

# 智慧高速公路关键技术应用路径探析

张燕玲

贵州中交荔榕高速公路有限公司 贵州省黔东南州 557200

**摘要:** 随着科技的飞速发展,智慧高速公路作为交通领域的创新成果,对于提升交通效率、保障交通安全、促进交通运输可持续发展具有重要意义。本文深入剖析智慧高速公路的关键技术路径,包括车路协同技术、智能感知技术、通信技术、大数据与云计算技术以及智能控制技术等,并结合实际示范应用案例,阐述这些关键技术在实际中的应用效果与面临的挑战,旨在为智慧高速公路的进一步发展推广提供理论支持与实践参考。

**关键词:** 智慧高速公路;关键技术路径;大数据与云计算技术;案例分析

随着全球城市化进程加速和汽车保有量持续攀升,传统高速公路面临通行效率不足、安全风险突出、能源消耗高、管理手段滞后等瓶颈问题。智慧高速公路作为融合了先进信息技术、通信技术、智能控制技术等多学科技术的新型交通系统,为解决这些问题提供了有效途径。通过对智慧高速公路关键技术路径的研究与应用分析,助力交通强国战略实施,推动交通运输行业向绿色化、智能化、可持续方向转型升级。

## 1 智慧高速公路内涵

智慧高速公路,作为一个综合性术语,涵盖了信息、通信、大数据分析及 AI 人工智能等一系列前沿技术的集成应用,特指在高速公路沿线部署相关设施,以增强公路的安全性能与管理控制能力的一系列技术与基础设施<sup>[1]</sup>。其建设初衷在于提升高速公路的运输安全性、服务质量和通行效率,并以此为契机,进一步促进新技术与新业态的蓬勃发展,同时带动相关配套产业的同步繁荣。2018年,得益于政策环境的日益完善和技术水平的持续提升,我国北京、广东、浙江等九个省市率先启动了差异化智慧公路的试点示范项目。当前,我国智慧高速公路的发展已迈入快车道,这一市场规模在持续扩大,展现出强劲的增长势头和广阔的发展前景。

## 2 智慧高速公路关键技术路径

### 2.1 车路协同技术

#### (1) 车路协同的概念与原理

车路协同技术是智慧高速公路的核心技术之一,通过车与车(V2V)、车与路(V2I)、车与人(V2P)之间的信息交互,实现车辆与道路基础设施的协同控制<sup>[2]</sup>。其运行

机制在于,借助无线通信技术和传感器网络,实时捕捉并传递车辆和道路的实时状态信息,诸如车速、位置坐标及交通流量等关键数据,并将这些信息进行交互和共享,从而使车辆和道路管理系统能够根据实时交通状况做出最优决策。

#### (2) 关键技术组成

##### 1) 专用短程通信(DSRC)技术

DSRC是车路协同通信的主要技术之一,工作在5.9GHz频段,能够实现车辆与路边设施之间的短距离、高速率通信,为车路协同提供可靠的通信链路<sup>[3]</sup>。

##### 2) 车载单元(OBU)与路侧单元(RSU)

OBU安装在车辆上,负责车辆信息采集,实现与RSU的通信;RSU部署在道路沿线,实现与OBU的通信及后台管理系统的交互。

##### 3) 协同决策算法

根据车路交互的信息,通过协同决策算法实现车辆的速度控制、路径规划以及交通信号的优化控制等<sup>[4]</sup>。

## 2.2 智能感知技术

#### (1) 多源感知设备

##### 1) 视频监控

采用高清摄像机对道路通行状况进行实时追踪,捕捉车辆、行人等动态信息,进而分析得出交通流量、车辆行驶路径及交通事故等关键数据。通过视频技术分析,能够实现交通事件的智能检测和精准识别。

##### 2) 微波雷达

微波雷达可以实时监测车辆的速度、距离、流量等参数,具有不受天气和光照条件影响的优点,适用于全天候的交通

信息采集。

### 3) 地磁传感器

地磁传感器通过感应车辆通过时引起的地磁变化来检测车辆的存在和行驶状态, 安装方便、成本较低, 常用于交通流量检测和车辆计数。

#### (2) 感知数据融合与处理

为提升交通信息的精确度和全面性, 需将来自多种感知设备的数据进行深度整合与处理。数据融合策略涵盖基于概率统计的融合方法、神经网络驱动的智能融合算法以及模糊逻辑指导的融合技术等<sup>[5]</sup>。通过这一系列复杂而精细的数据融合与分析流程, 我们能够实现对交通状态的全方位精准感知与科学判断。

## 2.3 通信技术

### (1) 有线通信技术

光纤通信技术: 作为智慧高速公路通信系统的核心支撑, 光纤通信凭借其超高速的传输速率、庞大的带宽资源以及卓越的抗干扰性能, 构建起连接路侧设备、收费站及监控中心等关键节点的骨干网络, 确保了数据的高速、稳定传输。

### (2) 无线通信技术

#### 1) 4G/5G 移动通信技术

4G/5G 技术以其高速率、低时延及大容量特性, 充分满足了车路协同场景下对通信带宽和实时响应的高标准要求。借助 4G/5G 网络, 车辆得以与后台管理系统建立高效通信, 实时接收交通信息更新与远程控制指令。

#### 2) 卫星通信技术

卫星通信技术在智慧高速公路中扮演着重要角色, 尤其是在偏远及难以通过有线或常规无线方式覆盖的地区, 如山区、沙漠等。它通过提供广泛的覆盖范围和可靠的定位、通信服务, 确保了这些区域高速公路通信功能的连续性。

## 2.4 大数据与云计算技术

### (1) 大数据在智慧高速公路中的应用

#### 1) 交通流量预测

通过对历史交通数据、实时感知数据以及气象数据等多源数据的分析, 利用数据挖掘和机器学习算法, 精准预测交通流量趋势。

#### 2) 用户行为分析

分析高速公路用户的出行习惯、偏好等信息, 为个性化服务提供支持, 如智能导航、精准营销等。

### 3) 运营管理优化

依托对高速公路运营数据的深度挖掘, 优化收费策略、设备维护流程等关键业务环节, 以期提升整体运营管理的效率与效能。

#### (2) 云计算技术支撑

云计算技术为智慧高速公路大数据的存储、计算和分析提供了强大的后台技术支持。通过云计算平台, 可以实现海量数据的快速处理和高效存储, 降低硬件建设成本和运维成本。同时, 云计算的弹性扩展能力能够满足智慧高速公路业务发展对计算资源的动态需求。

## 2.5 智能控制技术

### (1) 交通信号智能控制

#### 1) 车路协同下的信号动态调控

依据车路协同系统自动识别的车辆位置与行驶状态信息, 动态优化交通信号配时及交通流量管控策略, 缩短车辆等待时间, 进一步提升道路通行效率。

#### 2) 区域协调控制

对高速公路互通立交、匝道等区域的交通信号进行协调控制, 实现不同路段之间交通流的顺畅衔接, 避免交通拥堵。

### (2) 车辆智能驾驶辅助控制

#### 1) 自适应巡航控制 (ACC)

该技术依托传感器实时监测前后车辆之间的距离及相对速度, 并基于采集数据进行动态调整车速, 使车辆保持安全车距并平稳控制车速, 有效减轻驾驶员操控负担, 提升整体行车安全。

#### 2) 车道偏离预警 (LDW) 和车道保持辅助 (LKA)

利用摄像头等传感器监测车辆行驶轨迹, 当车辆偏离正常车道时, 及时发出预警或自动纠正车辆行驶方向, 防止车辆偏离车道引发交通事故。

## 3 智慧高速公路关键技术应用分析

### 3.1 无人机在智慧高速公路巡检中的应用

该技术充分利用摄像机设备, 旨在实现无人机在特定区域内的自动化巡航, 使高速公路运营单位实时掌握巡检区域内的安全状况与基础设施运营情况。实施流程包括平台搭建、系统集成、数据采集以及无人机配置与调试。平台搭建需选择性能优越的无人机与数据分析系统, 并进行飞行路径规划。系统集成阶段, 将 BDS 与 GIS 系统融入平台, 确保无人机按预设轨迹飞行并提供精确位置信息。数据采集时,

无人机搭载高清红外摄像头与温湿度传感器,实时采集路面画面与环境数据。最后,对无人机进行配置与调试,确保符合巡检要求。

### 3.2 大数据技术在智慧高速公路安全管理中的应用

在智慧高速公路中,大数据技术的核心价值在于风险防范。通过实时数据采集技术,系统能够整合高速公路的交通流量、天气状况、历史事故记录等信息。运用机器学习算法,如异常检测与深度学习模型,系统能够识别潜在的交通事故风险,并提供精确预警,从而优化交通管理与应急响应。同时,智能传感器网络实时监测道路、桥梁等结构健康状况,结合时间序列分析与强化学习模型,系统能够预测并预防基础设施故障与损坏风险。

## 4 智慧高速公路应用面临的挑战

### 4.1 技术标准与规范不完善

当前,智慧高速公路领域面临技术标准化与规范化不足的困境,致使不同厂商提供的设备与系统间兼容性受限,导致在项目建设和运营过程中存在技术集成难度大、数据共享困难等问题。这不仅增加了建设成本和运维成本,也制约了智慧高速公路技术的推广应用。

### 4.2 数据安全与隐私保护问题

智慧高速公路生成的海量交通数据,涵盖车辆位置、行驶路径及个人身份等敏感信息,其安全存储、传输及使用成为亟待解决的重大挑战。防范数据泄露与恶意利用,确保数据安全,成为智慧高速公路示范应用中的核心关切。同时,如何在数据共享与开放中合理平衡数据利用与个人隐私保护的关系,亦需深入探讨与解决。

### 4.3 建设与运营成本较高

智慧高速公路的建设需巨额资金投入,涵盖技术研发、设备采购、基础设施升级等多个方面。运营期间,持续的维护、技术迭代及人员培训亦需不菲开支。较高的建设和运营成本对于部分地方政府和企业来说是较大的负担,限制了智慧高速公路的大规模推广。

### 4.4 公众认知与接受度有待提高

部分公众对智慧高速公路的新技术、新应用认知有限,对其安全性与可靠性心存疑虑。例如,对于自动驾驶辅助技术,一些驾驶员担心技术故障会导致交通事故,因此对其接

受程度较低。提高公众对智慧高速公路的认知和接受度,加强宣传和教育,是推动智慧高速公路发展的重要环节。

## 5 促进智慧高速公路发展的建议

### 5.1 加强技术标准与规范制定

政府相关部门应组织行业专家、科研机构和企业共同制定智慧高速公路的技术标准和规范,涵盖车路协同、智能感知、通信技术、大数据应用等各个方面。统一的标准和规范有助于促进技术的互联互通和产业的健康发展,降低建设和运营成本。

### 5.2 强化数据安全与隐私保护措施

为确保交通数据的安全存储与传输,需构建完善的数据安全管理体系与技术防护机制。具体而言,应采用先进的数据加密技术、严格的访问控制策略以及可靠的数据备份与恢复机制。同时,加强数据使用监管,明确用户访问权限与使用范围,防止数据泄露。此外,还应进一步推动公众数据安全与隐私保护教育,提高社会整体的信息安全意识,增强对潜在网络安全风险的防范能力,从而构建更加安全、可靠的交通数据管理体系。

## 参考文献:

- [1] 孟颖. 浅析智慧高速公路体系架构与示范应用[J]. 山西交通科技,2024(1):88-91.
- [2] 赵利辉. 智慧高速公路机电设备物联网监控平台关键技术研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(1):009-012.
- [3] 翟文君. 高速公路机电工程智慧供电系统的设计与应用[J]. 机电信息,2025(2):41-44.
- [4] 张思佳,马恩泽,王晓东,邓能文. 城市轨道交通智慧车站运管平台建设方案研究[J]. 现代城市轨道交通,2025(1):34-40.
- [5] 张涛. 高速公路隧道数智化管控系统研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(1):156-159.

**作者简介:** 张燕玲(1982.05—),男,汉族,山西临汾人,中级,本科,计算机科学与技术专业,毕业一直从事高速公路机电等相关技术管理工作,目前任职贵州中交荔榕高速公路有限公司运营管理部经理。