

文章编号: 1002-0268 (2010) 09-0155-04

道路全寿命周期费用分析概述

罗启添¹, 游庆龙², 刘福顺³

(1. 广东珠海市规划设计研究院, 广东 珠海 519000 2. 同济大学 交通运输工程学院, 上海 201804
3. 河南省交通规划勘察设计院有限责任公司, 河南 郑州 450052)

摘要: 鉴于现在道路工程前期投资费用大, 而后期依旧花费大量的资金进行维护, 提出了全寿命周期费用分析的方法。简单介绍了国内外全寿命周期费用的研究现状, 结合道路工程的特点, 阐述了道路工程中全寿命周期费用分析的基本参数和模型的组成。

关键词: 道路工程; 寿命周期费用分析; 路用性能; 分析参数; 全寿命

中图分类号: F540.4 U416.217

文献标识码: A

Introduction of Whole Life Cycle Cost Analysis for Road Engineering

LUO Qitian, YOU Qinglong, LIU Fushun

(1. Zhuhai Institute of Urban Planning & Design, Zhuhai Guangzhou 519000 China

2. School of Traffic and Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 201804 China

3. Henan Provincial Communications Planning Survey & Design Institute Co., Ltd., Zhengzhou Henan 450052 China)

Abstract Because initial investment costs of road engineering are large and later still spend a lot of money for maintenance, the way of life cycle cost analysis for road engineering was proposed. The domestic and oversea research situation of whole life cycle cost analysis was introduced briefly. Combined with the characteristics of road engineering, the basic parameters and the composition of models for whole life cycle cost analysis were described.

Key words road engineering; life cycle cost analysis; pavement performance; analysis parameter; whole life

0 引言

沥青路面具有良好的力学性能和较好的耐久性以及行车舒适性, 适合于各种车辆通行, 并具有坚实、耐久、平整、良好的抗滑、防渗、耐疲劳的性能, 因此在我国公路建设中被广泛应用。但是, 由于结构设计不合理等种种原因, 使得沥青路面早期破坏现象不断发生, 降低路面的使用性能, 需要不断的投入资金对路面结构进行维护, 使得通车后的养护费用累计起来超过前期投资。因此道路设计不能够仅考虑一次修建, 仅计及初期修建费和该路面结构的使用寿命, 还应考虑预定分析期内可能采用的各种维修方案, 这些方案包括各种初期修建及养

护和改建措施的不同组合, 体现全寿命设计的思想^[1]。

在现行工程造价管理体制下, 决策依据是设计单位编制的估算、概算, 并未把后期的使用成本一并纳入考虑, 而现实中后期费用往往又远大于前期费用, 因此把两者结合起来进行综合管理的必要性愈来愈突出。在这种情况下, 如何基于全寿命周期费用 (Life Cycle Cost, LCC) 控制设计理念对沥青路面的设计进行深层次的研究, 成为需要认真探讨的问题。本文将介绍全寿命周期费用分析的国内外发展状况, 结合道路工程的建设分析介绍了基本参数和全寿命费用分析的模型组成。

收稿日期: 2010-08-10

作者简介: 罗启添 (1966—), 男, 广东南海人, 高级工程师, 从事公路及城市道路的规划设计与研究 (luo_q@163.com)

1 全寿命周期费用研究现状

起源于美国国防系统的全寿命周期费用分析方法,当初主要用于军用设备采购过程中,所以,全寿命周期费用主要是指设备的全寿命周期费用,又称设备的全寿命周期成本或全寿命费用,指设备在其寿命周期内所消耗的总费用,包括设备前期论证、设计、制造、安装调试、运营和报废等各阶段的全部费用。

1.1 国外发展状况

从 1966 年开始,美国军方正式开展设备全寿命周期费用的研究工作并着手制定分析的程序和方法。国外全寿命周期费用分析技术的发展大致经历了 4 个阶段^[2-3]: (1) 全寿命周期费用酝酿和研究阶段 (1963—1970); (2) 全寿命周期费用管理准备实施阶段 (1971—1975); (3) 全寿命周期费用管理的试行和完善阶段 (1975—1985); (4) 成熟阶段 (1985 至今) 各国的具体发展如下。

1.1.1 美国

美国 LCC 的发展大致分为 3 个阶段,从开始到 70 年代,是酝酿和探索阶段,所发表的文献多是对 LCC 的综述。到 20 世纪 70 年代,美国军方更重视寿命周期费用,包括 (1) 制定和发布了一系列文件,包括有关标准、规则、指令、通告及手册,使有关规定和方法更加具体化; (2) 从研制开始就非常重视可靠性、维修性和综合后勤保障; (3) 改革维修; (4) 淘汰使用维修费用过高的陈旧设备等。这种以费用为杠杆来启动、加速和调节国防建设的做法取得了重大成效, LCC 方法也就迅速推广到政府及民用部门。这一阶段所发表的文献多是针对 LCC 的方法在各个面开展了比较深入的研究,包括费用的分解、估算、建模、校核以及分析、评估。自 20 世纪 80 年代至今, LCC 的方法和有关规定已经完善,在航空、航天、舰船、车辆、建筑物以及家用电器、小型机械等各个方面都有一定的研究和应用。

1.1.2 英国

英国于 20 世纪 70 年代创立的设备综合工程学,是以 LCC 思想为基础,把设备技术管理与经济管理结合起来,以追求设备寿命周期的经济性作为设备综合管理的目标。进入 80 年代初,以英国造价管理界的学者与实际工作者为主的一批人,在全寿命周期费用管理方面做了大量研究并取得了突破,其中,Orshar 的“全寿命周期费用:比较建筑方案的工具”^[4]一文从建筑设计方案比较的角度出发,探讨了

在建筑方案设计中应该全面考虑项目的建造成本和运营维护成本的概念和思想。而 Flanagan 的“全寿命周期费用管理所涉及的问题”^[5]一文是从建筑经济学的角度出发,深入探讨了全寿命周期费用管理中所涉及的的一些主要问题。Pett 和 Brook 的“全寿命周期费用模型及其可能的应用”^[6]一文不但给出了全寿命周期费用管理的一套模型,而且全面探讨了全寿命周期费用管理的应用范围。

1.1.3 日本

日本于 1971 年提出的全员生产管理,都是把设备管理的概念从单纯的后期使用与维修拓展到全寿命周期的、全系统、全过程管理。日本设备工程协会于 1978 年成立了寿命周期费用委员会,以研究和推动 LCC 方法的应用。该方法在许多行业的应用中取得了系列成果。到 80 年代, LCC 方法已经在国际上取得了公认。其标志是权威的组织机构国际电工委员会 (IEC) 1985 年在委托其可靠性和维修性技术委员会拟定的草案基础上,于 1987 年 11 月颁布了《寿命周期费用评估—概念、程序及应用》标准,并获得国际标准化组织 ISO 批准,从此 LCC 方法上升为标准,并以技术规范的形式加以推行^[7]。

1.2 国内发展状况

国内全寿命周期费用分析技术的发展情况为:改革开放以来,我国积极引进国外先进的科学技术,中国设备管理协会于 1987 年组建成立了设备寿命周期费用专业委员会,致力于推动全寿命周期费用理论方法的研究和应用。1990 年 11 月,设备寿命周期费用专业委员会召开了首届学术会议,会间交流了各行业应用和研究寿命周期费用方法的论文 70 余篇。全寿命周期费用方法在不少军用和民用单位得到应用并取得了一批成果。如国防系统的空军、海军、二炮、航天等许多单位在研究和应用全寿命周期费用上取得了可喜的成绩,并获不同等级的奖励。国军标“装备费用—效能分析”,军队使用标准“武器装备寿命周期费用估算”,已分别在 1993 年、1998 年颁布实施。现军事装备的论证与审核中,都把全寿命周期费用作为一项必不可少的内容,军委领导机构的管理体制也作了相应的调整,专门成立了总装备部,全寿命周期费用分析技术正在向前全面推进。在民用企业、高校、科研院所中,也有不少单位正在积极研究和应用全寿命周期费用分析方法。但遗憾的是,我国对全寿命周期费用方法的研究和应用仍然处在初始阶段。有关全寿命周期费用的定义、构成、估算方法、费用数据库的建立、预测和计算模型等基础工作远远没有达到标准化、规

范化的程度, 尚需进一步加以研究, 即使在应用较好的军队系统, 至今尚没有发布具有全军权威性的有关全寿命周期费用采办的法规性文件。

1.3 道路工程全寿命周期费用分析的特点

全寿命经济分析的本质内涵是要求从工程项目全寿命周期出发去考虑造价和成本问题, 关键是要实现工程项目整个寿命周期的总收益最大化或总成本的最小化。该方法是公路工程项目管理的一种指导思想, 工程项目整个寿命期直接的、间接的、社会的、环境的所有成本以货币值计算, 作为评价项目的依据。其目的就是减少后期投资、提高项目质量与性能。这是一个使长期效益最大化的有效方法。

全寿命经济分析有以下几个明显的特点: (1) 覆盖项目的全寿命周期, 考虑时间长, 比较合理; (2) 考虑项目总收益的最大化; (3) 可以作为投资决策分析、支持方案选取和成本管理的工具; (4) 决策和设计阶段对 ICC (life cycle cost) 的影响的可能性最大, 一般为 30% ~ 50%。

2 道路工程全寿命周期费用分析参数

2.1 分析期

分析期是指整个周期费用期间内的时间, 如图 1 分析期的长短对于整个 ICC 分析非常重要。分析期选取的长, 许多参数的选择误差就大, 如各种维修和改建措施的组合、交通量的预估等; 分析期选择的短, 某些因素的影响难以体现。所以, 一般情况下, 根据公路的等级、路面类型和使用要求, 可在 15 ~ 30 a 之间选取^[8]。

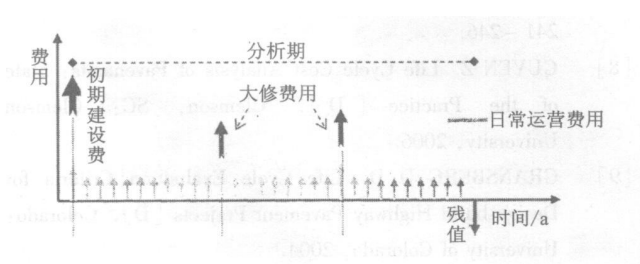


图 1 全寿命周期费用图
Figure 1 Figure of whole life cycle cost

2.2 性能衰变曲线

路面结构在运营到一段时间后, 都要对其进行维护以保证路面的使用性能。在对路面进行维护后, 路面性能的衰变曲线是很难确定的, 而性能衰变曲线的不同会对 ICC 分析产生很大的影响。如图 2 所示, 分别采用方案 A 方案 B 对道路进行大修, 两种方案维护后道路的性能衰变曲线不同^[9]。

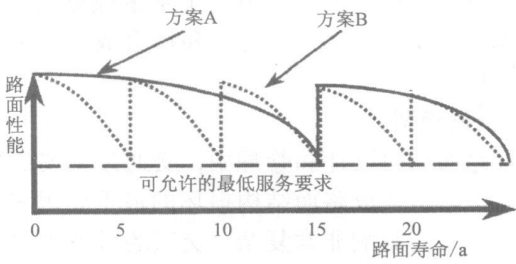


图 2 不同养护方案与路面性能衰变曲线关系
Figure 2 Relationship of different maintenance schemes with pavement performance decay

采用方案 A 后, 在可允许的最低服务要求下道路所能服务的年限为 15 a; 采用方案 B 后道路能服务 5 就需要继续进行维护。路面的衰变曲线的不同直接导致车辆运营成本的不同, 虽然每年的运营成本差别不是很大, 但是在路面服务寿命期内车辆运营成本累加后将会差别很大。

2.3 贴现率

贴现率对于 ICC 分析具有重要的影响, 它是方案经济评价的一个重要参数, 它的选择对于比较方案在经济上的优劣次序有重要的影响。一般情况是, 贴现率取得低, 有利于初期投资大的项目; 而贴现率取得高, 则有利于初期投资量小的项目。

美国联邦公路管理局技术报告建议贴现率能够反映过去一段时间内的时间价值的趋势。通过对过去数据的收集, 建议在分析中采用 4% 的贴现率进行分析。美国行政管理和预算局根据收集的数据, 出版了针对不同的分析期的贴现率, 如表 1 所示。

表 1 不同分析期的贴现率
Table 1 The discount rates of different periods

年份	3 a	5 a	7 a	10 a	20 a	30 a
2000	3.8	3.9	4.0	4.0	—	4.2
2001	3.2	3.2	3.2	3.2	—	3.2
2002	2.1	2.8	3.0	3.1	—	3.9
2003	1.6	1.9	2.2	2.5	—	3.2
2004	1.6	2.1	2.4	2.8	3.4	3.5
2005	1.7	2.0	2.3	2.5	3.0	3.1
2006	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	3.0

对于如何合理选取贴现率的问题, 我国也没有明确的规定, 一般规则是所选取的贴现率不应低于资金的机会成本或最低回收率。实际应用中, 一般多采用国家计委、建设部定期公布的行业基准贴现率。

3 道路工程全寿命周期费用分析模型的组成

针对公路工程的特点, 结合全寿命周期费用分

析的特点, LCC分析模型由四个基本部分组成: 交通模型、路面性能模型、运营和社会成本、新建和改建费用。

3.1 交通模型

在路面结构设计和管理中, 交通是主要的决定因素之一, 是造成路面结构损坏的最重要因素, 其对路面结构的影响非常复杂。交通的考虑主要包括交通荷载的大小与构型和荷载重复作用次数。一般主要考虑 2 个指标: 年平均日交通量和分布轴载。交通量不同时, 对路面结构组合的考虑应该有所不同。

3.2 路面性能预测模型

路面结构的性能能用很多指标来表征, 在 ICC 分析中路面的服务能力作为路面性能预测的主要指标。其中主要包括 2 个方面: 一是由 AASHO 试验路所提出的路面服务能力指数, 建立起了路面的摩擦性能、损坏状况如车辙、裂缝、补丁等与服务能力之间的关系; 二是平整度指数, 比较常用的是国际平整度指数 (IRI)

3.3 运营和社会成本

在路面工程中该部分的成本主要有 3 部分组成: (1) 车辆运营成本, (2) 事故费用, (3) 延迟时间成本。前两者与道路的正常运营密切相关, 第三者是由于交通的改道或绕道而产生的费用。

3.4 新建和改建费用

分析期内路面可能要经过很多次的养护、罩面或改建措施, 这些措施的不同组合对路面性能会产生不同影响, 从而对最终设计结果产生影响。在整个分析期内, 不同的措施会产生不一样的新建和改建费用, 从而对整个全寿命经济分析结果产生影响。

4 结语

针对目前道路工程投资费用大, 资金运用不合理等特点, 介绍了全寿命周期费用分析国内外的的发展简况。同时, 结合道路工程, 分析了全寿命周期费用分析的参数和模型的构成, 为在道路工程中应用全寿命周期费用分析的方法提供依据。

参考文献:

References

- [1] 刘黎萍, 孙立军. 沥青路面全寿命结构设计方法概述 [J]. 同济大学学报, 2003 31 (9): 1044—1048
LU L P i n g S U N L i j u n . Performance-based Structural Design Method on Whole Life Asphalt Pavement [J]. Journal of Tongji University 2003 31 (9): 1044—1048
- [2] 彭跃春. 飞机全寿命费用预测参数模型系研究 [D]. 西安: 西北工业大学, 2002
PENG Yuechun. The Study of the Estimating Parameter of Aircraft Life Cycle Cost Model System [D]. Xi'an: Northwestern Polytechnical University 2002
- [3] 何毅斌. 基于寿命周期费用理论的决策支持系统研究及软件设计 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2004
HE Yibin. Study of the Decision Support System Based on the Life Cycle Cost Theory and Its Software [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology 2004
- [4] ORSHAN Q. Life Cycle Cost: A Tool for Comparing Building Alternative [C] // Proceedings of Symposium on Quality and Cost in Building 1980
- [5] FIANAGAN R. Life Cycle Costing: The Issue Involved [C] // Proceedings of 3rd International Symposium on Building Economics Ottawa [s. n.], 1984
- [6] PETTS R C BROOKS J. The World Bank's HDM—III Whole Life Cost Model and Its Possible Applications [C] // Proceedings of Summer Annual Meeting London: University of Sussex PIRC 1986
- [7] KOMATSU Y ENDO K. Life Cycle Cost Estimation of Japanese Detached House [J]. Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering 2000 (534): 241—246
- [8] GUVEN Z. Life Cycle Cost Analysis of Pavements: State of the Practice [D]. Clemson SC: Clemson University 2006
- [9] GRANSBERG D D. Life Cycle Evaluation Criteria for Design-build Highway Pavement Projects [D]. Colorado: University of Colorado 2004