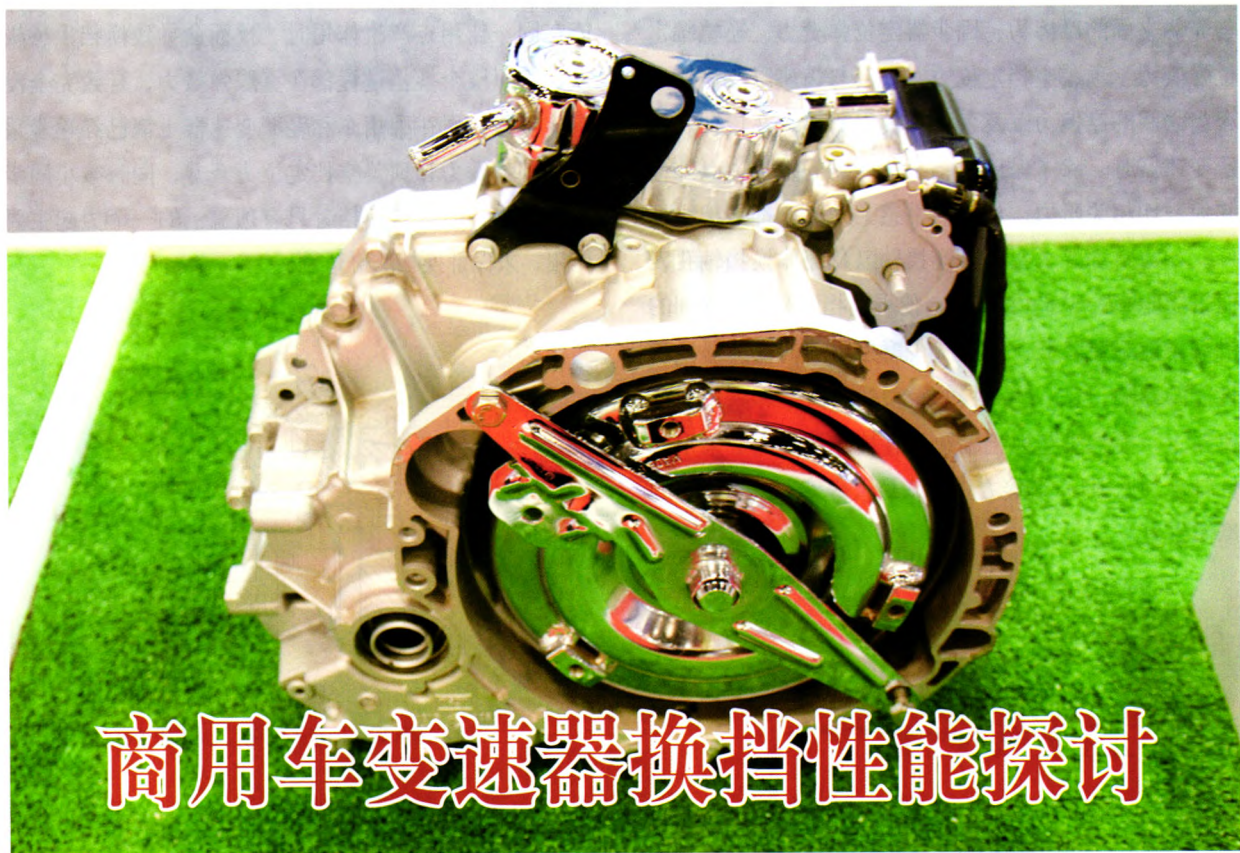




■ 浙江万里扬变速器股份有限公司/乔湘鹤 方向进 朱杭军



商用车变速器换挡性能探讨

的制造和应用
商用车零部件

商用车变速器随着商用车市场受众的变化，在设计以及变速器性能指标考核中有两个明显的阶段。初期，因为当时商用车受众相对狭窄，货车驾驶人基本都难以接触到乘用车，商用车最重要的目标就是经久耐用，对当时商用车变速器的最重要指标也是考核变速器的寿命指标、强度指标；而到了最近十年，因为国内整个汽车市场的不断扩大，乘用车驾驶人与商用车驾驶人已经大部分重合，导致新增的这一部分驾驶人对商用车舒适性的要求也不断提高，特别是换挡性能的要求日益提高。如何有效提高商用车变速器的换挡性能，保证“轻型乘用车化，重型轻型化”是当前环境下各大变速器厂家的必然趋势。

现在一般说到变速器换挡性能，绝大部分人就开始计算同步器容量、同步器换挡力等。改善变速器换挡性能就是把同步器同步环由铜环改成钢基喷钼环，

由钢基喷钼环改成碳颗粒环或者碳纤维环（通过提高同步环摩擦系数提高换挡能力），或者由单锥同步器改成双锥同步器，双锥同步器改成三锥同步器（通过增加同步器摩擦面改善换挡性能），完全是围绕理论上的同步器动态换挡力进行分析改进。这些办法虽然从理论上大大提高了变速器换挡性能，但是实际装车验证时却远远达不到理论水平，都是因为忽略了变速器静态换挡力的影响和变速器周边系统对换挡性能的影响。

静态换挡力影响

静态换挡力是指变速器在静止不工作时的换挡力，其实也就是指变速器静止不工作时，挂挡所需要克服的阻力。静态换挡力是变速器整体动态换挡力的组成因素之一，静态换挡力过大，即使同步器性能大

大提升,也不能使动态换挡性能同比改善。

静态换挡力的组成因素很多,如变速器换挡轴与壳体之间的摩擦力、同步器定位弹簧力、换挡轴定位弹簧力、顶盖空挡定位力、齿套与齿座以及齿轮结合齿之间的摩擦力以及各种相关阻力等。在设计和制造变速器时,除了保证换挡手感所需的定位力以外,其他一切相关阻力,从挂挡手感上来说,都是越小越好。如通常都要求变速器换挡轴以及壳体换挡轴孔表面粗糙度值 $R_a=0.8\mu\text{m}$ 以下,使得换挡轴和壳体之间的滑动摩擦系数降低,尽量减少摩擦阻力对变速器换挡性能的影响,在一些高档的轻型载货汽车和乘用车变速器上,换挡轴与换挡轴孔不直接连接,而是采用线性轴承(见图1)连接方式,来最大程度地减小换挡的摩擦阻力。

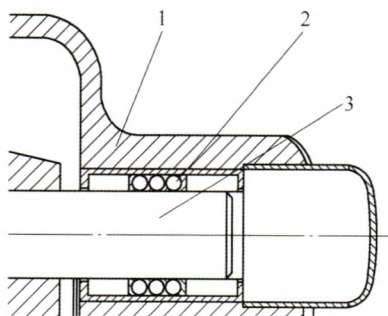


图 1

1.上盖壳体 2.线性轴承 3.换挡叉轴

一般在商用车变速器换挡时起码要克服两个以上的弹簧力:换挡轴自锁力(见图2)和同步器推块弹簧力(见图3)。还有一部分商用车变速器在顶盖上还有个空挡定位力(见图4),这几个弹簧力就是静态换挡

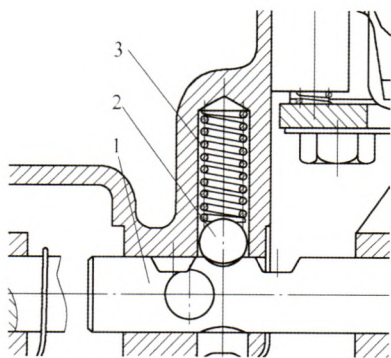


图 2

1.换挡拨叉轴 2.自锁钢球 3.自锁弹簧

时除了摩擦阻力外所需克服的最大力的来源,同时实现了变速器换挡有明确的位置感,但是当这三个力不能在同一作用点产生作用时,反而会导致换挡手感极差,甚至整个换挡过程都在克服弹簧力,导致完全没有挡位感。现在乘用车和轻型变速器上都已经逐步采取自锁弹簧力和顶盖空挡定位力合并,同时减小同步器弹簧力,使得在换挡时只有顶盖上的一个力起主要作用,来保证换挡的舒适性。

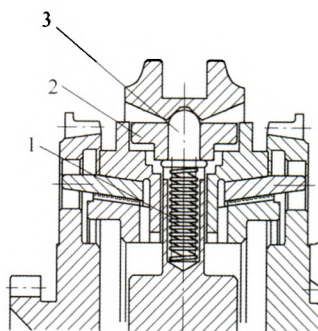


图 3

1.同步器弹簧 2.同步器推块 3.同步器顶杆

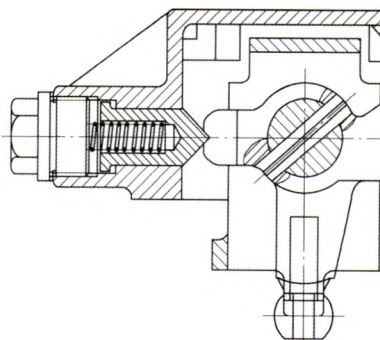


图 4

在类似换挡钢球爬坡地方,都采用圆弧过渡(见图5),避免尖角过渡,保证在转动过程中的一种顺滑性,避免了在换挡过程中的卡滞感觉。自锁钢球与自锁弹簧间增设减磨垫,换挡时钢球由滑动摩擦变为滚动摩擦,也可采用现在流行的舍弗勒机构,来保证自锁钢球的顺滑性。

同步器齿座以及齿套在加工制造时一般也采取插齿加工和拉削加工保证挂挡方向的顺滑性,或者在轻型变速器中采用粉末冶金制造同步器齿座、齿套的模式来保证自润滑效果,从而减少摩擦阻力。

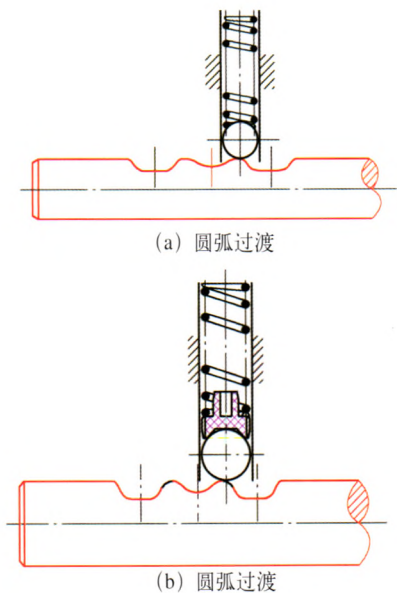


图 5

换挡行程影响

研究国内外商用车变速器，变速器本身换挡行程在逐步减小已成为一种趋势，这对提高换挡性能也是一种很有成效的办法。如图6所示，假设换挡半径为25mm，换挡行程原来为13mm，当换挡行程调整为10mm后，则如果保证变速器外部换挡行程与原行程一致时，则可以适当增加变速器外部换挡臂长度，加大换挡杠杆比，相当于杠杆比由原来的1变成了1.3，大大提升了变速器的换挡性能。所以在保证变速器换挡啮合长度的情况下，在设计中应该尽量减小变速器的换挡行程。

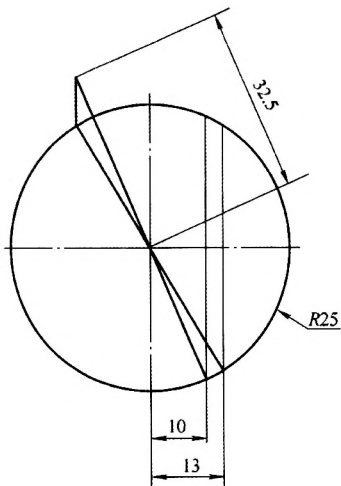


图 6

从动盘总成影响

从同步器换挡力和换挡时间的计算可以知道，当变速器速比确定后，也即转速差确定后，同步器需要克服的惯量越大，则同步器换挡力和换挡时间（或者说换挡冲量）会显著增大。而相对于变速器内部的齿轮、轴等，同步器需要克服的最大的转动惯量其实完全是由离合器从动盘决定。附表所示是一个六挡变速器采用不同厂家380从动盘转换到各挡所需的同步惯量和时间数据。

可以很明显的看出，当从动盘的惯量增加了7%时，换挡所需克服的转动惯量，以及在相同换挡力下所需要的换挡时间都同步增加了4%。

不同厂家同步惯量和对时间的对比

		A厂家 惯量值	B厂家 惯量值	B与A惯 量比值
380从动盘惯量		0.062 9	0.067	1.07
将相应零件的 转动惯量转换 到被同步的齿 轮上的惯量值	换直接挡	0.110 5	0.115	1.04
	换6（5）挡 时	0.070 8	0.074	1.04
	换4挡时	0.281 6	0.294	1.04
	换3挡时	0.912 9	0.951	1.04
	换2挡时	2.406 2	2.506	1.04
换挡时间计算	换1挡时	7.120 5	7.416	1.04
	4挡→5挡	0.758 8	0.79	1.04
	5挡→6挡	0.317 1	0.33	1.04
	3挡→4挡	0.851 8	0.888	1.04
	2挡→3挡	0.948 9	0.988	1.04
	1挡→2挡	1.679 5	1.749	1.04

结语

变速器拉线效率、拉线支架刚性等都能直接影响汽车的换挡性能。汽车换挡性能的提升绝对不只是提升变速器换挡性能就能解决，更不是提升变速器的同步器性能就能一劳永逸，只能从变速器整体出发，从传动系统出发，才能更经济、更全面地提升汽车的换挡性能。

关键词：

商用车 变速器 换挡性能

(收稿日期20130715)