

ITS

智能交通系统(ITS)系列丛书

重大灾害条件下 交通组织保障技术

■ 杨兆升 著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

智能交通系统(ITS)系列丛书

重大灾害条件下 交通组织保障技术

■ 杨兆升 著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

重大灾害条件下交通组织保障技术/杨兆升著. —
北京:中国铁道出版社,2013.10
(智能交通系统(ITS)系列丛书/王笑京,范耀祖主
编)

ISBN 978-7-113-17184-1

I. ①重… II. ①杨… III. ①智能运输系统—应
用—灾害—公路运输—交通运输管理 IV. U495

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 192337 号

书 名: 智能交通系统(ITS)系列丛书
重大灾害条件下交通组织保障技术
作 者: 杨兆升

策划编辑:殷小燕
责任编辑:殷小燕 电话:010-51873147 电子信箱:YXY703@126.com
封面设计:陈东山
责任校对:龚长江
责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:三河市兴达印务有限公司

版 次:2013年10月第1版 2013年10月第1次印刷

开 本:787 mm×960 mm 1/16 印张:30.75 字数:595千

印 数:1~3 000册

书 号:ISBN 978-7-113-17184-1

定 价:50.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

内 容 简 介

交通组织保障是交通系统的核心研究领域,本书从学术意义和实用价值并重的角度研究其核心理论与方法。重大灾害条件下交通组织保障系统建设主要包括两个方面,一是建设有力的管理机构和高效率的应急机制,二是提高灾害条件下道路交通信息采集与发布、灾害影响范围与程度评估、交通组织指挥及其决策支持与仿真等应急技术的水平。

本著作总结了作者近年来的科学研究成果,书中提出的许多理论、模型及方法是交通组织保障的前沿技术。该书的主要内容包括:重大灾害条件下交通组织保障系统的结构、功能及应用意义;增强抗灾能力的路基型交通信息采集技术的集成方法与装备、重大灾害条件下应急交通信息通信保障方法以及大范围路网交通状态远程检测技术;重大灾害条件下应急救援资源的布局优化技术、重大灾害条件下应急救援资源配置优化技术及重大灾害条件下应急救援资源调度优化技术;大范围疏散与救援专用通道优化方法、应急交通优先通行路权确定方法、应急交通信号控制方法及应急交通信息诱导方法;重大灾害条件下跨区域路网仿真评估平台开发;重大灾害条件下跨区域路网应急调度辅助决策支持系统。

本著作可作为交通运输工程类本科生和交通信息工程及控制、交通运输规划与管理、载运运用工程专业的硕士生、博士生及培训班参考用书,也可供从事智能运输系统、交通信息工程及控制、交通运输规划与管理等领域工作的科学研究人员和科技人员参考。

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 Positio-

ning 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”。

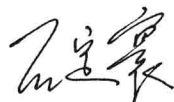
智能交通与运输系统是将计算机、通信等众多高新技术与传统交通运输融合的集成和应用,是集高新技术的研究开发、系统集成、产业化和推广应用为一体的系统工程,它涉及到国家和地方的诸多相关部门,其内容与广大人民群众切身利益直接相关。智能交通与运输系统技术的发展符合未来交通运输发展的方向,也将为我国高新技术产业的发展提供一个巨大的市场。因此在我国开展智能交通与运输系统的开发和应用,将对促进国民经济和社会的快速发展,增强国际竞争力有十分重要的意义。

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,世界各国突发灾害事件发生频繁,诸如美国“9.11”恐怖袭击事件、韩国地铁火灾事件、英国伦敦的公交系统连环爆炸事件、印度洋地震海啸灾害以及美国“卡特里娜”飓风灾害等。随着社会经济的快速发展,人口、建筑、生产、财富等集中程度相对提高,突发灾害事件不但发生频率增加,其后果的危害程度也越来越严重。因此,各种重大灾害事件不仅考验着各国政府的应急能力,也对道路交通系统提出了更高的要求。本著作从学术意义和实用价值并重的角度出发,论述了重大灾害条件下组织保障关键技术,并构筑了重大灾害条件下大规模路网应急交通协调组织与调度决策平台。

交通组织保障是交通系统的核心研究领域,本著作针对重大灾害条件下交通状况的特殊性,主要论述了重大灾害条件下组织保障关键技术与实施平台。不仅在学术上进行深入研究,而且还特别注重方法的实用性。其主要内容如下:(1)介绍了国内外重大灾害条件下交通组织保障系统的结构、功能及应用意义;(2)阐述了增强抗灾能力的路基型交通信息采集技术的集成方法与装备、基于GPS的多功能车载交通信息获取技术与装备、重大灾害条件下应急交通信息通信保障方法以及大范围路网交通状态远程检测等系列关键技术,为提高大范围道路交通系统的灾害监测、预警和应急指挥提供可靠的信息支持;(3)对应急救援资源进行需求分析,在此基础上对应急救援资源布局、配置以及调度进行了优化;(4)对重大灾害条件下应急交通指挥保障系统进行需求分析,建立了系统的逻辑框架和物理框架,运用路网可靠性态势估计研究了应急交通管制区域划分方法、应急通道优化方法,并制定了应急交通优先车辆及路权优先中的优先规则;(5)应用Vissim、Paramics和OREMS、TransModeler等模拟软件,综合考虑大范围路网应急交通组织与救援资源调度模拟评价的需要,分别搭建了宏观和微观条件下的跨区域路网,对实验区重大灾害进行了模拟与评价;(6)采用多层次方法构建模型,运用WebGIS技术和Google Map API技术,按照C#语言搭建了跨区域路网应急调度辅助决策系统平台。

本著作根据作者本人主持的国家863目标导向类课题《重大灾害条件下交通组织保障技术》中吉林大学承担部分的研究成果综合整理而成。承蒙课题组全体成

员，特别是于德新、储江伟、杨庆芳、林赐云、龚勃文、于尧、周户星、姜秀荣和莫祥伦等人参加编写。于德新副教授、林赐云讲师和姜秀荣硕士协助杨兆升教授作了统稿工作，在此一并表示衷心感谢！

我国重大灾害条件下交通组织保障系统的相关研究还刚刚起步，尽管本著作所阐述的理论、模型和方法有所突破，但还有待进一步深入研究。由于作者水平有限，难免有疏漏之处，敬请读者批评指正。

杨兆升

2013 年于吉林大学

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 重大灾害概述	1
1.2 重大灾害条件下交通组织保障系统发展现状	3
1.3 重大灾害条件下交通组织保障系统发展趋势	10
1.4 本章小结	11
第 2 章 重大灾害条件下大范围交通状态信息获取技术与装备	12
2.1 概 述	12
2.2 增强抗灾能力的路基型交通信息采集技术的集成方法与装备	13
2.3 基于 GPS 的多功能车载交通信息获取技术与装备	41
2.4 重大灾害条件下应急交通通信保障方法	72
2.5 分布式多源异构交通数据组织技术	76
2.6 多源交通信息质量评价与快速融合技术	129
2.7 大范围路网交通状态远程判别技术	157
2.8 本章小结	167
第 3 章 应急救援资源配置与调度优化技术	168
3.1 概 述	168
3.2 重大灾害条件下应急资源的需求分析	169
3.3 重大灾害条件下应急救援资源的布局优化技术	185
3.4 重大灾害条件下应急救援资源配置优化技术	193
3.5 重大灾害条件下应急救援资源调度优化技术	199
3.6 本章小结	209
第 4 章 跨区域交通协调组织与应急指挥技术	210
4.1 概 述	210
4.2 重大灾害条件下应急交通组织指挥保障系统模型设计	211
4.3 应急交通管制区域确定方法研究	225

4.4	大范围疏散与救援专用通道优化方法研究	240
4.5	应急交通优先通行路权确定方法研究	250
4.6	应急交通信号控制方法研究	257
4.7	应急交通信息诱导方法研究	300
4.8	本章小结	343
第5章	重大灾害条件下跨区域路网仿真评估平台开发	344
5.1	概 述	344
5.2	应急交通仿真评估需求分析	345
5.3	跨区域路网交通仿真评估指标体系设计	346
5.4	重大灾害条件下的车辆出行行为特征分析	348
5.5	应急交通疏散时间计算模型	353
5.6	适用于应急交通组织的动态交通分配模型	360
5.7	跨区域路网交通仿真软件比选与平台搭建	371
5.8	本章小结	399
第6章	重大灾害条件下跨区域路网应急调度辅助决策支持系统	400
6.1	概 述	400
6.2	重大灾害条件下跨区域路网应急交通调度辅助决策支持系统需求 分析	401
6.3	重大灾害条件下跨区域路网应急交通调度辅助决策支持系统设计	413
6.4	应急交通调度辅助决策支持系统的知识库构建	419
6.5	应急交通调度辅助决策支持系统的集成	446
6.6	重大灾害条件下跨区域路网应急交通调度辅助决策支持系统软件 开发	447
6.7	本章小结	470
参考文献		471

第 1 章 绪 论

1.1 重大灾害概述

1.1.1 重大灾害定义

重大灾害通常是指在较大范围内对社会经济运行产生重大不利影响的突发事件,包括自然灾害事件(如地震、洪水、台风、暴雨、暴雪、大雾、龙卷风、泥石流等)、生产事故(如气体泄漏、火灾、爆炸、特大交通事故等)、社会公共事件(如罢工、游行、流行病等)、恐怖事件和战争等。

重大灾害对道路交通的影响包括通行能力陡降和交通需求激增两个方面,极易引发大面积的交通拥堵甚至交通瘫痪,导致救援工作无法有效展开,造成巨大的人员伤亡和经济损失。在重大灾害条件下,道路网络通行能力陡降起因于交通设施的物理性破坏和功能性破坏。前者是指灾害导致的交通设施的物理毁坏,如桥梁垮塌、道路塌方与埋阻等;后者是指灾害导致交通设施的功能失效,如传染性疾病的隔离区域、大雾笼罩区域、冰雪覆盖区域、交通戒严区域等。重大灾害通常会危及公众的生命与财产安全,受灾人群疏散和救援资源调运都会导致较大范围内的交通需求急剧增加。在道路交通通行能力严重受损的情况下,这种激增应急交通需求若得不到及时有效的满足,必将延误救援的时效性,显著增加灾害后果的严重程度。

1.1.2 重大灾害分类

灾害是对能够给人类和人类赖以生存的环境造成破坏性影响事物的总称。灾害所包含的范畴很广,按照不同的标准可以将其分为不同的种类,如按照起因可以将其分为人为灾害或自然灾害,根据原因、发生部位和发生机理可以将其划分为地质灾害、天气灾害、环境灾害、生化灾害和海洋灾害等。但这些分类方法都没有考虑灾害对道路交通的影响情况,不能满足灾害条件下路网交通态势评估的要求,因此,本书将根据灾害对路网的影响情况,对其进行相应的分类研究。

1. 以灾害对人类的影响程度为标准的分类

根据灾害对人类的影响程度可以将其分为灾难和一般灾害,前者可能造成大量

人员伤亡和财产损失,有时甚至会彻底改变自然环境;后者一般只可能造成少量的人员伤亡和财产损失。

两者之间的本质区别是灾害对人类的影响程度。同一类灾害可能因其严重程度不同而处于不同分类,如 8 级地震属于前者,而 3 级地震则属于后者。另外,同一等级的灾害因发生地域不同也可能属于不同的分类,如 8 级地震发生在人口稠密的地方则属于前者,而发生在荒无人烟的沙漠深处则属于后者。

从灾难和一般灾害对路网运行状态的影响角度看,前者会引发大规模的人员疏散和灾后救援,而且有可能对路网本身造成较大的破坏,对路网运行状态的影响较大。后者一般不会对路网造成较大的破坏,也不可能引发大规模疏散和救援,只可能产生局部小规模救援活动或对路网的通行能力造成较小影响。

2. 以灾害的预警时间长度为标准的分类

不同的灾害具有不同的特点,由于人类对其的认知程度不同,不同灾害的预警时间也具有较大的区别。一般来说,飓风、洪水和火山喷发等的预警时间较长,地震、恐怖袭击和工业爆炸等几乎没有预警时间,其他灾害的预警时间介于两者之间。其中有毒气体扩散和核扩散类灾害的发生虽然很突然,但是其影响的扩散过程发展较慢,也将其视为具有较长的预警时间。

根据灾害的预警时间长度,将灾害分为具有预警时间的灾害和没有预警时间的灾害两类,前者应急管理重点在灾前,主要进行人员疏散和防灾准备,此时路网未遭受破坏,具有较好的完整性。后者应急管理重点在灾后,主要完成人员疏散和救援,此时部分路网可能已遭受破坏,道路的通行能力需重新评估。

3. 以灾害对路网通行能力的影响程度为标准的分类

路网通行能力对灾害条件下的道路交通系统应急管理非常重要,如疏散路径选择和路网抢修次序确定等都需要考虑道路的实际通行能力。根据灾害对路网通行能力的影响方式可以将灾害分为破坏性灾害、影响性灾害和无影响灾害三类。

其中,第一类是指可能破坏道路物理结构的灾害,如地震、洪水、飓风等;第二类是指可能影响道路通行能力但一般不会破坏道路物理结构的灾害,如冰雪、暴雨、大雾、交通事故等;第三类是指一般不会影响道路通行能力的灾害,如传染病、煤矿瓦斯爆炸、火灾等。

由以上分析可知,第一类和第二类灾害发生后,路网中受影响道路的通行能力必须进行相应地折算,否则,无法应用于路网交通运行态势评估模型。

4. 以灾害影响的扩散方式标准的分类

从灾害影响的扩散方式看,灾害可以分为流动型灾害、中心辐射型灾害和覆盖型灾害三类。其中,流动型灾害主要指飓风、台风、洪水等主要通过水流对受灾地区造

成影响的灾害。中心辐射型灾害主要指火山喷发、核泄漏、危险化学品事故、恐怖活动、地震等将影响从一个中心逐渐扩散向周围的灾害。覆盖型灾害主要指雪灾、大雾、旱灾等可以使整个区域同时受到影响的灾害。

1.2 重大灾害条件下交通组织保障系统发展现状

在重大灾害条件下,道路的组织与指挥通常面临着地域范围广、交通流量集中、时间紧迫、路网通行能力下降等困难,只有建立有力的指挥机构和科学的应急机制,并以可靠及时的道路与交通信息为基础,对跨区域的交通流组织方式进行快速优化和统一指挥,才能充分发挥现有道路的效能,最大限度地保证疏散与救援交通的安全与畅通。

从总体上看,重大灾害条件下交通组织保障系统建设包括两个方面:一是建立有力的管理机构和高效的应急机制,二是提高灾害条件下道路交通信息采集与发布、灾害影响范围与程度评估、交通组织指挥及其决策支持与仿真等应急技术的水平。下面分别从应急机制和应急技术两个方面,对重大灾害条件下交通组织保障系统的国内外发展现状与趋势进行分析。

1.2.1 重大灾害条件下交通组织保障系统国外发展现状

在应急交通组织保障方面,发达国家针对道路交通突发事件管理的研究起步较早,各大城市普遍建立了道路交通突发事件管理机构,出现了一批适用于高速公路和城市道路的突发交通事件检测、救援响应、现场交通组织等方面的技术方法。随着突发事件的不断增多以及突发事件的影响日益严重,逐渐开始对各类突发事件的综合处置方法进行研究,并形成了比较完善的紧急事件应急体系和相应的技术支撑。其中,美国、欧洲和日本在本领域取得了比较显著的进展,具有相对优势。

1. 美国

美国是世界上最重视应急管理的国家之一,在突发交通事件管理和防灾救灾方面居世界领先地位,取得了举世瞩目的成果。在美国国家应急计划(NRP)中的应急支持职能中,交通支持职能被排在第一位。其应急管理的特点是组织机构完备,职责明确,且非常重视基础信息系统和预警系统的建设。

在20世纪60年代,针对道路交通事故快速检测与救援的需要,美国密歇根州建成了智能交通中心(Michigan Intelligent Transportation Systems center)。该系统使用了148个电视监控镜头、54幅可变交通信息情报板、2419个检测线圈、2070个不同类型的信号控制机以及由9座通信塔及64英里(1英里=1.609344千米)的高

速光纤形成通信系统。经改造后的新系统 MITS 中心,可以使交通警察实时监控高速公路的运行状况,提醒监控人员潜在的事故并能够自动提供一系列的处理方案,显著提高了紧急救援的效率和效果,充分显示出先进的信息技术在道路交通管理中的优越性。洛杉矶随后建成了自动交通监视和控制系统,在 1 170 个交叉口安装了 4 509 个检测器。该系统在提高交通事故反应能力的同时,使行程时间减少了 18%,速度提高了 16%,交叉口延误减少了 44%,发挥了巨大的效益。1991 年美国运输部对 ADVANCE、NAVIGATOR、FAST-TRAC 和 TransGuide 等 9 个突发交通事件管理与交通分流系统进行了实地测试与对比分析,这些项目试验运用交通探测车、线圈检测器、蜂窝电话、航空摄像监视系统、超豪华摄像机等交通检测器及语音报告等手段对高速公路、城市道路的实时交通参数数据采集,进而完成交通拥挤与交通事故的检测以及分流方案的制定。实践表明,交通事故的检测、确认和反应时间总体上降低了 20%;采用的交通信号、可变信息板、车载信息装置等分流手段,有助于缓解事件地点的交通压力,加快恢复正常交通状态;相关地区的政府部门、救援部门、交通管理与控制部门以及公共交通部门之间的信息共享,可以提高突发事件的救援效率。

针对公共突发事件后果日益严重的问题,美国于 1979 年成立了联邦紧急事件管理局,在防灾救灾方面发挥了重要作用。这是为预防天灾人祸、妥善处置各类紧急事件而设的专门机构,负责制定国家紧急事件处置预案、提供人员培训与信息技术服务、协调包括交通部门在内的各有关部门在紧急事件中的作用以及为州或地方政府提供紧急事件处置的技术与资源支持,以最大限度的减少紧急事件造成的人员伤害和事故的破坏。1986 年通过的“灾难和紧急事件救助法案”中,详细规定了紧急事件的范围、处置预案的制定、紧急状态的确认、紧急事件的处置方法等。“9.11”事件后,美国组建了国土安全部,联邦紧急事件管理局成为其四个主要分支机构之一,并更名为“应急预防响应局”,各州及其管辖地方政府相应设置第二和第三层机构,负责应急准备、紧急事件预防、应急响应与调度以及灾后恢复等全过程的应急管理。美国注重全国性应急信息系统的开发与应用,既有利于优化调度各种应急资源和应急交通的组织指挥,也有利于积累紧急事件处理的经验教训。考虑到应急管理是一项综合性工程,美国在应急法制建设、应急资源保障、应急教育和培训等方面也走在世界前列,其应急管理能力处于全球领先水平。

由于重大灾害是一种典型的小概率事件,试验成本高昂,因此,以灾害条件下的交通行为特点与交通需求估计方法、灾害影响快速评估方法、应急交通组织指挥及其决策支持技术为基础,开发灾害条件下应急交通模拟分析系统,对重大灾害条件下大范围的交通组织指挥方案进行快速评价与优化,成为灾害条件下应急交通研究的重要途径。美国的橡树岭国家实验室、得克萨斯大学的地理信息科学中心、阿拉巴马州

立大学的交通中心、维吉尼亚理工大学的先进制造中心以及 KLD 公司等先后开发了各具特色的紧急疏散模拟系统,能够对灾害条件下的疏散方案、疏散路径、疏散时间等进行仿真分析。

目前,美国公共突发事件下道路交通研究的重点之一是基于模拟分析和决策支持技术制定紧急事件条件下的大范围交通疏散预案,如华盛顿地区及周边区域的紧急事件交通疏散方案、曼哈顿市区人口紧急疏散应急交通方案、迈阿密中心区人口紧急疏散应急交通方案等,并对目前的道路网络及其附属设施的布局规划与设计提出改善建议,以提高灾害条件下道路交通的保障能力。

2. 欧洲

欧洲的城市交通研究起步最早,其信号控制技术与系统应用方面处于世界前列,如英国的 SCOOT 系统、意大利的 UTOPIA 系统、法国的 PRUDYN 系统以及德国的 MOTION 系统等,在减少时间延误和提高通行速度方面具有良好效果。

欧洲交通事件管理研究的最大特点是具有跨地域特性,各主要国家除了独立进行相关研究外,还联合投资进行共同开发大型应用系统。20 世纪 80 年代,启动了由十多个国家共同投资 50 亿美元的欧洲汽车安全专用道路设施计划(Dedicated Road-Infrastructure for Vehicle Safety in Europe, DRIVE)和由民间资金为主导的欧洲高效安全道路交通计划(PROgrammer for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety, PROMETHEUS),涉及交通需求管理、交通信息系统、城市综合交通管理、城市间综合交通管理、辅助驾驶等,其中公路和城市道路突发事件的识别与分类是重要研究内容之一。2000 年德国、英国、西班牙、希腊等投资开展了 PRIME 项目。该项目的全称是 Prediction of congestion and incidents in Real time, for intelligent Incident Management and Emergency Management,即交通事件和紧急事件智能化管理中的交通拥挤和交通事件实时预测,其总体目标是开发新方法,以提高道路交通事件管理策略的有效性和道路交通的安全性。其研究内容包括开发用于实时估计交通事件或拥挤概率的方法,改善交通事件检测和确认系统,采用信号相位调整、进出匝道控制、可变信息板(VMS)和无线电广播发布信息对交通流进行组织指挥,并将高速公路和城市道路交通事件管理策略进行整合等。实地测试表明,交通事件的判别率达到 60%,误判率为 0.25%,平均判别时间为 180 s, VMS 和无线电广播的信息发布能够减轻交通事件对出行者和路网交通流产生的影响。

在公共突发事件管理方面,英国最具特色。英国建立突发事件应急机制已有很长的历史,采用的是地方政府为主、中央政府为辅的形式,由于应急体制、应急计划等准备工作比较充分,在紧急事件发生时能够快速做出反应,集结各方力量进行有效