

文章编号: 1002-0268 (2007) 04-0054-04

城市道路路面状况评价指标模型的探讨

符铨砂¹, 谷莉²

(1. 华南理工大学 交通学院, 广东 广州 510640; 2. 湖南省高速公路管理局, 湖南 长沙 410001)

摘要: 在阐述城市路面管理系统发展现状的基础上, 分析了城市道路路面使用性能的各单项评价指标及综合评价模型和方法在路面使用性能评价上的不足, 对各单项评价指标模型进行了改进, 统一了各个指标的值域范围, 使得各个分项指标同综合指标的值域一致。改进后的模型具有统一的值域范围, 不仅能适用于单项指标的评价, 也满足了综合评价指标计算的需要。另外根据城市快速路和城市一般道路路面使用和状况评价的侧重点不同, 分别建立了路面综合评价指标, 以适应不同功能、地位的城市道路路面综合评价, 为建立城市道路路面状况综合评价模型提供了新的思路。

关键词: 道路工程; 城市道路; 路面综合评价模型; 路面管理系统; 统一值域; 路面状况评价指标

中图分类号: U412.37

文献标识码: A

Discussion about Urban Pavement Condition Evaluation Index

FU Xin-sha¹, GU Li²

(1. School of transportation, South China University of Technology, Guangdong Guangzhou 510640, China;

2. Hunan Expressway Administration, Hunan Changsha 410001, China)

Abstract: Based on expounding the developmental status of the urban road pavement management system, the study report analyzed the deficiency of the evaluating indicators and synthetical evaluating model of urban road pavement serviceability in pavement service performance evaluation, and modified part of the evaluating models. By integrating these evaluating indicators, the modified models have indicators with unified ranges, they are not only applicable to individual evaluation, but also to refined calculation of integrated evaluating index. In addition, in allusion to the limitations and deficiencies of the present evaluating models, some new ideas and methods are put forward for the pavement management, integrating those ideas and methods into the highway engineering expertise system and putting forward the different synthetical evaluating indexes applicable to the evaluation of different roads according to the different types of the urban road, in order to adapted to the different functional requirements.

Key words: road engineering; urban road; pavement condition integrated evaluation model; pavement management system; uniform range; pavement condition evaluation index

城市道路是城市基础设施的重要组成部分, 管好城市道路能为人们提供良好的出行环境和市容环境。随着城市建设的飞速发展, 城市道路网规模也越来越大, 道桥维修养护的信息量与日俱增。在路面养护管理工作中只靠表面观察、手写笔抄、凭经验决策的传统工作模式已无法适应现代化城市道路养护管理的要求, 人工处理信息的滞后与城市道路维修的及时性之间的矛盾日益突出, 决策的科学性、经济合理性受到挑战。城市道路管理必须依靠计算机辅助管理等先进的管理手段, 才能实现管理水平的不断提高^[1~4]。路

面管理系统的核心是路面的评价指标和评价模型, 本文结合广州市路面桥梁及排水设施管理系统项目的研究^[5], 就路面管理系统中的评价指标及评价模型进行探讨。

1 路面管理系统概况

不同专家对路面管理系统 (Pavement Management System) 提出了不同的定义。美国在 AASHTO 路面管理系统指南中^[6], 把 PMS 定义为: 用于决策者在公路评价养护中寻求投资有效分配方案 (Cost-Effect)

收稿日期: 2005-11-11

作者简介: 符铨砂 (1955-), 男, 湖南长沙人, 教授, 研究方向为道路设计理论与方法. (fuxinsha@163.com)

的工具。澳大利亚道路研究所把 PMS 定义成: 用于优化利用路面养护可用资源, 包含信息采集、信息分析和方案决策的管理方法 (Mulholland, 1991)^[7]。一般来说 PMS 是通过道路经济和道路条件的宏观分析, 预测路面管理的最佳养护预算投资, 并在最佳养护预算等各种因素限制下, 综合道路网的气象条件、交通条件、地形和地质等条件, 寻求道路养护管理最佳战略决策。

城市路面管理系统是为城市道路路况进行评价、预测和决策服务的综合路面管理系统。城市路面管理系统从功能上划分一般有数据采集系统、数据库管理系统、道路路况评价、预测分析系统和道路养护决策支持等部分组成, 如图 1 所示。

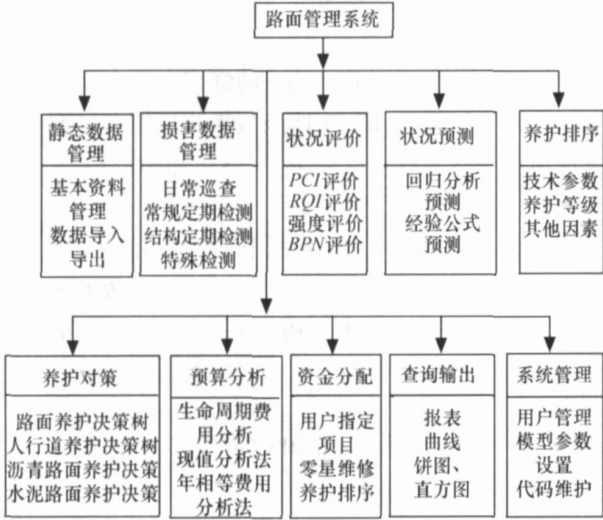


图 1 广州市城市道路路面管理系统的功能组成

Fig. 1 The functional composition of the PMS
for Guangzhou urban road

2 路面状况评价指标模型的分析

路面管理系统研究的对象是路网内的道路, 主要关心的是路面的使用性能及其变化趋势, 而路面使用性能表现在路面的状况好坏。对路面状况进行评价实际是对影响路面使用性能的因素进行分析, 以确定路面使用性能的代表指标, 是路面的客观性能在管理者头脑中的主观反映, 其目的是确定现实路面功能与期望功能之间的偏差并分析其原因, 为养护对策的确定提供依据。

评价指标通常有单指标评价和综合指标评价两种方法, 单指标是对某一路面性能进行评价, 综合指标则是对路面的综合性能做出总体评价。目前, 国内外从整体评价角度对路面使用性能进行评价的单项指标主要有: 路面损坏状况指标, 用于评价路面的破损状

况; 路面功能性能指标, 用于评价道路的行驶质量水平; 路面结构强度指标, 用于评价道路的结构承载能力; 路面安全性能指标, 用于评价路面的抗滑性能; 而对于城市道路的路面管理系统还需要进行人行道质量的评价。路面综合评价指标一般是通过一定的加权方式将单项指标组合而成。

2.1 路面状况评价模型

2.1.1 路面损坏状况指标

路面的破损一般分为裂缝类、松散类、变形类及其他类。建设部的《城市道路养护技术规范》(CJJ36-1996, 以下简称《规范》) 中推荐使用 *PCI* 指标模型来表征道路路面的多种破损类型和严重程度^[8], 计算公式为

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m DP_{ij} \omega_{ij}, \tag{1}$$

式中, DP_{ij} 为第 i 类损坏中的第 j 单项损坏类型的单项扣分值; ω_{ij} 为第 i 类损坏中的第 j 单项损坏类型的单项权重; n 为单类损坏类型数; m 为某单类损坏所包含的单项损坏类型数。

该模型认为 *PCI* 值只与路面损坏有关, 是比较适合我国城市道路管理现状的。*PCI* 评价方法思路清晰、简便易行、易于操作, 其路面破损状况和扣分及权重等关系描述清楚, 容易被路面养护工程师理解和接受。尤其是该模型对于不同人员或不同的路面状况检查组所做的路况检查, 其路况评价结果具有高度的可再现性, 即当正确地遵循路面检查要求和方法采集路面状况数据时, 如果两个不同的人或不同的组对同一道路路面单元进行相互独立的评价, 那么其评价结果具有可比性。目前 *PCI* 在国内外路面管理系统中得到广泛应用, 其指标和评价模型等也日趋成熟。*PCI* 值域是 0~ 100, 值越大表明路面状况越好。

2.1.2 路面功能性能指标

路面平整度是用来评价道路服务性能的, 它是与行车舒适性有关的指标, 也是与道路使用者密切相关的指标, 所以《规范》推荐采用行驶质量指数 *RQI* 来评价^[8], 计算公式为

$$PQI = 4.98 - 0.34 \cdot IRI, \tag{2}$$

式中, *RQI* 为行驶质量指数, 取值范围为 0~ 5, 值越大, 行驶质量越好; *IRI* 为国际平整度指标, 由颠簸累积值转换得到的。

2.1.3 路面结构强度评价模型

《规范》推荐使用沥青路面直接测量的路表回弹弯沉值来评价其路面结构强度, 其值一般在 21~ 126 之间, 值越小路面结构强度越高, 承受交通流量的能力也

就越大。但在实际应用中,特别是《公路养护技术规范》(JTJ073-96)仍采用路面强度系数 SSI 来表征路面的结构强度,其取值范围一般在 1.20~0.4 之间^[9]。

2.1.4 路面安全性能指标

路面安全性能主要是指路面的抗滑能力。沥青路面的抗滑能力一般是以摆值 (BPN) 或横向力系数 (SFC) 表示,两者之间存在相互转换的关系,见式(3)。

采用摆式仪法: $SFC = 0.008 \cdot 4BNP$ 。 (3)

由于目前我国城市路网中,车辆行驶的速度较低(据调查,其一般平均速度为 20 km/h),这种车速对路面的抗滑性能要求很低,但对于城市中的快速路等汽车专用公路,由于车流速度高,则要求路面保持较高的摩擦系数。因此在城市道路路面管理系统中,只需考虑对快速路和环城高速路进行抗滑性能评价,而其他道路的抗滑性能评价可以忽略不计。

2.1.5 路面综合评价模型

《规范》中推荐采用路面综合评价指标模型 PQI_1 来对路面进行总体评价,它是路面损坏、行驶质量的函数,不包括强度和抗滑力的影响。 PQI_1 的公式为

$$PQI_1 = T \cdot \omega_1 \cdot RQI + \omega_2 \cdot PCI, \quad (4)$$

式中, PQI_1 为综合评价指数,数值范围为 0~100; T 为 RQI 分值转换系数, $T = 20$; ω_1 、 ω_2 分别为 RQI 、 PCI 的权重。

2.2 模型的分析

城市道路路面管理系统不仅仅是管理城市路网中的主干道、次干道和支路,它的范围还将涵盖路网中的快速路和环城高速。故而仅仅只由式(4)来对所有道路路面进行总体评价是不全面的。所以,我们可以结合《公路养护技术规范》(JTJ073-96)中推荐采用的综合评价指数 PQI_2 来进行路面的综合评价,即

$$PQI_2 = p_1 \cdot PCI + p_2 \cdot RQI + p_3 \cdot SSI + p_4 \cdot SFC, \quad (5)$$

式中, PQI_2 为综合评价指数; p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 为相应指标的权重,且 $p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1$ 。

PQI_1 模型与 PQI_2 模型是根据评价中不同的侧重点来建立的,因此,需要根据城市中不同的道路、不同的评价要求来应用这两个推荐模型,可以分别采用,也可以采用权重的形式来表示,公式为

$$PQI = \omega_1 \cdot PQI_1 + \omega_2 \cdot PQI_2, \quad (6)$$

式中, ω_1 、 ω_2 为相应指标的权重值。

因此,在快速路和环城高速路采用式(5)来评价,或是在该类型的道路上取较大的 ω_1 值;其他类型的城市道路则可以采用式(4),或取较大的 ω_2 值。

但是从 2.1.1~2.1.5 可以看出, PCI 的值域为 0

~100; RQI 的值域为 0~5; SSI 的最大值大于 1.2,最小值小于 0.4; SFC 的最大值为大于 0.42,最小值小于 0.34 (只针对城市的快速路和环城高速); PQI 的值域范围为 0~100。这样,4 个分项指标和综合指标没有统一的值域范围,因而不能直接由各分项指标数值加权求得综合评价指标值,故在式(4)中采用了分值转换系数 T ,其目的是将 RQI 的值域与 PCI 的值域统一起来,减少误差,避免造成评价等级的不正确。

根据上面的分析,在结合式(5)对路网中不同类型的道路进行综合评价时,首先就要将 4 个分项指标与综合指标的值域统一起来,才能得出比较合理的评价结果。为此,本文对部分指标模型进行了改进,以统一值域,克服某些模型自身结构的缺陷。

2.3 分项指标模型的改进

从数学方法上将值域统一的常规方法有两种,即利用线性分段函数和非线性函数来改进原有模型。本文选用非线性函数来改进 RQI 、 SSI 和 SFC 模型。

(1) RQI 改进模型

根据《规范》中 IRI 数据和评定标准可知, RQI 改进模型应满足的条件为: $IRI = 0$ 时, $RQI = 100$; $IRI \leq 4.1$ 时, $RQI \geq 90$; $IRI > 8.3$ 时, $RQI < 60$ 。由此建立的非线性模型为

$$RQI = \frac{100}{1 + 0.0185e^{\frac{1}{0.4377IRI}}}. \quad (7)$$

(2) SSI 改进模型

参考《规范》中 SSI 数据与路面状况优、良、中、可、差的关系,可以假设 $SSI \geq 1.2$ 时, SSI' 取 100 分; $SSI < 0.4$ 时, SSI' 取 40 分;其他取中间值。由此建立的非线性模型(值域为 0~100)为

$$SSI' = \frac{100}{1 + 15.71e^{-5.19SSI}}. \quad (8)$$

(3) SFC 改进模型

参考《规范》中 SFC 数据与评定标准,可以合理假设,当 $SFC \geq 0.42$ 时, $SFC' \geq 90$; 当 $SFC < 0.30$ 时, $SFC' < 60$;其他取中值。经对实测数据进行归类、统计、分析,建立如下的非线性模型(值域为 0~100)为

$$SFC' = \frac{100}{1 + 58.78e^{-14.94SFC}}. \quad (9)$$

将上述改进过的模型直接代入到式(5)与式(6)中就能对路面进行合理的总体评价。

3 结语

本文在充分考虑城市道路的行车特点及对路面使

用性能的要求的基础上, 分析了各单项评价模型在道路路面使用性能评价上的不适之处, 对单项评价指标模型进行了改进, 统一了各个指标的值域范围, 使得各个分项指标同综合指标的值域一致。这不仅能适用于单项指标的评价, 也满足了综合评价指标计算的需要。本文根据城市快速路和城市一般道路路面使用和状况评价的侧重点不同, 分别建立的路面综合评价指标, 为建立城市道路路面状况综合评价模型进行了有益的探索。这些评价模型的分析研究是城市道路路面养护决策的前提和基础, 也是路面管理系统的核心。本文的研究虽然是结合广州市城市路面管理系统的开发进行的, 但是其本身具有通用性和实用性, 也可以为其他城市的路面管理系统开发提供参考。

参考文献:

[1] 姚祖康. 路面管理系统 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1993.

(上接第 49 页)

(3) 参加比对试验的各实验室的各试验项目的实验室间一致性统计量和实验室内一致性统计量大部分不超出要求的临界值范围, 说明各实验室之间的一致性较好。但也有个别实验室超标, 说明个别实验室之间的一致性尚不够良好, 需要进一步校准。

参考文献:

[1] ASTM Standards: E 177, Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Method [S].

[2] ASTM Adjuncts: E 691, Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method [S].

[2] 潘玉利. 路面管理系统原理 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.

[3] 陈珍, 靳迎. 路面管理系统 CPNS 在广东省沥青路面上的应用 [J]. 公路交通科技, 1995, 12 (3): 64- 68.

[4] 刘青洋, 关绍裘. 路面管理系统在广州城市道路养护管理中的应用研究 [J]. 市政设施管理, 1999 (12): 8- 9.

[5] 广州市路面桥梁及排水设施管理系统需求分析报告 [R]. 广州市路面桥梁及排水设施管理系统项目组, 2005.

[6] AASHTO, Guidelines for pavement management systems [S]. 1990.

[7] MULHOLLAND P J. Pavement Management System (PMS) for local Government guidelines report [R]. Research report ARR 188, Australia: Australian Road Research Board (ARRB), 1991.

[8] CJJ36-90, 城市道路养护技术规范 [S].

[9] JTJ073-96, 公路养护技术规范 [S].

[3] AMRL Procedure for Preparing Hot Mix Gyratory Proficiency Samples [Z]. 1998.

[4] AMRL Hot Mix Asphalt Gyratory Proficiency Sample Program Final Report [Z]. 2003.

[5] AASHTO M312-03, Preparing and Determining the Density of Hot Mix Asphalt (HMA) by Means [S].

[6] Asphalt Pavement Quality Control/Quality Assurance Programs in The United States [C] // Annual Meeting of the Transportation Research Board 2003.

[7] Hot-Mix Asphalt Paving, handbook of USA [Z]. 2002.

[8] A Quantification and Evaluation of WSDOT's Hot Mix Asphalt Concrete Statistical Acceptance Specification [R]. Washington D C: Washington State Transportation Commission, 2001.