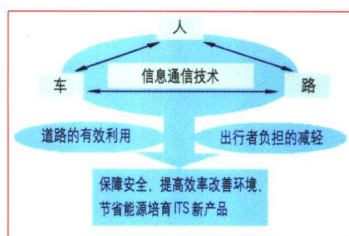




高等学校试用教材

# 智能运输 系统概论

杨兆升 主编  
史其信 主审



人民交通出版社  
China Communications Press

高等学校试用教材

# 智能运输系统概论

杨兆升 主编  
史其信 主审

人民交通出版社

## 内 容 提 要

智能运输系统(ITS)是目前国际公认的解决地面交通运输中交通拥挤、改善行车安全、提高运行效率、减少空气污染等的最佳途径;也是世界交通运输领域研究的前沿。

本书全面系统地介绍了智能运输系统的产生、发展、基本概念、基础理论、基本技术、体系结构及其应用研究。书中所涉及的主要内容是杨兆升教授带领学术梯队的科研成果的总结。

本书内容丰富,取材新颖,为高等院校交通运输工程类本科生教材,同时也可以作为交通信息工程及控制、交通运输规划与管理、道路与铁道工程、载运工具运用工程专业的硕士生参考教材,也可供从事智能运输系统、交通信息工程及控制等领域研究的科研人员和工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

智能运输系统概论 / 杨兆升主编. —北京: 人民交通出版社, 2003.1

ISBN 7-114-04525-5

I.智... II.杨... III.公路运输—交通运输管理—自动化系统—概论 IV.U 491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 104726 号

### 高等学校试用教材

ZhiNeng YunShu XiTong GaiLun

### 智能运输系统概论

杨兆升 主编

史其信 主审

正文设计:彭小秋 责任校对:尹 静 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:334 千

2003 年 1 月 第 1 版

2003 年 1 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001~4000 册 定价:25.00 元

ISBN 7-114-04525-5

面向 21 世纪交通版

高等学校教材(公路与交通工程)编审委员会

主任委员:王秉纲(长安大学)

副主任委员:胡长顺(长安大学)

陈艾荣(同济大学)

王 炜(东南大学)

杜 颖(人民交通出版社)

委 员:周 伟(交通部交通科学研究院)

郑健龙(长沙交通学院)

张建仁(长沙交通学院)

刘小明(北京工业大学)

梁乃兴(重庆交通学院)

周志祥(重庆交通学院)

裴玉龙(哈尔滨工业大学)

黄 侨(哈尔滨工业大学)

钟 阳(哈尔滨工业大学)

黄晓明(东南大学)

叶见曙(东南大学)

赵明华(湖南大学)

郭忠印(同济大学)

杨晓光(同济大学)

王殿海(吉林大学)

徐 岳(长安大学)

符铨砂(华南理工大学)

秘 书 长:韩 敏(人民交通出版社)

# 总序

当今世界,科学技术突飞猛进,全球经济一体化趋势进一步加强,科技对于经济增长的作用日益显著,教育在国家经济与社会发展中所处的地位日益重要。进入新世纪,面对国际国内经济与社会发展所出现的新特点,我国的高等教育迎来了良好的发展机遇,同时也面临着巨大的挑战,高等教育的发展处在一个前所未有的重要时期。其一,加入 WTO,中国经济已融入到世界经济的发展进程之中,国家间的竞争更趋激烈,竞争的焦点已更多地体现在高素质人才的竞争上,因此,高等教育所面临的是全球化条件下的综合竞争。其二,我国正处在由计划经济向社会主义市场经济过渡的重要历史时期,这一时期,我国经济结构调整将进一步深化,对外开放将进一步扩大,改革与实践必将提出许多过去不曾遇到的新问题,高等教育面临加速改革以适应国民经济进一步发展的需要。面对这样的形势与要求,党中央国务院提出扩大高等教育规模,着力提高高等教育的水平与质量。这是为中华民族自立于世界民族之林而采取的极其重大的战略步骤,同时,也是为国家未来的发展提供基础性的保证。

为适应高等教育改革与发展的需要,早在 1998 年 7 月,教育部就对高等学校本科专业目录进行了第四次全面修订。在新的专业目录中,土木工程专业扩大了涵盖面,原先的公路与城市道路工程,桥梁工程,隧道与地下工程等专业均纳入土木工程专业。本科专业目录的调整是为满足培养“宽口径”复合型人才的要求,对原有相关专业本科教学产生了积极的影响。这一调整是着眼于培养 21 世纪社会主义现代化建设人才的需要而进行的,面对新的变化,要求我们对人才的培养规格、培养模式、课程体系和内容都应作出适时调整,以适应要求。

根据形势的变化与高等教育所提出的新的要求,同时,也考虑到近些年来公路交通大发展所引发的需求,人民交通出版社通过对“八五”、“九五”期间的路桥及交通工程专业高校教材体系的分析,提出了组织编写一套面向 21 世纪的具有鲜明交通特色的高等学校教材的设想。这一设想,得到了原路桥教学指导委员会几乎所有成员学校的广泛响应与支持。2000 年 6 月,由人民交通出版社发起组织全国面向交通办学的 12 所高校的专家学者组成面向 21 世纪交通版高等学校教材(公路类)编审委员会,并召开第一次会议,会议决定着手组织编写土木工程专业具有交通特色的道路专业方向、桥梁专业方向以及交通工程专业教材。会议经过充分研讨,确定了包括基本知识技能培养层次、知识技能拓宽与提高层次以及教学辅助层次在内的约 130 种教材,范围涵盖本科与研究用教材。会后,人民交通出版社开始了细致的教材编写组织工作,经过自由申报及专家推荐的方式,近 20 所高校的百余名教授承担约 130 种教材的主编工作。2001 年 6 月,教材编委会召开第二次会议,全面审定了各门教材主编院校提交的教学大纲,之后,编写工作全面展开。

面向 21 世纪交通版高等学校教材编写工作是在本科专业目录调整及交通大发展的背景下展开的。教材编写的基本思路是:(1)顺应高等教育改革的形势,专业基础课教学内容实现与土木工程专业打通,同时保留原专业的主干课程,既顺应向土木工程专业过渡的需要,又保持服务公路交通的特色,适应宽口径复合型人才培养的需要。(2)注重学生基本素质、基本能

力的培养,将教材区分为二个主层次与一个辅助层次,即基本知识技能培养层次与知识技能拓宽与提高层次,辅助层次为教学参考用书。工作的着力点放在基本知识技能培养层次教材的编写上。(3)目前,中国的经济发展存在地区间的不平衡,各高校之间的发展也不平衡,因此,教材的编写要充分考虑各校人才培养规格及教学需求多样性的要求,尽可能为各校教学的发展提供一个多层次、系统而全面的教材供给平台。(4)教材的编写在总结“八五”、“九五”工作经验的基础上,注意体现原创性内容,把握好技术发展与教学需要的关系,努力体现教育面向现代化、面向世界、面向未来的要求,着力提高学生的创新思维能力,使所编教材达到先进性与实用性兼备。(5)配合现代化教学手段的发展,积极配套相应的教学辅件,便利教学。

教材建设是教学改革的重要环节之一,全面做好教材建设工作,是提高教学质量的重要保证。本套教材是由人民交通出版社组织,由原全国高等学校路桥与交通工程教学指导委员会成员学校相互协作编写的一套具有交通出版社品牌的教材,教材力求反映交通科技发展的先进水平,力求符合高等教育的基本规律。各门教材的主编均通过自由申报与专家推荐相结合的方式确定,他们都是各校相关学科的骨干,在长期的教学与科研实践中积累了丰富的经验。由他们担纲主编,能够充分体现教材的先进性与实用性。本套教材预计在二年内完全出齐,随后,将根据情况的变化而适时更新。相信这批教材的出版,对于土木工程框架下道路工程、桥梁工程专业方向与交通工程专业教材的建设将起到有力的促进作用,同时,也使各校在教材选用方面具有更大的空间。需要指出的是,该批教材中研究生教材占有较大比例,研究生教材多具有较高的理论水平,因此,该套教材不仅对在校学生,同时对于在职学习人员及工程技术人员也具有很好的参考价值。

21世纪初叶,是我国社会经济发展的重要时期,同时也是我国公路交通从紧张和制约状况实现全面改善的关键时期,公路基础设施的建设仍是今后一项重要而艰巨的任务,希望通过各相关院校及所有参编人员的共同努力,尽快使全套面向21世纪交通版高等学校教材(公路类)尽早面世,为我国交通事业的发展做出贡献。

面向21世纪交通版  
高等学校教材(公路类)编审委员会  
人民交通出版社  
2001年12月

# 前 言

智能运输系统(ITS)是目前国际上公认的全面有效解决交通运输领域问题的根本途径,它是在现代科学技术充分发展进步的背景下产生的。自 20 世纪 80 年代以来,发达国家投入了大量人力、物力和财力对 ITS 的诸多领域进行了广泛的研究与开发,取得了显著的阶段性成果。我国智能运输系统的研究与开发较晚,但各级政府对发展智能运输系统的重要意义和作用认识清楚,我国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要中指出“建立健全综合的现代运输体系,以信息化、网络化为基础,加快智能型交通的发展。”根据纲要精神,国家科学技术部将《智能交通系统关键技术开发和示范工程》项目作为工业领域重大专项课题列入“十五”国家科技攻关计划,并确立北京、上海、天津、重庆等 10 个城市进行 ITS 应用示范工程,以推动我国 ITS 的发展。

智能运输系统利用现代科学技术在道路、车辆和驾驶员(乘客)之间建立起智能的联系,优化和调整道路交通流量的时空分布,充分利用现有道路资源,实现人、车、路的和谐统一。ITS 在极大地提高运输效率的同时,充分保障交通安全、改善环境质量和提高能源利用率。

智能运输系统包括诸多方面,全书以道路运输为主体,按其内容的构成整理、提炼、集成。全书共分 13 章。第一章从总体上对智能运输系统含义及其国内外研究现状、服务领域作了一般性介绍;第二章重点介绍了几个典型出行者信息系统服务的内容;第三章介绍了各种定位技术及其原理和相关参考坐标;第四章介绍了中国 ITS 的结构框架、信息采集及处理技术、动态交通分配的新算法及交通信息预测技术等内容;第五、六章介绍了交通地理信息系统、交通通信系统的相关内容;第七章阐述了先进的公共交通运输管理系统的主要组成,并重点介绍了其核心部分——智能化调度系统的组成、数据采集、处理方法及实现的原理等等;第八章介绍了先进的交通管理系统的结构框架、工作原理和共用信息平台等内容;第九章重点介绍了交通事件管理的含义、目的和目标、事件管理的一般过程及其实施技术等;第十章介绍了电子收费系统的概况、构成,软硬件的选择、设计等内容;第十一章介绍了驾驶技术的智能化;第十二章介绍了智能运输系统的经济、技术、环境、社会、风险的评价方法及其指标体系;第十三章简要介绍智能运输系统的标准化工作。

本书在编写的过程中承蒙课题组的全体人员,特别是孙喜梅、姜桂艳、辛得胜、韩印、刘红红、张赫、蹇峰、保丽霞、高颖、孙建平、卢守峰和张若旗等人参加编写。孙喜梅博士协助杨兆升教授作了统稿工作,清华大学史其信教授审阅全稿并提出很好的修改意见,在此一并表示衷心感谢。

智能运输系统是世界交通运输领域正在不断进行深入研究的方向,尽管本书所阐述的一些理论模型和技术问题有重大突破,解决了 ITS 领域的许多关键科学技术问题,但有些理论和技术问题还有待进一步研究。由于作者水平有限,书中疏漏难免,请读者批评指正。

杨兆升

2002 年 11 月于吉林大学

# 目 录

第一章 绪论	1
1.1 智能运输系统(ITS)的产生与发展	1
1.2 智能运输系统(ITS)的研究内容	4
1.3 小结	19
第二章 出行者信息系统	20
2.1 概述	20
2.2 出行者信息系统的服务内容与技术进步	22
2.3 小结	24
第三章 定位与通信系统	25
3.1 概述	25
3.2 GPS 定位原理	28
3.3 差分 GPS 定位原理及方法	30
3.4 GPS/DR 组合定位系统	33
3.5 GSM 定位系统	37
3.6 定位系统应用	38
3.7 小结	39
第四章 交通流诱导系统	40
4.1 概述	40
4.2 城市交通诱导系统结构框架	41
4.3 交通流诱导系统信息采集技术	43
4.4 最优动态控制交通分配模型新算法研究	47
4.5 交通网络实时动态交通流量预测方法	53
4.6 交通网络实时动态行程时间预测方法	57
4.7 最优路径选择模型及其算法	61
4.8 小结	65
第五章 交通地理信息系统	66
5.1 概述	66
5.2 地理信息系统的组成及功能	68
5.3 GIS 应用于交通流诱导系统	70
5.4 小结	80
第六章 交通通信系统	81
6.1 移动通信用于交通	81
6.2 移动通信的发展及分类	81
6.3 公用移动通信网	82
6.4 专用短程移动通信(DSRC)	84
6.5 交通通信实例	85
6.6 小结	87



<b>第七章 先进的公共交通管理系统</b>	88
7.1 概述	88
7.2 车队管理	90
7.3 公共交通信息系统	99
7.4 智能化调度系统	104
7.5 小结	109
<b>第八章 先进的交通管理系统</b>	110
8.1 概述	110
8.2 先进的交通管理系统结构框架	112
8.3 城市交通管理系统	115
8.4 小结	118
<b>第九章 高速公路交通事件管理系统</b>	119
9.1 概述	119
9.2 交通事件管理	128
9.3 事件管理系统国内外现状	137
9.4 我国的事件管理系统框架	139
9.5 小结	140
<b>第十章 电子收费系统</b>	141
10.1 概述	141
10.2 电子收费系统总体框图	147
10.3 电子收费系统的应用技术	154
10.4 电子收费系统在交通需求中的应用	163
10.5 小结	168
<b>第十一章 汽车与自动驾驶系统</b>	169
11.1 概述	169
11.2 世界智能车辆的研究与发展	170
11.3 智能车辆系统结构与微机测控系统	176
11.4 基于视觉导航的智能车辆模糊逻辑控制	178
11.5 智能车辆的自动驾驶与辅助导航	181
11.6 小结	185
<b>第十二章 智能运输系统的效果评价</b>	186
12.1 概述	186
12.2 智能运输系统效果评价目的、意义	187
12.3 智能运输系统技术经济评价	188
12.4 综合技术评价	200
12.5 小结	201
<b>第十三章 智能运输系统的标准化</b>	202
13.1 标准化与 ITS 标准化	202
13.2 小结	205
<b>参考文献</b>	206

# 第一章 绪 论

## 1.1 智能运输系统(ITS)的产生与发展

### 1.1.1 智能运输系统的概念、地位和作用

广义地说,交通是指人、物以及信息的空间的移动;实际上人们一般把人和物的移动划分到交通领域,而把信息的传递划分到通信领域。

智能运输系统(Intelligent Transportation System,简称 ITS)就是通过对关键基础理论模型的研究,从而将信息技术、通信技术、电子控制技术和系统集成技术等有效地应用于交通运输系统,从而建立起大范围内发挥作用的实时、准确、高效的交通运输管理系统。智能运输系统利用现代科学技术在道路、车辆和驾驶员(乘客)之间建立起智能的联系。借助系统的智能,车辆可以在道路上安全、自由地行驶,靠智能化手段将车辆运行状态调整到最佳,保障人、车、路的和谐统一,在极大地提高运输效率的同时,充分保障交通安全、改善环境质量、提高能源利用率。

由于智能交通系统可以使汽车与道路的功能智能化,所以目前它是国际公认的解决城市以及公路交通拥挤、改善行车安全、提高运行效率、减少空气污染等的最佳途径,也是全世界交通运输领域研究的前沿课题。

### 1.1.2 ITS 是科技发展的必然产物

交通运输的发展史是人类社会发展史的一个重要组成部分,是一部科技的发展史。交通运输业的发展更是科学技术发展的象征。

路是人走出来的,从有人类开始就有了道路,人类转入定居生活以后,以住地为中心的步行交通的历史就开始了。但那时生产力发展水平低下,水上和陆路运输都是利用天然的运输工具,原始运输方式主要依靠人力搬运和动物驮载。

大约公元前 4000 年,发明了车,它改变了原始的运输方式,是运输史上新的里程碑。马车的出现,使道路交通进入了马车交通阶段。

1765 年英国人詹姆士·瓦特总结前人的经验,研制出了世界上第一台具有独立性的动力机械——蒸气发动机,这使当时汽车研制者看到了希望之光,蒸气机的出现构成了交通运输领域的第一次革命。

1866 年,奥托公司生产的“活塞式四冲程奥托内燃机”向蒸气机提出了有力挑战,为汽车制造业的发展开辟了广阔的道路。内燃机车、汽车和飞机都是内燃机应用于交通运输领域的成果,它们的发明和使用使交通运输的发展又进入了一个新的阶段。

1885~1889 年,戴姆勒和他的助手制造了装有内燃机的 4 轮实验汽车,并配上了变速器,制造出世界上第一辆汽车,它的出现标志着汽车运输时代的开始。

1886~1920年,是汽车交通发展的早期阶段,这一时期汽车数量不多,公路运输仅是铁路、水路运输的辅助手段。这一时期是世界铁路大发展的时期,因而这一时期也被称为铁路运输时代。

1920~1945年,是铁路发展的中期阶段,这一时期公路运输不仅是短途运输的主力军,而且在中、长运输中开始崭露头角,与铁路、水路竞争。这一时期出现了早期的高速公路。

1945年至现在的近60年间,公路发展十分迅速,欧洲各国、美国、日本先后建成了比较完善的全国公路网,许多国家打破了一个多世纪以来以铁路为中心的交通运输格局,公路运输已在综合交通运输体系中起着主导作用。

电力的发明也是20世纪最大的科学技术成果之一,在交通运输方面实现了车辆动力牵引的电力化。现在,电车、地铁、轻轨已成为大城市交通的重要载客工具。

实践证明,交通运输史是科学技术发展史的缩影,交通运输业从产生到发展的每一步都凝结着科学技术的成果,交通运输业的每一次革命,不论是交通工具的更新换代,还是运输方式的拓展变革,都与科学技术成果直接相连。科学技术的发展推动了交通运输的发展,智能运输系统(ITS)正是现代科学技术发展的必然产物。

### 1.1.3 ITS是信息化社会发展的必然要求

一般认为,人类社会的发展要经历原始社会—农业社会—工业社会—信息社会。由于经济技术的发展,发达国家已步入了信息化社会。信息化是当今世界经济和社会发展的的大趋势,是产业升级和实现工业化、现代化的关键环节。信息化水平也是城市竞争力和实现可持续发展的重要标志。以微电子技术、计算机技术等为核心而引发的数字化、网络化、智能化科学技术发展迅速,极大地改变了人们的思维方式、生活方式和交流方式,有力地推动着社会生产力的发展。伴随着人类向信息化社会的迈进,交通运输业也面临着一次重大的变革。为实现信息化社会发展的需要,交通运输必须信息化。

ITS是高科技发展的必然结果,也是信息化社会发展的必然要求。

### 1.1.4 ITS是世界经济发展的必然要求

没有良好的环境,就没有经济的发展。交通运输系统是构成社会基础结构的一个核心要素,它是一个动态系统,是社会经济发展的通道和载体,它决定着社会经济的运行状态。建立ITS是交通运输系统实现现代化的一项重要举措,ITS能够促进社会经济环境的进一步优化,是世界经济发展的必然要求。

### 1.1.5 ITS是解决交通问题的根本途径

#### 1. 交通问题的概念和现状

一般认为,交通问题是指对社会或经济未能产生正效益,交通本身的机能也未充分发挥的状态。从这个意义上看,20世纪六七十年代,世界各国经济发展进入了高速增长时期,汽车数量急剧增加,导致已有的道路难以满足经济发展的需要,进而带来了负面影响,产生一系列的问题就是交通问题。最近的一项研究表明,仅美国的主要城市每年由于交通拥挤而造成的浪费就超过475亿美元,每年因交通拥挤浪费了多达143.5亿L的燃料和27亿工作小时。在国土狭小的日本,人口密度比较大,每天昼夜行驶的汽车有7000万辆,每年交通事故死伤人数达100余万人,汽车交通的大量需求,在各地地区均造成了交通拥挤,每年仅时间损失就达53

亿小时,经济损失达12兆日元,给社会和经济带来沉重的负担;如此的交通状况导致沿路环境恶化、能源消耗增加等严重问题。另据介绍,日本交通事故的死亡人数从1988年以后连续8年每年达到1万人以上。我国道路交通死亡人数每年达10万人左右,直接经济损失近20亿。所有交通问题的现状说明:现代交通运输已经对人类生命、财产和生存环境构成威胁。

## 2. 解决交通问题的方法

交通问题的存在就是人、车与路之间的矛盾问题,解决这一对矛盾的办法有几个。

第一,控制需求,最直接的方法就是控制车辆的增加或者改变车型,使车辆数量减少,但在相当长的时期内,舍弃车辆是不可能的。

第二,增加供给,也就是修路。修建道路是解决交通问题的一个途径,城市之间的交通拥挤往往可以在建设了足够的城市间的(高速)公路后得到解决,所以相当一段时期内,很多国家无一例外地采取了增加供给,即靠大量修筑道路基础设施,来缓解当前的交通问题。我国这几年实施的以积极的财政政策进行公路基础设施建设来拉动经济发展的国策,将使我国的道路网很快具有相当的规模。从已经运营的国家公路网来看,多数城市间的高速公路处于较高的服务水平。但是在城市内部,一是历史原因导致我国大城市的城市规划普遍不尽合理,改造现有道路任重道远;二是土地面积所限,城市内特别是城市中心区(Central Business District, CBD)可供修建道路的空间越来越少;三是经济的发展必然带来出行的增加,即使加快修路,道路建设的步伐也还是赶不上车辆的增加速度。因此限制车辆的增加或者通过大量修路都不是解决交通问题的办法。特别是我国人口众多,出行次数必然很大;财力弱,短时间内修太多的路也难以做到,所以相当一段时间内,还存在着混合交通。要解决交通拥挤、减少交通事故、彻底消除交通混乱等局面,必须采取第三种方式——加强城市交通系统的管理。

第三,加强城市交通管理。加强城市交通系统的管理在很长一段时间内被认为是解决城市交通问题的有效途径。管理的手段主要有:

(1)加强交通法规建设,制定限制性交通法规。例如:单行线、禁止左转弯、限制某些型号的车辆在某些路段或特定日期和时间上行驶等等。这种办法通常是强制性的。

(2)加强宣传教育,提高交通参与者遵守交通法规和现代交通意识。

(3)确定合理完善的城市交通规划。发达国家从20世纪60年代以来进行了城市交通规划研究,以解决交通设施的供给与交通需求的矛盾,使城市道路网络布局合理化。交通规划需要建立在交通需求的基础上,通过获取交通流量在城市路网中的分配状况,从而确定道路网络密度是否能满足现在和未来的交通需求。城市交通规划是现代城市规划的一部分,可以用来提高运输网络的使用效率、解决交通拥挤和交通安全问题。这种方法需要进行大量的交通调查,耗资巨大,但是规划方案需要一定时间才能实施,而且规划的结果难以评价。

(4)进行城市交通信号控制是改善城市交通运行状况的另一途径。城市交通控制主要指城市交叉路口的交通控制。从1914年在美国城市出现交通信号控制以来,城市交通控制技术已由开始的“点控”、“线控”向“面控”过渡。“点控”就是对单个交叉路口的交通信号实施单点定时控制;“线控”就是对交通主干道的交通信号进行协调控制,从而在一条或多条道路上形成“绿波带”,保证大多数汽车在行驶到各路口都会遇到绿灯;“面控”是一种通过采用计算机(路口计算机、区域主计算机和控制中心中央计算机)联网控制,根据交叉路口的实时交通流状况,通过研制的交通模型和软件确定交叉路口红绿灯配时方案,实现整个交通路网配时优化的交通控制系统。

目前的“面控”系统以英国的 SCOOT(Split, Cycle and Offset Optimization Technique)和澳大利亚的 SCATS(Sydney Coordinated Adaptive Traffic System)为代表,它们属于自适应式的区域实时交通信号控制系统。美国运输部联邦公路局近年来在从事自适应式交通信号控制系统的研究后得出结论:当城市交叉路口采用了先进的交通信号控制系统后,减少了行车延误时间,提高了路口的通行能力,降低了车辆的停车次数,减少了燃料消耗和汽车排放的有害物质等。我国的北京、上海、沈阳、大连、广州、深圳、长春等十几个大城市在先后采用了这类先进的交通信号控制系统后的确在一定程度上起到了缓解交通拥挤的作用。但是从交通信号控制系统的实际功能而言,它们虽然能随交通量的随机变化自动优选配时方案,但也只是通过控制红绿灯或一些可变标志来控制车流,无法更有效地避免、缓解城市交通的拥挤;并且国外交通信号控制系统的模型和软件因没有考虑到我国城市交通的具体现状(混合交通、道路服务水平较低、车辆性能参差不齐等),从而存在使用效果不佳,甚至被搁置不用的问题。

(5) 优先发展公共交通。随着汽车保有量的增加,特别是私人汽车数量的逐渐增加,使得交通供给严重不足,交通拥挤现象更为严重。于是各国政府都纷纷出台了“优先发展公共交通”的政策,鼓励出行者乘坐公共交通出行,并且大力发展安全、快捷、大运量的轨道交通(含地铁和轻轨),收到了良好的效果。例如:法国巴黎 20 世纪 60 年代中期努力改善城市公共交通,并决定大量投资建设轨道交通系统。进入 20 世纪 80 年代,巴黎市区的公共交通客运总量已占总出行量的 50%,市区与郊区之间的公共客运量达 62%,早晚高峰期甚至高达 85%;我国的北京、上海、广州、天津、长春等城市都已修建或正在修建轨道交通系统以满足日益增加的出行需求。

第四,实施智能运输系统。城市交通系统是一个复杂的大系统,城市交通规划和城市交通信号控制仅仅是城市交通网络建设和道路交通管理的重要环节,单独从车辆方面考虑或单独从道路方面考虑都是片面的,凭借它们尚不足以经济而高效地解决交通拥挤和交通安全问题。所以把人、车、路综合起来考虑,充分应用现代科学技术的智能运输系统为解决城市交通问题提供了全新的方法。

可以预料,ITS 将成为 21 世纪现代化交通运输体系的管理模式和发展方向,是交通运输进入信息时代的重要标志。智能运输系统这一崭新概念伴随着科学技术的进步而出现、发展,并为解决交通问题带来了新的前景。

随着我国智能运输系统研究和开发进程的不断推进,必然会出现一些和我国经济、社会、交通等特点相伴随的特有理论和技术问题。因此,开展与我国国情相适应的、具有中国特色的智能运输系统理论和应用技术的研究具有迫切性和必要性。

## 1.2 智能运输系统(ITS)的研究内容

早在 20 世纪 60 年代,一些有识之士就萌生了在道路交通方面应用信息、通信技术从而使道路和汽车更加协调,交通更加系统化,并有助于减少交通堵塞和减少交通公害,提高交通安全性的构想。实现这一构想的主要手段有向驾驶员提供交通信息,通过管制引导交通或限制交通,以及实施自动驾驶等,例如:美国通用汽车公司(GM)1966 年开发的信息系统和俄亥俄州大学进行的自动驾驶实验,日本丰田汽车公司提出的 MAC 系统和机械试验所(机械技术研究所)进行的自动驾驶实验等。

20 世纪 80 年代以来,发达国家交通运输领域的研究进入了一个崭新的阶段,日本、美国、

加拿大、德国、法国、澳大利亚等国都投入大量的人力和物力从事 ITS 的研究,其他一些国家和地区,如韩国、新加坡、芬兰等也相继开展了 ITS 的研究。特别是最近几年,ITS 技术研究以惊人的速度发展,世界上许多国家争先恐后地进行开发研究,出现激烈竞争的局面,并逐渐形成了日本、欧洲、美国三大体系。

智能运输系统(ITS)的名称是由日本人井口雅一先生于 1990 年命名的,越正毅先生提议把 ITS(美国称为 IVHS,欧洲称为 RTI)作为统一术语,以致在世界上得以广泛应用。在 ITS 这个名称出现之前,美国的 IVHS(Intelligent Vehicle - Highway Systems)、欧洲的 RTI(Road Transport Informatics)、ATT(Advanced Transport Telematics)、日本的 RACS、AMTICS、UTMS、ARTS、SSVS、ASV 等都是和 ITS 意义等同的称谓。

目前,ITS 在全世界发展迅速,其功能和规模不断扩大,对其构成的描述也不尽相同。下面分别介绍各国的 ITS 的研究内容及其服务领域。

### 1.2.1 日本 ITS 的研究内容

日本是最早进行 ITS 研究的国家。20 世纪 70 年代是日本研究 ITS 的初始阶段,1973 年日本国际贸易和工业省发起了全面的车辆交通控制系统的研究,从而拉开了国际 ITS 研究的序幕。日本最初正式投入的系统有汽车综合控制系统(Comprehensive Automobile Control Systems, CACS)。通过 CACS 实验,积累了汽车在城市公路网的动态路线引导方法及相关技术方面的经验,但由于完成的时期过早,没有投入实际使用。

20 世纪 80 年代前半期,继 CACS 之后的各项工作取得了扎实的成果。警察厅从 20 世纪 70 年代始,在全国设置了交通控制中心,成立了日本交通管理技术协会(JTMA),开展了汽车交通信息化系统 ATICS(汽车交通信息控制系统)。CACS 的实地实验(1978),以连接东京都中心部和成田机场接送旅客的大客车为对象,通过路、车间的通信,利用 AVI(车辆自动识别)功能进行了行程时间的测定。另一方面,通产省设立了(财团法人)汽车行驶电子技术协会(JSK),它的任务是改进路、车间的通信(汽车间的直接或中继数据通信)的研究。

20 世纪 80 年代后半期,推动了以建设省为主导的路、车间通信系统 RACS(Road/Automobile Communication System, 1984 ~ 1989)和以警察厅为主导的新汽车交通信息通信系统 AMTICS(Advanced Mobile Traffic Information and Communication Systems, 1987 ~ 1988)两个项目。两个项目的成果是应用车载的电视和 CD 等 AV 装置,用 CD 存储信息,用电视画面表示地图的汽车导航装置问世了。AMTICS 的特点是,将全国交通控制中心收集的交通信息,通过远程终端系统(广域数据通信的一种方式)传递给车辆。

20 世纪 90 年代前半期,日本的 ITS 走向国际化,日本参加了 ISATA(汽车技术和自动化国际会议 1988 年,1990 年以后)、VNIS(车辆导航与信息系统会议 1989 年,1991 年以后)、CONVERGENCE(1990 年)、ITS 美国年会(1991 年以后)等 ITS 领域的国际会议。1994 年 1 月,成立了道路车辆智能化推进协会(Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society, VERTIS),即现在的 ITS Japan。

1996 年 7 月,5 个政府机构联合制定、发表了“关于推进智能交通系统(ITS)的整体构想”,它成了今后日本 ITS 工作的主体计划,并制定了 9 个开发领域和 20 项服务内容,最近,又增加了一项新的内容,即高度信息通信社会相关信息的利用,总计 21 项服务内容(表 1-1 内有 20 项),56 项个人用户服务,172 项子服务。

ITS 是利用最先进的信息通信等技术使人、车、路一体化的系统,ITS 系统除人、车、路三个

要素外,必须有促使其一体化的信息中心;另外,智能信息通信社会包含与 ITS 相关的各个领域,因此,也要考虑外部相关部门之间的相互协调性和关联性。图 1-1 给出了 ITS 研究领域与各服务子系统的关系。

道路车辆信息通信系统 VICS (Vehicle Information & Communication System) 是日本出行者信息系统的核心。由道路上的交通流检测器和车辆上的发射天线将动态交通信息传输给信息中心,信息中心经过规范化处理后利用 FM 多重放送等手段将多种诱导信息再发送给车辆,结合车载 GPS 接收机的定位功能,从而实现引导车辆更好地完成出行的目的。

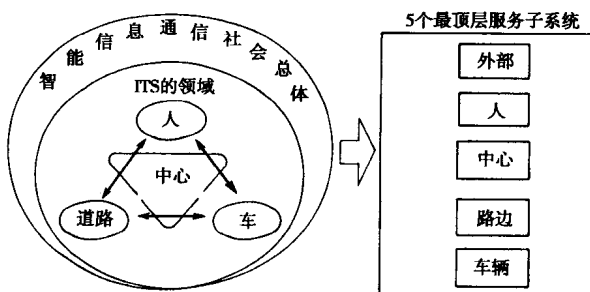


图 1-1 ITS 研究领域与各服务子系统关系图

交通信息采用三种方法由 VICS 中心发送到驾驶员的车载装置。这三种方法分别是道路管理者设置运用的无线电信标、公安委员会设置运用的光(红外线)信标及 FM 多频广播。在高速公路上每隔 2~4km 设置一个无线电信标。一般公路上的光(红外线)信标安装 10 000 多台,采用广域信息的 FM 多频广播方式的信息传播由 NHK 的电波传播。目前销售的汽车导航系统中几乎所有机型都具备与 VICS 相对应的系统扩展功能,只要将所选设备与天线、感光器接通就可接收信号。

日本 ITS 的服务内容和开发领域

表 1-1

服务内容	开发领域	设定服务内容的出发点		
		主要利用者	需求	状况
(1)提供交通相关信息 (2)提供目的地信息	1. 导航系统的智能化	驾驶员	利用导航获取行驶有关的信息	从出发地到目的地的移动目的地选择;信息获取
(3)自动收费	2. 自动收费系统	驾驶员 运输企业 管理人员	不停车自动收费	在收费所交付
(4)提供行驶环境信息 (5)危险警报 (6)辅助驾驶 (7)自动驾驶	3. 安全驾驶的支援	驾驶员	安全驾驶	行驶环境的确认 危险情况的判断 躲避危险情况的操作 驾驶自动化
(8)交通流量最佳化 (9)提供发生交通事故时的交通管制信息	4. 交通管理的最佳化	管理者 驾驶员	交通流量的最佳化 对交通事故的适当措施	交通管理
(10)道路管理业的高效率 (11)特殊车辆等的管理 (12)提供限制通行信息	5. 道路管理的高效率	管理者 管理者 驾驶员 运输企业 管理者 驾驶员	迅速且稳妥的道路管理 迅速、准确地办理特殊车辆通行证 对付自然灾害的最佳对策	道路管理

服务内容	开发领域	设定服务内容的出发点		
		主要利用者	需求	状况
(13)提供公共交通利用信息	6. 公共交通的支援	公共交通利用者	交通工具的有效利用	公共交通的利用
(14)公共交通的运行、运行管理支援		运输企业公共交通利用者	提高利用公共交通工具的方便性、提高运输效率和运输的安全性	运行管理的实施优先行驶的实施
(15)商用车的运行管理支援	7. 提高商用车的利用率	运输企业	提高集配效率,提高运输安全性	运行管理的实施
(16)商用车的连续自动驾驶			提高运输效率	
(17)路线引导	8. 帮助行人等	行人等	提高移动舒适性	步行等的移动
(18)防止危险			提高移动安全性	
(19)紧急时自动报警	9. 紧急车辆的运行支援	驾驶员	迅速、准确地请求救援	请求救援
(20)紧急车辆路线引导、支援救援活动		驾驶员	迅速、准确地引导到事故现场	修复、救援工作

总之,日本的 ITS 研究具有如下特点:(1)日本的运输咨询公司很少,因为 ITS 科研项目与工业紧密挂钩,所以大多数的 ITS 项目均由实力雄厚的汽车、电子业的大公司或由政府机构承担;(2)政府和工业部门对 ITS 研究长期的支持使得 ITS 研究具有连贯性;(3)ITS 的研究成果直接面向市场,这种研究动力促进了诸如车辆导航系统等产品的快速开发与应用;(4)成立于 1994 年的 VERTIS 是一个制定日本的 ITS 发展策略、协调工业和公用部门、在制定 ITS 标准方面产生国际影响的跨政府部门的组织,政府通过 VERTIS 影响国内的 ITS 研究走向;(5)目前日本在先进的交通管理系统(Advance Traffic Management System, ATMS)和先进的出行者信息系统(Advance Traveler Information System, ATIS)的实际部署方面处于国际领先地位,例如:日本的城市交通控制系统(Urben Traffic Control System, UTCS)非常先进;车载导航和诱导系统已经安装在新款汽车上;廉价高效的道路车辆信息通信系统(Vehicle Information & Communication System, VICS)在 1996 年已经开始市场运营等。日本在自动公路系统方面的研究最为先进,研究内容有:(1)公路与车辆、车辆与车辆之间的通信系统;(2)事故监测与警告;(3)使用视频、雷达监测器进行车辆间距控制;(4)车辆最大速度控制;(5)自动停车控制。

据报道,在日本首都高速公路网上 VICS 的普及率达到 20% 的水平,首都高速路上的阻塞率降低了 10%。另外,若 VICS 在日本全国的普及率达 30%,则总拥挤损失率可降低 6%。因此,日本正在加速普及车辆信息和通信系统。



日本于1994年成立了车辆、道路、交通智能化促进协会(Vehicle Road and Traffic Intelligence Society, VERTIS),该协会由警察厅、通产省、运输省、邮政省、建设省等五省厅和民间企业以及学术团体组成,其宗旨是推进ITS各组成部分的研究与开发,近年取得了比较显著的成果。其中,丰田公司与警察厅、邮政省、建设省共同开发的基于全球定位系统(GPS)和道路车辆信息通信系统(VICS)的导航系统便是其中之一。VICS的信息传输流程见图1-2。

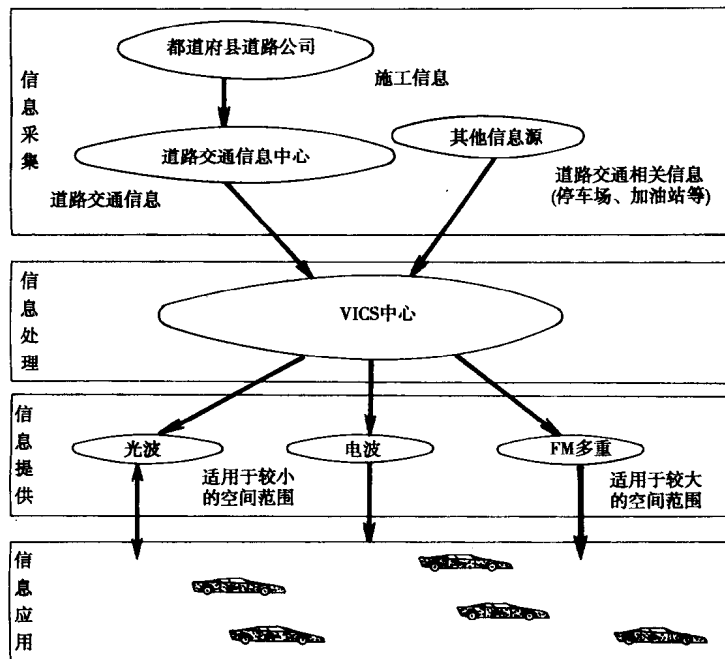


图 1-2 VICS 的信息传输流程

早在1980年,丰田公司就开发出了能够表明车辆初始方位的“电子指示器”,在此基础上,1981年开发出了能够表明出行目的地方位的“导航指示器”,到1985年,推出了以VICS为基础的能够显示多种信息的彩色显示系统。随着GPS技术、地图匹配技术和通信技术的发展,1991年该公司又设计出了定位精度更高、且可基于VICS给出最佳行驶路径的导航系统。

目前,VICS在日本的应用范围不断扩大。1996年4月,距离东京圈一般道路及东京100km的高速公路东名、名神全线等区域开始VICS的信息提供。1998年3月VICS的信息提供扩展到全国高速公路及东京圈、大阪区、爱知县、京都府、长野县、兵库县的一般道路。2001年9月末发展到32个都道府县,全国的覆盖率扩大到占汽车保有量的84%左右,占驾驶执照保有人数的86%左右。2002年3月1日发展为39个区域(37个都道府县)全国的覆盖率扩大到占汽车保有量的89%左右,占驾驶执照保有人数的91%左右。从1996年开始至2002年1月末,车载导航系统装置上市约为870万台(图1-3)。VICS上市台数累计突破400万台(图1-4)。VICS接收机在2001年4~12月约上市127万台,10~12月约上市49万台,从1996年开始至2001年12月末,累计上市407.7万台。

### 1.2.2 欧洲 ITS 的研究内容

欧洲从1986年开始涉足ITS领域的研究。由欧洲主要汽车公司发起的欧洲高效安全道路交通计划(Programme for an European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety,