



中南大学教育基金会 资助出版  
熊辉女士

DONGCHEZUNENGHAO  
JILIANGYUCEPING

# 动车组 能耗计量与测评

DONGCHEZUNENGHAO  
JILIANGYUCEPING

马卫武 李立清 著



中南大学出版社

[www.csupress.com.cn](http://www.csupress.com.cn)



中南大学教育基金会 资助出版  
熊辉 女士

DONGCHEZUNENGHAO  
JILIANGYUCEPING

# 动车组

## 能耗计量与测评

常州  
藏

DONGCHEZUNENGHAO  
JILIANGYUCEPING

马卫武 李立清 著



中南大学出版社  
www.csupress.com.cn

---

图书在版编目(CIP)数据

动车组能耗计量与测评/马卫武,李立清著.

—长沙:中南大学出版社,2015.7

ISBN 978-7-5487-1741-6

I. 动... II. ①马... ②李... III. 高速动车-能量消耗-研究  
IV. U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 159762 号

---

动车组能耗计量与测评

马卫武 李立清 著

---

☐责任编辑 刘颖维

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 湖南媲美印刷有限公司

---

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 11 ☐字数 218 千字

☐版 次 2015 年 7 月第 1 版 ☐印次 2015 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1741-6

☐定 价 58.00 元

---

图书出现印装问题,请与经销商调换

# 前 言

20 世纪末以来,以全球变暖为主要特征的全球变化问题日益成为国际社会关注的焦点。各国对于温室气体排放量的评估,碳减排义务的合理公平分配原则等问题存在激烈的争论。而中国作为全球碳排放量第二位的大国,碳排放量具有总量大、增长快的特点。由于整体产业技术水平比较低、经济社会发展需求强烈、国家外交环境复杂等,中国在碳减排方面面临着巨大压力。如何科学地评价碳排放,争取中国经济发展在国际上平等的排放权成为我们必须争取的问题。2009 年 11 月,中国宣布了控制温室气体排放的目标,决定到 2020 年国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%。同年,中国政府出台了《中长期铁路网规划》调整方案,将到 2020 年营业里程的规划目标由 10 万公里调整为 12 万公里,铁路建设投资规模将突破 5 万亿元。虽然铁路运输二氧化碳排放量是公路运输的一半,是短途航空运输的 1/4,被公认为是低耗能、环境污染小的绿色交通工具,但在其建设过程中还是会有碳排放量大、高污染等问题。

1978—2009 年,铁路规模由 5.17 万公里增长到 8 万公里,营业里程增长 55%,年均增长 1.4%。2007 年中国二氧化碳排放总量约为 57.7 亿吨,其中交通建设业为 0.57 亿吨,占全国二氧化碳排放量的 4.4%,已成为环境污染的重要因素。随着铁路建设的大力发展,铁路建筑材料及其带来的二氧化碳排放量将会逐渐升高。所以对铁路建设过程中的碳排放建立科学的评价体系,对促进建设项目碳减排工作有着非常重要的指导意义。迅速发展的动车组在给我们带来便利的同时也带来了新的能耗问题,本书对动车组能耗计量、动车组能耗考核指标进行研究,旨在对动车组能耗计量现状及发展、动车组能耗考核指标提出建议。

本书共分 9 章:1 绪论,2 动车组能源消耗及统计现状,3 动车组实地调研及数据分析,4 动车组牵引能耗模型研究,5 动车组辅助能耗模型研究,

- 6 动车组能耗影响因素分析, 7 能耗考核指标分析, 8 动车组能耗考核指标, 9 总结。

本书源于铁道部科技研究开发计划重点项目(2012年)“铁路节能关键技术研究——动车组能耗计量、考核指标评价技术”, 本书的出版得到了铁道部科技司、计划司和运输司的大力支持与帮助, 在此表示衷心的感谢! 同时感谢铁道部王学杰、姜正才、刘琪, 沈阳铁路局的陶毅、魏永久、赵梦等提供各站的数据资料以及在试验测试与调查方面给予的帮助。本书编写过程中得到院、系、教研室和同仁们的支持; 中南大学博士研究生宋剑飞、刘峥、姚小龙, 硕士研究生程佳、王黛、刘飒、杨叶、王晓宗、刘文信、苏博等在实验、现场调查等方面做了很多工作, 对此谨致谢意。

由于时间仓促, 作者水平有限, 书中难免有错误和不妥之处, 恳请专家及读者批评指正。

编 者

2015年4月

# 目 录

|                       |      |
|-----------------------|------|
| <b>1 绪 论</b>          | (1)  |
| 1.1 研究背景              | (1)  |
| 1.2 国内外研究现状           | (2)  |
| 1.3 本书主要内容            | (4)  |
| <b>2 动车组能源消耗及统计现状</b> | (6)  |
| 2.1 动车组能耗计量现状         | (6)  |
| 2.2 动车组能源消耗统计现状       | (12) |
| 2.3 动车组能源消耗统计存在的问题    | (13) |
| 2.4 动车组能耗统计建议         | (14) |
| 2.5 本章小结              | (15) |
| <b>3 动车组实地调研及数据分析</b> | (17) |
| 3.1 动车组运营路线基本数据       | (17) |
| 3.2 动车组运行速度曲线         | (24) |
| 3.3 动车组运营能耗           | (33) |
| 3.4 本章小结              | (40) |
| <b>4 动车组牵引能耗模型研究</b>  | (42) |
| 4.1 动车组牵引能耗影响因素分析     | (42) |
| 4.2 牵引能耗测算模型          | (44) |
| 4.3 牵引能耗模型            | (48) |
| 4.4 牵引能耗模型对比分析        | (73) |
| 4.5 动车组牵引能耗计算仿真模型的建立  | (73) |
| 4.6 本章小结              | (78) |
| <b>5 动车组辅助能耗模型研究</b>  | (79) |
| 5.1 动车组辅助耗能设备统计       | (79) |
| 5.2 辅助能耗模型            | (84) |

## 2 / 动车组能耗计量与测评

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 5.3 辅助能耗的节能研究 .....              | (91)  |
| 5.4 本章小结 .....                   | (95)  |
| 6 动车组能耗影响因素分析 .....              | (97)  |
| 6.1 不同阶段牵引策略对动车组能耗的影响 .....      | (97)  |
| 6.2 不同基础设施牵引策略对动车组能耗影响量化分析 ..... | (108) |
| 6.3 本章小结 .....                   | (121) |
| 7 能耗考核指标分析 .....                 | (124) |
| 7.1 能耗指标的概述 .....                | (124) |
| 7.2 动车组能耗指标定义 .....              | (124) |
| 7.3 动车组单耗计算 .....                | (126) |
| 7.4 不同因素对牵引单耗的影响 .....           | (132) |
| 7.5 不同因素对辅助单耗的影响 .....           | (152) |
| 7.6 本章小结 .....                   | (157) |
| 8 动车组能耗考核指标 .....                | (159) |
| 8.1 能耗指标的确定 .....                | (159) |
| 8.2 动车组定量指标 .....                | (160) |
| 8.3 动车组定性指标 .....                | (162) |
| 8.4 本章小结 .....                   | (162) |
| 9 总 结 .....                      | (164) |
| 参考文献 .....                       | (165) |

# 1 绪 论

## 1.1 研究背景

自 1964 年 10 月 1 日,世界上第一条高速铁路——日本东海道新干线开通运营以来,动车组的运用随着高速铁路的发展日益广泛。经过 40 余年的发展,形成了以日本新干线、法国 TGV 和德国 ICE 高速动车组为代表的三大技术体系<sup>[1]</sup>。各国动车组从本国实际需要出发,具有各自的技术特色,为推动世界铁路向高速化发展起到了积极的作用。

铁道部自 2004 年起先后向加拿大庞巴迪公司、日本川崎重工、法国阿尔斯通公司、德国西门子公司等外国企业购买高速铁路车辆技术,以引进并吸收国外先进技术的方式,由中国北车集团和中国南车集团旗下的车辆制造企业生产,达到一定程度的国产化,并再以此为基础进行自主创新研发。铁道部将所有引进的国外技术、联合设计生产的 CRH 系列动车组均命名为“和谐号”<sup>[2]</sup>。这些高速列车于 2007 年 4 月 18 日实施中国铁路第六次大提速后正式投入运营。我国的 CRH 系列高速电力动车组均采用动力分散式,运行时速达 200 公里以上,最高可达 400 多公里。

2010 年 12 月 3 日,拥有自主知识产权的 CRH380AL 新一代高速列车在京沪线先导段创造了 486.1 km/h 的世界高速铁路最高运营试验速度,列车各项性能指标完全满足设计要求,这标志着我国高速列车技术已跻身世界高速列车技术先进行列。截至 2011 年,我国已投入运营的高速列车共计 786 标准列(8 辆编组),其中时速 200~250 km/h 速度级的有 355 列(短编 290 列,长编 65 列),时速 300~350 km/h 速度级的有 140 列,时速 380 km/h 速度级的有 133 列(短编 40 列,长编 93 列)。随着高速列车数量的不断增多,高速动车组的型号也逐渐丰富起来,由刚引进技术时单一编组(8 辆编组)、单一用途(座车)、单一速度等级的 4 种车型,发展到目前包括长短编、座卧车、多种速度等级的 12 种车型。

迅速发展的动车组在给我们带来便利的同时也带来了新的能耗问题,本书对动车组能耗计量、动车组能耗考核指标进行系统研究,旨在对动车组能耗计量现状及发展、动车组能耗考核指标提出建议。

## 1.2 国内外研究现状

### 1.2.1 国外研究现状

国外的动车组发展起步较早,各项技术已经趋于成熟,对动车组能耗计量有一套完善的系统。国外对电力机车能耗测量和监测的研究与开发已有很多年的历史,已经设计和开发出许多先进系统,这些系统基本上将能耗计量、状态监测和机车控制综合为一个整体<sup>[3]</sup>。例如法国的TGV高速列车上的车载设备TVM300或TVM430采用了光纤通信技术将实时监测到的电力机车的能耗和运行状态参数发送到司机操作室,司机能够随时了解列车各部分的能耗信息。同时列车使用SRM3500车载通信电台通过无线通信网络将列车能耗和运行参数及时发送到地面监控中心,地面监控中心可以对数据处理分析,得出各种报表,对机车进行实时监控。德国研制的高速列车自检系统<sup>[4]</sup>的每一个用电子控制的子系统都能不断监测列车的能量消耗、运行状态和其他信息,总结出能耗情况和运行状态信息,当将要或已经发生故障时便报警,便于及时对电力机车进行维修,减少损失。日本的T. Nagata<sup>[5]</sup>实现了基于多智能体供电系统监测及紧急恢复项目的实施,该装置不但可以监测电力机车的能耗信息和运行状态,而且还具有设备故障自动诊断功能。加拿大CP公司在列车运行记录器中,有专门记录的能耗信息,可实时采集,并传输运营能耗信息<sup>[6]</sup>。日本铁道技术研究所开发了一种新的能够计算内燃动车能耗的系统,该系统是可用来计算列车在运行中的燃料消耗量和二氧化碳排放量的软件<sup>[7]</sup>。Alberto(2006)在《高速铁路对交通领域能耗消耗和排放的影响》的报告中指出,从设计里程、电压水平、辅助系统耗电量、机械摩擦和质量、空气动力学设计、斜坡制动、再生制动等多个方面较为系统地论述了高速铁路在能源消耗和排放较传统铁路具有的优势<sup>[8]</sup>,得到的结论是:高速铁路在交通密度很高的线路上更能体现其可持续性贡献;增加最高时速并不意味着每个座位能源消耗成比例增长,而且该部分成本与赢得的时间价值有关。在一份联合国国际学院(UIC)关于铁路能源与排放的研究报告中,以西班牙高速铁路为例,对上述观点进行了细致的论证<sup>[9]</sup>。UIC的IZT部门在研究报告中提及,高速铁路动车组在运行过程中,能源消耗从变电站到轮轨接触面主要由四部分构成:克服运行阻力的能源、受电弓和车轮之间牵引系统低效率的能源损失、用于使乘客更加舒适的能源、变电站和受电弓之间电力供给系统的能源损失。高速铁路从接触网得到的能量分解为克服惯性阻力、坡度阻力、运行阻力、舒适功能消耗<sup>[10]</sup>。其中克服惯性及坡度阻力和水平运行时的摩擦阻力的能源消耗占主要部分,而舒适功能消耗的能量占比相对较小。UIC的另一篇研究报告指出,如果其他变量,包括基础设施

变量(速度曲线、电压电源、线路设计与评价等)以及列车相关变量(质量、尺寸、外形、效率等)都恒定不变,能耗随着最高速度和平均速度的增加而增加。但从能耗角度考虑的最优速度都是不同的,因为最优速度取决于列车运行距离、特定线路上每趟列车分摊到每位乘客上的排放同列车速度的函数关系、特定年份和国家重点的排放因素(emission factor)以及铁路-航空交通方式划分函数。

### 1.2.2 国内研究现状

我国有关铁路研究单位和个人对机车能耗的计量、传输等进行了长久有效的研究。王云艳就采用无线转储、网络传输和访问网络数据库等方法,设计了一种基于智能电表的能耗信息管理系统,并对系统组成进行了研究,为解决铁路系统供电段与机务段的电费核算问题指明了一个新的方向,并在兰州铁路局推广应用<sup>[11]</sup>。乔建铎就提高燃油的利用、减少浪费、合理使用,用精度的测量仪器来实现对燃油的控制问题,研究了内燃机车燃油实时计量装置,该装置能够随时提供内燃机车柴油的油耗量,并根据国标 GJB/Z 299B—1998 对关键易坏元件电阻器、电容器、光电耦合器等做了失效率分析,采取降额设计提高装置的可靠性。在软件设计上采用了四重冗余编码纠错设计,同时设计了一键恢复仪表系数功能,方便了工作人员的使用和后期维护<sup>[12]</sup>。李晓春研究了 SS4 型和 HXD1 型机车的特点,结合大秦铁路具体线路和运营条件,对大秦铁路运用的 SS4 型和 HXD1 型机车进行能耗计算<sup>[13]</sup>。张冬梅基于铁路的列车牵引计算原理,对轨道交通牵引计算进行研究,其中包括列车受到的牵引力、阻力、制动力、牵引运行状态、惰性运行状态、制动运行状态、运行方程、运行策略和牵引能耗的计算<sup>[14]</sup>。何吉成等基于我国机车能耗统计资料、电力年度统计数据,计算了 1975—2007 年我国铁路机车牵引能耗及其强度变化<sup>[15]</sup>。何吉成根据广梅汕铁路电气化改造前后的列车开行方案,定量分析了电气化改造前后的机车牵引能耗<sup>[16]</sup>。冯佳<sup>[17]</sup>在分析行业统计数据的基础上,利用灰色相关度分析法对轨道交通系统中的城市轨道交通、客运专线以及客货共线铁路的能耗组成以及各主要影响因素的影响重要度进行定量分析,结合行业统计数据,确定分析指标,认为轨道交通系统总能耗构成分为机车牵引能耗和车站设备能耗两部分,机车运行牵引能耗的大小对决定客货共线和客运专线铁路的能耗起较大作用。而对于城市轨道交通系统能耗而言,两部分能耗的重要度相差不大。不同情况下,不同因素对轨道交通能耗影响重要度存在差异<sup>[18]</sup>。李志勇构建了机车牵引能耗计算模型,根据机车的实际牵引操控情况,建立了列车运动方程模型,求解机车在不同运行工况下的运动变化和牵引做功,建立了径向基神经网络,拟合机车总效率与不同牵引工况之间的关系模型,选择机车型式试验的实际数据样本训练径向基神经网络;由牵引做功和机车总效率求解机车牵引能耗<sup>[19]</sup>。李学东综合分析了公路运输和铁路运输能耗影响因素的研究

成果,确立了公路和铁路运输能耗的影响参数,建立了公路运输和铁路运输能耗计算模型<sup>[20]</sup>。文睿基于连续的机车总效率的关系模型和列车运动方程模型,求解机车不同运行阶段的做功和牵引能耗值,以559型机车为例进行计算,将不同编组、线路、操作等条件下的机车能耗仿真结果与实际能耗进行了对比<sup>[21]</sup>。由程家兴带领的安徽大学计算智能与信号处理教育部重点实验室团队多年来一直从事列车控制与能耗关系问题研究,在对原有算法分析的基础之上指出其导致计算不能执行下去的原因并给出参数的下界,提出了一种自适应的算法,并得到满意的实验结果<sup>[22]</sup>。陈涛在借鉴国内外已有研究成果的基础上,以“不同交通方式能耗与排放因子及其可比性研究”项目和“轨道交通技术规范及其发展规划评估”项目为依托,研究高速铁路的能耗测算方法,定量分析能耗影响因素对高速铁路能耗的影响<sup>[23]</sup>。杨君以铁道部科技研究开发重点项目“铁路机车跨局运输能源统计及动车组能耗统计分析研究”为背景,对铁路电力机车运输能耗系统的精细化管理展开研究<sup>[24]</sup>。范宏强在分析轨道交通特点的基础上建立移动闭塞系统下在车站处的元胞自动机(CA)模型,并利用所建立的模型讨论了轨道交通在列车运行的各种因素与能耗的关系<sup>[25]</sup>。张星辰以我国某条高铁线路上运行的CRH3型动车组为例,采用计算机辅助模拟的方法,定量分析单位旅客运输列车牵引能耗(单耗)与列车最高目标速度、停站间距、座位公里利用率之间的关系,研究发现由于列车最高目标速度提高而产生的单耗增加的幅度远高于列车最高目标速度的提高幅度,在最高目标速度一定的条件下,列车的单耗随列车停站间距的缩短而增大,且该趋势随列车最高目标速度的增大而越发明显;当列车的座位公里利用率小于50%时,单耗随座位公里利用率的增大而明显降低<sup>[26]</sup>。石静雅、苏永清、岳继光在分析轨道交通能耗影响因素的基础上,按照轨道交通能耗指标的要求,建立了轨道交通能耗指标体系以及指标体系的结构框架<sup>[27]</sup>。

### 1.3 本书主要内容

本书的主要内容包括以下四个部分:

#### 1. 调研分析动车组能耗计量和统计现状

通过对国内现有动车组的调研,收集某些线路的动车组运营能耗数据、能耗统计方法、能源管理等资料,研究现有的动车组能耗计量和测算,以及能源管理现状、存在的问题和可采取的对策。

#### 2. 研究动车组能耗测算方法,提出动车组牵引能耗模型和辅助能耗模型

动车组牵引能耗测算研究:按照线路状况和统计口径划分,计算动车组牵引运行能耗、牵引启停能耗、坡道附加能耗、调速制动能耗、出入库作业能耗等,并研究可推广的动车组能耗测算模型,用于测算动车组日常运营中的能源消耗量。

动车组辅助能耗测算研究: 本书首次提出动车组辅助能耗的计算模型。动车组的辅助能耗包括空调采暖消耗的电能、列车车厢内照明消耗的电能、加热旅客生活热水所需的电能、各种能耗计量表消耗的电能、通信设备耗能等方面, 该部分电能无法细致地统计出能源消耗量, 因此课题组将这部分能耗看成一个整体, 建立模型计算出总的辅助能耗。

通过牵引能耗模型和辅助能耗模型计算出总能耗, 作为动车组能源消耗量的一个测算方法。

### 3. 根据动车组能耗测算方法, 研究出动车组能耗考核指标

动车组能耗指标选取是通过向从事铁路运输工作的专家不断反复咨询, 以及参考普通机车能耗指标, 最后得到一个比较一致的、相对可靠的结论。本书提出的动车组的能耗指标主要有定量指标和定性指标两大类。

### 4. 动车组能耗影响因素分析

讨论了不同阶段、不同牵引策略对动车组的运行时间、能耗的影响, 分别对启动牵引阶段、中间运行阶段和制动阶段进行了分析。除列车属性( 机车车辆属性、机车牵引特性、机车制动特性等) 外, 线路条件和热湿环境也是影响动车组能耗的重要因素, 并且对动车组牵引策略的制订有重要影响。本书定量分析不同线路条件下牵引策略对动车组能耗的影响。用正交实验和方差分析法得到显著影响动车组能耗的主要因素并按影响大小进行排序。

## 2 动车组能源消耗及统计现状

我们曾多次到沈阳、北京、唐山等地进行调研,就目前动车组能耗计量、统计、考核、设计、制造理念等问题,与路局相关部门、科研所、动车组厂家进行了探讨。

目前我国投入运营的动车组主要有五种型号,分别是 CRH1 型动车组、CRH2 型动车组、CRH3 型动车组、CRH5 型动车组、CRH380 型动车组,我们以其中的 CRH380B 系列、CRH3C 系列、CRH5 型动车组为研究对象,分别调研了运行在哈大高速铁路上的 CRH380B 系列动车组(目标速度 200 km/h 和目标速度 300 km/h 的运营情况)、运行在长吉城际铁路上的 CRH5 型动车组(目标速度 200 km/h 的运营情况)和运行在京津城际铁路上的 CRH3C 系列动车组(从生产厂家调研了 CRH3C 系列动车组的基本情况)。

动车组的用能系统主要由两部分组成,牵引耗电系统和辅助用能系统。牵引耗电系统指动车组在运行过程中的牵引耗电量;辅助用能系统指动车车载辅助设备耗能,主要负载包括列车空调、客室照明、设备通风冷却、电器电子装置等。

动车组是由几节自带动力的车辆(动车)和几节不带动力的车辆(拖车)编成一组,按动力装置可分为柴油动车组、燃气轮动车组和电力动车组。根据调研了解到,CRH380B 系列、CRH3C 系列、CRH5 型动车组均为电力动车组。旅客发送量一般是 300~600 人/车,客流高峰期时满载。运营里程根据交路距离以实际情况而定。

### 2.1 动车组能耗计量现状

下面将详细介绍 CRH380B 系列、CRH3C 系列、CRH5 型动车组的能耗计量装置。

CRH380B 系列动车组自身内置能源消耗计量电路,在司机室的智能显示单元上能实时显示整车的能源消耗量,同时还能计量运行过程中的再生电量,其中电量显示均为累计值,显示精度为 1 kWh。但是所有数据都没有进行储存和人工记录。同时,在运行过程中当列车运行了一定时间后,能耗数据会自动清零;动车在换端的时候,能耗数据也会清零。图 2-1 所示为调研过程中拍摄的能耗计量相关的界面。

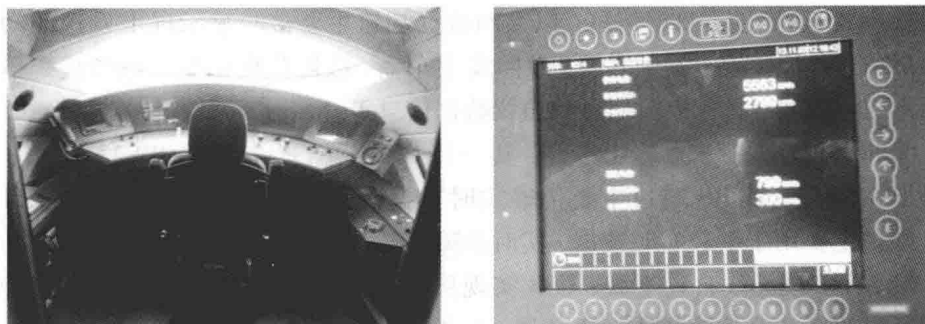


图 2-1 CRH380B 系列动车组司机室

图 2-1 左图为 CRH380B 系列动车组的司机室, 右图为 CRH380B 系列动车组的能耗显示屏, 显示的能耗数据能够以图形界面向司机提供时间、列车速度 (km/h)、使用电量(kWh)、再生电量(kWh)等信息。

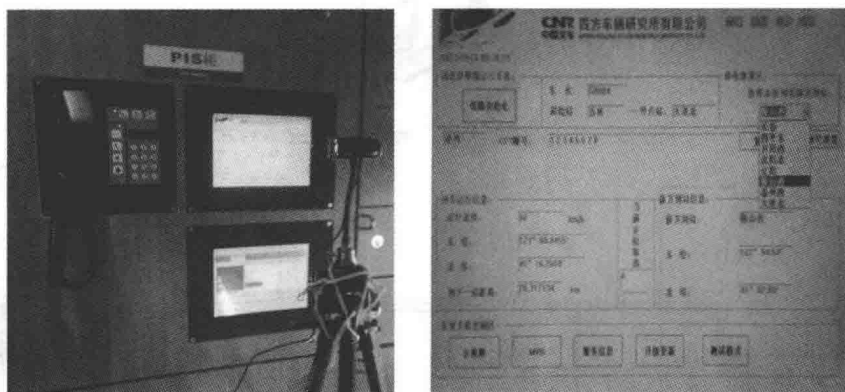


图 2-2 CRH380B 系列动车组 5 号车厢乘务员室

图 2-2 所示为 CRH380B 系列动车组 5 号车厢上的乘务员室。乘务员室内有一套实时数据显示屏。左图为调研过程中用摄像头拍摄实时数据; 右图为实时数据显示屏, 显示的数据有时间、车次、起始站、运行速度、经纬度、距下一站距离、前方到站。这些数据用于后期分析计算。

CRH3C 系列动车组的能耗数据通过数据远程传输软件, 能够将动车组运行过程中的网压、网流数据传输到远程监控室, 从而对能耗进行储存和分析。

在 CRH3 型动车组上安装有无无线远程发送装置, 该装置有两个输入端口, 一个是 MVB 网络数据端口, 一个是以以太网数据端口。MVB 网络数据端口主要接收

在 MVB 网络上传输的一些实时数据,如车组信息、车次、速度、GPS 定位信息、牵引/制动状态等过程数据信息;以太网数据端口主要接收显示屏上发送的动车组故障信息,包含故障发生时间、故障发生车辆、故障代码信息。故障代码信息包括组故障信息、具体故障信息和协议数据信息等。

无线远程发送有三个输出端口:其一是 GPRS 端口,其二是 WLAN 端口,其三是 USB 端口。GPRS 端口主要传输实时数据及实时故障信息;WLAN 端口和 USB 端口主要用于下载实时数据、实时故障信息及非实时运用数据存储形成的文件,WLAN 实现无线自动下载,USB 实现移动存储介质的下载。实时 GPRS 传输数据通过移动公网传输到地面服务器,数据存储文件通过 WLAN 传输或 USB 下载到地面服务器。图 2-3 所示为 CRH3C 系列动车组远程传输系统。

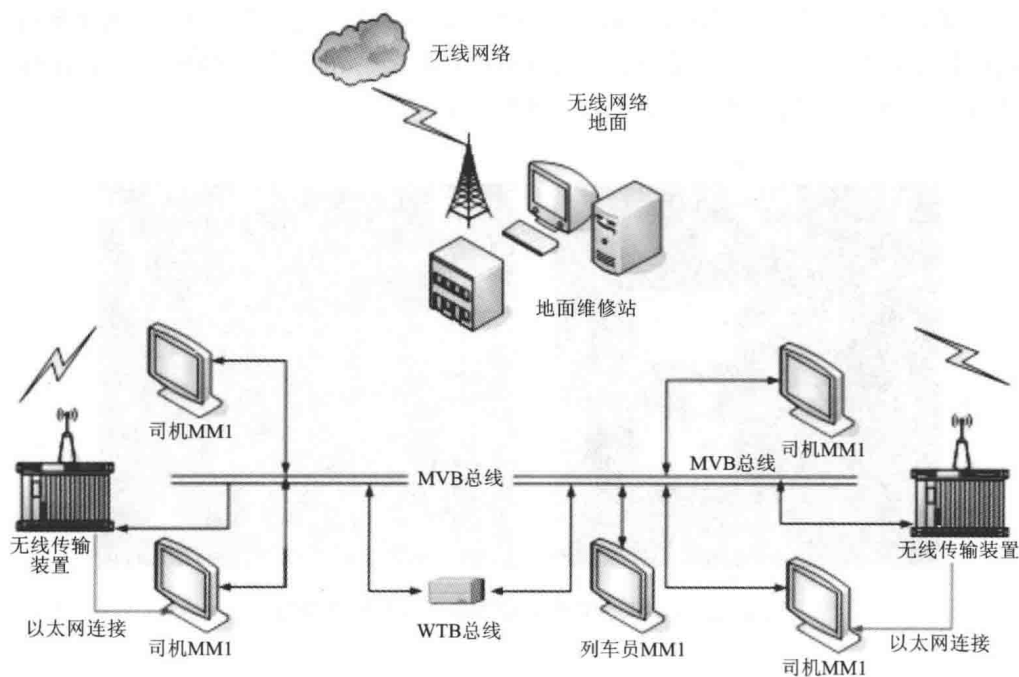


图 2-3 CRH3C 系列动车组远程传输系统

车载信息无线传输装置对地传输的数据满足《CRH 系列动车组车载信息无线传输设备技术条件(暂行)》(运装客车(2010)295 号)的相关要求,各类型数据传输时机为实时故障数据产生时立即向地面传输;实时运行数据发送时间间隔不大于 1 min;故障通报数据发送时间间隔不大于 10 min;设备自诊断数据列车上电时发送。对所传输的实时数据提供缓存管理机制,缓存队列中能够保存

200 条数据<sup>[28]</sup>。根据现场对动车组动态监控与故障检修的要求，确定主要传输内容见表 2-1。

表 2-1 车地数据传输内容

| 序号 | 内容          | 说明                                                  |
|----|-------------|-----------------------------------------------------|
| 1  | 时间(年月日时分秒)  | 中国时区                                                |
| 2  | 车次          |                                                     |
| 3  | 动车组编号       |                                                     |
| 4  | 编组状态        | 重连还是单车                                              |
| 5  | 速度          | 单位为 km/h                                            |
| 6  | 车组位置信息      | GPS 信息(经度纬度高度)                                      |
| 7  | 司控状态        | 主控位置、司控器档位状态                                        |
| 8  | 牵引信息        | 牵引力、牵引功率、牵引电机电压电流                                   |
| 9  | 制动信息        | 制动类型                                                |
| 10 | 设备切除状态      | 如受电弓切除、VCD 切除等                                      |
| 11 | 网压、网流       |                                                     |
| 12 | 蓄电池信息       | 电压                                                  |
| 13 | 受电弓信息       | 升降状态                                                |
| 14 | 空气制动参数      | 制动缸压力、电制动相关参数                                       |
| 15 | 空簧压力、承重     |                                                     |
| 16 | 主风管压力       |                                                     |
| 17 | 列车管压力       |                                                     |
| 18 | 车门开关状态      |                                                     |
| 19 | 空调工作状态      | 空调工作状态、列车内部温度                                       |
| 20 | 轴温          |                                                     |
| 21 | 卫生间状态       | 包括水箱状态、污物槽状态、污水槽状态等                                 |
| 22 | 所有故障信息及相关信息 | 包括列车号、车次、故障车号、数据类型、故障码、故障时间、故障状态(发生、恢复)、维修模式(维修、正常) |

生产厂家在末端设置远程监控室，能接收到远程传输软件传输过来的网流、网压等数据。图 2-4 为数据远程传输软件截图。



图 2-4 数据远程传输软件截图

CRH5 型动车组在 5 号车厢的配电系统柜内安装有数字显示式电表，能显示整车(8 辆编组)运行过程中消耗的电量。但是数字显示式电表安装位置比较隐蔽，一般配电系统的门处于关闭状态，很难读取数字显示式电表上的能耗。动车上的电表并没有人员进行定期维护和检查。存在电表损坏，但无人修理的情况。

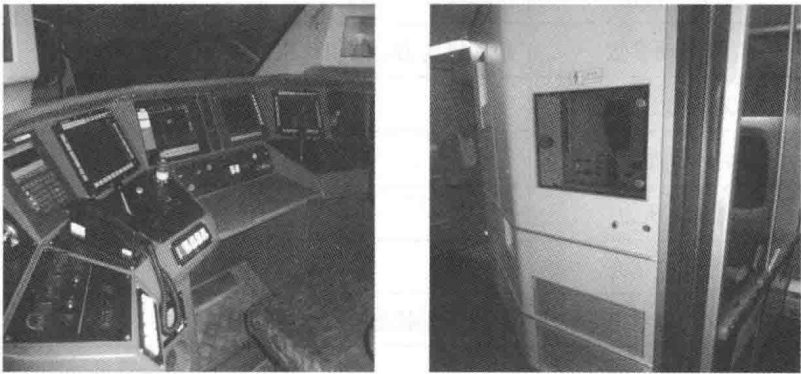


图 2-5 CRH5 型动车组司机室和配电系统柜

图 2-5 左图为 CRH5 型动车组的司机室，右图为 CRH5 型动车组配电系统柜，位于 5 号车厢的入口处。CRH5 型动车组的能耗计量器具安装在此处，但由