

区域路网货物运输量统计方法改进

段莉珍*, 栾庆熊, 赵鑫

(云南省交通科学研究院有限公司, 昆明650011)

摘要: 为更加准确获取行政区域内路网货物运输量及运输量结构性数据, 支撑交通运输行业主管部门决策, 在分析区域路网运输量和车辆运输量关系的基础上, 依托高速公路收费的全样本数据和公路交通调查数据, 采用货车日均断面交通量和等效里程两个类比指标, 提出区域路网货物运输量改进的统计方法. 按照公路技术等级对区域路网运输量进行细化, 拆分得到运输量结构性数据, 建立区域路网运输量和车辆运输量之间的联系. 以云南省为例进行分析, 结果表明: 云南省区域路网货运周转量中, 高等级公路比例约为71%, 其中, 高速公路比例达54%; 云南省与外省区域间车辆流动性不大, 经济开放程度不高.

关键词: 公路运输; 区域路网运输量; 统计方法改进; 货运周转量; 类比指标

Improved Statistical Method Measuring Freight Traffic Volume in Regional Road Network

DUAN Li-zhen, LUAN Qing-xiong, ZHAO Xin

(Yunnan Academy of Transportation Sciences Co., Ltd, Kunming 650011, China)

Abstract: Accurately measuring freight traffic volume and traffic volume structure of the road network plays an important role of supporting the decision-making of the competent departments in transportation industry. This study proposes an improved statistical method for regional network freight traffic volume measurement using truck daily average section traffic volume and equivalent mileage as two analogy indexes. The proposed method considers the relationship between regional network transport volume and vehicle transport volumes and analyzes the full sample data from expressway toll collection and highway traffic surveys. The traffic volume of regional road network was refined based on the highway technology level. The structural transport volume was then obtained, and the connection between regional network transport volume and vehicle transport volume was established. The case study analyzed the freight transportation in Yunnan province of China. The results indicate that: the freight turnover of high-grade highways accounts for about 71% of total regional turnover volume. The freight turnover of Expressway accounts for 54%. The freight transport volumes between Yunnan and other provinces are relatively low, which indicates the degree of economic openness needs improvements.

Keyword: highway transportation; traffic volume of regional road network; improved statistical methods; turnover volume of freight traffic; analogy index

0 引言

公路货物运输量是反映国民经济发展水平的重要指标. 我国现行统计制度下, 货物运输量为车辆运输量, 按照交通部《公路水路运输量统计试行

方案(2014)》, 采用抽样调查与波动系数统计推算相结合的方法, 仅统计在道路运输管理部门注册登记从事公路运输的营业性货运车辆, 该数据仅在国家层面有效, 与某区域路网运输量存在偏差.

收稿日期: 2020-03-12

修回日期: 2020-04-20

录用日期: 2020-04-28

基金项目: 云南省交通运输厅科技项目/Science and Technology Project of Yunnan Provincial Department of Transportation (2017(A)07).

作者简介: 段莉珍(1986-), 女, 云南大理人, 高级工程师.

*通信作者: 823501589@qq.com

该方法存在三方面不足:一是现行车辆运输量统计中只包含总质量4.5 t以上的营业性货运车辆,未将其他货运车辆纳入统计口径,造成部分车辆漏统,统计结果比实际值偏小;二是不能依据路网类型对车辆运输量进行细分,限制了统计结果对交通运输决策的支撑作用;三是随着货车流动性变大,现行统计方案专项调查中部分车辆难以联系,样本回收得不到保证,数据质量受到影响,且需要投入大量的人力、物力和财力。因此,探索更加高效、可行的统计方法,反映行政区域内公路运输量的实际状况,支撑交通运输主管部门决策和国民经济核算。

公路运输量统计调查方面:国外起步较早,主要侧重于运输量统计方法、统计内容、统计支持条件等方面。美国采用基于路网和现场调查方法,推算全国不同地区间各种货物流动情况;加拿大通过法律规定,企业上报货运数据结合现场调查方法统计运输量^[1-2]。国内主要涉及统计范围、统计指标、统计工作机制、利用大数据技术统计等。左庆乐等^[3]把公路运输量分为区域运输量和线路运输量,提出完善区域运输量的统计调查方法;陈荫三^[4]提出高速公路运输量的统计方法;杨铭等^[5]在路网运输量统计方法中,提出车辆货物周转量和路网货物周转量的推算方法;刘拥华等^[6]提出公路货物运输量月度波动系数推算模型;王强^[7]提出基于收费数据的高速公路运输量统计方法。

目前,对于区域路网运输量推算且区分路网类型的研究较少。本文基于高速公路收费数据,采用类比指标推算区域路网运输量,并建立区域路网运输量与车辆运输量之间联系,拆分得到运输量结构性数据。

1 区域路网运输量与车辆运输量关系

区域路网运输量是统计期内某个区域货运车辆在整个公路网上完成的货物运输量,即本地车和外地车在本地完成的运输量。车辆运输量是指隶属于某行政区域的货运车辆在本行政区域和区域外公路网上完成的所有运输量,即本地车在本地和外地完成的运输量。两者的公共部分为本地车在本地完成的运输量,如图1所示。

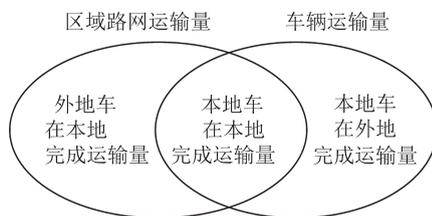


图1 区域路网运输量和车辆运输量关系

Fig. 1 Relationship between regional road network traffic volume and vehicle traffic volume

2 区域路网货物运输量推算步骤

推算步骤如下:

(1) 高速公路货物运输量统计。依托高速公路货车收费的全样本数据和空车质量,准确统计高速公路运输量,根据车牌识别信息,拆分本地车、外地车在本地运输量。

(2) 路网结构划分。按技术等级将公路网划分为高速、一级、二级、三级、四级和等外公路。

(3) 类比指标选取。基于公路交通调查统计系统和等效里程换算模型,选取不同路网货车日均断面交通量和等效里程作为类比指标。

(4) 区域路网货物运输量推算。根据高速公路运输量,通过类比指标,推算得到区域路网货物运输量。

(5) 运输量结构数据拆分。根据车牌识别信息,将区域路网运输量和车辆运输量拆分为本地车在本地、本地车在外地、外地车在本地运输量,从而建立区域路网运输量与车辆运输量之间的联系,如图2所示。

3 高速公路货物运输量统计

3.1 货车收费数据采集及处理

(1) 数据采集。

为满足高速公路货运量和货运周转量统计需要,从高速公路收费数据库中提取货车车牌、车型、轴数、车货总重、收费里程等关键信息,如表1所示。

(2) 数据预处理。

采集完成后,对数据进行预处理,主要包括:删除坏卡、错误操作及卡丢失或冲卡等产生的不正常流水,删除出入口时间超过一定界限范围的异常数据等。

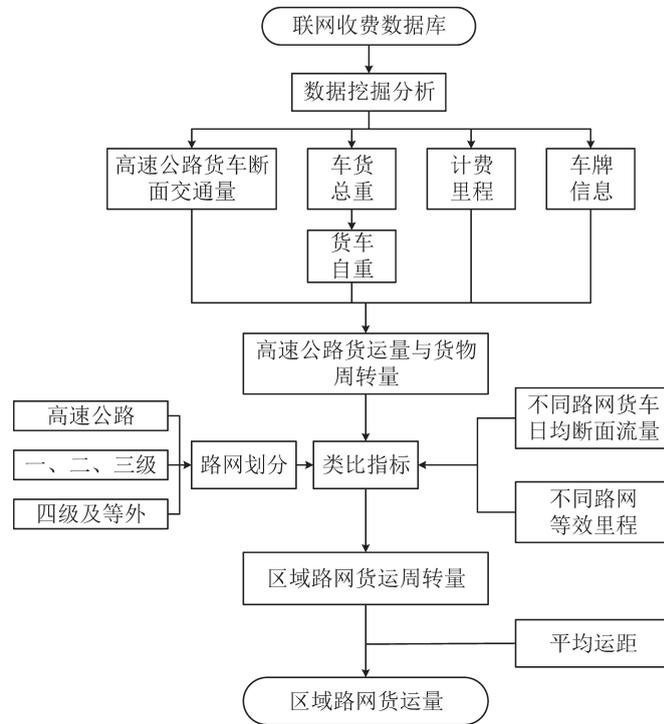


图2 区域路网运输量推算流程

Fig. 2 Calculation process of regional road network traffic volume

表1 货车信息采集

Table 1 Truck information collection

| 采集信息 | 说明 |
|------|---------------------------------------|
| 车牌 | 货车在入口、出口收费站抓取到的车牌信息 |
| 车型 | 根据《收费公路车辆通行费车型分类》(JT/T489-2019),货车分6类 |
| 轴数 | 货车按轴数分为二轴(蓝牌)、二轴(黄牌)、三轴、四轴、五轴、六轴及以上 |
| 车货总重 | 包括货车自重和货重两部分 |
| 收费里程 | 入口站到出口站之间的里程 |

3.2 货车自重调查

根据《GB 1589-2016 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、载荷及质量限值》规定,结合行业推荐值和货运车辆生产商,以及大型物流企业实际调研情况,得到6类货车自重分别为2.5,6.3,10.7,13.6,17.0,14.0 t.

3.3 高速公路货运量和货运周转量统计模型

(1) 高速公路货运量统计.

首先,统计每辆货车的货运量,即车货总重扣除车辆自重.

$$f_{ki} = G_{ki} - G_{o,ki} \quad (1)$$

式中: f_{ki} 为第 k 辆货车载货量; G_{ki} 为第 k 辆货车的车货总重; $G_{o,ki}$ 为第 k 辆货车车辆自重; i 为货

车轴数; k 为统计期内高速公路收费站出口货车数量.

其次,统计高速公路货运量,即所有高速公路货车的货运量之和.

$$F_g = \sum_{k=1}^n f_{ki} \quad (2)$$

式中: F_g 为高速公路货运量; n 为货车数量, $n=1,2,3,\dots,k$.

最后,根据车牌识别,把高速公路货运量分为本地车、外地车在本地货运量.

$$\begin{cases} F_{gbb} = \sum_{k=1}^n f_{ki,bb} \\ F_{gwb} = \sum_{k=1}^n f_{ki,wb} \end{cases} \quad (3)$$

式中: F_{gbb} 为高速公路本地车在本地货运量; F_{gwb} 为高速公路外地车在本地货运量; $f_{ki,bb}$ 为第 k 辆本地车在本地的载货量; $f_{ki,wb}$ 为第 k 辆外地车在本地的载货量.

(2) 高速公路货运周转量统计.

先根据每辆货车货运量和计费里程得到货运周转量.

$$T_g = \sum_{k=1}^n f_{ki} \cdot L_{ki} \quad (4)$$

式中: T_g 为高速公路货运周转量; L_{ki} 为统计期内高速公路收费站出口第 k 辆货车计费里程.

再根据车牌识别,把高速公路货运周转量分为本地车、外地车在本地的货运周转量.

$$\begin{cases} T_{gbb} = \sum_{k=1}^n f_{ki,bb} \cdot L_{ki,bb} \\ T_{gwb} = \sum_{k=1}^n f_{ki,wb} \cdot L_{ki,wb} \end{cases} \quad (5)$$

式中: T_{gbb} 为高速公路本地车在本地货运周转量; T_{gwb} 为高速公路外地车在本地货运周转量; $L_{ki,bb}$ 为一定时期内高速公路收费站出口第 k 辆本地货车计费里程; $L_{ki,wb}$ 为统计期内高速公路收费站出口第 k 辆外地货车计费里程.

4 区域路网货物运输量推算

4.1 类比指标选取

选取类比指标时遵循三个原则:一是可得性,指标能实时获取;二是相关性,与货运周转量高度相关性;三是时效性,具有流速快,随时间推移不停变化.据此,选取货车日均断面交通量和等效里程两个指标.

(1) 货车日均断面交通量.

根据公路交通调查统计分析系统,得到特定时段内,高速、一级、二级、三级、四级及等外公路货车日均断面交通量(标准小客车数).

(2) 等效里程换算模型.

由高速公路货运周转量推算不同路网货运周转量时,选取的不同路网里程应为统一折算为某种类型标准的标准值,即等效里程.采用高速公路(双向4车道)作为标准级公路,把其他等级公路长度按其车公里(取各级公路的通行能力计算车公里)折算成标准公路相当的长度,计算公式为

$$L = \frac{\sum_j b_j \cdot m_j \cdot x_j / f_j}{M} \quad (6)$$

式中: L 为公路网等效里程(km); j 为公路技术等级; b_j 为 j 等级公路一条车道的等效系数; m_j 为 j 等级公路的车道数; x_j 为 j 等级公路的实际长度(km); f_j 为修正系数(地形起伏度修正系数,路线非直线系数修正系数); M 为一般双向4车道高速公路车道数,取 $M=4$.

4.2 区域路网货物运输量统计方法改进模型

得到高速公路货运量和货运周转量后,采用不同路网货车日均断面交通量和等效里程与高速公路的比重关系,推算区域公路网货运周转量和货运量,计算公式为

$$\begin{cases} T_n = T_g + T_y + T_e + T_s + T_f \\ T_y = T_g \cdot \varphi_y \cdot L_y \\ T_e = T_g \cdot \varphi_e \cdot L_e \\ T_s = T_g \cdot \varphi_s \cdot L_s \\ T_f = T_g \cdot \varphi_f \cdot L_f \end{cases} \quad (7)$$

综上,得到区域路网货运周转量为

$$T_n = T_g \cdot (1 + \varphi_y L_y + \varphi_e L_e + \varphi_s L_s + \varphi_f L_f) \quad (8)$$

式中: T_n 为区域路网货运周转量; T_y 、 T_e 、 T_s 、 T_f 为一级、二级、三级、四级及等外公路路网货运周转量; φ_y 、 φ_e 、 φ_s 、 φ_f 为一级、二级、三级、四级及等外公路货车日均断面交通量与高速公路的比值; L_y 、 L_e 、 L_s 、 L_f 为一级、二级、三级、四级及等外公路等效里程与高速公路的比值.

推算得到区域路网货运周转量后,根据平均运距,可以反推得到区域路网货运量.

4.3 运输量结构数据拆分

根据区域路网运输量,结合车牌识别信息,得到本地车、外地车在本地运输量;根据统计制度下车辆运输量统计值,减去本地车在本地运输量,得到本地车在外地运输量;从而得到运输量结构性数据,建立区域路网运输量和车辆运输量之间的联系.

5 实例研究

5.1 云南省高速公路运输量统计

提取云南省2018年高速公路货车收费数据,对数据进行清洗和预处理,得到包含轴数、车牌、车货总重、计费里程等关键信息,通过对数据的归类分析,结合高速公路货物运输量统计模型,统计高速公路货运量和货运周转量.

(1) 高速公路货运量.根据高速公路每辆货车的车货总重和车辆自重,得到2018年云南省高速公路区域路网货运量为5.99亿t.根据车牌识别情况,得到本地车在本地高速公路完成货运量3.71亿t,占总量的61.90%;外地车在本地高速公路完

成货运量2.28亿t,占总量的38.10%。

(2) 高速公路货运周转量.根据上述高速公路每辆货车的货运量和计费里程,得到2018年云南省高速公路区域路网货运周转量为771.89亿t·km.由车牌识别得到本地车在本地高速公路完成货运周转量293.18亿t·km,占总量的37.98%;外地车在本地高速公路完成货运周转量478.71亿t·km,占总量的62.02%。

5.2 云南省类比指标统计结果

(1) 货车日均断面交通量.根据云南省公路交通调查统计分析系统,得到云南省高速、一级、二级、三级、四级及等外公路2018年货车日均断面交通量,如表2所示。

表2 各等级公路货车日均断面交通量
Table 2 Average daily traffic volume of trucks on all levels of highways

| 技术等级 | 2018年货车日均断面交通量/(pcu/d) |
|-------|------------------------|
| 高速 | 6 857 |
| 一级 | 4 811 |
| 二级 | 2 765 |
| 三级 | 2 096 |
| 四级及等外 | 1 911 |

(2) 等效里程换算.根据云南省各等级公路通车里程,结合等效里程换算模型,计算得到各等级公路换算为4车道高速公路的等效里程,2018年云南省公路通车里程25.293万km,换算为4车道高速公路等效里程为1.572万km,其中,高速、一级、二级、三级、四级及等外公路等效里程分别为0.437万km、0.061万km、0.249万km、0.104万km、0.720万km。

5.3 云南省区域路网货运量和货运周转量推算

(1) 区域路网货运周转量推算结果.根据2018年全省高速公路货运周转量推算值,各等级公路货车日均断面交通量和等效里程与高速公路比例关系,结合区域路网货运周转量改进统计方法模型,得到2018年云南省区域路网货运周转量为1 435.60亿t·km。

(2) 从各等级公路货运周转量情况来看,高速公路771.89亿t·km、一级公路75.01亿t·km、二级公路177.65亿t·km、三级公路56.47亿t·km、四级及等外公路354.59亿t·km.各等级公路货运周转

量占全省区域路网货运周转量的比例如图3所示。

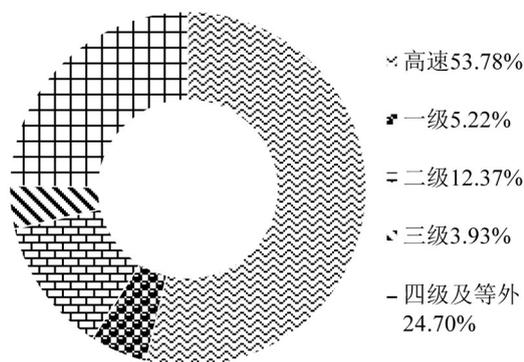


图3 各等级公路区域路网货运周转量比例
Fig. 3 Proportion of freight turnover volume of regional road network of each grade of highway

(3) 区域路网货运量推算结果.根据2018年云南省区域路网货运周转量和平均运距,反推得到2018年云南省区域路网货运量为13.04亿t。

5.4 区域路网运输量与车辆运输量拆分

通过拆分得到,云南省2018年区域路网货运周转量为1 435.60亿t,其中,本地车在本地货运周转量为545.24亿t,外地车在本地货运周转量为890.36亿t.2018年统计制度下,统计的车辆货运周转量为1 489.23亿t,其中,本地车在本地货运周转量为545.24亿t,本地车在外地货运周转量为943.99亿t。

云南省2018年区域路网货运量为13.04亿t,其中,本地车在本地货运量为8.07亿t,外地车在本地货运量为4.97亿t.2018年统计制度下,统计的车辆货运量为13.53亿t,其中,本地车在本地货运量为8.07亿t,本地车在外地货运量为5.46亿t。

6 结论

本文提出采用货车日均断面交通量和等效里程两项可得性、及时性较强的指标,推算区域路网货物运输量,形成对现行货物运输量调查统计制度的有益补充.同时,根据公路技术等级对区域路网货物运输量进行细化,拆分得到运输量结构性数据,提升了运输量统计结果对交通运输主管部门的决策支撑作用,弥补了现行货物运输量调查统计制度的缺陷.但本文在推算区域路网货物运输量时,受限于数据可得性,选取的推算指标相对单一,在今后的研究中,可以引入大型物流企业关

于货车货物种类、运输距离、行驶轨迹等数据,更加精准统计得到区域路网货物运输量和车辆运输量,且区分货物种类统计运输量,有力支撑行业主管部门决策.

参考文献:

- [1] Bureau of Transportation Statistics. US Department of Transportation. National transportation statistics 2015[R]. Washington DC: Bureau of Transportation Statistics, US Department of Transportation, 2015.
- [2] Transportation in Canada 2000[M]. Transport Canada, 2000.
- [3] 左庆乐,张莹.我国公路运输量统计调查的新思路[J].交通标准化,2005(Z1): 40-43. [ZUO Q L, ZHANG Y. New thoughts on Stat. and investigation of our highway transport volume[J]. Journal of Communications Standardization, 2005(Z1): 40-43.]
- [4] 陈荫三.高速公路运输量研究[J].中国公路学报, 2005, 18(2): 94-98. [CHEN Y S. Study of freeway transportation volume[J]. China Journal of Highway and Transport, 2005, 18(2): 94-98.]
- [5] 杨铭,秦华容,陈荫三.区域公路货运周转量结构分析与推算方法[J].交通运输工程学报,2011, 5(11): 93-100. [YANG M, QIN H R, CHEN Y S. Structure analysis and calculation method of freight turnover for regional highway[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2011, 5(11): 93-100.]
- [6] 刘拥华,陈维民,缪和匠,等.公路路网货物运输量月度波动系数推算方法[J].交通运输系统工程与信息,2015, 15(5): 123-127. [LIU Y H, CHEN W M, MIAO H J, et al. Calculation method of monthly fluctuation coefficient on highway network freight transportation volumes[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2015, 15(5): 123-127.]
- [7] 王强.基于高速公路收费数据的货物运输量统计分析研究[D].西安:长安大学,2017. [WANG Q. Study on the statistical analysis of freight volume based on freeway toll data[D]. Xi'an: Chang'an University, 2017.]