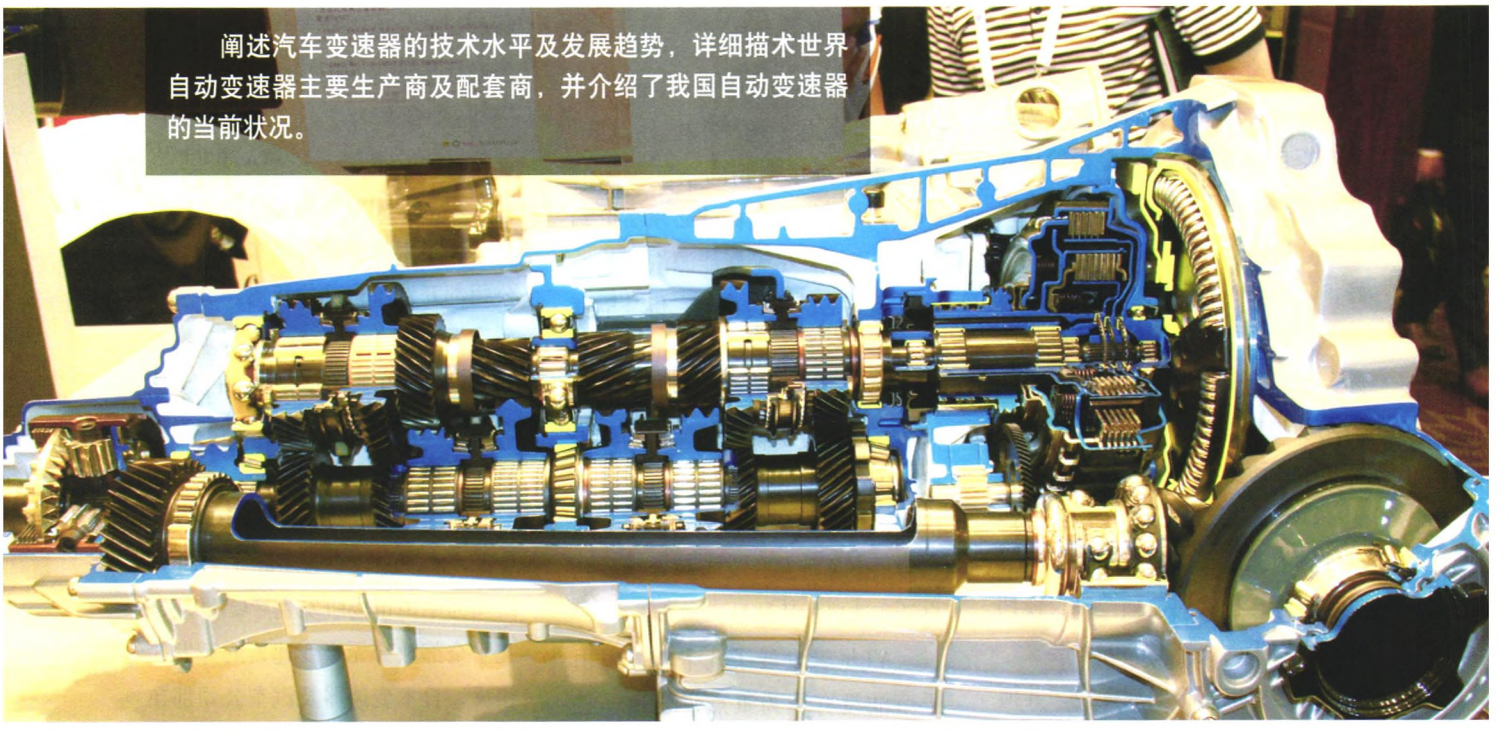
汽车自动变速器及其产业链发展（上）

□ 德国博世公司/罗本进
北京工业大学/石照耀



阐述汽车变速器的技术水平及发展趋势，详细描术世界自动变速器主要生产商及配套商，并介绍了我国自动变速器的当前状况。

随着中国汽车产量的逐年高速增长以及消费者经济水平的普遍提高，自动变速器制造及销售近几年会迎来高速增长期，如何提高中国自主自动变速器及其产业链的水平和竞争力，是汽车行业需要研究的一个重要课题。

汽车自动变速器技术概述

自动变速器作为一个复杂的机电一体化系统，它包含材料技术，机械制造技术、液压控制技术、电子芯片技术、软件技术、控制技术等。经过多年的发展，自动变速器技术指标随着现代技术的进步而越来越高，发展自动变速器工业需要其整个产业链的同步提高。中国作为汽车产销大国，在自动变速器技术上目前还处于落后的地位，必须通过协调规划好整个产业链的发展，提高产业链的整体竞争力，才能稳步赶上世界先进水平。

1.汽车自动变速器种类、技术特点和构成

自动变速器（Automated Transmission）主要有以下四种类型：自动化的手动变速器（AMT-Automated Manual Transmission），液力变矩自动变速器（AT-Automatic Transmission），双离合器自动变速器（DCT-Dual Clutch Transmission），无级变速自动变

速器（CVT-Continuously Variable Transmission）。

AMT基于手动变速器原理，通过液压或电动装置及相应的控制单元实现对起步离合器和换挡同步装置的自动操作，国内常称之为机械式自动变速器（Automated Mechanical Transmission）。AMT由于换挡时动力中断，所以在乘用车上愈来愈少采用。

AT属于最早量产应用的自动变速器，所以英语名称直接用了自动变速器，后来为区分于其他类型的自动变速器，又常称之为传统自动变速器，或根据其特点称之为液力变矩自动变速器或行星齿轮自动变速器等。AT由于采用了液力变矩器，所以起步平稳，加速性能很好，采用行星轮系，可传递较大的力矩，利用集成于行星齿轮机构中离合器、制动器的交叠控制实现平稳无动力中断换挡；目前9速的液力变矩自动变速器已经批量生产。

DCT采用双离合器及两个子传动定轴齿轮系，其中双离合器用于汽车起步，也实现换挡控制，换挡装置采用手动变速器的同步装置，利用液压或电动机实现操控，其换挡速度较快，动态性能优越，目前批量生产的主要是6速和7速双离合器自动变速器。

CVT采用金属传动带与V形轮，组成一体称为Variator（无级变速单元），依靠摩擦传递动力，通过压力调节金属带在主从V形轮上半径比例可无极变速。目前无级变速器基本采用博世公司的推力钢带，LUK公司的链条带近几年也在推广中。CVT的起步部件主要采用液力变矩器，单级行星轮实现前进、后退及空挡的转换。CVT换挡平稳舒适，动态性能较好。与其他变速器不同，CVT由于换挡时特别是加速换挡时发动机转速均匀变化，驾驶者主观动感不强。

自动变速器的构成可以分成四个部分：机械动力传递及变速系统，起步及换挡装置执行系统，传感器与控制系统及辅助系统。

2.汽车自动变速器的技术水平及发展趋势

快速的全球工业化导致环境恶化以及温室效应的压力，使得各国近几年对环境高度重视，在汽车行业表现就是越来越严的排放标准，甚至未来汽车公司的全部车系的CO_2平均排放不达标就必须高价购买CO_2指标。尽管新能源汽车的发展受到政府的大力推动，但是毕竟目前有很多技术瓶颈和经济性问题，所以各大汽车公司目前主要还是把重点放在传统发动机和变速器的技术提高上。近十几年，汽车行业既经历了新兴市场特别是中国市场的汽车需求高速增长，又看到发动机和自动变速器的快速技术进步。

AT尽管发展了几十年，但由于节油没有作为重点，变速器挡位很长时间基本保持在4与5速水平。而近十几年，液力变矩自动变速器的挡位数提高很快，从2002年采埃孚开发配置在宝马的6速AT（6HP），2003年戴姆勒奔驰引入7速AT（7G-Tronic）配置奔驰E和S系列车型中，2006年爱信开发出8速AT并于2007年配置到丰田雷克萨斯车型上，2008年采埃孚开始批量给宝马配置8速AT（8HP），2013年采埃孚推出9速横置AT（8HP），2014年戴姆勒生产9速AT（7G-Tronic），首先配置在奔驰E350车型中。福特和通用2013年合作开发10速AT。从燃油经济性看，在10速AT上继续增加挡位已经没有明显的作用，特别是对直喷发动机，燃油特性曲面比较平坦，所以从性价比角度看，自动变速器挡位今后很难超过10个挡位。

DCT虽然早期有所尝试，特别是保时捷1983年开发了应用于赛车的保时捷双离合器变速器（PDK:Porsche Doppel-kupplungsgetriebe）；但直到双离合器及其电子液压控制单元的技术提高后，2003年大众公司才开发出批量生产的DCT。由于DCT采用手动变速器的相似结构，且动态性能好，10年来几乎所有汽车及变速器公司都开发了自己的双离合器自动变速器，到目前为止主要有6挡和7挡；本田2013年开发的一款8速DCT使用液力变矩器来提高起步性能和保护双离合器。

目前日本公司基本主导CVT的生产，欧洲除较小的邦奇（Punch）公司为中国市场研发生产CVT外，几乎全部放弃无级变速器的开发。相反，日本变速器及汽车公司都在大力开发CVT，由于AT和DCT的快速发展，CVT面临的压力很大，CVT是靠摩擦传递转矩，速比变化需要较高的压力控制，这两点导致CVT本身的效率比较低，其优势主要是通过无级传动比使发动机能够工作在油耗低的工作点上，从而使整车的油耗保持较低水准。

自动变速器目前发展趋势主题之一是如何提高变速器本身的效率和其它性能指标，这要考虑下面几点：

（1）机械结构，如减少齿轮、密封件摩擦损失，减小离合器液粘力拖曳力矩，特别是无级变速器机械效率的提高是一个研发课题。

（2）执行系统优化，如降低液压执行系统的压力要求和减少液压的压力及流量损失。

（3）轻量化。

（4）NVH。

（5）新功能及能量管理。

（6）装配封装优化。

自动变速器另外一个发展趋势是如何集成电动机到自动变速器中从而实现汽车的混合动力化。像大众、奔驰、保时捷都有并联式混合动力汽车，通过在AT前加一个电动机和一个离合器来实现。采埃孚的8速AT的混合动力变体是用电动机来代替液力变矩器实现，为保持电驱动时液压系统工作，需要增加电动油泵或压力储存器。丰田普锐斯混合动力车使用行星齿轮（HPG）来匹配发动机与电动机的动力输出。

汽车自动变速器行业发展概况

1．世界汽车自动变速器主要生产商及配套供应商

图1是世界2013年手动变速器与自动变速器的产量所占比例，以及今后几年的发展趋势。

自动变速器主机生产商主要分为两类：汽车公司和汽车变速器公司。中国市场开放后，制定了市场换技术的政策，但这只是针对汽车整车的生产，汽车变速器作为零部件不受此政策限制，所以变速器公司基本上是以独资的形式进入国内，而合资汽车整车公司自己的自动变速器也是国外开发，这导致在中国汽车市场经过二十几年飞速发展，汽车产销量居世界第一的今天，自动变速器基本还是依靠国外的技术及产品。虽然近些年来国内汽车公司都在开发自己的各种自动变速器，有些已经下线生产，但产量基本很小，主要装配在自己品牌的车型上，形成不了对国外大型自动变速器制造商的冲击。图2是世界主要自动变速器厂商2013年度产量，国内汽车公司产量之和只占极小部分。

世界知名汽车公司基本上都有自己的自动变速器研发及生产工厂，因为发动机和变速器作为动力总成的关键部件，汽车公司认为是自己要掌握的关键技术领域。老牌的汽车公司从传统上一直持续对自己的变速器更新换代，譬如：美国的福特和通用汽车公司主要开发AT，福特公司开发了O-Matic，C系列，电控系列AT；通用汽车公司则开发了Hydramatic系列；福特与通用汽车共同开发的GM-Ford6速AT用于横置发动机车型中，福特与德国Getrag（格特拉克）GFT合资公司生产PowerShift双离合器自动变速器。通用目前自己开发一款8速液力变矩自动变速器8L90，计划2015年投产；同时福特和通用合作开发10速AT。

德国的戴姆勒公司从1961年开始开发自动变速器，从1995年起开发了NAG系列的AT，NAG1为5速AT，NAG2为7速AT，商业代号7G-TRONIC，从2003年开始装配在各系列奔驰车上。为满足更高的油耗排放新标准，2014年又投产了NAG3（9G-TRONIC）型9速AT，NAG系列主要用于中高端后轮驱动的汽车上。小型汽车如奔驰A/B系列以前可以选配无级变速器，但由于在欧洲的销量低而不再生产，取而代之使用最新开发的双离合器变速器7G-DCT。

德国大众公司2003年因推出量产的6速湿式双离合器自动变速器（DQ250）而闻名，并由此引发双离合器自动变速器的快速发展。大众2008年开发了7速干式双离合器自动变速器（DQ200），2010年开发了传递转矩达500N·m的7速湿式双离合器自动变速器（DQ500）。奥迪公司也相应开发了纵向配置的DL系列湿式双离合器自动变速器。由于欧洲消费者对无级自动变速器的不喜爱导致奥迪放弃Multitronic链式无级自动变速器而代之于双离合器自动变速器。

日本日产汽车公司的自动变速

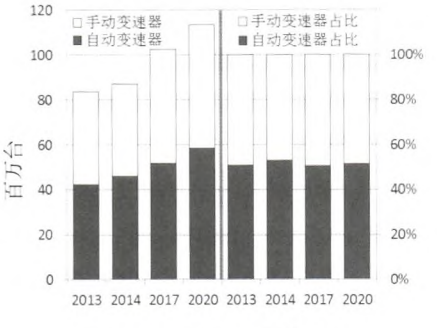


图1 手动、自动变速器的比例

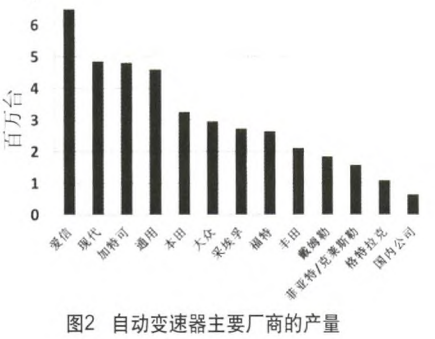


图2 自动变速器主要厂商的产量

器主要采用加特可（Jatco）自动变速器；丰田有自己的自动变速器生产工厂，同时也采用爱信自动变速器；本田有自己的自动变速器系列。

不同于德国独立发展起来的变速器企业及大型汽车零部件配套企业，日本的大型汽车零部件配套企业一般从汽车公司剥离出并受其控股。日本两大变速器供货商，爱信精机公司（AisinSeiko）由丰田汽车公司和丰田工业公司控制超过80%的股份，爱信精机与美国博格华纳公司BorgWarner合资的爱信（Aisin AW）是世界最大的自动变速器公司。世界第二大的自动变速器公司是加特可自动变速器公司，由日产汽车公司占其75%的股份。爱信和加特可主要生产AT和CVT。

德国著名的独立自动变速器制造公司主要有采埃孚公司及格特拉克公司。采埃孚公司主要生产HP系列液力变矩自动变速器，近几年也开发了双离合器变速器；格特拉克公司除手动变速器外，主要生产双离合器变速器，2013年产量已经超过百万台。

商用车自动变速器以美国艾里逊（Allison）公司为代表。

自动变速器的配件供应商除了大量供应如齿轮、轴承、密封件等等这些传统零部件的公司外，还有几个主要提供自动变速器关键控制零部件如控制单元（TCU）、机电模块、液压控制单元的大型公司。2013年自动变速器控制零部件全球市场按销售额占有情况如附表所示。

2．我国自动变速器行业状况

目前我国大部分自动变速器主要是外资企业以及合资企业以技术许可的形式进行生产，基本都属于国外开发的产品，主要为汽车合资公司的非自主品牌汽车配套，本土企业不拥有技术产权，如大众汽车自动变速器（大连）有限公司、上海采埃孚变速器有限公司、北京现代摩比斯变速器有限公司、采埃孚传动技术（苏州）有限公司、加特可（广州）自动变速器有限公司等。东风汽车公司2012年与德国格特拉克成立合资公司开发低转矩双离合器自动变速器，2016年一期建成投产后，将形成年产25万台的能力。

我国自主品牌自动变速器主要是以国内整车厂为主进行开发，有些目前已经小批量生产，主要给自主品牌汽车配置，部分自动变速器处于开发阶段还没有形成批量生产。国内开发自动变速器主要还是借助国外技术的支持，如吉利2009年收购了澳大利亚的DSI公司，目前有7速双离合器变速器7DCT，6速液力变矩自动变速器6AT4，主要配置在吉利汽车上；奇瑞开发有6速AT和CVT19/CVT23；长安，江淮等汽车公司依靠国外里卡多（Ricardo），Hofer等技术工程服务公司开发双离合器变速器样机，北汽依靠博世开发了无级变速器样机等。然而从样机到批量生产对国内厂家来说，是一个巨大的挑战。山东盛瑞依靠德国开姆尼茨大学开发了8AT，其控制系统借助里卡多公司的技术支持；湖南容大公司开发的无级变速器实现小批量生产；其他国内几大汽车公司都有自己的自动变速器项目，如上汽、一汽DCT等等，另外还有些地方企业也在研发自动变速器。

虽然国内的自动变速器研发面很广，相对来说每个企业研发力度也很大，但对国内自动变速器行业来说，目前的多头并进发展状况对于提高国内自动变速器未来的整体水平却不容乐观，主要是研发太分散，有这么多的企业同时研发自动变速器，花费大量的资金。可是近10年下来也没有形成一个能够持续研发自动变速器并形成大批量生产的强有力的企业，这很难与国外的自动变速器的企业竞争。同时，国内都集中去搞自动变速器整机的开发，而关键零部件的配套及其开发还得依靠国外技术，如果变速器产量很少，关键零部件配套公司也很难提供好的合作条件，所以近几年的国内自动变速器发展对自动变速器整个产业链的建设并没有起到大的推动作用。反之，国外的自动变速器的企业很少却很强大，关键是其规模效应与完善的产业链支撑。另外，企业间的合作非常重要，特别是对国内企业，而这往往是我国企业的弱项，国外汽车公司虽然实力强大，但他们往往合作开发某一发动机和自动变速器平台，即节省资金，也相互提高水平（待续）。

AME

附表 2013年自动变速器控制零部件全球市场（%）

大陆	博世	电装	日立	爱信	博格华纳	京滨	其他
34	20	9	7	5	4	1	20