

# 对大数据在高速公路路面管理系统应用的思考和建议

王 喆<sup>1</sup>, 徐希忠<sup>2,3\*</sup>, 韦金城<sup>2,3</sup>, 张晓萌<sup>2,3</sup>, 韩洪超<sup>1</sup>, 杨振宇<sup>1</sup>

<sup>1</sup>山东高速股份有限公司, 山东 济南

<sup>2</sup>山东省交通科学研究院, 山东 济南

<sup>3</sup>高速公路养护技术交通行业重点实验室(济南), 山东 济南

Email: \*846954711@qq.com

收稿日期: 2021年4月28日; 录用日期: 2021年6月16日; 发布日期: 2021年6月24日

## 摘 要

信息技术的不断发展和综合应用, 扩张了人类的数据化的能力和领域。大数据时代的到来给高速公路路面管理系统带来了前所未有的机遇和挑战。本文基于大数据时期, 分析了我国当前高速公路路面管理系统的发展历程及现状, 提出当前大数据时代路面管理系统中存在的问题, 并提出了相对应的建议, 对更好的将大数据技术运用到高速公路路面管理系统有一定的借鉴作用。

## 关键词

道路工程, 大数据, 高速公路路面管理系统, 路面性能评价数据

# Thoughts and Suggestions on the Application of Big Data in Expressway Pavement Management System

Zhe Wang<sup>1</sup>, Xizhong Xu<sup>2,3\*</sup>, Jincheng Wei<sup>2,3</sup>, Xiaomeng Zhang<sup>2,3</sup>, Hongchao Han<sup>1</sup>, Zhenyu Yang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Shandong Hi-Speed Company Limited, Jinan Shandong

<sup>2</sup>Shandong Transportation Institute, Jinan Shandong

<sup>3</sup>Key Laboratory of Expressway Maintenance Technology Transportation Industry, Jinan Shandong

Email: \*846954711@qq.com

Received: Apr. 28<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jun. 16<sup>th</sup>, 2021; published: Jun. 24<sup>th</sup>, 2021

\*通讯作者。

文章引用: 王喆, 徐希忠, 韦金城, 张晓萌, 韩洪超, 杨振宇. 对大数据在高速公路路面管理系统应用的思考和建议[J]. 现代管理, 2021, 11(6): 619-625. DOI: 10.12677/mm.2021.116079

## Abstract

With the continuous development and comprehensive application of information technology, human data-based capabilities and fields have been expanded. The arrival of big data brings unprecedented opportunities and challenges to highway pavement management system. Based on big data, this paper analyzes the development course and present situation of expressway pavement management system in China, puts forward the problems existing in the pavement management system in the current period of big data, and gives some corresponding suggestions. Big data technology to better apply to the highway pavement management system has a certain reference.

## Keywords

Road Engineering, Big Data, Expressway Pavement Management System, Pavement Performance Evaluation Data

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

截止到 2020 年年底,我国高速公路总里程已达到 15.5 万公里,公路总里程 470 多万公里,全国的公路密度为 47.82 公里/百平方公里。2020 年将新建高速公路为 5000 公里,公路 40 余万公里。

建国 60 余年,我国的高速公路建设行业经历了高速跨越式发展,不论是高速公路里程和公路总里程都位居世界前列。我国高速公路建设的高峰期已过,迎来了养护、维修、改造升级的重任务期。网络信息技术的飞跃式发展和广泛的应用,包括科学研究,网络科技等各个领域都被推到一个前所未有的“大数据”时代[1]。2017 年,交通部发布智慧交通方案,促进互联网 + 交通发展,实现互联网产业与交通运输行业的有效结合,尽快实现智能化交通,极大方便公众出行,为交通事业的管理与发展提供更加有效的决策依据。

对大数据在交通行业的应用方面,不少学者做了相应的研究。张建军[2]在大数据统计分析的前提下,分析了路面抗滑性能的影响因素,并对提高路面抗滑性能提出了建议。张振东[3]探讨了关于大数据在路面养护管理系统中的应用,分析了应用现状,指出了存在问题并提出了应对建议。赵光辉[4]提出了交通能耗统计与监测技术框架设计,从宏观、中观、微观三个层次分析了统计与监测的要点,为大数据在交通能耗统计与监测技术领域的应用提供了切实可行的理论依据。张斌[5]等进行了大数据背景下的铁路客户关系的管理系统设计研究,提出运用“大数据”挖掘运输市场的客户价值,可以更好的完成运输任务,实现运输管理精细化。但对大数据在路面管理系统的应用的还鲜有报道。

本文基于大数据,分析了我国当前高速公路路面管理系统的发展历程及现状,提出当前大数据时代路面管理系统中存在的问题,并给出了相应的建议,对更好的将大数据技术运用到高速公路路面管理系统有一定的借鉴作用。

## 2. 我国路面管理系统的现状分析

“七五”至“九五”期间[6] [7] [8],我国对高速公路路面管理系统领域进行了一系列的科技攻关,

建立了我国自主研发的高速公路路面评价养护系统,即 CPMS (Chinese Pavement Management System)该系统可实现路面技术状况检测、路面管理评价数据库技术、路面预测和评价技术以及网级优化决策技术,并形成了一套具有自主知识产权和工程实用价值的多功能路面管理技术。中国国省道干线公路路面管理系统 CPM2001 (Version2001) [9]是我国交通运输部经过相当长的技术攻关建立的第三代路面管理系统。第三代路面管理系统可实现:数据自动化检测、预测和评价路面性能、评价和预测路面的性能、分析投资效益、养护方面的需求分析、优化养护资金分配、编制养护计划、管理日常养护等,是实现信息化公路和现代化管理的一个重要里程碑。CPM2001 的管理分为高速公路和一般公路两类,可适用于养护管理水泥、沥青两种路面。

目前,我国的已经存在或开发使用的高速公路路面管理系统达到了二十多种。由于每个省市对高速公路路面管理系统的要求不同,因而系统的差别性比较大。纵观我国高速公路路面管理系统的发展历程,大致可以分为三个阶段[10]:第一个阶段是路面管理信息系统,是以数据库为主体,在数据库的基础上实现对路面使用性能的评价、预测以及决策,系统的结构和功能都相对比较简单。第二个阶段大致形成了高速公路路面管理系统的基本构架,系统的决策依据有经验总结和数据分析,整个分析系统的功能性较弱,养护决策有许多不合理的地方。第三个阶段是建成了网级路面管理系统的结构体系,主要包含评价路面性能、预测路面性能、决策养护方案三个模块。但是对每一个模块没有达成一致的意見,一些理论还有待于进行深入研究,模型的基本算法还有待进一步的验算和改进,主要代表为基于 GIS 的路面管理系统。在我国高速公路养护管理的实施中,真正常用的路面管理系统还相对较少,有的养护部门即使配备了路面管理系统,由于出现的各种不可预见原因,也未真正投入使用。

当前国内各省市高速公路路面开发使用情况如表 1 所示[11]。

**Table 1.** Development and utilization of Expressway Pavement in domestic provinces and cities

**表 1.** 国内各省市高速公路路面开发使用情况

地区	广东	北京	吉林	河北	湖南	新疆
数据采集系统	高效设备 + 人工	高效设备 + 人工	高效设备 + 人工	高效设备 + 人工	高效设备 + 人工	高效设备 + 人工
数据库	单机	单机	网络	单机	网络	单机
地理系信息系统	单机	单机	单机	单机	单机	单机
模型参数库	通用	通用	通用	通用	通用	通用
决策系统	网级系统	网级系统	网级系统	网级系统	网级系统	网级系统
养护系统	专家系统	专家系统	专家系统	专家系统	专家系统	专家系统
经济模型	效益分析系统	效益分析系统	效益分析系统	效益分析系统	效益分析系统	效益分析系统
前方图像管理系统	单机	单机	网络	单机	网络	单机
路面类型	沥青 + 水泥	沥青	沥青	沥青	沥青 + 水泥	沥青

由以上分析可知,我国路面管理系统的计算机应用水平较低,路面状况的可视化程度不高,尤其在进入大数据时代的当代,更应注重大数据与路面管理系统的结合,注重数据的科学采集、合理保存、恰当管理、分析完整、共享充分、标准统一,充分发挥大数据在高速公路路面管理系统中的潜在价值。

### 3. 大数据时代我国当前高速公路路面管理系统存在的问题

#### 3.1. 路面管系统方面

我国和国外的高速公路的建设质量,维修养护手段方面存在较大的差异,与国外现状相比,国内高

速公路的养护管理还比较落后,国内现有的高速公路路面管理系统离满足我国高速公路日常养护管理的需要还有较大的差距。国内现有高速公路路面管理系统主要存在以下几个方面的问题。

1) 路面管理系统在高速公路养护管理中的实施、管理、组织以及相应管理人才的培养缺乏长期稳定的资金支持。高速公路的设计与施工以及养护管理等缺少科学、系统的管理制度,高速公路的原始基础数据和资料保存不当,导致高速公路历史数据完备性差,给高速公路养护管理系统的分析评价带来极大的困难。

2) 国内已建成运行使用的路面管理系统仍有许多不具备 GIS 功能,其功能和结构比较单一,且基于 GIS 系统平台进行的高速公路路面性能评价与预测以及养护决策优化分析不够成熟,这些功能恰好是高速公路养护管理系统实现信息化的核心技术之一。

3) 国内许多地区高速公路养护管理系统所依靠的地理信息系统的的核心关键技术电子地图所收集的数据的准确性、精度的控制性以及模型的精确性等问题仍亟待解决。

4) 整个高速公路网的综合指标对于养护管理的决策是至关重要的,而目前国内现有高速公路路面性能评价指标的普适性较差,对不同的省市地区的复杂路况的综合性能做出客观实际的评价。

### 3.2. 高速公路路面管理系统数据方面

随着移动通信技术和媒体件数的快速发展和广泛应用,全球各个行业数据呈现出剧烈的增长速度,当代社会正面临大规模的数据革命,大数据时代已经来临。我国高速公路路面管理系统数据具有容量大、多样性强、传输速度快等特点,在数据的采集、储存、管理、分析等方面尚存在问题,主要有以下几个方面:

1) 数据采集不科学 数据的采集是路面管理系统的基础,目前我国的数具采集的方式为人工采集与仪器采集相结合,二者的数据采集效率差别非常大,而有些指标,如路面在坑槽、裂缝、车辙等耦合状态下的病害以及宽度小于 1 mm 的微裂缝,仪器的检测还是不能较好的保证准确性与可利用性。而且,在较长路段的数据人工采集中,存在非常大的个人主观性,使得采集数据的离散性较大,严重影响路面管理系统决策的合理性。此外,路况数据的采集手段比较落后,数据采集时间达不到要求,数据的数量和精度不能满足建立可靠而有效路面管理系统的要求。

2) 数据储存不完善 数据的储存是路面管理系统的一个重要环节。路面管理系统数据的爆炸式增长给数据的储存带来了严峻的挑战,当前路面管理系统数据储存系统缺乏较好的数据扩展能力,而且数据的异构性严重,系统数据的访问性能不佳,需要定期剔除一些先前数据,不能实现数据的长期保存,导致数据储存不完善,导致路面养护决策时数据流失严重。

3) 数据管理不恰当 数据管理是路面管理系统的又一重要环节。路面管理系统数据来源广泛,许多非结构化的数据,如公共空间数据管理没有统一、规范的设计,数据集成的难度加大,使得数据无法合理有效的管理。

4) 数据分析不完整 对大量采集到的数据的分析是路面管理系统的核心环节。决定管理系统的依据往往具有隐性,直接分析所得数据不能得出路面管理系统决策的依据,而是需要根据所得数据建立相应的模型。特别是当数据产生的速度大于系统模型的处理速度时,数据分析的完整性往往得不到保证。更有甚者,有的工程技术人员直接将采集到的数据搁置一旁,使得数据的作用得不到较好的发挥。

5) 数据共享不充分 数据的共享也是路面管理系统的关键环节。目前,国内高速公路路面管理系统的管理技术和分析技术等信息化技术集成性与系统性比较薄弱,信息孤岛效应普遍存在,各个省市地区甚至是一个地区之间各部门都是孤立存在,不仅造成了数据资源的浪费,而且“大数据”的价值难以实现。

6) 数据标准不统一 数据的标准性对高速公路路面管理系统的传输、决策分析是十分重要的。

当前,高速公路路面管理系统的数据库缺乏标准性,使得各个省市地区以及地区各部门之间的信息、数据无法整合,导致一些数据的采集重复,造成投资的巨大浪费。

## 4. 我国当前路面管理系统应对建议

### 4.1. 路面管系统方面

1) 首先国家以及公路养护部门应加强路面管理系统在高速公路养护管理中的实施、管理、组织的资金支持,定期开展相应管理人才培养,注重管理人才的培养。积极建立高速公路的设计与施工以及养护管理科学、系统的管理制度,要求设计、施工以及养护单位对原始基础数据和资料进行完整保存,使得原始基础数据和资料为高速公路养护管理决策发挥应有的作用。

2) 加强 GIS 技术的应用,要求国内已建成运行使用的路面管理系统配备 GIS 功能。加强科研投入,解决其功能和结构单一的问题,成熟化基于 GIS 系统平台进行的高速公路路面性能评价与预测以及养护决策优化分析技术。

3) 组织专家团队进行科技攻关,实现电子地图技术数据收集的准确性、精度的控制性以及相应预测模型的精确性。

4) 在高速公路路面性能评价指标方面,鼓励各地区公路主管部门因地制宜,根据各地区的实际情况制定与之相适应的路面性能评价指标。在同一个地区,制定统一的路面的综合评价指标,为决策管理部门提供翔实的决策依据,实现路网的效益目标最大化。

### 4.2. 高速公路路面管理系统数据方面

1) 数据科学采集 在数据采集方面,首先应当充分利用各类现有存在的高科技信息技术(传感器、GIS、雷达等)来加强对高速公路的使用状况,现有病害的种类和严重程度等进行实时数据采集与传输。其次,由于智能化采集技术的局限性,人工采集仍是一种重要的数据采集手段,为避免因个人的主观性导致数据采集的离散性,应实施数据采集的轮班制并尽量避免在“恶劣”天气进行数据采集活动。最后,设立路面管理重大仪器专项,实现数据采集设备的更加智能化,可以采集路面在坑槽、裂缝、车辙等耦合状态下的病害以及宽度小于 1 mm 的微裂缝数据,增加数据采集的数量,提高数据采集的精度,满足建立可靠而有效路面管理系统的要求

2) 数据储存完善 在高速公路路面管理系统数据储存方面,应强化数据仓库概念,建立海量数据储存系统,提升数据储存系统的扩展能力,使数据储存系统长期保持高响应速率,实现数据的实时储存。消除数据的异构性,对异构数据完全集成以形成全局视图。为达到高速公路路面管理系统数据长期保存的目的,需要对数据进行不断的迁移、更新以及转换。此外,还应积极投入资金研究,优化新旧平台数据的转换,增强数据储存系统的访问性能。实现数据的长期保存,完善数据储存,避免导致路面养护决策时的数据流失

3) 数据管理恰当 在高速公路路面管理系统数据管理方面,首先应当确立合适的数据结构,使得数据可完全映射到各类大型储存系统中,提供优良性访问服务(服务包括人以及各类相关应用程序等对象)。同时,对公共空间数据管理进行统一、规范的设计,降低数据集成的难度,使数据的到合理有效的管理。

4) 数据分析完整 在高速公路路面管理系统数据分析方面,首先应当对数据进行关联、分类与聚类,积极采用并行数据分析、分布式数据分析等先进的数据分析手段,充分挖掘所得数据,建立相应的模型,加快数据处理速度,保证数据分析的完整性。及时对采集到的数据进行分析,建立模型,更好的发挥大数据的价值。

5) 数据共享充分 在高速公路路面管理系统数据共享方面,首先应当提高高速公路路面管理系统的

数据管理和分析技术等信息化技术集成性与系统性，消除信息孤岛效应，开放高速公路路面管理系统，建立各个省市地区以及一个地区各部门之间的数据共享平台，充分发挥公路养护管理部门、各大高校、科研院所等各方力量。同时，对各个省市地区以及一个地区各部门之间的数据进行数据库的统一管理，进行必要的整合，避免造成数据资源的浪费。

6) 数据标准统一 在高速公路路面管理系统数据统一方面，应当制定并实施相应的数据标准，实施数据端口管理责任制，使得数据多源、重复的弊端得意消除。在高速公路路面数据采集时间、采集部位、采集设备等方面做好相应的计划，各采集数据应当具备兼容统一性，使大数据的特性得以充分体现。

## 5. 结论

1) 我国高速公路路面管理系统起步较晚，但经过科技工作者的联合攻关，已经取得了长足发展，但还是存在一些缺点和亟待解决的问题，真正常用的路面管理系统还相对较少，有的养护部门即使配备了路面管理系统，由于出现的各种不可预见原因，也未真正投入使用。

2) 国家以及公路养护部门应加强路面管理系统在高速公路养护管理中的实施、管理、组织的资金支持，积极建立高速公路的设计与施工以及养护管理科学、系统的管理制度，解决高速公路路面管理系统功能和结构单一的问题，成熟化基于 GIS 系统平台进行的高速公路路面性能评价与预测以及养护决策优化分析技术。实现电子地图技术数据收集的准确性、精度的控制性以及相应预测模型的精确性。

3) 基于大数据的高速公路路面管理系统，其数据应当实现：① 数据科学采集，不断优化采集设备，合理规划采集过程；② 数据储存完善，积极建立海量储存系统，增强数据可访问性；③ 数据管理恰当，明确数据结构，提供优良性访问服务；④ 数据分析完整，充分挖掘所得数据，建立相应的模型，加快数据处理速度，保证数据分析的完整性；⑤ 数据共享充分，提升数据集成性与系统性，消除信息孤岛效应，实现数据充分共享；⑥ 数据标准统一，应当制定并实施相应的数据标准，使得数据具备兼容统一性。

## 6. 展望

1) 随着信息技术的快速发展和广泛深入应用，对大数据的分析技术将会日趋完善，这就为大数据时代高速公路路面管理系统带来了新的机遇，将高速公路路面实时检测技术、数据储存系统、数据共享平台以及 GIS 系统等功能综合在一起，运用先进的大数据技术与理念，建立精确的模型，进行高速公路路面状况分析、预测，提出针对性较强的养护决策建议并以此作为高速公路决策的重要依据来源，将能更好的提升高速公路路面管理系统的服务能力以及科技含量，扩大高速公路路面管理系统服务范围。大数据在高速公路路面管理系统的普及和应用将会使其效果实现质的飞越，对高速公路养护管理工作具有极大的经济意义和广阔的应用前景。

2) 大数据与高速公路路面管理系统技术的契合，通过大数据技术对海量路面状况数据进行深入挖掘分析，结合先进的检测仪器设备，实现路面自动检测和现状评价同步进行，更进一步加强路面性能评价模型，就可以从更深层次上提高高速公路路面管理系统的发展速度，并最大化路网管理系统效益，建立现代检测技术与大数据结合的新方法体系，将会使高速公路路面管理系统更加智能化。

3) 高速公路路面管理系统行业应根据自身大数据的特点，充分利用大数据在数据采集、储存、管理以及分析等方面的最新研究成果，利用“互联网+”建设的大数据管理平台，推进高速公路路面管理系统各地区数据的共享，面向高速公路路面管理系统的精准数据采集、明确模型建立、优化决策依据。在此基础上可以实现：① 基于大数据的高速公路路面管理系统数据智能无人采集；② 于大数据的高速公路灾害预警与防治；③ 基于大数据的高速公路路面管理系统数据采集设备故障诊断与维修；④ 基于大数据的高速公路路面管理系统行业运行及监测；⑤ 基于大数据的高速公路路面管理系统决策流程一体化。

## 基金项目

国家重点研发计划(2018YFB1600100)、山东省自然科学基金 ZR2020QE271、山东省重点研发计划(2019GSF109020, 2019GGX101042)。

## 参考文献

- [1] 艾伯特-拉斯洛·巴拉巴西. 爆发: 大数据时代预见未来的新思维[M]. 马惠, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2012.
- [2] 张建军. 基于大数据统计分析探讨影响沥青路面抗滑性能的因素[J]. 甘肃科技纵横, 2017, 46(8): 44-46.
- [3] 张振东. 关于大数据与路面养护管理系统应用[C]//中国公路学会. 中国公路学会养护与管理分会第八届学术年会论文集: 2018年卷. 北京: 人民交通出版社, 2018: 554-558.
- [4] 赵光辉. 基于大数据的交通能耗统计与监测技术框架设计[J]. 曲靖师范学院学报, 2018, 37(1): 73-80.
- [5] 张斌, 彭其渊. 基于大数据的铁路客户关系管理系统设计研究[J]. 铁路信息化, 2018, 39(6): 42-51.
- [6] 曾沛霖, 潘玉利, 赵延东. 路面管理系统的研究开发与推广应用[J]. 公路交通科技, 1993, 10(2): 1-6.
- [7] 潘玉利. 干线公路路面管理系统(CPMS)推广应用研究报告[R]. 北京: 交通部公路科学研究所, 1996.
- [8] 李昌铸. 公路桥梁管理系统(CBM2000)开发与应用[J]. 公路交通科技, 2003, 20(3): 84-90.
- [9] 边庄力. GIS在公路设计中的应用报告[R]. 北京: 交通部公路科学研究所, 2000.
- [10] 李明, 陈谦应, 彭克刚, 等. 路面管理系统发展综述[J]. 重庆交通学院学报, 2005, 4(3): 69-73.
- [11] 谢志明. 高速公路路面管理系统[J]. 公路, 2002, 11(增刊): 1-4.