

基于车路协同技术的智慧高速系统架构分析

李向峰

(湖南高速信息科技有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: 文章结合湖南首条智慧高速公路建设及实施经验, 从车路协同技术角度对智慧高速系统架构进行阐述。

关键词: 车路协同; 智慧高速; 云计算; 系统架构 **文献标识码:** A **中图分类号:** U412

文章编号: 2096-4137 (2020) 18-36-03 **DOI:** 10.13535/j.cnki.10-1507/n.2020.18.11

Analysis of smart expressway system architecture based on vehicle-road coordination technology

LI Xiangfeng

(Hunan Expressway IT Co., Ltd., Changsha 410000, China)

Abstract: Based on the construction and implementation experience of the first smart expressway in Hunan Province, the article expounds the smart expressway system architecture from the perspective of vehicle-road coordination technology.

Keywords: vehicle-road coordination technology ; smart expressway; cloud computing; system architecture

0 引言

交通运输部办公厅《关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》和湖南省《交通运输科技与信息化“十三五”发展规划》等文件中都有关于“智慧交通”及“智慧高速”建设的要求, 文件要求进一步引领湖南省智慧高速建设方向, 以支持自动驾驶、提供高效的管理和服务为目标, 依托大数据、云计算、先进的通信、监测等信息化手段, 重点从自动驾驶和车路协同方面开展示范工程建设, 一方面满足高级自动驾驶车辆和 V2X 网联车辆的测试需求, 另一方面兼顾高速公路管理和服务需求。可见, 车路协同技术可以为智慧高速的发展提供有力的技术支持。

1 车路协同与智慧交通融合

车路协同技术综合了新一代移动通信、大数据、云计算和物联网等内容, 并将车车交互和车路交互纳入整体进行考虑, 其目标覆盖了交通安全、节能减排和出行服务, 而交通安全是其最首要的目标。

车路协同是一个覆盖面广和体系化的技术方向, 最简单的是提供一般车载信息服务的产品, 稍复杂一些的是常见的交通运营管理系统, 较为复杂的是集成了车车信息交互和车路信息交互的辅助安全驾驶系统, 更加复杂的是有路侧信息支撑的自动驾驶, 更高层级是能够实现车辆编队自动运行的交通系统, 车路协同已在部分国家进入应用阶段。车路协同技术与智慧交通融合如图 1 所示。

2 基于车路协同技术智慧高速系统总体思路与内容

基于车路协同技术的智慧高速建设思路主要围绕“智能监测、信息共享、协同管理、智慧服务、辅助决策”的智慧高速内涵, 提出“123”的总体建设内容。

2.1 一个平台

业务应用与大数据分析云控平台可以汇集道路、路政、救援等各方的数据并进行综合研判, 为各方提供高速公路数

字可视化、交通状况安全预警、协调联动、应急指挥、大数据分析决策支持等服务。

2.2 两套支撑体系

(1) 互联感知体系。所有基础设施(包括道路、设备、网络通信、电力等)的互联感知, 能够实时监控所有元素的工作状态、交通运行状态, 支撑高速的日常监控和维护。

(2) 应用支撑体系。通过与交通行业已有地理信息系统融合, 建设提供准确度达到厘米级的数字地图及可提供实时更新服务的国家地理服务平台, 与车路协同基础设施相结合, 为营运车辆车道级的定位监控、桥梁及隧道等基础设施精细监测、未来车辆智能驾驶等提供支撑。

2.3 三类服务

(1) 运营管理类服务。车路协同路侧单元获取区域内所有车辆(均为网联车辆或自动驾驶车辆)的运行信息后, 根据道路上各车道车辆的运行信息生成各车行驶策略, 并通过车路交互将行驶指令下发至车辆, 车辆按照道路引导策略进行行驶, 行驶决策权由车转向路。

(2) 公众出行类服务。通过 V2X 技术、情报板、手机 App 等方式将已知或系统采集的信息告知车辆驾乘人员, 提

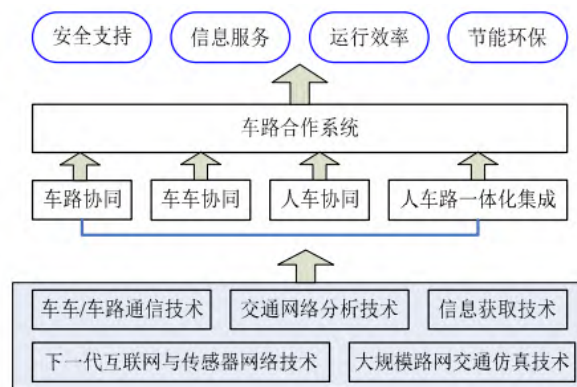


图1 车路协同技术与智慧交通融合图

醒驾乘人员注意道路和交通状况,如:隧道、桥梁、连续弯道、急弯、事故易发路段以及道路施工提醒,救护车、消防车等特殊车辆提醒,道路危险状况提醒等。

(3) 车辆测试类服务。高速公路上侧重于综合类场景测试,包括:级自动驾驶功能测试、ADAS 功能测试、V2X 网联辅助和 V2X 车路协同自动驾驶测试 4 个方面。

3 基于车路协同技术智慧高速系统整体架构

围绕车路协同的核心技术,即采用先进的无线通信、新一代互联网、云计算、大数据等技术,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。

通过系统总体架构设计,项目由外场感知设备、通信网络、IT 基础设施平台(IaaS)、应用支撑平台(PaaS)、业务应用与大数据分析云控平台(SaaS),以及用户认证中心、数据采集交换平台、安全接入平台和路网监控视频平台等平台共用系统 6 部分组成。

3.1 外场感知设备

外场感知设备包括车路协同路侧设备和车载设备,车载设备不在本项目设计范围中。车路协同路侧设备基于全量、连续环境信息,依托边缘计算及 AI 技术,准确识别路网交通状态、事件、车辆等信息,提供数据采集、融合、预处理、分发等基本功能,实现对自动驾驶车辆、V2X 网联车的安全辅助与效率引导支持。

车路协同智能路侧设备主要由传感器(摄像机和毫米波雷达)、计算单元(ECU)、V2X 通信机(RSU)3 部分组成,并根据应用及部署需要,配备机箱、接入交换机、硬盘录像机等设备。

路侧系统以 ECU、RSU 设备为核心,通过整合第三方设备数据,实现路侧设备综合管理,并实现车载系统交换数据。RSU 可通过以太网接口或串口接入摄像机、地磁车检器、微波车检器等第三方设备;同时,可通过光纤或无线网络接入云控平台,实时上传路侧设备数据和设备工况,下发交通事件信息。

3.2 通信网络

通信网络为本系统提供信息采集、信息发布和互联互通的通信基础条件。本项目涉及的通信网络建设内容包括有线光纤网络和无线网络两部分。一方面充分复用已有 OTN/PTN 环形骨干网,实现远距离、高可靠、多方式的数据传输;另一方面基于多种无线通信融合(LTE-V/5G 等),实现外场设备采集数据的传输和 V2X 通信管理,并满足云控平台及边缘计算对于智能网联汽车的低时延、高带宽、大接入的需求。

3.3 IT 基础设施平台(IaaS)

IT 基础设施平台包括物理资源平台和云管理服务平台

(IaaS)。物理资源平台包括部署、运行和管理业务应用系统和大数据应用平台所需的主机、存储、网络和安全等硬件设备资源。云管理服务平台(IaaS)主要包括云管理服务平台、云服务门户以及运维管理平台,负责主机、存储、网络和安全等物理资源的虚拟化管理,实现计算、存储、网络等物理资源的软件定义,为业务应用系统提供虚拟资源池和相关的管理服务,实现物理资源的自动化分配、回收、监控和统一管理,降低 IT 基础设施的能耗和使用成本,提高 IT 基础设施的使用效率和灵活性。

云管理服务平台也支持物理资源的直接管理,可以实现物理资源与虚拟化资源的统一管理,能够实现所有资源的池化,资源能够通过服务的形式分配给最终使用单位,为不同的信息系统提供个性化服务。

3.4 应用支撑平台(PaaS)

应用支撑平台主要包括用户(开发者)创建、开发、测试、部署和运行业务应用系统和大数据分析与应用系统所需的开发工具链(包括集成开发环境、系统测试工具、版本控制工具、缺陷管理工具、项目管理工具等相关工具)、中间件(应用服务器、消息队列等中间件)、应用程序框架、运行时库和数据库等开发、测试工具和部署、运行环境。

云应用支撑平台的应用系统基础框架(SOA 基础组件)和应用开发工具链可以为业务应用系统开发提供支持。其中,应用开发工具链应包括支持桌面程序、网页程序(Web App)和移动应用(Mobile App)开发的集成开发环境和软件测试等配套工具,以及协同开发管理平台。通过配备统一的集成开发环境和配套工具,可以实现业务应用系统代码级的一致性和兼容性,为规范开发过程、提高开发效率和后续升级维护以及应用系统集成提供便利和可能。通过配备协同开发管理平台,可以实现多个团队的协同开发和统一管理,帮助项目业主更好地管理项目开发过程和成果,可以实现软件资产的集中管理,保证项目业主的软件资产安全。

3.5 业务应用和大数据分析云控平台(SaaS)

业务应用平台将为各类用户提供自动驾驶测试、公众出行、自动驾驶与网络车辆测试 3 大类服务。业务应用平台建设还包括业务信息资源和业务应用接口的开发和使用。

大数据应用平台建设包括数据在线分析、数据离线分析、视频图像分析、预测预警、运营决策支持和公众信息服务等大数据应用系统开发和部署,以及数据采集处理、数据存储管理、基础数据管理和统一信息门户等大数据应用平台基本功能的开发和部署。大数据应用平台建设还包括大数据资源库和大数据应用接口的开发和使用。

统一信息门户为云控平台用户提供统一的访问入口,实现应用访问的单一登录、各类信息的发布展现,以及数据分析、预测预警、决策支持和公众服务等功能。统一信息门户

提供网站客户端（Web）和移动客户端（App），支持互联网和移动互联网使用方式。

3.6 平台共用系统建设

为了降低系统的使用复杂度，实现资源共享、互联互通和统一管理，需要建设用户认证中心、路网监控视频平台、数据采集交换平台、安全接入平台等平台共用系统。

用户认证中心为云控平台的所有应用系统和用户提供单点登录、统一认证授权和统一用户管理，方便用户使用和应用集成。

数据采集交换平台为云控平台的所有应用系统和用户提供数据和信息交换、共享的机制、管道和平台，实现应用系统之间、用户之间的数据和信息的交换、共享，避免信息孤岛现象和信息不对称、不一致情况的发生。路网监控视频平台为云控平台的所有应用系统和用户提供路网监控视频的接入、多路切换和视频播放等常用流媒体功能。安全接入平台为云控平台以及外部系统提供信息安全保障。

4 结语

目前，国内智慧交通建设取得了一定的成果，但真正意

义上的智慧交通并未完全实现，关于智慧交通建设完善的、标准化的管理制度和体系尚未形成，高速智慧交通建设标准化管理制度及体系需要在建设过程中逐步摸索。本文主要介绍了以车路协同技术为基础的智慧高速系统，希望为全国智慧高速公路的全面推广实施提供一定支撑。

作者简介：李向峰（1988-），男，湖南衡阳人，湖南高速信息科技有限公司高级工程师，研究方向：高速公路机电系统建设。

参考文献

- [1] 王少飞，祖晖，付建胜，等. 智慧高速公路初探 [J]. 中国交通信息化，2017（S1）：7-14.
- [2] 张纪升，李斌，王笑京，等. 智慧高速公路架构与发展路径设计 [J]. 公路交通科技，2018，35（1）：88-94.
- [3] 王少飞，谯志，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] 张云，孙涛. 云南智慧高速大数据应用现状与探索 [J]. 中国交通信息化，2017（12）：87-89.

（责任编辑：周羿廷）

（上接第33页）

表2 不同紧量的疲劳损伤

紧量 /mm	0	0.1225
损伤 D	0.7769	4.03

4.2 不同连接方式对疲劳损伤影响

压圈与转轴之间可选用 GB/T5782 六角头螺栓进行连接，也可选用缩颈螺杆进行连接。相比六角头螺栓而言，缩颈螺杆降低了非螺纹把合段的刚性，提高了柔度，其抗疲劳损伤性能优于六角头螺栓。六角头螺栓一般采用扭矩扳手进行拧紧，其拧紧系数为 0.77；缩颈螺杆一般采用液压拉伸器进行把合，其拧紧系数为 0.91。以相同的有限元模型为例。分析两种连接方式下的疲劳损伤，计算结果见表 3。计算结果表明，采用缩颈螺杆的连接方式，其疲劳损伤远远小于采用六角头螺栓的连接方式。

表3 不同连接方式的疲劳损伤

连接方式	六角头螺栓	缩颈螺杆
损伤 D	3.6345	0.2304

4.3 不同螺栓长度对疲劳损伤影响

螺栓连接中，增加螺栓长度，可提高其柔度，增强抗疲劳性能。以相同的有限元模型，分别计算不同长度的缩颈螺杆连接对疲劳损伤的影响，计算结果见表 4，计算结果表明，增加缩颈螺杆长度，也可显著提高其疲劳损伤性能。

表4 不同长度缩颈螺杆连接的疲劳损伤

缩颈螺杆长度 /mm	260	310
损伤 D	0.2304	0.0287

5 结语

本文以某 MW 级风力发电机轴承压圈连接螺栓为例，建立了风力发电机轴承压圈螺栓的有限元模型，给出了螺栓计算过程中不同参数的选取方法、参照标准，螺栓强度、疲劳损伤的计算方法及校核方法，还分析了影响螺栓疲劳损伤的因素，定性地给出了轴承内圈配合紧量、不同的连接方式，以及螺栓长度对疲劳损伤的影响，其计算方法对风力发电机各连接螺栓的设计具有重要意义，疲劳损伤因素的分析结果为风力发电机轴承压圈连接螺栓的合理设计与性能强化提供了科学依据。

作者简介：常文娟（1985-），女，甘肃景泰人，东方电气集团东方电机有限公司工程师，研究方向：风力发电机设计。

参考文献

- [1] GL Wind Guideline. Guideline for the certification of wind turbines[S].
- [2] Systematic calculation of high duty bolted joints, with one cylindrical bolt. VDI2230 Part 1[S].

（责任编辑：刘振敏）