

本期引言：

近年来国内变速器技术更新加快，多数本土企业跳过自动变速器（AT），直接发展无级变速器（CVT）和双离合变速器（DCT）。国产乘用车装备自动变速箱的车型逐渐丰富，自动档车型比例也稳步提升，未来随改善型需求占比提升，自动档车型的比重还将进一步提高。

本期我们将简要介绍各种不同的变速箱，希望您能对汽车的理解和对行业的研究提供帮助。

汽车变速器介绍

汽车变速器，是一套用于来协调发动机的转速和车轮的实际行驶速度的变速装置，用于发挥发动机的最佳性能。变速器可以在汽车行驶过程中，在发动机和车轮之间产生不同的变速比，通过换挡可以使发动机工作在其最佳的动力性能状态下。

变速器从大类上可以分为手动和自动两种。手动变速器（Manual Transmission，MT）经过多年发展，档位数量不断增加，运动型轿车已发展至 6 档，重卡可达 16 档。自动变速器大致分为四类：液力自动变速器（Automatic Transmission, AT）、电控机械式自动变速器（Automated Mechanical Transmission, AMT 或称为 Electronic Automatic Transmission, EAT）、无级自动变速器（Continuously Variable Transmission, CVT）和双离合自动变速器（Dual Clutch Transmission, DCT，也叫 DSG）。

自动变速器中，目前 AT 依然是市场主流；AMT 适合 8 万元以下轿车使用；CVT 适合国内经济型轿车市场需求，中短期将继续发展；DCT 将可能是中长期重要的发展方向。

表 1：不同自动变速器比较

| 自动变速器类型 | 应用比例 | 换挡平顺性 | 燃油经济性 | 适用扭矩范围 | 价格/成本 | 技术难易度 |
|---------|------|-------|-------|--------|-------|-------|
| AT | ++ | +（+） | - | ++ | + | + |
| AMT | o | - | ++ | ++ | - | o |
| CVT | + | ++ | ++ | + | o | + |
| DCT | (+) | ++ | ++ | ++ | +(+) | ++ |

注：+代表高，-代表低，o 代表中性

在上述 4 种自动变速箱中，AT 技术最为成熟，目前应用最广泛，大多数高端自主品牌和合资品牌的自动档车型使用该类变速器。AMT 相当于用电脑控制的手动变速器，因此成本较低廉，但是换挡的平顺性较差，不太适合中高端车使用，常见于 6 万元以下的经济型车，或重型卡车。CVT 平顺性很好，但是原理是靠摩擦传动，而非齿轮间的啮合，因此可以传递的扭矩一般较小，成本也较低，适合于经济型乘用车。DCT 变速箱换挡平顺性很好，由

于取消了液力变矩器，较 AT 更为省油，但是由于技术难度更高，且成本仍较高，所以应用范围尚不大。

表 2：部分自主品牌自动变速箱汇总

| 自主品牌企业 | 车型 | 自动变速器供应商 |
|--------|------------|--------------------------|
| 比亚迪 | F3、F6、S6 等 | JATCO 4 速 AT |
| 哈飞 | 赛马 | 三菱（进口）AT |
| 中华 | 骏捷 FRV | 三菱 4 速手自一体 INVECS-II |
| 江淮 | 同悦 | 青山 AMT |
| 广汽长丰 | 猎豹 | 三菱 4 速 AT（进口） |
| 东南汽车 | 菱帅 | 三菱 F4A41/F4A42 4 速（进口） |
| | 菱悦 V3 | 6 速 CVT，ZF 旗下南京邦奇（Punch） |
| 奇瑞 | QQ | 奇瑞 AMT |

资料来源：各公司网站

手动变速器（MT）

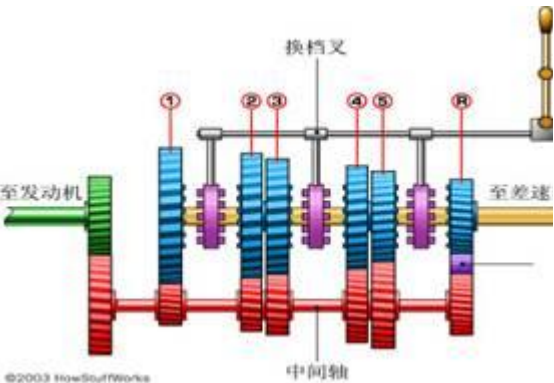
MT 的英文全称是 **manual transmission**，中文意思是手动变速器，也称手动挡。即用手拨动变速杆才能改变变速器内的齿轮啮合位置，改变传动比，从而达到变速的目的。踩下离合时，方可拨得动变速杆。如果驾驶者技术好，装手动变速器的汽车在加速、超车时比自动变速车快，也省油。MT 变速器是目前国内使用最广泛的变速器。

图 1：手动变速器换挡杆及档位



资料来源：Google 图片

图 2：手动变速器换挡原理



资料来源：Google 图片

经过多年的发展，手动变速器的档位不断提高，以使发动机的扭矩和转速更好地匹配汽车复杂的工况需求。目前国内主流的手动变速器为 5 档，在一些运动型轿车上已经使用了 6 档手动变速器。

随着人们对汽车驾驭简化和驾驶舒适性的要求不断提高，手动变速器的市场必定会受到 AT、CVT、DSG、AMT 四大自动变速器的冲击。但 MT 手动变速器由于机械可靠性高、结构简单、动力性好这些原因，手动变速器会是变速器领域重要的组成部分。

液力变矩式自动变速器（AT）

AT 的英文全称是 **automatic transmission** 自动变速器，是由液力变扭器、行星齿轮和液压操纵系统组成，通过液力传递和齿轮组合的方式来达到变速变矩。其中液力变扭器是 AT 最重要的部件，它由泵轮、涡轮和导轮等构件组成，兼有传递扭矩和离合的作用。

图 3：AT 换挡杆及档位



资料来源：Google 图片

图 4：AT 解剖图



资料来源：Google 图片

目前国内市场大多数自动变速档变速器使用的都是 AT 变速器。一般来说，自动变速器的挡位分为 P、R、N、D、2、1 或 L 等。

目前国内自动变速器比较受欢迎，尽管 AT 自动变速器使用的液力变矩器会提高车辆 10% 左右的油耗。和当今节能环保的发展趋势相背，但作为自动变速器中技术最成熟的一款变速器，AT 在未来一定时间内，AT 自动变速器仍有广阔的发展趋势，市场占有率将进一步提高。

未来 AT 自动变速器的发展趋势是向多档位的 AT 变速器发展，例如宝马已经在 5、7 系车型安装 8 速自动变速箱，并将推广至 2012 年投产的新 3 系、新 1 系车型。

机械式自动变速器（AMT）

AMT 的英文全称是 **automated mechanical transmission**。中文意思是机械式自动变速器。AMT 可以看成是自动的手动变速器。

AMT 变速器是在通常的手动变速器和离合器上配备一套电子控制的液压操纵系统，以达到自动切换档位目的的机构。其实就是在手动变速器，也就是齿轮式机械变速器（MT）的原有基础上加装了微机控制的自动操纵系统，以此改变原来的手动操作系统。因此 AMT 实际上是由一个机器人系统来完成操作离合器和选挡的两个动作，其核心技术是微机系统，电子技术及质量将直接决定 AMT 的性能与运行质量。

图 5：AMT 换挡杆及档位



资料来源：Google 图片

图 6：AMT 解剖图



资料来源：Google 图片

配备 AMT 的汽车不再需要离合器踏板，驾驶者只需简单地踩油门踏板就可以非常简单地启动和驾驶汽车。AMT 汽车驾驶简单，驾驶者则只需要踩油门，由 AMT 系统会自动地选择换挡的最佳时机，从而消除了发动机、离合器和变速器的错误使用，避免换错挡，这一点对新手和整车的可靠性都非常重要。

AMT 变速器在三类新型自动变速器中，技术难度相对较低，但是存在换挡动力中断等影响驾驶舒适性的问题。在国内，AMT 目前只应用于一些 A/A0/A00 级别的车型，如 QQ、Smart、MG3 等。由于涉及车型范围较少、车型总体也比较低端或偏运动，AMT 推广的平台有限，发展前景在三类新型自动变速器中较一般。

机械式无级变速器（CVT）

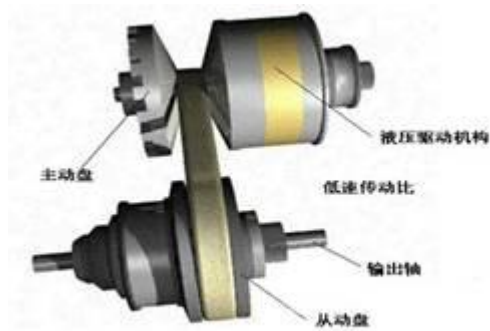
CVT 的英文全称是 **continuous variable transmission**，中文意思是“机械式无级变速器”。CVT 技术的发展，已经有了一百多年的历史。德国奔驰公司是在汽车上采用 CVT 技术的鼻祖，早在 1886 年就将 V 型橡胶带式 CVT 安装在该公司生产的汽油机汽车上。但是由于橡胶带式 CVT 存在一系列的缺陷：功率有限(转矩局限于 135Nm 以下)，离合器工作不稳定，液压泵、传动带和夹紧机构的能量损失较大，因而没有被汽车行业普遍接受。

图 7: CVT 解剖图



资料来源: Google 图片

图 8: CVT 工作原理



资料来源: Google 图片

现在,将液力变矩器集成到 CVT 系统中,主、从动轮的夹紧力实现电子化控制,在 CVT 中采用节能泵,传动带用金属带代替传统的橡胶带。新的技术进步克服了 CVT 系统原有的技术缺陷,导致了传递转矩容量更大、性能更优良 CVT 的面世,汽车界对 CVT 技术的研究开发日益重视。

CVT 能实现无级变速,因此能根据车辆和路面实际情况,改变传动系统的传动比,使发动机在功率和燃油消耗率都在最佳范围内工作。因此相比较有级变速器,理论上 CVT 变速器的动力性更好。同时, CVT 通过改变主、从动轮工作半径实行无级变速,比起目前国内市场上常用的 AT 自动变速器通过液力变矩器实行无级变速, CVT 的传动效率和燃油经济性都大大提高。

CVT 无级变速器是采用传动带和工作直径可变的主、从动轮相配合传递动力。可以使传动系与发动机工况实现最佳匹配。金属带式无级变速器的系统主要包括主动轮组、从动轮组、金属带和液压泵等基本部件。主动轮组和从动轮组都由可动盘和固定盘组成,与油缸靠近的一侧带轮可以在轴上滑动,另一侧则固定。可动盘与固定盘都是锥面结构,它们的锥面形成 V 型槽来与 V 型金属传动带啮合。发动机输出轴输出的动力首先传递到 CVT 的主动轮,然后通过 V 型传动带传递到从动轮,最后经减速器、差速器传递给车轮来驱动汽车。工作时通过主动轮与从动轮的可动盘作轴向移动来改变主动轮、从动轮锥面与 V 型传动带啮合的工作半径,从而改变传动比。由于主动轮和从动轮的工作半径可以实现连续调节,从而实现了无级变速。

目前国内使用 CVT 无级变速器的车型主要有南汽名爵 MG3 SW 1.8L,东风日产的轩逸、逍客、新天籁和新奇骏、广本飞度、奇瑞旗云以及奥迪 Multitronic 等。

CVT 机械式无级变速器是日系车企主推的一款新型自动变速器。拥有一定的推广基础。不过 CVT 使用的钢带主要掌握在博世等少数公司手中,而其国内尚无加工制造 CVT 一些部件的条件。目前奇瑞等公司已经掌握了 CVT 的技术并投产。

双离合器变速器 (DCT/DSG)

DCT 是英文 Dual Clutch Transmission 的缩写,另一种名称 DSG 的德文全称是 Doppelscheibengetriebe。中文意思是双离合器变速器,也有人称之为 Direct-Shift Gearbox,

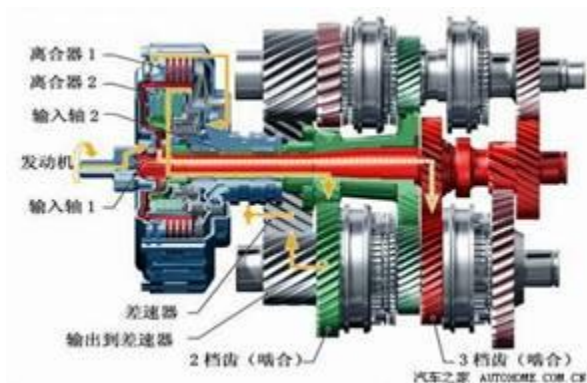
中文表面意思为“直接换挡变速器”。大众汽车在 2002 年于德国沃尔夫斯堡首次向世界展示了这一技术创新。新一代 DSG 变速器采用了双离合器和 6 个前进档的传统齿轮变速器作为动力的传送部件，主要与高扭矩的发动机配合使用。

图 9：DSG 换挡杆及档位



资料来源：Google 图片

图 10：DSG 原理图



资料来源：Google 图片

DSG 有一个由两组离合器片集合而成的双离合器装置，由电子控制及液压装置同时控制两组离合器及齿轮组的动作。一个多片式离合器连接 1、3、5 挡和倒车挡，另一个连接的是 2、4、6 挡。在某一档位时，离合器 1 结合，一组齿轮啮合输出动力，在接近换档时，下一组档段的齿轮已被预选，而与之相联的离合器 2 仍处于分离状态；在换入下一档位时，处于工作状态的离合器 1 分离，将使用中的齿轮脱离动力，同时离合器 2 啮合已被预选的齿轮，进入下一档。两个多片式离合器的一合一闭几乎保持在同一时间内完成，整个过程往往只需要 0.2 秒的时间。目前，国内市场上，大众系较广泛的使用了 DSG 变速器。

DSG 变速器能满足消费者对驾驶运动感和车辆节油的双重要求。相比较目前中国市场上广泛使用的 AT 自动变速器，DSG 可以降低油耗。与传统 MT 手动变速器相比，在整个换档期间能确保最少有一组齿轮在输出动力，令动力没有出现间断的状况。但相比 AMT 对于 MT 的改动，由于 DSG 变速器的结构和国内常用的 MT 手动变速器相差较大，改进新的生产投入较大。

目前 DSG 变速器面临的主要问题是制造加工的精度要求很高，核心技术掌握在博格华纳、LUK 等公司手中。

DSG 双离合器变速器是以大众集团为首的欧洲车系主推的一款新型自动变速器。由于大众和一汽、上汽的合作，在我国拥有广泛的市场基础，由此 DSG 变速器拥有相对广阔的推广平台。相比 AMT 和 CVT，国内 DSG 变速器的发展前景较为乐观。

08 年，在国家发改委出面协调、组织和促进下，先由中国 12 家自主品牌主机厂（一汽、上汽、东风、长安、广汽、奇瑞、华晨、吉利、江淮、长城、长丰和中顺）发起成立的中发联投资有限公司，以此作为中方实体平台与博格华纳（中国）投资有限公司正式成立了中外合资的博格华纳双离合器传动系统有限公司，博格华纳和中发联双方股比为 66：34，合资公司投资总额为 2 亿美元。合资公司今年投产，2012 年开始 DSG 的市场份额将可能快速提升。

自动变速器市场空间广阔，长期看自动挡车型比例有望提升

07 年世界范围内变速器 52%为手动，43%为 AT，3.8%为 CVT。国外发达国家中，美国以 AT 为主，自上世纪 50 年代以来 AT 就占据大部分市场，目前比例约为 90%；日本自动挡车型比例更高，达到 95%左右，主要是 AT 和 CVT；而欧洲则相反，手动档比例接近 80%，自动挡车型比例将可能随大众的 DSG 得以提升。亚洲和澳大利亚市场自上世纪 90 年代以来自动挡车型的比例也有显著提升。

表 3：主要国家和地区自动挡乘用车比例及原因分析

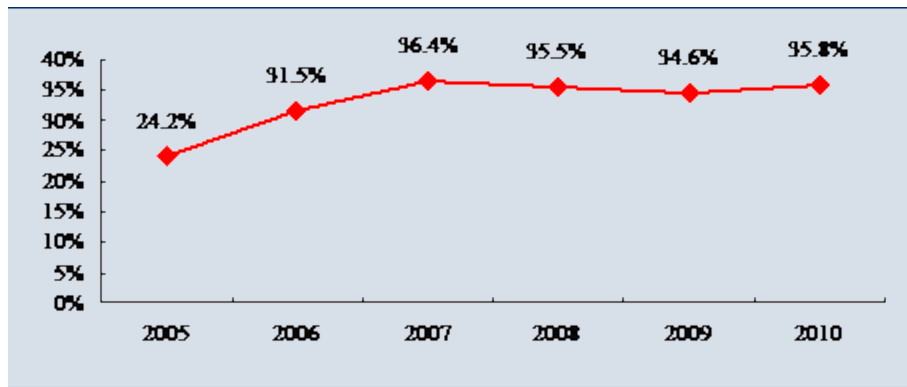
| 国别 | 比例 | 主要自动挡类型 | 原因 |
|--------|-------|----------------------|-----------------------|
| 美国 | 约 90% | AT | 对油价不敏感、追求驾驶舒适性 |
| 日本 | 约 95% | CVT、AT | 追求驾驶舒适性、轻松驾驭（城市拥堵较严重） |
| 欧洲 | 约 20% | AT、DSG | AT 油耗较高（燃油税很高）、追求驾驶乐趣 |
| 亚洲新兴国家 | 逐步提升 | AT 为主，CVT、AMT、DSG 并存 | 追求驾驶舒适性、轻松驾驭（城市拥堵较严重） |

驱动国内乘用车自动挡比例提升的因素包括：

- 消费习惯。**我们认为，中国大部分消费者既不同于美国消费者对油价不敏感，也不同于欧洲消费者更多的追求驾驶乐趣，但相比之下和日本等亚洲国家消费观念更为相似，即经济条件满足的条件下更多的追求驾驶舒适性。
- 价格因素。**由于自动挡车型一般较同配置的手动档车型价格高出约 1.2-2 万元，价格因素是阻碍其快速大规模普及的主要原因。随人均 GDP 和改善型需求的持续增长，价格因素的影响程度将会减弱。
- 城市拥堵。**随中国城市化进程的推进，城市交通配套设施已相比汽车保有量增加出现较为明显的滞后，拥堵已经从一线城市迅速蔓延至二线城市甚至三线城市，对轻松驾驭的需求提升。
- 女性驾驶员的比例提升。**02 年起，女性驾驶员的比例明显上升，目前占驾驶员总数的比例已超过 30%，且以私家车驾驶员为主。女性购车优先选择自动挡车型的比例较高。

另外，根据著名汽车业调查公司 J.D.Power Asia 的顾客调查报告，配备自动变速器车主对其座驾的满意度远高于手动挡的车主。

图 11：狭义乘用车自动挡车型比例有望逐步提升



目前国内制造乘用车市场中自动档车型在高档车中的比例约 80%，中档车型约 40%，低端车型约 20%。中低端车型占比未来有望持续提升。