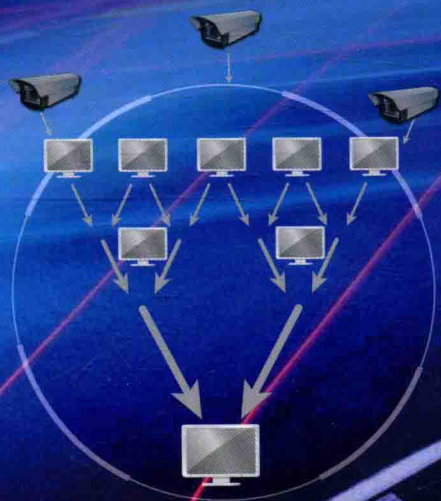




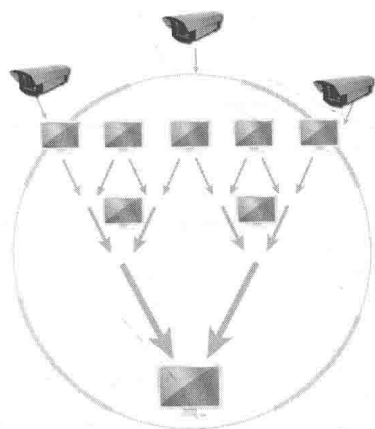
高速公路智能交通信息平台 顶层设计与关键技术

于德新 张伟 林赐云 王树兴 编著

GAOSU GONGLU ZHINENG JIAOTONG XINXI PINGTAI
DINGCENG SHEJI YU GUANJIAN JISHU



化学工业出版社



高速公路智能交通信息平台 顶层设计与关键技术

于德新 张伟 林赐云 王树兴 编著

GAOSU GONGLU ZHINENG JIAOTONG XINXI PINGTAI
DINGCENG SHEJI YU GUANJIAN JISHU



化学工业出版社

· 北京 ·

高速公路智能信息化建设是加速交通运输行业转型和升级的重要支撑点，也是国家交通运输部的发展战略重点。本书最大的特色是顺应国家需求进行详细的专题介绍，其中涵盖的主要内容有高速公路智能交通信息平台顶层设计、高速公路智能交通信息平台体系架构研究、高速公路交通信息多源多维感知与分析、高速公路道路交通运行状态动态监测与时空联合预测、基于多媒体与自媒体的高速公路交通信息服务技术以及高速公路智能交通信息平台开发与应用实践。

本书可作为高等院校交通运输类本科生和交通信息工程及控制、交通运输规划与管理的硕士生、博士生及培训班教材，也可供从事智能运输系统、高速公路管理等领域工作的科研人员和技术人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

高速公路智能交通信息平台顶层设计与关键技术/于德新等编著. —北京：化学工业出版社，2016.8

ISBN 978-7-122-27401-4

I. ①高… II. ①于… III. ①高速公路-交通信息系
统-研究 IV. ①U495

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 141439 号

责任编辑：辛 田
责任校对：程晓彤

文字编辑：冯国庆
装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 装：三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 415 千字 2016 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：68.00 元

版权所有 违者必究

前言



交通运输信息化建设是发展现代交通运输业的重要支撑，是提高交通运输服务水平的有效途径，也是增强交通运输管理与应急处置能力的重要保障。某种程度上，交通运输信息化正在引领交通运输现代化。为全面提高公路交通运输智能化和现代化水平，交通运输部《公路水路交通运输信息化“十二五”发展规划》提出要“建立更加全面、高效的交通运输运行监测网络，进一步提升交通运输信息资源的深度开发与综合利用水平，交通运输系统全网联动、协同应用程度进一步提高，在保障畅通运行方面取得显著实效，在提升运行效率、服务公众出行方面取得明显突破，在规范市场秩序、强化安全应急、服务决策支持方面全面提升，在推进综合运输体系建设、发展现代物流、实现低碳绿色交通方面取得重大进展，为现代交通运输业发展提供坚强支撑与保障”。围绕这一目标，全国各高速公路管理、运营部门通过强化创新能力，加大科技投入，已初步形成了信息化管理的架构，智能交通信息技术在全国交通运输行业得到了广泛应用，为“十三五”期间发展“智慧高速”奠定了坚实的基础。

高速公路智能化信息平台开发是一个系统工程，需要做周密、完善、科学的顶层设计、需求分析、建设规划和技术储备，这些都必须科学、严格、合理的设计规范、标准和技术手段指导下才能完成，盲目的高速公路信息化建设和开发只能造成资源的巨大浪费和系统的重复建设，给企业带来巨大的损失，给出行者的出行带来不便。本书针对我国高速公路部门在信息化系统建设过程中存在分系统建设缺乏整体意识，没有考虑分系统建的连接、融合及未来扩展，各系统之间各自为政，信息不能共享程度低等问题，介绍了高速公路智能交通信息平台的顶层设计、体系架构、关键技术以及开发与应用。主要内容如下。

① 高速公路智能交通信息平台的产业背景、政策背景、应用现状、关键技术发展现状及发展趋势。

② 高速公路智能交通信息平台建设的需求分析、设计总则、架构设计和支撑技术。

③ 高速公路智能交通信息平台的多元多维交通信息感知与分析技术，主要包括基于用户众包的、基于视频数据的、基于感应线圈的高速公路交通信息感知技术，以及多元异构数据的质量评价与控制、融合与挖掘等。

④ 高速公路智能交通信息平台的数据存储与快速提取、交通信息时空一体化数据建模与动态集成、高速公路时间监测与时空影响范围评估、交通运行状态动态监测与时空联合预

测等。

⑤ 高速公路智能交通信息平台的信息服务技术，具体包括基于移动终端、基于路侧、基于中心应用的高速公路交通信息服务技术和方法。

⑥ 高速公路智能交通信息平台的多源多维交通信息感知子系统、交通运行状态动态监测子系统、交通信息服务子系统的功能需求与开发应用实践。

本书可供交通运输工程类研发人员、生产技术人员使用，也可作为交通信息工程与控制、交通规划与管理、交通设备与控制工程等相关专业师生的教材。

本书总结了山东省省管企业科技创新项目“基于物联网的高速公路智能交通信息平台建设”所取得的若干研究成果，以及山东高速集团有限公司、吉林大学、山东高速信息工程有限公司在高速公路信息化建设和智能交通技术研究、应用领域取得的最新进展。本书由于德新、张伟、林赐云、王树兴编著，马骏、刘甲荣主审。项目组全体成员，特别是王树兴、马晓刚、舒疆红、周户星、龚勃文、杨庆芳、王薇、郑黎黎、郭亚娟、田秀娟、杨克、许德明、李斌等人付出了辛勤的汗水。项目的开展得到了山东高速集团有限公司的大力支持，在此一并表示衷心感谢！

高速公路智能交通技术方兴未艾，新技术、新趋势、新模式仍在不断涌现，本书所述的技术、方法还有待进一步完善和实践检验，加之笔者水平有限，难免有疏漏之处，敬请读者批评指正。

编著者



目录

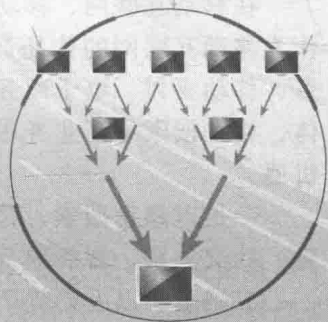
第1章 绪论	1
1.1 高速公路智能交通信息平台建设产业背景	1
1.2 高速公路智能交通信息平台建设政策背景	2
1.3 高速公路智能交通信息平台现状分析	3
1.3.1 国内外应用现状及趋势	3
1.3.2 国内外相关核心技术研究现状及趋势	7
1.4 高速公路智能交通信息平台趋势解析	13
第2章 高速公路智能交通信息平台体系架构	15
2.1 高速公路智能交通信息平台建设需求分析	15
2.1.1 信息平台顶层设计需求分析	15
2.1.2 用户主体	15
2.1.3 服务主体	16
2.1.4 信息需求	17
2.1.5 功能需求	17
2.2 高速公路智能交通信息平台设计总则	19
2.2.1 总体目标	19
2.2.2 设计原则	19
2.2.3 设计依据	20
2.3 高速公路智能交通信息平台架构设计	21
2.3.1 逻辑框架	21
2.3.2 物理框架	22
2.4 高速公路智能交通信息平台支撑技术	24
2.4.1 信息感知	24
2.4.2 高效通信	25
2.4.3 数据支撑	26
2.4.4 共享服务	28
2.4.5 指挥决策	29
2.4.6 平台主要特性	31
2.5 高速公路智能交通信息平台功能与特色	32
2.5.1 平台子系统功能详细设计	32
2.5.2 各子系统之间的关系	39
2.5.3 平台特色功能	40
第3章 高速公路交通信息多源多维感知与分析技术	41
3.1 基于用户众包的高速公路交通信息感知技术	41
3.1.1 研究框架	41
3.1.2 用户众包的概念及优势分析	41

3.1.3	用户众包平台构架	44
3.1.4	基于用户众包的路况信息感知技术	47
3.1.5	基于北斗/GPS 用户众包的区间交通参数感知技术	50
3.2	基于视频检测的高速公路交通信息感知技术	62
3.2.1	研究框架	62
3.2.2	视频检测的优势分析	62
3.2.3	基于视频的移动目标检测技术	63
3.2.4	基于 Camshift 算法的车辆跟踪方法	68
3.3	基于感应线圈的高速公路交通信息感知技术	71
3.3.1	研究框架	71
3.3.2	感应线圈的基本原理	72
3.3.3	感应线圈检测器的布设方法	73
3.3.4	感应线圈数据检测算法	76
3.4	高速公路多源异构数据质量评价与控制方法	78
3.4.1	研究框架	78
3.4.2	基于数据质量维度的多源交通数据的评价	78
3.4.3	多源动态交通数据的评价和控制方法	81
3.4.4	时空域下高速公路交通信息质量评控方案	85
3.5	高速公路多源异构数据快速融合与挖掘分析	88
3.5.1	研究框架	88
3.5.2	固定采集与移动采集的交通信息快速融合方法	89
3.5.3	历史数据与实时数据的快速融合方法	92
第4章	高速公路道路交通运行状态动态监测与时空联合预测	95
4.1	面向应用服务的高速公路海量数据存储与快速提取方法	95
4.1.1	研究框架	95
4.1.2	高速公路路网特征分析	96
4.1.3	高速公路海量交通数据特征分析	96
4.1.4	云计算的关键技术研究	97
4.2	高速公路动静态交通信息时空一体化数据建模与动态集成	103
4.2.1	研究框架	103
4.2.2	交通网络时空数据建模方法研究	104
4.2.3	面向应用服务的高速公路数据集成技术研究	123
4.3	高速公路交通事件多级监测与时空影响范围评估	126
4.3.1	研究框架	126
4.3.2	高速公路交通事件多级检测方法研究	127
4.3.3	高速公路交通事件时空影响范围评估方法研究	134
4.4	高速公路交通运行状态时空域多时间尺度联合预测	149
4.4.1	研究框架	149
4.4.2	高速公路运行状态预测尺度确定原则与方法	150
4.4.3	高速公路运行态势短期预测方法研究	153
4.4.4	交通流参数中长期预测方法研究	160
4.4.5	交通流运行态势预测模块应用	162
第5章	基于多媒体与自媒体的高速公路交通信息服务技术	171
5.1	基于移动终端的高速公路交通信息服务与出行引导	171

5.1.1	研究框架	171
5.1.2	研究内容	172
5.2	基于路侧终端的高速公路交通信息服务与出行引导	179
5.2.1	研究框架	179
5.2.2	高速公路 VMS 选址目标	179
5.2.3	高速公路 VMS 选址原则	180
5.2.4	高速公路 VMS 选址需求分析	180
5.2.5	基于 VMS 影响指数的数学优化选址模型	180
5.2.6	实例验证分析	182
5.2.7	交通信息对驾驶员路径选择影响分析	183
5.3	基于中心应用的高速公路交通信息服务与组织调度	188
5.3.1	研究框架	188
5.3.2	面向中心应用的预警信息服务技术	188
5.3.3	面向中心运用的指挥调度优化技术	203
第 6 章	高速公路智能交通信息平台开发与实践	214
6.1	高速公路交通信息多源多维交通信息感知系统功能需求	214
6.2	高速公路道路交通运行状态动态监测系统功能需求	215
6.3	基于多媒体与自媒体的高速公路交通信息服务系统功能需求	216
6.3.1	位置服务功能	216
6.3.2	智能导航功能	217
6.3.3	动态预警功能	217
6.3.4	出行管家功能	218
6.4	高速公路智能交通信息平台应用实践	219
6.4.1	山东高速智能交通信息平台研发方案	219
6.4.2	系统软件界面设计	221
6.4.3	系统软件功能详细设计	226

第1章

绪论



1.1 高速公路智能交通信息平台建设产业背景

随着现代交通科技的快速发展,智能交通信息技术在全国交通运输行业得到了广泛应用,并不断渗透到高速公路联网收费、通信、监控、协同办公、应急指挥等领域。经过“十一五”期间的不懈努力,我国高速公路行业通过强化创新能力,加大科技投入,已初步形成了信息化管理的构建,为发展现代交通行业奠定了坚实基础。

社会汽车保有量的不断增加以及居民消费升级,极大地推动了公路建设产业的持续发展。2013年年末全国公路总里程达到435.62万千米;2014年年末全国公路总里程达到446.39万千米,比2013年年末增加10.77万千米,公路密度为46.50km/100km²,提高1.12km/100km²。同时,高速公路的建设也逐年增长,2014年全国有96条高速公路动工,建设总里程达到8150.76千米。到2014年年末,全国高速公路总里程达到11.19万千米,其中国家级高速公路7.31万千米比2013年年末增加0.23万千米。截止到2015年底,我国的高速公路通车里程达到12.53万千米,高居世界第一。据相关预测报告,到2030年,我国的国家级高速公路网总规模约11.8万千米,并且规划了1.8万千米的远期展望线。当前和今后一段时间新建高速公路规模和存量高速公路规模将持续扩大,这为我国高速公路信息化产业发展提供了极其广阔的发展空间。

从行业信息化发展的趋势看,全国大部分省份高速公路交通信息化建设都以整合规划为指导,以发达省份交通信息化示范工程和试点工程为参照,围绕交通运输部“十二五”规划对信息化建设提出的“建设全国一体化的交通感知网络,行业运行信息监测采集能力取得突破性进展;深化交通信息资源整合,形成部、省、市三级交通数据中心体系;提升信息资源开发利用水平,基本形成面向政府、行业和社会公众较完善的信息服务体系;创新信息化管理体制,完善交通信息化发展保障体系”四方面总体目标,积极开展交通信息化建设。全国交通运输工作会议也特别强调了智能交通建设和交通信息化建设。

交通运输涉及多个社会主体,除行业主管单位及道路管理方之外,还涉及出行者、气象部门、安监机构、交通警察、消防及医院等机构。出行者又可以细分为个人出行者、长途货运公司、客运公司、危化品运输等特种作业、部分大中型企事业单位等。

在移动互联网、移动信息化的发展浪潮下,下一代互联网产业初露端倪,将来互联网将作为移动互联网的依托,信息的传播形势将产生很大变化。近年来,移动互联网、应用服务、移动支付、电子商务领域各种新的应用和商业模式不断出现,移动电子商务、移动多媒体、移动搜索等新业务带来了多样化、多媒体化、个性化的增值服务,也带来了新的发展机遇。

一是以移动搜索、移动电商、移动社交等为代表的融合,使得融合移动网络、精准位置、社交关系、智能语音/图像、终端感知等多种移动互联网的应用成为可能。

二是基于以上趋势产生的爆发性数据量增长,能够产生 10PB 及以上的大数据资源,可以通过多种移动互联网大数据的分析挖掘,进行规模化应用,推动运营商的经营转型和商业增值创新。

三是移动终端功能和计算处理能力日益强大,使得云处理和云计算具备了更多的实现基础,同时提高了社会各方参与的可能性。

四是自服务、自媒体的兴起。在这种意义下,用户不再只是简单的信息消费者,也是信息的提供者。能够获得更丰富的信息资源,更追求互动效果和用户体验。能够更节省成本和人力资源,同时激发用户参与的热情。

五是信息更加整合,更娱乐化、便捷化,更加追求互动性。以手机等智能移动终端为载体,新闻资讯、即时通信、娱乐试听、广告发布、位置服务、移动搜索、移动商务、位置社交等互动新媒体和社会交往方式快速普及并成为新的发展趋势。通过信息内容的创造和开发,在更大范围和更深层次上促进各类信息的整合,满足个性化需要和定制,带动商业模式创新,促进应用服务联动发展。

高速公路智能化信息平台是沟通各高速公路综合管理系统与其他智能化系统以及外部系统间的桥梁,能够实现高速公路规划、建设、维修与养护、交通管理等综合信息化和智能化,显著提高管理水平和服务水平,为建立高速公路智能交通系统奠定基础。

1.2 高速公路智能交通信息平台建设政策背景

交通运输部在“十二五”科技发展规划中明确提出,围绕行业发展战略目标,继续实施重大专项,集中攻克制约行业发展的共性关键技术,力争形成一批拥有核心自主知识产权、技术水平国际领先、实用性强的研发成果,努力提升交通运输行业在国家科技创新中的整体地位,增强行业的竞争力。

同时,为加快智能交通信息化建设,交通运输部印发的《公路水运交通运输信息化“十二五”发展规划》中提出了“三统三分一加强”的原则,全面推进“十二五”信息化建设。在《交通运输信息化“十二五”规划》中提出了“十二五”期间交通运输信息化的总体目标,计划建立更加全面、高效的交通运输运行监测网络,提升信息资源的深度开发与综合利用水平,提升运行效率、服务公众出行、强化安全应急、服务决策支持;同时,杨传堂部长在全国交通运输工作会议上指出,高速公路的发展要靠科技创新,特别是信息化、智能化、网络化来带动,并要推动全国高速公路信息通信系统联网工程建设,在未来的高速公路信息化发展中要积极地探索引入顶层设计的理念,不断优化高速公路机电系统的功能配置,逐步实现各系统的资源整合与共享,为管理和服务提供有力保障。

通过以云计算、大数据、物联网为代表的信息技术、安全监控技术和现代管理技术的综合应用,探索高速公路营运管理和服务能力提升的有效模式和技术措施,为应用高新技术建设安全、畅通、高效、绿色、智能的新型高速公路探索新的途径。

1.3 高速公路智能交通信息平台现状分析

1.3.1 国内外应用现状及趋势

1.3.1.1 国外高速公路交通信息平台应用现状

(1) 美国 美国目前拥有世界上最完善、覆盖全国的高速公路网络。同时,美国政府十分重视将电子、通信、计算机和信息技术高科技手段运用到高速公路管理中,积极发展高速公路智能化管理,也称智能运输系统,其目的是在传统交通工程管理的基础上,充分利用现代化高科技手段,解决和满足人们对交通“高速、安全、舒适”的要求,大大提高交通运输的安全性和运行效率。美国的智能运输系统主要由五大子系统组成。

① 交通管理自动监控系统 主要对路网中行驶的车辆实施全天候、全方位、立体监控,预报交通流量情况,适时进行交通疏导、车辆事故预测、事故定位、现场记录和安全行车指导等,保证最大限度地发挥路网通过能力。

② 先进的出行信息系统 利用车载的导航设备与自动交通管理系统相配合,及时得到所需的各种交通状况、道路、气象条件、车辆事故和自身安全等有关信息。通过公用通信网和个人计算机,还可以在家中或在办公室中得到出行前的最佳行驶路线和沿途的气象情况等信息,使出行者可以合理地选择出行方式、时间和路线,同时也可以使路网交通流量获得平衡分配,提高运输效率。

③ 商业营运车辆管理系统 集团统一调控大型载货车、出租车和其他商业营运车辆的合理使用,达到商业营运实现信誉、高效、安全的目的。

④ 电子收费系统 主要是实现自动收费,利用IC卡或电子标签等方式,达到公路收费快捷、便利的目的。一种是车辆在收费处需停车,用IC卡完成自动收费;另一种是车辆预先交纳通行费用,通过交费电子标签识别,车辆缓行通过。

⑤ 车辆自动控制系统 利用车载计算机、传感识别器和通信设备,由道路导行、监控、信号、指挥、避让、防撞等设施提供车辆自动驾驶信息,实现车辆全自动驾驶。

(2) 日本 日本高速公路在智能交通领域中具有较高的技术水平,目前已经形成了全方位的交通情报数据采集系统和信息发布系统,具有世界先进交通控制和交通诱导系统,为高速公路的安全管理提供了保障。日本高速公路智能交通系统技术的应用主要体现在以下几个方面。

① 完善的道路情报收集系统 道路收费系统采集交通流量信息作为道路控制的决策依据,大量、实时、不间断的交通数据为信息发布和交通控制方案的制定提供了保障。在高速公路上每500m至1000m设置一套交通流量检测设备,根据不同的情况设置线圈式检测器或超声波式车辆检测器,对交通流量、车型、车速等指标进行检测,及时准确掌握车辆拥堵等行驶状况。在重要地段平均10km设置一处气象检测站,交通管理部门根据气象预报及时发出信息,做出大风注意通行、禁止通行等指示。平均每1000m设置一部路段紧急电话,发生紧急状况时可通过紧急电话及时通知就近的道路管理监控室。在重要地段设置监控摄像机,可直观反应道路交通状况,同时视频事件检测系统能自动检测出交通拥挤等异常状况,及时提醒监控员做出交通控制调整和信息发布。日本高速公路平均约2km设置一部监控摄像机。

② 多渠道情报发布系统 不同形式的显示设备分别用于高速公路出口、交叉路口、收费站、高速公路主线上,为路人提供道路信息。图形化及旅行时间信息显示设备提供道路行

驶拥堵状况和区间所用行驶时间信息。服务区停车场信息显示设备可提供停车场空余车位信息。在高速公路路侧设置广播发射基站,使用交通专用广播频率向车辆发送交通信息,每个基站发射距离为 3km。电话路况查询系统提供全方位的路况查询。高速公路专业网站网上发布交通信息。车载情报设备(VICS)在高速公路出口 3~4km 前设置无线通信设备,与车载设备显示系统进行通信。车载设备(导航系统)显示屏以图形和文字方式显示当前道路的旅行时间等交通信息。服务区服务大厅设置情报显示屏,用于实时显示道路交通状况信息。

③ 先进的控制指挥机构 按照整个业务划分为交通管制业务和设施控制业务,分别设置交通管制室和设备控制室。交通管制室负责重大事件的处理、信息收集与发布等。设备控制室负责设备的监控、隧道的监控、隧道火灾的消防处理、设备运行状况的检查等。

④ 发达的不停车收费系统(ETC) 日本 10 年前就已开始使用 ETC 系统,绝大多数收费站安装有 ETC 车道设备。现 ETC 收费已达 70% 以上。ETC 系统车道设备完善,具有较高的防作弊功能。车道上设置测高检测器、轮轴检测器、图像车牌自动识别、图像抓拍等多种车辆检测设备,对通行车辆进行后台复查。ETC 入口车道设置自助发卡设备,用于通信失败的车道以及误入车辆的通行处理。交通智能控制系统在保证交通安全和交通畅通等方面发挥了重要作用,交通信息发布系统为人们出行提供了重要参考。

(3) 欧洲 欧洲是高速公路的发源地,城乡之间、国家与国家之间现已基本成网,车辆可以不停车出入各个欧盟国家。欧洲所有国家高速公路都十分重视系统管理,从表面上看,欧洲高速公路的信息化建设与 10 年前相比变化不大,可能得益于他们研究技术的成熟,得到了广泛和持续的应用。信息显示设备依然沿用图形+限速的方式,几乎看不到我们采用的门架式文字说明信息显示设备。在高速公路上,这种图形+限速的信息显示设备有效地发挥了作用。若遇雨天,只需显示路滑图形与具体限速值,比较我们的“雨天路滑,注意安全”文字提示,更加简单、直观和具体。若遇交通量变化异常,及时调整信息显示设备的具体限速值,提示过往车辆控制行车速度。

欧洲高速公路信息化建设的典型代表是德国,德国非常重视通信系统及信息系统的建设,并广泛应用在公路的规划、设计、建设、养护、运输等环节中,发挥着巨大功能,社会效益和经济效益显著。德国高速公路通信信息管理系统分为五部分,一是专用通信网络;二是紧急电话系统;三是信息采集系统;四是信息显示和发布系统;五是监控管理中心。专用通信网络和紧急电话系统都由联邦交通主管部门建设和管理,所有通信信息设施都可直接接入,全国统一标准,紧急电话在汉堡设全国总中心。高速公路上的信息采集、信息处理、交通分析和信息发布以及交通信息化等设施由各州政府交通主管部门建设、管理和维护,公共信息对外发布,做到信息共享。监控管理中心由公路交通主管部门负责,与公安/警察部门职责分明,公路交通主管部门负责交通的诱导、疏散和信息发布等交通管理,而警察署负责道路安全及监督检查等,两者信息分享,互相交换信息。德国目前在高速公路上未建任何收费设施,对车辆收取的通行费包含在燃油费和养路费中。在德国高速公路和城市交通的信息化管理中,运用了许多先进的技术手段,如智能交通诱导系统、应急通信系统、隧道平安监控系统、GPS 全球定位系统、GIS 地理信息系统、交通网络控制系统、交通信息发布查询系统等,这些先进的交通通信信息技术手段,为交通管理提供了有效、可靠的技术保证,为道路使用者提供了优质的服务。

1.3.1.2 国内高速公路交通信息平台应用现状

截止到 2015 年年底,全国高速公路通车里程达到 12.53 万千米,信息化在高速公路运行管理、出行服务等方面发挥着越来越重要的支撑作用。近年来,我国高速公路信息化建设

也取得了一系列的突破。已有的北京市高速公路智能信息管理平台搭建了统一数据中心和综合应用平台,实现了数据统一、标准统一、管理统一和应用统一,全面提高了高速公路路网检测水平、应急处理能力、运营管理效率和信息服务水平。江苏省于2015年基本建成覆盖全省高速公路网分层级交通公共信息平台,完善现有交通出行信息服务系统,充实信息发布的内容,强化路况、养护施工、交通管制、气象等实时信息服务,为公路出行者提供覆盖京沪高速的公路出行信息服务,为长途客运乘客提供相关日常信息服务,为驾车出行者提供维修救援信息服务。山西省高管局利用现代化网络新技术,建立了高速公路交通战备信息化平台。该平台包括现代自动化办公系统、视频会议系统、远程通信系统、信息监控系统等多项智能信息服务系统,实现了全省高速公路信息保障的多维化、智能化、系统化、网络化服务,并纳入交通战备日常管理工作中。典型系统介绍如下。

山东高速集团、山东高速交警总队等单位合作推出的出行信息服务平台“e高速”,用户通过手机APP可以了解实时路况信息,还能一键定位报警。“e高速”平台的数据来源包括高速交警的实时监控信息,高速公路运营单位的路况监控图像,以及巡查、养护、路政方面的管理信息,交通广播电台车友反馈和路上驾乘人员反馈的路况信息等,是依托移动互联网、大数据等技术进行的“互联网+高速公路”的尝试。“e高速”接入了省内500条路的监控,车主可以查询实时路况信息。

江苏省公众出行交通信息服务系统依托于现有的江苏交通门户网站,为公众建立统一的网上公众服务窗口,同时有效地整合公路信息资源系统、道路客运综合信息服务系统和交通服务热线,为社会公众提供准确、动态、实用、综合的出行信息服务,有效提高公众出行服务水平,改进交通行业服务形象和质量。

公众出行交通信息服务系统的建设为广大乘客、车站、车队、司机、船主提供出行信息服务,通过网站出行者可以获取所需要的各类交通出行服务信息,包含文本、图片、音频、视频等静态出行信息,网站同时也为出行者提供实时的动态服务信息。该系统所能实现的主要功能如下。

(1) 出行策划 主要为出行者提供出行方式参考,提供包括出行方式的选择、出行时间、出行费用参考,让用户选择一种适合自己需要的出行方式。另外,提供省内外公路客运票务的查询功能,让乘车出行的人能够方便了解车次及售票情况。出行向导栏目提供各城市公交线路的查询功能,以方便市内出行。

(2) 图形江苏 主要是以电子地图和Flash多媒体的方式为出行者提供出行线路的展示及查询,该功能主要依靠地理信息系统来实现。当出行者选择了解道路、桥梁、收费站、服务区等信息时,系统将以地图的方式为用户直接展示出来,使用户一目了然。同时会为用户提供最短路径的计算功能,让用户方便知道从出发地到目的地哪条路最近、最方便。

(3) 交通时况 主要是将江苏省内各市之间主要高速公路及干线公路的状况及时发布上网,以供出行者查询,让出行者出行前能及时了解到所要经过的公路的状况,是否有维修和关停。同时将省内各市的市内交通状况及时发布到网上,让用户在市内出门时也能及时了解市内各路段是否有严重的交通堵塞、是否有事故等情况,让出行者及时调整出行线路。

(4) 出行参考 主要为公众提供全面的出行参考信息,其中包括加油站信息、高速公路服务区信息、收费站信息、停车场信息、汽车维修点信息、驾驶培训等信息。

(5) 出行服务 主要以提供日常交通服务信息为主,同时提供相应投诉、咨询、服务等功能。

(6) 交通气象 通过与省气象部门的气象信息整合, 提供江苏省各省辖市的当日及未来 48h 天气状况, 特别是雾、雨、雪等直接关系到公路交通安全的重大气象信息, 为公众出行提供参考。

(7) 交通旅游 通过与江苏旅游信息网的整合, 为公众提供江苏省内各省辖市主要旅游景点、宾馆酒点、经典线路等信息。

该系统可分三个平台, 即信息发布平台、信息处理平台、信息整合平台。其构架如图 1.1 所示。

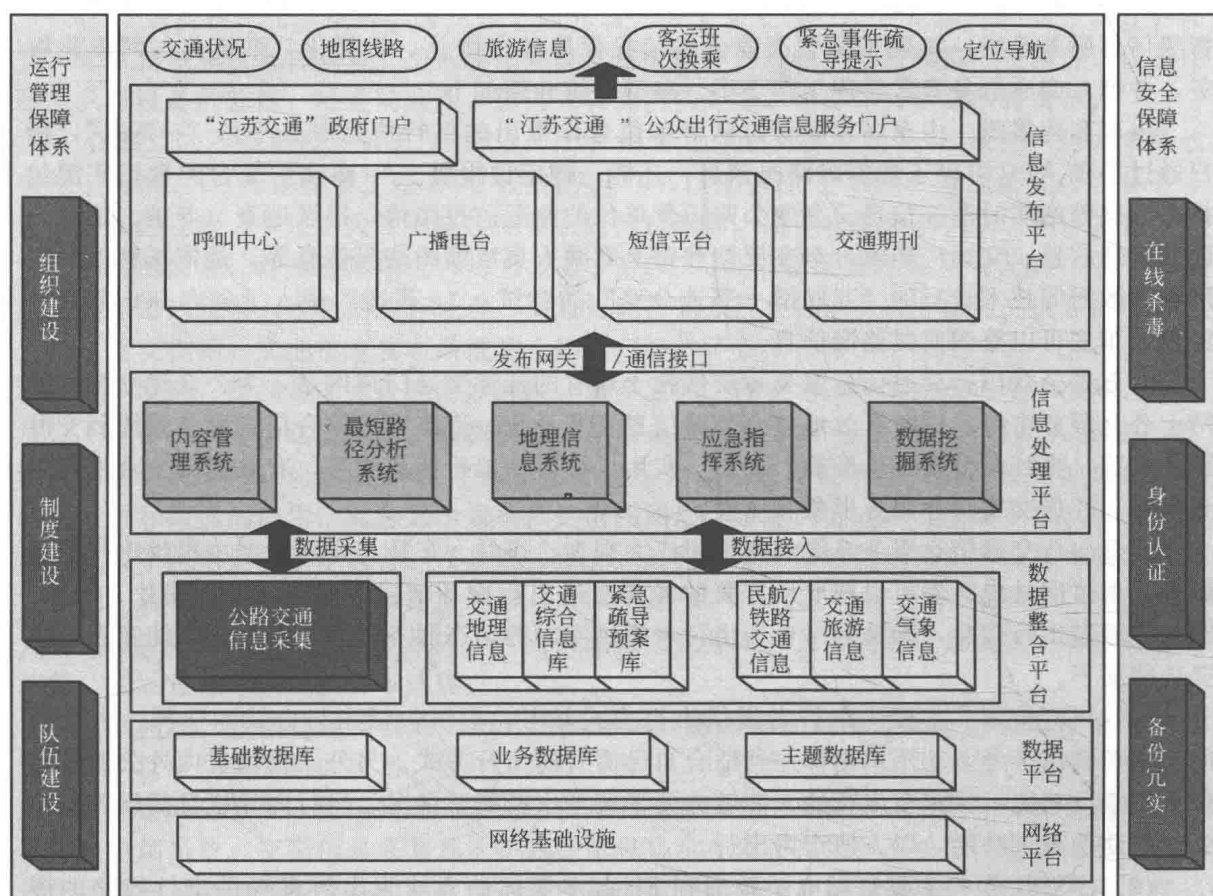


图 1.1 江苏省交通出行服务系统建设架构

(1) 信息发布平台 信息发布平台是整个公众交通出行服务系统的关键, 是对外服务的窗口, 主要包括公众交通出行服务网站、呼叫中心、广播电台、短信平台、交通期刊四种方式。系统将依托江苏交通门户网站, 建立统一的网上公众服务窗口, 通过整合 96520、12359、96911、96196 等声讯服务台和短信服务台资源, 为公众交叉提供交通信息服务内容, 通过对公路资源信息、客运联网售票系统、民航铁路交通信息和各类外部信息的整合为公众提供全方位的出行服务。

(2) 信息处理平台 信息处理平台是整个公众交通出行服务系统的核心, 它是信息发布平台的基础, 为信息发布平台提供数据来源。

(3) 信息整合平台 信息整合平台是公众交通出行服务系统的基础, 这也是系统建设最重要的部分, 所有公众出行服务的信息都来自于该平台。信息整合平台将主要整合两大部分的数据信息, 一部分是交通内部资源; 另外一部分是交通外部资源。

1.3.2 国内外相关核心技术研究现状及趋势

1.3.2.1 多源信息感知

高速公路多源信息感知是指在不同的位置采用不同类型的检测装置对高速公路的道路、交通、环境等信息进行采集或获取,是实现高速公路智能化管理的前提。

(1) 国外相关技术 欧洲、美国、日本等国家和地区在高速公路交通信息采集方面已经有多年的发展历史,其中高速公路交通流信息感知经历了路基型、车基型、空基型等不同信息采集发展阶段,受技术特点、运营成本的制约,形成了不同应用场景下的信息采集技术。

① 路基型采集技术 随着电子科技的急速发展,国外发达国家最先开始路基型采集技术(磁频、波频、视频)的研发。基于磁频的车辆检测器,包括电磁式、地磁式和环形线圈等。其中环形线圈目前应用最为广泛,主要应用于高速公路交通流信息采集、高速公路匝道控制、高速公路收费等系统中。基于波频的车辆检测器,包括超声波式检测器、微波式检测器、光电式检测器和雷达测速仪等。这些检测器主要用于高速公路监控系统、区域交通事件报警系统等领域。车辆视频检测技术经过二十几年的发展已经相当成熟,目前国外主要应用于高速公路监控、交通参数提取、车牌自动识别、道路识别等领域。

② 车基型采集技术 从20世纪80年代开始,随着GPS、GIS和无线通信技术的发展,车基型采集技术逐渐受到发达国家的重视,国外交通领域的专家也开始对浮动车技术进行研究和试验。20世纪90年代末期,无线技术的成熟又极大地推动了该技术的研究应用。国际上比较典型的浮动车技术项目有美国的ADVANCE、CAPITAL,德国的DDG和XFCD,英国的Trafficmaster和FVD,日本的Smartway、JARI和IPcar。这些研究的应用至今仍定位在高速公路地基型采集方式的补充手段,而将其作为高速公路主要信息采集手段进行尝试的研究并不多见。

③ 空基型采集技术 目前,国外针对空基型采集技术的研究主要集中于遥感技术,它是以航空摄影技术为基础发展起来的一门新兴技术。根据目前遥感技术应用于高速公路交通信息感知领域的发展形势和相关研究成果来看,从遥感图像中获取高速公路交通数据可以分为两种,一种是从遥感图像中自动或半自动提取道路信息,建立较大区域内的高速公路网,但完全实现道路的自动提取还仅仅是在理论层面,只是就某一特征道路场景具有意义;另一种是从遥感图像中获取高速公路车辆排队长度、路段车流密度等具体数据。

此外,高速公路多源信息感知除交通流信息感知以外,还包括高速公路道路路面、边坡及气象等方面的感知。目前,国外如美国、澳大利亚等30多个国家合作研制出道路天气信息系统(RWIS),该系统通过埋在路面的传感器和气象传感器等记录道路天气状况,尽早预报影响交通的恶劣天气状况,减少意外事故,确保安全运输。美国的一些州已经将RWIS与ITS紧密联系,利用RWIS进行路面交通天气管理,并在高速公路和城市道路中得到实际应用。

(2) 国内相关技术 目前,国内对高速公路路基型采集技术的研究和应用已经较为成熟,但是由于其自身特性及其使用的局限性,大范围推广使用高速公路路基型采集技术的前景不容乐观。而高速公路空基型采集技术在国内的发展起步较晚,且研究甚少,其系统的理论与方法仍未成型。

国内对高速公路车基型采集技术的研究可以概括为三大类,即基于全球卫星(GPS)定位的浮动车检测技术、基于RFID的浮动车检测技术和基于蜂窝定位的浮动车检测技术。在我国北京、上海、广州、杭州、宁波等城市,已经拥有了一定规模的浮动车,并且实现了将浮动车运行数据实时传回信息中心的基本功能。一些大专院校、科研机构和企事业单位先

后开展了浮动车交通信息采集与处理技术的国际合作或自主研发工作,如国家智能交通系统工程技术研究中心自主研发了浮动车交通信息处理与应用系统;中英智能交通中心开展的利用基于全球卫星定位浮动车数据建立的交通流分析模型。

目前,我国北斗卫星导航系统已经可以实现时间和位置的感知。由此,国内的一些交通研究机构也开始研发我国自主的基于车载北斗的浮动车检测技术,即把配备北斗卫星导航定位系统的车辆变为交通信息采集系统的一种探测器,既能为交通管理控制系统进行动态交通分配提供实时交通量数据,也能为交通运输系统规划和建设提供诸如 OD 交通量等基础性数据。

此外,国内关于高速公路道路路面及气象信息的感知研究也有一定的进展。其中比较典型的气象信息系统有北京天正通公司道路气象信息系统和南京机场高速公路监控系统。但国内的这些气象系统普遍存在一些不足,即高速公路气象观测的针对性不强,与常规气象观测的要素基本相同,气象数据传输机制不灵活等。

1.3.2.2 运行状态监测

高速公路运行状态监测是指对高速公路道路、交通、环境以及管控设备等运行状态进行监测,是实现高速公路智能化管理的保障。

(1) 国外相关技术

① 交通事件自动检测算法 1968 年,加利福尼亚运输局研发的并被广泛应用的“加利福尼亚算法”,将基于相邻检测截面占有率的三个变量分别与对应的阈值进行比较,对可能存在的交通事件进行检测;1970~1975 年间,德克萨斯州交通协会开发了标准偏差算法,对 I-45 高速公路进行交通监视和控制;1974 年, Cook 等开发了双指数平滑算法,该算法采用双指数平滑法对当前时间间隔的交通参数数据进行预测,并通过比较交通参数的实测值和预测值对可能存在的交通事件进行检测;20 世纪 80 年代初,英国 TRRL(运输及道路研究所)研究了交通流流量较大时由于车辆停驻或缓行而造成的探测器被连续占用的情况,提出了 HIOCC(高检测器占有率)算法;Cremer 在 1981 年提出以 Kalman 的过滤结构为基础,将交通密度和速度看作系统状态变量的算法。另外,以车道占有率为参数的 ARIMA(自回归移动平均)算法、以速度为检测参数的指数平滑算法等在交通事件检测中应用也比较广泛。

② 交通拥挤自动检测算法 1990 年, Persaud 等提出的 McMaster 算法是最早的 ACD(交通拥挤自动检测)算法;1996 年, Krause 等提出了一种基于模糊逻辑的 ACD 算法,其输入变量为交通流量和地点车速,采用专家经验法制定了 9 条模糊规则,将交通拥挤状态划分为 6 个等级。2006 年, Pattara-atikom 等提出了一种基于车载 GPS 瞬时速度的 ACD 算法,将交通拥挤状态划分为 3 个等级;2009 年, Pitiphoom 等提出了一种基于多层感知神经网络的 ACD 算法,该算法的输入变量包括日期、时间、交通流量和速度,将交通拥挤状态划分为 3 个等级,并通过网站调查驾驶员对实际道路的拥挤感觉。2012 年, Diker 等利用 GPS 浮动车瞬时速度和路段长度信息,提出了一种基于模糊聚类 DBSCAN 的 ACD 算法。

③ 遥感监测技术 发达国家如美国、德国、加拿大、日本、澳大利亚等从 20 世纪末开始大力发展遥感技术在交通领域中的应用,重点支持遥感技术在交通基础设施监测与管理、交通灾害监测和紧急救助、交通流监测、交通环境保护等几个方面的应用与方法研究。经过十几年的发展,已经实现基于遥感技术的交通基础设施调查、变化监测和管理;灵活应用遥感技术进行交通工程设计和建设的自动辅助决策及交通环境监测影响评价;利用遥感技术进行出入境危险品的自动探测和识别、重要基础设施分布对交通安全的影响评价、交通灾害的监测、评估及疏散方案的自动生成;将遥感技术和地面调查相结合进行更准确的交通流监测

和统计等服务；基于空间信息技术的综合交通信息服务更是普遍应用于各州交通管理部门和公众出行服务。另外，基于低空遥感平台的城市交通运行状态参数获取技术逐渐成为城市交通空间信息应用领域研究热点。

(2) 国内相关技术

① 交通事件检测技术 2007年，覃频频等首先分析了表决融合方法的基本概念，然后提出了一种基于高速公路感应线圈数据的AID算法的融合方法；2007年，蔡志理等提出了一种基于SVM技术的AID算法，该算法的输入变量为其所设计的交通参数组合变量；2011年，姜卉指出以往算法在输入变量的选择上主观性太强，从而提出了一种基于FA-SVM的高速公路交通事件自动检测方法；2012年，王晨等以同样的研究思路，提出了一种基于特征加权SVM的AID算法等。

② 交通拥挤检测技术 2006年，姜桂艳等提出了一种基于MLF神经网络的ACD算法，该算法通过分析交通拥挤条件下交通参数数据的变化趋势，设计了新的交通参数组合变量作为输入变量；2006年，庄斌等提出了一种基于车辆平均占有率的道路ACD算法，将交通拥挤状态划分为4个等级，即正常、较拥挤、拥挤、堵塞；2006年，赵风波等提出了一种基于FCM的ACD算法，该算法的输入变量包括交通流量、速度和饱和度，将交通拥挤状态划分为通畅、轻度拥挤、拥挤和严重拥挤四个等级等。

③ 遥感监测技术 国内交通遥感技术的应用尚处于起步阶段，在前期主要应用于交通基础设施建设前期勘察与设计阶段，随着国内卫星传感器技术以及遥感影像数据处理技术的快速发展，现在已经开始逐步将遥感技术应用于大范围的公路、水路由于各种自然灾害所造成的破坏与损毁的监测评估。交通运输部科学研究院近期开展了如下公路损毁遥感评估的工作：2008年将遥感技术用于评价南方冰冻灾害对公路造成的影响；2008年汶川地震期间通过遥感技术对地震区公路损坏情况进行快速评估，为抢险救灾工作提供了数据与技术支持；2009年开展了遥感技术用于洪水泛滥对公路损毁的监测与评估研究；2010年利用国内遥感影像技术开展了玉树地震灾区的公路损毁情况的快速监测与评估。

1.3.2.3 运行态势分析

高速公路运行态势分析是指对高速公路道路、交通、环境等未来时刻的运行状态和运行态势等情况进行预测及分析，是实现高速公路智能化管理的依据。

(1) 国外相关技术 美国高速公路收费低，流量大，监控严密，管理效率高，可为道路使用者提供良好的服务。以纽约州为例，出行者可以通过各种不同的方式登陆网络，查看现场道路摄像机的视频录像，从而了解道路交通流量（视频数据每5min更新1次）；并可根据电子地图上的不同标记了解道路施工的位置以及详细的施工信息（施工的起始时间、工程概况、对交通造成的影响等信息）；还可以通过不同的符号在电子地图上将重要事件分为道路拥挤、紧急报警和交通事故三类进行分别显示，给出行者提供事件发生位置、对交通造成的影响（封闭或关闭车道，以不同的符号进行表示）等信息；同时，出行者在电子地图上通过车道上标记的绿、黄、红、灰四种颜色来获取道路上的交通状态（如绿色表示交通畅通，车速正常；黄色表示基本畅通，车速基本正常；红色表示交通饱和，车速缓慢；而灰色则表示交通堵塞，车速十分缓慢或车辆静止）；另外，不同地段的天气及预警信息也可以在电子地图上查到，可以得到一周内的夜间和白天的详细气象状况（如晴、阴、多云、雨雪、雾、冰冻、风速、风向、最高最低温度、湿度等）并且以图片的形式形象地显示出来。此外，考虑北美地区雨雪天气比较多，对冰雪天气给出了专门的信息查询系统。所有的这些信息，都为出行者安全、快速、舒适地出行提供了有利的条件。

英国国家公路网管理中心接收七个区域管理中心采集的公路网信息，以这些公路网信息