

# 路面管理和 管理系统

资建民 主编

华南理工大学出版社

# 路面管理和管理系统

资建民 主编

华南理工大学出版社

·广州·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

路面管理和管理系统/资建民主编. —广州: 华南理工大学出版社, 2003.3  
ISBN 7-5623-1921-9

I. 路… II. 资… III. 路面—道路工程—计算机管理系统 IV. U416.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 015192 号

总 发 行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行部电话: 020-87113487 87111048 (传真)

E-mail: [scut202@scut.edu.cn](mailto:scut202@scut.edu.cn)

<http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑: 黄丽谊

印 刷 者: 中山市新华印刷厂有限公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 8.5 字数: 202 千

版 次: 2003 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1~3000 册

定 价: 15.00 元

**版权所有 盗版必究**

## 前 言

20 世纪 70 年代,公路研究工作者的重要贡献之一就是提出了路面管理系统的概念,并在 25 年内迅速发展和推广到了几乎所有的国家。路面管理系统探讨如何运用现代管理科学的理论、系统分析的方法和计算机运算手段,为路面工程各管理部门提供科学的分析工具和方法,以便更有效地使用有限的资源,提供具有足够服务水平的路面,做出科学的管理和决策。由于其具有很明显的经济和社会效益,从而引起了各国道路管理和研究部门的极大兴趣和投入,在较短的时间内便有了很大的进展,不但在理论和方法上日趋成熟,而且在很多国家和地区得到了应用和发展。我国从 1984 年引进英国的 BSM 系统开始,经过“七五”国家重点攻关,“八五”、“九五”重点推广,建立了我国的干线公路路面评价养护系统,许多省市地区的公路和市政部门也根据各自的实际情况,开发了具有地方特点的路面管理或养护系统,取得了较大的成就。

本课程的开设及教材的编写,适应了我国目前道路建设快速发展但管理工作相对滞后而急需加强与提高的需要。本教材将介绍国外在路面管理及路面管理系统方面的最新动态及国内目前的情况,并对国外有代表性的路面管理体制系统进行适当介绍。通过本课程的学习,使学生了解路面管理的全过程,并掌握路面状况数据采集、路面状况评价的基本方法以及路面管理系统的结构和系统形成的方法,以提高新时期大学生的综合素质和计算机的应用能力,建立系统工程的基本概念。

本教材第 4 章由湖北工学院范瑛编写,第 5 章由华中科技大学罗君君编写,其他各章由华中科技大学资建民编写。

鉴于编者的学识水平和实践经验有限,书中难免有不当和疏漏之处,恳请各位同行、专家及读者不吝赐教,不胜感谢。

编 者

2002.12

# 目 录

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 第1章 概论 .....               | ( 1 ) |
| 1.1 路面管理和路面管理系统 .....      | ( 1 ) |
| 1.2 路面管理系统的组成和作用 .....     | ( 3 ) |
| 1.3 路面管理系统的发展与研究现状 .....   | ( 7 ) |
| 第2章 路面使用状况数据调查 .....       | ( 9 ) |
| 2.1 路面使用性能 .....           | ( 9 ) |
| 2.2 路面行驶质量调查 .....         | (10)  |
| 2.3 路面损坏与损坏调查 .....        | (12)  |
| 2.4 路面结构承载能力测定 .....       | (16)  |
| 2.5 路面抗滑性能测定 .....         | (19)  |
| 2.6 交通数据的采集 .....          | (23)  |
| 2.7 路面状况调查数据整理 .....       | (26)  |
| 第3章 路面使用性能评价 .....         | (29)  |
| 3.1 路面行驶质量评价 .....         | (29)  |
| 3.2 路面损坏状况评价 .....         | (30)  |
| 3.3 路面结构承载能力评价 .....       | (32)  |
| 3.4 路面抗滑能力评价 .....         | (33)  |
| 3.5 路面使用性能综合评价 .....       | (34)  |
| 第4章 路面使用性能预测 .....         | (37)  |
| 4.1 预测的目的和常用的预测方法 .....    | (37)  |
| 4.2 路面使用性能预测模型 .....       | (38)  |
| 4.3 路面使用性能模型的建模方法与技术 ..... | (44)  |
| 第5章 经济效益分析 .....           | (60)  |
| 5.1 费用与效益分析 .....          | (60)  |
| 5.2 经济分析方法与指标 .....        | (62)  |
| 5.3 路面寿命周期费用分析 .....       | (67)  |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| <b>第6章 路面养护决策</b>             | (75)  |
| 6.1 路面养护决策的过程及历史              | (75)  |
| 6.2 养护需求项目选择                  | (77)  |
| 6.3 排序方法                      | (80)  |
| 6.4 优化决策模型及方法                 | (87)  |
| <b>第7章 路面管理系统的建立和实施</b>       | (99)  |
| 7.1 路面管理系统建立和实施的步骤            | (99)  |
| 7.2 系统的结构                     | (100) |
| 7.3 网级路面管理系统                  | (107) |
| 7.4 项目级路面管理系统                 | (123) |
| 7.5 路面管理系统实例——美国亚利桑那州路面管理系统简介 | (125) |
| <b>参考文献</b>                   | (128) |

# 第1章 概 论

随着汽车工业的飞速发展，道路已成为绝大多数国家的经济命脉，道路运输是国民经济发展的一种不可缺少的重要运输手段。路面又是道路最重要的组成部分和最主要的工程结构物，其投资在整个道路建设费用中所占比例，通常可达10%~30%，是一笔极为可观的资产。路面状况的好坏将直接影响整个道路系统在汽车运输中的社会效益和国民经济的发展。

## 1.1 路面管理和路面管理系统

路面使用过程中，在交通荷载和自然环境因素的反复综合作用下，其使用性能将逐渐衰退，最终达到不能满足使用要求的状态。路面使用性能衰退到一定程度后，将影响汽车的行驶速度、旅行时间、行驶安全并增加道路运输费用。因此，在路面使用期内，仍需投入大量资金来维护、保养或改建路面，使之保持一定的使用性能以满足使用要求。因此，在现有路网的日常管理中，路面管理是最重要的管理内容，它需要考虑怎样将有限的资金分配到最需要采取措施并能取得最佳效果的路段上，使现有的路网保持合理的服务水平。

路面管理工作的基本内容包括规划、设计、施工、养护、路况监测和评价及研究等方面。其相互关系如图1-1所示。

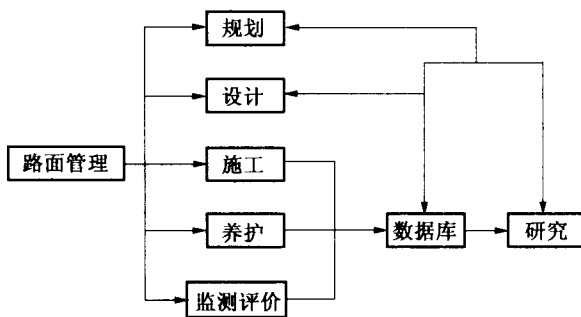


图 1-1 路面管理的内容及其相互关系

路面管理工作分属于不同的管理层次。如规划活动主要指整个路网的投资决策和计划安排，而设计或施工活动则涉及到各个工程项目的技术管理。实际上各个道路管理部门的日常工作，就是不断地做出与路面有关的各项管理决定，并加以实施。它们包括如下的工作内容：

- (1) 规划。评价现有路网的不足，提出需改善的项目，建立改善项目的优先排序，制

订计划并编制预算。

(2) 设计。收集原材料、交通、环境、费用等数据,提出设计方案,进行结构分析和经济评价后提出费用-效果最佳方案。

(3) 施工。编制招标文件,提出施工要点、编制施工计划、控制施工质量。

(4) 养护。提出养护要点,编制养护计划。

(5) 监测和评价。确定控制或评价路段,定期监测路况变化。

各个道路管理部门都必须考虑如何得到投资并决定如何使用所得到的资金,由此需要对现有路网内路面的使用性能进行监测和评价,从而确定需要投资的项目,并将有限的投资按优先次序用于尽可能多的项目。需要投资的项目及其优先次序的确定,则可采用不同的标准和方法。

项目优先次序安排的主要依据是该项目的使用性能或服务水平现状。而路面的现有状况则显然与其结构、荷载、环境和其他因素等历史状况有关,它是以前的某些管理决策的结果。同样,目前所做出的管理决策也将对未来的路面状况产生影响。因此,在做出管理决策时既要考虑它们的直接影响,也须预期它们对未来的影响。

在申请投资的过程中,除了以路面的现状和需要作为依据外,还应对投资的效益进行分析和论证。投资一定时,路网的服务能力或路况将会得到多大的改善;增加或减少投资额,对今后的路况和投资会有什么影响。

上述分析表明,管理部门在进行管理决策时需要对所采取行动的后果做出预估。当采用某些特定的方法进行预估时,应能对预估方法的可靠性进行分析,以确定预估方法中哪些部分需要修正,从而不断地更新和改善预估方法,使之逐步吻合实际。

在路面管理过程中,路况的评价与预测、计划的制订、资金的合理调配等问题,涉及到许多部门和环节,每个环节之间都是相互联系、相互制约的。这种联系和制约在空间轴和时间轴上同时得到反映。采用什么样的评价标准,采用什么类型的对策和方法,现有路网应维持在什么水平上,资金如何分配等等,又都与管理人员的价值观密切相关。

因此可见,路面管理即是协调和控制与路面有关各项活动的一系列过程,其目的是使路面管理部门通过这一过程能有效地使用资源(资金、劳力、机具设备、材料、能源等),并以最低的资源消耗,提供并维持在预定使用期内具有足够服务水平的路面。

而路面管理系统(Pavement Management System,简称 PMS)则是通过系统分析的方法,综合考虑技术、经济、社会和政治等各方面因素,协调各项路面管理活动,促使路面管理过程系统化。

不同的国家,甚至同一国家内不同的研究人员,对路面管理系统有不同的定义。美国 AASHTO 路面管理系统指南将 PMS 定义为:用于决策者在公路养护评价中寻找有效投资分配方案的工具。澳大利亚道路研究所则认为:PMS 是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,并把 PMS 分为网级系统和项目级系统两个不同的层次。

路面管理系统不仅包含路面专业领域知识,而且渗透着管理人员的价值观念,是利用系统分析的方法将它们进行综合的运用。随着环境的变化、时间的推移,管理人员的价值观念也在不断地变化,而且不同的人有不同的价值观念。采用何种价值标准、何种类型的

对策方法,路网状况应维持在何种水平上以及资金分配原则等,都将受到管理人员的价值观念的影响。因此,在路面管理过程中必须采用系统分析的方法来分析和协调、管理各个过程,以达到资金与资源最佳使用的目的。

## 1.2 路面管理系统的组成和作用

路面管理系统的运行一般都是通过调查尽可能多地获得有关路面状况及其他数据,进行路面状况的评价,根据评价结果按一定的原则确定养护对策,制定养护计划。并且通过路况预测来达到对策优化,以实现养护资金和资源的最佳利用的管理目的。路面管理系统可划分为网级管理系统和项目级管理系统,分别适应不同管理层次的需要,具有不同的功能和结构。项目级路面管理系统针对某一具体路面养护维修策略,网级管理系统则着眼于整个路网。不同层次的管理系统在内容和结构上各有侧重,但都包括了路面状况数据采集、现状分析、未来预测、对策选择和系统实施等过程,需应用多门学科的知识,即以路面工程为基础,以系统工程为指导并吸收管理学科的研究成果,应用计算机学科的新方法,综合形成用于路面管理决策的辅助决策系统。

### 1.2.1 网级路面管理系统

网级路面管理系统的范围,包括一个地区(省或市)的公路网或一大批工程项目。其主要任务是为管理部门在进行关键性的行政决策时提供对策。它们包括如下功能:

- (1) 路况分析。对路网内路面现状进行分析评价并对路面状况的变化进行预估分析。
- (2) 路网规划。根据路况分析的结果,确定路网内需要养护、改建和新建的项目。
- (3) 优化排序。根据预定标准、约束条件决定项目应进行养护、改建和新建的时间,各项目的优先排序,制定维修计划。
- (4) 经济分析。分析确定使路网达到不同的预定服务水平时,各年度所需的投资额。
- (5) 计划实施。根据上述分析结果,进行各行政区域或不同等级道路的养护、改建和新建之间的资源分配,并积累实施计划后的反馈信息。

#### 1.2.1.1 基本输入要素

网级路面管理系统在管理方面和工程方面均需要输入一定的基本要素,方能具有以上各项功能。

管理方面的输入要素包括如下几方面:

- (1) 使用性能标准和目标。为路网内各项目规定使用性能(行驶质量、损坏程度、结构强度和抗滑能力)的最低要求,预定路网使用性能应达到的总体水平等。
- (2) 政策约束条件。项目优先排序的特定原则,事先规定的地区投资分配比例或养护、改建和新建项目投资分配比例等。
- (3) 预算约束条件。各年度可用于路面工程的资金等。

工程方面的输入要素包括如下几个方面:

- (1) 路面现有状况。通过路况监测系统定期采集到的路面使用性能数据(平整度,路况、弯沉、抗滑指数等)以及依据这些数据所做出的路况现有水平评价。

(2) 养护和改建对策。为不同类型和不同路况的路面,按当地的经验、条件和政策,制定出若干典型的养护和改建对策,供选择对策方案时参考。

(3) 路面使用性能预估模型。建立各类路面(包括采取各种养护和改建措施后)的使用性能随时间或交通荷载作用而变化的关系,据以分析比较各种对策方案的效果,以期得到最佳对策。

(4) 费用模型。通常包括建设费用、养护费用 and 用户费用部分。建筑费用是指新建或改建时的一次性投资费用。养护费用指路面在使用期间的日常维护费。用户费用则是使用道路者所担负的运行费、行程时间费和延误费等。它反映了公路部门提供的投资和服务水平所产生的直接社会效益。

#### 1.2.1.2 分析结果输出

上述管理方面和工程方面的输入要素为系统分析提供了基础。建立管理系统的主要目的之一是提供最佳的路网养护和改建对策。这些对策能使整个路网在预算受约束的条件下维持最高的路况(服务)水平,或者使整个路网在满足最低使用性能标准的条件下所需的投资最少。为了实现这一目标,可以采用不同的优先规划或优化方法,从最简单的排序方法到利用数学规划模型考虑时序影响的全面优化方法。

优化分析的结果可为路网提供养护和改建项目的优先排序表。据此,可以编制年度计划、中长期规划和财务计划,即:

- (1) 年度改建、养护或改建和养护综合计划;
- (2) 中长期改建、养护或改建和养护综合规划;
- (3) 财务计划或规划。

#### 1.2.1.3 数据库

路面管理系统必须建立在大量信息的基础上,以数据作为支承。这样,才能使系统提出的对策具有客观性和针对性。因而,系统须包含一个数据管理系统。它由监测(数据采集)系统和数据库两部分组成。路况监测的主要工作是定期采集路面使用性能参数和交通参数。而数据库则为数据的检索和储存提供方便,它通常包含下述4类信息:

- (1) 设计和施工数据。道路等级、几何参数、路面结构和厚度、所用材料及其性质试验结果、路基土的性质及试验结果等。
  - (2) 养护和改建数据。曾采取过的养护和改建措施的类型、日期和费用等。
  - (3) 路面使用性能数据。主要包括行驶质量、路面损坏状况、结构强度和抗滑能力参数等的定期测定结果。
  - (4) 其他。环境(降水、温度等)、交通(日交通量,标准轴载作用次数)和单价等。
- 网级路面管理系统各部分之间的关系可用图 1-2 表示。

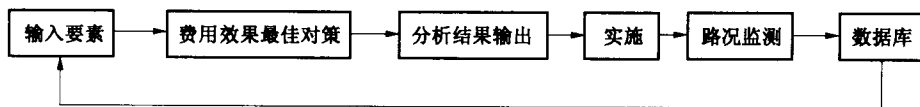


图 1-2 网级路面管理系统

### 1.2.2 项目级路面管理系统

项目级路面管理系统仅针对一个具体的工程项目。其主要任务是为管理部门对某一工程进行技术决策时提供对策,以选择费用-效果最佳的方案。

#### 1.2.2.1 项目级系统和网级系统之间的关系

由网级路面管理系统的输出得到的某一计划项目的目标,包括措施目标(采取哪一类养护、改建或新建措施)、费用目标(可得到的最高投资额)和使用性能目标(在预定期限内应具有的使用性能指标)3个方面。这3个方面的目标便是项目级方案的约束条件。

项目级路面管理系统根据网级系统所给定的约束条件,将该计划项目有关的设计、施工、养护和改建活动组织协调在一起进行分析和考虑,最终得出分析期内的费用-效益最佳方案。实现这一功能的直接方式就是建立项目级路面管理系统。

#### 1.2.2.2 基本输入要素

项目级路面管理系统的基本输入要素主要指从网级系统输出的约束条件和路面状况数据。

从网级路面管理系统的输出,可以得到某一计划项目的目标(措施、费用及使用性能)。该目标便是项目级方案的约束条件。

通过对路面状况数据的采集和分析,可以建立路面结构分析模型、使用性能预估模型和经济分析及评价模型。

由上述分析可知,无论是网级还是项目级路面管理系统,均包含以下基本的输入要素:

##### (1) 道路使用性能状况日常检查和数据库管理系统

采集、贮存、处理、检索路面管理系统所需的各种数据,包括各项结构设计数据、施工数据、养护改建历史数据、使用性能状况数据、费用数据、交通环境数据等。数据的准确程度直接影响到路面管理系统的运行质量。因此,它是路面管理系统的核心。

##### (2) 使用性能评价模型

依据采集来的数据,选择能反映道路设计结构特点、功能特点、服务特点、管理特点的指标,按照一定的标准进行评定,其结果是进行道路设施养护对策分析、需求分析以及项目优化排序的重要依据。

##### (3) 养护对策模型

依据技术状况,综合考虑技术、材料和环境、经济等因素,选择技术先进、经济合理的对策方案。

##### (4) 工程设施使用性能预估模型

从资源合理分配的角度出发,结合上述的各个模型考虑各项道路工程设施在寿命周期内的费用与效益情况,利用多目标决策和数学规划原理,将有限的道路养护维修资金进行合理分配,尽可能地提供最好服务水平的道路设施。它是进行项目规划和排序的重要依据之一。

### 1.2.3 路面管理活动的通用结构

路面管理活动的通用结构包括数据、决策标准、分析、选择和实施5个方面,不同层

次的路面管理系统的通用结构是一致的,但每个项目的具体内容有所不同,详见表 1-1。

表 1-1 路面管理活动(决策)的通用结构

| 管理活动 | 网级系统(行政和技术决策)                                           | 项目级系统(技术管理决策)                                          |
|------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 数 据  | 1. 路段划分<br>2. 数据采集(使用性能及其他)<br>3. 数据处理                  | 1. 详细数据采集(结构、材料、交通、气候、价格)<br>2. 子路段划分<br>3. 数据处理       |
| 决策标准 | 1. 最低服务能力、抗滑指数、结构能力、最大损坏<br>2. 方案选择标准:效益最大、费用-效果最佳      | 1. 最大不平整、最小结构能力、最小抗滑指数<br>2. 最大项目费用<br>3. 方案选择标准:总费用最低 |
| 分 析  | 1. 目前需要、性能预估、将来需要<br>2. 养护改建方案、技术经济评价<br>3. 优序分析、预算方案评价 | 1. 项目方案<br>2. 试验和技术分析<br>3. 寿命周期费用分析                   |
| 选 择  | 1. 改建项目的优序计划<br>2. 养护计划                                 | 1. 项目最佳方案(新建或改建)<br>2. 养护措施                            |
| 实 施  | 1. 日程计划、合同<br>2. 计划实施的监督<br>3. 预算和财务计划变更                | 1. 施工:施工记录、合同监督<br>2. 养护:养护管理和记录                       |

#### 1.2.4 路面管理系统的作用和效益

路面管理系统的建立和实施的作用与效益可表现在如下几方面:

(1) 可以利用由监测系统采集到的客观资料说明路面的现有状况,以便及时采取适当的措施。

(2) 可迅速、及时地查询有关管理信息、数据、资料等,利用客观的数据来分析解决日常管理工作中所遇到的问题,提高决策的科学性和效率。

(3) 可以利用具有一定可靠度的路面使用性能预估模型来预测各种养护改建对策的后效,以及路网内路况今后的发展变化情况。

(4) 可以利用客观的数据作为申请投资的依据,并可论证不同的投资水平对路网状况和服务水平的影响。

(5) 为合理有效地分配投资及其他资源提供费用-效果最佳方案。

(6) 可合理评价各种设计方案,选择费用-效果最佳方案。

(7) 利用监测系统采集到的数据可考察和评价设计、施工和养护工作,为改善和更新设计、施工、养护方法及规范的修订提供依据。

(8) 路面管理系统的实施将带来管理方式和观念上的更新。

### 1.3 路面管理系统的发展与研究现状

路面管理系统的研究起源于加拿大,其初衷是试图解决路面设计中的一些问题。1966年,美国全国公路合作研究计划(NCHRP)提出了改善路面设计方法的研究课题,在路面设计中引入了系统分析的方法,并首先提出了路面设计系统的概念。它试图解决道路工程中的规划、设计、施工和养护等一系列问题。

#### 1.3.1 路面设计系统

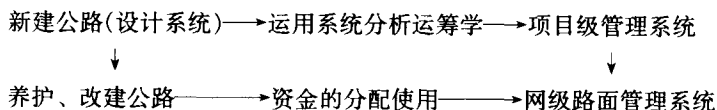
路面设计系统的使用使道路设计者认识到,施工质量的控制水平和路面使用周期内的养护水平,对于所设计的路面结构是否具有预期的使用性能或使用寿命有重大的影响,预期的使用性能或使用寿命是否符合实际,也须通过对使用期内的路面状况进行定期的监测和评价予以检验,设计系统应能在系统中很好地反映出这些因素的影响。同时,路面设计还应考虑分析期内可能采用的各种修建方案,这些方案包括各种初期修建、养护和改建措施的不同组合。因此,设计系统应包含使用性能预估、经济分析和优化分析等组成部分,以便能通过分析比较得到费用-效果最佳的方案。

#### 1.3.2 从路面设计系统到路面管理系统

20世纪70年代初期,许多研究者致力于建立和改善路面设计系统,将系统分析过程和运筹学引入路面设计系统(如柔性路面设计系统FPS和路面系统分析方法SAMP等),并在设计系统的逐步完善过程中将其扩展成为项目级路面管理系统。

网级路面管理系统的建立与实施,得益于发达国家公路管理部门工作重点的转变,从20世纪70年代开始,公路管理部门的工作从扩展公路网及新建公路转变到养护、维修、改建、改善现有公路网。由于养护和改建得到重视,投资比例也得到增加,公路管理部门的工作重点转变成为合理分配和使用养护及改建资金,使路网具有尽可能好的使用性能和服务水平,从而使研究工作实现了由项目级路面管理系统到网级路面管理系统的转变。

从路面设计系统到网级路面管理系统的发展过程可表示如下:



现代管理方法在这一时期的重大发展为路面管理系统的建立提供了理论基础,计算机技术的迅速发展则为之提供了高效率的工具。平整度仪、弯沉仪、抗滑系数仪等一系列路面使用性能量测仪器的研制和改进,为数据采集和路况评价,也即为路面管理决策提供了支持信息。世界银行等单位在路面状况和车辆营运费之间建立了定量的关系,从而为计算效益,进行经济分析,选择费用-效果最佳方案提供了可能性。上述各方面的进展都大大推动了路面管理系统的发展。

### 1.3.3 路面管理系统的发展与研究现状

从 20 世纪 70 年代后期开始, 美国和加拿大的许多州和省相继建立和实施网级路面管理系统。到 80 年代中期, 已有多个州和省建成或基本建成路面管理系统, 其中以美国加利福尼亚州路面管理系统(1978)、华盛顿州路面管理系统(1980)、亚利桑那州路面管理系统(1980)、美国陆军工兵团的 PAVER 系统(1983)、加拿大阿尔伯达省的路面信息和需求系统(PINS, 1983)、改建信息和优序系统(RIPPS, 1984)及城市路面管理系统(MPMS, 1987)等较有代表性。

路面管理系统的兴起和迅速发展, 其主要推动力是社会的需要和系统实施所带来的效益。公路路面是投资额很大的资产, 理应对它进行科学的管理。为了保持和改善现有路网的路面状况和服务水平, 各国政府每年都要花费很多的资金, 且各国都面临资金严重不足的问题。怎样用有限的资金提供尽可能高服务水平的路面, 是各级管理部门需优先解决的任务; 而路况的好坏将直接影响到用户的支出和全社会能源的节约。因此, 路面管理系统这项研究专题引起了各国道路管理部门和研究人员的极大兴趣, 成为路面工程领域内的一个研究热点。

我国路面管理系统的研究始于 20 世纪 80 年代初期, 主要是在引进国外技术的基础上加以研究分析, 使之符合我国的实际情况, 并应用于我国的道路系统。1986 年首先在辽宁营口地区移植了英国的 BSM 沥青路面养护管理系统, 随后又引进了芬兰 EPMS 路面管理系统及世界银行 HDM-III 公路投资效益分析模型。“七五”期间, 交通部在引进消化的基础上, 通过国家重点攻关项目“干线公路路面评价养护系统成套技术”的研究, 建立了我国的干线公路(沥青)路面评价养护系统, 即路面管理系统 CPMS(China PMS)。此后, CPMS 被列为“八五”国家新技术重点推广项目, 并在全国省(市)级上全面推广现代化的 PMS。另外, 北京、天津、上海等地也相继进行了地区级路面管理系统的研制和投入试运行, 均取得了较大成果。如同济大学与北京公路局共同完成的“路面养护决策支持系统”等, 都是我国对路面维护管理系统的实际应用或深入研究的成果。

但是, 我国公路有不同于发达国家的特点, 与其他发展中国家也不尽相同, 在路面管理系统的建立和实施过程中主要存在如下问题:

(1) 各级管理部门和管理人员对路面管理系统的认识和接受, 需要一个较长的熟悉和适应过程。

(2) 理论的引入必须与我国实际相结合, 这就使得某些模型或公式的引用必须转化成与我国道路特点相适应的新的模型或公式。这些问题有的已经得到了很好的解决, 有些则没有得到很好的解决。

(3) 路况数据采集手段落后, 数据采集的时间很短, 数据的数量和精度难以满足建立可靠而有效的路面管理系统的要求。

(4) 在我国的路面管理系统中, 大部分的研究局限在沥青路面这一类型上, 包括交通部最近开发并在全国范围内推广的 CPMS Vn97, 国内对水泥混凝土路面维护管理系统的专门理论研究还不多, 涉及到这方面的应用研究则更少。

## 第2章 路面使用状况数据调查

管理系统决策的最基本的依据是数据信息，路面状况数据是编制道路养护和改建计划的依据。通过对路面状况数据的调查和分析，可以对路面状况是否满足目前的交通条件和使用要求进行判断，并由此确定所辖路网内需要采取养护和改建措施的路段和所需采取的措施。可以说，路面管理决策的恰当与否，在很大程度上取决于路面使用状况数据的调查是否及时而真实。而养护和改建计划的编制，更是依赖于通过快速而客观的数据采集方法得到协调一致的路面状况信息，以便能利用这些数据建立合理的养护和改建项目的优先排序，选择最合适的养护和改建对策，以及建立路面使用性能预估模型。

为了实现上述目的，各管理部门需调查的路面状况数据主要有路面平整度、路面损坏、结构承载力和抗滑能力以及交通荷载条件等方面。

### 2.1 路面使用性能

路面结构在使用过程中，由于车辆及自然因素的反复作用，其使用性能将逐渐衰变，最终导致路面使用性能不能满足使用要求的情况(图 2-1)。路面使用性能包括功能性能、结构性能、安全性能和外观等方面，它们相互之间既有区别又有一定的联系，并从不同侧面反映了路面状况对行车要求的满足情况。

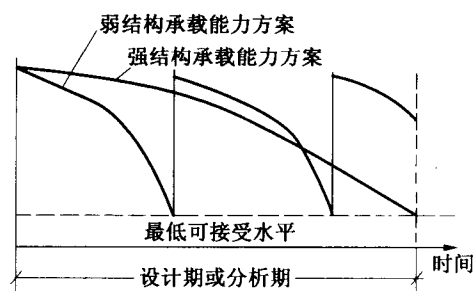


图 2-1 路面使用性能随时间变化

#### 2.1.1 功能性能

路面的基本功能是为车辆提供快速、安全、舒适的表面，路面的功能性能主要指路面为道路使用者所提供的行车舒适程度，它反映了路面的行驶质量或服务水平。

路面行驶质量的好坏与道路表面的平整度特征、车辆悬挂系统的振动特征及乘车人对振动的耐受能力有关。从路面状况的角度分析，影响行驶质量的主要因素是路面的平整度。路面的平整度随车辆荷载的反复作用、周围环境温度和湿度的影响及路面使用时间的增加而逐渐下降，当其下降到某一限值时，路面的行驶质量便不能满足车辆的行驶要求，而需采取改建或重建措施以改善路面平整度状况，恢复路面的功能。

### 2.1.2 结构性能

路面的结构性能，主要指路面的物理状况及路面结构保持完好的程度，即路面结构的损坏状况及路面结构的承载能力。

#### 2.1.2.1 路面结构的损坏状况

路面结构的损坏状况，反映了路面结构在行车和自然因素作用下保持完整性或完好性的程度。新建或改建的路面，在使用过程中会随车辆荷载和环境等因素的作用及路面使用期的增长而出现各种损坏，需采取日常养护措施进行保养，以延缓路面损坏的出现。在路面出现结构损坏后，则应采取相应的维修措施以减缓损坏的发展速度。当路面的损坏状况恶化到一定程度后，便须采取改建或重建措施以恢复或提高其结构的完好程度。因此，路面结构损坏状况的发生和发展与路面的养护、维修及改建工作密切相关。

#### 2.1.2.2 路面结构的承载能力

路面结构的承载能力是指路面在达到预定的损坏状况之前能够承受的行车荷载作用次数或是能够使用的年数。

路面结构的承载能力与损坏存在着密切的内在联系。路面在使用过程中其承载能力逐渐下降，同时损坏逐步发展。承载能力低的路面结构，损坏的发展速度较快；当承载能力下降至接近极限状态时，路面损坏严重，此时必须采取改建或重建措施以恢复或提高路面的承载能力。

### 2.1.3 安全性能

安全性能主要指路面表面的抗滑能力。此外，在车辙深度超过 10~13mm 的情况下，高速行驶的车辆会因辙内积水而出现飘滑，发生交通事故。

路面在使用过程中，随着车轮对路面的不断磨损，路表面的抗滑能力因集料被磨光而逐渐下降，当表面的抗滑能力下降到不安全或不可接受的水平时，便须采取措施以恢复其抗滑能力。

### 2.1.4 外观

外观是指路面外观给道路使用者的视觉印象，它包括反光、炫目、夜晚能见度、表面结构和颜色均匀性等方面。

## 2.2 路面行驶质量调查

对于汽车行驶质量的影响因素，涉及到包括整个路面结构体系在内的整个路面状况，其中最主要的因素是路面平整度。

路面平整度是指道路表面诱使车辆出现振动的高程变化。由于路面不平整引起的车辆振动，将加速车辆的磨损，增加燃油的消耗，并对行车舒适、行驶速度、路面损坏和交通安全等多方面产生直接影响。因此，路面平整度是反映路面使用性能的一项重要指标，其

特征与量测方法是道路工程中最受关注的问题之一。

### 2.2.1 平整度测定方法

平整度测定方法大致可分为断面类平整度测定和反应类平整度测定两大类。

#### 2.2.1.1 断面类平整度测定

断面类平整度测定是直接沿行驶车辆的轮迹量测路面高程,得到路表实际纵断面,经数学分析后以综合统计量作为其平整度指标。属于这一类的量测方法主要有水准测量、梁式断面仪测量、惯性断面仪测量及纵断面分析仪测量几种。

##### (1) 水准测量

采用水准仪和水准尺沿轮迹量测路面高程,由此得到精确的路表纵断面。该方法简便,测定结果稳定,但测速太慢,适于需测定的路段较少的情况。

##### (2) 梁式断面仪测量

梁式断面仪又称直尺型测定仪,主要有3m直尺、带支架的3m、8m平整度测定仪及2.5m滚动直尺。这些仪器均是用于测定路面平整度的最简单的仪器。它们可以用于测定路面的纵向、横向不平整度,使用方法简单,因而得到了较广泛的应用。其作用原理是量测一定区间内路表最高点与最低点的高差,直接读出路面的凹凸量。

##### (3) 惯性断面仪测量

在测试车车身上安装竖向加速度计,以测定行驶车辆的竖向位置变化,并利用激光传感器、超声传感器等测定车身与路面之间的距离。将此两方面的测定结果叠加后,便可得到路表纵断面。

##### (4) 纵断面分析仪测量

这是惯性断面仪的一种,它由车轮、压载框架及车轮支承臂和低频惯性摆等组成测试拖车,当牵引车带动拖车施测时,通过量测车轮支承臂相对于水平惯性摆的角位移而得到路表纵断面。

断面类平整度测定方法的主要优点是能直接得到轮迹带路表面的实际断面,从而可以对路面的平整度特征进行分析。其主要不足是:对于水准测量和梁式断面仪而言,测速太慢,不宜用于大范围的数据采集;而惯性断面仪和纵断面分析仪,仪器精密度高,操作和维修技术要求较高,因而限制了它们的广泛应用。

#### 2.2.1.2 反应类平整度测定

反应类平整度测定的测定系统由测定车上所装置的传感器和显示器组成,它们传感和累积车辆悬挂系统的累积位移,其测定值为悬挂系统的累积位移量。

反应类平整度测定系统价格低,操作易,可适应大范围内路面平整度的快速测定。但由于其存在着时间稳定性差、转换性差的问题,可能出现由同一台仪器在不同时间对同一路段进行测定的结果不一致的情况,还可能由于所采用的测试车振动性能的差异使得不同部门的测试结果无法进行对比转换,另外,由于测定结果不能直接给出路表纵断面而无法进行路表特征分析。