

道路工程全寿命 成本分析方法及案例

胡江碧 © 著



科学出版社

道路工程全寿命成本 分析方法及案例

胡江碧 著

科学出版社

北 京

前 言

技术与经济密不可分, 道路工程成本分析结果是从经济层面反映道路工程建设与管理者的理论与技术水平. 道路工程全寿命成本分析是基于道路工程全寿命设计基本理论与技术的基础上的.

通常人们理解和关注的道路工程建设与管理是指道路全寿命期间的某个阶段. 道路工程师们为实现某个阶段技术与经济的最优化进行了不懈的努力, 取得了卓越的成就.

然而道路工程全寿命期间每个阶段都相互关联、相互影响, 道路建设会不同程度地毁坏或影响环境和自然生态. 我们所处的地球资源有限, 道路工程的建设与管理者有必要也有义务在满足社会运输需求的同时使道路建设与管理对环境和自然生态的影响最小.

道路工程问题已成为自然和社会问题, 受到了社会各界的广泛关注. 目前我们已经认识到道路工程全寿命设计与成本分析的重要性, 但在中国关于这一领域的研究才刚刚起步, 关于道路工程全寿命设计与成本分析的很多基本概念、基本理论和技术还没有系统地确定下来; 加之中国的道路工程成本计算理论与方法与西方发达国家相比不尽相同, 所以不能全盘照搬.

基于上述理由, 本人希望能把自己 10 余年来的相关研究成果呈献给大家, 与同行专家共勉. 与此同时也想一并感谢多年来给我提供研究和实践机会的中国公路咨询集团有限公司、中交公路规划设计院有限公司及其他交通系统的领导、朋友和专家们.

由于作者才疏学浅, 不妥之处在所难免, 恳请各位专家和广大读者批评指正.

胡江碧

2011 年 11 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 道路工程项目全寿命经济分析起源	1
1.1.1 工程与工程经济的关系	1
1.1.2 自然与经济效益	2
1.1.3 全寿命经济分析起源	2
1.2 道路工程项目全寿命经济分析的国内外发展	3
1.2.1 国外发展	3
1.2.2 国内发展	7
1.3 道路工程项目全寿命经济分析的目的及意义	11
1.3.1 研究目的	11
1.3.2 研究意义	12
第 2 章 道路工程项目全寿命成本分析理论	14
2.1 概述	14
2.1.1 道路全寿命期	14
2.1.2 道路全寿命阶段划分	15
2.2 道路全寿命期成本构成	17
2.2.1 按道路影响对象划分	17
2.2.2 按主体划分	19
2.2.3 按阶段划分	19
2.3 道路全寿命期成本构成分析	21
2.3.1 建设期成本	22
2.3.2 运营期成本	22
2.3.3 弃置成本	23
2.4 道路全寿命期成本分析流程	23
第 3 章 道路工程项目建设期成本构成分析	26
3.1 概述	26
3.1.1 建设期成本的划分	26
3.1.2 建设期成本的估算方法	28
3.2 建筑安装工程费	30

3.2.1	直接费	30
3.2.2	间接费	32
3.2.3	利润	33
3.2.4	税金	33
3.3	设备、工具、器具及家具购置费	33
3.3.1	设备购置费	33
3.3.2	工器具及生产家具 (简称工器具) 购置费	33
3.3.3	办公及生活用家具购置费	33
3.4	工程建设其他费用	33
3.4.1	土地征用及拆迁补偿费	33
3.4.2	建设项目管理费	34
3.4.3	研究试验费	34
3.4.4	前期工作费	35
3.4.5	专项评价 (估) 费	35
3.4.6	施工机构迁移费	35
3.4.7	供电贴费 (目前停止征收)	35
3.4.8	联合试运转费	35
3.4.9	生产人员培训费	35
3.4.10	固定资产投资方向调节税	35
3.4.11	建设期贷款利息	35
3.5	预备费	36
3.5.1	价差预备费	36
3.5.2	基本预备费	36
3.6	建设期成本计算模型	36
第 4 章	运营期成本构成分析	37
4.1	概述	37
4.2	管养成本	37
4.2.1	管理成本	37
4.2.2	养护成本	38
4.2.3	专项检测成本	39
4.2.4	维修成本	39
4.2.5	保险成本	40
4.2.6	管养成本计算模型	42
4.3	用户成本	42
4.3.1	交通阻塞延误成本	42

4.3.2	交通绕行和绕行延误成本	44
4.3.3	交通事故和货损成本	46
4.3.4	用户成本计算模型	47
4.4	环境影响成本	47
4.4.1	环境影响成本的内涵	47
4.4.2	环境影响成本计算方法	47
4.4.3	环境影响成本计算模型	48
4.5	运营期成本构成模型	49
第 5 章	道路全寿命期成本计算方法与模型	50
5.1	资金的时间价值	51
5.1.1	资金时间价值的内涵	51
5.1.2	资金时间价值及对道路全寿命期成本的影响	51
5.1.3	道路全寿命期成本现值	52
5.2	折现率的影响因素分析	52
5.2.1	社会折现率	53
5.2.2	物价指数及物价波动水平	54
5.3	成本折现率的确定	57
5.3.1	折现率计算模型	57
5.3.2	折现率的确定	58
5.4	基年的确定	58
5.5	运营期成本计算模型修正	58
5.5.1	运营期管理成本计算模型	59
5.5.2	运营期养护成本计算模型	59
5.5.3	运营期专项检测成本计算模型	60
5.5.4	运营期维修成本计算模型	61
5.5.5	运营期保险成本计算模型	62
5.5.6	运营期管养成本计算模型	62
5.5.7	运营期用户成本计算模型	62
5.5.8	环境影响成本计算模型	63
5.6	弃置成本计算模型	63
5.7	全寿命期成本计算模型	64
第 6 章	全寿命期成本风险分析	66
6.1	概述	66
6.1.1	全寿命期成本的不确定性	66
6.1.2	全寿命期成本风险的含义	66

6.1.3	全寿命期成本风险分析的内容	67
6.2	道路全寿命期成本风险源	68
6.2.1	建设期成本风险	69
6.2.2	运营期成本风险	71
6.2.3	弃置期成本风险	73
6.2.4	折现率风险	74
6.3	道路全寿命期成本风险特点	74
6.4	道路全寿命期成本风险分析过程	76
6.4.1	成本风险分析程序	76
6.4.2	全寿命期成本风险分析动态理念	76
6.5	全寿命期成本风险分析方法	77
6.5.1	调查方法和专家打分法	77
6.5.2	统计和概率分析法	78
6.5.3	其他风险分析方法	79
6.6	蒙特卡罗模拟方法及在风险分析中的应用	80
6.6.1	蒙特卡罗模拟基本思想	80
6.6.2	蒙特卡罗模拟基本原理	81
6.6.3	蒙特卡罗模拟计算方法	81
6.7	全寿命期成本风险分析的影响因素	83
6.7.1	成本数据可得性	83
6.7.2	成本风险概率分布	84
6.7.3	成本风险变量间的相关度	84
第 7 章	桥梁全寿命成本分析案例	86
7.1	桥梁结构分类及养护维修成本分析	86
7.1.1	桥梁结构分类	86
7.1.2	混凝土结构构件的养护维修成本分析	86
7.1.3	钢构件养护维修成本分析	95
7.1.4	钢混构件养护维修成本分析	103
7.1.5	桥梁其他构件的养护维修成本分析	104
7.2	某公路大桥全寿命成本分析	113
7.2.1	桥梁全寿命设计概述	113
7.2.2	主要构件分类及其运营期成本分析	122
7.2.3	主要构件管理特性分析	138
7.2.4	全寿命成本数据资料的收集与分析	139
7.2.5	建设期成本组成分析与计算	144

7.2.6	管理成本组成分析与计算	146
7.2.7	养护成本组成分析与计算	148
7.2.8	专项检测成本组成分析与计算	149
7.2.9	维修成本组成分析与计算	150
7.2.10	环境影响成本组成分析与计算	151
7.2.11	弃置成本组成分析与计算	151
7.2.12	全寿命成本计算与分析	152
7.2.13	全寿命成本分析结论与建议	155
7.3	某公路大桥全寿命成本不确定性分析	157
7.3.1	成本风险基本参数分析	157
7.3.2	风险模拟分析	168
7.3.3	风险分析结论	175
附录 A		176
附录 B	某公路桥梁全寿命成本分析报告	188
B.1	项目描述	188
B.1.1	桥梁名称	188
B.1.2	设计标准	188
B.1.3	用户成本描述	188
B.2	项目参数	189
B.3	成本分析	189
B.3.1	分析表	189
B.3.2	图分析	192
主要参考文献		195

第1章 绪 论

1.1 道路工程项目全寿命经济分析起源

1.1.1 工程与工程经济的关系

在道路工程建设与管理过程中, 工程设计与工程经济分析并不是工程活动的结束, 而是为了满足人类的需要. 影响工程建设的有两个主要内容是: 材料和自然力、人类的需要. 由于材料和自然力资源的约束, 工程与经济密切相关, 因此在了解方案前根据工程的价值和费用对工程建设方案进行评价是公路项目建设与管理的基础.

1. 工程与科学

工程并不是科学, 而是科学的应用, 它是技能、人类智慧和知识相结合的一门艺术. 科学家的目的在于增加人类已经积累起来的系统知识, 发现宇宙间的各种规律. 工程技术人员角色就是应用这些知识和位置去生产产品和服务, 对工程技术人员来说, 知识本身不是目的, 而是他们用来设计、建造和管理各种结构、系统、过程等的素材.

ABET(accreditation board for engineering and technology) 对工程 (engineering) 的定义是: 工程是一项职业, 它是通过研究、经验和实践所获得的数学和自然科学知识的运用, 也是使用经济材料发展和人类自然力效益方法进行的判断应用. 此概念强调了工程的自然应用^[1].

2. 工程技术与经济的关系

(1) 工程技术的先进性同它的经济合理性相一致. 凡是先进的工程技术, 一般说来, 总是具有较高的经济效果; 而正是因其具有较高的经济效果才决定了它是先进的工程技术.

(2) 在工程技术的先进性和其经济的合理性之间又存在一定的矛盾. 在采用工程技术时, 必须凭借当时当地的具体自然条件和社会条件, 条件不同, 工程技术所带来的效果也不同. 某一工程技术在某种条件下体现出较高的经济效果, 而在另一种条件下就不一定这样. 在具体的自然条件和社会条件下, 并非一切先进的工程技术都是经济合理的. 例如, 我国公路实现机械化施工问题、追求实现高速公路问题等. 联系到具体的自然条件和社会条件, 并非一切先进的工程技术都是经济合理的.

因此, 为了保证工程技术很好地服务于经济, 最大限度地满足社会需要, 就必

须研究在当时当地条件下采用哪一种技术才是适合的。这个问题显然不是单单由工程技术的先进或落后所决定,而必须通过经济效益的计算和比较才能解决。

1.1.2 自然与经济效益

一条公路和路网占有有限的资源,使得项目建设必须是在给定投入下产生最大的产出,也就是高效益产出,因此在有限资源条件下不仅要获得好的机会,而且要获得最好的机会。

人类不断寻求满足其需要,为了其他更大的价值,他们放弃了一定的效用,这就是基本的经济过程,其目标就是为了达到经济效益最大化。

工程主要的生产活动就是为了满足人类的需要,其目标是为了获得单位资源消耗的最大效益,这项基本的自然过程目标是最大化的自然效益,如果诠释清楚,自然效益就是在自然环境中成功的工程活动措施的结果。其自然界经济效益的计算模型为

$$\text{效益 (自然)} = \text{输出} / \text{输入}$$

道路工程必须有两个层面上的效益:第一个层面是自然效益,用输出与输入之比表达,其值小于 1 或 100%;第二个层面是经济效益,用经济的单位输出与经济的单位输入之比表达,用货币表达的经济效益可表示为

$$\text{效益 (经济)} = \text{价值} / \text{费用}$$

因此,自然效益要超过 100%是不可能的,然而经济效益却能超过 100%,并且成功的经济项目必须是这样。

1.1.3 全寿命经济分析起源

由上可知,道路工程师在工程环境中面临两个相互关联的环境:自然环境和经济环境,如图 1-1 所示。

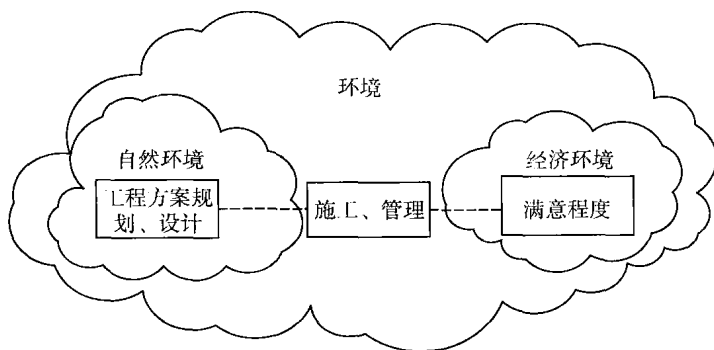


图 1-1 自然环境和经济环境

在工程环境中工程技术存在有两类问题：一类是科学技术方面的问题；另一类是经济分析方面的问题。前者是研究如何把自然规律应用于工程实践，这些知识构成了诸如工程力学、工程材料学、结构设计原理、路基路面、桥涵隧道等学科的内容；后者是研究经济规律在工程问题中的应用，这些知识构成了工程经济类学科的内容。

随着科学技术的快速发展，为了用有限的资源来满足人们的需要，可能采用的工程技术方案越来越多。如何以经济效果为标准把许多技术上可能的方案互相比较，作出评价，从中选择最优方案的问题，越来越突出，越来越复杂。人们在生产实践中逐步体会到工程经济的重要性，使得“道路工程经济分析原理和方法”应运而生。

在道路工程经济分析原理与方法的发展进程中，随着道路工程使用时间的增长，人们对道路工程建设与管理的理解加深，传统的仅考虑工程建设阶段的成本费用已不能满足随着工程使用寿命的延长，使用期间的管理维修与养护成本费用增加和结构的可修、可检的需求，特别是道路工程中桥梁、隧道和路面维修与养护成本费用的高额需求以及人类对自然环境的尊重，使得道路工程在规划与设计阶段就需要提前考虑道路工程运营阶段将要发生的成本费用需求，使得只注重建设不注重管理维修与养护的传统的“道路工程经济分析原理和方法”需要得到完善，道路工程全寿命建设与管理理念、原理和技术方法在时代的要求下得到了发展。

1.2 道路工程项目全寿命经济分析的国内外发展

1.2.1 国外发展

经济学理论在道路工程建设中的应用可以追溯到 19 世纪中叶。1844 年，法国人 Dupuit 首次将经济学理论运用于大桥投资的决策工作中，解决了道路桥梁建设项目国民经济效益计算的理论和方法问题，并为收费标准的制定提供了理论支持。

采用全寿命经济分析 (LCCA) 的理念在道路工程中进行经济分析首先是在桥梁工程中展开的。20 世纪 90 年代初期，世界各国首先从经济管理方面着手逐渐开展桥梁全寿命设计和桥梁全寿命期成本 (life-cycle cost) 的分析研究，研发了相关的全寿命期成本计算分析软件。桥梁全寿命期成本分析研究中涉及设计理念、管理方法、结构知识、维修养护技术、成本数据的收集、积累和分析等诸多复杂的相关因素。

目前，全寿命期成本理念已在国际上得到认同，并成为进行投资决策的重要依据，且在航空、航天、舰船、车辆、建筑及小型机械等各方面取得了一定的研究和应用成果。同时，全寿命期成本的方法也逐渐应用到了交通领域，人们开始研究建设

项目的全寿命期成本优化问题,从成本的角度提出了全寿命管理的理念.全寿命期成本理念在美国已成为政府法令内容,工程投资评估、计算方法以及工程的投资、设计、建设承包都要以“全寿命”为出发点,全寿命经济分析的作用日益得到重视.在全寿命经济分析方面,具有代表性的研究成果有以下几方面.

1. 全寿命成本基本理论体系研究

美国学者 Frangopol 在近 20 年内发表了多篇关于桥梁全寿命成本分析的论文,全面介绍了桥梁全寿命期成本的构成框架,包括设计成本、施工成本、检测成本、预防性或完全性维护成本、改造成本、失效成本、地震灾害作用成本等^[2,3].

NCHRP 报告中对全寿命成本的构成也进行了详细研究,提出全寿命期成本主要包括机构成本、用户成本和第三方成本,同时又对每种成本的构成进行了进一步划分,明确了用户成本和环境成本的含义^[21].

缅甸学者 Singh 以预应力混凝土桥梁为例,研究了全寿命期成本的构成,主要包括机构成本、用户成本、事故和其他额外的成本,重点给出用户成本的计算模型:用户成本 = 时间延误成本 + 燃油额外增加成本 + 汽车额外维修增加的成本,并根据自己国家的情况进行了相关参数的确定^[22].

英国造价管理界的学者与实践工作者在全寿命成本分析方面也做了大量研究并取得了突破,其中 O.Orshan 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^[23].

在芬兰,以 Asko Sarja 为代表对工程全寿命设计进行了研究,主要涉及环境与生态、混凝土材料、结构耐久性设计并对桥梁的成本优化、养护期成本优化、性能评价等进行了一系列研究^[24].

2. 全寿命期成本模型研究

对于道路建设期成本的计算研究,国外均采用估算方法,即先估算修建一条道路大概需要的劳动力、材料、设备的数量,然后按照劳动力的工资、材料单价和设备单价进行分析计算.

为了在全寿命成本最小的情况下确定出最佳的维修方案,对道路运营期成本进行了相应的成本计算模型研究.具有代表性的模型有两个:一是荷兰学者 Rijkswaterstat 提出的基于技术状况的维护成本模型;二是美国学者 Frangopol 在基于技术状况的维护成本模型基础上提出的基于可靠性的维护成本模型^[26].

1) 基于技术状况的维护成本模型

基于技术状况的维护成本模型假设每次维修后,其功能会恢复到初始建设状态的功能,并假设每次维护都相互独立,具体模型如式 (1.1)~式 (1.3) 所示.

$$E(K(n, \alpha)) = \sum_{i=1}^n \alpha^i p_i [c_i + E(K(n-i, \alpha))] \quad (1.1)$$

$$\alpha = [1 + (r/100)]^{-1} \quad (1.2)$$

当道路服务年限比较长时, 采用 (1.3) 模型

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E(K(n, \alpha)) = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i c_i p_i}{1 - \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i p_i} \quad (1.3)$$

式中, $E(K(n, \alpha))$ —— 维护的期望成本;

i —— 道路服务时间, 单位: 年;

r —— 折现率;

p_i —— 道路在第 i 年维护的概率;

c_i —— 道路在第 i 年维护的成本;

n —— 道路服务年限.

2) 基于可靠性的维护成本模型

基于可靠性的维护成本模型分为完全维护和预防性维护. 完全维护模型如式 (1.4) 所示.

$$C_{i1} = C_0 + p[\Delta\beta_i(t)]^q \quad (1.4)$$

式中, C_{i1} —— 第 i 次完全维护的成本;

C_0 —— 与可靠度提高无关的部分维护成本;

$\Delta\beta_i(t)$ —— 结构在 t 时刻进行了第 i 次维护而使可靠度指标提高 $\Delta\beta$;

p, q —— 成本参数.

预防性维护模型如式 (1.5) 所示.

$$C_{i2} = C_0^\alpha + g[\Delta\alpha_i(t_i)]^h \quad (1.5)$$

式中, C_{i2} —— 第 i 次预防性维护的成本;

C_0^α —— 没有导致结构劣化速度减缓的部分维护成本;

$\Delta\alpha_i$ —— 结构可靠度的蜕变速度减小值;

g, h —— 成本参数.

在研究环境影响成本时, 由于环境成本不存在市场价格, 无法对其进行直接估算. 一些学者通过调查民众对于环境变化引起的身体健康、农业以及土壤流失等问题所愿意支出的成本来估算环境影响成本, 并取得了一系列成果. 部分污染物的增加引起的环境影响成本的文献综述如表 1-1 所示^[27].

表 1-1 有关污染物估价的文献综述

研究文献	污染物/(美元/吨)				
	CO ₂ /美元	PM ₁₀ /美元	SO ₂ /美元	CO/美元	NO _x /美元
Parry and Small(2002)	0.70~100				
Tol et.al(2000)	0~50				
ECMT(1998)	2~10				
Nordhaus(1994)	4				
Cline(1990)	4				
Azae and sterner(1996)	260~590				
EU-QUITS Program(2000)	66~170				
Frankhauser(1994)	20~33				
Funk and Rabl(1990)	107	15974			
Nordhaus and Yang(1996)	6				
EI Serafy and Goodland(1998)	20~25				
Pearce(1997)	20				
Frankhauser and Kverndokk(1996)	23				
GEF(during mid-1990s)	20~25				
Rowe,et al.(1996)		2560~15300	52~220		481~985
Banzhaf(1996)		530~6054	9~178	0.20~2.14	7~177
U.S.DOE Case Studies(1995)					
California(1992)	33	4608	4486		9120
Massachusetts(1992)	88	4400	1700	960	7200
Minnesota(1992)	36	1274	150		850
Nevada(1992)	88	4598	1716	1012	7480
New york(1992)	4	333	1437		1897
Oregon(1992)	92				3500
Wisconsin(1992)	55				

芝加哥学者 Jamshid Mohammadi 将 LCCA 方法运用于桥梁管理系统中, 将桥梁服务寿命、退化速率和全寿命期成本等多参数统一起来组成一个单独参数 VI(价值指数), 通过参数 VI 为方案决策者提供依据^[28].

2001 年 J. A. Reigle 和 J. P. Zaniewski 研究了全寿命成本组成. 提出全寿命期成本分析是高速公路管理机构用来进行最佳路面维护方法选择的决策工具. 提出了选择恰当的机构和用户成本构成模型, 并使之成为全寿命期成本分析模型的一部分是高速公路管理机构的责任, 并将全寿命期成本模型纳入风险的构成和用户成本组成模型中, 运用敏感性分析方法分析得出对全寿命期成本有很大影响的组成部分^[29].

2008 年 J. P. Hallin 等提出路面历史在堪萨斯州交通运输部 (Kansas Department of Transportation, KDOT) 全寿命分析过程中的合理应用. 这项研究的首要任务是评价路面历史, 研究分析全寿命成本分析程序是否包括历史组成, 如何进行全寿命成本分析、校正路面铺筑历史等^[30].

2010 年 P. Davis Kendra 提出新的路面结构系数对全寿命成本的影响. 研究了广泛运用的热拌沥青面层系数由 0.44 转变为 0.54 是怎样影响路面工程的全寿命成本^[31] 的.

在上述 LCCA 相关的理论、模型研究的基础上, 全寿命分析方法在道路路面工程中也得到了广泛应用.

例如, 2007 年 Maruyama Kimio 等提出改性沥青混凝土路面的全寿命成本分析和应用方针. 通过估计改性沥青混凝土路面的长期性能和运用改性沥青混凝土材料延长路面寿命带来的经济效益提出了对改性沥青路面的应用建议. 在对国道路面跟踪调查基础上的长期性能分析, 通过评定确定了路面总体特性曲线. 认为 40 年服务寿命的全寿命成本分析是减少成本的有效方针^[32].

2008 年 H. J. Beckedahl 研究了改良沥青高聚合物铺筑的沥青路面全寿命性能^[33]; 2008 年 P. R. Rangaraju 提出路面类型选择的全寿命成本分析^[34]; 过去的 10 年中在美国全寿命期成本分析已经普遍应用于道路建设. 它使道路工程师可以进行长期成本的综合评估, 使得工程建设费用得到更好的分配. 2008 年 Chan Arthur 总结了密歇根州交通运输部全寿命成本分析评价^[35]; 2009 年 Rosenberger Carlos 阐述了理想沥青路面的经济学意义^[36]; 2010 年 Mladenovic Goran 等提出在交通和环境的不断作用下路面状况不断恶化, 为了达到一定的道路维修与养护标准需要大量的资源预算, 考虑到资金的紧缺, 道路部门努力寻求一种运输成本最小化的方法. 并介绍了全寿命成本分析图表 (LCCAGT) 是一个可以为具体分析阶段计算关键技术指标的图表^[37]; 2010 年 Madanu Sunil 等提出高速公路交织区域安全设施改善的全寿命成本分析. 提出了一套关于高速公路交织区域安全设施改善的全寿命成本分析的理论, 用于评估由路口安全设施, 如标志、信号、照明、路面标线引起的路口车辆碰撞的风险. 鉴于在路口安全设施方案之前和之后的安全指数评估, 每年的潜在安全改进可由过剩的消费者的概念估计. 每年的潜在安全改进进一步转化为货币价值并推算为路口安全设施的服务年限, 定义为最持久的交叉口安全设施的有效使用寿命^[38].

1.2.2 国内发展

从 20 世纪 80 年代开始, 国内工程造价管理领域就开始重视和关注对工程项目全过程造价管理理论和方法的研究.

在工程造价管理领域中, 现代建设项目管理的理论和方法是近二十年来发展和进步最快的专业领域, 现代项目管理已经取代传统的项目管理范式并逐渐发展成为了项目管理范式的主流模式, 而作为整个建设项目管理的核心组成部分——建设项目成本 (造价) 管理理论与方法, 自 20 世纪 80 年代以来是现代建设项目管理学科中发展和变化最快的学科, 不管在国外还是在国内都呈现了这样一种大的发展趋

势. 建设项目成本管理理论与方法的快速发展, 体现了人们追求效益和效率的管理宗旨, 这使得我国建设项目成本管理范式也发生必要的转化, 即从传统的基于定额的建设项目成本管理范式转变成基于活动和过程的全过程成本管理的新范式. 21 世纪, 我国将全面步入工程项目全过程造价管理的发展阶段^[39].

20 世纪 80 年代中期, 在建设项目管理和建设项目成本管理领域中, 我国建设项目造价管理学界就推出了“建设项目全过程成本管理”(whole process cost management, WPCM) 的理论方法^[40], 其核心思想是将一个项目的建设期成本和运营期成本作综合考虑, 即建设项目全寿命期成本等于建设期的成本加上项目运营期的成本, 人们通过科学的设计和计划应该设法使项目全寿命期成本努力做到最小. “WPCM” 理论方法的出现很大程度上改变了我国建设项目成本管理的原理和方法, 传统的建设项目成本管理范式不断地退出而现代建设项目成本管理范式逐步变成主流模式. 在这一转变过程中, 国家也制定了相关的法规制度来规范并促进这一理论方法的实施^[41].

1983 年, 国家编制第六个五年计划建设项目前期工作计划和第七个五年计划重点项目前期工作计划时, 开始正式执行“重点项目建设前期工作的任务、内容、进度落实到项目经理的领导责任制度”. 1995 年, 开始推行“项目经理负责制”, 即项目设计寿命期内项目经理负责制和项目监理制度, 提高了企业对工程项目寿命期质量的认识. 1998 年, 国家计划委员会印发了《关于控制建设工程造价的若干决议》, 提出“建设工程造价的合理确定和有效控制是工程建设管理中的重要组成部分, 控制工程造价的目的不仅仅在于控制项目投资不超过批准的造价限额, 更积极的意义在于合理使用人力、物力、财力以及取得最大的投资效益^[7]”. 这是国内对于建设项目成本管理必须以投资效益最大化作为指导思想的较早描述, 它确定了我国提出的全过程成本管理范式的根本指导思想; 同时, 该决议还提出了“为了有效控制工程造价, 必须建立健全投资主管单位、建设、设计、施工等各有关部门的全过程造价控制责任制”. 这是我国政府最早有关全过程成本管理具体方法的说明文件. 由此可以得出以下结论.

(1) 全过程成本管理范式的根本指导思想是通过全过程成本管理使项目投资效益最大化并合理地使用项目的人力、物力、财力以节约工程成本.

(2) 全过程成本管理范式的根本方法是通过全过程成本管理使整个项目建设过程中的各有关单位共同分工合作去承担好建设项目全过程成本制责任.

1999 年 2 月 13 日, 国务院办公厅下发了《国务院办公厅关于加强基础设施工程质量管理的通知》, 在“建立和落实工程质量领导责任制”中强调“建立工程质量终身负责制”, 即项目工程质量的行政领导责任人, 项目法定代表人, 勘察设计、施工、监理等单位的法定代表人都要按各自的职责对其经手的工程质量负终身责任. 2000 年, 国务院发布了《建设工程质量管理条例》(中华人民共和国国务院第 279

号令),首次以政令形式规定了“设计文件应符合国家规定的设计深度要求,注明工程合理使用年限”、“建设工程实行质量保修制度——基础设施工程最低保修期限为设计文件规定的该工程的合理使用年限”。这些规定实际上是对建筑工程的耐久性提出了越来越明确的要求,即要求实施建筑工程的“全寿命责任制”。以往在建筑工程验收后,设计和工程承包方一般不再承担使用期间环境破坏、修复、重建等相关义务和责任,这就造成了大量工程因耐久性不足引起的由国家承担的经济损失。国务院第 279 号令中的上述规定,实际上是贯彻实施基础设施工程的“全寿命责任制”。

随着投资体制的多元化和建设市场竞争的日益加剧,国家在制定建设项目成本管理相关法规和规范的同时,对基础设施建设的投资体制也进行了一系列相应的改革,打破了计划经济体制下高度集中的投资管理模式,初步形成了投资主体多元化、资金来源多渠道、投资方式多样化、项目建设市场化的新格局。2004 年 7 月 26 日,国务院出台了《国务院关于投资体制改革的决定》(国发[2004]20 号)。在深化投资体制改革的指导思想和目标中,对深化我国投资体制改革提出了新的方向,其中改革目标重点包括了“改革政府对企业投资的管理制度,按照‘谁投资、谁决策、谁收益、谁承担风险’的原则,落实企业投资自主权;合理界定政府投资职能,提高投资决策的科学化、民主化水平,建立投资决策责任追究制度”等,从政策制度上对投资决策提出了新的要求。随着我国政府对资源稀缺性认识水平的提高,21 世纪初,交通部又提出了“人性化”和“以破坏自然资源最小”等为目标的道路设计理念,结合国外发展的全寿命设计分析理念,在项目的前期规划、可行性研究和设计、施工、管理、养护、维修、寿命结束处理阶段,进行工程项目全寿命期成本的经济性分析,已成为我国交通行业专家的共识。

一系列相关的政策、法规、制度表明,无论是全过程成本管理范式的推广、工程质量终身负责制的实施还是投资中的科学决策和投资责任的界定等,都离不开全寿命期成本分析。

伴随着国家基础设施建设的发展,我国相关领域部门和专家学者不乏对项目的全寿命期成本管理理论和方法进行深入而广泛的研究,结合我国国情,全寿命期成本分析也取得了一些成果。

《全国造价工程师执业资格考试培训教材(2005)》中对工程项目的寿命期成本的定义认为:工程寿命期成本是工程设计、开发、建造、使用、维修和报废过程中发生的成本,也即该项工程在确定的寿命期内或在预定的有效期内所支付的研究开发费、制造安装费、运行维修费、回收报废等成本的总和。

1998 年 Xie W. H. 等阐述了路面全寿命成本分析方法。采用现值方法和年平均成本的方法对路面全寿命成本进行估计。估计成本项目包括管理成本和用户成本。管理成本包括初期建设成本、分析期额外成本、修复成本、养护成本和路面回收成