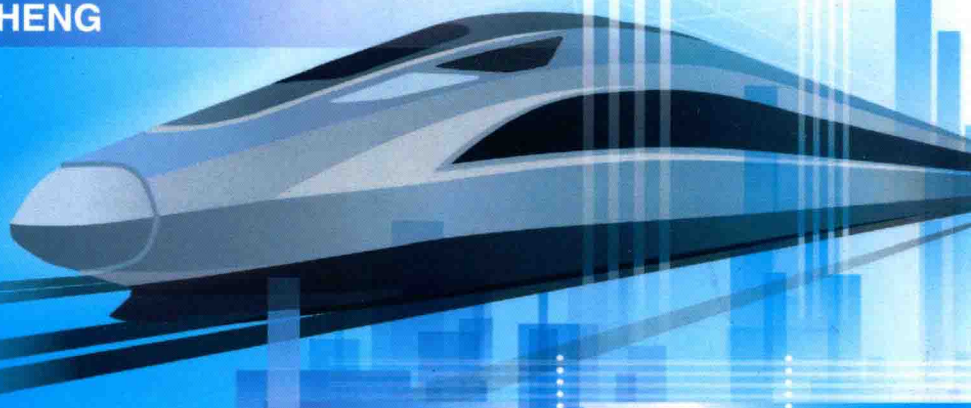


“一带一路” 轨道交通系列规划教材
“YIDAIYILU” GUIDAO JIAOTONG XILIE GUIHUA JIAOCAI

动车组工程

丁莉芬◎主编

□ DONGCHEZU
GONGCHENG



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内容简介

本书为“一带一路”轨道交通系列规划教材之一，共分两册。上册为《城市轨道交通工程》下册为《动车组工程》。本书共分五章，第一章为绪论，第二章为动车组概述，第三章为动车组走行部，第四章为动车组牵引系统，第五章为动车组制动系统。本书可作为高等院校城市轨道交通专业及相关专业的教材，也可供从事城市轨道交通工程技术人员参考。

“一带一路”轨道交通系列规划教材

动车组工程

丁莉芬 主编
吴国栋 主审

中国铁道出版社

2018年·北京

内 容 简 介

本书为“一带一路”轨道交通系列规划教材之一,主要概括介绍动车组基础知识。全书分为五章。第一章介绍高速铁路动车组基础知识;第二章以 CRH 系列动车组为例,介绍了动车组转向架的组成和结构原理;第三章介绍了动车组的车体结构及车内设备;第四章以 CRH 系列动车组为例,介绍了动车组司机室;第五章介绍了动车组车端连接装置基本特性及作用原理。

本书是高等学校车辆工程和铁道机车车辆专业教材,也可供铁路高职和中职学校师生及从事机车车辆、动车组、城市轨道交通车辆相关专业的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

动车组工程/丁莉芬主编. —北京:中国铁道出版社,
2018.8

“一带一路”轨道交通系列规划教材

ISBN 978-7-113-24896-3

I. ①动… II. ①丁… III. ①高速动车-教材 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 196808 号

书 名:动车组工程
作 者:丁莉芬 主编

责任编辑:金 锋 编辑部电话:010-51873125 电子信箱:jinfeng88428@163.com
封面设计:崔丽芳
责任校对:王 杰
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址:<http://www.tdpress.com>
印 刷:北京虎彩文化传播有限公司
版 次:2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷
开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:12.75 字数:313 千
书 号:ISBN 978-7-113-24896-3
定 价:35.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前言

PREFACE

铁路运输客运的高速化、货运的重载化已经成为现代交通运输领域的趋势。高速铁路是庞大复杂的系统工程,被称作“大国技术”,集成了多学科、多领域的高新技术,集中展示综合国力、经济社会发展水平和自主创新能力。高速动车组是高速铁路的核心技术之一,融合了高速转向架技术、高强轻型车体结构技术、交流传动技术、复合制动技术、减阻降噪与密封技术、现代控制与诊断技术等一系列当代最新技术成果。

“一带一路”倡议是作为世界经济增长火车头的中国,将自身的产能优势、技术与资金优势、经验与模式优势转化为市场与合作优势,实行全方位开放的一大创新,旨在通过加强国际合作,对接彼此发展战略,实现优势互补,促进共同发展。“一带一路”倡议已有 60 多个国家参与,在欧亚大陆上已经有超过一半的国家明确表示愿意参与。作为经济运行的大动脉,铁路将成为推动“一带一路”相关国家和地区贸易与人员往来便利化、实现经济融合的重要工具。

北京交通大学建校 120 年以来,秉承“知行”校训,保持着鲜明的交通特色,学校以立学储才、救国兴邦、交通强国为己任,对接国家“一带一路”“高铁走出去”和“制造 2025”,确定了“基础宽厚、知识复合、能力卓越、品质优异、思维创新”卓越工程人才培养目标。学生的培养和知识的传播,教材建设是必不可少的重要环节,尤其是在现代技术与知识日新月异、不断更新的情况下,编写共性基础理论与新技术结合的教材尤为迫切。北京交通大学车辆工程专业是国家级特色专业、首批教育部“卓越工程师教育培养计划”和“专业综合改革试点项目”专业,一直将教材建设作为保持轨道交通特色、引领专业发展的重要工作。本系列规划教材就是在轨道交通行业对车辆人才旺盛的需求和技术不断发展的背景下,在以往教材编写的基础上进行策划的。

本书为“一带一路”轨道交通系列规划教材之一,主要概括介绍动车组基础知识。全书分为 5 章。第 1 章介绍高速铁路动车组基础知识;第 2 章以 CRH 系列动车组为例,介绍了动车组转向架的组成和结构原理;第 3 章介绍了动车组的车体结构及车内设备;第 4 章以 CRH 系列动车组为例,介绍了动车组司机室;第 5 章介绍了动车组车端连接装置基本特性及作用原理。

本书由北京交通大学丁莉芬主编,中国铁路总公司运输局装备部吴国栋主审。编写分工如下:北京交通大学宋永增编写了第 1 章;丁莉芬编写了第 2、3、5 章;北京交通大学方卫宁

编写了第4章第1节,宋志坤编写了第4章第2节、第3节。

中车青岛四方机车车辆股份有限公司、长春轨道客车股份有限公司、青岛庞巴迪车辆股份有限公司、唐山轨道客车股份有限公司、中国铁道科学研究院机车车辆研究所等单位为本书的编写提供了资料和帮助,在此表示衷心感谢!

由于水平有限,时间仓促,疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2017年12月

目 录

CONTENTS

第 1 章 高速铁路动车组基本知识	001
1.1 动车组组成及其技术特点	001
1.2 高速铁路限界及线路构造特点	006
1.3 部分国家高速动车组简介	013
1.4 中国高速铁路发展简况	020
复习思考题	024
第 2 章 动车组转向架结构原理	025
2.1 动车组转向架的组成及分类	025
2.2 构 架	031
2.3 轮对轴箱装置的组成及作用	033
2.4 弹性悬挂元件	040
2.5 减振元件的构造及作用	051
2.6 驱动装置	053
2.7 典型动车组转向架介绍	056
2.8 国外动车组转向架简介	076
复习思考题	083
第 3 章 动车组车体结构及车内设备	084
3.1 车体系统设计思路	084
3.2 气动性能设计	086
3.3 车体模态设计	096
3.4 抗碰撞设计	099
3.5 轻量化结构设计	104
3.6 典型动车组车体结构	106
3.7 气密性及隔声降噪设计	114
3.8 动车组类型	121
3.9 动车组供排水与卫生装置	125
复习思考题	133

第4章 动车组司机室	134
4.1 概 述	134
4.2 CRH380A型动车组司机室	144
4.3 CRH380D型动车组司机室	152
复习思考题	164
第5章 动车组车端连接装置	165
5.1 动车组连接装置的基本特性	166
5.2 动车组车钩缓冲装置作用原理	169
5.3 动车组风挡装置结构形式	183
5.4 动车组车端电气连接、空气管路连接及车端阻尼装置	187
复习思考题	196
参考文献	197

第1章

高速铁路动车组基本知识

1.1 动车组组成及其技术特点

1.1.1 铁道车辆的特点及主要技术参数

铁路运输的运载工具是铁道车辆。本书中提到的铁道车辆,不论其本身是否具有牵引动力,均能运送旅客或货物。仅提供牵引动力的机车不属于铁道车辆。在铁路干线上运行的铁道车辆,在不会混淆的情况下把它简称为车辆。

1. 铁道车辆的特点

铁道车辆与其他车辆的最大不同点,在于这种车辆的车轮必须在专门为它铺设的钢轨上运行。这种特殊的轮轨关系成了铁道车辆结构上最大的特征,并由此产生出许多其他的特点:

(1)自行导向。除铁道机车车辆之外的各种运输工具几乎全有操纵运行方向的机构,唯有铁道车辆是通过其特殊的轮轨结构使车轮沿轨道运行而无须专人掌握运行方向。

(2)低运行阻力。除坡道、弯道及空气对车辆的阻力之外,运行阻力主要来自走行机构中的轴与轴承以及车轮与轨面间的摩擦阻力。铁道车辆的车轮及钢轨都是含碳量偏高的钢材,轮轨接触处的变形较小,而且铁道线路的结构状态也尽量使其运行阻力减小,故铁道车辆运行中的摩擦阻力较小。

(3)成列运行。铁道车辆可以编组、连挂组成列车。为了适应成列运行的特点,车与车之间需设连接、缓冲装置;且由于列车的惯性很大,每辆车均需设制动装置。

(4)严格的外形尺寸限制。铁道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,为此要制定限界,严格限制车辆的外形尺寸以确保运行安全。

2. 铁道车辆主要技术参数

车辆技术参数是指车辆技术规格的某些指标,是从总体上表征车辆性能及结构的一些数字,车辆主要技术参数如下:

(1)自重,指车辆本身的全部质量。

(2)载重,指车辆允许的正常最大运载质量。

(3)最高运行速度,指车辆设计时,按安全、结构强度与刚度以及车辆动力学性能等条件所允许的车辆最高行驶速度。

(4)轴重,指按车轴型式及在某个运行速度范围内该轴允许负担的并包括轮对自身在内的最大总质量。轴重的选择与线路、桥梁及车辆走行部的设计标准有关。

(5)每延米轨道载重,是车辆设计中与桥梁、线路强度密切相关的一个指标,同时又是能否充分利用站线长度、提高运输能力的一个指标,其数值是车辆总质量与车辆全长之比。按目前桥梁设计规范,允许车辆每延米轨道载重取到 8t。在车辆设计中希望尽量接近这个指标。

直接载客的客车通常还使用“每个定员所占自重”、“车辆每米长所能容纳的定员”及“车辆每米长所占自重”等指标。

(6)通过最小曲线半径,指配用某种形式转向架的车辆在站场或厂、段内调车时所能安全通过的最小曲线半径。当车辆在此曲线区段上行驶时不得出现脱轨、倾覆等危及行车安全的事故,也不允许转向架与车体底架或与车下其他悬挂物相碰。

(7)车辆定距,指车体支承在前、后两走行部之间的距离,若为带转向架的车辆,车辆定距又可称为转向架中心间距。

(8)转向架固定轴距,指同一转向架最前位轮轴中心线与最后位轮轴中心线之间的距离。

(9)车辆最大宽度、最大高度,指车体最宽部分的尺寸和车辆顶部最高点离钢轨水平面之间的距离。这两个尺寸均需符合机车车辆限界的要求。

(10)车钩中心线距轨面高度(简称车钩高),指车钩的中心线至轨面的高度。

1.1.2 动车组的组成及动力配置

作为铁路运输装备的动车组是铁路客运列车的种类之一。铁路客运列车通常由一台机车和若干节铁路客车组成。机车的用途是提供牵引功率,牵引整个列车沿轨道运行。铁路客车的用途主要是承载旅客,在运送途中为旅客提供安全舒适的乘坐环境,并安全正点地将旅客送往目的地。

所谓动车组就是由动力车和拖车或全部由动力车长期固定地连挂在一起组成的车组。按动力配置方式可分为动力集中和动力分散两种方式,动力集中配置方式与上述铁路客运列车的动力配置相同,可以在两端配置动力车,而中间全部为拖车。如法国 TGV 和德国 ICE-1均采用动力集中配置方式。

动力分散配置方式动车组的动力配置有两种模式:一种是完全分散模式,即动车组中的车辆全部为动力车,如日本的 0 系动车组,16 辆编组中全部是动力车;另一种是相对分散模式,即动车组编组中大部分是动力车,小部分为无动力的拖车,如日本的 100 系、700 系动车组,16 辆编组中有 12 辆动力车,4 辆是拖车,所谓 12 动+4 拖。

动车组通常由以下 8 个部分组成:

1. 车 体

动车组车体分为带司机室车体和不带司机室车体两种。它是容纳乘客和司机驾驶的地方,同时,又是安装与连接其他设备和部件的基础。为使车体轻量化,高速动车组车体通常采用铝合金和不锈钢材料制造。

2. 转向架

动车组转向架分为动力转向架和非动力转向架。动力转向架的车轴可以是全动轴,也可以是部分动轴。转向架置于车体和轨道之间,用来牵引和引导车辆沿轨道行驶与承受和传递来自车体及线路的各种载荷,并缓和其动作用力。转向架是保证列车运行品质和安全的關鍵部件。转向架一般由轮对轴箱装置、构架、弹簧悬挂装置、车体支承装置和制动装置所组成。对于动力转向架还包括牵引电动机及传动装置。

3. 车辆连接装置

车辆编组成列车运行必须借助于连接装置,其中,机械连接包括车钩缓冲装置和风挡等;同时还有车辆之间的电气和空气管路的连接、高压电器连接、辅助系统和列车供电连接以及控制系统连接等。

4. 制动装置

制动装置是保证列车安全运行所必需的装置。动车组常采用动力制动与空气制动的复合制动模式,制动控制系统包括动力制动控制系统(再生制动)和空气制动控制系统。此外还有电子防滑器及基础制动装置等。

5. 车辆内部设备

车辆内部设备是指服务于乘客的车内固定附属装置,如车内电气、供水、通风、取暖、空调、座席、车窗、车门、行李架、旅客信息服务系统及卫生系统等。

6. 牵引传动系统

牵引传动系统包括主电路、高压设备、受电弓、主断路器、其他高压设备、主变压器、牵引变流器、牵引电机及电传动系统的保护等。

7. 辅助供电系统

辅助供电系统供电的设备包括空气压缩机、冷却通风机、油泵/水泵电机、空气调节系统、采暖设备、照明设备、旅客服务设备、应急通风装置、维修用电设备等。另外,辅助供电系统还具备应急供电功能。应急用电设备包括:客室应急通风、应急照明、应急显示、维修用电、通讯及其控制设备等。

8. 网络及监控系统

网络及监控系统是基于计算机技术和通信技术的分布式计算机控制系统,提供整列车的控制、监测、诊断等功能。该系统可实现各动力车的重联控制、全列车(动车和拖车)所有由计算机控制的部件联网通信和资源共享,实现全列车的制动控制、自动门控制、轴温监测及空调控制等功能,完成全列车的自检及故障诊断决策。

1.1.3 动车组对牵引功率的需求

无论是动力集中配置方式还是动力分散配置方式,动车组对牵引功率的需求是根据列车的总质量 Q 、最高运行速度 v_{\max} 和在该速度下的列车单位阻力 w 来确定的,动车组需要的牵引功率 N 为:

$$N = \frac{Q \cdot w \cdot v_{\max} \cdot k}{3600} \quad (\text{kW})$$

式中 Q ——列车总质量, t;
 w ——列车的单位阻力, N/t;
 v_{\max} ——列车的最高运行速度, km/h;
 k ——裕量系数。

列车运行时的阻力由列车运行基本阻力和各种附加阻力组成。列车运行基本阻力是由列车的空气阻力和机械阻力所组成。列车的基本阻力随运行速度的不同而异。低速运行时,以机械摩擦阻力为主;运行速度达到 200 km/h 左右时,空气阻力占运行基本阻力的 70%;如果运行速度进一步提高,空气阻力所占的比例还将增大。空气阻力与列车运行速度的平方值成正比。列车之所以需要很大的牵引功率,就是因为列车运行速度越高,空气阻力越大。而这一随运行速度提高而迅速增大的空气阻力就成为高速列车运行时的主要阻力。

1.1.4 动车组的主要技术特点

由于速度的提高,动车组的设计与开发需要解决一系列关键技术。如果说高速铁路是现代化高新技术的综合集成,那么动车组则是包括材料、机械、电子、计算机和控制等现代技术的集中体现。动车组的主要技术特点有:

1. 优良的空气动力学外形

随着列车运行速度的提高,空气的动力作用一方面对列车和列车运行性能产生影响,同时列车高速运行引起的气动现象对周围环境也产生影响。对于高速动车组来说,列车头形设计非常重要,好的头形设计可以有效地减少列车表面压力、列车空气阻力、会车压力波和隧道内列车表面压力和列车风等问题。图 1.1 所示为经过空气动力学性能优化的流线型头形。

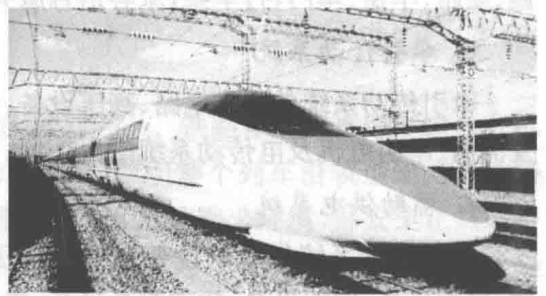


图 1.1 流线型头形

2. 车体结构轻量化

为了节省牵引功率,降低高速所引起的动力作用对线路结构、机车车辆结构产生的损伤以及提高旅客乘坐舒适度,需要最大限度地降低高速动车组的轴重。因此,各国高速列车车体的主要材料是铝合金和不锈钢,从发展趋势看,铝合金将成为动车组车体的主导材料。

3. 高性能转向架技术

提高列车运行速度首先遇到的问题是转向架运行的稳定性和安全性,所以,提高列车运行速度应具备高性能的转向架,以满足高速运行的稳定性和安全性、良好的曲线通过性能、旅客乘坐的舒适性等方面的要求。

4. 复合制动技术

高速列车对制动技术提出了严峻的挑战,因为列车的动能与速度的平方成正比,而在一定的制动距离条件下,列车的制动功率是速度的三次函数。因此,传统的空气制动能力远远

不能满足需要。

动车组制动系统具备的条件是:①尽可能缩短制动距离以保障列车安全;②保证高速制动时车轮不滑行;③司机操纵制动系统灵活可靠,能适应列车自动控制的要求。因此需要采用大功率盘形制动机;采用复合制动方式,即“空气盘形制动+电气动力制动(再生制动)+非黏着制动(涡流制动和磁轨制动)”;按速度控制制动力的大小以充分利用黏着;采用高性能的防滑装置以及采用微机控制等。

5. 密接式车钩缓冲装置

车辆间的牵引缓冲装置是关系到缓和列车冲击、提高旅客舒适性和列车安全的重要部件,高速列车对牵引缓冲装置提出了更高的要求。

目前世界各国高速列车普遍采用密接式车钩连接装置,该装置使两车钩连接面的纵向间隙一般都小于2 mm,上下、左右偏移也很小,对提高列车的运行平稳性和电气线路、风管的自动对接提供了保证。

6. 交流传动技术

早期的电力牵引传动系统均采用交一直传动,用直流电动机驱动。由于直流电动机的单位功率重量较大,使高速列车既要大功率驱动又要求减轻轴重,特别是减轻簧下部分的质量形成难以克服的矛盾。在交流传动系统中,交流牵引电动机较传统的直流牵引电动机具有额定输出功率大、结构简单、体积小、重量轻、易维修、速度控制方便、效率高等一系列优点。

7. 列车自动控制及故障诊断技术

列车自动控制系统对保证高速列车安全运行有十分重要的作用,世界各国在发展高速铁路时都十分重视列车自动控制系统的研究和开发,研制了多种基础技术设备,例如列车超速防护系统、卫星定位系统、车载智能控制系统、车载微机自动监测和诊断系统等。目前在世界高速铁路上的自动控制方式主要分为两类:一类是以设备为主、人控为辅的控制方式,以日本新干线高速列车采用的ATC(列车自动控制)方式为代表;另一类是人机共用、人控为主的方式,以法国TGV高速列车为代表,主要采用TVM300型安全防护系统及改进的TVM430型安全防护系统,还有德国ICE高速列车采用的FRS速差式机车信号和LZB型双轨条交叉电缆传输式列车控制设备等。

8. 车厢密封隔声与集便处理技术

车体具有良好的密封性能也是高速列车必须要解决好的一项关键技术。动车组高速运行时,特别是两列动车组在隧道交会时,头、尾车外面的气流压力变化很大,车外压力的波动会反映到车厢内,使旅客感到不舒服,轻者压迫耳膜,重则头晕恶心,甚至造成耳膜破裂。许多国家先后在压力波对旅客舒适性的影响方面进行了研究。

随着动车组运行速度的提高,所产生的噪声也将增大。噪声传到车内,也将影响旅客的舒适度,同时造成铁路沿线的环境噪声污染。因此,削弱噪声源、提高车体的隔声性能也是高速动车组必须解决的关键技术。

采用密闭式集便装置,实行污物集中处理势在必行。随着动车组运行速度的提高,车厢气压密封性问题非常突出。因此,高速动车组必须采用密封性能良好的给排水系统及集便处理系统。

9. 高速受流技术

接触网—受电弓受流系统的受流过程是受电弓在接触网下,以列车速度运动中完成的,是一个动态过程,这一动态过程包括了多种机械运动形式和电气状态变化。因此,高速铁路中接触网—受电弓受流具有新的特点。受流系统的电流容量、适用速度、安全性能有了相当大的提高,高速铁路的受流系统必须符合以下基本条件。首先,高速列车的电流负荷特性较之常速列车有较大的区别,其特征是脉冲负荷占的比例大,整个牵引供电系统要适应高速列车对电压水平和电流负荷的要求,要保证功率传输的可靠性、保证动车组所需要的最低电压和可靠运行;二是受流系统的运行安全性;三是良好的受流质量;四是保证受流系统的使用寿命。

10. 倾摆式车体技术

为了提高列车通过曲线的速度,国外发展了各种形式的摆式列车,也即通过各种措施,使列车车体在通过曲线时,可以向曲线内侧倾摆,使车体相对轨道平面转动一个角度,车体转动角和轨道超高角的转动方向一致。在车内的旅客感受到的超高角是线路实设超高和车体倾角之和,因此,旅客感受到的重力加速度的横向分量显著增加,可以大幅度抵消列车的离心加速度,使旅客感受到的未被平衡的离心加速度保持在容许范围之内。因此,采用摆式列车可提高曲线限速 30%~40%,提高旅行速度 15%~20%。

1.2 高速铁路限界及线路构造特点

1.2.1 铁路限界基本知识

铁路限界由机车车辆限界(简称“车限”)和建筑限界(简称“建限”)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,为了使机车车辆能在一定范围的路网内通行无阻,不会因机车、车辆外形尺寸设计不当、货物装载位置不当或建筑物、地面设备的位置不当而引起不安全的行车事故,必须用限界分别对机车、车辆和建筑物等地面设备加以制约。因此,铁路限界是铁路各业务部门都必须遵循的基础技术规程。铁路限界制定得是否合理、先进,也关系到铁路运输总的经济效果。

建筑限界和机车车辆限界均指在平直线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,如图 1.2 所示。

实际的机车车辆与靠近线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的空间。这部分空间应该包括:

(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超量偏移或倾斜。

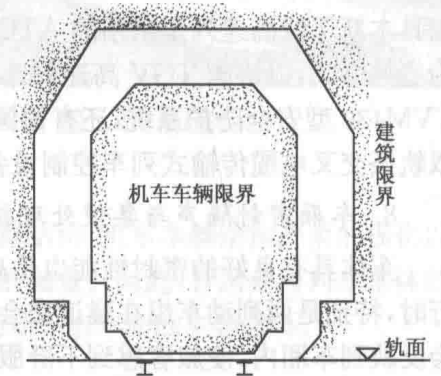


图 1.2 机车车辆限界与建筑限界

(3)由于各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)由于轮轨之间以及车辆自身各部分存在的横向间隙而造成车辆与线路间可能形成的偏移。

(5)车辆在走行过程中因运动中力的作用而造成车辆相对线路的偏移。它包括曲线区段运行时实际速度与线路超高所要求的运行速度并不一致而引起的车体倾斜和车辆在振动中也会产生上下、左右各个方向的位移。

(6)线路在列车反复作用下可能产生的变形,如轨道一般会产生随机不平顺现象。

(7)运输某些特殊货物时可能会超限。

(8)为应付可能出现的特殊情况,还应该有足够的裕留空间。

以上最后两点指的是由铁路承运的某些不宜分解的大型、重型机器设备以及某些特大型的机器设备,如大型发电设备及化工设备等。

理论上,由于机车车辆限界包括以上提到的八种空间的多少而可以分成三种不同的限界。

(1)无偏移限界:当机车车辆限界仅考虑上述第(1)点内容时的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:当机车车辆限界考虑了上述第(1)至第(3)点内容时称静偏移限界或静态限界。此时,车限与建限之间的空间可以压缩一些,只包括第(4)至第(8)点内容。

(3)动偏移限界:当机车车辆限界考虑了第(1)至第(5)点内容时,则车限与建限之间的空间可以留得很少,这种限界称为动偏移限界或动态限界。

三种限界虽然都得考虑以上八项内容,但以无偏移限界空间利用率最低,这是因为各种不同的机车、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内容都包含在机车车辆限界与建筑限界之间的空间内,所以这个空间只能留得尽可能大些,以免发生意外。而以动偏移限界的空间利用率最高,因为可以在车限内考虑各种机车、车辆发生不同的偏移状况,而把车限与建限之间的不定因素减到最小限度,因此车限与建限间所留的空间可以最小。我国准轨铁路的机车车辆限界在横向基本属于无偏移限界,如图 1.3 所示;而在垂向除需考虑钩高的变化外尚需考虑弹簧的平均静挠度及垂向均匀磨耗,故基本属于静偏移限界。在欧洲的国际铁路联盟分别对动车、无动力的客车及货车制定了 UIC 动态限界,而沿线固定建筑物的限界由各成员国根据情况自行确定必要的安全裕量。

除上述三种限界外,根据制定限界的这些原则,在某些特殊的路网上还可以使用特殊的限界。如地下铁道所涉及的路网仅在一个城市范围内,而所使用的车辆型式又比较单一,故可以通过较精确的计算把第(1)至第(6)点的内容均包括在车辆限界内,这样的限界可称为“动态包络线限界”。如此,便能大量节省开挖地下隧道的土方工作量,我国香港的地铁基本采用此类限界。又如,高速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比普通线路大。

我国准轨机车车辆限界(GB 146.1—1983)及其使用方法如下:

机车车辆限界是一个和线路中心线垂直的极限横断面轮廓。机车、车辆无论是空车或重车,无论是具有最大标准公差的新车或是具有最大标准公差和磨耗限度的旧车,当其停放在水平直线上且在无侧向倾斜及偏移时,除电力机车升起的受电弓外,其他任何部分均应容

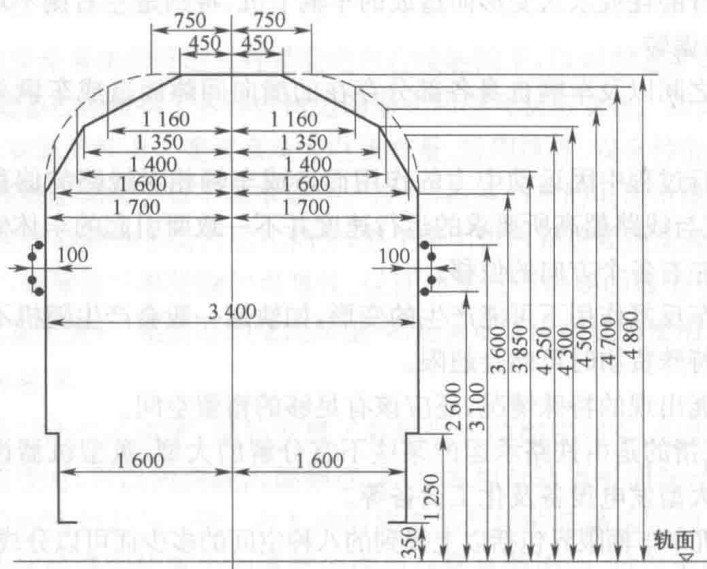
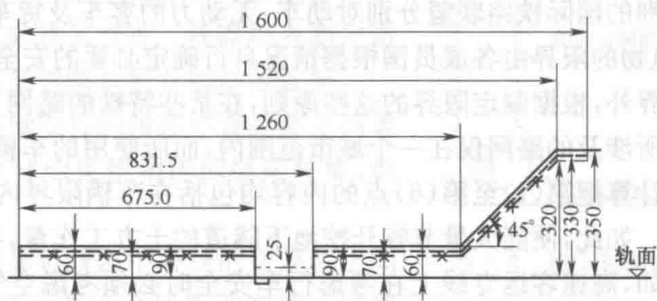


图 1.3 机车车辆上部限界(GB 146.1—1983 车限-1A)(单位:mm)

纳在限界轮廓之内,不得超越。

在使用中犹如把一个直角坐标系固定在极限图中,所有竖直高度均从轨面算起;所有横向宽度均从中垂线向两侧计算。若一辆车在某横截面处的总宽虽不超限,但只要某侧半宽超限即为超限。

利用给定的机车车辆限界可以具体校核车辆的尺寸:新造车需在空载状态下按机车车辆上部限界(车限-1A,图 1.3)校核其垂直面内的最大尺寸,且在考虑顶部尺寸时应以车钩距轨面高的上偏差为准,即以名义高度加 10 mm 不得超出顶部限界。在考虑下部限界时可分两种情况:对不通过自动化、机械化驼峰的一般车辆,按车限-1B 校核,如图 1.4 所示。在校核车辆下部限界时应以车体或转向架处于最低可能位置来考虑,即车辆不仅在名义载重作用下具有静挠度,而且应该按厂、段修规程检修限度表中允许的心盘、销套、轮辋等的最大磨损及弹簧、车体各梁允许的最大永久变形等来校核。



- 车体的弹簧承载部分
- 转向架上的弹簧承载部分
- ××× 非弹簧承载部分
- 机车闸瓦、撒砂管、喷油嘴最低轮廓

图 1.4 机车车辆下部限界(车限-1B)(单位:mm)

我国机车车辆下部限界(车限-1B)与CRH2(E2-1000)外形下部的比较如图 1.5 所示。我国《客运专线铁路机车车辆限界》中上部限界高车限-1A 如图 1.6 所示,下部限界高车限-1B 如图 1.7 所示。

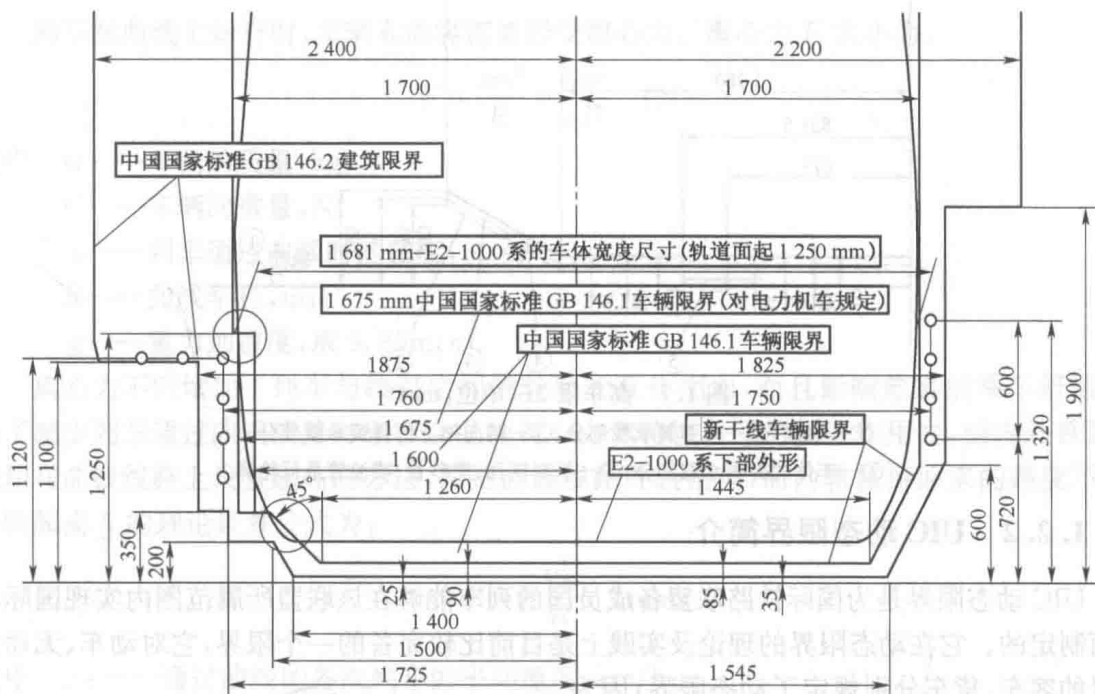


图 1.5 我国车限-1B 与 CRH2(E2-1000)外形下部的比较(单位:mm)

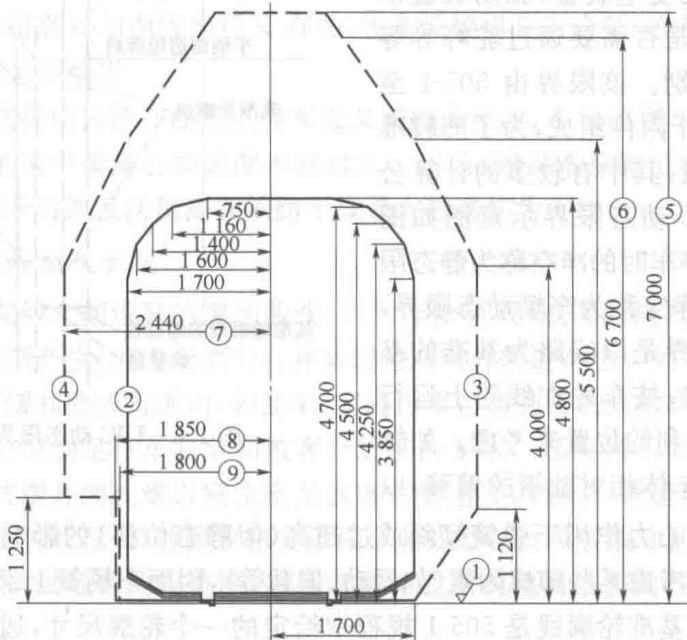


图 1.6 高车限-1A(单位:mm)

①—轨面;②—高速铁路机车车辆限界;③—区间及站内正线(无站台)建筑限界;

④—区间及站内正线(有站台)建筑限界;⑤—轨面以上最大高度;

⑥—接触网立柱跨中利用承力索弛度时轨面以上高度;⑦—股道中心至建筑限界的最大宽度;

⑧—站内正线股道中心至站台边缘的宽度;⑨—站内侧线股道中心至站台边缘的宽度

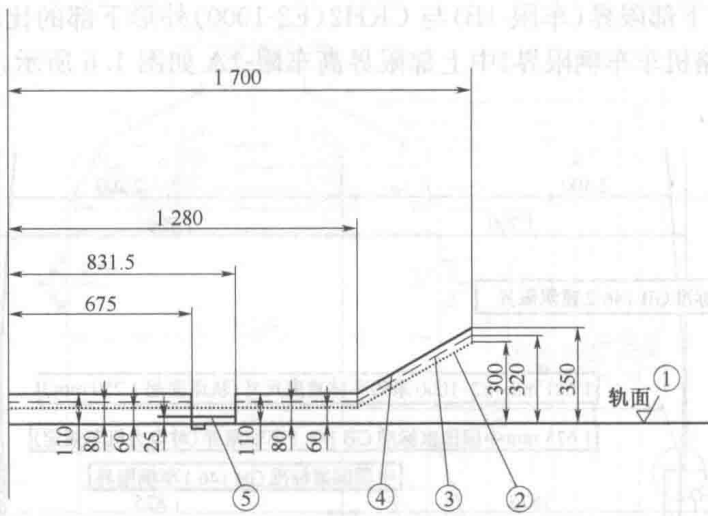


图 1.7 高车限-1B(单位:mm)

- ①—轨面;②—非弹簧承载部分;③—转向架上的弹簧承载部分;
- ④—车体的弹簧承载部分;⑤—机车闸瓦、撒砂管、喷油管最低轮廓

1.2.2 UIC 动态限界简介

UIC 动态限界是为国际铁路联盟各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,它对动车、无动力装置的客车、货车分别规定了动态限界,因为这三类车分别因有无受电装置、驱动装置以及悬挂装置的不同、是否需要通过驼峰等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。UIC 动态限界示意图如图 1.8 所示,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部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过超高(似静态位移)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。基准轮廓线是 505-1 规程中给定的一个轮廓尺寸,通过基准轮廓线可以求出某种车辆制造轮廓线。

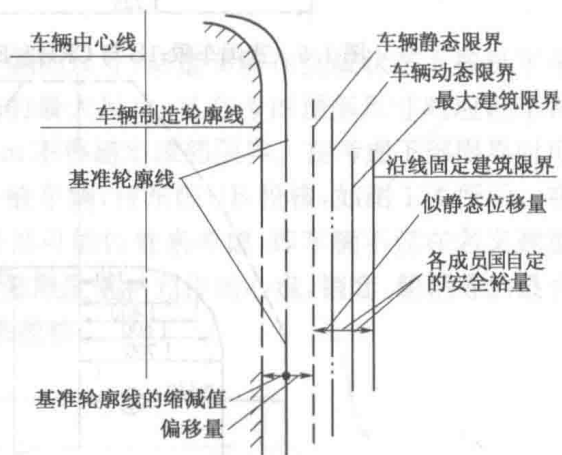


图 1.8 UIC 动态限界示意图

1.2.3 高速铁路线路特点

高速铁路的线路平面和纵断面的设计必须满足行车安全平顺、保证旅客舒适性和便于