



## News &amp; Highlights

## 智能道路——应用与概念

孙立军, 赵鸿铎, 涂辉招, 田雨

College of Transportation Engineering, Tongji University, China

## 1. 智能道路——应用

中国已经提出了为智能联网车和自动驾驶车而设计的一种超级高速公路的概念, 并启动了试点项目。这些项目包括: 在上海建成的装有分布式光纤的模块化路面; 在多个省份建成的自修复沥青路面和自融雪路面; 以及在湖南省建成的具有路基湿度自调节功能的公路等。据《纽约时报》报道, 2017年12月, 中国在山东省济南市建成了长1080 m的光伏路面[1]。其表面层由一种透明材料构成, 使阳光可以照射到下面覆盖两条车道的太阳能电池板。该层还配备电力电缆和传感器用以监测温度、交通流和轴载。尽管电动车在途充电技术距大范围应用还有一定距离, 但光伏路面的最终目标是通过在途充电来延长电动车的行驶距离。该项目由齐鲁交通发展集团有限公司建造, 该公司致力于发展这项技术已超过十年。据齐鲁交通发展集团有限公司介绍, 测试路段的成本约为每平方米1100美元; 这一成本可以通过大规模生产降低到每平方米500美元, 使其可以被更广泛地接受。

## 2. 智能道路——定义与宗旨

“智能道路”可以被定义为: 由特定的结构材料、感知网络、信息中心、通信网络和能源系统组成, 具有主动感知、自动辨析、自主适应、动态交互、持续供能

等智能能力的道路设施[2]。与传统道路相比, 智能道路应能有效延长道路寿命[3]、提高道路性能、降低安全风险、提升服务品质。

智能道路的宗旨在于实现上述智能功能[4]。智能道路的开发和使用过程可采用多种技术, 包括智能材料、分布式光纤、智能薄膜、压电器件、传统传感器等。

智能道路依靠智能材料或传感器来主动感知状态、性能、环境和行为[5,6], 然后进行自动的校验、集成、管理、分析、诊断和评估等处理。依托感知的信息和辨析的结果, 道路能够适应温度、湿度、交通等的变化, 主动进行调控, 并可对损伤进行自我修复。同时, 道路能在感知和辨析的基础上, 与外部进行动态的交互。为了实现这些能力, 离不开持续不间断的能量供应。

在智能道路中实现对信息的组织是智能能力达成的核心[7,8]。在智能道路的信息组织中需要构建与车联网(V2X)同等的路联网(R2X)系统, 并融合形成车-路联网(VR2X)系统, 以支撑车路一体系统。车路一体系统中的信息组织可以依托由驾驶员信息模型(TDIM)、车辆信息模型(TVIM)、交通建筑信息模型(TBIM)、环境信息模型(TEIM)组成的四级交通信息模型(TIM<sup>4</sup>)平台予以有效组织。根据各类信息的量级和通信要求, 分为动态、准动态、准静态和静态信息四类, 可分别采用不同的通信方式实现各个交通要素之间的信息交互。

未来道路交通运输的发展愿景是“零伤害、零延误、零维修、零排放、零失效”的“五零”理想系统。“五零”

愿景的实现，需要以系统最优的视角考虑交通运输系统中“人-车-路-环境”的每个要素以及相互之间的作用与协同，特别是汽车和道路这两大核心基础要素及相互关系。

## References

- [1] Free Power From Freeways? China is Testing Roads Paved with Solar Panels. *The New York Times* 2018 Jun 12;Sect. B:1.
- [2] Zhao H, Wu D. Definition, function, and framework construction of a smart road. In: *Proceedings of 2015 International Symposium on Frontiers of Road and Airport Engineering*; 2015 Oct 26–28; Shanghai, China. Reston: American Society of Civil Engineer; 2015. p. 204–18.
- [3] Lamb MJ, Collis R, Deix S, Krieger B, Hautiere N. The forever open road: defining the next generation road. In: *24thWorldRoad Congress proceedings: roads for a better life: mobility, sustainability and development*; 2011 Sep 26–30; Mexico City, Mexico. Paris: Permanent International Association of Road Congresses; 2013.
- [4] Zhao H, Zhu X, Tu H, Yang Z. Concept and framework of smart pavement. *J Tongji Univ (Nat Sci)* 2017;45(8):1131–5. Chinese.
- [5] Lajnef N, Chatti K, Chakrabartty S, Rhimi M, Sarkar P. Smart pavement monitoring system. McLean: Turner-Fairbank Highway Research Center; 2013 May. Report No.: FHWA-HRT-12-072. Contract No.: DTFH61-08-C-00015.
- [6] Hautière N, Bourquin F. Instrumentation and monitoring of the next gen road infrastructure: some results and perspectives from the R5G project [abstract]. In: *Proceedings of the 19th European Geosciences Union General Assembly*; 2017 Apr 23–28; Vienna, Austria; 2017. p. 18874.
- [7] Li Q, Xiong W, Li Y. System architecture and enabling technologies of intelligent roadway system. *J Transp Syst Eng Inf Technol* 2008;8(1):40–8. Chinese.
- [8] Bender JG. An overview of systems studies of automated highway systems. *IEEE Trans Vehicular Technol* 1991;40(1):82–99.