

# 构建高速公路网交通安全效益计量模型

贺琼

(华中科技大学管理学院 武汉 430074)

**【摘要】** 本文提出了高速公路网交通安全效益的概念及采用“有无对比分析法”计量效益的思路,构建了基于道路服务水平的高速公路网交通安全效益计量模型,并给出了高速公路网交通安全效益计量的具体步骤和方法。

**【关键词】** 高速公路网 交通安全效益 计量模型

目前,我国高速公路网建设发展迅速,有必要深入研究和科学评价高速公路网的交通安全效益。

## 一、高速公路网交通安全效益概念及其计量思路

高速公路网交通安全效益实质上是高速公路网对增进交通安全的效益,即由于高速公路比一般公路具有更高的安全性,在同等交通流量情况下高速公路网的存在使交通事故率降低,交通事故总数减少,从而降低交通事故经济损失所产生的效益。因此,对于高速公路网增进交通安全的效益,可采用“有无对比分析法”来测算与评价。

具体思路是:首先,预测无高速公路网情况下一般公路网的交通事故率,可根据一般公路网道路服务水平与交通事故率的函数关系推算,由此再计算道路交通事故数和交通事故经济损失总额;其次,预测在有高速公路网情况下高速公路网和一般公路网各自的道路交通事故率,可根据高速公路网和一般公路网各自的道路服务水平与交通事故率的函数关系推算,再分别计算高速公路网和一般公路网各自的道路交通事故数和交通事故经济损失总额;最后,计算有无高速公路网两种情况下交通事故经济损失的差额,此差额即为高速公路网的交通安全效益。

## 二、高速公路网交通安全效益的计量模型

1. 高速公路网增进交通安全效益的计算模型。设无高速公路网情况下,一般公路网道路交通事故经济损失之和为 $C_{wu}$ ,其计算公式为:

$$C_{wu} = \sum V_{wui} \cdot L_{ui} \cdot R_{ui} \cdot C_u \cdot 365$$

式中: $V_{wui}$ 表示无高速公路网情况下,一般公路网*i*路段平均交通流量(辆/日); $L_{ui}$ 表示一般公路网*i*路段的长度(公里); $R_{ui}$ 表示一般公路网*i*路段的交通事故率(事故次数/亿车公里),其与道路交通流量和道路条件等因素有关; $C_u$ 表示一般公路网道路交通事故平均经济损失额(万元/次)。

再设有高速公路网情况下,高速公路网和一般公路网道路交通事故经济损失总额分别为 $C_{yh}$ 和 $C_{yu}$ ,其计算公式分别为:

$$C_{yh} = \sum V_{yhj} \cdot L_{hj} \cdot R_{hj} \cdot C_h \cdot 365$$

$$C_{yu} = \sum V_{yui} \cdot L_{ui} \cdot R_{ui} \cdot C_u \cdot 365$$

式中: $V_{yhj}$ 表示有高速公路网情况下,高速公路网*j*路段的平均交通流量(辆/日); $L_{hj}$ 表示高速公路网*j*路段的长度(公里); $R_{hj}$ 表示高速公路网*j*路段的交通事故率(事故次数/亿车公里),其与道路交通流量和道路条件等因素有关; $C_h$ 表示高速公路网道路交通事故平均经济损失额(万元/次); $V_{yui}$ 表示有高速公路网情况下,一般公路网*i*路段平均交通流量(辆/日); $L_{ui}$ 、 $R_{ui}$ 、 $C_u$ 意义同前。

因此,高速公路网交通安全效益*F*的计算公式为:

$$F = C_{wu} - (C_{yh} + C_{yu})$$

从以上模型可见,为合理测算高速公路网对增进交通安全的效益,需要科学测算道路交通事故率和道路交通事故平均经济损失额两个变量。

2. 道路交通事故率预测模型。虽然道路交通量是一个最具代表性的反映道路交通事故发生率的因变量,但交通量是一个独立于道路本身的绝对数值,不能完全反映道路状况。为此,采用道路服务水平指标,即路段交通量与相应路段通行能力的比值( $V/C$ )来替代交通量作为自变量,其能反映此路段的拥挤程度,它比交通量更能反映道路状况对交通安全的影响,也就是说其与交通事故的关系更为密切。同时, $V/C$ 在一定程度上也能反映高速公路网和一般公路网在交通量、车道宽度、侧向净空、沿途条件、交通组成和横向干扰等方面对交通安全影响的差异,因此可以认为其是一个能较为全面地反映上述各种因素对道路交通安全影响的综合性指标。

测算高速公路网对增进交通安全的效益,需分别建立高速公路网和一般公路网的道路交通事故率预测模型。构建道路交通事故率预测模型的具体方法如下:

首先,调查并计算高速公路网和一般公路网各自历年的道路交通事故率,可分别按以下公式计算:

$$R_{hj} = D_{hj} / 365 \cdot V_{hj} \cdot L_{hj} \cdot 10^8$$

$$R_{ui} = D_{ui} / 365 \cdot V_{ui} \cdot L_{ui} \cdot 10^8$$

式中: $R_{hj}$ 表示高速公路网*j*路段的交通事故率(事故次数/亿车公里); $D_{hj}$ 表示高速公路网*j*路段年交通事故次数(次/年); $V_{hj}$ 表示高速公路网*j*路段平均交通流量(辆/日);

$L_{hj}$  表示高速公路网  $j$  路段的长度 (公里);  $R_{ui}$  表示一般公路网  $i$  路段的交通事故率 (事故次数/亿车公里);  $D_{ui}$  表示一般公路网  $i$  路段年交通事故次数 (次/年);  $V_{ui}$  表示一般公路网  $i$  路段平均交通流量 (辆/日);  $L_{ui}$  表示一般公路网  $i$  路段的长度 (公里)。

其次, 计算高速公路网和一般公路网各自历年的道路服务水平, 分别按下式计算:

$$V_{hj}/C_{hj} = MSF_{dhj}/C_{Rhj}$$

$$V_{ui}/C_{ui} = MSF_{dui}/C_{Rui}$$

式中: ①  $MSF_{dhj}$  表示高速公路网  $j$  路段实际道路和交通条件下每车道最大服务交通量 (辆/h/车道), 按下式计算:  $MSF_{dhj} = SF / (f_{HV} \cdot f_p \cdot N)$ 。其中:  $SF$  表示实际道路和交通条件下单方向  $N$  条车道的服务交通量 (辆/h);  $f_{HV}$  表示交通组成影响对流率的修正系数;  $f_p$  表示驾驶员总体特性修正系数;  $N$  表示道路单向车道数。②  $C_{Rhj}$  表示高速公路网  $j$  路段实际设计速度  $V_R$  对应的通行能力值 (辆/h/车道),  $V_R$  查交通部《公路通行能力手册》并内插确定。③  $MSF_{dui}$  表示一般公路网  $i$  路段实际道路和交通条件下每车道最大服务交通量 (辆/h/车道), 其按多车道和双车道分别按下式计算: 对于多车道,  $MSF_{dui} = SF / (f_w \cdot f_d \cdot f_{HV} \cdot f_p \cdot N)$ 。其中:  $f_w$  表示横向干扰对通行能力的修正系数;  $f_d$  表示平交路口密度修正系数。对于双车道,  $MSF_{dui} = SF / (f_w \cdot f_d \cdot f_r \cdot f_{HV})$ 。其中:  $f_w$  表示路面宽度对通行能力的修正系数;  $f_d$  表示方向分布对通行能力的修正系数;  $SF$  表示双方向的高峰小时交通量 (辆/h)。④  $C_{Rui}$  表示一般公路网  $i$  路段实际设计速度  $V_R$  对应的通行能力值 (辆/h/车道),  $V_R$  查交通部《公路通行能力手册》并内插确定。

最后, 建立高速公路网和一般公路网各自的道路服务水平与交通事故率回归模型。根据上述数据, 采用回归分析技术分别建立高速公路网和一般公路网各自的道路交通事故率预测模型, 其表达式为:

$$R_h = f(V_h/C_h)$$

$$R_u = f(V_u/C_u)$$

式中:  $R_h$  表示高速公路网道路交通事故率;  $R_u$  表示一般公路网道路交通事故率;  $V_h/C_h$  表示高速公路网道路服务水平;  $V_u/C_u$  表示一般公路网道路服务水平。

3. 道路交通事故损失计算。交通事故发生所造成的损失可概括为物质财产损失、社会服务损失、人员伤亡损失、交通延误损失和交通环境损失等五个方面。这些损失的计量方法依不同损失的特点而不同。

物质财产损失的计量以利益丧失原则为依据, 计量物质财产损毁的直接损失和减值损失, 直接损失根据物质财产损毁后的更新、维修及部件更换等费用确定, 减值损失类比市场交易价格差确定。对于交警、交通、医疗救护、消防、环保和司法等社会公共部门为处理交通事故付出的社会服务损失, 以处理交通事故社会服务所实际投入的人力、物力的直接成本或机会成本计量。交通事故人员伤亡损失是最难以估量的, 它涉及人的生命价值估量问题, 很难用金钱衡量, 该损失包括人员伤亡的社会劳动价值损失、家务劳动价值损失、亲友生活质

量损失与精神损失、医疗救助与丧葬等实际资源损失等方面。社会和家务劳动价值损失以人力资本投入产出为依据, 可根据伤亡人员的健康状态、年龄大小和受教育程度等用总产量法 (也称“人力资本法”) 计量; 亲友生活质量损失与精神损失, 可用愿付费用法计量; 医疗救助与丧葬等损失按实际发生费用计量。交通事故导致的客运、货运车辆的在途延误损失可根据交通集散波理论估算的延误时间及其间接损失费用来计量。对于交通事故导致环境破坏后的环境恢复或者重建损失、危险品及污染物泄漏后导致的生态环境变化损失和人类的健康损失等, 可分别采用重置成本法、预防性支出法和疾病成本法等方法计量。

### 三、高速公路网交通安全效益的计量步骤

首先, 测算无高速公路网情况下一般公路网所有路段上发生交通事故所带来的经济损失之和  $C_{wu}$ , 下面具体分析其估算过程。

(1) 预测无高速公路网情况下, 一般公路网各路段交通量  $V_{wui}$  及其服务水平  $V_{wui}/C_{wui}$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ 。

(2) 根据前述所构建的一般公路网道路交通事故率预测模型  $R_u = f(V_u/C_u)$ , 预测一般公路网各路段交通事故率  $R_{ui}$ , 并估算一般公路网各路段交通事故数  $D_{wui}$ , 其计算公式如下所示:

$$D_{wui} = 365 \cdot R_{ui} \cdot V_{wui} \cdot L_{ui} \cdot 10^8$$

(3) 计算一般公路网各路段交通事故经济损失总额  $C_{wu}$ , 其计算公式为:

$$C_{wu} = \sum D_{wui} \cdot C_u$$

其次, 测算有高速公路网情况下, 一般公路网各路段发生交通事故所带来的经济损失  $C_{yu}$  和高速公路网各路段发生交通事故所带来的经济损失  $C_{yh}$ 。  $C_{yu}$  和  $C_{yh}$  的计算过程如下:

(1) 预测有高速公路网的情况下, 一般公路网各路段的交通量  $V_{yui}$  及其服务水平  $V_{yui}/C_{yui}$  和高速公路网各路段的交通量  $V_{yhj}$  及其服务水平  $V_{yhj}/C_{yhj}$ ,  $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$ 。

(2) 根据前文所构建的道路交通事故率预测模型  $R_u = f(V_u/C_u)$  和  $R_h = f(V_h/C_h)$ , 预测一般公路网和高速公路网各路段的交通事故率  $R_{yui}$  和  $R_{yhj}$ , 并计算一般公路网和高速公路网各路段的交通事故总数  $D_{yui}$  和  $D_{yhj}$ , 其计算公式分别是:

$$D_{yui} = 365 \cdot R_{yui} \cdot V_{yui} \cdot L_{ui} \cdot 10^8$$

$$D_{yhj} = 365 \cdot R_{yhj} \cdot V_{yhj} \cdot L_{hj} \cdot 10^8$$

(3) 计算一般公路网和高速公路网道路交通事故经济损失总额  $C_{yu}$  和  $C_{yh}$ , 其计算公式分别为:

$$C_{yu} = \sum D_{yui} \cdot C_u$$

$$C_{yh} = \sum D_{yhj} \cdot C_h$$

最后, 估算高速公路网交通安全效益  $F$ 。

### 主要参考文献

1. 吉小进等. 高速公路基本路段  $V/C$  与事故率的关系. 公路交通科技, 2003; 20
2. 交通部公路科学研究所. 公路通行能力手册. 北京: 人民交通出版社, 2004