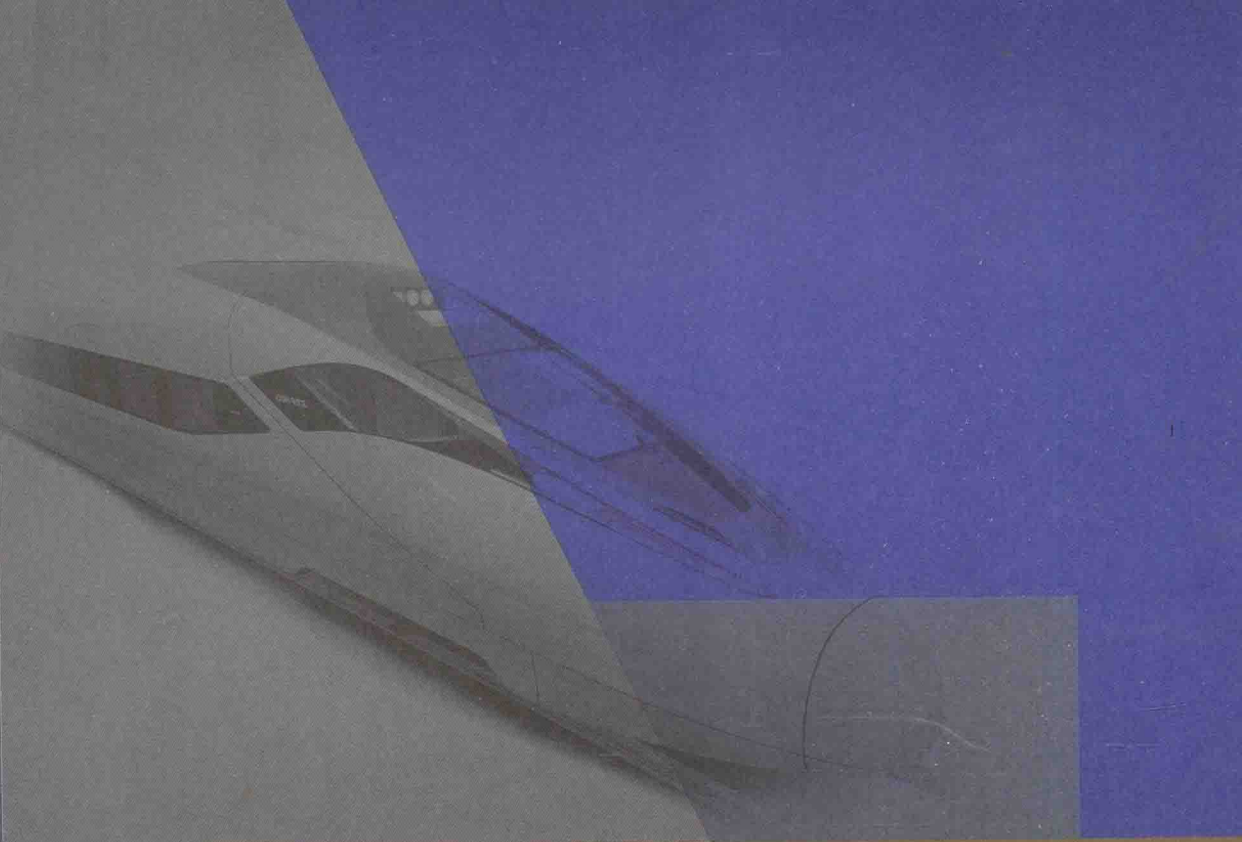




城市轨道交通 车辆结构与检修

◎ 主 编 张庆玲 王海啸

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

城市轨道交通车辆结构与检修

主编 张庆玲 王海啸

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是在校企双主体办学的前提下,与企业合作编写的一本教材。是北京理工大学出版社城市轨道交通类规划教材之一。全书共分七个教学项目,将车辆结构与车辆检修内容有机结合,以城市轨道交通车辆的各组成部分为主线,按结构分析—检修分析—检修实操的思路进行编写。教材中引入大量企业实际维修工作内容,并采用大量实物图片,让读者直观认识城市轨道交通车辆的各部件,并能模仿操作动作完成实操训练。主要内容包括城市轨道交通车辆总体认识、车体检修、车门保养、转向架检修、车辆连接装置检修、制动系统检修和空调系统检修等。

本书可作为车辆驾驶与车辆检修专业教材和其他轨道交通类专业选修课教材,也适用于轨道交通类企业职业培训教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通车辆结构与检修/张庆玲,王海啸主编. —北京:北京理工大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5682-0933-5

I. ①城… II. ①张… ②王… III. ①城市铁路—铁路车辆—车体结构—教材 ②城市铁路—铁路车辆—车辆检修—教材 IV. ①U270.3 ②U279.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 183513 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 326 千字

版 次 / 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 43.00 元

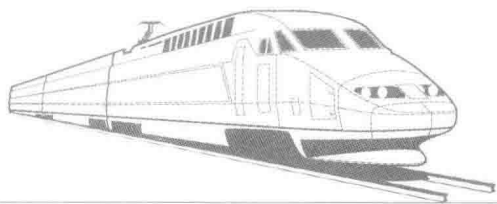
责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 赵 岩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



前言

P R E F A C E

随着高等教育校企合作的深入，合作的形式也经历了“校中厂、厂中校”——“订单培养”——“校企双主体办学”的不同阶段。在校企双主体合作办学阶段，企业作为办学的一元主体，积极参加了高等院校及专业的各项建设工作。

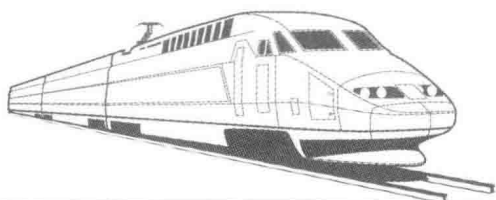
本书是在校企双主体办学的前提下，与企业合作编写的一本教材。是北京理工大学出版社城市轨道交通类规划教材之一。全书共分七个教学项目，将车辆结构与车辆检修内容有机结合，以城市轨道交通车辆的各组成部分为主线，按结构分析—检修分析—检修实操的思路进行编写。教材中引入大量企业实际维修工作内容，并采用大量实物图片，让读者直观认识城市轨道交通车辆的各部件，并能模仿操作动作完成实操训练，

本书作为城市轨道交通车辆驾驶、车辆检修专业方向教材，编写时注重与岗位实际需求相结合，理论知识以直观表达、适度够用为原则，实训操作内容以便于操作、客观适用为原则，将理论与实际操作相衔接，便于工学结合的项目化教学课程的教学实施。

本书由张庆玲、王海啸任主编，王洋、田瑞任副主编，吕娜、代兵、王新铭和李晓红参与编写。全书由张庆玲统稿。本书编写过程中得到长春市轨道交通集团有限公司的大力支持，主要内容参照长春轻轨，上海、深圳、南京地铁有关资料，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，难免有疏漏之处，恳请广大读者不吝赐教。

编 者



目 录

C O N T E N T S

项目 1 城市轨道交通车辆总体认识	001
1.1 城市轨道交通车辆的类型及发展	002
1.2 城轨车辆的编组及标识	015
1.3 城轨车辆的技术参数及限界	017
1.4 车辆维修概述	023
项目 2 车体检修	031
2.1 车体的总体结构分析	032
2.2 车体材料分析	037
2.3 车体模块化结构	046
项目 3 车门保养	050
3.1 门系统概述	051
3.2 车门系统	058
3.3 客室车门的故障处理	064
项目 4 转向架检修	070
4.1 转向架概述及检修工艺	071
4.2 构架的结构与检修	078
4.3 轮对轴箱装置的结构	080
4.4 弹簧减振装置及检修	095
4.5 牵引连接装置及检修	108
4.6 传动装置	111
4.7 转向架实例	116
项目 5 车辆连接装置检修	142
5.1 车钩类型	143
5.2 车钩检修	151

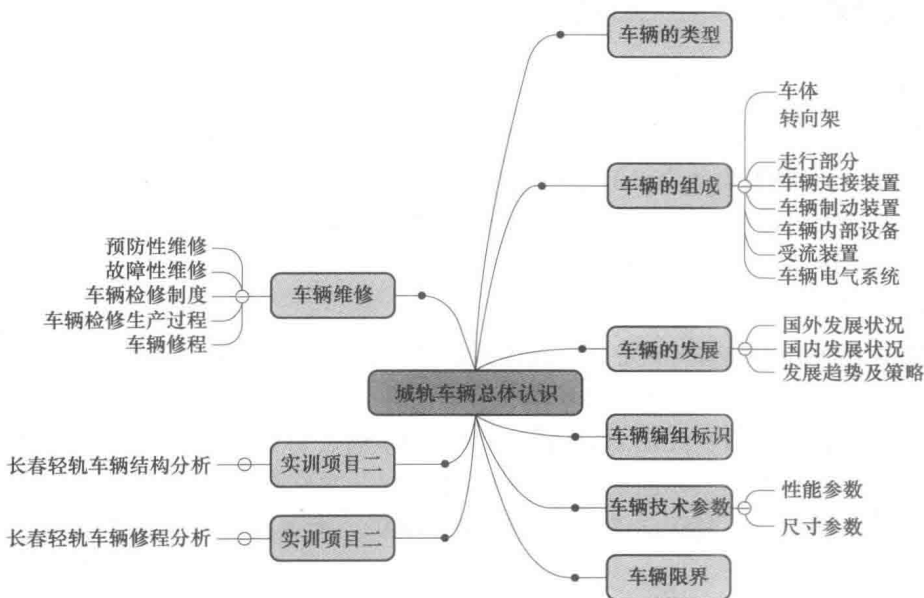
5.3 缓冲装置	155
5.4 贯通道及渡板	164
项目6 制动系统检修	169
6.1 概述	170
6.2 空气制动系统	174
6.3 供气系统	177
6.4 电制动系统	182
6.5 基础制动装置	187
6.6 制动控制系统	189
项目7 空调系统检修	197
7.1 空调通风系统的基本功能和特点	198
7.2 空调制冷基本原理及系统布置	199
7.3 车辆空调系统部件	202
7.4 车辆空调系统控制	208
参考文献	215

项目1

城市轨道交通车辆总体认识



1. 掌握城市轨道交通车辆的基本类型
2. 掌握城市轨道交通车辆的组成
3. 掌握城市轨道交通车辆的检修工艺内容
4. 掌握城市轨道交通车辆检修修程
5. 能够分析城市轨道交通车辆结构



任务名称	长春轻轨车辆结构与修程分析	建议学时：8 学时
任务描述	城市轨道交通车辆是技术含量较高的机电设备，是城轨交通工程中最关键的设备，其选型和技术参数不仅是界定线路技术标准的基础，是确定系统运营管理模式和维修模式的基本条件，而且还是系统设备选型和确定设备规模的重要依据。长春轻轨作为国内城轨交通的创新代表，所使用的车辆具有代表性。本任务要求学生通过对城市轨道交通车辆总体知识的学习，能够在教师指导下针对长春轻轨车辆结构及修程进行分析。	

续表

任务名称	长春轻轨车辆结构与修程分析	建议学时：8 学时
任务要求	熟练掌握本项目的相关理论知识及实训项目的操作步骤，完成学习任务。	
任务准备	1. 场地：车辆结构实训室或企业车辆维修段 2. 技术资料：车辆图纸、车辆检修工艺文件 3. 工具：手电筒、列检锤 4. 学习资料：实训指导书、实训报告	
引导问题	1. 城市轨道交通车辆有哪些基本种类？其结构如何？ 2. 城市轨道交通车辆如何标识？为什么要对车辆进行标识？ 3. 什么叫做车辆的技术参数？主要有哪些技术参数？ 4. 什么叫做检修修程？修程分为哪几类？ 5. 城市轨道交通车辆结构分析的步骤有哪些？	



1.1 城市轨道交通车辆的类型及发展

1.1.1 城市轨道交通车辆的类型与组成

1. 城市轨道交通车辆的基本类型

按照车辆宽度的不同，城市轨道交通车辆可分为车辆宽度为 3m 的 A 型车、车辆宽度为 2.8m 的 B 型车、车辆宽度为 2.6m 的 C 型车，以及结构改进的低地板轻轨车。其中，低地板轻轨车又可分为 70% 低地板和 100% 低地板两种。各城市采用什么车型，要根据城市自身的客流状态、经济实力等综合因素决定。

1) 车辆类型

每列地铁车都由多辆车以一定的方式连接而成，按照其有无动力及车辆上安装的设备不同，一般可分为三种类型，即 A 车、B 车和 C 车。

① A 车：为拖车，自身无动力，依靠有动力的车辆推动和拖动；一端设有驾驶室。

② B 车：为动力车，其转向架上装有牵引电动机，无驾驶室，车顶上装有受电弓。

③ C 车：为动力车，其转向架上装有牵引电动机，无驾驶室，车底下装有一组空气压缩机组。

2) 车钩形式

车辆之间的连接使用车钩，地铁车辆的车钩一般有三种形式，即全自动车钩、半自动车钩和半永久车钩。

① 全自动车钩：电气部分和机械部分的连接及分离都为自动的，其表示符号为“—”。

② 半自动车钩：机械部分的连接及分离都为自动的，而电气部分的连接及分离都是人工的，其表示符号为“=”。

③ 半永久车钩：电气部分和机械部分的连接及分离都是人工的，其表示符号为“※”。

2. 城市轨道交通车辆的组成

一般城市轨道交通车辆可分为以下七部分,如图1-1所示。

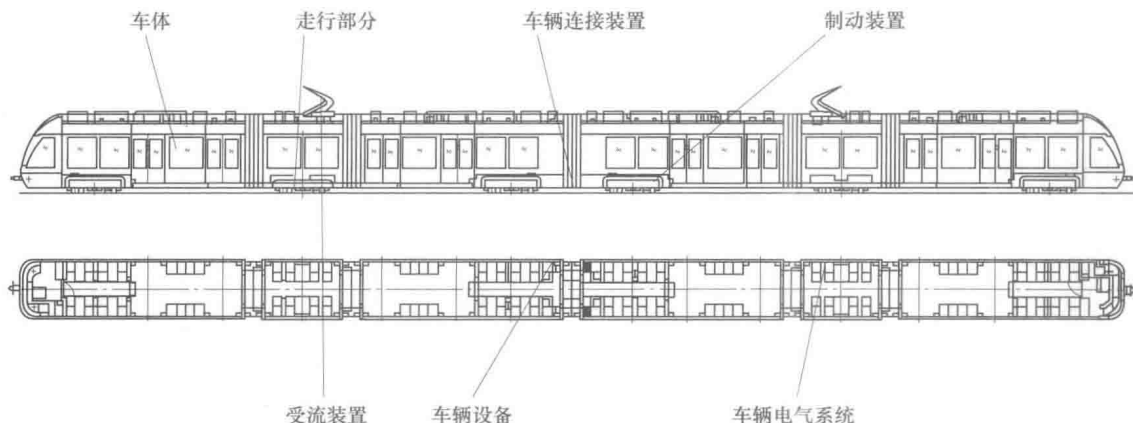


图 1-1 城市轨道交通车辆的组成

(1) 车体 车体分有驾驶室车体和无驾驶室车体两种。车体是容纳乘客和司机(对于有驾驶室的车辆)的地方,又是安装与连接其他设备和部件的基础。近代城市轨道交通车辆车体均采用整体承载的钢结构或轻金属结构,以达到在最轻的自重下满足强度的要求。一般有底架、端墙、侧墙及车顶等。

城市轨道交通车辆的车体与一般铁路客车有许多相似之处,但在某方面具有独特的功能及特征。如一般电动车组有动车和拖车之分,服务于市内公共交通,在车内布置的座位少,车门多且开度大。

(2) 走行部分(动力转向架和非动力转向架) 走行部分装置于车体与轨道之间,用来牵引和引导车辆沿着轨道行驶并承受和传递来自车体及线路的各种载荷,缓和其动力作用,它是车辆运行保障的关键部件。转向架一般由构架、弹性悬架装置、轮对轴箱装置和制动装置等组成。对于动力转向架还装有牵引电动机及传动装置。

车体和转向架之间的连接部位为空气弹簧和纵向牵引杆,并传递垂向载荷和纵向载荷。

(3) 牵引缓冲连接装置 车辆编组成列车运行必须借助于连接装置,即所谓车钩。为了改善列车纵向平稳性,一般在车钩的后部装设缓冲装置,以缓和列车冲动。另外还必须连接车辆之间的电气和空气的管路。

(4) 制动装置 制动装置是保证列车安全运行必不可少的装置。不仅在动车上设制动装置,在拖车上也要设制动装置,这样才能使运行中的车辆按需要减速或在规定的距离内停车。城市轨道交通车辆制动装置除常规的空气制动装置外,还有再生制动、电阻制动和磁轨制动等。

(5) 受流装置 从接触导线(接触网)或导电轨(第三轨)将电流引入动车的装置称为受流装置或受流器。受流装置按其受流方式可分为以下五种形式:

① 杆形受流器:外形为两根平行杆,上部有两个受电轨(导线),广泛用于城市无轨电车。

② 弓形受流器:形状如弓,属上部受流,弓可升可降,其上部有一根接触导线,下面有导轨构成电路,用于城市有轨电车。

③ 侧面受流器：在车顶的侧面受流，又称为“旁弓”，多用在矿山装货物的电力机车上。

④ 轨道式受流器：从底部导电轨受流，又称第三轨受流，空间可得到充分利用，多用于速度较高的隧道列车。北京地铁及目前欧美大部分城市地铁均采用这种受流方式。

⑤ 受电弓受流器：属上部受流，形状如弓，可升可降，适用于列车速度较高的干线电力机车。上海地铁也采用这种方式。在受电制式上，目前世界上地铁发展较早的城市大多数采用直流 750V，少数采用 600V。在中国，北京地铁为直流 750V，而上海地铁则采用直流 1500V，它与直流 750V 比较有以下优点：可提高牵引电网供电质量，降低回流数值，增加牵引供电距离，从而减少牵引变电所数量；便于地铁线路实现地下、地面和高架的联动。

⑥ 车辆内部设备 车辆内部设备包括服务于乘客的车体内的固定附属装置和服务于车辆运行的设备装置。属于前者的有车内照明、通风、取暖、空调、座椅、拉手等；后者大多吊挂于车底架，如蓄电池箱、继电器箱、主控制箱、电动空气压缩机组、总风缸、电源变压器及各种电气开关和接触器箱等。

⑦ 车辆电气系统 车辆电气系统包括车辆上的各种电气设备及其控制电路。按其作用和功能可分为主电路系统、辅助电路系统和电子与控制电路系统三个部分。

1.1.2 城市轨道交通车辆的基本技术特点

大部分城市轨道交通系统项目所采购并使用的车辆都是企业根据本地具体情况、传统习惯、项目的设计需要、投资预算等提出技术要求，向车辆制造商定制的。由于技术的发展很快，各项目所定制的车辆就差别很大，不仅是不同的城市之间，就是同一城市的各项目之间也有很大差别。这个特点与绝大多数铁路车辆可在全国大部分地区通行使用有很大不同。不同类型的城轨车辆有其自身的技术特点，但是，车辆的总体技术朝着轻量化、节能化、少维修、低噪声、舒适型、高可靠性和安全性以及低寿命周期成本的方向发展是大势所趋。城轨车辆的基本特点如下：

① 由于城市轨道交通系统属于特种大中运量快速交通系统，所以特别强调车辆的安全性能，加上受列车运行环境（城区、地下）条件的限制，对车辆噪声、振动和防火均有严格要求。

② 城市轨道交通系统的线路都是全封闭的专用线路，双向单线运行，行车密度大（最小行车间隔小于 2min）。如果因故障列车不能正常运行，便会阻塞线路，对整个系统的运转将产生很大的影响。因此，对车辆运行的可靠性提出了很高的要求，一些系统部件都必须是冗余设置的，如低压直流控制电源、空气压缩机组、蓄电池、列车控制单元等。

③ 运营中即使发生了列车不能启动的故障，也要预先制定简便的临时处理方案，使列车能凭自身的动力启动离开而进入最近的存车线，以疏通线路。如果列车确实无法启动，一般是安排就近的另一列车前往救援，两列车连、挂、拖、推至最近的存车线。特别是对在地下运行的车辆，必须保证在失去外来供电的情况下，仍能提供最低限度的照明、广播和通风能力。在万一发生意外事故的情况下，列车必须有使旅客快速离车疏散的通道。

④ 车体朝轻量化方向发展，采用大断面铝合金型材或不锈钢材焊接车体的整体承载结构，最大限度地减少车重。

⑤ 除电气系统的一些人工操作控制开关装在驾驶室和客室的电气设备柜内外，其他设

备都分散安装在全列车的车底下,空调机组装在车顶,不占用客室空间。

⑥ 车辆间采用封闭式全贯通通道,便于乘客走动及分布均匀。

⑦ 车辆采用密接式车钩进行机械、电气、气路的贯通连接。

⑧ 为了在列车停站时能使大量的上下车客流交换在尽可能短的时间内完成,车门数量比较多,每节车厢单侧车门数量有3~5个。

⑨ 调频调压交流传动,采用电气(再生制动和电阻制动)和空气的混合制动,节省能耗。

⑩ 列车控制和主要子系统的运行控制实现计算机和网络化,信息播放实现多样化、实时化和分层集中化。

⑪ 车辆系统部件的设计、材料的选用都以列车运行和乘客的安全为首要原则,设备正常功能失效时,其响应将以安全为导向目标。

⑫ 为了适应高密度行车组织的运营需要,实现信号控制和行车控制自动化,在车辆运行正常的情况下,采用列车自动控制(ATC)、列车自动驾驶(ATO)和列车自动保护(ATP),车辆上也配备了相应的车载设备。

1.1.3 国外城市轨道交通车辆的发展概况

国外城市轨道交通车辆已投入运营的主要有三种类型:地铁车辆、轻轨车辆和高架独轨车辆。

1. 地铁车辆

国外地铁车辆发展方向有以下几个特点:

(1) 提高车辆最高运行速度 如巴黎地铁车辆初期最高运行速度为80km/h,平均运行速度为23.7km/h,近年来已将通过地面时地铁车辆的最高速度提高到100km/h,平均运行速度达到50km/h。莫斯科地铁车辆最高运行速度由90km/h提高到100km/h,平均运行速度达到41km/h。纽约地铁车辆最高运行速度由70km/h逐步提高到通过地面时的130km/h。1974年R-44型的地铁车辆的最高速度达到133km/h。日本地铁车辆在地下的最高速度为70~80km/h,到地面行驶的最高速度已达到120km/h,如东京地铁3000系、5000系车辆的最高速度都是120km/h。

(2) 发展交流传动车辆 早期地铁车辆是蒸汽牵引,1890年改为电气牵引后一直采用直流电动机牵引,由凸轮变阻调速控制,后来发展到斩波器调速控制。20世纪90年代,由于电力电子技术和微机控制技术的迅猛发展,大功率自关断元器件(GTO、IGBT、IPM)走向产品和实用化,变频变压调速控制(VVVF)技术迅速发展,交流传动车辆广泛应用于城市轨道交通。日本东京、大阪、名古屋等城市地铁从1991年开始,新造地铁车辆全部采用IGBT或IPM的VVVF交流传动装置。法国巴黎地铁和德国法兰克福地铁新造车辆也开始采用交流传动车辆。英国、俄罗斯、美国、韩国、墨西哥、西班牙等国家城市轨道交通都在订购交流传动车辆。

(3) 发展不锈钢车和铝合金车 美国最早由巴德公司生产了不锈钢车,纽约地铁大部分是不锈钢车。20世纪60年代初,日本从美国引进不锈钢车体技术,从1962年开始生产日本最早的南海电铁6000系、京王电铁3000系和东急电铁7000系地铁车辆,截至1998

年,日本不锈钢车辆占总车辆的60%左右。加拿大、韩国等国家地铁也都使用了不锈钢车。

铝合金车于20世纪初开始生产,法国于1896年将铝合金用于铁路客车车窗上,1905年英国铁路电动车的外墙板采用了铝合金,美国在1923—1932年间有700辆电动车和客车的侧墙和车顶采用铝合金材料。20世纪60年代以来,德国科隆、波恩市郊电动车和慕尼黑地铁车体也采用了铝合金。日本从20世纪80年代先后在6000系、7000系、8000系等地铁车辆上采用了铝合金;意大利米兰地铁、奥地利维也纳地铁和新加坡地铁都应用了铝合金车辆。

(4) 发展空调车辆 纽约地铁自1976年第一列装有空调的R-38型地铁列车投入使用以来,到1992年95%的地铁列车都安装了空调。到1997年,东京地铁车辆中空调车占全部车辆总数的50%左右。

(5) 车辆的模块化设计和生产 世界上生产地铁车辆和轻轨车辆的主要制造商是西门子公司、阿尔斯通公司、庞巴迪公司及日本的东急等公司。它们从20世纪90年代开始进行车辆模块化的设计和生产。庞巴迪公司为香港地铁生产了模块化车辆,阿尔斯通公司和西门子公司生产了模块化的低地板轻轨车辆。

(6) 广泛采用微机控制与诊断和通信网络技术 自20世纪90年代以来,各国城市轨道交通车辆新造车在牵引和制动控制中都采用了微机控制和诊断技术,由单微机控制发展为多微机控制。同时,积极发展和采用通信网络控制技术,实现了列车设备运行控制和故障诊断、旅客信息的传递和服务。

(7) 发展模拟式电气控制制动系统 世界各国地铁和轻轨车辆都选用了模拟式电气控制制动系统,主要制造商是克诺尔公司、韦斯汀豪斯公司和日本NABCO公司。该系统能满足城轨车辆制动频繁、制动距离短和停车精度高的要求。

2. 轻轨车辆

自1888年美国弗吉尼亚市第一条有轨电车投入商业运行以来,有轨电车虽有较大发展,但由于其速度慢、噪声大、运量小、安全性差、正点率低等原因,20世纪50年代各国城市都纷纷拆除有轨电车线路,发展地铁交通。到20世纪八九十年代,由于地铁造价高、能耗大、噪声大等原因,在建设地铁的同时又发展了新型轻轨交通。据统计,已有50个国家建设了360条轻轨铁路。这些车辆大部分都是100%或70%的低地板车辆。

1) 低地板轻轨交通的发展优势

(1) 环境污染小 轻轨交通车辆采用电力牵引,不产生废气污染,车辆和轨道的良好动力性能使其运行时的轮轨振动及噪声进一步减弱。另外,轨道两侧的绿化带也有助于美化环境,减少噪声污染。

(2) 节约能源 从每人每公里能耗看,轨道交通、道路公共汽车、私人小汽车的能耗比为1:1.8:5.9,可见轨道交通运输方式是最节能的。而轻轨交通的能耗又低于地铁系统。

(3) 投资少 轻轨与地铁的单位社会成本比汽车低,而轻轨又比地铁低。轻轨交通每公里造价为1.5~3.5亿元人民币,仅为地铁造价的1/4~1/2。

(4) 乘坐舒适 低地板轻轨系统的车辆减振性能和轨道稳定性能,可保证其运行平稳流畅。此外,较低的车辆地板以及无缝登车踏板,使乘客乘坐舒适。

(5) 塑造良好的城市形象 低地板轻轨车辆为乘客提供了足够的座位,有着美观的外

形设计。在许多国家,轻轨交通已成为城市的一大景观。

2) 低地板轻轨车辆的主要类型

1984年,Duewag公司为日内瓦制造的低地板车揭开了低地板车发展的序幕。1986年,法国车辆制造厂商为南特市第2条轻轨线路制造的3节编组的轻轨车辆,由3节铰接车体组成,两端是870mm的高地板面动车,中间为350mm的低地板面拖车。这样,病残人和幼儿可坐在轮椅或小车上从站台直接进入车内。这种结构的车辆问世后,很受用户和乘客的欢迎,标志着轻轨车辆由高、中地板向低地板迈出了关键一步。按技术的复杂程度,现在世界上已经出现了三代低地板轻轨车辆。

(1) 第一代低地板轻轨车 中间部分有一个低地板进口,低地板占车长的10%~15%;随后该车经过改进可得到占车长50%左右的低地板。这种类型的车辆采用常规转向架、分段式低地板,车内需要台阶过渡。例如,庞巴迪为荷兰阿姆斯特丹制造的轻轨车辆,低地板部分的地板高度为277mm,占整个地板长度的13.5%。

(2) 第二代低地板轻轨车辆 有较长的低地板部分,占整车的60%~70%,但车内还需要台阶向高地板区过渡。这种轻轨车辆的中间走行部分需要一种全新的安装方式,主要有3种方法:小车轮拖车走行部分、独立车轮走行部分和独立旋转车轮走行部分。例如,瑞士Vevey公司为贝尔纳制造的轻轨车就采用了车轮直径为410m的小车轮拖车走行部分,低地板高度为350mm,占整个地板长度的72%。

(3) 第三代低地板轻轨车辆 为全低地板式;如果动力转向架也采用独立车轮,取消车轴,则动力转向架上方的中间通道也可以做成低地板,两侧车轮凸起部分可设置座椅,从而实现100%地板,地板面距轨面通常仅为350mm。如西门子公司研制的Combino模块组合式轻轨车辆,就属于全低地板轻轨车辆。

3. 高架独轨车辆

高架独轨车辆具有线路占地少、构造简单、投资少(是地铁的1/3)、能爬大坡(6%)和过小半径曲线(50m)、噪声低(胶轮)、乘坐舒适、视野广等优势,受到各国中小城市交通的欢迎。

自1980年法国建立了世界上第一条蒸汽牵引的跨座式独轨交通以来,特别是20世纪50年代以后,在日本、美国、瑞典、法国、德国、意大利都先后建立了独轨铁路,一般线长10km左右。日本自1955年将独轨铁路列为城市轨道交通的重要工具以来,已发展了20多条高架独轨铁路,生产了独轨车辆。高架独轨车辆的主要特点是用橡胶轮胎支持和导向、电力驱动、空气弹簧支持车体等。

4. 发展趋势

随着世界经济和科学技术的不断发展,轨道交通在投资、建设、运营和管理等方面不断发展并走向成熟和完善。世界城市轨道交通主要呈现以下三大发展趋势:

① 世界发达城市轨道交通投资多元化趋势——多元化的投资共同推动轨道交通。投资和建设城市轨道交通发展之初,其投资主体比较单一,有的由私人主体来投资,有的由政府财政直接投资。随着轨道交通规模的越来越大,为了解决资金问题和提高轨道交通的效率,很多城市轨道交通都由政府和社会资本等共同投资。投资主体的多元化已成为世界轨道交通的发展趋势。

② 世界发达城市轨道交通经营市场化趋势——充分发挥市场作用以提高轨道交通的运行能力。在轨道交通的历史发展过程中,有的采取完全的国有垄断经营模式,有的采取市场化经营模式,有的介于这两者之间。现在,很多城市充分发挥市场作用以提高轨道交通的运行效率。在轨道交通运营上引入市场机制已成为一种发展趋势。

③ 世界发达城市轨道交通管理法制化趋势——实行全面法制化管理以规范轨道交通投资、建设、运营和管理行为。限于当时的社会、政治和经济条件,规范轨道交通管理的法制起初并不完善,现在,很多城市轨道交通实行全面法制化管理以规范各方行为和维护各方利益,以法制化的管理来保障轨道交通持续、稳定和高效的运行。轨道交通的全面法制化管理也是世界轨道交通发展的重要趋势。

1.1.4 我国城市轨道交通车辆的发展概况

1. 我国城市轨道交通车辆发展历程

为了解决城市交通拥挤问题,早在 20 世纪 50 年代,我国就决定在北京修建地铁,由于当时与国外技术交流非常少,只能参考极其有限的国外资料进行自力更生的开发。铁道部组织了长春轨道客车股份有限公司、南车株洲电力机车研究所有限公司、唐山铁道学院(现西南交通大学)、中国北车集团四方车辆研究所、大连机车车辆厂、湘潭电动机厂等单位进行了方案设计。在方案设计的基础上,长春轨道客车股份有限公司和有关单位一起完成了施工设计和工艺准备,于 1976 年完全利用国产材料和配件生产出 2 辆 DK1 型地铁样车,填补了国内空白。之后,我国开始批量生产地铁车辆,并不断改进设计、工艺,相应改变型号,技术水平不断提高。

我国城市轨道交通车辆制造发展历程:我国最早研制的地铁车为凸轮变阻车,其型号为 DK1~DK4、DK8A、DK8、DK16、DK19、DK20,其中生产数量较多的是 DK2~DK4、DK8、DK16 和 DK20。

应用斩波调压和数字式电控制动机等新技术的应用生产斩波调压(或调阻)地铁车辆,唐山机车车辆厂、大连机车车辆厂、大连机车研究所有限公司等企业相继成功开发了北京市铁路不锈钢地铁车、天津滨海不锈钢城轨车、武汉铝合金城轨车、高档次 70% 低地板轻轨车、城市快速轨道车辆、DL6W 型现代轻轨电车、DL4W 型仿古轻轨电车等新型城轨地铁客车。这些产品在设计制造中采用了多项自主创新技术,填补了多项国内空白,整车技术属国内领先水平,多项技术指标达到国际先进水平。

1) 北京城市轨道交通不锈钢地铁车

北京轨道交通不锈钢地铁车是长春轨道客车股份有限公司近年来成功开发的新型地铁车辆,如图 1-2 所示。该车体钢结构在国内首次采用轻量化无涂装不锈钢鼓形车体,侧墙窗采用视野开阔的 1.6m 大窗,车顶内装铝型材结构。车辆采用先进的矢量控制 VVVF 交流传动系统、模拟式电控制系统、列车自动防护(ATP)车载设备、车载无线通信设备和列车监控系统等。无摇枕转向架的牵引装置采用无间隙的“Z”拉杆结构。基础制动采用维修工作量少的单元制动。采用降噪车轮,显著地降低了轮轨噪声。北京轨道交通不锈钢地铁车的成功研制,填补了国内轻量化不锈钢车的空白,整车技术属国内领先水平,其多项技术指标达到国际先进水平。在 30 年使用寿命内,基本无须维修。在北京经过两年的运营考验,车辆

的各项性能指标良好。在不远的将来,北京将有 1 000 余辆采用轻量化无涂装不锈钢的地铁车。



图 1-2 北京城市轨道交通不锈钢地铁车

2) 天津滨海不锈钢城轨车

天津滨海 110km/h 不锈钢城轨车,是长春轨道客车股份有限公司为天津滨海线研制的一种整体承载筒形点焊结构的轻量化车辆,如图 1-3 所示。这是国内首批不锈钢城轨客车,它创造了多项全国第一,填补了多项城轨车的技术空白。



图 1-3 天津滨海不锈钢城轨车

该车在设计制造中采用了多项自主创新技术。车体采用高强度的不锈钢、铝蜂窝降噪隔声地板。外观为流线型造型,连续窗带样式。首次研制成功的 110km/h 无摇枕转向架在此车上的运用,使车辆平稳性更好,故障率更低。降噪车轮使车内外噪声明显降低。该车采用国际先进的 IGBT 元件,VVVF 矢量控制交流传动技术和大功率牵引电动机。该车首次采用动态地图广播报站系统,实现了卫星定位自动报站功能。该车采用大开度双开电动塞拉门,既安全又可靠。该车多项技术指标达到国际先进水平。

3) 武汉铝合金城轨车

武汉城轨车是我国首次自主研发设计的 B 型铝合金车体结构城轨车辆,如图 1-4 所示。该列车采用了轻量化铝合金车体;具有预制冷、制冷、通风、紧急通风功能的大功率空调系统;大容量无预压力冲击新型车钩装置及车端吸能结构;新颖、实用的内装与低噪声设计;密封性好的电动塞拉门侧门;超过 50 万 km 运营考验的无摇枕转向架及降噪车轮。该车采

用了品质优良的 VVVF 交流传动牵引系统, 技术先进、成熟、性能可靠的辅助供电系统, 智能化列车监控系统, 自动驾驶、无人驾驶及移动闭塞式车载信号控制系统, 模拟式电控制动系统等 10 余项新技术, 最高运行速度为 80km/h。其综合技术性能在目前国内设计的城轨车辆中处于领先水平, 列车自动控制性能达到了国际水平。



图 1-4 武汉铝合金城轨车

4) DLW 系列轻轨电车

DLW 系列轻轨电车包括 DL6W 型现代轻轨电车和 DL4W 型仿古轻轨电车, 由中国北车集团大连机车研究所与大连现代轨道交通公司联合研制, 是大连市城市轨道交通线路改造配套的轻轨电车, 如图 1-5 所示。

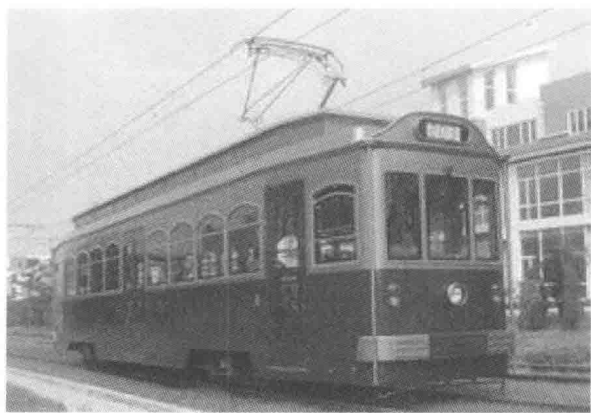


图 1-5 大连 DLW 系列轻轨电车

DL6W 型现代轻轨电车作为国内首台自行设计和制造的具有自主知识产权的 70% 低地板交流传动轻轨电车, 技术水平已达到国际上 20 世纪 90 年代先进水平。该车于 2001 年 7 月通过建设部技术成果鉴定 (该成果排名第一), 2003 年荣获第五届辽宁省优秀新产品二等奖。目前已批量生产 25 台, 大连市轻轨 202 号线上全面运用, 至今已成功运行近 6 年, 累计安全运行 300 多万 km, 单车最高累计运行超过 20 万 km。DL4W 型仿古轻轨电车是双驾驶室双向行驶单节电动轻轨电车。该车的外观及车体内装饰采用仿古设计, 首台样车于 2004 年 7 月 1 日正式剪彩上线试运, 并于 2005 年 3 月完成线路性能试验, 现正在大连市城市轨

道交通 202 号线路上载客运行。DLW 系列轻轨电车在大连市城市轻轨交通线路上的成功运行,标志着我国低地板轻轨电车综合技术水平已接近世界先进水平,开拓了低地板轻轨电车在国内应用的先河,对我国低地板轻轨电车的发展起到了示范和样板作用。

5) 高档次 70% 低地板轻轨车

高档次 70% 低地板轻轨车由中国北车集团唐山机车车辆厂研制。该车是目前国内首辆与发达国家具有同等档次和水平的 70% 低地板轻轨车,如图 1-6 所示。



图 1-6 70% 低地板轻轨车

该车构造速度为 70km/h,额定载客达 246 人。该车采用了铝质蜂窝状地板,实现了车体轻量化。车辆走行部分采用自主设计的全新无摇枕空气弹簧悬挂的动力转向架,中间部位则采用了新型独立轮转向架。弹性车轮装置起到了降低噪声、减少振动的作用。车辆制动采用了微机控制的模拟直通制动系统,确保了车辆安全运行。车辆的微机控制系统实现了对车辆牵引、制动、状态、单元空调等信息的最优控制。该车外形采用了鼓形结构和流线型驾驶室,车辆内部各种设施简洁、实用,基本达到了欧美发达国家的档次和水平。该车于 2005 年 11 月在长春投入载客运营。

6) 大连城市快速轨道车辆

城市快速轨道车辆由中国北车集团大连机车车辆有限公司研制。该车拥有完全自主知识产权,国产化率达 70% 以上,目前已经制造 15 列,在大连市区至金石滩快轨交通线投入运营。该车编组为两动两拖,全列座席 176 个,总载客量 784 人,超员状态可达 1 054 人,最大设计速度为 100km/h,启动后 13.4s 速度可达 40km/h,1min 内即可达到最大设计速度并以同样时间顺利停车。

该车采用大量国内外最新技术,牵引传动系统采用当今国际最先进的 VVVF 交流传动系统;车上安设 GPS 卫星定位系统,广播、信息显示系统,车内监控系统及多项目自动保护装置,实现对各部件的实时监控。车窗为密封式结构,选择的是高档轿车使用的浅绿色中空玻璃,能有效隔离紫外线。车门选用目前国际流行的电动塞拉门并采取多项安全保护装置。车厢内部安有空调及良好的通风装置,装饰采用国内外流行的 PC 合金板或耐力板等环保型材料嵌装,全部无钉,自然接缝,并具有良好的阻燃性。

7) 各大城市其他新型国产城轨车辆

由南车集团四方机车车辆股份有限公司生产的北京地铁 1 号线新型地铁车辆在安全性能和人性化设计方面,较之此前在北京地铁 1 号线上运行的部分陈旧车型均有较大突破和改观,如图 1-7 所示。为确保乘客的安全,新型地铁车内设有闭路电视监控、烟雾预警等系