

文章编号: 1002-0268 (2001) 02-0082-04

# 公路费用的构成与分摊

朱康远, 谈至明  
(同济大学 上海 200092)

**摘要:** 从经济学中引发费用公平的角度研究公路费用的构成和分摊; 分析典型车型在等级道路上引发费用的构成; 最后, 对典型车型的各种引发费用进行初步的估算。  
**关键词:** 公路; 成本; 引发费用  
**中图分类号:** F540.4      **文献标识码:** A

## Composition and Allocation of Road Costs

ZHU Kang-yuan, TAN Zhi-ming  
(Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** This paper presents a study of composition and allocation of road costs based on the equity of vehicle induced costs. The composition of vehicle induced costs for typical vehicle on classified road is investigated. And vehicle induced cost for each type of vehicle is obtained.  
**Key words:** Road; Costs; Vehicle induced costs

改革开放以来, 中国公路交通事业发展迅猛。在 1990~1999 年之间公路年平均增长 1.7 万 km。至 1999 年年底, 全国公路通车里程已达 130 万 km, 高速公路突破 10 000km。面对如此庞大的公路交通系统, 必然要求加强公路费用构成和分摊研究, 以制定科学、合理的配套政策, 对其加强引导和促进。

公路费用分摊研究, 主要探讨如何把道路交通系统的费用科学、合理、公平地分摊到不同的道路使用者身上, 以收回或补偿各种相应的支出, 确保道路交通系统充分、有效地利用以及可持续发展。本文根据引发费用公平原则来研究公路费用分摊, 讨论道路使用者所应承担的费用责任。

### 1 公路费用分摊的基本目标及方法

公路费用分摊的基本目标主要有两种: 效率和公平。效率准则在道路使用者税费中, 实质是使道路交通资源得到最充分的利用, 实现社会效益的最大化。公平概念主要有 3 种: 所得效益公平; 支付能力公

平; 引发费用公平。在实际应用中, 由于普通道路的道路使用者所获效益很难计量; 实施支付能力公平在目前的情况下缺乏一定的条件和数据; 引发费用公平概念比较明确, 道路使用者使用道路所引发的费用也便于计量, 已成为公路费用分摊研究的主要尺度。

国外基于引发费用公平原则的公路费用分摊方法主要有 4 种: 1. 两步增量法; 2. 直接分摊法; 3. 损坏函数法; 4. W.M. 法。

两步增量法将路面厚度分成两层。第一层是不考虑交通量所需的最小厚度, 这层路面的费用可看作固定费用, 按一般费用进行分摊; 第二层厚度是设计期内预计的标准轴载累计作用次数所需要的厚度, 其费用可按相应的标准轴载作用次数平均分配。两步增量法体现的分摊关系与路面厚度的实际设计原则相一致, 主要用于分摊路面费用。

直接分摊法是用某些选定的能反映各类车辆实际使用道路情况的参数来分摊道路的费用。这种方法比较简明, 应用比较方便, 但缺乏可靠的理论基础。目

前研究的分配变量有:标准车公里、标准轴公里、最大总重公里、平均总重公里、车公里等各种分配变量。

损坏函数法是先列出与公路改建决策有重要关系的损坏类型,然后建立每种损坏类型的数学模型,以估计每种损坏类型对路面改建决策的相对重要性,并据此确定各类车辆的费用责任。损坏函数法虽具有较强的理论依据,但它需要有大量的数据。

W.M. 法是 Wong 和 Markov 于 1984 年提出的,其核心是采用一个路面使用性能模拟模型——EA RO-MAR-2 预测养护和改建费用。这种方法主要用于分摊路面养护和改建费用。

基于上述情况,本文主要运用两步增量法和直接分摊法分摊公路费用。两步增量法用于道路结构成本分摊,道路养护费、改建费及一些广义费用采用直接分摊法加以分摊。

## 2 公路费用构成及分摊

公路费用由基本建设费用、养护维修、管理费用和环境费用等构成,道路基本建设费用又可分为路线成本、路面成本、道路附属设施成本 3 部分。

### 2.1 路线成本

路线成本是指道路所占用地,路基和桥梁、隧道工程的建设费用。它可表示为

$$A_i = k_a k_{li} C \quad (1)$$

式中,  $k_c$  为道路等级修正系数;  $k_l$  为路线延长修正系数;下标  $i$  为道路等级,  $i=0, 1, 2, 3$  分别表示高速,一级,二级,三级公路;  $C$  为所在地区的二级公路的路线成本,即当  $i=2$  时,  $k_{c2}=1.0$ ,  $k_{l2}=1.0$ ,  $A_2=C$ 。

道路等级修正系数  $k_{ci}$  是修正不同道路等级的路基宽度、填挖量、桥隧结构等工程量不同而引起的成本差异;路线延长修正系数  $k_{li}$  是修正不同等级道路路线延长的差异;不同地区二级公路的路线成本  $C$  主要与所在地区的地型、地貌以及当地材料价格等因素有关。对几个地区不同等级道路的路线成本初步分析表明,  $k_c$  和  $k_l$  相对比较接近,  $k_{c0} \approx 1.0$ ,  $k_{c1} \approx 4.4$ ,  $k_{c3} \approx 0.3$ ;  $k_{l0} \approx 0.8$ ,  $k_{l1} \approx 0.85$ ,  $k_{l3} \approx 1.15$ 。

道路上行驶的各种车辆,由于其宽度、长度和营运车速的不同,应修正单车分摊的平均路线成本,即

$$a_{ij} = g_{ia} v_{ij} w_{ij} l_{ij} A_i / \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij}^t \quad (2)$$

式中,  $a_{ij}$  为各车辆承担的路线费用;  $g_{ia}$  为道路路线建设费用的时间修正系数;  $v_{ij}$  为路线成本速度分摊系

数;  $w_{ij}$  为车辆宽度分摊系数;  $l_{ij}$  为车辆折合系数;  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij}^t$  为设计年限内的当量总交通量,  $x_{ij}^t$  为  $i$  级道路上  $t$  年的  $j$  车型车辆数,  $m$  为道路设计年限,  $n$  为车辆类型数;下标  $i$  的意义同式 (1);下标  $j=1, 2, 3$  分别表示小型汽车、中型货车和拖挂车 3 种典型车型,其余各种车型根据实际研究的需要转化到这 3 种车型。

道路路线建设费用的时间修正系数是考虑道路路线建设费用回收时社会折现率的影响,可表示为  $g_{ia} = A_i \setminus \sum_{t=1}^m A_{it} (1+DR)^{-t}$ ,  $A_{it}$  为不考虑社会折现率影响时对  $A_i$  进行分摊而在  $t$  年应收回的路线建设费用,  $A_i = \sum_{t=1}^m A_{it}$ ,  $DR$  为社会折现率。路线成本速度分摊系数是考虑道路上各种车辆的实际行驶速度的不同而对路线成本分摊的影响。车辆宽度分摊系数考虑不同车辆对道路实际宽度要求的不同,中型货车、拖挂车要求的实际道路宽度大约为 3.75m,小型汽车大约为 3.5m。车辆的折合系数  $l_{ij}$  主要考虑了车辆的长度,高速、一级公路上的车辆折算为标准小客车,二级、三级公路上的车辆折算为中型货车。

### 2.2 路面成本

路面成本是指路面结构建设费用。它可表示为

$$B_i = k_p k_{li} P \quad (3)$$

式中,  $k_p$  为路面等级修正系数;  $P$  为所在地区二级道路的路面成本。

路面等级修正系数  $k_{pi}$  是修正不同道路等级其路面宽度、路面设计强度不同引起的路面成本的差异;参考几个地区的各等级道路的路面单价和道路宽度,  $k_{pi}$  大致为  $k_{p0} \approx 5.0$ ,  $k_{p1} \approx 4.0$ ,  $k_{p3} \approx 0.4$ 。

路面成本的分摊采用两步增量法进行计算。两步增量法把路面厚度分为两层,相应地把路面成本也分为两部分  $B_{i1}$  和  $B_{i2}$ 。  $B_{i1}$  为主要满足施工、自然力及路面表面功能要求的路面厚度成本,  $B_{i2}$  为满足车辆作用的强度需要的路面成本。各种车辆所应分摊到的路面成本可用下式表示

$$b_{ij}^t = [\alpha_{ij} w_{ij} \hat{q} + \beta_{ij} (1 - \hat{q})] \times B_i \times g_{ib} \times f_{it} \quad (4)$$

式中,  $b_{ij}^t$  为各种车辆引发的路面费用;  $\hat{q}$  为与  $B_{i1}$ 、 $B_{i2}$  有关的系数,  $B_{i1} = \hat{q} B_i$ ,  $B_{i2} = (1 - \hat{q}) B_i$ ;  $\alpha_{ij}$ 、 $\beta_{ij}$

为与交通量构成有关的系数,  $\alpha_{ij} = l_{ij} \setminus \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij}^t$ ,  $\beta_{ij} = e_{ij} \setminus \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n e_{ij} x_{ij}^t$ ,  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n e_{ij} x_{ij}^t$  为设计年限内累计标准

轴载,  $e_{ij}$  为标准轴载换算系数;  $g_{ib}$  为道路路面建设费用的时间修正系数, 其意义和计算方法与  $g_{ia}$  相似;  $f_{it}$  为路面使用时间修正系数。上下标  $m, n, i, t$  的意义同上。

$B_{i1}$ 、 $B_{i2}$  的费用可根据自然力的作用、施工要求及车辆能舒适运行的最小厚度确定。经过对目前的路面成本的分析统计及结构层常用最小厚度<sup>[4]</sup>,  $\hat{q}$  大约为  $\hat{q}_0=0.25$ ,  $\hat{q}_1=0.3$ ,  $\hat{q}_2=0.35$ ,  $\hat{q}_3=0.4$ 。路面使用时间修正系数  $f_{it}$  是考虑道路使用过程中服务水平下降的修正系数, 在具体计算时本文仅考虑目前状况, 根据目前我国等级道路的服务水平和建设情况,  $k_{it}$  大约为  $f_{0t}=1.2$ ,  $f_{1t}=1.1$ ,  $f_{2t}=1.0$ ,  $f_{3t}=0.9$ 。

2 3 道路附属设施成本

道路附属设施主要是交通安全设施、交通管理设施、防护设施以及路边绿化等。它可表示为

$$d_{ij}=k_{it}r_{ij}l_{ig}D_i\sqrt{\sum_{i=1}^m\sum_{j=1}^nl_{ij}x_{ij}^t}\tag{5}$$

式中,  $D_i$  为道路的附属设施成本;  $r_{ij}$  为道路附属设施的速度分摊系数;  $g_{id}$  为道路附属设施建设费用的时间修正系数, 其意义和计算方法与  $g_{ia}$  相似。

附属设施成本  $D_i$ , 高速公路大约为 250 万元/km, 一级、二级、三级公路分别为 100 万元/km、30 万元/km、10 万元/km。速度分摊系数  $r_{ij}$  是考虑道路上各车辆速度的不同而对附属设施要求的不同。

2 4 养护维修、管理成本

养护维修、管理成本是指在道路建成后, 为了维护车辆的正常运作在道路上投入的资金。道路的损坏主要有两种原因: 1. 是自然力的作用引起的。2. 是车辆轴重作用引起的。对这两种损坏引起的养护费用分别用标准车公里、当量标准轴作为分摊系数进行分摊。各车辆分摊到的养护维修成本可用下式表示

$$h_{ij}=g_{ih}\left(\alpha_{ij}H_{i1}+\beta_{ij}H_{i2}\right)\tag{6}$$

式中,  $H_{i1}$  和  $H_{i2}$  分别表示由于自然力的作用和车辆轴重作用引起的折算到道路建设期的养护费用;  $g_{ih}$  为道路附属设施建设费用的时间修正系数, 其意义和计算方法与  $g_{ia}$  相似;  $\alpha_{ij}$ 、 $\beta_{ij}$  意义同上。

在道路工程中小修、保养一般是由自然力作用引起的, 而大、中修一般是由轮载反复作用引起的, 因而本文计算时暂把小修保养费用作为第一部分费用  $H_{i1}$ , 而大、中修工程费用作为第二部分费用  $H_{i2}$ 。根据文献[ 5] 推荐的方法估算, 车辆承担的道路养护费用的两部分值为  $h_{01}=22$ ,  $h_{02}=14$ ;  $h_{11}=16$ ,  $h_{12}=12$ ;  $h_{21}=11$ ,  $h_{22}=10$ ;  $h_{31}=4$ ,  $h_{32}=4$ (单位: 万元/km)。

2 5 环境费用

道路的修建必然会对沿线的生态状况或多或少地带来不利的影响, 如空气的污染, 水资源的污染, 以及灰尘、噪声等。环境费用是为了改善道路沿线的环境而向道路使用者收取的费用。

对道路环境污染的评价目前还没有一个统一的标准, 而且这部分费用的货币化尚有较大的难度, 故不作深入论述。

3 车辆的引发费用之和

根据上文所给公式, 代入具体参数数值后可得到典型车型的各项引发费用。

经过对几个地区的调查, 目前等级道路上各车辆的运营速度和不按交通能力折合的交通量构成比例大致为表 1 和表 2 所示。

上文中某些参数在目前情况下还比较难以具体计算, 故在这里作了一定的假定。路线成本速度分摊系数  $v_{ij}$  和道路附属设施的速度分摊系数  $r_{ij}$  的主要考虑因素为车辆的运营速度, 计算时假定其值与运营速度成比例, 综合考虑交通量的构成比例, 计算结果见表 3; 道路的时间修正系数  $g_{ia}$ 、 $g_{ib}$ 、 $g_{id}$ 、 $g_{ih}$  都与等级道路的交通总量、交通量构成和交通量的年增长率有很大关系, 计算时假定等级道路上的车型、轴重分布在使用年限内不变, 则有  $g_{ia}=g_{ib}=g_{id}=g_{ih}=g_i=Y_i$

$\sqrt{\sum_{i=1}^mY_{it}\left(1+DR\right)^{-t}}$ ,  $DR$  为社会折现率,  $Y_i$  为在建设期投入的建设总费用,  $Y_{it}$  为不考虑社会折现时在  $t$  年应收回的相应的费用,  $Y_{it}=Y_iQ_{it}/Q_i$ ,  $Q_{it}$ 、 $Q_i$  分别表示  $i$  级道路在  $t$  年的交通量及设计年限内的总交通量, 现假定道路上的交通量以一固定增长率增长, 则有  $Q_{it}=Q_{i1}\left(1+IR\right)^t$ , 式中  $IR$ 、 $Q_{i1}$  分别为交通量年增长率和初始年交通量, 则最后可得,  $g_i=Q_i\sqrt{\left[\sum_{i=1}^mQ_{i1}\left(1+IR\right)^t\left(1+DR\right)^{-t}\right]}$ , 根据目前的交通量增长率(表 3)和社会折现率 8%, 可计算  $g_i$ (表 3)。经过对几个地区的调查和表 2 可得到表 3 各参数。

表 1

| 车辆类型 | 高速公路 | 一级公路 | 二级公路 | 三级公路 |
|------|------|------|------|------|
| 小型汽车 | 110  | 85   | 55   | 40   |
| 中型货车 | 90   | 75   | 50   | 35   |
| 拖挂车  | 75   | 55   | 45   | 30   |

表 2

| 车辆类型 | 高速公路 | 一级公路 | 二级公路 | 三级公路 |
|------|------|------|------|------|
| 小型汽车 | 55%  | 50%  | 30%  | 25%  |
| 中型货车 | 39%  | 43%  | 62%  | 68%  |
| 拖挂车  | 6%   | 7%   | 8%   | 7%   |

表 3

| 车辆类型 |      | $m_{ij}$ | $n_{ij}$ | $e_{ij}$ | $r_{ij}$ | $l_{ij}$ | $Q_i$                     | $\sum_{j=1}^n e_{ij}x_{ij}$ | $IR$ | $g_i$ |
|------|------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|-----------------------------|------|-------|
| 高速公路 | 小型汽车 | 1. 10    | 0. 97    | 0        | 1. 10    | 1. 0     | 2. 19×10 <sup>8</sup> pcu | 20×10 <sup>6</sup>          | 5%   | 2. 17 |
|      | 中型货车 | 0. 90    | 1. 04    | 0. 16    | 0. 90    | 1. 5     |                           |                             |      |       |
|      | 拖挂车  | 0. 75    | 1. 04    | 1. 60    | 0. 75    | 2. 0     |                           |                             |      |       |
| 一级公路 | 小型汽车 | 1. 08    | 0. 97    | 0        | 1. 08    | 1. 0     | 1. 10×10 <sup>8</sup> pcu | 12×10 <sup>6</sup>          | 4%   | 1. 75 |
|      | 中型货车 | 0. 95    | 1. 03    | 0. 19    | 0. 95    | 1. 5     |                           |                             |      |       |
|      | 拖挂车  | 0. 70    | 1. 03    | 1. 45    | 0. 70    | 2. 0     |                           |                             |      |       |
| 二级公路 | 小型汽车 | 1. 08    | 0. 95    | 0        | 1. 08    | 0. 5     | 2. 19×10 <sup>7</sup> 辆   | 5. 0×10 <sup>6</sup>        | 3%   | 1. 55 |
|      | 中型货车 | 0. 98    | 1. 03    | 0. 21    | 0. 98    | 1. 0     |                           |                             |      |       |
|      | 拖挂车  | 0. 88    | 1. 03    | 1. 25    | 0. 88    | 1. 5     |                           |                             |      |       |
| 三级公路 | 小型汽车 | 1. 11    | 0. 95    | 0        | 1. 11    | 0. 5     | 9. 13×10 <sup>6</sup> 辆   | 2. 0×10 <sup>6</sup>        | 2%   | 1. 42 |
|      | 中型货车 | 0. 97    | 1. 02    | 0. 22    | 0. 97    | 1. 0     |                           |                             |      |       |
|      | 拖挂车  | 0. 84    | 1. 02    | 1. 15    | 0. 84    | 1. 5     |                           |                             |      |       |

根据表 3 及道路各构成部分的造价（二级道路的 km，其余见第 2 部分）可得到车辆在各级道路上的路线成本  $C$ 、路面成本  $P$  大约分别为 160、90 万元/引发费用，汇总列表如表 4。

表 4

| 车辆类型 |      | 道路成本构成 |        |        |       | 总和     |
|------|------|--------|--------|--------|-------|--------|
|      |      | 路线成本   | 路面成本   | 附属设施成本 | 养护成本  |        |
| 高速公路 | 小型汽车 | 14. 89 | 1. 04  | 2. 17  | 0. 22 | 18. 32 |
|      | 中型货车 | 19. 59 | 7. 29  | 2. 67  | 0. 57 | 30. 12 |
|      | 拖挂车  | 21. 76 | 58. 48 | 2. 97  | 2. 87 | 86. 18 |
| 一级公路 | 小型汽车 | 9. 97  | 1. 56  | 1. 46  | 0. 25 | 13. 24 |
|      | 中型货车 | 13. 97 | 9. 01  | 1. 93  | 0. 71 | 25. 61 |
|      | 拖挂车  | 13. 73 | 53. 13 | 1. 89  | 3. 05 | 71. 80 |
| 二级公路 | 小型汽车 | 5. 81  | 1. 06  | 1. 36  | 0. 39 | 8. 62  |
|      | 中型货车 | 11. 43 | 6. 29  | 2. 02  | 1. 43 | 21. 15 |
|      | 拖挂车  | 15. 40 | 26. 11 | 2. 74  | 5. 04 | 49. 29 |
| 三级公路 | 小型汽车 | 4. 53  | 1. 10  | 0. 99  | 0. 30 | 7. 21  |
|      | 中型货车 | 8. 49  | 5. 85  | 1. 73  | 1. 24 | 17. 31 |
|      | 拖挂车  | 11. 03 | 21. 80 | 2. 25  | 4. 20 | 39. 28 |

单位：元/百车公里

4 总结

从表 4 可以看出车辆在高速公路和一级公路的引发费用远大于在二级公路和三级公路上的引发费用；重型车辆的引发费用远大于小型车辆的引发费用。因而在高等级公路上实行收费政策及对重型汽车征收某些额外费用从引发公平角度来说合理的。

本文在研究公路费用构成与分摊时尚有一些不足之处，主要表现在：1. 对引发费用函数的修正系数没有作深入分析，也没有充分考虑各系数之间的影响；2. 没有深入分析环境费用。

参考文献:

[1] 黄渝祥. 应用经济学原理. 上海: 同济大学出版社, 1990.  
[2] 尹良龙. 道路收费的理论与政策研究. 上海: 同济大学博士学位论文, 1992.  
[3] 束明鑫. 公路资金政策研究. 公路交通科技, 1992 (2), (3).  
[4] 交通部. 公路养护技术规范 JTJ 073-85. 北京: 人民交通出版社, 1985.  
[5] 交通部. 公路技术经济指标. 北京: 人民交通出版社, 1985.  
[6] 安旗林. 车辆运行速度和成本模型的建立. 公路, 1995 (1).  
[7] “Fwa” TF, Sinha A Unified Approach For Allocation of Highway Pavement Costs. 1996.