

圆锥滚子轴承预紧后轴向游隙的测量

黄苏刚¹, 徐雁超², 邹兵凤¹

1. 江西江铃底盘股份有限公司 江西抚州 344000
2. 三一重工股份有限公司 湖南长沙 410000

摘要: 为兼顾产品寿命和成本, 通常在汽车车桥中采用背对背配对的两个圆锥滚子轴承。现有文献对双列圆锥滚子轴承的轴向游隙定义及测量做了诸多介绍, 但均未涉及在装配预紧后特别是大负载下的轴向游隙的检测。
关键词: 圆锥滚子轴承; 预紧; 轴向游隙; 测量

为兼顾产品寿命和成本, 通常在汽车车桥中采用背对背配对的两个圆锥滚子轴承并施加一定的预紧载荷, 使得轴承处于寿命较高的游隙区间 (通常取0.03~0.1mm的微负游隙)。因此, 控制成对圆锥滚子轴承的轴向游隙非常重要。
现有标准对双列圆锥滚子轴承的轴向游隙做了定

18 (4) : 20-25.

[2] 胡星. 车身后纵梁结构优化及成本分析[J]. 汽车工程师, 2020 (3) : 18-21.

[3] 寇兆阳. 基于中纵梁加强板的成形性研究[J]. 汽车工艺与材料, 2019 (6) : 35-39.

[4] 毛卫国. 汽车纵梁冲压成形数值模拟及试验验证[J]. 锻压技术, 2017, 42 (4) : 55-58.

[5] 杨波. T18型SUV车身曲面与结构件设计开发[D]. 青岛大学, 2018.

[6] 刘佳, 赵悦, 凌亮, 等. 转向架构架工作模式及其对车下振动传递影响初探[J]. 噪声与振动控制, 2015, 35 (3) : 19-23.

[7] 楚伟峰, 崔礼春, 赵烈伟, 等. 冷冲压汽车高强度纵梁开发实例[J]. 锻压技术, 2018, 43 (6) : 24-27.

[8] 张恒, 江庆顺, 张玉成. 某车型高强度纵梁回弹问题及整改措施[J]. 模具工业, 2020, 46 (3) : 29-33.

[9] 段磊, 夏磊, 李庆宝, 等. 汽车前梁后部零件全工序成形回弹仿真及模面补偿研究[J]. 锻压技术, 2020, 45 (8) : 62-69.

[10] 陈泽中, 周燕芳, 隋鹏远, 等. 汽车前防撞梁热冲压结构改进与数值模拟[J]. 锻压技术, 2020, 45 (7) : 58-65.

[11] 喻旻, 肖海峰, 王敏. 基于有限元分析的汽车前纵梁外板工艺及模具设计[J]. 锻压技术, 2016, 41 (11) : 43-46.

[12] 孙丽, 周海龙, 黄冠鑫, 等. 扳手状梁类件整体冲压成形工艺[J]. 锻压技术, 2020, 45 (9) : 69-74.

AUTO1950

义并介绍了测量方法^[1]，也有文献探讨了有载荷和无载荷下的轴向游隙测量区别。但至今仍未有较为可信的适用于车桥装配预紧后的轴向游隙的检测方法，下面就不同载荷预紧后的轴向游隙测量进行分析说明。

现有轴承游隙的测量方法

将驱动桥中双列圆锥滚子轴承的布置结构分为两类以做区分：

结构一：采用两个单列圆锥滚子轴承（以32213、32215为例）并以一轴承螺母锁紧（见图1），此时轴承螺母的轴向力完全作用于轴承形成预紧。

结构二：采用两个单列圆锥滚子轴承（以32011为例）、中间布置规定高度的隔圈并以一轴承螺母锁紧（见图2），该结构要求轴承螺母拧紧力非常大，轴承螺母的轴向力绝大部分作用于隔圈，小部分作用于轴承形成预紧。

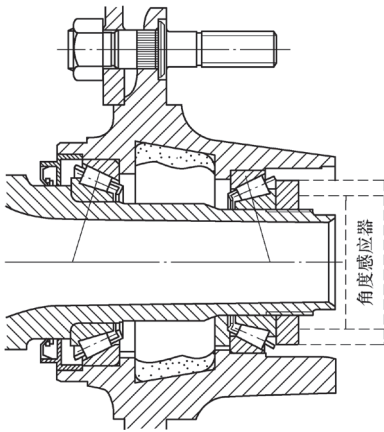


图1 结构一

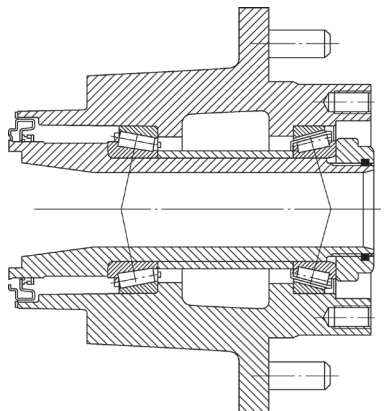


图2 结构二

文献探讨了有载荷和无载荷下的轴向游隙测量区别，其中有表述“以FC12025S07轴承为例……可看出在载荷作用下，轴承内外圈的相对位移量很小，且其相对轴向游隙的要求（0.085~0.22mm）可忽略不计。因此无载荷测量可以替代有载荷测量，是测量双列圆锥滚子轴承轴向游隙的首选方案”^[2]。但该表述引用的实例仅是基于轴向力300N下得出的结论。而在实际承载3.5t的轻型货车驱动桥应用中，经测算结构一中轴承螺母的轴向力约8kN，结构二中轴承螺母的轴向力可达40kN，上述文献介绍的无载荷测量轴向游隙的方法显然不适用于上述两种存在大载荷预紧的结构。

轴向游隙的精确检测

通过对实际产品的实际测试和研究，针对上述两种结构总结出可精确测量轴向游隙的“转角法”和“减垫法”，详细测量过程说明如下。

1. 转角法的测量步骤

1) 采用特制的带角度感应器的轴承螺母（假定螺纹规格M50×2）按图所示方式对驱动桥的两列圆锥滚子轴承进行锁紧，转动轮毂消除装配间隙。

2) 回退轴承螺母一定角度，并以手感能推动轮毂为宜。

3) 将跳动表顶住轮毂外端面，反复上下翻转轮毂带轴承总成，记录跳动表跳动量 s_0 ，根据文献，此 s_0 值即为初始正游隙值。

4) 用扭矩扳手带动轴承螺母旋入角度 α_1 ，此时读取扭矩值 T_1 ，通过换算，此 T_1 时对应的游隙值 $s_1=s_0-2\alpha_1/360$ 。

5) 不断重复步骤4)，依次取得 T_2 、 T_3 、 T_4 ……下的 s 值。

按上述方法不断加大测试的样本量，即可描绘出轴承螺母锁紧力矩 T 相对轴向游隙的关系曲线（见图3），使得在后桥实际装配中可以通过控制轴承螺母的锁紧力矩来精确控制轴承的游隙。

注意：随着轴承螺母的力矩不断变大，螺纹副受挤压产生的形变量会逐渐变大，因此该测量方法后期精度会稍有下降。

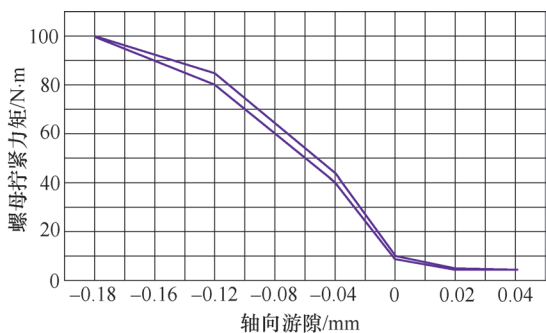


图3 转角法测量得轴承螺母锁紧力矩相对轴向游隙的关系曲线

2.减垫法的测量步骤

- 1) 准备高度为 h 、 $h-0.02$ 、 $h-0.04$ 、 $h-0.06$ 、 $\cdots$ 、 $h-0.30$ 的隔圈若干，取高度值为 h 的隔圈按图二所示对驱动桥的双列圆锥滚子轴承进行锁紧，转动轮毂消除装配间隙，并以手感能推拉动轮毂为宜。
- 2) 将跳动表顶住轮毂外端面，反复上下翻转轮毂带轴承总成，记录跳动表跳动量 s_0 ，此 s_0 值即为初始正游隙值。
- 3) 此时用扭矩扳手以固定转速测量轮毂旋转力矩 T_0 。
- 4) 拆除隔圈并换装 $h-0.02$ 的隔圈后锁紧，此时游隙 $s_1=s_0-0.02$ ，再次测得 s_1 下的旋转力矩 T_1 。
- 5) 不断重复步骤4)，依次取得 s_2 、 s_3 、 $s_4\cdots$ 下的 T 值。

按上述方法不断加大测试的样本量，即可描绘出轮毂旋转力矩 T 相对游隙的关系曲线（见图4），使得在后桥实际装配中可以通过控制轮毂旋转力矩来精确控制轴承的游隙。

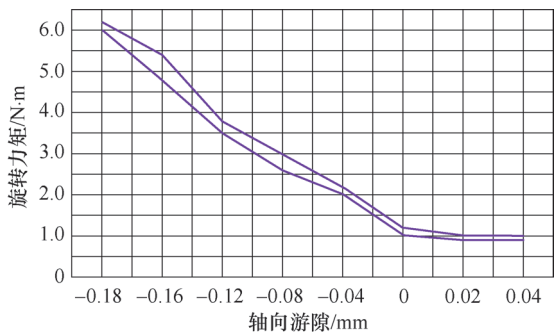


图4 减垫法测量得出轮毂旋转力矩相对游隙的关系曲线

注意：在不断的减垫片过程中，轴承组所承受的负荷逐渐加大，因而螺母锁紧力矩不变的前提下，隔圈所承受的轴向力是逐渐减少，在螺母锁紧力矩足够大或隔圈刚度足够强时，可忽略隔圈受轴向力变化产生的弹性变形量。

针对某采用结构二的轻型货车驱动桥轮毂轴承，分别采用“转角法”和“减垫法”绘制出轮毂旋转力矩 T 相对游隙的关系曲线（见图5），从实测对比中可以发现两种测量方式在 -0.2mm 负游隙区域内其力矩值几乎重叠，两种测量方法近乎等效，都可以在实际应用中通过加大样本量获得较为合理的螺母锁紧力矩或轮毂旋转力矩。

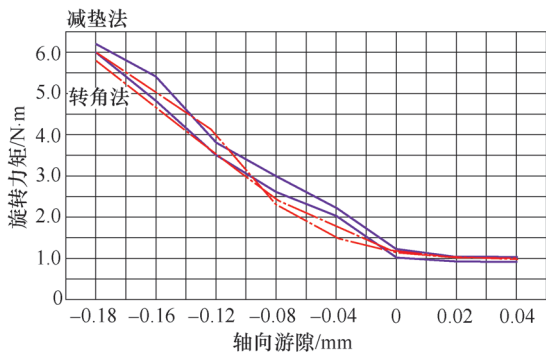


图5 两种测量方法得出轮毂旋转力矩相对游隙的关系曲线

结语

通过上述介绍和分析对比，“转角法”和“减垫法”均可用于较大预紧的轴向游隙测量，由此拟合出的螺母力矩或轮毂旋转力矩相对轴向游隙的关系曲线可以用于指导后桥的实际装配，保证后桥轴承始终处于设计的最佳游隙区间运行^[3]，特别是对免维护轮毂轴承的设计、装配和应用提供了切实可行的实践基础。

参考文献

[1] 全国滚动轴承标准化技术委员会.JB/T 8236—2010 滚动轴承双列和四列圆锥滚子轴承游隙及调整方法[S].北京：机械工业出版社，2010.

[2] 陈巧铃，范萍，张志华. 双列圆锥滚子轴承轴向游隙的测量[J].轴承，2001（3）：21-22.

[3] 日本汽车工程学会，等. 汽车工程手册第二分册[M].北京：机械工业出版社，1984. **AUTO1950**