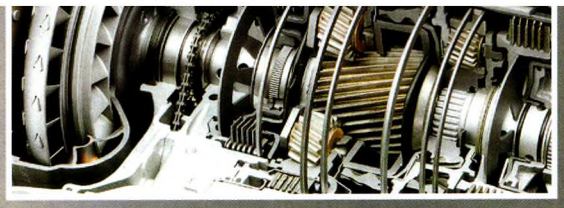
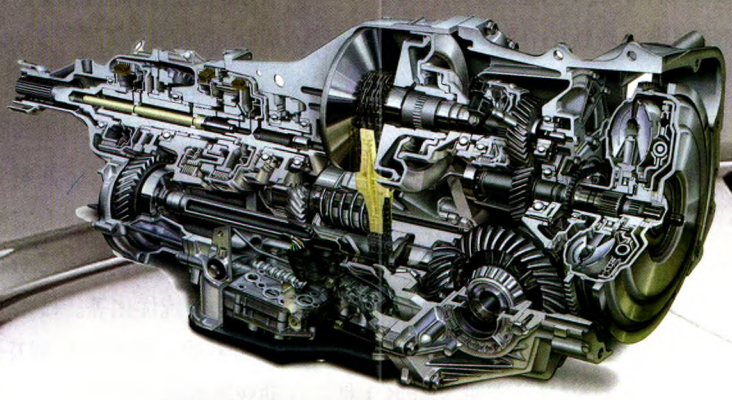


北京车展之变速器技术

变速器是汽车中除发动机之外最关键的总成，随着用户对汽车驾驶舒适性要求的提高，变速器技术的发展将对汽车产业产生至关重要的作用。轻量化、多挡化、自动化成为变速器发展的主流方向。

要实现这“三化”，尤其是自动变速器的产业化，真正将变速器技术通过制造过程，达到规模化生产，还有很长的路要走。制造过程则离不开先进的加工设备、切削刀具、装配生产线及检测设备。本期策划不仅有变速器技术的介绍，也有变速器制造方面的解决方案，敬请关注。



■ 唐山爱信齿轮有限责任公司/徐海山

汽车用手动变速器发展趋势

中国汽车连续两年突破2000万辆产销大关，变速器产业也随之水涨船高。传统的手动变速器（MT）虽然还盘踞在份额霸主宝座，但其领先优势已受到强有力的冲击。不仅如此，MT在性能、成本和技术先进性等方面都遇到了前所未有的挑战。将来的MT市场霸主宝座还能坐多久， MT技术发展方向又将指向何方，这是整个变速器行业都在探索和研究的课题。

产业政策分析

1. 油耗限值引导

为鼓励节能车的发展，国家对第三阶段乘用车油耗限值提出了更苛刻的要求，见表1。

表1　第三阶段乘用车油耗限值

整备质量/kg	<750	750～865	865～980	980～1090	1090～1205	1205～1320	1320～1430	1430～1540	1540～1660	1660～1770	1770～1880	1880～2000	2000～2110	2110～2280	2280～2510	>2510
手动变速器/L．百公里$^{-1}$	5.2	5.5	5.8	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1	8.5	8.9	9.3	9.7	10.1	10.8	11.5
自动变速器/L．百公里$^{-1}$	5.6	5.9	6.2	6.5	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.1	10.6	11.2	11.8

解读：油耗限值与车重相关，这或许会促成小动力大车重车型的发展。

分析：对变速器而言，转矩匹配不能只看发动机转矩，要更充分的考虑车重对变速器承载力和耐久性的影响。从可靠性考虑，变速器“大马拉小车”的应用将会显著增加。另外，排量限值的提高，将间接促进变速器的技术革新提上日程。

2. 车船税和消费税引导

为鼓励小排量节能车的发展，国家从车船税和消费税（见表2）方面出台相应政策。

表2　乘用车车船税和消费税

排量/L	≤1.0	1.0～1.6	1.6～2.0	2.0～2.5	2.5～3.0	3.0～4.0	>4.0
年车船税/元	60～360	300～540	360～660	660～1200	1200～2400	2400～3600	3600～5400
年消费税（%）	1	3	5	9	12	25	40

解读：两种税均与排量相关，此政策将促进小排量车型的消费比例增加。

分析：小排量车型比例增加将带动轻微型变速器份额提升，而中国目前轻微型变速器中以MT为主，所以此政策将刺激MT的总量提升。

3. 排放限制分析

图1是对全球CO_2排放限值的预测。根据哥本哈根气候变化协议，中国承诺将降低CO_2排放。相对于2005年，到2020年减少排放40%～45%，因CO_2排放量与油耗成正比，所以这也要求企业从技术上投入高效节能环保变速器的开发。

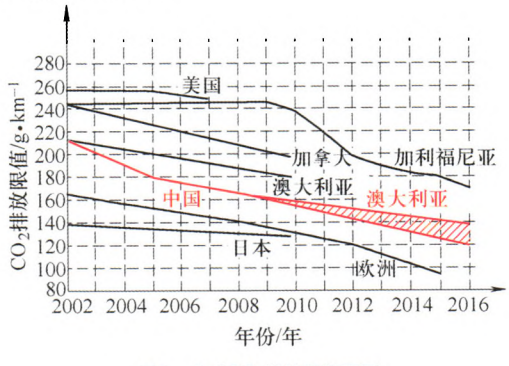


图1　全球CO_2排放限值预测

消费市场分析

由于MT油耗低，生产维修成本低廉，技术成熟度高，产业化基础完备，长期以来一直占据市场的主导地位。随着社会的进步，车辆保有量大幅提升，但公路建设明显滞后，路况变得拥堵，特别是一二线城市，驾驶员操作强度显著提升。这些都导致消费者偏好的变化，越来越多的非专业驾驶者更青睐自动变速器。近年来中国汽车市场自动变速器的比例得到快速提升，大有赶超MT之势。

随着环保意识的深入人心，节能、高效率的变速器被越来越多的主机厂和消费者认可。这也为高端MT和先进自动变速器带来了市场机遇。另外，后继汽车购买者会逐步拥有更多个人驾驶经验，这个消费群体将更加关注变速器的综合性能而非手动自动。消费者关注点的变化，导致了各类变速器车型市场向细分和多元方向发展。

统计数据分析及预测

根据IHS的数据分析及预测，中国在2015年前后，手动变速器产量将被自动变速器超越（见图2）。

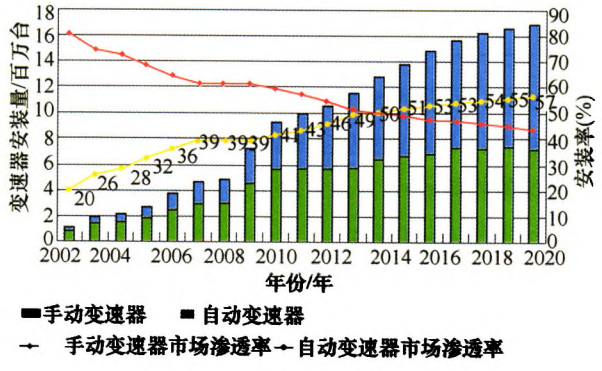


图2 IHS历年整车销售数据和市场份额分析及预测

同样依据HIS的数据分析，在手动变速器的细分市场中，六挡手动变速器（6MT）将在短期内有较快发展，全球范围内，将于2016～2017年达到30%的市场份额。其中，美国、德国、日本，分别在2011年、2006年、2011年超过50%市场份额。保守预计，中国到2015年，6MT份额也会超过10%。

依据我公司对变速器及匹配车型的统计数据分析（见图3），2013年MT市场份额为52.37%，其中5MT占47.4%，6MT占4.97%，其他各自动变速器细分类型呈现出百家争鸣的局面。针对MT市场份额的统计与HIS统计的趋势基本相同。

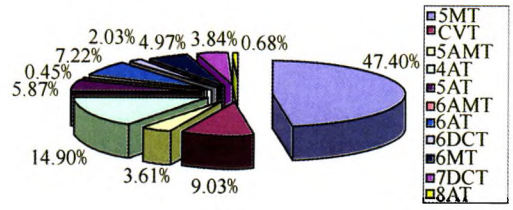


图3 TAGC客户车型匹配变速器的市场份额统计

综上所述，手动变速器市场发展趋势是：份额下降已成必然，但由于其成本、油耗优势以及高端细分市场的增长，年产量绝对值仍将保持微增，绝对数量依然巨大。短期内手动变速器仍将保持50%以上份额，预计到2015年，手动变速器的份额将被自动变速器赶超。由于油耗和卖点等原因，6MT的比例将有不俗的市场表现。另外，由于产业政策的引导，消费群体的变化，手动变速器将依托先进技术的开发与引用，向高性能、高品质方向发展。

技术发展方向研究

随着人均收入的增加，消费者购买能力提高以及进口车的普及，让主机厂和消费者对车辆乃至变速器提出更高的性能要求。这些必将导致手动变速器的技术发展重点发生变化，向着性能更优秀、技术更先进的方向发展。

1.多挡化趋势

由于排放和油耗的法规限制，为充分发挥发动机的动力并达到节油的效果，变速器的速比向密集化方向发展。同时，为兼顾低速动力性（起步、加速、爬坡）以及高速经济性（高速经济转速巡航），变速器速比又需向大的跨度方向发展，即低速挡与高速挡速比差放大，这就产生了矛盾。为解决这个矛盾，自然就想到了变速器的多挡化，尤其是SUV、MPV等跨界车型的发展，更对多挡化提出了迫切需求。作为汽车界风向标的德国大众早在1999年就推出了匹配6MT车型。近年来，世界范围内包括中国，众多主机厂纷纷投入资源研发6MT。中国市场预计到2015年，6MT将实现普及化（见表3）。更有甚者，为了同时获得强劲的动力性和出色的经济性，2012年，保时捷911推出了7MT跑车，2013年，宝马6系也推出7MT车型，这些都证实了手动变速器市场在细分化方面还大有可为。

表3　中国市场上的部分6MT产品

	外资			自主	
厂商	爱信	奔驰	格特拉格	吉利	上汽
名称	BG6	SGT6—310	6MTT280	6SE300	SCM250
厂商	马自达	雷诺	摩比斯	青山	长城
名称	6MT	RS6F94R	6MT	MF626	002

2.高传动效率

基于油耗、排放指标的考虑，无论5MT还是6MT的研发，都提出了高传递效率的要求。这也是手动变速器的技术发展趋势之一。综合效率要求高于95%，经技术优化后的变速器平均效率可达96.5%以上。为实现高效率，重点考虑如下几方面技术。

1）提升齿轮刚度降低齿轮副的弹性变形损失和齿面滑动损失。

2）用球轴承和柱轴承结构代替锥轴承结构，降低预紧力带来的摩擦损失以及滚子端面滑动带来的摩擦损失。

3）油封采用先进的螺旋唇口，取消唇口抱紧弹簧，降低抱紧力，从而降低唇口与轴的摩擦损失。

4）通过导油结构设计降低润滑油量，通过油品配方降低黏度等方法降低变速器运转零件的搅油损失。

3.舒适的换挡性能

对手动变速器换挡性能的要求，正在向整体主观模糊评价与精确量化控制相结合的方向发展。控制指标在换挡力、换挡行程和换挡冲量等参数的基础上增加了多项体现主观感觉的指标，如吸入感、两段感、穿越换挡性和换挡杆晃动量等都纳入了研究及提升范畴。

4.静肃的NVH性能

随着整车品质和性能的提升，车辆自身的隔音、吸音措施越来越好，对降低车内外噪声和减少振动的要求也越来越高，相应对变速器的噪声振动也提出了更高的要求。从目前众多主机厂反馈来看，变速器最常见也是最紧要解决的是啸叫声（哨声）和敲齿声（拍击声）。

哨声主要由变速器齿轮啮合的传递误差（见图4）引起，主要通过齿轮的齿面微观修形（见图5）以及提升加工精度来解决。

敲齿声主要由于发动机振动传递到变速器非承载齿轮，又由于齿轮副之间存在侧隙，从而产生轮齿敲击（见图6）。此项主要通过发动机振动的衰减以及齿轮副侧隙（见图7）的调整来解决。

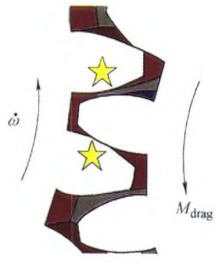


图4　传递误差曲线

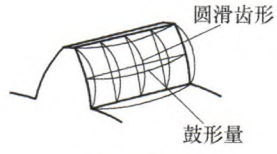


图5　齿面修形

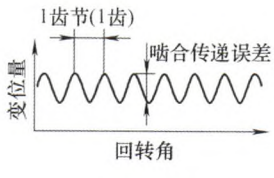


图6　齿面敲击

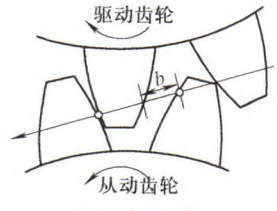


图7　齿面侧隙

当然，这两种噪声还都与变速器总成在动力传动系统中的振动形态相关联，如何从结构上降低变速器对系统振动的敏感度，也是变速器开发人员面临的课题。

5.手动变速器与电控系统集成

为提升车辆的舒适性和自动化程度，汽车行业与电子产业接合越来越紧密，手动变速器也不例外。为实现车辆的智能起停功能，手动变速器上除了具备车速传感器外，还要增加识别挡位的空挡开关或空倒挡开关。

为降低油耗，减少排放，车辆怠速转速设定要尽量低，但为确保怠速起步平稳且不熄火，需要根据实际工况适时提升发动机转速，这就需要在变速器上增加发动机转速传感器以及挡位开关来实现整车对发动机的控制。将来根据车辆控制需要，振动传感器、温度传感器等都有可能会集成的手动变速器上。加之半自动换挡（开关式）技术的发展，手动变速器与电控系统的集成度将越来越高，与自动变速器的界限也会越来越模糊。

结语

手动变速器在中国乃至全球的份额下降已成必然，但并不代表手动变速器就是夕阳产业，以后相当长一段时间内，它仍将具有自己的发展空间。只能说技术落后、生产工艺落后的手动变速器产业是夕阳产业，必将被先进的手动变速器和自动变速器所取代。

关键词：手动变速器　汽车产业政策　排放法规
（收稿日期2014.02.10）