

汽车同步器换挡性能分析

郭树森, 陈培凯

天津天海同步科技有限公司 天津 301600

摘要: 同步器零件作为汽车变速器内的核心零件,其质量的好坏直接影响到驾驶者对车辆的满意度,同时也关系到车辆的行驶安全。通过同步器的换挡过程分析,针对影响换挡性能的因素,归纳了一些改进要点,提升了同步器换挡性能,也延长了同步器、变速器的使用寿命,进而延长整车的使用时间,提高用户满意度,降低使用成本。

关键词: 换挡性能;花键精度;自滑性

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2024.07.010

变速器能够改变由发动机传到驱动轮上的转矩和转速,使汽车得到不同的牵引力和车速,以适应不同的使用条件。同步器是变速器的核心零件,需要保证同步器本身花键精度,自滑性良好,换挡时驾驶人感到舒适性,如果有问题将影响整车的性能。主要适用于MT、AMT、DCT等变速器产品。

同步器结构介绍及其工作原理

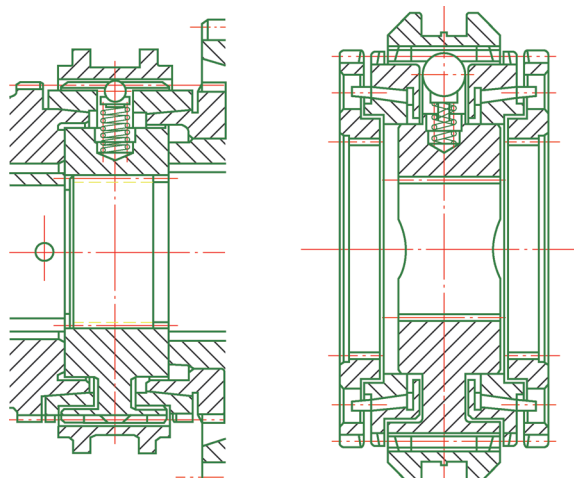
1. 同步器结构介绍

同步器的结构主要有两种:

(1) 常压式同步器 是一种早期开发的同步器。特点是结构简单,但其不能保证被啮合件在同步状态(即角速度相等)下实现换挡。也就是常压式同步器不能从根本上解决换挡时的啮合冲击问题,所以这种同步器目前已被淘汰。

(2) 惯性式同步器 由于惯性式同步器能够确保

同步啮合换挡,目前得到广泛应用。惯性式同步器主要包括单锥同步器、双锥同步器和多锥同步器(见图1)。



a) 单锥同步器

b) 双锥同步器

图1 惯性式同步器结构

2.同步器的工作原理

同步器的换挡过程主要由三个阶段组成。

第一阶段，同步器离开中间空挡位置，做轴向移动并靠在摩擦锥面上（见图2）。摩擦锥面相互接触瞬间，由于齿轮的角速度和滑动齿套的角速度不一样，结合齿圈通过摩擦作用带动铜环相对于齿套超前转过一个角度（约半个齿厚），从而使齿套锁止角与铜环锁止角相抵触，阻止齿套向换挡方向移动。

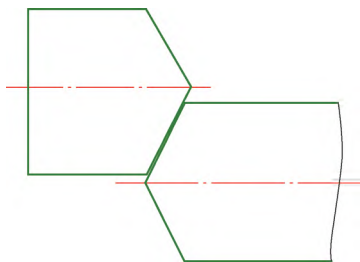


图2 同步器与摩擦锥面接触

第二阶段：来自手柄传至换挡拨叉并作用在滑动齿套上的力 F ，经过锁止元件（铜环）又作用在摩擦锥面上。两接触锥面产生摩擦力矩。齿套与齿轮的转速很快接近，其角速度差 $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2 = 0$ 时，瞬间完成同步过程。

第三阶段： $\Delta\omega = 0$ ，摩擦力矩消失，而轴向力 F 仍作用在锁止元件上，使之解除锁止状态。此时，齿套穿过铜环与结合齿挂上，从而完成了整个换挡过程。

换挡性能影响因素

1.零件花键齿向精度影响

花键齿向理论上应该是一条直线，但实际加工的零件，由于机加工过程及热处理影响，会产生花键变形，影响换挡性能。

图3所示是花键齿向有凸起的报告，这样会影响换

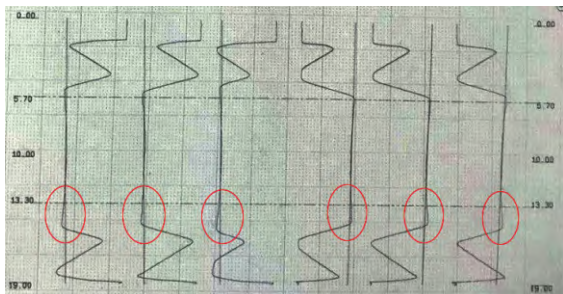


图3 花键齿向有凸起时换挡性能

挡自滑性效果。图4所示是齿向没有凸起的报告，换挡自滑性比较好。这些齿向的凸起需要在加工过程中进行控制。

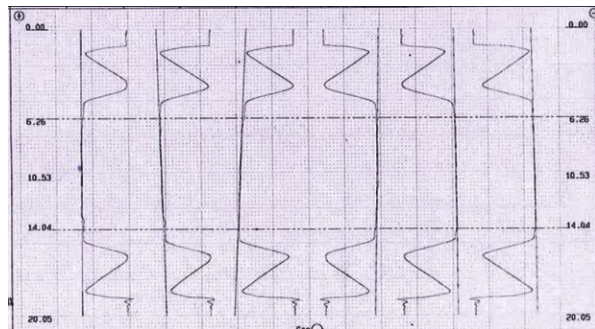


图4 花键齿向无凸起时换挡性能

2.零件表面粗糙度影响

一般情况下，零件表面粗糙度，特别是花键齿面、锁止角面及拨叉槽面，表面粗糙度要求 $Ra1.6\mu m$ 以内，如果粗糙度比较差，会影响换挡性能。比如：拨叉槽表面在同步器高速旋转时，与换挡拨叉摩擦换挡，如果表面粗糙度不好会加速磨损，造成同步器早期失效。

图5所示为拨叉槽面粗糙度检测结果。

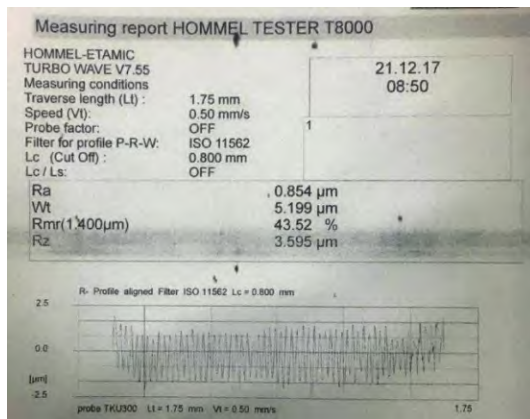


图5 拨叉槽面表面粗糙度检测结果

3.装配合件自滑性影响

自滑性就是齿毂、齿套合件装配在一起（见图6），平放在一个平板上，垂直方向提起齿毂一段距离，然后松开齿毂后，齿毂能够靠自身重力回到原来的位置，没有卡滞现象，说明合件的自滑性比较好。反之，如果出现卡滞现象，将会影响换挡性能。

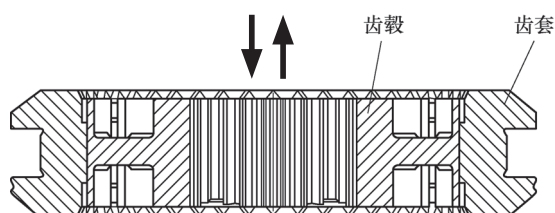


图6 齿毂、齿套合件

4.零件花键齿顶倒角影响

花键齿顶倒角控制如图7所示，需要在合理范围内。一般情况下不能小于 0.05° 。如果倒角比较小，零件加工过程中容易产生毛刺，出现与配合件之间干涉，影响换挡性能。同时，倒角也不能太大，需要保证与配合件之间有效的接触范围。

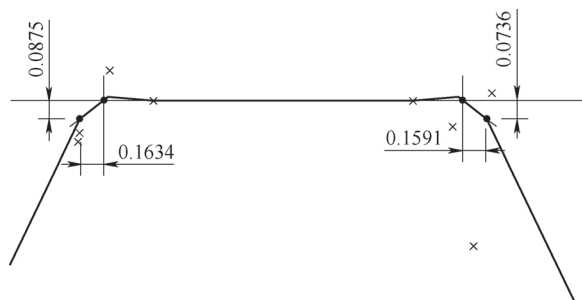


图7 花键齿顶倒角控制

5.零件花键齿形精度影响

同步器齿毂、齿套的配合，是靠花键联接，花键齿形精度直接影响配合质量。如果花键齿形有异常凸起，齿毂、齿套相对滑动时会产生卡滞的风险，影响配合的自滑性，从而影响换挡性能。

图8所示是花键齿形有凸起的报告，这样会影响换挡自滑性效果。图9所示是齿形没有明显凸起的报告，换挡自滑性比较好。

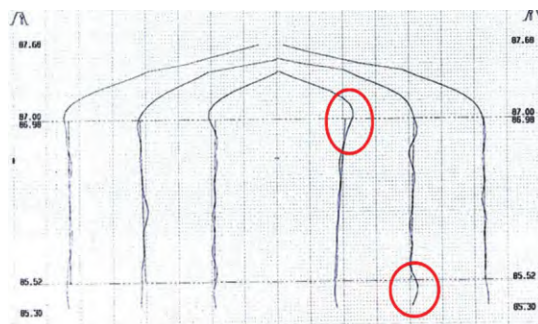


图8 花键齿形有凸起时换挡自滑性

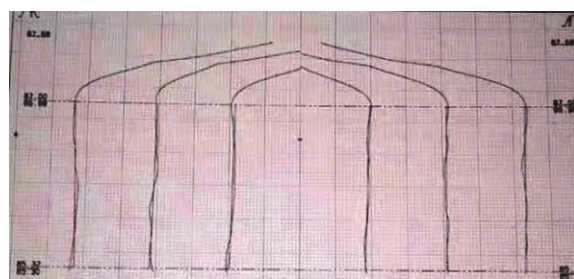


图9 花键齿形无凸起时换挡自滑性

结语

以上是针对影响汽车同步器换挡性能的分析，主要从花键齿向精度、表面粗糙度、装配自滑性、花键齿顶倒角及花键齿形精度等方面进行描述。希望这些内容，对从事相关行业的人士有所帮助。 **AUTO1950**

（上接第51页）

驶问题带来的工作时间的延误，提高车辆利用率和运输效率。

线控底盘是无人驾驶载货汽车关键的部分，从线控底盘模块结构方案及线控节气门（驱动）、线控转向及线控制动三大模块方面展开系统工作流程和关键技术研究。无人驾驶载货汽车线控底盘关键技术的研究，是解决我国无人驾驶载货汽车推进缓慢的重要举措，同时也可提升企业的创新能力，提升市场的竞争力。

参考文献：

- [1] 袁政，米承继，刘洲，等.自动驾驶矿卡底盘线控改装设计研究[J].汽车实用技术，2021，46（12）：14-18.
- [2] 徐金榜，赵泓昊，熊文羽，等.基于IMC原理的电子节气门控制策略[J].控制与决策，2018，33（12）：2277-2282.
- [3] 赵苗苗，陈志元，袁葭杰.基于纯电动客车自动驾驶线控底盘技术[J].客车技术与研究，2020，42（6）：15-18. **AUTO1950**