

高等学校城市轨道交通系列教材

城市轨道



工务管理

- 主 编：石 嵘 司宝华 何越磊
- 副主编：吴 强 何 静
- 主 审：瞿 锋

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校城市轨道交通系列教材

城市轨道交通 工务管理

主 编 石 嵘 司宝华 何越磊
副主编 吴 强 何 静
主 审 瞿 锋

中 国 铁 道 出 版 社

2008年·北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通工务管理/石嵘, 司宝华, 何越磊主
编. 北京: 中国铁道出版社, 2008. 6
(高等学校城市轨道交通系列教材)
ISBN 978-7-113-08951-1

I. 城… II. ①石…②司…③何… III. 城市铁
路-铁路养护-高等学校-教材 IV. U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第073342号

书 名: 高等学校城市轨道交通系列教材
城市轨道交通工务管理

作 者: 石 嵘 司宝华 何越磊 吴 强 何 静

策划编辑: 殷小燕

责任编辑: 殷小燕 电话: 51873147

封面设计: 陈东山

责任校对: 张玉华

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 100054)

印 刷: 北京市彩桥印刷有限责任公司

版 次: 2008年7月第1版 2008年7月第1次印刷

开 本: 787 mm×960 mm 1/16 印张: 25.5 字数: 478 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-08951-1/U·2224

定 价: 40.00 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, 请与本社读者发行部调换。

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

序

城市轨道交通的诞生和发展已有 100 多年历史。但重视和大规模修建城市轨道交通系统则是在二次世界大战结束以后。综观我国城市轨道交通发展史,从 1965 年北京地铁一期工程开工,到目前全国多个城市多条线的同步建设,风雨 40 年,除北京地铁一号线和环线 40 km 多,其余都是 20 世纪 90 年代以后修建的。进入 21 世纪以来,发展态势更为迅猛,全国 49 个百万人以上的大城市中已有 30 多个城市开展了城市轨道交通的前期工作,初步统计近期规划建设线路约 5 000 km 长,总投资达到 8 000 多亿元。1994 年 4 月,在新加坡召开的国际市长会议提出,城市轨道交通是现代化城市的标志。众所周知,城市轨道交通是一项规模大、造价高、技术复杂的系统工程。从规划、设计、施工到运营,涉及建筑、制造及管理等多个领域,从世界发达国家城市轨道交通发展的历史不难看出,城市轨道交通技术的发展,不仅可以推动建筑、制造等多个产业的发展,更可带动城市的均衡发展。近年来,随着我国经济和社会的快速发展,城市化进程不断加快,城市交通问题日益提到重要议事日程,轨道交通以其优越性,成为城市交通发展新的热点和重点。因此,以科学发展观为统领,不断总结借鉴国内外城市轨道交通建设的经验和教训,积极探索今后我国城市轨道交通的发展,具有重要的现实意义。

为了主动适应上海和全国城市轨道交通发展的需要,加快城市轨道交通专业人才的培养,落实科教兴国的伟大战略,上海工程技术大学和上海地铁运营有限公司决定充分发挥双方优势,建立产学研合作联盟,共同成立上海工程技术大学城市轨道交通学院。随后,学院就展开了适用于城市轨道交通专业的系列教材的编写工作。

本书的编委包括从事专业教学工作的新老教师、上海地铁运营有限公司工务分公司奋战在一线的高级管理和技术人员,参编的教师们都曾在上海地铁运营有限公司挂职锻炼过,参编的技术人员都是城市轨道交通学院的特聘教师,在《城市轨道交通工务管理》一书中既汇聚了上海城市轨道交通工务管理部门创业者们的宝贵经验,也汇集了上海工程技术大学城市轨道交通专业教师们在挂职锻炼中的新体验。

本书内涵丰富,紧贴实践,有鲜明的特点:一是作者由轨道交通运营一线的专业技术人员和高校的专业教师组成;二是选材紧密结合上海轨道交通工务管理的

实践,许多作业流程都来源于现场工程实践。

上海工程技术大学城市轨道交通学院和上海地铁运营有限公司的参编人员为本教材的出版付出了辛勤的劳动。

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, likely '谭文' (Tan Wen).

2007 年 12 月

前 言

随着我国国民经济的持续快速发展,城市化进程的不断加快,城市基础设施特别是城市交通设施与城市化发展的矛盾逐渐显现,从各国城市化发展的实践来看,轨道交通以其运量大、速度快、安全可靠、准点舒适的技术优势在日、美、欧等国家和地区已经成为主要的城市交通工具,在我国北京、上海、广州、深圳等城市已在大规模修建地铁,并且很受市民欢迎,因此修建城市轨道交通系统将成为我国大城市公共交通的发展方向。

城市轨道交通在城市可持续发展以及城市结构变迁中的重要作用是十分明显的。但由于城市轨道交通技术复杂,造价昂贵,耗时长,并且我国开始修建轨道交通的时间还不长,经验还不丰富,修建轨道交通时应充分结合我国城市的现实状况,尽量做到周密,以充分发挥其作用。不间断的正常运营意味着需要优质高效的硬件设备、与系统规模相适应的运营管理机构、保障线路夜以继日安全运营的维修维护系统及训练有素的管理、维护技术人才。科学得当的工务管理,是保证轨道交通系统正常运营的前提,是既有轨道交通系统得以常年安全运营的重要保障。培训和提高工务管理人员的技术水平和理论知识,建成一支基础理论扎实、技术过硬的管理队伍,才能确保建成的轨道交通系统达到高效运转、优质服务和安全运营的目标。

针对当前日益壮大的轨道交通工务队伍的迫切需要以及我国城市轨道交通的快速发展,上海工程技术大学城市轨道交通学院从2006年1月就开始组织编写关于城市轨道交通的系列教材,本书的各位作者通过获取的直接和间接实践经验,将有关资料归纳汇总上升到理论上,希望能为城市轨道交通系统工务人才的培养贡献一份力量。

本书以系统的观点,对城市轨道交通系统的工务管理进行了深入、细致的研究和叙述。内容包括城市轨道交通系统的轨道设施和轨道维修两大部分,轨道设施侧重钢轨、扣件、轨枕道床、道岔、无缝线路的分析与讲解,轨道维修侧重工务检测、轨道维修技术及管理、轨道单项作业、工务安全的分析和讲解。本书可作为高等运输院校相关专业的教材或教学参考书,也可供从事城市轨道交通工务管理部门的技术与行政管理人员阅读与参考。

本书的编写工作分工如下:第1、2章由司宝华、石嵘、何静执笔,第3、5、6章由

司宝华、何越磊、石嵘执笔,第4章由司宝华、高伟君执笔,第7、8章由石嵘、司宝华执笔,第9~13章由司宝华、吴强、石嵘执笔。全书经上海地铁运营有限公司工务分公司经理瞿锋审阅定稿,何越磊为本书提出了许多中肯的意见和新的思路,本书由石嵘、何越磊负责对全书框架结构的设计、部分章节的撰写,以及全书的统稿校对工作。

鉴于编写人员技术水平及实践经验的局限性,各种对分析和处理问题的见解不免有偏颇不足之处,望城市轨道交通行业的专家学者给予指正,我们真诚地期待着广大读者和同行,多提宝贵意见。

作者 瞿锋
2007年12月

目 录

上篇 轨道设施

第 1 章 轨道交通设施概述	1
1.1 线 路	1
1.2 轨道相关土建建筑	15
1.3 通信信号及机电系统	24
1.4 车 辆	34
1.5 附属设施	37
1.6 限 界	38
第 2 章 钢轨与联结零件	44
2.1 钢 轨	44
2.2 钢轨联结零件	53
第 3 章 轨道扣件	60
3.1 传统系列扣件	61
3.2 DT 系列扣件	67
3.3 WJ 系列扣件	81
3.4 弹簧系列扣件	84
3.5 减振系列扣件	90
第 4 章 轨枕与道床	96
4.1 轨 枕	96
4.2 道 床	115
第 5 章 轨道的几何形位	129
5.1 轨道形位概述	129

5.2	线路平面与纵断面	131
5.3	直线轨道的几何形位	138
5.4	曲线轨道的几何形位	148
第6章	道 岔	156
6.1	道岔的类型	156
6.2	单开道岔的结构	161
6.3	道岔的几何形位	177
6.4	菱形道岔与交分道岔	192
6.5	部分道岔总布置图与构件明细表	197
6.6	道岔的轨道电路	208
第7章	无缝线路	210
7.1	无缝线路的类型与结构	210
7.2	无缝线路的基本原理	213
7.3	无缝线路应力调整与应力放散	219
7.4	无缝线路有关规定	222
7.5	无缝线路伸缩调节器	223
第8章	路基及其他设备	228
8.1	路 基	228
8.2	其他设备	238

下篇 轨道维修

第9章	维修概论	247
9.1	养护维修工作基本原理	247
9.2	线路养护维修的内容	250
9.3	维修经营组织体制	253
第10章	工务检测	258
10.1	检测概述	258
10.2	轨道检测的基本方法	262

第 11 章 轨道维修技术及管理	282
11.1 维修技术准备	282
11.2 维 修 计 划	286
11.3 施 工 管 理	288
11.4 无缝线路养护维修	291
11.5 道岔养护维修	299
11.6 养护维修技术标准	304
11.7 新线接管验收技术标准	313
第 12 章 轨道单项作业	318
12.1 线路基本作业	318
12.2 线路综合作业	326
12.3 线路作业标准化	342
12.4 道岔单项作业	361
第 13 章 工务安全	368
13.1 概 述	368
13.2 工务安全管理	373
13.3 行车安全措施	383
13.4 人身安全措施	388
13.5 线路抢修预案	391
参考文献	398

上篇 轨道设施

第 1 章 轨道交通设施概述

1.1 线 路

1.1.1 线路结构概述

在我国轨道交通系统中,广义的线路是指轨道、路基、桥梁、隧道的总称。轨道是线路的上部建筑,路基、桥梁、隧道是线路的下部建筑。线、桥、隧的结构虽然在专业理论上分别成为不同的独立分支,但都可以归属于土建类范畴。狭义的线路就是轨道。

对于工务专业,按线路与地面的相对关系进行分类,线路可分为 3 种:地面线路、地下线路和高架线路。

轨道结构除了要求具有足够的强度、稳定性和耐久性等基本特征外,还必须满足以下要求:

(1) 具有适量的弹性,使列车运行所引起的振动与噪声控制在容许范围内。

(2) 具有一定的绝缘性能,以减少迷散电流对周围金属构件的电腐蚀。

(3) 尽可能减少日常养护工作量,延长设备使用寿命。

(4) 尽可能选用通用件,减少轨道结构零部件的非标品种,以降低工程造价和养护费用。

1. 地面线路

国铁线路以地面线为主,城市轨道交通的线路以地下线路为主,高架线路次之,只有在车辆段或市郊区域,才设置少量的地面线路。

(1) 地面线路的结构

地面线路的结构如图 1.1。通常把路基面以上的部分称为上部结构,路基面以下的部分称为下部结构。

地面轨道的上部结构由钢轨、接头联结零件、轨枕、扣件、道床组成。下部结构由路基和侧沟等组成。



图 1.1 地面线路

国家铁路地面线的轨下结构以碎石道床为主,城市轨道交通的地面线也基本上保留了碎石道床的结构形式。

根据土质情况和地下水源情况的不同,道床有单层和双层两种,单层的为石砟层,双层的分为底砟与面砟,可先铺设 200 mm 厚度的黄砂层,然后铺设不小于 250 mm 厚度的石砟层。

道床在线路外侧的部分,称为道床边坡,其中坡底处称为坡脚,坡顶处为砟肩。砟肩宽度,轨枕端部至道砟顶面外侧的水平距离,正线不小于 0.3 m。

道床以下的部分为路基,为利于排水,路基面通常设计为人字坡的断面形式,称为路拱,路拱拱高 0.2 m。路基两侧,在道床坡脚以外的部分称为路肩,提供养护维修人员沿线走行。路肩宽度不小于 0.6 m。在路肩的外侧设置排水沟和电缆沟。如图 1.2 所示。

上下行线路中心线之间的垂直距离称为线间距,地面线的线间距一般为 4.5~5 m。

(2) 地面线路的主要特点

钢轨引导车辆行驶,将承受的荷载通过轨枕传布于道床及路基。地面线路碎石道床的优点是弹性好,成本底,并且容易矫正轨道的平面和纵断面,但反过来由于碎石道床的不稳定性,在列车碾压和冲击下,几何尺寸较易变形,必须进行经常性的养护和矫正。

2. 地下线路

地下线路铺设于隧道内。如图 1.3 所示。

隧道有圆形隧道和矩形隧道两种基本类型,其他类型的隧道只有在特殊条件

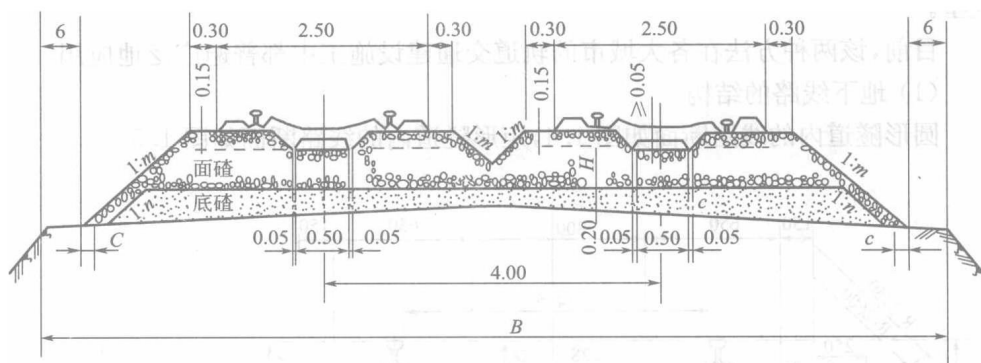


图 1.2 地面线路断面图



图 1.3 地下线路

下才采用。通常,车站前后为矩形隧道,区间为圆形隧道。

地下线路的道床可以为碎石道床,也可以为整体道床。国外地铁保留着这两种形式。我国城市地铁基本上采取了整体道床一种形式。

隧道内铺设线路,早期常使用两步法,第一步,铺设普通线路,第二步,铺设无缝线路。当隧道管片安装结束后,于隧道的底部浇注混凝土垫层,在地面基地,利用工具轨组装轨排,通过小型龙门吊装运至隧道内,先浇注支撑块,再布置纵横向钢筋,然后浇注整体道床和侧沟。当普通线路施工完毕,再将焊接长轨条运卸至隧道内,通过换轨作业的方法铺设无缝线路。

近年来,地下线路的施工技术又有了新的提高,可以不再采用由普通线路向无缝线路过渡的两步法施工,而是采用先进的焊接设备,在隧道内将无缝线路一次

(2) 地下线路的主要特点

将松散的碎石道床改变为钢筋混凝土结构,使之整体化,优点是坚固稳定,外观整洁,维修工作量小,从而降低维修成本。缺点是道床弹性差,建设造价昂贵,一旦发生沉降开裂或其他病害,整治非常困难。

3. 高架线路

高架线路,铺设于高架桥面,轨下基础为支撑块式的整体道床,如图 1.6 所示。



图 1.6 高架线路

(1) 高架线路的结构

高架线路的组成部分如下:

- ①钢轨; ②扣件;
- ③钢筋混凝土支撑块; ④整体道床;
- ⑤桥梁边侧挡墙; ⑥侧沟。

与隧道内的线路一样,高架线路的铺设也可以采用两步法,即先铺设普通线路,再通过换轨,转变为无缝线路。

(2) 高架线路的特点

高架线路的轨型与地面线路和地下线路完全相同,也采用了 60 kg/m 的钢轨。轨下基础采取了整体道床结构。但为了减少桥梁上部的自重,没有采取带枕浇注的形式,而是设计为支撑块式的结构。在线路扣件的设计方面,比地下线路有了新

的改变,不设置轨距垫,调整轨距和线路方向,通过横向拨移轨下铁垫板而实现拨道和改道,设计立意新颖。尽管操作复杂,但此种方案对线路结构几何尺寸的调整有利。

1.1.2 运营线的种类

线路等级的划分。国家铁路通常为客货两用,根据年通过总量来确定运营线路的等级,如Ⅰ级线路、Ⅱ级线路、Ⅲ级线路等。

城市轨道交通主要为客运服务,可以用年通过车辆的列数为计量单位来计算运量。当一个城市每条运营线都统一为一种编组方法时,采取这种计算方式是可行的,但当一个编组数量不同时,还是以年通过总重的方法为宜。当然,采取年通过总辆(即车辆的节数)也比较相对合理。

线路用途的划分。按照线路在运营中的用途,国家铁路的线别可分为:正线、站线、段管线、岔线及特别用途线等各种用途的线路。

城市轨道交通的线路,大致可以划分为两大类:正线与车场线(车场线即基地的站场线路)。

1. 正 线

正线是指连接车站并贯穿于运营线路始、终点的线路。绝大多数正线均设计为复线,分为上行线和下行线。国家铁路规定列车运行朝着北京方向的线路为上行线,反之为下行线。城轨线路,在设计和建设过程中,分为左右线。进入运营期以后,其上下行由该城市主管运营的有关部门决定。

正线的上下行线路,当没有岔道时,列车不能改变方向,也不能超越,倘若故障发生,便有可能造成全线瘫痪。为防止运营时段意外事故发生后能迅速进行抢修,每相隔2~3个车站应选择一处设置渡线和存车线,用于特殊情况下应急使用,进行调车、存车或列车折返作业。这样的线路称为辅助线。

2. 车 场 线

除了正线以外,通常每一条运营线都设有一个车辆基地,内部铺有若干线路,用于停运后列车入库、列车检修、试车、调车等作业,这样线路统称为车场线。

根据不同的需要,部分车场线设计为库外线路(图1.7),也有的设计为库内线路。

凡是与车辆的检修有关的线路,如停车线、检修线、洗车线、旋轮线、静调线等等,库内线路如图1.8所示。

车场的每一条线路,根据其用途进行独立命名。

其中,停车线(图1.9)为每天运营结束后,列车入库停放的线路;检修线(图1.10至1.13)是专门对车辆进行检修的线路;调车线为进行列车连接、摘挂与解体

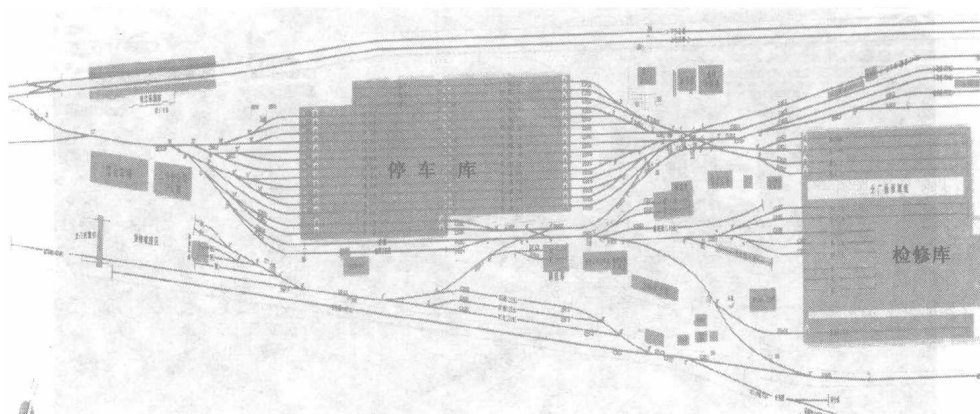


图 1.7 车场线路平面示意图



图 1.8 库内线路示意图



图 1.9 车场的库内停车线