



普通高等教育“十五”国家级规划教材



北京市高等教育精品教材立项项目



交通运输设备

Transportation Facilities

宋 瑞 主编



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等教育“十五”国家级规划教材
北京市高等教育精品教材立项项目

交通运输设备

Transportation Facilities

宋 瑞 主 编
佟立本 主 审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 5 年 · 北 京

内 容 简 介

本书是为适应将交通运输类专业学生培养成“宽口径、高素质”专业人才的目标而编写的,系统介绍了交通运输设备的基本知识、基本概念和基本原理。

本书共七章,内容包括:绪论、铁路运输设备、城市轨道交通设备、道路运输设备、水路运输设备、航空运输设备、管道运输设备等。内容结合实际,文字通俗易懂。

本书可作为高等学校交通运输类学生的必修课教材,也可供从事交通运输与管理的工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通运输设备/宋瑞主编. —北京:中国铁道出版社,2003.11(2005.12重印)
普通高等教育“十五”国家级规划教材. 北京市高等教育精品教材立项项目
ISBN 7-113-05553-2

I. 交... II. 宋... III. ①交通运输工具—高等学校—教材②交通运输—基础设施—高等学校—教材 IV. U

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 102747 号

书 名:交通运输设备

作 者:宋 瑞 主 编

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)

责任编辑:金 锋

封面设计:冯龙彬

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×960 1/16 印张:17.5 字数:387千

版 本:2003年12月第1版 2005年12月第2次印刷

印 数:3 001~6 000册

书 号:ISBN 7-113-05553-2/U·1580

定 价:26.80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,请与本社发行部调换。

编辑部电话:(010)51873134 发行部电话:(010)51873170

交通运输类专业平台课程系列教材
编写委员会

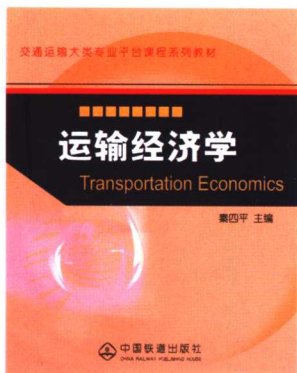
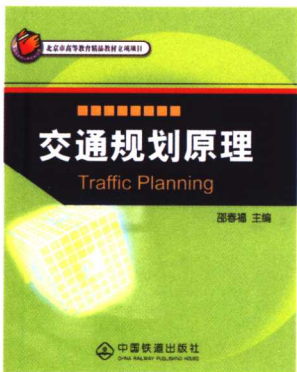
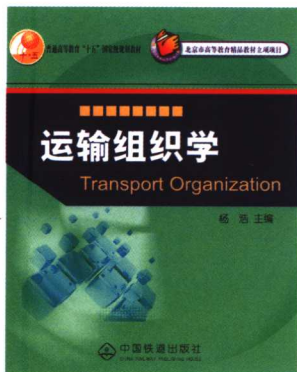
主任委员：杨肇夏

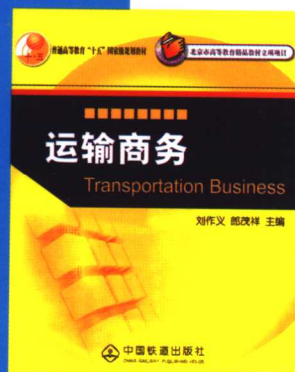
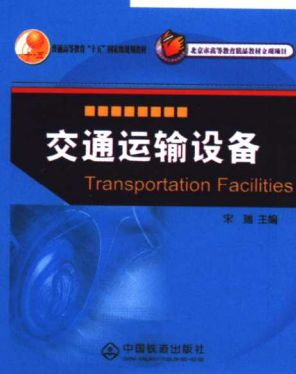
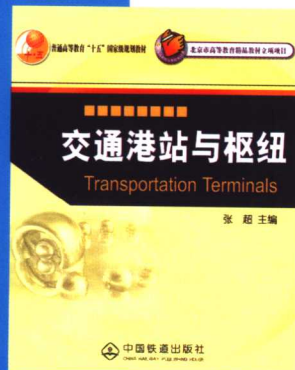
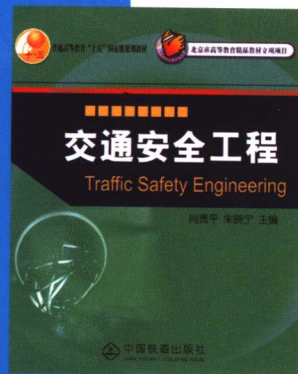
委员：（以姓氏笔画为序）

任福田 陈治亚 严宝杰 张星臣

季 令 杨 浩 胡思继

交通运输类专业平台课程系列教材（共七本）





总 序

交通运输是国民经济的基础设施和支柱产业,也是伴随现代经济和社会发展而成长起来的综合交叉学科。在我国,由于交通运输的传统产业性质和行业管理特点,其专业课程建设长期带有按交通行业和交通方式分别设置的特点,形成了行业特征非常鲜明的多个专业课程体系。在既有的专业课程体系中,不仅有关综合交通运输的内容相当单薄,而且有关交通运输规划和管理共性的内容没有得到充分的凝练和体现。这种情况不符合交通运输科学发展的内在规律,不能适应人才市场对交通运输大类专业人才的要求。

世行贷款 21 世纪初高等教育教学改革项目“交通运输大类专业宽口径高素质人才培养模式的研究与实践”(项目编号:1282B12041)在对国内外交通运输课程体系比较分析的基础上,根据交通运输科学发展和交通运输工程实践的普遍规律,人们的认知规律,以及这些规律对大学本科专业教育“宽口径、厚基础、大平台”人才培养的内在要求,以凝练交通运输规划、设计、组织和管理的基本原理为主线,重新设计了交通运输大类专业平台课程体系,并在此基础上进行了相应的系列教材建设工作,其中 7 门平台课程教材为:

(1) 交通运输设备,对铁路、公路、水运、航空和管道五种交通运输的固定设备和移动设备技术原理的全面阐述。

(2) 交通规划原理,对城市、区域不同范畴的交通需求预测和综合交通运输系统规划的共同原理、步骤和方法的提炼。

(3) 交通港站与枢纽,对运输结点、即运输技术作业过程的设备配置原理,以及各种运输方式的结合部,即综合交通枢纽的结构和功能系统设计理论和方法的融合。

(4) 运输组织学,在一定运输市场环境下,对运输生产的规划、组织、计划、指挥和管理理论与方法的综合和集成,是对运输需求组织管理和运输资源的优化利用的理论和方法。

(5) 运输商务,对运输市场营销与运输商务过程的理论和实务的概括和总结。

(6) 运输经济学, 经济管理理论方法与交通运输系统的有机结合。

(7) 交通安全工程, 交通安全基本理论、交通安全分析和评价方法、安全技术 and 交通安全管理理论和方法的有机结合。

该系列教材按照“大交通”、“大融合”形成具有原创性教材的编写思路, 分别从传统的按照铁路、公路、水路、航空、城市交通等划分的有关交通体系中提取共性的、规律性的内容, 抽象出原理性的内容编著而成。在教材编写过程中, 通过网络手段收集了大量国内外资料, 研究分析了相关教材结构和组成, 对教材内容进行了反复讨论、整合和提炼, 打破了过去按交通方式划分章节的教材编写形式, 构建了全新的教材框架。通过这些努力, 在编写的 7 门交通运输大类专业平台课程的教材中, 有 5 门列入普通高等教育“十五”国家级规划教材, 6 门列入北京市高等教育精品教材立项项目。

教学改革是一项复杂、艰巨的系统工程。交通运输大类专业平台课程的体系构建和知识整合, 是一项前所未有的开创性的工作, 难度很大。受我们的理论、知识和水平所限, 目前的改革成果仅仅是万里长征的第一步, 教材建设的实际水平同我们的预期还有一定差距, 不同程度地存在传统教材体系和内容的某些痕迹, 还需要在今后的改革和建设实践中不断地改进和完善。因此, 我们衷心地欢迎交通运输界学者、专家、同行以及广大师生的批评指正。

《交通运输大类专业宽口径高素质人才培养模式的研究与实践》课题组

2003 年 11 月

前 言

现代化交通运输主要包括铁路、城市轨道交通、道路、水路、航空和管道等多种运输方式,随着科学技术的进步和社会需求的变化,各种运输方式的技术装备也在不断更新,各种运输方式进入综合、协调发展阶段,多种运输方式共同组成的综合运输网络已成为现代经济和社会发展中不可缺少的重要组成部分,并已被确立为国民经济的基础设施和支柱产业。随着产业结构的调整优化,也促使教育的全方位深化改革,重新确定了人才培养目标,全面拓宽了专业口径,整合了课程结构。因此,根据普通高等教育“十五”国家级规划教材以及北京市高等教育精品教材建设的要求,在面向大交通的前提下,本书从不同角度对铁路、城市轨道交通、道路、水路、航空、管道等多种交通运输方式的基础设施与移动设备等相关知识进行了整合,在培养宽口径、厚基础交通运输专业人才方面进行了改革与探索,是交通运输大类专业创新总体方案的专业平台课程首选教材。

本书在编写时力求文字简明扼要、图文并茂,着重介绍有关的基本知识、基本概念和基本原理。学生通过本书的学习,应能掌握铁路、城市轨道交通、道路、水路、航空和管道运输设备的基本知识、基本构造和基本工作原理;了解各种交通运输设备在运输生产中的地位与作用,国内外交通运输发展的新技术、新工艺和新趋势;了解各种交通运输设备之间的相互关系,逐步建立各种交通运输方式互相协调发展的观念,开拓知识面,为今后学习专业课或从事交通运输工作打下一个良好的基础。

本书由北京交通大学宋瑞任主编,杨肇夏任责任主审,佟立本任

主审。参加编写的人员有：宋瑞（第一、六、七章），祝静茹（第二章第一、二、三节），魏世隆（第二章第四、五节），毛保华（第三章），袁振洲（第四、五章）。

感谢普通高等教育“十五”国家级规划教材以及北京市高等教育精品教材建设项目对本书的资助。在编写过程中，广泛参考了国内外大量的文献资料，在此，谨向这些文献资料的作者和出版单位表示衷心的感谢。

本书涉及内容较为广泛，由于水平有限，书中不妥之处，敬请批评指正。

编 者

2003年7月于北京

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 交通运输设备的种类及特征	2
第二节 交通运输设备的现状及未来发展趋势	5
复习思考题	14
第二章 铁路运输设备	15
第一节 铁路运输概述	16
第二节 铁路线路与车站	17
第三节 铁路车辆与牵引动力	36
第四节 铁路信号与通信设备	54
第五节 高速铁路	78
复习思考题	90
第三章 城市轨道交通设备	91
第一节 城轨交通概述	92
第二节 轨道与结构工程	96
第三节 城轨交通车站	106
第四节 城轨交通车辆	113
第五节 信号与通信系统	118
第六节 供电、环控与给排水系统	123
复习思考题	128
第四章 道路运输设备	129
第一节 道路运输概述	130
第二节 公路运输设备	134

第三节	城市道路运输设备	158
第四节	汽 车	168
复习思考题	.....	177
第五章	水路运输设备	179
第一节	水路运输概述	180
第二节	航道与港口	181
第三节	船 舶	193
第四节	航 标	208
复习思考题	.....	214
第六章	航空运输设备	215
第一节	航空运输概述	216
第二节	航线与机场	219
第三节	飞 机	237
第四节	通信与导航设施	250
复习思考题	.....	254
第七章	管道运输设备	255
第一节	管道运输概述	256
第二节	输油管道运输设备	258
第三节	输气管道运输设备	264
第四节	固体料浆管道运输设备	267
复习思考题	.....	270
参考文献	.....	271



第一节



交通运输设备的种类及特征

一、交通运输设备的种类

交通运输是人类社会生存发展最基本的需求之一。自古以来人们就把衣、食、住、行列为生存的四大基本要素,交通运输承担人员流动与物资流通双重职能,是参与社会精神及物质财富创造的重要环节。运输生产的目标不在于改变载运对象的性质和形态,而是通过位移改变其在空间的位置。交通运输设备是实现交通运输职能的物质载体与保障手段。

现代化交通运输主要包括铁路及城轨、道路、水路、航空和管道等方式。交通运输设备按照不同运输方式应用领域划分,可以分为铁路及城轨设备、道路设备、水路设备、航空设备和管道设备;按照设备的技术经济特征与用途划分,可以分为固定设备或基础设施(如港站、线路、桥隧等)、移动设备或载运工具(如机车、车辆、汽车、飞机、轮船等)、通信控制设备(如各种固定、移动通信设备、监控管理设备)等;按照设备服务对象的属性划分,可以分为客运设备、货运设备等;按照设备的不同动力发展阶段,可以分为原始自然畜人力设备、机械电气化设备、综合智能生态型设备等;按照设备的环保属性,可以分为环保型设备、普通型设备等。

随着社会需求的变化和科学技术的进步,交通运输设备不断更新,技术经济性能和使用范围也在不断变化,各种运输设备必须充分发挥各自的优势,扬长避短,协调发展,这不仅可以最大限度地节省社会资源、运输建设投资和运输费用,而且为各种运输方式的加速发展,不断提高社会效益和服务质量提供条件。

二、交通运输设备的特征

交通运输设备的技术经济特征包括送达速度、运输成本、投资水平、运输能力、能源消耗、运输的通用性与机动性、对环境的影响程度等。尽管不同交通运输方式设备的技术经济特征差别很大,但从其服务于不同运输方式的功能来看,仍然具有很强的共性。

1. 铁路及城轨运输设备

铁路及城轨交通是一种利用轨道导向的运输方式,与其他各种现代化运输方式相比较,具有运输能力大、能够负担大量客货运输的优点,除场站、线路、信号等明显表现的轨道特征外,在轨道上运行的移动设备列车,载运货物和旅客的能力远比汽车和飞机大得多。速度快是该方式的另一特点,常规铁路的列车运行速度一般约为 80 km/h,而在高速铁路上运行的旅客列车时速目前可达 210~350 km。铁路货运速度虽比客运慢些,但是每昼夜的平均货物送达速度也比水路运输快。此外,铁路运输成本也比公路、航空运输低,运距愈长,运量愈



大,单位成本就愈低。铁路运输设备一般能保障该运输方式全天候运营,受气候条件限制较小,同时具有安全和可靠性。由于铁路运输设备的这些技术经济特点,因此,铁路运输极适合于幅员辽阔的大陆国家,适合于运送经常的、稳定的大宗货物,适合运送中长距离的货物运输以及满足城市间的旅客运输的需要。值得指出的是,随着城市交通系统的发展,城市轨道交通以其准确、低耗、大容量、快速、便捷等特点得到人们的青睐,已经成为城市交通系统的重要组成部分与发展的重点之一。

2. 道路运输设备

道路运输是现代运输的主要方式之一,道路运输设备的主要优点是机动、灵活,而且对客运量、货运量大小具有很强的适应性。道路运输设备中道路及场站建设的适应性很强,移动设备汽车运输灵活方便,可实现“门到门”的直达运输,不需要中途倒装,既加速了中、短途运输的送达速度,又加速了货物资金周转,有利于保持货物的质量和提高客货的时间价值。道路运输还可担负铁路、水路运输达不到的区域内的运输,它是补充和衔接其他运输的有效手段。短途运输中,汽车客运速度明显高于铁路,但在长途运输业务方面,有着难以弥补的缺陷:第一是耗用燃料多,途中费用过高;第二是机器磨损大,折旧费和维修费用高;第三是公路运输所耗用的人力多,如一列列车车组人员只需几个人,若运送同样重量的货物,则需配备几百名司机。总之,道路运输设备(高速公路除外)与其他运输方式相比,投资少、资金周转快、投资回收期短,且技术改造较容易。汽车等设备的出现还不到100年,但货运车辆在载货吨位、品种、技术等方面都有了很大的改进和提高,客运车辆也更多地融入了人的个性发展、便捷和舒适特征,能较好地满足社会经济发展对运输的需要。

3. 水路运输设备

水路运输及其设备具有占地少、运量大、投资省、运输成本低等特点,在运输长、大、重件货物时,与铁路、公路相比,水上运输更具有突出的优点。水运设备可以完成铁路、公路无法承担的对过重、过长的大重件货物运输。对大宗货物的长距离运输,水运设备更是表现出其最经济的一面。港站设备具有完成水运乘客的集散、物质装卸与仓储职能,航道与导航设备能保障运输通道的畅通,船舶设备具有完成水运的载运职能,但水运设备的综合系统特征又导致该种交通方式运输速度通常比铁路运输等运输工具慢,而且受自然条件的限制较大,冬季河道或港口冰冻时即须停航,海上风暴也会影响正常航行。

4. 航空运输设备

航空运输在20世纪迅速崛起,是运输行业中发展最快的行业。航空运输设备与其他运输方式相比,除港站、航路与导航设备外,还具有能实现空中飞行的移动设备。飞机最大的特点是速度快,并具有一定的机动性。在当今的时代,高速性具有无可比拟的特殊价值。现代的喷气运输机,时速一般在900 km左右,比铁路列车快5~10倍,比海轮快20~25倍。航空运输设备的这种特点,使该种运输方式不受地形地貌、山川河流的障碍,只要有机场并有航路设施保证,即可开辟航线,如果用直升机运输,则机动性更大。当然,航空设备特别是飞机的



特点也导致该种运输方式载运能力小、能源消耗大、运输成本较高。

5. 管道运输设备

管道运输是使用管道设备输送流体货物的一种运输方式。它是随着石油工业发展而兴起,并随着石油、天然气等流体燃料需求的增加而发展,逐渐形成沟通石油、天然气等资源与石油加工场地以及消费者之间的输送工具。管道设备不仅可修建在一国之内,还可连接国与国之间,甚至达到洲与洲之间,成为国际、洲际能源调剂的大动脉。管道设备除泵站、首末站占用一些土地外,一般埋于地下,占用土地少,且不受地形与坡度的限制,易取捷径,可缩短运输里程;埋于地下基本不受气候影响,可以长期稳定运行;沿线不产生噪声且漏失污染少,每隔一段距离设置的增压站设备为管道输送流体提供压力能,因此,设备运行比较简单,易于就地自动化和进行集中遥控。由于节能和高度自动化,用人较少,运输费用较低,是一种很有发展前景的现代化运输方式。当然,管道运输设备的这种特点,使其一般适于长期定向、定点、定品种输送,合理输量范围较窄,若输量变换幅度过大,则管道运输的优越性就难以发挥,现在还不能输送不同品种的货物。

三、交通运输设备在交通运输业及社会经济发展中的作用

交通运输设备是各种运输方式实现的物质保障,设备的不断发展与进步对于促进交通运输业的兴旺,对于社会经济的发展都具有极其重要的作用,其主要作用表现为:

1. 社会作用

交通运输设备对社会的发展具有重要的作用,这突出表现在如下方面:

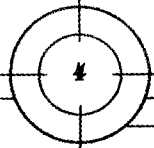
首先,每一次新的革命性运输设备及其对应交通方式的出现,都会导致社会的进步,如近代铁路的出现,导致了工业布局和城市发展由沿江海向内陆的转移;飞机的出现,改变了传统地域的时空界限;高速公路与汽车,使城市与城市联系更加紧密。可以说,一个现代文明社会,必须有一个配套的现代交通体系,而交通运输设备则诠释了现代交通体系的物质内涵,而且伴随人类文明的发展,不断推陈出新、适应与推动社会的进步。

其次,交通运输设备的设计与制造,必须满足社会发展需要,是社会生产生活的重要组成部分,如汽车工业、飞机工业、轮船工业、铁路工业等,其生产与制造不仅可创造出巨大的物质财富,而且可解决大量就业与消费等社会问题。

第三,现代化的交通运输设备,必须不间断地、不分昼夜、季节、全天候地从事正常运输,这是与国家政治、经济休戚相关的,遇到非常时期、发生灾害(如地震、洪水、大火、海啸等)、战争或国家财产受到威胁时,交通运输工具都会被用来抢救危亡,恢复社会正常秩序,这种超经济作用的社会公益作用会显示得更为突出。

2. 经济作用

交通运输设备的经济作用十分明显。首先,各种设备的研制与生产,可以产生巨大的经济效益;其次,各种交通运输设备在完成客货运输任务时,自身所创造的经济价值也是十分可





观的;第三,当国民经济失调而需要调整或治理整顿时,交通运输设备作为国家宏观调控工具的作用会更显得突出,如抢运煤炭、全国性的粮食调运等,此时,铁路运输设备在其中发挥宏观调控的作用尤为明显;第四,交通运输设备及其对应运输方式,在促进地区经济合理布局、协调发展方面作用显著,对于形成运输大通道,引导形成若干跨地区的经济区域和重点产业带,优化生产力布局,优化资源配置,减少重复浪费,都将起很大的促进作用。交通运输是国民经济的重点战略产业,是国民经济的重要基础设施,是制约经济与社会发展的一个重要因素。交通运输业要先行,设备的发展必不可少,它是长期保持国民经济的持续、稳定、协调发展的重要物质基础。

3. 军事国防作用

交通运输设备不仅是国防的后备力量,战时又是必要的军事手段,交通运输设备先进与否,布局是否合理,保障是否有力,支援能否及时,关系到民族存亡、国家安危,绝非用经济尺度所能衡量。

4. 其他作用

交通运输设备还是实现国际间交流的重要桥梁和纽带,能促进各国之间物资交流、经济发展和人民之间的友好往来,是经济全球化的重要保证。

第二节

☞ 交通运输设备的现状及未来发展趋势

一、交通运输设备的发展历程及现状

在交通运输设备的发展历程中,最早的水上交通设备是独木舟,几千年来,水运设备经历了从古老的运输方式到现代化的过渡。在历史上水运及其设备的发展对工业布局的影响很大,海上运输至今仍然具有其独特的地位,几乎不能被其他运输方式替代。而陆上交通运输设备,长期以来是依靠畜力或人力的,18世纪下半叶瓦特发明了蒸汽机,标志着现代工业文明的开始。蒸汽机很快被应用于船舶和铁路上(轮船、蒸汽机车),从此开辟了近代运输的新纪元。1825年,英国在斯托克顿至达灵顿修建了世界第一条铁路并投入公共客货运输。铁路的出现,使工业布局摆脱对水上运输的依赖,在内陆腹地加速了工农业的发展,目前世界铁路总长度约120余万km。19世纪末到20世纪初,汽车和飞机也相继诞生,并很快成为现代运输的主要运输工具。对道路运输而言,由于汽车工业的发展和公路网的扩大,使道路运输能充分发挥其灵活、迅速方便的优势。工业的发展和科技的进步,促使人们对价值观念日益增强,航空运输在速度上的优势,不仅在长途旅客运输方面占有重要的地位,而且在货运方面也发展很快。现代管道运输起源于19世纪末美国宾夕法尼亚,用于运输原油,并已得到了迅速发



展,迄今世界管道运输干线总长已达 200 万 km。时至今日,随着科学技术的进步和社会需求的变化,各种运输方式的技术装备不断更新,技术经济性能和使用范围也在不断变化,新型交通工具及设备不断产生,如气垫船、时速 1 000 km 的汽车、500 km 的列车等。现代交通运输设备伴随各种交通方式,已经成为人们生活和人类社会生产活动中不可缺少的重要部分。

运输设备的改善及水平的提高是交通运输业逐步实现现代化和社会进步的重要标志之一。中国的交通运输设备,经历了从“挖潜、改革、改造”维持简单再生产,到“开发、引进、改造”扩大再生产的过程,以提高运输能力和促进技术装备上水平为中心,推进运输设备的技术进步过程。新中国成立初期,中国交通运输业大量的货物是靠人力、畜力车和木帆船运输,装卸作业主要由肩挑人扛完成,到如今,已基本实现现代工具运输和机械化、自动化装卸作业为标志,运输设备的面貌已发生了根本的变化。

1. 铁路运输设备

2001 年,中国铁路营业里程突破 7 万 km,其中国有铁路 59 078.6 km,已实现电力、内燃机车牵引为主,内燃、电力机车拥有量已占机车总台数的 93%;1999 年与 1949 年比较,铁路货车拥有量增长了 8.6 倍,其中载重 60 t 及以上的大型货车占 94.7%;货车静载重由 1950 年的 26.6 t 提高到 1999 年的 57.7 t,客车拥有量增长了 7.7 倍;铁路行车闭塞方式基本上实现了自动闭塞和半自动闭塞,其中自动闭塞里程比重达 31%。铁路装备水平的提高,为不断提高货物列车重量、速度和客运列车全面提速提供了条件。1992 年建成的长 653 km 的大秦线重载运煤双线电气化铁路,试验完成了万吨重载单元列车成套技术;1994 年底建成了我国第一条时速 160 km 的广深准高速铁路;2003 年建成全长 405 km 的秦沈客运专线,是我国第一条设计速度定位于 200 km/h 的客运专线铁路;1997 年 4 月 1 日,全路实施第一次大提速,沪宁、郑武、沈山、京秦线等开行最高速度为 120~160 km/h 的特快旅客列车,1998 年 10 月 1 日京沪、京广、京哈三大干线全面提速,2000 年 10 月 21 日全路对陇海、兰新、京九和浙赣等线实施第三次大提速,2001 年 10 月,全路对一些主要干线实施了第四次大提速,2004 年和 2005 年中国铁路将实施第五、第六次提速,这些都是铁路运输设备及装备水平全面向现代化过渡的集中体现。近年来,我国铁路设备的生产能力和生产技术得到了很大加强,与铁路直接相关的工业企业有 69 个,其中机车车辆工厂 35 个,通信信号工厂 9 个,桥梁、轨枕、木材防腐厂 7 个;不仅能制造一般客、货车辆和铁路专用设备,还能成批生产内燃机车、电力机车、地下铁道电动车组、大型货车、特种车辆等产品,特别是最近几年来研制成功并生产了适合高速铁路和重载列车使用的大功率内燃和电力机车、单层和双层快速客车,基本上能满足我国铁路运输和建设的需要。

2. 道路运输设备

道路运输中的民用汽车拥有量大幅度增加。载货汽车的结构中,逐步改变了“缺轻少重”的局面,重型和轻型汽车比重增加,专用汽车(集装箱车、油罐车、冷藏车、大型平板车等)有较大发展。对于载客汽车,不仅数量增加,质量也有很大提高,适用于高速公路和高等级公路客

