

动车组系列培训教材·机械师

动车组

DONGCHEZU

运用与维修

焦风川 王斌杰 主 编



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

动车组系列培训教材·机械师

动车组运用与维修

焦风川 王斌杰 主 编

北京交通大学出版社

·北京·

内 容 简 介

近年来,中国高速铁路的快速发展,引起了国际社会的广泛关注。目前,中国已成为全球高速铁路运营里程最长、运行速度最快、在建规模最大的国家。为适应相关人才培养的迫切需求,编写了本教材。

本书包括“动车组运用”和“动车组维修”两大部分。“动车组运用”部分主要包括:动车组运用基础,运用管理,运行故障处理及动车组专业管理规定;“动车组维修”部分主要包括:维修基础知识,故障检测、诊断技术,动车组的维修,动车组维修的组织与管理。

本书可作为高等院校相关专业的教材,也可作为行业内相关各类人材培养的培训用书。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

动车组运用与维修/焦凤川,王斌杰主编. —北京:北京交通大学出版社,2012.5
(动车组系列培训教材·机械师)

ISBN 978-7-5121-1013-7

I. ①动… II. ①焦… ②王… III. ①动车-维修-技术培训-教材 IV. ①U266

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第110227号

责任编辑:陈跃琴 特邀编辑 张瑞仁

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-51686414

地 址:北京市海淀区高粱桥斜街44号

邮编:100044

印 刷 者:北京市德美印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:14.5 字数:362千字

版 次:2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1013-7/U·101

印 数:1~2000册 定价:29.00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。

《动车组系列培训教材·机械师》

编 委 会

顾 问 王梦恕 施仲衡
主 任 孙守光
副 主 任 刘志明 章梓茂
委 员 宋永增 史红梅 陈淑玲 贾慧娟

本书主编：焦风川 王斌杰

《动车组机械师》 出版说明

2005年,在铁道部的安排下,北京交通大学根据国外动车组设计资料、国内外技术交流文件,编写了动车组培训讲义,并对从事动车组运用的在职技术人员进行培训;随着中国高速动车组事业的飞速发展,到2010年,该讲义已经修订4版,先后培训了设计制造企业和运用部门各类人员4000多人。

为适应动车组机械师专业人才培养的需要,北京交通大学机械与电子控制工程学院、北京交通大学出版社,在铁道部有关部门的指导下,组织北京交通大学铁道部动车组理论培训基地的教师,在南车青岛四方机车车辆股份有限公司、北车长春轨道客车股份有限公司、北车唐山轨道客车有限责任公司和青岛四方庞巴迪铁路运输设备有限公司等单位领导和专家的大力支持下,编写了本套“动车组系列培训教材·机械师”。

教材编写突出理论与实用相结合的原则。本着“理论通俗易懂,实操图文并茂”的原则,系统介绍了4种高速动车组的基本原理和结构组成。

本系列教材的出版,得到中国工程院王梦恕院士的关注和首肯,以及北京交通大学校领导、专家、教授的指导和支持,在此一并致谢。

北京交通大学机械与电子控制工程学院为该系列教材的出版,投入了大量的人力、物力和财力支持。

本系列教材从2012年1月起陆续出版,包括《动车组概论》、《动车组车体结构与车内设备》、《动车组转向架》、《动车组制动系统》、《动车组电力电子技术基础》、《动车组供电牵引系统与设备》、《动车组辅助电气系统与设备》、《动车组运行控制系统》、《动车组车内环境控制系统》、《动车组控制与管理系统》、《动车组司机室》、《动车组运用与维修》。

希望本套教材的出版对高速动车组的发展,对提高动车组的安全运行和维修、维护水平有所帮助。

动车组系列培训教材编写委员会

2012年5月

院士推荐

中国高速铁路近年来发展迅速，按照铁路中长期发展规划，到2020年，全国铁路运营里程将由目前的9.1万 km 增加到12万 km，其中时速200~350 km 的客运专线和城际铁路将达到1.8万 km，投入运营的高速动车组将达到1 000组。

高速铁路涉及诸多高新技术领域，其中作为铁路运输主要装备的高速动车组是这些高新技术应用的综合体现，它涉及系统集成技术、新型车体技术、高速转向架技术、快速制动技术、牵引传动技术、自动控制技术、网络与信息技术等。大量新技术装备的创新和应用，极大地提高了铁路客货运输的能力和快速便捷的出行，但在实际使用中对于现有参与运营、维修、管理等各类人员提出了更高、更新的要求，以确保高速铁路运营过程的安全与可靠性。目前相对于我国高速铁路里程建设速度，对于在实际运营、管理中迫切需求的大量技术人才培养明显滞后，因此会在高速铁路的长期运营中存在严重的安全隐患，温州“7·23”事故已经给了我们一个沉痛的教训。另外，相对于高速铁路建设发展的需求，目前能够满足高速铁路运营、维修人才培养需求的优质教材也存在严重不足，尚不能满足我国高速铁路发展对各类人才培养的需要。

北京交通大学机械与电子控制工程学院作为“铁道部高速动车组理论培训基地”和北京市动车组优秀教学团队所在单位，已长期从事有关铁道车辆专业的教学与科研工作，不但学术水平高，而且教学经验丰富。从2005年开始结合我国高速动车组技术的引进、消化、吸收和创新项目及高速列车国家科技支撑项目，进行研究和实践，取得了许多成果。在参考了国内外动车组设计资料、与国内外有关设计、制造、管理局等方面进行了相关技术和学术交流，在广泛听取来自企业和运用部门提出应加快对运营单位各专业人员进行岗位培训要求的基础上，组织相关专家、教授、高级技师等进行高速动车组运营工程师、技师培训讲义的编写，在内容的适用性、安全性、可靠性与全面性方面保持与国际高速动车组技术同步，并承担由铁道部下达的各项培训任务，至今已为各单位培训高速动车组运营、维修、管理人才4 000余人，为保证我国快速发展的高速铁路事业做出了相应的贡献。

今天，这套倾注了众多专家、教授、技师及铁路部门有关领导和工程技术人员大量心血的“动车组系列培训教材·机械师”即将由北京交通大学出版社付梓面世。这套教材的出版，恰逢其时，我们有理由相信它能够为促进我国高速铁路动车组的安全可靠运营和维护提供一个良好的支撑！

祝我国的高速铁路事业进一步健康、蓬勃、快速发展。

中国工程院院士

2012年5月

前 言

CRH 系列动车组集成了目前铁路行业的世界领先技术。为了用好、维护好这些高科技产品，确保其安全运行，必须有一支掌握动车组运用、检修知识的工程技术队伍和管理队伍。为适应开行动车组的需要，北京交通大学作为铁道部高速动车组理论培训基地，2005 年开始编写动车组培训教材，对从事动车组运用、维修的技术人员进行培训，同时采用“3+1”模式培养动车组本科生，本书是在铁道部动车组机械师培训讲义的基础上，结合铁路现场培训工作特点，经过多年的教学实践，不断修改、完善而成，适用于铁路动车组各类人才的培训使用。

本书内容分为运用和维修两部分。动车组的运用涉及了行车组织、铁路信号、动车组周转、乘务员乘务制度、运用安全、行车事故救援等多个专业的知识，本书运用部分根据铁道部随车机械师岗位职责讲述了机械师应掌握的基础知识，动车组运用管理，以及运用方式、周转等方面的知识内容，并讲述了应急故障处理流程及方法。维修部分是本书的重点，介绍维修基本理论，维修制度基本概念；已成为动车组运用维修中支撑技术的诊断技术及相关设备；重点讲述动车组维修模式、特点，动车组一、二级维修流程、作业步骤、系列标准、专项作业办法；最后介绍了国内外检修体系及管理发面的内容。

本书编写过程中得到了北京检修基地、北京南运用所、北京东运用所、北京西运用所、沈阳运用所相关人员的大力帮助，提供了大量的一手资料，在此一并致谢这些奋战在动车组运用维修一线的工作人员。

由于编者知识水平有限，加之动车组的大规模运用、高级别维修也在不断摸索中，本书如有不妥及疏漏之处，望读者不吝指正。

作者

2012 年 6 月于北京

第1部分 动车组运用	1
第1章 动车组运用基础	3
1.1 列车运行	3
1.1.1 列车的一般概念	3
1.1.2 线路分界点	4
1.1.3 行车闭塞	5
1.2 列车运行图	8
1.2.1 列车运行图的概念与作用	8
1.2.2 列车运行图表示方法	8
1.2.3 列车运行图的分类	10
1.2.4 列车运行图的识别	11
1.2.5 列车运行图要素	11
1.2.6 高速铁路的列车运行图	14
1.2.7 列车运行图中的维修天窗	15
思考题	17
第2章 动车组运用管理	18
2.1 动车组运用管理组织及内容	18
2.1.1 我国动车组运用管理的内容及体制	18
2.1.2 动车组的管理	19

2.2 动车组运用方式及制度	20
2.2.1 动车组的运用方式及分析	20
2.2.2 动车组交路及运转制度	22
2.2.3 乘务制度	24
2.3 动车组的周转	26
2.3.1 基本概念	26
2.3.2 动车组周转图的表示方法	27
2.3.3 动车组周转图的分类	28
2.3.4 动车组周转图的编制	30
思考题	31
第3章 动车组专业管理规定	32
3.1 动车组专业管理	32
3.1.1 动车组编号	32
3.1.2 乘务组组成及隶属	33
3.1.3 乘务组成员主要岗位职责	34
3.1.4 动车组专业接口管理	35
3.1.5 随车机师作业标准	36
3.2 动车组运行	42
3.2.1 动车组标志	42
3.2.2 动车组发车、接车	42
3.2.3 动车组转换司机室	43
3.2.4 动车组连挂与摘解	43
3.2.5 机车与动车组连挂及摘解	43
3.2.6 回送及救援	44
3.2.7 安全应急处理	44
3.3 动车组停放防冻管理办法	44
3.3.1 防冻管理办法	44
3.3.2 动车组防冻排水作业办法	45
第4章 动车组运行故障处理	46
4.1 动车组运行故障及分析	46
4.1.1 动车组运行故障	46
4.1.2 故障分析	46
4.2 故障处理基本程序	50
4.2.1 动车组运行限速运行规定	50
4.2.2 动车组故障处理程序	50

4.3	随车机师应急故障处理	51
4.3.1	主要处理方法	51
4.3.2	动车组停在分相区后处理流程	52
4.3.3	途中典型故障的应急处理	53
4.3.4	动车组事故救援程序	57
	思考题	58
第2部分 动车组维修		59
第5章 维修基础知识		61
5.1	维修的定义、基本范畴及分类	61
5.1.1	维修的定义	61
5.1.2	维修的基本范畴	61
5.1.3	维修的分类	62
5.2	维修理论概述	66
5.2.1	维修与其他学科、专业工程的关系	66
5.2.2	维修理论的发展进程	66
5.2.3	近代维修理论的新观念	69
5.3	维修制度	71
5.3.1	基本概念	71
5.3.2	国外维修制度简介	74
5.3.3	现阶段高速列车维修制度的特点	79
5.3.4	CRH系列动车组的维修制度	80
	思考题	83
第6章 故障检测、诊断技术		84
6.1	概述	84
6.1.1	检测、诊断的定义	84
6.1.2	检测的分类	84
6.1.3	动车组故障诊断的主要内容	85
6.2	测试性	86
6.2.1	诊断与测试性	86
6.2.2	测试性的定义及特点	87
6.2.3	测试性定性的要求	87
6.2.4	测试性指标	88
6.3	故障诊断技术	90
6.3.1	概述	90

6.3.2	诊断方式	90
6.3.3	诊断方式的选择	92
6.3.4	常用诊断技术	93
6.4	列车运行状态监测、诊断系统	107
6.4.1	系统功能	107
6.4.2	诊断的主要项目	107
6.4.3	诊断采用的方式	107
6.4.4	车载诊断系统的结构	108
	思考题	108
第7章	动车组的维修	109
7.1	高速动车组特点	109
7.1.1	维修的特点	109
7.1.2	维修的理念	110
7.1.3	检修方式	110
7.1.4	主要检查、保养方法	111
7.1.5	试验及检修标准	112
7.2	维修机构	115
7.2.1	维修机构及功能	115
7.2.2	检修基地	116
7.2.3	检修基地和运用所主要检修设施配备	124
7.2.4	主要检修设备	124
7.3	动车组运用级（一、二级）检修流程	134
7.3.1	检修模式	134
7.3.2	基本检修流程	135
7.3.3	维修现场作业安全控制办法	135
7.4	动车组运用级检修示例——CRH ₂ 动车组的检修	138
7.4.1	检修周期与检修范围	138
7.4.2	检修流程	141
7.4.3	一级检修作业流程与作业步骤	144
7.4.4	二级检修作业流程与作业步骤	145
7.4.5	一级检修作业程序及质量标准	147
7.4.6	二级检修作业程序及质量标准	158
7.4.7	检修限度表	171
7.4.8	专项检修作业办法	175
7.5	动车组高维修级别的维修	189
7.5.1	三级修	190

7.5.2 大修检修内容及流程	193
思考题	196
第8章 动车组维修的组织与管理	197
8.1 国外高速动车组维修简介	197
8.1.1 德国 ICE 高速列车的维修	197
8.1.2 法国 TGV 高速列车的维修	199
8.1.3 日本新干线检修体系	201
8.2 我国高速动车组的维修体系	206
8.2.1 维修相关政策法规	206
8.2.2 维修机构的布局	206
8.2.3 四大检修基地简介	208
8.3 信息化的维修管理	211
8.3.1 管理信息系统的功能	211
8.3.2 管理信息系统的构成	212
思考题	216
附录 A 模拟考题	217
参考文献	219

第 1 部分

动车组运用

动车组运用的专业知识涵盖了铁路信号、行车组织、列车运行图、动车组周转、动车组运转制度及乘务员乘务制度、运用安全管理、行车事故的救援等方面的内容。本教材运用部分简要介绍动车组运用基础知识、运用管理相关知识，以及铁道部关于动车组的专业管理暂行规定，可满足动车段、运用所机械师该方面的知识要求。

第 1 章 动车组运用基础

高速铁路是当代新技术的集成，是一个庞大而复杂的系统工程。铁路运输设备是完成铁路运输任务的物质基础。高速铁路主要由下列几类技术设备组成。

① 铁路线路和沿线的各种车站：铁路线路是列车运行的基础，而铁路沿线的各种车站则是办理客货运输的基地。

② 高速列车及其维修设备：高速列车是高速铁路的技术核心，是高速铁路的主要技术设备；维修设备又是保障列车的完好和正常运用的必要条件。

③ 高速铁路安全运行管理系统是高速铁路的神经中枢，是保证行车安全和提高运输效率的有力工具。

本章简要介绍与动车组运用相关的列车运行、闭塞、运行图等基础知识，可根据授课对象选讲。

1.1 列车运行

1.1.1 列车的一般概念

凡已编成并连挂在一起的车列、挂有机车或动车、并具备应有的信号（即边灯或尾灯）、乘务组及车长者叫做列车。发往区间的单机、动力车及重型轨道车，也都按列车办理。动车组属于列车，是一种特殊编组形式的列车。

1. 列车分类

列车按照运输的性质和用途可分为：旅客列车、军用列车、混合列车、运输人员列车、快运货物列车、其他货物列车及路用列车等。

① 旅客列车按其速度和用途又可分为直通旅客特别快车、直通旅客快车、旅客快车、直通旅客列车、旅客列车及市郊旅客列车等。

② 军用列车是专门运送部队及军用物资的列车。

③ 混合列车是客货车辆混合编组的列车。

④ 运输人员列车是在临时有大量人员需要运送时新组织的列车。

⑤ 快运货物列车用于运输需要快速运输的易腐货物及牲畜等。

⑥ 其他货物列车包括直达、直通、区段、摘挂及小运转列车等。

⑦ 路用列车是装运路用材料、事故救援及为其他公务需要所开行的列车。

2. 车次编号

为便于组织列车运行，所有在铁路各区段运行的列车都必须编定列车号码，称为车

次。车次编号的原则为：凡干线上的列车向铁道部所在地的方向行驶者称为上行，编成双数；反之为下行，编为单数。支线上的列车向连接干线的车站行驶者为上行，编为双数；反之为下行，编为单数。每一对往返列车，以两个连续数字编号。同一昼夜，同一区段内车次编号不得重复。

3. 列车编组中开行列车种类

列车编组中规定开行的列车，种类有：

- ① 始发直达列车——在一个车站装车后直接编组或在相邻几个车站装车后编组，通过一个及其以上编组站不进行改编作业的列车；
- ② 技术直达列车——在技术站编组，通过一个及其以上编组站不进行改编作业的列车；
- ③ 直通列车——在技术站编组，通过一个及其以上区段站不进行改编作业的列车；
- ④ 区段列车——在技术站编组，开行距离为一个区段，在中间站不进行摘挂车作业的列车；
- ⑤ 沿零摘挂列车——在技术站（或中间站）编组，在区段内中间站进行零担货物装卸和车辆摘挂作业的列车；
- ⑥ 枢纽小运转列车——在枢纽内的几个车站之间开行的列车。

1.1.2 线路分界点

为了保证铁路行车安全并具备必要的通过能力，铁路上每隔一定距离需要设置一个车站。车站把每一条铁路线划分成若干个长度不等的段落，每一段线路叫做一个区间。车站成为相邻区间之间的分界点。

1. 分界点分类

分界点是车站、线路所及自动闭塞区间的通过色灯信号机的通称，分为有配线和无配线两种，有配线的分界点叫车站，没有配线的分界点叫线路所或自动闭塞分区的通过色灯信号机，如图 1-1 所示。区间和分界点是组成铁路线路的两个基本环节。

2. 区间分类

区间分为站间区间、所间区间及闭塞分区三类。

站间区间指两端的分界点均为车站的区间。所间区间指两端的分界点为线路所，或线路所与车站间的区间，是在非自动闭塞区段上为了提高铁路线的通过能力而设置的最简单的分界点。在线路所设有通过色灯信号机，用以划分区间，并有专人办理接发列车的工作。

通过色灯信号机是自动闭塞区段上的分界点，只设有色灯信号机，它将站间区间划分为几个闭塞分区，以提高通过能力并自动地指示列车的运行。线路所及其通过信号机，仅作调整列车运行之用，目的在于保证行车安全，以及必要的线路通过能力。

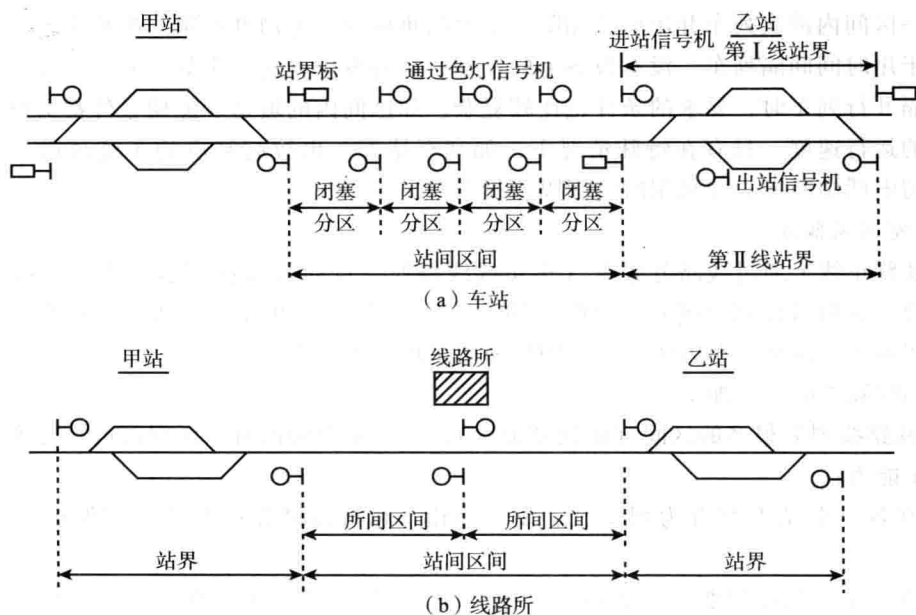


图 1-1 分界点

1.1.3 行车闭塞

1. 闭塞的基本概念

列车运行时，速度快、质量重、制动距离长，又不能避让。如前所述，为保证铁路必要的通过能力，铁路线路以车站为分界点划分成若干个区间。为确保行车安全，必须采取技术措施，保证在同一运行时间内，在同一区间（站间、所间、闭塞分区）只准许一列列车运行。铁路系统中把“在规定区间只准一列列车运行”的方式称为闭塞，实现闭塞方式的设备叫做闭塞设备。

为保证列车在区间内行车安全，列车由车站驶向区间运行需要三个必要条件：一要验证区间空闲；二要有进入区间的凭证；三要实行区间闭塞。

准许占用区间的凭证通常为车站的出站信号机和区间通过信号机的进行信号显示。当出站信号机或通过信号机的进行信号显示作为准许占用区间的凭证时，在列车进入区间后信号机应自动关闭。

在同一区间只准许一列列车运行，一旦列车占用区间，即实行闭塞。在闭塞解除之前，不许其他列车驶入。在单线区段还必须防止两个车站同时向一个区间发车，所以必须杜绝发生追尾或迎面冲突事故。

2. 闭塞的方法

行车闭塞法的作用是控制列车与列车之间保持一定距离，以保证列车安全运行。闭塞的方法主要有两种：一是空间间隔法，二是时间间隔法。

1) 时间间隔法

时间间隔法是在一个区间里，用规定的时间将同方向运行的列车，彼此间隔开运行。