

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材



专业关键技术教材

高速动车组技术(上)

© 中国铁路总公司

GAOSU DONGCHEZU JISHU

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

专业关键技术教材

高速动车组**技术**（上）

中国铁路总公司



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书为中国铁路总公司组织编写的高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材之一，是动车组专业关键技术教材。全书共八篇，分为上、下两册，上册主要内容包括动车组概论，动车组车体及车内设备，动车组转向架，动车组牵引传动；下册主要内容包括动车组辅助电气系统，动车组制动技术，动车组车内环境控制与设备，动车组控制及信息管理系统。

本书适用于高速铁路动车组专业技术人员培训，也可供高速铁路动车组设备运用管理人员学习，对各类职业院校相关师生学习也具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

高速动车组技术：全2册/中国铁路总公司编著.

—北京：中国铁道出版社，2016. 1

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

ISBN 978-7-113-18500-8

I. ①高… II. ①中… III. ①高速列车—动车—技术培训—教材 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 011566 号

书 名： 高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材
 高速动车组技术（上、下）

作 者： 中国铁路总公司

责任编辑：王明容 黄 璐 编辑部电话：(路) 021-73138 电子信箱：tdpress@126.com
(市) 010-51873138

封面设计：崔丽芳

责任校对：孙 玫

责任印制：陆 宁 高春晓

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：中国铁道出版社印刷厂

版 次：2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

开 本：787 mm × 1 092 mm 1/16 印张：45.5 字数：1 504 千

书 号：ISBN 978-7-113-18500-8

定 价：168.00 元（上、下册）

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

Preface 前言

党的十六大以来,在党中央、国务院的正确领导下,我国铁路事业得到了快速发展,目前,中国高速铁路运营里程已经位居世界第一。在建设和运营实践中,我国高速铁路积累了丰富的经验,取得了大量创新成果。将这些经验和成果进行系统总结,编写形成规范的培训教材,对于提高培训质量、确保高速铁路安全有着十分重要的意义。为此,中国铁路总公司组织相关专业的技术力量,统一编写了这套高速铁路管理人员和专业技术人员培训系列教材。

本套培训教材共分高速铁路行车组织、机务、动车组、供电、工务、通信、信号、客运 8 个专业,每个专业分为科普教材、专业关键技术教材和案例教材三大系列。科普教材定位为高速铁路管理人员使用普及型读物,对本专业及相关专业知识进行概论性介绍,学习后能够基本掌握本专业所需的基本知识、管理重点、安全关键;专业关键技术教材定位为高速铁路专业技术人员使用的学习用书,对本专业关键技术进行系统介绍,学习后能够初步掌握本专业新技术和新设备的运用维护关键技术;案例教材定位为高速铁路岗位人员学习用书,对近年来中国高速铁路运营实践中发生的典型案例及同类问题的处理方法进行总结归纳,学习后能为处理同类问题提供借鉴。

本书为动车组专业关键技术教材《高速动车组技术》。全书共分八篇,涵盖了 CRH 系列定型动车组的专业内容,并按系统分类的形式进行了详细的阐述。主要内容包括:动车组概论,动车组车体及车内设备,动车组转向架,动车组牵引传动系统,动车组辅助电气系统,动车组制动系统,动车组车内环境控制与设备,动车组控制及信息管理系统。在各篇内,不仅分别介绍了各型动车组的特点、技术原理、设备构造与维护维修等内容,还分析了其共性与区别。本书结合动车组运用检修技术人员的工作实际,对 CRH 系列定型动车组及其关键系统的基本原理、结构和技术特点进行系统介绍,内容翔实、图文并茂,可以满足动车组检修运用相关人员技术培训的需求。

本书由陈伯施担任主审,韦皓、单巍、刘志明担任主编。参加编写工作的有第一篇:李瑞淳、陶桂东、张雷、周建烽、宋永增;第二篇:熊剑春、周伟旭、鄢桂珍、潘美风、丁莉芬;第三篇:周殿买、周平宇、陈经纬、张现峰、王文静、韩同样;第四篇:邓桂美、田永洙、刘金柱、何朝保、宿伟、宋雷鸣;第五篇:徐广伟、郑恒亮、李亮亮、吕吉玉、王鑫、邱成;第六篇:安超、秦佳颖、赵明飞、李宏伟、乔峰、徐磊、张立国、彭俊彬;第七篇:王开团、刘爱伶、任广强、周新喜、徐峻、武双虎、何涛;第八篇:康成伟、王海芳、张跃辰、王延翠、史红梅。在本书编写过程中,还得到了黄强、周晓峰、赵红卫、杨中平、戴焕云、吴萌岭、李国平、欧阳仲志、陈振虹等专家的大力支持与帮助,在此一并表示衷心感谢!

由于近年来高速铁路技术发展较快,同时编者的水平及精力所限,本书内容存在不全面、不恰当甚至错误的地方在所难免,热忱欢迎使用本书的广大读者以及行业内专家学者对本书提出批评、指正意见,以便编者对本书内容不断地改进和完善。

编者

二〇一五年八月

Contents

总目录

(上)

第一篇	动车组概论	1
第二篇	动车组车体及车内设备	55
第三篇	动车组转向架	231
第四篇	动车组牵引传动系统	313

(下)

第五篇	动车组辅助电气系统	427
第六篇	动车组制动系统	481
第七篇	动车组车内环境控制与设备	543
第八篇	动车组网络控制及信息管理系统	619

第一篇 动车组概论

第一章 动车组组成及其技术特点	3
第一节 动车组的组成及动力配置	3
第二节 高速动车组技术要求	11
第二章 国产高速动车组总体简介	18
第一节 国产高速动车组发展	18
第二节 CRH 高速动车组结构	22
第三节 动车组主要技术参数	30
第三章 高速铁路限界及线路构造特点	33
第一节 高速铁路限界	33
第二节 高速铁路各系统的主要特点	37
第四章 动车组运用环境	47
第一节 空气动力学	47
第二节 振动与冲击	50
第三节 气候条件影响	53

第二篇 动车组车体及车内设备

第一章 动车组车体结构	57
第一节 车体承载结构	57
第二节 车体附件安装结构	72
第三节 车体气密性及隔声降噪	86

第二章 车内外设备及设施	89
第一节 车 门	89
第二节 车 窗	104
第三节 座 椅	105
第四节 餐饮设施	109
第五节 火灾报警系统	113
第三章 动车组旅客信息系统	122
第一节 广播通信子系统	122
第二节 信息显示系统	129
第三节 影音娱乐系统	132
第四章 动车组司机室	138
第一节 动车组司机室概述	138
第二节 动车组司机操纵台	140
第三节 动车组司机室座椅	151
第四节 司机室内部照明	155
第五节 辅助装置	156
第六节 外部照明	159
第七节 司机室窗	162
第八节 司机室门	165
第九节 司机室内饰	166
第十节 司机室逃生	166
第五章 动车组车端连接装置	168
第一节 概 述	168
第二节 车钩缓冲装置	168
第三节 风挡装置	193
第四节 车端电气连接	200
第五节 空气管路连接	208
第六节 车端阻尼装置	210
第六章 给水卫生	211
第一节 概 述	211
第二节 给水装置	214
第三节 饮水装置	216
第四节 卫生设施	218

第五节 污物箱	225
第六节 防冻措施	226

第三篇 动车组转向架

第一章 动车组转向架概述	233
第一节 动车组转向架功能和作用	233
第二节 动车组转向架系列	234
第三节 动车组转向架的结构特点	236
第二章 动车组转向架组成	241
第一节 构 架	241
第二节 轮对轴箱装置	245
第三节 悬挂装置	257
第四节 转向架与车体的连接	282
第五节 辅助装置	289
第三章 机械传动系统	297
第一节 概 述	297
第二节 齿 轮 箱	299
第三节 联 轴 节	303
第四章 动车组转向架采用的新技术	306
第一节 新 材 料	306
第二节 新 工 艺	308

第四篇 动车组牵引传动系统

第一章 绪 论	315
第一节 动车组牵引系统概况	315
第二节 动车组牵引特性	316
第二章 动车组高压设备	321
第一节 高压系统集成	321
第二节 CRH 系列动车组受电弓	327
第三节 CRH 系列动车组主断路器	332

第四节	CRH 系列动车组避雷器	337
第五节	CRH 系列动车组网压互感器	341
第六节	CRH 系列动车组高压隔离开关	341
第七节	CRH 系列动车组高压作业安全防护及钥匙联锁	342
第三章	主变压器	350
第一节	变压器的基本工作原理	350
第二节	CRH 系列动车组主变压器	352
第四章	牵引变流器	366
第一节	牵引变流器构成及原理	366
第二节	CRH 系列动车组牵引变流器	374
第五章	牵引电动机	399
第一节	交流电动机概述	399
第二节	CRH 系列动车组牵引电机	402
第六章	牵引传动系统控制	419
第一节	列车牵引网络控制系统	419
第二节	牵引控制方式及控制策略	419
第三节	CRH 系列动车组牵引传动系统控制功能	425

第一篇

动车组概论



第一章 动车组组成及其技术特点

第一节 动车组的组成及动力配置

一、动车组分类

动车组是一种由动车(有动力)和拖车(无动力)组成的自带动力、两端均可操纵驾驶、整列一体化设计的一组列车。动车组是当今世界高新技术的集成,是高速铁路的标志性装备。动车组的分类方式主要有:按动力配置方式分类、按牵引动力类型分类和按速度等级分类等。

1. 按动力配置方式分类

所谓动力配置方式是指在动车组编组中,动力车的数量和所处的位置。按照动车组动力配置方式可将动车组分为动力集中型和动力分散型动车组。

(1) 动力集中型动车组

动车组编组中两端为动力车(或一端为动力车、另一端为控制车)、中间为拖车的配置,称为动力集中型配置。其特点是两端的动力车均为一个完整的动力单元,与传统的机车相似,动力车只牵引不载客。如法国大西洋线高速列车(TGV-A),在列车编组中两端是动力车,中间是10节拖车,即2动+10拖(简称2M10T);德国ICE-2型高速列车在编组中一端是动力车,另一端为控制车,中间是6节拖车,即1动+6拖+1控制车(简称1M6T1Tc),控制车的特征是带司机操作室,外形设计成流线形,不带动力单元,可以容纳司乘人员和旅客。

(2) 动力分散型动车组

动车组编组中全部为动力车,或一部分为动力车、另一部分为拖车的配置,称为动力分散型配置。其特点是由二节或二节以上的车辆组成一个动力单元,电动机驱动的动力轮对分散配置在所有车下或部分车下,将动力单元中的变压器和变流器等设备吊挂在不同车下,也可将动力装置吊挂在车辆下部,使动车组轴重比较均匀,整列动车组可由若干个动力单元组成。例如,我国目前生产的CRH系列定型动车组全部采用动力分散型配置的动车组。国外如日本也全部采用动力分散型配置的动车组。法国AGV型高速列车和德国ICE-3型高速列车也都是动力分散型配置的动车组。

2. 按牵引动力类型分类

按照牵引动力的类型可以将动车组分为电动车组和内燃动车组等。

(1) 电动车组:是指从外界摄取电力作为能源驱动的动车组,通常是在电气化铁路运行。由于电力牵引具有牵引功率大、轴重轻、经济性好、利于环保等优点。因此,从世界各国高速铁路的发展状况来看,80%以上的高速动车组都是采用电力牵引。

(2) 内燃动车组:是指以内燃机作为原动力驱动的动车组。根据内燃机的种类,可分为

柴油动车组和燃气轮动车组。我国铁路内燃动车组绝大多数是柴油机动车组。内燃动车组由于其投资少、见效快等优点,常常用于尚未电气化的高速铁路区段,或者作为发展高速铁路建设的一种过渡牵引型式。

另外,磁悬浮列车是一种全新的交通运输工具。它是利用电磁系统使整个列车悬浮在导轨上,利用直线电机将电能直接转换为牵引力,推动列车高速运行。磁悬浮列车由于轮轨不接触,没有轮轨摩擦阻力,因而适于超高速运行,速度可达 500 km/h 以上,最高试验速度达到 581 km/h。

3. 按速度等级分类

按照速度等级可以分为普通速度、快速、高速和超高速动车组。

(1) 普通速度动车组:运行速度为 120 ~ 160 km/h;

(2) 快速动车组:运行速度为 160 ~ 200 km/h;

(3) 高速动车组:运行速度为 200 ~ 400 km/h;

(4) 超高速动车组:运行速度大于 400 km/h。

4. 其他分类方法

(1) 独立式动车组:是指传统的转向架与车体的连接方式,每节车的车体都由两台转向架支撑,车辆与车辆之间通过车端连接装置相连接,动车组解编后车辆可独立行走。

(2) 铰接式动车组:是将动车组车体与车体之间用弹性铰相连接,在两个车体连接处共用一台转向架,因此每节车辆不能从动车组中解编下来独立行走。

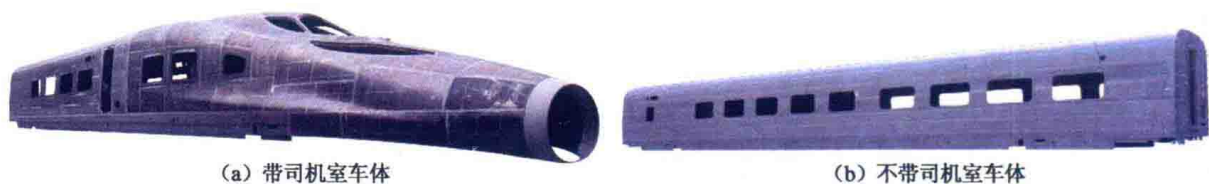
(3) 倾摆式动车组:是指动车组在曲线线路通过时,车体可以向曲线内侧倾摆的动车组。倾摆式动车组可应用在既有线路的提速。

二、动车组的组成

动车组作为一个长期固定连挂在一起的车组,通常可划分为 11 个组成部分。即车体及车端连接、转向架、牵引传动系统、辅助电气系统、供风及制动系统、网络及监控系统、旅客信息系统、车内环境控制系统、给水卫生系统、内装结构及车内设施、驾驶设施。

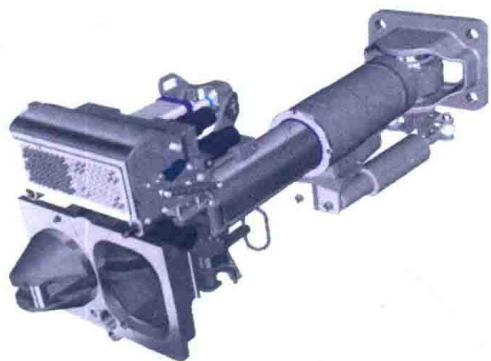
1. 车体及车端连接

动车组车体分为带司机室车体和不带司机室车体两种,如图 1—1—1 所示。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,而铝合金将是今后动车组车体的主导材料。

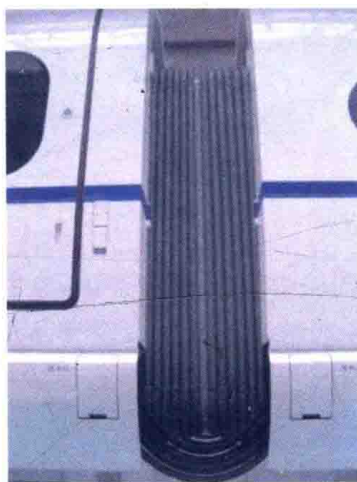


车辆要成列运行必须借助于连接装置,机械连接包括车钩缓冲装置和风挡等;同时还有车辆之间的电气和空气管路的连接,包括高压电器连接、辅助系统和列车供电连接、以及

控制系统连接等,如图 1—1—2 所示。



(a)车钩缓冲装置



(b)风挡及管线连接

2. 转向架

动车组转向架分动力转向架和非动力转向架,如图 1—1—3 所示。动力转向架的车轴可以是全动轴,也可以是部分动轴。转向架处于车体和轨道之间,用来牵引和引导车辆沿轨道行驶,同时承受和传递来自车体及线路的各种载荷,缓和其动作用力;通过电空制动系统产生必要的制动力。转向架是保证列车运行品质和安全的關鍵系统部件。



(a)动力转向架



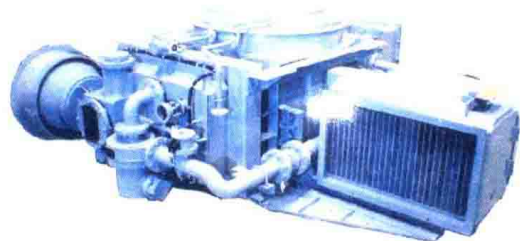
(b)非动力转向架

3. 牵引传动系统

牵引传动系统主要包括:受电弓、主断路器、其他高压设备、牵引变压器、牵引变流器、牵引电机、齿轮箱及电传动系统的保护等。图 1—1—4 为牵引变压器和牵引变流器。

4. 辅助电气系统

辅助电气系统主要由辅助变流器、蓄电池、充电机等组成。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、旅客服务设备及维修用电等。另外,辅助供电系统还具备应急供电功能。应急用电包括:客室应急通风、应急照明、应急显示、维修用电、通信及其控制等。图 1—1—5 为蓄电池和充电机。



(a)牵引变压器



(b)牵引变流器



(a)蓄电池



(b)充电机

5. 供风及制动系统

供风及制动系统是保证列车减速或准确停车及安全运行所必需的装置。动车组通常采用动力制动与空气制动的复合制动模式。动车组制动装置包括基础制动装置,空气制动装置,以及制动控制系统等。制动控制系统包括动力制动控制系统(如再生制动)、空气制动控制系统,以及电子防滑器等。供风系统主要由空气压缩机、干燥器和供风管路等组成。

6. 网络及监控系统

该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。列车网络控制就是应用于列车上的计算机通信网络,已成为动车组的必备技术之一。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。

7. 旅客信息系统

旅客信息系统是为旅客和司乘人员提供音视频服务分布式的信息服务系统,主要由三个子系统组成,分别是广播通信子系统,信息显示子系统和影音娱乐子系统。其主要作用如下:

一是通过乘务员室的主机和分布于各客室内的扬声器、各车厢内的车载电话等广播通信系统为乘客提供必要的广播信息;

二是通过设在乘务员室的主机、各车厢的车内外信息显示器等信息显示系统为乘客提供乘车所需的必要信息;

三是通过乘务员室的主机,各车的车顶电视和商务座椅的座椅控制器等影视娱乐系统为乘客提供音视频节目。

8. 车内环境控制系统

车内环境控制系统是使车内环境达到预期要求的所有设备的集合体,其主要设备包括空调系统、压力保护系统和照明系统等。车内环境控制系统主要是为司、乘人员提供舒适的工作和生活环境条件,并在列车出现危险的时候,能为司、乘人员提供紧急逃生的必要条件。车内环境控制实质上就是借助于各种技术手段通过对车内空气温度、相对湿度、压力、清洁度和空气流速的调节,使车内环境保持理想舒适的状态。

9. 给水卫生系统

给水卫生装置作为服务设施,是旅客及司乘人员在饮食、卫生方面不可缺少的装置,与车辆的用途、运营区间、环境保护和车辆的整体风格的关系密切。主要包括给水装置及卫生设施。给水装置主要向动车组提供各种用水,如:洗漱用水、饮水装置用水、便器冲洗用水、清洗用水;饮水装置的主要功能是提供开水,用于沏茶、泡面等;卫生设施为旅客及司乘人员提供如厕、洗漱等服务设施,并收集来自便器的排泄污物。

10. 内装结构及车内设施

内装结构主要包括地板、内侧墙、顶板和间壁、平顶板等内饰部件。车内设施是指服务于乘客的车内固定附属装置,如图 1—1—6 所示。如车内电气、座椅、车窗、车门、行李架及其他设备小件系统等。



(a) 一等车内设备



(b) 餐车合造车

11. 驾驶设施

驾驶设施主要是供司机在动车组司机室操作的设备,司机可以从司机室获取列车运营信息、发出运行指令和完成各种操纵动作。动车组司机室按照设备件布置的区域划分,一般分为司机室外部组成和司机室内部组成,司机室外部包括雨刮器、开闭机构、外部照明和司机登车门等组成,司机室内部由司机操纵台、司机座椅、司机室内饰、司机室空调、遮阳帘等组成。此外,设备件的布置也充分考虑坐姿、立姿的各个操纵方式。

三、动力集中型与动力分散型动车组的特点

动力集中与动力分散动车组都具有各自的特点和发展过程,从其产生和发展历史来看,某个国家或某条高速铁路采用什么类型的动车组,可能与它们的运用条件、运用经验和