

文章编号: 1002-0268 (2005) 09-0170-05

基于车辆轴型分类的公路货运 车辆运营成本研究

杭文, 李旭宏, 何杰
(东南大学交通学院, 江苏 南京 210096)

摘要: 针对目前公路货运车辆运营成本分析中车型分类与装载量确定方法的不足, 提出了基于车辆轴型分类的运营成本研究模式, 在按轴型划分的交通量和轴载调查的基础上通过建立轴载分布模型确定分析车型与其装载量, 并根据政府政策和车辆装载量的影响程度分类统计分析车型的运营单位成本。使用安徽省调查数据推导出了公路货运车辆运营成本与装载量之间的经验公式。结果表明: 该省公路货运车辆的平均单位运营成本在 0.253 ~ 0.756 元/t·km 之间, 与市场运价基本一致。

关键词: 车辆运营成本; 公路货运; 轴型; 抽样调查

中图分类号: U492.3⁺1

文献标识码: A

Research of Highway Freight Vehicle Operating Cost Based on Vehicles Axle Type Classification

HANG Wen, LI Xu-hong, HE Jie

(Transportation College of Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096, China)

Abstract: Given the shortage of methods to determine the vehicle type and truck load in the current analysis of highway freight vehicle operating cost, the model of VOC based on vehicle axle type classification is brought up. After the investigations of traffic and axle weight classified by axle types, truck axle load distribution model is established to estimate the truck load. Then the VOC is analyzed taking into consideration of the influence of government policy and truck load. Finally, empirical formula of highway freight transportation VOC with truck load is gained by using the data from Anhui province.

Key words: Vehicle operating cost; Highway freight transportation; Axle type; Spot survey

车辆运营成本, 包括车辆拥有和运营的所有费用, 是公路工程经济研究所需的重要参数之一, 广泛应用于综合运输发展战略研究、公路项目可行性研究、公路管理政策研究等。我国正处于公路基础设施建设的高峰时期, 受传统研究方法与统计数据限制, 目前针对车辆运营成本的深入研究仍较为缺乏。较常用的分析方法是按公路货运车辆按小、中、大货和拖挂车进行车型分类并根据额载确定其载重量, 之

后选择某些较易量化的成本指标 (如燃油费用), 在不同运营环境 (如道路等级) 下分析该指标的变动情况, 最后按该指标占单位运营总成本的一定比例进行扩样以得到不同运营环境下的单位运营成本。

针对上述传统研究模式中的不足, 论文提出了基于车辆轴型分类的车辆运营成本分析模式, 力图在轴载调查的基础上根据车辆的实际装载量进行运营成本分析。

收稿日期: 2004-07-13

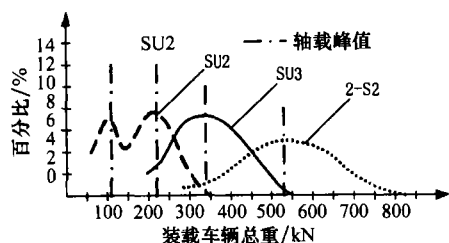
作者简介: 杭文 (1979-), 男, 江苏仪征人, 博士研究生, 主要研究方向为运输规划与管理。(zeal_hw@sohu.com)

1 车型分类

1.1 基于轴型分类的依据

我国现行的养路费、运管费和路桥通行费等税费,一般均是以车辆行驶证核定的载重量(标记吨位)作为计费依据,业者为了降低成本,采取少报标记吨位逃漏税费的手法(大吨小标)来获取非法利润,出现大批货车实际装载货物重量明显高于标记吨位的现象,即非法超载。其中不少车主还进一步加装货物,致使车轴的载荷超过了交通部规定的公路允许限值,即非法超限。由于大吨小标与超限运输现象的普遍,导致使用车辆行驶证、运货单等记录数据或运用目测判断等传统方法无法有效地获得货运车辆的真实装载情况,从而无法准确地进行车辆运营成本的分析研究。

车辆装载量的影响因素主要有车辆载重能力、货运需求、道路情况、法律法规等,在无法有效监控车辆装载量的情况下,其中的决定性影响因素是车辆的载重性能特别是车辆底盘的承载能力。因此,以车辆的轮轴类型进行车型分类可以有效地划分车辆的实际载重范围(图1)并建立车辆单位运营成本与载重量的联系。同时,车辆对道路桥梁等基础设施的影响也与轮轴类型和轴载息息相关,基于轮轴类型的车辆分类模式可以更为直接地建立公路运营管理成本与车辆运营成本间的联系。



注:SU2指2轴整体货车;SU3指3轴整体货车(后轴为双联轴);2-S2指4轴半挂车(后轴为双联轴)。

图1 轴型与载重关系示意图

1.2 分析车型的确定

运营成本分析车型,是一种车型概念,其相关参数与成本指标可以表征区域公路货物运输中车辆装载量与运营成本的典型关系。分析车型选取的基础是基于轴型划分的交通量调查和轴载称重调查,根据按轴型划分的交通组成确定常见轴型为分析轴型(如SU2、SU3、2-S2、3-S2等),再对分析轴型的车辆进行抽样称重调查以获得轴载谱数据。

调查所得的轴载谱一般存在2个峰值,分别表征该类型车辆空载和装载时的情况。为了滤去调查数据

的噪声,可以使用最小二乘法通过一定的分布函数对离散型的轴载谱数据进行曲线拟合,常用的轴载分布函数有正态(Gauss)分布(图2)、对数正态分布和Weibull分布等。在建立轴载分布模型之后,取模型对应车辆装载状态的函数均值 $\mu_{\text{载}}$ (如SU3为333.6kN)减去空载状态的函数均值 $\mu_{\text{空}}$ (如SU3为112kN)的差值为该轴型车辆的平均装载量,并以装载量位于该均值临近范围内(如使用正态分布函数拟合时取 $\{\mu_{\text{载}} - \sigma_{\text{载}}, \mu_{\text{载}} + \sigma_{\text{载}}\}$, $\sigma_{\text{载}}$ 为模型对应车辆装载状态的函数方差)的车辆型号(如EQ120、CA123等)为分析样本 Θ ,再以分析样本的统计参数表征分析车型。

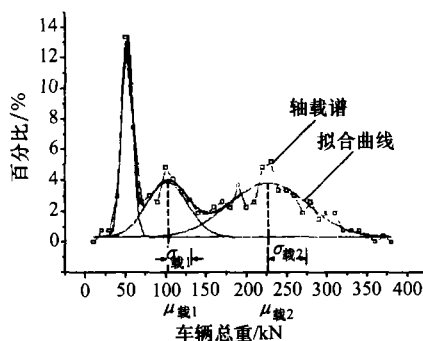


图2 轴载分布曲线拟合示意图(SU2)

需要注意的是,我国目前SU2型车辆一般存在两种不同的使用类型,一种为轴距3m左右、自重50kN以下、以短途运输使用为主的轻型车辆,一般不超限,定义为SU2a型;另一种为轴距4~6m、自重50kN以上、以中长途运输为主的中、重型车辆,定义为SU2b型。在SU2型车辆的轴载谱中一般存在3~4个峰值,即1~2个空载峰值与两个载重峰值,在车辆调查与运营成本的分析时应注意区分。

2 运营成本结构

参考荷兰道路运输企业的货运成本分类方法,按照政府政策和车辆装载量的影响程度将车辆运营成本划分为3类,即按里程计算的成本、按时间计算的成本和直接运输成本(图3),以便界定业者和政府对车辆运营成本的影响范围。其中,按时间计算的成本与车辆的装载率(装载量与额载的比值)基本无关;按里程计算的成本与车辆使用程度特别是装载率密切相关,由于国内尚缺乏相关的理论研究,故本文使用调查数据进行统计分析;直接运输成本与装载率和地方政府的短期政策有关,一般无法建立其与时间或行驶里程的直接联系。

2.1 按里程计算的成本CM

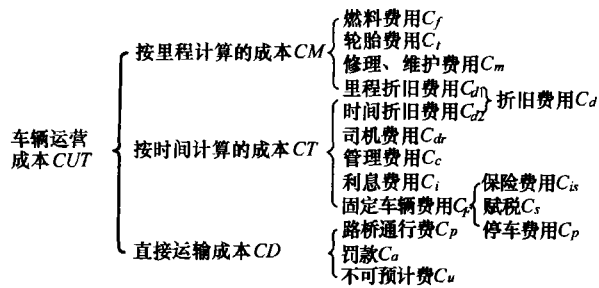


图3 公路货运车辆运营成本结构图

$$CM = C_f + C_i + C_m + C_{d1} \quad (1)$$

(1) 燃料费用

$$C_f = [\lambda l_1 + (1 - \lambda) l_2] \times p_f \quad (2)$$

式中, l_1 、 l_2 分别为空载/装载行驶时单位里程燃料消耗量, L/km; λ 为车辆空驶率; p_f 为每升燃料价格, 元/L。

(2) 轮胎费用

$$C_i = \sum_j m_j \times p_{tj} / d_j \quad (3)$$

式中, j 为车辆的轮胎类型; m_j 为 j 型轮胎数, 只; p_{tj} 为 j 型轮胎单价, 元/只; d_j 为 j 型轮胎的平均使用寿命, km。

(3) 修理、维护费用

$$C_m = \sum_j C_{mj} / d_{pj} \quad (4)$$

式中, C_{mj} 为车辆部件 j 的维修费用, 万元; d_{pj} 为部件 j 的平均使用里程, 万 km。

(4) 里程折旧费用 C_{d1}

车辆折旧可分为物理折旧与技术折旧, 与此相对应, 在折旧计算时分为按里程计算的折旧费用与按时间计算的折旧费用两部分, 并以 α 和 $(1-\alpha)$ 赋予两种折旧方式以统计权重。

$$C_{d1} = \alpha \times (P_0 - P_t - P_R) / D_0 \quad (5)$$

式中, P_0 为新车价值; P_t 为轮胎总价值; P_R 为车辆残值; D_0 为车辆极限行驶里程。

2.2 按时间计算的运营成本 CT

$$CT = C_{d2} + C_i + C_d + C_c + C_F \quad (6)$$

(1) 年时间折旧费用

$$C_{d2} = (1 - \alpha) \times (P_0 - P_t - P_R) / n \quad (7)$$

式中, n 为车辆使用年限, 根据 1997 年国经贸委《关于发布〈汽车报废标准〉的通知》, 半挂车使用年限取 8a, 其他车辆取 10a。

(2) 年利息费用

$$C_i = [(P_0 + P_R) / 2] \times I \quad (8)$$

式中, I 为年贴现率, 一般取 10%。

(3) 年司机费用

$$C_d = 12w + w_e \quad (9)$$

式中, w 为司机工资, 万元/月; w_e 为年津贴与福利, 万元/a, 可取年 w 和值的 50%。

(4) 年管理费用 C_c

指企业管理费用或私营业者管理费用, 后者可用随车监督人员的费用代替。

(5) 年固定车辆费用

$$C_F = C_{is} + C_s + C_p \quad (10)$$

式中, C_{is} 为车辆年保险费用; C_s 为年赋税, 包括运管费、货运附加费、勤建费、工商管理费、营业税、车船使用税等; C_p 为年停车费用, 均取调查均值, 万元/a。

2.3 直接运输成本 CD

$$CD = C_p + C_a + C_u \quad (11)$$

(1) 路桥通行费

$$C_p = \beta \left(\sum_j r_j \times \rho_j \right) \times D \quad (12)$$

式中, j 为收费公路等级, 取高速、一级与二级公路; r_j 为 j 型收费公路路桥通行费费率, 元/车·km; ρ_j 为车辆行驶 j 型收费公路的概率; β 为收费公路占车辆行驶公路的比例, 一般取 70%; D 为车辆年行驶里程, km。

(2) 罚款

$$C_a = C_{a1} + C_{a2} \quad (13)$$

式中, C_{a1} 、 C_{a2} 分别为由于超载和超限运输被罚金额, 其中超限罚款包括由于停车检查与卸载所损失的费用和时间成本, 万元/a, 均取调查均值。

(3) 不可预计费用 C_u

指不属保险公司理赔范围的意外事故或肇事支出, 万元/a, 取调查均值。

2.4 单位运营成本

上述 3 部分成本相加并分摊至车辆货运周转量即车辆单位运营成本 CUT (元/t·km):

$$CUT = (CM \times D + CT + CD) / Q \quad (14)$$

式中, D 为车辆的年行驶里程, km/a; Q 为年货运周转量, t·km/a。

3 实例分析

根据 2004 年安徽省超载运输综合调查所获得的数据, 本文对安徽省常见货运车型的运营成本进行了统计分析。

3.1 轴载分布模型

按照交通量组成确定分析轴型为 SU2、SU3、2S2 三类, 使用 Gauss 分布拟合轴载称重调查所获得的车辆

总重(总轴载)分布曲线,得到各分析轴型车辆的总重分布模型如下:

(1)SU2 型货车总重分布模型

$$f(x) = 0.0037 + [0.216/(1.319 \times \sqrt{\pi/2})] \times \exp\{-2 \times [(x - 4.70)/1.319]^2\} + [0.225/(4.977 \times \sqrt{\pi/2})] \times \exp\{-2 \times [(x - 9.67)/4.977]^2\} + [0.430/(9.750 \times \sqrt{\pi/2})] \times \exp\{-2 \times [(x - 22.18)/9.750]^2\} \quad 0.5 \leq x \leq 35 \quad (15)$$

(2)SU3 型货车总重分布模型

$$f(x) = 0.0001 + [0.200/(3.382 \times \sqrt{\pi/2})] \times \exp\{-2 \times [(x - 11.20)/3.382]^2\} + [0.795/(19.046 \times \sqrt{\pi/2})] \times \exp\{-2 \times [(x - 33.36)/19.046]^2\} \quad 4 \leq x \leq 55 \quad (16)$$

(3)2S2 型货车总重分布模型

$$f(x) = 0.0024 + [0.279/(6.602 \times \sqrt{\pi/2})] \times \exp\{-2 \times [(x - 15.10)/6.602]^2\} + [0.537/(24.496 \times \sqrt{\pi/2})] \times \exp\{-2 \times [(x - 51.67)/24.496]^2\} \quad 6 \leq x \leq 85 \quad (17)$$

以上述总重分布模型空/装载段的均值作为分析车型自重和实载总重值(SU2 型车辆的自重采用调查值),通过对调查数据进行分析处理,可以确定各分析车型的相关参数(表1)。

表1 分析车型相关参数

轴型	W_d	L_0	W_g	L	P_0	P_t	λ	r	d_0	d	F_0	F
SU2a	30	18	96.7	66.7	8.8	0.42	0.494	0.28	30	25	15.3	19.4
SU2b	74	42	221.8	151.8	15.4	0.70	0.469	0.48	40	30	21.4	27.6
SU3	112	63	333.6	221.6	23.1	1.70	0.468	0.63	40	30	27.3	35.2
2S2	151	113	516.7	365.7	25.3	2.50	0.452	0.94	45	35	33.1	43.9

注:表中 W_d 为车辆自重, kN; L_0 为车辆额载, kN; W_g 为车辆实际总重, kN; L 为车辆的实载值, kN; P_0 为新车含税价值, 万元; P_t 为车辆轮胎总价, 万元; λ 为空驶率, %; r 为平均收费费率, 元/a·km; d_0 为极限行驶里程国标值, 万 km; d 为极限行驶里程调查值, 万 km; F_0 为空载油耗率, L/百 km; F 为超载油耗率, L/百 km。

3.2 成本计算

运营成本计算时,燃油价格 p_f 取 3.25 元/L;折旧费用权重系数 α 取 0.6;车辆残值 L 取零;以 SU2a 型车辆的罚款额为超载处罚,其他车型的超载罚款 C_{a1} 假定与其相同;车辆额载采用调查均值。

为了与超限治理后的情况相比较,令 SU2b' ~ 2S2' 为不超限状态下的分析车型进行计算。考虑到养路费等税费征收时仍无法对车辆超载行为进行有效监督,因此大吨小标现象仍会存在,因此假定此时车辆的总重峰值降为法定限值(160/250/350kN)的 95% 而非其额载值。同时,假定超限罚款为零,车辆维修费用、轮胎费用与不可预期费用取现状值的 50%,车辆单位油耗按现状空/超载值由线性插值得出,按时间计算的成

本、路桥通行费用与其他参数不变。

分析车型的各项运营成本如表 2 所示,车辆单位运营成本随着轴数的增加和装载量的提高出现明显下降。参考英国公路货运车辆运营成本模型($y = ax^b + c$),使用车辆装载量与单位运营成本数据进行模型标定,得到超限运输时与不超限时常见车型单位运营成本 y (元/kN·km)与装载量 x (kN)的关系分别如式(18)和(19)。

超限时

$$y = 4.105 - 2.921x^{0.080} \quad R^2 = 0.907 \quad (5 \leq x \leq 60) \quad (18)$$

不超限时

$$y = 4.146 - 2.923x^{0.081} \quad R^2 = 0.910 \quad (5 \leq x \leq 20) \quad (19)$$

表2 分析车型运营成本

轴型	C_f	C_t	C_m	C_{d1}	C_{d2}	C_i	C_d	C_c	C_F	C_p	C_a	C_u	D	Q	CUT
SU2a	2.43	0.49	0.88	0.86	0.34	0.80	1.15	0.30	0.96	1.18	1.44	0.14	4.3	14.5	0.756
SU2b	6.50	1.09	1.38	2.38	0.59	1.40	1.95	0.60	2.16	3.90	2.66	0.19	7.5	65.3	0.380
SU2b'	6.13	0.55	0.69	1.79	0.59	1.40	1.95	0.60	3.10	3.90	1.44	0.09	7.5	37.0	0.576
SU3	7.99	2.48	1.30	3.34	0.86	2.10	2.03	0.60	2.89	4.94	2.58	0.34	7.5	92.0	0.342
SU3'	7.60	1.24	0.65	2.50	0.86	2.10	2.03	0.60	4.60	4.94	1.44	0.17	7.5	57.3	0.472
2S2	10.40	3.94	1.37	3.21	1.14	2.30	2.10	0.60	4.87	7.67	3.44	0.55	8.5	164.3	0.253
2S2'	9.33	1.97	0.69	2.49	1.14	2.30	2.10	0.60	6.93	7.67	1.44	0.27	8.5	85.5	0.408

注:表中成本项 C_f 为燃料费用; C_t 为轮胎费用; C_m 为维修费用; C_{d1} 为里程折旧费用; C_{d2} 为时间折旧费用; C_i 为利息费用; C_d 为司机费用; C_c 为管理费用; C_F 为固定车辆费用; C_p 为路桥通行费用; C_a 为罚款; C_u 为不可预计费用($C_f \sim C_u$ 单位均已转化为万元/a); D 为车辆年均行驶里程(万 km); Q 为车辆年均货运周转量(万 kN·km); CUT 为车辆单位运营成本(元/kN·km)。

结果表明,目前安徽省常见公路货运车辆的平均单位运营成本约在0.253~0.756元/kN·km之间,这与公路货运市场较低的运价是相一致的。在理想的情况下,超限运输情况得到完全治理后,中长途货运车辆的单位运营成本将增加38%~61%左右,运价也将产生相应的增浮。实际上,公路货运成本的增加必然导致部分公路货运量向铁路等运输方式转移,特别是煤炭、建材等运价弹性较大的货物,同时,部分货运需求将得到抑制并可能出现新兴的主流多轴货运车辆(如SU4、3S3等)。

4 结语

(1) 本文提出的基于车辆轴型划分的运营成本分析模式以轴载称重数据与车辆空重来确定车辆的实际装载量而非使用车辆额载数据,避免了业者大吨小标与普遍超载对车辆装载量数据的影响,保障了研究的准确性。

(2) 按政策和车辆装载量影响程度划分的运营成本分类方法明确了业者和政府对车辆运营成本的影响范围,通过分析各成本指标在车辆装载率降低后的变动,可以预测政府的超载治理措施对车辆运营成本乃

至社会运输总成本的影响。

(3) 由于目前我国仍缺乏适用于超载运输的针对按里程计算成本的理论研究,因此本文对该部分成本指标的量化采用的是抽样调查的均值,无法准确地估计车辆装载率变动后的成本变化,需要对按里程计算的运营成本指标应进行更深入地理论研究。

参考文献:

- [1] 陶伟三.运用经济杠杆长效治理超载超限运输[J].中国公路学报,2004,17(2):94-95.
- [2] 安徽省交通厅,东南大学交通学院.安徽省超载运输调查报告[R].南京:东南大学交通学院,2004,5.
- [3] 倪富健,邓学钧.公路运输车辆合理轴重限值研究[J].中国公路学报,2000,13(4):112-115.
- [4] 交通部规划研究院战略所.超限运输治理研究报告[R].北京:交通部规划研究院战略所,2003,11.
- [5] Report of Comprehensive Truck Size and Weight Study [R]. U.S. Department of Transportation, 2000, 8.
- [6] 肯尼斯·巴顿.运输经济学[M].北京:商务印书馆,2002.
- [7] 贺爱民.荷兰道路运输企业在货物运输成本方面的计算[J],综合运输,1996(5):39-40.
- [8] Federal Highway Administration.Truck Costs and Truck Size and Weight Regulations [R]. U.S. Department of Transportation, 1995.2.

(上接第166页)

时对物流业的发展估计不足,造成实际建设中重客轻货运,主枢纽货运场站建设落后于成都物流业的发展,这是本次规划的最大不足;同时还对成都市的城市发展规模估计不足,造成个别主枢纽场站位置和建设规模发生变化等。

6 结语

公路主枢纽本身是一个复杂的系统,规划、建设的影响因素较多,从后评价的角度对其总体布局规划进行研究是一个全新的课题,是公路主枢纽总体布局规划修编的前提和依据,也是我国公路主枢纽总体布局规划理论研究的新起点。本文结合成都公路主枢纽

总体布局规划的特点与内容,运用前后对比的系统思想,首次对公路主枢纽总体布局规划后评价理论进行了研究,为其实际操作提供了借鉴,丰富了公路建设项目的后评价理论体系。

参考文献:

- [1] 成都公路主枢纽总体布局规划课题组.成都公路主枢纽总体布局规划[R].成都:四川省交通厅,1996:1-6.
- [2] 周伟,向前忠.公路网规划后评价的理论与方法[J].中国公路学报,2003,16(1):99-104.
- [3] 周伟,向前忠.陕西省干线公路网规划后评价研究[J].交通运输系统工程与信息,2003,3(2):88-93.
- [4] 李晓英,陈守伦,袁建国.模糊综合评判法在防洪规划后评价中的应用[J].水电能源科学,2003,3(2):88-93.