

ITS

智能交通系统(ITS)系列丛书

智能交通系统概论

■ 陆化普 李瑞敏 朱茵 编著



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

智能交通系统(ITS)系列丛书

U495

5

2004

智能交通系统概论

■ 陆化普 李瑞敏 朱 茵 编著



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了智能交通系统相关的基本概念、基础理论、应用技术以及多个相关子系统。全书共分 17 章,前一部分为基础部分,主要介绍了智能交通系统的研究开发背景与过程、框架体系、交通信息采集与处理、通信、网络、综合平台及数据库等技术;后一部分为应用系统部分,主要介绍了交通信息服务系统、城市智能交通管理系统、城市交通信号控制系统、交通需求管理系统、先进的城市公共交通系统、车辆辅助控制及自动车辆驾驶系统、电子收费系统、紧急事件管理系统、道路设施管理系统以及智能交通系统的评价等。

本书较为全面地反应了智能交通系统的最新理论和研究成果,并对其发展方向进行了一定的探索,具有系统性强、内容丰富细腻、可读性好、适宜教学和自学的特点。本书可作为高等院校交通运输专业以及有关专业的本科生和研究生教材,亦是从事智能交通系统研究和开发应用的工程技术人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

智能交通系统概论/陆化普编著.—北京:中国铁道出版社,2004.10

(智能交通系统(ITS)系列丛书)

ISBN 7-113-06234-2

I.智... II.陆... III.交通运输—自动化系统—概论 IV.U495

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第111349号

书 名: 智能交通系统(ITS)系列丛书

智能交通系统概论

作 者: 陆化普 李瑞敏 朱 茵

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: 北京市兴顺印刷厂

开 本: 787×960 1/16 印张: 23.75 字数: 559 千

版 本: 2004年11月第1版 2004年11月第1次印刷

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 7-113-06234-2/U·1727

定 价: 49.50 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”。

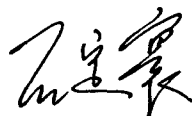
智能交通与运输系统是将计算机、通信等众多高新技术与传统交通运输融合的集成和应用，是集高新技术的研究开发、系统集成、产业化和推广应用为一体的系统工程，它涉及到国家和地方的诸多相关部门，其内容与广大人民群众切身利益直接相关。智能交通与运输系统技术的发展符合未来交通运输发展的方向，也将为我国高新技术产业的发展提供一个巨大的市场。因此在我国开展智能交通与运输系统的开发和应用，将对促进国民经济和社会的快速发展，增强国际竞争力有十分重要的意义。

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

近年来,智能交通系统(Intelligent Transportation System, ITS)的研究开发与示范应用正在我国系统而有序地展开。智能交通系统的发展,不仅对整个交通运输系统、而且对人们的生活模式和质量、对社会的可持续发展,都将产生重要影响。

借助于智能交通系统,交通基础设施的通行能力将得到进一步挖掘、交通拥挤将得到不同程度的缓解;借助于智能交通系统,交通事件预警、救援系统将更加完善,交通伤者会得到更及时的抢救,二次事故发生的可能性将被降低,交通事故死亡人数及交通事故的危害将会逐步减少;借助于智能交通系统,交通运输产生的大气污染、噪声、振动等环境负效应将进一步减少,智能交通系统的应用将有效节约能源,与环境相协调的交通运输系统将会逐步建立。同时,智能交通系统的发展,也为高新技术的发展和应用提供了用武之地,刺激了对高新技术的巨大需求。

发展智能交通系统,人才是基础。本书正是为满足智能交通系统对人才培养的需求编写的。作者的目的是力求给读者提供一个全面掌握智能交通系统总体概念和基本知识体系的教材。通过本书的学习,使读者能够掌握智能交通系统的基本概念、基本理论、基本技术和各应用系统,初步具备进一步开展科学研究的理论基础和承担工程项目的实际能力。本书可作为智能交通系统相关专业的教学参考书和工程技术人员的培训教材。

信息采集、处理、传输和利用是智能交通系统的核心。但是如果只沿着信息技术这一主线编写此书,读者可能对智能交通整个系统和系统的各个组成部分没有一个全面的了解和掌握,容易造成技术、系统的剥离,对系统规划、设计以及实施很难获得更深刻的理解。因此,本书按照两条主线进行展开:一条是信息技术流程,沿此主线介绍了多种智能交通系统中的关键基础技术;一条是智能交通系统体系结构,沿此主线介绍了智能交通系统的总体框架、各子系统及发展趋势等,技术与应用相结合,给读者以全面的概念和系统的知识。为使读者更好地把握和消理解解各章的主要内容,本书各章之后有小结和思考题。

本书的编写得到了清华大学交通研究所众多师生的支持和帮助,特别是博士生焦朋朋、刘冲、熊辉、周钱、吴世江和硕士生杨珊珊、徐薇参加了本书部分章节的执笔,作者在此深表谢意。

智能交通系统涉及众多学科和技术,我国智能交通系统的研究开发还刚刚起步,

研究成果和工程积累还不十分丰富，加之时间仓促，书中难免会有不当之处，敬请读者不吝赐教。

愿此书为我国智能交通系统的发展贡献微薄之力。

陆化普

2003年5月于清华大学

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 智能交通系统的定义和研究开发背景	1
1.1.1 智能交通系统的定义	1
1.1.2 智能交通系统的研究开发背景	2
1.2 智能交通系统的发展经纬	3
1.2.1 美国智能交通系统的发展经纬	3
1.2.2 欧洲智能交通系统的发展经纬	4
1.2.3 日本智能交通系统的发展经纬	6
1.2.4 我国智能交通系统的发展经纬	8
1.3 智能交通系统的主要研究内容	11
1.3.1 美国智能交通系统的研究内容	11
1.3.2 日本智能交通系统的研究内容	13
1.3.3 欧洲智能交通系统的研究内容	15
1.3.4 我国智能交通系统的研究内容	16
1.4 智能交通系统应用的社会经济效益	18
1.5 智能交通系统的技术特点和各种技术间的关系	23
1.5.1 技术的集成性	23
1.5.2 技术的系统性	24
1.5.3 技术的先进性	24
1.5.4 技术的综合性	24
1.5.5 智能交通系统各种技术的相互关系	25
第2章 智能交通系统框架体系	27
2.1 概述	27
2.1.1 体系框架的意义和功能	27
2.1.2 ITS 体系框架的组成部分	28
2.2 美国的智能交通系统框架体系	30
2.2.1 开发背景	30

2.2.2	方法与步骤	30
2.2.3	美国 ITS 体系框架的构成	31
2.3	欧洲的智能交通系统框架体系	37
2.3.1	概述	37
2.3.2	背景	37
2.3.3	KAREN 项目简介	37
2.3.4	欧洲 ITS 体系框架开发方法步骤	38
2.3.5	欧洲 ITS 体系框架构成	39
2.4	日本智能交通系统框架体系	41
2.4.1	目的和步骤	41
2.4.2	日本 ITS 体系框架的构成	42
2.5	中国的智能交通系统框架体系	44
2.5.1	概述	44
2.5.2	我国进行 ITS 体系框架研究的背景	45
2.5.3	我国 ITS 体系框架研究的方法和步骤	45
2.5.4	我国 ITS 体系框架内容介绍	46
第 3 章	交通信息采集与处理技术	49
3.1	概述	49
3.2	环型线圈感应式检测技术	50
3.2.1	环型线圈的工作原理	50
3.2.2	环型线圈的应用范围	51
3.2.3	环型线圈检测器的应用现状和发展	52
3.3	交通微波检测器技术	52
3.3.1	交通微波检测器的工作原理	53
3.3.2	交通微波检测器的功能和作用	55
3.3.3	交通微波检测器的特点	55
3.3.4	交通微波检测器的应用领域	57
3.4	视频检测技术	58
3.4.1	概述	58
3.4.2	视频检测技术的工作原理	59
3.4.3	视频检测技术的功能和作用	60
3.4.4	视频检测技术的应用方式	61
3.5	交通监视系统	62

3.5.1 交通监视子系统的构成	62
3.5.2 交通电视监控系统的应用	68
3.6 其他信息采集与处理技术	69
3.6.1 GPS 定位法	69
3.6.2 车辆自动识别法	70
第 4 章 通信技术	73
4.1 重点通信技术介绍	73
4.1.1 光纤通信技术	73
4.1.2 卫星通信技术	75
4.1.3 移动通信技术	78
4.1.4 专用短程通信技术	81
4.2 通信技术在智能交通系统中的应用	81
4.2.1 调频广播通信在 ITS 中的运用	82
4.2.2 无线寻呼在 ITS 中的应用	82
4.2.3 移动通信在 ITS 中的应用	83
4.2.4 DSRC 专用短程通信系统在 ITS 中的应用	83
4.2.5 SDH 和 ATM 在 ITS 的公路通信中的应用	84
第 5 章 网络技术	87
5.1 计算机网络基础	87
5.1.1 计算机网络的分类	87
5.1.2 计算机网络的特点	88
5.1.3 计算机网络的组成	89
5.2 计算机网络拓扑结构	90
5.2.1 总线形网络拓扑	90
5.2.2 星形网络拓扑	91
5.2.3 环形网络拓扑	91
5.2.4 树形网络拓扑	92
5.2.5 其他类型的网络拓扑	92
5.3 计算机网络通信协议	92
5.3.1 网络通信协议概述	92
5.3.2 ISO 与 OSI 参考模型	93
5.3.3 TCP/IP 协议	96

5.3.4 IPX 与 SPX	97
5.4 局域网	98
5.4.1 局域网概述	98
5.4.2 局域网的组成	99
5.5 网络互联	101
5.5.1 网络互联概述	101
5.5.2 局域网互联	102
5.5.3 局域网与广域网互联	103
5.5.4 广域网互联	105
5.6 网络技术在智能交通系统中的应用	105
5.6.1 网络规模和构成	105
5.6.2 公安 IP 网络总体设计	108
5.6.3 网络服务系统设计概要	111
第 6 章 智能交通系统综合平台	115
6.1 智能交通系统综合平台的含义	115
6.2 智能交通系统综合平台的构成与功能	116
6.2.1 智能交通系统综合平台的构成	116
6.2.2 智能交通系统综合平台的功能	118
6.3 智能交通系统综合平台技术要素	121
6.3.1 GIS-T 技术	121
6.3.2 数据融合技术	123
6.3.3 数据挖掘技术	127
6.3.4 数据仓库技术	131
6.3.5 人工智能和专家系统技术	131
6.3.6 接口技术	134
第 7 章 数据库技术及其在智能交通系统中的应用	139
7.1 数据库系统的构成和特点	139
7.1.1 数据库系统的基本概念	139
7.1.2 数据库系统的体系结构	139
7.1.3 数据库系统的特点	140
7.1.4 数据库系统的分类	142
7.2 分布式数据库	143

7.2.1 分布式数据库的特点	143
7.2.2 分布式数据库体系结构	144
7.3 实时数据库	145
7.3.1 实时数据库的要求	145
7.3.2 实时数据库系统	146
7.4 数据仓库	147
7.4.1 数据仓库的定义	147
7.4.2 数据仓库的基本结构	148
7.4.3 开发数据仓库的流程	152
7.4.4 联机分析处理(OLAP)	159
7.5 数据库技术在智能交通系统中的应用	161
第8章 交通信息服务系统	163
8.1 交通信息服务系统的分类	163
8.2 交通信息服务系统的构成	164
8.3 道路交通信息服务系统	166
8.3.1 分类	166
8.3.2 研究进展	167
8.4 路径导航系统	173
8.4.1 分类及特点	173
8.4.2 研究进展	175
8.5 广域公众信息服务系统	179
8.6 交通信息服务系统的关键技术	182
第9章 城市智能交通管理系统	185
9.1 概述	185
9.2 交通组织优化方案生成系统	187
9.2.1 宏观交通组织	187
9.2.2 微观交通优化	188
9.2.3 交通组织原则	190
9.2.4 交通组织优化方案生成系统的结构设计	191
9.3 电子警务与办公自动化子系统	192
9.3.1 电子警务平台	192
9.3.2 “122”接处警服务系统	194

9.3.3 掌上电脑公安移动警务系统	196
9.4 智能交通管理系统的集成	196
第 10 章 城市交通信号控制系统	199
10.1 交通信号控制系统概述	199
10.2 定时式脱机操作系统 TRANSYT	201
10.2.1 仿真模型	202
10.2.2 优化原理与方法	204
10.3 感应式联机操作系统	205
10.3.1 SCATS 系统	206
10.3.2 SCOOT 系统	209
10.3.3 区域交通信号控制系统研究的新进展	214
10.4 其他一些交通信号控制系统	220
10.4.1 SPOT/UTOPIA 系统	220
10.4.2 RHODES 系统	222
10.4.3 OPAC 系统	223
10.4.4 PROLYN 系统	224
10.5 信号控制理论研究进展	224
10.5.1 智能控制理论的广泛应用	225
10.5.2 以信号控制系统为核心的多功能集成	226
10.5.3 分布协同技术的应用	227
第 11 章 交通需求管理系统	229
11.1 概述	229
11.2 高利用率车道管理	231
11.3 停车管理	232
11.3.1 概述	232
11.3.2 停车管理信息服务系统	233
11.3.3 PRS2100 停车管理系统	234
11.4 城市道路拥挤收费	236
11.4.1 概述	236
11.4.2 伦敦的拥挤收费	236
11.4.3 德国的拥挤收费	237
11.4.4 新加坡的拥挤收费 ^[82]	238

11.5 移动性管理	239
第 12 章 先进的城市公共交通系统	242
12.1 先进的城市公共交通系统的发展现状	242
12.1.1 先进的公共交通系统概述	242
12.1.2 日本城市公共交通系统智能化的发展历程	243
12.1.3 东京公共交通运营管理系统	245
12.1.4 美国智能公共交通领域的发展概况	247
12.2 先进的城市公共交通系统的功能构成	256
12.2.1 先进的城市公共交通系统的功能要求	256
12.2.2 先进的城市公共交通系统的用户服务功能构成	257
12.3 智能化调度指挥系统	258
12.3.1 系统总体框架分析	258
12.3.2 系统的技术路线	260
12.3.3 智能化调度管理系统的构成	260
第 13 章 车辆辅助控制及自动驾驶系统	266
13.1 概述	266
13.2 车辆安全辅助系统	267
13.2.1 概述	267
13.2.2 车辆安全辅助的装置和内容	267
13.3 先进的车辆控制系统	271
13.3.1 先进的车辆控制系统概述	271
13.3.2 先进的车辆控制系统的功能子系统	272
13.3.3 先进车辆控制系统的结构和关键技术	274
13.3.4 先进的车辆控制系统的标准化	275
13.4 自动驾驶系统	276
13.4.1 车辆自动驾驶系统概述	277
13.4.2 车辆自动驾驶系统的特点及效果分析	277
第 14 章 电子收费系统	280
14.1 收费系统的分类与特点	280
14.1.1 按收费制式的分类	280
14.1.2 按收费方式的分类	282

14.2 电子收费系统的原理和构成	284
14.2.1 电子收费系统的基本原理	284
14.2.2 电子收费系统的构成	284
14.3 电子收费系统的关键技术	288
14.3.1 车种自动识别标记卡技术	288
14.3.2 车辆与路侧通信技术	290
14.4 电子收费系统的两种应用模式	291
14.5 电子收费系统的发展	292
14.5.1 加拿大 407 高速公路电子收费系统	292
14.5.2 澳大利亚墨尔本电子收费系统	293
14.5.3 新加坡电子收费系统	296
14.5.4 我国电子收费系统的发展	298
第 15 章 紧急事件管理系统	301
15.1 概述	301
15.1.1 紧急事件管理系统的功能	301
15.1.2 紧急事件类型和它们的影响	302
15.1.3 紧急事件管理的内容构成	303
15.2 紧急车辆的管理	305
15.2.1 紧急车辆综合监控系统功能及其原理	305
15.2.2 北京市交通警用巡逻车辆的主要相关功能	308
15.3 美国的紧急事件管理系统简介	309
15.4 盗窃车辆的管理	311
15.4.1 韩国盗窃车辆追踪系统简介	312
15.4.2 韩国盗窃车辆管理系统	312
第 16 章 道路设施管理系统	315
16.1 概述	315
16.2 路面管理系统	316
16.2.1 路面管理的级别	316
16.2.2 路面管理系统的基础数据	317
16.2.3 路面状况调查与评价	319
16.2.4 路面状况预测	322
16.2.5 路面管理优化	323