

国家“985工程”二期哲学社会科学创新基地
——中国都市圈发展与管理研究中心资助项目

隗志才 等 著

智能运输系统项目 社会经济影响评价方法

清华大学出版社

国家“985工程”二期哲学社会科学创新基地
——中国都市圈发展与管理研究中心资助项目



智能运输系统项目 社会经济影响评价方法

隽志才 朱泰英 贾洪飞 宗芳 著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地阐述了智能运输系统项目的社会经济影响评价理论与方法。主要内容包括智能运输系统的结构与功能,智能运输系统社会经济影响评价概述,智能运输系统项目社会经济影响评价指标体系,智能运输系统项目的仿真评价方法,用户满意度指标的测度研究,智能运输系统社会经济影响评价方法,电子收费系统项目社会经济影响综合评价,可变限速系统项目社会经济影响评价,先进协同驾驶技术的社会经济影响评价。

本书作为智能运输系统社会经济影响评价方面的一本专著,对先进交通运输基础设施建设项目的评价工作具有一定参考价值,可供从事智能运输系统研究的科研人员和从事智能运输系统开发、设计、应用的工程技术人员和研究生学习参考,同时也可作为大专院校交通运输工程相关专业的教学参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

智能运输系统项目社会经济影响评价方法/隗志才等著. —北京:清华大学出版社, 2008.8

ISBN 978-7-302-18088-3

I. 智… II. 隗… III. 公路运输—交通运输管理—自动化系统—社会影响—经济评价 IV. F54 U491-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 100527 号

责任编辑:梁恩忠 李 嫚

责任校对:刘玉霞

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:175×245 印 张:14.25

字 数:290 千字

版 次:2008 年 8 月第 1 版

印 次:2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:028066-01

智能运输系统(intelligent transport system, ITS)是将数据通信、电子控制、计算机处理等先进技术,有效地综合运用于地面运输管理所建立的一种高效、大范围、全方位发挥作用的交通运输管理系统。近十几年来,世界各国的学者们广泛开展了智能运输系统理论和技术方法的研究,美国、欧洲和日本等发达国家已经对许多项目进行了试验研究,有些项目已经或正在实施,如先进的交通管理系统(ATMS)、先进的出行者信息系统(ATIS)、城市和高速公路交通事故监测与快速反应系统、可变限速(VSL)、可变信息牌(VMS)和匝道控制(RM)等。我国在智能运输系统研究方面紧跟世界发展动态,有些项目正在或已经实施,如先进的城市交通控制和指挥系统、智能化公共交通管理信息系统、高速公路收费系统、商用车辆管理系统等。智能运输系统研究的目的是改善地面运输系统的安全性,提高运行效率,减少由于交通拥挤造成的能源消耗和环境污染,提高生产效率,增加人们出行的机动性、方便性和舒适性。

目前国内外的智能运输系统研究正逐步从技术试验研究阶段转向开发实施阶段,已经成为地面运输系统投资的主流方向。由于智能运输系统集合了信息、计算机、自动控制、通信和微电子等高新技术,项目的开发研究和应用实施都需要巨额投资,并且随着这项技术的普及和发展,投资规模也将迅速增长,对交通系统乃至全社会带来的影响也将是非常广泛的。有效地降低投资风险,估测社会经济收益,是投资者、使用者以及政府等多方面的需求。解决这些问题的最好办法也许就是对智能运输系统进行社会经济影响评价。因此,对智能运输系统项目的评价越来越受到政府有关部门、投资者和研究开发机构的普遍重视,也成为智能运输系统研究领域中的一个必要和关键的部分,它是实现智能运输系统投资决策科学化,提高项目社会效益,促进其持续发展的关键。所谓的智能运输系统评价是指对智能运输系统项目的经济合理性、技术可行性、社会效益、环境影响和项目风险

进行评估,为项目的可行性研究、方案的比选、优化和决策提供科学依据,还可以帮助投资者对将来的投资做出决策。

无论是在评价方法还是在指标体系的建立等方面,传统的运输系统,如道路、运输场站建设等项目的可行性评价,由于多年的研究和实践都已经建立了一套可以借鉴的方法和套路。而以高新技术为特征的智能运输系统项目的效益在很大程度上表现为无形的、间接的,有些效益又难以用货币计量,使得传统的运输基础设施项目效益的测度、评价方法和模型不能直接应用于智能运输系统项目。因此,设计先进通用的智能运输系统项目社会经济影响评价方法体系是智能运输系统项目开发和实施决策急需解决的课题,具有重要的理论价值和现实意义。

欧美、日本等发达地区和国家智能运输系统项目评价理论研究机构曾提出了多种智能运输系统项目评价的指标体系和评价准则,试图识别高新技术应用所带来的附加效益,但是由于一些无形效益难以测度等原因,都没有给出具体的指标测度方法。而我国目前也没有形成完善的测度和评价智能运输系统项目社会经济影响效益的指标体系、模型和方法。为了能对智能运输系统项目社会经济影响进行全面而科学的综合评价,为从事智能运输系统项目建设的专业研究人员提供一个用来指导项目开发实施的基于广泛评价框架的准则,当前研究人员需要以传统的运输基础设施社会经济影响评价程序为基础,尽快建立用来评价各类智能运输系统项目社会经济影响的统一准则、指标体系、模型和方法,并应用于相关的案例研究,形成智能运输系统项目的评价体系。对于我国这样人口众多、交通拥挤情况日益严重的发展中国家来说,更应该重视智能运输系统项目评价的研究。当前我们需要以传统的运输基础设施社会经济影响评价程序为基础,尽快建立智能运输系统社会经济影响指标的测度模型与方法、适用于不同类型智能运输系统项目的测度与比较准则以及评价框架,形成我国自己的智能运输系统项目评价体系。

“智能运输系统项目社会经济影响测度模型与方法”课题正是基于此背景提出的,并且得到了国家自然科学基金的资助。其研究目的是建立测度、评价智能运输系统项目社会经济影响的指标体系、模型和方法,并应用于相关的案例研究;为政府制定智能运输系统项目开发建设投资政策,为企业和私人投资者投资智能运输系统项目提供决策分析方法和工具。

本课题的研究历时三年多,在相关领域发表了十几篇论文,取得了可观的研究成果,本书是该项课题研究成果的一个总结。本书还获得国家“985工程”二期哲学社会科学创新基地——上海交通大学中国都市圈发展与管理研究中心资助项目支持。

全书共有9章。第1章介绍了智能运输系统的概念、基本构成及各个子系统的功能。第2章论述了进行智能运输系统项目社会经济影响评价的意义、指标体系的建立原则,并在分析评价内容和方法的基础上建立了智能运输系统项目社会经济影响评价框架。第3章首先阐述了智能运输系统项目综合评价指标的设置原则、选取方法及指标体系的测算与完善理论,其次介绍采用DEMATAL系统分析方法建立

的智能运输系统项目社会经济影响综合评价指标体系,最后探讨了指标体系中的有关定性指标量化理论及权数确定方法。第4章主要介绍能够支持智能运输系统影响评价的仿真评价方法和由此开发的几种仿真软件及其仿真原理。第5章首先在国内有关用户满意度理论研究的基础上,利用计量经济学方法建立智能运输系统项目用户满意度测度模型,并对模型的测评方法进行研究,其次根据电子收费系统(electronic toll collection, ETC)项目的实际特点,设计电子收费系统项目用户满意度模糊测评模型,并进行了案例研究。第6章研究并集成了成本效益分析、成本效果分析、层次分析、数据包络分析及多元统计分析评价模型,针对这些模型的优缺点,建立以成本效益分析法为基础,结合数据包络分析法模型分析、均一和非均一综合集成分析及加权主成分分析等,进行综合评价的智能运输系统项目社会经济影响评价方法论体系。第7章到第9章分别以电子收费系统项目、可变限速系统项目和先进队列行驶技术项目为案例进行了社会经济影响综合评价。根据各子系统的结构、功能及工作原理确定评价指标体系,采用成本效益分析法、均一和非均一综合集成分析法(AHP/DEA集成模型)及加权主成分分析法等多种评价方法对项目进行了全面的评价。

本书第3、6、7章由上海交通大学安泰经济与管理学院隗志才撰写,第5章由上海电机学院朱泰英撰写,第8章由吉林大学贾洪飞撰写,第1、2、4、9章由吉林大学宗芳撰写。全书由隗志才统稿。

我们期待本书的出版能够推进智能运输系统评价理论与方法研究的发展。由于智能运输系统项目社会经济影响评价涉及的学科领域多、需要的知识面广,本书的研究成果尚有待完善和实践检验,加之作者水平有限,错误和疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2008年7月

第 1 章 智能运输系统的结构与功能	1
1.1 概述	1
1.1.1 智能运输系统的概念和作用	1
1.1.2 国内外智能运输系统的发展历史及现状	2
1.2 智能运输系统的体系结构及标准化	5
1.2.1 系统体系结构	5
1.2.2 智能运输系统的体系结构	6
1.2.3 智能运输系统体系结构的研究模式	12
1.2.4 智能运输系统标准化	13
1.3 智能运输系统的基本结构及服务功能	16
1.3.1 先进的交通信息系统	17
1.3.2 先进的交通管理系统	18
1.3.3 先进的公共交通管理系统	19
1.3.4 先进的车辆控制系统	19
1.3.5 商用车辆运营系统	20
1.3.6 电子收费系统	21
1.3.7 应急管理系统	21
1.3.8 交通安全系统	22
1.4 结语	22
参考文献	23
第 2 章 智能运输系统社会经济影响评价概述	24
2.1 智能运输系统项目评价的内容与程序	24
2.1.1 智能运输系统项目评价的概念与作用	24
2.1.2 智能运输系统项目评价的内容	24
2.1.3 智能运输系统项目评价的程序	26
2.2 智能运输系统项目社会经济影响评价方法概述	27
2.2.1 智能运输系统项目的经济影响评价	27

2.2.2	智能运输系统项目社会经济影响评价的特性及原则	28
2.2.3	智能运输系统项目社会经济影响评价的方法	30
2.2.4	智能运输系统项目社会经济影响评价的指标体系与 框架研究	38
2.3	结语	44
	参考文献	44
第3章	智能运输系统项目社会经济影响评价指标体系	46
3.1	评价指标体系构建的基本内容	46
3.1.1	评价指标设置原则	46
3.1.2	评价指标选取方法	47
3.1.3	评价指标体系的测验与完善	49
3.2	智能运输系统项目社会经济影响评价指标体系的建立	50
3.3	定性指标量化理论与权数理论	57
3.3.1	定性指标量化理论	57
3.3.2	权数理论	59
3.4	结语	61
	参考文献	62
第4章	智能运输系统项目的仿真评价方法	63
4.1	交通仿真与智能运输系统研究	63
4.1.1	仿真在智能运输系统项目研究中的作用	63
4.1.2	系统、模型及仿真	63
4.1.3	交通仿真	67
4.1.4	微观交通模型的功能特点及其在智能运输系统 评价中的应用	68
4.2	微观交通仿真模型	70
4.2.1	车辆跟驰模型	71
4.2.2	车道变换模型	79
4.3	支持智能运输系统影响评价的仿真软件介绍	85
4.3.1	用于智能运输系统评价的仿真模型软件应满足的条件	85
4.3.2	国内外用于智能运输系统评价的仿真软件概况	86
4.3.3	国外用于智能运输系统评价的仿真软件介绍	88
4.3.4	国内的几个交通系统仿真软件介绍	97
4.4	结语	99
	参考文献	99
第5章	用户满意度指标的测度研究	101
5.1	概述	101

5.2 智能运输系统用户满意度的测度研究	101
5.2.1 建立智能运输系统用户满意度指数的必要性	101
5.2.2 用户满意度指数测评理论的研究现状分析	102
5.2.3 智能运输系统项目用户满意度指数测度模型的建立	103
5.2.4 智能运输系统项目用户满意度指数的测评方法	107
5.2.5 模型的应用	111
5.3 电子收费系统项目用户满意度的模糊测评	114
5.3.1 电子收费系统项目用户满意度模糊测评模型	115
5.3.2 应用举例	117
5.4 结语	120
参考文献	120
第6章 智能运输系统社会经济影响评价方法	122
6.1 成本效益分析法	122
6.1.1 成本效益分析法的基本公式	122
6.1.2 成本效益的敏感性分析	123
6.2 多目标综合评价方法	125
6.2.1 成本效果分析法	125
6.2.2 数据包络分析方法及其 Bench Mark 评价分析	127
6.2.3 均一和非均一综合集成的 AHP/DEA 评价方法	132
6.2.4 多元统计分析评价方法	136
6.3 智能运输系统项目社会经济影响评价方法的几点说明	139
6.4 结语	140
参考文献	141
第7章 电子收费系统项目社会经济影响综合评价	142
7.1 电子收费系统介绍	142
7.1.1 电子收费系统的概念	142
7.1.2 电子收费系统的功能及特点	143
7.2 电子收费系统的结构组成及工作原理	144
7.2.1 电子收费系统的结构组成	144
7.3 国内外电子收费系统的主要应用领域	146
7.3.1 电子收费系统在高速公路上的应用	146
7.3.2 电子收费系统在公交系统中的应用	148
7.4 电子收费系统项目社会经济影响综合评价案例	149
7.4.1 评价指标及方法	149
7.4.2 评价方案的设计与仿真	150
7.4.3 成本效益分析	152
7.4.4 AHP/DEA 综合评价	156

7.4.5	评价结果分析	157
7.5	结语	159
	参考文献	159
第8章	可变限速系统项目社会经济影响评价	161
8.1	可变限速系统概述	161
8.1.1	可变限速系统概念介绍及其作用简介	161
8.1.2	可变限速计算机控制系统	162
8.2	可变限速系统理论基础	163
8.2.1	可变限速控制的速度目标值	163
8.2.2	可变限速控制的策略与方法	165
8.3	国内外实施可变限速系统情况	166
8.3.1	国外实施可变限速系统情况	166
8.3.2	国内实施可变限速系统情况	167
8.4	可变限速系统社会经济影响评价的意义	170
8.5	可变限速系统社会经济影响综合评价案例	171
8.5.1	可变限速系统社会经济影响评价的指标体系及方法框架	171
8.5.2	可变限速系统计算机仿真数据及分析	172
8.5.3	评价方案指标的定性描述	181
8.5.4	成本效益分析	181
8.5.5	数据包络分析	185
8.5.6	AHP/DEA 综合评价	189
8.6	结语	196
	参考文献	196
第9章	先进协同驾驶技术的社会经济影响评价	198
9.1	先进协同驾驶技术介绍	198
9.1.1	先进协同驾驶技术的概念	198
9.1.2	先进协同驾驶技术的优点	199
9.2	先进协同驾驶技术的功能原理	200
9.2.1	车辆的横向控制	200
9.2.2	车辆的纵向控制	201
9.2.3	车间通信	201
9.2.4	坐标系的建立	202
9.3	先进协同驾驶技术的社会经济影响评价	203
9.4	结语	215
	参考文献	215

第 1 章 智能运输系统的结构与功能

了解智能运输系统(intelligent transport system, ITS)的结构与功能是进行智能运输系统项目社会经济影响评价的基础和前提。本章将简要介绍智能运输系统的概念和作用、发展历史和现状、体系结构和标准化、各子系统的基本结构和功能。

1.1 概述

1.1.1 智能运输系统的概念和作用

智能运输系统是近年交通运输领域内各种高新技术系统的一个统称。凡是运用高新技术手段,旨在改善交通运输状况,缓解交通拥挤的各种技术系统都被归结为智能运输系统的范畴。它集信息技术、计算机技术、自动控制理论、数据通信技术、微电子技术、人工智能等先进的高新技术于一体,并将其有效地运用于地面运输管理,加强人、车、路三方之间的联系,是一种及时、准确、高效的综合运输系统。

具体来说,目前的智能运输系统主要有以下几方面作用。

1. 提高公路网络的通行能力

在同一路段上,车速越快,车流量就越大,道路的利用率就越高。电子收费等智能运输系统技术的实施减少了车辆在道路上的停留时间,从而减少交通阻塞的发生率。据估计,仅这两项就可使现有高速公路的通行能力至少增加一倍。

2. 减少交通事故

在车辆行驶过程中,车内的各种传感器可自动告知司机所处行车环境等各种信息,及时向司机提出警告并帮助司机摆脱潜在的危險。从而保证驾驶员安全行车,降低交通事故的发生率。据专家估计,如果采用智能运输系统在今后 20 年内可使交通事故发生率降低 8%,交通拥挤降低 20%,每年交通事故的死亡人数可减少 30%~70%。^[1]

3. 提供信息服务

智能运输系统的监控中心通过对路网交通状况进行实时监控,提出整个路网的优化运行方案,并通过车载系统把优化运行方案的引导信息及时通知给驾驶员。驾

驶员接收到信息后,可以根据引导信息选择行车路线,从而大幅度提高现有路网基础设施的使用效率。同时,驾驶员也可以通过车载计算机以及其他通信设施,随时随地获得天气和道路状态等信息,选择适宜的出行时间,这也在客观上提高了道路的使用效率。

4. 保护环境

汽车在消耗燃油的同时排出大量的废物,对自然环境造成了极大的破坏。智能运输系统通过及时提供智能信息增强了驾驶员的路线选择能力,使路网交通顺畅,从而降低了能源消耗,减少了污染排放量,也使汽车运输对环境污染的影响明显改善。就一般情况而言,应用智能运输系统可使燃油消耗减少 30%,尾气排放减少 26%。^[1]

5. 提高传统产业的效益,开辟新兴产业,增加就业机会

智能运输系统将是未来最主要的公路交通建设事业,广大的企事业单位都将积极投资和参与,同时也将创造数以万计的就业机会。而且智能运输系统可以提高汽车运输生产率和经济效益。由于新技术的引进,越来越多的车辆需要安装与地面智能运输系统设施相配套的车载信息系统。所以智能运输系统技术的研究、开发和普及,能为汽车行业的发展创造出新的市场,注入新的活力,产生新的商机,对社会经济发展的各个方面都将产生积极的影响。

1.1.2 国内外智能运输系统的发展历史及现状

虽然智能运输系统是近十多年才被人们了解和接受的,但是早在 20 世纪 30 年代,美国通用和福特两大汽车公司就倡导和推广过“现代化公路网”的构想。60 年代末,美国开始了交通智能化研究,当时称为电子线路导航系统(ERGS)。除此之外,60 年代欧美还出现了静态路径诱导、计算机交通控制等技术。^[2]这些都是类似于今天的智能运输系统的交通运输管理技术,是智能运输系统的萌芽。不过由于当时交通拥挤状况没有现在这么严重,而且各个系统的开发还不够成熟,应用效果并不明显,因此没有得到人们足够的重视。智能运输系统作为一个概念性名词出现于 20 世纪 90 年代初,是由日本的研究人员率先提出的,但是并没有得到各国的认可。1994 年智能运输系统这一国际性术语正式被认定。在此之前,欧洲曾称这类技术或相关研究项目为先进的运输信息技术(advanced transport telematics,ATT),而在美国则称为智能车-路系统(intelligent vehicle-highway systems,IVHS)。

目前,智能运输系统在美国、欧洲、日本等地区已经受到政府、产业机构、研究领域等方面的广泛重视,各地政府和研发机构都根据本地区的交通状况制定了适合当地交通发展的智能运输系统研究及实施计划。由于美国、欧洲和日本的智能运输系统发展起步较早,目前已成为世界智能运输系统研究的三大基地。澳大利亚、韩国、新加坡等国对智能运输系统的研究也已初具规模,以“保障安全、提高效率、改善环境、节约能源”为目标的智能运输系统概念正逐步在全球形成。

1989年,美国联邦运输部提出了智能车-路系统计划。在这项计划中,将100多项智能车-路系统研发课题按功能划分为4个分项,包括先进的交通管理系统、先进的出行者信息系统、先进的车辆控制系统和商用车辆运营系统。这些系统也都是目前智能运输系统项目的主要组成部分。1994年,智能车-路系统正式更名为智能运输系统,并在原有4个项目上增加了先进的公共交通运行系统和先进的市际交通运输系统,最终形成智能运输系统的6个分系统的研究框架。这些系统及其提供的用户服务项目几乎囊括了目前地面交通管理智能化发展的所有方面,也结合了美国目前交通运输系统发达,但运输需求量大,交通阻塞严重的特点,是今后美国智能运输系统技术发展的主要方向。随着研究的不断深入,美国交通部于1995年3月出版了《国家智能交通系统项目规划》,明确规定了智能交通系统的7大领域和29个用户服务功能,其中7大领域包括出行和交通管理系统、出行需求管理系统、公共交通运营系统、商用车辆运营系统、电子收费系统、应急管理系统、先进的车辆控制和安全系统。目前,美国智能运输系统应用发展较快的几个方面分别是:车辆安全系统、电子收费系统、公路及车辆管理系统、实时自动定位系统、商业车辆管理系统。^[3]

欧洲智能运输系统应用方面的进展介于日本和美国之间。^[4]由于欧洲多数国家都较小,因此智能运输系统的研发工作是与欧盟的交通运输一体化建设进程紧密联系在一起的。1986年,欧盟制定 EUREFKA 联合研究开发计划,旨在建立跨欧洲的智能化道路网,包括自动道路和驾驶系统、汽车自动导航和通信系统、信息预测系统等。1988年欧盟实施了以道路基础设施开发为主体的 DRIVE(dedicated road infrastructure for vehicle safety in Europe)计划。1991年开始实施 DRIVE II 计划,它把智能运输系统的所有研发课题列为包括交通需求管理、城市交通综合管理、交通旅行情报、公共交通管理等7个方面。1994年欧洲开始研究以信息处理技术为主的 T-TAP 计划,1995年实施了旨在建立横跨欧洲的交通信息服务网络的 TEN-T 计划。DRIVE II 以后的这几项计划仍然保持了原来提出的7个智能运输系统主要研发领域,也取得了显著的成效。瑞典是欧洲智能运输系统发展起步较早的国家之一,长期以来一直十分重视信息科学技术和信息技术产业的发展,为实施智能运输系统奠定了坚实的基础。瑞典智能运输系统的发展始于20世纪80年代初,1995年开始进行较大规模的智能运输系统实验和应用。1997年1月,智能运输系统项目的主体工作开始进行,智能运输系统发展计划成为《1998—2007年瑞典道路运输系统发展规划》的重要组成部分,项目经费被纳入国家财政计划。目前,智能运输系统已成为瑞典基础设施投资的重点,主要的实施项目包括国家道路数据库、大规模智能速度适应性实验、高速公路控制系统、公共运输优先系统和道路气象信息系统等。^[5]欧洲目前正在全面开发 Telematic,计划在全欧洲建立专门的交通(以道路交通为主)无线数据通信网,包括先进的出行信息服务系统(ATIS)、车辆控制系统(AVCS)、商业车辆运行系统(ACVO)、电子收费系统(ETC)等。^[3]

亚洲的智能运输系统研究起步较晚,但发展迅速。韩国和新加坡政府近年来投入巨资研究智能运输系统,韩国把光州市作为智能运输系统的试点城市,首次就投入1250万美元,并于1993年把先进的交通管理系统、先进的出行者信息系统、先进的公共运输系统、商用车辆运营管理系统、先进的车辆控制系统和自动公路系统6个系统作为智能运输系统项目的主题。1996年,韩国建立智能运输系统国家基本计划,设定智能运输系统项目的6个领域20个用户服务项目。目前已基本完成了智能运输系统基本框架、技术标准化、电子道路地图及数据(DB)的建立工作。车辆位置跟踪系统(auto vehicle location system, AVLS)、货运(commercial vehicle operations, CVO)管理信息系统、呼叫出租车系统和车辆导航系统(CNS)等在韩国得到了比较广泛的应用。^[6]新加坡于20世纪90年代开始发展了自己的GLIDE(green link determining system)系统,在高速公路上建立了快速车道监视与指挥系统(expressway monitoring and advisory system, EMAS),此外还发展了TrafficScan系统和电子道路收费系统(electronic road pricing, ERP)。^[7]同时还建立了先进的城市交通管理系统,该系统主要包括交通流的监测、动态信息诱导等。日本是目前亚洲智能运输系统业最为发达的国家之一。由于日本拥有发达的现代化交通系统,道路网十分完善,所以早在20世纪80年代日本就开始了智能运输系统的研究,并开发了具有智能运输系统性质的汽车综合控制系统(CACS)、路车间信息系统(RACS)和先进的车辆交通与通信系统(AMTICS)等系统。90年代又开发了先进安全自动车(ASV)、超级智能汽车系统(SSVS)、道路交通情报通信系统(VICS)、新型交通管理(UTMS)等系统。^[8]1996年提出了日本智能运输系统的研究体系,把未来日本的智能运输系统划分为包括高级导航系统、电子收费系统、安全驾驶援助、公共交通支持等9个子系统。

我国自20世纪70年代以来先后引进了国外的一些智能运输系统项目,借鉴了国外这方面的先进思想,并进行了一些基础项目的研究和应用。20世纪80年代初,我国已经开始运用高科技发展交通运输系统。之后在一些大城市引进了国外的城市交通信号控制系统,实现了一些(高速)公路监控系统、高等级公路电子收费系统和路边信息服务系统,如广佛高速公路监控系统、首都机场高速公路电子收费系统等。1984年,北京、上海、深圳等城市先后引进了英国的SCOOT自动信号控制系统、澳大利亚的SCATS交通控制系统和日本的CACS系统,并完成了系统的安装、运行管理及消化吸收,在一定程度上缓解了当地交通紧张的矛盾。除了引进国外先进的系统外,国家也加大了自主开发的步伐,如国家发展和改革委员会、国家科学技术部组织开发的实时自适应城市交通控制系统HT-UTCS,上海交通大学与上海市交警总队合作开发的SUATS系统等。其后,我国又在广州、天津、深圳等近20个城市建成了交通信号控制系统。20世纪90年代初,北京、上海、南京等城市开始建设城市交通诱导系统技术。90年代中期至20世纪末,许多地方陆续开始智能交通运输系统的研究,并制定了智能运输系统发展战略。同时我国还重视GIS、GPS、EDI在交通

中的应用和交通信息网络的建设,如交通部的公路智能运输系统发展战略研究、铁道部 TMIS、DMIS 等信息系统的开发。目前,江苏、浙江、上海、广东、河北、四川、辽宁、北京、天津、山东等省市已开始建设高速公路联网收费系统、以公路运输为主的货运调度系统、车辆的辅助驾驶及自动驾驶系统等。^[9]近些年,在公共交通电子收费等与人民的社会生活较为贴近的智能运输系统技术领域,我国有较为迅速的发展。目前我国多数的大中型城市都先后建立了公交 IC 卡收费项目,并且逐步向城市一卡通方向发展。相信不久的将来,我国能够实现真正意义上的数字中国的梦想。可见从引进国外先进的智能运输系统技术到自主的研究和应用,经过多年的努力,我国的智能运输系统产业正在迅速地发展。^[8,10]

1.2 智能运输系统的体系结构及标准化

1.2.1 系统体系结构

1. 系统

系统这一概念来源于人类长期的社会实践,是对自然界芸芸“众生”、“众物”、“众相”之间普遍存在的各种既相互独立又相互作用的关系,经观察、研究、归纳、抽象得出的一种科学的思维方式和方法。

系统至少由两个以上的可以相互作用和相互依赖的组成部分结合而成。与以往的“一切现象最终都可用元素的物理学法则的集合予以说明”这样的观点不同,作为系统的特性,整体性、生长、分化、竞争、层次结构、控制等都不能用普通的物理学概念说明。系统的每个组成部分有其自身的功能,而系统的功能不是等于而是大于各组成部分功能的简单和,它具有特定的整体功能。许多系统都是为了达到人类的某种目的而建立的,智能运输系统往往是许多子系统的集成,是大量的功能、技术和信息的集成,从而形成的一种定时、准确、高效的综合运输系统。如果只是把各子系统简单地组合起来,可能会导致一个无效的系统。

2. 系统的体系结构

系统的体系结构,可定义为系统所包含的子系统及其用户所需的功能,各个子系统所应具备的功能以及各个子系统之间的相互关系和集成方式。系统的“基础”就是系统的集成方式,即基本组成框架,它不仅包括组成系统的硬件设施,也包括系统的软件部分,如系统的目标、维护系统所需的规则和协议等。

为了把系统的体系结构描述得透彻清晰,便于理解和讨论,往往可以从各种不同的侧面——子系统结构来进行描述。对于像智能运输系统这样集成的、较为复杂的大系统,单纯的结构设计显然无法描绘出为实现一个系统的功能所需的系统构件、各构件之间及其与外部环境之间的关系和连接形式,因此可从不同的侧面和角度进行

描述。例如,参考模型是描述系统的整体视图;信息体系结构是描述在系统各部分中广泛运用的信息;功能体系结构是描述系统的功能要素以及各功能要素之间的逻辑信息流;数据通信体系结构是一个通信协议的综合结构;物理体系结构是描述系统的构筑蓝图等。

系统体系结构的描绘可以借助于各种图形方式,比如参考模型可采用水平或竖直的层次结构图;信息体系结构则常常用一个公共的数据字典来表达;功能体系结构用功能处理模块以及各处理模块之间的逻辑数据交换来描述。

1.2.2 智能运输系统的体系结构

智能运输系统是一个比较复杂且涉及面广的系统,包含有很多子系统,它的实施需要通过这些子系统来实现。而智能运输系统体系结构就决定了这些子系统的构成方式,确定了系统功能模块以及模块之间的通信协议和接口,包含了实现用户服务功能的全部子系统的设计。智能运输系统体系结构是制定智能运输系统结构标准的指导性框架,是设计、研制和管理现有的智能运输系统的有利依据。美国、欧洲及日本等地对智能运输系统体系结构的研究较早,而中国的研究则较为薄弱。因此,我们一方面须从中国的国情出发,开发出适合我国国情的智能运输系统体系结构;另一方面,须借鉴国外在智能运输系统体系结构研究中的经验,有助于中国智能运输系统体系结构的建立,也促进了智能运输系统体系结构和国家标准的完善。

1. 美国智能运输系统的体系结构

美国对智能运输系统体系结构的研究较早。1992年,美国智能运输系统向美国运输部(USDOT)正式推荐了一套调动多家机构联合攻关的智能运输系统体系结构的开发方法。它是智能运输系统 AMERICA 作为美国联邦运输部的咨询机构向美国联邦运输部提出的第一个正式建议。美国联邦运输部采纳了这项建议,并于1993年正式启动了智能运输系统体系结构开发计划,其目的是开发一个经过详细规划的美国国家智能运输系统体系结构。这一体系结构将指导而不是指挥 IVHS/ITS 产品和服务的配置,它将在保持地区特色和灵活性的同时为全国范围内的兼容和协调提供保证,并允许在产品和服务上展开自由、公平的竞争。

整个开发计划分为两个阶段进行。第一阶段称为“思路竞争”阶段,有4个开发小组参加。经过评审和比较,两个开发小组获准进入第二阶段,他们分别由 Loral Federal Systems 公司和 Rockwell 公司所领导。第二阶段从1995年2月到1996年7月,两个开发小组合作开发出了统一的国家智能运输系统体系结构。1997年1月,US DOT 公布了美国国家智能运输系统体系结构(第1版)。经过1年多的试用和维护,于1998年9月公布了修订后的美国国家智能运输系统体系结构(第2版),整个计划共耗资2500万美元,具体的结构体系如表1-1所示。^[11]

表 1-1 美国智能运输系统结构体系

智能运输系统服务领域	服 务 名 称
出行及交通管理	在途驾驶员信息 路线导航 出行者信息 交通控制 紧急事件处理 尾气排放检测及污染缓解 公路-铁路交叉口
出行者需求管理	出行前信息服务 合伙乘车与预约 需求管理与运营
公共交通运营	公共交通管理 在途旅行信息 个性化公共交通 公共出行安全
电子收费服务	电子收费服务
商用车辆管理	商用车电子结关 自动路侧安全检查 车载安全监视 商用车行政管理 危险物品应急处理 商用车队管理
紧急事件处理	紧急事件通告与个人安全保障 应急车辆管理
交通安全及车辆控制	横向防撞 纵向防撞 交叉口防撞 防撞视野强化 危险预警 撞前避伤 高速公路系统

2. 日本智能运输系统的体系结构

智能运输系统在日本的发展始于 20 世纪 70 年代。1973—1978 年,日本成功地开展了动态路径诱导系统实验。在这个实验中,车上的驾驶员可以根据车载显示器上所显示的道路交通堵塞状况及诱导方向,选择自己到达目的地的最佳路线。从 20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期的 10 年间,日本又相继完成了道路与车辆之间的通信系统、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方面的研究。在此基础上,1994 年 1 月,由日本警察厅、通产省、运输省、邮电省和建设省 5 个部门联合成立了日本道路交通车辆智能化促进协会