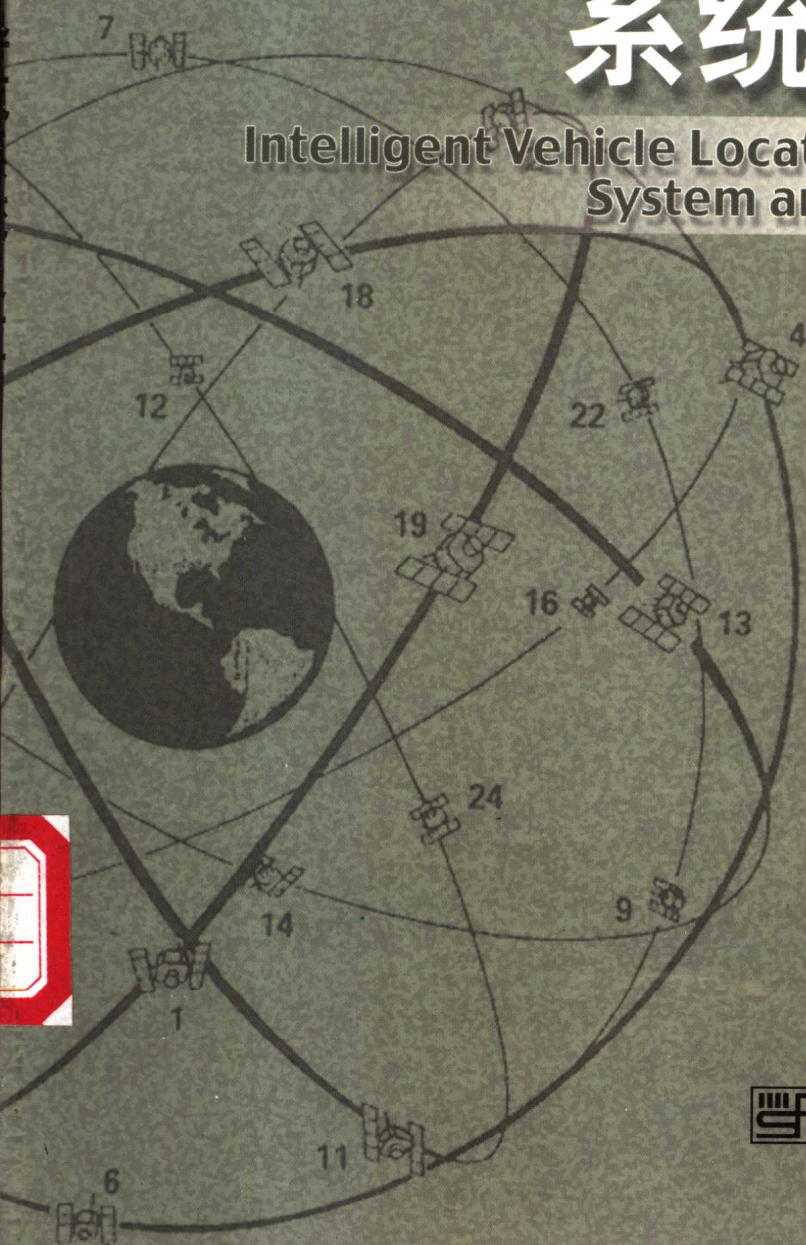


张其善 吴今培 杨东凯 著

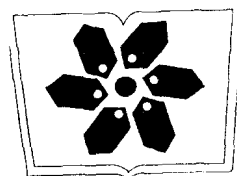
智能车辆定位导航 系统及应用

Intelligent Vehicle Location & Navigation
System and Its Application



科学出版社

<http://www.sciencep.com>



中国科学院科学出版基金资助出版

智能车辆定位导航系统及应用

张其善 吴今培 杨东凯 著

科学出版社

内 容 简 介

本书全面介绍智能交通系统(ITS)的基本概念和原理,以及智能车辆定位导航系统所涉及到的各种新方法和新技术。

本书共分七章,包括:智能交通系统概论、智能车辆定位导航系统的组成与原理、GPS定位方法、车辆定位系统中的无线数据传输方法、导航电子地图、智能车辆定位导航系统的设计与实现、智能车辆定位导航系统的应用与展望。本书内容充分反映了国际上近年来先进的车辆定位导航系统的新理论、新应用和发展趋势。

本书可作为高等学校交通信息工程与控制专业、交通运输管理专业以及从事信息技术的相关专业高年级学生和研究生教材或教学参考书,对从事信息技术的工程技术人员也有较大参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

智能车辆定位导航系统及应用/张其善,吴今培,杨东凯著. —北京:科学出版社,2002

ISBN 7-03-010081-6

I. 智… II. ①张…②吴…③杨… III. ①车辆-无线电定位-智能控制-控制系统②车辆-无线电导航-智能控制-控制系统 IV. U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 016485 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年4月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2002年7月第二次印刷 印张:15

印数:3 001—5 000 字数:283 000

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

改革开放以来,我国国民经济快速发展,综合国力不断增强,交通基础设施大为改善,尤其以高速公路为主骨架的覆盖全国范围的高等级公路网络正在逐步形成,从而缓解了交通在经济建设中的瓶颈制约,但随着经济的持续快速增长,交通问题仍然十分突出。国内外的实践经验证明,一个国家,当交通发展到一定程度,再单纯依靠修建道路设施来解决交通拥挤问题,不仅受投资等诸多条件的制约,而且效果也是有限的。因此,必须改变传统的交通发展模式,研究符合可持续发展战略的交通模式在我国已势在必行,这也是国际交通发展的大趋势。

电子技术、通信技术、计算机技术和人工智能的发展为解决交通问题提供了新的思路,即不仅应该修建更多的交通基础设施,而且更应该采用现代信息技术来对道路网络和城市交通进行更有效的控制与管理,以提高交通的机动性、安全性,最大限度地发挥现有道路系统的交通效率。近十多年来,美国、欧洲、日本等发达国家先后研究、开发了智能交通系统(Intelligent Transport System),简称 ITS。但是迄今为止,对 ITS 还没有严格的定义,通常认为 ITS 是将通信、导航、控制和计算机等现代信息技术集成应用于交通运输领域,以加强人、车、路三者之间的联系,从而形成一种实时、准确、高效的综合运输系统。研究开发 ITS 的目的在于挖掘道路潜力,缓解交通堵塞,提高人们出行的安全性,节省车辆能耗,减轻大气和噪声污染,创造更加快捷、通畅、舒适、和谐的交通环境。

20 世纪 90 年代初,我国开始探索利用智能交通手段解决城市交通这一难题。今天,对于 ITS 的研究和开发,已逐步从概念转到具体应用。我们北京航空航天大学通信与信息系统博士点多年来一直从事 ITS 的研究,取得了一定成果,积累了一些经验,为了进一步推进我国 ITS 的研究、开发与实施,我们在书中重点对 ITS 的一个前沿分支——智能车辆定位导航系统,从理论、方法及应用等方面进行了较全面、系统的论述和总结。本书不仅反映了作者的科研工作,而且也体现了我们博士点共同的研究成果。

本书共分七章,内容包括:智能交通系统概论、智能车辆定位导航系统的组成和原理、GPS 定位方法,车辆定位系统中的无线数据传输方法、导航电子地图、智能车辆定位导航系统的设计与实现、智能车辆定位导航系统的应用与展望。

应该指出,智能车辆定位导航系统是处于蓬勃发展时期的新技术,尽管本书是在近年来的最新研究成果的基础上撰写的,但随着时间的推移,新的成果还会不断

涌现。本书的作用主要在于使读者较快地与当前本学科的新发展“接轨”,使更多的科学工作者和工程技术人员参加到智能交通系统这一领域的研究和开发行列中来,将我国智能交通系统的理论和应用提高到新的水平,并在社会发展与经济建设开花结果。

本书由中国科学院科学出版基金资助出版。作者近几年来从事智能交通系统的研究与开发,还得到国家自然科学基金项目(60027001)、国家重点科技攻关项目(96-1302-05-02)和北京市政府国庆 50 周年献礼项目“北京市公共交通智能调度指挥系统示范工程”的资助。书中的大部分研究成果已在工程实际中得以启用。在此,对以上各项目的资助表示衷心的感谢。

作者在完成本书的过程中,还得到李先亮教授、吴鑫山教授、常青博士的支持和帮助,在此特向他们表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,书中的错误和疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2002 年 2 月

目 录

第一章 智能交通系统概论	1
1.1 道路交通面临的挑战与对策	1
1.2 ITS 的由来及发展	3
1.2.1 ITS 的产生	3
1.2.2 ITS 是现代交通运输的发展方向	3
1.2.3 世界各国 ITS 的发展	4
1.2.4 ITS 的特点	8
1.3 当前 ITS 的研究课题	9
1.4 ITS 的框架结构与定义	10
第二章 智能车辆定位导航系统的组成与原理	12
2.1 车辆定位导航系统的发展概况	12
2.2 智能车辆定位导航系统的组成与原理	16
第三章 GPS 定位方法	19
3.1 概述	19
3.1.1 GPS 的产生与发展	19
3.1.2 GPS 政策分析	22
3.1.3 GPS 的组成	23
3.1.4 GPS 的卫星信号构成	26
3.2 GPS 定位基本原理与误差分析	28
3.2.1 GPS 定位的基本原理	28
3.2.2 GPS 定位误差分析	30
3.2.3 GPS 定位的误差来源	32
3.3 GPS 的几何精度因子和定位解的递推算法	35
3.3.1 几何精度因子之间的递推关系	35
3.3.2 定位解之间的递推关系	37
3.3.3 几何精度因子和定位解的递推算法	37
3.3.4 计算结果分析	40
3.3.5 最佳五星解算法	43
3.4 GPS 定位解的可信度及模糊定位解	46

3.4.1	模糊子集与模糊综合评判的概念	46
3.4.2	GPS 定位解的可信度	48
3.4.3	可信度的解析表达式与性质	52
3.4.4	计算结果分析	55
3.4.5	模糊定位解	57
3.5	Kalman 滤波方法的应用	57
3.5.1	车辆定位的 Kalman 滤波模型	58
3.5.2	Kalman 滤波的递推算法及野值剔除算法	60
3.5.3	Kalman 滤波器参数的选取方法	62
3.6	GPS/DR 组合定位方法研究	64
3.6.1	GPS/DR 组方法简介	64
3.6.2	联邦滤波算法	65
3.6.3	GPS/DR 组合定位系统联邦滤波方案	67
3.6.4	组合定位的联邦滤波算法	68
第四章	车辆定位系统中的无线数据传输方法	70
4.1	概述	70
4.1.1	常规通信网数据传输	70
4.1.2	集群通信网数据传输	70
4.1.3	蜂窝移动通信方式	71
4.1.4	专用无线数据通信网	73
4.1.5	广播数据通信(RDS)	73
4.1.6	卫星通信方式	73
4.2	基于模拟话音信道的数据传输	74
4.2.1	组合调制解调特性分析	74
4.2.2	基于模拟话音电台的双点调制方法	78
4.2.3	OFDM 方法的应用	82
4.3	基于集群信道的数据传输	88
4.3.1	集群通信概述	88
4.3.2	车辆定位系统的话务量分析	91
4.4	车辆定位系统的多址接入方式	93
4.4.1	多址接入方式简介	93
4.4.2	基于 TDMA 方式的同步方法	96
4.4.3	BR-ALOHA	101
4.5	基于 GSM 通信系统的车辆定位系统	104

4.5.1 GSM 通信系统简介	104
4.5.2 GSM 系统提供的业务	105
4.5.3 适应车辆定位系统的 GSM 业务选择	106
4.5.4 车辆定位系统组网方案设计	107
第五章 导航电子地图	110
5.1 导航电子地图简介	110
5.2 导航电子地图的数据结构与数据模型	111
5.2.1 电子地图的数据类型及其特征	111
5.2.2 空间数据结构	112
5.2.3 非空间数据的数据模型	118
5.2.4 面向弧线的空间数据结构设计	120
5.3 电子地图数据的生成与空间数据的存储	123
5.3.1 电子地图数据的生成	123
5.3.2 空间数据的存储	128
5.4 电子地图的增强 BANG 存储文件	134
5.4.1 增强 BANG 存储文件结构	134
5.4.2 增强 BANG 文件分裂与联合机制	135
5.4.3 增强 BANG 文件的目录管理	136
5.4.4 增强 BANG 文件算法	136
5.4.5 测试结果与分析	140
5.5 电子地图的图形操作与信息查询	142
5.5.1 电子地图的图形操作	142
5.5.2 空间信息查询	147
5.6 电子地图数据库管理系统	150
5.6.1 一般数据库管理系统的局限性	150
5.6.2 MDBMS 的组成与功能	151
5.6.3 MDBMS 的数据文件格式	153
5.6.4 MDBMS 的数据描述语言(DDL)	156
5.6.5 MDBMS 的数据操纵语言(DML)	159
第六章 智能车辆定位导航系统的设计与实现	163
6.1 地图匹配	163
6.1.1 地图匹配的基本方法	163
6.1.2 误差区域的选择	164
6.1.3 基于代价函数的地图匹配	165

6.1.4 基于模糊逻辑的地图匹配可信度评判	169
6.2 最优路径规划技术研究	174
6.2.1 路径规划原理	175
6.2.2 最短路径搜索算法的高效实现	178
6.2.3 快速最优路径规划算法	181
6.3 智能车辆定位导航系统的设计	186
6.3.1 IVLNS 系统总体设计	186
6.3.2 导航计算机系统设计	187
6.3.3 软件体系设计	189
6.3.4 主要功能模块设计	191
第七章 智能车辆定位导航系统的应用与展望	196
7.1 概述	196
7.2 公交车辆定位系统的组成	198
7.3 DGPS/DR 组合定位的应用	200
7.3.1 GPS/DR 组合定位的基本方法	200
7.3.2 伪距差分方法的应用	201
7.3.3 GPS 差分站的组成	206
7.4 SmartNet 模拟集群信道的应用	207
7.4.1 集群电台分析与测试	208
7.4.2 集群信道频谱特性	209
7.5 数字调制与纠错编码	211
7.5.1 纠错编码的应用	211
7.5.2 交织编码的实现	213
7.6 SmartNet 集群系统应用总结	214
7.7 区域监控中心站	216
7.7.1 区域监控中心站的功能	216
7.7.2 监控中心站软件	217
7.7.3 基于地图信息的数据处理	218
7.8 动态时隙分配的方法	220
7.9 智能车辆导航定位系统的应用展望	221
7.9.1 GPRS 的系统结构和特点	221
7.9.2 GPRS 车载动态导航定位系统的组成和主要功能	223
7.9.3 应用展望	226
主要参考文献	227

第一章 智能交通系统概论

1.1 道路交通面临的挑战与对策

交通是维系人类生存、发展的命脉,其基本功能是实现人和物空间位置的有序移动。古往今来,从步行到以车代步,再到下海、入地、上天,人类不断革新着交通的途径。从手提肩扛、牲畜驮运到现代运输,人类不断变更着运输的方式。展望 21 世纪,交通的发展趋势是:越来越快捷、越来越高效、越来越舒适。

现代交通运输主要是铁路、公路、水路,航空和管道五种形式。它们各有所长,优势互补,共同维系着世界经济的繁荣和发展。

交通系统是一个复杂的巨系统,公路交通系统是它的一个子系统。公路交通系统是由人、车、路、环境四大要素构成的一个总体,又称道路交通系统,它具有以下特点:

1) 系统性:道路交通系统中的人为系统主导,车为交通工具,路为交通基础,环境为影响系统的外在条件。四个组成要素相互联系、相互制约、不可分割,其行为和性质的变化不具有独立性。

2) 开放性:道路交通系统的边界是由道路确定的。它对下受路面的限制,故下界是确定的、清晰的;对上大多是露天高空,没有上界;对左右,在未依山傍水,无护墙、护栏的情况下,往往是无界的或界限模糊的,所以道路交通是个巨型的开放系统。正因为系统的开放性,以致太阳光热,风沙雨雪,飞禽走兽,人、车、物等都可经常地或随机地进出系统,即系统与外部环境之间存在着物质和能量的交换。

3) 动态性:在道路交通系统内,道路是静态的,人与车却是动态的,整个系统远非静止均一,而是有高潮,有低潮,有涨,有落,变化不已。

4) 突变性:当一个系统处于临界状态附近时,控制参数的微小变化就可从根本上改变系统性质的现象,称之为突变现象。在道路交通系统中,突变现象是屡见不鲜的,灯控的平交路口,在交通高潮时,控制参数稍有不当,就会出现堵塞。参数做微小改正,堵塞即可消失,堵塞变为畅通,混乱变为有序。突变是道路交通中的一种普遍现象。

5) 非线性:在道路交通系统中,人、车、路之间的相互关系是不成比例的,而且是非线性的。这一特性有着重要意义。因为它将使系统的演化具有多种可能。我

们可以利用非线性特征,把握系统从无序到有序的条件、机制和相干行为,研究怎样才能使系统在时间、空间和功能上演变到有序状态,达到安全、畅通、低消耗、低公害和高效益的境界。

从目前我国交通状况来看,道路交通面临的主要问题是:道路增长跟不上车辆和流量的增长,交通供需矛盾日益加剧。随着经济建设和城市规模的加速发展,对外交流的日益频繁和人们物质文化生活水平的提高,交通需求日益增加,尤其是作为道路交通主要运输工具的汽车数量迅速增加,这就要求铺筑大量的道路,包括城市道路与乡村公路网。但是,由于受到建设资金,道路用地等诸多条件的制约,道路里程的增长速度远远落后于车辆的增长速度。据统计,世界上各种车辆的增长速度为道路增长速度的2~3倍。改革开放以来,我国道路里程年平均增长率为1.55%,但机动车辆拥有量年平均增长率则为21.7%。由此可见,我国道路发展与车辆发展的速度差距更大,道路发展跟不上车辆的发展,车多路少的矛盾日益加剧,交通阻塞必然出现。

为了解决交通面临的问题,除了新建必要的道路,完善路网布局,以及加强对现有道路系统的管理外,从全局与长远发展的眼光出发,治理交通必须更新思路,研究道路交通可持续发展的途径与对策,这就是:

1) 大力发展高效、安全的公共交通系统,包括发展大容量、高速度的轨道交通。

2) 积极研发低污染、低消耗的新型汽车,减少或消除小汽车本身存在的缺点。同时,加强城市停车设施的建设,为小汽车发展提供一个较宽松的环境。

3) 积极发展新一代智能交通系统(ITS)。传统的交通发展策略主要是依靠增加道路面积,提高路网的总体容量来满足不断增长的交通需求。这种发展模式不仅成本昂贵,环境污染严重,而且其缓解交通拥挤的效果也是有限的。信息技术的发展为解决交通问题提供了新的思路,即不仅应该修建更多的交通基础设施,而且更应该采用先进的信息技术来对道路网络进行更有效的控制与管理,以便最大限度地发挥现有道路系统的交通效率。新一代智能交通系统是借助于计算机、通信和控制等高新技术的应用,通过信息的沟通与连接,使现有交通系统有效地整合,以改善人、车、路等交通要素之间的互动关系,从而形成一种准确、高效、安全的综合运输系统。实践证明,智能交通系统是解决当前交通堵塞、交通事故频发和环境污染严重等问题的有效途径。因此,我们应该把有关ITS的设施建设看作道路建设一样,成为道路交通基础设施的一个重要组成部分。

4) 坚持土地规划、开发与交通规划、建设相协调,将土地利用、道路建设与环境保护统一在系统中研究,以路网容量和环境容量作为土地利用的约束条件加以分析,有机地协调三者之间的关系,确保道路交通的可持续发展。

1.2 ITS 的由来及发展

1.2.1 ITS 的产生

随着道路条件的改善,特别是高速路的建设,要求对交通中的各项要素综合考虑。20 世纪 40 年代与 50 年代的交通工程学研究已经开始注意人-车-路的相互影响问题。但是,自 50 年代“汽车化时期”以来,汽车数量的快速增长和道路的慢速建设,道路堵塞、交通事故、环境污染、能源浪费的现象在世界范围内变得越来越严重。据美国运输统计局的预测结果,到 2020 年,美国每天的交通事故将达到 29 838 起,重大事故也将达到 185 起,由此造成的经济损失每年将超过 1500 亿美元。仅马里兰州每天将有 400 起交通事故,重大事故将达 2.5 起;由于土地资源的严重制约,道路建设不能无限扩展,高速路里程的增长速度仅为 3.2%,而私人车辆的旅行增长速度为 86.6%,堵车拥挤的状况将日趋严重。据德克萨斯州运输研究所对美国 39 个主要城市的研究表明,每年因交通过分拥挤造成的经济损失约为 410 亿美元,12 个最大城市每年的损失均超过 10 亿美元,而且汽油大量的浪费,汽车的废气排放量成倍增加,造成严重的环境污染。在日本,交通拥挤程度也日趋严重,首都高速道路堵塞严重的路段,拥挤时间长达 17 小时,路长达 9.37km。东京每年因交通拥挤造成的时间损失折合约 123 000 亿日元,故专业运输成本的增加是与交通堵塞分不开的。在英国,因交通拥挤导致的能源浪费达每年 10 亿英镑,而且未来 30 年的政府预算将加倍,环境污染也将加剧。因此,从 20 世纪 60 年代末开始,世界各国的交通工程师逐渐利用飞速发展的电子、信息、系统工程等高科技手段来改善交通状况,将信息技术和交通系统结合起来研究交通四要素的时空关系。大约历经了 20 余年的时间,相继在世界范围内建立了新型交通系统,由此产生智能交通系统的概念,相应地一些试验系统和实际应用系统已经在世界许多国家和地区取得了良好的经济和社会效益。

可以说,ITS 是现代交通发展到一定阶段必然出现的产物,也是国际交通发展的大趋势。

1.2.2 ITS 是现代交通运输的发展方向

物质、能量和信息是自然界和人类社会赖以生存和发展的三大战略资源。当今世界,正处于工业、农业时代生产方向信息时代生产力发展,从物质型经济向信息型经济过渡的关键时刻。交通运输,这个在物质型经济社会中对经济发展和人类文明有着重要作用的领域,在信息型经济社会中有着崭新的内涵。

以“人和物的载运和输送”为旧有定义的运输,只有和“信息的载运和输送”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能力和服务质量,满足日益增长的社会需求,因此,ITS 是未来信息化社会中交通运输的理想模型。而在社会由工业化到信息化的转化过程中,交通运输的内涵也在发生改变。现在人们逐渐认识到:ITS 虽以交通基础设施为基础,但在整体结构、设计思想、技术手段和运营管理上都处于更高层次。在整体结构上,ITS 旨在建设社会活动的大范围内包括多种运输方式的实时、准确、高效的道路运输综合管理系统,而这种系统在传统交通运输中是无法实现的。在设计思想上,ITS 更加适应 21 世纪的公众对交通运输安全、快速、舒适的需求,向道路使用者提供各种信息以便选择不同的出行方式,且以诱导为主,这在传统交通中亦是无法实现的。在技术手段上,ITS 使用现代科学技术的最新成就,包括各种尖端技术的系统集成。“信息工程”的特色大大区别于传统交通中以“道路工程”为主的特色。在运营管理上,ITS 带有鲜明的“信息/服务”特征,属于第三产业中的新兴产业,而传统的交通只是第二产业(道路工程)和第三产业(交通运输管理)的混合体。因此,ITS 是现代交通的发展方向。我国《公路、水运交通科技发展“九·五”计划和 2010 年长远规划》中提出,到 2000 年,科技进步对交通增长的贡献率在现有基础上提高到 50%左右,劳动生产率有较大提高;到 2010 年,科技进步贡献率力争再提高 10~15 个百分点。实现这样的目标仅靠扩大规模是无法做到的。惟一途径就是充分利用科技的发展,在交通领域加强道路运输智能化设施建设和管理体系的信息化进程。

1.2.3 世界各国 ITS 的发展

ITS 最初是在以监控为主体的交通工程(包括交通管理)基础上发展起来的,开始只是进行道路和车辆智能化的研究,而现在已经扩展到交通运输的全部过程及其有关部门,因此在欧洲又称之为道路交通信息通信系统(RTT)。目前其研究范围已逐渐涉及到铁路、水运及航空等各种交通方式,旨在形成一整套为用户及交通管理部门提供道路交通信息的新型交通系统。

1. 日本 ITS 的发展

在日本,ITS 始于 1971 年的 CACS 计划。从 1973 年到 1978 年,日本成功地组织了一个叫作动态路径诱导系统的实验。从 20 世纪 80 年代中期至 90 年代中期的 10 年时间,相继完成了路车间通信系统(RACS)、先进的管理交通信息控制系统(AMTICS)、交通信息通信系统(TICS)、宽区域旅行信息系统、超智能车辆系统、安全车辆系统及新交通管理系统等方面的研究。1994 年 1 月成立了 VERTIS(路车交通智能协会),1995 年 7 月 AMTICS 和 RACS 结合成立了 VICS(道路交通信

息系统)中心。1996年4月正式启动 VICS,先在首都圈内而后推向大阪、名古屋等地,1998年向全国推进。日本的 VICS 是 ITS 实用化的第一步,居于世界领先水平。同期进行的研究还有高级车辆安全系统(Advanced Safety Vehicle, ASV)、先进道路交通系统(Advanced Road Traffic System, ARTS)以及由日本警察厅发起的通用社会交通管理系统(Universal Traffic Management Society, UTMS)计划。其中,UTMS 旨在建立具有交通数据采集、交通信息广播、交通信号控制和动态导航功能的综合交通控制系统。1996年7月,日本警察厅、通产省、邮政电信省和建设省共同发起了智能交通系统综合促进规划(comprehensive organization for the promotion of intelligent transportation system),将所有应用研究项目和发展计划综合在一起,提出了“智能车/智能道路/智能枢纽”(smart-car / smart-way / smart-gateway)的概念,期望推动包括先进交通管理系统、不停车道路电子收费系统、安全驾驶系统、动态实时交通引导系统等在内的核心技术的发展,共同开创新兴的智能交通产业。

2. 美国 ITS 的发展

20世纪60年代末期,美国公路局提出了一种电子路径引导系统(ERGS),这是一种具有无线路径引导功能的导航系统,用于控制和疏导交通,该系统被认为是美国 ITS 的开始。

传统的交通系统车辆和道路是分离的,交通控制与监视是分开单独进行的。在 ITS 中,车辆和道路需要双向交换信息,车与路集成为一体,此时的交通系统为 Integrated Vehicle-Highway Systems(VHS)。随着人工智能在计算机系统中的应用,Integrated VHS 变成为 Intelligent VHS(IVHS)。起初,单个州、单个城市开始研究 IVHS。1987年成立了非正式组织 Mobility2 000,1989年形成了一整套计划文件,引导政府支持 IVHS 的研究,1990年3月,上述文件成为国家研究 IVHS 的纲领性文件。1990年8月成立了 IVHS America 技术委员会,人员组成有工业界和学术界人士以及政府官员。1991年12月美国国会制定了 ISTE A(综合地面运输效率方案),1994年 IVHS 更名为 ITS,其实施战略是通过实现面向 21 世纪的“公路交通智能化”,从根本上解决和减轻事故、混杂、低效率、能源浪费等交通中的各种问题。其他如 Travtek 和 ADVANCE 的试验和实际应用系统也取得了重大成就。

3. 欧洲 ITS 的发展

在欧洲,ITS 始于 20 世纪 70 年代后期的 ALI 工程,此工程和美国的 ERGS、日本的 CACS 极为相近。80年代中期,ITS 的试验计划在欧洲大规模实施起来。1988年由欧洲十多个国家投资 50 多亿美元,联合执行一项旨在完善道路设施,提

高服务质量的 DRIVE 计划,其含义是欧洲用于车辆安全的专用道路基础设施,现在已经进入第二阶段的研究开发。目前欧洲各国正在进行 Telematics 的全面应用开发工作,计划在全欧范围内建立专门的交通无线数据通信网。智能交通系统的交通管理,车辆行驶和电子收费等都围绕 Telematics 和全欧无线数据通信网来展开。从 1986 年开始,作为 EUREKA 计划的一部分,欧洲民间也联合搞了一个称作 PROMETHEUS 的计划,即欧洲高效安全交通系统计划。

表 1.1 列出了美国、日本以及欧洲 ITS 发展的基本情况,由此可以看出,国际

表 1.1 国际上 ITS 的发展

	早期	发展	近期	国际会议
欧 洲	60 年代末 70 年代初	80 年代中期	90 年代初	1994 年 5 月 在法国巴黎 召开第一届 ITS 世界大 会
	RTI(Road Transport Information) 道路交通通信技术	欧洲联盟各国政府共同主持的 DRIVE 计划(Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe)民间组织 PROMETHES 计划(Progrsm for an Europe Traffic with Highest Efficiency)	1991 年成立 ERTTIO(Europe Road Transport Telematics Implementation Organization)欧洲道路交通通信技术实用化促进协会联络组织,全面开展 ITS 技术在交通运输各个领域的开发和推广以及国际合作	1997 年 6 月 在德国柏林 召开第四届 ITS 世界大 会
日 本	70 年代	80 年代中期到 90 年代中期	90 年代中期	1995 年 11 月 在日本横滨 召开第二届 ITS 世界大 会
	1973~1978 年日本组织了一个称作动态路径诱导系统的实验,可以认为是 ITS 项目的雏形	完成了路车间通信系统、交通信息通信系统、宽区域旅行信息系统、超智能车辆系统、安全车辆系统以及新交通管理系统等一系列高新技术的开发	1994 年 1 月,日本警察省、通产省、运输省、邮政省和建设省五个部门联合成立 VERTIS(Vehicle Road and Traffic Intelligence Society)日本道路交通、车辆智能化促进协会,推进 ITS 产业在全国发展	
美 国	60 年代末	80 年代中期以后	90 年代初至 90 年代中期	1996 年 10 月 在美国奥兰 多召开第三 届世界 ITS 大会
	开发了 ERGS(Electronic Route Guidance System) 电子路径导向系统,后来由于种种原因暂停了 10 多年	自加利福尼亚交通部门研究的 PATHFINDER(驾驶员道路系统)获得成功,全国开展了被称为“智能化车辆-道路系统”的研究	1990 年美国运输部成立了美国智能化车辆-道路系统(IVHS); 1991 年综合提高陆上交通效率,把开发研究智能化车-道系统作为国策并给以充足的财政支持; 1994 年 IVHS 更名为 ITS America,以推广一切交通工具和交通道路所组成的智能化系统,目前主要以道路交通为对象	

上对 ITS 的研究正蓬勃发展,不仅政府支持,而且工业界与学术界也都积极参与新型交通系统的研究和开发。

4. 国内的 ITS 的发展

在我国 ITS 的研究才刚刚起步,但作为城市交通控制系统的开发研究则在 20 世纪 70 年代就已开始。70 年代末交通部和北京市公安局合作首次在中国进行计算机控制交通信号的工程试验,80 年代初国家科技攻关项目“津塘疏港公路交通工程研究”,首次在高等级公路上把计算机技术、通信技术和电子技术用于交通监视和管理方面,开展了一系列科学研究和工程实施,在城市交通管理、高速公路监控系统、收费系统、安全保障系统等方面取得多项科研成果,并开发出了车辆检测器、可变情报板、可变限速标志、紧急电话、分车型检测仪、通信控制器、监控地图板等多种专用设备,制定了一系列标准和规范。北京、上海等城市还建立了交通信号控制和电视监视系统、警车定位系统、交通地理信息系统,以及交通事故、车辆和驾驶员档案等静态信息系统。在某些省市还建立了不停车自动收费系统和 IC 卡驾驶员管理系统。

目前,国内的研究与开发还都是就某一地区城市进行的,全国范围的 ITS 研究计划尚没有制定,但有关部门在致力于这方面的研究。

表 1.2 列出了我国 ITS 发展的三个阶段。

表 1.2 我国 ITS 发展的三个阶段

阶段	应用理论研究	应用技术及项目
第一阶段 (70 年代中期至 80 年代初)	交通理论 交通工程学 城市路口自动控制数学模型	点、线、面控计算机软件 北京前三门交通控制实验系统 天津线控、面控实验系统 信号机、检测器
第二阶段 (80 年代中期至 90 年代初)	交通运输系统工程在城市交通领域中的发展 高速公路监控系统数学模型 交通阻塞自动判断模型 标志和标线视认性 驾驶心理学	天津疏港公路交通工程技术研究 可变情报板、可变限速标志通信适配器 通信控制器、大型地图板、紧急电话的研制 道路和桥梁管理系统 电子收费系统和不停车收费的实验 交通工程 CAD
第三阶段 (90 年代中期至 20 世纪末)	智能交通系统工程(ITSE)的探索 道路通行能力的研究 公路使用者效益分析	ITS 发展战略研究 公交优先策略 GIS、GPS 等在交通信息管理控制系统中的应用 交通运输网络系统关键技术研究

总的来说,我国政府部门非常重视 ITS 的研究与开发,科技部已经正式将 ITS 列入了中国高新技术开发和产业化计划,而且协同交通部、公安部、建设部、铁道部、信息产业部和许多高校及研究机构共同开发与研究。

1.2.4 ITS 的特点

作为新型的交通系统,ITS 除了具有传统交通系统的特点外,还具有智能化和信息化、一体化的特点,其智能化的特点体现在以下几个方面:

(1) 交通基础设施智能化

1996 年 1 月,美国联邦运输部在为推动 ITS 研究而提出的“交通运行时间节约战略”中阐述了 ITI(Intelligent Transportation Infrastructure),即“智能交通运输基础设施”的概念。要求在新建道路时必须同时进行 ITI 建设,借以加强 ITS 研究成果的实施。在 ITI 基础上,可以进行多个领域的系统集成,如交通信号控制、高速公路管理、交通诱导、事故处理、救援系统、电子收费等等。交通基础设施智能化是 ITS 实施的基础。

(2) 交通工具智能化

交通工具的智能化主要指车辆的智能化,可以确保车辆在道路上安全自由地行驶,避免与道路设施以及其他车辆相撞,其引导功能可使车辆在陌生地方行驶不致迷失方向。

(3) 交通系统智能化

系统的智能化将为交通控制管理中心提供对道路和车辆状态的实时监控,及时处理事故,保障道路畅通。另外,从系统科学的角度看,ITS 的系统智能还体现在以下三方面:

1) 原理上是基于知识的系统;

2) 功能上系统应至少具有判断能力、推理能力和学习能力,并应具有辅助决策的作用;

3) 结构上应由机器感知、机器学习、机器识别、知识库等部分组成。

当然,ITS 并不意味着交通系统的全智能化。在组织或控制交通系统时,只是希望系统运行秩序化,或者说达到尽可能高的组织化程度,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,更重要的还是人的参与。

ITS 信息化的特点主要是指有关交通要素的所有信息可以为交通系统的提供者、维护者以及使用者共享。

ITS 一体化特点指的是道路、车辆驾驶、乘客服务和系统管理的一体化。