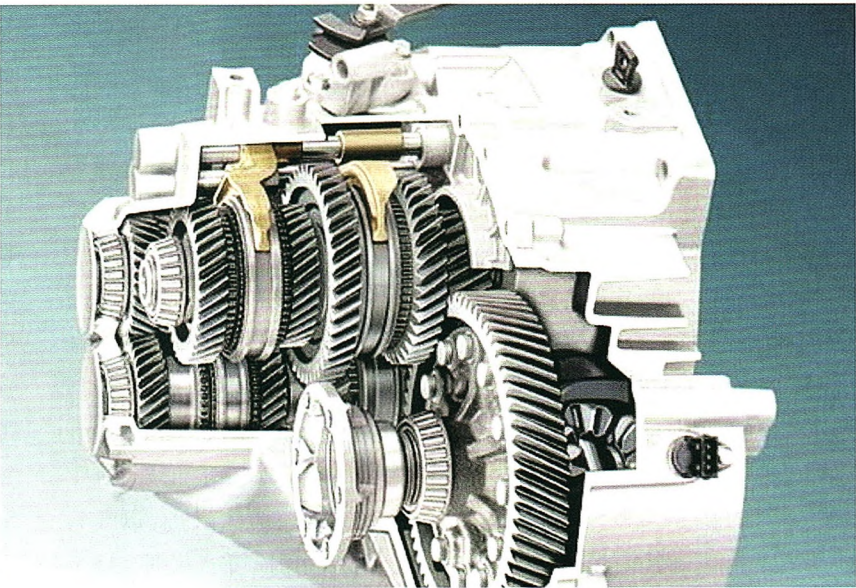


汽车同步器模块化设计应用

□ 天津天海同步科技股份有限公司/刘洪岩

本文以锁环式同步器为例，介绍了汽车同步器产品模块化设计技术的应用，对帮助实现快速设计起到举足轻重的作用。



众所周知，所谓的模块化设计，简单地说就是将产品的某些要素组合在一起，构成一个具有特定功能的子系统，将这个子系统作为通用性的模块与其他产品要素进行多种组合，构成新的系统，产生多种不同功能或相同功能、不同性能的系列产品。模块化设计的主要意义，一方面可以缩短产品研发与制造周期、费用，增加产品系列，提高产品质量，快速应对市场变化；另一方面，可以减少或消除对环境的不利影响，方便重用、升级、维修和产品废弃后的拆卸、回收和处理。本文以锁环式同步器为例，介

绍了汽车同步器产品模块化设计技术的应用，对帮助实现快速设计起到举足轻重的作用。

汽车同步器工作原理

在变速器换挡过程中，同步器同步环受滑块传递的换挡力的作用，其内锥面与锥体外锥面间产生摩擦力，使同步环相对齿套转过一个角度，齿套结合齿锁止面与同步环结合齿锁止面接触，产生一个正压力 N ，正压力 N 分解为轴向分力 S 和拨环力 T ，力 S 推动下使同步环和锥体之间角速度逐步一致，此时同步环转过一个角度，齿套通过同步

环继续移动与同步锥结合齿结合，完成换挡。

同步器相关参数分析

根据同步器计算公式：

$$F\mu\bar{R}/\sin\alpha = J_r \frac{\Delta\omega}{t}$$

F ——作用在齿套上的轴向力；

μ ——工作锥面上的摩擦系数；

$\bar{R}$ ——锥面平均半径；

α ——锥面半角；

$\Delta\omega$ ——输入端和输出端齿轮角速度差。

在实际计算中，可取 $\mu=0.1$ ，视为常数，因此，决定同步器换挡性能可靠性的主要参数实际只有 F 、 $\bar{R}$ 、 α 和 $\Delta\omega$ 。

(1) 换挡力 F 实际由用户给出要求。

(2) 锥环锥面角度 α 按标准，有 6.5° 、 7° 、 7.5° 三种状态。

(3) 摩擦锥面半径 $\bar{R}$ ，取决于输入轴和输出轴之间的中心距 a ，即同步器安装空间大小。

(4) 角速度差 $\Delta\omega$ 根据整箱布局不同及发动机功率转速等不同而不同，一般由主机厂给出。

所以，同步器设计实际就是摩擦锥面半径 $\bar{R}$ 和锥角 α 的选择。

模块化应用分析

如何选择摩擦锥面半径 $\bar{R}$ 和锥角 α ？可以通过把一系列公式编程计算程序，然后代入用户提供的已知条件及锥面半径 $\bar{R}$ 和锥面角度 α ，验证其摩擦容量是否符合各种摩擦材料的允许滑磨功和锥面正压力等特性最大值。

经过大量的计算验证证明，锥面角度 α 在 $6.5^\circ \sim 7.5^\circ$ 之间变化对计算结果无明显影响。锥面半径

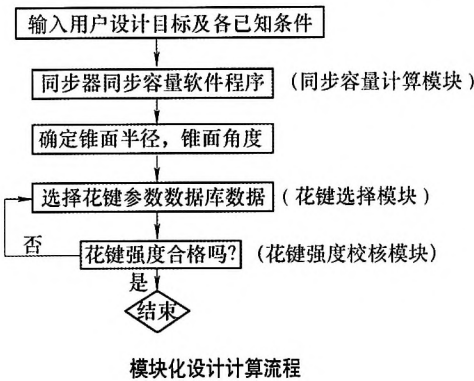
R 在5mm范围内变化对计算结果同样无明显影响。

由此，可以对同步器锥面半径以5mm为一变化单位进行分组，如30mm、35mm、40mm等，将锥面角度按 6.5° 、 7° 和 7.5° 进行分类，然后借助事先编辑好的计算程序，将上述两组数据分别排列组合代入，就可以判断哪一组数据符合性能要求。

接下来将锥面直径与同步环外花键分度圆直径建立关系，确定花键系列。

确定了同步环外花键参数，从而可以得到齿套内花键和齿毂及结合齿圈的外花键参数。每个公司都可以根据自身的实际情况，建立完善的花键参数数据库及相关加工刀具储存库。这样在设计同步器产品时，可以直接从数据库中选择参数，借用相关的刀具，达到缩短开发周期和降低开发成本的目的。

最后依据渐开线花键强度校核标准GB/T 17855编制计算软件，将花键参数代入其中进行验算，如果强度合格，则具体的模块化设计计算流程如下图所示。



结语

目前国内汽车工业作为国家基础工业，处于国家深化改革的最前沿，科技、创新、发展是每个汽车

人的历史使命。作为零部件配套企业，只有实现了产品系列化发展，才能保证在改革大潮中屹立不倒。



百超全流程服务 助力世界级制造

世界顶尖的激光切割机、折弯机和水切割的生产制造商——百超集团盛装参展CIMT2015，在这次业界瞩目的展会上，该集团以ByJin Fiber 4020 4kW、BySun Fiber 3kW和全新 Xact 100T-3100三台代表当今世界钣金加工领域顶尖水平的产品，阐释百超“世界级制

造”的理念。展会期间，百超集团还向客户发出邀请参观其位于天津的工厂和演示中心。

百超中国区总裁葛书凡(Stefan Gilch)表示：“百超的核心竞争力在于为客户提供全工艺流程的服务。从设计到零件，从产品到软件，我们拥有完整的专业

know-how。针对客户的每一工艺流程，基于我们的自动化和软件优势，能够让客户清晰获得完整的物流和数据流，换句话说，这样的增值服务是可衡量的。以客户需求为导向，百超致力于帮助中国用户提高效率、降低成本、简化流程。”