



中国高速铁路技术丛书
和谐号CRH动车组技术系列

CRH1型动车组

张曙光 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路科技图书出版基金资助出版

中国高速铁路技术丛书
和谐号 CRH 动车组技术系列

CRH1 型 动 车 组

张曙光 主编

中 国 铁 道 出 版 社

2008 年 · 北 京

内 容 提 要

本丛书是第一套全面、系统介绍和谐号 CRH 动车组的权威性著作。

CRH 动车组包括 CRH₁ 型、CRH₂ 型、CRH₃ 型和 CRH₅ 型等,是我国开发的自主品牌高速铁路动车组,其在系统集成、轻量化车体、无摇枕高速转向架、大功率交—直—交牵引传动与控制、微机控制复合制动和列车网络控制等方面体现了当今铁路机车车辆制造业的先进成果,具有“先进、成熟、经济、适用、可靠”的技术特点。

本册介绍 CRH₁ 型动车组,分为绪论、总体技术、车体结构、车内布置、转向架、司机室、牵引传动、辅助系统、动车组控制与管理、空气制动及供风系统、信息传输、旅客信息系统、车内环境控制、车端连接、车辆给排水及卫生系统、列车运行控制系统车载设备等 16 部分。

本书是从事动车组研究设计、制造、运用、维修的专业技术人员、管理人员业务培训的推介性资料,也是相关业务部门、大中专院校相关专业师生和关心中国高速铁路事业的人士学习、了解动车组技术的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

CRH₁ 型动车组/张曙光主编. —北京:中国铁道出版社, 2007. 8

(中国高速铁路技术丛书 和谐号 CRH 动车组技术系列)

ISBN 978-7-113-08193-5

I. C… II. 张… III. 动车-技术-中国 IV. U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 116793 号

中国高速铁路技术丛书
和谐号 CRH 动车组技术系列
作者:张曙光 主编
CRH₁ 型动车组

责任编辑:韦和春 薛 淳 聂清立 王风雨 王明容 孙 楠

封面设计:冯龙彬

责任校对:张玉华

责任印制:郭向伟 周宝魁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

网 址:www.tdpress.com

印 刷:北京精彩雅恒印刷有限公司

版 次:2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:38 插页:1 字数:841 千

印 数:1~8 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-08193-5/U·2090

定 价:95.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

2007年4月18日,我国成功实施了第六次铁路大面积提速调图,和谐号CRH动车组首次出现在中国铁路上,在既有线上实现了最高时速250公里的高速运营。这标志着我国既有线提速达到了世界先进水平,铁路技术装备进入了世界先进行列。以CRH动车组为亮点的铁路第六次大面积提速调图对运输能力的释放,对时空距离的拉近,对旅客出行的便利,对社会经济的发展产生了广泛而深刻的影响。

动车组是自带动力、固定编组、可双向开行的旅客列车,具有安全可靠、运行快捷、乘坐舒适、编组灵活等特点,是高效率、大密度的旅客运载工具。CRH动车组是动力分散型动车组,具有牵引功率大、轴重小、启动加速性能好、可靠性高、车辆空间利用率高等特点,动力分散型动车组是世界高速动车组技术发展的方向。

中国铁路高速动车组CRH(China Railway High-speed)是中国铁路自主品牌的系列高速动车组。在先进、成熟、经济、适用、可靠的方针指导下,CRH动车组在系统集成技术、轻量化技术、高速转向架技术、交流传动技术、高速受流技术、高速制动技术、网络控制技术、人机工程技术、节能环保技术等方面达到了世界先进水平。

CRH动车组采用流线型外形,具有优良的空气动力学性能;车体采用大型中空铝合金型材或不锈钢薄壁筒形轻量化结构,具有重量轻、强度高、密封性好的特点;转向架采用无摇枕空气弹簧、多自由度刚度和阻尼控制的悬挂结构和空心车轴等,减少了轮轨作用力,提高了运行品质,具有高速运行的稳定性和舒适性;牵引系统采用了大功率交—直—交牵引传动方式,变流模块采用了世界先进的小体积、大功率IGBT/IPM元器件,具有启动平稳、有效抑制空转和滑行、驱动简单、保护容易、开关频率高等特点;制动系统采用了微机控制电空复合制动方式,能够按照制动模式控制曲线实现平稳、准确调速和停车,充分发挥了再生制动的节能作用;列车分布式微机网络控制系统为智能化的列车控制、监测与诊断系统,具有控制准确、数据传输量大、设备状态监测与系统自诊断相结合等特点;旅客界面采用人性化设计,设备设施融入了人机工程学理念,设施功能齐全、乘坐舒适;车内密封压力控制技术、空调系统技术、车内外噪声控制技术满足了高速动车组环控技术的要求;轮轨关系、弓网关系、车载通信信号等系统技术与我国铁路基础设施具有良好的匹

配性。

CRH 动车组分别为青岛四方-庞巴迪-鲍尔铁路运输设备有限公司生产的 CRH₁ 型、四方机车车辆股份有限公司生产的 CRH₂ 型、唐山轨道客车有限责任公司生产的 CRH₃ 型和长春客车轨道股份有限公司生产的 CRH₅ 型。其中,CRH₁ 型和 CRH₅ 型动车组为时速 200~250 公里速度等级的动车组;CRH₂ 型动车组则包括了时速 200~250 公里速度等级动车组(又称 CRH₂-200 型)和时速 300~350 公里速度等级动车组(又称 CRH₂-300 型);CRH₃ 型动车组为时速 350 公里速度等级动车组。

和谐号 CRH 动车组技术丛书分为 CRH₁、CRH₂、CRH₃、CRH₅ 等分册,分别介绍了相应型号动车组。本套丛书具有较强的通用性和基础性。每册分 16 章,第 1 章为绪论,主要介绍了技术发展情况和本册的内容;第 2 章为总体技术,系统地介绍了动车组的总体组成、主要技术特性等;第 3 章到第 16 章介绍了动车组各部分结构、功能、设计原理、系统参数、使用维护以及部分计算和试验等内容,分车体结构、车内布置、转向架、司机室、牵引传动、辅助系统、动车组控制与管理、空气制动及供风系统、信息传输、旅客信息系统、车内环境控制、车端连接、车辆给排水及卫生系统、列车运行控制系统车载设备等。

本丛书的使用对象是从事动车组研究、设计制造、运用维修的技术、管理人员和院校相关专业的师生,对各类人员的自学、业务培训以及查询都具有很好的实用性,同时也能作为关心中国高速铁路事业的人士学习了解动车组技术的参考资料。

本丛书由铁道部副总工程师张曙光主编。在丛书的编写与审核过程中,得到了西南交通大学沈志云院士、中国铁道科学研究院首席专家黄强研究员等专家的帮助,四方机车车辆股份有限公司、长春轨道客车股份有限公司、唐山轨道客车有限责任公司、青岛四方-庞巴迪-鲍尔铁路运输设备有限公司、浦镇车辆厂、永济电机厂、大同电力机车有限责任公司、北京交通大学、西南交通大学、同济大学、中南大学、兰州交通大学、中国铁道科学研究院机车车辆研究所、青岛四方车辆研究所有限公司、株洲电力机车研究所、戚墅堰机车车辆工艺研究所等单位的有关人员参加了编写工作。在此对他们表示衷心的感谢!

作 者

2008 年 6 月

- 1 绪论 /1
 - 1.1 CRH₁ 型动车组概貌 /1
 - 1.2 本书的主要内容 /4

- 2 总体技术 /8
 - 2.1 概述 /8
 - 2.2 主要总体特性 /8
 - 2.3 牵引制动特性 /16
 - 2.4 各车型平面布置 /17
 - 2.5 工业设计 /20
 - 2.6 可靠性 /21
 - 2.7 主要技术特点 /22

- 3 车体结构 /27
 - 3.1 概述 /27
 - 3.2 承载结构特征 /27
 - 3.3 车体横断面与限界 /31
 - 3.4 强度及气密性要求 /36
 - 3.5 车下设备舱 /38
 - 3.6 头车前部结构 /40

- 4 车内布置 /45
 - 4.1 内装特征(总体布置) /45
 - 4.2 内装材料 /50
 - 4.3 车门 /53

- 4.4 车窗 /64
- 4.5 座椅 /67
- 4.6 行李存放设施 /69
- 4.7 卫生间 /71
- 4.8 餐饮设施 /73
- 4.9 车厢隔音隔热性能 /75

5 转向架 /78

- 5.1 概述 /78
- 5.2 构架 /82
- 5.3 轮对组成 /90
- 5.4 一系悬挂 /94
- 5.5 二系悬挂 /96
- 5.6 齿轮箱及机械传动装置 /101
- 5.7 基础制动装置 /104
- 5.8 安全和速度检测 /107
- 5.9 接地装置 /111
- 5.10 过分相检测装置 /112
- 5.11 扫石器 /113

6 司机室 /114

- 6.1 概述 /114
- 6.2 司机室内部布置 /114
- 6.3 司机操纵台 /116
- 6.4 电器柜 /125
- 6.5 座椅 /128
- 6.6 司机室门 /129
- 6.7 窗 /131
- 6.8 司机室地板 /133

7 牵引传动 /134

- 7.1 概述 /134
- 7.2 牵引传动系统主电路构成 /137
- 7.3 高压电器 /137
- 7.4 牵引变压器 /151
- 7.5 牵引电动机 /157
- 7.6 牵引变流器 /166

7.7	牵引系统控制及保护	/227
8	辅助系统	/279
8.1	概述	/280
8.2	辅助变流器(ACM)	/287
8.3	辅助变流器控制	/295
8.4	辅助用电设备	/296
8.5	充电机	/297
8.6	蓄电池	/306
9	动车组控制与管理	/313
9.1	概述	/314
9.2	TCMS的主-从结构及配置	/316
9.3	TCMS的冗余	/320
9.4	TCMS硬件故障的影响范围	/324
9.5	牵引控制	/328
9.6	制动控制	/330
9.7	系统安全联锁	/336
9.8	司机控制器与动车组的行走控制	/341
9.9	动车组过分相	/355
9.10	车门控制	/361
9.11	司机室显示	/365
9.12	乘务员显示	/407
9.13	安全监控	/408
10	空气制动及供风系统	/430
10.1	概述	/430
10.2	功能及设计参数	/431
10.3	供风系统主要组成	/432
10.4	气动辅助设备	/444
10.5	空气制动主要组成	/446
10.6	制动工况	/448
10.7	回送制动控制	/451
10.8	基础制动装置	/451
11	信息传输	/458
11.1	概述	/458

- 11.2 网络拓扑结构 /459
- 11.3 网络设备及配置 /462

12 旅客信息系统 /484

- 12.1 概述 /484
- 12.2 乘客信息系统 PIS 的系统组成 /486
- 12.3 PIS 操作 /494
- 12.4 PIS 的信息输入 /500
- 12.5 娱乐系统的组成 /509
- 12.6 娱乐系统的操作应用 /518

13 车内环境控制 /526

- 13.1 概述 /526
- 13.2 空调系统 /526
- 13.3 压力保护 /537
- 13.4 采暖系统 /538
- 13.5 照明 /539
- 13.6 车内噪声 /542
- 13.7 司机室环境 /543
- 13.8 应急系统 /544

14 车端连接 /549

- 14.1 概述 /549
- 14.2 自动车钩 /551
- 14.3 半永久性车钩 /557
- 14.4 过渡车钩 /560
- 14.5 风挡 /561
- 14.6 电气连接 /565
- 14.7 压缩空气连接 /568

15 车辆给排水及卫生系统 /571

- 15.1 概述 /571
- 15.2 供水系统 /571
- 15.3 饮水机 /573
- 15.4 排水系统 /573

16 列车运行控制系统车载设备 /582

- 16.1 概述 /582
- 16.2 日立 ASJ ATP /586
- 16.3 LKJ2000 /588
- 16.4 车载无线通信设施 /596

绪 论

21 世纪是合作、和谐发展的世纪。借助于计算机技术、通信技术等高新技术的帮助,世界铁路从 20 世纪 70 年代开始走上了复兴之路,开启了高速运输的新时代。快速发展的中国经济与中国社会呼唤着中国铁路尽快打开高速之门,加速现代化,用强有力、高安全性、现代化的钢铁巨龙,撕破空气阻力,扩大运输能力,缓解铁路对国民经济和社会发展的“瓶颈”制约,实现铁路又好又快发展。

在这种形势要求下,为快速提升我国铁路机车车辆装备技术水平,铁道部组织四方-庞巴迪-鲍尔铁路运输设备有限公司(简称 BSP 公司)等单位研制生产出了速度为 200 km/h 的 CRH₁ 型高速动车组。BSP 公司采用先进的制造和管理系统及安全、健康标准为中国铁路生产了多种旅客列车。

CRH₁ 型动车组是一种全面采用先进技术、现代化的动力分散型电动车组。该列车为 8 辆车编组,其中 5 辆车为动车,3 辆车为拖车,设计运营速度为 200 km/h,最高试验速度为 250 km/h。CRH₁ 型动车组转向架采用成熟的设计概念,悬挂系统的设计能最大限度地降低轨道作用力,减少车轮磨耗和噪声;电动机变流器由微处理器控制,具有自检、自诊断和保护功能,模块化程度高,冷却系统的效率高,控制系统协调性好;列车网络系统的软硬件设计模块化程度高、智能化程度高,为列车高速、安全运行提供了可靠的保证,同时也为旅客提供了健康和舒适的旅行环境。列车以成熟的高速技术为基础,保证了该动车组的技术先进与运营可靠。

1.1 CRH₁ 型动车组概貌

2007 年 4 月 18 日,由 BSP 公司生产的 CRH₁ 型动车组首次投入运营,以下是该动车组车的概貌情况。

1.1.1 动车组列车

CRH₁ 型动车组列车采用鼻形圆锥体流线型外形头部结构,具有满足高速运行的气动特性,见图 1.1 所示。动车组两端外形对称设计,两端均设有司机室,便于列车的气动特性,见图 1.1 所示。动车组两端外形对称设计,两端均设有司机室,便于列车的

双向驾驶。



图 1.1 动车组外貌

1.1.2 动车组客室

CRH₁型动车组由客室承载旅客运输,客室包括一等车客室和二等车客室。图 1.2 为一等车客室概貌,其座椅采取较大乘坐空间的“2+2”布置,并具有视频系统。图 1.3 为二等车客室概貌,其座椅采取“2+3”布置,较一等车客室可承载更多的旅客。



图 1.2 动车组一等车客室



图 1.3 动车组二等车客室

1.1.3 动车组餐饮设施

CRH1 型动车组设有餐车, 主要提供快速食品以及酒水、饮料等服务。餐饮区概貌如图 1.4 所示。餐饮区布置有 6 张餐桌和 24 个沙发坐席、3 个酒吧立桌、吧台(包括厨房制作间、储藏间、柜台)等。

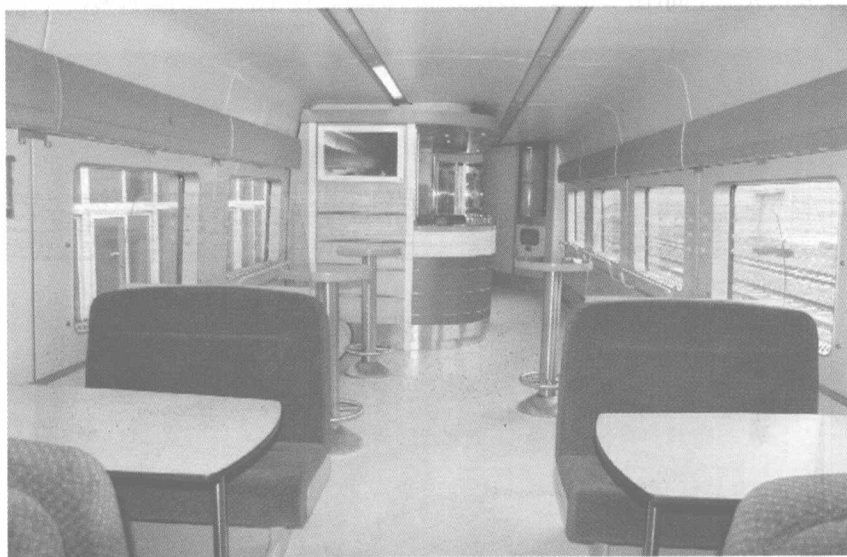


图 1.4 动车组餐车餐饮区

图 1.5 为动车组餐车吧台概貌。吧台布置有冷藏展示柜、多种加热设备、冷饮机、咖啡机、开水炉、柜台台面、带有冷热水龙头的双池洗槽以及厨房排风和灭火设备等。

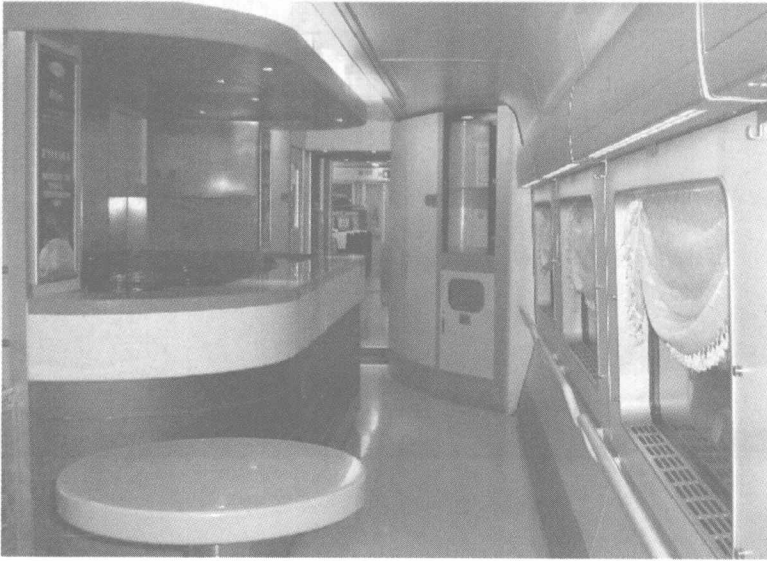


图 1.5 动车组餐车吧台区

1.1.4 动车组洗漱卫生设施

CRH₁ 型动车组全列车共设置 13 个卫生间,卫生间设有洗漱设施。卫生间种类包括蹲式、坐式以及残疾人卫生间(图 1.6)等。残疾人卫生间设置在 Tb 车上的靠近残疾人轮椅位置处。



图 1.6 动车组客室卫生间

1.1.5 动车组司机室

图 1.7 为 CRH1 型动车组司机室内概貌。该动车组有两个司机室,分别位于动车组两端,便于列车的双向驾驶。司机室设计为一人操作,也可以容纳另一个便乘人员,但只提供一折叠椅给便乘者使用。列车司机室内部为司机提供了一个安全的、符合人类工效学的工作环境,便于操作、维护,司机室挡风玻璃视野宽阔,能见度好,挡风玻璃上还装有前窗加热系统、雨刷器以及电动遮阳板。司机室内主要设有司机操纵控制台、司机座椅和两个设备柜等。

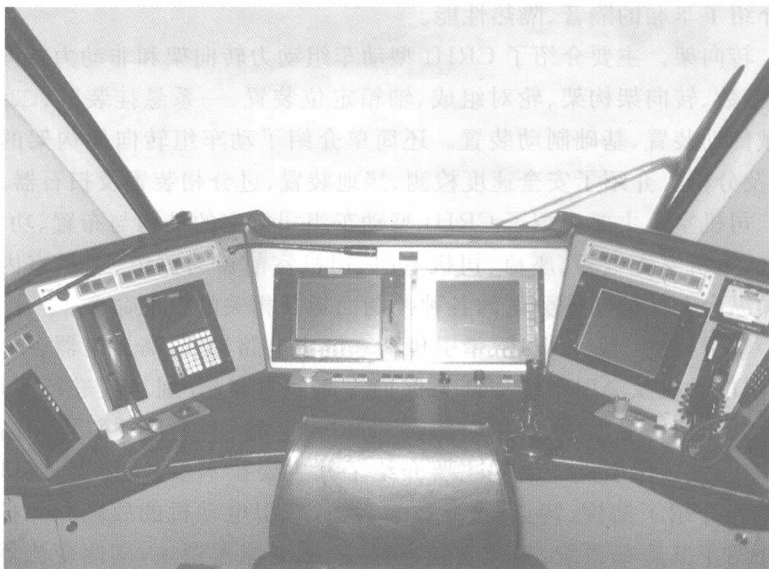


图 1.7 动车组司机室

1.2 本书的主要内容

本书共分 16 章,简单介绍了有关设计原理和基本概念、基本功能与技术特性;详细介绍了结构、参数和试验结果等内容。本书的编写力求深入浅出,通俗易懂,以适应铁路工程技术人员、运营者、司乘人员、铁路院校师生和关心中国高速铁路事业的人士等不同读者的需要。

第 1 章 绪论。重点介绍 CRH1 型动车组的背景、概貌以及本书的各章节主要内容等。

第 2 章 总体技术。概略介绍 CRH1 型动车组的总体组成、平面布置、主要技术特性等,重点、综合性地介绍 CRH1 型动车组所采用的 9 项关键技术和 10 项主要配套技术。9 项关键技术分别是:动车组系统集成,车体,转向架,牵引变流器,牵引电动机,主变压器,牵引控制,列车网络 TCMS,制动控制及供风系统。10 项主要配套技术为:受电弓,车内电器,空调系统,车钩,出入门和可移动脚踏系统,真空集便系统和厕所模块,内装,侧窗、盲窗及逃生窗,座椅,风挡等各方面的配套技术。

第 3 章 车体结构。从 CRH1 型动车组不锈钢车体的承载结构入手,详细地介绍了不锈钢车体的组成结构、车体断面、主要技术参数(包括性能参数与结构参数),以及构成

不锈钢车体的各大部件的基本结构和所使用的不锈钢型材的结构特点、承载形式与材料特性；简要地介绍了 CRH₁ 型动车组静态装载限界、动态包络线的设计校核计算；简要论述动车组断面与车辆限界之间的关系；介绍了不锈钢车体的强度及气密性方面的内容。除此之外，还介绍了车体的前端头形、车顶导流罩、车下设备舱的结构与技术特征等。

第 4 章 车内布置。主要介绍了 CRH₁ 型动车组各车辆的平面布置、断面布置、内装结构与材料、车内设备布置及其功能、用途和使用方法。重点介绍了各种车窗、车门、座椅、卫生间、餐饮等设施的基本结构、主要功能与技术要求、工作(动作)原理、操作使用方法；此外，还介绍了车厢的隔音、隔热性能。

第 5 章 转向架。主要介绍了 CRH₁ 型动车组动力转向架和非动力转向架的基本结构、主要技术参数、转向架构架、轮对组成、轴箱定位装置、一系悬挂装置、二系悬挂装置、齿轮箱及机械传动装置、基础制动装置。还简单介绍了动车组转向架构架的强度设计计算、计算结果及分析。介绍了安全速度检测、接地装置、过分相装置及扫石器。

第 6 章 司机室。主要介绍了 CRH₁ 型动车组司机室的结构与布置、功能及特点，包括司机操纵台、司机室配电柜、座椅、司机室门、司机室前窗与侧窗、司机室内装等。重点介绍了司机操纵台上按照功能分区的各种控制面板及相关的控制命令。

第 7 章 牵引传动。分为概述、牵引传动系统主电路构成、高压电器、牵引变压器、牵引变流器、牵引电动机及牵引系统控制与保护等部分内容，分别对其进行了详细的介绍。高压电器中主要介绍了受电弓、高压断路器、防雷击装置、网端检测装置和高压电缆的结构、特点和技术参数。牵引变压器中主要介绍了其主要技术参数、特点、接口参数等。牵引电动机中主要介绍了结构、特点、主要技术参数、牵引电动机的故障和保护。对于牵引变流器着重介绍了其冷却系统，变流器箱电路，网侧变流器模块，网侧变流器监督、保护、诊断、测试与自检功能，电动机变流模块及其控制。此外，牵引系统的控制与保护中概述了列车控制系统及牵引控制系统，介绍了牵引控制、牵引系统保护、牵引系统诊断等。

第 8 章 辅助系统。主要介绍 CRH₁ 型动车组辅助变流器、辅助变流器控制和辅助用电设备等内容。首先介绍辅助供电方式与性能、辅助电路的结构原理及系统保护等内容，然后分别介绍辅助变流器和充电机特点、主要技术参数与详细结构以及辅助变流器的控制，并对蓄电池的结构、参数与充放电特性分别进行了介绍。

第 9 章 动车组控制与管理。重点介绍 CRH₁ 型动车组的分布式计算机系统，称为 TCMS(the Train Control & Management System)，即列车控制和管理系统，包括 TCMS 的主从结构与配置、TCMS 的冗余、TCMS 硬件故障的影响范围等。还分别介绍了牵引控制、制动控制、系统安全联锁、司机室控制器与动车组的走行控制与过分相；介绍了动车组上各种门的控制，司机室的显示、乘务员显示与安全监控等。

第 10 章 空气制动及供风系统。主要介绍 CRH₁ 型动车组所采用的电气指令微机控制直通式电空制动及其基础制动系统。重点介绍了制动系统的组成及特点、原理与设计参数，介绍了供风设备、制动控制设备、安全制动、升降弓、基础制动装置、气动辅助用风设备、联挂及回送等，同时介绍了相关的制动计算等内容。

第 11 章 信息传输。CRH₁ 整列动车组的控制信号、状态监测信息、故障诊断记录

信息是基于现场总线的实时通信网络传输的,可以说通信网络是列车信息流的大动脉,顺畅的通信网络是列车正常运行的根本保证,列车通信网络已成为现代列车运行的核心。第 11 章介绍 CRH1 列车通信网络的拓扑结构、通信协议、网络设备等内容。

第 12 章 旅客信息系统。CRH1 型动车组有两套与旅行相关的信息系统,一个是乘客信息系统(PIS, Passenger Information System),另一个是娱乐系统(ES, Entertainment System)。乘客信息系统和娱乐系统彼此联系紧密,前者提供与旅行相关的信息,后者提供影像和音乐播放功能。娱乐系统(ES)使用乘客信息系统 PIS 的声响器材,PIS 系统将信息显示于专用显示器和 ES 监视器上。第 12 章分别介绍了乘客信息系统和娱乐系统的组成及操作。

第 13 章 车内环境控制。CRH1 型动车组车内环境控制系统主要包括空调系统、采暖系统、压力保护系统、照明系统、车内噪声控制系统、应急系统及司机室环境控制系统。第 13 章简要介绍了空调系统的组成、空调机组、送风、回风与废排系统结构、车内压力保护、司机室空调系统、采暖系统的组成与布置、应急通风装置的结构、工作原理与控制、照明系统的结构与布置、应急照明装置的结构与控制等内容。

第 14 章 车端连接。主要介绍了 CRH1 型动车组机械连接的工作方式及主要技术参数等,包括车钩及其缓冲装置、气密式内风挡和外风挡;电气连接包括高、中、低压供电连接、控制和通信连接;压缩空气连接则包括以传递列车管和总风管及车钩解钩空气管路连接。

第 15 章 车辆给排水及卫生系统。主要介绍 CRH1 型动车组的供水系统、饮水机及由部分厕所系统、水和废水系统、水箱、集便箱、清空装置、注水系统、管道和污物箱等组成的排水系统。

第 16 章 列车运行控制系统车载设备。主要介绍 CRH1 型动车组运行控制系统的车载设备。分别介绍了国产 LKJ-2000 与日立 ASJ ATP 车载设备在动车组上的组成、安装布置、主要技术指标等内容。