

ITS

智能交通系统(ITS)系列丛书

智能交通系统评价 技术与方法

■ 史其信 胡明伟 郑为中 著



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

智能交通系统(ITS)系列丛书

智能交通系统评价 技术与方法

■ 史其信 胡明伟 郑为中 著

U495
sh



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

智能交通系统(ITS)系列丛书 内容简介

本书共分九章,按以下内容展开:第1章对ITS的项目评价进行总体概述,包括ITS项目评价的概念、意义以及当前国内外的研究和应用现状等;第2章着重介绍ITS项目评价的框架,首先针对评价框架中涉及的一些基本概念,如评价主体、评价原则、评价特征年、评价区域、受影响群体和评价阶段,进行了介绍,然后着重介绍了ITS项目评价涵盖的技术、经济、社会和环境几方面评价的内容,并结合各个方面的评价,给出了评价的目标和主要目标下的评价指标,从而建立起了一个对ITS项目进行评价的基本框架;第3、4、5章分别围绕ITS项目评价的几个主要方面,包括技术评价、经济评价、社会和环境评价,分别论述了各个方面评价的主要内容、评价指标和评价方法,其中特别就技术评价中的多目标层次分析法,经济评价中采用的费用效益分析法和数据包络分析,以及社会和环境评价中的模糊综合评判,分别做了理论和应用上的解释和探讨;第6、7、8章则围绕ITS项目评价中经常使用到的一些技术,如评价数据的现场采集技术、交通仿真技术以及评价数据的分析和处理技术,进行了详细的论述,这些技术为ITS的项目评价做好评价数据的采集、分析和准备,从而保证仿真的顺利进行;最后一章,即第9章,分别就ITS项目的现场评价以及项目前仿真评价,各给出了一个评价的实例,希望通过这些实例介绍,使读者对前面论述的ITS项目评价方法和技术有一个更加具体、深入的了解。

本书可作为大专院校ITS人才培养及其ITS项目培训教材,也可供ITS规划管理部门研究开发人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能交通系统评价技术与方法/史其信等著. —北京:中国铁道出版社,2004.12

(智能交通系统(ITS)系列丛书)

ISBN 7-113-06313-6

I. 智… II. 史… III. 交通运输—自动化系统—系统评价 IV. U495

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第137577号

智能交通系统(ITS)系列丛书
书名:智能交通系统评价技术与方法

作者:史其信 胡明伟 郑为中

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)

策划编辑:殷小燕

责任编辑:殷小燕

封面设计:陈东山

印刷:北京鑫正大印刷有限公司

开本:787×960 1/16 印张:10.5 字数:237千

版次:2005年1月第1版

2005年1月第1次印刷

印数:0001~3000册

书号:ISBN 7-113-06313-6/U·1759

定价:22.00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:市电(010)51873147 路电(021)73147 发行部电话:市电(010)51873172 路电(021)73172

序

随着经济发展和技术进步，交通运输已经成为人们经济生活中不可缺少的重要组成部分。它对保证社会经济体系及日常生活的正常运转发挥着越来越大的作用。

近 20 年来，世界各国先后建立了四通八达的交通运输网络，但交通工具的增长速度远远高于道路和其他交通设施的增长，因此随之引起交通拥堵、环境污染、交通事故等一系列交通问题，也造成了巨大的物质与经济损失。这些情况表明，单纯依靠修建道路与交通设施和采用传统的管理方式来解决交通问题，不仅成本昂贵、环境污染严重，而且其缓解交通拥堵、提高交通运输效果也是十分有限的。

为此早在 30 多年前人们就提出了智能交通系统的概念，但对智能交通系统或智能运输系统（ITS）进行系统的研究则始于 20 世纪 80 年代。ITS 是将驾驶员、交通工具和道路、环境三位一体来考虑。广义上 ITS 应包括交通系统的规划、设计、实施与运营的管理实现智能化；而狭义上 ITS 则主要是指交通运输管理和组织的智能化。其实质就是采用现代高新技术对传统的交通运输系统进行改造而形成一种新型现代交通系统。也即是说，ITS 就是将先进的信息技术、传感技术、数据通信技术、自动控制技术、运筹学、图像分析技术、计算机网络以及人工智能等有效地综合运用于整个交通管理系统。在系统工程综合集成的总体思想指导下，建立起一种在大范围内全方位发挥作用的实时、准确、高效的运输综合体系。ITS 智能化的特征体现在：原理上是基于知识系统；系统功能上应至少具有判断能力、推理能力和学习能力，并应有辅助决策的作用；结构上应由机器感知、机器学习、机器识别及知识库等部分组成。

当然，ITS 并不意味着交通系统完全智能化。在组织或控制交通系统时，只是希望系统运行秩序化，即尽可能达到高度组织化的程度，利用计算机和其他设备部分地替代交通主体——人，完成部分预测、处理和决策。在交通系统管理中，更重要的还是人的参与。

ITS 的发展将推动交通运输进入信息时代，是 21 世纪现代化交通运输系统的发展方向。只有将“人和物的运载和运输”和“信息的运载和运输”融为一体，充分利用信息技术的最新成果，挖掘信息资源的最大潜力，才能大幅度提高运输效率和服务质量，满足日益增多的社会需要。

中国是当今世界交通基础设施建设发展最快的国家，但仍满足不了经济的快速

发展和人民生活水平提高的要求，而且这一供需矛盾也日益突出。为此近十年来，我国也加速了 ITS 的研究，特别是国家在“九五”期间，原国家科委与十几个部委成立了全国智能运输系统协调指导小组及办公室，将全球定位系统 GPS (Global Positioning System)、地理信息系统 GIS (Geographic Information System) 以及管理信息系统 MIS (Management Information System) 简称“3S”(GPS、GIS、MIS) 作为重点项目予以支持，并初步启动了 ITS 体系框架和标准体系的研究；“十五”期间，随着各项技术成熟与发展，ITS 应用已经成为社会的共识，为此科学技术部将“智能交通系统关键技术开发和示范工程”列入“十五”国家科技攻关计划的重大项目。目前该项目已经全面启动，首批确定了北京、上海、天津、重庆、广州、济南、青岛、杭州、深圳和中山 10 个城市作为智能交通试点示范城市。

我们相信，随着现代高科技的飞速发展，ITS 必将在我国有着良好的发展前景与非常广泛的应用领域。它的成功定会对未来的生活起着不可估量的重要作用。

本丛书的作者都是长期从事 ITS 研究的第一线工作人员。我们期望本丛书的出版将有助于推动我国 ITS 事业的积极探索与健康发展。

中国科学院院士
中国工程院院士



2002 年 10 月 20 日

丛书前言

随着经济全球化与科学技术日新月异的发展,人类社会文明进入了一个快速发展的新时期。知识经济的兴起,信息时代的到来,使很多传统领域都面临着革命性的变革。交通运输作为社会经济生活的一个重要方面,对保证社会经济体系的正常运转发挥着越来越大的作用。改革开放以来,我国经济和社会得到了快速的发展,高效、快捷的交通系统已成为社会经济发展的有力保障。在深入学习贯彻党的十六大精神、全面建设小康社会、走新型工业化道路的新时期,如何实现信息化带动工业化,如何利用信息技术改造与提升传统的交通运输业成为一个必须面对的问题。我国政府在“十五”国民经济发展纲要中明确指出:“交通建设要统筹规划,合理安排,扩大网络,优化结构,完善系统,推进改革,建立健全畅通、安全、便捷的现代综合运输体系。”特别是要以“信息化、网络化为基础,加快智能型交通的发展”。

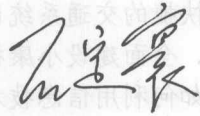
智能交通与运输系统是将计算机、通信等众多高新技术与传统交通运输融合的集成和应用,是集高新技术的研究开发、系统集成、产业化和推广应用为一体的系统工程,它涉及到国家和地方的诸多相关部门,其内容与广大人民群众切身利益直接相关。智能交通与运输系统技术的发展符合未来交通运输发展的方向,也将为我国高新技术产业的发展提供一个巨大的市场。因此在我国开展智能交通与运输系统的开发和应用,将对促进国民经济和社会的快速发展,增强国际竞争力有十分重要的意义。

2000年由科学技术部牵头成立了全国智能交通系统(ITS)协调指导小组及办公室。在国务院各有关部门的大力协同和配合下,地方政府及科研单位、院校、企业积极参与,经过不懈努力,取得了许多令人可喜的研究和建设成果,其中包括建立了国家级的智能交通系统工程技术研究中心,制定了中国智能交通发展战略和中国智能交通系统体系框架,一些城市编制了地方智能交通系统发展规划和体系框架,开发了各种智能交通应用系统,在某些关键技术和产品开发及产业化等方面也取得了令人瞩目的成绩。“十五”期间,科学技术部在国家科技攻关计划中设立了“智能交通系统关键技术开发和示范工程”项目,以及北京、上海、天津、重庆、广州、深圳、济南、青岛、杭州、中山等10个城市进行的试点示范工程等项目正在顺利实施。这些成绩得到了社会的广泛关注和认可,社会各界对通过智能交通系统建设、解决或缓解日益严重的交通问题寄予了厚望。

为了加快我国 ITS 的人才培养，提高 ITS 从业人员的专业素质，更好地促进我国 ITS 事业的快速、健康发展，在国内 ITS 领域有关专家的努力下将于 2003 年撰写智能交通系列丛书。

本套丛书涉及到与智能交通系统建设相关的体系框架原理与应用、标准体系原理与方法、评价技术、控制技术以及车辆定位、地理信息及智能交通系统研究文集等，是各位专家及作者努力攻关、积极思考和辛勤劳动的成果。在此，我谨代表科学技术部全国智能交通系统协调指导小组向参与丛书撰写的各位专家、学者表示衷心的感谢，希望大家的共同努力下，使中国 ITS 的研究和应用为国民经济和社会发展发挥更大的作用。

科学技术部秘书长



2002 年 12 月

前言

ITS 是基于信息技术和新理念形成的先进的交通管理系统,该系统的建设将对一座城市乃至一个地域和整个国家的社会行为规范、人文自然环境、经济、科学技术等方面产生深刻的影响(包括正负影响)。

关于 ITS 及其项目的建设,各界最关注的问题是:(1)是否建设或采用 ITS 的某个项目(制定政策或决策者)?(2)是否投资 ITS 项目?投资 ITS 的哪个项目(投资者)?(3)如何优化系统的设计和运作(技术者或建设者)?

所谓“评估”或“评价”,就是评价与估计某个行动不同进程中的优缺点,并将此种资料用适当的形式,提供给各层面决策者的一个过程。评估有三个主要目的,分别是:(1)确定项目实施方案的价值(明确价值是如何衡量的、估计所建议的实施方案的效益及费用);(2)为方案的最终决策者提供建议、权衡轻重等信息;(3)向技术者提供确定进一步研究的范围等。

智能交通系统项目评价是通过对 ITS 项目的经济性、技术性及其社会效益、环境影响和风险做出评价,为 ITS 项目的可行性研究以及对既有系统的优化整合提供科学依据,帮助投资者为自己将来的投资计划做出合理的决定。但是,由于 ITS 的新颖性及其复杂性,很难找到已建 ITS 系统提供参考的经验,因此如何对 ITS 项目的实施效果进行评估,成为目前开展 ITS 规划与建设急需解决的难题。在我国 ITS 方兴未艾的建设与发展过程中,不言而喻是十分重要的,本项目的研究成果具有广泛的需求和实用价值。

欧美日发达国家 ITS 发展近 20 年以后,在 20 世纪 90 年代初认识到 ITS 项目评价可以为未来大范围的 ITS 项目实施提供强有力的技术支持和保障,于是投入了相当大的力量来进行这方面的研究,迄今已经取得了阶段性的成果,建立了一些评价指标体系和评价方法,在 ITS 项目的现场实施评价和仿真模型开发方面也积累了丰富的经验。而在国内,这方面的研究直到近几年才开始开展,而实际上国内目前对高技术、高投入也是高风险的 ITS 项目的规划和实施也都没有经过评价这一环节。从国外 ITS 项目的运营效果来看,并不是每一个 ITS 项目都取得了成功,也有不少效果不佳甚至失败的例子,由此看来,由于没有经过科学严密的评价,巨大的投资可能仅有很少的回报。

我国当前仍是一个发展中国家,基础建设资金还十分短缺,对 ITS 项目评价这

本书共由 9 章构成, 主要由史其信教授、胡明伟博士、郑为中博士撰写完成, 其中也凝聚了清华大学、同济大学、天津大学、吉林工业大学、北京工业大学、交通部公路科学研究所、总后军事交通学院等参与研究的同志们的智慧, 在此向参加 ITS 经济技术评价研究的同志表示感谢!

作者：《香齋詩集》著者姓）并注咏书齋即德承山同代

殊共，点知附的中野我回不区个某书故号曾刊县錄，“何竹”是 2004年10月

符号对照表

AHP	Analytical Hierarchy Process
AHS	Automated Highway Systems
AIMSUN	Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-urban Networks
APTS	Advanced Public Transportation Systems
API	Application Programming Interface
ATIS	Advanced Traveler Information Systems
ATMS	Advanced Traffic Management Systems
ATMIS	Advanced Traffic Management and Information Systems
AVCSS	Advanced Vehicle Control and Safety Systems
AVI	Automated Vehicle Identification
AVL	Automated Vehicle Location
CAD	Computer Aided Dispatch
CBA	Cost Benefit Analysis
CCTV	ClosedCircuit TV
CEA	Cost Effectiveness Analysis
CORSIM	CORridor microscopic SIMulation
CVO	Commercial Vehicles Operations
DEA	Data Envelopment Analysis
DMI	Distance Measuring Instruments
DOT	Department Of Transportation
DYNASMART	Dynamic Network Assignment Simulation Model for Advanced Road Telematics
EMS	Emergency Management Systems
EPS	Electronic Payment Systems
ETC	Electronic Toll Collection
FHWA	Federal Highway Administration
FOT	Field Operational Test
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System
IMS	Incident Management Systems

ITS	Intelligent Transportation Systems
ITSI	Intelligent Transportation Systems Infrastructure
IVHS	Intelligent Vehicle Highway Systems
JPO	Joint Program Office
PARAMICS	PARAllel MICROscopic Simulator
TMC	Traffic Management Center
USDOT	United States Department of Transportation
VMS	Variable Message Sign
WWW	World Wide Web

目 录

第1章 ITS 项目评价概述	1
1.1 ITS 项目评价的概念	1
1.1.1 智能交通系统 (ITS) 概述	1
1.1.2 ITS 项目的分类	3
1.1.3 ITS 项目评价的概念	5
1.2 ITS 项目评价的意义	7
1.3 国际和国内的现状和趋势	9
1.3.1 评价框架	9
1.3.2 评价指标	9
1.3.3 评价方法	10
1.3.4 效益评价	11
1.3.5 存在的差距	15
1.4 全书内容的组织	16
第2章 ITS 项目评价框架	17
2.1 若干基本概念	17
2.2 评价内容	20
2.3 评价目标和指标体系	21
2.3.1 评价目标的定义	21
2.3.2 评价指标体系的建立	22
2.4 评价框架	23
2.5 本章小结	24
第3章 ITS 项目的技术评价	25
3.1 技术评价的对象	25
3.2 技术评价指标	26
3.2.1 系统性能评价指标	26
3.2.2 运行性能评价指标	29

3.3 技术评价方法	33
3.3.1 多目标分析法	33
3.3.2 层次分析法	34
3.3.3 层次分析法应用实例	38
3.4 本章小结	41
第4章 ITS项目的经济评价	43
4.1 经济评价的内容	43
4.2 ITS项目的费用	44
4.3 ITS项目的效益	45
4.4 费用效益分析法	46
4.4.1 费用效益分析法的一般过程	46
4.4.2 独立方案的经济评价	48
4.4.3 互斥方案的经济评价	48
4.5 费用效果分析法	49
4.6 数据包络分析法	49
4.7 本章小结	51
第5章 ITS项目的社会和环境评价	53
5.1 社会和环境评价的内容	53
5.2 社会和环境评价的指标	54
5.2.1 直接效益评价指标	54
5.2.2 间接效益评价指标	56
5.2.3 社会和环境评价指标体系	57
5.3 社会和环境评价方法	58
5.3.1 单因素模糊综合评价	58
5.3.2 多层次模糊综合评价	59
5.3.3 广义模糊算子的综合评价模型	61
5.4 本章小结	62
第6章 评价数据的现场采集技术	63
6.1 现场数据采集技术概述	63
6.2 交通流信息采集技术	64
6.3 交通电视监控技术	68

6.3.1 模拟电视监控	69
6.3.2 数字电视监控	70
6.4 其他收集数据的方式	72
6.5 本章小结	72
第 7 章 交通仿真技术	73
7.1 交通仿真概述	73
7.1.1 仿真以及交通仿真的定义	73
7.1.2 交通仿真模型的分类	73
7.1.3 微观仿真模型在 ITS 影响评价中的应用	74
7.2 适用于 ITS 项目评价的仿真模型评述	75
7.2.1 商业化仿真模型	76
7.2.2 研究类仿真模型	84
7.3 适用于 ITS 项目评价的仿真软件介绍	89
7.3.1 PARAMICS	89
7.3.2 AIMSUN2	95
7.3.3 CORSIM	99
7.3.4 VISSIM	101
7.4 PARAMICS 在 ITS 项目模拟和评价中的应用	103
7.5 本章小结	104
第 8 章 数据的分析和处理技术	105
8.1 定量指标的分析和处理技术	105
8.2 定性指标的分析和处理技术	108
8.3 数据挖掘技术	110
8.4 数据仓库	112
8.5 本章小结	113
第 9 章 评价实例	114
9.1 交通测试评价的实例	114
9.1.1 系统描述	114
9.1.2 评价目标和框架	115
9.1.3 评价策略和方法	117
9.1.4 评价结果	120

9.1.5	匹兹堡地区交通拥挤改善评价	127
9.2	交通仿真评价的实例	132
9.3	本章小结	145
	参考文献	146
	第7章 交通仿真技术	
7.1	交通仿真的定义	7.1.1
7.1.1	交通仿真的定义	7.1.1
7.1.2	交通仿真的分类	7.1.2
7.1.3	交通仿真的应用	7.1.3
7.2	适用于ITS项目的仿真模型	7.2.1
7.2.1	适用于ITS项目的仿真模型	7.2.1
7.2.2	适用于ITS项目的仿真模型	7.2.2
7.2.3	适用于ITS项目的仿真模型	7.2.3
7.2.4	适用于ITS项目的仿真模型	7.2.4
7.3	本章小结	7.3
	第8章 交通仿真技术	
8.1	交通仿真的定义	8.1
8.2	交通仿真的分类	8.2
8.3	交通仿真的应用	8.3
8.4	本章小结	8.4
	第9章 交通仿真技术	
9.1	交通仿真的定义	9.1
9.1.1	交通仿真的定义	9.1.1
9.1.2	交通仿真的分类	9.1.2
9.1.3	交通仿真的应用	9.1.3
9.1.4	本章小结	9.1.4

第 1 章 ITS 项目评价概述

1.1 ITS 项目评价的概念

1.1.1 智能交通系统 (ITS) 概述

当今无论是发达国家还是发展中国家, 交通需求的迅速增长使得交通运输系统几乎达到或超过了自身容量的极限, 交通拥挤与事故, 以及与交通有关的能源消耗和环境污染等问题, 已成为政府和公众共同关注的热点和焦点问题。面对严峻的交通问题, 人们常常采用增加供给的方式, 然而国外发达国家的经验已经表明交通需求总是趋于超过交通设施的供给能力, 光靠增加供给永远满足不了交通需求。随着全球环境和可持续发展战略的发展, 以及信息化进程的加快, 欧美、日本等发达国家从 20 世纪 80 年代开始大规模投入智能交通系统的研发。

但与传统交通基础设施建设项目不同的是, ITS 将在运输管理体系中采用包括信息、通信、控制和计算机处理等在内的一系列新技术, 加强人、车、路之间的和谐和统一, 从而建立起一类实时、全新、高效的运输综合管理系统。

智能交通系统 (Intelligent Transportation Systems, 简称 ITS) 是将先进的信息技术, 数据通信传输技术、自动控制技术以及计算机处理技术等有效地运用于整个运输管理体系, 使人、车、路密切地配合, 和谐地统一, 从而建立起一种在大范围内、全方位发挥作用的实时、准确而高效的运输综合管理系统。它将把交通运输也带入信息时代, 从而为目前面临的诸多交通问题, 包括交通的拥堵、交通带来的环境污染以及交通事故与行车安全等带来可行解决方案。

ITS 的实施给交通运输带来了巨大效益。从 1994 开始迄今为止, 美国运输部已发布了多本关于 ITS 项目效益的评价报告。这些报告都表明智能交通系统及其所包含的各项子系统, 如先进的主干道管理系统、高速公路管理系统、出行者信息系统和公共交通管理等系统和措施, 在降低交通延误、提高交通安全性、减少燃油消耗和环境污染等方面均产生了明显效益。对加拿大多伦多、法国巴黎、美国洛杉矶、西班牙马德里等城市各智能交通子系统实施情况的调查也表明, 先进的自适应交通信号控制系统可以使停车次数减少 10%~41%, 出行时间减少 2%~20%, 延误减少 14%~44%; 违章监视系统使交通违章降低了 20%~75%; 在事故条件下, 安装出行信息设备的车辆, 出行时间降低 8%~20%, 汽油消耗降低 6%~12%, VOC

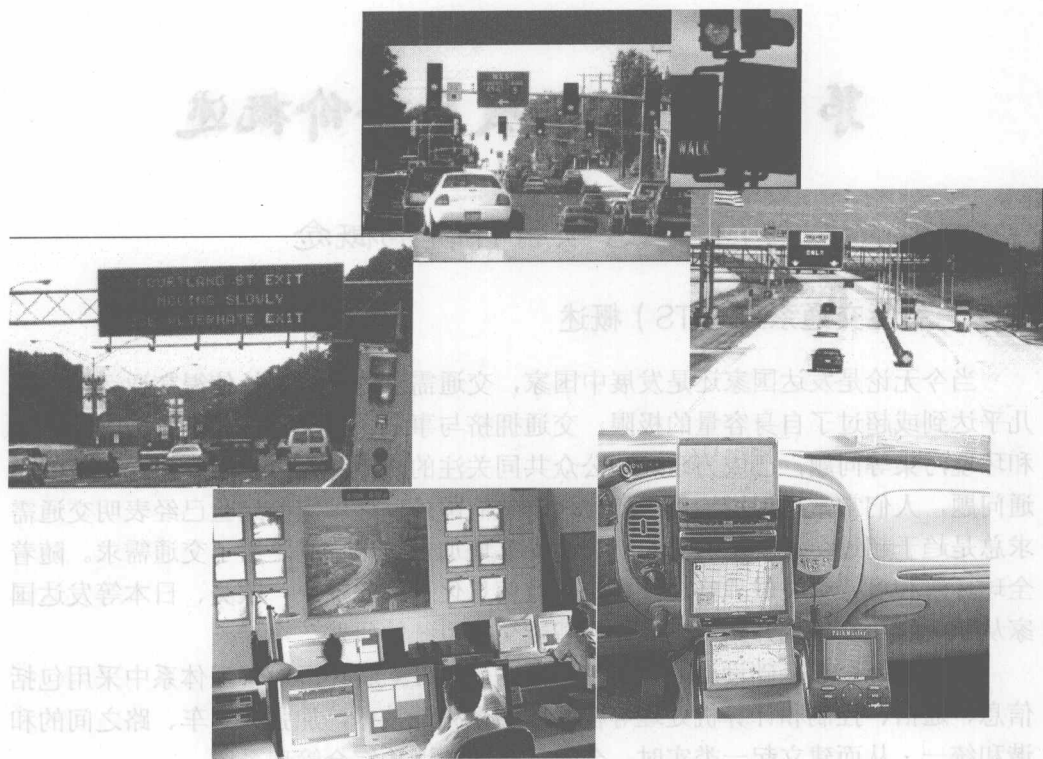


图 1.1 形形色色的智能交通系统

排放降低 25%，HC 排放降低 33%， NO_x 排放降低 1.5%；公共交通管理系统使出行时间降低 15%~18%，准时服务的可靠性提高 9%~23%，投资的年回报率为 45%。例如，在西班牙马德里，在对 107 个交叉口纳入自适应交通信号控制系统以后，通过浮动车调查，发现平均出行时间减少了 5%，停车次数减少 10%，延误减少 19%。智能交通系统为大中型城市提高运输效率和降低交通成本带来了新的契机。

在我国，近几年来由于经济的高速增长，相应带来了尖锐的车路矛盾，使得解决交通问题的要求更加迫切。各级政府和交通规划管理部门对 ITS 都给予了高度重视，目前全国各地已经有不少 ITS 项目正在积极规划和开展。在国家层面上，中国政府大力推动 ITS 的研究和应用，1999 年科技部批准成立国家 ITS 工程技术研究中心；2000 年成立了由多个部委组成的国家 ITS 协调领导小组；2000 年科技部组织国内数十家单位联合制定了《中国智能运输系统体系框架》和技术标准；2001 年国家“十五”科技攻关计划中将“智能交通系统关键技术开发和示范工程”列为重大项目，并设立了北京、上海、广州、天津、重庆、青岛、济南、杭州、深圳和中山 10 个