



卓越工程师系列教材

高速铁路动车组运用管理与行车组织

GAOSU TIELU DONGCHEZU YUNYONG GUANLI YU XINGCHE ZUZHI

主 编 左大杰
副主编 徐 伟 李 敏



科学出版社

卓越工程师系列教材

高速铁路动车组 运用管理与行车组织

主 编 左大杰
副主编 徐 伟 李 敏

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

随着我国高速铁路的快速发展,铁路动车组已经成为我国铁路旅客运输的主要工具。本书正是为了适应新形势下高速铁路人才培养与人员培训需求而编写的。

本书包括高速铁路动车组运用管理、行车组织两方面的基本理论与方法,主要内容包括动车组概述、修程修制、运用计划、乘务组织、调度指挥、行车组织等方面。为帮助读者理解以上基本理论与方法,本书选编了部分和动车组运用管理与行车组织有关的典型案例,供读者参考。

本书可以作为高速铁路相关专业本科生、研究生和相关铁路设计院及研究院的参考用书,也可供从事动车组运用管理、行车组织等相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

高速铁路动车组运用管理与行车组织 / 左大杰主编. —北京: 科学出版社, 2014.12

卓越工程师系列教材

ISBN 978-7-03-042860-8

I. ①高… II. ①左… III. ①高速动车-铁路行车-教材 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 304350 号

责任编辑: 于楠 / 封面设计: 墨创文化

责任校对: 贺江艳 / 责任印制: 余少力

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年2月第一版 开本: 787×1092 1/16

2015年2月第一次印刷 印张: 13 1/4

字数: 340千字

定价: 39.00元

“卓越工程师系列教材”编委会

主 编	蒋葛夫	翟婉明		
副 主 编	阎开印			
编 委	张卫华	高 波	高仕斌	
	彭其渊	董大伟	潘 炜	
	郭 进	易思蓉	张 锦	
	金炜东			

前 言

截至 2013 年年底，我国高速铁路(含既有线提速)运营里程已经突破 1.1×10^4 km，动车组已经成为我国铁路客运的主要工具。铁路动车组在运用管理、行车组织等方面与机车牵引的旅客列车有很大不同。

本书得到了西南交通大学教务处规划教材的立项资助。

全书由西南交通大学左大杰担任主编，中国铁路总公司运输局调度部技术处徐伟、武汉铁路局调度所李敏担任副主编。其中，第一篇由西南交通大学左大杰编写，第二篇第五章由西南交通大学文超编写，第二篇第六章由中国铁路总公司运输局技术处徐伟编写，第三篇由武汉铁路局调度所李敏编写。

在编写过程中，中国铁路总公司运输局车辆部韩激扬，广州铁路集团公司调度所周治衡等提供了部分参考资料。

在资料收集、调研和写作过程中，得到了中国铁路总公司运输局调度部，中国铁道科学研究院，京沪、郑西高速铁路公司，武汉铁路局动车基地、广州铁路集团公司动车基地等单位有关领导和专家的大力支持和热忱帮助。在此，谨向他们表示诚挚的谢意。

本书参阅了大量的国内外著作、教材和学术论文，在此谨向这些文献的作者表示深深的谢意。

由于本书涵盖内容较多，而且我国动车组运用管理和行车组织的相关技术仍在快速发展中，书中难免会存在不足，热忱欢迎国内外同行和专家及各位读者批评指正。

编者

2014 年 8 月 31 日

目 录

第一篇 动车组运用管理概论	1
第一章 动车组概述	2
第一节 动车组类型及编组	2
第二节 动车组运用维修特点	4
本章要点	6
思考题	6
第二章 动车组检修管理体制	7
第一节 动车组修程修制概述	7
第二节 我国动车组修程与修制	9
第三节 我国动车组运用与维修管理	24
本章要点	30
思考题	31
第三章 动车组运用计划	32
第一节 动车组运用计划的基本概念及其分类	32
第二节 动车组运用计划的影响因素	34
第三节 动车组运用计划的编制方法	39
第四节 动车组运用计划的调整	43
本章要点	44
思考题	45
第四章 动车组乘务组织	46
第一节 动车组乘务方式	46
第二节 动车组乘务类型	46
第三节 动车组乘务制度	47
第四节 动车组乘务计划	48
本章要点	50
思考题	51
第二篇 高速铁路行车组织概论	53
第五章 高速铁路调度指挥概论	54
第一节 国外高速铁路调度指挥系统概述	54
第二节 我国高速铁路调度指挥系统	56

第三节	计划调度子系统	58
第四节	运行管理调度子系统	67
第五节	动车组调度子系统	74
第六节	供电调度子系统	77
第七节	综合维修调度子系统	80
第八节	旅客服务调度子系统	84
本章要点	.....	87
思考题	.....	88
第六章	高速铁路行车组织基础	89
第一节	基本要求	89
第二节	编组列车	98
第三节	调度指挥	107
第四节	列车运行	111
第五节	调车工作	126
第六节	施工维修	133
第七节	灾害天气行车	138
第八节	设备故障行车	145
第九节	非正常行车组织	161
第十节	救援	167
本章要点	.....	170
思考题	.....	170
第三篇	动车组运用及行车组织实例	171
第七章	动车组运用实例	172
第一节	动车组类型调整实例	172
第二节	动车组编组调整实例	174
第三节	动车组运用计划调整实例	176
第四节	动车组乘务组织实例	178
本章要点	.....	179
思考题	.....	179
第八章	高速铁路行车组织实例	180
第一节	调度指挥实例	180
第二节	接发列车实例	182
第三节	限速管理实例	184
第四节	调车工作实例	186
第五节	施工维修实例	187
第六节	灾害天气实例	188
第七节	设备故障实例	192

第八节 非正常行车实例	194
第九节 动车组救援实例	195
本章要点	196
思考题	196
参考文献	197
缩写词表	198

第一篇 动车组运用管理概论

第一章 动车组概述

动车组是完成既有线路提速和高速铁路旅客运输生产任务的主要移动设备。它是一种牵引动力装置和载客的装置固定为一体的特殊车底，具有机车和客车车底双重性质。

我国高速铁路普遍采用的和谐型动车组(以下简称动车组，英文为 China railway high-speed, CRH)是时速 200km 及以上，动力分散型的电动车组，具有安全、高速、高效、便捷、环保等显著特点。

第一节 动车组类型及编组

一、按车型分类

动车组按车型分为 CRH1、CRH2、CRH3(CRH3C)、CRH5、CRH380、CRH6 等车型。

以上主要车型和相关情况见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 动车组主要车型重量及最高运行速度表

序号	动车组类型	换算长度	整备重量/t	计算重量/t	最高运行速度/(km/h)
1	CRH1A-200	19.4	430.9	490.6	200
2	CRH1A-200 重联	38.8	861.8	981.2	200
3	CRH1A-250	19.4	424.6	484.4	250
4	CRH1A-250 重联	38.8	849.2	968.8	250
5	CRH1B	38.6	856	975	250
6	CRH1E	38.8	887.7	955.2	250
7	CRH2A	18.3	366.8	415.8	250
8	CRH2A 重联	36.6	733.5	831.6	250
9	CRH2B	36.5	724.1	822.5	250
10	CRH2E	36.5	785.8	839.4	250
11	CRH5A	19.2	369.7	469.7	250
12	CRH5A 重联	38.4	739.3	939.4	250
13	CRH2C 一阶段	18.3	372.8	421.6	350
14	CRH2C 一阶段 重联	36.6	745.6	843.2	350
15	CRH2C 二阶段	18.3	392.5	441.3	350

续表

序号	动车组类型	换算长度	整备重量/t	计算重量/t	最高运行速度/(km/h)
16	CRH2C 二阶段 重联	36.6	785	882.6	350
17	CRH3C	18.2	431.9	482.6	350
18	CRH3C 重联	36.5	863.8	965.2	350
19	CRH380A	18.5	402.4	446.9	380
20	CRH380A 重联	36.9	804.8	893.8	380
21	CRH380BG	18.2	488.5	535.5	380
22	CRH380BG 重联	36.5	977	1071	380
23	CRH380B	18.5	494.6	542.2	380
24	CRH380B 重联	36.9	989.2	1084.4	380
25	CRH380AL	36.6	818.5	906.4	380
26	CRH380BL	36.3	872.6	964.1	380
27	CRH380CL	36.4	889.4	981.7	380

表 1-2 动车组紧急制动距离限值表

最高运行速度/(km/h)	120	160	200	250	300	350	380
紧急制动距离限值/m	800	1400	2000	3200	4200	6500	8500

注：(1)动车组为固定编组，有 8 辆和 16 辆两种编组方式。动车组列车内部存在关门车时的限速值按《高铁应急预案》、《动车组应急故障处理手册》有关规定来设置。

(2)动车组作为高速列车有两种紧急制动距离，即正常情况下动力制动和空气制动的复合制动以及在动力制动失效情况下的纯空气紧急制动距离。由于各型动车组设计原理存在一定差异，虽然存在复合紧急制动和纯空气紧急制动，但动车组大多数的紧急制动由安全环路断开触发，为保证安全，动车组实施的是纯空气紧急制动，所以技规仅规定紧急制动距离限值，没有复合和纯空气之分。

(3)计算条件为相同的操纵方式和相同的制动距离。

随着我国高速铁路和客运市场的不断发展，动车组车型在不断完善与发展之中。CRH6 型动车组是由中国南车四方股份公司研发设计，为满足我国区域经济快速发展和城市群崛起对城际轨道交通的需求而研制的一种新型运输工具，2012 年在青岛下线。作为高速铁路和城市轨道交通的纽带，具有运能大、起停速度快、乘降方便快捷、疏通迅速有效、乘坐舒适、安全可靠、节能环保的特点。CRH6 型动车组又分为 CRH6A(200km/h)、CRH6F(160km/h)、CRH6S(140km/h)三种类型。

(1)CRH6A(200km/h)。CRH6A 车型定员载客量 557 人(坐席)(一说 554 人)，超员载客量 1488 人(按每平方米站立 4 人计算)。座位采用 2+2 布置、可调节座椅，局部设茶桌，端部设可翻转座椅；非端段部的车厢座椅编排与欧洲铁路车辆及大部分国铁车厢的软座较常用，全部座椅面向车厢的中心编排。另外 1、3、5、7 号车厢设置卫生间，列车采用真空集便器。CRH6A-4002 和 CRH6A-4502 中间车厢为 3 门车厢，而其他的 CRH6A 车型均为 2 门车厢。

(2)CRH6F(160km/h)。CRH6F 车型定员载客量达 1502 人(包括坐席和站席，按每平方米站立 4 人计算)，超员载客量达 1998 人(包括坐席和站席，按每平方米站立 6 人计算)。列车座位同样采用 2+2 布置，但座椅不可调节或翻转；列车在 3、6 号车设卫生

间。与 CRH6A 不同,车门采用宽阔的对开塞拉门,每节车辆侧设有 3 个塞拉门(头尾车辆有两个,其中一个为驾驶室门)。该车牵引制动性能比 CRH6A 更优、载客量更大,更适合在较短站间距和站站停模式的城际线路上使用。

(3)CRH6S(140km/h)。CRH6S 车型定员载客量达 765 人(包括坐席和站席,按每平方米站立 4 人计算),超员载客量达 1322 人,为地铁式座椅;列车在 5 号车厢设残疾人乘坐空间,列车不设洗手间。

二、按状态分类

动车组按状态分为运用、备用、检修三种。

(1)运用动车组:担当旅客运输(含确认列车)或试验任务的动车组和热备动车组,即以旅客列车车次开行的动车组和热备动车组。其中,热备动车组是指停放在动车基地或动车存放点内,技术状态良好、作为应急备用、随时可以上线运行的动车组。

(2)备用动车组:停放在动车基地等动车存放点内,不上线运行的动车组。

(3)检修动车组:正在实施一至五级检修、临修、技术改造和待修的动车组。其中,临修动车组是指临时发生故障需要修理的动车组(若由临修转为其他修程,则由临修时起按其他修程统计);待修动车组是指准备实施检修的动车组。

第二节 动车组运用维修特点

一、动车组运用特点

高速铁路的旅客运载工具是由牵引动力和运输载体一体化的“动车组”构成的,同常规铁路有很大不同。铁路动车组的运用与管理特点如下。

1. 运营效率的提高

高速铁路的牵引动力与运输载体联成一体,动车组在担当某一车次运行的全过程中,不需要在途中换挂机车,因此缩短了换挂机车的作业时间,既有利于提高列车的旅行速度,又减少了工作环节,提高了工作效率。而且牵引动力(机车)和运输载体(客车车底)的管理合二为一,减少了管理机构和相应的管理人员,同样也提高了运营效率。

由于牵引动力与运输载体合一,高速铁路动车组运用的效率也超出了常规铁路机车的长交路,形成联程交路运用方案。高速铁路动车组可以实现连续完成多个不同运程服务的联程交路运用方案,这不仅是由于高速铁路动车组设备的高可靠性可以保证联程运用,而且也是强化利用动车组、提高运营效率的必然选择。

2. 整备和维修体系的革新

与常规铁路不同,高速铁路动车组采用了新的整备和维修体系,提高整备和维修作业质量、缩短整备和维修作业时间,成为高速铁路动车组高质量、高可靠、高效率运营

的一项重要表征。

3. 动车组运用与维修的一体化

动车组的整备、维修是保证动车组有效使用和运用质量的前提条件，动车组运用计划必须按照动车组实际走行公里数和定检期限及时安排相关的入段或入厂检修，并符合整备、维修作业时间标准的要求，以保证动车组在运用中的高质量和高可靠性。

动车组的整备、维修作业必须严格按照动车组运用计划的要求进行，以保证动车组按图行车，有效利用。在列车运行图调整时，更应注意其间的相互关系，以保证动车组交路与整备、维修计划一体化。

二、动车组维修特点

1. 维修制度

目前世界上的维修思想和制度可以分为两大体系，一个是在“预防为主”维修思想的指导下，以磨损理论为基础的计划预防维修制；另一个是在“以可靠性为中心”的维修思想指导下，以故障统计理论为基础的预防维修制度。

“计划预防维修制”是指对机械设备的修理是有计划进行的。其要点是通过机械零部件损伤的大量统计资料进行分析研究后，按照机械设备上不同损伤规律和损伤速度把零部件科学地划分成若干组，并确定出不同零件的损伤极限，从而规定不同修程的修理期限和修理范围。

2. 维修方式

维修方式是指对动车组维修时机的控制。目前的维修方式有以下三种。

(1)定期维修(又称计划修)：以使用时间作为维修期限，只要设备到了预先规定的时间，不管其技术状态如何，都要进行规定的维修工作，这是一种强制性的预防修理。定期维修的关键是如何确定维修周期。

(2)视情维修(又称状态修)：对设备参数值及其变化进行连续、间接或定期的监测，以确定设备的状态，检测性能下降，定位其故障和失效部位，记录和追踪失效的过程和时间的一种维修。它不对机件规定维修期限，不固定拆卸分解范围，而是在检查、测试其技术状况的基础上确定各机件的最佳维修时机。

(3)事后维修(又称故障修)：在机件发生故障之后才进行修理，它不控制维修时间。实践证明，有些机件即使发生故障也不会危及安全造成恶果，它们或是故障规律不清，属于偶然发生，或是虽属耗损型故障，但事后维修更经济。对于这些采用了冗余技术的机件，若一台出现故障，另一台会自动接替工作，可采用故障修方式。

3. 维修方式的选择

选择维修方式应该从设备发生故障后对安全性和经济性的影响进行考虑。由上述三种维修方式的特点可以看出，定期维修和视情维修均属于预防性维修，可以预防渐进性故

障的发生；事后维修则是非预防性的，多用于偶然故障或用于预防维修不经济的机件。定期维修按时间标准送修，视情维修按实际状况标准，而事后维修则不控制维修时间。三种维修方式各有其适用范围。在现代复杂设备维修上往往三种维修方式并存，相互配合使用，以充分利用各个机件的固有可靠性。

本章要点

我国高速铁路普遍采用的动车组(CHR)具有高速、高效、环保、安全等特点，是我国铁路完成既有线路提速和高速铁路旅客运输生产任务的主要移动设备。目前使用的动车组车型有CRH1、CRH2、CRH3、CRH5、CRH380、CRH6。

动车组按状态分类可分为运用动车组、备用动车组和检修动车组。

动车组作为一种牵引动力与运载载体一体化的移动设备，较常规铁路有以下特点：运营效率高、高效的整备和维修体系、运用维修一体化。

动车组根据维修时机控制的不同可以分为定期维修、视情维修和事后维修三类。定期维修和视情维修均属于预防性维修，事后维修属于非预防性维修，在现代复杂设备维修上往往三种维修方式并存，相互配合使用，以充分利用各个机件的固有可靠性。

思考题

- 1-1 动车组按车型如何分类？
- 1-2 动车组维修制度与维修方式选择要考虑哪些因素？
- 1-3 动车组维修方式有何特点？
- 1-4 动车组运用具有哪些特点？

第二章 动车组检修管理体制

高速动车组修程修制涉及多专业、多学科，维修已经成为提高生产力、创造效益的重要手段。我国动车组实行计划预防修，分为运用检修和定期检修。检修周期和技术标准按铁道部检修规程执行。

第一节 动车组修程修制概述

一、动车组维修的基本概念

(1)维修：使动车组及其部件保持或恢复到规定状态所进行的全部活动，常见的维修工作包括维护、保养、检查、修理、改进等。维修通常也称为检修。

(2)维修制度：在一定维修思想指导下，制定出的一整套原则和规范，包括维修方式、维修计划、维修机构、组织管理原则等。常见的维修制度包括计划预防维修制度、以可靠性为中心的维修制度等。

(3)预防性维修：在动车组及其部件发生故障前，通过检查、检测、必要的修理等活动使动车组及其部件处于规定状态，以预防故障的发生。动车组预防性维修包括各级定期维修和状态修。

(4)修复性维修：动车组及其部件发生故障后，使其恢复到规定状态所进行的全部维修活动。修复性维修通常也称为事后维修或更正性维修。

(5)定时维修：动车组及其部件使用到预定的时间或该时间之前，必须退出使用而进行的维修。定时维修也称为定期修或计划修。

(6)视情维修：对动车组及其部件的性能参数及其变化进行连续、定期或间接的监测，以确定其功能状态，并根据状态决定是否进行修理的一种维修方式。视情维修也称为状态修。

(7)维修规程：对动车组进行定期维护和检修以预防故障发生，或完成修复所制定的规范性文件。在动车组维修规程中，对维修项目、周期、标准、方式都有明确规定。

(8)维修等级：为便于预防修工作的管理、组织、实施，提高检修效率和效益，将检修周期相近部件的预防修工作优化组合成的不同维修等级。目前我国动车组采用1~5个维修等级。

二、动车组维修制度的发展

动力组维修制度的发展过程大致可分为3个阶段：①事后维修制度；②以机械磨损

理论为基础的计划预防维修制度；③以可靠性为中心的现代维修制度。

1. 事后维修制度

早期的装备结构比较简单，装备故障的影响也不大，维修比较方便。一般采用事后维修的方式，即不坏不修，坏了再修。目前，一些简单的生产和交通工具仍然采用事后维修方式。

2. 计划预防修制度

自 20 世纪 40 年代开始，出现了以机械部件为主的大型生产装备，此类装备的故障模式主要是磨损、磨耗、疲劳，常常由于某个关键设备故障造成整个生产线的停产，其故障后果不容忽视。为了预防故障的发生，依据机械磨损理论，建立了计划预防修制度。

3. 以可靠性为中心的维修制度

随着科技的迅猛发展，飞行器、高速列车等现代技术装备呈现大型化、复杂化、机电一体化等特点，故障规律不再简单遵从磨损理论。在实践中也发现，并不是维修越勤、修理范围越大，故障就越少，相反会由于频繁拆装带来更多的故障。因此，针对现代装备的故障规律和技术特点，在计划预防修制度的基础上发展建立了“以可靠性为中心的维修”制度。

三、国外动车组修程修制特点

1. 日本新干线高速列车修程修制特点

(1) 日本新干线高速列车采用的是以计划预防修为主的检修制度，此外，还包括临时检修和事后检修。

(2) 定期检修分为四级：48h 的日常检查(日检)、 3×10^4 km 或 30 天的周期检查(月检)、 6×10^5 km 或 1.5 年的转向架检修(架修)和 1.2×10^6 km 或 3 年的全面检修(大修)。

(3) 检修方式更加先进灵活。例如，电机、电气件主要以清洁、检查、状态检测为主；机械件、橡胶件等主要以定期检修和更换为主。

2. 法国 TGV 高速列车修程修制特点

(1) 法国 TGV 高速列车在采用计划预防修大框架的同时，充分考虑了动车组的可靠性、维修性和测试性特点，灵活运用各种维修方式和策略。

(2) 预防修工作分为运行检查、小型检查、大型检查、厂修及部件修、翻新或升级五个等级，每个等级下又包含多个周期不等的维修工作包。充分考虑了各部件检修周期和寿命的差异性，使检修更具针对性。

(3) 重视检修规程的修订和完善。TGV 高速列车检修规程是于 1976 年首次制定的，后来分别于 1981 年、1989 年、1991 年进行了多次修订，在实际运营数据统计分析的基础上，对检修周期和范围进行调整和优化，使检修更加科学合理。

3. 德国 ICE 高速列车修程修制特点

(1)德国 ICE 高速动车组总体上仍然采用了计划预防修制度,且从动车组设计之初就对其可靠性、维修性提出了严格要求,为动车组维修奠定了很好的技术条件和基础。

(2)ICE 动车组定期维修分为 8 个等级:3500km 的 L 级检修(日检)、 2×10^4 km 的 N 级检修(周检)、 6×10^4 km 的 F1 级定检、 1.2×10^5 km 的 F2 级定检、 2.4×10^5 km 的 F3 级定检、 4.8×10^5 km 的 F4 级定检、 1.2×10^6 km 的简易大修、 2.4×10^6 km 的大修。

(3)利用车载信息系统对动车组及其系统的状态进行动态监测和诊断,按照故障的轻重缓急制订维修计划,及时发现和消除大量偶发故障。

(4)针对动车组运用需求,将各级定期维修分解为许多小工作包,以便在动车组库停期间分散而均衡地完成维修工作。

第二节 我国动车组修程与修制

一、动车组检修修程

1. 制定原则和基础

1)制定原则

针对我国高速列车设计、制造和运用的特点,以确保动车组安全性和舒适性为目的,以可靠性技术为基础,在现代维修理论指导下,按照计划预防修为主的原则,建立我国高速动车组修程修制体系。

2)理论基础

运用可靠性理论,对高速列车整车和重要功能系统进行失效机理分析,开展关键技术的试验研究,系统分析故障的发生、发展规律,为修程修制的制定提供科学依据。

以寿命周期费用为经济性评价指标,应用现代维修理论对高速动车组维修范围、维修方式、维修周期、维修级别进行科学界定和优化,使维修更加高效、经济。

3)实践基础

我国铁路机车车辆在长期的检修运用实践中积累了丰富的经验,同时对修程修制进行了多年持续深入的研究,形成了完备的机车车辆检修运用体系,为科学制定高速动车组修程修制奠定了实践基础。

4)技术依据

在动车组投入运用的同时,其设计制造部门提供了动车组及其零部件设计制造相关技术文件、检修使用手册等大量技术资料,为制定修程修制提供了重要的技术依据。

2. 修程修制基本体系

以现代维修理论为指导,按照计划预防修为主的原则,我国动车组施行计划性的预防维修,分为五个等级,其中一、二级检修为运用检修,以维护保养为主,主要在动车所完成;三、四、五级为定期检修,属于高级别维修,以恢复基本性能为主,主要在动