

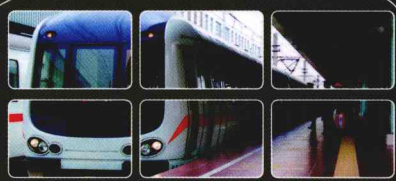


全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

城市轨道交通

车辆电器

吴冰 主编
张琳 副主编
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 Dianqi

城市轨道交通车辆电器

吴 冰 主 编

张 琳 副主编

佟关林 主 审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为全国职业教育城市轨道交通专业规划教材。主要针对城市轨道交通车辆专用的受电弓、高速断路器等主要电器以及专用接触器、继电器以及其他电器,从作用、结构、工作原理、检修维护等方面予以详细介绍,对城市轨道交通车辆的牵引电机、逆变器等设备的工作原理、工作特性等也作了介绍,同时对电器基本理论知识也作了阐述。

本书为高等、中等职业教育城市轨道交通、电气化铁道技术、电机与电器等相关专业的教材,也可作为城市轨道交通行业岗位培训或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通车辆电器 / 吴冰主编. —北京:人民交通出版社, 2011.9

ISBN 978-7-114-09262-6

I. ①城… II. ①吴… III. ①城市铁路—铁路车辆—电气设备 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 136499 号

全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

书 名:城市轨道交通车辆电器

著 者:吴 冰

责任编辑:郝瑞莘

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:12.5

字 数:277千

版 次:2011年9月 第1版

印 次:2011年9月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09262-6

定 价:25.00元

(如有印刷、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发展,城市交通拥堵问题日益严重。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座城市的轨道交通建设规划。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。但目前已出版的教材存在体系不完善、内容侧重岗前培训、理论过多等缺点,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年已推出其中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11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》

《城市轨道交通控制系统》

《城市轨道交通车辆检修》

《城市轨道交通车辆检修实训》

《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6月

前 言

目前,中国城市轨道交通建设正在进入快速有序发展阶段。截至2010年,内地有北京、天津、上海、广州、深圳、南京、重庆、武汉、大连、长春、沈阳、成都共12个城市的城市轨道交通线路开通运营,其线路总长已近1 000km,加上正在建设的杭州、西安、苏州、青岛、宁波、郑州、无锡、合肥、昆明、长沙、福州、南昌等城市,在建线路总长也超过1 500多千米。此外,还有东莞、乌鲁木齐、南宁、济南、兰州、太原、厦门、贵阳、烟台、石家庄、温州、徐州、常州等诸多城市都在进行轨道交通规划或建设工作。2015年前后,我国将建设79条城市轨道交通线路,长达2 260km,到2020年,中国城市轨道交通规模有望突破3 000km。城市轨道交通的大规模发展,使得城市轨道交通行业专业技术人员、管理人员和技术工人严重匮乏,这对轨道交通专业院校也提出了越来越高的要求,对专用、适用的城市轨道类教材的迫切需求也越来越突出。

为适应当前职业教育“校企合作,工学结合”的人才培养模式,本书结合城市轨道交通运营和检修两大类职业岗位的能力需求分析及专业人才培养方案进行编写,涵盖城市轨道交通车辆电器设备的全部内容。作者本着“必需、实用”的原则,在编写过程中,力求理论联系实际,紧跟城市轨道交通的发展趋势,以近年生产的城市轨道交通车辆用新型电器为主要介绍对象,强调针对性、实用性。本书紧跟高职教育发展趋势,将理论和实践结合起来,以理实一体化为核心理念编写教材。

为确保教材内容紧跟城市轨道交通行业技术的发展,符合岗位的实际工作需求,在教材编写过程中,向南车集团株洲电力机车有限公司、青岛四方机车车辆有限公司、北京地铁、京港地铁及南京地铁等相关技术人员进行了大量咨询并与其进行研讨,在他们的指导下完成了主型电器和逆变装置两个单元内容的编写。

本书内容分为上、下两篇,上篇主要介绍电器基本理论,包括5个单元,便于学生对电器设备工作原理的理解。下篇主要为电器设备的介绍,分为4个单元,对城轨车辆上的电器设备作了全面、具体的介绍。其中,单元1为电器安全,首先强化学生在学习电器和使用电器之前,必须具备安全作业意识和技能。单元2、单元5为电器基本理论的介绍,包括电器的发热与散热、电弧的产生与灭弧装置、触头的接触电阻及电腐蚀、电器传动装置的结构及动作原理等内容,为学生学习后续的电器设备打下理论基础。后面的4个单元对城轨车辆上的牵引电动机、逆变装置、受电弓、高速断路器、驾驶员控制器及其他电器进行了具体介绍。

电器的选取主要以广州地铁2号线车辆为主。同时,增加了少量的其他线路车辆所用的电器设备,以拓宽学生知识面,使其了解城轨车辆电器的发展。本书作为高职(中职)教育教材,适用的课时范围为40~90课时,教师可根据实际情况选择教

学单元、调整教学目标,结合各校实践条件,进行教学内容的组织。

本书由湖南铁道职业技术学院吴冰老师和张琳老师共同编写完成,具体编写分工为:吴冰编写单元2、单元3、单元4、单元5、单元6、单元7和单元8,张琳编写单元1和单元9。由吴冰老师进行教材编写体例设计及全书统稿。

由于城市轨道交通正处于快速发展期,技术装备日新月异,各城市的城市轨道交通设备也都有各自的特点,资料收集很难达到齐全和最新,再加上作者、编者水平有限,书中技术资料和数据肯定存在不足和差异,错误和疏漏之处在所难免,在此敬请大家见谅,亦恳请大家批评指正。

编 者

2011年5月

目 录

绪论	1
----	---

上篇 电器基本理论

单元 1 电器安全	7
单元 2 电器的发热与电动力	12
2.1 电器的发热与散热	13
2.2 不同工作制下电器的发热	17
2.3 电器的热稳定性	20
2.4 载流导体的电动力及电动稳定性	21
单元 3 电弧及灭弧装置	25
3.1 概述	26
3.2 电弧产生和熄灭的物理过程	27
3.3 直流电弧及其熄灭条件	30
3.4 交流电弧及其熄灭条件	34
3.5 熄灭电弧的方法及装置	38
单元 4 触头	44
4.1 概述	45
4.2 触头的接触电阻	49
4.3 触头的振动	54
4.4 触头的磨损	56
4.5 触头的材料	58
单元 5 传动装置	61
5.1 电磁传动装置	62
5.2 电空传动装置	67

下篇 电器设备

单元 6 牵引电动机	73
6.1 直流牵引电动机	74
6.2 交流牵引电动机	82
6.3 直线牵引电动机	91
单元 7 逆变装置	97
7.1 牵引逆变器	98
7.2 辅助逆变器	117

单元8 主型电器	124
8.1 受电弓	125
8.2 高速断路器	137
8.3 驾驶员控制器	143
单元9 其他电器	151
9.1 接触器	152
9.2 继电器	161
9.3 低压断路器	169
9.4 传感器	173
9.5 蓄电池	180
9.6 万能转换开关	184
参考文献	187

绪 论

一 电器的定义

电器是应电能的运用而产生的。与其他形式的能相比,由于电能具有易转换和便于控制、调整、输送等优点,因此,在生产、生活及一切科学领域中获得了广泛的应用。然而,电能从产生、输送到应用,并不是一个简单的过程,而是需要一系列的控制、调整、保护装置的作用才能很好地完成的过程。例如:对电力电路实行通、断;对电动机实行起动、停止、正转、反转控制;对用电设备进行超载、过压、短路、断相等故障的保护;在电路中传递、变换、放大电或非电的讯号,从而达到自动检测和调节作用等。

所以,凡是根据外界特定信号,自动或手动接通和断开电路,对电路或非电路对象起控制、调整、保护及检测作用的电工设备,称之为电器。

电器的用途广泛、功能多样、工作原理各异,因此产品种类繁多。

二 电器的分类

将用于城市轨道交通车辆上的电器称为“城市轨道电器”,属牵引电器中的一类。在城市轨道交通车辆上,由于工作条件及环境的特殊性,既有专门设计制造的专用电器,也有选用的一般通用电器,两者统称为城市轨道电器。

城市轨道电器的种类繁多,其主要类型及分类方法如下:

(1)按所接入的电路分为:主电路电器、辅助电路电器和控制电路电器。

①主电路电器——指使用在电力机车主电路中的电器。例如受电弓、主断路器、转换开关、高压连接器、高压互感器及电控接触器等。

②辅助电路电器——指使用在电力机车辅助电路中的电器。例如接触器。

③控制电路电器——指使用在电力机车控制电路中的电器。例如驾驶员控制器、各种继电器及一些低压开关等。

(2)按用途分为:控制电器、保护电器、检测电器和受流器。

①控制电器——用来对电力机车上的牵引设备进行切换、起调节作用的电器。例如驾驶员控制器、接触器、转换开关等。

②保护电器——用来保护电力机车上电气设备不受过电压、过电流及其他损害的电器。例如:自动开关、熔断器、接地继电器、避雷器、机械式继电器等。

③检测电器——在电力机车上用于检测的电器。例如互感器、传感器等。

④受流器——用于电力机车在接触网上取流的电器。例如受电弓。

(3)按电流种类分为:直流电器和交流电器。

(4)按接入电路电压的高低分为:高压电器和低压电器。

(5)按传动方式分为:手动电器、电磁式电器、电空传动电器、机械传动电器和电动机传动电器。

(6)按执行机构的结构分为:有触点电器和无触点电器。

三 城市轨道交通电器的工作条件和基本要求

城市轨道交通电器是装在高速运行着的电力机车上工作的,所以其工作条件及环境与一般工作情况有所不同,因此相应的也有些不同的要求。

城市轨道交通电器的工作条件及特点主要是:受较强烈振动、大气环境的污染严重、温度与湿度变化大、操作频率高、工作电压和电流波动大及安装空间位置受限制等。

1 振动问题

机车运行中,当机车轮对通过钢轨接缝时,产生垂直方向的振动;当机车起动或制动时,产生沿机车纵向的振动;当机车通过曲线或道岔时,产生沿机车横向的振动。这样必然引起城市轨道交通电器的各零件也产生振动。另外,机车内部的一些旋转性设备(如电机、通风机、压缩机等)也会引起一些振动。由于振动,使电器各部件受到附加力的作用,严重时会影响电器的正常工作。为此,在选用、布置、安装电器时,应考虑振动因素的影响。要注意紧固件应有弹簧垫及防松装置,以防松脱。电器中弹簧的力量及电磁吸力应适当增加,以防振动发生误动作。连接线(如母线、电子线路)连接要坚固,避免发生由于振动而产生接触不良、内部发热而造成事故。

2 工作环境问题

由于城市轨道交通车辆运行环境较复杂,虽然大部分时间在隧道内运行,但也有露天运行的时候,因此,车上的电器要承受隧道内很大的空气湿度和隧道外大气粉尘的严峻考验。空气的潮湿使得电器触头的锈蚀加剧,大气中的粉尘及其他污染物对城市轨道交通电器的腐蚀也较为严重,从而降低了电器的绝缘能力,严重时会影响其正常工作。因此,在选择城市轨道交通电器时,相应的标准要高一些,并对电器要经常进行清扫、保养,以保证其正常工作。

3 操作频率问题

电力机车主电路的电压在较大范围内变动,而电流则随牵引电动机的工作状态而变化,故机车电器工作在电压、电流波动范围相当大的条件下。另外,机车常有起动、停车及在不同工况时进行调速的操纵,所以城市轨道交通电器的操作频率较高。对城市轨道交通电器而言,则要求其操作频率的等级要高些。另外,其电器及机械寿命长一些。

4 空间安装位置问题

由于安装电器的机车内部空间是有一定限制的,因此对电器的安装尺寸应尽量小。为了更有效地利用机车内有限空间,应尽量采用成套电器装置。同一电路中的电器,应安装在同一屏柜上,这样便于安装与检修。

总之,相当恶劣的工作条件及环境,对城市轨道交通电器正常工作有一定的影响。为此,对城市轨道交通电器的基本要求是:动作准确可靠、有足够的电气寿命与机械寿命、有较高的操作频率、能量消耗少和便于检修。在生产上则要求质轻体小、经济耐用和便于生产。

四 发展概况及趋势

随着我国电气化铁路及电力机车技术的迅速发展,城市轨道交通电器在产品的结构、形式、质量方面都有了很大的改进和提高。在国产电力机车中,不断地采用了性能较好、运行可靠及免维护的接触器及继电器,真空断路器在电力机车上得到应用,无触点电器在机车上也得到越来越多的应用。

城市轨道交通电器发展的一般趋势概括起来有以下几个特点:

(1)从有触点电器逐步过渡到无触点电器,且使两者互相结合,取长补短。

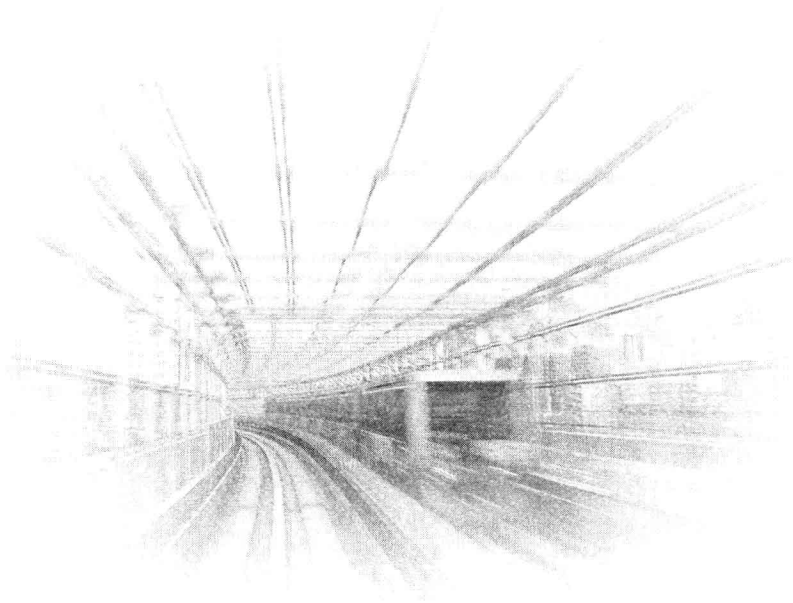
随着电子技术的迅速发展,使用电子元件的无触点电器得到了广泛的应用。无触点电器有很多优点,主要是:不怕振动、工作可靠、操作频率高、寿命长、体积小、质量小、维修方便,适用于防火、防爆场合,有利于实现系统的自动化且动作可靠、灵敏。但也有不足之处,主要缺点是:导通时有较大的管压降,阻断时有较大的残余电流,不能完全切断电路;功率损耗大;承受过载和过电压的能力差。基于此,在机车电器的发展中,有触点电器与无触点电器联合使用,各自发挥其优点,从而推动机车电器的发展。

(2)从单个电器过渡到成套电器或成套装置。

所谓成套装置,不是指将一般结构的电器简单地、机械地连在一起,而是将所有电器、组件和小体积的零件按照一定的要求,有机地组装在一起。目前,电力机车同一电路中的电器安装在同一屏柜上,这样既便于安装又便于检修。

(3)趋向于标准化、系列化、通用化、小型化。

总之,城市轨道交通电器是向着提高工作可靠性、电气寿命,提高分断能力及减小体积、简化拆装线路、降低费用的基本方向发展。随着我国电力机车更新换代速度的加快,将有更多性能及质量上乘的电器产品应用在电力机车上。



上 篇

电路基本理论

单元 1

电器安全



教学目标

1. 掌握安全用电原则；
2. 掌握电工安全操作规程；
3. 了解人体触电的方式；
4. 掌握安全电压等级。



建议学时

2 学时