

城市智能交通系统的发展现状与趋势

陆化普, 李瑞敏

(清华大学交通研究所, 北京 100084)

摘要: 在分析城市智能交通系统的角色与作用的基础上, 从智能交通管理系统、交通信息服务系统、车联网系统、自动驾驶系统等方面对国外城市智能交通系统的现状与发展趋势进行了系统总结与案例分析, 同时对国内城市智能交通管理系统、智能公交系统、交通信息服务系统、智能交通安全系统、城市智能交通新技术的应用探索等方面进行了案例分析, 最后提出了城市智能交通系统发展的若干关键问题与建议: 重硬件, 轻软件, 重建设, 轻使用, 会导致系统失败和投资浪费。欲实现智能交通系统建设的预期目标, 须高度重视传统交通工程设施的完善、科学管理方案的制定和充分的交通信息采集; 做好高水平的智能交通系统顶层设计, 保证资源共享、系统整合和集成服务; 重视复合型科技队伍建设。

关键词: 智能交通系统; 智能公交; 智能交通管理; 交通基础设施; 顶层设计; 软硬件设计

中图分类号: U 492

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2014)01-0006-14

智能交通系统是手段, 是实现绿色交通系统的技术支撑。通过应用智能交通系统, 交通基础设施会得到充分利用, 交通安全水平会得到大幅度提高, 交通环保节能目标会得到更好的实现, 交通系统的服务水平会得到不断提升。由此可见, 无论是确定智能交通系统的功能构成, 还是探讨智能交通系统的关键技术和发展方向, 最根本的是要深刻理解城市和城市交通的发展方向, 在此基础上科学制定智能交通发展战略和重点发展方向。

机动化的持续快速发展, 城市交通拥堵加剧、污染严重、事故频发, 面临着严峻挑战; 另一方面,

1 城市智能交通系统的角色与作用

当前我国城市和城市交通的发展处于挑战和机遇并存的关键历史阶段。一方面, 随着城镇化、

收稿日期: 2013-09-04; 修回日期: 2013-10-09

基金项目: 国家支撑计划“智慧城市管理公共信息平台关键技术与应用示范”(2012BAJ05B04)

作者简介: 陆化普(1957-), 男, 教授, 博导, 主要研究方向为交通规划、交通管理与控制、智能交通、交通经济与交通政策。

E-mail: luhp@tsinghua.edu.cn

我国城市处在老城改造、新城建设的城市大发展时期,是实现生态城市、绿色交通的最佳时机。从交通需求和交通供给两个方面加大力度,按照绿色交通系统的发展目标,基于交通发展的先进理念,科学制定城市综合交通系统规划并付诸实施,有望实现我国城市绿色交通系统建设的跨越式发展。

智能交通系统的规划、建设,归根到底是服务于城市交通发展的总体目标,提高设施系统的使用效率和服务水平。图 1 所示为城市交通的主要影响因素及智能交通系统(intelligent transportation system, ITS)在城市交通供求关系中扮演的角色和作用。由图 1 可知,无论是实施交通

需求管理,还是制定交通规划及提高已有交通基础设施的使用效率,ITS 都扮演着一个不可或缺的重要角色。也就是说,ITS 的建设目的,是为了使交通规划更科学、设施更有效、管理更智能、行为更规范。

在交通供给方面,通过智能公交系统、智能交通管理系统、智能车辆运行管理系统、交通监控系统等技术的实施,可以提高现有交通基础设施的运行效率和交通供给能力;在交通需求方向,通过交通信息服务、交通拥堵收费等系统,可以改善交通需求的时空分布特性,“削峰填谷”,使交通需求与交通供给的矛盾得到缓解。

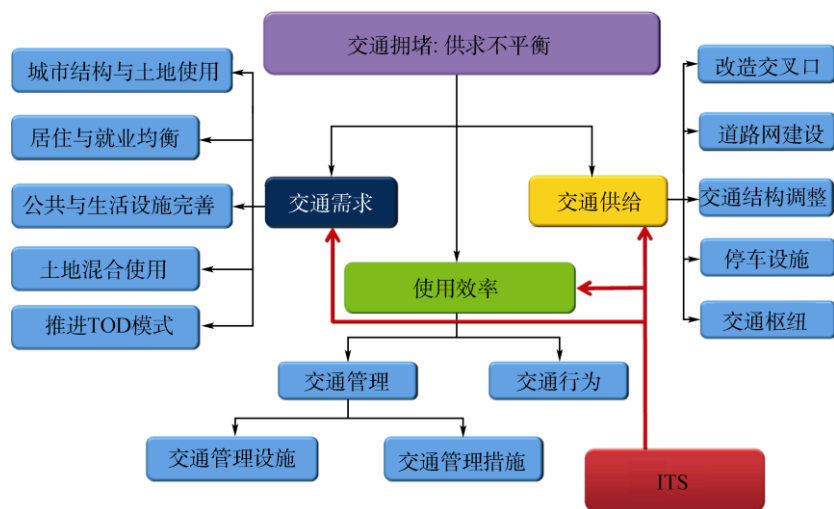


图 1 智能交通系统 (ITS) 在城市交通供求关系中的角色和作用

注: transit oriented development, 简称 TOD。

2 国外城市智能交通系统的现状与发展趋势

2.1 智能交通管理系统

智能交通管理系统是智能交通系统的最重要组成部分,也是城市智能交通系统的重要基础部分。自从 20 世纪 70 年代世界各大城市开始建设

联网信号控制系统以来,众多大中城市形成了以信号控制系统为核心的城市智能交通综合管理系统。同时,高速公路较为发达的国家和地区也形成了覆盖高速公路的智能交通管理系统。

智能交通管理系统的发展趋势主要体现在集成性、预测性、主动性、实时性等方面,即集成

了众多交通管理功能, 并基于全面的检测信息及预测分析进行主动性交通管理, 摆脱被动适应性管理的滞后性, 如日本目前不断发展完善的UTMS'21 (Universal Traffic Management System)^[1]就是很有代表性的案例之一。目前东京、柏林、伦敦、新加坡、香港等众多城市均形成了智能交通综合管理系统。

2.1.1 UTMS'21

UTMS'21 致力于实现“安全、舒适和环境友好的交通社会”。它以先进的控制系统为中心、以现有的交通控制系统为基础发展而成, 对交通流进行全面的管。UTMS'21 的核心是在车辆与控制中心之间实现交互式双向通信, 通信系统使用红外线信号标杆 (光信标, infrared beacon)。UTMS'21 的最终目标是实现主动管理, 通过管理中心将交通需求和交通流信息准确无误地传给司机 (车辆), 以避免交通阻塞, 实现先进的管理信息系统。UTMS'21 是日本 ITS 从理想走向现实的系统之一, 比现在的交通控制系统更加复杂、更加智能化, 是目前世界 ITS 领域最先进的交通系统之一。

UTMS'21 以集成的交通控制系统为中心, 由 11 个子系统组成, 分别在整个交通管理系统中发挥着不同的作用, 其系统结构如图 2 所示。

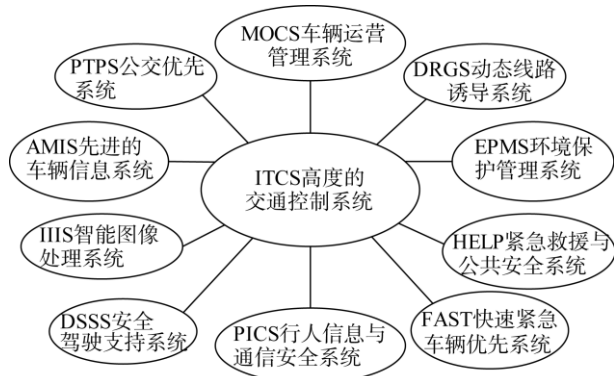


图 2 UTMS'21 系统概念图

2.1.2 城市交通管理系统

以柏林为例^[2-3], 通过公私合作机制, 柏林交通控制中心利用线圈、视频、浮动车等技术建立了覆盖道路、公交、出租车等多模式交通的立体化检测系统, 其目标是将柏林所有的交通要素集成到一个高效的城市交通管理系统中, 包括私人 and 公共交通、商业运输。

在 2003 年第一期工程完成时, 50 个视频摄像机及 200 多个红外检测器被安装在了柏林路网的关键地点, 所有的检测信息都被传输到交通控制中心, 以便实时掌握道路交通运行状况 (包括各设备运行情况)。此后, 检测范围不断扩大。柏林交通控制中心则基于综合检测信息实现交通信号控制优化、可变车道管理、可变限速管理、实时信息服务 (广播、可变信息板、车载终端等多种方式)、勤务管理、大型活动管理、公交优先信号等多种交通管理功能。

当前, 作为欧洲最大、最先进的交通控制中心之一, 柏林交通控制中心监控了柏林超过 1 500 km 的道路网络; 监控并可实时调整柏林市约 2 000 个交叉口的信号控制; 通过主要设置在柏林高速公路上的 9 个可变信息板系统, 进行实时交通信息的发布, 并且将交通信息实时传输到区域主管部门。

同时, 柏林交通控制中心提供多类在线的信息服务, 包括为私人及公共交通提供路径规划、实时交通状态信息及停车服务等。柏林三大机场的到离港航班信息亦实时显示在交通控制中心的服务网站上。而 2005 年西门子公司在柏林建设的不需咪表的停车系统允许用户使用手机支付, 取得了显著的成功。

柏林交通控制中心是德国第一个能够提供多模式动态路径规划服务的系统,可以将私人交通与公共交通整合到一次出行路径中,以便出行者能够规划其最合理的出发时间。同时也集成了交通事件及道路施工的信息。随着手机设备及卫星定位系统的逐渐普及,相关信息可以直接下载到用户的车辆导航系统或手机中。

柏林交通控制中心可以通过覆盖全部交通基础设施的交通数据来进行短期、中期、长期的交通流预测。通过使用一个交通仿真程序,柏林交通控制中心能够提供未来 15~30 min 的交通状态预测,并且每 5~15 min 更新一次当前估计状态及交通流预测信息。

柏林交通控制中心的系统由多个不同模块组成,如在交通预测中,采用 MONET/VISUM-online 模块来进行交通状态的生成及预测,MONET (MObeling NETworks)存储了统计及动态的数据,并且通过分析交通状态来生成相应的信息,能够预测交通流量、旅行时间及网络通行能力。通过中心网络信息服务,出行者可以获得如下信息:柏林当前的交通状态、施工地点、重要的交通相关的事件及活动、基于交通状况的路径规划、柏林机场的到离港航班信息、公共交通时刻表、停车信息、城市地图服务等。

同时,通过采集柏林道路网络中关键点的实时交通流数据及环境数据,并将其整合进一个交通控制中心的决策支持系统,可以预测柏林每条街道的污染情况。

2006 年 8 月德国举办世界杯足球赛期间,柏林启动了基于空中摄像机的交通检测手段。基于

空中摄像机,通过专用分析软件 Traffic Finder,可以实时获得自动的、实时的交通数据。

2.1.3 跨部门协作的交通管理系统

对于一个城市或区域的交通管理而言,很多情况下在某一时段往往需要多个部门的协同参与。近年来,基于智能交通管理系统的不断发展,这一需求逐步得到满足。

例如,对于高速公路智能交通管理系统,近年来的一个趋势是跨区域、跨路网、跨部门的联合管理,尤其是在紧急情况下。如美国东部地区的 I-95 号州际高速公路形成了 I-95 通道联盟^[4],其愿景是使得该区域内的交通网络更加安全、有效及多模式间的无缝衔接,并且能够以环境友好的方式支持经济的增长。该愿景主要通过三个策略实现:相互学习及信息共享、信息管理、方便跨辖区及跨交通模式的部署及管理。此三方面亦是未来高速公路网络智能交通管理系统的发展趋势和重点。

对于跨部门的协同管理,在此以 TranStar 为例介绍^[5]。休斯顿交通管理中心 (TranStar) 是哈里斯郡四个主要的交通和紧急事件管理部门之间的一个合作项目。这四个部门包括德克萨斯州交通局 (Texas Department of Transportation, TxDOT)、哈里斯郡都市公交管理局、哈里斯郡及休斯顿市。休斯顿 TranStar 是第一个将交通管理和紧急事件管理功能包含于一体的交通管理中心,在大休斯顿地区的出行管理中扮演着核心的角色,在全美以至全世界被认为是跨越不同城市部门界限整合资源的典范。

休斯顿 TranStar 及其兄弟部门的任务是通过联合运用合作者间的资源来提供高效的交通和紧

急事件管理服务,从而使公众的出行安全及机动性最大化。其主要功能包括交通管理、紧急事件管理、事故管理和旅行者信息管理。

2.2 交通信息服务系统

经过多年的发展,国外的道路交通信息服务系统结合各国家和地区的特点已基本成熟,目前处于大规模应用及不断提高精度的阶段。除由道路可变信息板(固定及移动式)所提供的实时道路交通信息服务外,美、日、欧等地则形成了各具特色的覆盖全路网的实时道路交通信息服务。而近年来便携移动智能终端的发展及车载终端的进步亦大大推动了交通信息服务系统的发展。

日本的实时交通信息服务以 VICS (Vehicle Information and Communication System) 最为典型^[6]。截至 2012 年底,日本已累计销售 3 700 多万台 VICS 车载终端,覆盖了其国内大半的车辆。通过日本都道府县的警察部门及道路管理者采集的各类交通信息首先汇集到日本道路交通信息中心,随后传输至 VICS 中心。同时,其他相关信息,如天气等,也传输到 VICS 中心。基于整合后的信息,VICS 中心形成向出行者发布的各类信息,并通过多种方式发布。

VICS 提供交通信息的三种技术途径为:电波信标——主要覆盖高速公路;光信标(红外信标)——主要覆盖一些主要的普通公路;FM 多频广播——主要覆盖城市地区等。当前 VICS 所提供的信息类型主要有如下五类:堵塞信息、旅行时间、交通障碍(事故、施工)信息、交通管制信息、停车场信息。这些信息通过图形及文字的方式在车载终端进行显示。

VICS 显示信息的方式有三种途径:文字表示型——以纯文字的方式显示上述的各种信息;简易图形型——以简易图形的方式显示各类交通服务信息,其图形非地图形式;地图显示型——以真实的地图为基础进行实时交通信息的显示。

欧洲则基于数字广播,形成了覆盖全欧大部分地区的广播数据系统-交通信息频道(Radio Data System-Traffic Message Channel, RDS-TMC)交通信息应用系统,并通过该系统提供多类交通信息服务。RDS-TMC 技术起源于欧洲,同时也在欧洲应用最为广泛。从 1994 年开始,至今全球已有数十个国家和地区实施了 RDS-TMC 项目^[7]。

无线数据系统(Radio Data System, RDS)是 1984 年由欧洲广播联盟(European Broadcasting Union, EBU)制定的数据广播系统的欧洲规范。与中波相比,RDS 城市交通信息广播的主要特点是,利用现有的调频广播资源,通过在广播信号里插入数字码实现,只需少量的投资即可建成广播发射端。而交通信息频道(Traffic Message Channel, TMC)是一个数字编码系统。RDS-TMC 是采用 RDS 技术实现信息发布的应用之一。

RDS-TMC 的数据内容可以包括电台类型、节目类型、交通公告、广告信息、标准时间、天气预报等,同时提供了开放式数据接口,为特殊要求用户提供数据文本应用通道。接收 RDS-TMC 需要一个特别的无线电接收机,其最主要部分就是 TMC 卡,该卡包含了具体的路线信息等。

RDS-TMC 的功能主要包括导航、信息服务及定位。标准的 TMC 用户报文可以提供以下 5 条基本广播信息:

1) 事件描述,天气状况或交通问题及其严重

程度的详细资料;

2) 受影响的位置、区域、路段或点位置;

3) 方向和范围,指出受影响的相近路段或点位置,以及影响的交通方向;

4) 持续时间,问题预计的持续时间;

5) 分流建议,是否建议驾驶员寻找备选路线。

近年来,为克服 RDS 的传输速率的瓶颈,DAB-TMC (TPEG) 交通信息应用开始在欧洲崭露头角。

美国则形成了近乎覆盖全国的 511 电话交通信息服务系统^[8]。通过该电话系统,出行者可以获得每数分钟更新的道路状况、事故信息、交通天气信息等相关服务。

除上述覆盖整个国家或地区的信息服务系统外,交通信息服务系统的另一发展趋势为,全球范围内逐渐形成一批较为有实力的提供交通信息服务的公司:第一类是专业的交通信息服务提供商,如 TomTom 等;第二类为 IT 业巨头,近年来一些 IT 巨头也开始涉足交通信息服务,如 Google、Apple 等;第三类则为较大的汽车厂商,其结合车联网系统的发展与专业交通信息提供商,合作提供交通信息服务,如丰田公司下一代的 Entune 声音系统将提供预测的交通流信息及气象信息^[9]。

2.3 车联网系统

近年来车联网系统(如国外的 Vehicle-to-X)在各大汽车厂商的推动下及先进通信技术的支撑下获得了快速的发展。

日本的 Smartway 可视为较早的车联网系统的概念^[10]:协作的车路系统,由道路、车辆、通

信和处理系统所构成。Smartway 被设想为世界上最为安全的道路系统之一,在设想中这条道路将会包含以下特点:先进的通信设施不断向车辆发送各种交通信息;所有的收费站都不需停车,能以较快的速度通行;道路与车辆高度协调,道路提供必要信息,以使车辆进行自动驾驶。Smartway 能够整合各种交通信息,从而提供安全、便捷、通畅的道路交通运输系统,对环境产生良好的效果。Smartway 实施的基础是目前日本不断发展的 VICS、ETC (Electronic Toll Collection) 系统、AHS (Advanced Cruise-Assist Highway System) 等智能交通系统。Smartway 平台能够实现多种应用,包括信息服务、安全驾驶支持、道路管理、停车设施和灾难预防措施等。

Smartway 是通过信息通信技术将车辆和道路连接在一起的平台,主要由车辆、通信和道路构成。Smartway 的主要功能包括:电子收费、多功能付费、浮动车数据采集服务、道路管理与运营、向驾驶员提供信息(如支持安全驾驶的信息、提示与警告信息、多用途信息、语音信息、交通拥挤与出行时间信息、停车设施信息)、网络连接、公共汽车定位、其他各类应用(如车辆诊断、“免下车”服务、进出控制及轮渡付款等)。

2007 年 5 月日本开始进行 Smartway 的测试工作,2007 年 10 进行了 Smartway 的示范工作。2011 年 1 月,在 SmartWay 的研究成果的基础上,一个新的 ITS 服务“ITS Spot Service”开始在东京都湾岸线 (BayShore Routes) 上实施。到 2011 年 3 月,这项服务已经扩展到了 1 600 个点,主要集中在高速公路上^[11]。

2009 年 9 月美国 AASHTO (American Asso-

ciation of State Highway and Transportation Officials) 发布了“IntelliDriveSM Strategic Plan 2009”, 明确指出了 IntelliDrive 系统的核心是车车 (V2V)、车路 (V2I) 和车辆移动设备之间的高速网络。此后美国交通部主导开始了“Connected Vehicle”的相关研究, 目前研究内容主要有三部分: 1) 技术工作, 如开发一个 Connected Vehicle 的技术框架, 为 Connected Vehicle 的运行环境制定相应的标准, 并且与欧洲、日本等展开合作研究; 2) 基于 Connected Vehicle 技术, 进行安全、可动性和环境等方面的项目示范, 如安全工作主要集中在 V2V 和 V2I 应用中, 2012 年开始了较大范围的示范检验; 3) 政策领域的研究, Connected Vehicle 技术的实施不可避免地具有很多复杂事项, 其中很重要的一项就是安全系统, 如安全证书系统等。2012 年美国对全美范围内 Connected Vehicle 在安全、可动性及环境等方面的应用开始逐步的测试示范工作。

欧洲近年来也通过国家政府或欧盟等资助的项目在 V2V 和 V2I 的技术方面进行了大量的研究示范。2010 年 7 月发布的“ITS Directive”也将连接车辆与交通基础设施的技术研究与示范列为优先领域之一。其中, eCall 项目是一个泛欧的车内紧急呼叫系统, 通过使用全欧统一的紧急号码 112, 在事故情况下可以建立起欧盟范围内的相互协作。

近期比较代表性的车联网系统的发展情况是 2013 年在德国法兰克福完成的现场测试。德国汽车厂商联合 (梅赛德斯-奔驰公司领导, 宝马、奥迪、大众、福特、欧宝等公司参与) 的 Frankfurt-based Safe Intelligent Mobility Testfield

(Sim TD) 进行了世界最大的车车通信现场试验^[12]。该项目通过采用“汽车-物-网络通信系统”, 将汽车与汽车、汽车与基础设施相互联成网络, 及时提醒司机路面障碍、恶劣天气、前车紧急刹车、下一个施工地路况、行驶到下一个路口为绿灯的最佳速度等情况, 同时, 采取匿名方式, 将车辆行驶信息传输给交通控制中心, 不断优化、更新更大范围、更反映实际、更为精确的交通状况, 从而显著提高了交通运输的效率和行驶的安全性。据估计, 2015 年可在路上看到第一批能够“通话”的汽车。

目前的 Vehicle-to-X 主要使用基于 WLAN 标准及 3G(4G) 的无线通信技术实现车辆与车辆及车辆与其他对象之间的“通话”^[13]。2012 年来自“车车通信联盟”(Car to Car Communication Consortium, C2C-CC) 的 12 个汽车制造商签署了一份备忘录, 共同制定了一份用于未来产品的车车及车-基础设施通信的共享标准, 以便未来不同厂商的汽车相互间可以通信, 并与基础设施通信^[14]。目前研究 Vehicle-to-X 的目标是提高安全与便利, 并且使出行更加有效, 同时节约能源与减少环境污染。

近年来, Vehicle-to-X 的汽车信息服务系统在各大汽车厂商的推动下, 一定程度上获得了较大的成功, 比较有代表性的如通用公司的 Onstar 系统, 而大众、宝马等公司亦将于 2014 年推出自己的类似系统。大众公司的 Car-net 服务将主要包括: 自动碰撞报警、道路救援、目的地辅助、偷盗车辆救援、最终停车地点显示、车辆状态远程诊断等^[15]。

2.4 自动驾驶系统

从 20 世纪 70 年代开始,美国、英国、德国等发达国家开始进行无人驾驶汽车的研究,目前在可行性和实用性方面都取得了突破性进展。虽然到现在为止,自动驾驶汽车尚未投入商用,但是众多企业和一些高校(如 Massachusetts Institute of Technology 等)都开始了自动驾驶车辆的示范试验项目,且部分企业宣传将在未来数年内推出无人驾驶汽车,如 Google 自动驾驶汽车已经取得美国首个自动驾驶车辆许可证。

虽然自动驾驶系统尚未走向应用,但汽车辅助驾驶技术在近年来得到了较大的发展。例如,宝马公司的 ConnectedDrive^[16]除了提供汽车信息服务(如为驾驶员提供)以外,还包括了多项辅助驾驶功能,如限速信息、周边视景、尾部摄像头、停车辅助、夜视辅助、车道偏离报警、车道变换报警、碰撞报警等,而类似的功能在其他一些较大汽车厂商的高级车上亦基本实现,如沃尔沃、奔驰等。

目前在量产的车辆上实现的一些比较典型的辅助自动驾驶技术主要包括:

1) 自动泊车系统。该系统通过图像采集装置和车载距离探测装置,通过采集图像数据及周围物体距车身的距离数据,得到汽车的当前位置、目标位置及周围的环境参数,依据上述参数做出自动泊车策略,控制装置则做出角度、方向及动力支援等方面的操控,驾驶者只需控制车速即可。

2) 主动巡航控制系统(Adaptive Cruise Control, ACC)。通过毫米波雷达探测前面障碍物的距离,自动保持车距,并实现主动刹车,如奔驰 S 级车上对该系统有较大范围应用。

3) 车道保持。通过摄像头捕捉道路图像,随后由处理器分析出其中的车道线,当车辆的中心线在规定距离外与车道线重叠时,将修正信号传递给方向盘,方向盘自动修正偏航,提示驾驶员偏离车道。摄像头的识别精度在一些情况下(如夜间、雨天或标线不清晰等)会受到影响。

4) 辅助视觉系统。通过摄像机、雷达、激光等,实现对驾驶员视觉死角的辅助视觉,发现相应的障碍,同时在夜间等视觉条件较差的环境下通过设备检测增强“可视”的视觉范围。

2013 年 9 月,日产(Nissan)公司获得了日本第一个可以实地测试先进辅助驾驶系统的政府执照,可以在日本的公共道路上进行先进辅助驾驶系统的测试。测试的主要功能有六个方面,包括车道自动进入、自适应巡航控制两个已应用的功能(这两个功能在 Nissan 的高级车上已经实现,如 Infinity 豪华车),以及自动驶离高速公路、自动车道变换、超过一辆停着的或慢行的车辆、红灯前自动停车四个新的系统。Nissan 希望能够在 2020 年推出自动驾驶的车辆^[17]。

3 国内城市智能交通系统发展现状与趋势

3.1 城市智能交通管理系统

近十几年来我国各城市的智能交通管理系统建设取得了显著发展,各城市对此投入很大,智能交通系统已经成为解决城市道路拥挤、提高行车安全和运输效率的重要手段。

北京通过在城市交通多源异构数据特征分析与融合技术、分布式异构多系统集成技术、基于 GIS 的预案化指挥调度集成技术方面取得重大突

破, 构建了以“一个中心、三个平台、八大系统”为核心的智能交通管理系统的体系框架(图3)。该系统高度集成了视频监控、单兵定位、122 接处警、GPS 警车定位、信号控制、集群通信等 171 个应用子系统, 强化了智能交通管理的实战能力, 同时建立的现代化交通指挥控制中心具有指挥调度、交通控制、综合监控、信息服务四大功能群^[18]。

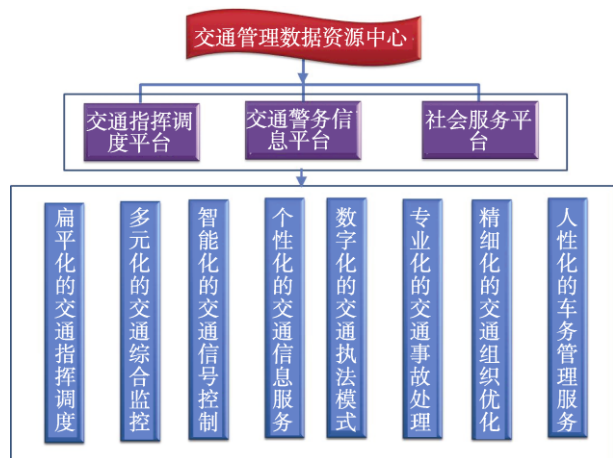


图3 北京智能交通管理系统的体系框架

杭州市交警支队根据自身的特点, 自 1998 年就开始交通事故处理、交通信息采集和交通控制等领域的智能化改造, 其 ITS 的建设成果可以概括为“一个中心、三个系统”, 即交通指挥中心、交通管理信息系统、交通控制系统和交通工程类信息系统。其中, 交通指挥中心的功​​能正趋向完备, 除实现了对部分交叉路口的监控功能外, 还利用浮动车采集的实时交通信息, 实现了对路网交通状况的掌控。交通管理信息系统主要有信息采集系统(通过视频、线圈和浮动车采集)、违章管理系统、事故管理系统、驾驶员管理系统、车辆管理系统、警务监督系统、路面信息采集系统和综合业务系统等。交通控制系统主要有非现场执法管理系统、SCATS (Sydney Coordinated

Adaptive Traffic System)、交通诱导系统、智能卡口查控系统、重点车辆查控系统。交通工程类信息系统主要包括工程项目管理系统等。杭州市依托视频检测设备、OD (Origin to Destination) 行程时间检测设备、出租汽车定位信息系统等建成了“杭州市道路和交通管理应用浮动车技术示范工程”, 能实时显示路网的交通状况^[19]。

截至 2013 年 5 月, 杭州市区范围内交通信号灯控路口 1 420 个。其中, SCATS 控制路口 589 个, 单点控制路口 730 个, 单点远程控制路口 101 个。其中, 已安装“主辅灯(父子灯)”的路口 127 个, 已安装智能倒计时联动系统的路口 120 个; 交通监视系统有 1 012 个路口和路段监视点, 并设有 60 多个分控、64 台电视机的电视墙、3 m×3 m 的 DLP 屏等; 智能卡口系统在市区建成 441 个方向的高清卡口点, 每天正常率 95% 以上, 每天过车量 600 万车次, 最高 800 万车次; 有 235 套新标准的“电子警察”; 已建成用于道路诱导信息发布的 208 个点位; 已在市区建成 275 个点位、412 个路段的流量、流速实时采集系统, 该系统为诱导平台、“错峰限行”、“景区单双号”等各种交通管理措施提供强大、准确的数据支撑。与此同时, 杭州市交警支队还实行了集中调度指挥和交通信息预报制度, 在市区主干路、主要交叉路口实行分级预警和干预机制, 重点解决早晚高峰、节假日重要时段的路面交通问题^[19-20]。

3.2 城市智能公交系统

我国国内多个城市从 20 世纪 90 年代开始了智能公交系统建设方面的实践, 多个城市取得了良好进展。

近年来石家庄的智能化公交建设取得了显著发展,陆续完成了 IC 卡电子收费系统、智能调度系统、办公自动化系统、车场监控系统等基于运营生产和办公管理的信息化系统建设,基本实现了公交车收费电子化、生产调度智能化、办公管理自动化,具体如下:

1) IC 卡电子收费系统。石家庄公交 IC 卡已经累计达到近 200 万的发行量,IC 卡日均使用量达到了 80 万人次;并完成了公交卡类型升级,逐步形成了完善的 IC 卡电子票证结构,实现了 IC 卡票款收入的自动清算划拨。

2) 办公自动化系统建设。2006 年石家庄公交的办公自动化系统开始启用,同时建成了 OA 自动化办公平台,实现了公司内部事务性工作的计算机辅助管理,如通知、发文、审批、报表、信息发布等无纸化办公,提高了办公效率,方便了内部管理。

3) 智能调度系统(图 4)。3 200 多辆营运车辆实现了 GPS 卫星定位,自动排班发车,通过 5 个调度中心、34 个调度平台实现线路的集中智能调度。市公交总公司智能调度指挥中心可以实时监控各线路车辆的运行情况,同时在中山路、裕华路等的 60 多组电子站牌可同步显示公交车量的到站信息。公交车上安装监控调度一体机 2 300 部,通过 3G 网络实时传输。在调度指挥中心不仅可以监控车辆运行状态,调度车辆,还可以通过车厢监控实时看到车厢内的视频影像。

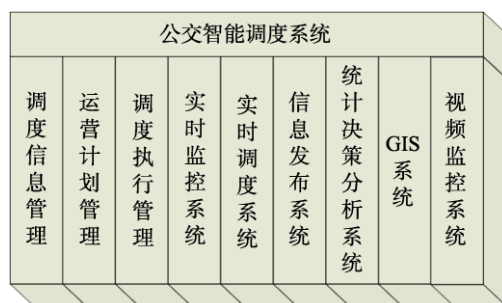


图 4 石家庄公交智能调度系统的功能模块

4) 场站视频监控系统。在 9 大公交停车场、54 个始发站、10 个加油加气站、63 个收银点、10 个充值点统一布设监控点位 480 多个,在智能调度指挥中心,可以通过网络实时调取各场站的视频图像,形成了统一的网络监控平台。

5) 服务热线和便民查询系统。建立了服务热线系统, 服务热线设 15 个坐席, 日均话务量 1 200 多个。同时乘客还可以通过公交网站和手机 APP 查询公交信息。[21]

哈尔滨市出租汽车服务管理信息系统(图 5)于 2010 年初启动建设, 已经完成了监控指挥平台一期工程 and 近 9 000 套出租汽车车载系

统安装工作。出租汽车服务管理信息具有监控指挥、信息发布、企业在线、综合运营分析、电召服务、服务质量监督考评、动态监管稽查等七大功能。出租车车载系统即 GPS 系统, 具有车辆定位、轨迹回放、车内监听、图像上传、反劫报警等功能。[22]

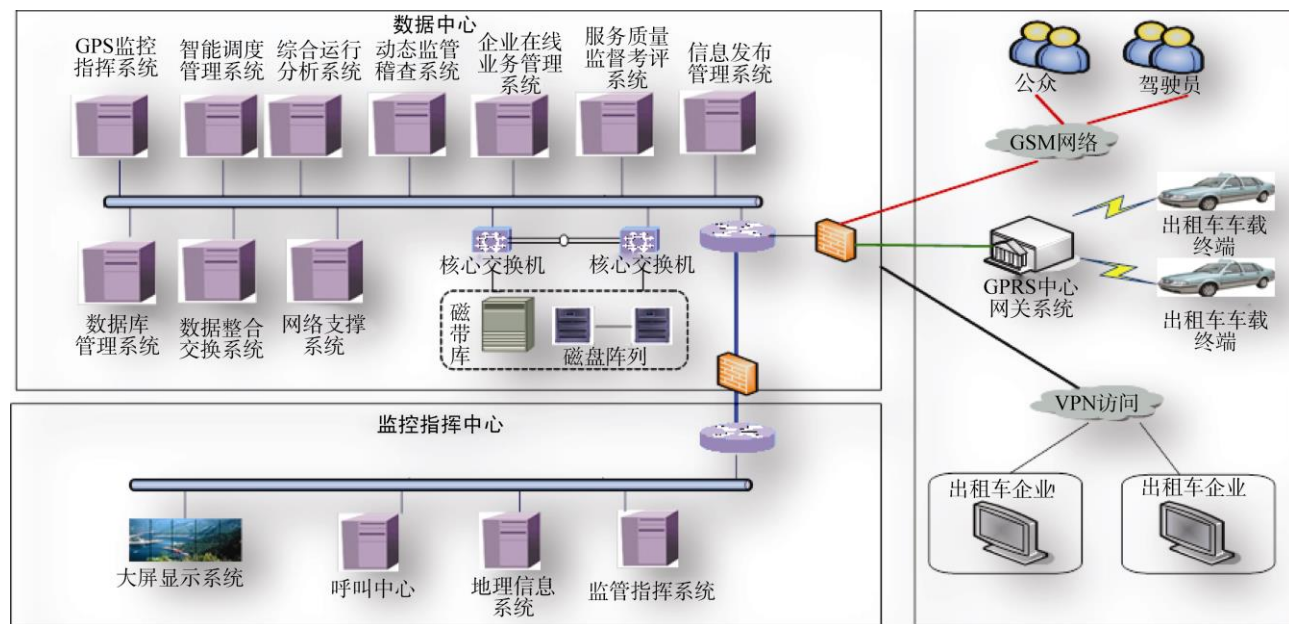


图 5 哈尔滨出租汽车服务管理信息系统框架

太原市智能公交系统的总体建设目标是建立以公交智能调度营运生产子系统为主的太原智能公交系统综合体系, 整合提升现有的物资管理、IC 卡电子收费、财务电算化等信息系统, 新增车辆定位调度、车辆维修保养、场站管理、OA 办公、人力资源管理、企业决策分析等功能, 打造一个综合性、多功能的信息化核心平台, 实现对全市公交运营车辆的集中监控、集中管理与调度、集中运营协调, 以科学的手段, 统筹全市公交运行网络的规划与设计, 达到最佳公交服务水平。首期建设内容主要包括 2 个总中心(数据中心、指

挥监控调度中心)、6 个分调度管理实施中心, 并可根据公交业务未来发展拓展至 36 个路队调度点和 2 655 辆公交车 3G 终端(发车屏 36 块、电子站牌 112 块)。[23]

2012 年上海、宁波、绍兴、湖州、台州、常熟、兰州、白银 8 个城市已实现公交“一卡通”的互联互通, 市民持“一卡通”可在 8 个城市内随意乘坐公交车。同时, 上海“一卡通”开通了乘坐轮渡、地铁的功能。宁波市民还可刷“一卡通”租赁自行车。预计到“十二五”期末, 全国城市“一卡通”互联互通的应用城市将达到 60 个。[24]

3.3 交通信息服务系统

交通信息服务系统在我国发展迅速,各城市不同程度地建立了交通信息服务系统。

北京市研究开发的道路交通流预测预报系统是全方位提供交通信息服务的基础子系统。该子系统以 GIS 电子地图的形式向用户提供五环路内所有主要道路的当前时刻及未来 5 分钟、15 分钟、30 分钟、1 小时、2 小时时刻的路况信息,包含路段上的交通流量、平均速度、占有率及饱和度等数据。除此之外,该系统还有拥挤评价、旅行时间服务、路况异常状态的动态分析和预警等功能,能够通过可变信息板、指挥中心大屏、交通广播台、网络信息服务、车载终端等途径对外发布信息。

南京市交通信息服务系统包括南京智能交通诱导服务中心平台系统、江苏省交巡警高速公路指路服务系统、南京智能交通广播服务系统、南京智能交通诱导服务系统网站、南京市停车诱导服务系统等 5 个子系统,汇聚整合各类交通信息资源,并通过合理可靠的服务软件系统构建智能交通信息服务平台。目前,南京智能交通信息服务中心已接入 11 万余个信息采集点、7 000 多辆出租车车载智能终端、8 个隧道口和 170 个主要路口的视频监控系统,路况动态信息准确率达 85% 以上。该系统可为公众提供实时路况查询、动态路径诱导、公交查询、停车场车位查询和预订、交警服务信息免费告知、高速公路信息查询等服务。^[18]

3.4 智能勤务模式

各城市交管部门一直在探索优秀的勤务模式,以最少的警力、最小的行政成本,获得最好

的交通管理效果和最大的社会效益。其中,杭州率先做出了表率,对现代城市交通管理相适应的交通勤务管理模式进行了有益的探索。

杭州通过改变交警的传统路面巡逻执勤的模式,通过交警支队视频作战室、交警大队分指挥室和交警中队数字勤务室三级指挥系统的网络巡逻执勤模式,结合路边重点巡逻,实施“上下联动”机制,实现“桌面就是路面”,使科技应用直达基层民警,提升了交通管控效能,扩大了路面管理的覆盖面,加大了路面管理的密度和力度,提高了应对交通拥堵、交通事故等交通突发事件的快速反应能力,减少了道路交通事故和交通违法行为,提高了道路通行能力,缓解了交通拥堵,确保了城市道路交通安全、畅通、有序。^[25-26]

3.5 交通安全系统

在 ITS 的体系框架中,智能交通安全系统隐含在其各个模块当中。

《国家道路交通安全科技行动计划》重点包括交通安全基础信息的集成、共享及应用,公路网交通安全监控,安全评估与应急指挥等。2008 年 2 月 18 日,科技部、公安部、交通运输部联合签署了《国家道路交通安全科技行动计划》,按照“需求引导、自主创新、综合集成、重点突破、示范带动”的原则,围绕“人、车、路、环境”等要素,开展道路交通安全领域的关键技术研发,组织实施示范工程,为道路交通安全提供技术保障。“十一五”期间,为配合该计划的实施,中国政府启动了国家科技支撑计划“重特大道路交通事故综合预防与处置集成技术开发与示范应用”重大项目,划拨国家科技计划和配套经费 8.36 亿元^[27]。

公安部重点研究了“全民交通行为安全性提升综合技术及示范”、“区域公路网交通安全态势监测、评估及应急指挥”、“道路交通安全执法技术及其大范围应用”三大课题,在课题研究和应用示范上均取得了良好效果^[28]。

交通运输部组织开展了“山区公路网安全保障技术体系研究与示范工程”、“国家高速公路安全和服务技术开发与工程应用示范”和“营运车辆与客运安全保障技术开发及大范围集成应用”等研究工作。

“十一五”国家科技支撑计划中开展了“重特大道路交通事故综合预防与处置集成技术开发与示范应用”等有关智能交通安全的研究^[28]。

3.6 城市智能交通新技术的应用探索

智能交通系统是一个涉及面广、综合各种高新技术的领域。随着现代交通技术与电子、通信、计算机等技术的发展,如 RFID (radio frequency identification) 和微信的广泛应用、大数据分析 with 云计算技术的出现等,为智能交通系统的快速发展提供了强有力的支撑。

厦门发挥 RFID 技术的实时交通信息采集优势,探索了一系列基于 RFID 采集数据的交通应用,验证了 RFID 技术在智能交通领域具有广泛的应用前景和极高的推广价值。2005 年开始,厦门在全市推行不停车收费系统,政府免费为全市车辆安装了 RFID 电子标签,用于各桥隧(堤)的不停车收费管理,系统运行多年来稳定可靠。目前厦门 60.77 万辆的本地籍汽车中有 58.7 万辆已经安装了 RFID 电子标签,安装率达 96.6%;还有 2.8 万辆经常在厦门市行驶的外地籍车辆也

自愿安装了 RFID 电子标签^[29]。

2012 年,厦门提出建设一个汇集全市所有交通信息(包括港口、航空、铁路、公路、轨道和城市道路等)、实现各部门互联互通、达到各系统协调联动、能够进行统一指挥控制的综合智能交通系统,并开工建设试验性工程。2013 年 1 月 1 日,试验工程项目“厦门市智能交通控制中心”(Intelligent Transport Control Center, ITCC)投入试运行。目前厦门 ITCC 集成控制平台已初步形成了基于 RFID 射频采集的多元数据融合为基础的智能交通管理、控制与服务系统,有效地缓解了城市交通拥堵,提升了城市交通服务品质,提高了城市交通管理效益^[29]。

厦门应用新媒体拓宽交通信息服务渠道。厦门交警微信公众平台作为 ITCC 的一项重要组成部分,于 2013 年 1 月 1 日和 ITCC 同时启动。其目的就是借助智能交通优势,发挥微信公众平台的最大社会效能。陆续在全国首次推出了“微信查交通违法”服务、“微信自助移车”功能、“微信交通事故处理”功能等,已拥有超过 20 万订阅用户,在全国交通管理系统乃至公安系统,甚至在政务系统内,都是用户数最多、最具创新的应用^[30]。

大数据、云计算等技术为智能交通发展提供了强大的工具。厦门、西安等在智能交通规划设计中利用了大数据分析、云计算的概念与理念。天津等城市拟建设智能交通云计算中心。但同时大数据分析和云计算技术在智能交通应用领域同样面临着巨大挑战,包括数据安全性、数据处理硬件设施规范性、数据不完备性、模型有效性等领域,这些都是我们未来继续需要探讨和解决的

问题^[31]。

4 城市智能交通系统发展的若干关键问题

城市智能交通系统是智慧城市建设的组成部分,是综合解决城市交通问题的重要对策之一,将同解决城市交通问题的系统对策一起,为实现绿色交通系统、建设安全顺畅且环保节能的交通系统做出贡献。基于国际经验和国内的实践总结,本文提出智能交通系统发展的若干关键问题如下:

1) 建设智能交通系统时,交通基础设施和交通工程设施要先行。

优化、完善交通基础设施和交通工程设施是智能交通系统发挥作用的前提条件。智能交通系统的作用是提高现有设施的使用效率。没有完善的交通基础设施,则无法实现智能交通系统的建设目标。同时,智能交通系统充分发挥作用的基本环境条件是交通参与者的交通行为规范,而科学的交通组织和完善的交通工程设施是规范人的交通行为、明确交通路权的基础性设施。很多智能交通系统项目只关注智能系统本身,不同时进行交通工程的系统设计、改造和同步实施,则智能交通系统无法充分发挥作用。

2) 按照城市发展战略和交通规划调整交通供求关系是智能交通系统的根本使命。

智能交通系统是实现城市发展战略和交通规划的技术手段之一,因此智能交通系统的发展目标和系统功能的确定必须充分理解和考虑城市发展战略和城市综合交通规划。在交通规划指导下,智能交通系统要服务于紧凑型城市建设和混合土

地使用等交通需求特性调整、绿色交通优先等交通结构优化,以及大范围的优化交通组织管理,并要有助于规范交通参与者的交通行为。

3) 保证智能交通系统健康发展的其他关键问题。

(1) 高度重视系统的顶层设计。

目前国内智能交通系统建设存在着重硬件、轻软件,重建设、轻规划,重形式、轻实效的严重倾向,将会直接导致投资浪费和决策失误。有的城市投资几亿建设系统,却舍不得拿出几百万元的规划设计费;有的城市直接委托建设承包单位粗糙设计,而不经充分论证,这些均会导致投资效率的降低,甚至无法达到系统建设的目的。

智能交通系统顶层设计对系统资源共享、系统整体能力发挥、系统功能要求的可持续性,以及系统采用产品性价比的控制等,均是最关键的环节,将对实现“1+1>2”效应起到关键作用。因此,制定智能交通系统的顶层设计对构筑统一高效、功能强大、先进实用的智能交通系统,服务智慧城市建设显得尤为重要。

(2) 充分实现资源共享。

智能交通领域涉及的主要部门包括:交通、公安、城管、国土等多个职能部门和各交通运输企业,各部门负责各自领域内的智能交通应用系统建设。但是,因为缺乏充分沟通的智能交通规划设计,条块分割现象严重,交通资源分散,信息孤岛现象严重。

解决上述问题的途径就是在规划设计环节进行充分的分析论证,可以共享的信息要充分共享。当然,不同子系统有不同的信息采集目的和采集内容要求,有时无法兼顾众多目的。这种情况下,

也不能追求形式上的共享, 而弱化系统功能。

智能交通系统是一个复杂的系统工程。因此, 在管理机制上, 应建立多部门、行业协调机制; 从技术的层面上, 应建立一个集成多部门、多业务、跨平台的开放的信息系统。

(3) 不但应重视智能交通系统的硬件建设, 更应注重软件的开发与功能提升。

就交通管理系统自身而言, 硬件系统只是实现系统功能的条件, 软件系统则是实现系统功能的保证。任何系统在没有充分的信息采集和分析、没有系统软件的指挥下的功能实现, 只是毫无智能, 甚至毫无用处的摆设而已。因此, 智能交通系统的规划设计及系统的软件开发应该作为一个独立阶段得到高度重视、认真落实、充分投入, 这样才能真正实现智能系统建设的初衷。从信息采集与应用的角度, 我们应高度重视 3S 技术、通信技术及数据融合与挖掘技术的应用, 重视软件系统的设计与开发。

(4) 建立并实施智能交通系统项目的验收程序, 建立系统后评价制度。

目前智能交通系统项目的验收方式没有真正关于系统功能、系统运行效果的实际检测的、细致的验收评价, 有时只是形式上的验收, 缺乏系统后评价标准和要求。建议根据目前情况, 建立完善的智能交通系统建设项目的验收制度与验收程序, 由独立第三方进行项目的验收审核。

(5) 加强智能交通复合型人才培养。

智能交通技术是交通技术和信息技术结合的产物, 智能交通需要的人才既要懂交通技术也要懂信息技术, 因此需建立行之有效的培养机制, 提供复合型人才成长的环境条件。否则, 既无法

有效使用系统, 更无法扩展系统功能, 导致无法实现系统建设的预期目标。

(6) 加强相关标准与规范的制定。

智能交通系统是一个庞大的系统, 系统的规划设计需要统一标准和技术规范。避免城市智能交通系统由于缺少规范、标准, 而缺乏衔接与配合, 水平参差不齐, 不能发挥作用。因此, 应尽快完善与制定相关规范与详细技术标准, 出台相关政策, 如智能交通系统规划技术规范或技术指南、系统设计规范或指南、行业发展政策等。

(7) 突破关键技术, 开发自主知识产权的产品。

目前国内城市交通信号控制系统的主流产品是国外产品, 缺少紧密结合我国混合交通流特点的具有自主知识产权的国产技术和产品。为提供适合我国交通特点的新一代智能交通控制技术和产品, 亟需加大我国自己的信号控制系统等智能交通相关系统的研发力度与应用支持。

(8) 加强产学研结合。

产学研结合对于智能交通系统从技术水平到实际应用程度都有至关重要的意义。“十一五”期间, 我国智能交通没有形成相应的产业, 国家资助的智能交通领域的相关项目形成产业化并实际应用的不多, 目前没有形成智能交通系统相关的产业链。因此加强产学研结合也是不断提高我国智能交通系统水平的一个重要举措。

参考文献

- [1] *UTMS society of Japan*. About UTMS: Universal Traffic Management Systems [EB/OL]. [2013-08-10]. <http://www.utms.or.jp/english/system/index.html>.
- [2] *Senate Department for Urban Development and the Environment*. Traffic Control Centre (VKRZ) [EB/OL]. [2013-08-10]. http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/lenkung/vkrz/index_en.shtml.

- [3] *VerkehrsManagementZentrale Berlin*. Verkehrsinformation-zentrale Berlin [EB/OL]. [2013-08-10]. <http://www.vnzberlin.de/en/web/guest/home>.
- [4] *I-95 Corridor Coalition Beyond Boundaries*. Working Together to Accelerate Improvements in Long-Distance Passenger Travel and Freight Movement [EB/OL]. [2013-08-10]. <http://www.i95coalition.org/i95/Default.aspx>.
- [5] *Greater Houston Transportation and Emergency Management Center*. About Houston TranStar [EB/OL]. [2013-08-13]. http://www.houstontranstar.org/about_transtar/.
- [6] *Vehicle Information and Communication System*. How VICS Works [EB/OL]. [2013-08-10]. <http://www.vics.or.jp/english/vics/index.html>.
- [7] INRIX. RDS-TMC [EB/OL]. [2013-08-11]. <http://www.rds-tmc.co.uk>.
- [8] *U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration*. 511: America's Traveler Information Telephone Number [EB/OL]. (2013-02-19)[2013-08-11]. <http://www.fhwa.dot.gov/trafficinfo/511.htm>.
- [9] *Toyota. Entune* [EB/OL]. [2013-08-13]. <http://www.toyota.com/entune/>.
- [10] FOT-NET. Smartway [EB/OL]. (2011-07-27)[2013-08-13]. <http://wiki.fot-net.eu/index.php?title=Smartway>.
- [11] World Road Association, International Federation of Automotive Engineering Societies. *The Connected Vehicle*[R/OL]. (2012) [2013-08-13]. <http://www.ssti.us/wp/wp-content/uploads/2012/08/connected-vehicles-report.pdf>.
- [12] d'Arcy A. *Germanys Car-to-x Communication System Readies for Launch*[EB/OL]. (2013-06-25)[2013-08-13]. <http://www.bbc.co.uk/news/technology-23027763>.
- [13] Telematics News. *Mercedes-Benz Plans 2013 Launch of Car-to-X Technology* [EB/OL]. (2013-06-18)[2013-08-12]. http://telematicsnews.info/2013/06/18/next-step-on-the-road-to-accident-free-driving-next-generation-intelligent-networking-mercedes-benz-brings-car-to-x-technology-to-the-roads_j4171/.
- [14] Telematics News. *Continental Claims V2X Standards Ready for Deployment by 2015* [EB/OL]. (2012-01-09) [2013-08-12]. http://telematicsnews.info/2012/11/09/taking-cars-will-become-standard-by-2015_n3093/.
- [15] Telematics News. *US: Volkswagen Launches VW Car-Net Telematics Service* [EB/OL]. (2013-07-31)[2013-08-12]. http://telematicsnews.info/2013/07/31/us-volkswagen-launches-new-vw-car-net-telematics-service_jy4313/.
- [16] *BMW. BMW ConnectedDrive* [EB/OL]. [2013-08-12]. http://www.bmw.com/com/en/insights/technology/technology_guide/articles/connecteddrive.html.
- [17] lavric D. *Nissan's Robot Car Passes Its License Test* [EB/OL]. (2013-09-26)[2013-09-30]. <http://www.wired.com/autopia/2013/09/nissan-autonomous-license/>.
- [18] 百度文库. 我国城市智能交通的应用简介[EB/OL]. (2012-05-06)[2013-08-12]. <http://wenku.baidu.com/view/d729ff0b4a7302768e9939e1.html>.
- [19] 陈茜, 袁红妹. 全国智能交通系统示范城市建设示例[J]. 城市交通, 2008, 6(1): 33.
- [20] 金向东. 杭州市智能交通系统简介: 杭州公安交警支队会议纪要[C]. 杭州: 杭州公安交警支队, 2013: 1-3.
- [21] 石家庄公交总公司. 石家庄市公共交通总公司关于信息化工作的报告[C]. 石家庄: 石家庄公共交通总公司, 2012: 1-3.
- [22] 人民网. 全国城市出租汽车服务管理信息系统试点工程启动会在哈尔滨举行[EB/OL]. (2011-07-05)[2013-08-12]. <http://society.people.com.cn/GB/41158/15081199.html>.
- [23] 太原公共交通控股(集团)有限公司. 太原公交智能管理系统项目可行性研究报告[R]. 太原: 太原公共交通控股(集团)有限公司, 2012: 4.
- [24] 人民网. 上海天津等 30 余城市年内实现公交卡通刷[EB/OL]. (2013-01-07)[2013-08-12]. <http://society.people.com.cn/n/2013/0107/c1008-20110988.html>.
- [25] 中国网. 杭州 17 小时查处交通违法 8031 起: 网上监控, 网下处理[EB/OL]. (2013-03-23)[2013-08-12]. http://news.china.com.cn/live/2013-03/23/content_19205858.htm.
- [26] 智能交通网. 城市交通管理勤务模式的探索[EB/OL]. (2008-02-21)[2013-08-12]. <http://www.21its.com/Common/DocumentDetail.aspx?ID=2008022115525536459>.
- [27] 人民网. 2010 年中国智能交通(道路交通安全)论坛举行[EB/OL]. (2010-09-10)[2013-08-12]. <http://auto.people.com.cn/GB/other10088/10089/12691777.html>.
- [28] 科技部, 公安部, 交通运输部. 国家科技行动计划项目建议书[R]. 2008: 10.
- [29] 林祥兴. RFID 技术在城市交通管理中的应用和探索[J]. 厦门交警内部刊物, 2012, 5(2): 20.
- [30] 林祥兴. 应用新媒体拓宽交通信息服务渠道[J]. 厦门交警内部刊物, 2013, 6(1): 24.
- [31] 中国交通技术网. 大数据分析: 智能交通发展的引擎[EB/OL]. (2013-06-09)[2013-08-12]. http://www.tranbbs.com/application/platform/application_117190_3.shtml.

Developing Trend of ITS and Strategy Suggestions

Lu Huapu, Li Ruimin

(Institute of Transportation Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Based on the analysis of the role of urban intelligent transportation system, the status of ITS development around the world is introduced. Then, developments in several advanced cities of our country are analyzed, including the systems of intelligent traffic management, intelligent public transportation, and traffic information service, whereas application of latest intelligent transport technologies are also presented. Finally, some key points and suggestions to promote the development of ITS are submitted. The core viewpoints of the paper are as following. First of all, perfect traditional traffic engineering facilities, optimal operation scheme and dynamic data collection are the basic for success. Although the advanced system is successfully built, it will not work well without integration of traffic mark, guard rail, good behavior and enough information support. Meanwhile, high level strategy planning and design also constitute good guarantee for success; thirdly, capacity building is another necessary condition for sound operation of the system.

Key words: intelligent transport system; intelligent public transport; UTMS; intelligent public transport; transport infrastructure; function framework design of ITS; software and hardware design