

国家级专业技术人员继续教育基地
专业技术人员知识更新系列丛书

孟 添 主编

智能交通系统理论体系与应用

上海大学出版社

国家级专业技术人员继续教育基地
专业技术人员知识更新系列丛书

孟 添 主编

智能交通系统理论体系与应用

上海大学出版社
· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

智能交通系统理论体系与应用/孟添主编. —上海:
上海大学出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-5671-3029-6

I. ①智… II. ①孟… III. ①交通运输管理—智能系
统 IV. ①U495

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 302067 号

责任编辑 傅玉芳

封面设计 柯国富

技术编辑 金鑫 章斐

智能交通系统理论体系与应用

孟添 主编

上海大学出版社出版发行

(上海市上大路 99 号 邮政编码 200444)
(<http://www.press.shu.edu.cn> 发行热线 021-66135112)

出版人 戴骏豪

*

南京展望文化发展有限公司排版

江苏句容市排印厂印刷 各地新华书店经销
开本 787mm×1092mm 1/16 印张 11 字数 180 千

2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5671-3029-6/U·007 定价 46.00 元

本书编委会

(排名不分先后)

- 主 编 孟 添 上海大学上海经济管理中心副主任
- 副主编 马万经 同济大学交通运输工程学院副院长
- 林 瑜 上海电科智能系统股份有限公司技术研究中心主任
上海淞泓智能汽车科技有限公司副总经理
- 张程荣 阿里云运营总监

参与编写人员

- 盛 曼 上海大学上海经济管理中心研究助理
- 孙 拓 同济大学交通运输工程学院博士研究生
- 郝若辰 同济大学交通运输工程学院博士研究生
- 付 涛 同济大学交通运输工程学院硕士研究生
- 钟 芸 上海大学上海经济管理中心项目主管
- 戴建英 上海大学上海经济管理中心培训部主任

前 言

城市交通是影响和带动城市发展、改善人们生活水平的重要因素。随着我国经济的飞速发展和城市化水平的加快,我国机动车数量不断增加,城市道路交通量迅猛增加,但同时城市交通基础设施的建设却未能随之完善,交通管理水平相对落后,交通意识难以跟上形势的发展……种种因素导致城市交通状况日益恶化,交通拥堵日益严重,特别是像北京、上海等特大型城市,交通拥堵已经成为制约城市经济发展的瓶颈。

在我国经济建设和城市发展速度不断加快的大背景下,找到切实有效的方法来解决城市拥堵难题显然迫在眉睫。近年来,作为解决这道难题的一把钥匙——智能交通系统已经成为国家和各级地方政府关注的焦点。智能交通系统(Intelligent Transportation Systems, ITS)主要是将交通者、交通工具、交通管理者与运营者、交通服务设施以及环境等各种交通因素综合起来,运用先进的信息技术,从而建立一个大范围、全方位发挥作用、实时、准确、高效的交通运输系统。与传统的交通运输系统相比,智能交通系统使原来分散独立的各种交通运输行为形成一个协调运转、良性循环的整体,大大地提高交通运输效率和效益。从“863计划”到“973计划”的相继提出并实施,我国的智能交通系统重大专项科研项目相继设立。2010年,交通运输部明确提出将智能交通列为交通规划的重要组成部分。北京奥运会、上海世博会以及广州亚运会对智能交通系统

项目的深入研究与应用实施,起到了很大的促进作用。目前,智能交通各种应用系统已经在我国各大中心城市开始研发和使用,管理控制着城市的交通运行^①。

智能交通系统一直处在不断发展与完善中,在许多方面亟待知识更新,为此我们组成了专家编写团队,共同努力,编写了《智能交通系统理论体系与应用》。本书在阐述相关理论知识的同时,对最新的智能交通系统案例进行了整理与编写。全书主要包括三个部分的内容:第一部分,主要介绍了智能交通系统与产业化发展的基础知识,同时还对相关技术做了简要说明,包括第一章智能交通系统概述、第二章智能交通产业化发展、第三章智能交通系统体系结构与相关技术;第二部分为第四章智能交通系统建设案例,主要介绍了一些地区或机构的与智能交通相关的最新案例;最后一部分为第五章,主要是相关的政策建议以及这一领域的展望。

本书入选“专业技术人员知识更新系列丛书”并成为行业培训教材之一,这一方面得益于2017年上海大学获准设立成为国家级专业技术人员继续教育基地(人力资源和社会保障部人社厅发[2017]85号文),另一方面也受益于上海大学学校领导、人事处领导对本项工作的大力关心与指导。

在深入的行业调研基础上,我们联合近年来在由上海大学上海经济管理中心设计并举办的智能交通高级研修班上授课的优秀专家学者一起执笔编写本书。第一章、第三章、第五章由上海大学上海经济管理中心副主任孟添、研究助理盛曼(硕士研究生)等负责编写,第二章由同济大学交通运输工程学院副院长马万经教授和孙拓(博士研究生)、郝若辰(博士研究生)、付涛(硕士研究生)负责编写,第四章由上海电科智能系统股份有限公司技术研究中心主任、上海淞泓智能汽车科技有限公司副总经理林

^① 徐建闽. 智能交通系统[M]. 人民交通出版社, 2014.

瑜负责编写。另外,我们还邀请了来自阿里云的运营总监张程荣编写了“新形势下的智能交通”的章节,但是由于机构法务审批的相关问题,该部分内容没有在本书中进行正式出版。考虑到课程体系的完整性,未来在教学课程中,这部分的内容会以补充材料的形式印发给学员,请大家理解。

由于时间仓促,加之水平有限,虽然我们已经尽力编辑,其中定有错误和不足之处有待完善,涉及的智能交通领域的主题也还不够全面,希望广大读者与学员谅解,恳请大家批评指正。智能交通是一个新兴领域,技术发展日新月异,为了尽可能帮助读者与学员们扩展视野,增大知识量,本书在编写过程中吸收了国内外相关方面的最新研究成果,并参考了大量国内外相关专著、教材、文献和案例资料等,所有引用转载部分,我们尽量在参考文献中一一列出,但仍有可能有所疏漏。在这里,一并请大家谅解与指正。同时,在此谨向这些参考文献的作者致以诚挚的谢意。

最后,我们想说,这本书的出版凝聚了许多人的智慧和心血:上海大学上海经济管理中心培训部的戴建英主任在整个项目从立项到申请过程中付出了很多的努力,项目主管钟芸对本书进行了内容上的整理。在编写过程中得到了上海市人社局、上海市交通委、上海继续工程教育协会有关领导与专家的大力支持与帮助,提供了许多建设性的意见,使得本书更具有实用性与指导性;出版过程中得到了上海大学出版社戴骏豪社长、傅玉芳编审的大力支持,使得本书更有专业特色和可读性,在此一并感谢。最后感谢上海大学上海经济管理中心的各位老师为本书做出的贡献。

编 者

2018年4月

于上海大学延长校区

目 录

第一章 智能交通系统概述	1
第一节 智能交通系统的定义	1
第二节 智能交通系统的特点	1
第三节 发展智能交通的必要性	3
第四节 智能交通系统的作用和意义	8
第二章 智能交通系统体系结构与相关技术	11
第一节 智能交通系统体系结构概述	11
第二节 智能交通系统的构成	15
第三节 智能交通系统的体系框架	64
第四节 智能交通系统的关键技术	76
第五节 合作式智能交通系统	91
第三章 智能交通发展现状及未来趋势	97
第一节 国外智能交通系统发展现状	97
第二节 我国智能交通系统发展现状	103
第三节 我国智能交通系统发展现状评价分析	105
第四节 我国智能交通的发展趋势与特点	112
第四章 智能交通系统建设案例	114
第一节 上海市交通综合信息平台	114

第二节	上海城市交通智能诱导系统·····	121
第三节	延安路中运量公交智能化系统·····	127
第四节	共享汽车——电动汽车分时租赁·····	132
第五节	国家智能网联汽车(上海)试点示范区封闭测试区案例·····	135
第六节	国内外其他城市应用案例·····	142
第五章	智能交通系统建设的政策建议与展望·····	153
第一节	智能交通系统建设的战略措施·····	153
第二节	智能交通系统建设的推进层面·····	157
第三节	智能交通系统建设的展望·····	159
附录	上海大学上海经济管理中心简介·····	160

第一章

智能交通系统概述

第一节 智能交通系统的定义

智能交通系统(Intelligent Transportation Systems, ITS)是在传统的交通工程基础上发展起来的新型交通系统。由于各国、各地区具体情况不同,智能交通的发展重点和研究内容也存在很多不同,因此,目前国际上对于智能交通系统还没有一个完整统一的定义。综合各种观点,其含义可以归纳为:智能交通系统是人们将先进的计算机处理技术、信息技术、数据通信技术、传感器技术及电子自动控制技术等有效地综合起来,运用于整个交通运输系统中,以车辆、道路、使用者、环境四者有机结合,达到和谐统一的最佳效果为目的,从而建立起的一种作用范围大、作用发挥全面的实时、精确、高效的交通运输综合管理体系。

智能交通系统是充分开发现有交通道路设施的潜能、提高交通效率、降低环境污染、保证交通安全、减少交通拥挤的有力措施,同时也推动了高新技术应用及产业发展^①。

第二节 智能交通系统的特点

智能交通系统为解决当前的各类交通难题提供了新的思路,与传统的交通运输管理与设施建设不同,智能交通系统的特点主要表现在以下几个方面。

^① 徐建闽. 智能交通系统[M]. 人民交通出版社股份有限公司, 2014.

一、信息化

智能交通系统以信息的收集、分析处理、交换共享、发布为主线,为交通参与者提供多样化服务。信息是智能交通系统的灵魂,通过信息技术对个体出行者的交通活动进行整合,帮助出行者了解相关的状态,从而促使其交通行为合理化,使系统在一定程度上达到整体协调。同时提高管理水平,管理者实时采集交通信息,通过传输信息和综合分析,确保其能提供科学的解决方案。最终实现交通运输与整个社会经济系统之间的有效衔接,有利于社会资源的高效利用。

二、整体性

相比较传统的技术系统,智能交通系统在建设过程中具有要求更为严格的整体性:首先,智能交通系统建设涉及众多行业领域,是需要全社会一起参与才能完成的大工程;其次,智能交通系统涉及众多技术领域,需要这些领域的技术人员共同协作将技术成果运用于交通运输系统中;最后,智能交通系统的研发和实施,需要政府、企业、科研单位的共同参与才能完成。

三、复杂性

智能交通系统从点到面,渗透到整个交通系统的各个方面,呈现出复杂性的特征。智能交通系统还是一项复杂的巨型系统工程,需要众多行业、众多技术领域人员的参与,互相之间的协调也体现出了复杂性。

四、动态性

智能交通系统的新技术提供实时的信息,这使得车辆、道路、环境,特别是交通系统的参与者——人的出行行为发生变化,从而使得车、人、道路和环境之间可以进行实时的信息交流,进而互相协调。信息的不停流动体现了其动态性。

五、开放性

智能交通系统是一个开放的系统,既可以应用未来的一些新技术,也可以不断拓展其项目内容。这从根本上决定了智能交通系统具有强大的生命力。此外,智能交通系统项目的实施不但会带来直接的交通效益,还带来更长远的社会

效益,还会促进相关产业的发展,这也决定了其广阔的发展前景。

智能交通系统把人、车、路三部分看作一个整体,在交通的管理和服务过程中结合计算机技术、通信技术、系统工程等学科的成熟理论,有效改善交通堵塞状况,提升道路网的通行能力,从而形成能够确保其安全性、效率性、环保性的综合交通服务体系。

各地政府也在努力创造具备动态感知、主动管理、人车路协同三个特点的新一代智能交通系统。

动态感知主要是指将来的智能交通系统利用物联网技术、云计算、4G 通信等先进技术,及时、准确地发布信息,使市民、企业和政府可以实时、动态地感知最新的交通信息,其目标是各类的交通需求信息以及交通供给信息能够在人、车、路三者之间进行迅速、确切地相互传输。

主动管理则是智能交通系统在动态感知的基础上,对未来交通变化趋势进行准确预测,并判断交通发展态势,从而可以主动管理自身的交通需求,达到市民可以主动参与、企业可以主动把握以及政府可以主动干预的目的,最终使有限的交通资源在无限需求中得到最大化的利用。

人、车、路协同是利用动态感知和主动管理,达到人、车、路三者协同运作的目标。市民、企业和政府,通过对自身交通信息的动态感知,主动管理自身的交通行为,满足自身的交通需求,并促使车辆行驶更加安全舒适、提高路网资源利用率,最终达到路网资源供给量与车辆交通需求量保持动态平衡的目标^①。

第三节 发展智能交通的必要性

一、我国交通运输业的发展需求

在过去的几十年里,我国经济快速发展,人民生活水平不断提高,整个社会对交通运输在质和量上都提出了更高的要求,同时也为交通跨越式发展提供了一个重要的发展机遇。

^① 徐建闽. 智能交通系统[M]. 人民交通出版社股份有限公司, 2014.

(一) 经济快速增长,对交通运输业运量提出了更大的要求

2017年1月,国际货币基金组织(IMF)发布最新《世界经济展望》报告。据该组织的独立估计,中国2016年经济增速为6.7%,是世界上发展最快的国家。

在经济增长速度如此快的环境下,我国货物运输总量也保持这较快的发展速度。2016年,全年货物运输总量440亿吨,比上年增长5.7%(如图1-1)。货物运输周转量185295亿吨公里,增长4.0%(如图1-2)。全年规模以上港口完成货物吞吐量118.3亿吨,比上年增长3.2%,其中外贸货物吞吐量37.6亿吨,增长4.1%。规模以上港口集装箱吞吐量21798万标准箱,增长3.6%。

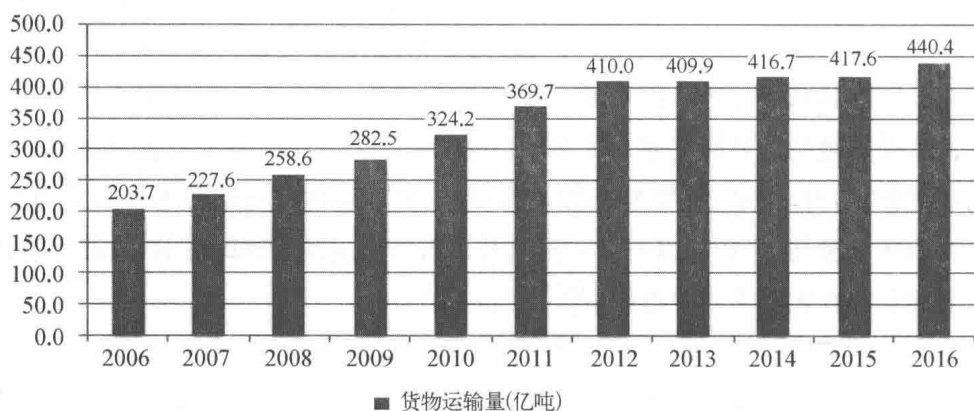


图 1-1 2006~2016 年中国货物运输量

数据来源:国家统计局

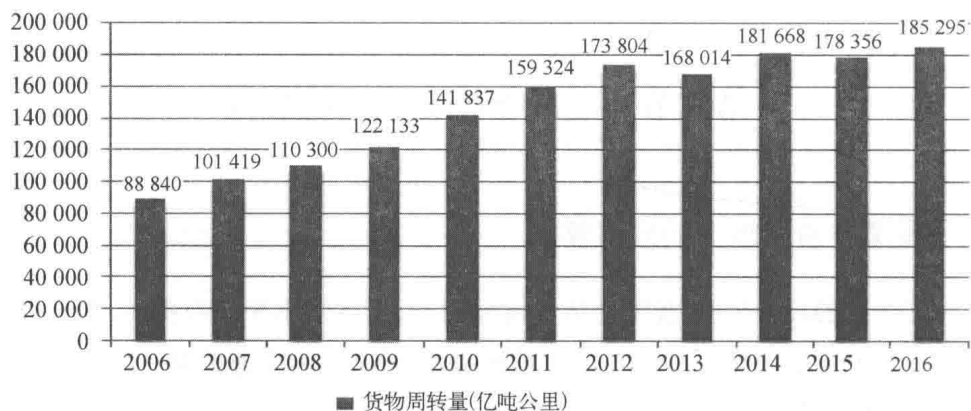


图 1-2 2006~2016 年中国货物周转量

数据来源:国家统计局

如此快速增长的客货运量以及周转量,必然要求我国交通运输业适应经济的快速增长。但从目前的发展情况来看,我国的基础设施建设上满足不了如此高速的运输增长。除继续进行基础设施建设外,其他可采取的办法包括提高基础设施的技术标准和服务水平等,其中建设高速公路和高速铁路就是可选择的办法之一,此外侧重运行效率的提高和方式的改进是另一个可供选择的办法。所以,解除对经济发展的“瓶颈”作用,必须通过多种方式不断提高运输供给能力和效率,以满足经济快速发展对交通运输业的总体需求。

(二) 全面建设小康社会对交通运输业提出更高的质量要求

社会经济的发展,人民生活水平的不断提高,对交通运输业提出不仅以运量扩充来满足客货运的总体需求,而且还要以不断提高的运输效率和质量,切实体现以人为本,实现全方位、多层次、高质量的服务,来满足旅客、货主的需求,实现客运快速化,货物流化。

客运方面,城镇化进程的加快、人民消费结构和消费观念的转变,将导致旅客出行目的、出行模式发生明显变化,商务、旅游、探亲等客流对出行质量(安全、便捷、舒适等)的要求各不相同,需要提供多层次、多元化的运输服务。

货运方面,产业结构的调整和升级,将导致重量轻、体积小、批数多的高附加值货物运输需求快速增长,对集装箱和零散货物的运输需求提供门到门的服务。

(三) 社会可持续发展目标对交通发展模式提出了新的需求

“以人为本,全面、协调、可持续发展观”是党执政兴国的第一要务。中国改革开放 30 多年来,经济的快速发展为我国综合国力的增强和人民生活水平的不断提高提供了有力保障,但是我们不可避免地在人与自然和谐、统筹的发展过程中出现失衡,尤其是近年来我国大城市环境污染加重、能源紧张等问题都在时时刻刻警示着人们要保持社会经济与环境的协调、可持续发展。即在注意提高经济增长质量和效益的同时,努力实现速度和结构、质量、效益相统一,经济发展和人口、资源、环境相协调,不断保护和增强发展的可持续性。

交通是经济发展的血脉,要发展经济就要大力发展交通运输。但是交通的迅猛发展又会污染环境,消耗更多的资源,并产生诸多负面效应,长期以来,中国交通运输主要沿用消耗大量资源和粗放式经营为特征的传统发展战略,重发展的速度和数量,轻发展的效益和质量;重外延扩大再生产,轻内涵扩大再生产。

进入 21 世纪,面对巨大的运输需求以及紧张的能源和资源,中国交通运输

业发展模式必须发生根本性变化才能够适应国民经济发展需求,因此只有利用科学技术改造交通运输传统产业,走集约化的发展道路,才能够使交通实现可持续发展。

(四) 交通资源合理布局的需求

随着城镇化、城市圈、城市带的发展以及经济全球化、经济结构调整、区域经济的发展,对交通运输的运量、流向、质量要求等发生了变化,迫切要求交通运输业按照国家、经济、社会发展的新要求,扩充运输能力,并实现交通资源的合理布局和充分利用。

综上所述,我国交通运输行业必须通过各种技术和手段来实现交通运输业的跨越式发展,即实现交通运输由低水平、不全面、不平衡向更高水平、更加全面、更为平衡的转化过程。具体而言,发展的理念将从侧重解决“瓶颈”和满足基本需求转向注重提高人民生活质量,体现“以人为本”和“人与自然和谐”;发展的内容将从偏重基础设施建设转向注重基础设施、运输服务和管理的全面发展,强调运输系统的整体性、功能性和协调性;发展的方式将从注重资源配置效率转向效率与公平并重,增强交通运输的国土开发功能;发展的动力将由注重依靠传统技术应用和劳动者数量投入转向高新技术应用和劳动者素质提高,以信息化提升传统交通运输业,实现质量型、效益型的超常规快速发展。总体发展阶段将由目前的“得到缓解”升级到“基本适应”的新阶段;有条件的地区步入“适应”或“适度超前”的更高阶段,基本实现交通现代化。

二、解决目前城市交通问题的迫切需求

(一) 当前大部分地区运输供应能力不足

我国现有交通运输网络的规模小、密度低、地区发展不平衡,承受需求波动的弹性仍然较小,尚没有足够的力量改善运输质量,往往以牺牲服务质量为代价来换取运输能力。尤其是在春运、暑运、“黄金周”等运输繁忙期,运输能力不足、运输质量低下的状况尤为突出。例如,2016年,在春运40多天时间里,为腾出能力加开中长途客车,主要干线短途客车基本停开,货物列车大量减少。即使这样仍然难以满足客运要求。

针对2020年全面建设小康社会、GDP翻两番的目标以及对外贸易的快速增长形势,客货运输需求均将大幅度增长。交通运输作为基础产业,其运输能力

必须与经济发展水平相适应,否则将对经济社会全面健康发展产生新一轮制约。

(二) 现代综合交通体系建设进展缓慢

以发达的基础设施、先进的技术装备和高效的组织管理为基础的现代综合交通体系,将各种运输方式融为一体,各展所长、有机衔接、高效运行,具有综合性、集约化、网络化和信息化的时代特征,是交通现代化的发展方向。

在学习国外经验的基础上,我国对综合交通体系的研究始于1959年。1984年,我国把“逐步调整运输结构,尽快建立经济合理、协调发展的现代综合运输体系,发挥各种运输方式的优势,列入了国家技术政策,但由于长期受部门分割的管理体制所制约,综合交通体系规划和管理技术水平低,交通基础设施和技术装备落后,导致我国现代综合交通体系的建设进展缓慢,具有综合功能的运输枢纽尚未形成,各种运输方式缺乏有效衔接,严重影响了交通系统运输能力的发挥和服务质量的提高。

未来20年,我国交通事业仍将处于快速发展期,在各种运输方式总量规模快速增长的过程中,迫切需要国家制定综合交通体系发展规划,指导各种运输方式协调发展,全面提升交通技术装备水平,加快实现综合交通体系现代化进程。

(三) 交通事故和死亡率居高不下

交通事故是世界性的公害,全世界每年死于交通事故的人数超过50万人,因交通事故造成的损失平均占GDP的1.5%~2.0%。

我国是交通事故最严重的国家之一,道路交通事故死亡人数居世界第一位。近年来,我国道路交通事故数量、伤亡人数和损失急剧增加。2004年,全国发生道路交通事故567 753起,死亡人数99 217人,直接财产损失达27.7亿元,万车死亡率达9.2人。

重大交通事故造成的社会影响极大。2002年民航“5·7”空难造成112人死亡;1999年“11·24”特大海难造成约300人死亡,获救率不到5%。而2005年3月29日发生在京沪高速公路上的液氯泄漏事故,不但造成了巨大的生命和财产损失,而且造成了极坏的国内外影响。油气管道和运输船舶每年发生的各类泄漏事故高达数百起,对社会和环境造成严重后果。2003年,兰-成-渝成品油管道泄漏100多吨,导致宝成铁路全线停车7小时。

“911”事件以来,交通运输工具和设施一直是国际、国内恐怖主义犯罪活动的主要对象,使交通运输安全上升为关系国家安全的大事。如何防范日益频繁、

手段隐秘的恐怖主义袭击,是交通运输安全面临的新课题。

(四) 大城市拥堵十分严重

交通普遍面临的问题,我国尤为严重,目前我国 113 个大城市普遍陷入交通困境。北京城区道路(包括二、三环)高峰时段饱和度已达到 0.9,个别时段交通流超过了道路容量。交通拥堵严重影响了社会生活秩序,引发事故率上升,环境污染加剧,经济损失巨大,阻碍了我国城市社会、经济与环境的健康发展,成为社会和公众关注的热点问题。

随着城市发展速度的加快,城市规模的迅速扩大,城市人口的急剧膨胀以及汽车保有量的快速增长,致使城市交通量将迅速增长。到 2020 年,我国将新增城市人口 2.8 亿人,城镇化水平将达到 51.9%,民用汽车保有量将达到 2.5 亿辆左右(2017 年 10 月总 1.94 亿辆),如不采取有效措施,在政策、规划和技术上取得突破,城市交通拥堵问题将更加突出。

(五) 交通能耗与环境污染不容忽视

交通运输能源消耗结构不平衡,运输工具大量消耗国内短缺的石油能源,严重影响着我国石油能源的安全。交通运输消耗能源量在能源消耗总量中所占比重、交通运输石油能源消耗量占石油能源消耗总量的比重呈逐年增加趋势。国家铁路能源消耗折算标准煤 1 591.60 万吨,比上年增长 0.9%。单位运输工作量综合能耗 4.71 吨标准煤/百万换算吨公里,和上年相比略有增加。大量的交通能源消耗导致严重的环境污染,其中,汽车对大气污染的问题尤其严峻。2016 年,我国 366 个城市中,有 270 个城市未达到国家环境空气质量标准。目前,大气污染中机动车尾气污染已占 70%。汽车排出的污染物主要有一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO)等以及微粒污染物(或称颗粒污染物)在大城市的许多空气质量监测点已成为左右空气污染指数的首要污染物。严重的环境污染不仅导致高昂的经济成本和环境成本,而且对公众健康构成危害,使建设全面小康社会进程中对环境的要求面临巨大挑战。

第四节 智能交通系统的作用和意义

智能交通系统可以有效地利用现有交通设施、减少交通负荷和环境污染、保