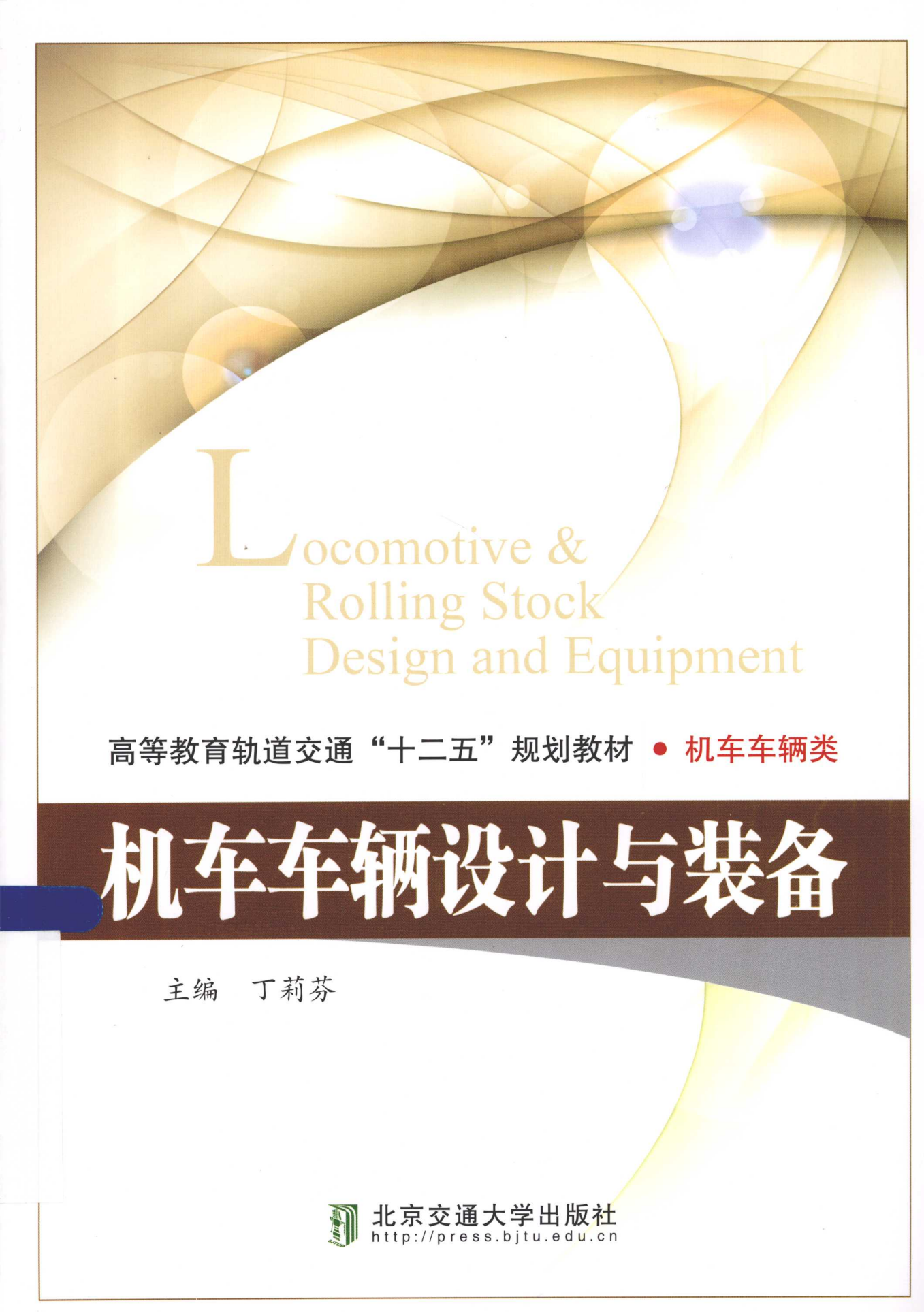




Locomotive & Rolling Stock Design and Equipment

高等教育轨道交通“十二五”规划教材 • 机车车辆类

机车车辆设计与装备

主编 丁莉芬



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

· 013031451

U260.2
02

高等教育轨道交通“十二五”规划教材·机车车辆类

机车车辆设计与装备

丁莉芬 主编



U260.2

02

北京交通大学出版社

· 北京 ·



北航

C1639985

内 容 简 介

本书结合目前机车车辆设计现状,介绍了机车车辆主要结构设计方法和理论,以及车内主要设备的原理及结构组成等相关内容。主要包括机车车辆总体设计、车体结构设计、转向架设计、车端连接装置设计、机车车辆辅助供电系统、机车车辆车内电气设备、空调系统。

本书作为机车车辆结构与装备的专业用书,可用于技术培训及本、专科教材或参考书。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机车车辆设计与装备 / 丁莉芬主编. — 北京: 北京交通大学出版社, 2012.12
(高等教育轨道交通“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-5121-1332-9

I. ①机… II. ①丁… III. ①机车车辆工程-高等学校-教材 IV. ①U26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 315867 号

责任编辑: 吴嫦娥 特邀编辑: 李晓敏

出版发行: 北京交通大学出版社

电话: 010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮编: 100044

印刷者: 北京交大印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 15.25 字数: 381 千字

版 次: 2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-1332-9/U·128

印 数: 1~3 000 册 定价: 33.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

高等教育轨道交通“十二五”规划教材·机车车辆类

编 委 会

顾 问：施仲衡

主 任：司银涛

副 主 任：李建勇 陈 庚

委 员：（按姓氏笔画排序）

王文静 史红梅 刘 伟

刘志明 齐红元 宋永增

宋雷鸣 张励忠 张欣欣

周明连

编委会办公室

主 任：赵晓波

副 主 任：孙秀翠

成 员：（按姓氏笔画排序）

吴嫦娥 郝建英 徐 琤

总 序

我国是一个内陆深广、人口众多的国家。随着改革开放的进一步深化和经济产业结构的调整,大规模的人口流动和货物流通使交通行业承载着越来越大的压力,同时也给交通运输带来了巨大的发展机遇。作为运输行业历史最悠久、规模最大的龙头企业,铁路已成为国民经济的大动脉。铁路运输有成本低、运能高、节省能源、安全性好等优势,是最快捷、最可靠的运输方式,是发展国民经济不可或缺的运输工具。改革开放以来,中国铁路积极适应社会的改革和发展,狠抓制度改革,着力技术创新,抓住了历史发展机遇,铁路改革和发展取得了跨越式的发展。

国家对铁路的发展始终予以高度重视,根据国家《中长期铁路网规划》(2005—2020年):到2020年,中国铁路网规模达到12万千米以上。其中,时速200千米及以上的客运专线将达到18万千米。加上既有线提速,中国铁路快速客运网将达到5万千米以上,运输能力满足国民经济和社会发展的需要,主要技术装备达到或接近国际先进水平。铁路是个远程重轨运输工具,但随着城市建设和经济的繁荣,城市人口大幅增加,近年来城市轨道交通也正处于高速发展时期。

城市的繁荣相应带来了交通拥挤、事故频发、大气污染等一系列问题。在一些大城市和一些经济发达的中等城市,仅仅靠路面车辆运输远远不能满足客运交通的需要。城市轨道交通节约空间、耗能低、污染小、便捷可靠,是解决城市交通的最好方式。未来我国城市将形成地铁、轻轨、市域铁路构成的城市轨道交通网络,轨道交通将在我国城市建设中起着举足轻重的作用。

但是,在我国轨道交通进入快速发展的同时,解决各种管理和技术人才匮乏的问题已迫在眉睫。随着高速铁路和城市轨道新线路的不断增加以及新技术的开发与引进,管理和技术人员的队伍需要不断壮大。企业不仅要对新员工进行培训,对原有的职工也要进行知识更新。企业急需培养出一支能符合企业要求、业务精通、综合素质高的队伍。

北京交通大学是一所以运输管理为特色的学校,拥有该学科一流的师资和科研队伍,为我国的铁路运输和高速铁路的建设作出了重大贡献。近年来,学校非常重视轨道交通的研究和发展,建有“轨道交通控制与安全”国家级重点实验室、“城市交通复杂系统理论与技术”教育部重点实验室,“基于通信的列车运行控制系统(CBTC)”取得了关键技术研究的突破,并用于亦庄城轨线。为解决轨道交通发展中人才需求问题,北京交通大学组织了学校有关院系专家和教授编写了这套“高等教育轨道交通‘十二五’规划教材”,以供高等学校学生教学和企业技术与管理人员培训使用。

本套教材分为交通运输、机车车辆、电气牵引和土木工程四个系列,涵盖了交通规划、运营管理、信号与控制、机车与车辆制造、土木工程等领域,每本教材都是由该领域的专家执笔,教材覆盖面广,内容丰富实用。在教材的组织过程中,我们进行了充分调研,精心策

划和大量论证,并听取了教学一线的教师和学科专家们的意见,经过作者们的辛勤耕耘以及编辑人员的辛勤努力,这套丛书得以成功出版。在此,我们向他们表示衷心的感谢。

希望这套系列教材的出版能为我国轨道交通人才的培养贡献绵薄之力。由于轨道交通是一个快速发展的领域,知识和技术更新很快,教材中难免会有诸多的不足和欠缺,在此诚请各位同仁、专家予以不吝批评指正,同时也方便以后教材的修订工作。

编委会

2013年2月

出版说明

为促进高等轨道交通专业机车车辆类教材体系的建设,满足目前轨道交通类专业人才培养的需要,北京交通大学机械与电子控制学院、远程与继续教育学院和北京交通大学出版社组织以北京交通大学从事轨道交通研究教学的一线教师为主体、联合其他交通院校教师,并在有关单位领导和专家的大力支持下,编写了本套“高等教育轨道交通‘十二五’规划教材·机车车辆类”。

本套教材的编写突出实用性。本着“理论部分通俗易懂,实操部分图文并茂”的原则,侧重实际工作岗位操作技能的培养。为方便读者,本系列教材采用“立体化”教学资源建设方式,配套有教学课件、习题库、自学指导书,并将陆续配备教学光盘。本系列教材可供相关专业的全日制或在职学习的本专科学生使用,也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本系列教材得到从事轨道交通研究的众多专家、学者的帮助和具体指导,在此表示深深的敬意和感谢。

本系列教材从2012年1月起陆续推出,首批包括:《设计与制造公差控制》、《可靠性工程基础》、《液压与气动技术》、《测试技术》、《单片机原理与接口技术》、《计算机辅助机械设计》、《控制理论基础》、《机械振动基础》、《动车组网络控制》、《动车组运行控制》、《机车车辆设计与装备》、《列车传动与控制》、《机车车辆运用与维修》。

希望本套教材的出版对轨道交通的发展、轨道交通专业人才的培养,特别是轨道交通机车车辆专业课程的课堂教学有所贡献。

编委会

2013年2月

前 言

铁路运输具有速度快、运量大、能耗低、污染轻、安全性好等诸多优点，一直都是世界各国现代化交通运输体系中最为核心的运输手段，在国民经济的发展中发挥着不可替代的作用。中国铁路作为国家交通运输的大动脉，在“九五”至“十五”期间进行的五次大面积提速为国民经济持续、健康、稳定的发展和快速增长作出了巨大贡献，在2007年更是实现了高速铁路的运营，很大程度上缓解了铁路运输压力。我国《中长期铁路网规划》更是提出了建设1.8万千米以上客运专线的目标。

本书作为高等教育轨道交通“十二五”规划教材之一，主要介绍机车车辆设计理论、设计技术及车内设备组成，力求使其内容既有理论意义又有实用价值。

本书由丁莉芬主编，负责第1章到第4章编写及全书统稿工作；邱成负责第5章到第7章编写；书中模拟试题部分由杨广雪负责编写。

在本书的编写过程中得到了北京交通大学机电学院及相关专业的教师与同仁的大力帮助，在此表示衷心的感谢。

机车车辆设计和装备所涉及的内容非常广泛和丰富，受篇幅及资料收集、消化等方面的限制，不可能面面俱到，难免有不当之处，敬请各位读者批评指正。

编 者

2013年2月

目 录

第 1 章 机车车辆总体设计	1	4.1 概要	107
1.1 机车车辆总体设计主要 原则及内容	1	4.3 缓冲器结构作用原理与 设计	114
1.2 机车车辆限界	3	4.4 车钩缓冲装置试验	117
1.3 机车车辆主要参数和几何 尺寸的选择确定	6	复习参考题	118
1.4 机车车辆总布置图的绘制 ..	16	第 5 章 机车车辆辅助供电系统	119
1.5 车辆强度有限元计算方法及 疲劳强度计算基础知识	20	5.1 配电系统	120
复习参考题	28	5.2 辅助供电系统	131
第 2 章 车体结构设计	30	5.3 蓄电池与充电机	155
2.1 车体承载结构分类及车体结构 设计应注意的问题	30	复习参考题	166
2.2 车体结构设计	34	第 6 章 机车车辆车内电气设备	167
2.3 车体作用载荷及结构强度 设计规范	40	6.1 照明系统	167
复习参考题	54	6.2 火灾探测系统	174
第 3 章 转向架设计	55	6.3 广播系统	180
3.1 转向架的总体设计原则及 设计要求	55	6.4 旅客信息显示系统	188
3.2 转向架设计的常用 规范及标准	58	复习参考题	195
3.3 转向架结构型式的选择	69	第 7 章 空调系统	196
3.4 转向架零部件的结构强度 设计与计算	78	7.1 空调系统的总体构成和类型 ..	196
复习参考题	106	7.2 通风系统	199
第 4 章 车端连接装置设计	107	7.3 制冷系统	205
3.3 转向架结构型式的选择	69	7.4 供暖系统	210
		7.5 空调系统的运行控制	211
		7.6 典型动车组空调系统	215
		复习参考题	227
		附录 A 模拟试题	228
		A1 模拟试题一	228
		A2 模拟试题二	230
		参考文献	233

第1章

机车车辆总体设计

【本章内容概要】

主要介绍机车车辆总体设计的原则和主要内容,包括机车车辆主要尺寸参数的选择与确定、限界的运用、曲线上车辆相关部件之间间隙的确定及机车车辆总布置图的绘制。

【本章学习重点与难点】

学习重点:过平面曲线时,转向架与车体间运动干涉的检查;机车车辆主要尺寸参数与限界的的关系;通过平面圆曲线时两车端部的最小间隙及车钩的摆角计算;通过直线和曲线交接区段(直—圆曲线)时两车端部的车钩摆角计算;车体重量的均衡计算。

学习难点:通过平面圆曲线时两车端部的最小间隙及车钩的摆角计算;车体最大宽度的设计。

机车车辆总体设计是一种带规划性质的设计,其目的是要说明该机车车辆能否满足设计任务书中提出的各项功能要求,以及提过什么措施或者方法来协调设计中出现的各种各样的矛盾或问题。

1.1 机车车辆总体设计主要原则及内容

机车车辆总体设计是机车车辆生产的第一道工序,机车车辆设计图纸和技术文件直接表达了产品的技术水平和对产品的质量要求,规定了产品的性能和使用维修条件,是组织机车车辆生产的主要依据之一。设计人员应深入实际,广泛调查研究,掌握使用、修理、生产、试验等第一手资料,按设计技术任务书的要求,精心设计,精心施工。

1.1.1 机车车辆总体设计应贯彻的原则

总体设计的基本原则,应符合我国的国情、路情,适应我国经济发展水平,在使用新材料中考虑采用铝型材、不锈钢、玻璃钢等,同时也应符合生产厂家的生产条件,包括厂房、设备、工艺技术水平等,不断用新工艺取代旧工艺,使新结构的采用成为可能。另外,还应符合我国车辆技术发展和铁路技术政策,如大运量、快速、提高舒适度等。总体设计的具体原则如下。

(1) 设计应当满足对机车车辆所提出的基本要求,这些要求包括必须保证车辆具有合理的技术经济参数、车辆与线路相互作用的条件、运行的安全性、结构的运用可靠性和耐久性。此外,还应考虑车辆限界、允许轴重、车钩纵向中心线距轨面的高度等因素。

(2) 设计要做到方便使用, 便于维修, 利于制造, 注意美观和舒适, 采用具有高安全性、高可靠性和良好乘坐舒适性的结构和技术参数, 经济合理, 技术先进。应采用具有现代化气息和时代感的全动车组设计方案。

(3) 设计要积极采用和发展新技术、新工艺、新材料。要贯彻一切通过试验的原则, 要考虑成批生产的可能性。学习和借鉴国外的先进技术和经验要同创新相结合的原则。

(4) 对机车车辆新产品设计、已有产品改进设计等, 都必须经过试制、试验, 特别是运用试验, 以便充分暴露问题, 予以改进, 使设计切合实际。对于产品的改进设计, 要做到既要有所改进、有所提高, 又要在制造和维修中保持相对的稳定。

(5) 选用材料的规格、牌号要力求简化、统一, 要立足于国内市场供应。

(6) 必须重视产品的标准化、通用化、系列化、模块化、信息化的理念。设计中应尽量采用标准件、通用件, 简化配件规格。凡影响通用性、互换性的新设计或改变设计均必须慎重考虑。

(7) 节省能源和轻量化设计。适应环境影响的各种要求设计。

在进行总体设计时, 需同时制定设计规划书, 其主要内容包括设计指导思想、主要参数、各部采用的结构及其互相关系。设计规划书中应提出重量控制及在平面断面布置图中无法反映的各种要求, 以作为各零部件具体结构设计的依据。采用新材料时, 应进行经济性能分析, 并考虑加工组成性能等。

1.1.2 机车车辆总体设计内容

机车车辆总体设计确定了机车车辆的组成方式、牵引与制动性能、结构型式、规格尺寸、主要参数和性能等。总体设计基本上决定了产品设计的主要内容, 它对产品使用性能、结构型式、各种设备的布置、车辆主要参数等作出原则性确定。总体设计前要收集同类型机车车辆在运用、检修、制造上存在的问题和有关图纸资料, 如结构图纸、计算资料、试验报告等。要了解国内外机车车辆先进结构、先进技术等, 以便为设计提供依据和参考。总体设计是机车车辆设计的关键性环节。

1. 机车车辆总体设计内容

(1) 确定机车车辆的组成方式、牵引与制动性能、结构型式、主要参数和性能等。

(2) 选好标准部件和专用部件。如转向架、牵引电机、车钩缓冲装置的选用等。

(3) 绘出机车车辆、各车辆总图和断面图, 包括客车平面布置图、立面布置图、梁柱布置图及车外设备的布置图; 进行重量均衡估算; 确定各组成部分的尺寸和位置。

(4) 考虑特殊零部件的结构型式、主要尺寸; 活动部件的运动范围分析; 确定部件间连接形式或安装方式等。

(5) 制定各主要组成部件的设计要求如下。

① 车体结构组成。车体及其各主要组成的结构型式和设计要求; 关键性梁柱的断面形状和尺寸; 结构的材质和要求; 重量控制; 内墙板、地板、车顶内顶板和间壁的材质、色调和特殊要求等。

② 转向架。对新开发设计转向架, 应提出转向架的设计技术任务书。转向架的结构型式主要取决于弹簧悬挂装置、牵引电机和齿轮传动装置、制动装置的组成及其布置等。如采用

现有转向架,应指明型号,以便为车体和制动装置等部件设计时提供资料。

③ 牵引电动机与齿轮传动装置。牵引电动机的选型与安装方式(架悬式或体悬式),与齿轮传动装置的连接方式等。

④ 制动系统。高速运行的机车车辆必须采用能提供强大制动力并更好利用黏着的、由多个子系统组成的复合制动系统。电制动、基础制动等主要型号和结构型式;制动装置部件和制动管路的布置和设计要求等。

⑤ 车钩缓冲装置。车钩类型、缓冲器型式及电气和风管连接器的型号。

⑥ 车内设备。客车的门窗、桌椅、行李架等的设计要求和美工工艺,材质等。

⑦ 客车给水、采暖、卫生和空调设备。水箱的容量、数量、型式和安装位置;采暖设施的结构类型;洗脸盆、洗手器、便器型式和布置,给水管路的设计要求;空调装置的结构型式、主要参数,部件的布置,风道的结构型式和控制系统。

⑧ 辅助电气设备。辅助整流装置、蓄电池、充电机的型号;照明灯具和其他用电器具的结构型式;其他特殊的电器设备,如列车播音、电视、显示器等的设计要求。

(6) 协调和解决各组成部件在设计中出现的矛盾和问题。

(7) 车辆的美工造型是机车车辆设计过程中不可缺少的组成部分,通过美工造型使车辆新结构能在功能、运用、工艺的美学上都达到最佳效果。

(8) 各种有关的分析计算工作。如系统动力学、空气动力学、强度、刚度、性能参数等的分析计算等。

(9) 对车辆的某些部件应广泛采用试验研究的方法,广泛应用模型试验和计算机辅助设计。

在总体设计中,必须认真贯彻机车车辆产品设计的各项原则,如结构简单、合理、性能先进,经济耐用,运行安全,便于使用、便于检修、利于制造,要积极采用和发展新技术、新工艺、新材料,尽量采用标准化设计,并使车体断面和平面布置美观大方、布局敞亮、舒适。

2. 总体设计应注意的问题

(1) 车下设备(如制动、电气、供水、空调等设备及管路)的布置,应便于使用、检修、维护。车下设备的布置应尽量合理,各种设备不准与车辆走行部分相碰,尤其在通过最小半径曲线时。

(2) 对安装动力机械(如电机)的车辆,应考虑车体底架设备悬挂梁的刚度与振动频率,适当采取隔振、防振和消音措施。

(3) 重量配置应均衡,特别要注意较重设备或集中载荷的均衡布置。设计时,须对全车进行重量均衡的概略计算,以确保车内设备及各种装置的布局对车体偏重的影响。进行均衡计算时,应考虑空车和重车两种情况,如偏重大,应对各种设备安装位置进行适当的调整。

(4) 对车内平面布置,既要充分利用车内空间,又要互不干扰,应在有限的空间内,使布置合理、匀称。

1.2 机车车辆限界

由于机车车辆只能在规定的线路上行驶,无法像其他车辆那样主动避让靠近它的物体,

因此,制定了限界,当进行机车车辆设计时,其横断面的形状和尺寸,必须与线路上留出的空间相适应。因此,对车辆横断面轮廓尺寸要有一定的限制。

铁路限界由机车车辆限界(简称“车限”)和建筑限界(简称“建限”)二者共同组成,两者间相互制约与依存。铁路限界是铁路安全行车的基本保证之一。

机车车辆限界和建筑限界是指在平直铁路上两者中心线重合时的一组尺寸约束所构成的极限轮廓。机车车辆限界限制机车车辆横断面的最大尺寸。机车车辆无论是空、重车状态,其横断面的最大尺寸均不得超过机车车辆限界,这一点在机车车辆的设计和制造时必须得到保证。建筑限界则是每一铁道线路必须保证留有的最小空间的横断面尺寸,凡靠近铁道线路的建筑物及其他设备的任何部分在任何情况下都不得侵入建筑限界,与机车车辆有直接作用的设备在使用中也不得超过规定的侵入范围。

在进行机车车辆的总体设计时,要特别注意使车辆的最大轮廓尺寸控制在机车车辆限界之内。同时,还要考虑当机车车辆通过曲线区段时,机车车辆上任何部分是否会超出建筑限界。所以,设计机车车辆时,还要进行机车车辆曲线通过计算,以判明机车车辆在最小曲线半径上通过时,车体是否与建筑物或者与其交会的机车车辆相接触。当计算结果不能满足限界的要求时,则要调整机车车辆轴距、减小车体的宽度或者长度,直到满足这一要求为止。

按照限界的内涵要求,实际的机车车辆与靠近铁路中心线的建筑物之间必须留有一定的、为保证行车安全所需要的空间,如图 1-1 所示。这部分空间包括以下 8 个方面。

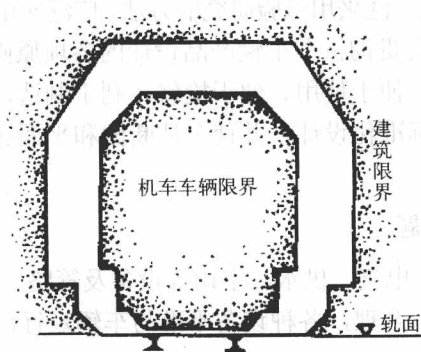


图 1-1 机车车辆限界和建筑限界

(1) 车辆制造公差引起的上下、左右方向的偏移或倾斜。

(2) 车辆在名义载荷作用下弹簧受压缩引起的下沉,以及弹簧由于性能上的误差可能引起的过大的偏移或倾斜。

(3) 由于各个部分磨耗或永久变形而造成的车辆下沉,特别是左右侧不均匀磨耗或变形而引起的车辆倾斜与偏转。

(4) 由于轮轨之间及车辆自身各个部分存在的横向间隙而造成车辆与线路之间可能形成的偏移。

(5) 车辆在运行过程中因振动而造成车辆相对线路的偏移。

(6) 在列车反复作用下产生的线路随机不平顺(高低、轨距、方向、水平不平顺)。

(7) 运输某些特殊货物(不宜分解的大型、重型设备)时可能会超限。

(8) 为应付可能出现的特殊情况, 还应该有足够的裕留空间。

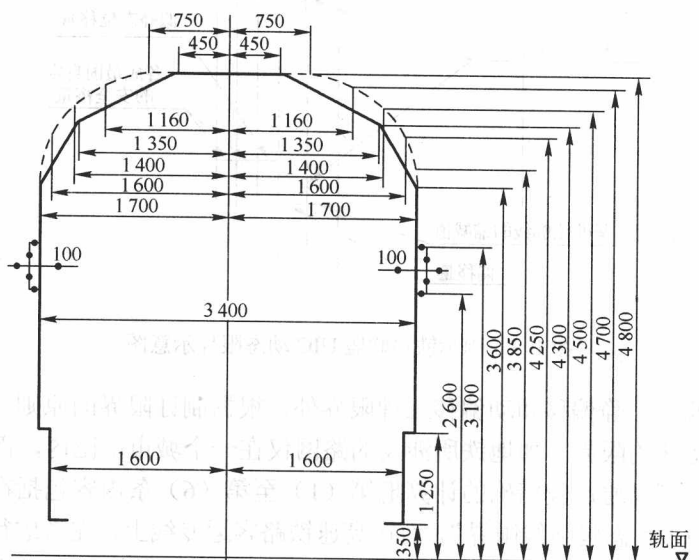
理论上, 根据机车车辆限界包括以上提出的 8 种空间的多少可以分成三种不同的限界。

(1) 无偏移限界: 仅考虑上述第(1)条内容时, 此机车车辆限界称为无偏移限界, 又可称为制造限界。此时, 车限与建限之间所留的空间应该很大。

(2) 静偏移限界: 考虑了第(1)至第(3)条内容时的机车车辆限界, 称为静偏移限界或静态限界。

(3) 动偏移限界: 当机车车辆限界考虑了第(1)至第(5)条的内容时, 则车限与建限之间所留的空间很少, 这种限界称为动偏移限界或动态限界。

三种限界虽然均需要考虑以上 8 个方面的空间内容, 但是在三种限界中, 无偏移限界的空间利用率最低。这是因为各种各样不同的机车、车辆可能发生的最大偏移量都各不相同, 要把除了制造公差以外的全部空间内容都包含在机车车辆限界和建筑限界之间的空间内, 这个空间只能留得尽可能大些, 以免发生意外。动偏移限界的空间利用率最高。这是因为可以在车限内考虑各种各样不同的机车、车辆可能发生的不同的偏移状况, 而把车限与建限之间的不定因素减到最小限度。因此, 车限与建限之间所留的空间可以最小。我国《标准轨距铁路机车车辆限界》GB 146.1—83 在横向上基本属于无偏移限界; 而在垂向上除了要考虑车钩高度的变化外还要考虑弹簧的平均静挠度及垂向均匀磨损, 故基本属于静偏移限界。我国目前实施的准轨机车车辆上部限界如图 1-2 所示。



—— 机车车辆限界基本轮廓

--- 电气化铁路干线上运用的电力机车

● 列车信号装置限界轮廓

* 电力机车在距轨面高 350~1 250 mm 范围内为 1 675 mm

图 1-2 我国目前实施的准轨机车车辆上部限界 (车限-1A) (单位: mm)

在欧洲铁路, 最权威的机车车辆限界是国际铁路联盟 (UIC) 动态限界, 它是为了国际

铁路联盟各个成员国的列车能够在该联盟所属范围内实现国际联运而制定的。它在动态限界的理论及实践上是目前比较完备的一个限界，它分别对动车、无动力装置的客车、货车制订了 UIC 动态限界。由于这三类车分别按有无受电装置、驱动装置及悬挂装置的不同、是否需要通过驼峰等而使其限界有所区别。该限界由 505-1 至 505-5 五个规程及若干附件组成，为了能够较准确地确定各种偏移量，其中有较多的计算公式及应用实例。它把车辆停车时的净空称为静态限界，把车辆运行时的净空称为车辆动态限界，并定义如下：动态限界是以线路为基准的基准轮廓线的最外各点，按车轮在线路上运行时机车车辆各个部分最不利的位置来考虑。如轴承在轴箱内的偏移，车体相对轴箱的偏移，以及由于受未被平衡离心力作用下弹簧倾斜或者过超高的影响而产生的水平移动。车辆动态限界不考虑某些随机因素（如振动、偏载等），因而车辆簧上部件在振动过程中可能超过动态限界。另外，UIC 动态限界规定：沿线固定建筑物的限界则由各个成员国家根据情况自行确定必要的安全裕量。UIC 动态限界示意图如图 1-3 所示。

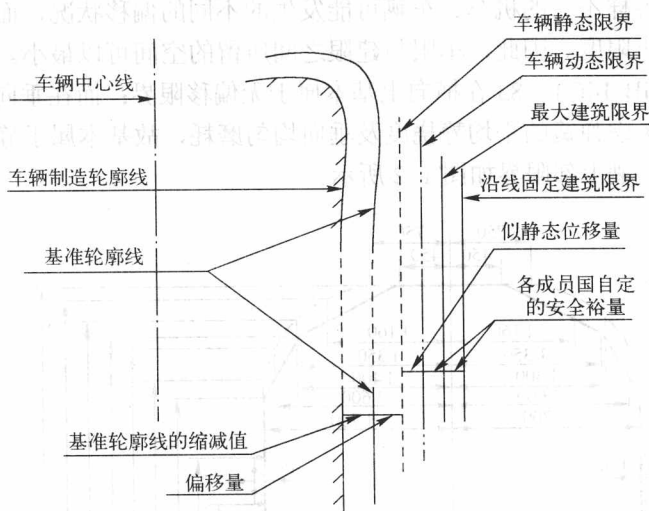


图 1-3 国际铁路联盟 UIC 动态限界示意图

除了上述无偏移、静偏移和动偏移三种限界外，根据制订限界的原则，在某些特殊的路网上还可以使用特殊的限界。如地铁所涉及的路网仅在一个城市范围内，而所使用的车辆形式又比较单一，故可以通过较精确的计算把第（1）至第（6）条内容包括在车辆限界内，这样的限界可以称为“动态包络线限界”。而在高速铁路客运专线上，在考虑行车安全时必须考虑空气动力学问题，因此复线的线间距及隧道截面积等都要比普通的客运线路大。

1.3 机车车辆主要参数和几何尺寸的选择确定

保持车辆高速运行的安全性、平稳性和舒适性是机车车辆设计必须满足的重要指标和要求。另一方面，铁路限界、车钩高度、轴重、站台高度等，也都对车辆总体尺寸设计起制约作用。此外，车辆长、宽、高三个尺寸相互之间是有一定内在联系的。机车车辆总体设计就是要在解决这些矛盾、协调各种关系的基础上得出一个良好的结果。

1.3.1 机车车辆主要尺寸参数的选择

机车车辆主要尺寸参数包括车辆定距、转向架固定轴距、车辆最大宽度、最大高度等,如图1-4所示。

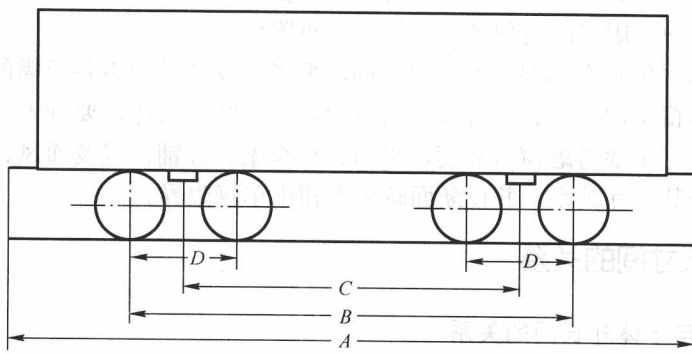


图1-4 机车车辆几何尺寸

1. 车辆定距

车辆定距(图1-4中 C)的选择要考虑它对整车其他尺寸参数、质量参数和使用性能的影响。车辆定距短一些,车辆总长、质量、最小通过曲线半径就小一些。但车辆定距过短也会带来一系列问题,如车厢长度不足;列车振动加大、高速运行性能恶化等。因此,在选择车辆定距时应综合考虑对相关方面的影响。除长大车外,车辆定距多在20 000 mm之内。

2. 转向架固定轴距

较小的转向架固定轴距(图1-4中 D)可使车辆更易于通过小半径曲线,减少轮轨间的磨耗,但其所带来的不利则是出现转向架蛇形运动临界速度减小,危及高速行车安全等。因此,机车车辆转向架固定轴距应是高速运行稳定性与曲线通过性能的折中。高速客车一般取值在2 500~3 000 mm之间,常规货车的固定轴距一般小于2 000 mm。

3. 车体内长

车体内长与运输对象有密切关系。对于客车来说,无论是软席车、硬席车、酒吧车,其坐席之间均有必要的间隔距离。因此,车体的内长主要由客室长度(等于若干个间隔距离之和)所决定,其余的面积则是辅助性的。乘务员室、盥洗室、厕所及通过台等辅助面积并不因坐席数略有增减而变化。因此,高速客车发展的趋势也是为增多载客量而增长车体。

4. 车体外廓尺寸

车体断面轮廓(外宽、外高)尺寸的确定,以充分利用车辆限界为原则,以保证车内空间宽敞舒适为目标;车体顶部要考虑受电弓、空调机组、车顶高压配线等的高度,下部要考虑转向架各部件的磨耗,在车体振动下沉后符合限界要求,一般需留有一定的间隙,宽度方向的间隙要考虑制造公差等。

车体长度的确定,必须与平面布置同时进行;对于系列产品,如头车、硬座车、软座车、餐车(酒吧车)、卧铺车等进行通盘考虑,以确保系列产品合适的车长。

5. 车内平面布置

平面布置应根据技术设计任务书规定的车辆用途、使用范围等要求来拟定。

一般座车的平面布置主要包括客室和辅助间两部分。客室部分直接服务旅客,因此应精确考虑,座位布置尺寸、间距、走廊宽度等应尽量宽敞、舒适;客室两端通道,应考虑旅客进出方便。卧铺车应考虑包间造型敞亮、舒适、布置合理。

辅助部分面积、位置布局要方便使用,同时要考虑安装其他设备所需的空间大小,如电气控制装置等。车窗车门大小、位置及开启方向,均应统筹安排,要利于旅客通过,互不干扰。门窗断面布置,主要考虑窗口高度、座椅、行李架、卧铺,以及通风、水、电等主要设备空间位置尺寸及其相互关系,并使断面轮廓不超出车辆限界。

1.3.2 车辆各尺寸间的关系

1. 车辆全长与车体外长间的关系

车辆全长与车体外长尺寸之间的关系主要与用什么形式的车钩缓冲装置有关。如使用不同密接式车钩的 CRH2 及 CRH5 型车辆,其钩舌内侧距车体外缘分别约 250 mm 及 450 mm。

2. 车体外长与车辆定距之间的关系

当车辆通过曲线时,其端部偏向曲线外侧而中部偏向曲线内侧,一辆无转向架的二轴车在曲线上的偏移情况如图 1-5 所示。假设轮对与钢轨之间没有间隙,车体和轮对之间在水平面内也没有相对位移,由图中几何关系可以求得,车体端部偏移量 $\delta_1 = \frac{L^2 - l^2}{8R}$, 中部偏移量 $\delta_2 = \frac{l^2}{8R}$, 对于车辆,为了充分利用限界,希望 $\delta_1 = \delta_2$, 可得到车体长度 L 与车辆定距 l 之比最好等于 $\sqrt{2}$ 。

3. 车辆最大宽度的容许值

上述偏移量是由二轴车推导出来的,而对于有转向架的车辆,由于转向架本身就是一个小的二轴车,转向架心盘处也要向曲线内侧偏移(图 1-6),则车体偏移量的计算如下。

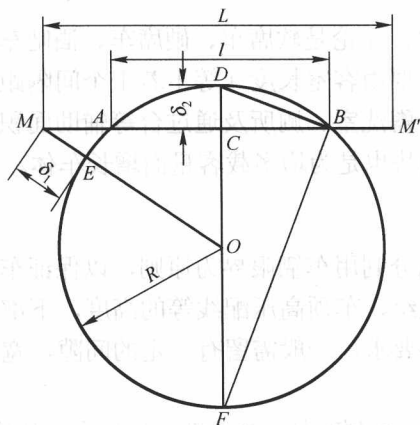


图 1-5 二轴车在曲线上的偏移情况

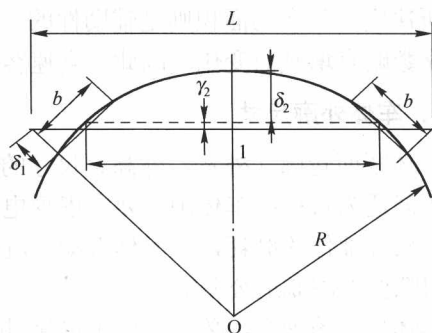


图 1-6 四轴车在曲线上的偏移情况