



全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

城市轨道交通

车辆检修

耿幸福 主 编
佟关林 主 审



人民交通出版社
China Communications Press

免费下载
配课件
www.ccpres.com.cn

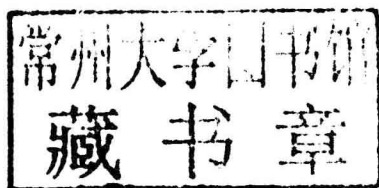
全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

Chengshi Guidao Jiaotong Cheliang Jianxiu

城市轨道交通车辆检修

耿幸福 主 编

佟关林 主 审



人民交通出版社

内 容 提 要

本书从目前城市轨道交通车辆检修架构与教学实践的角度出发,主要阐述了车辆检修工序及安全操作规程等。

本书共分八个单元,主要内容有:车辆检修概述、检修工艺基础、车体检修、转向架检修、电动机检修以及车辆电器、车辆制动系统、空调系统等的检修。

本书为高职、中职城市轨道交通类专业教材,可作为城市轨道交通车辆检修岗位的职业培训教材,也可供从事城市轨道交通规划、建设和运营管理的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通车辆检修 / 耿幸福主编. -- 北京 :
人民交通出版社, 2012.5

ISBN 978-7-114-09630-3

I. ①城… II. ①耿… III. ①城市铁路—铁路车辆—
车辆检修 IV. ①U279.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 015535 号

全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

书 名: 城市轨道交通车辆检修

著 作 者: 耿幸福

责任编辑: 郝瑞苹 王绍科

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 16.75

字 数: 387千

版 次: 2012年5月 第1版

印 次: 2012年5月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09630-3

定 价: 36.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

编写委员会

主 任：马伯夷 黄远丰

副 主 任：李建国 张国保 王心明

特邀专家：佟关林 王 英 林伟光

委 员：（按姓氏笔画排序）

于 涛 仇海兵 王艳荣 宁 斌 刘莉娜

吴 冰 张利彪 张 莹 李红军 汪成林

沈 艳 单永欣 单 侠 赵巍巍 徐树亮

徐新玉 耿幸福 陶 艳 高 蓉 崔建荣

阎国强 谢玉华

出版说明

随着我国城市化进程的快速推进,城市交通拥堵问题日益严重,因此大力发展城市轨道交通已成为解决城市交通问题的重要手段。截至2010年11月,国务院已批准29座城市实施轨道交通建设规划;另有多座城市的轨道交通建设规划正在审批中。我国城市轨道交通建设值此已进入快速发展时期。

由于全国大部分城市轨道交通建设起步较晚,项目建设规模大、速度快,致使专业人才供不应求,运营管理、驾驶、检修岗位的初中级人才短缺尤为突出。各地职业院校纷纷开设了城市轨道交通相关专业,轨道交通专业培训教材也陆续出版。但目前已出版教材存在体系不完善、教材内容侧重岗前培训、理论叙述过多等缺点,不适合职业院校教学使用。

为促进和规范轨道交通行业职业教育教材体系的建设,适应目前职业教育“校企合作、工学结合”的教学改革形势,人民交通出版社约请北京交通运输职业学院、南京铁道职业技术学院、上海交通职业技术学院、湖南铁道职业技术学院一线资深教师联合编写了“全国职业教育城市轨道交通专业规划教材”。2010年推出其中7种:

《城市轨道交通概论》

《城市轨道交通客运组织》

《城市轨道交通行车组织》

《城市轨道交通运营安全》

《城市轨道交通车辆及操作》

《城市轨道交通信号与通信系统》

《城市轨道交通供电技术》

为完善课程体系,我社进一步扩大作者范围,整合编写资源,邀请北京市地铁运营有限公司、北京京港地铁有限公司、哈尔滨铁道职业技术学院、武汉铁路职业技术学院、成都铁路运输学校、西安科技商贸职业学院、北京外事学校等企业、院校加入原编写团队,共同编写以下10种教材,于2011年陆续推出。

《城市轨道交通专业英语》

《城市轨道交通票务管理》

《城市轨道交通服务礼仪》

《城市轨道交通车辆电器》

《城市轨道交通电工电子技术及应用》

《城市轨道交通车站设备》

《城市轨道交通运营管理规章》

《城市轨道交通车辆制动系统》

《城市轨道交通车辆检修》

《城市轨道交通接触网维护》

本套教材突出了职业教育特色,围绕职业能力的形成组织课程内容;教材内容先进,总结了北京、上海、广州等地的地铁运营管理经验;侧重实际工作岗位操作技能的培养;理论知识的叙述以应用为目的,以够用为尺度;教材编写充分考虑了职业院校学生的认知特点,文字简洁明了、通俗易懂,版式生动活泼、图文并茂;每单元后附有复习题,部分章节附有实例。

为方便教学,本套教材配套有教学课件,读者可于人民交通出版社网站免费下载。

希望该套教材的出版对职业院校轨道交通专业教材体系建设有所裨益。

人民交通出版社

2011年3月

前 言

随着城市化进程的快速推进,大运量的轨道交通在现代化大城市中起着越来越重要的作用,而高标准的城市轨道建设对相关从业人员提出了更高的要求。因此,轨道交通人才的培养成为当务之急。

城市轨道交通车辆在整个城市轨道交通系统中占有重要地位,是城市轨道交通系统中最关键、也是最复杂的设备。它是多专业综合性的产品,涉及机械、电气、计算机、控制、材料等诸多领域。为了保证车辆安全,顺利完成旅客运输任务,除了规范驾驶车辆之外,还必须按规定对车辆进行检修维护,及时排除运营中的故障,为轨道交通运输提供数量充足且技术状况良好的车辆。

本书共分八个单元,主要内容有:车辆检修概述、检修工艺基础、车体检修、转向架检修、电动机检修以及车辆电器、车辆制动系统、车辆空调系统等的检修。本书涵盖了城市轨道交通车辆的全部内容,引入了最新检修、维修理念。本书结构合理、内容新颖,文字表述深入浅出、简明易懂,可供城市轨道交通车辆专业职业院校教学使用。

本书由南京铁道职业技术学院耿幸福担任主编,北京地铁公司佟关林高级工程师担任主审。各单元编写人员有:南京铁道职业技术学院耿幸福(编写绪论、单元1、2)、徐新玉(编写单元5)、崔建荣(编写单元6)、王学忠(编写单元7)、黄远丰(编写单元8),上海交通职业技术学院郭凝(编写单元3、4)。在编写过程中得到了北京、上海、广州、苏州、无锡地铁公司工作人员的大力支持,在此表示感谢。

由于水平有限,加上编写时间仓促,书中若有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2012. 1

目 录

绪论	1
单元1 城市轨道交通车辆检修概述	4
1.1 城市轨道交通车辆故障	5
1.2 城市轨道交通车辆维修制度	11
1.3 城市轨道交通车辆检修限度	21
复习与思考	22
单元2 城市轨道交通车辆检修工艺基础	23
2.1 零件的损伤	24
2.2 检修工艺过程	39
2.3 分解、装配及清洗	42
2.4 检测技术	49
2.5 零件的修复	60
复习与思考	75
单元3 城市轨道交通车辆车体检修	76
3.1 车体(壳体)的检修	77
3.2 车门的检修	83
3.3 车钩及缓冲装置的检修	95
复习与思考	106
单元4 城市轨道交通车辆转向架检修	107
4.1 转向架的分解与组装	108
4.2 构架及附件的检修	117
4.3 轴箱装置、轮对的检修	119
4.4 弹性悬挂装置的检修	131
4.5 中央牵引装置的检修	137
4.6 动力驱动系统的检修	139
复习与思考	142
单元5 城市轨道交通车辆电动机检修	143
5.1 牵引电动机的故障	145
5.2 牵引电动机的检修	147
5.3 牵引电动机的试验	150
复习与思考	152

单元6 城市轨道交通车辆电器检修	153
6.1 受流设备的检修	154
6.2 牵引及控制系统检修	167
复习与思考	190
单元7 城市轨道交通车辆制动系统检修	191
7.1 供气设备的检修	193
7.2 制动控制单元BCU的检修	200
7.3 制动微机控制单元EBCU和防滑系统检修	210
7.4 单元制动机检修	220
7.5 空气制动系统故障分析	227
复习与思考	231
单元8 城市轨道交通车辆空调系统检修	232
8.1 空调系统概述	233
8.2 空调系统组成	235
8.3 空调系统检修过程	242
复习与思考	250
附表 我国城市轨道交通车辆修程双周检检修范围	251
参考文献	256

绪 论



教学目标

1. 了解城市轨道交通车辆检修的意义。
2. 了解城市轨道交通车辆检修制度的现状与发展。
3. 了解城市轨道交通车辆检修的任务及内容。
4. 了解本课程的性质、目的及学习方法。



建议学时

1 学时

一 城市轨道交通车辆检修的意义

随着经济的高速发展,城市化速度的加快,城市范围不断扩大,而且由于城市中心区过度开发,造成人口、产业和功能过度集中,产生了高负荷的交通需求,即需要大容量、快速交通系统的支持,特别是轨道交通系统的支持。

目前,相当多的城市已认识到发展大容量快速轨道交通的重要性,国内已有部分大中城市建成或正在筹建城市轨道交通。我国的轨道交通正处于良好的发展阶段。

车辆作为城市轨道交通的运载设备,在运用中由于摩擦、振动、冲击、腐蚀等因素,长期处于自然损耗的状态,当某个零部件的磨损、老化超过了一定限度时,就会出现故障,危及行车安全,甚至危及乘客生命和财产安全。随着城市轨道交通对车辆的安全性能要求的提高,车辆技术状态的稳定性已是保证轨道交通安全和有序的关键。安全可靠是实现经济效益和社会效益的重要保证。因此,城市轨道交通车辆检修工作的重要任务就是:不断加强车辆的管理,做好维护检修工作,改善车辆技术状态,提高车辆质量,保证行车安全,增强检修技能,减少故障车辆,提高车辆的可靠性,为轨道交通运营提供优良车辆。

二 城市轨道交通车辆检修制度的现状与发展

我国各城市轨道车辆现行的检修制度均为计划预防检修体制,主要包括日常保养和定期检修。这种维修方式,依据是磨损规律,是以时间或运行里程作为维修期限,只要设备使用到预先规定的时间,无论技术状态优劣与否,都要进行规范的维修工作。在这种体制下,很重要的一点,就是要科学合理地确定检修周期,只有当计划维修的周期接近车辆发生故障的实际周期时,这种维修计划才是最有效的。当计划维修的周期短于车辆发生故障的实际周期时,将产生过量维修,造成不必要的浪费;当计划维修的周期长于车辆发生故障的实际周期时,将会因车辆维修不足而影响车辆的运行安全。这种维修制度在尚无充分科学手段来准确判断车辆质量状态的阶段,适应城市轨道交通安全运营的需要,能够及时发现零部件的各种缺陷和隐患,使车辆处于良好的技术状态,保证行车安全,并能使车辆的检修工作有计划、有组织地进行,对不断提高修车质量,缩短修车时间,提高车辆的运行效率起到了很大作用,这是车辆部门长期实践经验和管理经验的总结。

随着科学技术的不断进步和各种新技术、新工艺、新材料、新装备的大量应用,车辆的结构、性能也正向自动化、机电一体化、复杂化方向发展,车辆检修、检测设备和安全监控设施取得了明显的进步,在机械化、自动化、可靠性方面得到了很大的提高,原有的检修体制已不适应,计划预防检修体制的缺点也日益暴露,现有的维修工作正面临新的挑战。

实践证明:现行体制使车辆维修过频,修时太长,降低了车辆的利用率;同时维修费用过高,零部件剩余的有效寿命浪费严重,一些部件在拆卸中无谓地被损坏,造成费用损失严重,更主要的是这种检修体制所维持的车辆费用高昂,但技术可靠性水平仍很有限,不能满足城

市轨道交通的需要,检修体制改革势在必行。

三 城市轨道交通车辆检修的任务及内容

城市轨道交通车辆维护和检修的主要任务是:消除零部件损伤,恢复其工作性能,使城市轨道交通车辆保持良好的技术状态,以满足轨道交通运输生产的需要。

城市轨道交通车辆检修的主要内容是:

- (1)系统地研究、分析城市轨道交通车辆零件的损伤规律;
- (2)确定可行的检修制度、修程和检修范围;
- (3)合理地确定城市轨道交通车辆检修的技术条件和质量要求;
- (4)选择与研究先进的检修方法和技术,大力推广检修新技术、新工艺。

四 本课程的性质、目的和学习方法

“城市轨道交通车辆检修”是重要的专业课程之一,是一门研究城市轨道交通车辆检修理论及其零部件检修工艺的综合型课程。

学习本课程的目的是掌握城市轨道交通车辆检修的基本理论知识和基本的实际操作技能,为从事城市轨道交通车辆的检修工作打下坚实基础。为此,本课程提供了以下知识。

- (1)检修基础理论知识;
- (2)车体检修工艺;
- (3)转向架检修工艺;
- (4)电动机、电气检修工艺;
- (5)制动机检修工艺;
- (6)空调装置检修工艺;
- (7)车辆落成、调试及试运转知识。

“城市轨道交通车辆检修”是一门与生产实践紧密联系的课程,学习本课程必须采用理论与实践相结合的方法,明确理论的用途及对生产的指导意义。学习具体零件的检修工艺和方法时,应加强现场教学,做到理论实践融会贯通,在教学过程中应加强动手训练。

单元 1

城市轨道交通车辆

检修概述



教学目标

1. 掌握城市轨道交通车辆检修的基础知识。
2. 了解城市轨道交通车辆故障的概念、分类及变化规律。
3. 了解城市轨道交通车辆可靠性及维修性的概念。
4. 熟悉城市轨道交通车辆检修制度及检修限度。



建议学时

6 学时

1.1

城市轨道交通车辆故障

一 城市轨道交通车辆故障及其分类

(一) 城市轨道交通车辆故障的概念

城市轨道交通车辆故障是指城市轨道交通车辆整车或零部件的技术指标偏离了它的正常状态,在正常的使用条件下已不能完成规定功能的状态。如零配件的损伤、部件的损坏导致无法正常使用或性能下降;电动机功率降低;动车牵引力下降;传动系统平稳性变差、振动噪声增大等。

对故障进行研究的目的是为了大大减少或消除故障的发生,从而提高城市轨道交通车辆运用的可靠性和有效利用率。

产品一般可分为可修复产品和不可修复产品两大类。城市轨道交通车辆和其他机械设备大多属于可修复产品,在使用过程中都是通过修复或者更换新的零件或部件以恢复其使用性能,如转向架、电动机等。不可修复产品是指产品发生损伤后不进行维修而报废的产品,其中包括有的在技术上无法进行维修的产品,一旦产生故障只有报废,如闸瓦片;有的是价格低廉的消耗品产品,维修很不经济,如日光灯、橡胶件、继电器及其他电气元器件等。

城市轨道交通车辆在运用过程中,其技术状态随着走行里程的增加而逐渐变差,继而达不到预定的工作性能,即可认为城市轨道交通车辆产生了故障。

有下述现象之一,均属于城市轨道交通车辆产生了故障:

- (1) 动力性能下降——车辆不能发出预定的功率,牵引力下降。
- (2) 经济性能下降——工作效率降低,如齿轮传动效率降低等。
- (3) 可靠性能下降——如电气部分绝缘老化、击穿,造成短路,导致动作失误,影响正常行车;再如机械部分配合间隙加大,连接松动,产生冲击振动,可能引起零件的断裂,甚至危及行车安全。

(二) 城市轨道交通车辆故障的分类

城市轨道交通车辆故障可按不同的角度进行分类。

① 按故障的性质划分

(1) 间歇性故障。设备只是在短期内失去某些功能,经稍加检查处理,设备功能就能恢复的故障。

(2) 永久性故障。属于设备零部件的损坏,必须更换或修复,设备功能才能得以恢复的故障。

② 按故障发生的快慢程度划分

(1) 突发性故障。不能通过试验或测试手段预测的故障。

(2) 渐进性故障。能够通过试验或测试手段预测的故障。

③ 按故障的发生规律划分

(1) 随机性故障。故障的发生时间是随机的,如轴类零件的断裂。

(2) 规律性故障。故障的发生随时间有一定规律性,如轴承的磨损。

故障产生的原因是由于零件发生了损伤或失效。零件损伤通常有磨损、断裂、变形、腐蚀、电气损伤等几种损伤形式。

(三) 城市轨道交通车辆与机件的故障规律



知识链接

故 障 率

机械产品的技术状况总是随着使用时间的延长而逐渐恶化的,其使用寿命总是有限的,其产生故障的可能性也总是随着使用时间的延长而增加,因而它是时间的函数。同时,机械故障的发生具有随机性,因此,机械发生故障的情况只能用故障率来表示。

故障率定义:产品在 t 时刻后的单位时间内发生故障的产品数,相对于 t 时刻还在工作的产品数的百分比值,称作产品在该时刻的瞬时故障率 $\lambda(t)$,习惯上称为故障率。

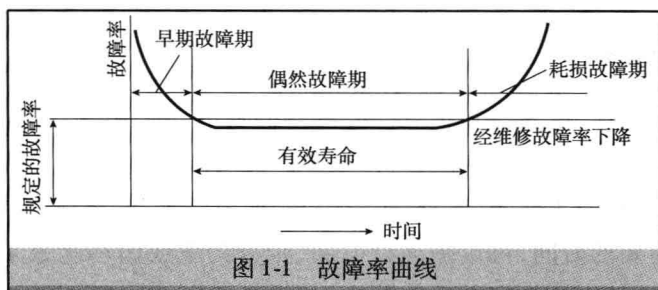
故障率 $\lambda(t)$ 表示的是某时刻 t 以后的单位时间内发生故障的产品数与 t 时刻工作产品数之比,它反映了 t 时刻后单位时间内产品发生故障的概率。因此,也可把故障率称为故障强度。

在实际工程中,经常使用平均故障率。平均故障率表示为产品在某段时间内的故障数与此段时间内的总工作时间之比,即

$$\lambda = \frac{\text{某段时间内的故障数}}{\text{此段时间内的总工作时间}}$$

故障率的单位:1/h 或单位时间内产品发生故障的百分数;开关类间歇工作的产品用1/动作数;城市轨道交通车辆也可用1/km 或1/1000km。

城市轨道交通车辆与机件的故障规律,是指城市轨道交通车辆产品、零部件在使用寿命期内故障的发展变化规律。大多数产品、零部件的故障率是时间的函数,如图 1-1 所示。故障率曲线像浴盆的断面,因此,也叫“浴盆曲线”。故障率的高低随时间的变化可划分为三个阶段:早期故障期、偶然故障期和耗损故障期。



1 早期故障期

早期故障期是产品开始工作的那段时间,这段时间故障率较高,且故障率随时间增加而迅速下降。故障往往是因设计、制造缺陷或维修工艺不严、质量不佳等原因引起的,例如使用材料不合格、装配不当、质量检验不认真等。对于刚维修过的产品来说,装配不当是发生故障的主要原因。对新出厂的或大修过的产品,可以在出厂前或投入使用初期的较短的一段时间内,进行磨合或调试,以便减少或排除这类故障,使产品进入偶然故障期。因此,早期故障不是使用中总故障的一个重要部分。

2 偶然故障期

偶然故障期是产品最良好的工作阶段,也叫有效寿命期或使用寿命期。它的特点是故障率低而稳定,近似为常数。在这一阶段,故障是随机性的。突发故障是由偶然因素引起的,如材料缺陷、操作错误以及环境因素等。偶然故障不能通过延长磨合期来消除,也不能由定期更换产品、零部件来预防。一般来说,再好的维修工作也不能消除偶然故障,偶然故障什么时候发生是难以预测的。但是,人们希望在有效寿命期内故障率尽可能低,并且持续的时间尽可能长。因此,提高运用与管理水平,适时维修,以减少故障率,延长有效寿命期。

3 耗损故障期

耗损故障期是指产品使用后期的那段时间。其特点是故障率随时间的增加而明显增加,这是产品长期使用后由产品磨损、疲劳、腐蚀、老化等造成的。防止耗损故障的唯一办法就是在产品进入耗损期前及时进行维修,把上升的故障率降下来。如果产品故障太多,维修费用太高,则只能报废。可见,准确掌握产品何时进入耗损故障期,对维修工作具有重要意义。

以上三个故障期是就一般情况而言的,并不是所有产品都有这三个故障阶段,有的产品只有其中一个或两个故障期,甚至有些质量低劣的产品在早期故障期后就进入了耗损故

障期。

二 城市轨道交通车辆的可靠性

1 可靠性的概念

产品设备的可用性、可靠性和维修性是产品固有的三大特性。产品设备的可靠性具有五个要素。一是产品:指研究对象,可以是硬件也可以是软件;二是规定条件:指产品在使用中所处的环境条件、工作条件、维修条件和操作方式等;三是规定时间:指产品完成规定任务或功能所需要的时间,可以用运行时间、走行公里或循环次数来表示;四是规定功能:指产品在技术文件中所规定的工作能力,如设计任务书、技术条件、使用说明书、订货合同、国家标准及相关技术文件;五是能力:常用概率来度量“能力”,称为可靠度。故障是随机事件,产品寿命是随机变量。可靠性也是随机的,要用概率才能定量地表示产品可靠性程度。

因此,可靠性定义为:系统(产品设备)在规定条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。

2 可靠性的数值度量

可靠性可以用可靠度进行数值度量,可靠度是可靠性的基本数量指标之一。可靠度的最大值为1,称为100%的可靠,最小值为0,称为完全不可靠。即: $0 \leq \text{可靠度} \leq 1$ 。

可靠度定义:产品在规定条件下和规定时间内完成规定功能的概率。

从产品的故障规律“浴盆曲线”中可知,偶然故障期正是产品可靠的使用寿命期,其故障类型属于恒定型。在这个阶段,产品的寿命分布服从指数分布。对于城市轨道交通车辆产品,当其进入耗损故障期前就应进行检修,恢复其功能。因此,不论是可修复产品还是不可修复产品的可靠性研究,指数分布是常用的一种分布形式,具有与数理统计学中正态分布同等的地位。

对于要求具有高可靠性的城市轨道交通车辆这种产品,恒定型偶然故障期是可靠性研究的主要对象。因为城市轨道交通车辆产品及其零部件的有效寿命是维修决策的重要依据。

3 可靠性设计概述

可靠性设计是在产品性能设计和结构设计阶段,针对系统、产品和零部件,应用可靠性手段,为降低产品失效率、提高产品可靠性和保证产品质量所进行的一种设计。可靠性设计包括:可靠性论证、可靠性结构设计、可靠性试验。在可靠性论证中,主要是确定系统、产品和零部件的可靠性指标并进行可靠性预计、分配及可靠性指标的平衡。

城市轨道交通车辆等机械产品系统是由若干个单元部件子系统构成,根据产品结构图