

文章编号: 1002-0268 (2001) 03-0091-03

在用汽车传动系阻力的研究

张学利, 何勇

(交通部公路科学研究所, 北京 100088)

摘要: 利用底盘测功机反拖测试汽车的传动系阻力, 建立传动系阻力的数学模型。分析汽车传动系阻力的构成、规律及特点。

关键词: 汽车; 传动系; 阻力

中图分类号: U463.2

文献标识码: A

Investigation of Transmission Resistance of In-use Vehicles

ZHANG Xue-li, HE Yong

(Research Institute of Highway, Beijing 100088, China)

Abstract: By use of the reverse-drive test on a chassis dynamometer, the transmission resistance is measured and the model of the transmission resistance is established. The composition, the roles and the characteristic of the transmission resistance are analyzed in this article.

Key words: Vehicle; Transmission; Resistance

0 前言

汽车动力性主要决定于发动机和传动系的技术状况。汽车传动系状况的量化表现形式是传动系阻力或传动效率。系统地研究测试汽车传动系的阻力, 分析其变化规律, 及时准确地监控汽车传动系的状况, 有助于降低汽车行驶阻力, 提高能量利用率, 增加汽车运行效益。

国内汽车检测维修行业评价传动系技术状况, 评定汽车传动系维修质量, 通常都是以汽车自由滑行距离长短或拉动汽车的拉力大小为依据, 在 JT/T 201-95《汽车维护工艺规范》中还列出了 EQ1090 和 CA1091 的定量评价指标。这些评价指标中包含了轮胎滚动阻力的影响, 自由滑行距离还包括了风阻的影响, 难以据此可靠地评价传动系状况。国内对汽车传动系阻力尚少进行系统的研究, 也未见到论述汽车传动系阻力或效率的国内外文献的专题资料。

1 传动系阻力构成

传动系阻力由两部分组成, 即配合副相对运动存在的机械摩擦引起的机械阻力和旋转件搅油引起的液力阻力组成。机械阻力是由齿轮传动副、轴承、油封等配合副相对运动的摩擦引起, 显然机械阻力与配合副的状况密切相关。液力阻力是由齿轮等旋转件搅动润滑油, 以及润滑油与旋转件表面间的摩擦引起。液力阻力的大小取决于润滑油的品质、状况、温度、箱体内的润滑油面高度和旋转件的转速。由此可知, 传动系阻力是由与传动系速度无关的机械阻力和与传动系速度有关的液力阻力构成。

汽车传动系阻力在传递动力的过程中体现为功率损耗, 使输出功率小于输入的功率, 通常用传动效率表征。一般传动效率取为定值。美国 SAE 在预估、分析货车、客车动力性时, 以标准的形式给定传动效率值^[1]。经常见到有关文献将这类量标用于在用汽

车, 就很合适。虽然同型汽车在出厂时新车状况有确定的、同一的传动效率值, 但在使用过程中, 由于组成传动系运动副的磨损、老化、变形等因素的影响, 又在导致传动效率不断变化。故在用汽车传动系阻力在使用过程中是变化的, 而非定值。

2 传动系阻力的测试、分析

2.1 测试方法

汽车传动系阻力采用反拖法随机实车测试, 即用底盘测功机反拖汽车驱动轮。测得的反拖阻力减去相应的轮胎滚动阻力即是测定的传动系阻力。

为使测试结果符合在用汽车的实际, 在不同地区汽车综合性能检测站针对各系列车型不同型号汽车, 随机实车测试传动系阻力。除对轮胎状况按 GB7258 规定提出要求外, 其它条件, 如车辆技术状况、测试场地、环境温度等均随机。测试前, 底盘测功机及被测车辆均进行 30min 的暖机运行。

测试时, 汽车变速器置于空档。每车按 10km/h 测试车速分档连续测试 2~4 次。每速度档的测试数据取均值。

2.2 测试数据处理与分析

传动系阻力的随机实车测试数据回归分析处理结果表明, 各型汽车传动系阻力 F_{ti} 均服从一元一次线性方程的数学模型。即

$$F_{ti} = F_{t0} + F_{tv} \times V_i$$

式中, F_{t0} ——与速度无关的传动系阻力系数, N;

F_{tv} ——传动系阻力的速度影响系数, $N/km \cdot h^{-1}$;

V_i ——测试车速, km/h 。

从图 1 可见各测试数据点均与回归直线吻合良好, 剩余标准差 σ (除个别回归线外) 均小 (见表 1), 回归直线的精度高。统计量 F 均大于 $F_{0.01}(1, N-2)$, 即所得回归方程在 $\alpha = 0.01$ 的水平上显著, 为高度显著。

几种车型传动系阻力测试数据回归分析结果 表 1

回归线	车 型	F_{t0} (N)	F_{tv} ($N/km \cdot h^{-1}$)	σ	F
1	春洲客车 6600	18.2766	2.5072	12.1732	851
2	CA1090 半挂 汉阳 9140	30.9566	2.3333	11.4536	1514
3	EQ1092F1	77.1102	1.1610	8.9815	1957
4	CA1091L2	18.3092	1.4696	7.8420	662
5	CA 1092	45.6004	1.0260	8.1792	1958
6	NJ1041S	5.1503	0.9780	7.8455	188
7	CA1046L	13.9893	0.7572	5.2226	1074
8	EQ1050G	27.3032	0.3525	2.4160	2715
9	EQ1060	23.2776	0.3475	1.8655	3840
10	NJ1043	2.4339	0.2338	3.7260	114

大量随机实车测试数据, 进一步证明了传动系阻力系由与车速无关的机械阻力和与速度有关的液力阻力构成的机理。模型中的零次项即为机械阻力, 一次项为液力阻力。传动系阻力的一元一次线性模型的规律性不因车型、传动系结构不同而异。尽管测试车辆中的客车、轻型、中型和重型货车传动系结构差异明显, 测出的传动系阻力大小各异, 可阻力构成的规律性都是一样的。

具体车型传动系阻力的大小, 首先取决于传动系的结构。结构不同, 传动系阻力自然不同。同一车型的, 传动系阻力就取决于传动系技术状况。传动系各动配合副在传递动力时的相对运动, 产生的摩擦力, 以及旋转件与润滑油间产生的摩擦力都与配合副状况密切相关。因此, 同型车辆的传动系阻力也是千差万别, 各不相同。

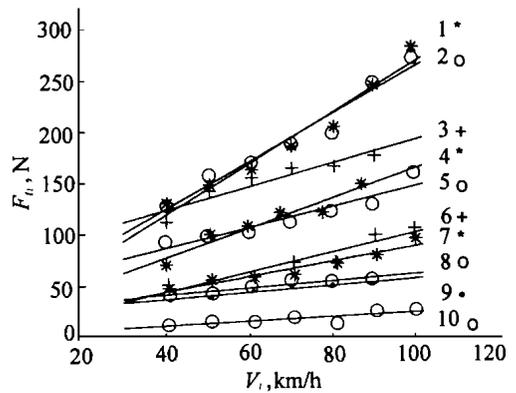


图 1 几种车型传动系阻力测试数据的回归曲线

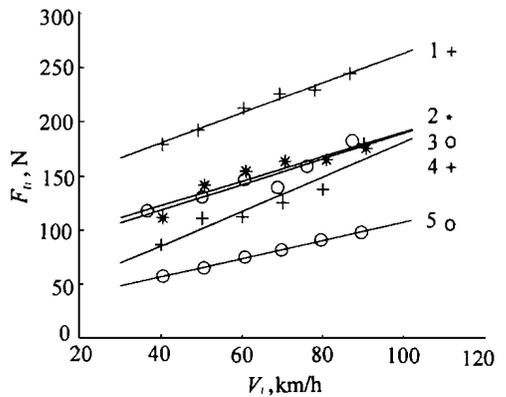


图 2 EQ1092 型汽车传动系阻力测试数据的回归曲线

图 2 为 EQ1092 车型传动系阻力随机实车测试结果。表 2 为图 2 中各回归曲线的回归分析结果。虽然传动系结构完全相同, 但各车的行驶里程、使用水平 (驾驶操作、维修水平等) 不同, 因此, 技术状况不同, 传动系技术状况的差异就导致了被测 EQ1092 汽车的传动系阻力大小相差 3 倍多。传动系阻力随测试

EQ1092型汽车传动系阻力测试数据回归分析结果

表 2

回归线	车 型	F_{i0} (N)	F_{iv} (N/km ³ h ⁻¹)	σ	F
1	EQ1092F1	124.4931	1.4165	3.7516	19157
2	EQ1092F1	77.1102	1.1610	8.9815	1957
3	EQ 1092	71.1029	1.2058	8.0469	2197
4	EQ 1090	21.2788	1.6232	11.4868	458
5	EQ1092F1	22.4899	0.8744	0.7299	61601

车速增加的斜率,各车也不一致,其中以序号4车辆增加最快,表明该车液力阻力占传动系阻力的比重很快增大,显然是序号4车辆的润滑油质量、箱体内油面高度等的状况劣于其它几辆车的体现。5辆车中序号1的车辆传动系机械阻力最大(表2),为传动系机械阻力最小车辆的6倍,表明该车传动系的轴承、油封、齿轮磨损、老化、调整不当、润滑不良等恶化了各动配合副状况,导致了传动系机械阻力倍增。序号5的车辆传动系阻力最小,表明其传动系状况是5辆车中的最佳者。

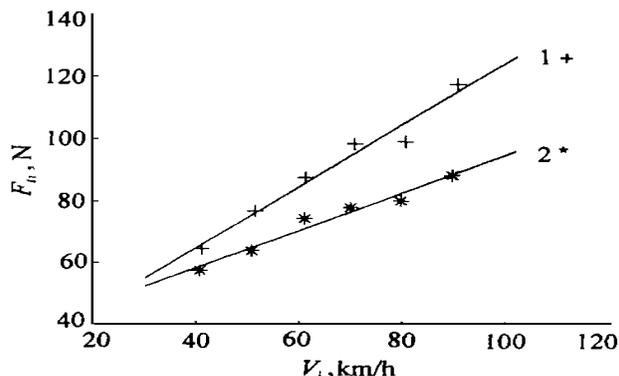


图 3 EQ140型汽车传动系阻力测试数据回归曲线

EQ140型汽车传动系阻力测试数据回归分析结果

表 3

回归线	车 型	F_{i0} (N)	F_{iv} (N/km ³ h ⁻¹)	σ	F
1	EQ140	25.0233	1.0002	3.8092	2938
2	EQ140/47	34.0595	0.6125	2.2905	6587

随机测试2辆EQ140汽车的传动系阻力的结果(图3,表3)进一步表明了同型汽车传动系阻力大小完全取决于传动系技术状况。图中序号1车辆的传动系机械阻力小于序号2车辆,液力阻力却比序号2车辆大63%,因此,序号1车辆传动系阻力随车速显

著增大。这是传动系润滑油状况恶化的结果。

上述同型车辆传动系阻力随机实车测试结果进一步验证了传动系阻力大小是传动系状况好差的定量表征,完全可据传动系阻力的大小评价传动系的状况。显然各个系列车型的同型汽车都有一个处于最佳状况的传动系阻力值。据此,便可建立科学合理的评价在用汽车传动系状况的技术等级指标体系,以及考核评定汽车维修质量的标准体系。

同型车辆传动系阻力随机实车测试表明,汽车传动系技术状况的变化改变了在传递动力过程中产生的机械摩擦力和液力摩擦力,导致传动系阻力成倍相差,却未改变两类摩擦的性质,传动系阻力的数学模型不因传动系技术状况的变化而改变,仍然服从一元一次线性方程。显著性检验表明,图2、图3中所得回归方程的统计量 F 均大于 $F_{0.01}(1, N-2)$,为在 $\alpha=0.01$ 的水平上显著,即可信赖程度为99%以上,为高度显著。

3 结论

汽车传动系阻力由机械阻力和液力阻力两部分构成。传动系阻力随速度变化的关系服从一元一次线性方程,即 $F_{ti}=F_{i0}+F_{iv}\times V_i$ 。

在用汽车传动系阻力大小是传动系技术状况的量化体现。在用汽车传动系状况在使用过程中不可避免会逐步恶化,但恶化进程及程度取决于车辆固有可靠性和使用水平,千差万别,体现为传动系阻力时也是各不相同,相差成倍。但同型汽车均有一个相应于传动系最佳状况的传动系阻力值。据此,可建立评价在用汽车传动系技术状况和传动系维修质量的评价指标体系。

在用汽车传动系状况的变化,只是改变了传动系阻力的大小,并未改变阻力的性质,因此,建立的传动系阻力数学模型不随传动系状况变化而改变。

参考文献:

- [1] SAE Recommended Practice, Commercial Truck and Bus SAE Recommended Procedure for Vehicle Performance Prediction and Charting, SAE J2188, 1996-03.