

Principles and Development of
Automatic Transmission

汽车自动变速器 原理及研发

王宏宇 房永 王德军 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车自动变速器 原理及研发

王宏宇 房 永 王德军 编著



机械工业出版社

本书介绍了自动变速器的工作原理，并对自动变速器的主要部件和控制系统进行了详细的描述。重点从产业化的角度介绍了自动变速器电控系统的开发流程、控制算法、软硬件的开发、CAN 总线设计、硬件在环测试和系统的分析标定等。

本书适合从事汽车自动变速器研发工作的技术人员阅读参考，也可供汽车相关专业的师生阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车自动变速器原理及研发/王宏宇等编著. —北京:
机械工业出版社, 2014. 12
ISBN 978-7-111-48720-3

I. ①汽… II. ①王… III. ①汽车-自动变速装置-
理论 IV. ①U463.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 280037 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 杜凡如 责任编辑: 杜凡如
版式设计: 赵颖喆 责任校对: 薛 娜
封面设计: 马精明 责任印制: 乔 宇
保定市中华美凯印刷有限公司印刷
2015 年 2 月第 1 版第 1 次印刷
169mm × 239mm · 17.5 印张 · 350 千字
0001—2000册
标准书号: ISBN 978-7-111-48720-3
定价: 49.80元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

序

近年来，中国汽车工业一直保持着稳定、快速的发展，汽车产销量已跃居世界首位。虽然从产量上看，我国已当之无愧地成为汽车生产制造大国，但许多汽车核心部件如自动变速器等还需要从国外进口，说明我们还没有成为汽车强国。

自动变速器关乎汽车的动力性、经济性、安全性、排放和舒适性，受到越来越多的关注，国内各主机厂、变速器生产厂以及多个高校，陆续开展了变速器相关技术的研究。然而十几年过去了，由于国内缺乏产业化的开发经验，至今仍然没有一款国内自主研发的自动变速器能够量产。控制技术作为自动变速器的核心，直接影响变速器功能的实现。只有掌握了核心技术及产业化的开发方法，才能真正做到自主研发，实现自动变速器的产业化。

本书介绍了自动变速器的工作原理，并对自动变速器的主要部件和控制系统进行了详细的描述。重点从产业化的角度介绍了自动变速器电控系统的开发流程、控制算法、软硬件的开发、CAN 总线设计、硬件在环测试和系统的分析标定等。

本书的作者王宏宇先生是国家“千人计划”入选者，多年从事汽车变速器系统研发工作，先后在北美大型汽车公司从事电控系统开发工作十余年，具有很高的理论水平和丰富的实践经验。本书除了全面的技术内容外，还融入了作者对汽车先进技术的理解，和对国内自动变速器开发工作的真挚热爱。本书是从事自动变速器技术研究和开发工程师们非常实用的参考书，也是正在进入自动变速器领域学习的大学生和研究生们难得的教材。

李国祥
于山东大学

前 言

1998年10月16日，上海通用汽车有限公司（SGM）生产的4T65-E电子控制自动变速器正式下线，这是我国第一家生产电控自动变速器的企业，完全采用美国通用汽车公司的变速器技术。十几年以来，中国汽车行业发展突飞猛进，成为产销量世界第一的汽车大国。与整车行业发展相对应的是雨后春笋般的发动机厂和发动机项目，但与之形成强烈对比的是屈指可数的自动变速器项目。目前国内主机厂和自动变速器企业只能对选定的自动变速器进行最终的标定匹配工作，自主研发的自动变速器大多只能进行小批量的试制生产，而无法达到当前的产业化水平，尤其是最为关键的自动变速器控制技术。国内汽车市场上的自动变速器产品，主要由国外变速器公司或其在中国的合资企业提供，知识产权归外方所有，供应量和价格也受其控制，研发具有产业化水平的自动变速器已成为中国汽车企业的重要任务。

自动变速器产业化的开发，涉及产业链的方方面面，是一个复杂的系统工程，任何环节做得不好都难以进行真正的大批量生产。而电子控制系统的产业化开发，同样是个漫长而复杂的过程，不仅需要扎实的变速器知识，还需要对电控系统软硬件有深入的了解，同时对产业化的开发流程及关键技术能够做到熟练运用。

作为在国外多年从事变速器开发的工程师，有感于国内自动变速器产业化开发的现状，我总结整理了多年来的工作心得，编写成本书，希望能够抛砖引玉，对广大读者有一定的启迪，为我国自动变速器产业和汽车工业的发展贡献绵薄之力。

本书内容翔实，以液力机械自动变速器为例，系统地阐述了自动变速器的结构组成及具体工作原理；重点突出，介绍了自动变速器及其电控系统的产业化开发流程，尤其对自动变速器控制算法、软硬件平台进行了重点介绍；实用性强，涉及面广，对控制软件开发环境、CAN总线

设计、控制软件的在环测试、噪声振动等内容也进行了深入浅出的介绍。

希望读者通过阅读本书，能够在自动变速器尤其是电控系统的产业化开发流程、变速器控制软件开发及测试等方面全面有所启发，对后续进一步深入工作及学习，提供一定的指导作用。

本书在编写过程中参阅了大量国内外公开发表出版的资料、文献、书籍以及维修手册，并引用了其中的一些报告、数据以及图表资料，谨在此表示真诚的感谢。

郭树星、宇文志强、韩福强、苏铭等人对初稿进行了细致地审核与校对，北京经纬恒润科技有限公司的张言方、赵刚、闫禹，德斯拜思机电控制技术（上海）有限公司的李彩凤、周志国等人也给予了大力的帮助，对提高本书质量做出了重要的贡献，在此也深表谢意。

自动变速器产业化涉及内容较多，在知识面上需要具有相当的广度和深度，而编者水平有限，书中错误和偏颇之处在所难免，敬请使用本书的专家、读者批评指正。

最后，衷心祝愿民族汽车业以及自动变速器产业有光明的前景。

王宏宇
2014年5月

目 录

序

前言

第 1 章 汽车自动变速器概论	1
1.1 引言	1
1.2 自动变速器的发展简介	2
1.2.1 国外自动变速器发展历史	2
1.2.2 国内自动变速器发展历程	3
1.3 自动变速器的种类	4
1.3.1 液力自动变速器	4
1.3.2 电控机械式自动变速器	4
1.3.3 无级自动变速器	5
1.3.4 双离合器自动变速器	5
1.4 汽车液力自动变速器的优缺点	6
1.5 自动变速器的正确使用	7
1.5.1 自动变速器变速杆	7
1.5.2 自动变速器的使用	9
1.6 自动变速器基本组成	12
第 2 章 液力变矩器	14
2.1 液力变矩器的结构及功能	14
2.1.1 液力变矩器功能	14
2.1.2 液力变矩器结构	15
2.2 液力传动基础知识	19
2.2.1 连续性微分方程	19
2.2.2 理想液体及实际液体的运动微分方程	20
2.2.3 相对运动伯努利方程	23
2.3 液力变矩器的工作原理及性能	24

2.3.1 液力变矩器工作原理	24
2.3.2 液力变矩器特性及基本性能	26
2.3.3 液力变矩器的优缺点	29
2.4 液力变矩器油泵	31
第3章 行星齿轮传动	33
3.1 行星齿轮机构的传动原理	33
3.1.1 行星齿轮传动概述	33
3.1.2 行星齿轮运动学	34
3.1.3 行星齿轮运动杠杆分析方法	39
3.2 组合式行星齿轮机构	42
3.2.1 辛普森行星齿轮机构	42
3.2.2 拉维娜行星齿轮机构	47
3.2.3 CR-CR 式行星齿轮机构	49
3.2.4 威尔逊行星齿轮机构	50
3.3 换挡执行元件	51
3.3.1 离合器	52
3.3.2 单向离合器	53
3.3.3 制动器	55
3.4 典型自动变速器介绍	56
3.4.1 A341E 自动变速器	56
3.4.2 大众 09G 6 速自动变速器	60
3.4.3 ZF8HP 8 速自动变速器	66
第4章 自动变速器电控系统开发流程	77
4.1 质量管理体系	77
4.1.1 PDCA 循环	77
4.1.2 ISO/TS16949	78
4.2 整车及子系统开发流程	81
4.3 汽车电控系统开发过程	84
4.4 自动变速器开发流程和规范	85
4.5 自动变速器开发辅助工具	87
第5章 自动变速器控制算法介绍	91
5.1 汽车行驶动力学	91
5.1.1 车辆动力需求	91

5.1.2	汽车动力性计算	95
5.2	动力总成中发动机的特性	97
5.3	变速器档位的确定	98
5.3.1	档位确定的总体要求	98
5.3.2	带有液力变矩器的转矩特性	102
5.3.3	档位设定过程	103
5.4	速比选择及优化	107
5.5	自动变速器齿轮系的开发设计	112
5.6	自动变速器控制策略架构	118
5.7	系统输入模块	123
5.8	当前档位信息确认	126
5.9	驾驶人需求档位命令解读	127
5.10	换档策略执行模块	128
5.11	换档安排和换档时序模块	137
5.11.1	换档安排	137
5.11.2	换档时序	138
5.12	离合器控制和离合器执行模块	140
5.12.1	动力升档	145
5.12.2	动力升档的下位离合器控制	149
5.12.3	换档自学习过程	151

第6章 自动变速器电控系统硬件开发平台选择 153

6.1	自动变速器控制器输入	154
6.2	自动变速器控制系统输出信号	155
6.3	控制器微处理器	157
6.3.1	控制系统对内存的要求	157
6.3.2	控制系统对输入输出信号的要求	159

第7章 自动变速器控制软件的开发及标定 165

7.1	控制软件架构	166
7.1.1	底层软件	166
7.1.2	虚拟接口	167
7.1.3	操作系统	167
7.1.4	启动加载软件	168
7.1.5	服务软件	168
7.1.6	控制算法	169
7.1.7	通信软件	169

7.2 控制软件开发语言	169
7.2.1 嵌入式 C 语言简介	169
7.2.2 嵌入式 C 语言开发技巧	177
7.2.3 基于模型的程序开发语言	179
7.2.4 汽车嵌入式系统 Matlab 模型开发技巧	185
7.2.5 软件开发规范	192
7.3 控制算法的 DFMEA 分析	194
7.4 自动变速器控制系统标定	195
7.4.1 标定指导书的开发	195
7.4.2 标定过程及内容	195
7.4.3 下线标定测试	197
第 8 章 自动变速器 CAN 总线及自检设计	199
8.1 CAN 总线系统网络拓扑结构	199
8.2 自动变速器 CAN 通信功能分析	200
8.3 自动变速器 CAN 总线应用层通信协议	201
8.4 故障诊断协议	209
8.5 标定协议介绍	215
8.5.1 在线标定技术	215
8.5.2 在线标定协议	216
8.5.3 标定工具	220
8.6 自动变速器自检	224
第 9 章 控制系统硬件在环测试	231
9.1 模型在环测试	231
9.1.1 开环测试	232
9.1.2 闭环测试	232
9.2 硬件在环测试技术	233
9.2.1 HiL 技术原理	234
9.2.2 HiL 测试用途	235
9.3 自动变速器 HiL 系统配置方案	236
9.3.1 实时硬件平台	237
9.3.2 试验管理软件	243
9.3.3 实时仿真模型	245
9.4 自动变速器 HiL 测试方案	249
9.4.1 TCU 测试过程	249
9.4.2 TCU 测试范围	250

9.4.3 测试活动实施	252
第10章 自动变速器 NVH 及材料	256
10.1 NVH 基础	256
10.2 变速器 NVH 来源与消除	259
10.3 自动变速器材料	263
10.3.1 自动变速器油	263
10.3.2 摩擦材料	264
10.3.3 变速器箱体和齿轮材料	267
参考文献	268

汽车自动变速器概论

1.1 引 言

自从 1894 年诞生第一辆量产汽车奔驰 Velo 起, 100 余年来汽车业以惊人的速度快速发展, 对人们的生活方式产生了很大的影响, 同时人类的生活需求对汽车技术的发展也起到了极大的推动作用。随着人们对汽车性能的要求越来越高, 更加快捷、舒适、安全可靠的汽车不断地推向市场, 自动变速器作为承载这些要求的关键部件, 也必然不断发展。

变速器 (Transmission Gearbox) 是改变汽车行驶速度和转矩的装置, 由许多直径大小不同的齿轮、轴和离合器等部件组成, 通常安装在发动机和驱动轴之间。

变速器由传动机构和变速机构组成, 可制成单独变速机构或与传动机构合装在同一壳体内。传动机构大多用普通齿轮传动, 也有的用行星齿轮传动。普通齿轮传动变速机构一般用滑移齿轮和离合器等。滑移齿轮有多联滑移齿轮和变位滑移齿轮之分。用多联滑移齿轮变速, 轴向尺寸大; 用变位滑移齿轮变速, 结构紧凑, 但传动比变化小。离合器有啮合式和摩擦式之分。用啮合式离合器时, 变速应在停车或转速差很小时进行; 用摩擦式离合器可在运转中任意转速差时进行变速, 但承载能力和摩擦片的特性与散热系统有关, 且不能保证两轴严格同步。为克服这一缺点, 在啮合式离合器上装以摩擦片, 变速时先靠摩擦片把从动轮带到同步转速后再进行接合。

汽车变速器具有如下作用:

- 1) 改变传动比, 扩大驱动轮转矩和转速的变化范围, 以适应经常变化的行驶条件, 同时使发动机在有利 (高效区) 的工况下工作。
- 2) 在发动机旋转方向不变的情况下, 使汽车能前进、倒退行驶。
- 3) 利用空档, 中断动力传递, 使发动机能起动、怠速, 并便于变速器换挡或进行动力输出。

中国自动变速器的开发起步较晚, 过去对动力总成的开发主要集中在发动机, 因此在自动变速器上积累的经验较少, 特别是如何产业化开发出有市场竞争力的自

动变速器方面是许多汽车主机厂和供应商共同的难题。

本书作者有着多年的自动变速器产业化经验，在自动变速器构造、设计和控制系统开发实践中总结出一套实用的方法，将其归纳总结呈献给读者。本书主要针对从事自动变速器设计、控制系统开发的工程师，自动变速器工程咨询专业人士和大专院校师生。

1.2 自动变速器的发展简介

1.2.1 国外自动变速器发展历史

汽车自动变速器是随着车辆技术及其相关技术的发展而产生的。纵观汽车自动变速器的发展历史，大体上可以分为五个阶段：自动变速前期、液力自动变速阶段、电控自动变速阶段、智能自动变速阶段和集成控制阶段。

1.2.1.1 自动变速前期

最早在 1904 年出现了离合器和制动器等摩擦元件操纵变速的行星齿轮机构，该机构首先用于英国 Wilson Picher 汽车上。

1907 年福特车上大量使用行星齿轮变速器，它的出现实现了不切断动力进行“动力换挡”，并避免了固定轴式变速器中的“同步问题”。而液力耦合器的出现为自动操纵的实现提供了可能，1938 年至 1941 年美国 GM 和 Chrysler 公司采用液力耦合器代替离合器，省去了驾驶时的离合器踏板操作。随后出现了液力自动变速器的前身，开始进入了根据车速和加速踏板开度两个参数信号，用液压逻辑油路控制的液力自动变速时代。

1.2.1.2 液力自动变速阶段

该阶段以 1939 年的通用 Oldsmobile 车上的 Hydromatic 开始，以液力自动变速器的普遍应用和迅速推广为特征。这个阶段的液力自动变速由液力变矩器和行星齿轮变速器组成，控制系统是通过液压系统来实现的，控制信号的产生主要通过反映加速踏板开度大小的节气门阀和反映车速高低的速控阀来实现，其控制系统是由若干个复杂的液压阀和油路构成的逻辑控制系统，按照设定的换挡规律，控制换挡执行机构的动作，从而实现自动换挡。但液压系统的控制精度较低，难以适应车辆行驶状况的变化，无法按使用者愿望实现精确的换挡品质控制。

1.2.1.3 电控自动变速阶段

1969 年法国的雷诺 R16TA 轿车首先使用了电子控制自动变速器，与全液压的区别在于自动换挡的控制系统是由电脑来实现的，但当时电子技术不成熟，应用范围较窄。直到 20 世纪 80 年代末，电子控制技术逐步实用化，越来越多的自动变速器才开始采用电子控制。

自动变速器的控制系统包括电控和液控两部分，电控系统由控制器、各种传感

器、执行机构（电磁阀）及控制电路等组成，控制器采集传感器信号（如车速和加速踏板开度等）并进行处理，将换档指令作用于换档电磁阀。从而利用液压换档执行机构实现自动换档。由于控制器能存储和处理多种换档规律，在换档品质控制方面有明显的优越性，并且与整车的其他控制系统的兼容性好，最终可以实现车辆电子控制系统的一体化。

1.2.1.4 智能自动变速阶段

随着车辆技术和自动变速技术的发展，人们不再满足于简单的功能实现，车辆自动变速技术进入智能化阶段，控制策略的不断改进成为车辆自动变速技术的特点。德国的宝马公司从1992年起，陆续推出用于4速和5速自动变速器的自适应控制系统，能够自动识别驾驶人的类型，环境条件和行驶状况，并对换档规律作出适当调整。日产的E4N71B自动变速器，采用模糊推理对高速公路坡道进行识别，采取禁止升档的措施消除循环换档，三菱新型4速自动变速器，将各种输入信息和驾驶人的换档通过神经网络建立联系，利用神经网络的学习功能，使得车辆能够按照驾驶人的意图自动换档。

智能控制系统主要解决的技术问题是汽车信息处理技术，内容包括：

- 1) 信息检测技术：增强汽车传感器的功能。
- 2) 信息处理技术：控制软件要解决控制逻辑问题并使控制软件化，涉及控制方法和现代控制理论，需要应用和发展现代控制理论。为了高速处理信息，在硬件上，目前控制器也已经从8位机发展到32位机。
- 3) 信息转换技术：微机处理和输出的电信号，如何转换为相应的机械动作，即电液转换技术，各种电液比例阀和执行元件的动作。

1.2.1.5 集成控制阶段

整个汽车的电子控制系统一体化，发动机控制和变速器控制、巡航控制、牵引力控制、制动控制、转向控制、稳定性控制等电控系统联合在一起进行综合控制，是控制技术发展的一个方向，也是目前研究的热点。

1.2.2 国内自动变速器发展历程

我国从20世纪60年代起，就在“红旗”770轿车上使用了具有两个前进档的液力自动变速器，1975年又研制出具有3个前进档的CA774液力自动变速器。随着中国的改革开放，大量国外轿车进入我国市场，其中许多中高档轿车是带有自动变速器的，而且几乎全部是液力自动变速器，这使一大批汽车修理企业对液力自动变速器的维修变得十分熟悉。由于对自动变速器良好性能的逐渐认识，用户的需求量越来越大，使国内汽车企业加快了自动变速器的发展步伐。

1998年上海通用汽车公司（SGM）生产的用于别克轿车上的4T65E电子控制自动变速器正式下线，1999年开始批量生产并投放市场，率先在国内将自动变速器作为标准配置装于轿车。1999年中日合资生产的本田雅阁轿车也正式投产，其

自动变速器为本田技术 PAX 型，它弃用行星齿轮，而选择常啮合平行轴式结构，零件少、易制造是其长处，它采用了全电子直控式变速装置，能使变速、燃油喷射以及巡航等控制相结合。与此同时，上海大众的帕萨特 B5、一汽大众的捷达都市先锋都装备了自动变速器 AG4-95。神龙公司也向市场投放了装备进口的 AL4 智能型自动变速器的富康 988 “领导者” 以及富康 1.6L 轿车。它采用了模糊控制理论和动力传动系统综合控制技术，实现了智能化控制，电子控制单元中有 10 种换档规律，按需分别调用几种换档规律或同时或交替工作，共同控制变速器的状态。一汽大众的 A6 高级轿车上作为选装件的自动变速器为 Tiptronic 型，在自动变速的基础上可提供手动换档功能。北京吉普公司在切诺基越野汽车上小批量装备了 AW4 自动变速器，现已达到 1000 多台。因此，在国产车上选装液力自动变速器已成为必然之势。

至于城市客车和公交汽车频繁起步换档，变速器、离合器和制动器的使用频率是一般车辆的 10 倍左右，劳动强度极大，即使是职业驾驶人也因受心理与生理所限，迫切要求使用自动变速器。国外几乎是 100% 装用，我国 1995 年首次在国产公共汽车上装备的 Allison 自动变速器，遍及深圳、上海、广州、南京等城市，其中深圳的装备率达 40%。

1.3 自动变速器的种类

1.3.1 液力自动变速器

液力自动变速器 (AT) 是由液力变矩器与动力换档的辅助变速装置组成的。

液力变矩器安装在发动机和变速器之间，以液压油为工作介质，起传递转矩、变矩、变速及离合的作用。液力变矩器可在一定范围内自动无级地改变转矩比和传动比，以适应行驶阻力的变化。但是由于液力变矩器变矩系数小，不能完全满足汽车使用的要求，所以，它必须与齿轮变速器组合使用，扩大传动比的变化范围。目前，绝大多数液力自动变速器都采用行星齿轮系统作为辅助变速器。

行星齿轮系统主要由行星齿轮机构和执行机构组成，通过改变动力传递路线得到不同的传动比。由此可见，液力自动变速器实际上是能实现局部无级变速的有级变速器。液力自动变速器是目前使用最多的自动变速器。采用此种类型的自动变速器，免除了手动变速器繁杂的操作，使开车变得省力。同时，电子控制也使自动切换过程柔和、平顺，因此汽车具有良好的乘坐舒适性和安全性、优越的动力性和方便的操纵性。但这种变速器效率低，结构复杂，成本也较高。

1.3.2 电控机械式自动变速器

电控机械式自动变速器 (AMT) 是在传统固定轴式变速器和干式离合器的基

基础上,应用电子技术和自动变速理论来实现机电一体化协调控制的。车辆起步、换挡的自动操纵以电控单元(ECU)为核心,通过液压或气压执行机构来控制离合器的分离与接合、选换挡操作以及发动机节气门的调节。ECU根据车辆的运行状况(发动机转速、变速器输入轴转速、车速)、驾驶人意图(加速踏板开度、制动踏板行程)和道路路面状况(坡道、弯道)等因素,按预先设定的由模拟熟练驾驶人的驾驶规律(换挡规律、离合器接合规律),借助于相应的执行机构(发动机节气门控制执行机构、离合器执行机构、变速器换挡执行机构),对发动机、离合器、变速器的协调动作进行自动操纵。

AMT既具有液力自动变速器自动变速的优点,又保留了原手动变速器齿轮传动的效率高、成本低、结构简单、易制造的长处。它糅合了二者优点,是非常适合我国国情的机电一体化高新技术产品。它是在已生产的机械变速器上进行改造的,保留了绝大部分原总成部件,只改变其中手动操作系统的变速杆部分,生产继承性好,改造的投入费用少,非常容易被生产厂家接受。它的缺点是非动力换挡,在换挡期间由于仅有的离合器需要打开,动力传递必须终止,所以传递的转矩就会出现中断的现象。这可以通过电控软件的作用来得到一定弥补,比如快速换挡,快速调整发动机转速接近同步换挡等措施。另外一个缺点是由于没有液力变矩器,在低档位时,发动机的抖动会比较大,驾驶舒适感较差。

在几种自动变速器中,AMT的性能价格比最高。在中低档轿车、城市客车、军用车辆、载货车等方面应用前景较广阔。

1.3.3 无级自动变速器

机械式无级变速器(CVT)种类很多,有实用价值的仅有V形金属带式。金属带式无级变速器属摩擦式无级变速器,其传动与变速的关键件是具有V形槽的主动锥轮、从动锥轮和金属带,金属带安装在主动锥轮和从动锥轮的V形槽内。每个锥轮由一个固定锥盘和一个能沿轴向移动的从动锥盘组成,来自液压系统的压力分别作用到主、从动锥轮的从动锥盘上,通过改变作用到主、从动锥轮从动锥盘上液压力的大小,便可使主、从动锥轮传递转矩的节圆半径连续发生变化,从而达到无级改变传动比的目的。

机械式无级自动变速器传动比连续,传递动力平稳,操纵方便,同时因加速时无需切断动力,因此汽车乘坐舒适,超车加速性能好。特别值得一提的是,由于可使发动机始终在其经济转速区域内运行,从而大大改善了燃油经济性。但与齿轮传动相比,效率并不高,制造困难,价格也较高。

1.3.4 双离合自动变速器

近几年又有一种新的自动变速器——双离合自动变速器DCT(Dual Clutch Transmission)开始大量装车上路,2009年装配有双离合自动变速器(大众汽车公

司将其称为 DSG) 的一汽大众新迈腾已与我国消费者见面, 其出众的加速性能和超低的油耗吸引着众多消费者的眼球, 在业内也掀起了一股双离合器自动变速器热潮。

20 世纪 90 年代末期, 大众汽车公司和博格华纳公司携手合作, 生产第一个适用于大批量生产和应用于主流车型的 Dual Tronic 技术双离合器自动变速器, 博格华纳公司通过使用新的电子液压元件, 使双离合器自动变速器变成了实用性很强的变速器。2002 年德国大众汽车公司首次向世界展示了这一技术创新, 并将它命名为直接换档变速器 Direct-Shift Gearbox (简称 DSG)。2003 年大众汽车公司推出了 6 速 DSG 变速器 (图 1-1), 成为首个提供双离合器自动变速器系统的整车厂, 随后 DSG 变速器逐步推广应用在奥迪 TT3.2、大众捷达、大众途安、大众第五代高尔夫、宝来、奥迪 A3、SKODA 等众多车型上。2008 年大众汽车公司联手舍弗勒集团推出了更为先进的 7 速 DSG 变速器。

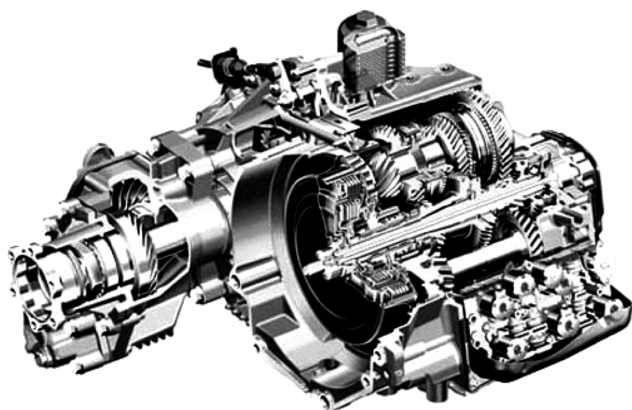


图 1-1 大众公司 2003 年推出的 6 速湿式 DSG

我国也很重视双离合器自动变速器的自主研发, 2007 年, 我国科技部“十一五”“863”计划将双离合器自动变速器列为“汽车开发先进技术”重大项目, 由重庆青山、吉利、杭齿 3 家公司承担。2008 年, 上海汽车公司和沈阳华晨汽车公司宣布联合开发双离合器自动变速器。同年, 在国家发改委支持下, 国内 12 家汽车企业联合成立了“中发联”, 与美国的博格华纳公司进行合作, 开发双离合器自动变速器。在 2009 年上海车展上, 吉利汽车公司展出了我国第一款自主研发的 7 速双离合器自动变速器, 并基本掌握了双离合器自动变速器的关键技术及双离合器自动变速器的开发流程。

1.4 汽车液力自动变速器的优缺点

采用液力自动变速器, 可弥补机械变速器的某些不足。使用液力自动变速器的汽车具有下列显著的优点。