

城市轨道交通运营与维修技术丛书

何宗华 汪松滋 何其光 主编

城市轨道交通 土建设施运行与维修



中国建筑工业出版社

U239.5
5

城市轨道交通运营与维修技术丛书

城市轨道交通 土建设施运行与维修

何宗华 汪松滋 何其光 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通土建设施运行与维修/何宗华等主编.
北京:中国建筑工程出版社,2006
(城市轨道交通运营与维修技术丛书)
ISBN 7-112-07975-6

I. 城… II. 何… III. ①城市铁路—基础设施—
运行②城市铁路—基础设施—维修 IV. U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 157460 号

本书共分 3 篇 15 章,上篇城市轨道交通线路维护的内容是:线路概述、线路设备及技术标准、线路养护维修、线路主要单项作业、工务安全、线路工技术等级标准;中篇城市轨道交通结构防水包括:地铁结构与防水、地下防水施工的技术标准、地铁渗漏水现状、地铁地下结构主要病害分析、地铁结构渗漏水及其他病害治理措施;下篇城市轨道交通结构变形监护包括:轨道交通设施监护、监护过程的监测手段等内容。

本书服务于城市轨道交通运营管理部门的技术与行政管理人员、维修人员使用,也可作为培训教材使用。

* * *

责任编辑:胡明安

责任设计:郑秋菊

责任校对:张景秋 张 虹

城市轨道交通运营与维修技术丛书 城市轨道交通土建设施运行与维修 何宗华 汪松滋 何其光 主编

*

中国建筑工程出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
新华书店经销
北京嘉泰利德公司制版
北京建筑工程印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:21¼ 字数:516千字

2006年3月第一版 2006年3月第一次印刷

印数:1—3,000册 定价:48.00元

ISBN 7-112-07975-6

(13928)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址:<http://www.cabp.com.cn>

网上书店:<http://www.china-building.com.cn>

《城市轨道交通运营与维修技术丛书》

编 委 会

顾 问： 赖 明 张庆风 朱沪生 卢光霖
王毓吉 孙 章

主 编： 何宗华 汪松滋 何其光

副主编： 周庆灏 何 霖

编 委： 王永生 王如路 王居宽 何宗华
何其光 汪松滋 何 霖 周大林
周庆灏 俞军燕 蒋维彬 蔡昌俊

(编委名单以姓氏笔画排序)

《城市轨道交通土建设施运行与维修》

编写人员名单

主编 王如路 朱 蕾

上篇 司宝华

中篇 朱 妍

下篇 朱 蕾

序

我国城市轨道交通建设发展至今，已有30多年的历史，最初只有北京地铁40多公里的运营线路，自20世纪80年代以来，相继又有天津地铁7.4km、上海地铁65km和广州地铁18.5km投入商业运营。实践证明，发展城市轨道交通是解决大城市交通问题的必由之路，对拉动城市经济的持续发展，也起到了重大的作用。

进入21世纪，我国城市轨道交通建设，将进入快速发展的阶段。据初步统计，目前已有10余座城市正在建造地铁或轻轨交通，线路总长度将达400km之多。另外还有相当数量的大、中城市，正在着手不同类型轨道交通的建设前期工作。预计在未来的城市发展中，轨道交通的建设速度也将会加快。

众所周知，城市轨道交通系统一旦建成通车，就必须日以继夜地保持系统的安全和高效率运营。因此，各城市在工程项目建成之前，就要着手组建完整的运营管理机构 and 培训运营管理人才。在城市轨道交通运营管理领域里，除了应具有优质的工程与设备条件外，还需要建立一整套完善的技术保障体系，培训和提高运营管理人员的技术水平和理论知识，建成一支基础理论扎实、技术过硬的管理与维修技术队伍，以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。

为此，组织编写一套适用于现代城市轨道交通系统的运营与维修技术丛书，满足当前不断增长的运营管理机构 of 的组建和日常工作需要，已是迫在眉睫的重要任务。“丛书”可作为培训专业人才所需的教材，也可作为运营管理部门组织运营及设备检修工作的参考书，还可作为设计、科研单位和大、中专院校相应专业师生的教学参考书。

相信该“丛书”能在广泛吸收国内、外同行业技术与管理经验的基础上，结合国内发展和改革的实际需要，为城市轨道交通的运营组织和设备检修业务，提供一套较为完整而系统的参考读物，亦为我国城市轨道交通运营管理的基础理论和实用技术填补空白。

周干峙

注：周干峙 中国科学院院士、中国工程院院士、原建设部副部长。

前 言

城市轨道交通对改善现代城市交通困扰局面、调整和优化城市区域布局、促进国民经济发展所发挥的作用，已是不容置疑的客观现实。对此，我国的大、中城市已普遍有所共识，也深刻体会到城市轨道交通是衡量城市综合实力的一个重要指标。观念的转变，带来了实际行动的飞跃，从而使我国城市轨道交通的建设发展，面临着一个前所未有的良好机遇。建设项目一个接着一个的落成，策划筹建的计划不断推出，有的大城市还在原定轨道交通总体规划基础上，进行了补充和调整，使轨道交通发展规模成倍增加，大量的轨道交通规划项目正等待着去实施。

众所周知，城市轨道交通是我国城市有史以来最大的公益性交通基础设施，也是城市的百年大计建设项目。因此轨道交通项目一旦建成，就必须保持整个系统日以继夜的正常运营。运营管理及维修保养技术的完善与先进性，将是既有轨道交通系统得以常年安全运营的重要保障。针对当前日益壮大的轨道交通运营队伍的迫切需要，我们组织编写了这套《城市轨道交通运营与维修技术丛书》，以满足市场的需要。

本“丛书”编写原则，是在当前最新一代地铁技术成就的基础上，以上海地铁及广州地铁的模式为依托，结合国内、外同行业的先进技术经验，对投入运营的轨道交通项目，应怎样通过科学的运营管理手段，保持不同专业技术系统的可靠性和安全运转，进行了系统的论述。技术系统的可靠性特征与故障和失灵有关，提出其整修和校正措施的可支配性条件，则是合乎逻辑的管理过程。而可支配性则可看作两个相对过程的结果，即恶化过程和保养过程（修复过程），通过事先拟定的管理程序，使任何一种技术系统及其部件、能达到被再利用的条件，从而抑制由磨损、老化、腐蚀和污染引起的干扰和故障，保持系统的正常安全运转，这是轨道交通运营管理部门共同追求的愿望。我们通过直接和间接的实践经验，将有关资料归纳汇总上升到理论，在同行业中作一抛砖引玉的尝试，希望能在运营管理与维修领域里，起到一定的作用。

鉴于编写人员技术水平及实践经验的局限性，错误与不足之处在所难免，期待着广大读者和同行，多多提出宝贵意见。

本“丛书”的编写，在建设部科技发展促进中心的主持和指导下，得到上海地铁运营有限公司和广州地铁总公司的大力支持，如期完成了编写任务，在此，仅表示诚挚的感谢！

编者

目 录

上篇 城市轨道交通线路维护

第一章 城市轨道交通线路概述	3
第一节 城市轨道交通线路的形式与特点	3
第二节 线路的平面和纵断面	11
第三节 城市轨道交通线路的限界	13
第四节 轨道相关的其他设施	17
第二章 城市轨道交通线路设备及技术标准	20
第一节 钢轨与联结零件	20
第二节 轨道扣件	33
第三节 轨枕	61
第四节 道床	68
第五节 路基及其他设备	78
第六节 轨道的几何形位	89
第七节 曲线轨道	97
第八节 道岔	107
第九节 无缝线路	142
第三章 城市轨道交通线路养护维修	152
第一节 维修概论	152
第二节 线路检测	156
第三节 线路养护维修	169
附：道岔工、电配合办法	185
第四章 城市轨道交通线路主要单项作业	200
第一节 起道捣固作业标准	200
第二节 拨道作业标准	204
第三节 改道作业标准	208
第四节 无缝线路应力放散作业标准	212
第五节 道岔起、拨、改单项作业	215
第六节 其他单项作业	217
第五章 城市轨道交通线路工务安全	222
第一节 概述	222

第二节	工务安全管理	226
第三节	行车安全措施	234
第四节	工务人身安全措施	239
第五节	城轨线路抢修预案	241
第六章	城市轨道交通线路工技能等级标准	247
第一节	初级线路工技能等级标准	247
第二节	中级线路工技能等级标准	249
第三节	高级线路工技能等级标准	255

中篇 城市轨道交通结构防水

第七章	地铁结构与防水	263
第一节	上海地铁一号线地下结构简介	264
第二节	上海地铁二号线地下结构简介	267
第三节	管片制作及精度检测	271
第四节	衬砌的密封防水及接缝防水	272
第五节	隧道注浆	274
第八章	地下防水施工的技术标准	278
第九章	地铁渗漏水现状	279
第一节	上海地铁隧道渗漏水调查及测量方法	279
第二节	上海地铁渗漏水现状	280
第十章	地铁地下结构主要病害分析	281
第一节	地下车站结构主要病害分析	281
第二节	地铁隧道的主要病害分析	281
第十一章	地铁结构渗漏水及其他病害治理措施	283
第一节	总则	283
第二节	渗漏水及其他病害整治步骤	283
第三节	变形缝渗漏水处理方法	284
第四节	混凝土开裂渗水处理	288
第五节	整体道床与管片间裂隙补强	290
第六节	水泥防水浆堵漏	292

下篇 城市轨道交通结构变形监护

第十二章	前言	297
第一节	中国城市轨道交通的发展历程	297
第二节	对已运营线路的结构保护	298
第十三章	轨道交通设施监护	300

第一节 法律依据 300

第二节 上海的轨道交通 302

第三节 上海的地铁监护工作 304

第十四章 监护过程中的监测手段 307

第十五章 工程监护实例 311

第一节 基坑工程 311

第二节 盾构工程 326

上 篇

城市轨道交通线路维护

第一章 城市轨道交通线路概述

第一节 城市轨道交通线路的形式与特点

1. 城市轨道交通线路的基本形式

城市轨道交通线路（以下简称城轨线路）正随着大都市的繁荣而快速延伸。线路的结构以及线路维护技术和方法都在随之不断完善和更新。

城轨线路的铺设，由于受市区既有条件的限制，由地面改为地下，只有郊区线路或由运营正线通往后方基地时，轨道才由地下延铺至地面，一般情况以地下为主。

随着城轨交通的迅猛发展，现代的城轨线路又由地下发展到空中，在高架桥梁上铺设轨道。这样，现代都市轨道交通形成了一种立体式的网络结构，这是新世纪轨道交通事业兴旺发达的显著标志。

由于城轨线路的结构设计与铁路结构设计相比有了新的突破，从事线路养护维修的专业人员都必须适应新时期、新设备的特点。

就城轨线路结构形式而言，主要分为三大类型：

第一类，地面线路，其上部结构保留了铁路线路的特点，轨下基础也基本保留了传统的碎石道床。见图 1-1。



图 1-1 地面线路

第二类，地下线路，铺设于隧道内，轨下基础为带枕浇筑式的整体道床。见图 1-2。

第三类，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。见图 1-3。

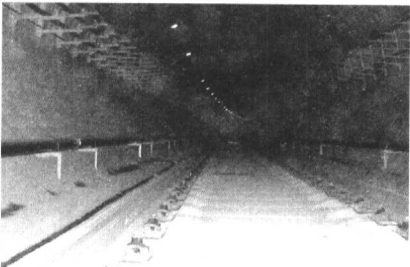


图 1-2 地下线路



图 1-3 高架线路

(1) 地面线路

1) 地面线路的结构

地面线路的结构见图 1-4。地面线路的结构分为上部结构和下部结构。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。

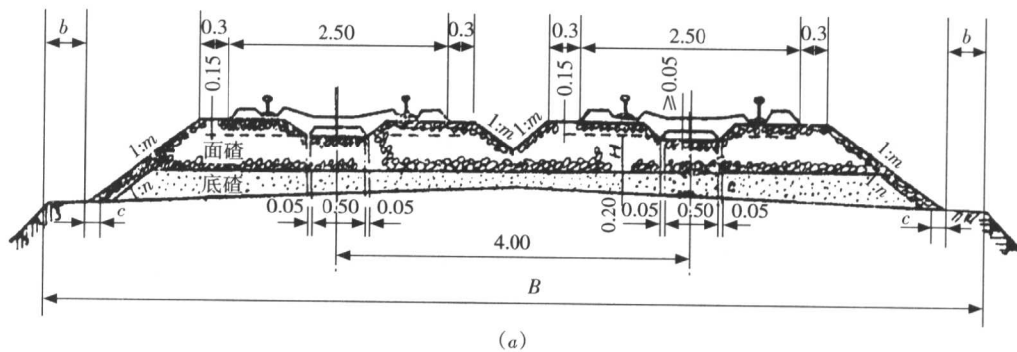


图 1-4 地面线路断面

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

钢轨的轨型，正线采用 60kg/m 钢轨，基地站场线路，除了试车线以外，均采用

50kg/m 钢轨。两股钢轨头部内侧作用边之间的水平距离称为轨距，标准轨距为 1435mm，容许误差有新线接管验收、维修施工验收、保养控制值等多项标准。

钢轨的平面连接有两种形式，第一种是通过夹板和联结零件进行连接，第二种是进行焊接。在立体框架上，钢轨通过扣件与轨枕连接紧固，成为一个框架整体。

城市地铁的地面线大多数采用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。单层的为石碴层，双层的为先铺设 200mm 厚度的黄砂层，然后铺设不小于 250mm 厚度的石碴层，其厚度从线路中心线处量取。

道床在线路外侧的部分，称为道床边坡。道床边坡的坡度 1:1.75，其中坡底处称为坡脚，坡顶处为碴肩。碴肩宽度，轨枕端部至道碴顶面外侧的水平距离，正线不小于 0.3m。

道床以下的部分为路基。为利于排水，路基面设计为人字坡的断面形式，称为路拱，路拱拱高 0.2m。

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行走。路肩宽度不小于 0.6m。

在路肩的外侧设置排水沟和电缆沟。

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 ~ 5m。

2) 地面线路的特点

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，成本低，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

1) 地下线路的结构

地下线路铺设于隧道内，隧道有圆形隧道和矩形隧道两种类型。通常，车站前后为矩形隧道，区间为圆形隧道。

隧道内铺设线路，其道床可以为碎石道床，也可以为整体道床。国外地铁始终保留着这两种形式。我国城市地铁基本上采取了整体道床一种形式。

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，先浇筑支撑块，再布置纵横向钢筋，然后浇筑整体道床和侧沟。

当普通线路施工完毕后，再将焊接长轨条运至隧道内，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，不采用由普通线路向无缝线路过渡的二步法施工方法，而是采用先进的焊接设备，在隧道内将无缝线路一次焊接成型。

圆形隧道内的线路断面见图 1-5，矩形隧道内的线路断面见图 1-6。

地下线路各部名称如下：

- ①钢轨；
- ②轨枕（长枕、短枕或支撑块）；
- ③扣件；

- ④整体道床；
- ⑤混凝土垫层；
- ⑥侧沟；
- ⑦隧道管片。

2) 地下线路的特点

将松散的碎石道床改变为钢筋混凝土结构，使之整体化，其优点是坚固稳定，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，并且建设期的造价昂贵。当整体道床一旦发生沉降开裂或其他病害，整治非常困难。

(3) 高架线路

1) 高架线路的结构

高架线路（图 1-7）铺设于高架桥面，其组成部分如下：

- 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。

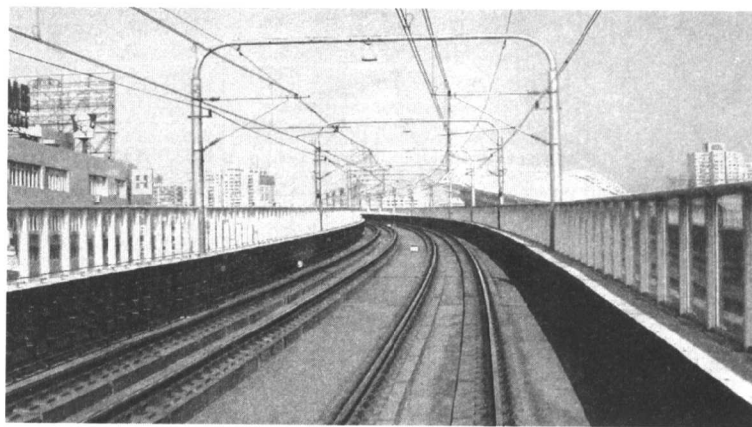


图 1-7 高架整体道床

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 60kg/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，没有采取带枕浇筑的形式，而是设计为支撑块式的结构。在线路扣件的设计上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。尽管操作上不十分方便，但此种方案对线路结构几何尺寸的调整有利。

2. 城轨线路的划分

城轨线路，大致可以划分为两大类：正线与车场线。