



北京理工大学“985工程”国际交流与合作专项资金资助图书

Intelligent Transportation Systems

智能运输系统

高利 (Gao Li) 吴绍斌 (Wu Shaobin)

赵亚男 (Zhao Yanan)

[英] 朴基男 (J. Piao)

编著



北京理工大学“985工程”国际交流与合作专项资金资助图书

智能运输系统

高利 (Gao Li) 吴绍斌 (Wu Shaobin)

赵亚男 (Zhao Yanan)

[英] 朴基男 (J. Piao)

编著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

智能运输系统 / 高利等编著. —北京: 北京理工大学出版社, 2016. 3
ISBN 978 - 7 - 5682 - 1568 - 8

I. ①智… II. ①高… III. ①智能运输系统 IV. ①F502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 049954 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 29.75

字 数 / 575 千字

版 次 / 2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

定 价 / 78.00 元

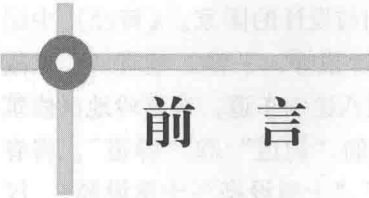
责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

智能运输系统 (Intelligent Transportation Systems, ITS) 是全面有效解决交通运输领域问题的根本途径, 是现代交通运输管理和建设的发展方向。智能运输系统是以信息化为基础, 以现代通信和计算机为手段, 以安全、高效、服务为目标的新型现代交通运输系统。智能运输系统以交通运输为对象, 已成为现代信息技术与传统交通运输系统紧密融合的综合性和应用学科, 是当前交通运输工程学科的一个热点和前沿领域。

自 20 世纪 80 年代起, 发达国家在解决日益严重的交通拥堵、交通安全、交通污染等诸多问题的过程中, 投入了大量的人力、物力、财力, 将各种先进的信息技术应用到交通运输领域, 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。中国在 20 世纪 90 年代开始关注世界智能交通的发展并进行了一些前期项目准备, 国家科技部将智能交通系统的关键技术开发和示范工程作为工业领域的重大专项课题列入“十五”国家科技攻关计划, 并确定了北京、上海等 10 个城市作为 ITS 示范城市。“十一五”期间, 国家在战略政策和技术实施等方面大力推动中国智能运输系统的发展, 智能运输系统在中国进入实质性的应用和建设阶段,《国家中长期科学和技术发展规划纲要 (2006—2020 年)》将交通运输业列为“重点领域及其优先主题”, 其中智能交通管理系统是交通运输业的优先发展主题。对中国这样经历了马车时代和乘轿时代的历史悠久的国度, 面临汽车时代、高速公路时代及智能运输时代所带来的交通拥堵、环境污染、人口等“城市病”的巨大压力, 只有通过智能化手段做好人-车-路(环境)协调, 逐步实现智能运输系统保障安全、提高效率、节约能源、改善环境的综合目标。

中国是世界上历史悠久的国家之一。远古时期, 中国人就用木棒作为运输工具进行觅食、狩猎等生产活动。在畜牧时代, 人们通过对某些野兽如牛、羊、驴、马、骆驼、大象等进行驯化, 使其成为家畜, 供人役使, 成为人类的运输动力, 同时人类发明了橇作为运输工具。中国是最早使用车辆的国家。早在 4 600 多年前的黄帝时代中国人就已发明了舟车, 夏朝设有掌管车辆制造的机构, 即“车正”。商代中国的车工已能制造出相当精美的两轮车。在古代人们用马、牛、骆驼或人来牵引车轮进行运输。在周秦汉代的殉葬品中, 不断发现车和马。三国

时马钧发明指南车，科学家张衡发明了计里鼓车，明代时人们制成了帆车，清朝时人们发明了铁甲车。中国也是最早重视道路规划与设计的国家。《诗经》中记述“国道如砥，其直如矢”以说明道路的几何设计很好，平整、笔直。春秋战国时期齐桓公、晋文公在黄河和长江流域建有四通八达的车道，在秦岭地区修筑了“金牛道”。秦始皇统一六国后，修建了全国性的“驰道”和“驿道”，将春秋战国时期各诸侯所修筑的道路连接成网，实现了“十里设亭三十里设驿”。汉代的丝绸之路成为中国对外交流的重要通道。唐代初步建成以长安为中心的四通八达的驿道网，此外唐代还采取上下分行，靠左行走的交通规则。《礼记》中也有“道路男子由右，妇人由左，车从中央”的记载。

中国交通的发展与世界交通发展的历程基本相同，但由于近代发展的曲折，世界交通发展的高速公路阶段与智能运输阶段几乎同时发生在近 20 余年。这样，中国交通工程的发展大致经历了步行、马车、汽车、高速公路及智能运输共同发展这四个阶段，可以说在中国汽车机动化时代、高速公路时代及智能运输时代几乎同时到来，这就给中国交通运输领域的工作者带来了前所未有的机遇和挑战。

智能运输系统包括诸多方面，本书以 ITS 的基础理论和关键技术为线索，介绍了 ITS 的主要应用系统的基本原理、结构特征和功能，基本上涵盖了 ITS 领域的主要研究成果。全书共分为 12 章，第 1 章由北京理工大学机械与车辆学院高利教授编写，第 2、3 章由北京理工大学高利教授和总装备部装甲兵某研究所刘向前高工及陶益工程师共同编写，第 9、10 章由北京理工大学机车学院吴绍斌副教授编写，第 5、12 章由英国南安普顿大学朴基男研究员编写，第 4、8 章由北京理工大学机车学院赵亚男副教授编写，第 11 章由北京理工大学机械与车辆学院张照生博士编写，第 6 章由北京理工大学机械与车辆学院杨莉博士编写，第 7 章由北京理工大学机械与车辆学院成英博士编写。

北京理工大学交通运输工程学科研究生李肖含、李凤娇、张昕、张晨霞、张海潮、董芳、田赓、于晓婷参加了部分章节的编写，在此向他们表示感谢。

本书的出版得到了北京理工大学“985 工程”国际交流与合作专项资金的资助和国家外国专家局“外国文教专家项目”的大力支持，在此表示衷心的感谢。

智能运输系统是国内外交通运输领域不断深入研究与开发的前沿领域，尽管本书介绍了 ITS 领域的一些理论和技术的最新研究成果，但由于作者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者

于北京理工大学

2015 年 9 月



目 录

第1章 绪论	1
1.1 智能运输系统 ITS 概述	1
1.1.1 智能运输系统 ITS 的研究开发背景	1
1.1.2 智能运输系统 ITS 的内涵	5
1.2 智能运输系统 ITS 的发展历程及趋势	7
1.2.1 美国 ITS 的发展历程	8
1.2.2 欧洲 ITS 的发展历程	28
1.2.3 日本 ITS 的发展历程	34
1.2.4 其他国家和地区 ITS 的发展历程	47
1.2.5 中国 ITS 的发展历程	49
1.2.6 ITS 的发展趋势	62
1.3 小结	81
第2章 智能运输系统的基础理论和技术	82
2.1 系统工程理论	82
2.1.1 系统工程的基本理论	82
2.1.2 交通运输系统工程	88
2.2 智能控制理论	92
2.2.1 智能控制理论简介	92
2.2.2 智能控制理论在 ITS 中的应用	99
2.3 智能协同理论	101
2.3.1 协同论的产生及其研究对象	101
2.3.2 交通流系统车-路协同特征分析	104
2.3.3 交通控制管理的协同理论	108
2.3.4 车队协同驾驶技术与公共交通协同理论	111
2.4 交通地理信息系统	117
2.4.1 交通地理信息系统的组成及功能	118
2.4.2 导航数字地图	121
2.4.3 地理信息系统在智能运输系统中的应用	142

2.5 小结	148
第3章 智能运输系统的信息采集及通信技术	149
3.1 信息采集技术	149
3.1.1 传感器技术概述	149
3.1.2 交通中常用的传感器	151
3.2 信息显示技术	158
3.2.1 信息显示技术概述	158
3.2.2 信息显示产品的主要种类	159
3.3 定位与识别技术	166
3.3.1 定位技术概述	166
3.3.2 全球卫星导航系统	170
3.3.3 其他卫星定位系统	181
3.4 通信技术	185
3.4.1 通信技术的发展及分类	185
3.4.2 分组交换通信技术	204
3.4.3 第三代移动通信技术 (3G) 和第四代移动通信技术 (4G)	212
3.4.4 智能运输系统中的通信技术	220
3.5 信息处理和融合技术	221
3.5.1 信息处理技术	221
3.5.2 信息融合技术	238
3.6 小结	241
第4章 智能运输系统的体系框架与标准	242
4.1 智能运输系统体系框架的定义和作用	242
4.1.1 智能运输系统体系框架的定义和组成	242
4.1.2 智能运输系统体系框架的研究方法与开发过程	243
4.2 国外智能运输系统的体系框架	247
4.2.1 美国智能运输系统体系框架	247
4.2.2 日本智能运输系统体系框架	252
4.3 中国智能运输系统体系框架	256
4.3.1 发展过程	256
4.3.2 用户服务	257
4.3.3 逻辑框架	258
4.3.4 物理框架	259
4.4 智能运输系统标准化	261
4.4.1 ITS 标准化的意义及发展途径	262

4.4.2 ITS 标准化的发展现状	263
4.4.3 中国智能运输系统标准体系的研究	267
4.5 小结	271
第5章 先进的交通管理系统	272
5.1 先进的交通管理系统简介	272
5.2 先进的交通管理系统结构框架	273
5.2.1 先进的交通管理系统的组成	273
5.2.2 先进的交通管理系统的功能	274
5.2.3 先进的交通管理系统的特 点	275
5.3 城市交通信号控制系统	275
5.3.1 TRANSYT 系统	276
5.3.2 SCOOT 控制系统	282
5.3.3 SCATS 系统	289
5.3.4 先进的交通信号控制系统	293
5.4 城市交通需求管理	295
5.4.1 交通需求管理的基本理论	295
5.4.2 交通需求管理的典型措施及技术模式	296
5.4.3 交通拥堵收费	298
5.5 高速公路交通管理	306
5.5.1 高速公路交通概述	306
5.5.2 交通事故管理	309
5.5.3 事件管理系统国内外现状	314
5.6 小结	316
第6章 先进的出行者信息系统	317
6.1 出行者信息系统的含义与发展历程	317
6.1.1 出行者信息系统的含义	317
6.1.2 出行者信息系统的发展 历程	318
6.2 出行者信息系统的作用、特点与效果	318
6.2.1 出行者信息系统的作用	318
6.2.2 出行者信息系统的特点	319
6.2.3 出行者信息系统的效果	320
6.3 出行者信息系统的服务内容与技术进步	320
6.3.1 出行者信息系统的服务内容	321
6.3.2 出行者信息系统的技术 进步	322
6.4 车载路径诱导系统	323

6.4.1	车载路径诱导系统的内容	323
6.4.2	车载路径诱导系统的关键技术	324
6.4.3	车载路径诱导系统实例	325
6.5	停车诱导信息系统	326
6.5.1	停车诱导信息系统的内容	326
6.5.2	停车诱导信息系统的关键技术	326
6.5.3	停车诱导信息系统实例	329
6.6	小结	330
第7章	先进的车辆运营管理系统	331
7.1	先进的车辆运营管理系统概述	331
7.2	先进的公共交通运营管理系统	331
7.2.1	先进的公共交通系统的概念	331
7.2.2	先进的公共交通系统结构	332
7.2.3	先进的公共交通系统应用的典型技术	333
7.2.4	智能化调度系统	335
7.3	危险品车辆运营管理系统	341
7.3.1	危险品车辆运营管理的功能分析	342
7.3.2	危险品车辆运营管理的结构组成	344
7.4	出租车运营管理系统	348
7.4.1	出租车运营管理的构成	348
7.4.2	出租车运营管理系统的特点及功能	350
7.5	小结	352
第8章	电子收费系统	353
8.1	电子收费系统概述	353
8.1.1	电子收费系统在国内外的的发展	354
8.1.2	电子收费系统的基本构成	356
8.1.3	电子收费系统的分类	358
8.2	电子收费系统的应用技术	359
8.2.1	专用短程通信	359
8.2.2	自动车辆识别和自动车型分类	360
8.2.3	视频稽查系统	361
8.3	电子收费系统应用实例	362
8.3.1	高速公路不停车收费系统	362
8.3.2	德国高速公路电子收费系统	363
8.4	小结	367

第 9 章 智能车辆与先进驾驶辅助系统	368
9.1 智能车辆与先进驾驶辅助系统概述	368
9.2 智能车辆的研究意义	368
9.3 智能车辆的发展状况	370
9.3.1 国外智能车辆的发展状况	370
9.3.2 我国智能车辆的发展状况	375
9.4 智能车辆的关键技术	377
9.4.1 环境感知技术	378
9.4.2 规划决策技术	379
9.4.3 车辆控制技术	380
9.4.4 智能车辆的体系结构	380
9.5 智能车辆的发展方向	382
9.6 智能车辆比赛	383
9.6.1 美国 DARPA 的比赛	383
9.6.2 欧洲机器人汽车试验赛	385
9.6.3 中国智能车比赛	386
9.7 先进驾驶辅助系统	388
9.7.1 自适应巡航控制系统	389
9.7.2 车道偏离预警系统	392
9.7.3 换道辅助系统	395
9.7.4 驾驶疲劳预警系统	397
9.8 小结	399
第 10 章 车联网及车-路协同系统	400
10.1 车联网及车-路协同系统概述	400
10.2 车载信息服务系统	401
10.2.1 Telematics 的产生与发展	401
10.2.2 Telematics 的系统构成及业务功能	404
10.3 车-路协同系统	407
10.3.1 车-路协同系统的产生与发展	407
10.3.2 车-路协同系统的关键技术	410
10.3.3 车-路协同系统的体系结构	413
10.3.4 车-路协同系统的应用	416
10.4 小结	418
第 11 章 综合智能运输系统	419
11.1 铁路智能运输系统	419

11.1.1	铁路智能运输系统概述	419
11.1.2	铁路智能运输系统的国内外研究现状	420
11.1.3	铁路智能运输系统的组成	421
11.1.4	铁路智能运输系统的工作原理	423
11.1.5	铁路智能运输系统案例	425
11.2	航空智能运输系统	427
11.2.1	航空智能运输系统概述	427
11.2.2	航空智能运输系统的国内外研究现状	427
11.2.3	航空智能运输系统组成	428
11.2.4	航空智能运输系统的工作原理	429
11.2.5	航空智能运输系统案例	429
11.3	水运智能运输系统	430
11.3.1	水运智能运输系统概述	430
11.3.2	水运智能运输系统的国内外研究现状	430
11.3.3	水运智能运输系统的组成	432
11.3.4	水运智能运输系统的工作原理	433
11.3.5	水运智能运输系统案例	433
11.4	管道智能运输系统	434
11.4.1	管道智能运输系统概述	434
11.4.2	管道智能运输系统的国内外研究现状	434
11.4.3	管道智能运输系统的组成	435
11.4.4	管道智能运输系统的工作原理	435
11.4.5	管道智能运输系统案例	435
11.5	智能型综合运输系统	436
11.5.1	智能型综合运输系统概述	436
11.5.2	中国智能型综合运输系统的组成	436
11.5.3	智能型综合运输系统的功能	437
11.5.4	智能型综合运输系统案例	437
11.6	小结	438
第12章 智能运输系统的评价		439
12.1	智能运输系统的评价概述	439
12.2	智能运输系统评价的目的和意义	440
12.2.1	评价的目的	440
12.2.2	评价的意义	441
12.3	智能运输系统评价的内容	441

12.3.1	智能运输系统的评价指标·····	441
12.3.2	智能运输系统的评价方法·····	442
12.4	智能运输系统项目评价·····	447
12.4.1	智能运输系统经济评价·····	447
12.4.2	智能运输系统的技术评价·····	450
12.5	小结·····	456
	参考文献·····	457

1.3 智能运输系统 ITS 概述

随着社会经济快速发展,公路、水路、航空、管道等运输方式均产生瓶颈,各种运输方式之间竞争激烈,公路拥堵现象非常严重,智能运输系统应运而生。智能运输系统,即综合运用先进信息技术提高路网、道路与车辆、驾驶员行为、管理及控制等各个环节的效率和效能,全面提高道路通行能力和运行效率并保障道路安全。

1.3.1 智能运输系统 ITS 的研究开发背景

20世纪80年代,美国加州大学南分校的 Robert L. Moses 博士,首次提出智能交通 Intelligent Transportation System,作为“公路未来发展的技术手段”的可行性的,经过多年研究,智能交通系统(ITIS)应运而生。20世纪90年代,智能交通系统成为世界范围内“数字化公路”新名词,而智能交通系统的研究也逐步成为国际、国内科技界和技术界研究的重要课题。智能交通系统是在公路、水路、航空、管道等运输方式均产生瓶颈,各种运输方式之间竞争激烈,公路拥堵现象非常严重,智能运输系统应运而生。智能运输系统,即综合运用先进信息技术提高路网、道路与车辆、驾驶员行为、管理及控制等各个环节的效率和效能,全面提高道路通行能力和运行效率并保障道路安全。

在美国,智能交通系统研究始于20世纪80年代中期,由加利福尼亚大学伯克利分校的 Robert L. Moses 博士提出,作为“公路未来发展的技术手段”的可行性的,经过多年研究,智能交通系统(ITIS)应运而生。20世纪90年代,智能交通系统成为世界范围内“数字化公路”新名词,而智能交通系统的研究也逐步成为国际、国内科技界和技术界研究的重要课题。智能交通系统是在公路、水路、航空、管道等运输方式均产生瓶颈,各种运输方式之间竞争激烈,公路拥堵现象非常严重,智能运输系统应运而生。智能运输系统,即综合运用先进信息技术提高路网、道路与车辆、驾驶员行为、管理及控制等各个环节的效率和效能,全面提高道路通行能力和运行效率并保障道路安全。

20世纪90年代,智能交通系统成为世界范围内“数字化公路”新名词,而智能交通系统的研究也逐步成为国际、国内科技界和技术界研究的重要课题。智能交通系统是在公路、水路、航空、管道等运输方式均产生瓶颈,各种运输方式之间竞争激烈,公路拥堵现象非常严重,智能运输系统应运而生。智能运输系统,即综合运用先进信息技术提高路网、道路与车辆、驾驶员行为、管理及控制等各个环节的效率和效能,全面提高道路通行能力和运行效率并保障道路安全。

第 1 章

绪 论

1.1 智能运输系统 ITS 概述

运输系统包括铁路、公路、水路、航空、管道等运输方式和城市交通，各种运输方式的主要设备、设施和建设技术都与智能运输系统有关，各运输系统、综合运输及多式联运的运输能力、组织与管理、规划与评价、配置与协调也与智能运输密切相关。下面从智能运输系统的研究开发背景进行简单回顾。

1.1.1 智能运输系统 ITS 的研究开发背景

智能运输系统，简称 ITS（英语全称为 Intelligent Transport Systems，美式英语全称为 Intelligent Transportation Systems），作为一个概念性名词出现于 20 世纪 90 年代初，但其思想早在 20 世纪 30 年代已有萌芽。当时美国通用汽车公司和福特汽车公司倡导和推广过“现代化公路网”的构想，而在 20 世纪 60 年代出现的静态路径诱导、计算机交通控制技术等都可谓 ITS 的雏形，不过当时其重要性并不明显，没有受到人们的足够重视。进入 20 世纪 80 年代中期，特别是 1990 年以来，ITS 却突然以惊人的速度发展，许多发达国家争先恐后地投入巨资进行 ITS 的研究与开发。

在交通问题日益严峻促使人们寻求新的解决途径、经济竞争日益激烈促使人们寻求新的经济增长点以及冷战结束促进军用高新技术民用化的大背景下，经过 30 余年的发展，美国、欧洲、日本成为世界 ITS 研究的三大基地。目前，另外一些国家和地区的 ITS 研究也有相当规模，如澳大利亚、韩国、新加坡、中国香港等。可以说，全球正在形成一个新的 ITS 产业，难以计数的大小项目正在开展，其发展规模和速度惊人，起着减少交通事故、解决交通拥堵、节约能源、降低环境污染的作用，以“保障安全、提高效率、改善环境、节约能源”为目标的 ITS 概念和产业正逐步在全球形成。

20 世纪 60—70 年代是世界各主要国家经济发展的黄金时期，但伴随经济高速发展的负产物之一即交通状况的不断恶化。尤其是近二十多年来，无论是发达国家还是发展中国家，都毫无例外不同程度地受到交通问题的困扰，交通事故、交通拥挤、能源短缺、环境污染已成为最难消除的现代社会公害之一。

20 世纪 60 年代, 世界经济发展进入了一个高速增长期。发达国家的汽车保有量急剧增加, 这导致已有的道路远不能满足经济发展的需要。交通状况日益恶化, 人们开始直接想到的解决方法是铺筑大量的道路, 包括城市道路与乡村公路网。而当汽车保有量的增长速度超过了道路的修建速度, 交通阻塞仍然存在, 而且首先在城市中存在。在 20 世纪中叶的几十年中, 城市地区的交通发展都是通过控制车辆进入, 修建多车道道路来避免交通阻塞, 例如美国, 前后共花了 30 年修建州际高速公路网。在高速公路的乡村地区网络中, 车速得到提高, 出行时间相对减少。但是, 在大城市, 这些高速公路网的优点却由于交通阻塞而被大大减少。许多大都市通过修建环形公路, 使过境车辆绕过被阻塞地区来缓解问题。环形公路的修建重新确定了地区发展模式, 新建公路沿线随着商业机构和居民的增加, 交通阻塞与土地费用也将增加, 从而导致通过扩展现有公路来提高道路通行能力的费用迅速增加。

面对单纯通过增加道路难以解决交通阻塞日益严重问题的困境, 除了修建必要的道路网以外, 人们还尝试了很多新的方法来解决, 包括: 改进道路信号控制、采用道路可变信号、在交通高峰期增加进出车道、在大城市成立交通控制中心等。这在一定程度上缓解了交通拥挤状况。这些措施的实施规则是针对预先建立的日常重复的交通模式而制定的, 并不能对交通阻塞作出动态反应, 也不能根据具体情况迅速改变交通处理准则。

20 世纪 70 年代以来, 车载电子元件发展很快, 除了常见的收音机及磁带录音机之类的产品外, 更显著的是那些能感应车辆运行情况以提供更好的车辆运行与控制的元器件。同时, 电子技术也被大量应用在交通信号控制与交通控制中心的核心部分。交通控制中心用来处理与显示整个公路网的交通信息, 其能给正在接近阻塞地区的驾驶人提供适当的交通建议, 以提醒他们改变路线与降低车速。

20 世纪 70—80 年代的一系列项目, 在一定程度上显示了车辆-道路系统中的部分新技术, 许多国家都从事了相关研究工作, 包括政府、企业、学术机构以及某些商业与专业组织。这些不同的组织通过合作逐渐把车辆和道路作为一个整体系统来认识。随着计算机系统中人工智能的发展, 从 20 世纪 80 年代后期开始, 美国、日本和欧洲开始研究智能车路系统 (Intelligent Vehicle Highway Systems, IVHS)。

在 20 世纪 80 年代, 计算机技术和软件技术的发展, 使得人们能用计算机收集并处理大量数据, 并按一定的规则给出结论, 而这些规则是建立在相似的人类经验的基础上的。人工智能应用在各类行业, 包括银行、金融、飞机导航以及电子系统的快速诊断。微电子技术也促进了传感器与通信设施的极大发展。1980 年便携式摄像机的出现为交通信息采集提供了工具, 红外成像传感器技术方面取得了同样的进展, 这种红外传感器能够显示黑暗中的图像。同时在汽车和货车上使用的移动电话得到快速增长, 人们从而具备了通过车辆与交通控制中心传输交

通信息的能力。基于计算机的机器成像通过军事研究也取得了进展,这种技术可以通过车载计算机处理传感器传来的数据确定前方是道路还是障碍物。在这一时期,工业化国家的军事装备与国防领域集中应用了当代的高新技术,如卫星导航技术、信息采集与提供技术、计算机控制与管理系统、电子技术等。从20世纪80年代后半期开始,世界范围内冷战结束,苏联解体,国际形势趋于缓和,美国等国的国防经费减少,这促使国防工业企业考虑向非军事领域投入其技术,高新技术民用化便成了发展趋势。由于同期工业化国家的交通问题日趋恶化,也正需要新的解决手段和技术,国防高新技术的民用化正好为其创造了条件。在这一时期,国外发达国家大规模交通基础设施建设已基本结束,它们重点研究提高运输效率。实践经验与教训证明,单纯依靠修建道路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,而且其缓解交通拥挤等的效果也是十分有限的,甚至可以说是是不可能的。美国、欧洲、日本等发达国家和地区开始探讨智能化交通管理方法。

在20世纪90年代,大部分车辆都装配了收音机,可收听预定频道的有关交通信息。在美国和欧洲,人们都热衷于地面运输现代化,包括现有车辆和道路的新技术应用。日本也在从事一系列革新以期带来车辆与道路系统相互作用方式的极大改变。这些措施的目标都是通过使用先进技术,求得到更高水平的运输效率及安全性。在现有道路系统中,交通控制中心的计算机用于处理并显示各种数据,这些数据来源于交通信号控制机、道路两侧的探测器等。交通控制中心并不知道每一辆车的目的地,而有关交通建议或者咨询又必须基于实际或期望的道路情况,因此这就要考虑每日或每周的交通模式。在严重的交通阻塞形成前,交通控制中心也许不能及时预测交通事故或其他道路障碍。当时的车辆也没有装配仪器来探测前方道路的危险情况,例如路障。此外,车上也没有设备把道路情况报告给交通控制中心。换句话说,车辆和道路系统还是被当成两个独立实体来运行。当时的车辆道路系统通过双向通信系统来交流信息。车载传感器将提醒驾驶员前方有路障或者在黑暗和大雾中提醒驾驶员前方存在一些不安全的运行情况。而这些传感器的数据被直接传送到交通控制中心,以提供了有关道路障碍的实时信息。通过车载计算机终端,驾驶人键入他们的当前位置和目的地,便可得到对他们各自路线的特定指引。道路系统将知道车辆的目的地和计划路线,相应的交通建议则被传送给驾驶人以求最大限度地降低交通阻塞。人们在此系统中应用功能更强大的计算机,它们能对交通情况的改变作出迅速反应,从而使系统智能化。

在20世纪90年代,人们曾试图采取各种手段解决日益严重的交通问题,但是这些手段或受到投资及其他资源的制约,或存在见效面窄、见效期短等局限性,特别是在城市建成区难以靠大量拆迁来增建、拓建道路交通设施。发达国家的公路网早已建成,不可能再靠多修路来解决问题。同时,人们越来越多地从保

护环境、节约能源、谋求社会可持续发展的角度来考虑问题。而且随着计算机技术、信息技术、通信技术、电子控制技术等的飞速发展，人们意识到利用这些新技术可以把车辆、道路、使用者紧密结合起来，不仅能够有效地解决交通阻塞问题，而且对交通事故的应急处理、环境保护、能源的节约等都有显著的效果。于是，人们充分利用系统的观点，对运输系统进行重新审视，从而基于美国提出的智能车路系统产生了智能运输系统的理念。为了解决现代交通问题，推进智能运输系统的研究、开发和应用，1994年11月在法国巴黎召开了第一次ITS世界会议（当时称为“ATT&IVHS世界会议”）。近年来，ITS年会议每年按照欧洲、亚洲及太平洋、北美的顺序每年改变会场举办一届，从此，ITS开始进入了快速发展时期，从欧、美、日三极扩展到全世界，有力地推动了世界各国智能运输系统的发展。至今已开了21次ITS世界会议。在中国迄今也已先后召开过多次ITS多国会议或ITS世界研讨会。

为了加强国际的交流与合作，美国在1993年召开的IVHS年会上提出于1994年召开IVHS世界大会，当时欧洲积极响应美国的提议，把大会名称改为ATT（远程通信在交通中的应用）——IVHS世界大会。1994年春，为了筹备在日本横滨召开的第二次智能运输系统世界大会，日本道路交通车辆智能化推进协会（Vehicle Road and Traffic Intelligence Society, VERTIS）提出采用简洁、更加准确的名称“ITS（Intelligent Transportation Systems）”的建议，得到了欧美的赞成。美国IVHS组织（IVHS America）也于1994年9月更名为ITS America。

实践证明，智能运输系统是解决交通拥堵、交通事故频发和环境污染严重等矛盾的有效途径。研究发现，仅美国的主要都市每年由于交通拥挤而造成的浪费就已超过475亿美元，每年因交通拥挤浪费了多达143.5亿升（37.9亿加仑）的燃料和27亿工作小时。20世纪90年代以来，这些数字以每年5%~10%的速度递增。交通管理部门越来越多地借助当今科学发展的新技术来保障交通舒畅、改善道路安全、减少交通拥挤和空气污染对生态环境造成的恶劣影响。由于计算机、信息和通信技术的广泛应用，将来的道路和车辆会有很大改变。ITS提出了解决交通问题的新思路，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技术对高速公路网络或城市交通进行更有效的控制与管理，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。智能运输系统的主要目标就是比以往在更广泛的形式上将信息技术运用到公路运输系统，以及利用最新的有用信息将驾驶者、车辆、道路设施集合成为一个广泛的综合系统。这类信息技术的运用如今在航空、铁路和海运领域已相当平常。

20世纪末，日本开始研究自动化公路运输系统（Automated Highway System, AHS）。AHS是通过车辆与道路之间连续的信息通信来保证车辆的自动驾驶的。AHS是ITS在技术上难度最大的系统。该系统是由公路信息设施和装于车辆上的电讯设备之间的“路-车通信”以及车辆之间的“车-车通信”支持的。美国和日本

本在 AHS 方面做了大量的研究工作。美国当时修建了 11km 的 AHS 试验路，初步实现了车辆的自动驾驶。

进入 21 世纪，智能运输系统得到稳步发展，大致的研究方向包括：交通控制与管理，车辆安全和控制，旅行信息服务，交通中人的因素，交通模型的开发，行政和组织问题，通信与广播技术，系统、研究框架，通信协议，使用周波范围 and 不法行为处理等。这些主要研究的目的是希望通过 ITS，用系统的观点来对待运输系统，使现在独自存在的车辆和道路设施及使用者能结合成一个整体，协同作用，最终形成一个快速、安全、方便、舒适、准时的大交通运输体系。Markets and Market 公司的一份市场研究报告表明，智能交通市场整体在 2012 年的价值约为 267 亿美元，预计到 2018 年将达到 1 023.1 亿美元，从 2013 年到 2018 年的复合年增长率为 23.6%。尤其值得注意的是，交通解决方案市场的复合年增长率达 22.5%，到 2018 年预计价值达到 666.2 亿美元。拉丁美洲、中东和非洲、东欧和独联体国家的增长最快，在 2013 年到 2018 年的增长率分别达到 45.8%、39.1% 和 31.4%。

智能交通是缓解城市的交通拥堵问题的有效手段，也是实现节能减排的重要方式。2007 年，斯德哥尔摩智能交通系统实施以来，市中心的交通拥堵量降低了 25%，市中心的零售店也因此实现了 6% 的业务增长。在美国，广泛使用的交互式导航系统使车辆废气排放量减少了 5% ~ 16%。欧洲在 2012 年实现新车平均每千米 CO₂ 排放 120g，与过去相比降低 25%，其中，使用技术手段就可以将 CO₂ 的排放量降低到每千米 130g，而另外 10g 主要应用信息和通信技术即智能化和创新的运输系统解决，包括智能化引擎管理、智能化车辆安全系统、智能化实时交通管理、驾驶人信息系统、集成化的物流系统等。在日本，智能交通实行后，有望在 30 年内将 CO₂ 产生量减少 15%，NO_x 排出量减少 20%，燃料消费量降低 25%。从国内已经实施的部分智能交通系统看，智能交通在城市内部交通方面可以减少 10% ~ 20% 的交通拥堵量，在高速公路方面可以增长超过 30% 的交通流量。

30 余年来，中国交通基础设施建设快速发展，已具较大规模且逐步缓解了交通在经济建设中的瓶颈制约，提高了道路的通行能力，减少了交通事故，控制了交通污染。由于经济的迅猛发展，交通量持续增加，交通拥挤阻塞状况仍十分严重，特别是大中城市交通拥堵及污染问题非常严重，这也是“城市病”的主要内容之一。

1.1.2 智能运输系统 ITS 的内涵

智能运输系统 ITS 是将先进的信息技术、数据通信技术、计算机技术、自动控制理论、传感器技术、电子控制技术、人工智能、运筹学等有效地综合运用于交通运输、服务控制和车辆制造，加强了使用者、车辆、道路三者之间的联系及