

汽车后桥主锥总成综合检测和评判方法

胡绍湘* 丁杰雄 蔡重庆

(电子科技大学高能电子所, 电子机械系 成都 610054)(东风车桥有限公司 湖北 石堰 442051)

【摘要】 介绍了一种自行设计制造的专用检测试验机, 论述了汽车后桥主锥总成综合检测和评判方法。试验机模拟了汽车行驶时的工作状况, 能自动检测主锥总成的预紧力矩、转动中的发卡 and 干扰、差速等参数值。以检测到的各项数据为依据, 对主锥总成的整体性能作出综合评定, 给出了评判结果, 并提出工艺改进。

关键词 检测; 试验机; 预紧; 主锥总成

中图分类号 TB123; TB33

统计表明, 汽车质量故障近20%产生于后桥, 后桥中最主要的传动部件是主锥总成。因此, 一方面应提高后桥装配线自动化程度, 保证装配质量; 另一方面是对成品后桥主锥总成的性能进行科学的自动测试和综合评判, 判别总成的整体性能。本文介绍了在线测试和评判方法, 以及专用检测试验机的设计原理。

1 综合评判参数的选定

后桥主锥总成由主减速器、差速器等组成。主减速器主要是由一对齿形为螺旋状的伞形齿轮组成, 用来改变旋转轴的方向, 同时降低转速, 增大扭矩。主动螺旋伞齿轮和从动螺旋伞齿轮副在运转中必须有正确的相对位置, 才能使两个齿轮啮合传动时, 冲击噪声小, 沿其齿轮的长度上磨损均匀。差速器是一种行星齿轮机构, 使汽车在行驶过程中尽量让车轮沿路面滚动, 而不是滑动, 以减少车轮与路面之间的滑动摩擦损耗^[1]。因此, 在后桥装配线上必须检测主锥总成的主减速器伞齿轮的啮合情况、差速器的差速等性能。

考虑到后桥传动系统的特性及具体工艺要求, 本文选择后桥主锥总成运动过程中主力矩、左右半轴的加载力矩及转速等参数作为评判其传动性能和啮合性能的指标, 各参数的检测通过研制的试验机获得。该设备加载系统产生加载力矩, 模拟汽车行驶中由于转弯或路面不平, 造成主锥总成中的差速器的受力变化, 通过力矩测量系统检测出各参数在不同的运行条件下的变动情况^[2-4]。整个测试过程由四个阶段组成, 在各个阶段所需测试的评判参数如表1所示。其中, M 为主力矩平均值、 ΔM 为主力矩波动值, M_2 为右加载力矩平均值、 ΔM_2 为右加载力矩波动值、 ΔM_{12} 为左右加载力矩差值、 ΔU 为差速。

表1 各个阶段检测的参数

测量阶段	加载情况	旋转方向	转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	检测参数
I	空载	正	940	M 、 ΔM
II	右加载至右半轴停转	正	940	M 、 ΔM 、 M_2 、 ΔM_2
III	左右加载	正	940	M 、 ΔM 、 ΔM_{12} 、 ΔU
IV	保持左右加载	反	540	M 、 ΔM 、 ΔM_{12} 、 ΔU

1999年10月26日收稿

* 男 30岁 硕士 讲师

2 系统的构造

2.1 系统的结构原理

整个评价系统由加载执行机构、气油混合回路、加载力矩和转速测量系统等三部分组成^[5]，为了保证加载平稳，对汽油混合回路进行了专门设计，图1为主锥总成综合检测和评判系统的结构原理图。

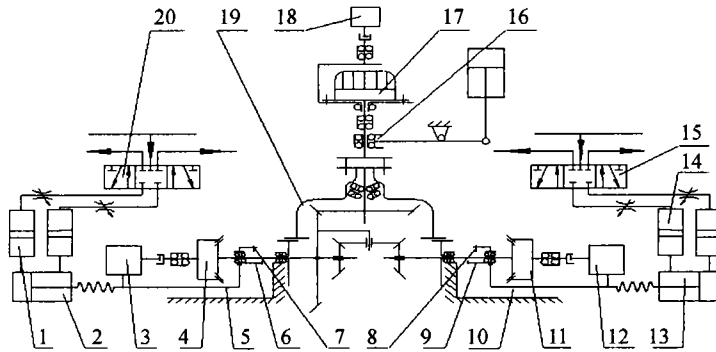


图1 系统结构原理

从图1可以看出系统工作时，三位五通电磁阀20控制气缸2、13，经加载弹簧推动滑块5、10进给，在滑套6、9被顶紧后，加载头4、11因摩擦产生加载力矩，力矩大小由扭矩传感器3、12测量。拨叉16带动动力头插入工件19，驱动主锥转动，主力矩由传感器18获得。

2.2 采用汽油混合回路

整个加载系统的动力由汽缸提供，控制回路如图1所示。气动部件启动时易产生冲击，运行过程中会出现爬行。引起这些现象的原因与高压气体的迅速膨胀有关。为此可采用气液转换缸，使工作气缸内形成油路，大大减少了高压气体迅速膨胀的影响。并且采用回气节流方法，使冲击得到进一步减缓，使部件运动趋于平稳。然后在三位五通阀排气口安装消音节流阀，可以使气缸产生足够的背压，从而使动力头运动避免冲击，运动平稳。

2.3 力矩测量系统的设计

根据力矩传递的等效原理，本文采用静态扭矩传感器进行动态扭矩测量，而没有用习惯的动态扭矩传感器。

在图1的加载结构中，固定摩擦锥盘由轴承悬浮，使其只绕轴线转动，静态扭矩传感器则与滑块固定。加载力矩经过固定锥盘传至力矩传感器，扭矩传感器准确测量到加载系统各个工作状态的加载力矩大小。在测量总成主力矩时，仿效测加载扭矩的方法，将电动机用轴承悬浮，使其可以绕轴线旋转；将浮动架与传感器之间用花键联接，将传感器固定在机架上，可方便、准确地测量出主力矩。

3 加载系统受力分析及计算结果

根据系统的工作性质及参数选定，并考虑到测试方法，加载机构采用了常开式结构的锥盘式结构^[5]。加载机构的外摩擦轮和内摩擦轮形成的摩擦副受力情况如图2所示。图中， Q 为轴向载荷， M_f 为产生的摩擦阻力矩。

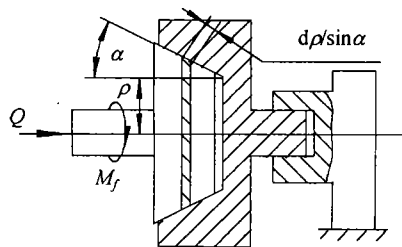


图2 摩擦副受力图

设摩擦接触面的最小半径为 r , 最大半径为 R , 从摩擦锥面取环形微面积 ds , ds 上的压强为 p , 锥面的当量摩擦系数 f 为常数, 则锥形摩擦副的摩擦力矩 M_f 为

$$M_f = \int_r^R \frac{2\pi p f \rho^2}{\sin \alpha} d\rho \quad (1)$$

整个摩擦面上的正压力 N 应满足

$$N = \int_r^R \frac{2\pi p \rho}{\sin \alpha} d\rho = Q \sin \alpha \quad (2)$$

由式(1)、(2)可得

$$M_f = \frac{2}{3} f Q \frac{(R^3 - r^3)}{(R^2 - r^2)} \sin \alpha \quad (3)$$

上述结论是假设摩擦面上各处的压强 p 相等而得出的, 只有对未跑合的摩擦面才适合。而在跑合后, 摩擦面上各处的压强不再是常数。但此时, 接触面各处的压强基本上符合 $p\rho = \text{常数}$ 的规律。故得出跑合后的锥面的摩擦力矩为

$$M_f = \frac{1}{2} f Q (R + r) \sin \alpha \quad (4)$$

式中 M_f 为加载系统应产生的加载力矩, 根据产品的技术要求, 最大加载力矩为 $30 \text{ N}\cdot\text{m}$, 由式(4)控制轴向载荷 Q 得出所需负载力矩。

4 试验机控制系统

通过上述分析, 我们研制出完成测试功能的试验机; 实现了对主锥总成性能的全面测试, 即对差速性能、啮合性能、传动性能以及总成的主力矩的测试。

设备的主控制器由 FX-64MR 担任, 配置了 FX-4AD、FX-20DU 等扩展模块, 图3为设备的控制原理图。操作方式分为手动操作和自动操作方式两种^[6], 手动操作方式是用按钮操作实现对每一种动作的单独控制, 便于设备的调试和维修; 自动操作方式是指设备自动完成一个周期后停止, 等待下次启动信号。在工作中, 若按下停止按钮, 则设备停止所有动作, 重新启动时, 须用手动方式复位。

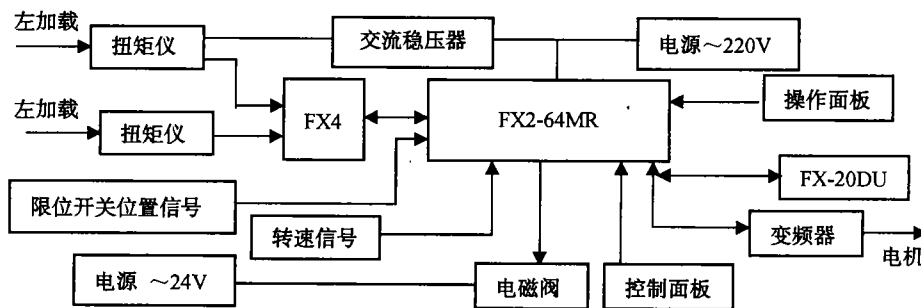


图3 试验机控制原理图

5 综合评判

以试验机和确定的测量参数作试验, 在主锥总成试验过程中, 主要的几组数据如下: 阶段 I 的 M 及 ΔM , 阶段 II 的 M_2 及 ΔM_2 , 阶段 III 的 ΔM_{12} 及 ΔU 。表2中是以5件产品进行测试得到的部分试验数据。

从试验数据可以看出零件1~3为合格产品。零件3主力矩偏小、左右加载力矩不均匀;零件5主力矩波动值偏大、左右加载力矩也不均匀,故零件3、5是不合格产品,并且两个不合格产品的原因是主力矩波动值及差速器性能不好等。由上述数据得到的结果与实际情况一致。

表2 测试结果

零件	$M/N \cdot m$	$\Delta M/N \cdot m$	$M_2/N \cdot m$	$\Delta M_2/N \cdot m$	$\Delta M_{12}/N \cdot m$	$\Delta U/r \cdot \min^{-1}$
1	1.4	0.3	0.2	0.2	0.5	15
2	2.2	0.3	0.3	0.1	0.7	15
3	0.8	1.2	0.5	0.8	2.1	30
4	1.8	0.5	0.3	0.3	0.5	15
5	1.6	0.9	0.8	0.8	2.8	90

6 结束语

主锥总成试验机在生产线上运行后,其性能稳定可靠,能准确检测主锥总成的主力矩、左右加载力矩、差速等参数,对主锥总成作出正确的评判,证明了本文选定的评判指标和采用的测试方案完全符合要求,切实可行。

参 考 文 献

- 1 李照美. 汽车检测与诊断技术. 北京:中国农业出版社, 1996
- 2 胡 泓, 臧建华. 汽车主锥总成刚度调节及研究. 电子科技大学学报, 1996, 25(1): 41~44
- 3 Aihara S. A new running torque formula for tapered roller bearings under axial load. ASME Journal of Tribology, 1987, 1(109): 471~472
- 4 Zhou R S, Hoeprich M R. Torque of tapered roller bearings. ASME Journal of Tribology, 1991, 133: 590~597
- 5 孙 恒. 机械原理. 北京:高等教育出版社, 1989
- 6 翁勃豪恩, 吴启迪. 自动控制工程. 上海: 同济大学出版社, 1991

Method of Synthetic Detection and Judgment on Truck Drive Axles Assembly

Hu Shaoxiang Ding Jiexiong

(Inst. of High Energy Electronics, Detp. of Electromechanical Eng., UEST of China Chengdu 610054)

Cai Chongqing

(D.F. INC of China Hubei Shiyan 442051)

Abstract In this paper, the method of synthetic detection and judgment on truck drive axles assembly is discussed. Entirety performance of truck drive axles assembly is evaluated by parameter values of preload-moment of roller bearings, stiffness and interference of the turning, performance of differential rate etc. The judgment results are given, and the technological improvement is presented. This paper also introduces a test machine designed specially for detection. All kinds of important data of truck drive axles assembly are analyzed and processed by PC. The machine is successfully used in truck drive axles assembly line, whose effect and efficiency are noticeable.

Key words detection; test machine; preload; drive axles assembly