

现有高速公路智慧化提升改造方案

王润民¹, 王森²

(1. 长安大学, 陕西 西安 710061; 2. 中国交通信息科技集团有限公司, 北京 101300)



摘要: 智慧高速公路是新一代智能交通系统的重要组成部分和体现形式, 基于现有高速公路进行智慧化提升改造是一种可行的智慧高速公路构建技术路线。本文围绕智慧高速公路的建设问题, 首先提出了高速公路智慧化提升改造目标, 然后提出了一种智慧高速公路总体架构, 最后阐述了以全息数字感知系统、无线通信网络、高精度定位服务和高精度地图等基础能力建设为主的现有高速公路智慧化提升改造方案。

关键词: 智能交通; 智慧高速; 全息感知; 无线通信; 定位; 高精度地图

中图分类号: U495

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2019YFB1600100); 浙江省重点研发计划项目 (2020C01057)

在当前世界范围内, 智慧高速公路正处于探索和发展阶段, 其概念和内涵没有统一的定义。综合国内外在智慧公路建设发展方面的探索, 笔者认为: 智慧高速公路是由道路基础设施、道路感知设备、路侧通信及边缘计算设备、交通管理服务及控

制设施等要素组成的, 面向传统汽车及不同等级的自动驾驶汽车, 集成应用先进的感知技术、网联技术、计算技术、控制技术等的新一代高速公路, 是新一代智能网联交通运输系统在高速公路应用的重要落脚点^[2]。

目前我国智慧高速公路的建设主要有两种可行性较强的思路:一种是直接面向不同等级的自动驾驶汽车与非智能化汽车的混合运行及管控需求,设计较为完善的智慧高速公路建设方案,基于新建高速公路开展智慧高速公路的建设;第二种是在已有高速公路的基础上,面向低等级自动驾驶汽车与非智能化汽车的服务及控制需求,设计高速公路智慧化提升改造方案,逐步推进现有高速公路的智慧化提升工作,并开展新一代国家交通控制网和智慧公路试点。考虑到目前智慧高速公路并没有完善的体系架构,直接将待建高速公路建设为完善的智慧高速公路难度较大,因此利用现有高速公路进行逐步递进的智慧化提升改造,同时为我国智慧高速公路建设探索出一条可行的技术路线成为目前的重要思路。

一、智慧化提升改造目标

面向智慧高速公路建设的现有高速公路智慧化提升改造不应过度超前,应主要面向目前已经在社会道路上广泛运行的低等级自动驾驶汽车与非智能化汽车服务及控制需求,以实现建设及改造成果的产业化应用,提升高速公路智能管控与服务能力,满足广大人民群众对美好交通运输服务的向往与需求,优化服务品质,改善出行环境,满足公众个性化、多样化服务需求为主要目标。基于上述思路,本文认为现有高速公路智慧化提升改造的主要目标如下:

(1) 基于车路协同技术、货车编队行驶技术、客货分离管控技术等实现改造路段选路段道路通行效率提升;

(2) 构建基于路侧全息感知及远、中、近程多模式车路融合通信的车辆自由流收费模式;

(3) 基于高精度定位、辅助驾驶、车路协同技术的综合应用,缓解冰雪雨雾等特殊天气的影响,实现高速公路环境下的“全天候”快速通行;

(4) 构建车车、车路协同式交通安全系统,建设路网运行安全云控平台和应急指挥调度与处置系统,提高高速公路运行的安全性。

二、智慧高速公路总体架构

目前高速公路机电系统主要包括“三大系统”

和“隧道机电系统”,“三大系统”包括监控系统(收费站及道路监控)、收费系统、通信系统,“隧道机电系统”一般包括隧道监控系统、隧道通风照明系统、隧道供配电系统及隧道火灾报警系统等几大类,覆盖了供电及照明设施、网络通信设施、收费设施、监控设施等。现有高速公路提升改造的重要思路即是在高速公路现有机电设施的基础上,进行充分整合、复用、提升,并进行必要设备、设施的部署,系统及应用软件的开发^[3]。基于上述考虑形成的智慧高速公路提升改造方案如图1所示。

(一) 完善智慧道路基础设施的建设

面向智慧高速公路运行需求,扩容高速公路光纤通信网、供电网,充分预留网络节点;建设面向多种用途的路侧立杆、龙门架、户外机柜;部署蜂窝通信基站、路侧雷达、智能相机、LTE-V/5G-V2X/DSRC车联网路侧节点、路侧边缘计算服务器,以及各类交通流检测器、气象检测器、北斗定位差分站、网联可变交通标志及可变情报板、智能道钉及面向低能见度天气的智能行车诱导装置,最终形成全覆盖的传感、通信、诱导、控制网络。

(二) 构建智慧高速公路云控平台

智慧道路基础设施建设的推进将有效提高高速公路交通信息采集能力,并通过相关诱导设施、控制设备提升对行车车辆的诱导、管控水平,上述目标的实现依赖于一体化智慧高速公路云控平台的建设,云控平台汇聚、融合、分析处理高速公路全线各类交通服务对象及交通状况形成的各类数据,实时面向交通不同层级和不同应用的控制决策,从而对高速公路本地、通道以及网络不同层级交通运行系统实施精准控制,支持不同等级的自动驾驶汽车协同运行,保障自动驾驶专用道的可靠管控及模式切换,诱导传统车辆“全天候”高效运行^[4]。

(三) 构建各类先进交通服务

面向公众提供可靠的先进交通服务是对现有高速公路进行智慧化提升改造的首要目标,在智慧道路基础设施和智慧高速公路云控平台的基础上,利用新技术、新手段,面向新用户,实现并提供多种先进、无缝覆盖的交通服务,包括货车自动驾驶编队行驶、多模式自由流收费、行车预警与控制、可靠交通信息服务、多模式精准道路感控、自动驾驶

“
利用现有高速公路进行逐步递进的智慧化提升改造,同时为我国智慧高速公路建设探索出一条可行的技术路线成为目前的重要思路。”



图1 智慧高速公路总体架构

专用道管控等，此外可面向公安部门提供各类异常交通事件的快速处置服务等。

三、现有高速公路智慧化提升改造方案

现有高速公路智慧化提升改造应首先专注于智慧道路基础设施和智慧高速公路云控平台等智慧高速基础能力的建设，基于完善的基础能力，交管部门及交通服务提供方可以创新性地构建各类面向智慧高速公路的先进交通服务。因此，现有高速公路智慧化提升改造应重点聚焦于包括全息感知系统、泛在网联通信、高精度定位、高精度地图、行车诱导及控制设备/设施等智慧高速基础能力的建设。本文提出的现有高速公路智慧化提升改造方案侧重于智慧高速基础能力的建设。

（一）高速公路全息数字感知系统建设

面向人车路环境的智慧高速公路全息数字感知能够为管理部门和各类交通参与者提供道路、交通、车辆、气象等各类交通状态信息，健全高速公路基础设施基础数据，进而实现高速公路全路段、多层次的数字化建设，是实现智慧高速公路高精度行车管控、道路基础设施全生命周期监管及养护服务的关键。

具体内容应包括以下方面：

- 1、车辆运行状态感知，利用运行车辆车载终端与路侧设备V2I通信传输及路侧摄像机/雷达采集各类车辆运行状态数据，如车辆身份信息、位置信息、速度信息、异常行为等；
- 2、交通环境状态感知，利用遥感路面状态检测器、道路气象站、气象传感器感知路面积水、积雪、结冰厚度等路面状况和检测路段内的温度、湿度、风速降雨、降雪、雾霾等气象状况；
- 3、道路健康状态感知，利用裂缝、振动、温度、位移、应变等传感器，构建道路及桥梁健康状态感知子系统，实现对道路、桥梁全段的健康状态的感知。

满足上述感知需求的设备有交通流检测器、交通事件检测器、路面检测器、气象检测器、路侧雷达等，一般部署于高速公路两侧立杆或横跨道路的龙门架上。提升改造过程中应充分利用现有设备进行合理化的增量增配，完成原有系统和新建系统的一致化融合，系统地完成高速公路全息数字感知系统地构建。

（二）泛在互联的无线网络建设

为满足高速公路全息数字感知、精准行车管控、网联自动驾驶车辆及车路协同应用的实际需求，在高速公路智慧化提升改造过程中，除需要对

“ 现有高速公路智慧化提升改造应重点聚焦于包括全息感知系统、泛在网联通信、高精度定位、高精度地图、行车诱导及控制设备/设施等智慧高速基础能力的建设。 ”

高速公路沿线全程覆盖骨干光纤通信网络进行扩容、增配外,应着力建设多模式、全覆盖的无线通信系统,包括5G-V2X、LTE-V、DSRC等各种标准化的车联网通信技术和5G、4G-LTE、Wi-Fi等移动通信/无线通信技术,在相关通信基站、车载终端、路侧设备的支持下,为高速公路上的车辆、人员和设备设施等提供具有可靠质量保证的网联通信服务^[5]。其中不同类型的无线通信网络设备的部署应根据不同交通服务可靠运行所需传输的数据类型、体量及其无线传输要求来开展,以在尽量减少相关设备部署数量的情况下,发挥最大效用;此外应适当预留节点、空间,满足系统演进、升级的需求,同时提升基础设施的复用率。

(三) 高精度定位服务系统建设

高精度定位服务是为各类路侧设备、运行车辆及乘客提供高精度定位信息与授时功能、可靠导航定位服务的基础系统,如面向自动化道路养护车辆提供厘米级的高精度定位服务,面向不同等级的自动驾驶车辆提供不同定位精度的定位信息,采集“两客一危”车辆的实时高精度轨迹信息,支持面向自动驾驶应用的高精度地图的实时生成,支持高速公路全息数字感知数据的精准采集等。

考虑到智慧高速公路各类业务系统运行的安全性与可靠性,应主要在高速公路部署我国自主研发的北斗卫星定位系统地面增强站,此外应充分利用部署的各类V2X基站构建基于V2X的多模式定位服务,同时在云控平台内构建、部署定位数据处理系统和定位服务应用系统,针对不同的用户对象提供不同精度与频率的定位服务。

(四) 高精度地图系统建设

除普通导航地图可以提供的二维地图信息外,高精度地图可以为自动驾驶车辆提供路面坡度、护栏高度及标志/标线/立杆的位置、颜色等更丰富的三维地图信息和更加精确的定位信息,是自动驾驶汽车、各种车路协同应用和先进交通信息管理与服务应用可靠运行的重要保障^[6]。此外,可靠的高精度地图可以有效提升道路管理部门对道路及各类附属交通设施的养护管理水平,实现道路的精细化管理。

基础高精度地图的制作应由具有测绘和地图制作资质的第三方单位完成,并在智慧高速云控平

台、高速公路边缘计算机、路侧设备等分层次部署地图数据。然而高精度地图数据由动态和静态数据构成,动态数据由实时路况数据、交通事件数据等组成,静态数据包括交通设施数据、道路数据以及车道数据等。因此可靠的高精度地图数据有赖于基于高速公路动态变化数据的高精度地图数据实时维护,相关的动态维护数据由高速公路全息数字感知系统采集的数据作为支撑,由边缘计算机整合处理,再由路侧设备或云控平台发布。

四、结束语

新一代信息技术的蓬勃发展为实现以“天候通行、全路段感知、全过程管控”为目标的智慧高速公路建设创造了可实施的技术可能。作为新一代智能交通系统的重要组成部分和体现,智慧高速公路已成为《交通强国建设纲要》落地实施的重要着力点。如何对现有高速公路进行智慧化提升改造从而实现智慧高速的构建是目前业界重要的研究课题。本文围绕上述问题,从智慧高速公路的建设背景及意义、高速公路智慧化提升改造目标、智慧高速公路总体架构以及现有高速公路智慧化提升改造方案等方面进行了系统的阐述与分析,以期智慧高速公路建设运行提供参考。

参考文献

- [1] 樊堂堂.智慧高速公路发展浅析[J].中国交通信息化,2019(7):95-96.
- [2] 徐志刚,李金龙,赵祥模,等.智能公路发展现状与关键技术[J].中国公路学报,2019,32(8):1-24.
- [3] 王少飞,崔志,付建胜,等.智慧高速公路的内涵及其架构[J].公路,2017,62(12):170-175.
- [4] 李旭辉.智慧高速公路运行监控及应急管理平台的构建[J].公路,2019,64(11):187-191.
- [5] Dolk V, Ouden J D, Steeghs S, et al. Cooperative Automated Driving for Various Traffic Scenarios: Experimental Validation in the GUDC 2016[J].IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2018, PP(99):1-14.
- [6] 李作文.高精度地图支撑的园区内车道保持控制研究[D].长春:吉林大学,2019.

责任编辑:崔雪薇

“
作为新一代智能交通系统的重要组成部分和体现,智慧高速公路已成为《交通强国建设纲要》落地实施的重要着力点。”