



企业高技能人才职业培训系列教材

城轨电动列车 检修工

CHENGGUIDIAN
DONGLIECHE
JIANXIUGONG (四级)

人力资源和社会保障部教材办公室
中国就业培训技术指导中心上海分中心
上海市职业技能鉴定中心
上海申通地铁集团有限公司轨道交通培训中心

组织编写



中国劳动社会保障出版社





企业高技能人才职业培训系列教材

城轨电动列车 检修工

CHENGGUIDIAN
DONGLIECHE
JIANXIUGONG (四级)

编审委员会

主任 仇朝东
委员 顾卫东 葛恒双 葛 玮 孙兴旺 刘汉成
执行委员 孙兴旺 瞿伟清 李 晔 夏 莹 叶华平 李 益 杜晓红

主 编 刘俊艳
编 者 (按姓氏笔画排序)
刘俊艳 孙沪澄 姚晓荣

主 审 王生华



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

城轨电动列车检修工：四级/人力资源和社会保障部教材办公室等组织编写.
—北京：中国劳动社会保障出版社，2015

企业高技能人才职业培训系列教材

ISBN 978-7-5167-1728-8

I. ①城… II. ①人… III. ①城市轨道交通-电力动车-维修-职业培训-教材
IV. ①U266.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 047884 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.75 印张 190 千字

2015 年 3 月第 1 版 2015 年 3 月第 1 次印刷

定价：25.00 元

读者服务部电话：(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话：(010) 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错，请与本社联系调换：(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合，大力打击盗印、销售和使用盗版
图书活动，敬请广大读者协助举报，经查实将给予举报者奖励。

举报电话：(010) 64954652

内容简介

本教材由人力资源和社会保障部教材办公室、中国就业培训技术指导中心上海分中心、上海市职业技能鉴定中心、上海申通地铁集团有限公司轨道交通培训中心依据城轨电动列车检修工（四级）职业技能鉴定细目组织编写。教材从强化培养操作技能，掌握实用技术的角度出发，较好地体现了当前最新的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握城轨电动列车检修工（四级）的核心知识与技能有直接的帮助和指导作用。

本教材以既注重理论知识的掌握，又突出操作技能的培养，实现了培训教育与职业技能鉴定考核的有效对接，形成一套完整的城轨电动列车检修工培训体系。本教材内容共分为3章，主要包括：电动列车机械系统、电动列车牵引系统和电动列车辅助系统。

本教材可作为城轨电动列车检修工（四级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供本职业从业人员培训使用，全国中、高等职业技术学院相关专业师生也可以参考使用。



企业技能人才是我国人才队伍的重要组成部分，是推动经济社会发展的重要力量。加强企业技能人才队伍建设，是增强企业核心竞争力、推动产业转型升级和提升企业创新能力的内在要求，是加快经济发展方式转变、促进产业结构调整的有效手段，是劳动者实现素质就业、稳定就业、体面就业的重要途径，也是深入实施人才强国战略和科教兴国战略、建设人力资源强国的重要内容。

国务院办公厅在《关于加强企业技能人才队伍建设的意见》中指出，当前和今后一个时期，企业技能人才队伍建设的主要任务是：充分发挥企业主体作用，健全企业职工培训制度，完善企业技能人才培养、评价和激励的政策措施，建设技能精湛、素质优良、结构合理的企业技能人才队伍，在企业中初步形成初级、中级、高级技能劳动者队伍梯次发展和比例结构基本合理的格局，使技能人才规模、结构、素质更好地满足产业结构优化升级和企业发展需求。

高技能人才是企业技术工人队伍的核心骨干和优秀代表，在加快产业优化升级、推动技术创新和科技成果转化等方面具有不可替代的重要作用。为促进高技能人才培养、评价、使用、激励等各项工作的开展，上海市人力资源和社会保障局在推进企业高技能人才培养资源优化配置、完善高技能人才考核评价体系等方面做了积极的探索和尝试，积累了丰富而宝贵的经验。企业高技能人才培养的主要目标是三级（高级）、二级（技师）、一级（高级技师）等，考虑到企业高技能人才培养的实际情况，除一部分在岗培养并已达到高技能人才水平外，还有较大一批人员需要从基础技能水平培养起。为此，上海市将企业特有职业的五级（初级）、四级（中级）作为高技能人才培养的基础阶段一并列入企业高技能人才培养评价工作的总体框架内，以此进一步加大企业高技能人才培养工作力度，提高企业高技能人才培养效果，更好地实现高技能人才



培养的总体目标。

为配合上海市企业高技能人才培养评价工作的开展，人力资源和社会保障部教材办公室、中国就业培训技术指导中心上海分中心、上海市职业技能鉴定中心联合组织有关行业和企业专家、技术人员，共同编写了企业高技能人才职业培训系列教材。本教材是系列教材中的一种，由上海申通地铁集团有限公司轨道交通培训中心负责具体编写工作。

企业高技能人才职业培训系列教材聘请上海市相关行业和企业专家参与教材编审工作，以“能力本位”为指导思想，以先进性、实用性、适用性为编写原则，内容涵盖该职业的职业功能、工作内容的技能要求和专业知识要求，并结合企业生产和技能人才培养的实际需求，充分反映了当前从事职业活动所需要的核心知识与技能。教材可为全国其他省、市、自治区开展企业高技能人才培养工作，以及相关职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作，由于时间紧迫，不足之处在所难免，欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

企业高技能人才职业培训系列教材
编审委员会

目录

第1章 电动列车机械系统

PAGE 1

1.1	车体	3
	知识要求	3
1.1.1	钢结构车体	3
1.1.2	不锈钢车体	4
1.1.3	铝合金车体	5
1.1.4	模块化车体	6
1.2	车门	8
	知识要求	8
1.2.1	门叶	8
1.2.2	驱动装置	11
1.2.3	机械传动装置	12
1.2.4	电气控制系统	14
	技能要求	16
	调整电动列车车门 V 字形尺寸	16
1.3	车钩缓冲装置	20
	知识要求	21
1.3.1	机械钩头	21
1.3.2	风管连接器	23
1.3.3	电气连接器	24
1.3.4	缓冲器	24
1.3.5	对中装置	29
1.3.6	钩尾冲击座	30
	技能要求	31
	调整电动列车全自动车钩面中心线距轨面的距离	31
1.4	转向架	33
	知识要求	34
1.4.1	轮对	34



1.4.2	一系悬挂装置	36
1.4.3	二系悬挂装置	38
	技能要求	40
	转向架轮缘尺寸的测量	40
1.5	机械制动系统	42
	知识要求	42
1.5.1	制动方式	42
1.5.2	空气压缩机	45
1.5.3	干燥过滤器	46
1.5.4	单元制动机	48
	技能要求	51
	电动列车停放制动压力的检测	51
1.6	空调系统	53
	知识要求	53
1.6.1	制冷压缩机	53
1.6.2	换热器	54
1.6.3	节流元件	55
1.6.4	城轨车辆空调系统	57
	技能要求	59
	电动列车客室空调故障的排除	59

第2章 电动列车牵引系统

PAGE 61

2.1	牵引设备	63
	知识要求	64
2.1.1	受流器	64
2.1.2	高速断路器	67
2.1.3	逆变器（VVVF 系统）	69
2.1.4	牵引电动机	74
2.1.5	接触器	78
2.1.6	速度传感器	82
2.1.7	温度传感器	84
	技能要求	87
	电动列车只升单弓故障排除	87

列车常用制动不缓解故障排除	88
2.2 牵引控制系统	90
知识要求	90
2.2.1 主控制器	90
2.2.2 牵引控制单元 (TCU)	94
2.2.3 中央控制单元 (CCU)	96
2.2.4 制动电子控制单元 (BECU)	98
2.2.5 牵引/制动控制电路	99
技能要求	102
牵引故障排除	102
调整列车系统时间	103

第3章 电动列车辅助系统

PAGE 111

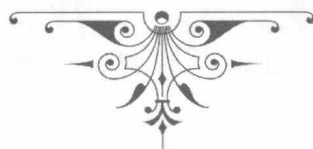
3.1 辅助逆变器	113
知识要求	113
3.1.1 辅助逆变器的负载分配	113
3.1.2 辅助逆变器的主电路构成	114
技能要求	118
排除列车升弓后 I 单元 C (MP) 车辅助逆变器不工作故障	118
3.2 主蓄电池	122
知识要求	122
3.2.1 主蓄电池的功能	122
3.2.2 主蓄电池的化学特性	122
3.2.3 镍镉电池的性能特点	123
3.2.4 在使用维护镍镉电池前的注意事项	123
3.3 辅助控制系统	123
知识要求	123
3.3.1 辅助逆变器控制	123
3.3.2 公共广播系统	135
3.3.3 照明系统控制	135
3.3.4 空调压缩机	136
3.3.5 车门电气控制	136



技能要求	138
I 单元 A（Tc）车紧急照明日光灯未点亮	138
理论知识考试模拟试卷及答案	140
操作技能考核模拟试卷	150



第 1 章



电动列车机械系统

- 1.1 车体
- 1.2 车门
- 1.3 车钩缓冲装置
- 1.4 转向架
- 1.5 机械制动系统
- 1.6 空调系统

1.1 车体

学习目标

完成本节的学习后，您能够：

1. 了解电动列车车体的基本类型及特征
2. 掌握电动列车车体结构的特点和制造工艺

知识要求

1.1.1 钢结构车体

1. 钢结构车体的结构

国内较早生产的地铁车辆的车体基本都是采用普通碳素钢型材构成骨架，外侧包薄钢板，构成一个全焊接的筒形薄壳结构（见图1—1），自重达10~13 t。

底架采用无中梁焊接结构，由边梁11、横梁14、波纹地板13、枕梁12、牵引梁10和缓冲梁组成；侧墙由边梁5、立柱16、窗立柱、横梁和墙板等零部件组成；门口周围设有门边立柱和横梁进行补强；车顶由边梁4、弯梁7、纵向梁8、顶板6和车顶端部9组成。如果在车顶上装有受电弓或空调机组等设备时必须根据需要进行适当加强，确保满足强度要求。司机室的侧墙和顶部的基本结构与客室的侧墙和顶部基本相似，前端一般设有前窗和为满足功能需要而加装的必要结构。

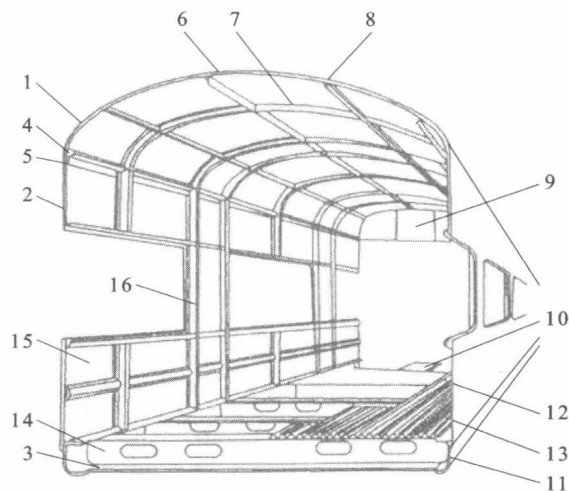


图 1—1 钢制车体承载结构

- 1—车顶 2—侧墙 3—底架 4—车顶边梁 5—侧墙上边梁 6—顶板
7—弯梁 8—纵向梁 9—车顶端部 10—牵引梁 11—边梁 12—枕梁
13—波纹地板 14—横梁 15—墙板 16—立柱

2. 钢结构车体的特点

普通碳素钢车体十分容易腐蚀，其强度随腐蚀而降低，且增加了维修的工作量和成本。为了提高车体的耐腐蚀性，延长使用寿命，从 20 世纪 80 年代开始，采用如 09CuPbCrNi 这种含铜或含镍铬等合金元素的耐腐蚀低合金钢（或称耐候钢）系列，可使车体结构自重减轻 1~1.5 t（约 10%~15%），在工艺上又采取了一些防腐措施后，使车体的使用寿命有所延长，但仍不能彻底满足减轻自重和防腐蚀的需求。

1.1.2 不锈钢车体

1. 不锈钢车体的特点

不锈钢地铁车辆因具有车体结构轻量化、高防腐性与低维修量、制造工艺简单、有利于环保和安全性高等明显特点，在发达国家已广泛开发、研制和利用。

不锈钢耐腐蚀性能较好、强度高。用这种材料制造车体，免去了在车体内壁涂覆防腐蚀涂料和表面油漆的工序，在保证强度和刚度的前提下，板的厚度也可减小。不锈钢车体的结构形式基本与钢结构车体相似（见图 1—2），从而实现车体的薄壁化和轻量化，不锈钢车体自重可比普通碳素钢减轻 1~2 t（约 10%~20%）。

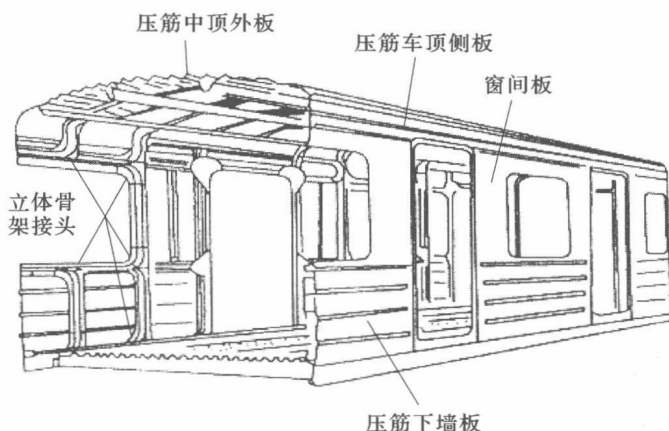


图 1—2 不锈钢车体

2. 不锈钢车体的制造工艺

为了克服薄板平整难以保证的缺点以及满足增加刚度的需要，一般车顶板、侧墙板和底架都采用成形的波纹板制成。为了克服在焊接高温条件下不锈钢内部组织易发生变化，进而产生晶间腐蚀而破裂的缺点，在焊缝集中的地方应多采用点焊。

1.1.3 铝合金车体

1. 铝合金车体的特点

为了进一步实现车体轻量化，德、法、日等国在近代的高速列车、地铁车辆和轻轨列车上采用铝合金车体，这是由于铝合金的密度仅为钢的三分之一，且具有耐腐蚀和容易挤压成形的优点。

不过，铝合金的弹性模量也是钢的三分之一。弹性模量是与材料强度和刚度有关的一个物理量，弹性模量小，材料的强度和刚度则小。另外，铝合金材料的可焊性较差，对焊接工艺和焊接工人的技术要求很高，焊接以后产生的变形很难控制。因此在铝制车体结构设计中应采用大型中空截面的挤压铝合金型材，以增大受力构件的弹性模量，弥补铝合金板材弹性模量小的缺陷，满足城市轨道交通车辆的设计规范要求——车体的静挠度不大于两转向架中心距的1‰，保证车体具有足够的强度和刚度。

上海地铁电动列车均采用了大型中空截面的铝合金挤压型材车体。

2. 铝合金车体的制造工艺

与钢结构车体相比，大型中空截面的挤压铝合金型材在制造时大大减少了焊缝数



量，焊接工作量减少 40% ~ 60%；铝合金型材的焊接变形比铝合金板材的易于控制。因此，大型中空截面的挤压铝合金型材的车体制造工艺简单、标准规范，并克服了铝合金材质本身的先天不足。在制造过程中，在铝合金车体的表面进行了喷丸处理，进一步提高了车体表面的强度。

使用大型铝合金挤压型材拼焊而成的车体存在的明显优势是：

(1) 与钢制车体结构相比，制造工艺大大简化，焊接工作量减少 40%，减少制造工时、降低生产成本。

(2) 铝合金材料比钢材要轻 1/3，每个铝合金型材的车体自重可减轻 3 ~ 5 t（约 30% ~ 40%）。例如我国 22 型钢制车体的自重为 12.3 t，德国 ICE 铝合金型材的车体的自重为 8.65 t。自重减轻，可减小运行的牵引力、制动力，减小了车辆运行的动力、能源消耗，也减小了车辆对轨道的负荷，延长了钢轨的使用寿命，降低了钢轨的维修费用。

(3) 铝合金型材的车体与一般钢结构车体相比较，充分发挥了材料的承载能力，使材料得到更加充分的利用，其强度、刚度增加，经久耐用，延长了车辆的使用寿命。

(4) 车体腐蚀严重是长期困扰我国铁路和城市轨道车辆的最大难题，尤其是在南方潮湿地区，车体腐蚀大大缩短了车辆的使用寿命。铝合金车体与钢结构车体相比，大大提高了抗腐蚀能力，减少检修工作量，且保证车体承载结构在使用寿命内（30 年）不需结构性维修和加固。

使用铝合金型材的车体在制造时遇到的问题是油漆附着力较钢结构车体小。解决这一问题的方法是可以使用附着力较强、漆性较好的油漆，并缩短油漆维修的周期。铝合金也有一个缺点，就是在积水状态下耐腐蚀性能降低，因此在生产和维修时须注意采取排水措施。

1.1.4 模块化车体

1. 模块化车体的特点

近几十年以来，车体的制造工艺一般都采用全焊接结构，即底架、侧墙、车顶和端墙均为焊接，然后这四大部件组装时也采用焊接工艺，这种结构是大家比较熟悉的。随着技术的发展，近几年来，国外研制出了一种称为模块化的结构。

模块化车体结构与整体焊接结构车体相比，最显著的特点就在于将模块化概念引入到车体设计、制造与生产管理的各个环节之中。模块化车体设计是将整个车体

分为若干个模块,如底架模块、侧墙模块、车顶模块、端墙模块等,每个模块的制造内容不仅包括外壳的制造,而且包括内装饰、布管、布线,并解决每个模块之间的接口问题。

2. 模块化车体的制造工艺

各模块制造完成后再进行整车组装。每个模块的铝合金型材结构本身采用焊接,而各个模块之间的总成采用铆接或其他机械连接。车体模块组成如图 1—3 所示,典型的车顶模块如图 1—4 所示。

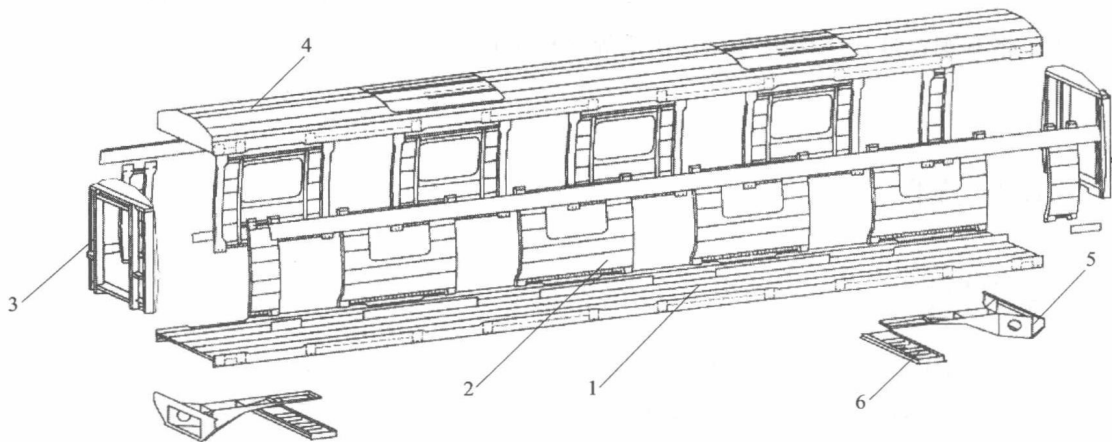


图 1—3 车体模块组成

1—底架模块 2—侧墙模块 3—端墙模块 4—车顶模块 5—牵引梁模块 6—枕梁模块

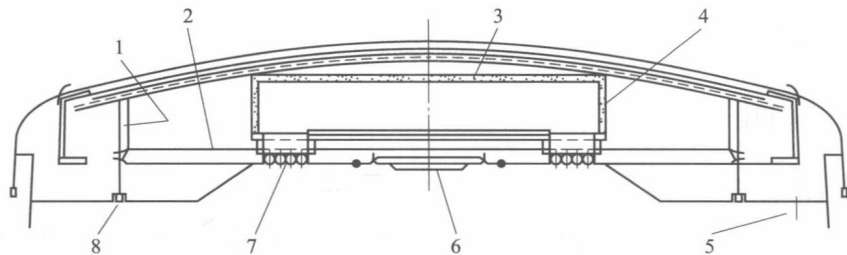


图 1—4 典型车顶模块

1—顶板吊梁 2—顶板横梁 3—空调风道 4—隔声、隔热材料 5—内部装饰
6—灯带 7—出风口 8—顶板悬挂

由于车体是容纳乘客的场所,其强度是保证乘客安全的关键因素,因此模块化设计是模块化车体生产中比较重要的、复杂的环节,而一旦设计成功则可为制造和组装