

# 智慧公路建设场景应用效果及振兴交通应用分析

孙庆珠<sup>1</sup> 刘峰涛<sup>2</sup>

1. 滕州市公路事业发展中心; 2. 山东远通公路工程集团有限公司

**摘要:**随着我国交通事业的不断发展,智慧公路建设已成为各地实现智慧交通的主要手段。智慧公路的建设,一方面能够加强路网管理品质,进一步促进“车路协同”“人路协同”;另一方面能够对路网运行的各大要素进行统筹处理,减少事故发生率。基于此,本文从实际情况出发,首先阐述了智慧公路建设的重要意义,进而分析了智慧公路建设场景系统的功能和主要架构,随后明确了智慧公路建设的关键技术,最后针对性提出智慧公路建设的应用优化提升策略以供参考。

**关键词:**智慧公路;场景应用;振兴交通

**[DOI]** 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.21.059

**引言:**智慧公路综合服务平台是将先进技术为基础,诸如电子传感技术、数据通讯传输技术等,通过技术的充分整合,搭建高效且广泛的服务平台,可以使交通设施效能发挥到最大,运用低成本和时间提升路网服务能力。智慧公路建设能够进一步促进公路信息资源不断整合与开发,对于提升路网运营管理现代化水平意义重大。

## 一、智慧公路建设的重要意义

交通基础设施建设作为新基建的领域之一,如何实现车路协同、车与车的协同、路与车的协同是当前公路发展的重点方向,也是智慧公路建设的核心点。从实际情况来说,实现智慧交通还具有不确定性,发展“智慧的车”还是“智慧的路”是两个不同的方向,作为路网管理人员,更应该思考如何建设与管理智慧的路,更好地为车辆和出行者服务。随着公路网的逐渐完备,公路行业也从主要追求建设速度和规模向更加注重质量效益转变,不断加快推进公路基础设施的数字化、信息化和智慧化。党的十八大以来,智慧公路特别是智慧高速公路已成为建设交通强国、推动公路行业高质量发展的重要领域。在此背景下,如何建设智慧公路、建设什么样的智慧公路,就成为路网管理人员的主要关注问题。

智慧公路的概念是随着互联网、大数据、云计算等现代信息技术的发展,以及公路信息化的不断演进逐渐形成的,其本质是利用现代信息技术赋能公路基础设施。随着技术的进步和认识的不断深入,其内涵和外延都在不断丰富和演进,迄今仍未有统一的定义,但智慧公路建设已在我国取得了一定成果。智慧公路作为现代信息技术与传统公路基础设施融合的产物,无论对于传统的公路行业从业者还是新兴的信息技术企业,都是新的挑战。由于各地对智慧公路的理解和认识存在较大差

异,建设过程中采用的技术路线、建设方案和建设内容也不尽相同。经过现阶段的探索,目前各地智慧公路建设方案有优化升级的趋势,开始从最初各自侧重于专项试点向综合性整体示范转变,逐渐形成了包括全要素感知、全天候通行、全过程管控、全方位服务以及创新示范应用(车路协同、自动驾驶)等建设内容。

元宇宙作为智慧技术的一种概念体现,将整个世界划分为“现实世界”与“虚拟世界”两部分,这种概念进一步激发了元宇宙技术的虚拟混合性。利用元宇宙技术,路网管理过程中,可以实现交通模拟仿真、培训平台的搭建、自动驾驶模拟、基础交通设施建设管理的全过程智能化处理。数字孪生在交通中的应用,为元宇宙交通建设提供了基础。从智慧公路建设角度来说,物联网技术、人工智能技术、大数据技术、混合虚拟技术等现代技术,为智慧公路对接元宇宙提供了基础支持与技术保障。通过各类技术的有序使用,搭建数字孪生交通平台,利用各项技术驱动平台使用,实现虚拟交通世界的搭建。从这一角度来看,智慧公路建设,能够对现实世界的路网管理、道路建设提供事前分析与评价,对于公路建设有着极为重要的现实意义。

## 二、智慧公路建设场景系统的功能和主要架构

### (一)智慧公路建设场景系统的功能

(1)感知公路功能:依靠物联网技术,此系统能够全面监测公路交通的动态,通过远程感应、测量和控制技术收集各类信息,以实现潜在问题的及时预警和提供决策支持。(2)协作优化功能:鉴于智慧公路建设的大规模和多场景需求,智慧公路专注于提高各公路区域间的合作效率。通过构建主要数据库与子数据库的连接,系统能有效整合不同区域的公路信息进行全面整合,进而实现公路建设的全面优化。(3)管理与创新功能:面对智慧公路建设中的技术要求,该系统重点支持智慧公路建设涉及的各类技术整合,通过搭建一个以精细化操作为目标的智慧平台,系统促进了现代化和智慧化建设的实施。(4)数据整合与存储:对于智慧公路建设以及系统本身而言,数据本身便是一项不可或缺的核心要素,因此数据的整合与存储也成为智慧公路建设的核心环节。系统通过物联网技术,对公路各环节产生的数据进行收集,并进行电子化处理。这种处理方式一方面确保了数据的完整性,另一方面也加强了项目数据处理速率,为公路管理的系统化与智能化提升夯实了数据基础。(5)可视化监控与管理:智慧公路能够一个综合性的监控平台,能够将公路运行过程转换为可视

化的数据，实现对不同公路区域的量化管理，有效减少管理成本，同时确保智慧公路建设的全面推进。

### （二）智慧公路建设场景系统的主要架构

智慧公路建设场景系统的体系架构被划分成六个层次：用户层、应用层、支撑层、数据层、传输层和感知层。（1）感知层以无线传感技术为主导，涵盖视频监控、多种传感器、无线射频技术（RFID）、图像处理、定位技术等，实现对路网的全面智能监测，以及公路各阶段的自动数据收集。（2）传输层作为系统的信息处理核心，结合4G/5G、有线网络、无线技术等，构建物联网环境，保证设备数据的实时、高效传输。（3）数据层利用专门的数据库对各子系统感知的数据进行集中存储，实现与各公路子系统BIM、GIS等空间数据的统一接口，并处理与功能应用界面的数据交换。（4）支撑层包含业务处理和数据共享的基础设施，如统一用户认证、网络安全措施、VPN网关、搜索引擎、电子报表系统等。（5）应用层包括项目信息、人员、特殊设备、安全质量、环境、材料管理等多个模块。（6）用户层面服务于项目平台、公路企业、政府部门等不同层级，提供移动应用服务，并根据政府需求整合相关数据至政府监控平台。在这六个层次基础上，系统建立了完善的IT规范管理体系、数据安全体系和运营保障系统，以确保信息的有序管理、安全使用和共享，同时提升信息平台的管理和安全性。

### 三、智慧公路建设的关键技术

#### （一）人工智能与智能感知技术

人工智能的概念虽然诞生较早，但最初发展速度较慢。进入21世纪后，人工智能技术在高级计算机设计领域得到广泛运用，同时借助强大的微处理器推动了人工智能的快速发展，使研究和应用步伐明显加快。伴随着新一代人工智能技术的涌现，掀起了信息技术的新浪潮，即“智能感知技术”。智能感知技术不仅涵盖了通过各类传感器收集外界信息的能力，还包含了记忆、学习、评估、逻辑推导等能力，实现对环境和物体类型及其特性的认知。

#### （二）5G / GPS / 北斗 / 射频通信技术

5G网络技术以其卓越的穿透力和快速的数据传输速度著称，同时展现出优异的兼容性，这种技术以其简易的安装过程和能为用户带来的沉浸式体验如增强现实、虚拟现实、高清视频播放等特点受到青睐。在智慧公路的应用中，5G技术能够有效支持视频监控、环境监测、安全管理、质量控制、虚拟现实培训以及技术指导等多种业务需求。除此之外，在智慧公路建设的实际应用中，北斗导航、GPS定位、RFID/UWB等通信技术被广泛应用于各种场景，进一步加强了智慧公路建设的技术框架，提升了路网管理的智能化水平，实现了更高效和安全的公路管理。

### （三）BIM 三维模型

BIM技术的赋能具有双向功能，一方面面向智慧公路建设过程信息处理，是一种信息的收集技术；另一方面面向智慧公路建设模型搭建，是一种高效的模型管理技术。智慧公路建设的BIM技术应用可打造出“技术+管理”大格局，全方位强化智慧公路建设的渗透性、覆盖面与质量。BIM技术具备的数据分析、模型构建以及方案设计等功能，为智慧公路建设的全流程掌控目的提供了有力支持。对BIM技术的充分使用，进一步加强了智慧公路建设工作效率，传统模式下路网管理流程繁琐、管理覆盖面不全面的问题得到了有效整改。

### 四、智慧公路建设的应用优化提升策略

#### （一）智能管理软件

在路网管理的管理中，公路负责人必须处理涉及各个公路区域方面的复杂工作。这些工作要求管理者运用其专业能力进行细致地检查，以保证路网运行的规范性，减少事故发生。智慧公路建设特点在于涵盖多样的工种和众多工作人员，因为流程过于复杂、工作内容重复性、交叉性强，很容易衍生出许多其他难以处理的复杂问题。这不仅是管理人员面临的一大难题，也很容易产生工作失误，影响到后续的路网正常运行。如果这种情况发生，则整个智慧公路建设效率也将会拖慢、管理成本也将提高，不利于公路运行的长期发展。智慧公路系统的引入与正确使用下，不仅缓解了上述问题，还进一步促进了路网管理质量的提高。在智慧公路建设过程中，使用者可利用智慧平台能够对路网实际运行情况进行查看与管理，借助大数据、人工智能技术也能够快速获取各路段区域的运行清理，进而最大限度明确道路运行潜在风险，排除各类事故隐患。信息时代下，信息技术的快速发展带动了智慧公路建设的发展需求。传统路网管理存在的管理效率低下、管理覆盖不全面、管理质量有待提高等问题，已成为智慧公路建设面临的主要问题。因此，在信息技术赋能下对智能公路系统的应用能够有效解决传统管理方式存在的问题，进而进一步减少意外事故发生，从而提高整个路网运行效率。比如，恶劣天气、复杂环境下的道路交通事故风险采集如果采用人工进行收集，很容易因为人工失误而产生误差，不能全面掌握路网运行的实际情况。而借助智能公路系统中的智能勘测和数据计算功能，不仅减少了人工勘察出现的人工失误问题，数据精准度大大提高，也能够有效提高数据勘察速率，为减少路网事故夯实基础。

#### （二）监督体系

智慧公路系统在智慧公路建设中展现了其综合性和科学性，对智慧公路建设的顺利推进起着监督和引领的关键作用。目前，节能、环保、低碳等绿色理念对智慧公路建设提出了更高要求。对于智慧公路系统的有效应用，能够进一步控制智慧公路建设过程中产生的污染

问题与能源浪费问题，减少对环境的破坏以及能源消耗。智慧公路系统的运用主要集中在以下几个方面：第一，智慧公路系统借助大数据技术能够高效、精准记录公路建设、管理、养护、运营全生命周期的信息采集，增强路网管理的安全性和合规性。第二，管理人员可以实时跟踪路网运行实际情况，通过收集和在线处理相关信息，简化管理流程，从而提高工作效率。第三，通过“人、车、路”高效协同，实现全智能化的公路业务管理，公路基础设施服务能力大幅提升，道路交通事故率大幅下降，道路通行能力有效接近设计通行能力，第四，建立感知、分析、服务、管控一体化平台和公路养护基础数字化数据中心，注重交通运行安全与信息安全，提升交通运行安全性，保证数据等信息安全。第五，智慧公路系统能够对路网建设整体数据加以收集并集中处理，安全管理数据的整合更具有规范性，为管理人员提供了方便的监测和后续调整的手段，有助于改进智慧公路建设的流程，优化管理。第六，智慧公路系统可实现车路协同，支撑安全辅助驾驶，主要场景包括安全类、效率类和服务类，远期支撑实现自动驾驶，提升公路整体技术水平与服务能力。深化5G、大数据、人工智能、物联网、BIM等信息技术在智慧公路中的应用，持续改善公路出行环境，提升公路现代化治理能力。

### （三）环境控制

在智慧公路的管理框架内，应全面应用节能技术和绿色环保设施，全面覆盖新能源供给设施；基础设施建设与能源融合，明显提高资源利用率；极大程度消除路网安全隐患，最大限度降低事故危害，实现公路准全天候通行。管理人员应通过集成绿色模块进智慧公路系统，以加强对节能技术和绿色环保设施的监控，重点监测基础设施建设与能源融合等关键指标，并将这些数据实时反映在LED显示屏上，超过标准的参数会以红色标识并发出预警信号。这些测量数据会被传送至云端，并通过移动设备与系统用户相连接，提供即时的监测数据，供管理人员根据实际情况作出相应的调整和处理。如遇恶劣天气或能源建设浪费问题，可及时作出处理。针对部分公路的特殊区域，系统会针对性给予一定的检测手段，在对这一区域进行检测时，重点关注道路交通事故因素采集，提高道路通行能力有效接近设计通行能力，逐步提升公路“可视、可测、可控、可服务”功能。

### （四）安全管理

在智慧公路系统的支撑下，智慧公路建设的安全管理模式得到了现代化的升级和推广，通过智慧公路管理，结合物联网、人工智能等技术，对路网区域进行详细的事故预测分析。在此基础之上，应用大数据和5G技术打造全方位信息系统，实时监控路网运行内外的动态，快速识别潜在的安全风险。在多部门紧密协作的管

理体系下，能够迅速响应紧急情况，极大减少道路事故率。智慧公路建设过程中，还可以建立全景式的实时监控系統，通过智能设备，连接至各路段的健康摄像头，为管理人员提供360°的视角，从而实现对现场全面的实时监测，一旦监测到异常状况，管理人员可以立即与相关部门沟通并利用联动控制系统调整设备参数，避免事故发生。同时，应用摄像机、雷达、气象检测器、无人机等各类感知手段，建设覆盖基础设施、运行状态、交通环境、载运工具的公路全要素动态感知网络，拓展各类数据应用，加强对车路协同和路网管理的支撑服务。提升重要干线视频监测覆盖率和综合感知能力。

### 结束语

综上所述，智慧公路建设是我国交通事业未来发展的主要方向，也是减少道路交通事故率，促进公路建设智能化发展的重要内容。通过系统的数据统筹与处理，智能公路建设的各项数据都能够得到处理，道路运行安全性也将得到有效提高。随着社会经济的发展，机动车数量不断增加，各国省道路网也在变得越来越拥挤，而智慧公路的持续建设将有效提升现有路网的通行能力，应该成为当前和今后一个阶段国家公路建设的一个必然选择和重要的方向。而如何提高智慧公路的建设速度，大面积推广智慧公路建设依旧是一个亟待解决的问题，需要促进多方联动进行科学处理。

### 参考文献

- [1] 陈思艳. 面向智慧公路建设的农村公路智慧管理养护体系[J]. 价值工程, 2024, 43(01): 18-20.
- [2] 历润, 张金金, 朱丽丽, 等. 智慧高速公路建设与应用标准规范需求分析[J]. 中国交通信息化, 2024, (04): 40-42+89.
- [3] 万剑. “四步走”推进公路数字化转型和智慧公路建设[J]. 交通建设与管理, 2023, (06): 30-31.
- [4] 叶熙. 智慧物流背景下的公路港建筑规划设计——以嘉兴金鹏智慧公路港设计为例[J]. 福建建筑, 2023, (09): 43-46+88.
- [5] 林江伟. 智慧公路中BIM+GIS信息化模型的关键技术研究[J]. 建筑机械, 2023, (08): 20-25.
- [6] 张华彬. 数字+创新引领智慧公路高质量发展——2023智慧公路建设及营运关键技术研讨会暨第二届“东南大学交通强国建设试点”战略联盟年会在南京召开[J]. 中国交通信息化, 2024, (01): 20-23.
- [7] 张鹏, 罗如意, 欧阳诗杰. 数字时代全球智慧高速公路发展趋势及建设思考[J]. 运输经理世界, 2023, (09): 159-161.

基金项目：本文系2024年度枣庄市社科联应用研究课题成果“打造智慧公路综合服务平台，提升枣庄路网服务能力”（项目编号：LX2024076）。