

目录

-
- 1.数字地铁系统总体框架研究 郭文军等 (1)
- 2.香港地铁考察随想 管建华 (5)
- 3.轨道交通工程设备监理要点 丁淮生 (7)
-
- 4.城市轨道交通建设中的若干问题
——武汉轨道交通1号线一期工程设计工程的思考 程振廷 (10)
- 5.因地制宜确定地铁车站型式及站位 漆宏 (15)
- 6.强迫成型电弧焊在轻轨无缝线路中的应用 丁韦等 (16)
- 7.旭电化超级嵌缝材料P-201的性能和施工方法综述 白求力 (18)
-
- 8.西门子交通技术集团的现代有轨电车(轻轨)理念
——信号控制系统 德萝森 (21)
- 9.地铁列车信号与车辆的接口分析 陈展华等 (25)
-
- 10.广州地铁屏蔽门系统的方案比选 孙增田 (28)
- 11.地铁变风量空调节能潜力分析 汪泳等 (31)
- 12.关于地铁隧道区间段阻塞工况临界通风速度的研究 欧阳沁等 (34)
- 13.城市轨道交通车辆空调国产化 王文质等 (41)
-
- 14.广州地铁2号线火灾自动报警系统(FAS)的设计 胡竞 (45)
- 15.地铁火灾事故下的安全疏散 陈鼎榕 (49)
-
- 16.新型结构的暗挖地铁车站 王策民译 (51)
-
- 17.中国地铁工程咨询公司第四届董事会在京召开 (56)
- 18.“城市轨道交通”研讨会在北京召开 (56)
- 19.“十五”期间,北京市交通及轨道交通发展目标 (55)
- 20.南京城市轨道线网规划初始报告评审意见 (60)
- 21.北京地铁主要运营指标及效益展望 (58)
- 22.启动城际快轨网络,促进珠江三角洲地区经济繁荣 (6)
- 23.第二届中国西部(重庆)轻轨、地铁及快速铁道展览会 (57)
- 24.2002年中国西部城市道路交通及地铁、轻轨展 (59)

(京)新登字000000号

图书在版编目(CIP)数据

地铁与轻轨 / 中国地铁工程咨询公司编. — 北京: 中国铁道出版社, 2000.

Ⅰ. 地... Ⅱ. 中... Ⅲ. 地... Ⅳ. 地...

I 地... II 中... III 地... IV 地...

② 轻轨铁路—铁路工程 IV 地...

中国版本图书馆CIP数据核字(000000)第000000号

京工商广临字宣000000号

书 名: 地铁与轻轨

著作责任者: 中国地铁工程咨询公司(北京市阜成门北大街)

出版·发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街)

责任编辑: 陈若伟 编辑部电话(010) 63000000

特邀编辑: 郑晓薇 李太惠

封面设计: 李艳阳

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

开 本: 16开 印张: 源 插页: 圆 字数: 页

版 本: 第1版 第1次印刷

书 号: 000000 000000

定 价: 00.00元(共册)

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,请与本社发行部调换。

发行部电话(010) 63000000 (010) 63000000

编辑委员会

顾 问：

| | |
|-----|----------------------------|
| 傅志寰 | 铁道部部长 中国工程院院士 |
| 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 | 原建设部副部长 |
| 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 | 建设部标准定额司司长 |
| 周翊民 | 铁道部顾问 |
| 谢正光 | 北京市地铁总公司副总经理 |
| 程 骁 | 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

数字地铁系统总体框架研究

郭文军 施仲衡 曾学贵 (北方交通大学,北京城建设计院,城市轨道交通研究中心)
侯茗升 (北京吉威数源软件有限公司)

摘要:本文介绍了“数字地铁”的背景和意义,提出了“数字地铁”的近远期目标,建立了“数字地铁”的总体框架,展示了其基本功能。笔者认为在我国城市地铁中应尽快建立“数字地铁”系统,将为地铁未来的可持续发展起到巨大的作用。

关键词:数字地铁 地理信息系统 管理信息系统

员“数字地铁”提出的背景和意义

近年来,地理信息系统(GIS)、全球卫星定位系统(GPS)、遥感(RS)等技术的发展日渐成熟和普及,随着虚拟现实、高分辨率遥感、分布式数据库、网络技术、数据仓库、多媒体技术、海量数据处理及宽带通信等技术的突飞猛进,为 GIS 技术的广泛应用展示了更加光明的前景。随着“数字地球”概念及其内涵逐步明晰以及“数字地球”观念的深入与普及,“数字地球”受到了我国各地方政府的高度重视,许多行业与地域已开始大规模的空间信息基础设施建设,建立基于空间数据的共享平台,如数字城市、数字国土、数字林业、数字铁路、数字北京、福建和海南等。

作为城市功能中最活跃的因素,交通已成为城市可持续发展的关键性问题。从全国大城市来看,交通阻塞、行车速度缓慢已成为城市的顽疾。地铁是城市交通和经济可持续发展的方向和必然要求,这已经在外国大城市交通设施发展实践中得到证实。中国作为世界第一人口大国,目前地铁拥有量极低,已经严重滞后于经济和社会飞速发展的需要。“十五”期间,我国计划投资 1000 亿元用于城市轨道交通建设,建设总里程将达到 1000 公里。其中,用于地铁建设的投资 400 亿元。目前,中国人口超过百万的 100 个城市中,有 10 个正在建设或筹建自己的轨道交通。今后一个时期,中国城市地铁将进入大规模建设阶段。

地铁交通是社会效益、经济效益、环境效益都十分突出的项目。采用信息技术与地铁传统行业相融合,将大大提高地铁业的市场竞争能力和服务水平。对于改变目前亏损状况,降低建设、运营管理成本,提

高企业经济效益,都将产生巨大的推动作用。

地铁作为城市大系统行业中的一个有机组成部分,又和其他行业有着千丝万缕的密切联系。为迎接全球信息化的挑战和适应中国加入 WTO 后所需做出相应的对策,在“数字城市”的大背景环境下,地铁行业也必将更加紧密地融入到城市整个大系统中,“数字地铁”的实现就具有现实性和紧迫感,它还是“数字城市”实现中的重要环节。

多年来,在京、沪、津、穗等已运营的城市地铁中,已陆续投资数百亿元,建立了以自动售检票(AFC)、列车自动控制系统(ATC)、电力监控系统(PSC)、环境监控系统(EMS)、防灾报警系统(FAS)及高速通信网为代表的诸多运营管理、调度指挥和安全监控系统,发挥了重大作用。地铁总公司与下属各部门之间也已建立了基于局域网和互联网的办公管理系统并初见成效。但是,由于不少城市地铁建设中使用了来自不同国家的外资贷款,设备也只好从贷款国引进,不同国家的设备制式不同,造成了我国地铁运营系统的“万国牌”现象,这不仅给日后地铁线网的扩容、管理带来极大的困难。照此发展下去,将带来诸多问题,如耗资巨大、维护困难、制式混乱等等,也必将严重阻碍我国城市轨道交通的发展;而且,由于各信息系统相互独立,系统之间信息相对孤立,难以发挥信息综合利用的优势。因此,为适应地铁信息化发展的需要,建设覆盖城市地铁范围的信息可视化共享平台,达到“信息共享、综合利用”的发展目的,为各级领导和广大用户提供更加直观而丰富的信息,本文提出开展“数字地铁”系统框架研究已刻不容缓。

“数字地铁”是指在地铁规划、建设与运营管理

中,充分地利用数字化信息处理技术和网络通讯技术,对地铁信息元按照统一的规范关联地理信息,形成三维数字信息,并对此进行管理、分析和辅助决策的电子信息系统。有助于将地铁内部与外部城市的各种数字信息及地铁的各种信息资源加以整合利用。

“数字地铁”是“数字地球”的一个子集。“数字地铁”的出现,也是经济全球化的必然趋势,而联系全球化的重要纽带就是数字。“数字地铁”的建设将为规划或建设中的城市地铁提供有利的帮助,将有利于在国家相关部门的统一指挥下解决目前各地铁公司自成一家现状,实现信息共享,避免重复建设,为未来形成统一管理,执行统一标准、规范打好基础。总体而言,“数字地铁”的建设对地铁信息化的跨越式发展、提高运输效率和科学化、提高面对紧急事件的处理能力等等具有深远的社会意义并将带来可观的经济效益。

圆“数字地铁”的目标

“数字地铁”的目标分为近期目标和远期目标,近期目标和远期目标的划分主要从地铁各种设备的“静态”和“动态”特点出发,最终实现对地铁现有各种应用系统的有机集成,建立空间信息与共享平台机制,便于各种信息直观表达、综合利用与快速反应。

圆“数字地铁”的近期目标

(员)采用 数据库技术,建立一个多数据源的地铁空间数据库;

(圆)建立地铁“静态”设施管理的综合系统。

具体而言,近期目标包括如下几点。

圆“数字地铁”的近期目标

在制作城市地铁电子地图时,应规范基础信息,如车站编码、线路编码、设备编码、地理信息标注内容与方式等等内容,充分考虑现有各应用的需求及未来发展的需要,对地理信息源进行定义,使之满足各专业的需要。地铁电子地图是导航查询的基础,通过在导航图上点选对象,定位并显示其对应的图幅。如查询某车站的设备平面示意图,通过操纵导航地图,漫游放大,找到导航图上该车站的位置,单击图上该站位置,即得到该站的多媒体信息。

圆“数字地铁”的近期目标

建立如线路配置图、线路综合图、车站线路配置图、电务设备配置图(高中压交流供电设备、牵引供电设备)、电力监控系统、环控设备配置图、通信信号设备综合图、防灾报警设备配置图、车辆设备配置图、自

动售检票设备配置图、区间速度图、车站平面图、区间客流分布图等等。

圆“数字地铁”的近期目标

地铁运输具有明显的地域、地理性质,在管理过程中对信息的时效性、准确性提出了较高的要求。建设数字地铁将地铁运营相关信息数字化,以多媒体处理技术将地铁的音、像、图、数等信息以统一的标准存储起来,并通过计算机进行加工、处理,为地铁行车调度、基础维护、设备管理、建设规划提供了有效的数据服务和决策支持。系统存储地铁区间、车站和停车场等重要设备图像、抢险救灾和事故现场重要区间地段地形、地质、地貌文件等信息,系统具有图像信息智能提取功能,能根据需要选播图像信息。

圆“数字地铁”的近期目标

(员)输入检索条件,查询设备位置。例如,输入坡度大于 6‰条件,检索指定范围内的线路综合图,点击相关设备查询设备类型、型号等信息;输入曲线半径小于 1500m条件,检索所有满足条件的位置信息。

(圆)选定地图区域,检索该区域内的设备、经济指标状况信息。例如,通过在地图上点击复兴门站,把复兴门站相关专业的信息分门别类以报表的形式显示、打印出来。

圆“数字地铁”的远期目标

(员)建立地铁“动态”设施管理的综合系统;

(圆)建立面对紧急事件处理能力的综合系统。

具体而言,远期目标包括如下几点。

圆“数字地铁”的远期目标

通过与各种现有应用系统,如与 无线通信系统、无绝缘轨道电路、列车定位等实时追踪系统接口,把地铁当前运输行车组织情况用三维图形图像形式形象地显示出来。同时,利用地铁电子地图、各专业图层,再现地铁各专业设备即时运转状况。

圆“数字地铁”的远期目标

该系统可以帮助地铁部门在面对灾难、紧急事件(发生火灾、车辆脱轨、供电故障、信号故障、通讯中断、列车压人、列车故障被迫在区间停车、隧道内紧急疏散乘客等)处理时,直观、快速地查询能实时反映事件地点的地理环境、给排水设施、行车运营、线路设备、环控通风等等资料,并与现有的系统(如环境监制系统、火灾报警系统)接口,获取救护设备和救灾抢险力量分布位置、数量等等相关信息,为地铁部门做出快速有效的救助策略提供依据。

香港地铁考察随想

管建华 (铁道部第三勘测设计院地铁分院)

1995年10月1日至10月10日,笔者因工作关系对香港地铁进行了为期10天的参观考察活动。通过香港地铁公司有关专家的集中介绍,几天的分组交流和正在建设的将军澳支线上的油塘站、北角站以及既有九龙湾车辆段、新建成的青衣控制中心等现场的参观,对香港地铁既有有线包括旧线、新开通的机场快线及在建的将军澳支线均有了一个感性的认识 and 了解,特别是对香港在建设地铁方面的一些设计理念,感触很深,认为有许多是我们在今后的地铁设计中应该借鉴和学习的。

一、香港地铁概述

香港地铁公司管理的线路总长约为150公里,共设100多个车站,包括以下5条线路:

观塘线:由鲗鱼涌至油麻地全长15.2公里,其中观塘至中环长11.4公里,11个车站,通车时间为1979年10月。

荃湾线:由荃湾支线(荃湾至太子段)和太子至中环段组成,全长15.2公里,15个车站。其中荃湾支线长11.4公里(地下线7.8公里,架空线3.6公里,地面线0.2公里),11个车站(地下站7个,架空站2个,地面站2个),通车时间为1983年1月。太子至中环段4个车站,通车时间为1983年10月。

港岛线:由柴湾至上环,长15.2公里,其中地下线11.4公里,架空线3.8公里,车站11个(其中地下站7个,架空站2个)。通车时间为1983年1月和1983年10月。

东涌线:由东涌至香港,长15.2公里,其中地下线7.8公里,架空线7.4公里,地面线0.2公里,车站11个(其中地下站7个,架空站2个,地面站2个),部分地下站1个)。通车时间为1985年10月。

机场快线:由机场至香港,长11.4公里,其中地下线7.8公里,架空线3.6公里,地面线0.2公里,车站11个(其中地下站7个,地面站2个)。通车时间为1985年10月。

地铁观塘线、荃湾线、港岛线及东涌线每个周日的平均载客量约为100万人次,每小时单向最高载客量为1.2万人(东涌线);观塘线、荃湾线、港岛线),按每行车公里轨道载客量人次计算,香港地铁

成为全球使用率最高的铁路系统之一。

二、参观考察的感受和感想

香港地铁充分体现了以人为本,快捷、方便、安全地运送乘客到达其目的地的根本原则,充分考虑了人的因素、地铁的作用等,在地铁车站的规模和装修等方面,不是盲目追求大和豪华、漂亮,而是在其功能上、服务上下工夫,涉及到安全及能提高其服务水平、提高其竞争力等方面的,一定是优先采用先进、可靠的系统和设备,而且是配备最完善的设备。如在信号系统方面基本上是采用的最完备的列车自动控制系统,在扶梯的配备、自动售检票设备的配置、导向系统、盲导系统的设计等方面,均贯彻了一切以方便乘客、以人为本的原则。该花的钱一定要花,好钢用在刀刃上,以实用为准则,这可能也是我们在今后建设地铁方面应该学习和借鉴之处。

地铁线路的规划方面也有内地城市值得学习之处。一是应及早进行城市轨道交通的研究和规划工作,一旦规划完成之后,按规划去分步实施;二是规划工作应做得尽量深入和完善,从规划开始就考虑、确定了各线之间的交点、车站的换乘方式等,做到统筹安排、分步实施,既保证了地铁换乘的方便,又降低了地铁工程的总造价。在换乘方式上也是尽量考虑同层换乘或上下站台间的换乘,减少行走距离,方便乘客。

香港目前5条地铁线有10个换乘站:机场线与荃湾线的荔景站;荃湾线与观塘线的太子站、旺角站和油麻地站;荃湾线与港岛线的金钟站、中环站;正在建设中的有观塘线南延工程与港岛线的鲗鱼涌站和北角站。将军澳支线上有油塘站、调景岭站和将军澳站,这些换乘站大都采用同站台换乘模式。

通过对施工工地现场的参观,一个总的印象是,现场施工组织有序,一切都是按既定的程序、时间表执行。土建施工是在所有设备定型、完成设计之后,包括各种预留的沟、槽、管、洞的图纸全部完成之后才开始的,避免了土建与设备设计不同步或因设备不定型,土建配合或预留不合适所造成的土建返工和废弃工程。这一点可能对我们今后的地铁建设走向科学

LIGHT
RAIL

化、程序化、正规化提供了学习的典范。

在设计标准的制定上,内地的有些标准是偏高的。如供电方面,在负荷等级的划分上,从目前国内地铁设计的情况综合分析来看,诸如自动售检票系统、垂直电梯等均列为一级负荷;车站照明设计照度标准方面,站台站厅内地一般规定为 150lx ,而香港一般为 100lx ,但从现场的实际情况感觉是完全能够满足要求的;区间隧道中正常行车时,所有灯是处于关闭状态的,只有当接触网失电或检修需要时,才自动或人工打开,一切从节支出发,减少成本、增加收益。提高等级和标准的后果,增大了变压器容量、开关柜数量既加大了供电系统本身的投资,又加大房屋面积增加了土建工程的投资。因此,从我们国家规范及标准的制定上是否也有商榷的余地?或允许设计单位有一定的偏差?

继续大力发展和综合利用土地资源,充分开发地铁沿线和地铁上盖物业,而不只是简单地在车站站厅层搞一些开发,当然这需要地铁公司与政府、地产发展商等多方面的协调配合。香港地铁公司的做法是,先向政府取得发展铁路上盖或比邻空间的权利,然后公

司慎择适当时机向合乎资格的发展商招标,以降低物业发展的风险及提高回报,继而与地产发展商达成协议,利用发展商的资本缴付政府所需的土地补偿、兴建、财务和其他成本,将空间发展为达到公司要求水准的物业。公司与发展商按协议分摊出售或出租物业后所得利润,利润分摊比例根据当时市场环境确定,因此每个发展组合均采取灵活的策略。比较典型的物业有:德福花园、环球大厦、海富中心、旺角中、康山花园、康怡花园、康泽花园等。香港地铁 1985 年物业的收入约为 1.5 亿港元,取得这样的骄人业绩,当然与香港的地理环境、政策等诸多方面的因素有关,但不可否认这也为内地的轨道交通的建设、管理树立了一个榜样,向内地的轨道交通行业提出了几个发人深省、令人深思的问题:怎样摆脱各地的轨道交通从开始建设的一天起,就为这个城市的财政背上了沉重的包袱?在我们现实的情况下,如何改变这一被动的局面?怎样使我们的轨道交通走上不需国家财政的巨额补贴、以路养路、良性发展的道路?

以上是笔者本次香港之行的一些感想和体会,纯属个人观点,可能有许多不当之处,仅供参考。

LIGHT
RAIL

启动城际快轨网络， 促进珠江三角洲地区经济繁荣

广州至佛山全长 105 公里的地铁项目已经省政府讨论确认并即将动工的消息,标志着整个珠江三角洲快速轨道项目的启动。广州市市长林树森 1995 年初在勾勒广州城市交通蓝图时曾经指出,珠江三角洲城际快轨线网规划布局将以广州为中心,通过轻轨特快线把穗、港、澳三个都市圈连成一体,并发展不同等级线路,将珠江三角洲地区 10 个市县构成一个交通联系密切的城际捷运系统。

现代化交通网络的构筑将使广州、佛山、深圳、汕头、惠州、江门、中山、珠海等珠江三角洲城市群紧密地联成一体,城际之间的交通往来,可以分秒计算。

众多经济研究专家把环珠江口城市群的香港、澳门、广州、深圳、珠海五大核心城市描述为“新经济时代的珠江三角洲经济旗舰”。他们认为与迅速壮大的长江三角洲一样,珠江三角洲是中国未来经济增长最快的地区。在不久的将来,中国 10% 增长的 10% 以上将出现在这两个地区。

(摘自羊城晚报 2002.4.7)

轨道交通工程设备监理要点

丁淮生 (铁道科学研究院深圳设计研究院国监师)

员 概 述

轨道交通工程设备主要指机车车辆、供电、通信、信号、暖通、电梯扶梯、屏蔽门、机务车辆段各种机械及机电、给排水及消防等设备。

工程设备是监理中的重要项目,例如地铁工程车辆及机电设备投资占工程造价总额以上,工程设备是运输的载体或为其服务,这已被人们广泛重视。笔者以国铁某些机务段、车辆段和某地铁为背景,对设备监理质量控制谈一些看法,供同行参考。

圆 设计阶段

设计阶段将业主的需求具体化,又是衡量业主需求的可行性、科学合理性时期。设计阶段节省工程投资的可能性为,由于设计原因引起的质量事故占工程事故的,对设计质量严加控制是顺利实现三大控制的有力措施;设计质量优劣,直接影响工程项目的功能、使用价值和投资效益,关系着国家财产和人民生命的安全。故设计质量就是在严格遵守技术标准法规的基础上,正确处理和协调资金、资源、技术、环境条件的制约,满足建设项目需要。

圆 编制规划设计大纲

监理人员在分析研究可行性论证报告和有关批文资料基础上,对项目总目标系统进行论证,编制规划设计大纲,实现业主的建设意图。

圆 优选设计单位

协助业主组织设计招标或方案竞赛,评选投标方案,择优选择设计单位,并拟定设计纲要及设计合同。

圆 提供设计基础资料

协助业主提供设计所需的基础资料,包括已批准的项目建议书、可行性研究报告、选址报告、规划部门批文、土地使用要求、环保要求;地质勘测报告、地形图;动力、资源、气象、消防、人防、地震、交通运输、生产工艺、基础设施等资料。协调和落实外部环境,为设计顺利进行创造条件。

圆 开展设计方案比选,优化设计

(员配合设计单位开展经济技术分析,进行经济

技术方案比选,是否满足法规、标准、规范的条件,是否满足规划设计大纲的要求,选择最好的设计方案。

(圆参与主要设备的选型,使设备的使用功能和

使用价值符合设计大纲的规定。
(猿跟踪和反复协调,监理人员在设计中要跟踪,不断协调设计之间,设计单位与外部(包括环境、消防、电信、供电、供水等部门)之间,建设功能与资金、资源、环境、技术和技术法规之间的关系,达到优化设计的目的。

(源现代科技的运用,设计是一项系统工程,要不断运用新科技,例如某地铁工程中的独立项目搞集成是方向,北京远通城轨中心刘德山教授深有体会地说,这个项目搞集成便于集中管理,节省资源,降低成本,适应未来发展的方向。

圆 设计文件和图纸的评审检验

(员设计资料和图纸评审

总的要求:用业主的设备项目功能和使用价值去检验设计成果,评审总体设计与专业设备设计的关系,设计文件和图纸应符合工程建设和质量监理的法律法规及建设标准,符合可行性研究报告和设计大纲、纲要及设计合同。

审核和评审的重点:设计审核分阶段进行。初步设计阶段侧重于所采用的技术方案是否符合总体方案要求及决策阶段确定的质量标准;施工图设计注重反映车辆及机电设备使用功能及质量要求是否得到满足,对设备技术规格书逐件审核。

评审主要内容:投资控制在限额以内,方案经济技术比较论证;设计进度情况;设计文件的规范性;结构安全性;工艺先进性;制造安装的可行性等。

(圆设计文件和图纸的检验

监理机构组织设计文件和图纸的验收,在验收合格后,督促设计单位进行设计文件和图纸的报批工作。

猿 设备采购阶段

猿 编制采购方案和采购计划

(员编制设备采购方案,监理人员在掌握设计文

件的基础上编制,明确设备采购的原则范围内容程序方式方法,报业主批准。

(圆)编制设备采购计划,根据批准的设备采购方案编制。

(猿)市场调查,监理人员根据设备采购计划进行市场调查,并向业主提供设备采购市场调查报告。

猿圆 协助业主进行设备采购招标

(员)设备采购招标文件除一般要求外,尚应突出下列猿点。

- 明确规定承包商供给和提出适用版本的规范、图样和采购文件及技术资料;

- 分包商应与承包商具有同样的质量保证能力;

- 承包商与分包商之间应建立质量保证措施,即质量保证协议、验证方法协议、进货检验和质量记录等。

(圆)优选承包商,评选时重点考虑承包商质量保证能力和产品质量标准以及对业主的响应程序,确定中标人。

猿猿 参与合同谈判,签订设备采购订货合同

源 设备制造阶段

设备监造对象是大型设备和非标设备,或业主指定的设备。

源源 编制设备监造规划

设备监造规划是组织开展设备监造工作的纲领性文件。监造规划主要内容是监造概况要求,监造范围内容,监理工作目标及依据,监理组织机构,人员配备及职责,监理秩序方法措施,监理控制的重点和难点,监理工作制度和监理设施等。

源源 主持召开设计联络会

设计联络会是产品设计技术交底和图纸会审,通过联络会,使业主、监理和承包商熟悉制造图纸及有关技术说明和标准,掌握设计意图和制造工艺,同时纠正不符合技术规格书要求的设计或其他错误的请求。

源猿 审批设备制造生产计划

监理人员应重点把握主要和关键零件的生产工艺规程和检验要求。

源源 编制监造实施细则

专业监理工程师依据监造规划和设计图纸编制监理实施细则。实施细则应包括设备特点,监理工作流程,监理工作控制要点及目标值,监理工作方法及措施等。

源缘 样机制造及鉴定

设计联络会召开后,承包商开始制造样机,待样机制造完成,监理工程师组织样机鉴定,样机通过鉴定后,承包商即可组织批量生产。

源源 设备制造过程中监理

(员)检查承包商质量保证体系人员到岗情况,有没有发挥作用。

(圆)监理人员审查主要及关键零件的生产工艺设备,操作规程和相关生产人员资格,并对设备制造和装备场所的环境进行检查。

(猿)对设备隐蔽部位的检查验收。

(源)监理人员严格执行原材料和外购件等报审手续,不符合规范,拒绝进厂,更不能使用。

(缘)监理人员抽验生产主要和关键零部件,对特殊要求的主要零部件制造实行旁站,监督检查设备装备过程及调试整机性能检测和验证,符合标准予以签证。

(远)检查发现制造质量严重偏离,由总监下达停工令,并提出处理要求。

源苑 参与设备质量事故的调查处理,按监理管理程序向上报告

缘 设备安装阶段

设备安装阶段包含设备运输储存、设备安装和单项调试猿项内容。

缘源 设备储运

(员)设备运往现场前,监理人员检查待运设备采取的防护和包装措施,是否符合运输、装卸、储存、安装的要求,以及相关的随机文件、装箱单和附件是否齐备。

(圆)设备运到现场后,监理人员组织开箱检查交接。设备开箱检查,主要检查设备的完整程度,零部件、备品是否齐全;对设备性能、参数、运转、质量标准全面检验,根据设备类型不同进行专项检验和测试。

(猿)检查设备储存环境条件是否符合规定,检查督促设备保管部门定期检查和维修储存的设备。

缘圆 设备安装

设备安装阶段,监理人员除建立质量控制系统组织、审批承包商施工安装组织设计和施工方案、组织技术交底和图纸会审、对环境的检查、执行原材料报验、安装过程工序质量控制外,重点做好下列工作。

(员)设备接口,接口是设备安装中的重头戏,科技含量高,涉及的单位多,它包含设备界面和系统的接

口,有物理、编程、电气、时序等接口,即设备之间既互相联系贯通又相互制约,重点涉及到管理接口和设备接口,特别是设备与土建的接口。故监理人员在接口中应按设计要求,明确接口的内涵,不同设备间的接口子项目内容是什么,从而判定承包商设备安装接口正确与否。

(圆)设备安装三步曲

①设备定位。监理人员控制承包商测量定位,能否满足设计和生产工艺的要求,要便于操作检修,有利于安全生产和工序的衔接。同时监控设备基础断面尺寸及强度,埋设的锚螺栓位置正确与否,埋置锚螺栓是重要的隐蔽工程,要求土建与设备监理共同配合实施并旁站。

②设备就位,监理人员检查承包商划出的基准线是否满足安装规程精变要求,设备的平稳如何,再次监控承包商的调平找正。

③设备到位,监理人员主要精心复查设备的标高和水平及螺栓调整垫铁的紧度是否符合要求,经监理复查合格后,可进行两次灌浆固定设备。

监理人员对设备拆卸、清洗与润滑也要监理。

(猿)设备装配质量控制

设备装配是将众多的机械零件进行组合连接或固定,保证相互连接有正确的配合及正确的相对位置。监理人员监督设备装配是否符合装配要点的规定,如达不到要求,责成承包商整改。

缘 单项设备调试

设备安装检验合格后,进行单项设备调试即试压和试运转,监理人员参加设备试车,监督试车数据的测试和写实,为评价设备制造安装质量和设备总联调准备原始资料。

远 设备总联调阶段

轨道交通系统设备总联调,在我国由铁道科学研究院承办的广深线总联调开始,时间较短,经验积累不多,涉及到部门单位面广,科技含量高的工作,必须高度重视。总联调是对各项设备(亦称子系统)间的相互关系和大系统的整体性能的动态调整,并进行检定和评价,核心是设备系统接口和界面控制,重点是总联调过程中相关性较强和接口界面较为复杂的子系统。

缘 编制总联调监理规划

总监主持,专业监理工程师参加,编制总联调监理规划。总联调监理规划主要内容如下。

(员)监理组织机构(含人员编制和职责)

(圆)总联调系统范围

轨道交通系统总联调由列车运行相关系统和运营相关系统组成。

(猿)总联调期望值

质量目标:各设备系统性能功能满足设计文件和技术规格书的要求,满足试运行稳定性和可靠性的要求。

(源)总联调工作重点

准备阶段——审批总联调大纲,明确界面控制要求,对参与总联调的各项设备单项调试结果确认,检查是否具备总联调条件。

总调试阶段——明确总联调程序保证联调工作有序开展,监理的手段和方法。

(缘)总联调监理措施

缘 审批总联调大纲

总监组织专业监理工程师审查承包商提交的设备总联调大纲,主要从总联调组织机构、质量保证体系、安全保证体系、总联调方案、程序安排、技术措施等方面审查,经总监批准的总联调大纲,监督承包商一一落实。

缘 监督承包商质量保证体系,发挥功能作用。

缘 督促承包商按总联调程序开展工作,以便掌握总联调的情况。

缘 参与总联调各种设备性能功能检测和纪实。

缘 评估和预验收

(员)总联调结束后,监理人员应对总联调进行写实质量评估。

(圆)参加预验收,在承包商自验合格的基本上,总监组织监理、承包商、业主代表、设计单位进行预验收。

苑 设备试运行阶段

苑 监理人员督促承包商对设备总联调质量缺陷进行整改,验收合格后予以签证。

苑 监理人员组织承包商定期到业主和设备使用单位进行质量回访,采取措施。

苑 监理人员对业主和用户提出的设备质量缺陷进行检查和记录,对承包商修复的设备进行质量验收,合格后予以签证。

苑 保修期结束后,监理人员写出质量评估报告,报业主。

质量是工程的生命,亦是工程项目建设的核心,笔者仅浅谈了设备质量控制的要点,尚不能概括全部,目的在于把握重点,推动全局,切实把工程设备质量控制位,向业主交一份满意的答卷。

城市轨道交通建设中的若干问题

——武汉轨道交通1号线一期工程设计过程的思考

程振廷

摘要 城市轨道交通建设投资巨大,减少工程难度、降低造价使城市轨道交通线更具有吸引力是当务之急。本文从武汉轨道交通1号线一期工程设计过程中出现的几个问题,联想到城市轨道交通建设中降低工程造价的几个方面,并作了探讨。慎重地评估预测客流、缩短列车间隔减小车站规模,做好大城市轨道交通线网规划,在土建设计中做好各类管线调查,对线路方案精心比选,减少拆迁,对高架线结构轨道和减振降噪深入研究,加快机电设备的国产化等不仅能达到减少工程难度、降低造价而且会加快城轨交通项目设计工作的进度。

关键词 城市轨道交通 线网规划 预测客流 车站规模 节省投资

一、武汉市轨道交通1号线工程简介及设计进程概况

1.1 武汉市轨道交通1号线简介

规划的武汉市轨道交通1号线(以下简称1号线),由汉口古田一路至黄浦路,穿过武汉长江二桥(武汉长江二桥建桥时已预留线位)经徐东路、中北路、中南路至付家坡全长约 3.9km,设一座车场和一座停车场。该项目分二期实施,一期工程由宗关站至黄浦路站,全长 1.96km,设 4座车站,一处停车场和综合维修中心,一处指挥中心。一期工程全线线路高架,预定一期工程在 2000年正式运营。规划的二期工程完成时间为 2005年。规划的1号线示意图见图 1。

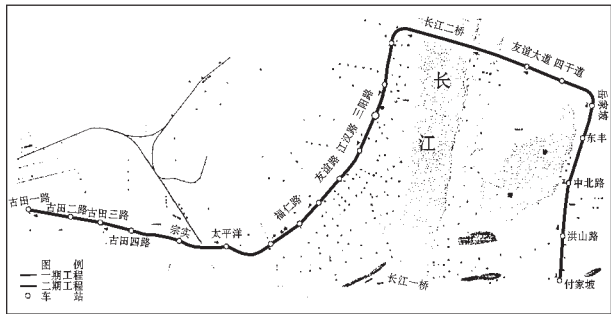


图 1 武汉市轨道交通1号线规划示意图

1.2 一期工程设计进程概况

1999年 12月北京市城建设计研究院(以下简称北京院)完成《武汉市轨道交通1号线一期工程可行性研究报告》(以下简称“可研报告”),同年 12月“可研报告”通过了专家评估。2000年 1月武汉市轨道交通有限公司委托铁道部第四勘测设计院(以下简称“铁四院”)承担武汉市轨道交通1号线一期工程(以下简

称“一期工程”)总体设计和设计总承包工作。

2000年 12月铁四院完成《武汉市轨道交通1号线一期工程总体设计》(以下简称“总体设计”)。2001年 1月由上海隧道工程轨道交通设计研究院(以下简称“上海院”)对“总体设计”完成预审。2001年 2月“总体设计”通过了专家组评审。2001年 3月至 2001年 6月铁四院完成《武汉市轨道交通1号线一期工程初步设计》(以下简称“初步设计”)。2001年 6月上海院提交了“初步设计”正式预审意见。2001年 7月“初步设计”通过了专家组评审。现正紧张开展施工图设计。

二、关于对车站规模、列车编组的评审意见及执行情况

2.1 1号线的预测客流(见表 1)

表 1 1号线客流预测表(人次/辆)

| 项 目 | 初期(2000年) | 近期(2005年) | 远期(2010年) |
|---------------|-----------|-----------|-----------|
| 全日客流量 | 100000 | 150000 | 200000 |
| 高峰小时单向最大断面客流量 | 10000 | 15000 | 20000 |

2.2 “可研报告”和“总体设计”的评审意见

(1) “可研报告”的评估意见

“可研报告”客流预测部分的评估意见是:“预测结果基本可信,可以作为工程建设规模的依据。但由于远期城市的发展难以预测和客流预测受多种因素的影响,远期客流预测准确性难度较大,武汉市与其他城市相比,远期高峰小时客流量偏小,专家组建议工程规模应留有储备和扩充能力的条件”。列车组织计划和运营管理部门的评审意见:“建议本工程的远

LIGHT
RAIL

期运输能力预留一定的储备,以适应城市的发展需要”。车辆配置与编组部分的评估意见是:“同意初、远期列车采用 3 辆编组,可基本满足运营的需要。列车的动拖比应对车辆的技术经济进一步比较后再作出决定。”铁道部第四勘测设计院(简称铁四院)考虑了以上评估意见,还有少数专家提出的满载率不能超过 80% 的意见,总体设计的车站规模按 3 辆编组设计,即车站长度由 100 米增加到 150 米,初期运营列车为 3 辆编组。

(四) 总体设计”的评审意见

“总体设计”评审对列车编组意见是:“总体设计中列车编组作了超设计年限的 3 辆编组预留方案,车站规模按此初期建成,以作为将来发展留有一定裕量。专家组认为远期设计年高峰小时单向最大断面客流量为 1.2 万人,设计 3 辆编组单向输送能力 3600 对/小时,已达 3600 对/小时。按定员核算,尚有 20% 的裕量。基于目前信号系统技术发展甚快,可将发车频率缩短到 120 秒/对,即潜在输送能力可增加 50%。因此希望在折返设备和车辆段的进出线留出裕量即可,建议不作超远期 3 辆编组的预留。”

铁四院在“初步设计”中执行了专家组的建议,车站规模按 3 辆编组设计。“初步设计”专家组评审意见肯定了武汉轨道交通 1 号线车站规模按 3 辆编组设计。

三、联想到城市轨道交通建设中降低造价的若干问题

关于客流预测量

众所周知车站规模设计的主要基础资料是规划发展的远期客流量。

远期预测客流量是一个变动较大的变量,对预测的准确性来说难以保证。但是从目前国内、外的情况来看,世界上许多城市轨道交通线实际客流存在有远小于预测值的问题。在一些国外资料中都有认真吸取教训和必须引起注意的呼声。

上海院在市建委建设规划处及地铁总公司的组织安排下,对地铁 1 号线和 2 号线的莲花路站、徐家汇站、陕西南路站、静安寺站、石门一路站及中山公园站进行了调查,以下摘录了调查的比较表列如表 4。

表 4 上海地铁 1 号线、2 号线调查表 单位:人

| 站名 | 预测客流量 | | | 实际客流量 | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1985年 | 1990年 | 1995年 | 1985年 | 1995年 |
| 人民广场 | 1.0万人 | 1.5万人 | 1.8万人 | 1.2万人 | 1.5万人 |
| 陕西南路 | 1.0万人 | 1.5万人 | 1.8万人 | 1.0万人 | 1.2万人 |
| 徐家汇 | 1.0万人 | 1.5万人 | 1.8万人 | 1.0万人 | 1.2万人 |
| 新龙华 | 1.0万人 | 1.5万人 | 1.8万人 | 1.0万人 | 1.2万人 |

从表 4 可以看出预测的远期客流偏大,1 号线的客流仅为 1995 年预测客流量的 80%~90%,与 1985 年预测客流比较也只有 80%~90%。

广州地铁 1 号线某站 1995 年调查结果为年实际客流量为 150 万,预测客流量为 180 万,比值为 83%。吉隆坡的 1 号线年实际客流量与预测客流量的比值为 80%。

对客流预测的评估,不同的城市,不同的线路应以本市、本线的调查为依据,考虑本线所处的环境和吸引客流量。与其他城市的客流量比较(姑且不论其他城市预测客流量是否切合实际),由此来确定预测客流量是否偏大或偏小,笔者认为欠妥,这样可能导致产生不切合实际的预留扩充功能。预测客流量是城市轨道交通线车站规模设计最直接最主要的影响因素,因而必须根据城市的总体规划及其轨道交通网络的规划对每条线路的预测远期客流作出合理的判别,有适当超前意识和慎重决策。

缩小小列车间隔、减少车站规模

目前我国城市轨道交通系统列车的最小间隔大都是 3 分钟,武汉市轨道交通 1 号线远期 1995 年高峰小时列车间隔时分也为 3 分钟。然而据资料介绍西欧及前苏联地铁早在 20 世纪 60 年代系统运行的最小间隔就达到 120 秒,20 世纪 80 年代规定缩短到 90 秒。在法国随着列车自动控制系统的不断发展,里尔市 1 号线列车最小间隔在高峰时段为 1 分钟。控制最小间隔时间与车辆性能、信号设备、线路及行车管理水平等有密切关系,对我国来说有许多关键技术需要引进或攻关。

远期客流是运输能力必须达到的定值,最小行车间隔与列车编组则是二个互相影响的变量。在城市轨道交通线的建设中,考虑到运营 10 年或 15 年后的技术设备改造和现代高科技的快速进步,利用压缩最小列车间隔可以大大地提高运输系统的能力。也就是同时考虑技术进步、设备更新、管理人员素质的提高等变动因素以动态的观点来处理提高远期系统的运送能力和确定最小间隔以及车站规模的问题。“总体设计”评审意见中的“可将发车频率缩短到 120 秒/对(即潜在输送能力可增加 50%)是合适的。”

做好城市轨道交通线网规划

武汉市轨道交通 1 号线规划线路穿过武汉长江二桥,1995 年该桥建成通车,因 1 号线与二桥设计不同步,二桥设计时预留了 1 号线穿经长江二桥的条件。由于预留轻轨线的技术标准偏低,1 号线从引桥

LIGHT
RAIL

接入长江二桥的线路就出现了突破国家规范的小半径曲线和大的线路纵坡,两动两拖的列车在损失动力的情况下,在大坡上停车后不能起动的待避线,以及目前二桥上车流量已相当大等问题需要解决,还可能有涉及到已建成的武汉长江二桥要作局部地段改造加固等等,另外,1994年10月建成的洪山广场恰好在1号线终点付家坡站前的区间线路上,又有可能要调整规划线路,这些难题全都留给了二期工程,必然会影响工程投资。没有好的线网规划,一定会给预留位置造成困难,也不能保证线网的实施,还会对工程运营和经济性产生不利影响。

城市轨道交通的线网规划是城市建设总体规划中的一个专项,系统、科学和创造性地做好线网规划工作,可以相对稳定线网中的各条线路,促成合理布局。明确交叉换乘点,方便做好预测客流工作,不致于会产生在线网中某线设计时,提不出交叉点的换乘客流的问题。做好线网规划对占地面积很大的车辆段、停车场的预留选址也很重要。据资料介绍,我国许多大城市在做城市建设规划时还没有系统地做线网规划工作,但是做好这项工作有着很重要的实际和经济

意义。对规划部门作好用地控制,保证工程建设的可实施性将十分重要。因此城市建设部门理应积极地做好线网规划工作。

关于设计工作

(员)对城市轨道交通线的土建工程中降低造价途径的几点意见

除前述缩小最小间隔减少车站规模以外,对于城市轨道交通工作做好各类管线的调查,精心比选线路方案,尽量减少拆迁量是减少工程前期费用的关键,并且将会减少工程中隐藏的难点。城市轨道交通工程的前期费用在建设投资中比例约占10%~15%。北京复八线拆迁费达1.5亿元,广州1号线前期费用达1.2亿元。在项目各阶段设计时要尽量不造成或减少在初步设计审查后改线,更不能造成在施工过程中因某些原因必须改移线路的后果。

城市轨道交通项目建设费用很高,上海地铁1号线和2号线造价每公里1.2亿元,广州地铁1号线每公里1.1亿元。上海明珠线二期工程(地下线)概算每公里1.2亿元,几条主要为高架的城市轨道线初步设计概算比较见表猿

表猿 几条高架的城市轨道交通线初步设计概算比较表

| 线名 | 全长(公里) | 高架线铺面线(公里) | 高架站铺面站(座) | 车站长(米) | 车辆编组(辆) | 总概算(人民币万元) | 经济技术指标(万元/公里) |
|------------|--------|------------|-----------|--------|---------|------------|---------------|
| 上海明珠线一期工程 | 10.2 | 10.2 | 12 | 120 | 远 | 1.2 | 1.2 |
| 武汉轨道交通一期工程 | 15.2 | 15.2 | 15 | 150 | 源 | 1.2 | 1.2 |
| 上海市莘闵轨道交通 | 15.2 | 15.2 | 15 | 150 | 源 | 1.2 | 1.2 |

在地下铁道工程中土建费用大约占10%~15%,武汉城市轨道交通1号线一期工程的概算中土建费占10%。为了降低城市轨道交通线的建设投资,鉴于高架线有投资少、建设速度快的优点,许多专家建议城市轨道交通线可以采用高架线或部分高架和地面线。高架的城市轨道交通线在我国现在运营的仅有上海明珠线一期工程,对高架线的结构,尤其是减振降噪国内还没有很成熟的经验。据悉,上海明珠线一期工程有一些认为车站体量过大影响城市景观和噪音扰民的意见。由于高架线影响城市景观,还有对欧美国家城市环境的良好印象,有反对在市区修建高架轨道交通的意见。尽管认识不一,但是据国外一本有影响的铁路杂志介绍:全世界有100座城市开通了轻轨交通,可以预计轻型地铁(轻轨)和现代轻轨(轻轨)交通由于造价相对较低,今后还会不断发展。因此必须有针对性地研究高架结构、轨道结构等技术,使其具有良好的减振降噪效果,以适应

我国城市轨道交通建设发展的需要。

为减少投资,对车站的装修应以简洁、实用、耐久、安全为目标,在装修上用较多的资金是不恰当的。

关于机电设备

机电设备在轨道交通线的建设总投资中占有很大比例,有些项目已达到10%,超过土建投资。出现这种情况的原因是利用外贷,购置外国产品,从而使城市轨道交通项目的建设造价升高。车辆和信号设备是机电设备中两个投资量最大的项目,是亟待重点解决的两项。武汉市轨道交通1号线概算中这两项占投资的10%。

上海地铁1号线和2号线、广州地铁1号线引进德国的车辆,目前国产化车辆的价格控制在大约1000万美元以内。上海明珠线对车辆国产化方案的设想是:第一阶段国产化率达10%左右,其造价仍在1000万美元之内,第二阶段国产化率可达10%~15%,造价约1200万美元,第三阶段国产化率达15%~20%,车辆

LIGHT RAIL

因地制宜确定地铁车站型式及站位

漆 宏 (铁道部第一勘测设计院)

摘 要 :本文通过3个地铁车站设计实例 ,探讨因地制宜确定车站型式及站位 ,压缩车站规模及其对于降低地铁造价的积极意义。

关键词 :车站形式 侧式站台 站位车站造价 拆迁量

我们知道 ,地铁造价昂贵 ,严重制约着我国城市轨道交通的发展。对于地铁车站来说 ,车站型式及车站站位对土建造价起着至关重要的作用 ,而我们设计师能做的首先就是从大处着眼确定站位及车站型式 ,再从小处着手精打细算精心设计。

在地铁设计中 ,确定车站型式及站位的因素很多 :客流量、地面交通、地面及地下建筑、地下管线、线路条件、施工方法等等。一个理想的站位既要有利于吸引客流、方便乘客 ,又要尽量避免房屋及管线的拆迁 ,减少埋深以降低造价 ;一个适宜的车站型式无疑

价格控制在 苑园 万美元左右。武汉市轨道交通一期工程按 圆园 年开通车辆国产化率方案约为 苑园%。造价在 苑园 万美元以内。

粤悦系统是保障列车安全提高运输效率和实现短间隔、高密度行车不可缺少的安全设备 ,现在北京地铁线采用 辛藻 公司生产的无绝缘移频轨道电路 云 和 粤悦 的系统 ,上海采用的是美国 耶尔 公司 粤悦 系统 ,广州地铁 员 号线采用 杂 的系统 ,据资料介绍进口设备比国产设备价格高 缘 倍 ,因此 ,国家建委、计委早已明确提出“地铁、轻轨的关键设备如控制系统和车辆应实现国产化”。

随着国民经济的发展以及城市进程的加快 ,城市轨道交通建设也发展很快 ,但是在我国城市轨道交通发展中的主要制约因素还是建设投资 ,因此必须和重视线网规划、工程设计以及各阶段的审查(包括设计监理)等环节的工作 ,以减少工程难度和降低工程造价。

四、结束语

据报导“十五”计划中我国城市轨道交通将有大的发展 ,在“十五”期间将建成 源 城市轨道交通线。有 圆 个城市规划筹建地铁和轻轨。北京西直门至东直门的城市轻轨、上海明珠线、南京地铁一期工程、深圳地铁一期工程、重庆跨座式单轨、大连轻轨试验线、长春轻轨一期工程、广州地铁 圆 号线、武汉市轨道交通 员 号线一期工程等正在建设的城市轨道交通线有 员 条。“十五”计划大约需要的车辆数在 圆 万辆

以上 ,超过 员 亿元。

“十五”期间的城市轨道交通工程投资额以千亿计 ,降低工程造价和减小工程难度不仅在我国 ,即使在经济发达国家也同样是建设的工作首要目标。为使用我国城市轨道交通有良好的发展 ,必须把城市轨道交通建设成更好、更经济、更吸引人、快速、顺畅的轨道交通系统。

参 考 文 献

- 限于水平 ,本文不妥之处诚望指正。
- 1 武汉市轨道交通 1 号线一期工程可行性研究报告专家评估意见.1999.11
 - 2 武汉市轨道交通 1 号线一期工程总体设计专家组评审意见.2000.7
 - 3 沈景炎.大城市快速轨道交通线网规划的研究与实践.城市轨道交通研究,1998,1(2)
 - 4 丁瑞元,周建非.调查·分析·建议——上海地铁车站调查有感.地下工程与隧道,2000(2)
 - 5 谭企坤.上海市轨道交通明珠线车辆、设备国产化初步方案.城市轨道交通研究,1998,1(1)
 - 6 周庆瑞,郑晓薇.东南亚城市轨道考察随记.地铁与轻轨
 - 7 程振廷,张文华,熊朝辉.城市轨道交通(轻轨)调研报告.交通工程科技,2000(1)
 - 8 Fully Automateel System For Urban Tranit Applications.Public Transport International 3/99

LIGHT
RAIL