个副城,2个组团;根据客流调查及客流预测,得出沈阳市主客流方向为东西向及南北向,远景年主客流方向仍为东西向和南北向,同时各副城和组团向心客流会增强,沈阳市快轨线网总体构架应与这些相适应。

### (2)局部分析(点的分析)

具体布设线路走向时,要充分考虑沈阳市大型客流集散点,城市道路情况,施工难易程度,快轨线

路应尽量联接大型客流集散点。沈阳市大型客流集散点有太原街地区、中街商业区、北站金融商贸区、沈阳站、沈阳北站等。

## 2.6 线网多方案比较

沈阳市快轨交通线网规划历经时间较长,积累了丰富的经验,我们把十几年来形成的数十个方案,归纳提炼形成了最后的5个方案,并将其分成二大类方案即有环方案和无环方案。根据沈阳市城市形态、道路网特点和主要客流分布情况,经过方案比较筛选,最后选用了放射加环线的结构型式。

## 2.7 方案客流测试

客流指标是快轨线网规划中一项很重要的指标。快轨线网客流规划是采用国际通用的交通规划理论,利用交通调查数据,方式划分模型,出行分配模型,利用交通规划模型对五个方案进行客流测试,测试的主要技术指标有:轨道网日客流量;日周转总量;轨道网中各条线日客流量和周转量;高峰小时单向断面流量;各站点乘降量;线网中各条线路客流强度等。

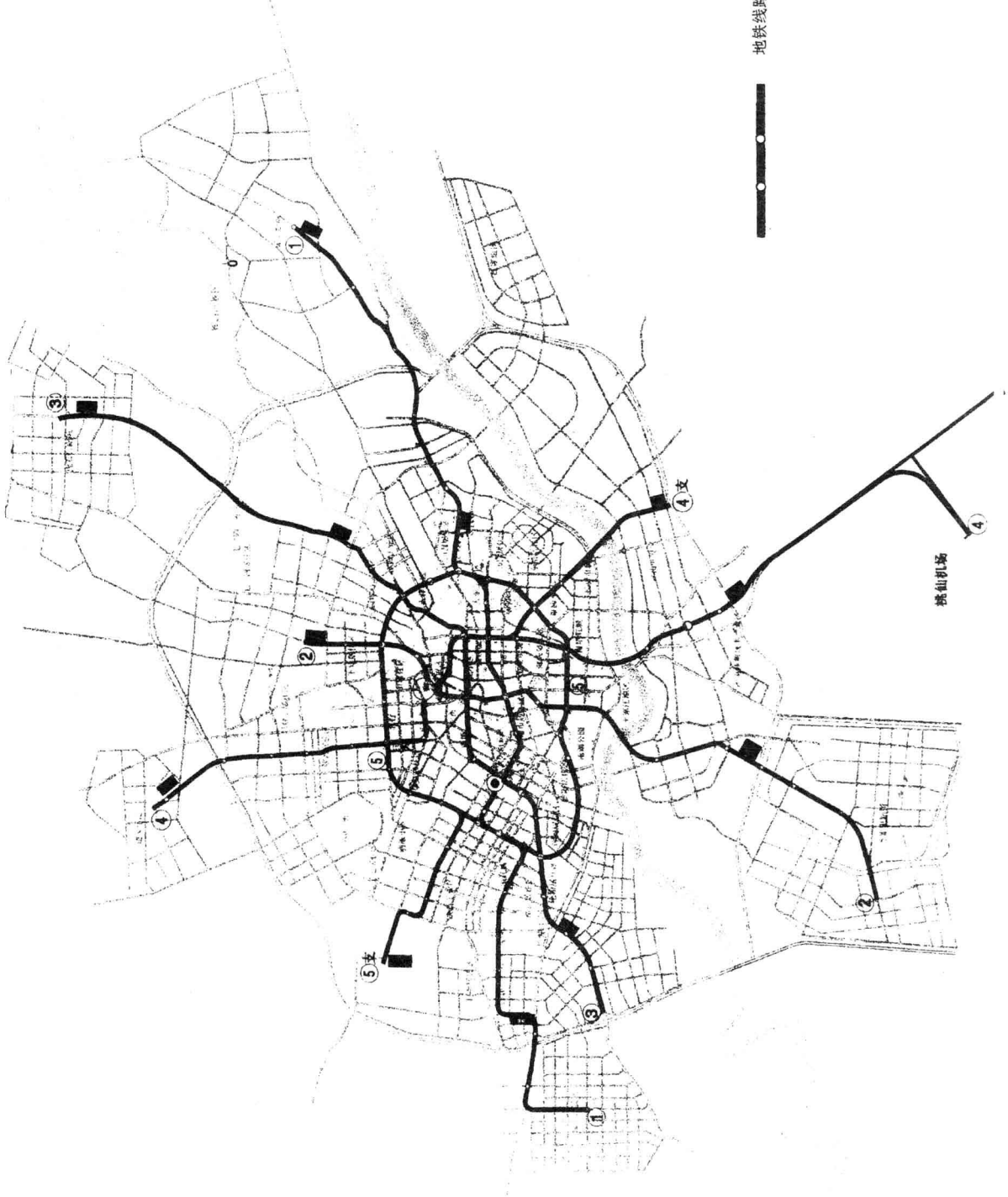
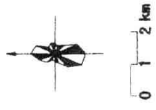
## 2.8 线网方案的综合评价

该项工作是一件很难做的工作,我们结合一些城市的经验,建立起了评价体系,各项评价指标为:线网总长;中心区线网密度;非直线系数;换乘节点数;覆盖中心区面积率;与大型客流集散点的衔接数量;日客运总量;客流断面不均衡系数;换乘系数;线网负荷强度;工程难易程度;近期线网的实施性;与土地利用吻合程度;沿线土地开发价值;线网发展的适应性。利用这些指标对各方案进行评价打分。得出推荐方案(见图)。

## 3 沈阳市快轨交通线网规划方案简介

该方案为东西两条线,南北两条线,除汪家组团外,各副城和组团均有快轨交通相通,符合城市总体规划及城市客流特点。东西二条线在铁路沈阳站形成换乘枢纽,南北二条线在北站形成换乘枢纽,线路总长度182.8 km,为合理规模之内。其中:1号线西起张士开发区,东到辉山副城,长度为41.4 km;2号线北起下坎子居住区,南至苏家屯副城,长度为25.4 km;3号线西起杨士地区,东至虎石台副城,长度为33.1 km;4号线北起道义组团,南至桃仙机场,长度为48.4 km;5号线为环线,总长度为34.5 km。

一、新线及前期工作动态



沈阳市快速轨道交通网规划图



# 轨道交通建设投资控制与资金筹措研究

## ——广州市轨道交通3号线投资控制与资金筹措

刘拓瑜 (广州地下铁道设计研究院)

王爱晶 (广东省佛山农业学校经济系)

### 一、概述

城市快速轨道交通建设能加速城市化进程,并有效地引导城市健康发展,广州地铁1号线和正在建设的地铁2号线使广州市轨道交通构架基本形成,为充分发挥地铁1、2号线的效益,拟建南北走向的3号线就显得尤为重要,它的建设将极大地引导番禺卫星城的发展和形成新的城市发展轴,成为实现广州市城市发展战略思想的手段。同时,城市快速轨道交通系统是技术复杂的工程,需要巨大的资金投入。据初步估计,完成地铁3号线共35 km的线路,共25个车站,大约需投资约160~180亿元人民币(参考2号线成本指标价)。而如此巨大的资金投入,需政府和全社会的大力支持。

轨道交通建设资金的来源主要是靠借贷外资和地方自筹这两个渠道加以解决。据有关资料表明:广州地铁1号线为了还贷,考虑了物业开发;地铁2号线只向开发银行借了20亿元人民币,基本上靠自己筹钱;对于3号线市政府希望地铁公司多想办法筹集资金,如何解决轨道交通3号线投资问题,将是我们研究重点。

对于轨道交通3号线的投资分析和资金筹措,本人着重从投资控制、融资两个方面来进行分析和论述。

### 二、投资控制

轨道交通3号线工程总投资是由工程费用、工程建设其他费用及设备费用共三大部分所组成,其中工程费占总投资的60%(暂按运营设备采用国产化考虑)。在投资控制中,重点是优化设计。

大容量、无污染、高效率对环境又好的轨道交通

已成为现代化大城市公共交通发展的首选模式。但城市轨道交通的建设不可能一蹴而就,尤其是在我国处于城市化发展的初期,经济基础决定了必需选择符合我国国情的城市轨道交通发展模式。其基本思路是:

1. 为引导城市健康有序发展,先根据城市本身的经济、文化特点,制定出符合该城市结构形成和经济发展的轨道交通线网规划。在广州,已根据城市发展战略规划制定了近期线网规划,为将来轨道交通建设的实施打下了坚实的基础,并为城市控制用地提供了科学的依据,同时,也不同程度地降低工程造价。

2. 建立相对统一的城市轨道建设标准和技术标准。大城市公共交通以轨道交通方式为骨干,形成以高、中、低运量相匹配的网络结构已成为与之发展的必然,而轨道交通技术复杂,造价昂贵,选择不当将对国家带来难以估量的损失,况且地铁本身也有不同的标准和规模,轻轨交通更是类型繁多。因此,根据广州市城市结构特征和客运分析选择出符合城市实际发展的轨道交通3号线模式尤为重要。

3. 设备国产化。轨道交通车辆国产化不仅有利于降低工程造价和运营成本,也将促进国内相关产业的发展,由于地铁1号线的运营设备均从国外引进,使车辆购置费占总投资的25.7%。如果引进国外设备也可借鉴墨西哥的某些经验:在引进设备的同时,也引进技术,除一些投资较大的设备外,均制定设备国产化计划。一些新技术、新工艺和新材料的应用,更有利于推出我国产业体系的革新与进步;在确定设备的技术标准时,既要考虑到与国内现行标准制式一致,也要考虑与国际上先进技术标准相呼应,从而确定技术成熟而实用的自动化程度适

当的机电设备和车辆。只有努力开拓轨道交通技术国产化工作,不断扩大产品国产化使外贷影响到最低限度。

4. 经济实用。由于我国城市人口众多,经济实力与世界发达国家相比还不强,本着从实际出发,不要追求高标准、高豪华,应遵循“美观、适用、合理”的标准。一旦脱离我国实际国情,过多地追求豪华和追求最先进的技术标准,会造成设备和设施的浪费。

经过采取以上几个方面的措施,开展对轨道交通3号线的优化设计工作即可达到控制投资的目的。

### 三、政府应给予相应的扶持

究竟采取什么样的投融资方式才能满足轨道交通3号线的资金需求呢?世界上许多国家为大力发展城市轨道交通工程,一些国家或地方政府都予以极大的政策倾斜和扶持。

1. 法国:在一些企业征收特别税,作为通勤费用负担的一部分,这样雇主将交纳员工收入的雇佣税。为促进公共交通发展,企业可实行对通勤工作人员补助。

2. 英国:政府通过颁布法规和制定适当的补助金制度以促进公共交通事业的发展。

3. 香港:香港地铁建设和经营都不靠政府投资和补贴,而是按商业经营原则,靠吸引外资,自负盈亏。

4. 美国:政府制定法规,给予公共交通运行联邦补贴,同时,州、地方政府也给予不同比例的补贴。

5. 其他各国地铁都有不同程度的亏损,但政府都给予了一定的补贴。

轨道交通3号线的建设需要政府给予政策支持,希望政府划拨一定数量轨道交通线路的土地给投资者,进行综合开发,用多元化经营的收入,弥补自身运营收入的不足。政府必需加强土地宏观调控,严禁批租失衡而造成土地供过于求。

同时,为加快轨道交通的发展,需政府提供税收优惠。为了鼓励对城市轨道交通3号线建设投资,增加城市轨道交通的运输能力,建立相应的制度规定,鉴于轨道交通3号线作为公共设施的特殊性质,对地铁部门收入实行减免法人税和固定资产税的税收优惠政策。并规定,凡享受减免税优惠政策的收入必须纳入地铁部门内部基金,用于地铁新线路的投资。通过这一政策,对地铁公司来说,可以减轻新线路建设投资的利息负担,对广州市民而言,则有保

持建设工程前后运费稳定的好处。

在政府给予轨道交通政策支持的同时,更重要的是立法支持,制定清晰的法令和规划框架、税收,以便轨道交通健康有序地发展。

### 四、融资方式

对于即将投资建设的轨道交通3号线工程融资方式可采用多元化筹措资金,具体如下:

商业银行可提供低息融资方式。但融资比率限于总工程费用50%以下,利率低于长期最低利率。商业银行的此项融资资金来自政府财政。

融资也可采用某些企业带资建设的融资方式,即先由该企业承担轨道交通3号线建设工程,工程完工后,一次转让给经营者(广州地铁运营公司),广州地铁运营公司分25年平均偿还地铁建设费的本利。广州地铁运营公司负担的利息成本为5%,利息超过5%部分由中央政府和地方政府各补贴一半。另外,我们可采用发行债券、股份制集资和引进外资。

#### 1. 发行债券、股份制集资

城市轨道交通建设投资大、周期长,一般分散的社会主体都无法承担,而发行债券、股份制集资则是一种迅速筹集资金的办法之一,发行债券是一种负债经营筹资方式,其轨道交通建设资金稳定且有所保障,并已普遍被人们所接受。债券形式有长期融资券、短期融资券、跨地区融资券,债券的利率可根据投资回报和经济发展的情况合理确定。

吸引社会资金直接投资的最好办法是完善产权轨道市场,让轨道交通建设股份公司成为上市公司。居民可以直接购买城市轨道交通建设股份有限公司股份并成为投资者,使分散的资金集中使用。

为更好地融资,可采用发行可转换债券、可转换债券对投资者来说是一种十分好的投资方式。由于它既是债券又是股票,如持有人不需要本息就可以在确定的年限内转换成股票,而公司则可以从发行债券中获取大批资金,进行项目投资。

私人投资在交通项目融资作用中的作用不断增强(至少香港如此)。为了转移风险,促进投资者更好地进行经营和管理,发挥自身的效率优势和创造性。当然,对政府部门则提出了相应的挑战,在做到“风险社会化”的同时要求避免“利润私有化”。为此,需与贷款财团达成协议,实行投资补贴,自主经营,使其能取得有效的风险转移。

#### 2. 引进外资

引进外资是筹集城市轨道交通建设资金的又一重要渠道,除了利用外国政府贷款、补偿贸易贷款等外,在引进外商独资、合资、商业贷款方面开始有益的尝试。但项目融资需遵守以下原则:

- 必须防止在基础建设期间由于主要投资方的意外情况而导致基础建设无法按时完成。
- 大部分贷款必须来自国内银行,这样可以保障项目免受政治因素干扰,并减少货币比率波动的风险。
- 建设联合体必须分担运营开始阶段的风险,以保障项目能准时高质量的完成。
- 包括辅助贷款在内的财务必须补助在运营开始阶段的亏损。

在引进外资方式中,主要有独资建设、经营、管理一体化(BOT方式)。

BOT投资模式是指项目所在地政府将通常由国家公营机构承担的大型基础设施或工业项目交国外某一机构负责投资兴建(Build)。建成后由该机构在事先确定的期限内(一般为20~30年)负责进行运营管理(Operation),并获取投资回报。期满移交(Transfer)给项目方的政府。

BOT的方式得到了发展中国家和发达国家的普遍接受和广泛采用,我们可以参考国外经验,把BOT方式看作是减少国家财政负担的一种有效方法,积极引入国外资金来直接投资国内轨道交通设施项目。

当然,我们对BOT方式认识有一个过程,但随

着经济全球化的到来和加入WTO临近,我们需作一些尝试,可以根据BOT方式的特点制定出相关的法规或成立专门的机构进行规划和指导。

采用BOT有以下几个特点:

- ①减少政府主权借债和还本付息的责任,项目融资的很多责任都移给了项目公司,同时也大大减轻了政府的财政负担。
- ②政府与项目公司共同分担风险,而传统的投资方式则由政府单独承担风险。
- ③有利于引进国外的建设和管理方法,极大地提高项目建设质量和进度。
- ④有利于从项目的转交中,学习和沿袭国外先进的管理方法和技术手段等。
- ⑤有利于汇集本地资本和吸引国外资本。

### 五、经营采用商业化原则

市政府即将完成对地铁总公司的授权经营,增加职工的企业责任感,发展和强化运营管理水平,实现1、2、3号线的联合运营,逐步完善企业机制的转化,建立有限责任公司和相应的董事会,建立企业法人制。

由于经营效益下降、地价上升,建设费用猛涨,要建设新线极其困难,因而外部开发利益的返还对于促进地铁的建设十分重要。地铁开发的外部利益返还分为直接和间接多种方式,以促进新线发展,见下表。

轨道交通3号线开发外部利益返还的方式表

返还方式		方式概要	
直接 返还 方式	经营者(广州地铁总公司)直接开发土地的方式	具有全部开发利润内部消化的优点,但难以吸收自己以外的开发收益	
	土地开发者负担方式	负担金方式	根据有关制度,确定轨道三号线收益范围额,征收相应的负担金
		提供用地方式	根据规划来提供某些开发区的地铁用地或站前广场用地
	发行债券方式	广州地铁总公司代表广州市政府向土地开发事业者发行债券,广泛筹措资金,但资金筹措不稳定	
	股票方式	能够广泛筹措资金	
间接 返还 方式	课税负担方式	来自土地所有者的返还	对地铁沿线土地使用价值增加的部分,开征税收的一定额度作为受益者的返还;通常的做法是,由地方先行支出以将来增加税收的方式回收(固定资产税、城市规划税等)
		来自收益企事业的返还	从因开发而收益的企事业获得,以企业税方式返还收益;对于住宅地的开发,有相应的开发税制度;对于企事业的行业不同,会产生税收负担的差别
	基金方式	能够广泛筹措资金;根据条例设立“基金”,以此充作财源	