

沥青路面结构及其寿命周期费用的分析

华小梅

(上海正弘工程造价咨询有限公司,上海 200030)

摘要:寿命周期费用分析是基于性能的沥青路面全寿命结构设计方法的关键组成部分,文中通过实例对沥青路面全寿命结构中的主要寿命周期费用对路面结构选择的影响程度进行了定量分析,给出了选择路面结构的建议。

关键词:沥青路面结构;寿命周期;费用组成;分析

中图分类号:U416.217 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)01-0129-03

0 引言

路面结构问题是一个技术-经济问题;在满足设计技术指标的前提下,路面结构方案的优劣很大程度上由经济因素决定,亦即需通过经济参数的比较来选择最佳的方案。而国内外都倾向于采用寿命周期费用分析法来选择总造价或总费用最低的方案。本研究就是以使用性能指标(路况指数 PCI)为指标,通过寿命周期费用分析来寻求满足性能要求的最佳的路面结构组成^[1]。该方法的有关基本概念和原理已另文有述,这里不再赘述。因此,寿命周期费用分析是该方法的关键组成部分,直接影响到最终的优化结果。而了解不同的寿命周期费用对结构优化结果的定量影响,对于路面结构的选择具有重要意义。

1 本研究考虑的寿命周期费用组成

路面从设计开始到寿命期或分析期末,可能包含的费用有设计费、新建费、养护费、改建费等管理部门费用和车辆运营费、延误费、行程时间费、事故费等用户费用。考虑到路面结构选择系统所关注的是由于路面使用性能的差异所带来的费用和效益上的差别,所以费用分析时应着重考虑受使用性能影响的那些费用组成,对差别不大的费用项目或目前尚无条件考虑的费用(如:事故费、施工延误费等)均

排除在外,最后本研究考虑的费用组成见图1(带*号的为与使用性能指标直接相关的费用)。其中,新建费和改建费按当地材料价格估算,其它几项费用需按有关模型计算^[1,2,3,4]。

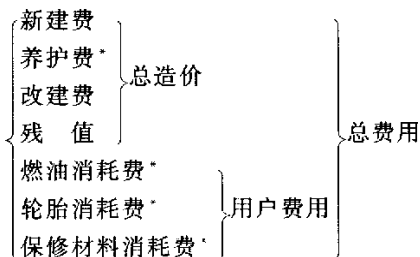


图1 本研究考虑的费用组成

为满足不同用户层次的需求,考虑两种不同的经济优化指标,即从管理部门角度考虑为道路的总造价(新建费、养护费、改建费、残值),从整个社会效益角度考虑为道路的总费用(新建费、养护费、改建费、用户费用、残值等)。费用分析方法采用费用现值法^[1,2,3]。

2 主要寿命周期费用组成比例

由于四层结构(面层、基层、底基层和土基)在高等级公路中较为典型,所以,这里以四层结构(半刚性基层)为例,并参考上海地区的材料价格和费用参数来说明各项寿命周期费用占总造价或总费用中的比例及变化规律。沥青路面结构厚度优化资料如表1所示。

收稿日期:2005-12-14

作者简介:华小梅(1968-),女,上海人,项目负责人,从事城市基础设施建设的技术经济工作。

于以高速公路为代表的高等级公路路面、桥面做防水层,而且也用于沥青路面、水泥混凝土路面的下封层。在河南、河北、山东等很多省份都得到了大量的应用。

大量的实践经验表明要保证改性乳化沥青稀浆

封层施工工艺的质量,就必须选择合格的、品质优良的原材料,配备性能优良的改性稀浆封层机及辅助设备;组织技术熟练、训练有素的工人队伍;在设计施工过程中,应该严格抓好过程,特别是关键过程控制,只有这样才能取得事半功倍的效果。

表 1 沥青路面结构厚度优化资料示例

参数名	参数值	参数名	参数值
道路等级	一级	平均温度/℃	16.2
路面宽度/m	20	平均湿度	2.027
ESAL/次·d ⁻¹	600~3 600	面层材料	沥青混凝土
交通增长率	0.05	基层材料	二灰碎石
分析期/a	25	底基层材料	二灰土
面层模量/MPa	1 200	折现率	0.10
基层模量/MPa	1 500	面层厚度/cm	8~30
底基层模量/MPa	800	基层厚度/cm	15~45
土基模量/MPa	45	底基层厚度/cm	15~30
PCI _i	60,65,70	面层加罩厚度/cm	2~10

根据基于性能的沥青路面结构优化软件^[1],不同设计标准和交通轴载下的优化结果如表 2 所示,主要寿命周期费用组成比例见表 3,限于篇幅,未将主要寿命周期费用列出。

表 2 沥青路面结构厚度优化结果举例

经济优 化指标	性能控制 标准	ESAL	结构层厚度/cm				不同性能期的面层 加罩厚度/cm			
			面层	基层	底基层	h_{11}	h_{12}	h_{13}	h_{14}	
按 总 造 价 优 化	低标准 $PCI_i=60$	600	8	15	17	2	2	2	0	0
		1 200	10	15	25	2	2	2	2	0
		1 800	12	17	23	2	2	2	2	0
		2 400	14	15	23	2	2	2	2	0
		3 000	15	15	27	2	2	2	2	0
		3 600	16	15	29	2	2	2	2	0
	中标准 $PCI_i=65$	600	11	17	19	2	2	2	2	0
		1 200	14	15	27	2	2	4	2	0
		1 800	17	15	23	2	2	2	0	0
		2 400	19	15	23	2	2	2	2	0
		3 000	20	19	23	2	2	2	2	0
		3 600	22	15	25	2	2	2	2	0
	低标准 $PCI_i=70$	600	14	17	27	2	2	2	4	0
		1 200	18	17	29	2	2	2	2	0
		1 800	21	17	29	2	2	2	2	0
		2 400	24	15	25	2	2	2	2	0
		3 000	26	15	25	2	2	2	2	0
		3 600	27	17	27	2	2	2	2	0
按 总 费 用 优 化	低标准 $PCI_i=60$	600	20	15	27	10	0	0	0	0
		1 200	29	15	29	10	0	0	0	0
		1 800	30	25	27	10	0	0	0	0
		2 400	30	33	23	10	0	0	0	0
		3 000	29	37	25	10	0	0	0	0
		3 600	30	45	29	10	0	0	0	0
	中标准 $PCI_i=65$	600	16	17	15	2	10	0	0	0
		1 200	30	17	29	10	0	0	0	0
		1 800	30	31	29	10	0	0	0	0
		2 400	24	15	19	4	10	0	0	0
		3 000	28	23	19	4	8	0	0	0
		3 600	30	25	15	4	8	0	0	0
	低标准 $PCI_i=70$	600	14	25	17	2	4	10	0	0
		1 200	22	17	29	4	10	0	0	0
		1 800	27	15	19	4	10	0	0	0
		2 400	29	21	17	4	10	0	0	0
		3 000	30	29	15	4	10	0	0	0
		3 600	30	37	29	6	10	0	0	0

注:表中 h_{11} , h_{12} , h_{13} , h_{14} 分别为第一、二、三、四次罩面的厚度。

由表 3 可见,各费用占总造价和总费用的比重随经济优化指标、设计标准和交通荷载等的不同而异。对总造价而言,新建费所占比重的范围在 48%~92%之间,改建费所占比重的范围在 4%~42%之间,养护费所占比重的范围在 3%~21%之间,变化范围还是相当大的;随交通荷载的增加,新建费的比重总体呈下降趋势,而改建费和养护费的比重总体呈上升趋势;随设计标准的提高,相同交通水平的新建费和养护费所占比重呈下降趋势,而改建费所占比重则呈上升趋势(有例外);按总费用优化侧重于性能较好、结构较强的方案,所以其新建费占总造

表 3 主要寿命周期费用组成比例

经济 优化 指标	设计标准	ESAL	占总造价比例 (%)					占总费用比例 (%)				
			新建 费	改建 费	总养 护费	残值		新建 费	改建 费	总养 护费	总用 户费	
按 总 造 价 优 化	低标准 $PCI_i=60$	600	81.44	9.56	8.90	0.01	1.62	0.55	0.59	94.33		
		1 200	74.34	14.04	11.65	0.03	2.97	0.56	0.47	96.00		
		1 800	68.50	16.27	15.24	0.01	1.99	0.47	0.54	97.10		
		2 400	61.97	20.79	17.24	0.00	1.53	0.51	0.43	97.53		
		3 000	59.27	21.16	19.57	0.00	1.27	0.46	0.42	97.85		
		3 600	54.22	24.68	21.12	0.02	1.06	0.48	0.41	98.04		
	中标准 $PCI_i=65$	600	75.56	17.40	7.04	0.00	5.14	1.18	0.48	93.19		
		1 200	67.05	24.61	8.35	0.01	3.44	1.26	0.43	94.86		
		1 800	61.26	28.56	10.21	0.03	2.39	1.11	0.40	96.10		
		2 400	54.87	32.86	12.27	0.00	1.70	1.02	0.38	96.90		
		3 000	49.94	36.56	13.52	0.02	1.37	1.01	0.37	97.25		
		3 600	48.23	37.02	14.77	0.02	1.19	0.92	0.36	97.53		
	低标准 $PCI_i=70$	600	67.18	27.66	5.18	0.02	5.73	2.36	0.44	91.47		
		1 200	56.84	37.29	5.88	0.01	3.59	2.36	0.37	93.68		
		1 800	53.11	39.36	7.55	0.03	2.48	1.83	0.35	95.34		
		2 400	63.76	27.61	8.63	0.00	2.40	1.04	0.32	96.24		
		3 000	62.57	27.68	9.76	0.01	2.01	0.89	0.31	96.79		
		3 600	66.00	23.65	10.36	0.01	1.90	0.68	0.30	97.13		
按 总 费 用 优 化	低标准 $PCI_i=60$	600	90.42	6.68	3.26	0.35	10.29	0.76	0.37	88.62		
		1 200	92.56	4.57	3.13	0.27	8.75	0.43	0.30	90.55		
		1 800	91.74	4.64	3.85	0.24	6.43	0.33	0.27	92.99		
		2 400	90.56	4.91	4.74	0.22	5.01	0.27	0.26	94.47		
		3 000	89.02	5.33	5.84	0.19	4.01	0.24	0.26	95.49		
		3 600	88.90	5.00	6.27	0.17	3.51	0.20	0.25	95.94		
	中标准 $PCI_i=70$	600	81.18	13.79	5.40	0.36	6.80	1.15	0.45	91.52		
		1 200	69.89	22.48	7.72	0.08	3.78	1.22	0.42	94.58		
		1 800	71.49	19.45	9.11	0.04	3.04	0.83	0.39	95.74		
		2 400	69.39	20.13	10.56	0.07	2.39	0.69	0.36	96.56		
		3 000	55.91	31.49	12.62	0.02	1.63	0.92	0.37	97.08		
		3 600	49.88	35.81	14.36	0.05	1.25	0.90	0.36	97.48		
	低标准 $PCI_i=60$	600	74.15	21.53	4.41	0.09	7.15	2.08	0.43	90.35		
		1 200	52.52	41.76	5.73	0.02	3.47	2.76	0.38	93.39		
		1 800	56.45	36.85	6.75	0.06	2.84	1.85	0.34	94.97		
		2 400	57.31	34.75	7.97	0.02	2.33	1.41	0.32	95.93		
		3 000	62.35	29.12	8.62	0.09	2.21	1.63	0.31	96.46		
		3 600	63.58	27.14	9.36	0.08	2.03	0.86	0.30	96.81		

*注:因残值所占比例很小,且是以效益形式出现的,故在此项中略去。

价的比重较之按总造价优化结果的新建费占总造价的比重要大,相应改建费和养护费的比重稍低。对总费用而言,新建费所占比重的范围在 1%~10% 之间,改建费所占比重的范围在 0.2%~3% 之间,养护费所占比重的范围在 0.25%~0.5 之间,而用户费所占比重的范围则在 88%~98% 之间,可见用户费所占比重相当大;随交通荷载的增加,用户费所占比重明显呈上升趋势,导致新建费、改建费和养护费的比重均呈下降趋势;随设计标准的提高,相同交通水平的用户费和养护费比重下降(按总费用优化的低标准例外),新建费和改建费比重则呈上升趋势(有例外);按总造价优化侧重于性能较差、结构较弱的方案,所以其用户费占总费用的比例较之按总费用优化结果的用户费占总费用的比例要大,相应新建费的比例稍低,而改建费和养护费的比例总体变化不大。

为形象说明各项费用所占比重,将表 3 中的数据平均后绘制饼图,如图 2 所示。由该图可见,新建费在总造价中占有相当比重,其次是改建费;用户费在总费用中占有绝对比重,其次是新建费(比重已很小),而改建费和养护费的比重已微不足道。所以,当按总费用优化时,交通量和路面性能对设计结果的影响很大,优化结果一般都偏向于结构较强的方案。

3 结语

与以往方法不同的是,基于性能的沥青路面全寿命结构选择方法是以使用性能指标(路况指数 PCI)

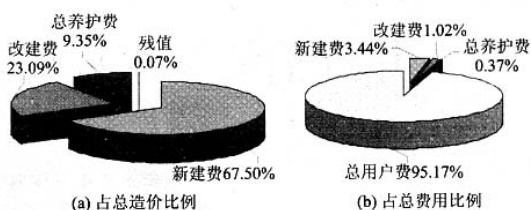


图 2 寿命周期费用组成比例

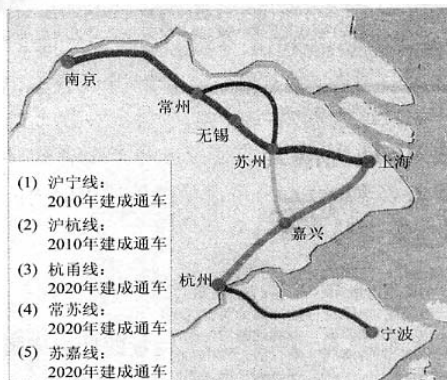
为指标,通过寿命周期费用分析寻求满足性能要求的总造价或总费用最低的路面结构组成^[1]。因此,寿命周期费用分析是该方法的关键组成部分,直接影响到最终的优化结果。文中通过实例对沥青路面全寿命结构中的主要寿命周期费用对路面结构的影响程度进行了定量分析,给出了路面结构的建议,即当交通量较大时,从社会整体利益出发,应采用按总费用优化的结果,即初期新建费较高但用户费用较低、结构较强的方案;反之,可根据具体情况,选择按总造价优化的结果,即初期新建费较低但用户费用较高、结构较弱的方案。

参考文献

- [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.
- [2]刘黎萍,孙立军. 沥青路面结构设计中的寿命周期费用分析[J]. 山东交通学院学报, 2002, 10(2): 53—58.
- [3]姚祖康. 路面管理系统[M]. 北京: 人民交通出版社, 1993.
- [4]王忠仁. 路面管理系统的车辆运营费用模型[D]. 上海: 同济大学道路与交通工程系, 1992.

沪宁、沪杭城际铁路 即将开始建设

2006 年,上海铁路局将投入 200 亿元进行铁路建设。其中,城际铁路开工将成为今年华东地区铁路建设的头等大事。今后将有 5 条城际轨道在华东大地上纵横交错,它们分别是:沪宁线(上海至南京)、沪杭线(上海至杭州)、杭甬线(杭州至宁波)、常苏线(常州至苏州)和苏嘉线(苏州至嘉兴)。根据规划,长三角城际轨道交通将分期建设,到 2010 年,沪宁线、沪杭线将建成通车,构成长三角城际交通网主轴;到 2020 年,余下 3 条线将建成。据悉,今年年内沪宁线、沪杭线有望动工兴建。一旦建成,三地市民将享受“公交化”的铁路运输。



长三角城际轨道交通网示意图

城际轨道交通: 作为干线铁路中的客运专线, 它不同于既有的铁路线, 其运行车速为 250~300 km/h, 大大高于现有铁路平均 160 km 的时速。同时, 城际铁路采用小编组模式, 每辆车只挂 6 节至 8 节列车, 更类似于城市内的地铁和轻轨。