

泰州大桥钢桥面铺装轮载谱研究

李洪涛¹, 潘友强^{2,3}, 张志祥²

(1. 江苏省长江公路大桥建设指挥部, 江苏泰州 225321; 2. 江苏省交通
科学研究院, 南京 211112; 3. 同济大学, 上海 201804)

[摘要] 调研了江苏省内三座跨江大桥 2007—2010 年的交通量和交通荷载状况, 利用轮载谱分析货车交通量和交通荷载状况, 并推荐了江苏省内货车轮载和典型轮载比例; 分析江苏省内三座跨江大桥的货车超载情况并给出了超载比例较大的车型。研究成果为泰州大桥钢桥面铺装设计研究提供了有力支持。

[关键词] 跨江大桥; 轮载谱; 轮载类型; 交通量; 交通荷载

[中图分类号] TU 311 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2012)05-0085-05

1 前言

钢桥面铺装是一个世界性难题, 特别是国内高温重载条件更加剧了钢桥面铺装的早期破坏。交通荷载条件是影响桥面铺装最终使用性能的关键因素之一。为了准确研究国内钢桥面铺装的使用条件, 为泰州大桥钢桥面铺装研究和设计提供支撑, 笔者对江苏省内主要跨江大桥的交通量和交通荷载进行了详细地调研研究。

交通荷载是路面结构设计中最重要参数之一, 在传统的路面结构设计方法中交通荷载是用当量轴载作用次数来表征的。采用当量轴次的方式将各种交通量按照一定的关系进行换算, 这种转换关系往往无法真正地反映荷载对钢桥面铺装的影响, 而使用轮载谱的方式来描述交通荷载, 可以有效地避开当量轴载换算可能带来的误差, 对交通荷载的描述更加全面和客观, 同时利用轮载谱的方法比当量轴载作用次数的方法可以更精确地分析交通荷载对路面的破坏作用^[1,2]。

目前江苏省已建成通车跨江大桥 7 座, 在建大桥两座, 分别为泰州大桥和南京四桥。目前润扬大桥、江阴大桥和苏通大桥主要承担了连接上海、苏州、无锡、常州以及浙江东部地区的交通量, 该断面

年平均日交通量在 9.5 万辆左右(未考虑长江各渡口交通量)。泰州大桥位于润扬大桥和江阴大桥之间, 建成后将主要分担该区域过江交通。

笔者通过分析润扬大桥、江阴大桥和苏通大桥近年的交通量和交通荷载调研数据, 形成江苏省内跨江大桥货车交通量典型轮载谱, 为泰州大桥钢桥面铺装的设计研究提供依据。

2 跨江大桥轴载类型的分析

在美国 NCHRP1-37A 力学经验设计方法中, 车辆分类采用美国联邦公路局(FHWA)的车辆分类系统^[3], 但是我国的车辆组成和美国有较大的区别。我国以前传统的方法是将车辆分成 6 类, 但这种分法过于粗糙, 会将荷载特性差别较大的车型归到一类中。从我国高速公路车流组成调查情况看, 目前我国高速公路上主要有 7 种轴型^[4], 见表 1。

表 1 轴载类型
Table 1 Axle load type

编号	轴载说明
1	单轴(每侧单轮胎)
2	单轴(每侧双轮胎)
3	双联轴(每侧单轮胎)
4	双联轴(每侧各一单轮胎、双轮胎)
5	双联轴(每侧双轮胎)
6	三联轴(每侧单轮胎)
7	三联轴(每侧双轮胎)

[收稿日期] 2012-03-06

[基金项目] 国家科技支撑计划资助项目(2009BAG15B03); 江苏省“333 高层次人才培养工程”专项资助

[作者简介] 李洪涛(1971—), 男, 安徽亳州市人, 研究员级高级工程师, 研究方向为大跨径桥梁钢桥面铺装; E-mail: tzbridge@hotmail.com

考虑到国内交通类型的多样性,按照轴载进行考虑无法准确反映荷载特别是货车对钢桥面铺装受力特点的影响。为了更为准确地反映各类型货车交通荷载,将货车交通荷载以单轮载进行表征,即采用实际的轴数和轮载重量表征货车对铺装的影响。

3 交通量分析

近年来随着我国经济社会的发展,江苏省内几座跨江大桥的交通量逐年增加。对江阴大桥、润扬大桥和苏通大桥 2007—2010 年平均日交通量进行调研统计,统计结果如图 1 所示。江阴大桥 2010 年的年平均日交通量接近 45 000 辆,苏通大桥超过 30 000 辆,润扬大桥超过 20 000 辆。

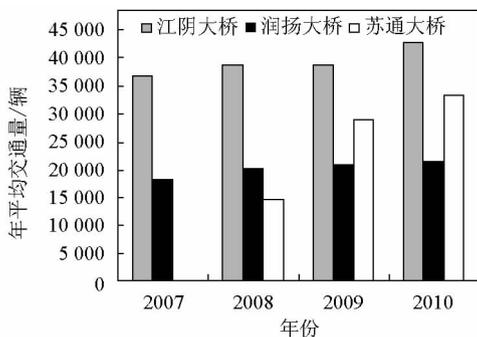


图 1 年平均日交通量

Fig. 1 Annual average daily traffic

交通量随时间的变化对铺装结构的使用性能有很大的影响,因为铺装材料的性能也随时间会产生较大的变化。在白天或夏季,铺装结构温度较高,沥青混合料的模量降低。如果在某个时间段内,铺装结构的整体强度因环境因素的影响而下降,而这一时间段交通又较为集中,则铺装结构在这一时间段内发生的破坏将远远大于其他的时间段^[5,6]。笔者分析了三座跨江大桥 2007—2010 年每年每个月的日平均交通量。通过分析可知:三座长江大桥的日交通量均每年都在迅速增长,每年的 2 月、3 月和 10 月都会迎来一个日交通量的高峰期,与国内的主要假期时间基本吻合。

4 货车轴载谱分析

4.1 货车交通量分析

重载交通是影响钢桥面铺装的主要因素,货车尤其是重载、超载货车对桥面铺装的损害非常大。按照经典的路面力学分析,荷载重与路面使用寿命的影响是“4 次方”的关系^[7],而对于钢桥面铺装,该

系数可能更大。因此,对货车荷载的准确分析是钢桥面铺装设计的关键。在调研过程中发现江阴大桥、润扬大桥和苏通大桥交通量中货车所占的比重相当大,2007—2010 年三座大桥货车交通量的统计结果见图 2 和图 3。

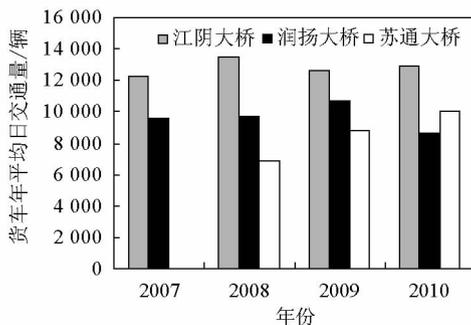


图 2 货车交通量

Fig. 2 Truck traffic

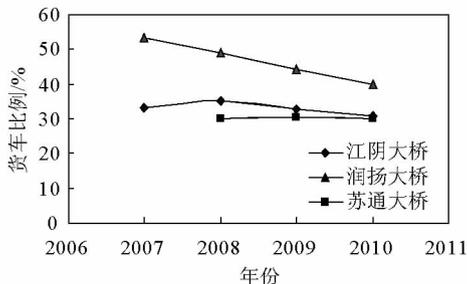


图 3 货车交通量所占比例

Fig. 3 Truck traffic proportion

润扬大桥至苏通大桥一线过江断面 2010 年断面货车交通量为 3.1 万辆/日,约占三座大桥总过江交通量的 32.5%,近年来货车交通量基本保持不变。从图 4 中也可以看出,三座大桥每年的货车交通量占总交通量的比例都超过了 30%,2007 年润扬大桥的货车交通量比例甚至超过了 50%,重载比例大。

4.2 货车轮载分布情况分析

不同的轮载对钢桥面铺装的破坏情况不同,轮载分布可以给出不同轮载区间的轮载个数的比例,可以按累积破坏的原则精确地分析混合交通对路面的破坏作用,避免进行当量轴载换算带来的误差。江阴大桥、润扬大桥和苏通大桥的货车典型轴载分布图见图 4。

从图 4 中可以看出润扬大桥的轮载集中在 1.5~2.5 t,比例占到 56.40%。江阴大桥的轮载

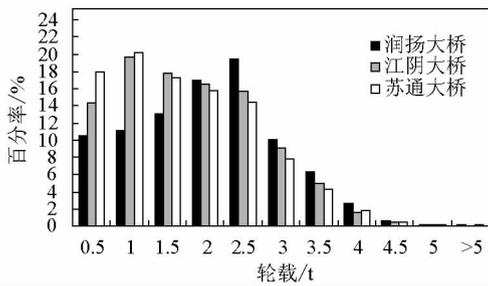


图4 货车典型轮载分布图

Fig.4 Typical truck wheel load distribution

集中在1~2 t,比例占到54.10%。苏通大桥轮载集中在0.5~1.5 t,比例占到55.28%。

根据典型轮载的分析结果,笔者统计了江阴大桥、润扬大桥和苏通大桥2007—2010年每年的货车轮载分布情况,统计结果见图5、图6和图7。

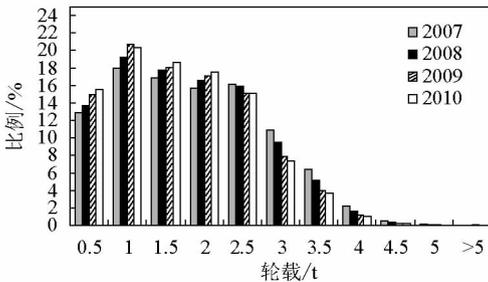


图5 江阴大桥年货车轮载分布

Fig.5 Annual truck wheel load distribution of Jiangyin Bridge

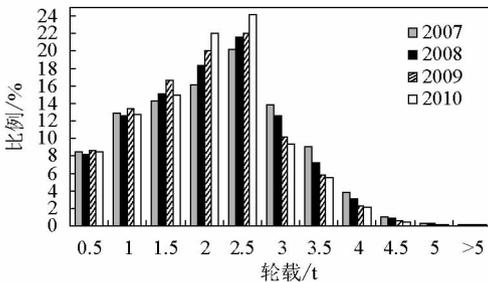


图6 润扬大桥年货车轮载分布

Fig.6 Annual truck wheel load distribution of Runyang Bridge

从以上可以看出:

1) 江阴大桥0.5~1.0 t的轮载最多,每年都在18%以上。比较2.5 t以上(不含2.5 t)轮载比例发现,从2007年呈现递减的趋势。

2) 润扬大桥2.0~2.5 t的轮载最多,每年都在

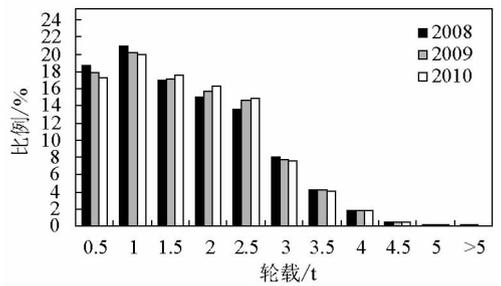


图7 苏通大桥年货车轮载分布

Fig.7 Annual truck wheel load distribution of Sutong Bridge

20%以上。比较2.5 t以上(不含2.5 t)的轮载比例发现,从2007年呈现递减的趋势。

3) 苏通大桥0.5~1.0 t的轮载最多,每年都接近20%。比较2.5 t以上(不含2.5 t)轮载比例发现,每年超过2.5 t的轮载相差不大。

货车轮载谱确立以后,可以选定典型货车轮载和典型轮载的比例,并依据货车的数量,最终确定钢桥面铺装的设计荷载参数和室内试验参数。论文推荐的江苏省内典型货车轮载和典型轮载比例见表2。

表2 江苏省典型货车轮载和典型轮载比例
Table 2 Typical truck wheel load and distribution in Jiangsu Province

轮载区间/t	典型轮载/t	占总货车轴数的比例/%
0~0.5	0.5	14.28
0.5~1.0	1.0	17.56
1.0~1.5	1.5	16.75
1.5~2.0	2.0	17.18
2.0~2.5	2.5	17.34
2.5~3.0	3.0	9.41
3.0~3.5	3.5	5.32
3.5~4.0	4.0	2.07
4.0~4.5	4.5	0.51
4.5~5.0	5.0	0.12
>5.0	5.5	0.10

4.3 超载车辆情况分析

重载车特别是超载后的重载货车是造成桥面铺装早期病害的最主要原因,我国标准轴载BZZ100对应的轮载为2.5 t,单轮载超过2.5 t即为超载,以此为判据各个大桥轮载超载情况统计见表3,各货车轴型超载比例见图8。

表3 轮载超载情况统计表
Table 3 Overload proportion

超载比例	润扬大桥/%	江阴大桥/%	苏通大桥/%	平均值/%
50%以下	21.21	15.42	13.75	16.79
50%~100%	0.89	0.45	0.55	0.63
100%以上	0.15	0.06	0.09	0.10
总超载比例	22.25	15.93	14.39	17.52

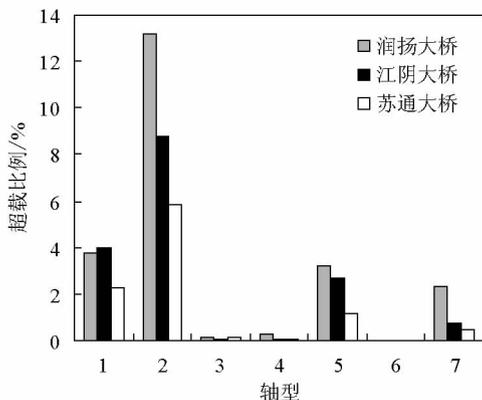


图8 超载轴型占总轴数的百分比

Fig. 8 Overload axle as a percentage of total axles

从以上结果可以看出,三座大桥的超载情况都是很严重的,超载比例占货车总数的14%~22%,平均超载比例为17.52%。从超载车型分析可以看出,单轴双轮组车辆是当前超载的主要车型,其次是单轴单轮组车型,再次是双轴双轮组。

5 结语

笔者利用轮载谱,结合调研所得的交通量和交通荷载的数据进行分析研究,得到如下结论:

1)从我国高速公路车流组成调查情况看,目前我国高速公路上主要有7种轴型,从对钢桥面铺装使用性能的影响角度,建议采用轮载和轴数即轮载谱进行分析。

2)江阴大桥、润扬大桥和苏通大桥2007—2010年的交通量每年都呈增长趋势,江阴大桥2010年的年平均日交通量接近45 000辆,苏通大桥超过30 000辆,润扬大桥超过20 000辆。

3)近年来货车交通量基本保持不变,润扬大桥至苏通大桥一线过江断面2010年断面货车交通量为3.1万辆/日,约占三座大桥总过江交通量的32.5%。三座跨江大桥每年的货车交通量占总交通量比例都超过了30%。

4)从货车轮载谱分析结果来看,润扬大桥的轮载集中在1.5~2.5 t,比例占到56.40%。江阴大桥的轮载集中在1~2 t,比例占到54.10%。苏通大桥轮载集中在0.5~1.5 t,比例占到55.28%。

5)江苏省跨江大桥货车平均超载比例为17.52%,其中以润扬大桥超载最为严重,超载比例达到22.25%。

6)超载轴型分析可以发现,单轴双轮、单轴单轮和双轴双轮是江苏省内过江大桥主要的超载轴型。

参考文献

- [1] 赵延庆,王家杰,何昌轩,等.江苏省高速公路交通轴载谱的调查研究[R].南京:江苏省交通科学研究院,2007.
- [2] ARA. Guide for Mechanistic - empirical Design[R]. National Cooperative Highway Research Program 1 - 37A, Transportation Research Board, March 2004.
- [3] American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO Guide for Design of Pavement Structure[M]. Washington D. C.: AASHTO, 1993.
- [4] 赵延庆,王家杰,何昌轩,等.利用轴载谱确定高速公路沥青路面当量轴载换算系数[J].重庆交通大学学报,2008,27(5):736-739.
- [5] 赵延庆,贾渝,曹荣吉,等.交通荷载轴载谱参数的确定及分析[J].中外公路,2007,27(2):185-188.
- [6] 赵延庆,王家杰,刘伟.适合我国高速公路交通荷载特性的轴载谱参数分析[J].华东公路,2008,2:34-37.
- [7] 中华人民共和国交通部.JTG D 50—2006,公路沥青路面设计规范[S].北京:人民交通出版社,2006.

Research on wheel load spectrum for the steel deck pavement design of Taizhou Bridge

Li Hongtao¹ , Pan Youqiang^{2,3} , Zhang Zhixiang²

(1. Jiangsu Provincial Yangtze River Highway Bridge Construction Commanding Department, Taizhou 225321, China; 2. Jiangsu Transportation Research Institute, Nanjing 211112, China; 3. Tongji University, Shanghai 201804, China)

[**Abstract**] The paper presents the traffic volume and loading of Yangtze River bridges in Jiangsu Province from 2007 to 2010. The results show that traffic volume is increasing along with the time. The traffic volume and loading of truck of Yangtze River Bridge are analyzed by wheel load spectrum. The paper gives the truck wheel load and typical wheel load ratio in Jiangsu Province. The overloading analysis show that overloading is serious in Yangtze River Bridges in Jiangsu Province. The research results is useful to the steel deck pavement design of Taizhou Bridge.

[**Key words**] Yangtze River Bridges; wheel load spectrum; wheel load type; traffic volume; traffic loading