基于GSA分析自锁滑块对整车换挡性能的影响

韦旭恒，赵卫伟，谢宗余，朱晓波

柳州上汽汽车变速器有限公司　广西柳州　545006

摘要：换挡性能是手动变速器重要感知指标，是决定变速器及整车匹配性能的关键品质之一。好的主观感受需要客观数据进行量化分析，GSA设备可以记录换挡过程的换挡力和换挡行程。换挡性能测试、评价的意义：一是变速器设计、优化时，能够找到设计问题、评估优化效果；二是对标变速器时，知道竞品的水平，具有一定的意义；三是评估产品是否满足整车客户需求，是否匹配客户的设计要求。目前很多设计要求对换挡性能的要求多数包含主观评价分数，部分包含静态换挡力、行程及动态换挡冲量要求等具体的数据。

关键词：换挡性能；GSA；自锁；静态换挡；动态换挡；主观感受

当前，越来越多的汽车成为千家万户出行的交通工具，手动挡汽车驾驶人对整车换挡性能要求越来越高。通常，好的换挡性能是指力、行程适中，换挡较平顺。驾驶人换挡时，通过排挡杆感受到的换挡力、换挡行程、换挡平顺性等感受，是一种主观体验。

变速器总成在运转的过程中，齿套在轴向方向主要承受三种作用力。

1）操纵机构提供的辅助挡位保持力，如图1所示。自锁滑块的长度，控制锁定弹簧的力值，弹簧产生的力通过自锁滑块作用在钢球上，钢球顶在拨叉轴的卡槽里，限制住拨叉轴在轴向上的左右移动。

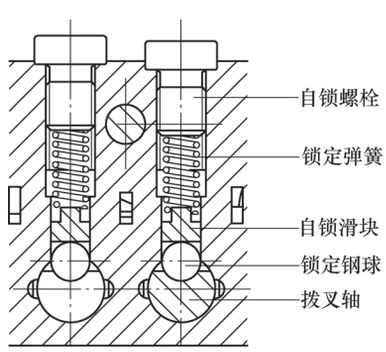


图1　自锁机构

2）由同步器倒锥产生的锁止力。

3）由同步器偏摆产生的脱出力。

这三种作用力的大小，直接影响着进挡力和退挡力的大小，想要提升换挡手感，就需要改变这些影响力值机构设计参数。

吉孚GSA设备是通过采集换挡动作的所产生的力和位移等数据，进行统计分析得出数值用于客观评定换挡性能。GSA设备包括设备硬件（安装支架、力和位移传感器）、GIF数据采集模块、数据采集软件及数据分析软件等模块构成。

本次验证是通过改变自锁滑块的长度，研究自锁滑块长度变化对整车换挡性能的影响及挡位进挡力和退挡力的变化。

某型号变速器总成，量产状态的自锁滑块长度为3mm，现在有长度为4mm的自锁滑块，通过将搭载不同状态的自锁滑块变速器总成进行整车装配，用GSA设备前后测试两组状态换挡数据，进行换挡性能评价。

在整车上主要进行静态换挡测试和动态换挡性能测试。静态换挡性能测试时，车辆静止，发动机处于熄火状态，离合器始终处于分离状态，手刹处于拉紧状态，握住换挡手杆，平稳均匀用力将各个挡位推至空挡处，最终形成如图2所示换挡特性曲线。

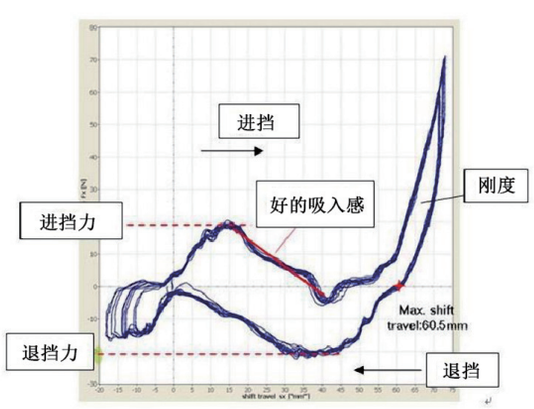


图2　换挡特性曲线

静态换挡特性主要考核进挡力、吸入力、刚度、挡位行程、退挡力和复位力等考量指标。这些考量指标根据以往的设计经验，有一定范围的推荐值，考量指标没有在设计推荐值范围内，换挡手感主观表现不佳，感觉为挂挡重、顶手、卡顿、两段感、吸入力不明显及粘手等。

静态换挡主观感受，4mm自锁滑块进挡力和复位力比3mm自锁滑块稍大；两种状态下，吸入力和复位力不明显，静态换挡客观数据见表1。根据客观数据分析，4mm自锁滑块进挡力和复位力分别比3mm自锁滑块大3.4N和4.5N，换挡行程两种状态下大体相当。

表1　两种自锁滑块换挡特性对比

挡位	进挡力/ N		吸入力/ N		退挡力/ N		复位力/N		换挡行程/ mm	
滑块长度/mm	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
一挡	14.5	18.1	NA	NA	－19.4	－23.2	NA	NA	77.8	76.9
二挡	18.1	19.1	NA	NA	－16.1	－21.4	NA	NA	62.5	61.9
三挡	19.1	25.1	－1.8	－1.5	－23.1	－27.6	NA	NA	70.7	61.9
四挡	17.1	22.9	－3.8	-2.9	－24.1	－29.4	NA	NA	64.5	62.7
五挡	27.8	29.1	NA	NA	－27.4	－32.2	NA	NA	65.7	70.5
R挡	25.4	28.1	NA	NA	－31.9	－35.8	NA	NA	70.1	69.3
Aver.	20.3	23.7	－2.8	－2.2	－23.8	－28.3	NA	NA	66.7	67.2

整车动态换挡测试时，需要在清洁、干燥、平坦的沥青直线道路上进行。车辆点火起动，待发动机怠速稳定时，踩下离合器，由空挡位置挂入测试挡位；从踩离合器开始计时，在2s内完成进挡（考虑踩离合选挡及退挡回空挡放离合的时间），一般情况下先在相邻挡位间进行来回换挡，如1－2－1、2－3－2等，发动机转速为2000r/min升挡，转速为1500r/min降挡。

整个测试过程注意换挡杆处力的大小，需保持在合适范围内，选换挡力不能超过80N，换挡手速快慢均匀，发力稳定，测试过程中才能保证重复进挡、退挡曲线一致性良好。

动态换挡测试考核指标主要有各个挡位的同步冲量、同步力范围、同步刚度、同步力降及平均二次冲力比等。4mm自锁滑块和3mm自锁滑块两种状态下的动态换挡主观感受各挡位进挡退挡顺畅，没有明显差异。动态换挡客观数据见表2，根据客观数据对比，自锁滑块两种换挡状态的同步冲量，同步力和平均二次冲击力比符合设计要求，两者动态换挡性能大体相当。

表2　动态换挡性能指标

		3mm自锁滑块								4mm自锁滑块							
项目		1→2	2→1	2→3	3→2	3→4	4→3	4→5	5→4	1→2	2→1	2→3	3→2	3→4	4→3		5→4
平均同步冲量/Ns		3.8	14.6	3.0	3.5	1.9	3.2	1.7	1.4	4.2	13.4	3.4	4.9	2.8	4.4	1.8	2.0
平均同步时间/s		0.0988	0.2218	0.0603	0.0839	0.0572	0.0718	0.0488	0.0423	0.1020	0.2096	0.0821	0.1312	0.0919	0.1091	0.0503	0.0653
平均同步力/N		41.2	74.5	54.7	45.4	37.8	49.8	41.9	36.6	44.2	74.1	47.1	42.8	34.8	46.8	44.1	34.5
平均二次冲击力/N		15.2	6.5	12.1	6.4	3.1	0.8	0.8	0.0	9.4	7.1	11.1	2.3	5.5	0.0	1.3	0.0
三次冲击力比（%）		37.1	8.8	21.9	14.1	8.0	1.5	1.9	0.0	21.5	9.9	23.8	5.5	15.6	0.0	3.0	0.0
二次冲击率	0%	56.3	62.5	52.9	75.0	75.0	93.8	94.4	100.0	70.6	84.6	42.1	89.5	64.7	100.0	89.5	100.0
	1%～25%	0.0	31.3	0.0	0.0	6.3	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0
	26%～50%	0.0	6.3	41.2	6.3	18.8	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	52.6	5.3	29.4	0.0	5.3	0.0
	51%～75%	6.3	0.0	5.9	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6	7.7	5.3	5.3	5.9	0.0	0.0	0.0
	76%～100%	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	100%以上	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

综上所述，通过搭载加长1mm自锁滑块长度的变速器总成进行整车换挡性能测试，除静态换挡过程中感觉进挡力和退挡力比原状态稍大外，其余换挡性能大体相当，变化不明显。

（上接第48页）

结语

综上所述，针对车身表面质量缺陷成因复杂、分析困难的问题，通过运用流程图分析法将所有制造环节一一列举，查出根本原因或是风险点，从而制定有针对性的整改措施；运用5M1E分析法，将涉及人、机、料、法、环、测六大主要因素的问题全部罗列出来，不漏掉任意一个可能点，从而筛选出风险点或根本原因。除了好的方法还需要好的工具，针对不同缺陷类型，分别使用内窥镜、显微镜等工具进行辅助分析，从而查明表面质量中各类质量缺陷的根本原因。

参考文献：

[1] 沈州，永顺，周阳，等.白车身焊接过程中面品问题解决[J].汽车零部件，2015（3）：70-73.

[2] 张龙,王春阳.浅谈汽车白车身表面缺陷控制方法[J].汽车实用技术，2019（15）：190-192.

[3] 唐张伟.基于头脑风暴法与流程图法的航空制造企业某改装项目风险识别[J].江苏科技信息，2014（23）：125-126.

[4] 鉴志亮.驾驶室气密封性问题分析与质量提升[J].汽车工艺与材料，2019（9）：42-45，50.

[5] 魏言标，陈少旭，王俊有，等.管理六因素(5M1E)的压铸工艺维稳策略[J].铸造，2021，70（3）：327-333.