

文章编号: 1002-0268 (2004) 11-0128-03

GL6120 型长途大客车制动力平衡和 车轮阻滞力统计规律研究

徐 安, 乔向明
(山东交通学院 山东 济南 250023)

摘要: 为全面系统地揭示桂林大宇 GL6120 型长途大客车制动力平衡和车轮阻滞力性能参数所具有的统计规律性, 利用大样本实际检测数据, 并借助专用的计算机程序, 给出相应制动性能检测结果的参数估计值和最优拟合分布, 建立了分布函数和分布密度函数的数学表达式。验证计算结果表明所建立的模型表达式具有很高的计算精度, 完全可以用于相关的仿真计算和预估。研究结果可用于指导车辆制动性能的改进, 以提高车辆的制动安全性。
关键词: 长途大客车; 制动力平衡; 车轮阻滞力; 统计规律; 分布函数
中图分类号: U461.3 **文献标识码:** A

On Statistical Regularity of Braking Force and Wheel Resistance of GL6120 Intecity Coach

XU An, QIAO Xiang-ming
(Shandong Jiaotong University, Shandong Jinan 250023, China)

Abstract: In order to reveal the statistical regularity of braking force balance and wheel resistance of Guilin DAEWOO 6120 intercity coach systematically, this paper gives out the parameter estimators and the optimum fitting distributions of relevant braking performance detecting-test results, utilizing great amount of sample, actual test data and special computer program, and establishes the distribution functions and the distribution density functions of the relevant braking performances. The model formulas are of high precision, and can be used in corresponding simulating calculation and data predication.
Key words: Interurban coach; Braking force balance; Wheel resistance; Statistical regularity; Distribution function

在我国公路旅客运输车辆构成中, 长途大客车(按文献 [3] 及公安部车辆登记注册标准的规定, 是车长 $\geq 6\text{m}$, 或包括驾驶员在内乘坐人数 ≥ 20 人, 为城间运输而设计和装备的客车。这种车辆没有专供乘客站立的位置, 但在其通道内可载运短途站立的乘客。)所占比例仅为 6.9618%, 但其客位数却占了公路客运车辆总客位数的 23.86%^[1]。尤其是在城市间高速公路客运系统中, 人们出行的首选是安全、舒适的长途大客车。

在汽车引发的道路交通事故中, 因制动性能不良或制动系统故障而造成的占有相当大的比重, 特别是

高速行驶的汽车, 此问题尤为突出。本文针对桂林大宇 GL6120 型长途大客车, 就其特定的两项制动性能展开分析研究, 揭示隐藏在大量样本数据背后的统计规律性, 这对改进车辆设计制造和使用维修, 确保人民群众生命财产和道路交通安全, 无疑具有非常重要的意义。

1 统计规律性和分布函数

自然界中存在着一类现象, 归纳起来可以看作在相同条件下一系列的试验, 其可能结果不止一个, 在每次试验之前无法预知确切的结果, 即呈现出不确定

收稿日期: 2004-01-01
基金项目: 山东省教育厅科技计划项目 (03A11) 和山东交通学院科研基金项目 (Z0413)
作者简介: 徐安 (1955—), 男, 四川仁寿人, 山东交通学院教授, 工学硕士, 主要从事汽车可靠性、维修性、安全性等方面的研究。

性,但在大量重复试验下其结果却呈现出某种规律性。这种在大量重复试验中所呈现出的固有规律性,就是所谓统计规律性。

对随机变量 X 和任意实数 x , 函数

$$F(x) = P\{X \leq x\}$$

称为 X 的分布函数。

对于任意实数 $x_1, x_2 (x_1 < x_2)$, 有

$$P\{x_1 < X \leq x_2\} = P\{X \leq x_2\} - P\{X \leq x_1\} = F(x_2) - F(x_1) \quad (1)$$

因此,若已知 X 的分布函数,我们就能知道 X 落在任一区间 $(x_1, x_2]$ 上的概率。即分布函数完整地描述了随机变量的统计规律性。本文研究基于此特性,利用分布函数这一有力工具,揭示桂林大宇 GL6120 型长途大客车的制动力平衡和车轮阻滞力等随机变量所具有的统计规律性。

如果对于随机变量 X 的分布函数 $F(x)$, 存在非负的函数 $f(x)$, 使对于任意实数 x 有

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt \quad (2)$$

则称 X 为连续型随机变量,其中函数 $f(x)$ 称为 X 的概率密度函数。

2 国家标准要求与相应的制动性能检测

2.1 国家标准要求

按 2002 年 8 月 1 日起实施的 GB/T18565-2001《营运车辆综合性能要求和检验方法》,对制动力平衡要求为在制动力增长全过程中同时测得的左右轮制动力差的最大值,与全过程中同时测得的该轴左右轮最大制动力中大者之比,对前轴不得大于 20%;对后轴:当后轴制动力大于或等于后轴轴荷的 60% 时不得大于 24%;当后轴制动力小于后轴轴荷的 60% 时,在制动力增长全过程中同时测得的左右轮制动力差的最大值不得大于后轴轴荷的 8%。另外,该国家标准对车轮阻滞力要求为在进行制动力检测时,车辆各轮的阻滞力均不得大于该轴轴荷的 5%。

2.2 制动性能检测

车辆的制动性能可以用制动试验台来检验,而我国目前大量采用的是滚筒式制动试验台。滚筒式制动试验台一般是由驱动部分(电动机和两对滚筒)、减速器(用来控制滚筒转速)和测量机构等组成。测量时,电动机通过减速器驱动滚筒,然后由滚筒带动车轮旋转。当车轮制动时,滚筒在制动力作用下要停止转动,并把制动力传给滚筒,接下来,测量机构测得并指示出每个车轮的制动力。滚筒式制动试验台可以分别测出

前轴和后轴的车轮制动力。

用滚筒式制动试验台检验时,首先应保证滚筒表面干燥、无松散物质和油污。

测试时,驾驶员将被测车辆驶上滚筒,摆正车轮位置,然后启动滚筒,踩下制动踏板,测取各个车轮的制动力、前后轴左右车轮在制动力增长全过程中的制动力差、制动协调时间和车轮的阻滞力,并测量驻车制动力。在测量过程中,需记录车轮是否抱死。

在检测过程中,为获得足够的附着力,以避免车轮抱死,允许在车辆上增加足够的附加质量或施加相当于附加质量的作用力(附加质量或作用力不计入轴荷);也可采取防止车辆移动的措施(如给车轮增加三角形垫块或采取牵引等方法)。

在经交通部认定的某省汽车综合性能检测中心站,利用反力式滚筒制动试验台,对处于正常运行状态的桂林大宇 GL6120 型长途大客车,就其与车辆制动力平衡和车轮阻滞力有关的若干参数进行严格检测。该型长途大客车采用双回路气压制动,无 ABS。限于实际条件,本文研究共选取 66 辆桂林大宇 GL6120 型长途大客车作为样本车加以检测。检测所得的部分样本数据如表 1 所示。

表 1 检测所得部分样本数据 %

检测参数	车 1	车 2	车 3	车 4	车 5	车 6	车 7	车 8	车 9	车 10
前轴左右轮制动力差	30.7	14.1	11.3	12.3	17.6	13.3	9.8	6.0	16.0	12.5
后轴左右轮制动力差	1.8	4.3	2.8	1.6	9.5	9.1	1.6	3.3	2.0	1.1
前轴车轮阻滞力	1.1	1.8	2.3	2.2	2.5	2.1	11.8	1.6	1.7	1.9
后轴车轮阻滞力	2.0	2.0	1.9	2.0	1.7	1.5	1.7	1.7	1.5	1.3

3 样车数据统计分析

对 66 辆样本车制动性能检测数据,利用专用的计算机分析程序进行分析处理。

依照程序编制中所采用的参数估计方法,所得的参数估计值是待估计参数的无偏估计(Unbiased Estimation),当检测结果相互独立且方差相等时,所得参数估计值进而是最佳线性无偏估计(Best Linear Unbiased Estimation)。

至于针对检测所得样本数据服从何种分布而进行的拟合检验,该程序用相关系数值 R 的高低来评价分布拟合的准确程度,并根据相关系数值 R 的高低在各种可能的分布中筛选出最优的拟合分布。

4 参数估计结果与最优拟合分布

经专用分析程序处理,得出桂林大宇 GL6120 型长

途大客车制动力平衡和车轮阻滞力检测数据最优拟合分布均为两参数 Weibull 分布。拟合检验的具体结果,如各项制动性能的拟合检验相关系数 R 、最优拟合分布(两参数 Weibull 分布)中的形状参数 m 和尺度参数 η 估计值等,可参见表 2。

表 2 最优拟合分布与参数估计结果

指标	最优拟合分布	拟合检验 相关系数	最优拟合分布参数估计值	
前轴制动力平衡	Weibull 分布	0.9732	$m=0.7724212$	$\eta=12.6786500$
后轴制动力平衡	Weibull 分布	0.9994	$m=0.4207713$	$\eta=0.8008404$
前轴车轮阻滞力	Weibull 分布	0.9021	$m=0.3209763$	$\eta=0.2263405$
后轴车轮阻滞力	Weibull 分布	0.9795	$m=3.8540240$	$\eta=1.8362310$

5 最优拟合分布的分布函数

根据上述研究结果,可以建立起与所研究各项制动性能对应的分布函数 $F(x)$ 和分布密度函数 $f(x)$ 。就本文研究已确认的两参数 Weibull 分布而言,其通用表达式分别为

$$F(x)=1-\exp\left[-\left(\frac{x}{\eta}\right)^m\right], x\geqslant 0 \tag{3}$$

$$f(x)=\frac{mx^{m-1}}{\eta^m}\exp\left[-\left(\frac{x}{\eta}\right)^m\right], x\geqslant 0 \tag{4}$$

譬如,由式(3)和式(4),再根据表 2 所给出的参数估计值,得出桂林大宇 GL6120 型长途大客车的前轴左右轮制动力差与该轴左右轮中制动力大者之比(即前轴制动力平衡)所服从的最优分布函数 $F(x)$ 和分布密度函数 $f(x)$ 分别为

$$F(x)=1-\exp\left[-\left(x/12.6786500\right)^{0.7724212}\right], x\geqslant 0 \tag{5}$$

$$f(x)=\frac{0.7724212x^{0.7724212-1}}{12.6786500^{0.7724212}}\exp\left[-\left(\frac{x}{12.6786500}\right)^{0.7724212}\right], x\geqslant 0 \tag{6}$$

而利用研究所得的各个分布函数 $F(x)$ 和分布密度函数 $f(x)$,可以准确地进行与所研究制动性能有关的仿真计算。各项仿真计算中所产生的计算误差如表 3 所示。

表 3 计算误差

指标	国家标准值 计算合格率 实测合格率 计算相对误差			
	/%	/%	/%	/%
前轴制动力平衡	$\leqslant 20$	75.8774	75.7575	0.1582
后轴制动力平衡 ¹⁾	$\leqslant 8$	92.8193	92.4242	0.4275
前轴车轮阻滞力	$\leqslant 5$	93.2834	93.9394	-0.0072
后轴车轮阻滞力	$\leqslant 5$	100.0000	100.0000	0.0000

注:在桂林大宇 GL6120 型长途大客车制动性能检测过程中,所有 66 辆样本车后轴制动力均小于后轴轴荷的 60%(最大者为 58.50%),根据 GB/T18565-2001 规定,该项标准值应取 $\leqslant 8\%$ 。

6 结论和建议

(1) 桂林大宇 GL6120 型长途大客车制动力平衡和车轮阻滞力检测数据最优拟合分布均为两参数 Weibull 分布,但各自的形状参数 m 和尺度参数 η 有所不同。

(2) 对桂林大宇 GL6120 型长途大客车制动力平衡和车轮阻滞力两制动性能随机变量而言,它们在检测中所呈现出的统计规律性,可以用分布函数 $F(x)$ 这一工具进行系统和完整的描述。本文研究所建立起的各项制动性能分布函数,具有很高的计算精度,完全可以用于仿真计算和性能预估。

(3) 桂林大宇 GL6120 型长途大客车前轴制动力平衡合格率较低,计算合格率和实测合格率均仅接近 76%,会影响到制动过程中车辆的方向稳定性,并有可能导致一定程度的制动跑偏。因此,建议从前轴左右车轮制动器所提供的制动摩擦力不等或增长不同步等方面认真查找原因,并加以妥善地解决,以不断提高车辆的制动安全性,确保人民生命财产和道路交通安全。

(4) 本文研究所采用的方法和手段,具有普遍的意义,并非仅适用于某一特定的车型。

参考文献:

[1] 中国交通年鉴编辑委员会.中国交通年鉴[Z].中国交通年鉴社,2003,9.
[2] 中国汽车技术研究中心,中国汽车工业协会.2003 中国汽车工业年鉴[Z].中国汽车工业年鉴编辑部,2003,8.
[3] 国家质量监督检验检疫总局.汽车和挂车类型的术语和定义(GB/T 3730.1-2001)[S].中国标准出版社,2001.
[4] 国家质量监督检验检疫总局.营运车辆综合性能要求和检验方法(GB/T 18565-2001)[S].中国标准出版社,2001.
[5] 茆诗松,王玲玲.可靠性统计[M].上海:华东师范大学出版社,1994.
[6] Xu An.Study on Braking Force Balance Distribution of Car Front and Rear Axles Based on Sample Data [C].Progress in Safety Science and Technology, Vol II Part A, Chemical Industry Press, 2000 8