



中国人工智能系列白皮书

——智能交通2017

中国人工智能学会
二〇一七年九月

《中国人工智能系列白皮书-智能交通》编委会

主任：

李德毅（中国人工智能学会理事长，中国工程院院士）

执行主任：

王国胤（重庆邮电大学教授）

副主任：

谭铁牛（中国科学院院士）

杨放春（北京邮电大学教授）

黄河燕（北京理工大学教授）

焦李成（西安电子科技大学教授）

马少平（清华大学教授）

刘 宏（北京大学教授）

蒋昌俊（东华大学教授）

任福继（合肥工业大学教授）

杨 强（香港科技大学教授）

胡 郁（科大讯飞执行总裁）

委员：

陈 杰（北京理工大学教授）

董振江（中兴通讯股份有限公司研究员级高工）

杜军平（北京邮电大学教授）

桂卫华（中国工程院院士）

韩力群（北京工商大学教授）

何清（中国科学院计算技术研究所研究员）

黄心汉（华中科技大学自动化学院教授）

贾英民（北京航空航天大学教授）

李斌（华中科技大学教授）

刘民（清华大学教授）

刘成林（中国科学院自动化研究所研究员）

刘增良（中国人民解放军国防大学教授）

鲁华祥（中国科学院半导体研究所研究员）

马华东（北京邮电大学教授）

马世龙（北京航空航天大学教授）

苗夺谦（同济大学教授）

朴松昊（哈尔滨工业大学教授）

乔俊飞（北京工业大学教授）

任友群（华东师范大学研究员）

孙富春（清华大学教授）

孙长银（北京科技大学教授）

王轩（哈尔滨工业大学教授）

王飞跃（中国科学院自动化研究所研究员）

王捍贫（北京大学教授）

王万森（首都师范大学教授）

王卫宁（北京邮电大学研究员）

王小捷（北京邮电大学教授）
王亚杰（沈阳航空航天大学教授）
王志良（北京科技大学教授）
吴朝晖（浙江大学教授）
吴晓蓓（南京理工大学教授）
夏桂华（哈尔滨工程大学教授）
严新平（武汉华夏理工学院教授）
杨春燕（广东工业大学研究员）
余凯（地平线机器人技术创始人兼 CEO）
余有成（吴文俊人工智能科学技术奖办公室主任）
张学工（清华大学教授）
赵春江（北京农业信息技术研究中心研究员）
周志华（南京大学教授）
祝烈煌（北京理工大学教授）
庄越挺（浙江大学教授）

本书编写组：

刘志
马安越

目 录

引言.....	1
第一章 智能交通系统概述	4
1.1 智能交通系统概念.....	4
1.1.1 智能交通系统定义.....	4
1.2 智能交通系统优势.....	4
1.2.1 缓解拥堵.....	5
1.2.2 降低事故.....	6
1.2.3 节能环保.....	7
1.3、智能交通的主要子系统介绍.....	7
1.3.1 先进出行信息系统.....	8
1.3.2 先进交通管理系统.....	8
1.3.3 先进公共交通系统.....	8
1.3.4 先进车辆控制系统.....	9
1.3.5 商用货运管理系统.....	10
1.3.6 电子收费系统.....	10
1.3.7 紧急救援系统.....	10
第二章 智能交通产业发展情况	11
2.1、国外智能交通发展状况.....	11
2.1.1 日本发展状况.....	11
2.1.2 美国发展状况.....	13
2.1.3 欧洲发展状况.....	16

2.2、国外智能交通系统案例介绍	18
2.2.1 日本先进车辆信息与通讯系统与 ETC 技术	18
2.2.2 洛杉矶自动交通监测和控制中心	20
2.2.3 瑞典斯德哥尔摩智慧交通系统	22
2.2.4 韩国推进智能交通治理系统建设	23
2.2.5 新加坡高速公路监控及信息发布系统	27
2.3 中国智能交通产业发展情况	28
2.3.1 中国发展智能交通产业的必要性	31
2.3.2 中国智能交通产业政策动向	34
2.3.3 产业环境	39
2.3.4 中国智能交通产业发展综述	44
2.3.5 国内智能交通市场格局	46
2.3.6 智能交通产业发展中的瓶颈及对策	49
第三章、智能交通行业技术情况	55
3.1、智能交通技术分析	55
3.1.1 传统技术水平总体发展情况	55
3.2 人工智能新技术在智能交通行业应用	57
3.2.1 滴滴人工智能调度系统	59
3.2.2 斑马互联网汽车智慧停车	62
3.2.3 易华录智能交通管控平台+百度地图	63
3.2.4 大华推出人工智能交通摄像机	64
3.2.5 日本开发出人工智能分析交通拥堵情况的新技术 ...	65

3.2.6	Facebook 用人工智能在交通行业应用	66
3.2.7	大众汽车利用人工智能技术自动停车和充电	67
3.2.8	百度利用人工智能在在智能交通应用	68
3.4	5G 技术在智能交通行业应用	71
3.3	行业主要技术发展趋势	73
第四章	中国智能交通重点领域分析	75
4.1	水路运输智能化	76
4.2	航空运输智能化	78
4.3	公交交通智能化	80
4.4	轨道交通智能化	82
4.5	高速公路智能化	84
4.6	无人驾驶与智能交通	86
4.6.1	车路协同	87
4.6.2	智能车路协同关键技术	89
4.6.3	中国车路协同技术发展现状与趋势	91
4.7	智能交通与物联网技术	94
4.7.1	物联网技术与智能交通技术之间的关系	95
第五章	智能交通产业发展趋势	98
5.1	智能交通产业未来发展趋势	98
5.1.1	我国智能交通发展方向分析	101
5.2	中国智能交通产业前景展望	102
5.2.1	我国智能交通行业发展前景广阔	106

参考文献..... 108

第一章 引言

近年来，随着全球经济的高速发展，城市化进程不断加快和机动车保有数量的增长，道路交通运输量不断增加，各种交通问题凸显，如交通事故数量逐年呈上升趋势，机动车尾气污染成为城市大气污染的主要来源，交通拥堵成为影响大中城市居民出行的首要考虑问题等等，这些交通运输问题对经济社会发展造成了巨大的损失。智能交通的建设已经是一个迫在眉睫的系统工程，发展智能交通可保障交通安全、缓解拥堵难题、减少交通事故；另一方面，发展智能交通可提高车辆及道路的运营效率，促进绿色环保。

党的十八大以来要求树立“绿水青山就是金山银山”的强烈意识，努力走向社会主义生态文明新时代。站在党和国家发展全局的高度，进一步明确了生态文明建设的战略定位，强调了加快生态文明建设的重要性紧迫性，这就要求从国家层面要求，环境保护和节能创新的重要性，相应法规会陆续出台。要寻找一个切实有效的系统办法解决突出环境污染问题，坚持不懈、综合施策、标本兼治的方法，积极推进各类改革和法规政策，创新管理方式，推动各类环境不断改善，为建设生态文明和美丽中国作出新贡献，有了这些中央和各级部门政府的重视，交通领域的环境保护也相应重视起来，智能交通体系建设已经成为国家战略的一部分。

随着技术不断发展和市场需求下，智能交通系统的发展正在进入一个新的时代，新技术及其理念和模式，正在颠覆以往的交通运输体系，新的智能交通体系正在形成，相应智能交通系统的体系和内容都在发生重大变革，新技术推动智能交通系统在感知、存储、共享与交互、人工智能、大数据分析以及综合服务等方面正在全面升级和创新，新一代感知技术、人工智能技术、通信技术、移动互联网服务、能源管理、车路协同、智能网联汽车技术等应用发展迅速应用，智能交通系统的内涵也在不断丰富和升级。

经历了“十二五”的快速发展，智能交通产业领域投资快速增长。智能交通行业技术和创新能力、产业化应用规模和水平不断的提升，行业整体发展出现很好态势。2016年是“十三五”的开局之年，中国智能交通行业继续深入实践，全面布局，互联网+、人工智能及大数据势头不减，各类营运模式不断涌现，尤其共享汽车和单车全国开花，大大丰富了智能交通内涵。同时依靠于国家强有力政策的出台驱动，适应我国经济社会发展需要，围绕着“十三五”的交通运输发展的各项规划的实施，在智能交通技术发展和产业规模必有长足发展，据研究机构前瞻产业研究院预计2020年市场规模将达到千亿元规模。因篇幅限制，本白皮书仅包括智能交通系统的概念和特点、世界主要国家智能交通发展历程现状和趋势、智能交通关键技术、智能交通重点应用领域以及我国智能交通发展趋势等内容。如要了解智能交通系统的详细内容，可以参考相关文献和著作。本白皮书是在收集国内外智能交通系统近年来最新成果的基础

上，结合智能交通行业实践而编写的。编写过程中，参考了国内外从事智能交通系统研究工作者的相关资料，在此一并表示感谢。

第一章 智能交通系统概述

1.1 智能交通系统概念

1.1.1 智能交通系统定义

智能交通系统(Intelligent Transportation System, 简称 ITS)是在传统的交通基础上发展起来的新型交通系统,是未来交通系统的发展方向,它是将先进的计算机处理技术、信息技术、数据通讯传输技术、电子传感技术、电子控制技术 etc 有效地集成运用于整个地面交通管理系统而建立的一种在大范围内、全方位发挥作用的,实时、准确、高效的综合交通运输管理系统^[1]。

1.2 智能交通系统优势

ITS 是解决当前各类交通难题提供了新的思路,从概念、理论和试验阶段发展到大规模的实施阶段,与传统交通运输体系有着明显的区别,如信息化程度高、整体全局性高、系统开放性强、实时动态化等优点。智能交通的发展跟物联网的发展是离不开的,随着物联网技术的不断发展,智能交通系统越来越完善,智能交通是物联网在交通行业具体应用体现形式。

未来是交通智能化的世纪,人们将要采用的智能交通系统,车辆靠人工智能在道路上自由行驶,道路靠自身的智能将交通流量调整至最佳状态,借助于这个系统,管理人员对道路、车辆的行踪将掌握得一清二楚。

智能交通是一个技术性很强的系统，与一般技术系统相比，智能交通系统建设过程中的整体性要求更加严格。这种整体性体现在^[2]：

(1) 跨行业特点。智能交通系统建设涉及众多行业领域，是社会广泛参与的复杂巨型系统工程，从而造成复杂的行业间协调问题。

(2) 技术领域特点。智能交通系统综合了交通工程、人工智能、信息工程、控制工程、通信技术、大数据、云计算等众多科学领域的成果，需要众多领域的技术人员共同协作。

(3) 政府、企业、科研单位及高等院校共同参与，恰当的角色定位和任务分担是系统有效展开的重要前提条件。

(4) 智能交通系统将主要由人工智能、移动通信、宽带网、RFID、传感器、云计算等新一代信息技术作支撑，更多创新技术融合、更符合人的应用需求，可信任程度提高并变得“无处不在”。

ITS 主要具体作用可以有效地利用现有交通设施、减少交通负荷和环境污染、保证交通安全、提高运输效率，因而，日益受到各国的重视。

1.2.1 缓解拥堵

智能交通系统能建立起一种大范围、全方位发挥作用，实时、准确、高效的交通运输管理系统。智能化交通管理设施包括信息采集和信息发布设备、中央控制处理单元和决策单元、警用手持终端机等。

通过交通流量检测仪器及时获取各路段的交通流量信息，并将数据传回调控系统，系统在分析数据信息后，根据车流量的多少，及时

调节该路口信号灯红绿信号的时间配比，实现信号灯配时根据交通流量变化的自我调节。依靠互联网和机器视觉技术对城市各条道路实施 24 小时监管。当发生交通事故或堵车现象，交警可以即时出警，在第一时间疏导和分流车辆，避免大面积交通路阻事件的发生。智能交通提高了交通管理效率，能够减少站路警察，从根本上解决交警警力不足和疏散拥堵基本靠人的问题^[3]。

交通运输部 2013 年年度政府信息公开报告数据显示，智能交通能够提高道路使用效率，使交通堵塞减少约 60%，使现有道路的通行能力提高 2-3 倍。车辆在智能交通体系内行驶，停车次数可减少 30%，行车时间减少 15%-45%，车辆的使用效率能够提高 50%以上^[4]。

1.2.2 降低事故

每年都有大量交通事故在发生，很多伤害死亡是由于道路交通伤害导致的。中国国家统计局 2017 年 2 月公布数据显示，2016 年道路交通事故 16.52 万起，道路交通死亡人数为 5.18 万人。

不遵守交通规则是道路交通事故的主要原因，道路交通伤亡事故问题严重，交通安全问题相当突出，造成的巨大社会经济损失。酒后驾驶屡禁不止；超载穿行；电动车混乱；非机动车不按信号规定通行，闯灯、越线；行人无视红绿灯的存在，不走人行横道、翻越隔离带，这些都是交通事故多发的重要原因。采取智能交通技术，提高道路管理能力，每年交通事故中死亡人数必将减少。为此，世界各发达国家已经投入大量财力和人力，进行大规模的智能交通技术研究试验及产

业应用，很多发达国家已转入全面部署阶段。

1.2.3 节能环保

世界各国都非常关注节能环保，我国对发展环保经济非常重视，十三五期间国务院强调要培育以环保节能为特征的新经济增长点，中国交通运输部称将加快建立以低碳为特征的交通运输体系，全国交通系统要建立健全节能减排目标责任制，实行严格的问责制。因此，在未来，将会有很长一段时间，节能环保都是智能交通行业的主题。

我国已连续八年成为世界机动车产销第一大国，环保部 2017 年发布的《2016 年中国机动车污染防治年报》显示，全国机动车排放污染物初步核算为 4472.5 万吨，比 2015 年削减 1.3%。，机动车污染已成为我国空气污染的重要来源，是造成灰霾、光化学烟雾污染的重要原因。

面对这些问题，发展智能交通产业是有效的解决途径之一。智能交通系统能够为城市交通带来的节能减排效应，通过建设智能交通系统，可有效提高现有道路网络的运行效率，从而达到缓解拥堵、节约能源、减轻污染的目的，是交通运输体系的发展方向，是交通运输进入“互联网+”模式下表现。通过智能交通控制，降低燃料消耗量和减少废气排除量对节能环保有着重大贡献。

1.3、智能交通的主要子系统介绍

智能交通系统有较为广泛研究内容，通常将其归类以下七个部分^[5]。

1.3.1 先进出行信息系统(Advanced Traveler Information System, ATIS)

公众出行交通信息服务系统是依托公路信息资源整合系统和客运站场管理信息系统的信息资源,通过互联网、呼叫中心、手机、PDA等移动终端、交通广播、路侧广播、图文电视、车载终端、可变情报板、警示标志、车载滚动显示屏、分布在公共场所内的大屏幕、触摸屏等显示装置,为出行者提供较为完善的出行信息服务。

为驾车出行者提供路况、突发事件、施工、沿途、气象、环境等信息;为采用公共交通方式的出行者提供票务、营运、站务、转乘、沿途等信息;据此出行者可提前安排出行计划,变更出行路线,使出行更安全、更便捷、更可靠。

1.3.2 先进交通管理系统(Advanced Traveler Management System, ATMS)

ATMS 用于对信息采集、处理和传输系统,但是 ATMS 主要是给交通管理者使用的,用于检测控制和管理公路交通,在道路、车辆和驾驶员之间提供通讯联系。它将对道路系统中的交通状况、交通事故、气象状况和交通环境进行实时的监视,依靠先进的车辆检测技术和计算机信息处理技术,获得有关交通状况的信息,并根据收集到的信息对交通进行控制,如信号灯、发布诱导信息、道路管制、事故处理与救援等。

1.3.3 先进公共交通系统(Advanced Public Transport System, APTS)

APTS 的主要目的是采用各种智能技术促进公共运输业的发展,

使公交系统实现安全便捷、经济、运量大的目标。如通过个人计算机、闭路电视等向公众就出行方式和事件、路线及车次选择等提供咨询，在公交车站通过显示器向候车者提供车辆的实时运行信息。在公交车辆管理中心，可以根据车辆的实时状态合理安排发车、收车等计划，提高工作效率和服务质量。

1.3.4 先进车辆控制系统 (Advanced Vehicle Control and Safety System, AVCSS)

AVCS 的目的是开发帮助驾驶员实行本车辆控制的各种技术，从而使汽车行驶安全、高效。AVCSS 为驾驶员提供各种形式的碰撞和安全保障措施，改善了驾驶员对行车环境的感应和控制能力，通常分为两个层次：

- 1、 车辆辅助安全驾驶系统，该系统包括车载传感器、车载计算机和控制执行等，行驶中的车辆通过车载的传感器测定出与周围车辆以及道路设施及周边环境等，由车载计算机实时计算，在紧急情况下，做出各类安全保障措施。
- 2、 车辆自动驾驶系统，该车装备了各类传感器，计算单元和线控执行机构，它能在行驶过程中做到自动导向、自动检测和回避障碍物。在智能交通环境上，能够与车周围环境形成有效沟通，实现自动驾驶。

1.3.5 商用货运管理系统(Commercial Vehicle Operations, CVO)

这里指以高速道路网和信息管理系统为基础,利用物流理论进行管理的智能化的物流管理系统。综合利用卫星定位、地理信息系统、物流信息及网络技术有效组织货物运输,提高货运效率。

1.3.6 电子收费系统(Electronic Toll Collection System, ETC)

ETC 是世界上最先进的路桥收费方式。通过安装在车辆挡风玻璃上的车载器与在收费站 ETC 车道上的微波天线之间的微波专用短程通讯,利用计算机联网技术与银行进行后台结算处理,从而达到车辆通过路桥收费站不需停车而能交纳路桥费的目的,且所交纳的费用经过后台处理后清分给相关的收益业主。在现有的车道上安装电子不停车收费系统,可以使车道的通行能力提高 3-5 倍。

1.3.7 紧急救援系统(EMS)

EMS 是一个特殊的系统,它的基础是 ATIS、ATMS 和有关的救援机构和设施,通过 ATIS 和 ATMS 将交通监控中心与职业的救援机构联成有机的整体,为道路使用者提供车辆故障现场紧急处置、拖车、现场救护、排除事故车辆等服务。

第二章 智能交通产业发展情况

美国、欧洲、日本是全球智能交通体系技术开发、应用最好的国家，从它们发展情况看，智能交通系统的发展，已比较有效地解决交通拥堵、交通事故、交通污染等问题，经 30 多年发展，ITS 的开发应用已取得比较好的成就。美国、欧洲、日本等已基本完成了 ITS 体系框架建设，并在重点发展领域大规模应用。可以说，科学技术的进步极大推动了交通的发展，而 ITS 的提出并实施，又为高新技术发展提供了广阔的发展空间。

智能交通系统世界上应用最为广泛的地区是日本，如日本的 ITS 系统相当完备和成熟，其次美国、欧洲等地区也普遍应用。中国的智能交通系统发展迅速，在北京、上海、深圳、广州等大城市已经建设了智能交通系统。随着智能交通系统技术的发展，智能交通系统将在交通运输行业得到越来越广泛的运用^[6]。

2.1、国外智能交通发展状况

2.1.1 日本发展状况

1973 年，日本通产省组织开始了对 ITS 的研究。至 1994 年，即由当时的警察厅、通产省、运输省、邮政省、建设省（现五个部门已分别调整为警察厅、总务省、经济产业省、国土交通省）成立了道路、交通、车辆智能化推进协会（简称 VERTIS）。其目的是为

了推进 ITS 领域中得技术，产品的开发及推广应用工作的开展；其目标是在未来三十年，将现有道路交通死亡事故减少 50%，基本消除交通拥挤，减少汽车的燃料消耗及尾气排放等。1996 年，由当时的建设省、国际贸易与工业省、运输省、邮政省及国家警察署等五个与交通相关的部门共同制定了《ITS 全体构想》。这一构想对交通届的变革起到积极的推动作用，交通堵塞现象减轻、交通事故数明显减少、换进污染问题得到遏制、国民的生活质量有所提高^[7]。

随着 ITS 技术研究的不断深入，ITS 在实际的运用也不断完善，其社会效益和经济效益日益显著。如日本全国交通事故死亡人数连续输十年逐渐减少，交通事故发生数从年逐年减少^[8]。

日本正在大力发展自动驾驶技术和车联网技术，打算在 2020 年前借助这些技术建立世界领先的智能交通系统。2017 年，日本政府将联合汽车制造商在高速公路和人车流量较低的偏远区域进行自动驾驶汽车测试，加紧智能交通系统体系建设和完善。

日本政府计划在 2020 年前实现该服务的商业化。2020 年，日本东京将举办第 32 届夏季奥林匹克运动会，因此这一年对日本来说非常重要，具有里程碑式的意义。它希望向世界展示自动驾驶汽车和绿色节能的动力传动系统等新一代技术的实力。

此外，日本政府和汽车制造商希望于 2025 年前后在全国范围内普及自动驾驶技术。日本希望通过自动驾驶汽车的推广和普及大幅减少交通事故的发生，争取在 2030 年前实现交通事故发生次数近乎为零的目标。

2.1.2 美国发展状况

20 年代在 60 年代后期，美国开始了 ITS 的第一个项目——电子路线引导系统；而由此到 80 年代期间，由于美国这期间没有出现突出的交通堵塞等情况，美国在道路交通的信息化，智能化方面几乎没有任何进展，而日本、欧洲各国及澳大利亚等发达国家非常重视智能交通，并投入大量资源，得到迅速发展。在 1987 年美国继续开展 ITS 的研究，成立了 Mobility-2000 组织，从此之后发展迅速，在 1990 年 8 月，成立了智能化车辆道路系统组织（即 IVHS AMERICA: Intelligent Vehicle-Highway Society OF America）。IVHS AMERICA 的主要任务之一是向运输部提供有关 IVHS 计划的需求、目标、目的、计划及进展等。IVHS AMERICA 于 1994 年更名为 ITS AMERICA。在 1991 年美国国会通过了“综合地面运输效率方案”（ISTEA），旨在利用高新技术和合理的交通分配提高整个网络的效率，根据计算机仿真的结果，尽可能提高整个路网的通行能力约 20%至 30%。ISTEA 的主要内容就是实施智能交通系统，并确定由美国运输部门负责全国的 ITS 发展工作，并在以后的 6 年中由政府拨款 6.6 亿美元，用来进行 ITS 研究工作。1995 年 3 月，美国运输部首次正式出版了“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，并确定了到 2005 年的年度开发计划。为了加强 ITS 研究，美国政府加大了力度，由美国联邦政府公路局在全美建立了 3 个 ITS 研究中心，中心的经费由联邦政府和地方共同提供。为了调动企业和私人投资公路建设的积极性，美国大力展开了电子收费系统和不停车收

费系统的实验研究，目前美国已有 12 个运输管理机构在进行这方面的工作^[9]。

美国 ITS 研究采用了自上而下的方式，通过 America 支持的项目提出全国统一的体系框架。同政府推出一系列的法案明确 ITS 的重要性，如 1991 “陆上综合运输效率化法案”，1998 年的“面向 21 世纪的运输平衡法案”等。通过 5 倍于阿波罗计划的投入，使得 ITS 成为交通行业最重要的发展方向之一，并在城市公共安全方面发挥重要作用。它的发展模式可以总结为：顶层规划、市场引导、分步实施。并且，美国 ITS 的研究和发展，无论是在研究项目还是应用系统的开发上，都与汽车产业的发展紧密相关。

在 ITS 建设方面，美国注重 ITS 安全系统设施的建设。目前，美国在 ITS 领域独树一帜，根据本国的交通基础设施特点和实际需要，已建立起相对完善的车队管理、公交出行信息、电子收费和交通需求管理等四大系统及多个子系统和技术规范标准。其中建设发展较快的依次分别是：车辆安全系统、电子收费、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。

在 ITS 管理方面，美国的一个重要目标是减少撞车交通事故。事故自动定位信息系统能通过无线电话和其它通讯设施传送信息；交通事故应变路线软件能够用来搜最适宜的救援中心，并为救护人员赶赴现场规划最佳路线；路线引导软件功能包括最佳路线识别、优先调用平交口信号等，能有效地引导救护车辆快速到达事故现场；在救护现场，声像通讯设施能将抢救实况直接转送到医疗中心，以便医疗中心

在伤员到达之前作好抢救手术的准备工作的。

美国先进的智能交通系统具备智能地、自适应地管理各种地面交通的能力，能实时地监视、探测区域性交通流运行状况，快速地收集各种交通流数据，及时地分析其运行特征、预测其变化，制定最佳应变措施和方案。这方面的研究包括“车辆-道路自动化协作系统”和“设施-车辆运输自动化系统”等。同时，区域性交通网络在超越地区界限和运输方式的前提下，能够“无间隙地”整合起来，实现一体化运行目标。交通控制中心和管理系统达到网络化，交通管理中心的数据汇集有助于更有效地管理超区域性的交通系统运行^[10]。

在 ITS 领域最前沿的实践和成绩的基础上，美国在智能交通方面制定了两个战略重点，即实现汽车互联技术和推进车辆自动化。为了推进智能交通的发展，《ITS 规划 2015-2019》同时制定了五个战略主题^[11]：

1) 通过发展更优的风险管理、驾驶监控系统，打造更加安全的车辆及道路系统。

2) 通过探索管理办法和战略，提高系统效率，缓解交通压力，增强交通流动性。

3) 交通运输与环境系统管理，通过对交通流量的优化管理以及运用车联网技术解决实际车辆、道路问题，达到保护环境的目的。

4) 为了更好地迎合未来交通运输的需求，全面促进新技术发展，推动支持技术创新。

5) 透过建立起系统构架和标准，应用先进的通讯技术实现汽车

与各种基础设施、便携式设备的通讯交互，促进信息共享。

2.1.3 欧洲发展状况

欧洲的 ITS 开发与应用是与欧盟的交通运输一体化建设进程紧密联系在一起。1969 年欧共体委员会提出要在成员国之间开展交通控制电子技术的。

1985 年，西欧国家进行了一项顶尖科学领域内开展共同研发的计划，即尤里卡计划，其重点在于提升各国竞争力，欧洲各国交通系统不相同，无法兼容，为了解决这个问题，开始致力于促使智能交通一体化，于是将 ITS 纳入尤里卡计划中，目的是建立欧洲的智能交通系统。从 1986 年起，西欧国家开始在“欧洲高效安全交通系统计划（PROMETHEUS）”和“保障车辆安全的欧洲道路基础设施计划（DRIVE）”两大计划指导下开展交通运输信息化领域的研究、开发与应用。

1988 年由欧洲 10 多个国家投资 50 多亿美元，联合执行旨在完善道路设施，提高服务质量的 DRIVE 计划。

2000 年 9 月发布的欧盟 KAREN 项目，ITS 体系框架是其中重要一部分，主要针对道路相关交通系统而言。ITS 体系框架开发采用面向过程方法，但其目标不是提供全面的 ITS 系统构成，而是示范给出创建某项 ITS 服务的体系框架所应采取的方法，以使用户根据需要进行相应体系框架的开发和扩展。

2008 年 5 月 19 日，欧盟委员会制定了关于为了安全应用智能交通系统（ITS），2009 年欧委会委托欧洲标准化机构 CEN, CENELEC 和

ETSI 制订一套欧盟层面统一的标准、规格和指南来支持合作性 ITS 体系的实施和部署。2013 年，ETSI 和 CEN/ISO 完成首版标准制订。第二版标准包已经进入微调阶段，主要是处理更为复杂的应用。欧盟与美国和日本紧密合作确保该系统在全球兼容。

2011 年 3 月推出的欧盟 2020 智能交通系统（ITS）确定的三大目标：交通可持续、竞争力和节能减排，为配合这个文件，欧委会于 2011 年积极制定配套措施和出台行动计划，在欧盟范围内全面部署和督促落实智能交通系统技术的研发及应用。

2012 年 6 月，欧盟提出智能交通等领域快速发展 2020 实施方案，由相关欧盟政府官员、行业协会及企业代表共同参与的磋商机制（CAR21）发表了终期报告，报告在电动汽车、道路安全、智能交通系统、市场准入以及 CO2 排放等领域提出了快速发展的 2020 战略实施方案，从而提高欧盟汽车产业国际竞争力，为欧盟经济增长注入动力，并有效解决就业问题。

2013 年 9 月，由欧盟研究区交通科研（ERA-T）科学理事会提出，欧盟计划加强交通科研领域的国际科技合作。

2014 年 2 月，欧盟标准化机构 ETSI 和 CEN 确认，已经根据欧委员要求完成车辆信息互联基本标准的制订。该标准将确保不同企业生产的交通工具之间能够相互沟通，并能与道路基础设施沟通。该标准预计 2015 年在欧洲道路上实现。据悉，欧盟投资 1.8 亿欧元用于合作交通系统（cooperative transport systems）的研究项目，并成功研发出该标准。欧洲各国正在进行 Telemetric 的全面应用开发工

作，计划在全欧范围内建立专门的交通无线数据通信网。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，正在开发先进的出行信息服务系统(ATIS)，先进的车辆控制系统(AVCS)，先进的商业车辆运行系统(ACVO)，先进的电子收费系统等^[12]。

2016年底欧洲通过“欧洲合作式智能交通系统战略”，目标是到2019年在欧盟国家道路上大规模配置合作式智能交通系统，实现汽车与汽车之间、汽车与道路设施之间的“智能沟通”。在此系统帮助下，驾驶员能够减少人为失误，在驾驶过程中作出更加正确的决定并适应交通状况。因此，配置这一系统预计将显著提升行车安全、交通效率以及驾驶的舒适性。合作式智能交通系统战略的实施将有助降低道路交通事故死亡率，欧盟预期该系统帮助实现在2010年至2020年间将交通死亡总人数减少一半的目标。

2.2、国外智能交通系统案例介绍

2.2.1 日本先进车辆信息与通讯系统与ETC技术

日本 Vehicle Information and Communication System Center，简称 VICS，成立于 1995 年 7 月 1 日，由日本道路交通情报中心建设和管理，以提高道路交通的安全性和通畅性、改善道路环境为目的，被认为是世界上最成功的道路交通信息提供系统。到 2003 年 6 月末，日本装有汽车导航系统的车辆已达 7520 多万辆，同时装有汽车导航系统和车载信息通讯系统(VICS)接收器的车辆也达 2700 多万辆，以上装置可以为驾驶员或其他机动车使用者提供即时道路信息，VICS 提

供 24 小时实时路况交通拥堵信息和管制信息^[13]。日本的道路车多而不乱，路上诸多监测器和雷达，随时监控道路情况和采集信息，驾车人可通过情报信息板获取即时道路信息。车载电子地图已广泛使用，有多家公司开发新产品，用户可在网上下载购买。电子地图可通过卫星天线、微波、电视载波机、电话地址等多种渠道接收信息，使用电子地图，人们可以准确查询地址、气候、环境及计算拥堵时间等。

日本的 ETC 计划于 2000 年 4 月开始正式实施，该计划的目标是到 2002 年 3 月在全国建设 800 个电子收费站，到 2003 年 3 月达到 900 个。按照设计，ETC 系统根据车辆的类型和在公路上行驶的距离来收费。统一的 ETC 标准能够使系统的使用者将每一部车辆上的异频雷达收发器结合为一个整体，保证分属不同系统管理的收费公路执行统一的标准。根据“ITS 手册”，日本有关方面在发展 ETC 系统时，在以下几个方面达成了共识^[14]：

- 1、标准必须统一，使不同路面上的收费行为遵循同一的标准，并使系统能在全国范围内形成一个整体；
- 2、保证路管单位与车辆之间的好沟通渠道；
- 3、为适应未来功能扩充的需要，系统要包含车载设备及 IC 卡，并使 IC 卡具有多种功能；
- 4、IC 卡要能与其他设备结全为一体（如 CPU），同时可以与其他终端设备进行双向身份认证，并能对有关记录进行解析以保证安全性。
- 5、为了保证 ETC 系统的方便和安全性，“道路系统增强协会”

(the Organization for Road System Enhancement, 简称 ORSE) 于 1999 年 9 月成立, 该协会能提供及时的信息安全服务, 比如数据安全标准的及时披露, 身份识别信息的提供等。

6、数据安全标准是为了防止收费和私人信息被伪造或篡改而设立的一项普遍准则, 直接向那些已经签署了关于不停车收费的安全标准文件和保密协议的企业开放。

另外日本的高速公路处于良好的养护状态, 少见坑槽和裂缝, 平整度好。日本全国 7800 多公里高速公路, 全由道路公团统一管理。从 1970 年开始, 道路公团规定在新建道路上全部使用排水路面结构, 改建道路也要求采用排水结构。到目前为止, 全日本 98% 以上的道路采用排水路面结构。从实施效果来看, 排水路面具有减噪、防溅水、防滑、防眩光等效果, 从而可降低交通事故发生率。

2.2.2 洛杉矶市自动交通监测和控制中心和公共汽车信号优先技术

洛杉矶市自动交通监测和控制中心 (ATSAC) 于 1984 年的奥运会之前开始兴建, 最初只限于奥运会主会场——洛杉矶纪念体育场地区, 后来逐步扩展到全市。

目前洛杉矶的 ATSAC 控制 2449 个有信号灯控制的交叉口。整个洛杉矶市有 4285 个有信号灯控制的交叉口, 而 ATSAC 控制了其中的 57%。另有 286 个交叉口的 ATSAC 工程正在建设。在 ATSAC 内, 计算机交通控制系统监控全市的交通状况和系统性能。道路上埋设的感应圈可以监测车辆的通过、车速、流量, 并且每秒钟修改数据。除此之

外，全市大约还安装了 150 个闭路电视摄像机。

自动交通监测和控制中心可以通过增加软件来扩充系统，从而对其他交通工具，例如轻轨铁路进行监控。ATSAC 的最新技术发展是建造自适应车流控制系统，可以根据车的流量大小来调整信号时间，使得道路的通行能力得到最有效地利用。

洛杉矶市公共汽车信号优先技术是应用智能交通运输系统 (ITS) 技术来提高公共汽车运行速度，使得公共汽车更加准时并提高其运行效率。主要的方法是对交叉口的晚点公共汽车在红灯时提前给予绿灯，同时对正在交叉口内行驶的晚点公共汽车延长绿灯时间使其有足够的时间来通过交叉口。一般来说，对于准点的公共汽车就不必给予信号优先。公共汽车信号优先技术的关键是要确保公共汽车和交叉口信号机之间有无线通讯^[15]。

公共汽车信号优先过程包括四个阶段：

第一阶段：确定公共汽车位置。确定公共汽车到达的地点，以确定交叉口是否要进行信号优先。这一功能也提供位置数据给公共汽车上的处理器以确定汽车是否晚点。

第二阶段：公共汽车向交叉口的信号机提出信号优先请求。由公共汽车上的处理器来执行，对汽车到达设定点后是否要提供信号优先作出决定。

第三阶段：交叉口的信号机同意公共汽车提出的信号优先请求。是否给予信号优先取决于许多因素，例如，一天的时间里，手工强行使信号灯变绿的可能性，当地的交通状况，信号机的状况。这一过程

一般在交叉口执行，但有时也可能要由市交通局的公共交通规划管理人员同意公共汽车提出的信号优先请求。

第四阶段：实施信号优先。根据公共汽车和前方交叉口的相对位置，通过信号机调整信号时间，使得信号灯提前变绿灯，或延长绿灯时间，以便公共汽车能够顺利地通过前方的交叉口。

2.2.3 瑞典斯德哥尔摩智慧交通系统

瑞典斯德哥尔摩是全球智能交通的典范城市，采用了 IBM 的技术方案。由于在城市绿色发展方面的出色表现，2010 年 2 月，斯德哥尔摩被欧盟委员会评为首个“欧洲绿色首都”。斯德哥尔摩的智慧交通系统主要是由瑞典交通管理局（the Swedish Transport Administration）、斯德哥尔摩市议会（Stockholm County Council）等负责组织规划实施，采用了 IBM 提供的智能交通解决方案。

斯德哥尔摩智慧交通系统提出了以下 3 个目标：提高交通信息透明，对交通基础设施的高效利用，便捷的交通收费支付系统；同时还提出智能交通建设的基本策略：基于用户需求，聚焦气候、安全的交通解决方案，推动合作，基于地区的创新能力，充分借鉴其他地区的经验。

斯德哥尔摩已经建成的智慧交通系统包括以下几个部分：多种方式的交通信息采集整合系统；综合的交通信息管理中心；隧道智能交通信息系统；基于污染物排放和天气条件的速度、交通流量控制；基于手机短信的交通信息实时发布系统；基于多式联运的路线规划；基

于绿色驾驶的智慧速度适应系统；流量管理系统；智能公共交通系统，包括流量和事故管理、公交优先系统、交通信息发布系统、路线规划、交通安全系统、智能卡系统等。

此外收取交通拥堵税也是斯德哥尔摩智慧交通建设配套政策的重要一环。瑞典当局在 2006 年初宣布征收“交通拥堵税”。IBM 为瑞典交通管理局设计、建设并且运行了一套先进的智能收费系统。该系统在通往斯德哥尔摩城区的主要出入口处设置 18 个路边控制站，通过采用 RFID、激光、照相、图像识别技术和先进的自由车流路边系统，自动连贯地对进入城区车辆进行探测、识别和收费。交通拥堵税单次的税金为 3 档，收费最高的是上午 7:30 到 8:29 和下午 4:00 到 5:29 的高峰时段，设定单车日缴费最高额度。通过收取“交通拥堵税”减少了车流，交通拥堵降低了 20-25%，交通排队时间下降 30-50%，中心城区道路交通废气排放量减少了 14%，整个斯德哥尔摩地区废气排放减少 2.5%，二氧化碳等温室气体排放量下降了 40%^[16]。

2.2.4 韩国推进智能交通治理系统建设

韩国为引导智能交通系统的发展，韩国政府开展了一项新的计划，即“21 世纪 ITS 总计划”，预计在 20 年内政府对智能交通的投资总额约为 75 亿美元。目前，韩国的城市高速公路、全国高速公路干线、地面公交系统以及轨道交通系统都采用了最现代化的智能交通管理系统。这其中就以首尔的地面公交和轨道交通两大系统在智能交通建设上最具代表性。2015 年 4 月 27 日，第十四届亚太智能交通论坛上。

ITS Korea 作为参展商介绍了韩国智能交通系统的发展历程，其中有以下几个重点内容。

2.2.4.1 智能公交系统

首尔的公交系统在 2004 年前后进行了根本性的改革，到目前已经取得了较为理想的效果。这其中主要体现在公交线路编码系统、公交智能卡系统和公交管理系统（BMS）三个方面。

1、公交线路编码系统

2004 年，首尔对所有的公交线路进行了重新编码，从公交线路号码就可以知道其大致的走向。该编码体系以区域编码划分为基础，将首尔市及外围地区分别划分为 8 个和 7 个区域。线路编码格式为：出发区域+到达区域+序号。在进行区域划分的基础上，将公交线路分为 4 类：红色—市郊快线，连接首尔市与各卫星城；蓝色—干线，行驶在主干道、公交专用道上的市区跨区域线路，连接首尔市内各区域中心；绿色—支线，向干线与地铁站点运送乘客；黄色—市内环线，主要是为满足市民购物的需求。通过对公交车辆运营实施科学的管理，能够很好地满足城市公共交通的需求。4 类线路分工明确，各司其职。

2、公交智能卡系统

为了方便换乘的乘客，首尔市开发采用了一种新的多功能智能卡，即可储值的智能卡（T-money）。开发这一智能卡是因为这种智能卡的使用对乘客和公交公司都有好处：乘客在乘坐公交汽车和地铁时使用智能卡，可以获得换乘费用的折扣，而且也可以选择使用预付卡或信

用卡的形式；对于公交公司而言，采用新的智能卡系统，可以更准确地计算车票收入。

从 1997 起，首尔就开始采用无线射频识别卡系统（采用飞利浦的 Mifare 卡）进行收费，成为世界上最早采用这一系统的城市之一。在实施 6 年之后，由于内存容量有限、交易速度不快以及存在安全问题隐患等原因，这一系统性能已大大削弱。有鉴于此，首尔市新开发了一种使用集成电路（IC）芯片的智能卡系统。新智能卡符合国际标准，它采用了 EMV 标准，即 Europay、万事达（Mastercard）、维萨（Visa）三大国际信用卡的标准，有助于确保智能卡、终端以及其他系统之间的兼容，增加了新卡容量，使新卡具有多种功能，利用智能卡数据可以对公交班次安排进行科学的管理，增加了对公交车票收入管理的透明化。而且还准备在出租车行业以及繁华商业街购物场所内使用该智能卡。

目前，智能卡 T-Money 的使用率为：公共汽车 93%，地铁 100%，出租车 30%。除了基于距离的收费和结算功能外，T-Money 卡还有小于 400 美元的小额支付功能，在公共服务如停车、拥堵收费，娱乐购物如快餐店、书店、公园，便利店、自动售货机等很多领域都可使用 T-Money 卡付费，在不少商家，使用 T-Money 卡付费时，还能享受一定折扣优惠。对使用者来说真可谓是方便至极。

4、公交管理系统（BMS）

为了加强对公交运营的有效管理，首尔还建立了一套公交管理系统（BMS）。这一系统把交通运营与信息服务（TOPIS）融为一体，可提

供交通信息数据，这些数据可以上传到市区各个交通网点。这一系统还将智能交通系统技术和全球定位系统技术结合起来，确定公交车所在位置，控制班次表，还可以通过互联网、手机以及掌中宝（PersonalDigitalAssistantPDA）向乘客提供公交信息。这类信息还可以有助于进行调研，并为制定决策提供辅助信息数据。

2.2.4.2 智能轨道交通系统

首尔有一个庞大的地铁系统。首尔占韩国国土面积的 0.6%，GDP 却占韩国 GDP 的 21%。以首尔为中心的韩国首都圈（包括仁川广域市和京畿道大部分地区），人口 2300 万，韩国近一半的人口居住于此。首尔第一条地铁线于 1974 年开通，经过几十年的发展，目前地铁线路总长已发展到 341 公里，是香港的两倍多。共 293 个车站，日客流量为 640 万人次，是首尔市民出行最主要的方式。

地铁列车运行速度很快，一般来说，早晚高峰时，两站间列车的运行时间为 2.5 至 3 分钟，而平时运行时间约 4 至 6 分钟。地铁 1~4 号线由首尔地下铁公社运营，地铁 5~8 号线由首尔都市铁道公社运营，9 号线由私营的地铁 9 号线公司运营。地铁 9 号线采用了新的融资模式，在建设和运营过程中引进民间资本。9 号线总长 38 公里，一期 25.5 公里已于 2009 年 7 月开通并运行，共 25 个站点。不同公司运营的地铁线路，在站台设计、车内布置等方面各有特色。目前，地铁 7 号线和 9 号线的二期正在建设中，计划建设的还有 5 号线和 8 号线的延长段。在地铁覆盖不到的区域，将发展建造费用更为经济的

轻轨系统，根据规划，到 2017 年增建 8 条总长为 70 公里的轻轨。

安全和舒适一直是首尔地铁的特色。早在 2009 年，地铁所有站点就都安装了站台屏蔽门，以防止意外事故，减少车辆引擎噪音；轨道的铺设材料由砾石改为混凝土，并升级通风系统，以改善车内空气质量。每到换乘站，报站系统会响起悦耳的古典音乐，以提醒乘客不要错过换乘站点。地铁内可无线上网和使用公用电话，T-money 卡能用来支付公用电话费。此外，地铁还是充满文化氛围的场所，如开设画廊、举办音乐会等。如今，首尔的智能交通系统在多年的发展后现在已经初具规模^[17]。

2.2.5 新加坡高速公路监控及信息发布系统

新加坡作为亚洲一隅的城邦小国，以 680 平方公里的弹丸之地和不到 400 万的人口，却以其健全发达的交通路网和运输系统，富有远见的交通管理与调节策略著称，有计划的土地使用和城市扩展政策，成为世界闻名的“花园城市”。

新加坡的 ITMS 是一个综合集成交通系统，以交通信息中心为轴，连接公共汽车系统、出租车系统、城市捷运系统（MRT）、城市轻轨系统（LRT）、城市高速路监控信息系统（EMAS）、车速信息系统（TrafficScan）、电子收费系统（ERP）、道路信息管理系统（RIMS）、优化交通信号系统（GLIDE）、电子通讯系统、车内导航系统等综合性集成系统。ITMS 使道路、使用者和交通系统之间紧密、活跃和稳定的相互信息传递与处理成为可能，从而为出行者和其他道路使用者提

供了实时、适当的交通信息，使其能够对交通路线、交通模式和交通时间做出充分、及时的判断，提供各类信息综合服务^[18]。

2.3 中国智能交通产业发展情况

中国智能交通的研究于 70 年代末，首先是在北京、上海和广州等大城市交通信号控制的研究与开发。80 年代后期，我国开始了 ITS 基础性的研究和开发工作，包括优化道路交通管理、交通信号采集、驾驶员考试系统、车辆动态识别等；90 年代开始建设交通控制中心或交通指挥中心，并开展了驾驶员信号系统、城市交通管理的诱导技术等方面研究^[19]。在国家“九五”科技攻关项目中添加了 ITS 有个内容，重点研究了“国家智能运输体系框架”、“国家智能运输系统标准”等内容。智能交通管理系统是国家中长期科技发展规划纲要关于交通行业的优先主题之一，我国在 2000 年就成立了全国智能运输协调指导小组及其办公室，发布了《中国智能运输系统体系框架》。在“十五”期间，我国率先在北京、上海、广州等大城市开展了智能交通系统的关键技术攻关，关键产品开发和示范应用。促进了以智能化交通管理为主的智能交通体系建设，2001 年起，以科技部启动国家“十五”科技攻关“智能交通系统关键技术开发和示范工程”重大项目为标志，我国 ITS 进入发展期。“十一五”期间，全国许多城市进行了智能交通系统的规划和建设。公路、公交、城市等领域相继实施了大批的智能交通系统建设项目。国家科技支撑计划也立项支撑了一些重大智能交通技术应用示范工

程。应该说智能交通领域里的研究和实践的发展，引导了交通运输电子信息通信等领域里的相关单位和企业来参与智能交通系统行业的建设。培育形成了我国智能交通系统发展研究和产业化推进的一支基本队伍，形成了一个基础。2008年交通部、公安部、科技部共同开展了“国家道路安全技术行动计划”，2008年5月，科技部、交通部、公安部、住建部、铁道部、民航总局等单位牵头成立了中国智能交通协会，目的是对我国智能交通规划和建设工作进行更好的协调和实施^[20]。

“十二五”期间，为了推进智能交通的发展，国家开展了多项支持计划，重点组织实施了“国家智能交通综合技术集成与应用示范”、“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”等科技支撑计划项目。在交通拥堵、交通安全等重大难题下，各大城市纷纷建设和完善智能交通系统。2012年北京市交通委发布未来5年北京交通信息化发展目标：“十二五”期间，北京市规划投资56亿元，提升智能交通。与此同时，兰州将筹资7亿余元建设基于物联网的智能交通系统，欲借助互联网实现道路智能化；南京也提出利用物联网技术，在2年内构建一个以全面“感知”为基础的新型智能交通系统；番禺投资4000万元、郑州投资8000万元、禅城计划投入1亿元人民币；深圳也将在三年内建成六大智能交通系统，均为打造城市智能交通系统。智能交通建设得到了快速发展^[10]。

2016年7月国家发展改革委交通运输部关于印发《推进“互联

网+”便捷交通 促进智能交通发展的实施方案》的通知中说明充分认识推进“互联网+”便捷交通、促进智能交通发展的重要意义，详细地智能交通做了规划。中国在智能交通建设方面也有大量经典案例，比如百度在发挥其地图自身大数据、人工智能技术优势，与交管部门共建智慧交通，百度与成都交警、成都交投合作，三方共建“互联网+交通拥堵治理”新模式，合作主要内容：

1、为公众出行提供成都特色的信息服务。

百度地图将丰富基础数据量级，优化智慧避堵策略，除了将推荐主干道、快速路和环路作为优先路线外，还将结合成都地形提升中小街道在高峰时段的使用频次，通过精确的路况分析，配合成都交警“以静制动”的交通管理模式，鼓励群众利用地图上报功能反馈道路交通异常情况，充分利用中小街道绕开交通拥堵区域，尽可能减少行车延误，促进交通流量均衡分布，提升整个路网运行效率。

2、为交通管理决策提供大数据支持。

百度地图通过大数据技术分析公众通勤、人群流动、交通拥堵的特点，建立成都道路交通模型，帮助交管部门开展以数据为基础的智慧交通管理和决策，和广大市民一起共建智能交通管理体系。

3、提升成都交通管理评价信息化水平。

百度地图以交通大数据分析技术辅助成都市交管部门重塑真实的成都道路交通模型，以总体道路交通状况展示、路网承载能力研判、

交通拥堵分析等为重点，帮助成都交警开展数据驱动、技术创新、精确制导为方向的城市交通管理，宏观掌控城市交通运行态势，微观治理交通拥堵瓶颈，提升交通管理精细化水平，并将由此形成的相关功能及信息数据融入到成都市智能交通顶层系统中，进一步完善成都市智能交通管理体系。

4、精准制定交通瓶颈节点治理方案。

依托百度地图的大数据分析、人工智能、深度学习等手段，从海量数据中挖掘成都道路交通特性和交通参与者特征标签，结合成都道路交通特点和道路交通管控水平实际，探索建立成都市民认可的城市路网运行指数评价体系，科学制定交通管理政策、合理安排实施交通改善措施，并期望逐步改变公众交通出行方式。

2.3.1 中国发展智能交通产业的必要性

党的十八届五中全会审议通过了《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》，强调必须牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，为中国未来五年经济社会发展指明了方向。

智能交通系统作为交通现代化建设的重要内容，“十三五”期间仍将是我国交通科技领域重点支持和发展的战略方向。针对“一带一路”、“京津冀协同发展”、“长江经济带”等国家战略对交通运输提出的重大需求，以解决我国综合运输效能低下、公众出行

不便、交通安全态势严峻、交通能耗高、交通服务水平落后等迫切问题为导向，面向应用需求，继往开来，创新引领和推动智能交通的持续发展，是我国智能交通行业未来发展的主要思路。同时改善民生，节能环保，积极创造良好的社会环境和安全保障，为我国经济长期稳定发展做出积极贡献，发展智能交通产业有着多维度的积极因素。

2.3.1.1 城镇化进程不断加快

国家力推的新型城镇化和智慧城市建设，城镇化的快速推进对智能交通需求十分迫切，根据国家“十二五”规划，城镇化率将上升4个百分点，年均上升0.8个百分点，城镇化进程的不断推动，特别是中西部地区的发展，将给智能交通行业带来增量市场。

伴随城市智能交通对提高城市道路交通效率、解决交通拥挤、确保运输安全、减少环境污染等方面产生的积极影响，国务院提出将科技支撑作为加强道路交通安全的基本原则，在未来5年要按照适度超前的原则来推动交通信息化建设，大力发展智能交通，提升智能交通现代化水平。

过去城市间竞争的是GDP和硬实力，而现在更多在于环保和软实力的可持续性的竞争，鉴于智能交通已经成为城市基础设施投资见效最快、收益最大的民生工程，也必将成为检验城市管理水平的一个重要指标，所以，下一步城市之间的竞争会朝这个方向发展。

2.3.1.2 机动车保有量持续攀升，交通拥堵和环境污染问题加剧

随着社会经济和科技的快速发展，城市化水平越来越高，机动车保有量迅速增加，据 2017 年公安部交管局发布汽车保有量报告，数据显示截至 2016 年底，全国机动车保有量达 2.9 亿辆，其中汽车 1.94 亿辆，机动车驾驶人 3.6 亿人，而汽车驾驶人超过 3.1 亿人。私家车总量达 1.46 亿辆，平均每百户家庭拥有 36 辆。与 2015 年相比，私家车增加 2208 万辆，增长 15.08%。

如此庞大的机动车数量，造成巨大社会问题，交通拥挤、交通事故救援、交通管理、环境污染、能源短缺等问题已经成为世界各国面临的共同难题，无论是发达国家，还是发展中国家，都毫无例外地承受着这些问题的困扰。都需要智能交通系统去解决这个问题。在大范围内、全方位发挥作用的，实时、准确、高效的综合运输和管理系统。其目的是使人、车、路密切配合达到和谐统一，发挥协同效应，提高交通运输效率、保障交通安全、改善交通运输环境和提高能源利用效率。

对于交通拥堵和雾霾越来越严重，要求治堵和治污的呼声越来越高。中央和国务院多次要求加大大气污染治理力度，应对雾霾污染、改善空气质量的首要任务是控制 PM2.5，要从压减燃煤、严格控车、调整产业、强化管理、联防联控、依法治理等方面采取重大举措，聚焦重点领域，严格指标考核，加强环境执法监管，认真进行责任追究，在交通领域智能交通尤为重要。打造畅通和谐的城市

交通已经成为城市进步、城市智慧、提升生活优越感的一个重要标志。可以看出一个能有效可持续的办法解决交通拥堵问题、环境污染等智能交通是多么迫切，这也是智能交通机遇和挑战^[21]。

2.3.2 中国智能交通产业政策动向

2.3.2.1 政策环境

党的十八大要求树立“绿水青山就是金山银山”的强烈意识，努力走向社会主义生态文明新时代。站在党和国家发展全局的高度，进一步明确了生态文明建设的战略定位，强调了加快生态文明建设的重要性紧迫性，这就要求从国家层面要求，环境保护和节能创新的重要性，相应法规会陆续出台。要寻找一个切实有效的系统办法解决突出环境问题为重点，坚持不懈、综合施策、标本兼治的方法，积极推进各类改革，创新管理方式，推动各类环境不断改善，为建设生态文明和美丽中国作出新贡献，有了这些中央和各级部门政府的重视，交通领域的环境保护也不重视起来，智能交通体系建设尤为迫切。

多年来，国家和政府高度重视交通行业的发展。2000年，科技部会同国家计委、经贸委、公安部、交通部、铁道部、建设部、信息产业部等部委相关部门，专门成立了全国智能交通系统协调指导小组及办公室，组织研究中国智能运输系统的发展；《信息产业科技发展“十一五”规划2020年中长期规划纲要》将“智能交通系

统”确定为重点发展项目；《交通运输“十二五”发展规划》中提出：“十二五”时期要推进交通信息化建设，大力发展智能交通，提升交通运输的现代化水平；在国家八部委起草的《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》中，智能交通被列为十大领域智慧工程建设之一；2014年杨传堂部长在全国交通运输工作会议中所做的报告《深化改革务实创新加快推进“四个交通”发展》则提出将“四个交通”（综合交通、智能交通、绿色交通、平安交通）作为今后和当前一段时期交通运输发展的主旋律^[22]。

交通运输部近年来高度重视智能交通发展，提出了要建设交通基础设施和信息化基础设施两个体系，将信息化提升到交通基础设施同等重要地位。相关部门也陆续在智能交通法规陆续出台，智能交通扛起了引领交通现代化的大旗，是未来交通发展主要趋势。

2.3.2.2 深化交通运输改革

交通部于2015年1月正式出版了《关于全面深化交通运输改革的意见》，对综合交通运输体制、交通运输现代市场体系、收费公路体制、现代运输服务等领域的改革提出具体要求。当代政府的治理能力已经面临重要挑战，社会参与和共治成为必要手段，信息化技术发展则为社会参与创造了基础，信息化建设将成为治理体系和治理能力现代化的重要工具。

《实施方案》的通知中说明充分认识推进“互联网+”便捷交通、促进智能交通发展的重要意义。要以旅客便捷出行、货物高效运输为导向，全面推进交通与互联网更加广泛、更深层次的融合，为我国交通发展现代化提供有力支撑。智能交通则成为交通领域深化政府体制改革、加快建设服务型政府、全面提升政府有效治理能力、主动顺应新兴信息技术和互联网发展新趋势的重要手段，并明确说明智能交通是解决现有交通问题的重要突破口。

近年来，随着我国城市化进程的推进和机动车数量的快速增长，城市道路交通量不断增加，各种交通问题凸现：交通拥堵成为影响大城市居民出行的首要问题，交通事故数量呈上升趋势，机动车尾气污染成为城市大气污染的主要来源。这些交通问题对经济发展造成了巨大的损失。

发展智能交通可保障交通安全、缓解拥堵难题、减少交通事故。另一方面，发展智能交通可提高车辆及道路的运营效率，促进节能减排。因此，中国将深化现有交通体系改革，向智能交通发展已经成为必然，并且十分紧迫。

2.3.2.3 智能交通一体化建设

2015年12月8日，国家发展改革委与交通运输部联合发布了《城镇化地区综合交通网规划》，提出构建城镇化地区以轨道交通和高速公路为骨干，以普通公路为基础，高效衔接大中小城市和小

城镇的快速便捷交通运输网络。此次《规划》还积极研究发展“互联网 便捷交通”，强化信息开放共享，发展智能交通，这将使我国智能交通产业步入新一轮的快速发展轨道。

随着我国交通智能化水平正持续提升，互联网与交通融合的步伐也在加快，智能交通已经成为我国智慧城市建设需要突破的重要领域。在城市交通智能管理方面，我国已经研制出集交通信息采集与处理、交通信号控制、交通指挥与调度、交通信息服务、应急管理等多功能的智能化交通管理系统，并已得到广泛应用。比如在《京津冀协同发展交通一体化规划》中，将扎实推进京津冀地区交通的网络化布局、智能化管理和一体化服务，到 2020 年基本形成多节点、网格状的区域交通网络。其中，包括提升交通智能化管理水平，打造交通运输信息共享交换“一个平台”，智能交通一体化发展格局正逐步明朗。

2.3.2.4 推进城市公交智能交通

2015 年 6 月交通部为贯彻落实城市公共交通优先发展战略，进一步加快推进城市公共交通智能化应用示范工程建设，交通部发布《关于进一步加快推进城市公共交通智能化应用示范工程建设有关工作的通知》。

通知明确了示范工程建设进度，提出 2015 年年底完成第一批 10 个试点城市的示范工程主体建设。2017 年 6 月底前，完成 37 个示范城市的示范工程建设任务。通知提出，要大力推进移动互联网、物

联网、大数据、云计算等新一代信息技术在城市公共交通运营、服务、管理方面的深度应用，努力打造综合、高效、准确、可靠的城市公共交通信息服务体系，全面提高城市公共交通智能化水平。

2016年交通运输部关于印发《城市公共交通“十三五”发展纲要》的通知《纲要》提出了“十三五”期我国城市公共交通发展的五大任务。

1、全面推进“公交都市”建设。建立城市公交引导城市发展新机制，总结推广“公交都市”建设工作经验，丰富“公交都市”内涵。

“十三五”期，交通运输部将在地市级以上城市全面推进“公交都市”建设专项行动，并对各“公交都市”建设城市内符合条件的综合客运枢纽建设给予支持。大力推进新能源城市公交车的推广应用。

2、深化城市公交行业体制机制改革。推进城市公交管理体制改组和城市公交企业改革，建立政府购买城市公交服务机制、票制票价制定和调节机制，健全公共交通用地综合开发政策落实机制。

3、全面提升城市公交服务品质。扩大公交服务广度和深度，完善多元化公交服务网络，提升公交出行快捷性、便利性、舒适性和安全性。

4、建设与移动互联网深度融合的智能公交系统。到2020年，城区常住人口100万以上城市全面建成城市公共交通运营调度管理系统、安全监控系统、应急处置系统。推进“互联网+城市公交”发展，推进多元化公交服务网络建设。

5、缓解城市交通拥堵。通过合理选择交通疏导、改善慢行交通

出行环境、加强城市静态交通管理、落实城市建设项目交通影响评价制度等多项举措，引导城市建立差异化交通拥堵治理措施^[23]。

2.3.3 产业环境

2008年5月14日，科技部会同公安部、交通部、建设部、铁道部、民航总局，联合81家企业、科研、高校、媒体等机构会员，共同成立了中国智能交通协会。中国智能交通协会的成立标志着中国智能交通事业步入产业化发展的新时期，期间众多产业在一起得到包括技术和市场需求信息，加速了智能交通以国家战略层面规划为主线，市场导向为辅线，技术突破和技术融合为催化剂，一片欣欣向荣的产业环境。

智能交通作为平安城市建设的重要部分，其不仅获得了新的发展商机同时也肩负起了交通安全的责任。就商机来说，智能交通在明年将得到爆发性的增长。根据第三届智能交通市场会上，中国智能交通协会理事长吴忠泽预计2009到2016年，中国城市道路智能交通系统的总投资额将达到1077.58亿元，其中视频监控系统投资额每年超过400亿元，国内智能交通行业年均复合增长率超过20%，智能交通行业未来发展空间广阔。

2.3.3.1 交通运输行业运行分析

2016年度全国交通运输工作会议上数据显示，2016年底我国新增高速公路6000多公里，总里程突破13万公里，位居世界第一，另

外 2017 年，我国将新增高速公路 5000 公里。在高速公路领域，智能交通系统在运营、维护、升级改造等方面存在巨大发展空间。目前，我国智能交通建设仍处于初级阶段，根据中国智能交通协会的数据研究显示，智能交通投资占高速公路总投资的比重在 1%-3% 之间，而国外发达国家的比重约为 7%-10%，可以看出来我国市场潜力巨大。

我国高速公路的信息化、智能化水平较低，这给运营单位的经济效益带来较大损失，主要体现在：第一，大量重复性工作（如数据采集等）未能实现自动化，由人工处理，不仅人工成本较高，且容易出现人为差错；第二，收费系统、监测系统不完善，偷逃通行费的情况仍较为严重，给运营单位造成经济损失；第三，设备保养不及时，运营单位不能及时获得设备状态信息，养护效率低、成本高。

高速公路项目建设投入较大、投资回收期较长，运营单位迫切需要降低上述成本、损失。因此，信息化、智能化将成为高速公路建设的重点。全自动收发卡机、车牌识别仪、车型识别仪等设备能显著提高收费系统的自动化水平，有效抑制偷逃通行费，降低运营单位损失；车流量检测器、车型识别仪、车速检测器等车辆信息采集设备，可应用大数据分析、信息挖掘技术，能提升管理者对公路运营的感知能力，预测和降低各种潜在风险，从而降低运营成本，使通行更通畅、更安全。

同时，通信技术、视频分析技术、人工智能技术的发展，使得高速逐步向智能高速迈进。智能交通系统不仅协助公路管理者提供服务，还将更多地向所有交通参与者提供服务，实现信息采集、处理和服务

的系统化，建立公众出行信息服务平台、路政管理信息平台、养护保障信息系统等信息化平台。在高速公路信息化的过程中，系统软件产品的需求将日益扩大，这些软件将涵盖信息采集、存储、分析与发布等功能，涉及设备养护、人员管理、路况监测等高速公路运营的各个方面。

2.3.3.2 智能交通城市建设运行分析

随着我国城市化进程的加快，汽车保有量持续增长，交通运营的压力越来越大，一系列城市交通问题随之而来。在智慧城市建设的推动下，在城市化和信息技术的发展，智能交通建设项目数量逐年增加，行业迈入持续增长快车道，市场需求旺盛，第六届中国智能交通市场年会数据显示，2016年城市智能交通市场规模合计约414.4亿，增长率达到33.5%。项目数量增长速度大于市场规模增长速度，更多城市提出了智能交通建设需求。

近年来，电子警察、卡口等交通执法、稽查设备在城市智能交通系统中居于主导地位，设备复合增长率超过市场整体水平，但这类设备侧重于满足管理者、执法者的需求，在疏导交通拥堵、保持道路畅通、保障交通安全等方面，我国的城市交通系统还有很大提高空间，需进一步提升数据化、信息化程度。这为交通数据采集设备、数据存储分析设备、交通诱导设备、各类分析软件提供了较大的市场需求：交通数据采集设备（车型识别仪、车牌识别仪、车流量检测器等）能将道路上的车流量、车头距、排队长度等信息实时传输给分析设备，

还需要大量的分布式存储、分析、运算、执行设备来根据路况信息完成在线交通优化与疏导。因此，我国采集类设备的数量、种类都有待进一步增加；分析和交通优化的系统还有很大提升空间。

智能停车场管理系统是指通过计算机、网络设备、车道管理设备搭建的一整套对停车场出入、场内车流引导、停车费收取等工作进行管理的现代化管理系统，是专业停车场必备的系统工具。智能停车场管理系统可以优化停车流程，提高收费人员工作效率，实时掌握停车场停车数据，方便收费人员工作监管，向诱导平台提供数据。通过移动互联网实现线下停车场资源共享，提高停车场利用率和用户便捷度。然而大中城市迅速发展，与之相对应的停车场建设步伐较为缓慢，远跟不上汽车保有量的增长，停车位供给缺口巨大^[24]。运用先进的停车场管理技术和设备的智能停车场管理系统成为解决“停车难”的重要途径之一。目前停车场智能设备配备率还处于较低水平，行业尚处于起步阶段，行业潜在空间较大。

2.3.3.4 智能驾驶对智能交通运行分析

国内汽车保有量逐年增大，汽车市场已成为第一大市场，国家正在步入汽车社会，与汽车相关的社会问题和矛盾也日益凸显，其中汽车与道路、汽车与环境、汽车与能源、汽车与行人之间的矛盾日益突出。同时随着传感器、处理器的计算能力提升及人工智能的发展，车联网市场蕴含着巨大空间。与此国家政府已经明确相关政策，大力支持车联网发展。“十二五”规划已将车联网作为物联网十大重点部署

领域之一，车联网有关项目已被列为我国重大专项第三专项的重要项目，首期资金投入达百万亿级别。工信部将从产业规划、技术标准等多方面着手，加大对车载信息服务的支持力度，全力推进车联网产业全面发展^[25]。

关于车路协同问题,2016年下半年交通运输部确定了2个重点,一是推进智能公路建设,二是着手新一代交通控制网^[27]。

2016年11月底到12月初定下来组织营运车辆自动驾驶和车路协同运营。首先,2017年公布营运机动车安全技术条件,2018年实施,因涉乘用车方面涉及较多因素。而营运车辆,特别是大客车这个国家强制的,必须要做的,可以先走。与这个配套的,要制定自动驾驶和车路协同技术政策和产业质量,营运车辆、出租车、小汽车、乘用车也包含在内。

第二要制定自动驾驶和车路协同标准体系,且已经开始启动,要建立国家营运车辆自动驾驶和车路协同测试基地。编制营运车辆自动驾驶和车路协同的测试规范,测试标准,交通运输部都有比较清晰说明^[27]。

然而由于产业结构、商业模式、安全法规等瓶颈的存在,总体来说我国车联网目前依然处于初级阶段,但由交通部、工信部等多部委已经着手在做相关工作,并取得广泛的积极响应和效果。“十三五”期间,随着国家层面对车联网政策红利的逐步释放,技术水平的不断提升,互联网思维的逐步渗透,车联网将迎来爆发式增长期,《物联网产业发展研究》则预测,车联网2020年市场规模达到万亿元。

2.3.4 中国智能交通产业发展综述

2.3.4.1 我国智能交通产业取得长足发展

改革开放 30 多年来，经过大规模建设，我国交通运输基础设施网络初步形成。目前我国高速公路、高速铁路总里程位居世界第一，拥有一批吞吐量位于世界前列的大型港口和航空枢纽，服务能力已总体适应了经济社会发展需要。随着铁、公、水、航等交通基础设施的逐步完善，我国交通运输正在进入综合协调、优化发展的新阶段。在这个新的发展阶段，如何提高综合交通运输体系的运行效率和管理效率、如何为公众提供更优质的运输服务、如何与经济发展相结合培育新的增长点等，成为了交通运输发展的将要解决的问题^[28]。

2016 年在国务院的统一部署下，国家发展改革委和交通运输部联合发布了《推进“互联网+”便捷交通促进智能交通发展的实施方案》突出强调了智能交通是我国交通运输发展新阶段的战略重点。近年来，大数据、物联网、云计算、互联网特别是移动互联网技术的快速发展，为交通运输提质增效升级提供了更好的条件。交通与互联网融合发展，产生了新业态，为公众出行等提供了更加便利、多元化的运输服务。因此，《实施方案》提出，“十三五”及以后较长一段时期，应将推动“互联网+”便捷交通、智能交通发展作为我国交通运输的战略重点。并且结合我国互联网企业的特点，已经开始广泛的合作，如百度公司依托自主开发的高精度地图和计

算平台，结合大数据和人工智能，正大力推进无人驾驶车辆的研发及商业化落地，这些互联网+结合都是智能交通体系创新案例。

2.3.4.2 国内智能交通市场需求分析

智能交通系统在现代社会发挥的作用将越来越大，成为社会生活不可缺少的一部分。同时市场需求也越来越大，具体原因有四个方面：一是高速公路通车里程增长迅速，但人工收费模式落后导致效率低下；二是汽车数量持续增加，给我国交通系统造成巨大压力；三是交通拥堵、环境污染等问题日益严峻；四是交通事故频发，严重影响人民安全，所以加紧智能交通建设刻不容缓。

经历了“十二五”的快速发展，智能交通产业投资额快速增长。智能交通行业整体的创新能力、企业的市场竞争力、技术成果的应用规模和水平，不断地提升，行业整体发展态势良好。

据 ITS114 统计，截止到去年 12 月底，包括城市智能交通和高速公路机电市场的全年千万项目统计规模为 257.4 亿，同比增长了 41%，而其中交通管控市场千万元项目规模是 124.68 亿，智慧交通和智能运输市场千万元项目规模是 26.94 亿，高速公路机电市场千万个项目规模 105.8 亿。有 30 多家智能交通车联网的企业已经挂牌或者准备挂牌新三板。经过多年的发展，我国智能交通市场已经开始步入品牌化，规模化发展的道路。一批有影响力的品牌企业正在成为中国智能交通建设和发展的中坚力量。

未来 3 年复合增长率可能达两位数，西门子预计到 2022 年市场规模将在 2000 亿元左右，智能交通市场商机无限。例如高速公路建设投资在不同地域、路况下造价差异较大，总体平均每公里投资在 0.6 亿元左右，智能交通投资大致占整个投资额的 2%。照此测算，新建高速公路每年智能交通领域的投资在 100-150 亿左右。此外，已建成的约 13 万公里高速公路也同样有升级改造的需求（平均五年升级一次），每年在相关领域的升级、维护投资也在 100 亿元左右。

2.3.5 国内智能交通市场格局

2.3.5.1 区域分布格局

中国城市智能交通市场规模保持了高速增长态势，包含智能公交、电子警察、交通信号控制、卡口、交通视频监控、出租车信息服务管理、城市客运枢纽信息化、GPS 与警用系统、交通信息采集与发布和交通指挥类平台等 10 个细分行业的项目数量达到 4527 项^[28]。

据 2014 年中国智能交通协会统计，目前国内从事智能交通行业的企业约有 2000 多家，主要集中在道路监控、高速公路收费、3S（GPS、GIS、RS）和系统集成环节。目前国内约有 500 家企业在从事监控产品的生产和销售。高速公路收费系统是中国非常有特色的智能交通领域，国内约有 200 多家企业从事相关产品的生产，并且

国内企业已取得了具有自主知识产权的高速公路不停车收费双界面CPU卡技术。在3S领域，国内虽然有200多家企业，一些龙头企业在高速公路机电系统、高速公路智能卡、地理信息系统和快速公交智能系统领域占据了重要的地位。

从区域发展情况来看，北京、上海、广东等东南部沿海地区和经济发达城市的智能交通建设已经初具规模，而中西部地区的智能交通系统主要还集中在高速公路收费系统，城市内部的智能交通系统有待于继续建设和完善^[29]。

2.3.5.2 区域集群优势

我国智能交通市场已经形成“京津圈”、“珠三角圈”、“长三角圈”三大商圈三足鼎立格局，并形成广东军团、北京军团、江苏军团、浙江军团、上海军团、安徽军团等“六大军团”和城市智能交通阵营、电子警察与道路监控阵营、车联网与卫星导航阵营、高速公路信息化阵营、智能停车阵营等“五大阵营”。

据交通运输行业智能交通发展战略报告中数据，按照企业年营业收入划分，“亿元级”智能交通企业基本可分为“四大梯队”：10亿元以上，第一梯队；5-10亿元，第二梯队；2-5亿元，第三梯队；1-2亿元，第四梯队。“亿元阵营”中，上市公司30多家，已经形成初具规模，上市公司将近一半，这表明，国内智能交通企业在发展到一定阶段时，多数都有谋求上市的雄心和计划。

2.3.5.3 应用市场格局

智能交通在我国主要应用于五大领域，具体为^[30]：

1、公路交通信息化，包括高速公路建设、省级国道公路建设公路交通领域

目前热点的项目主要集中在公路收费，其中又以软件为主。公路收费项目分为两部分，联网收费软件和计重收费系统。此外，联网不停车收费（IETC）是未来高速公路收费的主要方式。

2、城市道路交通管理服务智能化

兼容和整合是城市道路交通管理服务信息化的主要问题，因此，综合性的信息平台成为这一领域的应用热点。除了城市交通综合信息平台，一些纵向的比较有前景的应用有智能信号控制系统、电子警察、车载导航系统等。

3、城市公交智能化

目前国内的公交系统信息化应用还比较落后，智能公交调度系统在国内基本处于空白阶段，也是方案商可以重点发展的领域。在地域分布上，国内的各大城市特别是南方沿海地区对于智能交通的发展都非常重视。

4、轨道交通智能化

我国城市轨道交通智能化行业在近年来的快速发展，得益于城市轨道交通行业大规模投资带来的牵引和拉动作用。随着建设规模

的不断增大，城市轨道交通信息化系统市场的容量将随之扩大。市轨道交通智能化的上游行业为电子设备制造业、电子信息行业及工程材料行业等。其中，电子设备产品包括前端采集设备、传输设备、控制设备、显示设备、存储设备等；电子信息行业主要包括电子元器件、集成电路、接插件等。

5、无人驾驶产业

无人驾驶领域的兴盛，必将带动智能交通上下游产业发展。机器视觉系统、传感器、人工智能等新型部件将取代方向盘、油门、刹车等新一代汽车中必不可少的部件，高精度地图、车联网、车路协同等必将掀起新一轮智能交通建设。无人驾驶已是智能交通建设的下一个风口。

作为无人驾驶的基础图精度型、定位导航准确性、感知系统建设、人车路协同(V2X)国家通信标准和设施设备接口规范等智能交通领域建设日益成为众多企业关注对象。国外以GOOGLE、国内以百度等互联网公司正研发推广的无人驾驶车辆技术及应用，未来预测无人驾驶将会形成巨大产业规模，相应的智能交通配套也会跟着分享红利^[30]。2.3.6 智能交通产业发展中的瓶颈及对策

2.3.6.1 国内智能交通市场存在的主要瓶颈

与美国相比，我国智能交通行业在发展过程中存在整体规划较晚、标准未定或者不统一、应用分散、用户普及率不高等缺点。随

随着我国城镇化建设的不断深入，我国对智能交通系统建设的需求日益增长，并开始尝试的智能交通应用，如高速公路 ETC 收费、路径识别、城市智能停车位、停车引导、营运车辆管理、拥堵收费、安全驾驶等逐步开始实施。根据产业生命周期理论，我国智能交通行业整体上仍处于其生命周期的成长期^[31]。展望未来，在社会大众、政府、企业共同努力下，我国正持续加大对智能交通的重视程度和扶持力度，对智能交通系统的研究和应用有望进一步加快。

另外，智能交通与高速公路建设发展密切相关，目前我国高速公路单位里程投资额中，智能交通系统投资的比例平均偏低，仍有较大距离。具体有四方面^[32]：

一是产业链条发展不健全，欧美日等发达国家已经实现了智能交通的产业化，其产业具有很强的竞争力。目前正在试图快速切入我国智能交通市场，面对全球越来越激烈的智能交通产业竞争环境，国内众多智能交通企业却仍然处于各自为政、孤军奋战的状态。由于没有形成完整的产业链，产品生产的专业化程度很低。如在广东省 GPS 运营商，占全国约一半以上，但是真正联合起来的很少。另一方面 GPS 运营商在 GPS 产业链中的定位，应该是移动目标综合信息服务提供商。事实上，有很多运营商为节省投资、降低成本，集软件系统开发、硬件终端研发、生产、销售、运营于一体，没有做专业的运营商。结果终端产品质量问题严重，返修率高，售后服务成本高，客商关系差。最终导致整个产业的竞争力不足。

另外智能交通在国内的发展一直强调交通管理手段的智能化，忽略了交通信息的服务功能。国外成功经验表明，当智能交通发展到一定阶段，高层次的交通信息服务就应成为智能交通的主要部分。国内目前再利用信息资源进行高层次交通信息服务的开发方面，还比较落后，没有形成包括供应商、运输商、政府和消费者间的完善的智能交通产业链。交通信息收集，开发和消费的市场机制还没有形成。高层次的交通信息服务相关的产业链还不健全，运营商和交通信息消费者还没有融入智能交通体系之中。

二是核心技术被国外垄断，我国的智能交通发展较晚，在应用方面更显得落后。关键核心技术问题是影响我国智能交通产业竞争力的主要问题。目前我国市场的智能交通中高端产品主要是国外品牌，关键核心技术依赖进口。关键核心技术的缺乏不仅使产业在发展过程中不断付出昂贵的技术使用成本，同时产业的命脉也会被国外企业所扼制。

在中国智能交通的市场所蕴含的巨大商机下，大量的国外公司加入到我国的交通技术领域和咨询领域。就目前状况而言，国内企业在竞争机制、竞争策略、技术水平、人员素质等许多方面尚不如行业内的国外企业。国内智能交通高端市场大部分以上被国外企业抢占。比如在专业测量接收机、测向接收机高端产品、授时接收机国外产品、航空导航接收机、国产 OEM 板几乎全部采用外国芯片。国产低端产品主要使用国外进口芯片或 OEM 模块进行二次开发。在智能交通行业管理方面，关键设备和技术也是依赖进口。在自适应

交通信号系统方面，国内市场基本被国外公司所掌握。即使是发展速度最快、推广和普及最广泛的智能导航产业与智能交通行业管理也是如此^[33]。

三是统一标准未跟上产品化节奏，在缺乏标准的条件下，许多地区的智能交通系统自成体系，缺乏应有的链接和配合，标准互不统一。即便在城市内部，道路上的传感器标准也非常混乱，因为传感器设备生产企业缺乏统一的接口标准。标准和规范的混乱妨碍了交通数据的获取，从而无法进行数据系统方向的分析 and 预测。

四是资源整合不够，难以发挥系统功能优势，国家层面有全国智能交通些协调小组在推进系统建设，但在城市层面上，缺乏一个有力的机构进行协调。道路交通的信息属于公安、交通、规划、铁路、民航等不同部门。各个部门都掌握有一定的交通信息资源，彼此间的信息之间的交换存在很大困难。各个部门目前进行信息交换的主要渠道电话、电子邮件或人工拷贝等，这些方面存在时效性差等问题，很难实施系统性实时数据分析。

2.3.6.2 发展我国智能交通产业的对策措施

我国智能交通虽然和发达国家存在着一定的距离，从十二五以来运行发展还是稳步进行的。对于城市客运和货运及其周转量都有了大幅度的改善，各种智能交通方式应运而生，交通运输技术装备智能化提高，使得在完成运输量的同时，提供了质量。面对前面所述的瓶颈，可以从四个方面应对^[34]：

一是打好 ITS 技术发展基础，特别是应加强 ITS 基础理论和技术转化产品的研究工作。目前国际上 ITS 理论和技术转化产品仍不完善，还处于成熟完善期，我们应积极加强与 ITS 开展较先进国家的交流，在国际 ITS 现有发展水平上结合中国特点，深入细致地进行理论和技术转化产品研究，同时积极推动智能交通新技术产业化力度，将一些已经成熟的、具有良好市场需求的新技术加快推广应用，尽快转变成经济和社会效益；逐步健全针对智能交通新技术的成果推广转化机制，为科研成果转化提供平台^[35]。

二是建立 ITS 协调组织机构。中国交通运输体制目前仍是条块分割状况，铁路、公路、民航、公安、住建部、工信部等部门分头管理，现已出现了各自发展自身 ITS 的势头，这将造成中国资源上的巨大浪费。为此应尽快成立一个由国家统一领导的，有关部门、学者、企业和研究部门参与的“ITS 中国”组织，类似于美国的 ITS America，日本的 VERTIS 及欧洲的 ERTICO 组织，来统一制订中国 ITS 发展战略、目标、原则和标准，特别是制定有关 ITS 的技术规范和整体发展规划，实现 ITS 技术和产品的通用性，兼容性和互换性，加强政府的宏观调控，以减少局部利益的冲突和有限资金的浪费，形成一个切实有效的从上而下全面统一机制。

三是注重人才的培养。随着 ITS 的进一步发展，原有的专业设置未能匹配社会需求发展，与之相应的是对不同层次的专业人才需求情况与以往大不相同，为此应加强国内高校及科研单位交通运输领域与国外 ITS 的交流合作，派出人员学习培训，走出去、请进

来，将最新的 ITS 技术溶入智能交通专业的教学内容和科研之中，以高素质的 ITS 人才去智能交通产业发展。

四是分清当前迫切需要解决的问题。从全国范围内看，由于中国各地经济水平发展有着较大差异，对智能交通需求也有着较大差异，可以选择某些重点领域 ITS 项目作为切入点，比如城市交通管理系统，先进的公共交通营运系统、车辆控制和安全系统、先进的物流管理系统等。在需求地区开展建设，后期成熟即可全国层面的推广，期间国家层面可以配套相应政策法规和标准，同时对国内产品培育也是一个很好的方法。

总之，随着社会经济的发展，智能交通已成为社会发展程度的重要标志之一，它在给人们的生活提供便利的同时也产生了诸多的问题，高速发展的智能交通系统是解决这些问题的有效手段。计算机视觉技术和人工智能的应用给智能交通系统的发展注入了新的活力，智能交通系统中的交通检测与信息采集已经成为计算机视觉技术应用的一项重要课题，而运动车辆的自动检测、识别与跟踪则是其中最基础的部分^[36]。

第三章、智能交通行业技术情况

3.1、智能交通技术分析

ITS 是一个集成应用了众多高新技术的系统，实现 ITS 关键技术主要包括：人机工程学、传感器技术、人工智能、模式识别、机器学习、通讯技术、计算机技术、地理信息系统技术、导航定位技术、大数据云计算技术、自动控制和动态交通分配技术等。

智能交通系统根据应用场景而用不同的技术，从基本的管理系统，如汽车导航、交通信号控制系统、集装箱管理系统、可变信息标志、自动车牌识别或高速摄像机，到监控应用，再到更先进的集成系统，所运用到的技术呈现多样性和交叉性。

新一代信息技术的发展、“互联网+”及人工智能技术的不断推进，智能交通也在吸纳和引进新技术和新产品，已经为智能交通的发展描绘了新的蓝图。智能交通 2.0 时代已经到来，先进的信息技术、数据通信传输技术、电子传感技术、控制技术及计算机技术等有效地集成运用，使得出行变得更轻松便捷、智能环保。

3.1.1 射频识别技术（RFID）在智能交通中现状

RFID 智能交通管理系统是基于对每辆合法注册的机动车辆加装 RFID 电子标签，为这些车辆配发一张固定且唯一的“电子行驶证”，再通过特定的阅读器识别道路上行驶的各种车辆信息，实现对机动车辆、交通流量和可疑车辆等方面实时监控管理的目的。从

RFID 在 ITS 中的应用来看，目前常见的包括：机动车辆证照管理、交通流检测及违章取证、交通救援和特殊车辆监控、智能停车场管理、多义性路径识别及高速公路收费拆分账管理等。同时可将该系统与银行结算、路费征稽、高速公路或各种停车场收费系统结合起来，可实现电子钱包结算，不停车收费，从而提高道路通行能力，保证交通安全^[37]。

RFID 发展现状分析

RFID 技术作为自动识别和数据采集技术，是智能交通重要常用技术之一，已经成功应用到生产制造、物流管理、公共安全等各个领域。

从全球产业格局来看，目前 RFID 产业主要集中在 RFID 技术应用比较成熟的欧美市场。飞利浦、西门子、ST、TI 等半导体厂商基本垄断了 RFID 芯片市场；IBM、HP、微软、SAP、Sybase、Sun 等国际巨头抢占了 RFID 中间件、系统集成研究的有利位置；Alien、Intermec、Symbol、Transcore、Matrics、Impinj 等公司则提供 RFID 标签、天线、读写器等产品及设备^[38]。

欧美等发达国家在芯片、终端设备、系统应用方面，尤其是在标准制定和技术开发方面处于领先水平。随着 RFID 技术的成熟和普及，各国政府都意识到 RFID 技术对来来的影响和蕴涵的巨大商机，制定相关政策或投入物力，积极推动本国 RFID 产业发展。

相比于欧美等发达国家或地区，我国在 RFID 产业上的发展还较为落后。缺乏关键核心技术，特别是在超高频 RFID 方面。RFID 在智能交通应用将可能是最值得期待的细分应用市场，包括高速路收费卡、不停车收费、停车场、电子车牌、公交一卡通、特殊车辆监管、RFID 智能信号灯、高铁信号识别、铁路票卡、海关车辆自动核放系统、年审登记等在内的众多 RFID 应用，将在智能交通行业呈现出多点开花的局面。尤其是在高速路与城市内不停车收费系统方面，在经过数年的前期试点后，在中国已经相当成熟，后期将迎来全国规模快速增长^[39]。

3.2 人工智能新技术智能交通行业应用

人工智能是计算机科学的一个分支，具体包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。人工智能从诞生以来，理论和技术日益成熟，应用领域也不断扩大，人工智能可以对人的意识、思维的信息过程的模拟。

人工智能是一门极富挑战性的科学，从事这项工作的人必须懂得计算机知识，心理学和哲学。人工智能是包括十分广泛的科学，它由不同的领域组成，如机器学习，计算机视觉等等，总的说来，人工智能研究的一个主要目标是使机器能够胜任一些通常需要人类智能才能完成的复杂工作^[40]。智能交通建设离不开大数据和人工智能。而通过人工智能+大数据+智能交通，城市智能交通系统通过自我调节，让智能交通建设发展有了“外脑”。智能交通建设目前正

处于数据整合、协同应用的融合阶段，还面临系统割据、信息孤岛严重、数据碎片化、人工智能和大数据应用程度低等挑战。

计算机视觉技术过去 5 年内取得的成绩甚至是远远超过了之前以前的 20 年，得益于深度学习技术带来的巨大进步，机器视觉是一门研究如何使机器“看”的科学，就是代替人眼对目标进行识别、跟踪和测量等机器视觉，并进一步做图形处理，使电脑处理成为更适合人眼观察或传送给仪器检测的图像。深度学习是机器学习研究中的一个新的领域，其动机在于建立、模拟人脑进行分析学习的神经网络，它模仿人脑的机制来解释数据。

基于计算机视觉技术并借助于计算机软件构建一个自动化或半自动化的图像/视频理解和分析系统，并提供及时准确的图像/视频处理结果，以模仿人的视觉功能。它综合对监控系统采集到的视频图像序列进行处理和分析，智能化地理解视频内容并做出处理，能处理诸如事故信息判断、行人和车辆分类、交通流参数检测、运动目标跟踪等各种问题，促使智能交通系统更加智能实用，并为交通管理与控制提供全面、实时的交通状态信息。

通过计算机视觉的广泛应用，能够大大提升智能交通系统的感知精度与维度，让智能交通系统更加智能。机器视觉能给交通带来的主要有如下几个方面：第一个是感知，对于我们车辆而言就是车辆的检测，第二个是车辆身份的识别，第三是车辆身份的比对，第四个是车辆的行为分析，第五个汽车辅助驾驶与无人驾驶^[41]。

经历了智能交通建设初期的硬件扩张阶段，越来越多的城市管理者意识到同质化的硬件无法解决个性化的城市交通问题。将大数据和人工智能技术应用在各个城市管理和民生服务中，让数据帮助城市来做思考和决策。中国目前智慧城市应用领域的关注度集中在智能交通、公共安全等热点，工信部、发改委、公安部、交通部、住建部等政府层面也大力支持。

但目前智能交通缺乏综合应用，尤其是深度应用。各个部门系统割裂、信息孤岛严重导致数据碎片化，难以共享应用。大数据、人工智能是能够将这些很好的串联起来，因此，可以预见的是人工智能+计算机视觉+深度学习技术应用于交通领域将大有可为，并成为了近年来的热点之一，并有众多相关企业运用人工智能技术在智能交通中进行创新，得到了很好的社会经济效应。

3.2.1 滴滴人工智能调度系统

滴滴出行运用人工智能在出行目的地预测、路径规划、拼车最优匹配、订单分配、估价、运力调度、评分系统等进行了大量应用，滴滴做的事情是结合大数据与机器学习，搭建滴滴交通大脑，滴滴交通大脑需要收集每个城市、每一时刻的所有交通出行相关数据，然后做出最优的决策（匹配、导航等），从而提高出行效率。

预测目的地

首先会精确定位用户的位置，然后确定用户所要去的目的地。很多情况下能够预测到用户去哪里，因为很多出行是比较有规律的，早上上班、晚上回家。利用用户的出行数据从时间和地点中预测用户去的目的地，这是人工智能的一种体现。

估价

价格预估其实也有着非常复杂的计算过程，涉及到路径规划和时间预估。其中从起点到终点的路径规划是非常核心的一部分，找到最佳路径后，需要计算出 A 到 B 的距离。随后着手解决行程所需的时间估算：起点到终点需要 20 分钟还是 30 分钟。结合路径和时间，给出一个预估价。

拼车

拼车选项非常复杂的机器学习问题，需要计算用户点击拼车后从起点到终点过程中找到一个拼友的概率。如果概率不大，这名乘客就很可能得一个人从头坐到尾，而滴滴给出的折扣也会低一些，如九折等。如果这条是热门路线，路途中很可能会有其他乘客与你在同一时间去同一个或附近的地方，这种情况下，可以打一次力度稍微较大的折扣，所以规划出最优路径会给客户带来出行成本的降低。

订单分配

滴滴最核心的事情是订单分配。在某个时刻有成千上万的乘客，同时也有成千上万的空闲车辆，要完成司机和乘客的最优匹

配，权衡标准是匹配度。计算匹配度最简单的方法是用距离进行评估，滴滴在前几年均是用距离进行匹配。但路面距离计算仍存在很多不合理的地方，因为各个路段的状况不同，有些地方特别堵，有些则相反，同样是一公里但行驶所耗时间可能完全不同。这里就急需增加时间这一维度。而计算时间又是一大难题，比预估距离还要难。

订单最优匹配需要遵循这两大核心：做出最优路径规划，预估时间。计算出某个订单的时间和距离后，会遇到一个问题：由于滴滴数据量特别大，每一个乘客不只是让一个司机去匹配，而是需要跟周围上百个司机匹配。在任何一个时刻，滴滴的匹配量高达千万次以上，在一两秒钟完成上千万次的路径规划，这是一项非常大的挑战。这项决策与搜索不同，用 Google 搜索出结果后，再过 10 分钟结果依旧与之前相同。而滴滴在匹配时，滞后两秒钟这个司机就可能过了某个十字路口，使得路径规划状况完全不同。滴滴建立起一个机器学习系统，该系统包含历史数据和实时数据，只要有滴滴的地方，就知道车辆行驶的速度和路况。然后找特征，建立系统，也可用深度学习做路径规划和时间预估。

滴滴研究院建立了一套深度学习系统，然后加上路况和其他信息去进行预测，用深度学习来做路径规划和时间预估的系统。滴滴简做了比下统计，去年开始用机器学习再到最近的深度学习使误差大概降低了 70%左右。

系统可视化

这套系统能够看到历史订单行程中发生了什么事情，如哪些区域是比较感兴趣的、成交率高的，订单多的。其次是区域变化情况，如早高峰时订单量涨了，晚高峰订单量跌了，应答率可能在早晚高峰非常低，平时可能非常高，可以迅速知道每个区域、每个时刻的情况。

上述为区域，也可以扩展到有一个城市的维度，比如这个城市大概有多少订单，大概有多少司机，乘客发出订单需求成交率大概有多少，也能掌握过去和现在的情况，司机实时看到热区所处的位置，引导司机沿着热区去走，减少空驶时间、提高平台效率。

除此之外，也能实时看到跨城情况，尤其是春节之前等节假日，因为有很多人会拼车回家。为此，我们也会找到一些比较特殊的区域，单独去分析它发生了什么事。

可视化系统也能看到全城各个时刻供需不平衡情况：哪些区域供大于求，哪些区域求大于供，哪些区域供需平衡，以及现在和过去发生了什么事。做到最优化和最有效率的资源配置。

3.2.2 斑马用人工智能实现智慧停车

互联网汽车的不断发展和普及，停车这一高频刚需使用场景将会催生更多的商业价值和社会价值。国内斑马智慧停车和上汽集团合作开发的中国首款互联网汽车荣威 RX5，为了让更多车主和普通

大众体验斑马智慧停车系统与服 务， 在北京、上海、广州、深圳等十个城市中体验智慧停车场， 车主可以从折扣停车、 驾驶安全、 车位闲忙状态、 限行提示、 无感停车等方面， 全方位感受智慧停车+互联网汽车带来的良好体验。

斑马智慧停车平台和荣威采用纯接口对接的方式合作， 使得荣威 RX5 和荣威 I6 的车主可以直接在车机上完美使用斑马智慧停车平台提供的不停车电子支付功能、 车载导航一键查看空余停车位和停车费等全新功能。 互联网汽车在斑马智慧停车的加持下给用户带来了在停车方面前所未有的体验， 无疑也给汽车“增值”了不少。 与互联网汽车的合作使斑马的载体从智能手机进一步扩展到汽车车机上。 也就是说， 当更多汽车预装了斑马智慧停车的车机之后， 即使用户不使用手机， 相关的数据也能继续流动， 也能继续为用户提供同样优秀的服务。

3.2.3 易华录智能交通管控平台+百度地图

2016 年 9 月， 易华录、 济南交警支队、 百度三方筹划在济南示范建设互联网+和人工智能化智能交通管控平台， 将智能交通管控平台与百度离线地图有机结合， 很快三方确定以济南交警支队应用最多的指挥调度业务为突破口开展示范工作， 经过四个月的系统方案设计、 研发对接、 部署调试工作， 互联网+及人工智能指挥调度系统最终在 2017 年 2 月 26 日成功升级上线。 升级后系统大大缩短了原有指挥调度警情处置时间， 提升了用户体验。

易华录智能交通管控平台在 2016 年完成了与“公安部统一版集成平台”对接，是公安交管实现本地化交通调控、查控执法、实战指挥、研判决策、信息服务和运维管理等的标配平台，与“公安部统一版集成平台”构筑形成全国公安交管指挥网。

“百度互联网交通信息服务”在实时路况、路径规划、生活化 POI 服务等方面有着强大的优势，构筑形成了全国交通信息服务网。

“易华录智能交通管控平台”与“百度互联网交通信息服务”安全交互、深度融合，是实现指挥更精准、服务更便捷的首选通道。自 2016 年，在全国众多新建项目上，易华录与百度密切合作，在交通路况信息发布、POI 服务、通行规律研判等方面形成了成熟的合作和应用模式。

3.2.4 大华推出人工智能交通摄像机

大华推出大华“慧”系列深度学习摄像机产品，搭载高性能 GPU 处理器，嵌入深度学习算法，采用最新的 GS CMOS 图像传感器，且最高像素达到 900 万，可实现更快处理速度、更优图像效果、更多特征识别、更高准确率、更强大的智能功能。

基于高性能 GPU 并行处理器，通过深度学习算法，“慧”系列能对路面机动车、非机动车、行人等所有目标进行深度分析，准确

的提取更多的深度特征、检测/采集更多的深度信息、深度挖掘更多的深度价值，使交通管理和治安管控更加高效。

“慧”系列的深度学习算法通过大量自主学习训练，已具备更准确的识别更多特征的能力，可识别更多车辆特征：新能源车牌、14种车型、200多种车辆品牌、3000多种车系、13种车身颜色，识别率可达99%以上，以及车辆年款、年检标志、纸巾盒、挂坠、香水盒等更多细节特征。同时，还支持机非人识别区分（95%+）、主副驾驶人脸、不系安全带、抽烟、打电话等识别和检测，以及更多复杂情况下的违章行为检测，检测率较传统相机均有大幅提升。物联感知升级，基于视频融合了物联感知技术，支持GPS/北斗、支持陀螺仪姿态检测报警、可扩展4G/WIFI、环境感知及其他多种传感器，可加载更多特色功能和应用，覆盖更多场景。

3.2.5 日本开发出人工智能分析交通拥堵情况的新技术

日本本田技术研究所的汽车研发中心开发了利用人工智能预测交通拥堵情况的新技术。该技术利用车内智能手机内的加速度传感器等装置，收集汽车速度和加减速等行驶数据，判断拥堵程度和堵车类型，从而分析出行驶道路出现的拥堵情况。

将智能手机作为感应设备使用，能够轻松收集各种类型的车辆数据。随着数据量的积累，可根据天气、路面情况和行驶车辆等信息进行汇总，能更加精确地推算出拥堵状况。目前，日本是通过在

主要道路设置交通量测量器来掌握拥堵情况的，但其成本偏高，未大面积推广应用。

同时科研人员将与新兴国家的士叫车服务等合作，把乘客对司机的评价与行驶数据相结合，通过人工智能判断危险驾驶种类，进而对司机技能进行评价。该技术将有利于避免拥堵和提高司机素质。

3.2.6 Facebook 用人工智能在交通行业应用

Facebook 人工智能实验室负责人杨乐昆（Yann LeCun）和应用机器学习部门主管 Joaquin QuiñeroCandela 共同在 Facebook Code 上发表了一篇题为《Artificial intelligence, revealed》的文章，向公众解释了 Facebook 目前在做的研究。在文章中，两位 Facebook 人工智能领域的专家认为，其实人工智能已经来到我们的生活当中。

杨乐昆在视频中介绍了人工智能是如何被训练的。比如，图像识别，教会机器识别图片上的小狗和汽车。首先，需要研究员给机器不断地输入狗和汽车的照片，并告诉机器什么样的符号代表小狗，什么样的符号代表汽车。当机器给出答案时，再给机器一个反馈，告诉它，是否回答正确。有了大量的数据做训练后，当机器遇到新的图片，就能辨别出图像上的物体了。机器也就具有了识别图像的智能，可以广泛地应用在智能交通中的各种机动车和交通标示的识别。

2013 年，Facebook 成立了人工智能研究实验室（FAIR），杨乐昆成为 Facebook 这个新成立实验室的主任。FAIR 实验室正在研究如何让机器更好地工作，大部分工作内容就是深度学习，即如何通过搭建多个处理层的神经网络来增强人工智能。通过使用深度学习，帮助人工智能学会提取世界的表征。深度学习能有助于改善语音、物体识别之类的活动，在推进诸如物理学、工程学和医学等多种科学领域的研究中，也扮演者重要角色。在 Facebook 看来，人工智能会给社会带来许多的改变，在自动驾驶汽车、图像分析、以及个性化医疗多有人工智能的用武之地，未来它还会带来很多极具创造力的应用以及服务。

3.2.7 大众汽车利用人工智能技术自动停车和充电

大众汽车公司研发出 V-Charge 自动化停车和电动汽车充电服务项目。V-Charge 由摄像头和传感器构成的自动驾驶技术为基础，充电部分则采用无线充电技术，并且可以通过智能手机进行远程遥控。即当司机将汽车停在停车场的入口，通过智能手机，驱动 V-Charge 程序，汽车便能通过识别数字地图自行找到合适的车位。而在停车场上则配备电动车感应充电点，在 V-Charge 程序的操纵下，电动汽车在制定充电区域进行充电，充电完成系统会发出提示。

当车主准备离开时，只需要将手机上的 APP 设定车辆在何处待命，车辆便会自动行驶到指定区域，这些动作的执行，运用了大量人工智能技术，比如摄像头识别、智能决策、路径规划等。

3.2.8 百度利用人工智能在智能交通应用

1、保定市与百度在北京签署共建智能交通示范城市

保定市与百度在北京签署共建智能交通示范城市的战略合作协议。此次合作将依托保定市提供的封闭场所、城市开放道路基础设施和数据等资源，结合百度在人工智能、自动驾驶、云计算等领域的技术优势，计划在未来 3-5 年内，共同开展自动驾驶相关技术测试、体验示范、标准法规探索等方面合作，共建智能交通示范城市，推动自动驾驶新技术、新产品、新服务的实验验证与成果转化。

百度希望以 Apollo 开放平台加速产业创新，构建新生态，向社会提供优秀产品和服务。未来将充分发挥百度自动驾驶汽车的社会价值，开创城市智能化美好未来。通过双方合作实践，在自动驾驶技术落地、探索新型智能交通等方面取得良好成果。

2、集海量大数据的百度地图用人工智能解决城市交通病解药

地图导航领域已经有了十几年的发展，行业格局也已经比较稳定，不过现在，竞争的核心已经从定位导航能力转向大数据和人工智能技术两项实力。随着城市化进程加快、城市汽车保有量只升不降，交通状况复杂性大幅提高，因此，单纯的导航并不足以有效应对瞬息万变的路况。需要利用大数据来解决这些问题，但都离不开数据采集这一基本功。

要想实现地图数据的高效生产，就必须依赖自动化的高精采集设备。百度地图是较早实现数据采集高度智能化自动化的地图厂商，通过在顺德建立数据中心，作为“数据大脑”，承担着国内最大的数据采集业务，提高数据采集效率。有了这些大数据，百度地图的杀手锏是基于人工智能的图像识别技术。百度地图的采集设备能够自动识别道路特征、建筑轮廓、道路图形标牌、电子眼、警示牌；图像智能识别技术则能够精准识别店铺名称、门牌号、停车场标识，甚至是营业时间。目前，百度地图全流程数据生产自动化程度已超过 80%，全景图像的自动化识别提取准确率高达 95%。百度地图独创了图像自动识别分析技术，其所覆盖的道路总里程超过 670 万公里。

交通路况能够更实时，意味着交通大数据需要更海量，如何发动上亿的用户主动上传定位、搜索、导航信息，实现数据库秒级更新，是行之有效的方法。比如，百度地图推出了“POI 认领”

（POI：信息点），目前已经有近 150 万商户标注、认领 POI 数据，全球 POI 总数达 1.4 亿。这使得百度地图上 76%的数据来自创新生态采集模式，让“人人都成为 POI 采集师”已经逐步成为现实。

无论是用户大数据、路况大数据，还是 POI、道路信息采集，所有维度的地图大数据的价值最终都指向应用。城市“交通病”的解决，不能光停留在限行限号，而是应该让海量交通大数据发挥底层作用。

给每一个用户更好的出行方案，就有机会减少一辆车的拥堵，给更多的用户更好的方案，就能缓解一个城市的拥堵。所以在路线设计上，新版的百度地图一共提出了 6 大路线偏好：智能推荐、时间优先、距离优先、躲避拥堵、不走高速、高速优先。满足用户偏好靠的是人工智能大脑，这六大方案基本上可以涵盖所有的出行需求，及时避免因交通拥堵。

目前百度地图已经在智能避堵，优化出行方面有所成就，百度地图每日提供的位置服务超过 720 亿次，每日导航服务超过 2 亿公里，为用户每天节省出行时间达 115 万小时。

3、百度地图智慧信号灯研判人工智能平台

百度地图将发挥大数据优势，有精准的路况数据，做成数据和产品，可以帮助交警发现问题解决问题，比如开车的时候发现堵死了，通过这个平台都可以第一时间发现，第一时间报警，交警就可以做相关的处理，每个路口都是一个状态，可以理解为是一个病历表，通过数据记录下来，病情是否严重也可以第一时间发现，出一个产品帮助交警发现，交警再通过各种手段调试信号灯。

通过充分引入人工智能的技术，通过百度大脑的人工智能优势做信号灯的落地，让大片区域处于最优最和谐的状态，这个过程是依赖于人工智能整体协同的运转。这个平台有自调控功能。百度跟北京交警做了关于智慧信号灯方面的合作，在 2016 年 10 月份开始就与北京交警对信号全面监控灯开启了深入的合作，通过一些案例

的治理，发现路况数据对百度地图非常有价值，共同联合为北京定制实时监控功能，从这个功能试运行的效果看来，而且效果非常好。

3.4 5G 技术智能交通行业应用

5G 技术的发展将对智慧城市、远程监控、能源等海量物联网应用带来变革性影响。而在智能交通建设交通这一关键环节，技术最终要解决和实现的是让出行畅通无阻、服务无处不在。在从 4G 向 5G 发展的过程中，随着以物为中心的变化，网络的维度和带宽也应在扩充，才能包括路面上的万物信息。同时，智能驾驶也为网络提出了大容量、低时延、高可靠的更高要求^[42]。

通过 5G 移动通信和人工智能的引入，能不断提高交通安全性、可靠性和效率，智能交通可以利用新一代的通信网络和数据处理能力，提高交通系统的整体效率，降低能量损耗，增加运输的安全和便捷。

5G 作为车联网和无人驾驶安全可靠实现的关键核心技术之一，无人驾驶汽车和车联网通信的实现还需要网络实时传输汽车导航信息、位置信息以及汽车各个传感器的数据到云端或其他车辆终端，需要更高的网络带宽和更低的网络延时，而这仅靠 LTE-V2X 和 DSRC 等通信技术还无法实现。相对于目前的车联网通信技术，5G 系统的关键能力指标都有极大提升。5G 网络传输时延可达毫秒级，满足车联网的严苛要求，保证车辆在高速行驶中的安全；5G 峰值速率可达

以 10-20Gbit/s, 低延时(1ms), 可满足未来车联网环境的车辆与人、交通基础设施之间的通信需求^[43]。

2017 年 9 月工信部为进一步加快推动车联网创新发展, 加强部门协同, 国家制造强国建设领导小组车联网产业发展专项委员会第一次会议在北京召开。会议由专项委员会召集人、工业和信息化部部长苗圩主持, 多部委相关负责人及专家参加了会议。传达了党中央、国务院领导同志对车联网发展的重要指示和要求, 抓住新一代信息技术与传统产业加速融合的历史性机遇, 大力发展车联网, 促进汽车产业创新发展, 构建汽车和交通服务新模式新业态, 促进自动驾驶技术创新和应用, 提高交通效率、节省资源、减少污染、降低事故发生率、进一步解放生产力, 是落实《中国制造 2025》的重要举措, 对推进供给侧结构性改革、培育经济发展新动能、建设制造强国和网络强国具有重要意义。车联网涉及汽车、信息通信等多个行业发展以及交通运输、车辆管理等领域的数字化改造, 需要充分合作、加强协同。在有关部门和各方面的共同推动下, 我国车联网关键技术已取得重要突破, 测试示范区建设初具成效, 融合创新生态体系初步形成。

根据工信部规划, 中国计划 2020 年正式部署 5G 商用网络。相比 4G 和 3G 是网络速率和宽带的提升, 5G 将是通过全新技术, 融合了不同的频谱类型和频段、多样化服务及部署。智能交通系统实现高效率的车辆调度、信息共享, 这都需要建立网络连接上, 当前网

络无法满足如此庞大数据传输的需求，5G 网络都能解决这些问题，简单而言 5G 就是万物互联时代的真正开始。

3.3、行业主要技术发展趋势

我国现有的智能交通系统体系框架和标准化体系是借鉴国际智能交通系统发展的经验，结合我国实际国情制定的。总体来说这个体系框架和标准体系对引领我国智能交通系统的建设发展发挥了重要的积极作用。

近年来，在交通运输部、工信部和国家标准委等的安排下，对智能交通标准体系进行了修订，将智能交通领域的通信应用技术、车路和车车合作技术、移动互联交通应用技术、交通信息安全管理等内容补充进标准体系。其中，车路和车车通信国家标准由交通部和工信部安排，已经发布了多项标准，并有若干标准委还在编制陆续会发布。同时，我国智能交通系统建设发展中，立足国情创新发展了许多智能交通新的应用和技术，成效突出。既立足国情，又跟踪国际新技术发展动态，适时完善和丰富我国智能交通系统技术体系框架，将是未来我国智能交通系统领域的重要工作。

随着人工智能、机器学习、云计算、大数据、移动互联网、社交网络媒体等新兴技术的发展，其在智能交通行业中的应用将更加普及，这些新技术的发展和应用，为出行者提供更加精细、准确、完善和智能的服务，将是智能交通系统面向公众服务的重要方向，这些服务的提供将加速交通产业生态圈的跨界融合，汽车制造业、

汽车服务业、交通运营服务、互联网、信息服务、智能交通等行业的融合发展将是大趋势^[44]。

未来的智能交通系统，在缓解交通拥堵、提高安全保障的同时，将更加关注效率、服务、主动安全、环保、交互体验和基础设施智能化等多个目标的协同。也将推动智能交通技术协同创新体系建设，发挥市场机制作用，强化行业协会和产业联盟等的作用，通过行业技术标准、知识产权保护等规范智能交通市场，形成专业分工、协同发展的智能交通产业链，构建智能交通产业健康可持续发展的生态环境^[45]。

第四章 中国智能交通重点领域分析

2016 年度交通运输部召开的例行新闻发布会上，2016 年交通运输经济运行“总体平稳、稳中向好”，客运结构持续优化，货运量、港口吞吐量主要指标走势“前低后高”。交通固定资产投资持续高位运行。全年交通固定资产投资完成 2.85 万亿元。其中铁路完成投资 8015 亿元，顺利完成 8000 亿元年度投资目标。公路建设完成投资 17787 亿元，完成全年 1.65 万亿元投资目标的 108%，同比增长 7.7%。新改建农村公路 29.3 万公里，完成全年 20 万公里任务目标的 146%。水运及其他建设完成投资 1894 亿元。民航完成投资 770 亿元，均与上年基本持平。

大数据、云计算、物联网、移动互联网等信息通讯技术在交通运输领域得到了广泛应用，线上线下结合商业模式蓬勃发展。铁路建成了客运联网售票系统，实现了运输生产调度指挥的信息化。高速公路，电子不停车收费系统，基本实现了全国联网，快速公交系统 BRT 线路里程大大增加，网约出租汽车等新的业态快速发展，大大促进丰富了智能交通体系内容和产品。中国智能交通主要从水路运输智能化、航空运输智能化、公交运输智能化、轨道交通智能化、公路交通智能化、无人驾驶与智能交通等重点领域着手建设。

4.1、水路运输智能化

我国是航运大国，具有 18000 公里海岸线和 12 万公里内河航道，水路运输在我国综合交通运输系统中具有十分重要的地位。我国拥有的海洋国土面积是 299.7 万平方公里，包括内水、领海及专属经济区和大陆架，拥有的 1.8 万公里海岸线也位居世界第一，因此可以说我国是一个水运大国。

水路运输是以船为载运工具，以港口为地点，江河湖泊水路通道的运输方式，水路运输系统主要包括船舶、船员、客货、港口航道、监管装备。拥有优势的水运资源促使我国水路运输行业持续发展。据 2007 年交通部全国水运工作会议上数据统计，我国总货物周转量的 60%、外贸总周转量的 93%、原油的 95%以及铁矿的 99%均依靠水运运输，2016 年全年规模以上港口完成货物吞吐量 118 亿吨，同比增长 3.2%，增速较上年回升 1.3 个百分点。

水路运输作为我国主要的交通运输方式之一，其效率、效益、安全、环保等指标自然受到广泛关注。随着时代潮流的发展，智能信息化顺应了发展的要求，更重要的是，智能信息化的水运系统将会更好地满足经济发展和人们对服务的需求。在信息化、智能化技术进驻其他行业的同时，水路运输系统也正向智能化时代大步迈进。水陆运输的智能化成了进一步发展的趋势，包括全方位的信息感知，深层次的信息融合，多角度的智能技术应用。

水路运输系统智能化即为运用先进的传感识别、通信网络、智能计算、信息控制等高新技术，对船舶、客货、航道、港口等水运要素进行智能感知、实时跟踪、动态监控，构建高效、安全、环保以及客货运输信息服务一体化的水陆运输系统。它的智能化主要体现在船舶智能化、航道智能化、港口智能化、海事监管智能化，这里面包括船舶信息感知与服务技术、港口管控一体化技术、水陆交通管控自动化技术、水路运输仿真技术，这些智能化的目标实现水路目标的安全、绿色^[46]。

目前我国大多数港口实现了建成了港口电子数据交换系统、船舶交通管理系统、船舶自动识别系统在水运管理中广泛应用。长江是世界上通航里程最长的河流，是我国经济发展的东西主轴线，是连接我国西南、华中、华东三大经济区的重要纽带，随着“一带一路”战略的推进与长江经济带建设的提出，长江航运在我国内河水运上运输中的重要战略地位不断加强，近年来，围绕长江水路运输管理现代化，针对运输效率、运输安全与环境、与其它运输方式的智能运输系统衔接成为长江水路智能运输系统建设和技术发展的重点。长江航运各管理单位和广大港航企业通过持续投入，开发了长江干线电子航道图的技术，围绕长江水路运输管理现代化，针对运输效率、运输安全与环境、与其它运输方式的智能运输系统衔接成为长江水路智能运输系统建设和技术发展的重点。长江航运各管理单位和广大港航企业通过持续投入，基本建成了以计算机网络、视频监视、GPS 定位、VTS 监控等为基础的信息化基础设施体系。

在第十届中国智能交通年会上与会者一致认为，未来智能水路研究和产品主要集中在极地航海保障技术、内河航道智能化建设、智慧航运、港口资源管理和船舶电力推进等水路交通智能化领域，加强对智能船舶、信息传输网络技术和船联网在未来水路交通智能化领域的发展研究。

4.2、航空运输智能化

航空运输已上升为国家战略，潜力大、增长快。2016年5月，国务院办公厅下发《关于促进通用航空业发展的指导意见》，将通用航空业确立为国家战略新兴产业体系。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》中重点提出，要完善交通网络覆盖，加强通用机场建设。

2016年民航行业发展统计公报显示，全行业完成运输总周转量962.51亿吨公里，比上年增长13.0%。国内航线完成运输总周转量621.93亿吨公里，比上年增长11.2%，国际航线完成运输总周转量340.58亿吨公里，比上年增长16.4%。2016年中国民航拥有运输飞机在册架数2650架，通用航空企业拥有在册航空器1904架。航空运输主要表现在客货两个方面。在客运方面，航空公司一直是旅游产业链的重要支柱；目前我国民航业在旅客周转量、货邮周转量、运输总周转量等指标方面，均稳居世界第二。

航空运输是一种科技含量高的一种运输方式，全球基本实行了新航行系统，即ICAO的CAS/ATM系统；先进的运输管理系统

(ATMS)；先进的用户信息系统(AUIS)；先进的控制与安全系统(ACSS)。航空的 ITS 是指运用先进的卫星导航技术、通信技术、信息技术、控制技术、人工智能技术、航空运输技术以及系统工程技术等进行综合集成，实现航空运输航线优化，飞行运行起落可靠，机场作业及客运运输信息服务一体化的安全、准点、高效、安全的运输系统。

随着居民收入水平的提高、消费结构的升级以及跨区域经济联系的日益密切，我国航空运输业务规模稳步增长，运营效率明显提高，行业市场化程度不断提升，航空运输业取得了长足发展，已跻身世界民航的大国行列，在国家经济社会中的战略地位日益凸显。

2016 年 7 月国家发展改革委、交通运输部关于印发《推进“互联网+”便捷交通 促进智能交通发展的实施方案》的通知明确说明发展新一代空中交通管理系统，实现通信、导航、监视、信息管理和航空电子设备全面演进。重点发展地空数据链技术和地面 IP 网络技术通信新技术。完善陆基导航的设施和布局，满足仪表运行和基于性能的导航运行需求，逐步推动从陆基导航向星基导航过渡。开展多静态一次监视雷达、多功用监视雷达、低空监视技术等新监视技术的研究工作，研究并推进广域信息管理技术应用，发展空中导航、空中防撞、机场地图和交通信息显示等先进航电技术，推进航空运输智能化发展。

4.3、公交交通智能化

“十三五”期间，中国智能公交行业将步入飞速发展时期，国家将大力投入资金发展公共交通，经过近几年大城市在智能公交建设方面的摸索，智能公交建设的技术和经验已经趋于成熟化，为推动全国城市智能公交建设奠定了基础。交通运输部在2017年第九次例行新闻发布会上介绍，截至2016年年底，全国共有城市公共汽电车辆60.86万辆，年客运量超过700亿人次，“一城一交”基本实现。党的十八大以来，交通运输部认真贯彻落实党中央、国务院决策部署，联合相关部门共同指导地方全面落实公共交通优先发展战略，有力推动了城市公共交通发展，主要有以下特点^[47]。

一是城市公交服务保障能力不断提高。交通运输部统计截至2016年年底，全国共有城市公共汽运营线路总长度98.12万公里，全国快速公交系统运营线路总长度3433.5公里，公交专用车道9777.8公里，目前已有新能源公交车16.5万辆，此外有30个城市开通了轨道交通。

二是城市公交客运服务质量稳步提升。公共汽电车中空调车占比超过50%。“互联网+”应用不断加强，手机APP、电子站牌等稳步推进。各地还创新推出了定制公交、商务快巴、社区巴士等特色服务，较好地满足人民群众出行需求。

三是城市公交行业改革取得新进展。各地积极探索运营主体整合和管理模式创新，“一城一交”基本实现，推进实施城市公交服

务质量招投标制度、公共财政保障制度、社会满意度调查制度等，有效提升了城市公共交通行业治理能力。公共交通信息化智能化对缓解交通压力、降低运营成本、方便市民出行、减轻大气污染、提升城市形象有着非常重要的意义。智能化公交系统具有有效的数据管理和分析能力，操作型数据管理和分析型数据管理。其目的是保障日常运营的高效管理、规划和调度的科学决策分析，以及对公众提供高质量的信息咨询服务。对管理者提供的实时系统状态查询、历史数据分析服务，支持决策者制定交通发展政策及规划的宏观信息分析等^[48]。

我国目前智能公交行业是处在一个快速发展的阶段。政府积极推进优先发展城市公共交通政策，对于先进技术的引入给予大力支持，这些都为智能公共交通系统在我国的实施提供了有利条件。我国已经有多个城市安装了公交智能终端设备，实现了车辆的实时跟踪、定位、公交车与调度室的双向通讯^[49]。

2016年7月交通运输部印发了《城市公共交通“十三五”发展纲要》，《纲要》提出了“十三五”期我国城市公共交通发展的五大任务。一是全面推进“公交都市”建设；二是深化城市公交行业体制机制改革；三是全面提升城市公交服务品质；四是建设与移动互联网深度融合的智能公交系统；五是缓解城市交通拥堵。

未来智能公交将加强在交通流信息采集、交通管理大数据处理、交通组织和管控优化、交通信号控制系统、个性化信息服务等技术研发和产品推出。

4.4、轨道交通智能化

“十三五”期间约有 50 个地级城市轨道交通规划将获批并开工建设，2016 年国家发改委在北京城市轨道交通投融资机制创新研讨会上表示，截至 2016 年 9 月份，全国已有 43 个城市的建设规划获得批复，规划总里程约 8600 公里，其中上海、北京、广州、深圳、天津、南京 28 座城市已开通运营线路 119 条，运营线路总长 3473 公里，车站 2350 座，并且北京、上海、广州、深圳、南京等城市已经进入网络化运营阶段。预计 2016 年开通运营城市将增加到 29 座，累计运营线路总长将达 3909 公里，交通运输部在 2017 年第九次例行新闻发布会上介绍，截至 2016 年年底，轨道交通完成客运量 161.51 亿人次，未来两年我国城市轨道交通将迎来密集通车运营。轨道交通将出现迅猛增长的态势。对于中国城市不断增加和延展的城轨线路和开通后持续增长的城市客流，更好的借助国内外先进科技，实现轨道交通建设运营全面信息化、智能化、数字化、现代化及向更安全、更节能、更高效的技术迈进，是产业的一个机遇。

城市轨道交通是指以轨道交通运输方式为主要技术特征，城市公共客运交通系统中具有中等以上运量的轮轨交通系统，主要为城市公共客运服务，是一种在城市公共客运交通中起骨干作用的现代

化立体交通系统。城市轨道交通包括地铁、轻轨及有轨电车等多种模式。经过多年城市交通建设和发展，中国的城市轨道交通形成了以地铁为主、高架轻轨为辅助的发展趋势，城市轨道交通已进入快速发展期^[50]。

城市轨道交通智能化系统包括综合监控系统、乘客资讯系统、综合安防系统、通信系统、自动售检票系统和信号系统，通过高效利用与城市轨道交通相关的所有移动、固定、空间、时间和人力资源，以较低的成本达到提高交通效率、保障安全、提高服务质量和改善环境影响目的的新一代城市轨道交通系统。其典型的特征是安全、高效、绿色、舒适和可持续。

轨道交通智能化其包括六大子系统：综合监控系统、乘客资讯系统、综合安防系统、通信系统、自动售检票系统和信号系统。其优势主要体现在以下四个方面。

一是高科技化方面，采用了先进的计算机网络技术实现了对列车、车辆自动跟踪管理以改善运输效能，更好地与铁路用户沟通以改善运输服务。采用了先进的信息传输技术来代替传统的轨道电路，能够满足调度中心和列车群之间高效大容量信息传输的需要。采用了先进的列车定位、测速技术，能够确定出列车的精确位置与状态。

二是智能化方面。即由传统控制和管理型向知识工程型转化，能够模拟人的行为来实施对列车和列车群的管理。通过车载微机实

现列车辅助和自动驾驶，后者通过调度中心智能工作站完成行车计划、运营管理和信息服务等功能。

三是综合集成化方面。随着科学技术的进步和计算机集成技术的发展，通过统一平台将多个专业子系统进行集成。通过综合集成化系统提供的统一软硬平台，将中央调度人员和车站值班人员所关心的监控信息汇集在一起。在功能强大的集成软件开发平台的支持下，最终用户可通过图形化人机界面，方便有效地监控管理整条线路相关专业子系统的运作情况，并实现系统之间信息共享和协调互动。

四是强调运输系统的整体功能。新系统较传统的列车控制系统更加强调整个城市轨道交通作为一个系统运作的功能。

未来我国城市交通智能化需求将持续增长，据前瞻产业研究院预测到 2021 城市轨道交通智能化需求规模年将超过 200 亿元。

4.5、高速公路智能化

2016 年度全国交通运输工作会议上数据显示，2016 年我国新增高速公路 6000 多公里，总里程突破 13 万公里。2017 年我国还预计将新增高速公路 5000 公里以上、到 2018 年可以达到 14 万公里，位于世界第一。另外我国公路运输能效低、成本高，已成为制约经济发展的主要因素。国家发改委公布的《2015 年全国物流运行情况通报》显示，中国物流费用占 GDP 比例为 16%，总费用为 10.8 万亿

元，而美国等发达国家是8%至9%，降低成本，节能环保、控制交通事故、提高高速公路运转效率、提高高速公路管理部门的管理水平这些都是急迫的现实问题，高速公路智能化将成为最好的解决方案。

高速公路是一个涉及人、车、路、环境等多个要素的、复杂的、动态的大系统，智能化的高速公路系统是智能交通系统的一个重要组成部分。高速公路智能交通系统的主要内容，由监控系统、通信系统和收费系统三大部分组成，各系统担负着不同的功能，监控系统主要对高速公路收费、交通信息、气象信息等方面进行监控和信息采集，通过在高速公路沿线、桥梁隧道、收费站点设置监控设备，并把其信号传输至监控中心集中监控，从而实现交通状况的可视监控；通信系统的主要功能是实现道路交通信息传输和交换，为高速公路运营管理及监控、收费系统提供必要的话音业务及数据、图像信息传输通道，它是保障高速公路安全、高速、畅通、舒适、高效运营及实现现代化交通管理必不可少的手段^[51]。

收费系统的主要任务是保障高速公路按章收费；收费系统通过分级收费体制，各级站点的核心都为计算机设备，这些设备通过以太网交换机连成网络。收费车道采集的原始收费数据，通过计算机网络实时传送到收费站，收费站将采集的数据集中后发送给收费结算中心和相应的运营公司的收费中心^[52]。

4.6、无人驾驶与智能交通

随着国内汽车保有量的迅速扩大，我国正在步入汽车社会，与汽车相关的社会问题和矛盾也日益凸显，其中汽车与道路、汽车与环境、汽车与能源、汽车与行人之间的矛盾日益突出。这些都表明我国车联网市场蕴含着巨大空间。与此同时，国家政府已经明确相关政策，大力支持车联网发展。“十二五”规划已将车联网作为物联网十大重点部署领域之一，车联网有关项目已被列为我国重大专项第三专项的重要项目，首期资金投入达百万亿级别。工信部将从产业规划、技术标准等多方面着手，加大对车载信息服务的支持力度，全力推进车联网产业全面发展。然而，由于产业结构、商业模式、安全法规等瓶颈的存在，我国车联网目前依然处于初级阶段。但随着“十三五”期间，随着国家层面对车联网政策红利的逐步释放，技术水平的不断提升，互联网思维的逐步渗透，车联网将迎来爆发式增长期^[53]。

特别是人工智能、大数据、5G及互联网+的高速发展，我国智能网联已经处于世界前列，根据2017年9月清华大学x-lab发布的《智能网联汽车技术全球专利观察》显示，中国智能网联相关专利占全球3.2万件专利的37%，中国已成为全球智能网联汽车领域专利数量最多的国家。

4.6.1 车路协同

4.6.1.1 智能车路协同概述

车路协同系统(Cooperative Vehicle Infrastructure System, CVIS)是采用先进的无线通信和新一代互联网等技术,全方位实施车车、车路动态实时信息交互,并在全时空动态交通信息采集与融合的基础上开展车辆主动安全控制和道路协同管理,充分实现人车路的有效协同,保证交通安全,提高通行效率,从而形成的安全、高效和环保的道路交通系统。车路协同系统是交通智能化的核心^[54]。

4.6.1.2 智能车路协同系统的产生与发展过程

交通问题面临三大主要挑战:交通安全、通行效率和节能环保,根据交通运输发展战略需求,以改善道路安全与提高交通效率为重点,兼顾节能、环保,智能车路协同由此而产生,并随着技术的不断进步,智能车路协同系统建设日趋完善,车路分离的现状终将被改变,车路之间、车车之间会建立有效的信息沟通,极大地提高车辆与道路资源使用效率,减少交通事故的发生^[55]。

从2010年10月份开始,科技部设立863计划“智能车路协同关键技术研究”课题项目,后由工信部立项进行研究。2014年2月车路协同典型场景验证,车车、车路、人车协同主动避撞交叉口安全通行与交通环境检测危险状况辨识的展开是我国协同技术关键起

步；2015年12月车路协同技术与系统应用拓展，路口车速引导车队引导下的信号协同控制，面向环保与节能的在途动态诱导，这是我们车路协同技术与其它国家同步的标志；2016年多个国家智能汽车集成系统试验区开园，基于信号协同的公交、专用车辆优先通行基于车路协同的智能、自动驾驶基于智能驾驶的多交通主体群决策/群控制是我国车路协同实践重要环节。

4.6.1.3 智能车路协同系统的主要特点

车路协同系统，就是智能路，通过网络把它联系起来，然后交通系统提供智能服务，形成了智能车路协同。智能车路协同技术涉及交通、汽车、电子、通信、网络、定位、计算、安全等多个领域，是典型的交叉性、集成性的新兴技术，具体有三个方面特点：

一是车路协同技术将创建全景交通信息环境。基于智能车路协同环境，车辆和道路信息的主动感知将提供全新的交通信息获取途径和内容，包括道路环境、交通环境、交通参与者等，从而形成一个全景交通信息环境。

二是车路协同将提供全时空信息交互与服务。可以更方便地获得丰富、实时和准确的出行前和在途交通信息，对信息的获取从有限传感范围扩展到无线通信条件下的广阔空间。

三是车路协同将引领智能出行新体验。通过人车路协同的一体化，出行者可享受到在途路径诱导、辅助安全控制、自动缴费、自

动泊车甚至自动驾驶等多种全新服务，也可随时了解实时交通状态信息，使绿色出行成为现实。

4.6.1.4 车路协同的智能交通系统体系框架主要内容

我国 ITS 体系架构中总共包含 8 个领域，34 个服务，138 个子服务。基于车路协同的 ITS 体系框架进行调整，将车路协同作为道路交通的通用平台，合并相关业务与服务，使用户服务分为 6 个领域、26 个服务、94 个子服务。基础的技术会带来很多的应用，也促使信息技术的发展与交通互联的结合，随着内容和技术的发展相应也会增加变动的。

技术上，智能车路协同技术将综合应用信息、通信、传感网络、下一代互联网、可信计算和计算仿真等领域的最新技术，实现车辆与道路设施的智能化和信息共享，在实时、可靠的全时空交通信息的基础上，结合车辆主动安全控制和道路协同控制技术，保证交通安全，提高通行效率，实现人-车-路的有效协同。

智能车路协同主要有智能车载系统、智能路侧系统和通讯平台三个部分组成。智能车载系统负责对车辆自身状态信息的控制和对周围行车环境的感知；智能路侧系统负责对交通流信息的监测和道路路面状况、道路几何状况、道路异常信息等的记录；通讯平台则是负责整个系统的通讯，实现路侧设备与车载单元之间的交互。

4.6.2 智能车路协同关键技术

车路协同系统是目前智能交通系统的前沿技术，车路协调系统涉及到多门学科，其中最重要的是多模通信技术、状态感知技术、数据融合与协同处理技术、信息安全技术等，这些技术之间往往又形成交叉，成为关键技术系统。

智能车路系统中使用的关键技术系统包括智能车辆关键技术、智能路侧系统关键技术、智能系统协同控制、智能通讯。智能车辆关键技术主要是对车辆的进行硬件改造，通过加装传感设备，如GPS、陀螺仪、电子罗盘、激光雷达车载单元等获取车辆的位置、姿态和行车环境等信息；通过对安装控制设备，如电液制动系统、工业控制计算机等对车载单元智能控制，实现对危险情况的规避。智能路侧系统部分包含的关键技术包括硬件和软件两部分，主要实现多通道交通信息采集、多通道路面状态信息采集、信息融合及突发异常事件快速识别与定位、多模无线数据传输等功能等。

要解决车路协同问题必须要攻克智能车辆关键技术、智能路测系统、智能系统协同控制、智能通讯等几大关键性技术系统。

智能路测包括交叉口行人信息采集、突发事件快速识别与定位、路面湿滑状态信息采集、密集人群信息采集、多通道交通流量监测、通道异物侵入信息等多通道交通状态信息辨识与采集。

智能系统协同控制则包含了面向效率和面向安全两个方面。其中面向效率包括基于车路协同信息的交叉口智能控制技术、基于车路协同信息的集群诱导技术、交通控制欲交通诱导协同优化技术、

动态协同专用车道技术、精准停车控制技术。面向安全包括智能车速预警与控制，弯道测速/侧翻事故预警、无分隔带玩到安全会车、车间距离预警与控制、临时性障碍预警。

移动通讯技术是智能交通与车联网必不可少的组成部分，是连接道路设施、车辆、与人的最根本技术。智能通讯则包括车车、车路通讯技术，在高速移动状态下多信道、高可信、高可靠的车路、车车信息交互与融合。

4.6.3 中国车路协同技术发展现状与趋势

把人、车、路协同起来，形成新型的智能交通体系框架，需要加强国家层面的顶层设计，通过整体规划来整合资源，以国家战略层面部署相关计划或项目，通过“政产学研用”协同创新的发展模式，积极推进车路协同的标准和体系化建设。同时从整体推进人车路协同等核心关键技术及系统设备的研发，形成符合中国特点的车路协同核心技术和产业布局。

智能交通核心就是安全可靠、节能环保、效率提升，而车路协调系统是实现未来智能交通核心技术和主要途径，是当今国际智能交通领域的前沿和研究热点，随着各国政府和产业的高度重视，此技术在世界范围内必将得到快速发展和应用。

车路协同系统主要以下四个方面将成为未来智能车路协同技术发展的热点和主要趋势^[56]。

1、人车路协同一体化

人车路协同一体化将成为必然，随着无线通信、移动互联网、云计算、大数据技术的出现和快速发展，获取和交互车辆与交通出行者的动态实时信息已经成为现实。真正实现“人车路协同一体化”的未来智能车路协同系统将在不远的将来形成并将逐步普及。

2、 交通状态感知互联化

由于移动终端的迅猛增加和各种通信手段的出现，车辆本身就是一个大移动终端，当今交通状态的感知已超出传统概念和范畴。基于新的信息服务模式，服务商在给用户提供交通信息服务的同时，可以较为方便地获取用户表征出行过程的相关信息，从而实现包括步行、骑行、公交、地铁和私家车出行在内的各种出行过程和状态的感知。全景交通信息获取、实时路况信息服务、多模式个性化出行诱导服务等将很快走入生活并改变生活。

3、 交通信息安全化

智能车路协同技术的广泛应用，与交通出行相关的庞大信息（如车辆的身份标识、位置、路径、轨迹等）将会在各种通信网络和平台间共享和利用；同时，支撑交通系统控制与管理的各类交通状态信息、控制信号、交通事件和应急救援等信息也成为交互信息的重要组成部分。目前由于系统信息开放程度低，信息安全尚未提上日程，但随着这一技术的广泛应用，信息安全问题将日趋突显，成为下一阶段的重要研究内容。因此，必须采用先进可靠的认证和许可安全技术，制定严格的信息管理、使用和交互的制度、规范及法

律，切实保证交通系统运行的信息安全以及个人隐私，提供安全可靠的交通信息服务。

4、跨领域多技术集成

未来智能车路协同技术涉及交通、汽车、电子、通信、网络、定位、计算、安全等多个领域，是典型的交叉性、集成性的新兴技术。以战略的眼光、系统的观点进行顶层设计，突破无线通信、车联网、云计算、交通大数据、城市计算、信息安全等技术瓶颈，研究跨系统、跨平台、大数据条件下的系统集成技术，是未来智能车路协同技术得以发展和应用的基础与条件。

作为智能交通发展的主要方向之一，智能车路协同系统的应用范围非常广泛。首先汽车自身而言，系统能够实现车辆的协同安全，如人车主动避障、车车主动避障、危险路段预警和控制等，实现主动安全功能；其次，系统能够在大范围内实现交通协调控制，如交通信号协调控制、实时路径诱导、公交优先控制等；最后，系统还能根据用户的需求提供综合的信息服务，如交通需求管理、实时交通信息查询等^[57]。

这些先进技术的引入，将极大的改善交通状况。可以预见，在不久的将来，当智能车路协同技术应用到日常生活中时，人们将不再为拥堵的城市交通烦恼，出行将更加方便。

4.7、智能交通与物联网技术

4.7.1 物联网的概念及结构特性

物联网（Internet of things, IoT）是新一代信息技术的重要组成部分，也是“信息化”时代的重要发展阶段，物联网就是物物相连的互联网。物联网有两个基本特性，一是物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；二是用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间，进行信息交换和通信，也就是物物相连^[58]。

物联网通过智能感知、识别技术与普适计算等通信感知技术，广泛应用于网络的融合中，也因此被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。物联网是互联网的应用拓展，与其说物联网是网络，不如说物联网是业务和应用。因此，应用创新是物联网发展的核心，以用户体验为核心的创新 2.0 是物联网发展的灵魂^[59]。

目前，我国物联网发展已经初步具备了一定的技术、产业和应用基础，呈现出良好的发展态势。据 2016-2017 年中国物联网发展年度报告数据显示，2016 年我国整个物联网的销售收入达到 9000 亿元以上。近几年我国物联网产业发展的复合增长率达到 30% 以上，充分体现了其强劲的发展势头。同时预计到 2020 年，我国物联网的整体规模有望突破 18000 亿元。物联网在行业领域的应用逐步广泛深入，在公共市场的应用开始显现，特别在智能工业、智能农

业、智能物流和智能交通等领域的应用，是近五年全球发展较快的重点应用领域^[60]。

4.7.2 物联网技术与智能交通技术之间的关系

目前我国已经建设的智能交通应用系统针对特定需要进行开发，并已取得了良好效果。但在管理体制条块分割的现实环境中，以信息系统建设思路容易产生信息孤岛、重复建设，不同主体独立开发的应用系统基础业务指标内涵、核心技术不统一，导致系统集成共享困难，系统集成效率和效益难以得到充分发挥。物联网在交通运输领域的应用，强调建立交通要素感知识别基础网络和更加开放的应用模式，这将会打破以往的信息孤岛，突破传统 ITS 发展中的瓶颈，促进 ITS 的发展在深度、广度上产生质的飞跃，为交通运输领域的发展做出积极贡献。国家已将物联网列入加快培育和发展战略性新兴产业的举措，这意味着国家将调动各种资源，向与物联网相关的感知、传输和智能处理等技术产业集中投入，加快推进和产业化。轻型、多模、低成本、长寿命、高可靠、自适应芯片的诞生，不仅能感知信号、标识物体，还同时具有处理控制功能的新型传感器的研发和生产，高速、带宽、高频谱利用率、高智能的各类信息传输网络的应用，将为交通运输要素深度感知和海量信息采集创造条件；分布式协同处理、云计算、群集智能等技术将推动交通运输行业智能化服务与管理再上一个新台阶。

智能交通的发展为物联网在交通运输领域应用创造了良好的发

展条件，对交通运输业而言，物联网在交通运输领域应用的目标之一与 ITS 的发展目标是一致的，应用通讯、控制、信息等先进技术改变交通运输体系的运行方式、运行机制，重构传统的交通运输系统。因此，ITS 的发展首先为物联网在交通运输领域的应用创造了良好的软环境，借助信息化等先进技术手段等；其次为物联网在交通运输领域的应用进行了相关信息化基础设施、装备等物质与技术储备^[61]。

汽车物联网，又称车联网，是物联网技术在交通与汽车领域的具体应用。利用先进的 RFID 传感技术、移动通讯技术，我们可以对道路和车辆进行全面、实时感知，并通过大数据与人工智能技术，完成智能化交通管理，真正连接车辆、道路设施与行人，形成协同智能交通体系。车联网可以优化道路资源配置，减少拥堵，全面提高道路安全，降低能源消耗及环境污染。

车联网是一个三层体系，分别是第一层的端系统，通过传感器采集信息；第二层的管系统，建立车、路、人之间的连接；第三层是云系统，负责将采集来的信息进行处理，生成指令。作为车联网体系的入口，传感器为智能交通系统提供了最实时的信息输入。目前，我国正积极建立道路传感网、电子监控及电子收费系统已实现大面积应用。

总的来说，物联网技术在智能交通控制领域的应用，将全面提升智能交通的管控水平和信息服务水平，实现从现场物理实体的管

控到信息空间中虚拟镜像的管控，将为交通信息的情报化分析和交通管理模式的转变提供新的技术支撑和处理模式，也为降低能耗、改善环境污染、提高安全，改变交通出行效率，具有巨大的社会效益和经济效益^[62]。

第五章 智能交通产业发展趋势

5.1、智能交通产业未来发展趋势

面对当今世界全球化、信息化发展趋势，传统的交通技术和手段已不适应经济社会发展的要求。智能交通系统是交通事业发展的必然选择，是交通事业的一场革命。通过先进的信息技术、通信技术、控制技术、传感技术、计算机技术和系统综合技术有效的集成和应用，使人、车、路之间的相互作用关系以新的方式呈现，从而实现实时、准确、高效、安全、节能的目标。

交通安全、交通堵塞及环境污染是困扰当今国际交通领域的三大难题，尤其以交通安全问题最为严重。采用智能交通技术提高道路管理水平后，每年仅交通事故死亡人数减少，并能提高交通工具的使用效率。为此，世界各发达国家竞相投入大量资金和人力，进行大规模的智能交通技术研究试验。目前，很多发达国家已从对该系统的研究与测试转入全面部署阶段，智能交通系统将是未来交通发展的主流^[63]。

同时随着世界变得更加城市化，2008年联合国经济社会事务部人口司发布的报告指出到2050年，将有70%的人口生活在城市中，同样我国也面临着一样的情况。伴随着城市的增长，很多城市都在努力解决增加的交通流量和拥堵问题。目前，交通已成为市政规划者的迫切的优先事项，需要改善交通流量，以建设更加清洁、更少

拥堵的城市。在智慧城市规划者需要优先考虑智能交通体系，为现代城市制定一个环保、经济高效并能被市民接受的机动性战略一直处于首位。

我国发改委 2016 年 2 月公布数据显示，刚刚过去的“十二五”期间，我国综合交通网络总里程达到 494 万公里，铁路营业里程达 12 万公里（含高铁 1.9 万公里），公路通车里程 457 万公里（含高速公路 12.3 万公里），沿海港口深水泊位 2211 个，内河航道 12.6 万公里，建成通航的民用运输机场 207 个，管道 10.6 万公里，城市轨道交通运营里程 3300 公里。据统计，2015 年，国家发改委批复铁路、公路、水路、民航项目（含立项）、城际铁路和城市轨道交通规划项目共 118 个。开工建设郑州至万州铁路、商丘至杭州铁路、银川至西安铁路、青岛新机场、岳阳机场等 116 个重大项目，累计完成投资超过 1 万亿元。推出城市轨道交通重大工程包，2015 年新开工 23 条线路，累计完成投资约 200 亿元。一批重大交通项目投资在促投资、稳增长方面发挥了关键作用。

“十三五”期间我国经济持续发展，高速公路建设突飞猛进。根据交通部 2016 年度总结上的统计，截至 2016 年底，我国高速公路总里程突破 13 万公里，我国已经超越美国成为高速公路里程数最多的国家；截至 2016 年 9 月，全国机动车保有量达 2.8 亿辆，其中私家车总量超过 1.4 亿辆。在高速公路建设规模扩大，联网收费建设进程加快的情况下，随着路网规模和高速公路交通量的持续扩大，高速公路业主对高速公路费用的收取和拆分的分歧越来越大。

无论是城镇化进程，还是智慧城市发展，亦或是还是交通运输行业的投入，继十二五之后，智能交通仍然是第十三个五年规划发展的重点之一。随着新技术和新产品的不断涌现和普及，极大的丰富了智能交通内容和手段，手机导航、网络化票务已成为公众出行中智能化交通服务的主要方式，车联网、智能驾驶服务的市场悄然兴起，引起了一场资本热潮和技术革命，滴滴打车、专车计划、优步等遍地开花，对传统出租车市场和行业模式带来颠覆性变革，大数据、人工智能、5G 已经成为智能交通系统数据中心建设和体系构建中毋庸置疑的技术选择，互联网+交通，已经成为交通运输行业信息化发展的重要内容。

“十三五”期间，随着科技技术的不断创新、国家政策的强力支持，绿色交通将成为交通运输发展的新底色，节能减排将成为智能交通发展的关键词。大力发展车联网，提高车辆运行效率；重视智能汽车的发展，提升车辆智能化水平，加强车辆的智能化管理；积极采用混合动力汽车、替代料车等节能环保型营运车辆；构建绿色系统，提高公共交通和非机动化出行的吸引力；构建绿色交通技术体系，促进客货运输市场的电子化、网络化提高运输效率，降低能源消耗，实现技术性节能减排。

在全国政协十二届二次会议中，李克强总理提出要制定“互联网+”行动计划，意味着“互联网+”正式上升为国家战略，“十三五”期间互联网将同交通行业深度渗透融合，对相关环节产生深刻变革，并将成为建设智能交通的提升技术和重要思路。“互联网+”

作为智能交通行业的创新技术，开始广泛应用到智能交通体系中，智能交通行业的发展走过了一个初始历程，2017年是智能交通的又一个新的元年，智能交通2.0时代已经到来，智能交通行业会有更多新的突破和新的变化，其核心就在于智能管控与大数据应用。未来智能交通前沿发展的大思路是人工智能、万物互联和信息的智能交互，由数据到信息，由信息到知识，由知识到智能。

在新技术、新需求的大背景下，智能交通系统的发展正在进入一个新的时代，新技术及其理念和模式，正在颠覆或者再造交通运输系统。同时智能交通系统的体系和内容都在发生重大变革，新技术推动智能交通系统在感知、存储、共享与交互、大数据分析以及综合服务等方面正在全面升级和创新，新一代感知技术和通信技术、移动互联服务、能源管理、车路协同、综合交通智能化和智能网联汽车等应用发展迅速，智能交通系统的内涵也在改变。

5.1.1 我国智能交通发展方向分析

构建具有中国特色的新一代智能交通系统，是我国智能交通发展的方向。面向建设综合交通、智能交通、绿色交通、平安交通的中国社会需求，迎接人工智能和大数据时代为智能交通技术发展所带来的机遇和挑战，立足国情、运用新技术手段、结合智慧城市建设，具体有六个重点建设发展方向^[64]。

- 1、不断的提升交通感知智能化水平，构建网络化的交通状态感知体系，提高交通信息资源的综合利用水平。

2、面向公众的综合交通的信息服务，改善和提高公众出行的智能化服务水平。

3、提升公共交通智能化水平与服务能力，增强交通运输系统综合运行能。

4、建设跨区域、多模式的综合统一的交通电子支付系统。

5、加快构建绿色交通运输体系。

6、促进智能交通科技成果推广应用，积极营造智能交通产业发展的良好环境。

5.2、中国智能交通产业前景展望

刚刚结束的党的十八届五中全会审议通过了《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》，强调必须牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，智能交通系统作为交通现代化建设的重要内容，“十三五”期间仍将是我国交通科技领域重点支持和发展的战略方向。针对“一带一路”、“京津冀协同发展”、“长江经济带”等国家战略对交通运输提出的重大需求，以解决我国综合运输效能低下、公众出行不便、交通安全态势严峻、交通能耗高、交通服务水平落后等迫切问题为导向，面向应用需求，继往开来，创新引领和推动智能交通的持续发展，是我国智能交通行业未来发展的主要思路。

根据国家科技体制改革的总体部署，科技部对”十三五”重点科技专项进行了规划布局，”综合运输与智能交通”是交通科技领域”十三五”规划布局的重点专项之一。

展望智能交通未来的发展趋势，主要有以下几个方面：

1、综合交通智能化协同与服务。

从国家层面实现基础设施与装备一体化、多种运输装备集成设计、运营调度与服务一体化等多个方面，充分实现综合货物运输方式间的信息共享，不断提高智能化信息服务水平和出行服务质量。

2、交通运输系统安全运行智能化保障。

交通安全是我国交通领域长期面临的严峻问题，交通运输系统安全运行的智能化保障将是未来智能交通发展的重要方向。交通安全涉及交通系统的多个要素，仅仅从单一因素不能从根本上改善交通安全水平，未来交通运输系统安全运行的智能化保障将重点集中于运用现代信息技术来分析事故成因、总结规律、管控策略以及设计主动安全技术和方法，从人-车-路协调的角度实现交通安全运行防控一体化。

3、合作协同式智能交通和自动驾驶将成为智能交通的重点。

合作协同式智能交通、在美国成为互联车辆是近年来国际智能交通界关注的重要方向，它将无线通信、传感器和智能计算等前沿技术综合应用于车辆和道路基础设施，通过车与车、车与路信息交

互和共享，首先实现车辆运行的安全保障，其次实现绿色驾驶和交通信息服务，它是安全辅助驾驶、路径优化、低碳高效等多目标统一的新服务。发达国家在这个领域已经做了大量的实际道路测试，基本实现了产业化。日本已经在全部高速公路上实现了高速无线数据通信的全覆盖，具备上述功能的车载终端已经销售了数十万台。

另外值得重视的方向是自动驾驶汽车，这虽然是从智能交通诞生起就在研究的领域，但是近几年的发展极为迅速，在高速公路和城市道路上的测试试验已经在发达国家普遍开展，自动驾驶汽车在无人干预的条件下自动运行几千公里的例子比比皆是。同时低速无人驾驶汽车在发达国家的开发和试验也接近实用，在特殊区域、开放道路、居民社区已经进行了大量运行试验，新出行模式的萌芽已经开始显现。

4、智能交通的特殊要求推动信息技术发展

智能交通最大的特点是高速移动的交通工具间、交通工具与基础设施间的可靠数据交互和流数据的计算，而这些特殊的要求对宽带移动通信技术和计算技术的进步起到了强大的推动作用，近年来超高速无线局域网和 5G 移动通信技术取得了不少突破，给实现智能驾驶和自动驾驶提供了支撑。

5、智能交通系统技术体系和标准化体系的完善。

我国现有的智能交通系统体系框架和标准化体系是上世纪末借鉴国际智能交通系统发展的经验，结合我国实际国情制定的。近年

来，在交通运输部和国家标准委的安排下，对智能交通标准体系进行了修订，将智能交通领域的通信应用技术、车路和车车合作技术、移动互联交通应用技术、交通信息安全管理等内容补充进标准体系。同时，我国智能交通系统建设发展中，立足国情创新发展了许多智能交通新的应用和技术，成效突出。同时跟踪国际新技术发展动态，适时完善和丰富我国智能交通系统体系框架，将是未来我国智能交通系统领域的重要工作。

6、智能交通产业生态圈的跨界融合。

随着新技术的发展和应用，为出行者提供更加精细、准确、完善和智能的服务，将是智能交通系统面向公众服务的重要方向。这些服务的提供将加速交通产业生态圈的跨界融合，汽车制造业、汽车服务业、交通运营服务、互联网、信息服务、智能交通等行业的融合发展将是大趋势。

未来的智能交通系统，在缓解交通拥堵、提高安全保障的同时，将更加关注效率、服务、主动安全、环保、交互体验和基础设施智能化等多个目标的协同。为此，要积极推动智能交通技术协同创新体系建设，发挥市场机制作用，强化行业协会和产业联盟等的作用，通过行业技术标准、知识产权保护等规范智能交通市场，形成专业分工、协同发展的智能交通产业链，构建智能交通产业健康可持续发展的生态环境

5.2.1 我国智能交通行业发展前景广阔

智能交通管理系统行业发展是城市交通发展和交通运输的必然结果，即使金融危机也不会对智能交通系统行业造成不利冲击，长期以来投资政策体制稳定，使得我国智能交通体系在“十二五”和“十三五”期间高速发展，并将在未来保持高速增长。

随着传感器技术、通信技术、GIS技术、3S技术、计算机技术和信息处理技术的不断发展，交通信息的采集经历了从人工采集到单一的磁性检测器交通信息采集到多源的多种采集方式组合的交通信息采集的历史发展过程，同时国内外对交通信息处理研究的逐步深入，统计分析技术、人工智能技术、数据融合技术、并行计算技术等逐步被应用于交通信息的处理中，使得交通信息的处理得到不断的发展和革新，更加满足 ITS 各子系统管理者、用户的需求。产业方面智能交通涉及到设备供应商、系统集成商、工程服务商、电信运营商等多单位协同，近来以电信运营商、安防企业、互联网企业为主来承建包含智能交通在内的平安城市项目成为一种主流模式。从长远看来，基于电信大联网平台搭建的平安城市体系无疑是具备前瞻眼光的，这种模式能够最好地实现信息的传递以及物联网的广泛应用^[65]。

智能交通作为一个新经济增长点的战略新兴产业，具有良好的市场效益，其市场前景十分广阔，单汽车智能网联整体产业规模就相当庞大，另外安防也是一个很大市场。结合未来市场需求分析以

及相关规划，未来几年我国智能交通行业有望保持高速增长。2016年市场调研机构 Market and Marketets 发布的交通管理市场报告中显示，全球智能交通将从 2017 年的 2296 亿美元成长至 2022 年的 5948 亿美元，复合年增长率达 21%，中国智能交通协会理事长吴忠泽预计到 2020 年中国智能交通领域市场将达到 1820 亿元人民币，智能交通产业前景十分广阔。

参考文献

- [1] 刘露. 城市交通低碳发展的智能化选择. 中国科技论, 2013, 1 (6) :105-108.
- [2] 蒋伟. 基于物联网环境下智能交通系统应用研究[J]. 物流科技,2016(1) : 108-110.
- [3] 乔刚. 对河北打造环渤海交通中心的探索. 经济论坛, 2014 (3) :46-49.
- [4] 王庆纲,杨晓丹. 低碳经济背景下我国智能交通发展趋势. 中国公共安全, 2011 (Z1) :166-168.
- [5] 徐建闽. 智能交通系统. 北京: 人民交通出版社 ,2014.
- [6] 王培进,张芳. 智能交通服务平台设计研究. 第 35 届中国控制会议论文集,2016(07).
- [7] 李蕊. 日本智能交通系统介绍及其借鉴. 中国交通信息化,2011(4): 142-144.
- [8] 徐华峰, 夏创, 孙林. 日本 ITS 智能交通系统的体系和应用. 公路, 2013 (9): 187-191.
- [9] 王铁滨. 浅谈美国的智能化交通. 北方交通, 2013 增刊.
- [10] 赵建光. 吉林市智能交通系统规划研究. 吉林大学硕士论文 2009.
- [11] 张仪栋. 汽车智能化技术政策法规分析与建议. 西南汽车信息,2016 年第 4 期.
- [12] 王东柱,杨琪. 欧洲合作智能交通系统发展现状及相关标准分析. 公路交通科技, 2013 , 30 (9) :128-133.
- [13] 房筱莉. 日本高速公路的科技含量. 中国交通报,2005 (2) :15-15.
- [14] 贾述评,房筱莉. 日本智能交通系统的发展. 吉林交通科技, 2006 (3) :67-68 .

-
- [15]王铁滨. 浅谈美国的智能化交通. 北方交通, 2013 增刊.
- [16]IBM. Smarter Cities Series: Understanding the IBM Approach to Traffic Management[R].
- [17]林敏. 韩国首尔市交通管理及其启示, 城市公用事业 2011(1).
- [18]刘春雄. 突变与颠覆. 现代商业. 2017 (19) .
- [19]刘钢, 郭晗. 基 Ad Hoc 网络的智能交通模型研究. 吉林建筑工程学院学报, - 2012(1) .
- [20]吴忠泽. 中国智能交通行业发展现状与未来发展趋势. 电气时代, 2013(6).
- [21]纪亚光, 吴尹浩. 习近平文明观探析. 社会主义核心价值观研究, 2016(12).
- [22]李泽锋. 基于特征点匹配的车辆比对方法. 全国信息获取与处理学术会议, 2005 :581-582.
- [23]赵昕新. 城市公共交通发展五大任务. 中国物流与采购. 2016 (16) :57-57.
- [24]康正宁. 智能停车的商业模式创新与政策需求分析. 科学发展, 2017(5).
- [25]王建强, 王海鹏, 刘佳熙等. 基于车路一体化的交叉口车辆驾驶辅助系统. 中国公路学报, 2013, 04: 169-175.
- [26]张毅, 姚丹亚. 基于车路协同的智能交通系统体系框架. 北京: 电子工业出版社, 2015.
- [27]王笑京. 智能交通的可持续发展. 中国公路, 2017 (3).
- [28]李卫平. 智能交通技术应用[M]. 北京: 人民交通出版社, 2006.
- [29]中国智能交通协会. 中国智能交通行业发展年鉴 (2014) . 电子工业出版社. 2015.
- [30] 金茂菁. 我国智能交通系统发展现状及展望. 交通信息与安全,

2012 (30): 1-5.

[31]石京. 中国智能交通系统发展瓶颈分析及发展策略研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2012, 12 (S1): 1-6.

[32]谢振东,高玉荣,张孜.-智能交通产业联盟的构建与管理. 2008 第四届中国智能交通年会论文集. 2008(9).

[33]孙更涛. 对于我国智能交通系统研究现状的分析. 民营科技, 2013 (9) :230-230.

[34]陈亮. 我国智能交通发展对策及其经济效益. 交通世界, 2012 (8) :122-123.

[35] 杜宏川. 交通系统发展现状与对策分析. 吉林交通科技, 2009 (1) :60-63.

[36]王忠礼. 智能交通系统车辆检测算法研究. 哈尔滨工业大学硕士学位论文. 2008.

[37]余峻彦. 关于无线射频识别技术在智能交通管理中的应用探讨. 中国公共安全(综合版), 2009(1).

[38]Field, Alan. RFID Market Growing. Journal of Commerce[N]. Apr 22, 2009.

[39]RFID to become a \$9.7 billion industry within five years, according to ABI Research. RFID (Radio Frequency Identification) [N]. Newsletter , 2008,5(6): 13.

[40]王鸿雁. 浅谈自动化技术的发展及前景. 赤峰学院学报(自然科学版), 2011 , 27 (4) :58-59.

[41]王毅. 在公路交通中的应用. 公路交通科技(应用技术版). 2017(7).

[42]孙昱. 现代通信技术在高速公路中的应用和发展[J]. 科技与生活, 2011 (14) .

-
- [43]周正. 高速公路网络通信技术及其实现方法[J]. 河南科技, 2010 (05) .
- [44]Chia-Yu Hsu, Chin-Sheng Yang, Liang-Chih Yu, Chi-Fang Lin, Hsiu-Hsen Yao, Duan-Yu Chen, K. Robert Lai, Pei-Chann Chang, Development of a cloud-based service framework for energy conservation in a sustainable intelligent transportation system, International Journal of Production Economics, Volume 164, June 2015, Pages 454-461.
- [45]Hsin-Hung Pan, Shu-Ching Wang, Kuo-Qin Yan, An integrated data exchange platform for Intelligent Transportation Systems, Computer Standards & Interfaces, Volume 36, Issue 3, March 2014, Pages 657-671.
- [46]崔丽媛. 水运：向智能时代迈进. 交通建设与管理, 2014 (12) :46-47.
- [47]崔丽媛. 公交·都市,和谐发展. 交通建设与管理. 2016 (20).
- [48]凌利,左宸,崔嘉齐,尹春铭. 公交车辆检测技术研究进展. 现代电子技术, 2012 , 35 (21) :127-131 .
- [49]王锶佳,周妍. 中国智能交通现状调查, 交通企业管理, 2017 , 32 (4) :12-14.
- [50]吴妍燕. PCC 在轨道交通综合监控系统中的应用. 改革与开放, 2012 (8) :135-136.
- [51]孙丹. 基于功能性养护单元的预防式机电系统养护新模式. 公路交通科技, 2012 (s1) :152-158.
- [52]孙崇学,华剑. 高速公路信息系统发展与应用分析. 现代商贸工业, ,2013 (5) :171-172.
- [53]崔丽媛. 创新驱动发展科技改善出行, 让“十三五”智慧交通的

-
- 脑洞更开放. 交通建设与管理, 2016(1).
- [54] 安毅, 宁滨, 蔡伯根, 上官伟, 王剑. GPS/CP 车辆定位与交叉口冲突检测. 交通运输工程学报, 2013, 13 (1).
- [55] 陈超, 吕植勇, 付姗姗, 彭琪. 国内外车路协同系统发展现状综述. 交通信息与安全, 2011, 29 (1) :102-105 .
- [56] 黄玲, 金茂菁, 曾庆东. 西苑沙龙学术讨论会简述. 中国基础科学, 2013(10).
- [57] 罗超. 基于车路协同的城市交通姿态预警及调控技术研究. 重庆交通大学硕士学位论文, 2014.
- [58] 王振明, 胡正刚, 李臣, 周旭. 物联网在医院中的应用. 信息与电脑, 2016 (9) :151-152.
- [59] 庸国祥, 徐运杰, 张勉. 浅谈物联网. 青春岁月, 2016 (21).
- [60] 李龙. 新工业时代下中国工业物联网发展现状及趋势. 电子产品世界, -2016 (2-3) :9-12.
- [61] 曹剑东, 张敖木翰, 张为. 浅议物联网与智能交通的关系. 物联网技术, 2015 (6) :100-101.
- [62] 毛振刚. 物联网安防发展展望. 中国公共安全(综合版), 2012 (19) :233-236.
- [63] Krzysztof Małeck, Stanisław Iwan, Kinga Kijewska, Influence of Intelligent Transportation Systems on Reduction of the Environmental Negative Impact of Urban Freight Transport Based on Szczecin Example, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 151, 30 October 2014, Pages 215-229.
- [64] 于春全. 智能交通系统 (ITS) 发展与创新. 数字通信世

界, 2016 (9) :24-27.

[65]侯玉清. 如何应对大安防时代的机遇与挑战. 中国公共安全(综合版), 2012 (11) :38-38.