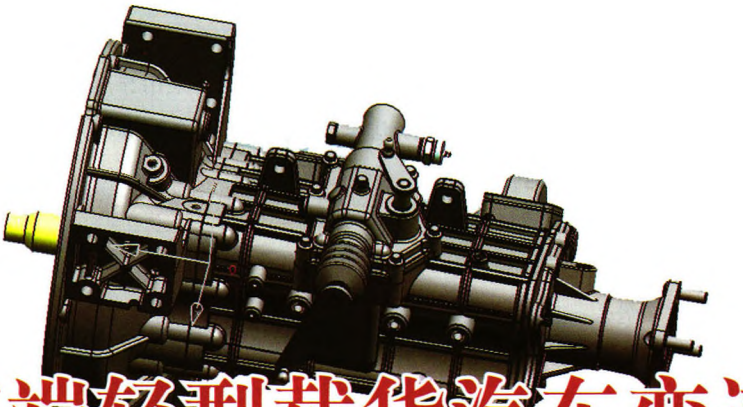
■ 上海汽车变速器有限公司/杨克军　沈银州　陈德军



国内高端轻型载货汽车变速器发展与新技术应用

近年来，国内轻型载货汽车市场呈现快速上升趋势。受排放、安全、舒适等诸多政策法规的推动，轻型载货汽车逐步向高端化发展，促使包括发动机、变速器在内的核心零部件在技术上创新提升，诸多新技术应用其中。对于轻型载货汽车变速器的高端化，用户的要求是换挡平顺、省油重载、噪声低、性能稳定及寿命长久。变速器制造商针对用户需要，在成本允许的范围内进行优化设计，最大限度提高产品性价比。

市场现状及变速器匹配状况

目前国内高端轻型载货汽车市场主要被庆铃汽车、江铃汽车、江淮汽车、福田汽车、东风汽车等主流汽车厂占据。虽然2011年、2012年连续两年轻型载货汽车需求低迷，但高端轻型载货汽车市场却是暗潮涌动。

2012年，高端轻型载货汽车的市场占有率首次破七，从2011年的6.8%提升到7.5%。高端轻型载货汽车的悄然崛起，源于两大因素。一方面，随着电子商务的兴起，物流业出现了高速发展的势头，不仅出现了几大快递公司，甚至连阿里巴巴公司也投入巨资，组建自己的物流公司。以三高一低（高出勤率、高安全性、高舒适性和低油耗）为代表的现代物流用车需求，拉动了高端轻型载货汽车市场。另一方面，国IV、国V汽车尾气排放标准的实施，《轻型商用车辆燃料消耗量限值》标准以及计重收费的推出，刺激了轻型载货汽车市场从低端经济型向大吨位、动力强劲、节能环保的高速重载高端车型转变，特别是在二、三级市场，中型载货汽车的市场份额，正逐渐被配置高且更省油的重型载货汽车、大吨位中高端与高端轻型载货汽车所蚕食，大吨位的中高端、高端轻型载货汽车将成为市场需求的主流和主力产品。另外，因产业政策的作用，原农用车厂家生产低速汽车（四轮农用车限期淘汰）市场逐渐由低端轻型、准轻型载货汽车渗透到中端轻型载货汽车，而原中端轻型载货汽车用户更多地向高端轻型载货汽车升级转化。载货汽车市场的不断进化，将带来高端轻型载货汽车的繁荣。

部分高端轻型载货汽车变速器匹配状况见附表。根据表中配置情况可看出，国内市场中高端轻型载货汽车的动力配置出现了巨大变化。从之前的4JB1与MSB的动力组合，逐步被多种发动机变速器的动力配置所代替。高端轻型载货汽车市场动力配置十分丰富，技术路线各有不同。

从所配置的变速器技术路线看，主要有ISUZU、

部分高端轻型载货汽车动力总成匹配情况

汽车制造商	车型名称	发动机型号	变速器型号	变速器技术路线
庆铃汽车	庆铃100P	ISUZU 4JB1	MSB－5S	ISUZU
	庆铃600P	ISUZU 4KH1－TC	MSB－5M	
	庆铃700P	ISUZU 4HK1－TC	MLD－6Q	
江铃汽车	江铃凯运、凯锐	JX493	MSB－5M	
	江铃N800	PUMA2.4	MYY－6P	
		JX4D24		
	江铃凯威	YC4E140－33	6T46	NISSAN DIESEL
	江铃N900	ISF3.8	CA6T51/6G120	NISSAN DIESEL/ZF
	江淮帅铃	4DA1	5T88	ISUZU
福田汽车	Foton 奥铃CTX	康明斯ISF2.8L	ZF5S400	ZF
		康明斯ISF3.8L	6T120/6T53/6G120	NISSAN DIESEL/ZF
	Foton欧马可C280	康明斯ISF2.8L	ZF5S400	ZF
	Foton欧马可C380	康明斯ISF3.8L	646B/651B/6G120	NISSAN DIESEL/ZF
东风汽车	东风日产凯普斯达	ZD30	ZF5S400	ZF
	东风凯普特N300	ZD30	5T92	ISUZU
南京依维柯	南京依维柯欧卡	SOFIM8140.43	2830.5/ZF5S300	ZF
	南京依维柯欧卡N12	康明斯ISF3.8L	6T120/6T53	NISSAN DIESEL
			6G120	ZF
		NEF4系列3.92L	ZF6S700TO/6S500	
		SC4H180/160Q4 4.3L	SC70M6/SC50M6	SAGW
		VM2.5L	SC38M5	
一汽通用	一汽通用L330	大柴CA4DD	CA5T99/CA6T99	ISUZU

NISSAN DIESEL、ZF和国内自主开发等几种技术路线。因此，国内高端轻型载货汽车变速器的发展将形成跨国变速器公司产品与自主新品开发长期并存的局面。

“七化”发展趋势

为不断满足整车厂和用户对高端轻型载货汽车变速器日趋提高的要求，同时迎合不断提升的发动机性能，笔者认为未来高端轻型载货汽车变速器将朝轻量化、多挡化、自动化、短程多锥化、小质扭比化、模块化和集成化等七个方面发展。

1.轻量化

由于国际和国家法规对汽车排放标准的提升以及鼓励“低碳化”的政策推动，高端轻型载货汽车轻量化的要求日趋突显。除了壳盖、拨叉类零件采用的铸铁材料逐步被铝合金代替、附件材料由钢被尼龙代替之外，还需对总成结构进行优化设计，采用小中心距、齿轮修形、紧凑化设计、CAE等方法，合理地进行产品轻量化。

2.多挡化

目前市场主要轻型载货汽车变速器多为五挡变速器，由于燃油经济性和换挡平顺性的要求，六挡、七挡变速器将逐步替代现行产品。同时，在壳盖设计上，大部分将预留出以后升级成手自一体AMT和DCT等自动变速器的接口。

3.自动化

在北美市场，高端轻型载货汽车变速器已有发展为自动变速器AT的产品，在国内，FAST公司也与美国的卡特彼勒成立双特自动箱公司，推行商用车AT国产化。在欧洲市场，AMT广泛应用于高端轻型载货汽车上，DCT产品也初见雏形。

4.短程多锥化

同步器作为汽车变速器总成的关键部件，其性能对降低换挡结合的冲击和噪声，减小换挡力和缩短换挡时间，提高换挡的平顺性和变速器的寿命具有重要意义。多锥同步器可以大大提高同步容量，优化换挡品质。高端轻型载货汽车变速器的一挡和二挡大多设

计为双锥钢环同步器，甚至还可以采用三锥化。

另外，国内高端轻型载货汽车变速器同步器换挡行程一般设计为10.5～12mm。缩短同步器齿套行程，可为整车杠杆比腾出40%的调整空间，达到省力效果。因此，短程同步器优势明显。据悉，德国ZF某款产品同步器（见图1）换挡行程设计仅为8mm。

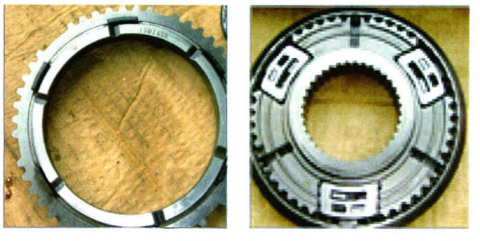


图1 多锥短程同步器

5.小质扭比化

国内商用车市场素有“小马拉大车”的习惯，超载现象也将长期存在。高端轻型载货汽车变速器由小型化向中型化、大型化发展。目前市场产品中心距最大可达130mm，变速器额定输入转矩160～700N·m，最大可匹配160PS发动机。如日产柴MLD－6Q额定转矩可达668N·m，我公司的SC70M6额定转矩达700N·m。在增大转矩、体积增大的同时，轻量化也不容忽视，“小质扭比”将成市场需求。

6.模块化

成本和开发效率成为未来发展趋势。如设计一个五挡变速器的同时，须考虑到能快速拓展为六挡、七挡的多挡化产品。此时，若采用模块化设计，图2所示的六挡产品仅需在五挡后端增加一个挡位，同步将后壳体等零部件加长。这样一来，不仅大大缩短了开发周期，而且平台共用，减少了不必要的试验认证，产品性能更加稳定。

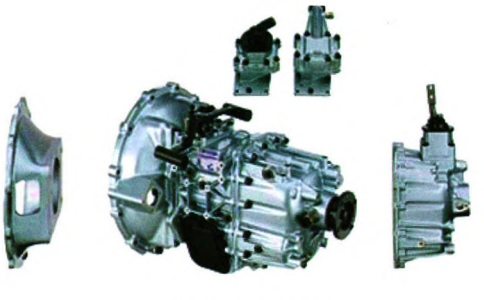


图2 模块化设计模拟

7.集成化

集成化设计将有效减少变速器零部件品种和数量，对总成轻量化贡献突出。壳体集成化，如离合器壳体和轴承箱设计为一体（见图3），采用两段筒式结构设计，有效提高总成的刚性和密封性。换挡机构集成化，如多只拨叉共叉轴（见图4）的单滑轨，操纵器联动设计等，有效减少了公差累积，提高了换挡性能。

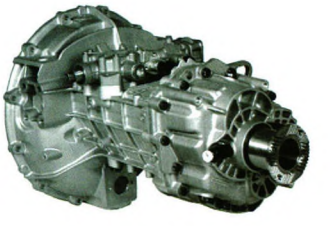


图3 ZF某变速器集成

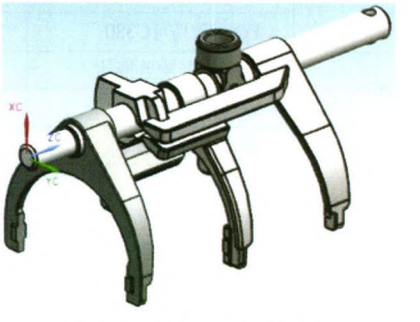


图4 SC38M5集成化操纵系统

高端轻型载货汽车变速器新技术应用

代表手动变速器（MT）换挡、噪声、密封、安全等各方面的优势均体现在乘用车变速器上。针对轻型载货汽车变速器高端化，可以借鉴乘用车MT的优秀设计理念，笔者将之称为高端轻型载货汽车变速器新技术应用，以下举例说明。

（1）换挡凸轮及直线轴承应用 换挡凸轮的合理设计可有效提高换挡“吸入感”（见图5）；直线轴承采用滚动摩擦代替滑动摩擦（见图6），有效减小了换挡阻力，提高了换挡系统效率。

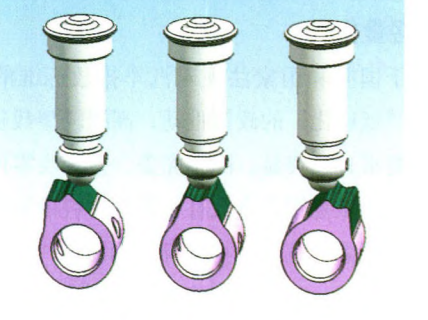


图5 换挡凸轮工作示意

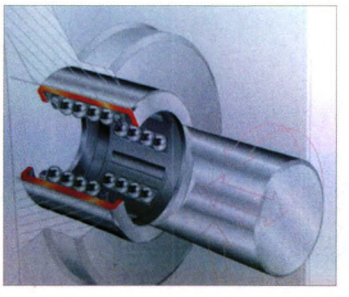


图6 直线轴承工作示意

（2）王字槽及切线换挡技术应用 如图7所示，王字槽具有换挡导向精确，避免挂挡时拨头对其他挡位拨叉影响的功能。切线换挡技术有效缩短了换挡时间，使换挡拨头的换挡路线更加短，从而节省时间，减少换挡中的冲击，更加趋于柔性换挡，在换挡方面能给驾驶者带来更为卓越的操控感。

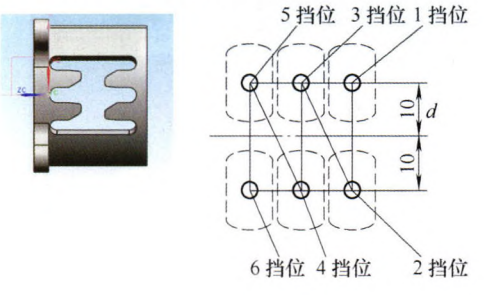


图7 王字槽及切线换挡效果

（3）真空渗碳技术的应用 采用真空渗碳热处理的齿轮、轴不仅外表光洁，齿形齿向热变形也很小，但是成本较高。高端轻型载货汽车变速器可以慎重考虑采用。

（4）螺旋油槽技术应用 齿轮端面的螺旋油槽和锥体锥面的弧形油槽都能有效的优化各自系统的润滑效果。

（5）倒挡锁结构的应用 倒挡锁机构（见图8）有效防止在车辆行驶中，由前进挡直接挂入倒挡，导致发动机熄火。

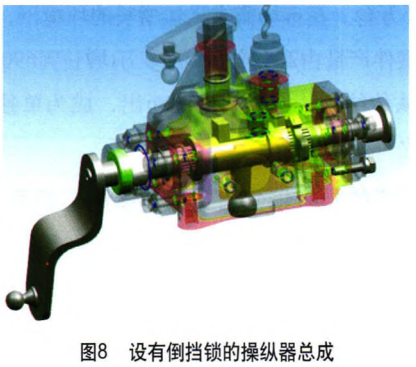


图8 设有倒挡锁的操纵器总成

我公司产品现状及展望

目前，我公司高端轻型载货汽车变速器拥有SC16M5C1/SC38M5/SC50M6/SC70M6四个品种，转矩范围覆盖160～700N·m，均为全铝合金壳体设计。从台架、路试情况来看，基本达到国内高端轻型载货汽车性能指标。但是和跨国公司ZF等公司产品性能仍存在较大的差距，同比国内竞争对手产品虽然性能优越，但价格不占优势，性价比不高。

从文中附表中可知，国内高端轻型载货汽车市场量最大的变速器转矩集中在400～550N·m。我公司目前惟一满足这一指标的产品只有SC50M6，转矩值为550N·m，在指标上限。因此，若想在目前激烈角逐的高端轻型载货汽车市场中分一杯羹，还需开发一款转矩在450N·m左右的变速器。笔者认为可以在SC50M6的基础上设计一款降扭降本的SC45M6，以实现商用车轻型载货汽车系列型谱的全覆盖。

针对未来高端轻型载货汽车变速器的发展，可借鉴我公司SH63Z的AMT开发经验，来开发商用车高端轻型载货汽车AMT。为此，以后开发的MT适时可采用模块化设计，预留出AMT接口。另外，也可借鉴我公司领先一号DCT360的开发经验，规划商用车高端轻型载货汽车DCT的开发。

结语

随着国内高端轻型载货汽车的市场空间不断增长，各车企通过引进新车型、匹配新动力和更新配置等措施来提高自身产品的竞争力。在市场和政策法规的双重推动下，轻型载货汽车将加快发展步伐，逐步实现高端化。而高端轻型载货汽车变速器技术在中国正处于“低转高”的时期，在轻量化、多挡化、自动化、短程多锥化、小质扭比化、模块化和集成化的发展趋势下，会出现更多的技术创新和提升，其未来前景将是一片大好。

关键词：高端轻型载货汽车 变速器 新技术
（收稿日期20131003）