

沥青路面轮迹横向分布系数的实测与分析

赵延庆, 王国忠, 王志超

(大连理工大学 交通运输学院, 辽宁 大连 116024)

摘要: 利用现场交通摄像的方法,在我国不同省份的多条沥青路面上实测了轮迹横向分布系数,并对其影响因素进行了分析.结果表明,随着车辙的增加,轮迹横向分布更为集中.由于交通行驶方式的不同,高速公路和其他道路的轮迹横向分布特性有明显区别.高速公路的轮迹横向分布比其他道路更为集中,而其他道路的轮迹横向分布整体偏向内侧.分别为高速公路和其他道路提出了轮迹横向分布系数的典型值,可供路面结构分析和设计使用.

关键词: 道路工程; 轮迹横向分布系数; 频率分布; 车辙

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

Measurement and Analysis of Lateral Distribution Factor on Asphalt Pavement

ZHAO Yanqing, WANG Guozhong, WANG Zhichao

(School of Transportation Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: Lateral distribution factors (LDFs) were measured on a few asphalt highways in some provinces in China by utilizing in-site video tape method, and the influential factors of LDF were analyzed. The results show that lateral distribution becomes more concentrated as rutting depth increases. The expressway and other highways exhibit different lateral distribution characteristics due to the difference in their traffic configurations. The lateral distribution on expressway is more concentrated than that on other highways, and lateral distribution tends to deviate inwards on other highways. The typical values of LDF are provided for expressway and other highways, which can be used in pavement analysis and design.

Key words: pavement engineering; lateral distribution factor; frequency distribution; rutting

次都经过相同的点.因此在路面结构分析和设计中,路面横断面上关键位置处所受的实际轴载作用次数,只是总轴载作用次数的一部分.车辆的横向分布一般用车道分布系数和轮迹横向分布系数来表示.车道分布系数用来描述设计车道上的卡车交通量在该方向上总卡车交通量中的比例.轮迹横向分布系数用来描述在一个车道内,卡车左右摆动的程度,一般用某一宽度(例如轮迹宽度)范围内所受到的车辆作用次数同通过该车道的总作用次数的比值来表示^[1].本文对轮迹横向分布系数进行研究,客观地描述车辆轮迹横向位置的分布特点,对于精确地进行路面结构力学分析的使用性能预测有重要的意义.国外一些学者对轮迹横向分布系数进行了实测,得到了适用于当地情况的典型值^[2-4].虽然我国当前的沥青路面设计公式中没有显式的包括该参数^[5],但在设计方法的开发中,即由室内模型到现场模型的转换过程中,必需考虑轮迹横向分布系数的影响,对交通荷载产生的破坏作用进行相应折减.我国目前对该参数的研究还较少.本文通过在我国几个省份多个路段进行轮迹横向分布系数的实测,对该参数的特性及影响因素进行分析,并给出典型值,可供路面结构分析和设计使用.

1 现场实测方法及路段

轮迹横向分布系数的测定目前国内外还没有一个标准的方法,有的利用摄像或GPS(全球定位系统)测定,美国NCAT(国家沥青技术中心)试验路中在道路里埋设了传感器并用高频数据采集仪进行测定,但这种方法造价较高,且传感器埋在路面结构中,不能重复使用^[6].本文中轮迹横向分布的测定采用现场摄像的方法.制作了如图1所示的测量模板,模板上以5cm为间距划分刻度,并标有相应的距离

车辆重复荷载在经过路面某个断面时,并非每

收稿日期: 2011-01-02

基金项目: 交通部西部交通科技建设项目(200831800099); 国家自然科学基金(50778057); 高等学校博士学科点专项科研基金(20100041120005); 内蒙古交通科技项目(NJ-2009-11)

第一作者: 赵延庆(1972—),男,副教授,工学博士,主要研究方向为筑路材料及路面结构. E-mail: yanqing_zhao888@126.com

数字,将刻度和数字镂空.在选择的断面最外侧车道上,将模板的 0 刻度对准路面边缘线中线,对模板进行喷漆,在路面上留下刻度和数字,并在边缘线中线外侧 20 cm 范围内也喷漆,以测量驶出标线的车辆的横向分布数据.虽然只记录车辆外侧轮胎的横向分布数据,但为了避免驾驶员在看到刻度和数字后产生绕行的趋势,利用模板对整个车道喷漆,喷漆后的断面如图 2 所示.漆干后,开放交通,采用 2 台摄像机进行同步摄像.一台摄像机近距离拍摄轮胎和刻度的接触面,以得到轮迹横向分布数据,如图 3 所示.另一台摄像机远距离拍摄车辆全貌,以确定车辆的类型.同时测量断面的车辙深度,并记录道路等级、车道宽度、横断面形式等信息.

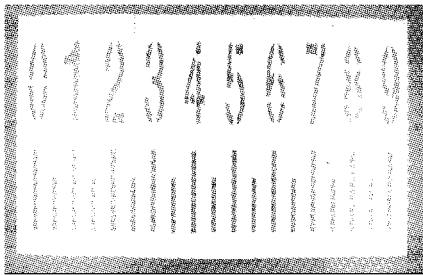


图 1 用于测量轮迹横向分布系数的模板

Fig.1 Template plate for measuring lateral distribution factor

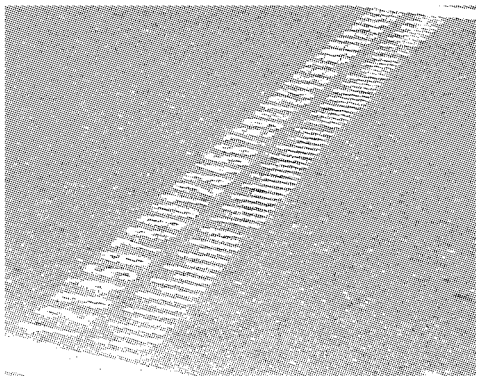


图 2 喷漆后的道路断面

Fig.2 Pavement section with scales paint

本文在江苏、山西、山东和辽宁等 4 省选择了 6 条道路进行了轮迹横向分布系数的测定,各断面信息如表 1 所示.表中同时给出了进行轮迹横向分布测定时各断面的车辙深度.各实测断面的车道宽度均为 3.75 m.本文原计划在各省选择一些车道宽度为 3.5 m 的路段进行实测,但是发现即使在低等级的道路上也难以找到 3.5 m 的断面.采用上述摄像方法对各断面进行实测,然后对拍摄的图像进行室内处理.由于 2 轴 4 轮车辆(主要为小轿车)对路面

的破坏作用可以忽略不计,因此在图像处理和分析中剔除了 2 轴 4 轮车辆.为表述方便,将 2 轴 4 轮以上车辆(包括货车和客车)统一称为卡车^[7-8].从图像中读取所有卡车的每一个轴的横向位置.每个断面实测时间为 10 h 左右,各断面实测的卡车数量如表 1 所示,总共实测卡车 3 600 余辆.

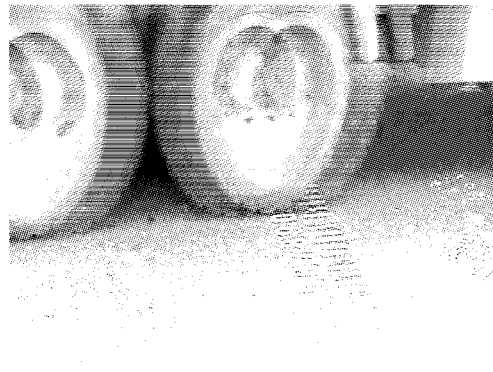


图 3 车辆驶过喷漆断面

Fig.3 Vehicle passing the newly-painted pavement section

表 1 实测断面信息

Tab.1 Information on the measured pavement section

道路编号	省份	所测卡车数量/辆	等级	车道数/条	车辙/mm
太长高速	山西	449	高速	2	4
沈大高速	辽宁	746	高速	4	35
沪宁高速	江苏	1 555	高速	4	10
G328	江苏	578	一级	3	8
G205	江苏	209	二级	2	7
G220	山东	120	一级	3	3

2 数据分析

由于方向轴的重量较轻,对路面的破坏作用较小,所以在路面结构分析和设计中一般采用承重轴的轮迹横向分布特性来代表整个车辆.所观测的承重轴并没有发现 3 轮组或 4 轮组车型.剔除了 2 轴 4 轮车辆后,只有约 0.2% 的车型承重轴为单轮组,所以在分析中没有包括单轮组.对于轮迹横向分布特性,在沥青路面结构分析或设计中需要考虑的是其分布的离散程度,而不是其绝对位置,所以可以取轮胎外侧位置为横向位置.对每一辆卡车各承重轴的轮迹横向位置数据取平均值,以此作为该车辆的轮迹横向位置.以外侧标线中线为 0 位置,以 10 cm 为一个区间,统计车辆在各个区间上的数目,除以车辆的总数,就得到车辆在不同横向位置区间内的分布频率.图 4—9 中分别给出了各断面的轮迹横向分布频率.

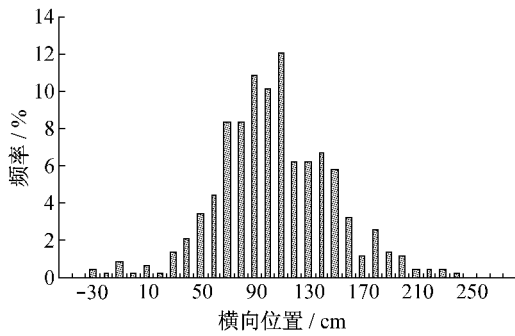


图 4 太常高速轮迹横向分布频率

Fig.4 Lateral distribution frequency on Taichang Expressway

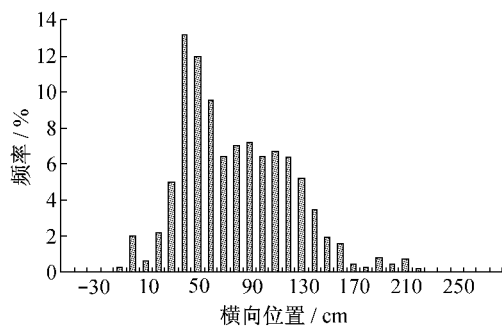


图 5 沪宁高速轮迹横向分布频率

Fig.5 Lateral distribution frequency on Huning Expressway

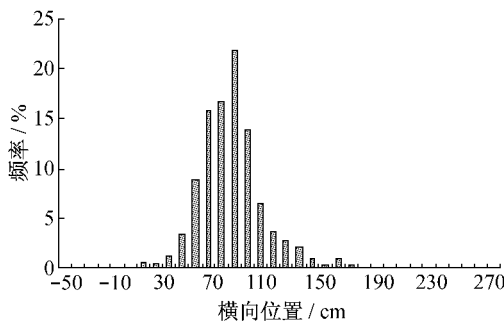


图 6 沈大高速轮迹横向分布频率

Fig.6 Lateral distribution frequency on Shenda Expressway

由各断面的轮迹横向分布频率图可知,交通行驶方式对轮迹横向分布特性有重要影响.对于太长高速、沪宁高速和沈大高速,由于在路边设有护栏,行人、自行车等不能进入道路,行驶车辆不受干扰,所以轮迹横向分布较为集中.由于沈大高速的车辙远大于太长高速和沪宁高速,造成沈大高速的行车更加渠化,轮迹横向分布更加集中.而对于国道 G328, G205 及 G220 断面,由于路边没有护栏,行人、自行车等经常占用路肩甚至外侧行车道,为了避开行人和自行车等,卡车有向内侧行驶的趋势,所以

轮迹横向分布整体偏向内侧,横向分布也较分散.

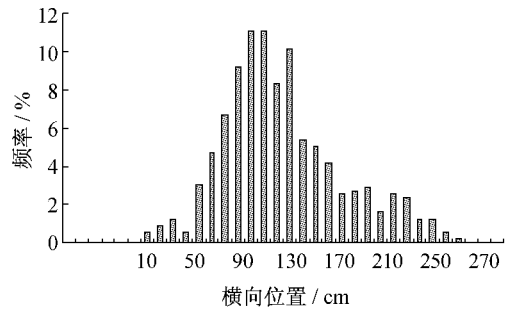


图 7 G328 轮迹横向分布频率

Fig.7 Lateral distribution frequency on G328

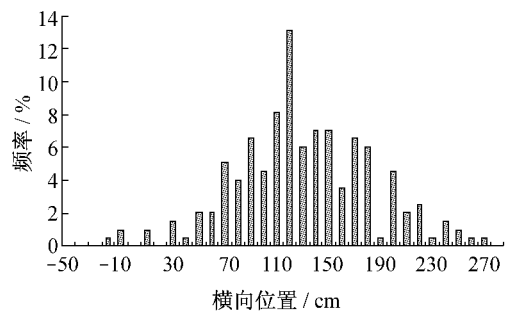


图 8 G205 轮迹横向分布频率

Fig.8 Lateral distribution frequency on G205

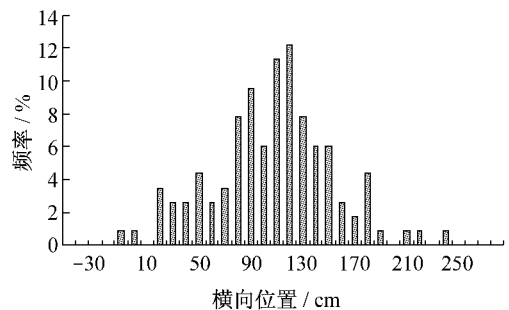


图 9 G220 轮迹横向分布频率

Fig.9 Lateral distribution frequency on G220

对于轮迹横向分布系数,有两种常用的表达方式,国外常用轮迹横向位置的标准差^[7],我国也使用在 50 cm 范围内轮迹出现的最高频率^[1].各断面两种表达方式下的轮迹横向分布系数如表 2 所示.国外的研究表明,不同情况下轮迹横向分布系数用标准差表示时一般在 20~61 cm 之间^[6],本文的实测数据也和该结论一致.另外由表 2 可知,高速公路轮迹横向分布的标准差整体上小于其他道路,而 50 cm 范围内的频率整体上大于其他道路,表明高速公路的轮迹横向分布更加集中.所以本文中为高速公路和其他公路分别确定典型值.由于沈大高速车辙过大,其结果并不具有代表性,所以在综合分析中没有包括其数据.对除了沈大高速以外的其余断面按高

速公路和其他道路分别进行综合分析,得到表3所示的轮迹横向分布系数推荐值,供路面结构分析和设计使用。

表2 各断面轮迹横向分布系数

Tab.2 Lateral distribution factors of various sections

路名	标准差/cm	50 cm 范围内频率/%
太长高速	38.5	49.6
沪宁高速	41.8	48.1
沈大高速	22.2	76.8
G328	43.1	49.5
G205	48.2	41.1
G220	44.3	46.3

表3 轮迹横向分布系数推荐值

Tab.3 Recommended values of lateral distribution factor

道路类型	标准差/cm	50 cm 范围内频率/%
高速公路	40.0	50.0
其他道路	45.0	45.0

3 结论

(1) 通过在道路横断面上喷漆形成刻度并利用两台摄像机同步摄像的方法,可以有效地测定轮迹横向分布系数。

(2) 随着车辙的增加,行车更加渠化,轮迹横向分布更加集中。

(3) 由于交通行驶方式的不同,高速公路和其他道路的轮迹横向分布特性有明显区别。高速公路的轮迹横向分布较为集中,而其他道路的轮迹横向分布整体偏向内侧,横向分布也较分散。

(4) 分别为高速公路和其他道路提出了轮迹横向分布系数的典型值,可供路面结构分析和设计

使用。

参考文献:

- [1] 邓学均,黄晓明. 路面设计原理与方法[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
DENG Xuejun, HUANG Xiaoming. Principles and design methods of pavement [M]. Beijing: China Communications Press, 2001.
- [2] Blab R, Litzka J. Measurements of the lateral distribution of heavy vehicles and its effects on the design of road pavements [C]// Proceedings of the International Symposium on Heavy Vehicle Weights and Dimensions, [S. l.]: University of Michigan, 1995: 389-395.
- [3] Buiter R, Cortenraad W, Van Eck A, et al. Effects of transverse distribution of heavy vehicles on thickness design of full-depth asphalt pavements [J]. Transportatoin Research Record; 1989(1227): 66.
- [4] Stempihar J, Williams R, Drummer T. Quantifying the lateral displacement of trucks for use in pavement design[C/CD]//84th Transportation Research Board Annual Meeting CD-ROM, Washington DC, 2005.
- [5] 交通运输部.JTG D50—2006 公路沥青路面设计规范[S]. 北京:人民交通出版社,2006.
Ministry of Transport of P R China. JTG D50—2006 Specification of design of highway asphalt pavement [S]. Beijing: China Communications Press, 2006.
- [6] Timm D, Priest A. Wheel wander at the NCAT test track [R]. Auburn; Auburn University. National Center for Asphalt Technology, 2004.
- [7] Applied Research Associates. Guide for mechanistic-empirical pavement design [R]. Washington D C; Transportation Research Board, 2004.
- [8] American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO guide for design of pavement structures[M]. Washington DC; AASHTO, 1993.