

# 新型同步器试验装备

□ 天津天海同步科技有限公司 / 梅刚 丁帅 王鑫龙 王立静

同步器脱挡问题是机械式变速器一个常见的故障之一，如果车辆在爬坡行驶中突然掉挡，将会导致车辆动力中断，有可能导致严重的事故。因此，在同步器设计过程中，研究了很多防脱挡的结构。随着同步器在新能源减速器中的应用，同步器作为动力控制元件存在，在车辆行驶过程中出现异常情况，急需中断动力时，同步器能否顺利脱挡成为研究的新课题。

变速器是汽车中的一个重要的动力总成，变速器同步器性能和寿命试验是汽车机械式变速器台架试验的重要项目，目前已有很多专业的试验台架和相关标准。但同步器锁止力的评价只能依靠经验值，目前尚不具备参数化分析的试验台架。我公司一直致力于同步器的研发与制作，针对同步器脱挡力的研究，需要搭建专用的试验台进行试验。目前国内在此方面的研究还存在着不足。

机械变速器的防脱挡结构，常见拨叉自锁、互锁，齿套倒锥，齿套、齿座减薄齿等，这些均属设计范畴，本文不再赘述。鉴于变速器实际使用过程中仍然有脱挡现象存在，为了找出制作过程中造成同步器脱挡的原因，我公司发明一种同步器动态脱挡试验装置，其能够有效地检测不同工况下齿套脱挡的力

量，从而判别同步器锁止机构的锁止力，评定脱挡产生的几率，优化防脱挡结构加工工艺控制其缺陷的产生，提升同步器性能。

具、伺服电动机、惯量盘、换挡执行机构、换挡力传感器以及润滑系统等组成，还包括电器控制系统、数据采集系统（见图1）。实物如图2所示。

## 系统总体构成

该试验装置由基础试验平台、工作舱、转矩传感器、同步器夹

## 主要工作原理

本装置分为自动和手动操作两

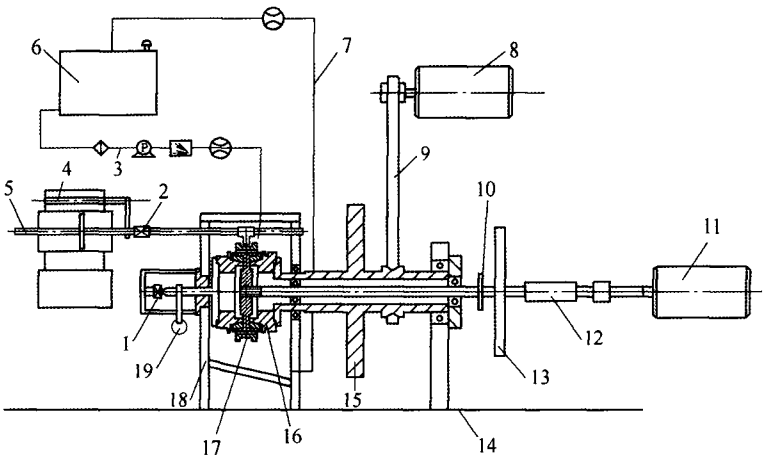


图 1

1. 拉压传感器 2. 换挡力传感器 3. 润滑油管 4. 位移传感器 5. 换挡执行机构 6. 油箱及润滑系统 7. 回油管 8、11 伺服电动机 9. 同步带 10. 转速传感器 12. 转矩转速传感器 13、15. 惯量盘 14. 基础台架 16. 试验工装 17. 同步器总成 18. 工作舱 19. 转矩传感器

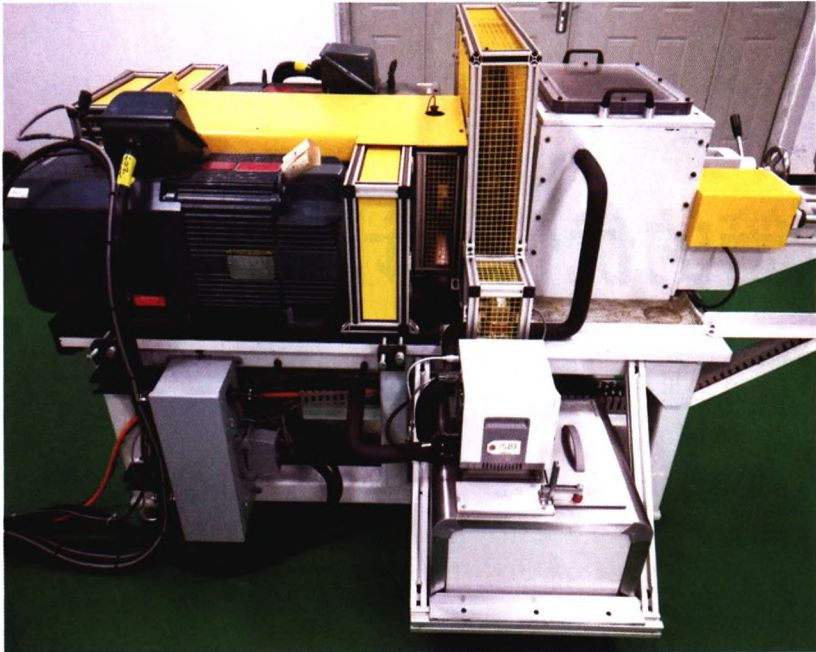


图 2

种工作方式。测量同步器脱挡特性参数时采用手动方式，自动方式一般进行可靠性试验。其主要工作原理是，通过伺服电动机8设定试验转速，模拟实际车辆转速，通过同步带使惯量盘15转动，惯量盘模拟实际车辆运动惯量，带动试验工装转动。同步器作为被测件，安装在试验件工装上，由换挡执行机构向右拖动齿套轴向运动，与试验工装结合达到试验转速。伺服电动机11作为负载，通过对负载电动机11的参数控制，实现不同转矩载荷及转速的需求，从而使防脱挡结构锁合。转矩转速传感器12监测试验过程参数。此时，换挡执行机构5预设脱挡力，对齿套进行反向运动，通过对齿套脱挡力的设置，观察齿套脱挡情况。换挡力传感器2及位移传感器4记录脱挡过程数据。

通过以上描述的试验方法，对同步器倒锥角锁止性能进行测量和评价。该试验台可以通过不同转速、不同转矩，或转速及转矩同时

变化进行脱挡力试验，以评定齿套倒锥角度的适宜性。同时，针对倒锥角度、倒锥齿形、表面粗糙度、周节累积对齿套脱挡力的影响进行评价。为产品设计提供有效的试验数据，已固化产品数据。另外，对于市场反馈的失效零件进行故障再现，从而找到失效原因。

试验数据及结论

经过大量的试验数据统计分析（见图3），脱挡的主要原因，应

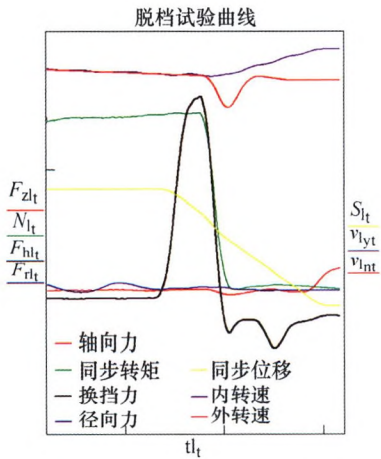


图3 脱挡试验曲线

从以下方面进行改进：齿轮的轴向攒动，结合齿与齿套花键的同轴度，倒锥的齿形及角度，倒锥有效结合长度，稳定的换挡自锁力，使用圆弧形锁止结构，改变齿套的表面粗糙度等。

同步器脱挡力试验台研究的意义

同步器对脱挡力试验设备的研制与应用，有效解决了产品研发的数据支撑、产品异常管控的工艺验证、失效零件的问题，有效解决了新能源减速器中同步器控制机构的设计数据，脱单试验的研发填补该项试验的空白。 **AUTO1950**

在2018年第8期和第9期发表的《汽车专用混合动力变速箱和电驱动系统及其变速器发展状况》一文中，作者对文中插图引用的公开出版物来源补充如下：

- 图2: Wiener Motorensymposium
- 图4: Hofer publication
- 图5: AVL Fischer etc.
- 图6~图8: CTI2015, DeBacker, Toyota
- 图9: Hongda
- 图10: Auto-News
- 图11: CTI2016 罗思东
- 图12: CTI2017 精进
- 图28: 相应会议文章整理
- 图33: 互联网整理