

智慧公路发展建设研究

廖小丽

西南交通大学希望学院, 中国·四川 成都 610400

摘要: 随着科技的飞速发展, 智慧公路作为交通领域的新兴概念, 正成为推动交通运输行业发展的重要力量。论文对智慧公路的发展建设进行了研究。分析了智慧公路的发展现状, 阐述了智慧公路的关键技术, 探讨了智慧公路未来的发展趋势。最后总结了研究结论, 并对未来研究方向进行了展望。智慧公路的发展建设对于提高公路运输的效率、安全性和服务水平具有重要意义。

关键词: 智慧公路; 研究现状; 技术

Research on the Development and Construction of Smart Highways

Xiaoli Liao

Southwest Jiaotong University Hope College, Chengdu, Sichuan, 610400, China

Abstract: With the rapid development of technology, smart highways, as an emerging concept in the field of transportation, are becoming an important force in promoting the development of the transportation industry. The paper conducted research on the development and construction of smart highways. Analyzed the current development status of smart highways, elaborated on the key technologies of smart highways, and explored the future development trends of smart highways. Finally, the research conclusions were summarized and future research directions were discussed. The development and construction of smart highways are of great significance for improving the efficiency, safety, and service level of highway transportation.

Keywords: smart highway; current research status; technology

0 前言

随着科技的飞速发展和社会的不断进步, 智慧公路作为交通领域的新兴概念, 正逐渐成为推动交通运输行业发展的重要力量。智慧公路将现代信息技术与传统公路基础设施深度融合, 旨在提高公路运输的效率、安全性和服务水平, 为人们的出行带来更多便利。智慧公路的发展与建设的成功将影响到智慧交通的发展与实现。论文将对智慧公路的发展建设进行深入研究, 分析其现状、技术应用及未来趋势, 为智慧公路的进一步发展提供参考和借鉴。

1 智慧公路研究现状

根据调查研究分析发现——相较于传统公路, 智慧公路将会更加安全, 对环境的污染也会更小^[1]。随着信息技术的逐渐渗透, 在一到三线城市, 智慧公路建设已经相对完善, 市场需求主要集中在 5G 商用之后的改造需求。而在四线及以下城市和农村地区, 随着交通基础设施的不断完善和经济的发展, 对智慧公路的需求也在逐渐增加。例如, 长兴县通过打造数字公路综合管理应用示范平台和“数字乡村路”综合管理系统, 满足了农村地区对公路管理和服务的需求。此外, 蕉岭县公路事务中心的智慧公路建设项目也包含智慧隧道试点项目, 不仅提升了当地的公路管理水平, 也为周边地区的交通发展提供了借鉴。这种市场需求的下沉与扩散, 将进一步推动中国智慧公路行业的发展。

世界各国对智慧公路的发展建设都比较重视。英国是世界上较早开始建设智慧高速公路的国家^[2], 其主要提供的服务是快速提示和实行可变限速管理, 效果显著——其公路通行能力提高了 1/3, 高速公路运行可靠性明显提高, 其公路上的死亡人数逐年下降。在意大利有 Anas S.p.A. 公司^[3], 负责从 2018 年开始在未来十年里投资约 10 亿欧元发展意大利的智慧公路计划。智慧交通联盟 (STA)^[4] 不断为智慧公路的发展提供建议且对传统道路提出有力的批评。

2 智慧公路建设案例分析

2.1 北京智慧公路建设案例

北京延崇高速和京雄高速作为智慧公路的代表, 展现出了诸多先进的特色。

延崇高速的智慧化建设历时三年, 主要涵盖基础设施数字化、车路协同示范应用及基于大数据的路网综合管理与服务三个方面。

在基础设施数字化方面, 采用了二维与三维可测实景技术以及高精度地图, 旨在实现公路设施的数字化采集、管理与应用, 从而构建动态管理系统以优化公路设施资产。此外, 选择了松山大桥、西羊坊隧道及回音崖边坡作为重点监测对象, 建立了智能监测传感网络, 以实时监测特大桥、特长隧道及超高边坡等基础设施的工作环境、工作状态和结构响应。

在车路协同技术方面,延崇高速车路协同系统在大浮坨路段的监控中心部署了一套 V2X 平台,连接了路面所有端侧、边侧及相关配套系统,实现了车辆与行人、车辆与路面以及云端之间的智能信息交换与共享。这一系统为延崇高速公路的公众出行及交通管理提供了全过程的管控和全方位的支持。此外,2018 年在延崇平原段进行了 L4 级自动驾驶技术的演示,展示了车辆能够自动识别交通标识,并基于此信息进行相应的车速调整。

京雄高速在 2023 年底,实现了全线范围内中国移动 5G 专网的全面覆盖。该系统充分利用北斗高精度定位技术、高精度数字地图、可变信息板及行车安全诱导系统等,面向社会车辆、工程车辆及两客一危和网约车等提供差异化的综合道路交通服务。

高速公路路面两侧的智能感知设备不仅具备照明功能,该系统集成了感知、计算、通信及信息发布等多项技术,并在数字孪生可视化平台上实现了“人—车—路—云”之间的信息交互。通过该平台,工作人员可以实时了解车流量、平均车速、桥梁振动监测等信息,及时应对、处置各种事件。此外,京雄高速北京段全线的智能装备设备上还有气象数据采集,在重点路段覆盖行车安全诱导系统,在低能见度下会自动启动不同工作模式,发布气象灾害的监测与预警,智能系统预计可以降低事故率 80% 以上。

2.2 各地智慧公路项目亮点

以梅州为例,梅州积极推进智慧公路建设,在部分路段,采用了智能交通信号灯系统,该系统能够根据实时车流量自动调整信号灯的时长,从而显著提高道路通行效率。同时,利用大数据分析技术,对道路拥堵情况进行预测,提前采取交通疏导措施,减少了交通拥堵的发生。

长兴在智慧公路建设方面,注重多功能路面材料的应用。采用透水路面施工技术,使路面在雨天不积水,该措施有助于涵养地下水资源、调节大气气候、减少路面积水和噪声,从而提升路面的安全性与舒适性。此外,长兴还在部分路段安装了智能路灯,除了提供照明功能外,还能实时监测路面情况,如车辆流量、车速等,并将数据传输到指挥中心,为交通管理提供决策依据。

这些地方智慧公路项目的建设经验,为其他地区的智慧公路发展提供了有益的借鉴。通过持续的探索与创新,智慧公路将在提升交通效率、确保交通安全以及促进可持续发展等领域发挥日益重要的作用。

3 智慧公路所运用的关键技术

智慧公路应该是一个不断进化的过程,由智能逐步向智慧转化。如今正是由智能向智慧转变的关键时期,智慧公路的发展离不开关键技术的支持。智慧公路中所用的关键技术有车路协同技术、物联网技术和大数据等。

3.1 车路协同系统

车路协同技术通过采用先进的无线通信、传感探测及

新一代互联网技术,实现了车辆与车辆、车辆与基础设施之间的实时动态信息交互与共享,从而促进智能协调与配合。该技术基于全时空动态交通信息的采集与融合,能够实现车辆主动安全控制和道路协同管理,从而优化资源利用、提高道路交通安全,并有效缓解交通拥堵^[5]。车路协同技术是实现无人驾驶的关键。

全国多个地区已开始应用车路协同技术以加强安全管控。车路协同自动驾驶被视为未来道路交通发展的重要方向,预计将显著提升道路交通系统的效率、安全性与环保水平,并带来显著的社会经济效益^[6]。依据智慧公路建设原则,结合车路协同技术及系统的主要特征,可以实现多种应用,包括智能提醒、智能监测、智能检测、安全辅助驾驶和高级驾驶等^[7]。

3.2 物联网

物联网技术通过网络和终端设备实现了人际、人与物体及物体之间的互联互通。这一技术促进了公路运维的移动化管理,并对其运行状态进行可视化监测,从而全面优化公路的运维管理,推动公路的智能化运维进程。物联网技术在智慧公路建设中发挥着至关重要的作用,特别是在满足交通运输服务对象与交通运输运营企业需求方面^[8]。

在公路交通运输领域,公路交通诱导系统利用物联网技术,对公路交通运行情况进行实时有效检测。通过对收集数据的深入分析,该系统能够科学预测交通运行特征,并制定相应的应急措施。物联网技术在公路交通诱导系统中的应用,结合传感器技术等手段,实现了对车辆队列的有效引导,从而有效实现交通诱导的目标^[9]。物联网技术还可用于 ETC、车辆识别与车辆监控系统等,主要完成系统中各项数据图像的采集和处理等工作。

3.3 大数据应用

智慧公路交通大数据由交通体系中各类数据共同组成,主要负责完成对交通数据资源的交换和开发。通过智慧交通大数据可完成对整体公路交通数据的管理,为交通系统提供数据服务,从而达到支持智慧公路运行的目的。

基于大数据平台,智慧高速交通中的大数据可应用于交通实时分析、公共出行服务、车辆逃费稽查以及交通运行评估等多个领域^[10]。借助大数据系统,不仅可以提升高速公路的管理效率和运营质量,还能丰富服务内容,提高服务水平,从而为出行者提供更多便利,减少交通拥堵及事故等问题的发生。

除了上述技术外,智慧公路建设和运营维护过程中,所运用的技术数不胜数,如薛红军等^[11],为智慧公路各个业务详细设计了移动应用平台,实现其各个模块功能。许多研究文章对移动应用平台的总体框架及关键公路业务应用功能模块进行了深入阐述与总结,为日益丰富的移动业务开发与应用提供了技术指导和建设性建议,从而为智慧公路的发展与建设提供了信息化支持。

4 智慧公路未来发展趋势

4.1 技术创新推动发展

5G技术在智慧公路中的应用前景广阔。5G具有高速率、低时延、大连接等特点,将促进车路协同系统的实现,提升行车安全和道路通行效率。例如,在智慧公路上,5G通信技术将为车辆提供更快速的数据传输,实现实时的路况信息和车辆位置共享,使车辆能够更准确地做出决策。同时,5G通信技术将助力实现远程控制和监测,为公路维护和应急管理提供有力支持。

人工智能技术也将在智慧公路中发挥重要作用。通过对大量交通数据的分析和学习,人工智能可以实现智能交通控制、路况预测和事故预警等功能。例如,利用人工智能算法对历史交通数据进行分析,可以预测未来一段时间内某个路段的交通流量,提前进行交通疏导和管理,避免交通拥堵的发生。此外,人工智能还可以与无人驾驶技术相结合,提高车辆的自主决策能力和安全性。

4.2 市场需求与政策支持

智慧公路通过提供实时交通信息、定制化行车路线等服务,满足了消费者对高效出行的需求。例如,通过手机APP或车载导航系统,驾驶者可以实时获取道路状况、交通拥堵等信息,选择最佳路线,避免拥堵和路况不良带来的不必要损失。同时,智慧公路的环保特性也吸引了越来越多的消费者。例如,采用透水路面技术的智慧公路,能够涵养地下水资源,调节大气气候,减少路面积水和噪声,为周边植物补充水资源,释放大地蒸汽减轻热量,实现了生态与交通的有机结合。

政策还在技术创新方面对智慧公路建设进行引导。政府积极鼓励企业增加对技术研发的投入,以推动物联网、云计算、大数据和人工智能等技术在智慧公路中的应用。例如,交通运输部发布的《关于推进公路数字化转型加快智慧公路建设发展的意见》提出,应利用现代数字技术增强公路交通的感知、分析和决策支持能力,从而实现人、车、路、环境的深度融合及全业务流程的数字化。

此外,政策在标准制定方面也为智慧公路建设提供了指导。政府制定相关政策确保智慧公路的建设质量和安全。政策支持对智慧公路建设起着至关重要的作用,为智慧公路的发展提供了有力的保障和引导。

5 结论与展望

智慧公路作为交通领域的新兴概念,近年来取得了显著的发展成果。国内外智慧公路建设不断推进,市场规模持续扩大。

在技术方面,多功能路面材料的创新为公路的使用寿命

和安全性提供了保障。无人驾驶与车路协同技术的发展,为实现高效、安全的交通出行奠定了基础。5G和人工智能等新技术在智慧公路中的应用前景广阔,将极大地提升公路运输效率和安全性。

在建设案例方面,北京延崇高速和京雄高速以及地方智慧公路项目如梅州、长兴等地的建设,为其他地区提供了有益的借鉴。这些项目在基础设施数字化、车路协同、智能交通信号灯系统、多功能路面材料应用等方面展现出了智慧公路的先进特色。

在未来发展趋势方面,技术创新将持续推动智慧公路的发展。5G技术将为智慧公路提供更高效的数据传输服务,人工智能技术将在自动驾驶和智能交通控制等方面发挥重要作用。同时,消费者对高效、绿色出行的需求以及政策的支持,将为智慧公路的建设提供强大的动力。

总之,智慧公路的发展建设在提高交通效率、保障交通安全、促进可持续发展等方面具有重要意义,未来将在技术创新、市场需求和政策支持共同推动下,取得更加显著的成果。

参考文献:

- [1] M Guerrieri, B Maini Lo Casto, G Peri, et al. Smart vs conventional motorways: Environmental impact assessment under realistic traffic conditions, Science of The Total Environment[EB/OL]. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138521>
- [2] 王少飞.英国智慧高速公路建设发展的经验与启示[J].汽车与安全,2020(12):104-109.
- [3] ANAS. Smart Road e Smart Mobility[EB/OL]. <https://www.stradeanas.it/it/lazienda/attivita%20C3%A0/innovazione-e-tecnologia/smart-road-e-smart-mobility>; 11/26/2020
- [4] STA. Smart Transportation Alliances[EB/OL]. <https://smart-transportation.org>
- [5] 佚名.构建智慧出行生态链[J].中国交通信息化,2021(4):52-53.
- [6] 陈军.无人机倾斜摄影航测技术与BIM技术结合在智慧公路系统中的应用[J].建筑技术开发,2021,48(19):91-92.
- [7] 王蕾.车路协同技术推进智慧公路新升级研究[J].交通世界,2020(8):27-29.
- [8] 刘洋.基于5G的物联网技术在智慧城市建设中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024(10):47-49.
- [9] 曹英闯.智慧公路建设中物联网技术应用浅谈[J].中国交通信息化,2019(9):133-134.
- [10] 傅清丁.交通大数据在智能高速公路中的应用分析[J].运输经理世界,2023(23):64-66.
- [11] 薛红军,陈广交.基于智慧公路业务系统的移动应用平台研究[J].中国交通信息化,2019(1):106-109.