

汽车制动踏板感匹配方法探讨

童成前, 郑素云, 王华拓

(北京汽车集团 越野车有限公司, 北京 101300)

摘要: 介绍了制动踏板感的定义; 在分析踏板力、踏板行程与减速度关系的基础上, 提出以踏板力与踏板行程关系曲线作为对制动踏板感匹配方法的补充, 与踏板力与减速度关系曲线、踏板行程与减速度关系曲线一起作为制动踏板感匹配的表述方式, 并结合实际中存在的问题探讨了制动踏板感匹配要点。

关键词: 汽车; 制动; 踏板感; 匹配方法

中图分类号: U461.3

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)06-0008-03

随着汽车技术的发展及对生活品质的追求, 人们对制动系统不仅追求更短的制动距离, 而且对制动踏板感这种舒适性能也提出了更高的要求。近年来对制动踏板感匹配方法的研究逐渐增多, 如文献[2]针对液压制动踏板感影响因素进行了分析; 文献[3]提出采用制动踏板感觉指数来比较不同车型或相同车型不同设计方案的制动踏板感, 但比较抽象; 文献[4-6]对制动踏板感的表述方法进行了探讨, 但不够全面。该文在分析踏板力、踏板行程与减速度关系曲线的基础上, 对制动踏板感匹配方法及匹配要点进行探讨。

1 制动踏板感定义

驾驶员踩下制动踏板, 在克服制动踏板机构间隙和阻力的同时通过真空助力器推动制动主缸活塞, 制动主缸产生的高压油通过制动管路推动前、后制动器, 制动摩擦片与制动盘之间产生力矩, 使轮胎与路面之间产生摩擦力而实现车辆的减速。制动过程中, 驾驶员脚上的感觉, 如踏板力大小、踏板行程长短及车辆反馈给驾驶员的整体制动感觉即为制动踏板感。

制动踏板感是驾驶员在车辆制动工况下身体感官上的综合感觉, 由制动系统零部件及制动系统与整车的匹配所决定。根据经验, 踏板力与减速度关系曲线、踏板行程与减速度关系曲线是表述和匹配制动踏板感的有效方法, 一些汽车企业也大都采用这两种关系曲线进行制动踏板感匹配, 并在进行大量对标测试和分析的基础上定义了各自的踏板力与减速度关系曲线、踏板行程与减速度关系曲线的匹配范围。

2 制动踏板感匹配方法探讨

2.1 踏板力与减速度关系曲线

图1为踏板力与减速度关系曲线。从图1可以看出: 踏板力与减速度关系曲线定义为一个范围, 规定了同一减速度下踏板力的上限和下限值。制动踏板感的计算误差、测量误差及客户使用的主观性等因素决定了踏板力与减速度关系曲线需定义在一个范围内。

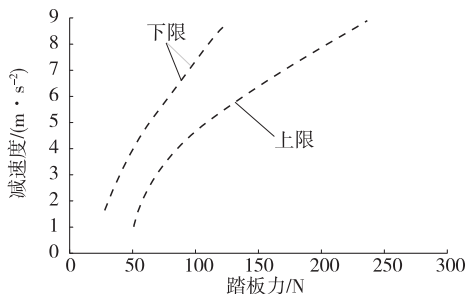


图1 踏板力与减速度关系曲线

2.2 踏板行程与减速度关系曲线

图2为踏板行程与减速度关系曲线。从图2可

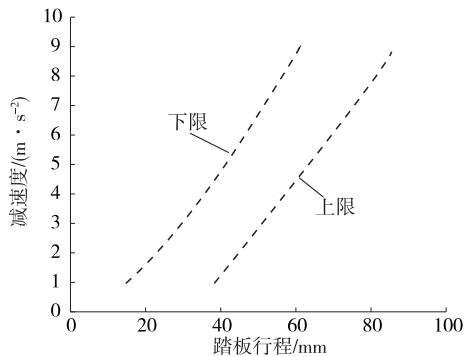


图2 踏板行程与减速度关系曲线

看出:与踏板力的定义一样,踏板行程与减速度关系曲线也定义为一个范围,规定了同一减速度下踏板行程的上限和下限值。

2.3 踏板力与踏板行程关系曲线

仅以踏板力与减速度关系曲线、踏板行程与减速度关系曲线来表述和匹配制动踏板感存在一些缺陷,如图 3、图 4 所示,车型 A、B、C、D 的踏板力及踏板行程实测值均满足图 1、图 2 中的标准范围,但制动踏板感主观评价(采用 10 分制)得分(见表 1)却差别较大。

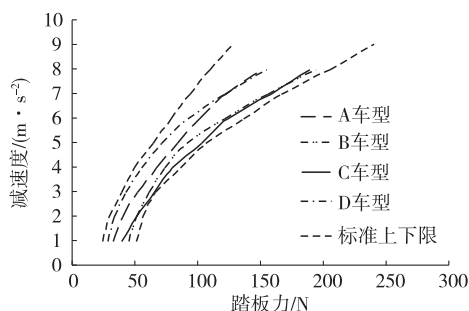


图 3 踏板力与减速度实测值

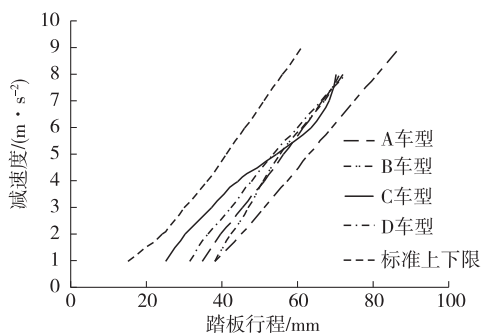


图 4 踏板行程与减速度实测值

表 1 制动踏板感主观评价结果

车型代号	制动踏板感分值	基本描述
A	7.25	轻便、线性好
B	6.75	踏板力偏大、线性差
C	6.50	踏板力偏大、线性差
D	7.50	轻便、线性好

为弄清楚主观评价的差异性,结合图 3、图 4,得出踏板力与踏板行程关系曲线(见图 5)。从图 5 可看出:车型 A、B、C、D 的曲线走向差别较大,得分较高的车型 A、D 的曲线基本趋势一致,且踏板行程随踏板力的变化趋势相对于车型 B、C 较缓;车型 B、C 在制动后段线性较差,且踏板力的变化率相比踏板行程的大,表明制动踏板不轻便、线性差,与主观评价结果一致。

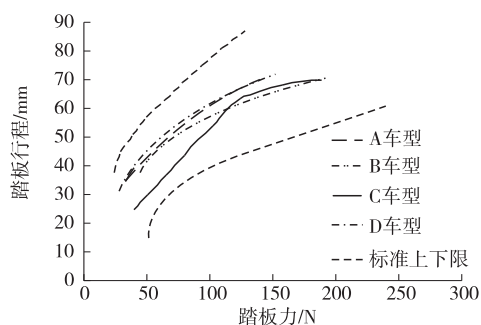


图 5 踏板力与踏板行程关系曲线

综上,踏板力与踏板行程关系曲线在制动踏板感匹配和分析中起到非常重要的参考作用。因此,踏板力与踏板行程关系曲线应与踏板力与减速度关系曲线、踏板行程与减速度关系曲线一起作为制动踏板感匹配的表述方式。

3 制动踏板感匹配要点

对于制动踏板感匹配的常见影响因素,文献[1]、[8]、[10—11]中都有详细阐述,在此不再赘述,仅针对易被忽略的问题提出制动踏板感匹配要点。

(1) 对于容易产生制动点头现象的车辆,可将初始减速度设置得略低一些,以减小不舒适感。

(2) 为实现制动踏板感的轻便性,踏板力需匹配略小些,但也不是越小越好,过小的踏板力会使驾驶者的脚部反馈感变差,建议越野车车型的初始踏板力不低于 18 N。另外,踏板力应与踏板行程有较好的匹配关系。如图 6、图 7 所示,某 B80A 车型的踏板力和踏板行程都接近标准值,但主观评价得分较高,为 7.5 分;如图 8 所示,该车型的踏板力与踏板行程关系曲线与车型 A、D 趋势基本一致,即踏板力与踏板行程关系实现了较好的匹配,可获得较高分值。

(3) 制动踏板感的线性感很重要,而线性感需要各关键零部件如真空助力器、制动钳、软管总成、

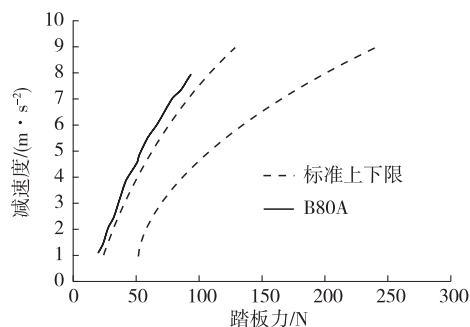


图 6 某 B80A 车型的踏板力与减速度关系曲线

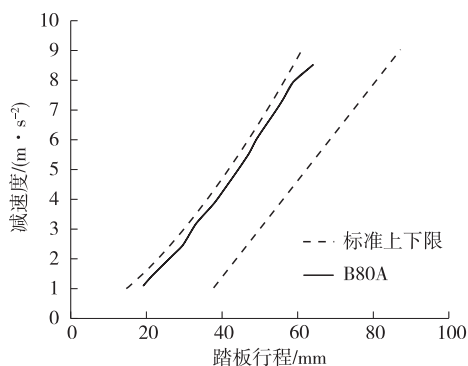


图7 某B80A车型的踏板行程与减速度关系曲线

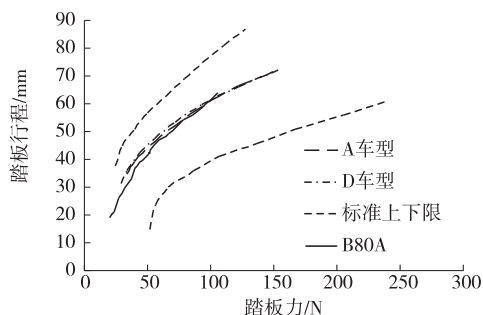


图8 某B80A车型的踏板力与踏板行程关系曲线

制动踏板等的刚性来保证。实践证明,贯穿式真空助力器的刚性比非贯穿式真空助力器的好,固定式制动钳的整体刚性比浮动式制动钳的好。

(4) 注重采用主观评价方式,有时从客观测试的数据看都能满足设定的目标,但主观评价得分却不高,如初速度 100 km/h 下轻踩制动踏板的减速度评价需采用主观评价方式进行。

(5) 车辆怠速行驶时,轮边驱动力对制动踏板感的影响较大,在制动踏板感匹配时要充分考虑该因素,否则可能出现低速制动力沉或低速制动窜车问题。如图9所示,相对于车型2,车型1的轮边驱动力大很多,但车型1在评价过程中出现了低速制动窜车问题。

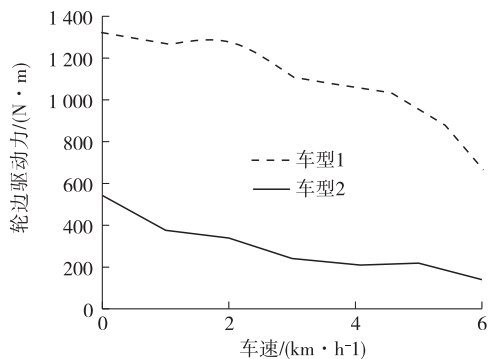


图9 轮边驱动力随车速的变化

4 结语

针对仅以踏板力与减速度关系曲线、踏板行程与减速度关系曲线来表述和匹配制动踏板感存在的缺陷,提出将踏板力与踏板行程关系曲线作为对制动踏板感匹配方法的补充,并对一些容易被忽略的问题提出制动踏板感匹配建议,为制动踏板感匹配设计提供参考。

参考文献:

- [1] 童成前,郑素云,王华拓.汽车制动系统踏板感优化分析[J].北京汽车,2018(6):1-4.
- [2] 陈振文.液压制动系统踏板感觉影响因素分析[J].企业技术开发,2013,32(8):92-94.
- [3] 江力,邱金泉.制动踏板感性开发评价指标研究[J].时代汽车,2019(3):159-161.
- [4] 高鸣晓,王跃,刘巍,等.乘用车制动踏板感研究[J].农业装备与车辆工程,2015,53(11):53-56.
- [5] 王孔龙.汽车制动踏板感觉评价与分析[D].北京:北京理工大学,2016.
- [6] 石永金,袁旭亮,蔡晓斌.乘用车制动踏板感的综合评价[J].上海汽车,2011(5):46-49.
- [7] 孙建涛,刘浪,崔洋,等.制动踏板感影响因素及量化控制[J].汽车零部件,2018(11):53-56.
- [8] 卢生林,程源.主观评价在整车试验开发和验证中的应用[J].汽车工程师,2018(7):13-14.
- [9] JOAQUIM A De Arruda Pereira. New fiesta: Brake pedal feeling development to improve customer satisfaction[R].SAE Technical Paper 2003-01-3598, 2003.
- [10] 王军,魏红涛.轿车制动踏板感影响因素分析及优化措施[J].中国新技术新产品,2017(8):45-46.
- [11] 胡宗梅,李骏.客车制动力分配比优化设计与计算[J].公路与汽运,2008(4):1-3.
- [12] 徐秦,窦瑞.关于乘用车制动踏板感觉及制动性能匹配开发思路[J].科技创新与应用,2019(3):18-21.
- [13] 袁仲荣,李昱.汽车制动系统的匹配设计[J].环境技术,2011(4):45-46.
- [14] 林志轩,高晓杰.制动踏板感觉研究现状[J].农业装备与车辆工程,2007(6):4-7.
- [15] 裴晓飞,董兴智,张灿明,等.汽车制动踏板特性仿真及踏板感觉优化[J].汽车工程学报,2017,7(1):52-60.

收稿日期:2020-02-26