

面向ATIS的交通行为 分析与仿真研究



戢晓峰 陈 方 著



科学出版社

面向 ATIS 的交通行为 分析与仿真研究

戢晓峰 陈 方 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统阐述了出行信息对驾驶员认知模式及交通行为的影响,并基于驾驶模拟系统对出行信息的作用机理进行试验研究。基于驾驶仿真评估了不同出行信息场景下驾驶员的信息认知负荷,并分析了信息认知对驾驶操作的影响,为 ATIS 规划及其对交通行为的影响分析提供理论依据。

本书共 5 章。第 1 章在介绍 ATIS 的产生背景与主要发布设施的基础上分析了信息的概念及出行信息内涵,同时系统解析了出行信息的效用。第 2 章系统分析了出行信息认知结构,基于结构方程解析了出行信息对驾驶员搜寻行为的影响机理。第 3 章通过驾驶仿真试验,分析了多源模糊出行信息环境对驾驶员路径选择影响。第 4 章获取受试驾驶员认知负荷主观评价数据,评估了不同出行信息场景下驾驶员的信息认知负荷,并分析了信息认知对驾驶操作的影响。第 5 章研究如何在不确定性的交通网络中寻找 VMS 的最佳布局点,采用随机规划方法描述交通网络不确定环境下的 VMS 布局优化,构建 VMS 选址的双层规划模型。

本书可供交通运输工程、智能交通、交通与城市规划专业研究生、本科生及相关科研人员参考与学习。

图书在版编目(CIP)数据

面向 ATIS 的交通行为分析与仿真研究/戢晓峰,陈方著. —北京:科学出版社, 2016.3

ISBN 978-7-03-047447-6

I. ①面… II. ①戢…②陈… III. ①交通运输管理—智能系统—系统仿真—研究 IV. ①U495

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 043595 号

责任编辑:毛 莹 张丽花/责任校对:胡小洁

责任印制:徐晓晨/责任设计:迷底书装

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>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年3月第 一 版 开本:720×1000 B5

2016年3月第一次印刷 印张:6 3/4

字数:136 000

定价:58.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

ATIS 作为智能交通系统的重要子系统,通过发布出行信息诱导交通行为,以改善路网交通流量分布,缓解城市交通拥挤问题。然而,目前交通广播、可变信息板、车载诱导系统、手机终端等多种出行信息发布方式的共存,使得驾驶员面临一个多源、异构、动态的出行信息环境。如何利用多源出行信息实现对驾驶员的有效诱导,已成为 ATIS 发展过程中亟待解决的问题。

本书在对出行信息内涵与效用进行阐述的基础上,解析了驾驶员对出行信息的认知模式与搜寻行为,通过开展出行信息作用机理试验,评估了出行信息环境下的路径选择行为与认知负荷,最后探索了考虑交通系统不确定性的 VMS 选址模型。希望本书的出版可以为 ATIS 及出行信息理论研究的持续深入和实践应用推广带来新的启迪和帮助,为丰富出行信息研究的理论成果及实现 ATIS 的大规模有效运用作出贡献。

本书共分为 5 章,各章内容如下。

第 1 章作为全书的基础介绍,给出了 ATIS 的产生背景与主要发布设施,分析了信息的概念及出行信息内涵。最后,对出行信息效用进行了解析,分析了 ATIS 市场占有率对路网的效益影响。

第 2 章为驾驶员交通信息行为的基础研究,基于认知心理学,系统分析出行信息认知结构,探讨认知模式的实现机理,构建基于结构方程的驾驶员搜寻行为模型,认为驾驶员属性、信息源及信息需求都是影响搜寻行为的重要因素。

第 3 章为多源出行信息对驾驶员行为的影响研究,以获取多源模糊出行信息对驾驶员的影响机理为目的,设计多源出行信息场景的模拟驾驶试验,通过获取驾驶员出行前的规划路径、实际行驶路径、车辆行驶状态数据,分析多源模糊出行信息环境对驾驶员路径选择的影响。

第 4 章为多源出行信息对驾驶员认知负荷的影响研究,对多源出行信息环境下驾驶员的出行信息认知负荷进行了测量,评估了不同出行信息场景下驾驶员的信息认知负荷,并分析了信息认知对驾驶操作的影响。

第 5 章为不确定性交通网络中 VMS 选址问题的研究,根据路段拥堵的轻重缓和程度对路段需求分级,建立了路段多属性决策的 VMS 候选集合生成模型,并解决了资金受限情况下 VMS 布局候选集合确定问题,为最终的 VMS 选址提供数据支持与模型基础,最后,构建了 VMS 选址的双层规划模型,实现交通网络不确定环境下的 VMS 布局优化。

本书是作者主持的国家自然科学基金项目“基于认知模式与信息搜寻的驾驶员出行信息环境优化及仿真”(编号: 61263025)的部分研究成果。相关工作和初稿的写作主要由以下人员完成: 第 1 章由戢晓峰、陈方、徐亭亭、连晨希完成; 第 2 章由戢晓峰、魏雪梅、阮鸿柱完成; 第 3、4 章由戢晓峰、冯川、阮鸿柱、连晨希完成; 第 5 章由戢晓峰、陈方、覃文文、徐亭亭完成。全书统稿由戢晓峰完成。同时, 在成书的过程中得到诸多位前辈的指点和同行的帮助, 也参考了许多同行的研究资料。在此, 一并致以诚挚的谢意。

由于作者的水平、时间和经费有限, 本书还存在许多缺憾和不足之处, 敬请读者批评指正。

作 者

2016 年 3 月

目 录

前言

第 1 章	出行信息内涵与效用	1
1.1	ATIS 概述	1
1.2	出行信息内涵及效用分析	5
1.2.1	信息概念	5
1.2.2	出行信息内涵	7
1.2.3	出行信息效用	7
1.3	本章小结	9
第 2 章	出行信息认知模式与搜寻行为	10
2.1	驾驶员对 ATIS 的出行信息需求分析	10
2.1.1	不同交通状态下的出行信息需求	10
2.1.2	面向不同信息源的出行信息需求	11
2.2	出行信息认知模式	16
2.2.1	出行信息的认知心理学基础	16
2.2.2	出行信息认知结构	17
2.2.3	建模与实例分析	19
2.3	出行信息搜寻模型	24
2.3.1	出行信息搜寻行为	24
2.3.2	出行信息影响下的出行决策行为分析	26
2.3.3	基于结构方程的驾驶员信息搜寻行为模型	27
2.4	本章小结	33
第 3 章	基于驾驶仿真的出行信息作用机理研究	34
3.1	基于驾驶模拟系统的出行信息作用机理试验	34
3.1.1	试验目的	34
3.1.2	试验设备	34
3.1.3	试验设计	36
3.1.4	试验场景构建	37
3.1.5	试验实施	44
3.1.6	试验数据收集	44
3.2	多源出行信息影响下的路径选择行为仿真	45

3.2.1	出行决策行为分析	45
3.2.2	多源出行信息对路径选择行为的影响	46
3.2.3	多源出行信息下的路径选择行为特征	48
3.3	本章小结	51
第 4 章	ATIS 环境下的驾驶员认知负荷测量	52
4.1	出行信息认知负荷	52
4.1.1	出行信息认知过程	52
4.1.2	认知负荷理论	53
4.1.3	ATIS 环境下认知负荷影响因素	55
4.1.4	ATIS 环境下认知负荷形成机理	57
4.2	基于驾驶仿真的 ATIS 认知负荷测量	58
4.2.1	认知负荷的主观评价测量	58
4.2.2	ATIS 环境下的认知负荷测量	61
4.2.3	多源出行信息对驾驶员认知负荷的影响分析	64
4.3	基于认知负荷的 ATIS 优化对策	68
4.4	本章小结	69
第 5 章	考虑交通系统不确定性的 VMS 选址优化	70
5.1	VMS 布局候选集合生成的多属性决策模型	70
5.1.1	VMS 布局候选集合生成模型	70
5.1.2	基于蚁群的优化求解算法	75
5.1.3	模型与算法验证	77
5.2	考虑局部排队延误的 VMS 选址双层规划模型	81
5.2.1	VMS 选址模型	83
5.2.2	双层规划模型求解算法	85
5.2.3	基于双层规划模型的算例分析	87
5.3	本章小结	92
参考文献		93

第 1 章 出行信息内涵与效用

1.1 ATIS 概述

智能交通系统(Intelligent Traffic System, ITS)是在较完善的基础设施之上,将先进的信息技术、通信技术、传感技术、控制技术以及计算机技术等有效地集成运用于整个交通运输管理体系,而建立起的一种在大范围内、全方位发挥作用的,实时、准确、高效、综合的运输管理系统。

基于 ITS 发展初期的应用,将 ITS 分为 7 部分,即先进的交通管理系统(Advanced Traffic Management System, ATMS)、先进的出行者信息系统(Advanced Traveler Information System, ATIS)、先进的车辆控制系统(Advanced Vehicle Control System, AVCS)、商用车辆运营系统(Commercial Vehicle Operation System, CVOS)、先进的公共交通系统(Advanced Public Transportation System, APTS)、电子收费系统(Electronic Toll Collection System, ETC)、紧急事件管理系统(Emergency Management System, EMS)。

1. 先进的交通管理系统

ATMS 是指以智能技术为支撑,以系统化、规范化、人性化、标准化等为特征,安全、可靠、经济、实用的各类交通管理系统的集成。其功能主要有:城市交通控制;协调交通信号灯;特殊时间的交通管理;长途交通走廊管理(包括跨境运输);车流和需求管理;事件检测和应急反应(如意外事故和车辆事故)管理;执法和天气预警。经常设立交通管理中心(Traffic Management Center, TMC)和交通控制中心(Traffic Control Center, TCC)以确保系统信息传输的顺畅。来自 TMC 和 TCC 的许多数据,处理后通过交通信息中心(Traffic Information Center, TIC)提供给出行者,或为其提出建议和提供相关增值服务。

2. 先进的出行者信息系统

ATIS 是 ITS 的重要组成部分,它的发展经历过两个阶段。最初的出行者信息系统(TIS),限于计算机水平,主要依靠车轮触感器、交通检测以及通信等技术缓解交通拥堵。第二阶段为 ATIS,通过先进技术手段对信息进行采集、处理、发布、传输,实现多种方式提供实时交通信息和动态路线诱导等功能。

3. 先进的车辆控制系统

AVCS 是指借助车载传感器、车载计算机和控制装置、路侧与路表电子设备以及车与路之间和车与车之间的信息交换来检测周围行驶环境的变化情况,进行部分或完全的自动驾驶控制,以提高道路通行能力,保证行驶安全。

4. 商用车辆运营系统

CVOS 是专为运输企业提高盈利而开发的智能型运营管理技术,目的在于提高商业车辆的运营效率和安全性。它以卫星、路边信号标杆、电子地图的控制中心和车辆通过数据通信为依托,利用车辆自动定位、车辆自动识别、车辆自动分类和动态称重等设备,辅助企业的车辆调度中心对运营车辆调度进行管理,及时掌握车辆位置、货物负荷情况、移动路径等有关信息,提高车辆的使用效率,降低企业的运营成本。

5. 先进的公共交通系统

APTS 是以公交网络流量分配、公交调度等为基础,利用系统工程的理论和方法,将现代通信、信息、电子、控制、GPS 等高科技集成应用于公共交通系统,通过公共交通智能化调度系统、公共交通信息服务系统、公交电子收费系统等实现。APTS 通过采集处理动态交通信息和静态交通信息,利用多种媒体为出行者规划出行,对公交车辆进行动态监控、实时调度等,从而提高公交服务水平。

6. 电子收费系统

ETC 又称为不停车收费系统,是通过与安装在车辆上的电子卡或电子标签进行通信,实现计算机自动收取道路通行费、运输费和停车费等,以减少使用现金带来的延误,提高道路通行能力和效率。同时 ETC 自动统计的车辆数,可以作为交通信息的一种资源加以利用。

ETC 的主要优点有:不停车收费,摆脱收费站交通瓶颈;自动实现浮动收费,调节高峰段交通需求;无现金支付,避免舞弊和人工错误;减少停车设施建设和收费人员数量成本;减少停车,减少污染。

7. 紧急事件管理系统

EMS 主要利用多种技术手段对突发交通事件进行管理和救援,包括处理预案的生成、救援车辆的调度、现场处理与交通调度等。一般交通紧急事件有:交通事故、极端恶劣天气、火警、车辆抛锚等。EMS 处理紧急事件的步骤包括:事件的检测与确认、事件快速反应、现场管理、交通管理、事件清理和信息发布。

ATIS 包括 4 个子系统：信息采集系统、信息处理系统、信息发布系统和信息传输系统。

(1) 信息采集：ATIS 的核心就是信息，基本交通信息的采集是为出行者提供准确交通信息的基础。常见的采集信息包括公共交通信息、各检测系统提供的与道路有关的信息及其他静态信息。公共交通信息是指公共交通的时刻表和运行状态等；检测系统提供的信息是指车辆检测器、摄像头、定位系统等采集的有关道路信息。

(2) 信息处理：信息处理系统是系统信息的储存、处理、管制中心，是交通信息的中转站，在这里收集来的交通信息能够转化成可被出行者利用的信息。对于采集信息的处理是一个烦琐复杂的过程，需要从庞大的信息中挖掘出有用信息，再进行处理，生成满足应用系统需要的特定格式的信息。

(3) 信息发布：ATIS 的目的是为出行者提供出行信息，因此必须有与信息发布对接的平台。信息发布系统是 ATIS 直接面向出行者的子系统，经过处理的出行信息在信息发布系统中通过不同的渠道、媒体、技术呈现给出行者。

(4) 信息传输：信息传输系统是连接各个子系统的纽带，无论是采集来的信息还是处理过的信息都通过信息传输系统输送到下一个信息平台。从信息的流向来看，信息传输可以分为单向传输和交互传输，单向传输指信息只向下一级系统传输，不接收信息流反向流动即信息反馈；交互传输指接收信息反馈的传输。

ATIS 通过可变信息板 (Variable Message Signs, VMS)、手机应用 (Application Program, APP)、车载导航、交通广播、公交站牌、电子地图等方式进行出行信息的有效传递，不仅是城市交通系统的重要组成部分，更是城市日常运行的必备要素。随着城市交通拥挤的蔓延，合理布局城市出行信息设施，引导出行者做出合理决策对于城市交通系统具有重要意义。

面向机动车驾驶员的出行信息设施较为丰富，主要出行信息源为交通广播、VMS、车载导航、道路指示标志、手机 APP 等，如表 1-1 所示。而除了道路指示标志外，其他信息源都是动态更新的。

表 1-1 面向机动车驾驶员的出行信息发布设施

信息源	发布信息类型	发布内容	优缺点
交通广播	动态信息	交通状态信息、事故信息、交通管制信息	广泛性、信息直观；表现形式单一、互动性弱
VMS	动态信息	道路指示信息、交通状态信息	信息发布动态性、直观；信息表现形式较单一、无互动性

续表

信息源	发布信息类型	发布内容	优缺点
车载导航	动态信息	交通状态信息、路径导航信息、 停车信息、交通管制信息	信息量大，表现形式多、直观
道路指示标志	静态信息	道路指示信息、事故信息、交通 组织信息	信息发布直观，信息表现形式单一、静态、无互动性
手机 APP	动态信息	交通状态信息、路径导航信息、 停车信息、事故信息、个性化服务 信息、交通管制信息	互动性强，信息量大，表现形式多、直观；对通信网络和 GPS 信号有一定要求

交通广播发布出行信息具有成本低、受众广、传播及时等特点，然而，调查发现，目前绝大部分交通广播对出行信息的定量描述、提前预报缺乏关注，所发布的出行信息以描述性信息为主，即定时(或插播)交通状况信息，主要包括拥挤路段、事故情况、交通管制及施工信息、建议路线等。

近年来，我国许多城市在主干道、快速路安装了一定数量的 VMS，这是一种较低成本的群体式诱导信息发布系统，对路网上的交通流能够产生较为显著的影响。VMS 可以结合多种类型信息同时进行发布，如图 1-1 和图 1-2 所示。

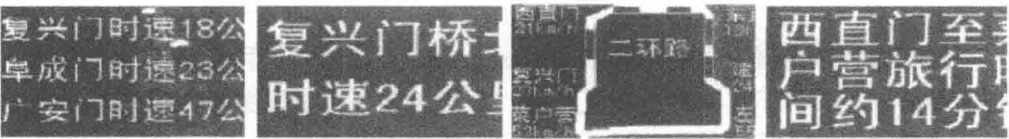


图 1-1 VMS 发布动态出行信息示例

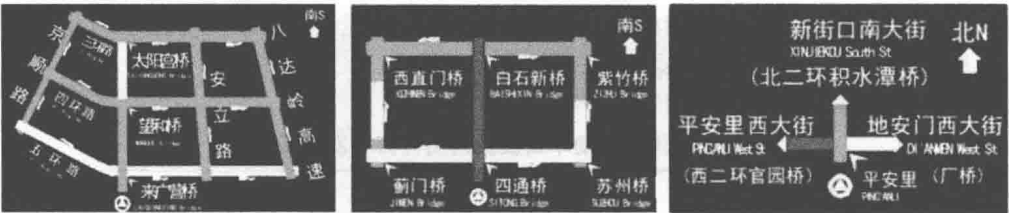


图 1-2 混合型 VMS

另外，随着信息技术的不断发展，使得动态交通信息开始接入手机、车载导航等终端设备，如图 1-3 和图 1-4 所示。



图 1-3 手机终端信息源

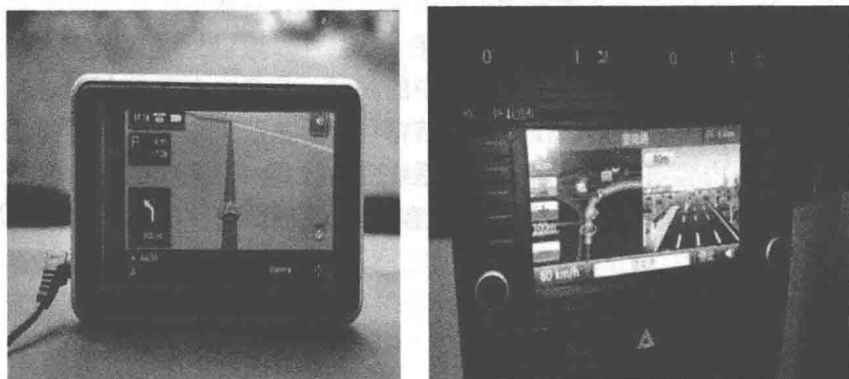


图 1-4 车内导航界面图

1.2 出行信息内涵及效用分析

1.2.1 信息概念

信息论创始人香农(Shannon)在《贝尔系统技术杂志》(1948 年)发表了题为《通信的数学理论》的论文,他将信息量定义为随机不确定性减少的程度,把信息理解为“用来减少随机不确定性的东西”。

美国数学家、控制论奠基人维纳(Wiener)在《控制论:动物与机器中的通信

与控制问题》(1948 年)一书中指出:“信息就是信息,不是物质,也不是能量。”

维纳在 1950 年出版的《控制论与社会》一书中也曾指出:正如熵是无组织的度量一样,消息集合所包含的信息就是它的组织程度的度量。

科学家布里渊(Brillouin)在《科学与信息论》(1956 年)一书中指出:信息就是负熵,并且还创造了一个新词“Negentropy”来表示负熵的概念。

控制论奠基人 Ashby 在《控制论引导》(1956 年)一书中,引入“变异度”的概念,任何一个集合所包含的元素数目的以 2 为底的对数就称为这个集合的变异度,他把变异度当成信息的概念来使用。

Tribes 等在 1971 年出版的《科学的美国人》杂志上发表了题为《能量与信息》的论文中给信息下的定义为:信息就是使概率分布发生变动的东西(更准确地说是使概率分布锐化的东西)。

意大利学者 Longo 在 1975 年出版的《信息论:新的趋势与未解决问题》一书中基于变异度的概念指出:信息是反映事物的形式、关系和差别的东西,它包含在事物的差异之中,而不在事物本身。

仔细研究不难发现,到目前为止,有关信息的定义数以百计,可谓百花争艳,众说纷纭。不同的信息定义来源于不同的学科领域,且服务于其特定的学科研究和技术开发。不同学科定义的信息都存在一些共性,可以将信息理解为一个简单的事物的属性或运动状态在另一个事物中的映射。信息来自信源(客体)系统,借助物质与能量传送并被感知,在不同的信宿(主体)系统中形成对信源(客体)系统的映射。映射的内容消除了信宿(主体)系统对信源(客体)系统的认知不确定性,是信宿(主体)系统按照自身方式对信源(客体)系统的映射。图 1-5 是关于信息的简单描述。

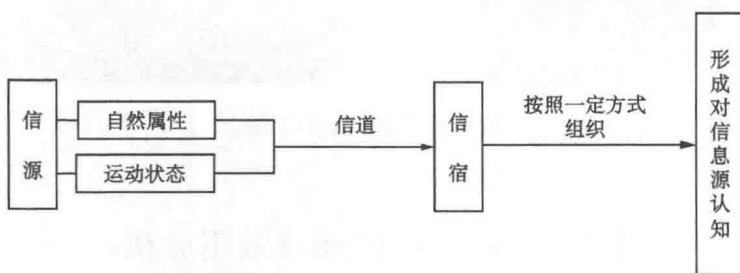


图 1-5 信息概念图

(1) 信源是信息产生的基地。信源的自然属性与行为状态是信源系统的客观存在,它们借助物质与能量构成的信道才能传播和扩散。

(2) 信宿接收信源的消息,并按照一定的方式建立关于信源的映射,这种映射具有信宿认知和表达特性,可被信宿利用、拓展等,形成信息。

(3)还可以这样理解,对于信宿,信息是信源存在与运动的表现,是减少对信源不确定性认识的资源。

1.2.2 出行信息内涵

在交通领域,将服务于交通研究与应用的信息称为交通信息。本书把出行者完成一次出行所需要的全部相关交通信息称为出行信息。目前,出行信息在交通应用研究中的最高阶段是智能交通系统。

对于出行者,行程时间与到达时间的不确定性是其所面临的一个重要问题。出行者非常期望得到可靠的出行信息以帮助他们做出明智的决策。ATIS 可以为出行者提供关于出行的精确信息,使出行者对自己的出行时间、路线以及出行方式和终点进行调整,避免交通事故和交通堵塞以及恶劣天气,以提高出行效率。

城市交通管理者通过装备在道路、车、换乘站、停车场以及气象中心的传感器和传输设备,向交通信息中心提供各地的实时交通信息;ATIS 得到这些信息并通过处理后,实时向交通参与者提供道路交通信息、公共交通信息、换乘信息、交通气象信息、停车场信息以及与出行相关的其他信息;出行者根据这些信息确定自己的出行方式、路线选择等。通过 ATIS 向出行者发布出行信息,有利于出行者在多种出行方式间的转换,鼓励出行者使用公共交通系统出行,缓解城市中心区的交通堵塞和污染。

根据 ATIS 中的信息流程,如图 1-6 所示,可以清晰地看出,出行信息特指面向出行者而发布的交通信息,包括静态信息、动态信息以及个性化信息。出行信息旨在为交通参与者提供信息服务,出行者利用出行信息减少出行不确定性,进而合理安排出行活动,提高出行效率;交通管理者通过出行信息引导交通行为,从而达到诱导交通流、提高路网效益的目的。

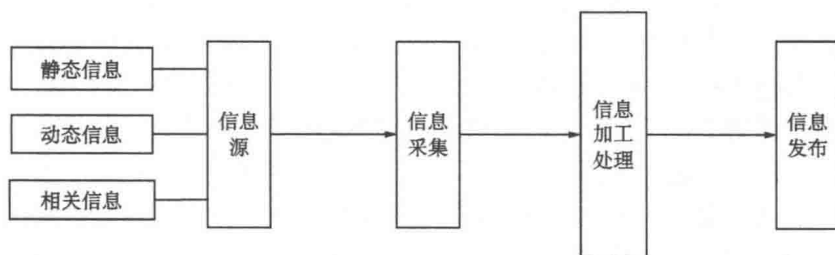


图 1-6 出行信息在 ATIS 中的流程

1.2.3 出行信息效用

随着智能交通系统在城市交通中的发展,有关 ATIS 效益的研究从未中断过,

如 Tsuji 运用随机模型发现 ATIS 可以给有信息获得能力的驾驶员带来 9%~14% 的收益,如果考虑突发性的交通拥挤,有信息获得能力的驾驶员的收益还会增加。Kanafani 和 Al-Deek 运用简单的理论模型也发现,ATIS 可使公路网络进入最佳使用状态,产生约 14% 的收益。张小宁在一个固定需求的平行结构交通网络上,分析了交通事故发生后驾驶员获取和不获取实时出行信息两种情况下的交通行为,并评价了出行信息对于缓解交通网络拥挤的效益,用算例分析了发布出行信息的适用条件:在较严重的交通事故发生后,ATIS 确实可以发挥理想的消除拥挤的作用;但当事故不严重,通行能力下降较小时,不宜发布出行信息,否则会引起出行者的过量反应而导致总体出行成本上升。陈建阳通过分析实际交通网络典型时段不同工作日交通状况的随机变化以及与 ATIS 期望交通状态的差别认为:ATIS 的外部环境因素是城市交通网络所固有的,不随 ATIS 的引入而发生变化,而技术因素会随着 ATIS 的发展逐步得到改善。

为了缓解道路交通拥挤,越来越多的城市采用 VMS 发布路径诱导信息,引导驾驶员选择合适的路径,使路网资源得到充分利用。行程时间是 VMS 发布的重要信息内容,由于驾驶员具有个性特征差异,不同的驾驶员对发布行程时间信息的认知程度会有所不同。如何针对驾驶员行为特征发布有效的诱导信息,是目前的研究热点。杨珍珍认为利用 VMS 发布行程时间信息是缓解交通拥挤的有效手段,提出了一种 VMS 行程时间诱导效益分析仿真系统,运用该仿真系统对路网进行仿真表明,VMS 发布行程时间信息对于应对交通事件(如需求激增)引起的拥挤作用显著;驾驶员的信息关注率值越大,路网运行效益改善率越明显。孙宝凤针对 VMS 所产生的效益,指出 VMS 可实现减少交通堵塞、提高安全性、改善环境、减少能源消耗等多种社会效益。

交通广播是驾驶员获取城市道路交通状态信息的一个重要来源,特别是对于一些突发性事故以及交通气象等。交通广播以声音为主要传播优势,它通过电台频率向收听观众发布声音信息,这是交通广播区别于其他信息源的显著标志。交通广播与其他出行信息设施的另一个区别是地域性,交通广播的趋势是“窄播”,路况信息鲜明地突出了这一点。收听交通广播是一定比例出行者的个体行为,或者是只有到达了一定的区域内,才能利用交通广播播送的相关信息。交通广播可对路况信息及时发布,尤其是早晚交通流量高峰期间以及突发事件时期。

在 ATIS 环境下,交通流状态与 ATIS 市场占有率密切相关,但较多研究发现其市场占有率是一种出行者出行时间节省相关的局内变量。也就是说,在 ATIS 环境下,出行行为受到影响的不仅有 ATIS 装备使用者,未使用者也会受到影响。但由于 ATIS 给出行者提供了历史及实时出行信息,降低了出行者的决策失误率,因此,一般来说 ATIS 装备使用者的出行时间会小于未使用者。为验证 ATIS 市场占有率对路网效益的影响,众多学者进行了 ATIS 环境下的路网仿真研究。这类

研究通常假设大部分出行者拥有很少或者完全没有可靠的实时出行信息, 导致出行者选择了出行时间较长的路径。基于这样的现状, 设置不同的 ATIS 市场占有率、不同的信息可靠度或不同的交通拥挤程度下的 ATIS 系统应用对路网效益的影响, 这些研究获得了高度一致的结果: ATIS 装备使用者达到大约 30% 时节省的出行时间达到最多, 为 10%~20%, 而当其市场占有率增加到 50% 时, 平均出行时间反而会增加。另一方面, Hall 指出整个交通网络的拥挤程度并不是随着 ATIS 市场占有率的增加而持续降低, 也就是说 ATIS 只是在一定范围的市场占有率内可以降低交通网络的拥挤程度。如果装备 ATIS 的出行者超过一定的数量, 反而不会改善交通网络的拥挤程度。从出行者的角度来说, 如果使用该系统而节省的出行费用大于购买费用, 那么使用 ATIS 的出行者数量就会增加; 反之, ATIS 的市场占有率就会下降。

除了为出行者及交通系统带来效益外, 出行信息在社会经济方面能够减少行车延误和交通拥挤。伴随城市人口不断增加, 交通拥挤已经成为世界难题。由于交通问题造成的经济损失十分巨大, 损失金额更超乎我们的想象。ATIS 的引入, 不但可以缓解交通拥挤的现状, 而且极大地节约出行时间, 提高出行效率, 产生巨大经济效益。

1.3 本章小结

本章首先介绍了 ATIS 的产生背景与主要发布设施, ATIS 是 ITS 的子系统之一, 直接面向出行者发布出行信息, 主要发布设施为交通广播、VMS、手机 APP 和车载导航等终端设备。然后, 分析了信息的概念及出行信息内涵, 并引入了信息概念图对信息的概念进行说明。最后对出行信息效用进行说明, 分析了 ATIS 市场占有率对路网的效益影响。

第2章 出行信息认知模式与搜寻行为

随着机动车保有量的不断增加，道路拥挤日益加剧，驾驶员对 ATIS 的信息需求不断增长，具体表现为：一是驾驶员需要更多的信息内容来辅助出行决策，二是驾驶员需要提升信息准确度以把控出行过程。因此，把握好机动车驾驶员的出行信息需求，能够有效提高出行信息效用，提高出行效率。

出行者的出行信息认知是一种出行需求驱动下产生的功能性认知，是出行者基于出行需求而主动获取和认识出行信息的过程。基于出行信息的认知特性，出行者从信息源中获取信息的行为称为出行信息搜寻行为。出行信息认知模式与搜寻行为是分析驾驶员出行决策的重要依据，同时为出行信息发布、ATIS 规划与建设提供了理论基础。

2.1 驾驶员对 ATIS 的出行信息需求分析

2.1.1 不同交通状态下的出行信息需求

正常和异常交通状态下，驾驶员所需的出行信息有所不同，其内容和时间属性如表 2-1 所示。而驾驶员对异常交通状态的认知，决定着其对出行信息的响应特性。

表 2-1 正常交通状态下提供的出行信息内容和时间属性

交通状态	信息种类	信息内容	信息内容属性	信息时间属性
正常交通状态	交通状态信息	各道路交通状况	描述性	历史和现状
		(常发性)拥挤情况	描述性	历史和现状
		延误时间	数值性	预测
	行程时间信息	路段行程时间	数值性	预测

在得知发生异常事件后，驾驶员的反应除了对安全的注意上有一定程度的上升，驾驶更加谨慎外，普遍还表现出对事件情况的关心和对交通拥挤的担心，前者多出于好奇和对自身安全的担心，而后者对其路径选择行为有着更大的影响。异常交通状态下提供的出行信息内容和时间属性如表 2-2 所示。