

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

 科普教材

# 高速动车组 概论

◎ 中国铁路总公司

GAOSU DONGCHEZU GAILUN

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材  
科普教材

# 高速动车组概论

中国铁路总公司

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

## 内 容 简 介

本书为中国铁路总公司组织编写的高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材之一,是动车组专业科普教材。全书共十三章,主要内容包括高速动车组技术篇和高速动车组运用检修篇。高速动车组技术篇主要讲述了动车组技术及其发展、动车组基本理论、动车组系统构成、国产动车组介绍等内容;高速动车组运用检修篇主要讲述了高速动车组修程修制概述、动车运用所和动车检修基地、动车组运用管理、动车组高级检修、动车组调度管理、动车组检修设备、人员素质培训、动车组维修管理、动车组管理信息系统等内容。

本书适用于高速铁路动车组专业技术人员培训,也可供高速铁路相关专业的管理人员和专业技术人员学习,对各类职业院校相关师生学习也有重要的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

高速动车组概论/中国铁路总公司编著.

—北京:中国铁道出版社,2015.4

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

ISBN 978-7-113-16913-8

I. ①高… II. ①中… III. ①高速动车—技术培训—  
教材 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 144192 号

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

书 名: 高速动车组概论

作 者:中国铁路总公司

责任编辑:黄 璐

编辑部电话:(路)021-73138

电子信箱:tdpress@126.com

(市)010-51873138

封面设计:崔丽芳

责任校对:王 杰

责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:中煤涿州制图印刷厂北京分厂

版 次:2015年4月第1版 2015年4月第1次印刷

开 本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:12 字数:274千

书 号:ISBN 978-7-113-16913-8

定 价:43.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

# 前 言

党的十六大以来,在党中央、国务院的正确领导下,我国铁路事业得到了快速发展,目前,中国高速铁路运营里程已经位居世界第一。在建设和运营实践过程中,我国高速铁路积累了丰富的经验,取得了大量创新成果。将这些经验和成果进行系统总结,编写形成规范的培训教材,对于提高培训质量、确保高速铁路安全有着十分重要的意义。为此,中国铁路总公司组织相关专业的技术力量,统一编写了这套高速铁路管理人员和专业技术人员培训系列教材。

本套培训教材共分高速铁路行车组织、机务、动车组、供电、工务、通信、信号、客运8个专业,每个专业分为科普教材、专业关键技术教材和案例教材三大系列。科普教材定位为高速铁路管理人员普及型读物,对本专业及相关专业知识进行概论性介绍,学习后能够基本掌握本专业所需的基本知识、管理重点、安全关键;专业关键技术教材定位为高速铁路专业技术人员使用的学习用书,对本专业关键技术进行系统介绍,学习后能够初步掌握本专业新技术和新设备的运用维护关键技术;案例教材定位为高速铁路岗位人员学习用书,对近年来中国高速铁路运营实践中发生的典型案例及同类问题的处理方法进行总结归纳,学习后能为处理同类问题提供借鉴。

# Preface

本书为动车组专业科普教材《高速动车组概论》，分高速动车组技术和高速动车组运用检修两个部分。高速动车组技术主要介绍了动车组技术及其发展、动车组的基本理论和系统构成，并按不同的技术平台简要介绍了国产动车组各主要车型的特点。高速动车组运用检修主要对我国高速动车组的修程修制情况、动车组运用检修布局、动车组运用所(段)的设置及关键运用检修设备、动车组维修管理和人员等方面情况进行了介绍。通过本书可以对我国动车组的技术状况、运用检修体系和管理初步了解。

本书由方义、刘志明主编，陈伯施担任主审。参加编写的人员有：刘志明、焦风川、宋永增(第一篇第一、二章)，单巍、李瑞淳、邓小军、陶桂东、战成一、安超、周建峰(第一篇第三、四章)，李习桥、叶丹、戴峻(第二篇第一、二、五章)，杨军、罗果、杨梅林(第二篇第三、七章)，李东凯、凌胜军、张庆华、刘彬(第二篇第四、六章)。本书编写过程中，还得到了刘刚、杨京等专家的大力支持与帮助，在此一并表示衷心感谢！

由于近年来高速铁路技术发展较快，同时编者的水平及精力所限，本书内容存在不全面、不恰当甚至错误的地方在所难免，热忱欢迎使用本书的广大读者以及行业内专家学者对本书提出批评、指正意见，以便编者对本书内容不断地改进和完善。

编者

二〇一四年五月

# 目 录

绪 论 .....	1
-----------	---

## 高速动车组技术

第一章 动车组技术及其发展 .....	7
---------------------	---

第一节 动车组技术 .....	7
第二节 动车组发展 .....	17

第二章 动车组基本理论 .....	24
-------------------	----

第一节 动车组设计基本理论 .....	24
第二节 高速动车组关键关系 .....	27
第三节 振动噪声控制 .....	49

第三章 动车组系统构成 .....	54
-------------------	----

第一节 动车组组成 .....	54
第二节 动车组外形及车体构造 .....	55
第三节 高速动车组转向架 .....	60
第四节 动车组人机界面 .....	69
第五节 动车组牵引系统 .....	78
第六节 辅助供电系统 .....	80
第七节 空气制动及供风系统 .....	88
第八节 车内环境控制 .....	95
第九节 网络系统 .....	101
第十节 供排水及卫生系统 .....	110

第四章 国产动车组介绍 .....	120
-------------------	-----

第一节 CRH <sub>1</sub> 型动车组 .....	120
第二节 CRH <sub>2</sub> 型动车组 .....	124
第三节 CRH <sub>3</sub> 型动车组 .....	127
第四节 CRH <sub>5</sub> 型动车组 .....	131

第五节	CRH <sub>380</sub> 系列动车组 .....	134
第六节	国产动车组技术参数对比 .....	138

## 高速动车组运用检修

<b>第五章</b>	<b>高速动车组修程修制概述 .....</b>	<b>143</b>
------------	--------------------------	------------

第一节	修程修制基本概念及发展 .....	143
第二节	国外动车组修程修制特点 .....	144
第三节	我国高速动车组修程修制体系 .....	145

<b>第六章</b>	<b>动车运用所和动车检修基地 .....</b>	<b>148</b>
------------	---------------------------	------------

第一节	动车运用所和动车检修基地概述 .....	148
第二节	动车运用所简介 .....	149
第三节	动车检修基地简介 .....	151

<b>第七章</b>	<b>动车组运用管理 .....</b>	<b>153</b>
------------	----------------------	------------

第一节	接车及试运行 .....	153
第二节	动车组运行 .....	154
第三节	动车组故障应急处理 .....	154
第四节	动车组检修 .....	155
第五节	作业安全 .....	156

<b>第八章</b>	<b>动车组高级检修 .....</b>	<b>158</b>
------------	----------------------	------------

第一节	动车组三级修 .....	158
第二节	动车组四级修 .....	159
第三节	动车组五级修 .....	161
第四节	高级修质量控制要点 .....	162
第五节	部件专业化检修 .....	163
第六节	检修配件管理 .....	163

<b>第九章</b>	<b>动车组调度管理 .....</b>	<b>165</b>
------------	----------------------	------------

第一节	调度日常管理 .....	165
-----	--------------	-----

第二节 调度信息处理要点 .....	165
<b>第十章 动车组检修设备 .....</b>	<b>166</b>
第一节 检修设备的配置原则 .....	166
第二节 检修基地和动车所的主要设备介绍 .....	166
第三节 设备管理 .....	173
<b>第十一章 人员素质培训 .....</b>	<b>174</b>
第一节 故障案例培训 .....	174
第二节 实作培训 .....	175
第三节 尖子人才的培训 .....	175
<b>第十二章 动车组维修管理 .....</b>	<b>177</b>
第一节 动车组检修计划管理 .....	177
第二节 动车组质量分析及对规鉴定 .....	177
第三节 规章制度管理 .....	177
第四节 技术履历管理 .....	178
第五节 动车组检测诊断及故障数据库管理 .....	179
<b>第十三章 动车组管理信息系统 .....</b>	<b>180</b>
第一节 系统概述 .....	180
第二节 系统功能及使用 .....	181



# 绪 论

1825年,英国的史蒂文森制造出了世界上第一台能搭载旅客的蒸汽机车,开辟了陆路运输的新纪元,从此人们对列车速度的追求就一直没有停止。在蒸汽机车的鼎盛时代,1938年蒸汽机车的最高速度创造了202 km/h的极限纪录;1972年,内燃机车的最高速度达到318 km/h后就止步;1955年,法国电力机车首创最高速度331 km/h的世界纪录。

1964年第一条高速铁路诞生以来,更高速度的竞赛便由此拉开。1981年,法国将高速动车组试验速度提高为380 km/h。1988年,德国高速动车组最高试验速度突破400 km/h,创造了406.9 km/h纪录。但法国紧追不舍,在1990年最高速度突破500 km/h,达到515.3 km/h。日本也不甘落后,接连在1993年、1996年把本国的最高试验速度提升到425 km/h和443 km/h。

2007年4月法国最新型的AGV V-150试验型高速动车组在巴黎—斯特拉斯堡高速试验线上创造了轮轨列车试验速度的世界纪录——574.8 km/h,不仅打破了法国自己创造的高速动车组的最高试验速度,而且已经接近了日本低温超导磁悬浮列车于2003年12月在山梨县进行的试验中创造的陆路交通运输设备581 km/h的最高试验速度纪录。

虽然,日本在这场电力牵引轮轨列车比赛中位居第二,不过他们在另一方面却荣获冠军——1964年建成世界上第一条商用高速铁路,拉开了全球高速铁路的建设序幕,标志着世界高速铁路由试验阶段跨入了商业运营阶段。此外,日本是第一个将动力分散技术应用于高速动车组的国家,法国创造的迄今为止轮轨铁路最高速度的高速动车组也是动力分散型!

通过发展铁路实现强国富民,是中国人孜孜以求的梦想。一代伟人孙中山在《建国方略》里曾提出建设十万英里铁路的设想。可在积弱积贫、内忧外患、备受欺凌的旧中国,这样的理想只能停留在空想的阶段。1978年秋天,邓小平在日本考察高速铁路时,感慨地说:“像风一样快,我们现在很需要跑!”这是一代伟人对铁路加速发展的期盼,更是对国家腾飞的期盼。当时,国外的高速动车组时速已达300 km,而我国铁路旅客列车的平均运行时速只有43 km。今天,高速铁路已经风行中国。京津、京广、郑西、沪宁、沪杭、京沪等高速铁路,最高时速可达350 km。这是多么大的跨越!从启动到完成,中国仅用5年多的时间,走完了其他国家40年走过的历程。

高速铁路是庞大复杂的系统工程,被称作“大国技术”,集成了多学科、多领域的高新技术,集中展示了综合国力、经济社会发展水平和自主创新能力。

高速铁路在节能、环保、大运量、正点、安全舒适尤其是在风、雪、雨、雾、雷等气候环境下运行安全性高等方面优势明显。例如,今天很多人关注节能这个话题,高铁的节能就是它的重要特点。京津城际全长120 km,北京到天津每个旅客的平均耗电7.5 kW/h,这是目前陆地运输时速在200 km以上运输工具的最小能耗。与磁悬浮列车相比,不到其能耗的20%;与小汽车相比,不到其能耗的42%。

高速铁路技术的原创者是日本、法国、德国等。中国瞄准世界高速铁路最先进技术,通过原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新,取得了一系列重大技术创新成果,形成了世界先

进水平的高速铁路技术体系。到 2010 年底,中国铁路没有和任何一家国外公司产生知识产权纠纷,实现了技术专利化、专利标准化、标准国际化。

时速 190 km,是强台风的速度;时速 300 km,是飞机起飞的速度;时速 380 km 呢?是中国高速动车组的速度。“与风竞速、陆地飞行”是对高速动车组的形象描述。中国一直进行高速动车组的自主研发,也取得不少的成果,但由于历史原因,21 世纪初中国铁路技术装备的整体水平只相当于发达国家 20 世纪 70~80 年代的水平,如果完全依靠自身力量,则可能需要十几年、甚至更长时间追赶,更加无法适应国家经济发展对运输的需要。2004 年,按照国务院提出的“引进先进技术、联合设计生产、打造中国品牌”的方针,通过引进时速 200 km 及以上的高速动车组整体技术,实行“消化、吸收、再创新”,通过组织企业、科研院所和高等院校,构建产、学、研相结合的技术创新体系,开展一系列科学探索和实践,并取得自主知识产权。于是,在铁路数次大规模提速,尤其是第六次大提速的基础上,系统掌握了既有线提速 200~250 km/h 的成套技术,并诞生了中国的 CRH 系列高速动车组。2010 年,在世博会上陈列的 CRH<sub>380</sub> 型高速动车组,具有 380 km/h 的运营速度,420 km/h 或更高的试验速度。

高速动车组是高速铁路的核心技术之一,也是世界各国在高速铁路中竞争的制高点。高速动车组融合了交流传动技术、复合制动技术、高速转向架技术、高强轻型材料与结构技术、减阻降噪技术、密封技术、现代控制与诊断技术等一系列当代最新技术成果。高速动车组零部件大约 45 000 件左右,独立子系统大概在 150 个左右,具有产出效益高、科技含量高、关联度大、产业链长、拉动作用强的特点。截止到 2010 年,国内大约有 15 个省的 220 多家企业直接参与高速动车组产业链生产。除企业外,科技部和原铁道部组建了由 25 所重点大学、51 个重点实验室、500 多位教授、上万科技人员组成的高速动车组创新团队。

近年来,中国的高速铁路技术成果和建设成就在国际社会产生了重大影响,高速动车组的新实践、新发展极大地丰富和深化了人们对高速铁路技术水平、功能作用、发展模式、合作交流等方面的认识,而中国高速铁路更是走出了一条独具魅力的成功道路。截止 2010 年底,中国铁路共投入运营 CRH 系列高速动车组 480 组,研发、制造技术跃居国际领先水平。创造了以下标志性成果。

2008 年 8 月 1 日,中国第一条具有完全自主知识产权、世界一流水平的高速铁路:京津城际铁路通车运营,最高运行时速 350 km。它的通车运营对促进以北京、天津为中心的环渤海地区经济社会发展具有重要作用,也为中国和世界高速铁路建设提供了示范和极为宝贵的经验。

2009 年 12 月 26 日,世界上一次建成里程最长、工程类型最复杂的武广高速铁路开通运营,创造了时速 350 km 隧道内会车、两列重联条件下双弓受流等一系列世界新纪录,昭示着我国能够建设工程类型齐全、大规模、长距离世界一流的高速铁路。

2010 年 2 月 6 日,世界首条修建在湿陷性黄土地区,时速 350 km 的郑西高速铁路开通运营,标志着我国能够在国外未曾预见到的特殊复杂地质条件下建设世界一流高速铁路。

2010 年 7 月 1 日,沪宁城际高速铁路开通运营,是在深厚软土地区运行速度最高的高速铁路,在上海、南京之间形成了一条便利快捷的铁路客运通道,有力推动了长三角地区同城化、经济一体化进程。

2010 年 9 月 28 日,在沪杭高铁运行试验中,拥有自主知识产权的“和谐号”CRH<sub>380A</sub> 型新一代动车组,最高试验时速达 416.6 km。

2010 年 12 月 3 日,在京沪高速铁路徐州—蚌埠区间,CRH<sub>380A</sub> 型新一代动车组,最高时

速达 486.1 km, CRH<sub>380BL</sub> 型动车组最高时速达 487.3 km, 创世界运营铁路运行试验最高速度纪录。

为适应我国高速铁路技术创新和快速发展之需求, 按照原铁道部人才培养工程以及突出抓好关键岗位人才队伍建设的要求, 围绕高速动车组设计技术和运用维修技术, 以干部职工应知应会为主要内容, 组织编写了这本书, 目的是用通俗的文字介绍高速动车组关键技术知识, 进一步提高动车组运用检修管理人员和技术人员的业务知识和能力水平, 了解动车组技术发展方向和动态、进一步掌握动车组关键技术, 加强动车组安全运营管理意识, 更好地确保动车组安全运营。

本书分高速动车组设计技术和运用检修技术两大板块。

在高速动车组设计技术板块, 讲述了国内外高速动车组发展情况、技术水平及最新动态; 阐述了高速动车组设计应用的基本理论, 高速动车组系统动力学、轮轨关系、弓网关系、流固耦合等; 介绍了高速动车组的重要组成部分——流线型头型、轻量化车体、高速转向架、牵引传动系统、制动系统、辅助供电系统、人机界面、车内环境、网络系统等; 汇总了 CRH 系列高速动车组技术参数和平面布置。在运用检修技术板块, 重点介绍了动车组修程修制、动车组运用所和动车检修基地的建设、动车组运用管理等内容; 还介绍了动车组高级检修、动车组调度管理、动车组检修设备、人员素质培训、动车组技术管理、动车组管理信息系统等内容。

编写本书的作者均是高速动车组领域造诣较深的专家、学者和工程技术人员, 基于他们对高速动车组技术的理解, 以较为朴实、通俗的语言, 配以大量的数据资料和图片, 使本书具有系统性、科学性、通俗性的特点。衷心希望本书能够帮助读者加深对高速动车组设计与检修技术知识的理解, 并得到广大读者的喜爱。



# 高速动车组技术





# 第一章 动车组技术及其发展

## 第一节 动车组技术

### 一、动车组特征

#### 1. 何谓动车组

动车组也被称之为“列车组”或“机车组”。它在英文中翻译成“Train Set With Power Car”，即带有动车的列车编组。按照动力源分为电动车组(Electric Multiple Units, 简称 EMU)和内燃动车组(Diesel Multiple Units, 简称 DMU)。与传统列车不同的是,动车组为单元化复合列车,“单元”是这种复合列车中最突出和最核心的概念,是指若干车辆以特定方式连挂以实现特定功能的编组。而当这样的编组中一节车再也不能再缩减时,称为“最小单元”。某些情况下,单元内会有可以摘除冗余车辆,但多数情况下单元就是最小单元。最小单元一旦被拆散,该单元用以实现的功能将消失,或者不再完整。在有些情况下,单节车辆也可以成为单元。

动车组除了强调“单元”外,还要强调“长期固定的连挂”。这种“长期固定的连挂”包含动车组在正常运营中和大修修程以下的各个修程中车辆之间不解编(即不被拆散)。当然,发生意外事故除外。

综上所述,动车组是指由若干带动力的车辆(动车)和不带动力的车辆(拖车)或全部由动车或由大部分动车和少部分拖车长期固定的连挂在一起组成的车组。

#### 2. 动车组与高速动车组

由牵引机车和运货或载客的车厢组成的连挂成列的一组车称之为列车。按照国际上对高速铁路的划分,最高运行速度大于等于 200 km/h 的列车称之为高速动车组。动车组与高速动车组的关系如何呢?

从以上分析不难解释,动车组是列车编组的一种方式,与速度的高低没有直接关系。根据速度的划分,最高运行速度大于等于 200 km/h 的动车组,称为高速动车组或高速列车。最高运行速度小于 200 km/h、大于等于 160 km/h 的动车组,可称为快速动车组或快速列车。最高运行速度小于 160 km/h 的动车组,可称为普通动车组或普通列车。

高速动车组是当今世界高新技术的集成,采用了机械、材料、电子计算机、网络通信、工程仿真等领域的最新技术;采用了高速轮轨关系、大功率牵引、制动控制、列车运行控制、空气动力学工程、可靠性与安全性技术等铁路专业领域的最新重大成果,是高速铁路的标志性装备。

应当注意,如无特别说明的情况下,本书中提到的动车组即指高速动车组。

#### 3. 动车组的动力配置型式

动车组的动力配置型式是指在动车组编组中动力车(用“M”表示)和拖车(用“T”表示)的数量多少及编组的位置。目前,动车组的动力配置型式有两种,即动力集中型配置和动力分散

型配置。

在动车组编组中两端为动力车(或一端为动力车、另一端为控制车)、中间为拖车,即动力集中型动力配置。如法国东南线 TGV 高速动车组,10 辆编组中两端是动力车,中间是拖车,即 2 动+8 拖(简称 2M+8T)。

在动车组编组中全部为动力车或大部分为动力车、小部分为拖车,即动力分散型动力配置。如日本 700 系高速动车组,16 辆编组中有 12 辆动力车,4 辆是拖车,即 12M+4T。

两种类型的动车组都具有自身的特点和发展过程。从动车组产生和发展历史来看,某个国家或某条高速铁路采用什么类型的动车组,可能与它们的运用条件、运用经验和传统技术有关。因此在选择和比较它们的优劣时不能一概而论。只有详细分析它们的技术特性,结合具体的运用要求和使用条件才能得出比较明确的结论和选型方案。这里就动力集中型动力配置与动力分散型动力配置的动车组的优缺点进行分析,见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 两种类型的动车组优缺点比较(1)

动力集中型优点	动力分散型缺点
与传统的列车相似,便于我们按习惯进行运行管理和维修管理	与传统运营、维修管理体制和习惯不适应,必须建立一套新的维修保养体系
故障相对较高的电器、机械设备集中在头车,运用中便于监测和进行技术保养,这些设备的工作环境也较清洁	动力设备安装在下,要求体积小,工作环境差。分散的动力设备故障率相对较高
机械、电气设备与载客车厢相隔离,车厢内噪声、振动较小	车辆下部吊装动力设备,其产生的振动和噪声会影响车厢内的舒适度,增加了隔振降噪的技术难度
动力头车可以摘挂使列车进入既有线,甚至可更换内燃机车使列车直接进入非电气化铁路运行	列车只能分单元编组,不能驶入非电气化铁路运行

表 1-2 两种类型的动车组优缺点比较(2)

动力分散型优点	动力集中型缺点
动力车不但能够提供列车牵引力,同时可以容纳旅客,增加了动车组的载客量	动力头车不能载客,相对减少了载客量
将牵引动力设备和牵引电机的功率和质量分散到各个车辆负担,较易实现高速动车组减轻轴重的要求	动力头车集中了全部动力设备,减轻设备质量比较困难,而高速动车组要求列车的轴重尽量轻
牵引力分散在各个动力车轮上,可解决动车组大牵引力与轴重限制之间的矛盾	高速动车组需要动力头车产生足够大的黏着牵引力,这与减轻轴重的要求形成矛盾
可以充分利用动力制动功率,列车具有较好的制动性能	动力头车的制动能力受到黏着的限制,需要拖车分担部分制动功率,因此列车的制动性能欠佳

#### 4. 高速铁路客运特点

高速铁路之所以受到各国政府的普遍重视,是由于高速铁路与高速公路和中长途航空运输相比有以下特点。

(1)旅客旅行时间。中长途旅客选择乘坐交通工具首先考虑耗费的旅行总时间,即旅客从出发地到达目的地的“门到门”时间。耗时越少,被选择的可能性就越大。

(2)安全性和舒适度。安全和舒适也是旅客最为关心的因素。高速公路车祸频繁,美国每年因车祸死亡的人数约为 5.5 万人,死伤人数多达 200 多万人,德国、法国和日本每年死亡人数也在万人以上,并有近 10 万人因伤致残;民航失事也时有发生;而铁路因行车事故造成的旅客伤亡人数则大大低于公路和民航运输。1985 年联邦德国铁路、公路和民航运输的事故率(每百万人公里的伤亡人数)之比大致为 1:24:0.8。公路大轿车的事故率为铁路的 2.5 倍。日本对 20 世纪 70 年代以来所发生的旅客生命财产事故分析表明,汽车事故是铁路事故的



1 570倍,飞机事故是铁路事故的63倍。我国1987年至1988年统计,完成的换算周转量铁路为公路的3倍,而发生的事件数仅为公路的1/4,死亡人数为公路的1/282,受伤人数为公路的1/1 500。就高速铁路而言,日本近40年,法国10多年从未发生过列车颠覆和旅客死亡事故。

(3) 准时性。航空运输受气候影响,航班很难做到准点,有时还会停航。国外高速公路经常发生堵塞,行车延误在所难免。高速铁路则是全天候行车,线路为全封闭,设有先进的列车运行与调度指挥自动化控制系统,能确保列车运行正点,较其他交通运输方式准确可靠。

(4) 能源消耗。根据日本近年来的统计,各种交通运输工具平均每人每公里的能耗,高速铁路571.2 J,高速公路公共汽车583.8 J,是高速铁路的1.02倍;小轿车3 309.6 J,是高速铁路的5.79倍;飞机2 998.8 J,是高速铁路的5.25倍。

(5) 占用土地。4车道高速公路的占地宽度为26 m,复线铁路占地宽度为20 m;如以单位运能占地相比较,高速铁路仅为高速公路的1/3左右。飞机航道虽不占用土地,但一个大型机场需用地20 km<sup>2</sup>,相当于1 km复线铁路的占地面积,而1 000 km航线内至少要有2~3个大型机场,总用地约为铁路的2~3倍。

(6) 综合造价。普通复线电气化铁路每公里造价约为1 000万元,高速铁路标准高些,估计为1 300万~2 500万元。每个座席摊到的机车车辆购置费,普通铁路约为1.2万元,高速铁路约为5万元左右。高速公路每公里造价约为1 100万~2 600万元。豪华大客车每个座席摊到的购置费约为1万元,小轿车则高达10万元左右。大型机场至少有一条宽60 m长4 km左右的跑道,路面标准高于高速公路,其他通道和停机坪也需硬面化,而配置的各种现代化导航设备,造价都是相当昂贵的。现代化大型客机每个座席的购置费约为150万元。

(7) 运输能力。根据国外资料,高速铁路客运专线每天开行的旅客列车为192~240对,如每列车平均乘坐800人,年均单向输送能力将达5 600万~7 000万人。4车道高速公路客运专线,单向每小时可通过小轿车1 250辆,全天工作20 h,可通过2 500辆。如果大轿车占20%,每辆车平均乘坐40人,小轿车占80%,每辆车乘坐2人,则年均单向输送能力为8 760万人。航空运输主要受机场容量限制,如一条专用跑道的年起降能力为12万架次,采用大型客机的单向输送能力只能达到1 500万~1 800万人。可见,高速铁路的运能远大于航空运输,而且一般也大于高速公路。

(8) 环境保护。在旅客运输中,各种交通工具有害物质的换算排放量,铁路每人公里为一氧化碳0.109 kg,公路为0.902 kg,是铁路的8倍。在噪声污染方面,日本以航空运输每千人每公里产生的噪声为1,则小轿车为1,大轿车为0.2,高速铁路为0.1。

(9) 经济效益和社会效益。高速公路的交通堵塞和事故给国民经济带来了巨大损失。欧共体国家用于解决公路堵塞的费用约占国民生产总值的2.6%~3.1%,总金额在900~1 100美元之间,相当于整个欧洲高速铁路网的全部投资;用于处理公路事故的费用也占国民生产总值的2.5%。

修建高速铁路的直接经济效益也是很显著的。日本和法国的实践证明,其直接投资收益都在12%以上,一般在10年之内即可还清全部贷款,其社会收益率也在20%以上。据日本资料,旅客由于从既有线改乘新干线高速动车组,每年可节约旅行时间3亿小时,即每年节省的时间效益相当于当时修建东海道新干线所需的全部费用。法国一条高速铁路的效益是一条6车道高速公路的3倍多。同时,高速铁路对促进国民经济发展、提高国家综合科技水平也起着巨大的推动作用。