

An Introduction to Highway and Bridge Engineering

普通高等教育规划教材

# 道路与桥梁工程概论

黄晓明 许崇法 主编



人民交通出版社

China Communications Press



## 内 容 提 要

本书共分七章,主要包括交通运输系统、公路网规划与道路几何设计、道路路基路面结构、城市道路工程及道路立体交叉、道路工程的可持续发展、现代桥梁工程、道路与桥梁的施工与建设管理。

作为道路桥梁与渡河工程专业(080724w)的概论性课程,本书主要使学生了解道路交通的现状和发展趋势,增加从事道路桥梁工程工作的荣誉感和自豪感。同时,通过主要课程内容的讲解,让学生了解本科四年主要的学习内容、对应的工作所需要的专业知识内容、相关专业所要求的专业基础知识,由此理解本科生培养方案中设置基础课、专业基础课、专业课和选修课的意义。

本书可作为高等学校道路桥梁与渡河工程专业的基础课教材,也可作为土木工程、交通运输、交通工程等专业道路与桥梁方向的概论类教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

道路与桥梁工程概论/黄晓明,许崇法主编.—北京:  
人民交通出版社,2007.6

ISBN 978-7-114-06463-0

I.道… II.①黄…②许… III.①道路工程—概论②桥梁工程—概论 IV.U41 U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 038896 号

书 名:道路与桥梁工程概论

著 者:黄晓明 许崇法

责任编辑:曹延鹏 袁 方

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285977,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:18

字 数:446千

版 次:2007年6月第1版

印 次:2007年6月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-06463-0

印 数:0001~3000册

定 价:32.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 前言

## QIANYAN

我国高等学校的专业设置始于1952年,全国很多高等院校为此进行了院、系及专业调整。同时为了发挥各校的专业优势,全国很多院校进行了人员与设备的交流。至1953年年初,全国高等院校本科共设置215个专业。1953年9月,经国务院批准发布了本科专业目录,共设置专业510种。随后,在实际的教学实践过程中,各学校根据自己的特点进行了自主的专业设置,专业总数也有很大程度的增加。从1982年开始,国家组织力量研究专业划分与设置的基本原则,合并了大部分相近的专业。截止到1987年年底,专业数由原来的1343个减少到671个。1989年开始,国家又进行了本科专业修订工作,使专业数调整为504个。1997年4月,教育部组织了第四次普通高等院校本科专业的调整,专业数由504个调整为249个。土木工程专业作为调整与合并后的一个具有新内涵的本科专业,主要为土建领域培养合格人才。土木工程专业包括建筑工程(包括地下建筑)、交通土建工程(包括道路工程和桥梁工程)、工业设备安装工程、矿井建设、饭店工程、涉外建筑工程等,主要面向交通和建筑两大领域。由于土木工程专业合并专业较多,涉及的内容比较复杂,而且交通和建筑工程相关的规范、标准与方法不完全相同,同时考虑到交通建设人才需求量大、要求高、专业特色明显等特点,因此,必须培养满足现代交通建设的专业人才。为了适应交通建设人才需求的特点,长安大学、哈尔滨工业大学、东南大学等高校相继开设了“道路桥梁与渡河工程”专业(080724w),并开始招收“道路桥梁与渡河工程”专业本科生。由于渡河工程方向主要为满足军方快速架设渡河构筑物而设置,对一般的交通部门涉及内容较少,因此,在具体的教学过程中重点在道路与桥梁工程方向。

以东南大学为例,“道路桥梁与渡河工程”专业的培养目标与课程设置简介如下:

### (1) 培养目标

“道路桥梁与渡河工程”专业培养适应社会主义现代化交通建设需要,掌握交通基础设施建设的基本理论和基本知识,具有良好的动手能力,了解国内外最新专业理论与技术发展,获得工程师基本训练并具有创新精神的高级专门人才。要求毕业生具有扎实的基础和专业基础知识,能够从事交通基础设施设计、施工与管理的工作,具有初步的项目规划和研究开发能力。

### (2) 基本要求

“道路桥梁与渡河工程”专业毕业的学生应具有扎实的数学、力学、自然科学和工程技术的基础理论知识,掌握系统的专业知识,并具有良好的动手能力,还应具有一定的人文社会科学、法律法规、经济管理及相关学科的基本理论知识,能够在交通、城建及其他相关领域从事规划、设计、施工、监理、管理、科研与教学等多方面的工作。

### (3) 毕业生应具有的知识、能力、素质

①具有扎实的数学、自然科学、力学和相关学科的基本知识。

②熟练掌握一门外语,具有综合应用各种手段进行资料查询、获取信息的能力;掌握有交通机械、电工、工程测量、施工技术与管理等方面的基本技术。

③具有团队精神和协作能力、口头及书面交流能力,具有良好的科学精神和职业道德。

④掌握道路与桥梁工程专业知识,具有道路与桥梁工程领域内重要测试与试验仪器的使用、材料与结构试验、力学分析与计算、工程制图、撰写报告等能力,了解本专业学科的最新专业理论与技术发展方向。

#### (4) 主要课程

①通识教育基础课:马列主义课、德育课及文化素质教育类课程、体育、大学英语、高等数学、线性代数、概率与统计、大学物理、物理实验、计算机科学基础、程序设计(C++语言)。

②大类学科基础课:画法几何与CAD制图、交通运输工程导论、工程力学基础、土木(道路与桥梁)工程材料、工程地质、工程测量、水力学、土力学、结构力学(I)、交通工程基础。

③专业主干课:结构力学(II)、弹性力学与有限元分析、结构设计原理、道路勘测设计(道路工程设计)、路基路面工程、桥梁工程、基础工程。

#### (5) 主要实践环节

①专业认识实习、地质工程实习、土木(道路与桥梁)工程材料试验、工程测量实习、桥梁工程实习、路基路面工程实习、交通工程实习。

②道路勘测设计课程设计、结构设计原理课程设计、路基路面工程课程设计、桥梁工程课程设计、基础工程课程设计、毕业实习与毕业设计。

#### (6) 专业服务方向

道路工程(包括机场工程)、桥梁工程、城市道路及市政工程等。

#### (7) 专业服务行业

交通、城市规划与建设、市政工程等。

本教材编写的主要目的是:通过本课程的教学,让学生了解道路与桥梁工程专业,了解当今世界及中国的交通发展,了解毕业后的工作内容及相应的知识点要求,了解各校专业教学计划的主要设想与要求。因此,根据我国交通建设人才培养的需求,本教材编入的主要内容有:

(1) 交通运输系统,主要讲述我国交通的现状、交通运输种类及规划、物流发展等。

(2) 公路网规划与道路几何设计,主要讲述公路网规划与建设的基本程序、道路几何设计、道路设计新技术等。

(3) 道路路基路面结构,主要讲述路基设计基本要求、路面种类、路面设计的基本内容等。

(4) 道路网规划与城市道路工程,主要讲述道路网规划的基本方法、要求,城市道路的组成、功能、种类,城市道路分类、道路平面交叉与立体交叉等。

(5) 道路工程的可持续发展,主要讲述道路可持续发展体系、城市道路噪声分析、道路环境保护与土地利用、道路景观设计等。

(6) 现代桥梁工程,主要讲述桥梁规划与设计、桥梁设计荷载、桥梁布置和桥梁墩台等。

(7) 道路与桥梁施工及建设管理,主要讲述建设项目管理、建设监理、施工技术。

各校在使用本教材的过程中可以适当删减,采用灵活的方式,提高学生的学习热情,树立筑路架桥光荣的人生观。

# 目 录

## MULU

<b>第一章 交通运输系统</b> .....	1
第一节 交通运输的作用、特点及性质 .....	1
第二节 现代化的交通运输 .....	5
第三节 交通运输的主要方式 .....	9
第四节 载运工具的种类 .....	21
第五节 中国交通规划 .....	30
第六节 物流化的货物运输系统 .....	35
<b>第二章 公路网规划与道路几何设计</b> .....	43
第一节 公路网规划 .....	43
第二节 道路工程的勘测设计的程序 .....	51
第三节 道路设计的交通条件及技术标准 .....	55
第四节 道路几何设计 .....	63
第五节 道路设计 CAD 技术 .....	74
第六节 数字化公路及技术 .....	79
<b>第三章 道路路基路面结构</b> .....	84
第一节 路基路面工程结构的功能要求 .....	84
第二节 路基横断面及路面结构层位功能 .....	86
第三节 路面结构组合设计 .....	94
第四节 道路建筑材料 .....	100
<b>第四章 城市道路工程及道路立体交叉</b> .....	113
第一节 城市道路的组成、功能及特点 .....	113
第二节 城市道路的分类与分级 .....	117
第三节 城市道路几何设计基本参数 .....	119
第四节 通行能力及服务水平 .....	122
第五节 道路平面交叉 .....	124
第六节 道路立体交叉 .....	138
<b>第五章 道路工程的可持续发展</b> .....	151
第一节 可持续发展理念 .....	151
第二节 可持续发展的交通设施体系 .....	155
第三节 城市噪声分析 .....	160
第四节 环境保护 .....	167
第五节 公路景观及景观设计 .....	175

第六章 现代桥梁工程 .....	192
第一节 概述 .....	192
第二节 桥梁的组成和分类 .....	205
第三节 桥梁的总体规划设计 .....	214
第四节 桥梁上的设计作用 .....	225
第五节 桥面布置与构造 .....	231
第六节 桥梁墩台与基础 .....	242
第七章 道路与桥梁工程的施工及管理技术 .....	248
第一节 建设项目管理 .....	248
第二节 建设监理 .....	250
第三节 道路与桥梁施工技术 .....	252
参考文献 .....	278

# 第一章

## 交通运输系统

### 目的与要求:

作为一名未来的道路与桥梁工程师,必须全面了解我国交通运输的现状,了解我国交通运输的主要方式及其特点,结合国家高速公路的建设,了解国家发展交通运输的必要性和紧迫性,了解我国公路发展的主要历程及远景规划,了解我国交通运输发展趋势。通过系统的学习,掌握道路工程规划、设计、建设、管理的基本知识,增强投身交通运输建设事业的荣誉感和责任感,树立筑路架桥光荣的人生观。

### 第一节 交通运输的作用、特点及性质

现代交通诞生于19世纪初。一百多年来,交通运输发展日新月异。铁路、公路、航空、水运、管道等相继出现。五种运输方式的产生和发展,为社会经济发展提供了强有力的基础保障。20世纪,交通运输的发展初步构筑起了交通运输综合体系,21世纪的交通运输发展将是高新技术广泛应用、高速交通全面发展的时代,人类社会的时空观念将发生深刻变革。为了保持我国经济稳定并以较快的速度发展,中央决定扩大对基础设施,特别是交通基础设施建设的投资规模,以此来促进和带动整个国民经济稳定持续的发展。因此,在今后相当长的一段时间内,交通基础设施建设任务仍然相当艰巨。

#### 一、交通运输在国民经济发展中的地位和作用

交通运输是现代经济社会正常运行的基础保障,市场经济条件下现代大生产的发展,促使生产的专业化程度不断提高。生产要素之间的快速交换是保障和维护社会生产正常运行的基本条件。没有现代化的运输体系,就很难想象会有一个完善的市场经济。交通运输规模的大小是经济社会现代化程度的基本标志之一,因为现代经济社会在多大规模上运用多少资源来实现人与物在空间和时间上的变换,反映了经济社会的发达程度。发达国家的经济社会发展过程无不表明,现代经济社会的发展,都经历了一个交通运输革命的阶段。交通运输的发展不仅是经济社会需求的一种直接反映,更是交通运输以主角的身份作用于经济社会发展过程的特殊时期。交通运输作为经济发展的先决条件,对于社会和经济的发展具有引导作用。

我国的经济正面临从起飞进入持续增长的历史发展时期。对于中国的现代化建设事业,首要的问题是如何让经济进入起飞状态并持续发展,也就是为经济起飞和持续发展创造条件。西方经济学家罗斯福指出:在创造前提条件和起飞时期,总投资中很高的份额必须投入社会先行资本。这种投资的最重要职能是降低运输成本,使得资源能更便宜而有效地结



合起来,扩大国内市场,使外贸的有效引导成为可能。现代交通运输发展不仅是满足经济社会发展的要求,对国民经济有着巨大的促进作用,同时其自身巨大的物质、资金、劳动力及技术的需求,也会刺激并带动其他行业的迅速发展。世界经济发展史表明:基础设施产业除了在经济起飞和快速发展前有一个超前发展的阶段,其在国民经济中的地位与作用还随着社会经济的发展而长盛不衰,这是任何其他产业所不具备的最重要特征之一。当今国际经济最发达的国家、地区和城市也是现代交通运输最发达的地区,特别是一些国际经济中心城市,如纽约、伦敦、东京、新加坡等。它们也都无一例外地形成了现代化的海港、航空港和立体网络化的铁路公路系统。

在我国当前的经济生活中,经济结构的调整成为经济发展和提高经济效益最为关键的问题。我国经济突出的问题是一般加工产业在较低层次形成的生产能力远远超过市场需求,而交通运输等基础设施能力却远远不能适应国民经济和社会发展需求。因此,扩大政府财政对基础设施的投入是扩大内需、避免重复建设的必然选择,也为整个社会经济的稳定持续发展提供强大的后续动力。加强基础设施建设,不仅可以拉动当前经济增长,还可以增强经济发展的后劲。

## 二、交通运输发展现状的评价

### 1. 公路、水路交通全面紧张和“瓶颈”制约状况已得到缓解

从建国后到改革开放之前,由于对交通运输的基础性和先导性认识不足,导致了对交通投资的严重不足,使交通发展长期滞后。

改革开放以后,经济发展速度加快,交通发展长期滞后的严重后果充分暴露出来,交通运输全面紧张,成为当时国民经济突出的薄弱环节,严重制约了国民经济的发展。其主要标志是基础设施总量和运力严重不足,能源生产只能“以运定产”;干线公路能力严重不足,“行路难”、“运货难”已经成为当时人民群众强烈不满的主要问题之一。

20世纪80年代后期,中央把发展交通运输放在突出位置。特别是20世纪90年代以来,公路、水路交通基础设施有了很大发展,面貌有了明显改观,交通运输的紧张局面逐步得到缓解。1990~2006年,公路总里程由103万公里增加到348万公里(包括从2006年开始纳入统计的155万公里村道),公路密度由10.7公里/百平方公里增加到36.2公里/百平方公里,是建国以来增长最快时期,尤其是高速公路从无到有,发展到4.54万公里。其中二级及二级以上高等级公路里程32.58万公里,占公路总里程的16.9%,比上年末提高0.9个百分点。“五纵七横”国道主干线基本建成通车,初步形成了连接重要城市及地区的高速公路通道,许多经济发达地区高速公路干线网络正在形成。2006年公路、水路完成客运量184.4亿人和2.1亿人,旅客周转量10136亿人公里和74.9亿人公里,同比分别增长8.7%、5%、9.1%和10.5%;完成货运量146亿吨和24.4亿吨,货物周转量9647亿吨公里和53908亿吨公里,同比分别增长8.8%、11.9%、11%和8.5%。全国港口完成吞吐量56亿吨,同比增长15.4%;完成集装箱吞吐量9300万标准箱,同比增长26%。上海港货物吞吐量达到4.65亿吨,继续保持世界第一。日照港、南通港进入亿吨港行列。我国目前已经有12个亿吨大港。

## 2. 公路、水路交通基础设施仍然薄弱

尽管公路、水路交通全面紧张状况已经得到缓解,但从总体上看,公路、水路交通基础设施依然薄弱,特别是储备能力和应变能力还严重不足,沿海主要港口国际竞争能力较低,安全问题十分严重。

### (1) 基础设施总量不足

我国公路网密度较低,通达深度远远不够,全国仍有许多个乡镇和行政村未通公路。沿海主枢纽港公用码头吞吐能力严重不足,尤其是集装箱码头吞吐能力空前紧张。内河五级以上航道仅占通航总里程的20%。西藏的墨脱县是目前全国唯一还没有通公路的县。

### (2) 基础设施和装备技术标准低

我国高级、次高级路面仅占公路总里程的42.5%,而美国已达到65%;我国高速公路里程约是美国的1/2,二级以上公路仅占公路总里程的13.5%;大部分国道路段混合交通严重,行车不畅;公路站场设施落后。早期建设的一批码头吨级偏小、设施落后,专业化水平低;沿海主要港口航道已不能适应船舶大型化的要求,成为外贸运输发展的“瓶颈”。内河三级以上航道仅占总通航里程的7%,而美国高达61%,欧洲干线航道及其主要支流均已实现千吨级船舶畅通无阻;内河港口装备陈旧、技术落后、效率低下。

### (3) 结构性矛盾突出

公路网层次结构不完善,技术等级结构不合理,区域发展差距大;大中城市过境公路及出入口公路建设滞后,造成公路交通“堵在两头、行车不畅”。沿海港口尚未形成比较完善的现代化集装箱运输体系;缺少铁矿石、原油等大型深水专业化装卸码头;一些老港口、老港区位于城市中心,在空间、环境、交通、功能等方面与城市发展的矛盾日趋尖锐。内河航运尚未形成具有较高层次结构的航道网,航道等级偏低,船舶吨位小、技术落后,内河水运优势尚未充分发挥。

### (4) 地区间发展差距加大

同东部地区相比,西部地区干线公路技术等级偏低,二级以上公路里程占总里程的比重低13.5个百分点,高级、次高级路面里程比重低27.7个百分点,无路面县乡公路和等外公路里程比重分别是东部地区的2倍和3倍,不通公路的乡镇、行政村分别占全国总数的90.9%和56.9%。

### (5) 交通安全问题严重

我国公路总里程是美国的1/3左右,民用汽车保有量是美国的1/10,但年公路交通事故死亡人数是美国的1.8倍,每亿车公里死亡人数是美国的10倍。水上交通的恶性沉船和重大翻船死亡事件时有发生,威胁人民生命安全。我国海事、救助机动反应能力与国外先进水平相比差距在20年以上。

## 3. 发展仍是公路、水路交通的主要任务

当前公路、水路交通紧张状况的缓解是在社会生产力和人民生活水平总体不高的情况下实现的,因此,这种缓解是低水平的、被动的、脆弱的。面对未来新的要求,如果不继续加快公路、水路交通基础设施的发展,仍会制约国民经济发展和地区开发。

(1) 目前我国经济发展水平仍然较低,按汇率法计算,2006年人均GDP超过1700美元。虽然我国GDP总量略有增加,但人均水平仍在世界100位之后。因此,为实现到2050年基

本现代化的目标,未来 20 年我国国民经济仍将保持较快的发展速度,其中 2001 ~ 2010 年间实现 GDP 翻一番,年均增长速度需达到 7% ~ 8%。如果公路、水路交通基础设施不保持较快的发展速度,将会重现公路、水路交通全面紧张的局面。

(2) 目前我国居民消费结构层次低,2000 年我国城镇居民消费的恩格尔系数为 39.2%,农民消费的恩格尔系数为 50%,仍属于低消费国家。从新世纪开始,我国将进入全面建设小康社会的发展阶段,提高人民生活水平成为发展经济的根本出发点。随着人民生活水平的逐步提高,消费支出中用于住与行的比重将大幅度提高,小汽车进入家庭是大势所趋,世界主要发达国家每百人拥有小汽车 37 ~ 57 辆,每百个家庭拥有小汽车 90 ~ 180 辆。其中澳大利亚每百户家庭拥有小汽车 183 辆,美国为 180 辆、德国为 173 辆、意大利为 145 辆、法国为 113 辆、英国为 106 辆。目前北京每百户家庭轿车的拥有量虽已接近 11 辆、上海 5.3 辆、天津 5 辆,但随着经济的发展,人们对出行方式提出了更高的要求,必然会对公路基础设施的发展提出更高的要求,也带来了更大压力。

(3) 目前我国产业结构层次低,1998 年第一产业比重为 18%,高于世界平均水平 13 个百分点;第三产业比重仅为 31%,低于世界平均 30 个百分点;一半左右的劳动者在初级产业就业,而 1998 年美国仅为 3.1%,日本仅为 5.4%。2006 年第一产业比重为 7.4%,第三产业比重仅为 50.3%,我国经济在加快工业化的进程中,产业结构发生深刻的变化,劳动力将大规模转移。其中最为显著的特点是在产值比重与就业比重中,第一产业大幅度下降,第三产业大幅度上升。研究表明,第三产业对交通运输的需求是最强的,第三产业比重大幅度上升将会促使交通需求居高不下。

(4) 目前我国城市化水平低,1998 年仅为 32%,低于中低收入国家水平 10 个百分点。近几年,我国的城市化水平已经有了大幅提升,从 2000 年的 36.9% 提高到 2005 年的 42.99%。提高城市化水平,转移农村人口,可以为经济发展提供广阔的市场和持久的动力,是优化城乡经济结构和促进国民经济良性循环和社会协调发展的重大措施。按照我国规划的每年城市化水平增加一个百分点计算,到 2020 年将有 2.6 亿人由农村转移至城市,城乡间、城市间客运以及人均出行率将保持快速增长态势。预计未来 20 年,客运增长相对于经济增长的弹性系数接近 1,而货运增长相对于经济增长的弹性系数在 0.5 左右,客运增长快于货运增长是今后交通发展的重要特征。

(5) 随着经济全球化和我国加入世贸组织,对外贸易将继续保持增长。由于进出口贸易的 85% 以上依靠海运完成,因此必须大力发展海运,加快沿海港口的建设与结构调整,建立高效、经济的国际海运通道,保证国家经济安全,否则新一轮的沿海港口能力紧张局面将不可避免。

(6) 加快西部地区交通建设,扭转西部地区交通落后状况,是社会生产力发展的内在要求,是实现我国第三步战略目标的重大举措。只有加快西部地区公路、水路交通基础设施建设,才能加快西部地区人流、物流、信息流,促进资源的开发与转化,使土地、矿产、森林、旅游等资源优势转化为经济优势,变为现实的社会生产力,同时为东部地区经济结构调整提供市场和能源、原材料支持,促进全国经济结构战略性调整。

(7) 科学技术对现代社会生产力的发展越来越具有决定性的作用。21 世纪是人类依靠知识创新和技术创新持续发展的时代,高新技术的发展将改变人们的工作、学习和生活方式,对交通运输这一传统产业将产生广泛而深刻的影响。因此必须利用电子信息等高新技术对传统的交通运输业进行改造,实现公路、水路交通跨越式发展,提升交通行业可持续发

展能力和竞争能力。

(8)公路建设要求实现可持续发展。我国是发展中的大国,人均资源的占有量不高,生态环境的问题已日益突出,经济发展必须与节省资源、保护环境很好地协调,才能实现可持续发展。因此,今后公路、水路交通在为社会发展提供便利和为经济发展创造条件的同时,还必须努力提高对土地等资源的有效利用程度,加大对环境的保护力度,才能实现国家可持续发展的战略要求。

总之,今后5~10年是我国经济和社会发展的重要时期,是进行经济结构战略性调整的重要时期,也是完善社会主义市场经济体制和扩大对外开放的重要时期。在这10年中,我国劳动力将保持较高速度增长,人民币储蓄率仍居高不下,这是我国经济实现高速增长的有力保证。2010之后,我国劳动力增长速度放慢,老龄人口增高,社会保障负担加重,财政开支增加,经济增长速度放慢,我国经济开始进入从总量扩张向质量改善的转折期。因此,21世纪前10年是我国经济发展的关键时期。为适应经济和社会的发展,公路、水路交通必须抓住时机,加快发展。

## 第二节 现代化的交通运输

### 一、概 述

交通运输系统现代化是一个复杂的概念,它可以被理解成为一种发展中国家追赶发达国家的过程;也可以理解成为一种采用高新技术改造传统交通运输系统的要求;或者是适应社会经济需求发展的要求。从表达形式上来看,可以是与发达国家基础设施规模的数量比较,可以是直接感受到的服务水平,也可以是一种形象化的概念(例如立体交通、智能化交通等)。

对于“交通运输系统现代化”的理解,直接关系到城市交通运输系统的建设与改造,将影响到交通规划和交通发展战略的指导思想,从而产生不同方案和结果。例如,国外某些城市在20世纪50年代进行的交通规划中,以最大限度地满足小汽车交通为目标进行规划,结果交通用地占用了城市50%以上的面积,但最终还是没有能够解决交通拥挤问题,反而带来了严重的环境污染。因此发达国家经过反思,在交通发展方向中提出了“后小汽车时代”等理念。

对于“交通运输系统现代化”的理解,关系到交通运输系统的技术改造方向。例如,当信息技术迅速进入交通运输领域的时刻,是追求技术的先进性,还是注重技术的适用性;是简单模仿发达国家的技术改造计划,还是在认真分析国情的基础上确定实事求是的技术战略等问题,均需要明确“交通运输系统现代化”的确切目标,才能做出具体回答。

对于“交通运输系统现代化”的理解也关系到产业政策的制定。在社会经济现代化的进程中,传统的交通运输行业需要进行何种改造,企业将面临何种类型的挑战,政府应该如何管理运输市场和企业等问题都与“交通运输系统现代化”理念具有密切的联系。

交通运输系统所需要适应的需求是多方位的,基本可以反映为如下三方面的需求。

(1)适应经济发展的需求:建设国际经济中心城市;带动区域经济的发展;创造良好的投资环境;促进产业结构的调整等。

(2)适应社会发展的需求:建设支持城市群可持续发展的交通运输系统,支持城市结构及布局的调整;为市民提供高水平的交通运输服务;迎接 WTO 的挑战等。

(3)适应生态环境可持续发展的需求:建立生态条件良好的交通空间;降低交通环境污染程度;减少交通运输系统建设及运行对自然界资源的消耗等。

同时,交通运输系统的建设又具有重要的引导作用:作为城市空间布局骨架的交通系统将引导城市的发展;交通运输业的技术改造将为信息产业创造巨大的市场;交通运输服务方式的现代化(例如现代物流服务),将促使传统的商业营销通道体系进行重组改造、企业联盟关系与方式的重组等。

## 二、21 世纪我国交通运输发展趋势

改革开放以来,我国加快了交通基础设施建设,交通运输成为经济建设的战略重点。尤其是 20 世纪 90 年代以来,我国采取了一系列重大举措,如增加了投资力度,促进了交通运输快速发展,初步解决了煤炭等大宗散货运输的紧张矛盾。目前,我国交通运输发展正从“限制型”向“适应型”转变。

进入 21 世纪,我国国民经济仍然保持了持续快速的发展。到 21 世纪中叶,我国将基本实现现代化,人均国民生产总值将达到中等发达国家水平,社会经济面貌将发生历史性巨大变化,人民生活更加富裕。因此,交通运输发展的市场前景十分广阔。预测 21 世纪初期运输需求将持续增长,并呈现出客强货弱的特点,客运需求年均增长 5%,货运需求年均增长 2%;运输质量将得到全面提高,客运高速化、货物流通化将成为发展方向;交通管理与运输组织技术将发生根本变革。

### 1. 客运高速化

从根本上说,交通运输发展史是一部以提高运输速度为目标的技术开发史。随着科学技术的发展,人类社会不断地改进交通工具,改善运输系统,以此来推进交通运输适应高效和快捷的运输需求。21 世纪的交通运输,速度更快,效率更高。随着人民生活水平的提高和消费观念的改变,客运需求结构将发生变化,在生产性旅行需求增加的同时,消费性旅行需求也将不断增加。旅客对运输需求已不再仅仅是数量上的满足,对改善旅行条件、缩短旅途时间、提高服务水平等质量方面的需求与日俱增。以高速化为重点,安全、舒适、便捷以及服务质量等有望在本世纪得以全面革新。

### 2. 货物流通化

21 世纪是信息化时代,是知识时代。知识经济和经济知识化将成为主宰。知识经济将对社会的生产方式、生活方式、思维方式、经营管理方式产生重大影响。信息产业空前地发展,使货运业在现代经济社会中的基础性作用发生变化,货运业将融入整个物流系统之中。最突出的特点就是综合性,它把生产、经营、销售与流通等环节综合起来,进行全面的、系统的管理,其目的是注重货物运输的总体效率和效益。因此,未来货运业的发展,总量增长有限,但货运质量、效率、服务将全面提高。

### 3. 交通管理与运输组织技术将发生变革

科学技术是生产力,管理技术也是生产力。21 世纪,随着电子技术、信息技术、通信技

术和系统工程等高科技在交通领域的广泛应用,客货运输信息管理、运输工具控制、运输安全等技术均将产生巨大的飞跃,一种信息化、智能化、社会化的新型运输系统将形成,交通运输生产力将产生历史性跨越。

### 三、21 世纪我国交通运输发展目标和任务

我国交通运输发展目标是:到 21 世纪中叶,建立一个可持续性的,以高速化和智能化为目标的新型综合交通运输体系,并成为世界交通强国和运输大国;交通科学技术达到世界先进水平,交通运输技术装备、运输组织与运输管理,进入世界先进水平行列;铁路(含高速铁路)成为世界上最发达的系统;公路及其运输系统在上名列前茅;航空运输成为世界上最大的市场之一;水运成为世界航运强国。为实现上述目标,我国交通运输发展任务包括以下三个方面。

#### 1. 继续加强交通基础设施建设,建立现代化交通运输体系

21 世纪初期,我国交通运输的主题仍然是发展。虽然改革开放以来,交通基础设施进行了大规模扩张,但是交通运输网络布局仍不完善,总体规模偏小,技术水平较低。

21 世纪我国交通运输要适应社会经济持续快速发展的需要,首先必须扩大交通网规模,力争交通运输路网总量、质量实现新的突破,形成现代化综合交通运输体系。

(1) 铁路应拓展和完善铁路网,建设高速铁路,提高路网规模,并建成现代化的铁路枢纽和客货运输中心,构筑起全方位的铁路运输网络。

(2) 公路建设在“五纵七横”国道主干线及公路主枢纽的基础上,进一步完善公路网络,形成以高速公路为骨架、主要公路客货运输站为枢纽,实现全国重要城市、工农业生产中心、交通枢纽和主要陆上口岸相连接,并通过发达的干、支线公路和农村道路连接全国各地,构成主干线、干线、支线相衔接、高效便捷的全国公路网。

(3) 港口建设以集装箱运输系统为重点,形成由枢纽港、干线港和支线港组成的集装箱运输系统;不断完善煤炭、石油、矿石、粮食等运输系统,使各类货物通过以港口为中心的水水、水陆联运系统,实现快速、方便、安全的运输。

(4) 机场建设按照合理布局的原则,加快提高机场数量,形成由枢纽航空港、干线航空港和支线航空港组成的民用航空系统,使全国民用航空航线基本覆盖全国大中城市和边远、偏僻等交通不便及人口密度较大的地区。

#### 2. 不断提高运输速度,大力发展高速交通

高速交通是衡量一个国家经济发展水平和科学技术实力的重要标志之一,是世界交通运输发展的必然趋势。相对交通发达国家而言,我国的高速交通发展起步较晚,总体滞后 30 年左右。高速水运在 20 世纪 80 年代后才得到了较快发展,高速公路在 1988 年实现零的突破,高速铁路至今还是空白。21 世纪,交通运输的运行高速化、运营优质化、运量集中化等发展趋势和特点,要求高速交通必须有一个大的发展。我国高速交通的发展,设想用 50 年左右的时间,初步完成全国高速交通系统的建设,形成由航空、高速铁路、高速公路、高速水运和其他高速交通方式所组成的高速交通运输体系,高速交通网络布局与区域社会发展相协调,高速交通主体技术装备达到世界先进水平。

(1) 建设新型的高速列车系统,使运营速度达到 500 ~ 700km/h;同时,大力提高既有铁

路列车速度,客运列车达到 200km/h 以上,货运列车达到 150km/h 以上。

(2) 新建和改扩建民航机场,使占机场旅客吞吐量 90% 以上的 40 个城市的 41 个机场尽快达到现代化水平;建立先进空中管理服务系统,如枢纽航空港辐射式航线网络。

(3) 建成由全国高速公路网为骨干的公路运输通道,提高汽车行驶速度,实现由小客车和大型客货汽车构成的快速运输。

(4) 在沿海、内河及湖泊地区,因地制宜地发展高效舒适的水上高速客运,大幅度提高客船航速;货运船舶航速也将大幅度提高。

### 3. 依靠科技进步,促进交通运输可持续发展

交通发展需要消耗大量资源,同时又是环境的主要污染源之一。在实施可持续发展战略中,面对日益严峻的人口、就业、资源和环境等压力,建立对生态危害最小、消耗资源最低、运输效率最高的交通运输系统,是交通运输行业负有的特殊使命和责任。

#### (1) 建立综合交通系统

铁路、公路、水运、航空、管道等各种运输方式有着不同的特点和优势。充分利用和有效发挥各种运输方式的特点和优势,有利于最大限度地发挥交通运输对社会经济发展的良好促进作用。

中国交通运输未来的发展,要结合人口众多、国土辽阔的国情,以铁路为骨干、公路为基础,积极发展航空运输,充分利用内河、沿海和远洋运输资源,形成全国统一、四通八达、各具不同功能的综合交通运输网络体系。

#### (2) 发展智能运输系统(ITS)

智能运输系统是指运用自动化、信息化、通信与感测等技术,对运输工具和线路设施运行状况等信息进行交换和处理,进而提高运输的安全、效率与舒适度,同时减少交通环境冲击的有效整合型运输系统。智能运输系统的大规模研究始于 20 世纪 80 年代中期,主要是智能公路系统。欧洲 19 个国家率先投入巨资联合研究开发,日本随后,美国则于 1991 年将智能运输系统列入国家研究计划,并凭借着雄厚的技术和经济基础进入世界前列。目前,我国在智能运输系统研究开发方面处于一种零散的、初级的状态。改造既有运输系统及管理体系,发展智能运输系统,从而大幅度提高路网通行能力,是未来交通运输发展方向。

#### (3) 开发交通环保技术

环境问题日益引起世界各国的广泛关注。21 世纪交通科技发展重点之一是开发各类交通环保专项技术。随着能源新技术的突破,对环境污染较大的燃油汽车将被环保型汽车所替代;公路路面将采用新材料和施工工艺,公路交通的噪声将大大减小;普通铁路将基本实现电气化,高速铁路将进入磁悬浮系统时代;城市轨道交通将采用低噪声新型电车;各种运输方式相互渗透,新型环保高速交通方式将产生并投入商业运营。总之,环保技术将日益渗透到交通运输发展进程之中。

## 四、交通运输系统的信息化与智能化

### 1. 智能运输系统的基本构成

智能运输系统是国际上的热门课题。所谓智能运输系统,是采取高新技术手段对传统交通运输系统进行改造,以提高系统的运行效率和运行可靠性,减少对土地、空间、环境资源

的消耗。力图通过这种方法缓解乃至解决优先的资源与不断发展的交通需求之间的矛盾。

对于城市交通运输系统来说,其信息化、智能化改造可以分为三个基本方面:先进的道路交通管理系统、先进的车辆运行管理系统和先进的交通信息服务系统。

先进的道路交通管理系统包括:先进道路监控系统、道路交通诱导系统、电子收费系统等。先进的车辆运行管理系统则包括:营运货运车辆运行管理系统、信息化公交系统、车辆紧急救援系统、运政管理系统等。先进的交通信息系统则包括:综合交通信息服务系统、公共交通信息服务系统、政府交通运输管理信息系统等。

这三大类系统相互配合,形成了整个城市交通运输的数字化神经网络。

## 2. 智能运输系统的建设特点

### (1) 系统创新特点

与传统运输系统相比,智能运输系统具有显著的系统创新特征:

智能运输系统大量采用新技术和新装备,利用卫星定位、地理信息系统、无线集群通信系统、电子识别等技术装备,形成信息采集、信息加工和管理、信息发布的有机整体。

通过信息技术对分散进行的个体交通行为进行引导整合,帮助个体在掌握宏观信息的基础上将其交通行为合理化,促进系统整体的协调。

通过信息技术增强管理水平,形成交通系统的完整信息采集、信息管理与加工、信息发

布“系统神经网络”,以支持各种科学决策行为。

通过信息系统实现交通系统与整个社会经济系统的有效衔接,交通运输信息融入供应链,交通运输信息融入居民生活信息链。

因此,智能运输系统是对传统运输系统的一次革命。传统的运输观念、运输行业组织形式、运输管理方法,以及运输技术都将由于智能运输系统的发展而发生变革。智能运输系统的建设不仅是一种技术创新,也是一种组织创新、观念创新、管理创新的过程。如果不进行相应的变革,先进技术所能够发挥的作用将是非常有限的。

### (2) 系统协调运作特点

智能运输系统的整体性体现在:

跨行业特点。智能运输系统是涉及众多行业领域的社会综合系统。行业之间的协调包括:建设任务的协调,管理体制的协调,政策的协调,技术的协调,基础设施使用的协调,信息采用与应用的协调。

跨技术领域特点。智能运输系统综合了交通工程、信息工程、通信技术、控制技术、计算机技术等众多学科领域的成果,需要多专业领域技术人员共同参与。

由于政府、企业、科研机构 and 高等院校的共同参与,建设过程中恰当的角色定位和任务分工成为系统有效展开的前提条件。

## 第三节 交通运输的主要方式

### 一、综合运输系统

20世纪50年代初,前苏联提出了综合运输体系这一概念,其初衷是运用计划的手段将各种运输方式的优势发挥出来。这一概念很快被我国借鉴过来,于20世纪50年代成立了



综合运输研究所,研究如何协调各种运输方式之间的关系,并用计划的办法和行政的手段促成综合运输体系的建立。改革开放以后,经过我国的运输经济专家不断完善,于20世纪80年代形成了较为系统的综合运输体系理论思想。在国家交通运输“六五”~“十五”发展计划和长期发展战略中都体现了综合运输体系的思想和发展策略。

现代的综合运输体系是市场经济发展到一定阶段,在科技创新和制度创新的作用下产生的一种现代交通运输的组织形式。其理论可概括为:为满足国民经济和社会发展的需要以及客货用户的要求,将铁路、公路、水运、民航、管道五种运输方式作为一个有机整体进行系统研究、系统规划和系统建设,形成整体的系统能力,并以市场经济为导向,以高新技术为基础,在充分发挥各种运输方式比较优势的前提下,为人类经济发展与社会进步及客货运输用户提供安全、快捷、方便、舒适、经济优质服务的综合系统,最终实现便利产品流通,增加生产者的经济价值。

综合运输体系的关键在于五种运输方式之间的联合贯通与协作配合。它要求各种运输方式在建设上要统筹规划,协调发展,合理布局;在组织管理上要扩大网络,资源整合,动作协同。综合运输体系由硬件设施与软件服务相结合的三个子系统组成:一是具有一定技术装备的综合运输网及其结合部系统;二是综合运输生产与装备系统;三是充分体现市场经济规律的综合运输组织管理和协调系统。

目前,综合运输体系的基础设施网络系统框架已经基本形成。综合运输大通道具备一定的能力,系统的通达度明显提高,技术装备和运输能力都有较大改善,各种运输方式共同组成的快速客运系统、集装箱运输系统、铁矿石运输系统、煤炭运输系统、进口原油运输系统,以及铁路、公路、内河、沿海运输的枢纽、场站等设施 and 装备都步入良性发展阶段,智能交通技术的应用开始得到重视,运用现代信息技术建立的安全保障及支持系统、运营管理系统等都已取得了明显的进展。相对宽松的运输能力已经成为综合运输体系进一步发展的基本条件。我国已初步具备建立和大力推进国家综合交通体系建设的技术和物质条件。

## 二、铁路运输

### 1. 铁路运输的特点

铁路与公路、水运、航空、管道等运输方式组成国家交通运输网。铁路运输与其他运输方式相比较,具有运量大、运送速度快、不受气候条件的影响、运输准时、使用方便等特点。铁路与其他陆上运输方式比较,还具有占地少、能耗低、事故少、污染少等优势。所以,铁路在国民经济中承担着大部分的客货运输任务,是我国交通运输网的骨干之一。

### 2. 铁路机车和车辆

#### (1) 铁路机车

铁路车辆本身没有动力装置,无论是客车还是货车,都必须把许多车辆连接在一起编成一列,由机车牵引才能运行。所以,机车是铁路车辆的基本动力。铁路上使用的机车种类很多,按照机车原动力,可分为蒸汽机车、内燃机车和电力机车三种。

蒸汽机车是以蒸汽为原动力的机车。其优点是结构比较简单,制造成本低,使用年限长,驾驶和维修技术较易掌握,对燃料的要求不高。其主要缺点是热效率太低,总效率一般只有5%~9%,使机车的功率和速度的进一步提高受到了限制。其次是煤炭的消耗量大。