

城市轨道交通 列车驾驶

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG LIECHE JIASHI

芦建明 主编 章 柯 主审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

城市轨道交通列车驾驶

芦建明 主编

章柯 主审

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

本书共分九章,主要介绍了轨道交通行车设备、列车牵引理论基础、行车基本规章与信号、地铁运行安全与行车管理基础、电客车司机乘务作业标准、列车驾驶、调车作业与工程车开行、列车故障处理、非正常行车及突发事件处理。

本书内容实用、实效,文字简洁明了,通俗易懂,对从事或即将从事城市轨道交通事业的人员有较强的参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通列车驾驶/芦建明主编. —北京:中国铁道出版社,2015.7

ISBN 978-7-113-20653-6

I. ①城… II. ①芦… III. ①城市铁路—铁路车辆—驾驶术 IV. ①U268.4②U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 149515 号

书 名:城市轨道交通列车驾驶
作 者:芦建明 主编 章 柯 主审

责任编辑:孙 楠 编辑部电话:021-73421 电子信箱:tdpress@126.com

封面设计:崔 欣

责任校对:王 杰

责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京海淀五色花印刷厂

版 次:2015年7月第1版 2015年7月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:15.25 字数:384 千

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-20653-6

定 价:38.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前 言

城市轨道交通诞生于19世纪中叶的英国伦敦,经历了140多年的发展历史。它技术成熟、安全可靠、形式多样、用途广泛,以其大载客量、快捷、准时、环保等优点而成为解决日益严重的城市交通堵塞的最有效手段。

大城市的公共交通是城市活力和投资环境的一个重要标志,也是确保居民正常工作、学习、生活的重要手段。随着科学技术和城市进程化的发展,大运量的轨道交通在现代大城市中起着越来越重要的作用,经济发达国家城市的交通发展历史告诉我们,只有采用大载客量的地铁和轻轨交通系统,才是从根本上改善城市公共交通状况的有效途径。我国北京、上海、深圳、广州等城市的地铁运营实践则有力地证明了这一点。

社会的文明与进步,推动着城市的繁荣与发展。我国经济的快速发展,使一些大、中城市具备了发展城市轨道交通的经济实力。特别是近年来,城市轨道交通正蓬勃发展,成为一座城市发展的标志与名片。城市轨道交通是一个庞大而又复杂的系统,作为其主要技术工种之一的电客车司机,一年四季,无论是炎热酷暑的盛夏,还是风雪严寒的隆冬,总是驾驶列车奔波在城市旅客运输线上,而驾驶人员的理论知识与操作技能的高低对是否安全、正点、优质、高效地全面完成旅客运输任务关系极大。因此,如何科学地使用好城市轨道交通车辆,充分发挥它的效能,掌握它的运行规律,提高列车运用质量和运行速度,安全正点地完成运输任务,是我们必须研究的课题。

《城市轨道交通列车驾驶》是城市轨道交通专业职业教育的一门核心专业课。它是在熟知列车运营安全、行车规章、车辆构造、牵引控制、制动技术、电机电器等专业知识的基础上,最贴近生产实践的一门适用性、综合性学科。

本书以列车运行安全和牵引理论为基础,系统地描述了司机在操作前必须进行的规范作业和对车辆系统检查的目的、内容和方法;详细介绍了列车在正线或车辆段区域驾驶操作时所需要的所有信息;对所有操作部件、功能、驾驶模式、运行限速及操作方法都作了描述和定义。此外还介绍了列车故障的分析和渐进的处理步骤以及在非正常情况下可采取的措施和处置方法。通过对本书的学习,使从事或即将从事城市轨道交通事业的人员系统掌握车辆运用、列车检查、电客车司机一次作业标准、列车驾驶、故障应急处理及列车突发事件的处置等基本知识和技能。从而在提高分析问题和综合运用专业知识的能力基础上,能够在较短时

间内适应电客车司机的特殊要求,成为技术水平高,心理素质好、应变能力强的地铁司机。

本书结合当前地铁列车运用的实际情况,紧扣职业教育的特点,在讲述基本专业知识的基础上,注重实际操作技能的培养。内容力求实用、实效,文字简洁明了、通俗易懂。为配合教学的需要,每章还配有适量的练习题。因城市轨道交通是一项新兴产业,新技术、新设备、新工艺的广泛应用和技术装备不断更新,加之各地铁公司车辆型式不同,管理制度、操纵方法、故障处理可能不尽相同,本书尽可能突出重点,兼顾通用性和理论联系实际的特点,书中内容如有出入,仅供参考。

全书由芦建明主编,章柯主审。同时,本书在编写中,得到了武汉地铁公司、南京地铁运营分公司、上海申通公司培训部、广州地铁公司等单位及湖北铁道运输职业学院(原武汉铁路司机学校)等同仁的大力帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平和时间有限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2015年3月

目 录

第一章 轨道交通行车设备	1
第一节 地铁线路与限界	1
第二节 地铁车站和车辆段	4
第三节 地铁通信与信号系统	5
第四节 车辆	7
第五节 地铁其他设备	13
复习思考题	16
第二章 列车牵引理论基础	17
第一节 列车牵引力	17
第二节 列车运行阻力	21
第三节 列车制动力	24
第四节 作用于列车的合力与牵引模式	29
复习思考题	31
第三章 行车基本规章与信号	32
第一节 行车规章	32
第二节 地铁行车信号	35
复习思考题	49
第四章 地铁运行安全与行车管理基础	50
第一节 地铁列车运行安全	50
第二节 行车管理基础	56
第三节 行车事故与事故案例分析	64
第四节 驾驶员个性心理与调适	71
复习思考题	75
第五章 电客车司机乘务作业标准	77
第一节 电客车司机岗位职责	77
第二节 出乘准备与出勤	78
第三节 列车静态检查与动态试验	81
第四节 出、入车场及正线作业标准	91

复习思考题	98
第六章 列车驾驶	99
第一节 列车驾驶概述	99
第二节 轻轨列车操作及驾驶	100
第三节 地铁列车操作及驾驶	112
第四节 列车不同情况下的驾驶与操作	129
第五节 列车调试与洗车作业	134
复习思考题	136
第七章 调车作业与工程车开行	138
第一节 调车作业	138
第二节 工程车开行	142
复习思考题	143
第八章 列车故障处理	144
第一节 排除故障基本知识	144
第二节 电客车故障应急处理指南	150
第三节 地铁列车常见故障处理	164
第四节 轻轨客车正线运营故障应急处理	176
复习思考题	182
第九章 非正常行车及突发事件处理	184
第一节 非正常情况行车组织	184
第二节 非正常情況下接发列车	187
第三节 特殊情况下列车运行	191
第四节 列车突发事件的处理	193
第五节 正线列车救援	203
复习思考题	206
附录 1 地铁、轻轨司机应知应会	208
附录 2 主要缩略语对照表	228
附录 3 主要专业术语说明	230
附录 4 站间电话闭塞法组织行车时车站接发车作业程序	232
附录 5 正线呼唤应答标准用语	234
附录 6 车场内呼唤应答标准用语	235
附录 7 司机报单	236
附录 8 列车故障记录单	237
参考文献	238

第一章 轨道交通行车设备

城市轨道交通系统作为现代化城市的重要基础设施,是为了最大限度地满足市民出行需要,迅速、舒适、安全、便利地在城市范围内运送旅客。它包括:地铁、城市快速铁路、轻轨、独轨等交通系统。各类城市轨道交通系统都是由各种先进的设施、设备组成,这里我们主要介绍这些设施、设备的功能及行车设备对保障电客车司机安全驾驶列车的重要性。

行车设备主要由车辆、线路、车站、车场、轨道、道岔、地面信号、列车自动控制系统、通信系统、供电设备及机电设备构成。作为电客车司机必须掌握和了解这些行车设备的基本知识,更好地利用这些设备来确保行车安全。

第一节 地铁线路与限界

一、地铁线路

线路是城市轨道交通的重要组成部分,是机车车辆和列车运行的基础。它直接承受列车车辆轮对传来的压力,保证列车能按规定的速度安全、平稳、不间断的运行,质量良好的完成运营任务。

(一)线路的分类

地铁线路按照在运营中的作用分为正线、辅助线、车辆段线、专用线、特别用途线等。

正线是指连接车站并贯穿或直股伸入车站的线路。地铁正线载客运营线路,设计为双线且列车单向右侧行车。由于行车速度快、密度大,对线路标准要求高,要求以 60 kg/m 以上类型钢轨铺设。

辅助线是为保证正线运营而配置的线路,如存车线、渡线、折返线、联络线、安全线等。

车辆段线是指车辆段专用并由其管理的线路,主要线路有:停车线、出段线、入段线、牵出线、静调线、试车线、洗车线、检修线及临修线等。除车辆段线使用由车辆段调度指挥外,其余线路由行车调度统一指挥。如图 1-1、图 1-2 所示。

专用线是根据地铁建设与运营的需要,与国家铁路相联系的线路。

特别用途线是指安全线。

(二)地铁线路的空间设置位置

地铁线路按照所处的地理位置不同可分为地下线路、地面线路及高架线路。

1. 地下

常用于地下铁道系统,线路置于地下隧道中。其优点是与地面交通完全分离,且不占城市



图 1-1 地铁线路俯视图



图 1-2 地铁车辆段线路图

地面与空间,基本不受气候影响;其不足之处在于需要较大的投资,较高的施工技术,较先进的管理,完善的环控、防灾措施与设备。建设过程仍会影响地面交通,运营成本较高,改造调整与线路维护均较困难。

2. 地面

一般采用独立路基的方式,减少与地面道路交通的互相干扰。其优点是造价最低,施工简便,运营成本低,线路调整与维护较易;其不足是运营速度难以提高(有部分信号控制的平面交叉点),占地面积较多,破坏城市道路路面,使城市道路交叉口复杂化,容易受气候影响(如雨水、雾、台风等),乘车环境难改善,有一定的污染负效应(如噪声、景观等)。

3. 高架

线路设在高架工程结构物上,与地面交通无干扰,造价介于地下与地面之间。施工、维护、管理、环控及防灾诸方面都较地下线路方便;但要占用一定的城市用地并有光照、景观、噪声等负效应,也受气候变化的影响。

由于城市地铁选线的特殊性,为减少对城市规划的影响,以及减轻列车运行时产生的噪声影响,地铁线路正线主要由地下隧道组成,配合地面车辆段线路、少量的地面正线与高架桥线路。

(三)地铁线路的平面和纵断面

经过选定的地铁线在空间的位置是用线路中心线来表示的。线路中心线在水平面上的投影,叫做线路的平面,线路的平面可以表示出线路的曲直变化;线路中心线在垂直面上的投影,叫做线路的纵断面,线路纵断面可以表示线路的坡度变化。

(四)轨道系统的组成

地铁轨道是列车运行的基础,要求能满足列车行驶的安全、可靠与平稳,并且要便于养护。

轨道是由钢轨、轨枕、连接零件、道床、道岔和其他附属设备等不同力学性质材料组成的构筑物。它的作用是通过道床将载荷传递到路基上去。主要部件如下。

1. 钢轨

钢轨是轨道结构的重要组成部分,是轨道的基本承重结构,它是用来引导轨道车辆的行驶,并将所承受载荷传到轨枕、道床及路基上去,也为车轮的滚动提供最小阻力接触面。目前,一般地铁线路正线及辅助线采用 60 kg/m 钢轨,基地(车辆段)采用 50 kg/m 钢轨。

轨距是钢轨头部踏面下 16 mm 范围内两股钢轨工作边之间的最小距离。直线轨距标准规定为 1 435 mm。

2. 轨枕

轨枕是轨下基础部件之一,它的功能是支承钢轨,保持轨距和方向,并将钢轨对它的各向压力传递、分散至道床上。轨枕按其材料可分为木枕和预应力混凝土轨枕两种。此外在道岔区和桥梁上还采用不同规格的道岔枕和桥梁枕。

3. 道床

道床铺设在路基之上,轨枕之下,一般分为有砟道床和无砟道床两种。一般地铁线路地面采用有砟道床中的碎石道床铺设,而隧道和高架上采用无砟结构。

4. 道岔

道岔是一种使车辆能从一股道转到另一股道的线路连接设备。道岔是铁路轨道中不可缺少的重要组成部分。根据用途和条件的不同,可以利用道岔把许多平行股道组合成各种不同形式的车站或车场,满足地铁运营中的各种作业需要。

道岔比较常见的有:普通单开道岔、对称双开道岔、三开道岔及复式交分道岔 4 种形式。道岔根据辙岔角度大小,可分为 7 号、9 号、12 号等,号数越大其侧向通过能力越高。目前地铁正线一般采用 60 kg/m 钢轨的 9 号道岔。基地或车辆段采用 50 kg/m 钢轨的 7 号道岔(试车线为 60 kg/m 钢轨,与其接轨的道岔为 60 kg/m 的 9 号道岔)。

二、城市轨道交通限界

1. 限界定义

地铁列车需要沿着固定轨道,在特定的空间中运行。根据车辆轮廓尺寸和性能、线路特性、设备安装及施工方法等因素经技术、经济综合比较确定的空间尺寸称为限界。为了确保运营的安全,一切建筑物,在任何情况下,不得侵入地铁建筑限界;一切设备,在任何情况下,不得侵入地铁设备限界;机车、车辆无论空、重状态,均不得超出机车、车辆限界。

2. 限界分类

限界是确定地下铁道与行车有关的构筑物净空大小和各种设备相互位置的依据。为了确保机车车辆在地铁线路上运行的安全,防止机车车辆撞击邻近的建筑物或其他设备,地下铁道的限界包括车辆限界、设备限界、建筑限界、接触网和接触轨限界。

(1)车辆限界:应根据车辆主要尺寸等有关参数,并考虑在静态和动态情况下所达到的横向和竖向偏移量及偏转角度,按可能产生最不利情况进行组合计算确定。

(2)设备限界:应根据车辆限界、轨道状态不良引起车辆偏移和倾斜,并计及适当的安全量等因素计算确定。

(3)隧道建筑限界:区间直线地段各种类型的隧道建筑限界与设备限界之间的间距,应能满足各种设备安装的要求。其他类型与施工的隧道建筑限界,应按照《地下铁道设计规范》规定要求进行加宽与加高。

车站直线地段的站台高度应低于车厢地板面,其高度差宜为 50~100 mm;站台边缘距车厢外侧之间的空隙宜采用 100 mm。

(4)接触轨限界:应根据受流器的偏移、倾斜和磨耗、接触轨安装误差、轨道偏差、电间隙等因素确定。

例如:隧道的断面尺寸、桥梁的宽窄,都是依据限界确定的。限界越大,安全度越高,但工程量和工程投资也随着增加。地下铁道限界应根据车辆轮廓尺寸、线路特性、安装施工精度等因素进行综合比较,确定一个既能保证列车运行安全,又不增加桥梁、隧道空间的经济合理的

断面,这是制定地铁工程限界的任务和目的。

第二节 地铁车站和车辆段

一、车 站

车站是轨道交通对外提供客运服务的窗口,是吸引客流和疏散客流,为乘客提供乘降车服务的基本设施。它既是城市轨道交通客运服务的起始点,也是客运服务的终点。如图 1-3 所示。

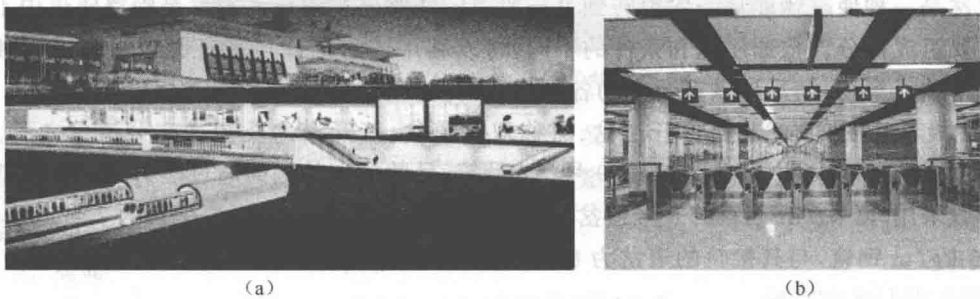


图 1-3 地铁车站示意图

车站主要由站厅和站台组成,按照车站建筑设计可分为地面、地下和高架车站。站台是提供乘客上下车的地方,按其布置形式可分为岛式、侧式及混合式三种。如图 1-4、图 1-5 所示。

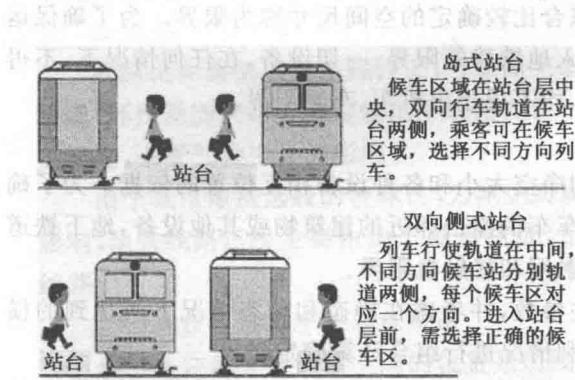


图 1-4 地铁岛式与侧式站台示意图

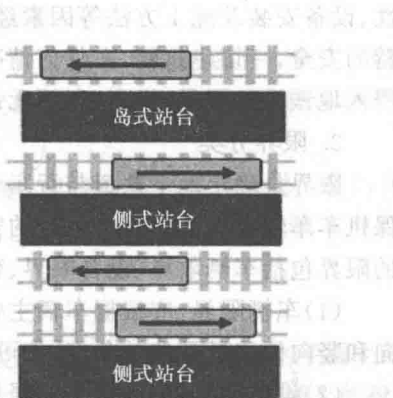


图 1-5 地铁混合式站台示意图

二、车 辆 段

车辆段又称为车辆停放及维修基地,是车辆停放、保养、修理的专门场所,主要由停车库、列检库、站场线路、信号控制楼等组成。为了便于统一管理,往往将机电、通号、工务、仓库、教育培训等部门、设施与车辆基地组建在一起,成为更大的车辆综合维修基地。

1. 车辆段内线路

车辆段内的线路按作业目的和功能可分为:运用线、检修线和其他线。

运用线包括:出入车厂线、停车线、双周检线、月检线、洗车线、试车线、走行线、安全线和牵出线等;

检修线包括:大修线、架修线、定修线、临修线、静调线和不落轮旋修线等;

其他线包括:维修中心线、工程车及特种车存放线、长轨运输线、材料总库线、调车机车线和联络线等。

2. 车辆段内信号机

车辆段内的信号机按作业目的不同,可分为:入车厂信号机、出车厂信号机、调车信号机、阻拦信号机等。如图 1-6、图 1-7 所示。



图 1-6 车辆段库内

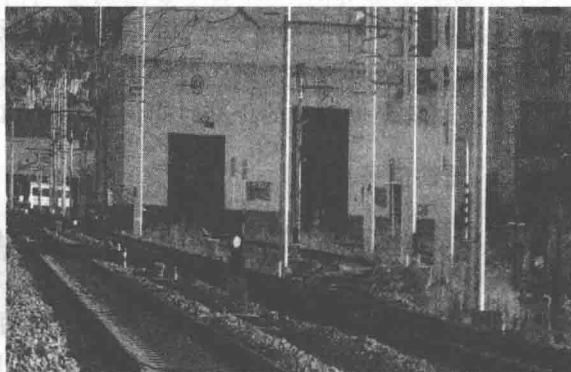


图 1-7 出车厂信号机

3. 车辆段的任务

- (1)提供运用列车,确保运行图的实现。
- (2)客车的停放、日常检查、清洗、维修、临修、旋轮和定修任务及工程机车车辆的停放、检修等。
- (3)车厂机电设备的维修、保养;部分车场还负责车辆的大修和架修工作。
- (4)负责列车运行故障的技术检查、处理和救援工作。

第三节 地铁通信与信号系统

一、地铁通信系统

为了迅速、准确、可靠地传递和交换语音、图像、数据信息,城市轨道交通的通信系统是个独立完整的指挥行车的内部通信网。通信网由光纤数字传输系统、数字电话交换系统、闭路电视监控系统、无线通信系统以及车站广播系统等组成。行车指挥通信设备以专用调度电话及无线调度电台为主,公务电话为辅。该通信系统主要包括:

1. 地铁运营控制中心(OCC)调度员和车站(车辆段)值班员设专用调度电话系统,是列车运营、电力调度、日常设备维修、防灾救护等调度指挥的重要专用通信系统。
2. 公务电话子系统在控制中心和基地(或车辆段)各设交换机,车站采用远端模块,分别接入交换机。在高架线路和隧道内每隔 200 m 左右设置 1 台轨旁电话,作为应急通信工具。轨旁电话机在摘机 5 s 后自动拨接就近车站车控室内多功能数字电话或在 5 s 内拨所需的电话号码。
3. 无线数字集群系统采用单交换机+多基站+光纤直放站的方式组成线状网,由无线集群设备、光纤直放设备、漏泄同轴电缆等组成。该无线系统包含以下几个无线子系统:车辆段无线通信系统和运营线路无线通信系统,后者可分为行车调度无线通信子系统、环控调度无线

通信子系统、设修调度无线通信子系统三个部分。

4. 广播子系统包括:正线广播系统、基地(或车辆段)广播系统;正线广播系统包括中心广播系统和车站广播系统。

5. 在地铁设置闭路电视监控系统(CCTV)是为了加强地铁运营和管理,以及处理应急突发事件。满足控制中心调度员、车站值班员、设备管理、电力调度、应急管理等监视的需要,并可以满足公安治安监视的需要。

6. 时钟系统由中心级和车站/车辆段级两级组网组成,中心一级母钟设在 OCC,各车站、车辆段设置二级母钟和子钟。时钟系统为地铁工作人员和乘客提供统一的标准时间,并为其其他各有关系统提供统一的标准时间信号,从而实现地铁各系统时间标准的统一。

二、地铁信号系统

信号是指示列车运行及调车工作的命令。地铁信号传达指挥者的意图,指示列车运行条件,表示有关行车设备的位置和状态等,有关行车人员必须遵照执行。

信号装置一般分为信号机和信号表示器两类。信号机按用途分为列车信号、调车信号。信号表示器分为道岔、脱轨、进路、发车、发车线路、调车及车挡表示器。地铁信号机与车挡表示器如图 1-8、图 1-9 所示。

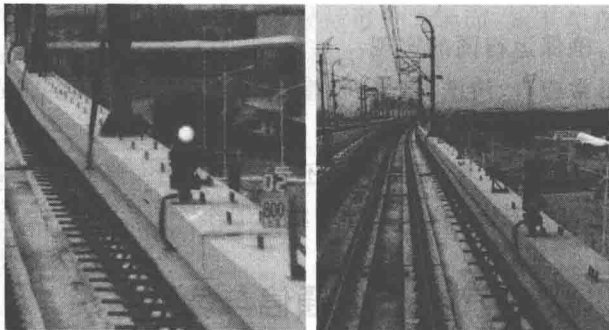


图 1-8 地铁信号机

信号机应设在列车运行方向的右侧。特殊地段因条件限制,需设于左侧时,须经轨道交通公司批准。

地铁正线信号系统一般采用基于数字轨道电路的列车自动控制系统(ATC),该系统可以达到行车间隔 2 min、设计间隔 90 s 的线路通过能力,是目前国内外较为先进的信号制式之一。该系统主要由以下三个子系统及计算机联锁(CI)等组成:

1. ATS(列车自动监控)系统

也称为自动调度系统,是地铁运营调度指挥的基础设施,是地铁运营生产的重要技术装备,由调度指挥中心、车站两级构成。列车自动监控系统(ATS)应能实时自动采集列车运行及现场信号设备状态信息,并传送到轨道交通公司调度指挥中心和各车站,完成列车运行实时追踪、自动记点、正晚点统计、列车实际运行图自动绘制、人工和自动调整等功能,实现运营调度的集中管理、统一指挥和实时监督。

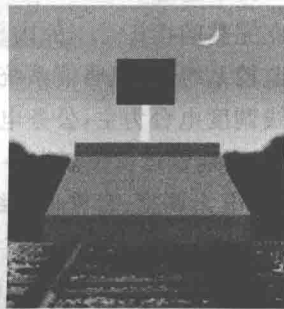


图 1-9 车挡表示器

2. ATO(列车自动驾驶)系统

本系统采用的是司机监控下的自动驾驶系统。进入控制区后,除车站启动意向由司机承担外、加速、制动、惰行、停车、快慢行、紧急停车、折返等,全部由 ATO 的车载计算机协同地面设备自动完成,从而减少了司机误操作和延迟操作。

3. ATP(列车自动防护)系统

本系统是 ATC 系统中最重要的一部分,为 ATC 系统的安全核心。ATP 子系统保证了行车的安全可靠性,缩短了列车间隔,提高了线路的利用率。ATP 子系统根据故障——安全原则执行列车间安全间距的监控、列车的超速防护、安全开关门的监督和进路的安全监控等功能,确保列车和乘客的安全。

4. 计算机联锁(CI)

联锁是指车站范围内信号、道岔、进路之间互相制约的关系,它们之间必须建立严密的联锁关系,才能确保行车安全。联锁由联锁设备完成。地铁正线均采用计算机联锁。

计算机联锁系统是一种新型的地铁车站自动控制设备,要求在保证安全的前提下,以最经济、合理的技术措施提高运输效率,改善劳动条件。

主要功能是接收来自微机联锁区域操作人员工作站(LOW)的操作指令和来自现场的设备状态信息,联锁逻辑运算,排列、监督和解锁进路,动作和监督道岔,控制和监督信号机,防止同时排列敌对进路,向 ATC 发出进入进路的许可,并将产生的结果状态和故障信息传送至 LOW。

微机联锁系统易于实现系统自身化管理,利用自诊断,自检测功能及远距离联网,实现远距离诊断。

第四节 车 辆

城市轨道交通车辆一般指的是城市公共交通的旅客运载工具,它不仅要保证车辆运行的安全、准点、快速,而且要为乘客提供良好的服务条件,使乘客乘车舒适、方便,同时还考虑对城市景观和环境的影响。为了达到这些要求,在设计、制造城市轨道交通车辆上采用了大量高新技术。例如,车体结构材料的轻量化;走行装置的低噪声和高平稳性设计;线性电机驱动;再生制动技术以及交流变频调压技术等。

按照车辆自重、载客量及运营速度的不同,城市轨道交通车辆可分为 A 型车、B 型车、C 型车和低地板轻轨车。下面以地铁和轻轨车辆为例分别介绍。

一、地铁列车的组成

目前,城市地铁列车一般由两个单元电动车组编成,每个单元车采用 2 动 1 拖的编组型式为:—A*B*C=C*B*A—。其中:“A”车为带有一个司机室的拖车,“B”车为装有受电弓的动车,“C”车为无受电弓的动车,“—”为自动车钩,“*”为半永久型牵引杆,“=”为半自动车钩。

A——带司机室拖车,包括:1 个司机室,司机室端部自动车钩 1 个,另一端半永久性牵引杆 1 个;

B——动车,包括:1 个受电弓,2 个半永久性牵引杆;

C——动车,包括:1 个半永久性牵引杆,1 个半自动车钩。

整列车连接方式:单元内车辆之间为半永久牵引杆,两个单元之间为半自动车钩,与其他列车连挂为全自动车钩。A—B—C组合为一个单元,可独立供电启动。但只限于慢行和非运营目的。列车可自动驾驶(但司机必须在场)或人工驾驶。列车在特别情况下可与另一个列车连挂以实现救援。如图 1-10 所示。

二、轻轨列车的组成

武汉轻轨一期工程电客车采用二动二拖四辆固定编组,其中一动(M1、M2 车)—拖(Tc 车),为一个独立的动力单元,两端头车为拖车,设有司机室。正常行驶时,由两端有司机室的拖车进行操纵,一端为头车、另一端为尾车。通过操纵头车的头尾转换开关钥匙设定头车后,操纵头车的牵引和制动装置,实现列车安全、正点运行。如图 1-11 所示。



图 1-10 北京地铁电动客车

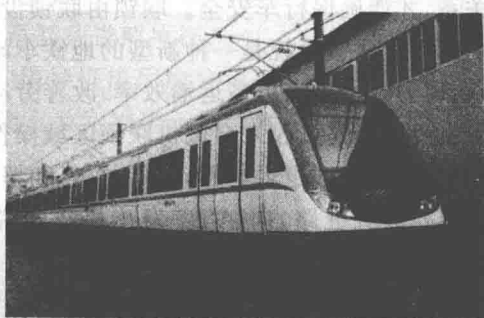


图 1-11 武汉轨道交通一号线轻轨列车

武汉轻轨车辆选用半自动车钩和半永久车钩两种型式的密接式钩缓装置。每个单元前后端安装半自动密接式车钩缓冲装置,每个单元两车之间安装一组半永久车钩缓冲装置。

每单元牵引和制动及辅助设备是相同的。其中 M 车设有受流器、避雷器、隔离开关、高速断路器、电抗器、VVVF 变流装置、牵引电机、空压机、干燥器、空压机启动控制箱、应急通风逆变器箱、外接电源插座、微机监控辅助单元等设备。Tc 车设有司机操纵装置、无线电台、微机监控主单元、ATO 自动驾驶系统、外接电源插座、应急通风逆变器箱、电喇叭、辅助电源装置、蓄电池、母线高速断路器、母线开关熔断器、受流器设备。每辆车还设有空调控制柜,可分别独立控制和列车集中控制各车的空调装置。

列车由第三轨提供 DC 750 V 电源,经设在各车转向架上的受流器,分别给每辆 M 车的 VVVF 牵引逆变器及 T 车上的辅助逆变器供电。同时可通过列车母线,将本单元动力线贯通。异步交流牵引电机是由 VVVF 牵引逆变器提供三相交流电运转的。可以实现牵引、再生反馈制动、电阻制动,也可采用电空混合制动和纯空气制动,但为充分利用电制动的目的,采用电制动优先的原则,尽量减少空气制动的使用率。

在城市轨道交通车辆中还有另一种车辆,即工程车辆,它们的作用是维护线路设备设施,并承担突发事件处置、事故救援工作。按照用途不同可分为内燃机牵引车、轨道牵引车、触网架线车、起重车、清扫车、平板装卸车等。

客车、机车、车辆应有识别的标记:即轨道交通公司徽记、车号、制造厂名及日期。

三、城市轨道交通车辆的主要设备

(一) 车辆设备作用和分类

按照设备的用途,车辆设备包括车用设备和服务于乘客设备两大类。

车用设备主要有:牵引动力设备(如受电弓、逆变器、牵引电机)、计算机控制设备(如微机控制单元)、制动设备、风源设备等,它们用于满足列车运行要求。

服务于乘客设备主要有:旅客乘坐设备(如坐席、扶手等)、照明设备、信息广播设备、空气调节设备等,用于为旅客提供方便和服务,保证乘客良好的乘车环境。

按照其设备的性质分类有:机械设备、电气及控制设备。

按照设备的布置位置,车辆设备分为:车顶设备、车内设备和车底设备。如图 1-12~图 1-14 所示。

一般城轨车辆以动车组的形式出现,车内空间尽量用于容纳乘客,设备的布置应使客室环境安全、舒适,与乘客无直接关系的车辆运营所需设备尽可能悬挂于车底,以使车内空间最大化。



图 1-12 车底设备



图 1-13 车顶设备



图 1-14 车内设备

(二) 地铁车辆的基本组成

地铁车辆主要由车体、走行部(又称转向架)、牵引缓冲连接装置、制动装置、受流装置、电气系统、列车自动监控设备等七大部分组成。

1. 车体:作用是容纳乘客;安装与连接其他设备和部件。现代城轨车辆均采用整体承载的钢结构或轻金属结构,以达到满足强度、刚度要求的同时最大限度地减轻自重。它由车顶、侧墙、端墙、底架、车门及车窗等组成。

2. 走行部(转向架):是车辆安全运行的基础。安装于车体和轨道之间,用于支撑、引导车体沿轨道行驶;传递和缓和来自车体及线路的各种载荷。是保证车辆运行品质的关键部件,一般由构架、轮对轴箱装置、弹簧悬挂装置和制动装置等组成。有动力转向架和非动力转向架之分。

3. 车辆连接装置:包括车钩缓冲装置和贯通道。车钩缓冲装置起着传递牵引与制动力、缓和车辆间纵向冲击的作用,同时还起着联系车辆之间的电路和气路的作用。贯通道是车辆与车辆之间的客室连接通道。

4. 制动装置:用于产生制动力,以确保车辆能可靠减速或在规定的制动距离内停车,它是车辆运行安全、可靠的基本保障。常见的制动方式有摩擦制动、动力制动和磁轨制动等。

5. 受流装置:将接触网或导电轨的电引入动车的装置。城轨车辆的受流器分为三轨受流器和受电弓受流两种,受流器的选择主要取决于供电电压。供电电压 DC 750 V,一般采用三轨受流器,其优点是对市容景观影响较小;供电电压 DC 1 500 V,一般采用架空线接触网受电弓受流,其优点是线路电压降低,能量损失少,同时需要的牵引变电站数量少。

6. 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、辅助电路和控制电路三个子系统。

7. 列车自动监控设备:包括列车内部监控设备、列车自动控制 ATC 系统及列车故障自诊断系统等。

(三)车辆的基本设备配置

(1)受电弓

受电弓是一种通过空气回路(或电动)控制升、降动作的铰接式机械构件,受电弓从接触网上获取电流,并将其传送到车辆电气系统。单臂式受电弓一般由底架、框架,集流头和升降装置所组成。受电弓一般通过基础框架安装在车顶上,并尽量靠近转向架回转中心,以避免车辆通过曲线时引起受电弓偏离接触网导线。

(2)空调单元

空调系统的作用是确保车内有一个舒适的环境温度、湿度和充足的新鲜空气。城轨车辆每车车顶都安装两个车顶一体式空调单元。位于 1 位端的空调单元称空调单元 I,位于 2 位端的空调单元称空调单元 II。

(3)牵引逆变器(VVVF)

接触网直流供电——车辆交流传动时必须采用牵引逆变器,通过它的电源回路,逆变器驱动四个并联的三相交流牵引电机,它还能执行电阻制动或再生制动。

在运行工况:VVVF 将接触网得到的直流电源转换为三相变频变压电源,驱动牵引电机。

在制动工况:VVVF 将此时由电机产生的三相电源转换为直流电源,产生的电源反馈回到接触网供给其他负载或供给其他车上耗电设备。未被消耗的电能由制动电阻转换为热能散逸到大气中去。

(4)牵引单元

牵引单元包括牵引电机、联轴节和齿轮箱等。三相牵引电机的转矩通过联轴节和齿轮箱驱动轮对。

从牵引变电所来的直流电经接触网→受电弓→高速断路器→线路滤波器→牵引逆变器(VVVF)→方向接触器(受主控制器控制)→牵引电动机→斩波器(GTO)→接地装置→轮对→钢轨(回流线)→牵引变电所。