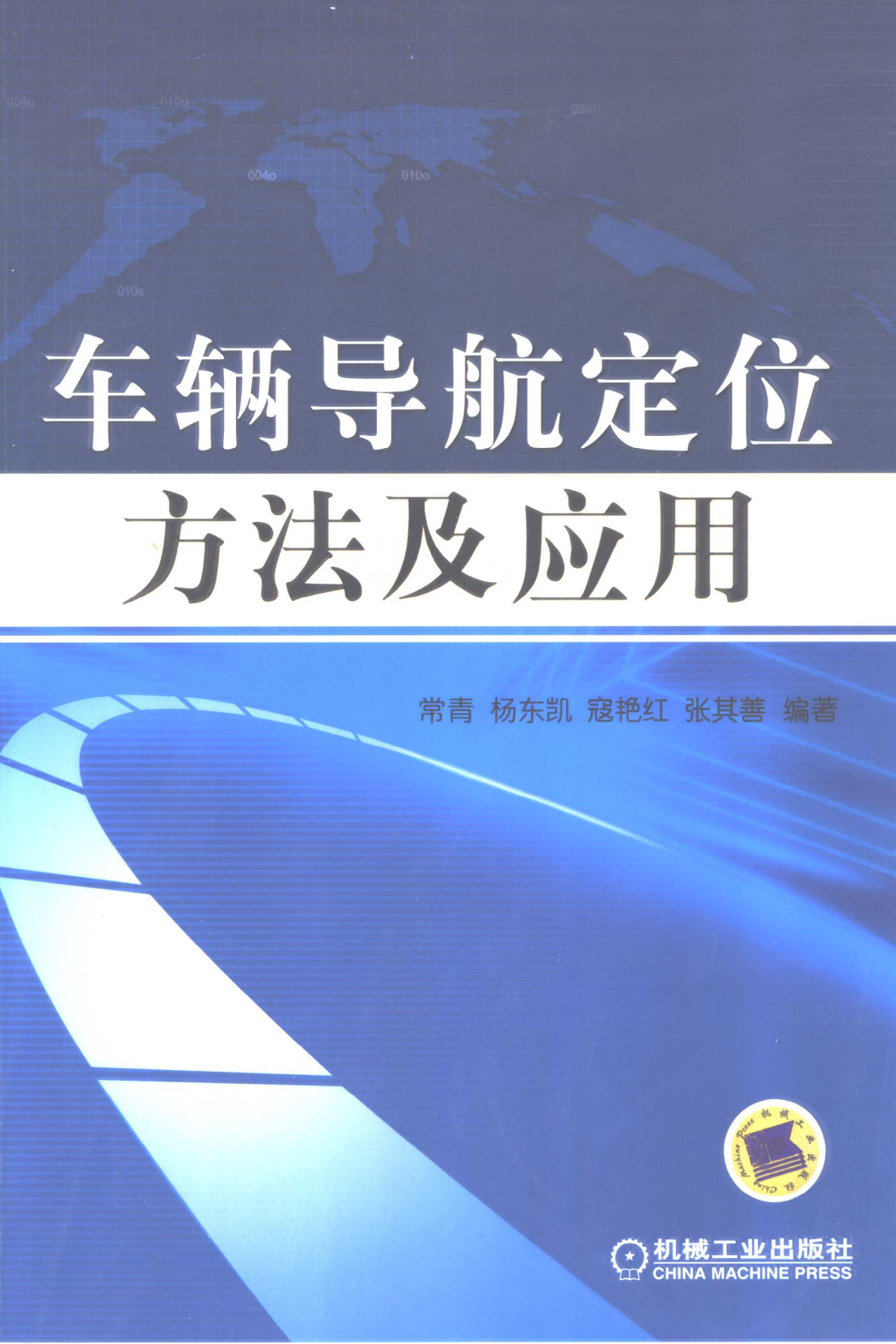




车辆导航定位 方法及应用

常青 杨东凯 寇艳红 张其善 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

车辆导航定位方法及应用

常青 杨东凯 寇艳红 张其善 编著



机械工业出版社

本书系统全面地介绍了车辆导航定位中的关键技术及其应用,包括卫星定位方法、GPS/DR 组合定位方法、GPS/MM 组合定位方法、数字道路地图、无线数据传输、路径规划算法及车辆动态导航方法,并介绍了公交车辆定位系统的应用设计方案。对于车辆导航定位的主要应用领域——智能交通系统,本书对其发展过程及标准化等内容做了详细的介绍和分析。全书内容翔实、全面,深入浅出,理论基础与工程实践并重,既有理论参考价值,对于工程实践也具有一定的指导意义。

本书可作为交通工程、通信工程、系统工程等相关专业本科生和研究生的教材和教学参考书,也可作为相关领域工程师的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

车辆导航定位方法及应用 / 常青等编著. —北京: 机械工业出版社, 2005.5

ISBN 7-111-16433-4

I. 车… II. 常… III. ①车辆—无线电导航②车辆—无线电定位 IV. U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 030336 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 吉 玲 (E-mail: jiling@mail.machineinfo.gov.cn)

封面设计: 王伟光 责任印制: 石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5 · 7 印张 · 268 千字

0001—4000 册

定价: 19.50 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68326294

[Http://www.machineinfo.gov.cn/book/](http://www.machineinfo.gov.cn/book/)

封面无防伪标均为盗版

前 言

智能交通系统（ITS——Intelligent Transportation System）是利用先进的通信技术、计算机技术、控制技术以及微电子技术，并结合系统工程的思想，旨在提高既有道路交通系统的运行效率、减轻环境污染、减少事故发生率的新型交通系统。智能交通系统的研究对象与传统的交通工程类似，也是针对系统中的车辆、人员、道路与外部环境等统筹考虑其在交通系统中的作用。据统计，在 ITS 中的所有子系统中，与车辆管理有关的约占 40%。对于车辆管理，导航与定位是前提和基础，自 20 世纪 60 年代以来，世界各发达国家就开展了对车辆导航与定位方法的研究。经过近半个世纪的研究与新技术的应用，车辆导航与定位技术已经达到了一个崭新的高度。但是，全面系统地介绍相关理论与方法的书籍目前还很少，在国内尤其如此。2002 年初笔者在总结课题组近 10 年研究成果的基础上，由中国科学院出版基金资助，并由科学出版社出版了学术专著《智能车辆定位导航系统及应用》，是国内在此领域出版的第一本专著。北京航空航天大学交通信息与控制专业将此书选作本科生的选修课教材，试用 3 年以来，发现此书对于本科生而言过于深奥，尤其是卫星定位、路径规划及无线传输、数字道路地图等章节，学生在没有一定的背景知识的前提下很难接受。因此我们编写了《车辆导航定位方法及应用》一书，本书与上述的《智能车辆定位导航系统及应用》一书相比，内容做了重大调整，增加了许多有关的基础知识，尽量做到深入浅出，并注重实用方法与系统设计技巧。

本书的出版得到了机械工业出版社吉玲编辑的大力帮助，在此表示感谢。

由于时间仓促，加之笔者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

作者

2004 年岁末

目 录

前言

第 1 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	7
1.3 当前 ITS 的研究课题	8
1.4 ITS 的标准化	10
1.4.1 国际 ITS 标准化	10
1.4.2 中国 ITS 标准体系	13
1.4.3 ITS 标准体系所包含的内容	15
第 2 章 卫星定位方法	20
2.1 概述	20
2.1.1 GPS 的产生与发展	20
2.1.2 GPS 政策分析	23
2.1.3 GPS 的现代化和 GPS-III	24
2.1.4 GPS 应用的发展趋势	27
2.1.5 全球轨道卫星导航系统 (GLONASS)	28
2.1.6 GALILEO 卫星定位系统	29
2.2 GPS 的组成	32
2.3 GPS 定位的时间系统和坐标系统	35
2.3.1 GPS 定位的时间系统	35
2.3.2 GPS 定位的坐标系统	37
2.4 GPS 卫星信号的构成	40
2.4.1 GPS 卫星信号的调制	40
2.4.2 GPS 中的伪随机码 (测距码)	41
2.4.3 GPS 卫星的导航电文	43

2.5 GPS 卫星信号的接收	44
2.5.1 GPS 接收机的功能结构	44
2.5.2 GPS 卫星信号的捕获	45
2.5.3 PRN 码相位跟踪与载波跟踪	47
2.6 GPS 定位解算的基本原理	48
2.6.1 观测量与定位方式	48
2.6.2 接收机中星钟时和信号传输时间的获得	49
2.6.3 伪距观测方程与定位解算	50
2.7 GPS 定位误差分析	51
2.8 GPS 定位的误差来源	53
第 3 章 数字道路地图	56
3.1 概述	56
3.2 节点-路段数据模型	57
3.2.1 图论基本概念	57
3.2.2 节点-路段数据模型的形式化定义	59
3.2.3 路网的基本要素	59
3.2.4 路网连通性表达	63
3.3 适合车辆导航的路段-链数据模型	65
3.3.1 车辆导航系统对数字道路地图数据模型的要求	65
3.3.2 路段-链的数据模型	65
3.4 数字道路地图的分层组织	67
3.4.1 普通的地图分层方法	67
3.4.2 数字道路地图的单图集分层结构	68
3.4.3 数字道路地图的多图集分层结构	69
3.5 数字道路地图数据的生成	71
3.6 空间数据的存储	73
3.6.1 R-树系列存储方法	73
3.6.2 K-D-B-树系列	76
3.6.3 BANG 及其扩展文件	77
3.7 数字地图的图形操作与信息查询	79
3.7.1 数字地图的图形操作	79
3.7.2 空间信息查询	84
第 4 章 组合定位方法	87
4.1 GPS/DR 组合定位	87
4.1.1 GPS/DR 组合定位方法	87

4.1.2	卡尔曼滤波算法	88
4.1.3	GPS/DR 卡尔曼滤波器设计	92
4.1.4	GPS/DR 联邦滤波器设计	98
4.2	地图匹配定位方法	107
4.2.1	地图匹配的基本描述	107
4.2.2	地图匹配的数学含义	108
4.2.3	地图匹配方法的分类	109
4.3	地图匹配算法	110
4.3.1	误差区域的确定	110
4.3.2	最佳匹配路段的确定	112
4.3.3	最佳匹配位置的计算	118
4.4	GPS/MM 组合定位方法	119
4.4.1	GPS 误差特性	119
4.4.2	基于 Kalman 滤波的 GPS/MM 定位方法	120
4.5	GPS/DR/MM 组合定位方法	124
第 5 章	移动无线数据传输	125
5.1	移动通信概述	125
5.1.1	移动通信及其发展史	125
5.1.2	移动通信的应用	128
5.2	移动通信的分类	129
5.2.1	移动通信的分类方法	129
5.2.2	车辆定位系统中应用的移动通信	129
5.3	模拟移动信道上的数据传输	133
5.3.1	数据传输的基本原理	133
5.3.2	模拟 FM 信道上的组合调制方式	134
5.4	车辆定位系统的多址接入方式	144
5.5	基于 GSM 的车辆定位系统	147
5.5.1	GSM 通信系统简介	147
5.5.2	GSM 提供的业务	148
5.5.3	适应车辆定位系统的 GSM 业务选择	149
5.5.4	车辆定位系统组网方案设计	150
5.6	基于 GPRS 的车辆定位系统	152
5.6.1	GPRS 的系统结构和特点	152
5.6.2	GPRS 数据传输的协议	153
5.6.3	基于 GPRS 的应用系统实例	156

第 6 章 智能车辆导航系统	160
6.1 智能车辆导航系统的分类	160
6.2 路径规划	160
6.2.1 经典的最短路算法	161
6.2.2 算法的时间复杂度估计	163
6.2.3 启发式搜索算法	166
6.2.4 双向搜索算法	167
6.2.5 基于分层地图的搜索算法	168
6.2.6 仿真试验结果与分析	170
6.3 自主式车辆导航系统的设计	172
6.3.1 系统总体设计	172
6.3.2 导航计算机系统设计	173
6.3.3 软件体系设计	175
6.3.4 功能 subsystem 设计	177
6.4 中心决定式车辆导航系统的设计	180
6.4.1 系统组成及原理	180
6.4.2 系统设计	181
第 7 章 车辆定位系统应用实例	188
7.1 概述	188
7.2 公交车辆定位系统的组成	189
7.3 DGPS 的应用	192
7.4 SmartNet 模拟集群信道的应用	197
7.4.1 集群电台分析与测试	197
7.4.2 集群信道频谱特性	199
7.5 数字调制与纠错编码	200
7.5.1 纠错编码的应用	200
7.5.2 交织编码的实现	203
7.6 Smartnet 集群系统应用总结	203
7.7 区域监控中心站	205
7.7.1 区域监控中心站的功能	205
7.7.2 监控中心站软件	206
7.7.3 基于地图信息的数据处理	208
7.8 动态时隙分配的方法	210
参考文献	211

第 1 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，人类不断地革新着交通的手段。从手提肩扛、牲畜驼运到现代运输，人类不断地变更着运输的方式。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，故边界是确定的、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，系统远离平衡状态。

(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，如灯控的平交路口，在交通高潮时，控制参数稍有不当，微小的差错也会出现堵塞。参数作微小改正，堵塞即可消失，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，

而是非线性的,它将使系统的演化具有多种可能,因此这一特性有着重要意义。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。随着信息技术的发展,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通行效率。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的设施建设看作与道路建设一样,是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,特别是高速公路的建设,要求将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显示,到2020年,美国每天的交通事故将达到29838起,重大事故将达到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。由于受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%,而私人驾车旅行的增长速度为86.6%,堵车的状况将日趋严重。据德克萨斯州运输研究所的研究结果显示,美国39个主要城市,每年因交通过分拥挤造成的经济损失估计约为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,东京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,即智能交通系统,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,正是工业、农业时代生产力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 旨在在社会活动的大范围内建设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。在我国“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 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)的基础上发展起来的,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 年的综合车辆交通控制系统(CACS——Comprehensive Automobile Traffic Control System)计划。从 1973~1978 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 20 世纪 90 年中期的 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,由东京圈内推向大阪、

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。同期进行研究的还有高级车辆安全系统 (ASV——Advanced Safety Vehicle)、先进道路交通系统 (ARTS——Advanced Road Traffic System) 以及由日本警察厅发起的通用社会交通管理系统 (UTMS——Universal Traffic Management System) 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 (VHS——Integrated Vehicle-Highway Systems)。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 Mobility2000; 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, 人员组成有工业界人士和学术界人士以及政府官员。1991 年 12 月美国国会制定了 ISTEAL (综合地面运输效率法案), 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。

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, 此工程美国的电子路径引导系统 (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 10 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, 现在已经进入第二个阶段的研究开发。目前欧洲各国正在进行汽车信息系统 (Telematics) 的全面应用开发工作, 计划在全欧洲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 (龙里卡) 计划的一部分, 欧洲民间也联合开发了一个叫 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。

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, 1997 年 6 月在德国柏林召开第四届 ITS 世界大会
	RTI ^① 道路交通信息技术	欧洲联盟各国政府共同主持的 DRIVE ^② 计划民间组织 PROMETHEUS ^③ 计划	1991 年成立 ERTICO ^④ 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	
日本	70 年代	80 年代中到 90 年代中	90 年代中期	1995 年 11 月在日本横浜召开第二届 ITS 世界大会
	1973~1978 年, 日本组织了一个叫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 ^⑤ (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~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 ^⑥ : 电子路径诱导系统, 后来由于种种原因暂停了十多年	自加里弗尼亚交通部门研究的 PATHFINDER (驾驶员诱导系统) 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-道路协会 (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	

① RTI——Road Transport Informaton

② DRIVE——Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe

③ PROMETHEUS——Program for an Europe Traffic with Highest Efficiency

④ ERTICO——Europe Road Transport Telematics Implementation Organization

⑤ ERGS——Electronic Route Guidance System

⑥ VERTIS——Vehicle Road and Traffic Intelligence Society

4. 中国 ITS 的发展

在中国, ITS 的研究才刚刚起步, 但作为其基础的城市交通控制系统的开发研究 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等。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或城市进行的，全国范围的 ITS 研究计划尚没有制定，但有关部门正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、信息化和一体化的特点。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, 可以进行以下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) 系统在功能上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) 系统在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 一体化的特点是指道路、车辆驾驶、乘客服务和系统管理的一体化。

1.3 当前 ITS 的研究课题

ITS 是在传统的交通系统基础上发展起来的新型交通系统, 由于各国具体情况不同, 发展交通的重点也不尽一致, 对 ITS 研究的内容也不相同。在美国, 按照服务功能和用户需求将 ITS 的研究内容分成 7 大类, 每一类又包含若干项目。这 7 大类内容分别是:

1. 旅行和运输管理, 包括: 1) 驾驶员中途信息; 2) 路径引导; 3) 交通控制; 4) 事故管理; 5) 尾气测试。

2. 旅行信息管理, 包括: 1) 出发前的旅行信息; 2) 旅客服务信息; 3) 车辆预定; 4) 用户需求管理。

3. 公共交通运营管理, 包括: 1) 公交线路信息; 2) 个人化的公共运输; 3) 公共旅行安全; 4) 公共运输管理。

4. 电子收费。

5. 商用车辆管理, 包括: 1) 商用车辆电子放行; 2) 车辆路旁自动检查; 3) 车内安全监视; 4) 商业车队管理; 5) 危险材料及事故响应。

6. 应急管理, 包括: 1) 应急车辆管理; 2) 应急通报和个人保安。

7. 车辆控制和安全管理, 包括: 1) 车辆防撞管理; 2) 视觉增强防撞管理; 3) 自动驾驶; 4) 提高驾驶安全。

相应地, 美国的 ITS 开发项目以及实际应用系统也分为 7 个部分:

1. 先进的交通管理系统 (ATMS)

ATMS 用于检测、控制和管理公路交通, 在道路、车辆和驾驶员之间提供通信联系。它依靠先进的交通检测技术和计算机信息处理技术, 获得有关交通状况的信息并进行处理, 及时地向道路使用者发出诱导信号, 从而达到有效管理交通的目的。

2. 先进的驾驶员信息系统 (ADIS)

在信息类型以及信息接收者方面, ADIS 与 ATMS 有本质差别。ATMS 中同样具有许多向驾驶员提供信息的设备, 如可变信息板、公路咨询广播等, 但它们传递的信息量是有限的, 一个可变信息板一般只能显示 14 个字符, 公路广播的情报也不能超过几分钟, 而且上述设备是为整个交通流总体服务的, 其信息只具普遍性。ADIS 则是以个体驾驶员为服务对象。驾驶员可以通过车载路径诱导系统, 在与控制中心的双向信息传递中使自己始终行驶在最佳路径上。不过 ATMS 和 ADIS 的功能十分相似, 都可以缩短旅行时间, 降低燃油消耗和减少废气排放, 使交通拥挤状况得到缓解。

3. 先进的车辆控制系统 (AVCS)

AVCS 的目的是开发帮助驾驶员实行车辆控制的各种技术, 从而使汽车行驶更安全、高效。AVCS 包括对驾驶员的警告和帮助, 障碍物避免等自动驾驶技术。实际上, AVCS 具有最长期的潜在效益, 同时也是对汽车工程、电子工程等部门提出的最大挑战。

4. 商用车辆运行系统 (CVOM/FMS)

CVOM 实质上是运输企业应用 IVHS 技术来谋求最大效益的一种调度系统, 其目的是利用 IVHS 技术, 例如车辆自动识别技术、自动定位技术、自动分类技术等, 提高企业内部劳动生产率, 增加安全性, 改进对突发事件的反应能力, 改善车队管理和交通状况。

5. 先进的公共交通系统 (APTS)

采用各种智能技术促进公共运输业的发展, 如通过个人计算机、闭路电视等