

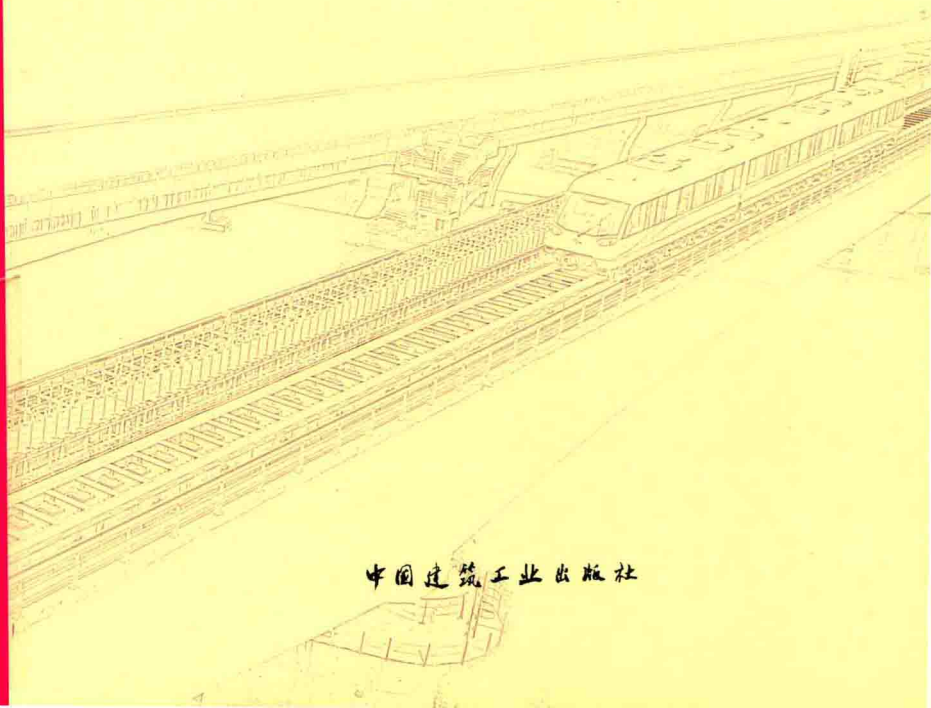
运营车辆系统岗位培训教材

主编：张 辉 谭文举 柳 林

城市轨道交通 车辆检修技术

主 编：王 亮 明 洪 李福斌 黎 鑫
主 审：李文柱 李 军

中国建筑工业出版社



城市轨道交通运营车辆系统岗位培训教材

城市轨道交通车辆检修技术

丛书主编 张 辉 谭文举 柳 林
主 编 王 亮 明 洪 李福斌 黎 鑫
主 审 李文柱 李 军

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通车辆检修技术/张辉, 谭文举, 柳林丛书主编, 王亮等分册主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 10

城市轨道交通运营车辆系统岗位培训教材
ISBN 978-7-112-20926-2

I. ①城… II. ①张… ②谭… ③柳… ④王…
III. ①城市铁路-铁路车辆-车辆检修-岗位培训-教材
IV. ①U279. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 158614 号

本书共 14 章。分别是车辆总体、车体内装及贯通道、空调系统、车门系统、转向架系统、车钩系统、供风制动系统、列车控制系统、通信控制系统、主电路系统、辅助供电系统、乘客信息系统、照明系统、附属设备等内容。本书根据城市轨道交通设备操作岗位标准和培训规范进行编写。本书是作者对我国城市轨道交通车辆系统的实践进行的较为科学、全面的总结, 具有较强的实用性和操作性。

本书可作为城市轨道交通运营车辆系统岗位培训考试用书, 也可作为运营管理部门、设计部门、科研单位和教育机构的参考书。

责任编辑: 胡明安

责任校对: 焦 乐 刘梦然

城市轨道交通运营车辆系统岗位培训教材 城市轨道交通车辆检修技术

丛书主编 张 辉 谭文举 柳 林

主 编 王 亮 明 洪 李福斌 黎 鑫

主 审 李文柱 李 军

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 11 $\frac{1}{2}$ 插页: 1 字数: 315 千字

2017 年 9 月第一版 2017 年 9 月第一次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-20926-2

(30580)

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)

本书编委会

丛书主编：张 辉 谭文举 柳 林

主 编：王 亮 明 洪 李福斌 黎 鑫

主 审：李文柱 李 军

编 委：（排名不分先后）

高大毛 钟国强 郑吴富 李 辉 李大洋

任崇会 谢喜佳 覃承强 卜美玲 谢海丹

滕 展 江 腾 陈 鹏 韦忠潮 李 良

韦洋洋 阮高万 周子杰 韦 迪 向伟彬

王 磊 李燕艳 刘光普 邱士正 张振东

韦庭三 旷文茂 李军生 张 度 王交奇

陆 杨 何 君

参编单位：南宁轨道交通集团有限责任公司

中国建筑股份有限公司

序

目前,随着我国城市轨道交通事业的快速发展,城市轨道交通的运营、管理及安全已经摆到了首位。轨道交通系统一旦建成,就必须夜以继日地保持系统的安全和高效运营。城市轨道交通系统设备先进、结构复杂,高新技术应用越来越普及,要保障这样庞大系统的安全和高效,必须依靠与之相协调的高素质的人员。轨道交通行业职工素质的高低直接关系到企业的生存和发展。因此,企业必须拥有一支高素质的技术队伍,培养一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠,才能确保安全生产,提高工作效率,提升非正常情况下的应急应变能力。

岗位培训是人才培养的重要途径,是提高企业核心竞争力的重要手段,而岗位培训需要适合的培训教材,在对国内城市轨道交通行业进行广泛调研的基础上,推出了“城市轨道交通运营车辆系统岗位培训教材”,涉及城市轨道交通标准化作业教程、电客车驾驶、工程车驾驶、工程车检修技术、厂段调度、车辆系统功能与组成、车辆检修技术、设备维修技术、设备操作原理、运营安全管理等内容。

本套教材由南宁轨道交通集团和中国建筑股份有限公司组织从事城市轨道交通建设和运营管理的专家编写。在教材内容方面,力求实用技术和实际操作全面、完整,在注重实际操作的基础上,尽可能将理论问题讲解清楚,并在表达上能够深入浅出。本套丛书不仅是城市轨道交通工程运营专业人员的岗位培训、技能鉴定的培训教材,也可以作为城市轨道交通大中专院校、职业学校学生的教学参考用书。

相信该套培训教材,能在广泛吸收国内、外同行技术与管理

经验的基础上，结合国内行业实际情况，为城市轨道交通车辆系统提供一套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。

前 言

张 辉

前 言

地铁车辆是地铁交通的核心部分，一切地铁交通的建设及维护都是为地铁车辆安全而平稳运行这个最重要目的服务的。地铁车辆检修是其中重要的环节，合理地开展地铁车辆检修工作对确保地铁车辆安全运行、提升车辆运行品质以及降低运营成本有十分重要的意义。

地铁车辆的检修工作，是非常的繁琐与复杂，而地铁车辆又是安全运营的核心关键之一，如何保证地铁车辆检修工作保质保量的进行检修人员又是其中的关键。车辆检修工作为地铁车辆检修工作的执行者，在工作中需要具有大量相关专业知识，而目前培养这些技术人员迫切又需要一些深入浅出，简明易懂的教材。本书便是基于以上目的编著而成。

本教材共 14 章，主要内容有：车辆总体、车体内装及贯通道、空调系统、车门系统、转向架系统、车钩系统、供风制动系统、列车控制系统、通信控制系统、主电路系统、辅助供电系统、乘客信息系统、照明系统、附属设备。各章力求文字深入浅出，简明易懂。

本书对编者多年来在轨道交通行业的实践进行了较为全面和科学的总结，具有较强的实用性和可操作性，本书可作为城市轨道交通运营车辆系统岗位培训考试用书，也可作为运营管理部门、设计部门、科研单位和教育考试机构的参考书。

本书在编写过程中得到了南宁轨道交通集团及运营分公司领导专家的大力支持，在此一并致谢，在成文过程中，也参考和引用了部分同行的相关成果，特向相关作者表示感谢，鉴于编者水平有限，书中纰漏和不足之处在所难免，恳请广大专家、读者批评指正！

编 者

目 录

1 车辆总体	1
1.1 列车编组	1
1.2 列车分类	3
1.3 列车系统	4
1.4 B型车主要技术参数	9
1.5 编号及标记定义	11
2 车体内装及贯通道	15
2.1 车体	16
2.2 内装	19
2.3 贯通道	26
3 空调系统	33
3.1 概述	33
3.2 空调系统组成	34
3.3 空调控制系统	44
3.4 常见故障处理	59
4 车门系统	62
4.1 客室车门	62
4.2 司机室侧门	79
4.3 车门常见故障处理	82

5 转向架系统	84
5.1 概述	84
5.2 转向架主要零部件及其功能	93
5.3 转向架组装流程简介	109
5.4 转向架常见故障处理	111
6 车钩系统	113
6.1 概述	113
6.2 车钩结构及工作原理	120
6.3 车钩的预防性维修	133
7 供风制动系统	136
7.1 概述	136
7.2 制动方式	137
7.3 制动系统功能	139
7.4 供风装置	142
7.5 制动控制系统	149
7.6 基础制动装置	161
7.7 供风制动系统其余装置	169
8 列车控制系统	174
8.1 概述	174
8.2 司控器主要部件介绍	175
8.3 司机台	180
8.4 列车控制电路	186
9 通信控制系统	194
9.1 概述	194
9.2 数据类型及传输	197

9.3	系统控制功能	198
9.4	系统模块介绍	206
9.5	系统检修维护	208
9.6	系统常见故障处理	212
10	主电路系统	214
10.1	概述	214
10.2	受电弓	217
10.3	高压箱	233
10.4	牵引逆变器	240
10.5	制动电阻	258
10.6	牵引电动机	265
10.7	接地装置	269
10.8	避雷器	271
11	辅助供电系统	272
11.1	概述	272
11.2	辅助系统的基本功能及主要组成部分	272
11.3	辅助电源系统控制原理	276
11.4	辅助逆变器工作原理	278
11.5	蓄电池充电机	286
11.6	蓄电池	287
11.7	常见故障处理	289
12	乘客信息系统	296
12.1	系统说明	296
12.2	系统设备及原理	299
12.3	系统功能操作	326
12.4	故障诊断	334
12.5	常见故障诊断与处理	334

12.6 缩写表.....	339
13 照明系统	340
13.1 车辆外部照明.....	340
13.2 车辆内部照明.....	341
13.3 预防性维修.....	344
14 附属设备	346
14.1 概述.....	346
14.2 火灾报警系统.....	346
14.3 刮雨器.....	351
14.4 预防性维修.....	353

1 车辆总体

城市中使用车辆在固定导轨上运行，且主要用于城市客运的交通系统称为城市轨道交通。地铁车辆，是城市轨道交通的重要组成部分，是用来运输乘客的运输工具。地铁车辆有不同的编组，主要分为 A、B、C 三种车型，通常根据机械和电气原理分为机械系统和电气系统，两个系统包含有不同的子系统。

1.1 列车编组

地铁列车的编组通常是由 6 节车厢编组完成，也有部分列车采用的是 3 节编组或 4 节编组。6 节编组的列车可以由 3 节动车与 3 节拖车（3 动 3 拖）编组，也可以有 4 节动车与 2 节拖车（4 动 2 拖）编组，4 节编组的列车通常由 2 节动车与 2 节拖车（2 动 2 拖）编组。

随着地铁技术的发展，也有部分地铁列车采用了 8 节编组的形式，由 6 节动车与 2 节拖车组成，比如北京地铁 16 号线。也有部分 4 节编组的列车由于实际运营需求，由原来的 4 节编组更改为 6 节编组。通常动车和拖车通过车钩连接而成的一个相对固定的编组称为一个单元，一列车可以由一个或几个单元编组而成，图 1.1-1 为六节（4 动 2 拖）车辆编组一个单元的示意图，其中 T_c 车业内也称为 A 车，为拖车， M_p 车为带受电弓的动车，也称为 B 车， M 车为不带受电弓的动车，也称为 C 车。 T_c 、 M_p 、 M 车之间通过半永久牵引杆进行机械连接，两个单元以半自动车钩联挂，电气连接通过跨接电缆实现，气动功能则通过用于连接车辆的软管进行传递。各个单元的司机室端配备全自动车钩。如果出现紧

急情况，可将两列车联挂，用一列车来拖动另一列车。

编组方式为： $+T_c \times M_p \times M = M \times M_p \times T_c +$

其中 +——全动车钩；
=——半动车钩；
 $\times$ ——半永久牵引杆。

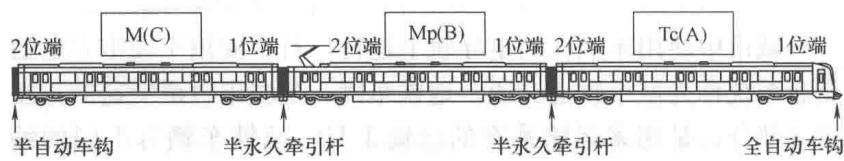


图 1.1-1 车辆编组示意图

车厢之间通过车钩进行连接，从而实现列车各车厢之间的力的传递，车厢之间的跳接电缆实现了列车各车厢之间的能源与信息传递，贯通道则为乘客提供相邻车厢通行的通道及保护。

与传统铁路车辆依靠动力车头牵引的集中式动力系统不同，地铁车辆通常采用的是分布式动力系统，动力系统分布到各节车厢。现代地铁列车采用的是电力牵引技术，电力通过接触网或第三轨传送到列车上，经由牵引电动机实现列车的牵引。

制动系统通常分为再生制动、电制动以及空气制动，再生制动的优先级优于电制动，电制动的优先级优于气制动，在电制动制动力不足的情况下，空气制动将会补充制动力差值。制动的控制方式有一个电子控制单元控制一节车厢的制动的车控方式，也有一个电子控制单元控制一个转向架的架控方式。

地铁车辆的设备布置主要集中在车底，采用的是悬挂方式。由于设备众多，空间有限，故设备布置结构较为紧致，需要兼顾安装维护需求以及车辆重心；空调设备通常安装在车顶，控制电器柜通常安装在客室内；列车内部有内墙装饰，提供舒适的外观并对乘客以及内部设备电缆进行保护，座椅、扶手、照明以及通风设备则为乘客提供舒适的乘车环境；列车两端各布置一个司机室，列车可以在终点站或需要的地方进行折返。

1.2 列车分类

地铁车辆类型可分为：A、B、C 三种。三种车型的主要区分是车体宽度，一般而言，A 型车的车宽为 3.0m，B 型车的车宽为 2.8m，C 型车的车宽为 2.6m，此处所说的宽度通常指的为列车的地板面高度处的列车宽度。A 型车长度一般在 21~24m；B 型车长度一般在 19~21m；C 型车长度一般在 15~19m。列车长度可以靠改变编组来随时变化，高度差别不大（因为人的身高都差不多），所以这些都不是车型的参考标准。只有宽度最重要，而且一旦成型就无法再改变，因此是区分车型的唯一标准。

通常而言，各个车型的列车的数据参数如表 1.2-1 所示：

各车型相关参数			表 1.2-1
车 型	A 型车	B 型车	C 型车
最大客运量(单向小时人次)	4.5 万~7.5 万人	3.0 万~5.5 万人	0.8 万~3.0 万人
线路形态	隧道为主	隧道为主	地面或高架
路用情况	专用	专用	专用
平均站距(m)	800~1500	800~1200	600~1000
站台长度(m)	200	200	120
站台高低	高	高	高
车辆宽度(m)	3.0	2.8	2.6
车辆定员(站 6 人/m ²)	310	240	220
最大轴重(t)	16	14	11
最大时速(km/h)	80~160	100	80
平均运行速度(km/h)	34~40	32~40	30~40
轨距(mm)	1435	1435	1435
额定电压(V)	DC1500	DC1500(750)	DC1500(750)
受电方式	架空线/第三轨	架空线/第三轨	架空线/第三轨
列车自动保护	有	有	有
列车运行方式	ATO/司机驾驶	ATO/司机驾驶	ATO/司机驾驶
行车控制技术	ATC	ATC	ATP/ATS
列车最多车辆编组	3~8	6~8	4~7
列车最小行车间隔	90s	120s	120s

1.3 列车系统

通常情况下地铁列车主要分为车体、内装和贯通道系统；空调系统；车门系统；转向架系统；车钩系统；供风及制动系统；列车控制系统；列车通信网络系统；牵引主电路系统；辅助供电系统；乘客信息系统；照明系统；附属设备等系统。

1. 车体、内装和贯通道系统

地铁车辆的车体通常采用大型中空铝合金或不锈钢板材全焊接结构，相对于不锈钢车体，铝合金车体具有重量轻，承载量大，外形美观等优点，车体底架、侧墙、车顶、端墙分别组焊后再在总焊装台上被焊接成整个车辆壳体。采用整体承载的结构，这种结构可充分发挥车体各个构件的强度，提高车体的整体刚度，降低车辆自重，车体通常分为梯形车和鼓形车两种。车体是车辆的主体结构，是安装与连接其他设备和部件的基础。车底架通常由侧梁、端梁、牵引梁、枕梁、横梁和其他部件焊接而成。底架的主要作用是承受车体上部载荷并传递给整个车体，通常在Tc车前端设置防爬器，用于吸收车辆撞击时的能量，最大程度的保护乘客安全。

地铁车辆内装是车辆与乘客直接接触的部件，直接反应车辆的美观性能、舒适性能。内装结构按照功能、安装位置主要分为：中顶板及出风格栅、侧顶板、侧墙和门立柱罩、客室座椅、立柱扶手、客室端墙及电器柜、司机室隔墙及电器柜、司机室内装、头罩、导流罩和前窗玻璃等。

贯通道是列车上的一个柔性部件，可以允许车辆间的相对运动，便于列车通过曲线路径，同时使列车各车厢相连通，为旅客提供安全、舒适的过道以便于每节车厢内的乘客数相对均衡，提高乘客的乘坐舒适性。贯通道通常分为整体式和分体式，本书主要介绍了整体式贯通道。整体式贯通道通常由端墙框总成、折棚总成、踏板总成、渡板总成、侧护板总成、棚板总成等组成。

2. 空调系统

列车空调系统主要作用是为客室和司机室提供温度调节、通风等。在北方，空调通常有制冷和制热功能，在南方，通常只有制冷功能。系统主要由空调机组、空调控制器、紧急逆变器、废排装置、风道等组成。

空调机组和控制器是空调系统最重要的组成部分，通常在单节车的 $1/4$ 和 $3/4$ 处安装两台空调机组，空调控制器则是安装在客室或者司机室的电气柜中，主要是对空调系统进行有效的控制、保护和故障诊断。

紧急逆变器的主要作用是在辅助交流电源故障时，将 110V 直流电逆变成交流电，驱动送风机工作，为客室提供通风。此时机组内的回风门关闭，新风门全开，送入的为全新风。业主可以根据自身实际情况要求厂家设计满足：在辅助交流电源故障时，空调系统能够保证一定时间紧急通风功能并向客室输送一定量的新风量。

废排装置主要是用于排出与新风量相等的车内废气。风道主要用于空调系统的送风和回风，一些风道外部会采用防寒棉以减少传热损失，内部粘贴阻燃吸音材料以降低噪声。

3. 车门系统

车门系统主要包括客室车门、司机室侧门，此外还有一些列车设置了司机室前端疏散门，按照车门开启及结构形式主要分为移动门和塞拉门，移动门又可分为内藏式滑动移门、外挂式滑动移门。由于客室车门关系到乘客的安全，现在的列车设计通常把客室车门状态的监测装置与列车的牵引指令电路连锁。同时为了紧急情况下车门能够开启，在车门配置了可现场操作的切除装置和紧急开门装置。

4. 转向架系统

转向架系统是承受车体载荷并引导列车沿着轨道平稳和安全走行的走行装置。其主要作用是：

- (1) 支撑车体、载重并将其传给钢轨。

(2) 将传动装置传递来的功率实现为列车的牵引力和速度。

(3) 传递轨道与车体之间各方向的作用力,并使轴重均匀分配。

(4) 保证车辆安全运行,能灵活地沿直线线路运行及顺利地通过曲线。

(5) 减小轮轨振动和冲击对车体的影响,提高车辆运行平稳性和安全性。

转向架主要包括构架、一系悬挂装置、二系悬挂装置、减振器、横向缓冲装置、牵引装置、抗侧滚装置、轮对及齿轮箱、轴箱、联轴节、齿轮箱吊杆和转向架管路等部件。

5. 车钩系统

车钩及缓冲装置装在底架牵引梁上,是车辆的一个安全部件,车钩通常有全自动车钩、半自动车钩、半永久牵引杆。全自动车钩能够实现机械、气路、电路的自动连挂;半自动车钩能够实现机械、气路的自动连挂,电气的人工连挂;半永久牵引杆能够实现机械、气路、电路的人工连挂。

车钩的主要作用有:

(1) 用来连接列车中各车辆使之彼此保持一定距离或列车之间的救援连挂。

(2) 传递和缓和列车在运行中所产生的纵向力和冲击力。

(3) 实现车辆间的电路和气路连接。

6. 供风及制动系统

供风系统包括空气压缩机组(由压缩机、干燥器、油过滤器组成)、各类空气阀件、空气管路和储风缸,其主要作用是列车的空气制动,空气弹簧、受电弓升弓等提供气源。

地铁列车制动系统通常分为电制动以及空气制动,以压缩空气为源动力的制动方式称为空气制动,以电磁力为源动力的制动方式称为电制动。制动的控制方式有一个电子控制单元控制一节车厢的制动的车控方式,也有一个电子控制单元控制一个转向架的架控方式。地铁列车的制动通常有常用制动、快速制动和紧急