

商用车变速器换挡效率研究

市场对商用车的驾驶舒适性需求不断提高,换挡性能作为变速器品质好坏的评价标准之一,引起了越来越大的关注。换挡性能需重点关注其操纵舒适性,换挡力的大小和一致性,换挡的平顺性,以及挡位的清晰灵活,这也是衡量变速器换挡性能优劣的主要评价指标。

传统变速器换挡性能提升主要从同步器设计和换挡操纵机构设计等方面进行改善,对变速操纵杆、顶盖选挡、换挡机构、变速叉轴和换挡叉、自锁和互锁机构、同步器等进行深入的研究,这些机构在变速器工作时协同或单独对换挡性能产生影响。换挡性能提升不仅要求改善各子系统的设计,也需要在综合性能上进行分析、比较和整合,本文通过试验(样机结构见图1)获取不同总成、不同挡位之间的换挡力、换挡时间等数据,对在变速器换挡性能一致性要求和功率分布等进行系统、对比性的试验分析,通过各挡位换挡的做功和功率效率分析比较,确定变速器的最佳工作挡位,为变速器换挡性能优化提供一种新的思路 and 方式。

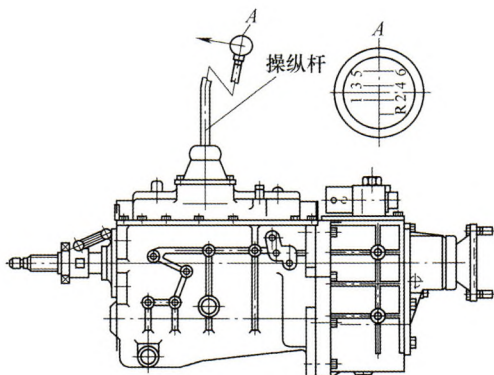


图1 试制样机总成结构

换挡机构工作原理

手动机械式变速器换挡机构主要有拉板式和换挡叉轴式两种换挡方式。我公司某型号的换挡叉轴式换挡机构由换挡臂、换挡轴、换挡拨头、换挡叉、叉

轴、导块、自锁钢球、弹簧、互锁销和同步器组成。具体换挡过程的操作如图2所示。

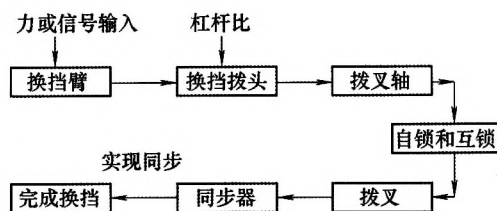


图2 换挡操作流程示意

试制试验

试验共试制了四台样机,进行两次台架试验。本次试验的目的是为了研究变速器在换挡时各挡换挡效率。试验中测量变速器换挡时各挡换挡力与每个挡位换挡所用时间,通过理论对比分析,确定换挡力和换挡时间与挡位之间的关系(见图3)。

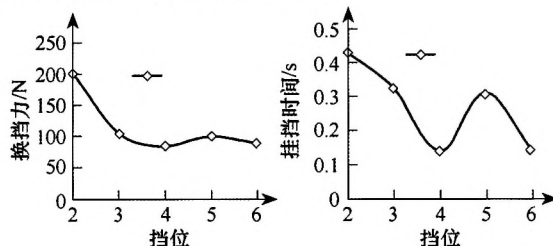


图3 换挡挡位与换挡力、换挡时间关系

从图3中可以看出,变速器从空挡挂2挡,空挡挂3挡,空挡挂4挡,空挡挂5挡,空挡挂6挡,随着挡位增加,换挡力和换挡时间也越来越小并趋于平缓,换挡效率越来越平稳。换挡力与换挡时间趋势基本一致,从图3中还可以看出,4挡和6挡换挡时间最短0.1~0.2s,换挡力最小90~120N,而2挡和3挡换挡时间和换挡力都相对4挡和6挡高出2~3倍。从以上数据可以得出,变速器换挡力和换挡时间在各挡位直接相差较大,效率分布不均衡,表现为变化如周期性波形图的曲线。

用同步冲量来描述换挡过程中力对时间的积累效



应,样机因制造和装配上的误差,各挡位所测得值在一定范围内存在波动。如图4所示,在本次试验中,4挡的同步冲量比5挡低。从图5中可以看出,这七台试验样机中力对时间的累积最大值为 $30\text{N}\cdot\text{s}$,最小值为 $14\text{N}\cdot\text{s}$,二者有两倍的差距,这说明了各试验样机在整个换挡的过程中没有一个稳定状态,而是各挡之间换挡富有跳跃性,这对需要高换挡效率要求是不利的。另外,从图5中4挡和5挡的同步冲量走势图上发现,4挡由于换挡力小,换挡时间短,其同步冲量变化相对平缓,5挡的同步冲量变化曲线变化较大且不规则,作为相邻两个挡位,因为没有有一个平顺的衔接,在换挡过程中会降低换挡效率和操作手感。

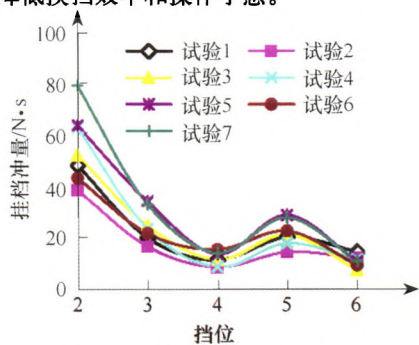


图4 换挡挡位与同步冲量关系

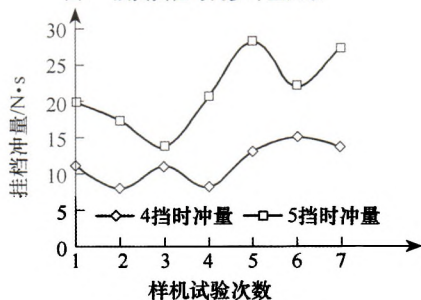


图5 挡位同步冲量曲线

从图6和图7中可以看出,各挡位输入总功趋于稳定,对于换挡系统而言符合要求。通过之前对换挡效率的讨论,将换挡力曲线、换挡时间曲线和冲量曲线对比发现,换挡功率的曲线与换挡时间的曲线呈相反

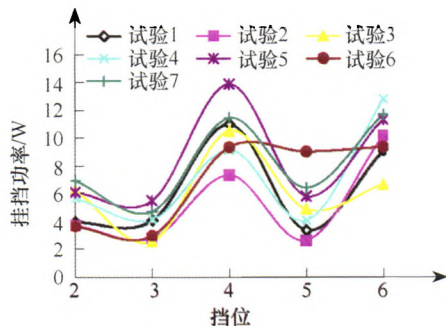


图6 各挡功率曲线关系

状态,即4、6挡的换挡效率处于波峰,而2、3、5挡换挡较4、6挡换挡功率而言是比较低的。

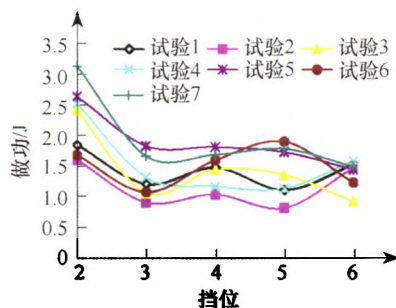


图7 各挡做功曲线

以换挡功率较高的4挡作为参考标准,将其他换挡效率除以4挡换挡功率,观察其余挡位换挡效率偏离4挡的程度,以说明个挡位换挡之间性能的集中程度。2、3、5挡相对于4挡换挡功率而言,只有38%的功率用于执行换挡,换挡效率不平衡,波动较大,这对机构的稳定性是不利的。可以通过改进设计、工艺等方法,包括了解各个换挡的能量散失节点,使得每个挡换挡所做的功趋于相等,通过输入参数力和时间的不同,实现不同换挡效率要求。

结语

通过试验分析,手动变速器在换挡过程中各挡换挡力、换挡时间都有较大的变动,各挡位在设计时未能有效平衡各挡力和时间,由于相邻挡位之间力和时间的变化波动较大而影响到变速器整体的换挡性能。从各挡换挡做功及功率效率分析可知,当变速器处于高速挡位工作时,其换挡效率比低速挡功率高。因此在变速器换挡性能设计过程中,在注重单个子系统设计性能提升时,也应该系统性地考虑各挡位功率的合理分布,找出各挡位的能量散失节点,进行等功率设计,使变速器整体性能趋于一致,减少不必要的功率浪费。

关键词:

变速器 换挡性能 换挡效率

(收稿日期20140131)