

Analysis on Urban Road Pavement Maintenance Management System

Xun Feng

Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400074, China

Abstract: The maintenance of urban roads is the development trend of urban road network in the future, and its management system is an important factor to ensure the normal operation of urban roads. However, the actual service life of urban roads and their technical and economic indicators are often quite different. Unpredictable conditions often occur during road operation. The increasing traffic volume increases the pressure on urban roads. Therefore, informatization methods are used to improve the management level of urban roads, strengthen the detection of road damage, and establish funny road performance evaluation methods. The pavement maintenance management system based on geographic information system (GIS) technology can realize the visual management, query and modification of urban road maintenance spatial information and attribute information, and can improve urban road maintenance management decision-making services.

Keywords: Road maintenance; Management system; Geographic information system

浅析城市道路路面养护管理系统

冯洵

重庆交通大学, 重庆, 中国, 400074

摘要: 城市道路的养护是未来城市路网发展的趋势, 其管理系统是保证城市道路正常运营的重要因素。但是城市道路的实际使用年限与其技术经济指标常常存在较大的差异, 在道路运营过程中往往会发生不可预测的损坏, 不断增大的交通量使得城市道路的压力增大。因此, 采用信息化的方法改善城市道路的管养水平, 加强道路损毁的检测, 建立搞笑的路用性能评价方法。以地理信息系统(GIS)技术为基础的路面养护管理系统, 可以实现城市道路管养空间信息以及属性信息的可视化管理、查询以及修改, 能够完善城市道路养护管理决策服务。

关键词: 路面养护; 管理系统; 地理信息系统

1 引言

目前我国城市建设正处于高速发展时期, 城市道路的部署日渐密集。从已有的数据上来看, 自上世纪八十年代以来, 我国的城市道路覆盖面积以约10%的年增长率不断上升。与此同时, 伴随着的是不断增加的车辆和日益拥堵的交通问题。路面作为城市道路最基本的组成部分和外在性能体现, 由于自然灾害的侵蚀、车辆的磨损、意外事故磨损以及人为磨损等, 路面的使用性能往往会发生预期之外的衰退, 很难达到原本的设计要求。因此针对性发展市政道路路面养护及维修, 是未来城市交通发展的趋势。特别是近几年来, 我国中大型城市的车流量明显增大, 许多道路的路面损坏频繁, 维修周期不断缩短。在管理上缺少对路面实际使用情况和养

护现状进行实时监控, 缺少针对路面使用性能的评价和预测。因此完善城市道路路面管养系统, 收集城市道路综合信息, 是利用城市道路路基发展城市交通的重中之重。目前地理信息系统仍然是一种新型的空间信息处理技术, 它具有先进的数据管理以及空间信息技术。地理信息系统是获取、处理、分配、管理和分析地理空间资料的重要技术, 近年来受到了社会各界的广泛关注, 并在行业内得到了不同程度的运用, 它通过地图来管理、储存、显示、解算和分析与地理空间相关的信息数据, 得到各管理部门的认可。

2 路面养护管理系统分析

2.1 基于 GIS 的路面管理系统

城市道路路面管理系统的研究自上世纪六十年

代就已经开始,由加拿大、美国、德国等国家开始研究,并在早期就建立了路面管理系统模型。自上世纪 90 年代以来,以美国德克萨斯大学的哈德森教授为代表的路面管理系统研究人员,开展了将地理信息系统(GIS)应用于城市道路路面管理系统的相关研究工作。在上世纪九十年代,中国科学院与陕西省交通厅共同研究出地级市公路数据库,成功构造了基于 GIS 的城市市政道路的信息化系统。同时期,建设部城市交通工程技术中心领衔研究的市政交通分析系统软件,系统采用图原数据技术公司开发的 Mapengin GIS 系统作为 GIS 平台,并在其基础上根据交通需求分析的要求再进行二次开发,对交通分析中特殊的矩阵和网络进行二次开发,对交通分析中特殊的矩阵和网络进行再开发,其最常用的功能有数据采集、网络编辑矩阵维护、数据输出以及网络分析。

2.2 城市道路路面养护的目的

城市道路的质量不仅与设计资质水平和建设过程的质量把控有关,更是与后期运营期间的养护管理有关,进行道路路面养护的目的主要是使道路在使用年限内充分地发挥其路用性能。道路在使用过程中,由于行车荷载、人为和自然因素的作用,特别是随着城市交通量的增大、以及设计和施工的缺陷,导致道路的使用性能得不到最大程度的发挥。因此,为了保证道路在设计使用年限的路用性能,保证道路的通行能力,保障车辆的通行安全,最大限度的发挥道路的通行运输功能以及社会效益,就需要系统科学且高效的管理方法,运用各项先进的技术手段,对城市道路进行定期的监测、管理和养护。从总体上看,城市道路的路面管养任务可归纳为:通过高效的道路养护技术措施,来延长城市道路的使用年限,同时保证道路各项设施的路用性能维持正常水平,从而提高城市道路的服务水平、通行能力,保证城市道路功能的完好和运营系统的安全,并通过对原技术标准较低的部分路段或存在质量、安全等缺陷的路段进行改善或维修。城市道路养护实际上是一种复杂的工程,通过建立城市道路养护信息系统,可以从技术层面以及管理层面上来提高道路养护的质量。美国各州公路工作者协会(American Association of State Highways Officials. AASHO)在城市道路路面系统指南中将 PMS 定义为:

用于决策者在城市道路测评养护中寻求有效分配投资方案的工具。简单说来,城市道路养护的目的就是使道路在使用年限内充分发挥其功能。如图 1,路面在有维护和无维护的状况下服务性能的变化情况。曲线 ABC 表示道路路面在没有进行养护时,路面的服务性能随时间的关系;曲线 ABDE 表示路面在有养护时的情况下道路服务水平的关系。从关系图中可反应,城市道路路面养护对维护道路服务性能和延长道路的使用寿命具有积极作用。

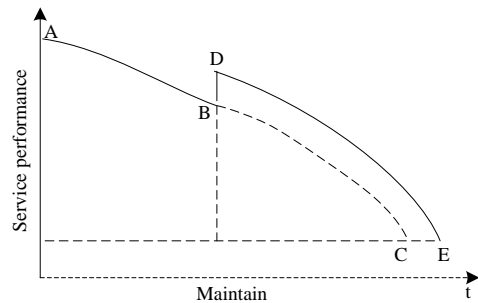


Figure.1 The performance of the road is compared with that of service performance

图 1 路面在有维护状况下的服务性能情况对比

2.3 系统管理对象及组成

根据城市道路在交通路网中的功能和定位,以及道路对沿线居民、产业、商圈的服务水平,规范中将城市道路分类为城市快速路、主干道、次干路以及支路。城市道路的养护对象包括车行道、路缘带、人行道、绿化带、路基、停车场、防护、排水、管网、广场、分隔带、交通安全护栏、标志标牌及其他附属设施,本文的研究对象主要是车行道、硬路肩的路面养护,按照各类道路在城市中的功能定位及作用,将城市道路的养护分为 3 个等级,如表 1-1。

Table 1-1 Urban road maintenance grade division

表 1-1 城市道路养护等级划分

养护等级	道路类型
I 等养护的城镇道路	快速路、主干道和次干路、支路中的广场、商业繁华街道、重要生产区、外事活动及游览路线
II 等养护的城镇道	次干路及支路中的商业街道、步行街、区间网络线、重点地区或重点企业所在地
III 等养护的城镇道路	支路、社区及工业区的连接主次干路的支路

2.4 城市道路路面养护的特点

城市道路在交通环境、设计概念和运营方式上与公路有较大的差异,主要有以下几点:

(1) 路面养护的高效性、短暂性。由于城市道路在交通运输网络中有着重要的地位和作用,一旦路面发生损害,不仅会对车辆的通行造成影响,而且因为在养护施工过程中会造成交通的虚拟瓶颈,因此对城市道路路面的养护应该采取及时有效的措施。

(2) 城市道路在交通组成上比较复杂,因此要求对路面的养护要有很好的机动性。路面养护的过程中常常会产生噪音,所以在养护工艺和操作规程上都应该尽量减少对交通和周围环境的影响。从维护城市道路的使用功能、服务水平、安全性能来看,城市道路路面养护的工程成本实际上是较大的,该工作不仅要求从事养护工作的作业人员和管理人员要具有较高的素质,管理手段上也应该采取科学有效的技术。

(3) 城市道路路面的养护通常要考虑到与其它基础设施,如管线、绿化设施等之间的协调,由于很多管线的建设或出现损坏,通常要对路面进行挖掘后才能施工,这就是所谓的“拉链施工”。“拉链施工”的结构往往会使路基路面的材料受到破坏,各层结构的压实度也会大打折扣,不仅路面的平整度会受到影响,在施工处经常会产生坑槽、碎裂等病害。市政的检查井、污水进出口、以及管网埋置位置均是产生路面病害的高发点位。根据一项针对北京市两条主干道的调查,将近两成的路面病害是发生在检查井、污水进出口周围,由于检查井周围的路面在施工过程中无法充分压实,其压实度明显不如其他地方的路面,在长期的车辆荷载的作用下,路面极易产生不协调变形。在有些路段上,检查井甚至高过了路面,极大地影响了车辆的畅通。

2.5 系统需求分析

需求分析顾名思义就是分析用户对对象的需求,由于该功能具有非常强大的决策性、方向性和策略性,由于针对性的开发,需求分析使得在系统软件更具有针对性。软件开发过程以分析需求作为开发的出发点,确保系统是否能够满足用户要求,同时根据这些需求实现的必要条件,以及需求应该

达到的模拟程度。这些需求包括:功能、性能、效率、可行性、经济性、过程、环境、可靠性、安全保密、用户界面、资源使用、资料手机、软件成本消耗、使用难易程度与开发进度等多种需求,预测系统完成后能够达成的标准,再进一步细化软件的各项功能,找出系统各对象间的联系,分析是否满足用户的需求,再排除不合理的部分,增加需要部分。最终综合成完善的解决方案,得到要开发的系统模型。

2.6 GIS 需求分析

对 GIS 的需求分析是要详细描述 GIS 的作用和性能,了解 GIS 在用户的实际工作中有何用处,如何在具体的业务活动中体现出应用 GIS 的优势。在 GIS 运用的具体开发过程中,考虑采用追加策略的方法,即先创建一个结构简单且要求较低的系统模型,作为最终的核心系统,再经过反复的优化修改,逐步添加各项要求,形成最终系统。空间分析系统实际上是地理信息系统与其他信息系统的显著不同之处,是地理信息系统功能评价的重要指标。地理信息系统结合了多种技术,包括关系数据库管理,高效图算法,插值,区划和网络分析,是 GIS 空间分析功能强大的重要因素之一。如今多数地理信息系统软件都具有空间分析功能,GIS 空间分析如今是地理信息系统的核心技术,它特有的地理信息的提取、表现以及传输功能,是地理信息系统与一般信息系统在功能上的重要区别。利用 GIS 技术可以为道路空间信息管理提供便利,将市政道路的空间位置、现状、属性有机结合,用直观形象的方法对城市市政设施进行有效的监控管理。

3 路用使用性能评价

城市道路的路面在行车荷载、不确定因素和人为因素的不断磨损下,其道路的使用性能将会随时间逐渐的衰退。路面的路用性能包括功能、稳定、美观、结构、安全和外观等性能,因此在城市路面使用性能对车辆通行造成安全隐患之前,需要对路面的状况进行深入检测,通过测取路面现状的各项数据,对路面的使用性能进行分析评价,及时对路面的缺陷进行修复,对保证行车安全、维持交通畅通、提高市政形象有积极意义。同时,针对整个道路网络的路面使用性能进行每公里分段评价,有助

于为城市路网的规划, 新建道路的设计和施工, 以及原有道路的改造提供重要的决策依据。

3.1 路面行驶质量评价

路面通行能力、平整度特征, 乘客的舒适性与车辆悬挂系统的振动特征有直接关系, 其中路面平整度是路面行驶质量高低的直观体现。平整度主要是指道路表面诱使行车出现振动甚至跳车的高低变化, 路面的平整度会影响乘客的舒适性、车辆的行驶速度、交通安全以及行车视觉。路面的通行质量指数(RQI)能够通过平整度来体现,

$$IRI = a + b \times BI \quad (1)$$

BI: 平整度测试设备的测试结果;

a、b: 标定系数;

IRI: 国际平整度指数, mm/km。

3.2 路面状况评价

市政道路路面的损坏与所接受的交通荷载、交通量、道路环境、天气变化、施工技术和养护技术等因素有直接关系, 因此路面结构的损坏表现出来的形态和特征也是出现多样化。同时, 由于各种类型的损坏、严重程度、损坏的范围和密度不同, 所需要采取的养护和改造措施也不尽相同(表 2-1)。路面损毁的重要形式可表现为以下几种:

对现状道路路面损坏的资料调查, 通常可采用人工现场外业调查的方法, 按照各类损坏等级制定不同的标准, 各种损坏范围按实测的损坏长度和面积计算, 对于裂缝类损坏, 其损坏面积按裂缝长度乘以换算系数(0.2)计算, 对不同路面损毁状况进行测量、分类和评估后, 得到城市道路路面损毁状况指数。

因为在不同的使用年限, 路面出现的损毁类型、损毁程度以及损毁的补位都各不相同, 因而除了对路面损毁类型分类以外, 还需要采用一种综合指标来评价路面的损毁程度。通常我们采用路面状况指数 PCI 值来进行路面损毁评估。PCI 值的分值一般为 0 至 100 之间, 根据道路路面的损坏类型和程度求得对应的扣分值, 最后累计得出现状道路分段路段的路面状况指数 PCI。

3.3 路面结构强度评价

路面结构现状强度评价是判定现状道路是否需要进行路面养护的重要依据。根据市政道路的相关

设计规范, 路面容许回弹弯沉值是作为判定沥青混凝土路面结构强度的控制指标, 防止路面出现沉陷、车辙、松散、软弹、龟裂、坑洞、网裂等整体强度不足的危害。

就目前的技术来看, 一般是测定现状道路在荷载作用下产生的完成值来反应路面结构承载能力。常见的弯沉测定仪器主要有贝克曼梁弯沉仪、自动弯沉仪、稳态弯沉仪和脉冲弯沉仪等, 落锤式弯沉仪是脉冲弯沉仪的一种, 是测量弯沉值的各类仪器中比较理想的。但是目前市政道路养护行业对大修的路面采用贝克曼梁检测路表回弹弯沉值, 贝克曼梁弯沉仪测得的是路面结构的最大回弹弯沉值, 由于影响路面结构承载能力的因素很多, 各检测点的弯沉值可能会有较大的差异, 所以常采用统计方法对每一路段的实测弯沉值数据进行处理, 以路段的代表弯沉值表示该路段的结构承载力。分段路段弯沉值按式(2)来计算得出。

$$l_0 = (\bar{\tau} 0 Z \alpha S) k_1 k_2 \quad (2)$$

式中 $\bar{\tau}_0$: 路段各检测点弯沉值的平均值(10-2mm)

$$\bar{\tau}_0 = \sum l_i / n$$

S: 路段全部测点弯沉值的标准差 (10-2mm);

Z_{α} : 与保证率有关的系数;

n: 路段检测点的个数;

k_1, k_2 : 季节影响系数和温度影响系数。

由于城市道路路面结构使用寿命不能仅仅通过某一路段的最大弯沉值来判定, 如果所检测的路段弯沉值变化过大, 那么就需要分段进行, 通过确定各路段的代表弯沉值, 结合各路段的实际状况或差别较大的路段相邻进行分段。路面的结构强度可以采用强度系数 SSI 来表示, 具体可按式(3)计算。

$$SSI = L_0 / l_0 \quad (3)$$

式中: L_0 : 路面允许弯沉值, 取路面设计时的设计弯沉值;

l_0 : 路段代表弯沉值, 按式(2)计算。

3.4 路面抗滑能力评价

城市道路路面抗滑性能由多种因素共同影响, 一般包含路面的粗糙度、纵坡、潮湿度、平整度以及路面与汽车车轮的摩擦系数等, 路面的抗滑能力直接影响车辆的制动能力, 直接反应制动时间和制动距离, 是行车安全的重要因素之一, 影响抗滑能力的因素主要有路面的类型、构造特征、潮湿情

况、道路所在位置的纵坡、交通量、车型比和行车速度。路面抗滑性能的测定可通过制动距离法、锁轮拖车法、偏转轮拖车法和摆式仪法来进行评估。

偏转轮拖车法可以快速连续测定，在检测的过程中不会影响市政道路的正常运营。采用偏转轮拖车法测得的数据可以得到路面的抗滑性能，用侧向系数 SFC 表示，具体可按式(4)计算。

$$SFC = F_s / W \quad (4)$$

式中：F_s: 作用在试验轮胎上的侧向摩阻力，N；
W: 作用在试验轮胎上的载重，N。

3.5 交通数据采集

前面提到的几个道路性能的使用性能指标，其影响因素很多，但是最直接的影响因素属于车辆荷载的作用，为了能更好的分析路面的路用性能，损坏原因和损坏速度，就需要采集路网内各个路段的交通数据，主要是日交通量、通行路段车型比，轴载组成和交通量年平均增长率等方面。

3.6 单项加权综合评价

综合指标是通过各项路用性能评价加权后得出的，因此对于权数的选择，以及选择具有代表性的单项指标与路面类型以及路面结构构成有很大的关系。在路面的综合评价中，通常是采取单项使用性能评价指标加权后综合而成，虽然目前路面使用性能的综合评价研究很多，比如将模糊逻辑，灰色关联度组合赋权分析和人工神经网络等各种算法和模型应该到综合评价中，但是，这些模型的算法过于复杂而且模型的参数大多很难确定，这不仅不利于系统的运行，也与道路养护的实际决策过程存在明显差距，因此，采用相对简单实用的对各个单项目的使用性能评价指标进行加权综合的方法。

4 结论与讨论

4.1 主要结论

本文探讨了城市道路路面养护的特点和发展趋势，提出了一个基于 GIS 技术的城市路面养护管理系统，且未来现代化城市的道路路面养护管理系统必须以 GIS 为平台，以保证系统的运行效率。城市道路路面养护评价决策模型主要考虑现实的可操作性和工程使用性。实际上，由于人员、技术、设备和经费等方面的原因，各路段的 RQI, PCI, SSI, SFC

数据确实也较难做到及时更新，因此，路面使用性能评价的准确性会受到一定影响。但是从用户的角度，在管理工作中养护决策的确定涉及许多方面的影响因素，就目前情况而言，系统能提供一定的依据，如提供一种排序，以此作为一种评价的参考也就够用了。

4.2 不足与展望

大多数关于路面系统的研究都是针对公路项目或公路网的，而对于城市道路路面管理系统的研究大多只在理论上，国内除了少数经济条件比较好的城市能够建立相对完善的市政设施的管理系统，大部分的城市在这一方面还处于相对落后的局面。

由于城市道路关系的复杂性，每一个城市的道路空间分布上都具有不同之处，因此建立基于 GIS 的城市道路养护管理系统应该考虑城市特点。

城市交通结构复杂，对路面的管理养护管理上也会产生影响，而路面养护在实施过程中必须对城市的交通组织进行调整，特别是遇到大修工程或道路改建时。

虽然目前路面养护管理在理论基础、数据采集方法和手段都得到了大力发展，很多城市的养护状况评定的原始资料和评定结果并没有及时地进行保存。

在养护问题上缺乏主动意识，养护措施都是解决已经出现的病害问题，即大多数是矫正性养护和服务型养护，很少针对道路的预防性养护。

参考文献

- [1] 潘玉利.路面管理信息系统原理.北京:人民出版社,1998.
- [2] 宋小东,叶嘉安.地理信息系统及其在城市规划与管理中的应用.北京:科学出版社,2000.5-7.
- [3] 郑渊,郑健龙,周志刚,等.基于GIS的高速公路养护管理系统设计.公路与汽运,2004,(3),62-64.
- [4] David A. Friedrichs, WisDOT. Wisconsin's Pavement Management System: The Next Generation. 1996, 5-14.
- [5] 刘学军,徐鹏.交通地理信息系统.北京:科学出版社,2006,231-276.
- [6] 杨家勇. DEA 方法在城市道路沥青路面使用性能评价中的应用.昆明冶金高等专科学校学报,2008,24(1),51-54.
- [7] 胡霞光,王秉纲.应用遗传算法技术优化路面养护决策.公路,2002(4),121-125.
- [8] 周文献,孙立军.基于遗传神经网络的水泥路面使用性能预测.计算机应用,2005(25),280-281.
- [9] 吴贇阳.基于GIS的南京市城市道路养护管理系统的研究和开发.南京,东南大学,200.
- [10] CJJ 36-2006,城镇道路养护技术规范.
- [11] 杨雷梅.关于哈尔滨市道路维修养护中几个问题的探讨.建筑工程,192.

-
- [12] 张新长, 马林兵, 张青年. 地理信息系统数据库. 北京: 科学出版社, 2005. 应用研究. 公路交通技, 2000. 17(2), 30-32.
- [13] 杨兆升, 刘红红. 地理信息系统在交通运输规划与管理中的 [14] 陈希立. 区域道路养护决策优化方法的应用. 黑龙江交通科技, 2008(8), 97-98.