

城市轨道交通岗位技能培训教材



车辆检修工

CHELIANG JIANXIUGONG

人力资源和社会保障部教材办公室
广州市地下铁道总公司 组织编写



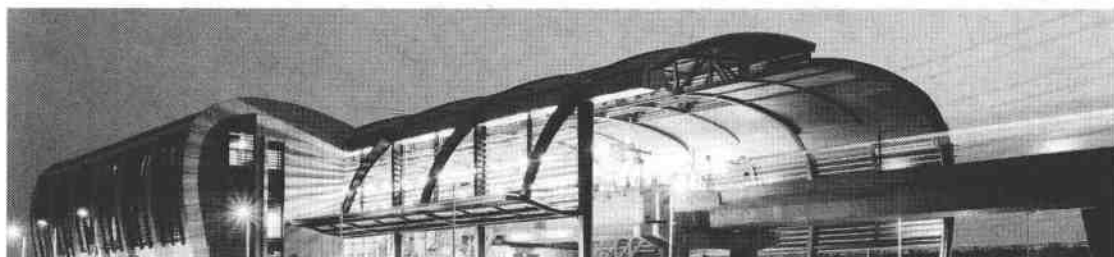
中国劳动社会保障出版社

城市轨道交通岗位技能培训教材

车辆检修工

CHELIANG JIANXIUGONG

人力资源和社会保障部教材办公室 组织编写
广州市地下铁道总公司



图书在版编目(CIP)数据

车辆检修工/人力资源和社会保障部教材办公室,广州市地下铁道总公司组织编写. —北京:中国劳动社会保障出版社,2009

城市轨道交通岗位技能培训教材

ISBN 978-7-5045-8072-6

I. 车… II. ①人…②广… III. 城市铁路-铁路车辆-车辆检修-技术培训-教材
IV. U239.5 U279.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 205197 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)

出版人:张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 19印张 435千字

2009年11月第1版 2009年11月第1次印刷

定价:37.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

城市轨道交通岗位技能培训教材

工 编 委 会

员 人 审 编

主 任 何 霖

副主任 周大林 刘 靖 朱士友 张海燕 俞军燕

委 员 肖 明 张桂海 胡铁军 刘利芝 周小南

刘菊美 黄 平 何江海 王海 潘丽莎

李宇轩 丘庆球 宋利明 陈通武 王 瑛

审 核 王 瑛 王 瑛 王 瑛 王 瑛 王 瑛

审 核 王 瑛 王 瑛 王 瑛 王 瑛 王 瑛

审 核 王 瑛 王 瑛 王 瑛 王 瑛 王 瑛

审 核 王 瑛 王 瑛 王 瑛 王 瑛 王 瑛

城市轨道交通岗位技能培训教材 ——车辆检修工

编审人员

主 编 朱士友

副主编 吕劲松

编 者 邱伟明 巫红波 劳建江 邓 军 梁 洪

彭有根 邓东强 侯品杨 苏钊颐 刘宝林

陈 刚 涂世军 肖向前 谢 飞 游高祥

邓景山 刘国良

主 审 胡铁军

参 审 袁 健 桓素娟 陈 朗

序

我国城市轨道交通自 1965 年北京地铁一期工程的建设开始,经过 40 余年的建设和发展,取得了显著成就,截至 2007 年年底,全国已有 11 个城市开通了城市轨道交通,总运营里程达 761 千米。当前城市轨道交通正处于大规模高速发展时期,其中以北京、上海、广州为代表的特大城市已进入网络化建设阶段,尚有沈阳、哈尔滨、杭州、西安、成都等 33 个城市正在建设或规划中。实践证明,发展城市轨道交通是解决大城市交通问题的必由之路,对拉动城市经济的持续发展也起到了重要的作用。

城市轨道交通作用的发挥,依靠系统的安全和高效运营。然而,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。轨道交通行业职工队伍中一半以上是技术工人,他们是企业的主体,他们的素质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工人队伍,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。

岗位技能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,而岗位技能培训的过程和结果需要适合的培训教材作为技术支撑。广州市地下铁道总公司在多年的实践中对这方面有深切的感受。教材的缺乏使我们下定决心依靠自己的力量编写教材,于是从 1997 年至 2006 年我们陆续编印了 51 种岗位技能培训内部教材,对广州市地下铁道总公司开展职工技术培训、职业技能鉴定提供了强有力的技术支持。

2006 年底,国家劳动和社会保障部张小建副部长在看到我们的自编教材后积极肯定,并鼓励我们充分发挥企业的优势把教材推向全国以飨国内同行,为我国城市轨道交通事业的发展作出贡献。为了落实部领导的指示,我们与劳动和社会保障部教材办公室合作,在对国内城市轨道交通行业进行广



泛调研的基础上,按照相关国家职业标准的要求,调整、规范了岗位名称,推出了“城市轨道交通岗位技能培训教材”,涉及站务员、乘务员、车辆检修工、机电设备检修工、变电设备检修工、接触网检修工、通信检修工、信号检修工、自动售检票系统检修工等岗位,同时配备《城市轨道交通运营安全》《城市轨道交通概论》等通用教材。

“城市轨道交通岗位技能培训教材”由广州市地铁总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,力求技术和操作的全面、完整,在注重操作的基础上,尽可能将理论问题讲解清楚,并在表达上能够深入浅出。该系列教材既可以作为各技能鉴定单位开展城市轨道交通行业工种鉴定的依据,又可作为轨道交通管理部门运营和设备检修人员的岗位技能培训教材,还可作为大、中专院校相应专业师生用书。

在全国普遍缺乏轨道交通行业岗位技能培训教材的情况下,广州市地下铁道总公司带着时代赋予的使命感和高度的责任感,填补了这一空白,祝愿每位立志于轨道交通事业的同仁都能学有所获、握有所长,在自己的岗位上创出优异的业绩。

城市轨道交通岗位技能培训教材 编委会

前言

城市轨道交通是现代化大城市广泛采用的一种安全、快速、舒适、环保的大运量有轨运输工具，城市轨道交通的迅速发展，对改善群众出行条件、解决城市交通拥堵、节约土地资源、促进节能减排、推进产业升级换代、引导城市布局调整、推动城市经济发展，有着极其显赫的地位。

在今后的一段时间内，根据中央关于国民经济和社会发展“十五”规划和2010年远景目标，我国又将进入社会主义现代化建设的新的持续、稳定和快速发展阶段。面对新时期，简单的增量配套已经无法从根本上解决大城市的交通滞后问题，城市布局 and 整体交通格局需要有质的变革，并以此促进改革开放和社会经济的健康发展。

车辆在整个城市轨道交通系统设备中占据着重要的地位，是城轨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、材料等多领域。为了保证车辆安全，顺利完成运送旅客任务，满足城市交通的需要，除了对车辆进行精心使用外，还必须按照规定对车辆进行检修维护；对运营中的故障及时排除处理；对疑难故障进行攻关；对存在的问题进行改造，最终为轨道交通运输提供数量充足和技术状况良好的车辆。

培养和提高城市轨道交通车辆维修员工的知识水平和操作技能对车辆检修工作至关重要，为了达到这一目标，需要一本系统完整的培训教材作指导。《城市轨道交通车辆检修工》经过精心编写，全面系统地介绍了城市轨道交通车辆检修工需要掌握的理论和技能，适合我国目前城市轨道交通车辆检修工教育培训和学习参考使用。

由于编写时间仓促，水平有限，本书在内容和编排上有错误或不当之处，敬请读者批评指正。

广州市地下铁道总公司



目录

第一章 城市轨道车辆概述 // 1

- 第一节 城市轨道车辆的类型和特点 // 1
- 第二节 车辆总体布置和基本构造 // 4
- 第三节 车辆技术参数 // 10
- 第四节 车辆维修 // 15

第二章 车体 // 19

- 第一节 车体的类型及构成 // 19
- 第二节 车体技术 // 25

第三章 车钩缓冲装置检修 // 29

- 第一节 车钩的类型与技术参数 // 29
- 第二节 全自动车钩 // 32
- 第三节 半自动车钩 // 38
- 第四节 半永久牵引杆 // 40
- 第五节 车钩缓冲装置的能量吸收 // 42
- 第六节 车钩的维修保养 // 47

第四章 车门检修 // 52

- 第一节 车门的特点和类型 // 52
- 第二节 车门结构及原理 // 55
- 第三节 车门系统的子部件 // 59
- 第四节 车门主要参数调整 // 66
- 第五节 车门常见故障处理 // 69

第五章 转向架检修 // 70

- 第一节 转向架主要功能及其相关技术 // 70



第二节 转向架主要构成 // 77

第三节 转向架的检修维护 // 92

第四节 广州地铁部分转向架结构及其主要技术参数 // 103

第六章 制动系统检修 // 109

第一节 制动系统的特点和类型 // 109

第二节 空气制动基础知识 // 114

第三节 空气制动系统部件 // 122

第四节 空气制动系统常见故障处理 // 143

第七章 空调通风系统检修 // 146

第一节 空调通风系统的基本功能和特点 // 146

第二节 空调制冷基本原理及系统布置 // 147

第三节 车辆空调系统部件 // 153

第四节 车辆空调系统控制 // 159

第五节 车辆空调常见故障处理 // 161

第八章 牵引系统检修 // 164

第一节 牵引系统的功能和分类 // 164

第二节 牵引系统的结构和工作原理 // 165

第三节 牵引系统控制模式 // 186

第四节 牵引系统故障处理和维护 // 188

第九章 辅助电源系统检修 // 192

第一节 辅助电源系统概述 // 192

第二节 辅助逆变器 // 194

第三节 蓄电池充电器 // 203

第四节 蓄电池 // 207

第十章 低压控制电路检修 // 212

第一节 电路图的基本知识 // 212

第二节 控制电路中使用的元器件及电器 // 219

第三节 有接点电路 // 232

第十一章 网络控制系统检修 // 241

第一节 网络控制系统的基本功能和发展 // 241

第二节 通信与网络基础知识 // 242

第三节 城市轨道交通车辆通信网络协议 // 256

第四节 网络控制及列车诊断技术在城轨车辆中的应用 // 266

第十二章 乘客信息系统检修 // 271

第一节 乘客信息系统的功能和应用 // 271

第二节 系统设备及原理 // 273

第三节 广播系统调整和故障处理 // 277

模拟试卷 // 281

模拟试卷答案 // 285

附录 在岗培训作业指导书 // 287



第一章

城市轨道交通车辆概述

第一节 城市轨道交通车辆的类型和特点

一、城市轨道交通车辆的类型

城市轨道交通是城市轨道交通系统中运输旅客的工具，有多种类型，常见的有常规钢轮钢轨制式车辆、直线电机车辆、磁悬浮车辆。常规钢轮钢轨制式车辆技术成熟可靠，在各个城市轨道交通中得到普遍采用；直线电机车辆和磁悬浮车辆属于新型城市轨道交通工具，技术先进，具有较好的发展前景。

除此之外，城市轨道交通（以下简称城轨）车辆还有单轨车辆和自动旅客输送系统。其中单轨车辆由于载客量少、运行速度慢及路线短，不属于大运量交通系统，只在少数城市的局部范围内使用；自动旅客输送系统 APM 在 20 世纪 70 年代开始出现，车辆装小型橡胶轮胎，沿着导轨在专用混凝土轨道上运行，载客量不大，大多在特定条件下应用，如机场内、商业区内。

由于篇幅有限，本书仅对国内应用最为广泛的常规钢轮钢轨制式车辆的特点和维护进行详细介绍，对直线电机车辆和磁悬浮车辆只做简单介绍。

1. 常规钢轮钢轨制式车辆

常规钢轮钢轨制式车辆按单节车载客能力的大小来分，分为 A 型车和 B 型车，区分的依据主要是车体的尺寸，根据国家标准 GB/T 7928—2003，其主要技术规格见表 1—1。

表 1—1

A 型车辆和 B 型车辆的主要技术规格

序号	名 称	A 型车（四轴车）	B 型车（四轴车）
1	车体基本长度 ^① （mm）	22 000	19 000
2	车体基本宽度（mm）	3 000	2 800



续表

序号	名 称	A 型车 (四轴车)	B 型车 (四轴车)
3	车辆最大高度 (mm)	受流器车	3 800
		受电弓车 (落弓高度)	3 810 ~ 3 890
		受电弓工作高度	3 980 ~ 5 410
4	车内净高 (mm)	$\geq 2\ 100$	
5	地板面高 (mm)	1 130	1 100
6	轴重 (t)	≤ 16	≤ 14
7	车辆定距 (mm)	15 700	12 600
8	固定轴距 (mm)	2 200 ~ 2 500	2 000 ~ 2 300
9	每侧车门数 (对)	4 ~ 5	3 ~ 4

注: ①带司机室的车可加长。

2. 直线电机车辆

近代新发展的直线电机将传统电机旋转运动方式改变为直线运动方式, 其工作原理与旋转电机相类似。它可看成是将旋转电机沿半径方向剖开展平, 定子部分在用硅钢片叠压成扁平形状的铁心上, 放入两层叠绕的三相线圈构成, 沿纵向固定安装于车辆底架下部或转向架构架下部。转子部分也展平变为一条感应轨, 铺设在两走行轨之间, 一般由铝板或铝合金制成的外壳和铁心组成。定子与转子感应轨之间保持 8 ~ 10 mm 间隙, 当通过交流电时, 由于磁场的相互作用产生推力, 驱动车辆运行或制动车辆, 从而突破了长期以来依靠轮轨黏着作用传递牵引力的传统技术。

直线电机车辆取消了传统的旋转电机从旋转运动转换成直线运动所必不可少的一系列机械传动机构, 既减轻了质量, 又使结构十分简单, 特别是转向架变得很简单, 可以采用小轮径的径向转向架。由于没有了悬挂牵引电机与机械传动装置, 简化了转向架结构, 可以采用小轮径、带径向机构的转向架, 车辆高度和轴重降低, 减少了隧道的土建工程量和造价; 牵引和电制动不受轮轨间黏着力影响, 爬坡能力强; 噪声低, 一般车辆可降低噪声约 10dB (A); 通过小半径曲线的能力强; 轮轨磨损少。缺点是直线电机的效率相对低, 约为旋转电机效率的 70%; 为了保证定子线圈与感应轨间的工作气隙不变, 对轨道与感应板间、轮对与电机定子间的高度距离要求严格控制, 增加了车辆和线路的维修成本。

直线电机车辆于 20 世纪 80 年代中期由加拿大率先研制、开发、生产、使用。日本引进了加拿大的技术, 也开发出直线电机驱动的车辆。目前多伦多、温哥华、底特律、大阪、东京、曼谷等城市相继使用了这种车辆。国内广州也率先采用了直线电机车辆。

3. 磁悬浮列车

磁悬浮列车是一种没有车轮的陆上无接触式有轨交通工具, 时速可达到 500 km, 适合于城市内外间的长距离快速运输。它是利用常导或超导电磁铁与感应磁场之间产生相互吸引或排斥力的原理, 使列车“悬浮”在轨道上, 作无摩擦的运行, 从而克服了传统列车轮轨黏着限制、机械噪声和磨损等问题, 并且具有启动、停车快和爬坡能力强等优点。

数十年的发展, 时至今日, 磁悬浮技术形成了分别以德国和日本为代表的两大研究方



向——EMS 系统和 EDS 系统。德国认准的 EMS（常导磁吸型）系统是利用常规的电磁铁与一般铁性物质相吸引的基本原理，把列车吸附上来悬浮运行。日本看好的 EDS（排斥式悬浮）系统则是用超导的磁悬浮原理，使车轮和钢轨之间产生排斥力使列车悬空运行。两种方案都切实可行，孰优孰劣，也确实难分高下。由于建造磁悬浮系统需要克服一定的技术难题，且建造成本和维护成本较高，磁悬浮系统商业运营的时机尚不成熟。目前我国仅有上海磁悬浮系统投入了商业运营。

二、城轨车辆基本技术特点

很大部分城轨系统项目所采购并使用的车辆都是业主根据本地具体情况、传统习惯、项目的设计需要、投资预算等提出技术要求，向车辆制造商定制的。由于技术的发展很快，这样各项目所定制的车辆就差别很大，不仅是不同的城市之间，就是同一城市的各项目之间也大都如此。这个特点与大铁路绝大多数车辆可在全国大部分地区通行使用有很大不同。不同类型的城轨车辆各有其自身的技术特点，但是，车辆的总体技术朝着轻量化、节能化、少维修、低噪声、舒适型、高可靠性和安全性以及低寿命周期成本的方向发展是大势所趋。

城轨车辆的基本特点如下：

(1) 由于城市轨道交通系统属于特种大中运量快速交通系统，所以特别强调车辆的安全性能，加上受列车运行环境（城区、地下）条件的限制，对车辆噪声、振动和防火均有严格要求。

(2) 城市轨道交通系统的线路都是全封闭的专用线路，双向单线运行，行车密度大（最小行车间隔小于 2 min），如因故障列车不能正常运行，便会阻塞线路，对整个系统的运转将产生很大的影响，因此，对车辆的运行的可靠性提出了很高的要求，一些系统部件都必须是冗余设置的，如低压直流控制电源、空气压缩机组、蓄电池、列车控制单元等。

(3) 运营中即使发生了列车不能启动的故障，也要预先制定简便的临时处理方案，使列车能凭自身的动力启动离开而进入最近的存车线，以疏通线路。如果列车确实无法启动，一般是安排就近的另一列车前往救援，两列车（连挂拖）/推至最近的存车线。特别是对在地下运行的车辆，必须保证在失去外来供电的情况下，仍能提供最低限度的照明、广播和通风能力。在万一发生意外事故的情况下，列车必须有旅客快速离车疏散的通道。

(4) 车体朝轻量化方向发展，采用大断面铝合金型材或不锈钢材焊接车体的整体承载结构，最大限度地减少车重。

(5) 除电气系统的一些人工操作控制开关装在司机室和客室的电气设备柜内外，其他设备都分散安装在全列车的车底下，空调机组装在车顶，不占用客室空间。

(6) 车辆间采用封闭式全贯通通道，便于乘客走动及分布均匀。

(7) 车辆采用密接式车钩进行机械、电气、气路的贯通连接。

(8) 为了在列车停站时能使大量的上下车客流交换在尽可能短的时间内完成，车门数量比较多，每节车厢单侧车门数量有 3~5 个。

(9) 调频调压交流传动，采用电气（再生制动和电阻制动）和空气的混合制动，节省能耗。

(10) 列车控制和主要子系统的运行控制实现计算机和网络化，信息播放实现多样化、



实时化和分层集中化。

(11) 车辆系统部件的设计、材料的选用都以列车运行和乘客的安全为首要原则,设备正常功能失效时,其响应将以安全为导向目标。

(12) 为了适应高密度行车组织的运营需要,实现了信号控制和行车控制自动化,在车辆运行正常情况下,采用自动列车控制(ATC)、自动列车驾驶(ATO)和自动列车保护(ATP),车辆上也配备了相应的车载设备。个别项目系统的车辆甚至实现了无人驾驶。

第二节 车辆总体布置和基本构造

一、车辆编组及连挂方式

城轨车辆普遍采用动车组的编组形式,6辆编组的有“四动二拖”,4辆编组的有“二动二拖”或“三动一拖”,3辆编组的有“二动一拖”等。动车以M表示,拖车以T表示。若同为动车或拖车,由于车载设备不尽相同,为了便于车辆的管理和维护,一般车辆制造商和运营公司对车组里的单节车又进行分类。如广州地铁2号线车辆分为3类,即A车为拖车,一端设有驾驶室;B、C车为动车,其中B车车顶上装有受电弓,如图1—1所示。

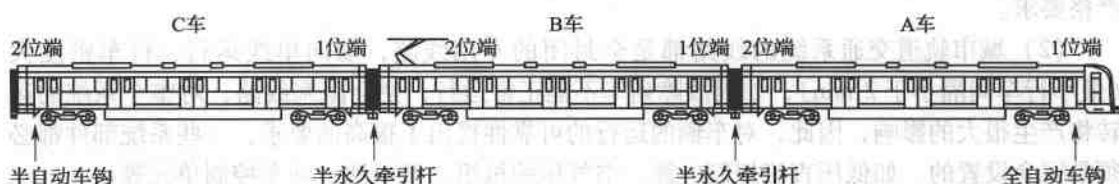


图1—1 车辆总体布置

在城轨车辆中,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。例如,广州地铁2号线列车由两个单元组成,每个单元由A、B、C三节车组成,编组型式:—A * B * C = C * B * A—,其中:—为全自动车钩;=为半自动车钩;*为半永久牵引杆。

列车两端的自动车钩可实现与另一个列车自动车钩的机械、电气、气路自动连接,一般用于运营中的故障救援或无动力拖行。

二、城轨车辆的组成和设备布置

城轨车辆是按功能分类的多个子系统组成的紧密联系的综合系统,一般包括:车体及客室内装、转向架、车门、车钩及缓冲装置、贯通通道、牵引及电制动系统、受电弓及1500 V/750 V高压电路、辅助电源系统、气制动及供风系统、列车控制系统、直流110 V控制电路、空调和通风系统、客室照明系统、广播及乘客信息系统等。

1. 车体及客室内装

车体采用大断面铝合金型材或不锈钢材全焊接结构,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,降低牵引能耗。

车底架由侧梁、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,承受因各种原因而引起的横向力和走行部传来的各种振动及冲击。在 A 车前端还设有一撞击能量耗散区,在车辆受撞击时用以吸收传至地板水平方向的能量,最大限度地保护客室乘客安全。

客室内装包括地板、预制成型的顶板、侧墙板、端墙板、侧顶盖板、车窗、空调系统进排气口等,客室内一般安装有乘客座椅、照明灯、立柱扶手、灭火器、乘客文字信息显示器和(或)图像显示屏、广播喇叭、乘客司机对讲装置、紧急开门装置及车门状态指示灯、安全监控摄像头、电气控制柜等。

2. 转向架

转向架是车辆中一个关键的系统,涉及到车辆的运行品质及乘客运输安全,是列车牵引力、车辆载荷和轨道外力的直接承受者。

(1) 转向架的作用

- 1) 承受车辆自重、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。
- 4) 使列车能顺利地通过曲线道岔,保证列车安全平稳运行。
- 5) 减缓轮轨间的冲击振动对车体的影响,提高列车运行品质。

(2) 转向架的组成。走行部主要由构架和轮对组成。

1) 构架。转向架以构架为基础,安装有一系弹簧、二系空气弹簧、抗侧滚扭力杆、牵引杆、中心销座、液压减振器、横向缓冲止挡,另外,还安装了其他系统的部件,如牵引电机、齿轮箱、联轴节、空气管路、制动单元等。

构架是转向架的重要部件,由压制成型的钢板焊接而成。构架的主要作用是:传递载荷;安装及支撑轴箱轮对、悬挂弹簧、制动单元、牵引电机、中心销座等部件。运行时中心销可使车体和转向架产生相对转动,使车辆圆滑顺利地通过曲线区段。装在中心座中的中心销将车体和转向架连接在一起,中心销只传递纵向力。

2) 轮对。轮对是车辆走行部中最重要的部件之一。车辆的全部载荷均通过轮对传给钢轨;通过轮对与钢轨的黏着产生牵引力或制动力,引导车辆顺利通过曲线道岔。当列车沿着轨道运行时,轮对还刚性地承受来自钢轨接头、道岔及线路不平顺的全部垂直方向和水平方向的冲击作用力,其性能的好坏直接影响车辆的运行品质,所以对轮对的设计制造及维护保养应给予特别的重视。轴箱的用途是连接轮对与构架,将车辆载荷传递给轮对;同时将来自轮对的牵引力、制动力、横向力传递到构架上;保持轴颈和轴承的正常位置。采用滚动轴承减少了车辆起动和运行的阻力。

(3) 车辆各方向力的传递路线

垂向力:车体→二系空气弹簧→构架→一系弹簧→轴箱→轮对→轨道

纵向力(即牵引力、制动力):轨道→轮对→轴箱→构架→牵引拉杆→中心销→车体底架牵引梁→车钩

横向力：轨道→轮对→轴箱→构架→横向液压减振器、空气弹簧、横向止挡→车体
垂向冲击力：轨道→轮对→轴箱→一系弹簧→构架→空气弹簧、垂向液压减振器→车体

3. 车门

车门包括客室车门、司机室侧门、客室与司机室通道门、司机室前端疏散门。目前，客室车门主要有内藏门、外挂门、塞拉门三种结构形式。客室门由于关系到乘客的安全，要求在运行中可靠锁闭，在设计上通过监测装置将车门状态与列车的牵引指令电路联锁。同时，为了应对故障或意外的紧急情况，每个车门都配置了可现场操作的切除装置和紧急开门装置。

4. 车钩及缓冲装置

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，其作用是：将车辆互相连接，连接成为一组列车；传递纵向牵引力和冲击力；缓和车辆之间的动力作用；实现电路和气路的连接。

5. 贯通通道

贯通通道实现两节车客室之间的柔性连接，是车辆通过线路曲线的关键部位，并可让乘客均匀地在列车中分布。贯通通道可防水和隔音，使客室环境不受外部天气的影响。

两节车之间的贯通通道由两半通道对接而成。贯通通道由外部波纹形折篷和内板件组成，波纹形折篷上的两个连挂框架，一个装在车体端面，一个用于与另一节车的贯通通道连挂框架连接；地面渡板由车钩上的滑动支撑板承载。

6. 牵引及电制动系统

牵引及电制动系统是列车运行的核心装置，由高速断路器、牵引逆变器及其控制单元、牵引电动机、联轴节、齿轮箱、制动电阻组成，其作用是将从电网输入的电能经转化后控制牵引电机的运转，牵引电机输出的功率传给轮对，驱动列车运行，列车制动时将列车的动能转化成电能反馈回电网或送到制动电阻上变为热能散发出去。牵引能量的传送路径如下：

接触网→受电弓→高速断路器→牵引逆变器→联轴节→齿轮箱→轮对

电制动一般有再生制动和电阻制动两种形式。再生制动的能量传送路径与牵引制动的正好相反，电阻制动则是电能从逆变器出来后进入制动电阻消耗掉。现在的电制动系统由于逆变器功率元件的能力不足，在某些情况下如满载、高速等，还不能完全满足列车制动的全部需求，往往需要气制动来补充，实施混合制动。

牵引系统根据牵引指令值和载客量的大小，按预定的曲线输出牵引力，驱动列车达到一定的加速度。现在城轨车辆的牵引及电制动系统的控制形式一般有车控和架控。车控就是一节车中的一个牵引逆变器及控制单元并行控制本车的4台牵引电机，这意味着发生某个故障将导致一节车的牵引和电制动能力全部失去，一个轴的空转/滑行将导致控制单元同时切除4个轴的牵引/电制动；架控则是一个牵引逆变器及控制单元并行控制一个转向架的2台牵引电机。无疑，架控对列车运行能力和可靠性、防空转/滑行性能、车轮直径偏差要求都更有利，但制造成本和使用成本都高。

7. 受电弓及1500 V/750 V 高压电路

当采用架空接触网供电时，列车使用受电弓受电，受电弓装在车顶；当采用第三轨供电时，列车使用集电靴受电，集电靴装在车底侧面。牵引供电系统除了直流1500 V和750 V电压外，还有其他的电压值，但已很少采用。出于可靠性要求，列车受电弓的配置都不少于