



中国高速铁路技术丛书
和谐号CRH动车组技术系列

CRH5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

CRH5 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 CRH5 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、辅助供电、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

CRH5 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 978-7-113-08194-2

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 116794 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

CRH5 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:36.5 字数:808 千

印 数:1~8 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-08194-2/U·2091

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 概述 /1
 - 1.2 原型车 /4

- 2 总体技术 /11
 - 2.1 CRH₅ 型动车组主要总体特征 /11
 - 2.2 车种车型 /18
 - 2.3 牵引-制动特性 /42
 - 2.4 CRH 动车组标志 /45

- 3 车体结构 /61
 - 3.1 承载结构特征 /61
 - 3.2 车体横断面与限界 /72
 - 3.3 强度及气密性要求 /76
 - 3.4 导流罩 /77
 - 3.5 头车前部结构 /81
 - 3.6 引用标准 /86

- 4 车内布置 /87
 - 4.1 概述 /87
 - 4.2 内装材料 /92
 - 4.3 登车门(侧门) /95
 - 4.4 端门 /100
 - 4.5 车窗 /103
 - 4.6 座椅 /105

- 4.7 行李架 /112
- 4.8 卫生间 /113
- 4.9 餐饮设施 /121
- 4.10 车厢的隔音隔热 /124
- 4.11 引用标准 /125

5 转向架 /127

- 5.1 概述 /127
- 5.2 构架 /130
- 5.3 轮对组成 /135
- 5.4 轴箱组成 /140
- 5.5 一系悬挂轴箱定位装置 /140
- 5.6 二系中央悬挂装置 /143
- 5.7 机械传动装置 /151
- 5.8 基础制动装置 /154
- 5.9 辅助装置 /155
- 5.10 转向架的强度计算 /156
- 5.11 转向架关键部件强度试验 /162
- 5.12 引用标准 /169

6 司机室 /171

- 6.1 司机室布置 /171
- 6.2 司机操纵台 /174
- 6.3 电器柜 /184
- 6.4 座椅 /184
- 6.5 司机室门 /187
- 6.6 司机室窗 /191
- 6.7 司机室内装备 /197
- 6.8 司机室内设备 /202
- 6.9 引用标准 /220

7 牵引传动 /224

- 7.1 概述 /224
- 7.2 牵引传动系统 /225
- 7.3 高压电器 /228
- 7.4 牵引变压器 /243
- 7.5 牵引变流器 /250

- 7.6 牵引电动机 /261
- 7.7 引用标准 /265

- 8 辅助系统 /269**
 - 8.1 概述 /269
 - 8.2 辅助变流器 /273
 - 8.3 辅助用电设备 /279
 - 8.4 充电机 /284
 - 8.5 蓄电池 /297
 - 8.6 地面电源 /300

- 9 动车组控制与管理 /302**
 - 9.1 概述 /302
 - 9.2 系统安全联锁 /306
 - 9.3 司机控制器 /310
 - 9.4 动车组的走行控制 /314
 - 9.5 动车组过分相 /325
 - 9.6 牵引控制 /331
 - 9.7 制动控制 /355
 - 9.8 车门控制 /362
 - 9.9 空调控制 /370
 - 9.10 司机室显示 /372
 - 9.11 故障保护 /384
 - 9.12 安全监控 /393

- 10 空气制动及供风系统 /400**
 - 10.1 概述 /400
 - 10.2 功能及设计参数 /400
 - 10.3 供风设备 /404
 - 10.4 制动控制设备 /411
 - 10.5 备用制动 /416
 - 10.6 安全制动 /418
 - 10.7 升弓装置 /420
 - 10.8 气动辅助设备 /421
 - 10.9 联挂、回送 /422
 - 10.10 制动距离计算 /423
 - 10.11 空气消耗量计算 /423

- 10.12 停放制动 /428
- 10.13 撒砂 /430
- 10.14 基础制动装置 /432

11 信息传输 /434

- 11.1 概述 /434
- 11.2 信息传输协议 /436
- 11.3 列车通信网络 /438
- 11.4 车厢通信网络 /438
- 11.5 设备通信网络 /449
- 11.6 维修信息的传输 /450

12 旅客信息系统 /452

- 12.1 概述 /452
- 12.2 系统组成 /455
- 12.3 系统设备 /456
- 12.4 旅客信息系统的使用和维护 /463

13 车内环境控制 /465

- 13.1 概述 /465
- 13.2 空调系统 /471
- 13.3 压力保护 /483
- 13.4 采暖系统 /485
- 13.5 照明系统 /486
- 13.6 司机室环境 /492
- 13.7 应急系统 /500

14 车端连接 /503

- 14.1 概述 /503
- 14.2 自动车钩缓冲装置 /504
- 14.3 半永久车钩 /512
- 14.4 过渡车钩 /515
- 14.5 双层折棚式风挡 /516
- 14.6 车端电气连接 /517
- 14.7 压缩空气连接 /518
- 14.8 引用标准 /521

15 车辆给排水及卫生系统 /524

15.1 概述 /524

15.2 供水系统 /524

15.3 饮水机 /528

15.4 卫生系统 /532

16 列车运行控制系统车载设备 /539

16.1 概述 /539

16.2 ATP 车载设备 /540

16.3 列车运行监控记录仪 LKJ2000 /546

16.4 列车综合无线通信装置 /552

1.1 概 述

由于铁路运输具有速度快、运量大、能耗低、污染轻、安全性好等诸多优点,一直都是世界各国现代化交通运输体系中最为核心的运输手段,在国民经济的发展中发挥着不可替代的作用,铁路机车车辆制造业也因此成为了国民经济发展中的重要基础产业。世界上许多发达国家为了促进经济的发展,一直在推动本国及相邻区域的轨道交通技术装备现代化进程,不断地提高机车车辆的运行速度。

我国铁路在“九五”至“十五”期间进行的五次大面积提速,为国民经济持续、健康、稳定的发展和快速增长做出了巨大贡献,曾一度缓解了铁路客运压力。然而随着近年来国民经济的高速发展,铁路运输又再度成为制约国民经济发展的瓶颈,尤其是铁路客运能力不足的矛盾十分突出。

为了适应国民经济的快速发展,2004年铁道部报国务院批准通过了我国《中长期铁路网规划》,在今后10年内,我国将建立由“四纵四横”的快速铁路干线与多条200~250 km/h速度级与300~350 km/h速度级客运专线构成的客运网络体系,其总长度将达到10 000 km以上。铁道部按照“引进先进技术、联合设计生产、打造中国品牌”的总体发展目标和“先进、成熟、经济、适用、可靠”的技术方针,全面部署、组织实施和推进了高速动车组技术引进和国产化项目。

从20世纪80年代起,以法国、德国为代表的欧洲发达国家相继开行了250 km/h以上速度高速动车组,加速了世界铁路高速化、现代化的进程。至今为止,世界上开行200 km/h以上速度级动车组的国家已有法国、日本、德国、意大利、瑞典、英国、西班牙、美国、奥地利、荷兰、比利时、瑞士、挪威、芬兰、俄罗斯等国家及亚洲的韩国、中国台湾地区等。其中法国阿尔斯通公司以超过15年的300 km/h以上速度运营TGV系列超高速列车的辉煌业绩,以及在摆式列车领域独占鳌头的ETR(Pendolino)系列高速动车组享誉世界。在车辆动力学与转向架、空气动力学、铝合金车体、牵引传动及控制、列车网络系统、制动等铁路动车组的关键技术方面处于世界领先地位,同时,在动车组的运用、维护与检

修方面积累了丰富的经验。

2004年10月,长春轨道客车股份有限公司(简称长客股份公司)在铁道部的领导与支持下,与法国阿尔斯通公司联合,共同与铁道部签订了提供60列时速200 km动车组的合同,由阿尔斯通公司向长客股份公司进行技术转让,联合制造,最终以70%以上的国产化率制造具有中国品牌的时速200 km动车组,即CRH5型动车组。

2007年4月,铁道部组织第6次铁路大提速,CRH5型动车组正式投入运营。为了让国内铁路工程技术人员、铁路运营者和一贯支持和关心铁路事业的广大旅客能够了解CRH5型动车组,我们编写了这本《CRH5型动车组》,从设计制造技术、基本功能与性能、操作使用、运用维护与检修等不同的角度描述和介绍CRH5型动车组。

本书共分16章,包括设计原理和基本概念、基本功能与技术特性、详细的结构和参数、相关的分析和试验结果、采用的技术标准等内容。本书的编写深入浅出,通俗易懂,可以适应铁路工程技术人员、运营者、司乘人员、铁路院校师生、爱好铁路动车组人士等不同读者的需要。

本章作为第1章。介绍了CRH5型动车组项目的来龙去脉,说明了CRH5型动车组项目总体目标和要达到的目的和效果;同时简要地叙述了世界铁路现代化的发展进程和动车组的发展水平。

在本章的后半部分还简要介绍了CRH5型动车组原型车——SM3型动车组的一般情况、沿革,从使用功能和运用的角度描述了该动车组所具有的“先进、成熟、经济、适用、可靠”的主要技术特征。在叙述SM3型动车组高新技术的采用情况之后,又比较了CRH5型动车组与原型车的差异。

第2章 总体技术。本章从总体技术的角度简要地介绍了CRH5型动车组的组成结构、总体布置、主要设备布置、车种车型设置及特征,以及主要技术参数、牵引-制动特性、旅客界面和对国内铁路线路、限界、接触网及地面列车控制系统的适应性,并对该动车组在国内适用性进行了初步的分析,力求让读者对CRH5型动车组形成完整的概念,以便进一步了解后续各章节的内容。

第3章 车体结构。介绍了CRH5型动车组采用铝合金车体的情况。从CRH5型动车组铝合金车体的承载结构入手,详细地介绍了铝合金车体的组成结构、车体断面、主要技术参数(包括性能参数与结构参数),以及构成铝合金车体的各大部件的基本结构和所使用的铝合金型材的特殊结构特点、承载形式与材料特性。伴随着结构介绍,还简要地介绍了CRH5型动车组铝合金车体的设计流程、动车组静态装载限界、动态包络线的设计校核计算,进而论述了动车组断面与车辆限界之间的关系。为了说明动车组铝合金车体的承载能力,还简要介绍了铝合金车体的强度、气密性与气密强度的结构设计原则、计算、试验方面的内容。除此之外,还从空气动力学特性的角度出发,介绍了铝合金车体的前端头形、车顶导流罩、车下设备仓的结构与技术特征。在结尾列出了CRH5型动车组铝合金车体设计、制造和试验所遵从的国际技术标准。

第4章 车内布置。主要介绍CRH5型动车组各车辆的平面布置、断面布置、内装结构与材料、车内设备设置与布置情况及其功能、用途和使用方法。重点介绍了铝蜂窝复合

材料,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,并从设计制造的角度出发,叙述了相关试验、执行技术标准等方面的内容,还补充说明了 CRH5 型动车组使用的内装材料特性、车厢的隔音、隔热性能。

第 5 章 转向架。主要介绍 CRH5 型动车组转向架的结构、性能与技术参数。介绍了 CRH5 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、机械传动装置(齿轮箱)、基础制动装置。为了清楚地说明转向架的性能,本章不仅对各部分的结构做了较为详细的描述,也对动车组转向架构架的强度设计、静强度试验、疲劳强度试验、车轴的强度设计与试验、转向架动力学性能计算、滚动振动试验台试验方面的内容进行了叙述。在结尾,还对 CRH5 型动车组转向架采用的焊接制造技术标准和达到动力学性能、强度与疲劳强度标准进行了陈述。

第 6 章 司机室。主要介绍 CRH5 型动车组司机室的结构与布置、功能及特点,所介绍内容包括司机操纵台、司机室配电柜、座椅、司机室登车门与隔门、司机室前窗与侧窗、雨刷、前照灯和司机室内装等。重点介绍了司机操纵台,按照功能分区、制动系统命令、主命令控制板区、牵引指令控制板、主要动车组设备和警示灯区、ATP LKJ2000 设备、诊断和安全控制的顺序详细地介绍司机室的主要操作与控制功能及其主要技术特征。

第 7 章 牵引传动。主要介绍 CRH5 型动车组牵引传动系统的工作原理、主电路结构、控制电路和控制策略、牵引传动设备、高压电器在动车组中的布置与安装情况、系统的主要技术参数和特性。分为概述、系统牵引-制动特性与主电路结构、高压电器、牵引变压器、牵引变流器、牵引电动机几部分内容进行了详细的介绍。重点介绍牵引变压器、牵引变流器和牵引电动机,对于牵引变压器着重介绍主要技术参数、结构、调整、试验;对于牵引变流器着重介绍四象限变流器的工作原理和参数、逆变器的工作原理和参数,中间回路的特点和技术参数;对于牵引电动机着重介绍结构、特点、参数与试验。此外,高压电器也是这章的主要内容,所介绍的内容包括受电弓、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。另外,特别注意结合对工作原理、特性、结构的说明,介绍了试验、调试、操作注意事项、故障处理和运用维护方面的内容。

第 8 章 辅助系统。主要介绍 CRH5 型动车组辅助供电电源转换装置和辅助用电设备等内容。首先介绍了辅助供电方式与性能、辅助电路的结构、系统保护等内容;随后对辅助变流器、充电机的结构、主要技术参数与特点和蓄电池的结构、参数与充放电特性分别进行了介绍。另外,对动车组的辅助用电设备的分布情况、各种辅助用电设备的性能和技术参数进行了简要介绍。最后介绍了地面电源的接口关系和参数。

第 9 章 动车组控制与管理。主要介绍 CRH5 型动车组的牵引控制系统的电气组成与网络管理。重点介绍系统安全联锁、动车组的走行控制与过分相、牵引控制、制动控制。通过对系统安全联锁功能与控制信号关系、牵引安全回路、制动安全回路的介绍,对动车组的安全联锁系统进行了详细的说明;通过对动车组的过分相系统组成、过分相系统的功

能和技术参数的介绍,对动车组的过分相系统进行了详细的说明;通过对受电弓和主断路器管理、主变压器控制、牵引变流器控制、再生制动控制和紧急制动控制、超速防护控制的介绍,详细地说明了动车组的牵引-制动控制功能与特性。此外,还通过对牵引控制产生一定影响的车门控制、空调控制、故障保护和安全监控的介绍进一步描述了动车组的牵引控制系统。

第 10 章 空气制动及供风系统。主要介绍 CRH5 型动车组所采用的电气指令微机控制直通式电空制动系统。主要介绍了制动系统的组成及特点、原理与设计参数,包括了系统功能、制动控制设备、备用制动、安全制动、基础制动装置、供风设备、升降弓、风笛、高度阀、压差阀、门控装置、集便装置等辅助用风设备、联挂及回送和被救援时的空气管路连接,以及相关的制动计算等内容。

第 11 章 信息传输。主要介绍 CRH5 型动车组的信息传输系统功能和网络拓扑结构。简要地介绍了动车组网络系统的信息传输协议、列车通信网络、车厢通信网络、设备通信网络、维修接口和维修信息的传输等内容。

第 12 章 旅客信息系统。主要介绍 CRH5 型动车组的分布式旅客信息服务系统。分公共播音系统、列车内部对讲通信系统和音频、视频娱乐节目播放系统几个部分对动车组的旅客信息服务系统结构、功能、技术特点、使用操作和运用维护进行详细的介绍。

第 13 章 车内环境控制。主要介绍 CRH5 型动车组的空调、采暖、照明和应急通风与应急照明系统。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。主要介绍由车钩缓冲装置、风挡、车端电力连接器和制动软管等组成的 CRH5 型动车组车端连接系统。本章所要介绍的内容主要有自动密接式车钩缓冲装置的结构、工作原理和技术参数,中间车钩的结构、工作方式和参数,双层折棚风挡的结构、工作原理和技术参数,车端电力连接器的结构、布置、工作方式和参数,车端压缩空气连接器的结构、布置、工作方式和参数等内容。

第 15 章 车辆给排水及卫生系统。主要介绍 CRH5 型动车组的供水系统、饮水机及由集便装置和污水箱组成的卫生系统。主要从结构、功能、技术参数、设备的工作与控制原理等方面进行介绍,并补充有相关的设计计算、操作使用方法和运用维护等方面的介绍和说明。

第 16 章 列车运行控制系统车载设备。主要介绍 CRH5 型动车组运行控制系统的车载设备。主要介绍运行控制系统的组成结构、主要功能、技术特性和技术参数,按照列车防护系统(ATP)、列车运行监控记录装置(LKJ2000 系统)、机车综合无线通信设备(CIR)及查询应答器(CXY)等不同组成部分介绍结构、指令控制、信息传输、故障监测与排除、技术特征等方面的内容。

1.2 原型车

1.2.1 原型车概况

CRH5 型动车组的原型车是 ALSTOM 公司为芬兰铁路开发的 SM3 型动车组,该动

车组是 Pendolino 系列摆式列车家族中的一个成熟产品。该动车组由两个牵引单元,6 辆车编组构成,是动力分散式摆式电动车组,适应芬兰铁路的 1 524 mm 宽轨轨距。每个牵引单元(如图 1.1 所示)采用 4 个牵引电动机,编组牵引功率 4 000 kW,轮周牵引力 160 kN,最高运营速度 220 km/h,定员 325 人(包括两个残疾人坐席)。SM3 型动车组可在运营需要时由短编组联挂成长编组,最大可由 3 个短编组组成 18 辆车的长编组投入运营。

1992 年,芬兰铁路公司订购 2 列 SM3 型动车组(当时被称为 S220)作为样车,由 ALSTOM 公司设计,并提供全部散件,在芬兰组装,1995 年交付运营。1997 年,芬兰铁路公司订购了 8 列 SM3 型动车组,该批动车组根据 1995 年交付的样车的运营情况作了适当的改进,全部在 ALSTOM 意大利塞维利亚工厂制造,2000~2002 年交付运营,2002 年芬兰铁路公司又追加订购了 8 列 SM3 型动车组,也全部在塞维利亚工厂制造,计划于 2005 年年底全部交付运营,截至 2006 年上半年实际交付 3 列车。已上线运营的 13 列 SM3 型动车组已累计运营了 800 万 km,平均每列车每年运营 30~35 万 km,其中单列车最多已运营了 130 万 km。2003 年芬兰铁路公司将 1995 年交付运营的 2 列样车的车内装饰全部更新为同后续动车组相同的内饰。

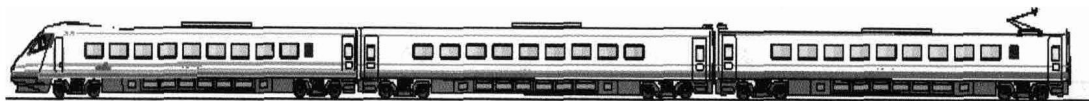


图 1.1 SM3 型动车组牵引单元组成图

SM3 型动车组由 2 个相同的“二动一拖”牵引单元(见图 1.1)组成,每个单元均为 2M1T(M+M+T)的结构。SM3 型动车组的 6 辆车分别为:1 辆一等座车、1 辆餐车和 4 辆二等座车。

一等车客室座椅采用 1+2 布置方式,二等车客室座椅采用 2+2 布置方式。餐车设用餐区和吧台,如图 1.2 和图 1.3 所示。带残疾人卫生间的车厢内设有两个残疾人位置。为适应寒冷气候环境的需要,空调机组放在车顶部,在客室中央设有送风风道。在 3、4 号车上设有受电弓,动车组运行时采用单弓受流方式,另一个备用,在车顶设贯通的高压母线,分别向两个牵引单元供电。牵引系统使用交一直一交传动方式,主要由主变压器、牵引变流器、异步牵引电动机组成。主变压器使用油冷方式,牵引变流器使用成熟的 GTO

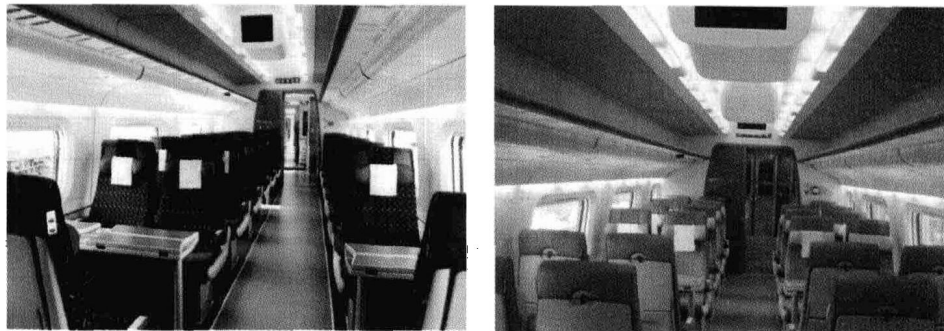


图 1.2 一、二等车客室

技术。异步牵引电动机的功率为 550 kW,采用体悬方式,由万向轴传递牵引力,转向架上只有齿轮箱,较大地降低了转向架的簧下质量,改善了动力学性能。

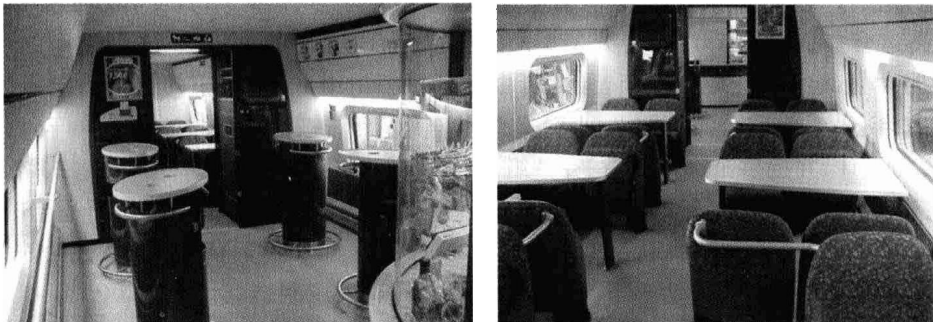


图 1.3 餐车吧区和用餐区

1.2.2 原型车主要技术特征、用途

SM3 型动车组的主要技术参数见表 1.1。

表 1.1 SM3 型动车组的主要技术参数

编组型式	M+M+T+T+M+M
车辆数量	6 辆(1 辆一等座车,1 辆餐饮车,3 辆普通二等座车,1 辆带 2 个残疾人座位的二等座车)
最高速度(km/h)	220
适应轨距(mm)	1 524
传动方式	交—直—交
动力配置	2×(2M1T)
牵引功率(kW)	4 000
车体结构	中空铝合金挤压型材焊接结构
两端头车车辆长度(mm)	27 650
中间车车体长度(mm)	25 000
车辆宽度(mm)	3 200
车辆高度(mm)	4 100
车辆定距(mm)	19 000
列车长度(m)	158.9
空车质量(t)	330
定员质量(t)	364
定员(人)	325
转向架数量	12
轴数	24
车轮配备	1A—A1+1A—A1+2—2+2—2+1A—A1+1A—A1
轴重(t)	平均轴重 15.2,最大 16.5

续上表

轮径(mm)	890
受流电压制式	AC 25 kV, 50 Hz
牵引变流器	GTO VVVF
牵引电动机(kW)	550
最大启动牵引力(kN)	167
平均启动加速度(0~40 km/h)时(m/s ²)	0.40
200 km/h时剩余加速度(m/s ²)	0.10
紧急制动距离(200 km/h~0)	1 600 m
制动方式	再生制动、空气制动
辅助供电制式	DC 1 500 V/3 N AC 400 V
空调系统	车顶单元式空调机组

为适应芬兰极为寒冷的气候条件(-40~+40℃), SM3型动车组在耐寒、耐雪设计上进行了大量的改进,对车钩连接系统、转向架、受电弓、车下牵引系统均进行了特殊设计,使得动车组可以在-40℃的外温条件下正常运行,在-45℃的外温条件下可以存放,在-25℃时可以启动运行,具有较好的耐低温性能。

1.2.3 高新技术采用的情况

1.2.3.1 性能优良的转向架

转向架属于 ETR 转向架系列,为摆式车辆转向架,配有世界上最先进成熟的倾摆机构。该转向架采用 SKF-TBU 圆锥滚子轴承,构架采用焊接结构。电动机向车轴的传动是通过齿轮箱和万向轴实现的,并采用空心车轴,有效地控制了簧下质量,经过动力学仿真优化的两系悬挂参数确保了转向架的优良性能,如图 1.4 所示。

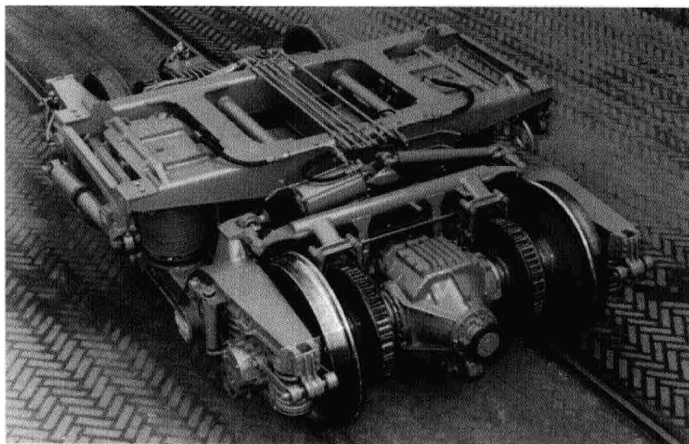


图 1.4 摆式转向架

1.2.3.2 轻量化的铝合金车体

车体与“Pendolino”系列的列车相同,采用大断面铝合金闭口型材、开口型材和板材制造,是当前国际铁路上最成熟的超轻量化铝合金车体结构之一。车体可承受的载荷为: