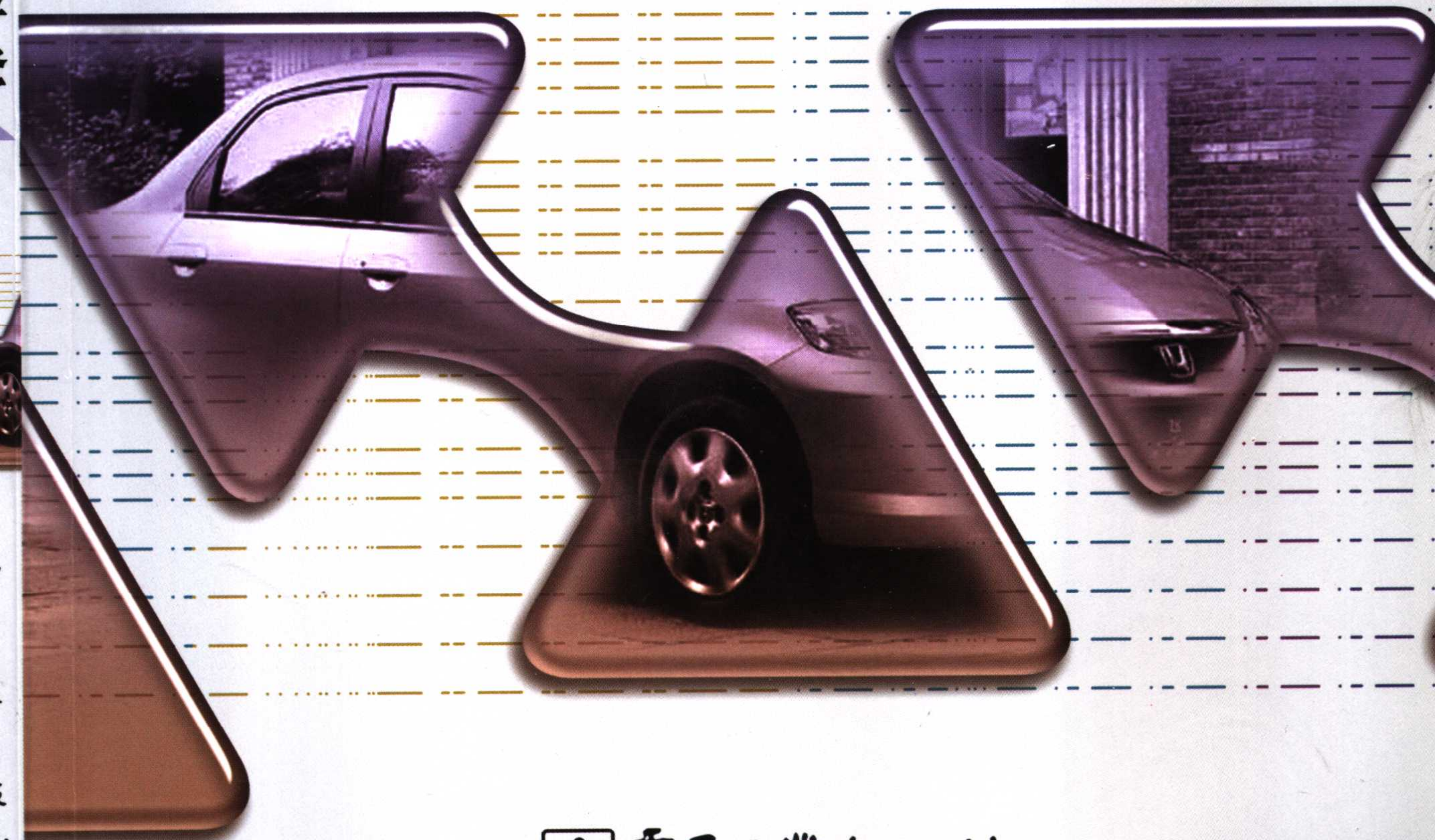


高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材
· 汽车运用与维修专业



自动变速器原理 与检修

张朝山 主编 胡光辉 刘生峰 副主编 金加龙 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材

计算机应用与软件技术专业

计算机数学基础
 计算机基础与实训
 操作系统
 计算机软硬件系统与维护
 C 语言程序设计基础
 Java 程序设计
 快速开发技能工具——PowerBuilder
 快速开发技能工具——Delphi
 基于 C/S 架构的软件项目实训——VB.NET
 基于 B/S 架构的软件项目实训
 数据库基础——Access
 数据库实用技术及应用——Oracle
 计算机网络基础及应用
 计算机网络安全与管理
 网络系统集成技术与实训
 计算机网络系统集成与实践
 Web 程序设计
 多媒体技术与实训
 计算机信息安全技术应用
 个体软件开发与编码规范
 软件测试教程
 软件质量控制与管理
 软件工程与 UML
 3DS MAX 6 基础与进阶
 嵌入式软件开发技术
 软件与网络法案例教程
 软件书写案例

计算机应用与软件技术专业推荐教材

计算机常用工具软件实训教程
 Authorware 7.0 实例教程
 Dreamweaver 实例教程
 Flash MX 实例教程
 Illustrator 10 实例教程
 Photoshop 7.0 中文版实例教程
 SQL Server 2000 实例教程
 Visual Basic 实验与实训教程
 Visual C++.NET 应用教程
 计算机组装与维护教程
 局域网组建、管理与维护
 计算机专业英语

数控技术应用专业

金工实训
 机械设计基础
 机械制造基础
 电工电子技术基础
 数控技术专业英语
 数控机床
 数控加工编程与操作
 CAD/CAM 应用技术之一——Pro/Engineer 造型篇
 数控机床电气控制
 数控中级工认证强化实训
 模具设计与制造基础
 模具数控加工技术
 数控机床加工工艺及设备
 冲压工艺与模具设计

数控技术应用专业推荐教材

数控机床故障诊断与维修
 数控机床仿真实训
 数控机床与数控编程技术
 数控加工技术与实训

汽车运用与维修专业

汽车实用英语
 汽车机械基础
 汽车电工电子基础
 汽车发动机构造与维修
 汽车发动机养护与维修实例
 汽车底盘构造与维修
 汽车底盘养护与维修实例
 汽车电气设备原理与检修
 汽车维修技术与质量检验
 汽车运用基础
 汽车故障诊断技术
 汽车典型电控系统的结构与维修
 汽车车身电气设备系统及附属电气设备
 汽车涂装技术
 汽车检测诊断技术与设备
 汽车及配件营销
 机动车辆保险与理赔实务
 汽车文化
 汽车美容实务
自动变速器原理与检修
 汽车音响设备原理与检修
 汽车空调构造与维修
 汽车发动机电控技术

ISBN 7-121-03117-5



9 787121 031175 >



责任编辑：程超群

责任美编：孙焱津

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

ISBN 7-121-03117-5

定价：22.00 元

第 1 章 自动变速器概述

从汽车诞生至今的 100 多年时间内，汽车工业从无到有，以惊人的速度向前发展。汽车对人类的的生活方式产生了很大的影响，人类的生活需求又对汽车的发展产生了极大的推动作用。随着人们生活水平的提高，对汽车性能的要求也越来越高，希望汽车更快捷、舒适、安全、可靠。近年来，自动变速器和无级变速器的装车率越来越高，人们以前的许多梦想得以实现。然而它们的工作原理和维修却比较复杂，这就需要维修技术人员懂得自动变速器的原理与检修，以便更好地进行自动变速器使用和维修。

1.1 自动变速器的发展、应用和优点

1.1.1 自动变速器发展历程

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，大体上可以分为四个阶段：自动变速前期、液力自动变速阶段、电控自动变速阶段和智能自动变速阶段，各阶段的技术应用情况如图 1.1 所示。

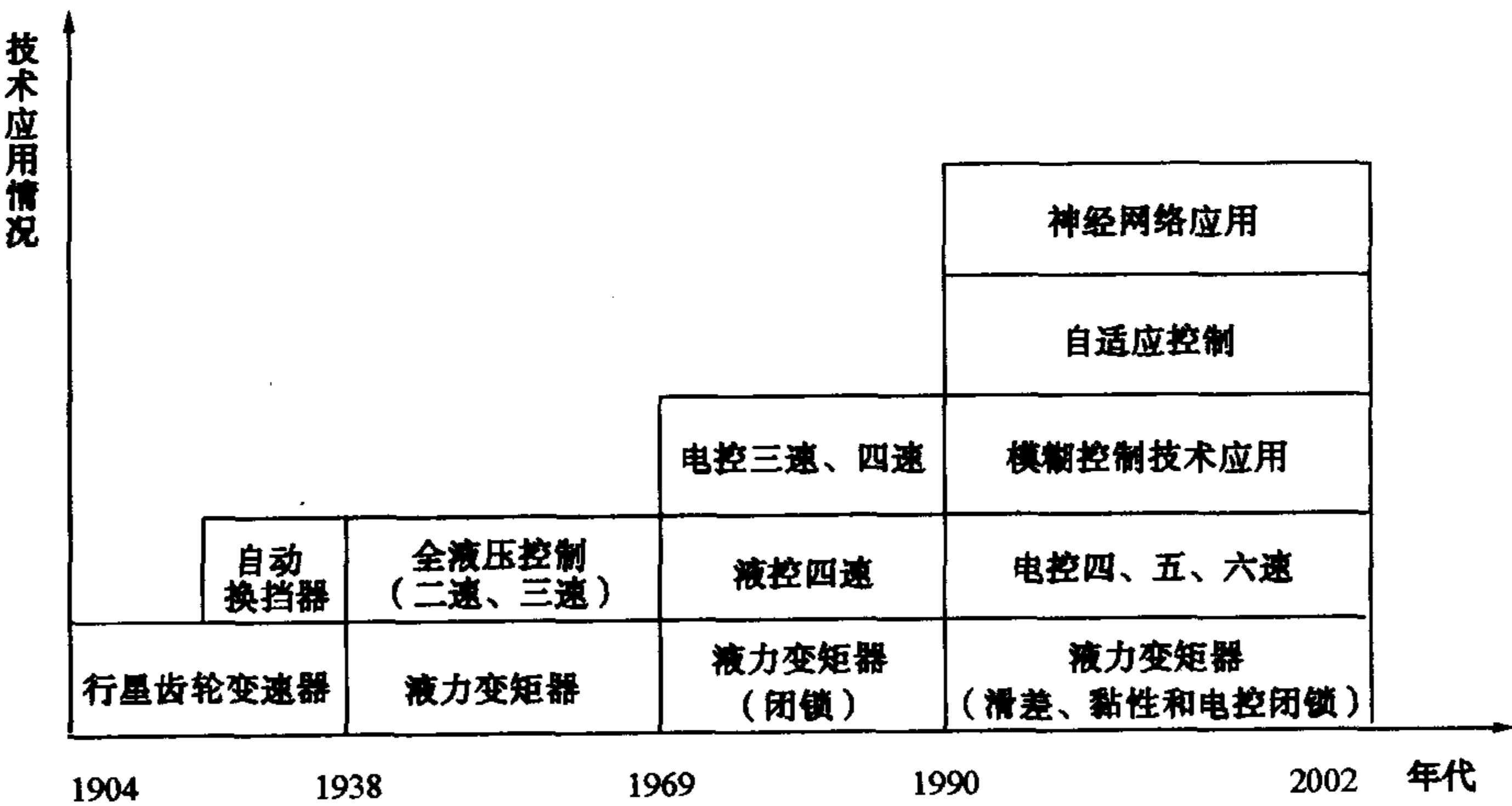


图 1.1 自动变速器的发展历程

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，它的出现不仅实现了不切断动力进行“动力换挡”，而且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。1938~1941 年美国 General Motors 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，有了车速和油门两个参数信号，开始了用液压逻辑油路控制的液力自动变速时代。

2. 液力自动变速阶段

该阶段以 1938 年的通用 Oldsmobile 车上的 Hydramatic 为开始, 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器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是通过反映油门开度大小的节气门阀和反映车速高低的速控阀实现, 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。代表产品有: 丰田的 A40 系列自动变速器, 通用的 4T60E、EF、CHPE9 等系列产品。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。

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, 它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。但当时电子技术不够成熟, 应用范围也较窄。到 20 世纪 80 年代末, 电子控制才逐步实用化, 越来越多的自动变速器采用了电子控制。

自动变速器的控制系统包括电控系统和液控系统两部分。电控系统由电脑、各种传感器、电磁阀及控制电路等组成, 它将控制换挡的参数(如车速和油门开度等)通过传感器转换为电信号输送给电脑, 电脑通过处理将换挡的信号作用于换挡电磁阀, 从而利用液压换挡执行机构实现自动换挡。由于电脑能存储和处理多种换挡规律, 在改善换挡品质控制方面, 电控系统有明显的优越性, 并且与整车的其他控制系统兼容性好, 最终可以实现车辆电子控制系统一体化。

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, 车辆自动变速技术即将进入智能化阶段, 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, 陆续推出用于四挡和五挡自动变速器的自适应控制系统, 能够自动识别驾驶员的类型、环境条件和行驶状况, 并对换挡规律做出适当调整。尼桑的 E4N71B 自动变速器, 采用模糊推理对高速公路坡道进行识别, 采取禁止升挡的措施消除循环换挡。三菱新型四挡自动变速器, 将各种输入信息和驾驶员的换挡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员的意图自动换挡。

我国应用液力传动始于 20 世纪 50 年代, 并且自行研制出了内燃机车和红旗 CA770 三排座高级轿车的液力传动系统, 随后液力传动也在我国获得了一定发展。此外, 部分军用车辆上也使用了液力自动变速器, 但发展速度要落后于发达国家。

由于对自动变速器良好性能的逐渐认识, 用户的需求量也越来越大, 国内汽车企业也加快了自动变速器的发展步伐, 在液力自动变速器的研究、生产、修理等方面也都有一定的基础, 近年来发展速度较快。如 1998 年, 一汽大众的新捷达王装备了 AG4 自动变速器; 1999 年神龙富康推出智能型 AL4 自动变速器; 上海别克装备了 4T65-E 自动变速器。此外, 广州本田、天津夏利、重庆奥拓等也先后加入其中, 尤其是上海帕萨特 B5 还装备了具有模糊控制功能的自动变速器。不仅轿车, 深圳华海公司还为深圳市大型公共汽车改装了进口的艾里逊液力自动变速器。在国产车上选装自动变速器已成为必然之势。

1.1.2 自动变速器的优点

自动变速器的主要优点表现在以下 5 个方面：

1. 驾驶性能优良

汽车驾驶性能的好坏，除了与汽车本身结构的好坏有关外，还取决于是否能正确地控制和操纵。自动变速器可以按照预先设定的最佳换挡规律自动变换挡位，使汽车在不同的运行条件下能同时兼顾发动机的最低油耗和变速器的最高效率，特别适合于非职业驾驶。

2. 自适应能力强

自动变速装置的挡位变换不但快而且平稳，提高了汽车的乘坐舒适性。通过液体传动或微电脑控制换挡，一方面能在一定范围内实现无级变速，大大减少了行驶过程中的换挡次数；另一方面可以消除或降低动力传动系统中的冲击和动载。试验结果表明，在坏路段行驶时，自动变速的车辆传动轴上，最大动载转矩的峰值只有手动变速器的 20%~40%；原地起步时最大动载转矩的峰值只有手动变速的 50%~70%，延长了发动机和传动系统零部件的寿命。

3. 行车安全性高

在车辆行驶过程中，驾驶员必须根据道路、交通条件的变化，对车辆的行驶方向和速度进行调节。以城市大客车为例，平均每分钟换挡 3~5 次，而每次换挡有 4~6 个手脚协同动作。正是由于这种连续不断的频繁操作，使驾驶员的注意力被分散，易产生疲劳，交通事故增加。装用自动变速器的车辆，取消了离合器踏板，只要控制油门踏板就能自动变速，从而减轻了驾驶员的劳动强度，使行车事故率降低、平均车速提高。

4. 废气排放低

手动换挡变速器由于经常换挡，需要切断动力，使发动机的转速变化较大，节气门开度变化急剧，非稳定工况强烈，从而导致排放中的污染物多。而自动变速器的应用，可使发动机经常处于经济转速区域内运转，也就是在较小污染排放的转速范围内工作，从而降低了排气污染。

5. 经济性较好

自动变速器能自动适应行驶阻力的变化，选择最佳的换挡时刻，从而提高了汽车的动力性和经济性。通过试验可知，装备四挡自动变速器时，城市行驶的百千米油耗小于同车装备五挡手动机械变速器的油耗。

当然，与手动变速器相比，自动变速器结构复杂，零部件加工难度较大，生产成本较高。此外，变速器的维护和修理也较麻烦。

1.1.3 自动变速器的技术现状与发展趋势

1. 自动变速器的技术现状

目前轿车自动变速器按控制原理可以分为 3 类：液力自动变速器、电子控制机械式自动

变速器和机械无级式自动变速器。

(1) 液力自动变速器。液力自动变速器 (Automatic Transmission, 简称 AT) 的基本形式是以液力变矩器和行星齿轮变速器串联为特征, 具有结构紧凑、传动平稳、换挡冲击小等特点。AT 诞生于 20 世纪 30 年代, 一直是汽车自动变速器产品中的主流结构, 国内的捷达“都市先锋”、富康 988“领导者”等自动变速车采用的都是 AT 传动系统。

液力变矩器从根本上简化了操纵, 它既具有离合器的功能, 又使发动机与传动系之间实现“柔性”连接, 可以在一定的范围内实现无级变速, 对外负载有良好的自动调节能力和适应性。除了可与行星齿轮变速器串联, 传递全部发动机功率外, 还可与行星齿轮变速器进行多种方式并联, 实现内分流、外分流、混合分流等多相自动变速。

20 世纪 90 年代以来, 随着大量电子技术的应用, 液力自动变速器电控系统的结构和控制方法日臻完善, 控制精度越来越高, 控制范围日益扩大, 正朝着综合控制和智能控制的方向发展。首先, 在自动变速操纵系统上, 可以根据需要提供不同的控制模式, 选择合理的换挡规律; 控制系统具有自学习功能; 增加了手动换挡模式等。其次, 挡数的增多能使车辆具有更大的速比范围和更细密的挡间速比分配, 可以改善汽车动力性、经济性和排放指标, 降低高速巡航噪声, 获得更加平稳的加速能力, 减少换挡冲击, 因此已有越来越多的轿车自动变速器挡数由四挡增加为五挡, 如 1999 年德国 ZF 公司率先在世界上推出采用电-液化集成技术的轿车六挡自动变速器 6HP26。此外, 为提高控制系统的可靠性和维护性, 自动变速器电子控制系统的自诊断和容错技术也在快速发展, 故障诊断系统正向着智能化和信息网络化的方向发展, 将实现诸如故障信息、维修过程记录和结果等信息的交换与共享。

(2) 电子控制机械式自动变速器。机械式自动变速器 (Automatic Mechanical Transmission, 简称 AMT) 是一种由普通齿轮式机械变速器组成的有级式机械自动变速器。这种自动变速器主要有 3 个部分: 自动离合器、齿轮式机械变速器和电子控制系统。

机械式变速器的自动控制研究始于 20 世纪 70 年代。像早期瑞典 Scania 的 CAG 系统、美国 Eaton 的 SAMT 系统均采用了机械变速器的半自动操纵方式, 其实质是辅助换挡系统, 即由电子控制系统实现换挡, 而换挡时刻由驾驶员踩离合器踏板来确定, 电子显示器可提示驾驶员何时为最佳的换挡时刻, 但他们不能取消离合器踏板, 实现传动系的全自动操作。1984 年日本 ISUZU 公司将名为 NAVI-5 的电控机械自动变速器投放市场, 这是世界上第一种实用的全自动机械变速器。继日本之后, 美国的 Ford 公司、Eaton 公司, 德国的 ZF 公司, 意大利的 Fiat 公司相继实现了机械变速器的自动化。研究的重点是自动离合器、换挡控制和换挡策略。在日本采用扭矩反馈控制系统后, 换挡同步控制已日趋完善, 但离合器的起步控制和换挡规律仍困扰着 AMT 发展, 造成离合器磨损加剧、坡道和弯道意外换挡等不良现象。离合器的起步和换挡操作受到环境因素、车辆运行状态、驾驶者的意愿等多种因素影响, 是一个复杂、多变、开放的系统, 传统控制理论和方法不能满足要求, 人们开始采用模糊推理的智能方法进行离合器接合、换挡策略的模糊控制研究。

机械式自动变速器不仅保留了原手动变速器传动效率高、成本低的优点, 还具有液力自动变速器自动换挡的全部优点。AMT 成为各国研究开发的热点, 装车率不断上升。

(3) 机械无级式自动变速器。上述两种自动变速器都是有级或分段无级自动变速。机械无级传动 (Continuously Variable Transmission, 简称 CVT) 即常称的机械自动无级变速器, 克服了前面两种自动变速器固有的齿轮传动比不连续和零件数量过多的缺点, 具有传动比连续、传递动力平稳、操纵方便等优点, 真正实现了无级变速。早期的机械无级变速器是通过两

个锥体改变接触半径而实现传动比的连续变化,但由于接触部分挤压应力太高,难以进入实用化。后来,机械无级变速器发展成为采用橡胶材料的带传动,又受传动带寿命的影响,无法满足汽车行驶的需要。德国的PIV公司从1956年起,开始研究链传动的CVT,德国大众等公司也曾在轿车上装用过这种变速器。到了20世纪80年代,出现了技术上的突破,橡胶带被由许多薄钢片穿成的钢带代替,通过与两个锥轮的槽在不同半径上“咬合”来改变速比。1987年,福特公司首次在市场上推出装用这种钢带的CVT,日本富士重工、菲亚特等公司已批量投产。

从理论上说,CVT可以使发动机始终在其经济转速区域内运行,从而大幅度改善燃油经济性。CVT是摩擦传动,与齿轮传动相比效率并不高,从目前的情况来看,节省燃油10%~20%是可能实现的。此外,CVT在加速时不需切断动力,装备CVT的汽车乘坐舒适,超车加速性能好。

2. 自动变速器的发展趋势

随着控制技术的发展,人们对车辆性能的要求不断提高,自动变速系统将朝着控制系统智能化和车辆电子一体化的方向发展。

(1) 控制系统智能化。随着对车辆的主观评价越来越受重视,车辆对人的适应成为“智能车辆”的重要标志,所以自动变速器控制系统对驾驶员特征的识别、对其意图的适应是体现“人机工程”指标和人机协调优化的重要组成部分。

随着各种自动变速器使用中问题的出现和人们对车辆性能要求的不断提高,人们采用了各种新的检测、控制技术来改善自动变速车辆的性能。在控制方法和策略中,越来越多地应用了模糊控制技术和神经网络技术,使得换挡控制系统对车辆负载状态、车辆使用参数和使用环境变化的适应更具智能化特征。

(2) 车辆电子一体化。从最早20世纪60年代的电子点火系统到后来的电控燃油喷射系统、电控自动变速器、车辆巡航控制、电控制动防抱死系统、电控悬架等,车辆电子技术已经有了极大的发展。将各个相对独立的车辆电子控制单元合为一体已经成为一种趋势。如图1.2所示为车辆动力传动系电子控制一体化趋势。有以下优点:

- ① 可以充分利用各部件对车辆的观测参数,使用尽量少的传感器。
- ② 采用CAN总线技术,实现汽车内部控制系统与各检测、执行机构间的数据通信,为车辆的轻量化提供可能。

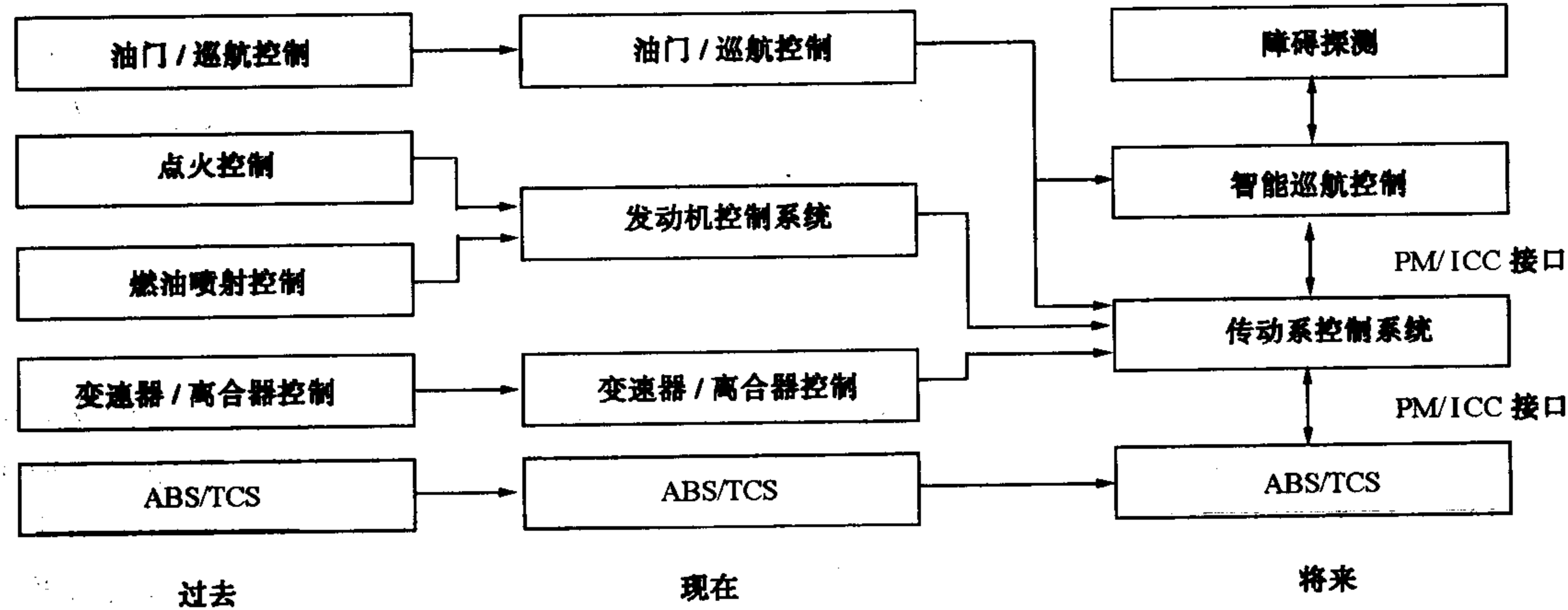


图 1.2 车辆动力传动系电子控制一体化趋势

③ 实现传动系联合控制可以使系统获得更多的改善换挡品质的控制手段, 实现变油门的换挡规律, 使之比自动变速器独立控制具有更优越的性能。

1.2 自动变速器的类型和型号识别

1.2.1 自动变速器的类型

1. 按汽车驱动方式分类

自动变速器按照汽车驱动方式的不同, 可分为后驱动自动变速器和前驱动自动变速器两种。这两种自动变速器在结构和布置上有很大的不同。

后驱动自动变速器的变矩器和齿轮变速器的输入轴及输出轴在同一直线上, 因此轴向尺寸较大, 阀板总成布置在齿轮变速器下方的油底壳内。

前驱动自动变速器除了具有与后驱动变速器相同的组成外, 在自动变速器的壳体内还装有差速器。前驱动汽车的发动机有纵置和横置两种。纵置发动机的前驱动自动变速器的结构和布置与后驱动自动变速器基本相同, 只是在后端增加了一个差速器。横置发动机的前驱动自动变速器受汽车横向尺寸的限制, 要求有较小的轴向尺寸, 通常将输入轴和输出轴设计成两个轴线的方式, 变矩器和齿轮变速器输入轴布置在上方, 输出轴则布置在下方。这样的布置减少了变速器总体的轴向尺寸, 增加了变速器的高度, 因此常将阀板总成布置在变速器的侧面和上方, 以保证汽车有足够的最小离地间隙。

2. 按自动变速器前进挡的挡位数分类

自动变速器按前进挡的挡位数不同, 可分为三个前进挡、四个前进挡、五个前进挡、六个前进挡和七个前进挡等几种。早期的自动变速器通常为两个前进挡和三个前进挡, 这两种自动变速器都没有超速挡, 其最高挡为直接挡。新型轿车装用的自动变速器基本上都有四个前进挡或更多挡, 因此均设有超速挡。这种设计虽然使自动变速器的构造更加复杂, 但由于设有超速挡, 大大改善了汽车的燃油经济性。

3. 按齿轮变速器的类型分类

自动变速器按其齿轮变速器的类型不同, 可分为普通齿轮式和行星齿轮式两种。普通齿轮式自动变速器体积较大, 最大传动比较小, 只有少数几种车型使用(如本田 Accord 轿车)。行星齿轮式自动变速器结构紧凑, 能获得较大的传动比, 被绝大多数轿车采用。行星齿轮式自动变速器又可分为辛普森式和拉维奈尔赫式。

4. 按变矩器的类型分类

轿车自动变速器基本上都是采用结构简单的单级三元件综合式液力变矩器。这种变矩器又分为有锁止离合器 and 无锁止离合器两种。早期的变矩器中没有锁止离合器, 在任何工况下都是以液力的方式传递发动机动力, 传动效率较低。新型轿车自动变速器大都采用带锁止离合器的变矩器, 当汽车达到一定车速时, 锁止离合器接合, 液力变矩器输入部分和输出部分连成一体, 发动机动力以机械传递的方式直接传入齿轮变速器, 提高了传动效率, 降低了汽

车的燃油消耗量。

5. 按自动变速器的控制方式分类

自动变速器按控制方式不同，可分为液压控制自动变速器和电子控制自动变速器两种。液压控制自动变速器通过机械的手段，将汽车行驶时的车速和节气门位置开度这两个参数变为液压控制信号，阀板中的各个控制阀根据这些液压信号的大小，按照设定的换挡规律，通过控制换挡执行元件的动作，实现自动换挡，如图 1.3 所示。电子控制自动变速器装有电脑，通过各种传感器，将发动机转速、节气门开度、车速、发动机水温、自动变速器油温等参数转变为电信号，并输入电脑；电脑根据这些信号，按照设定的换挡规律，向换挡电磁阀、油压电磁阀等发出电子控制信号；换挡电磁阀、油压电磁阀再将电脑的电子控制信号转变为液压控制信号；阀板中的各个控制阀根据这些液压控制信号，控制换挡执行元件的动作，从而实现自动换挡，如图 1.4 所示。

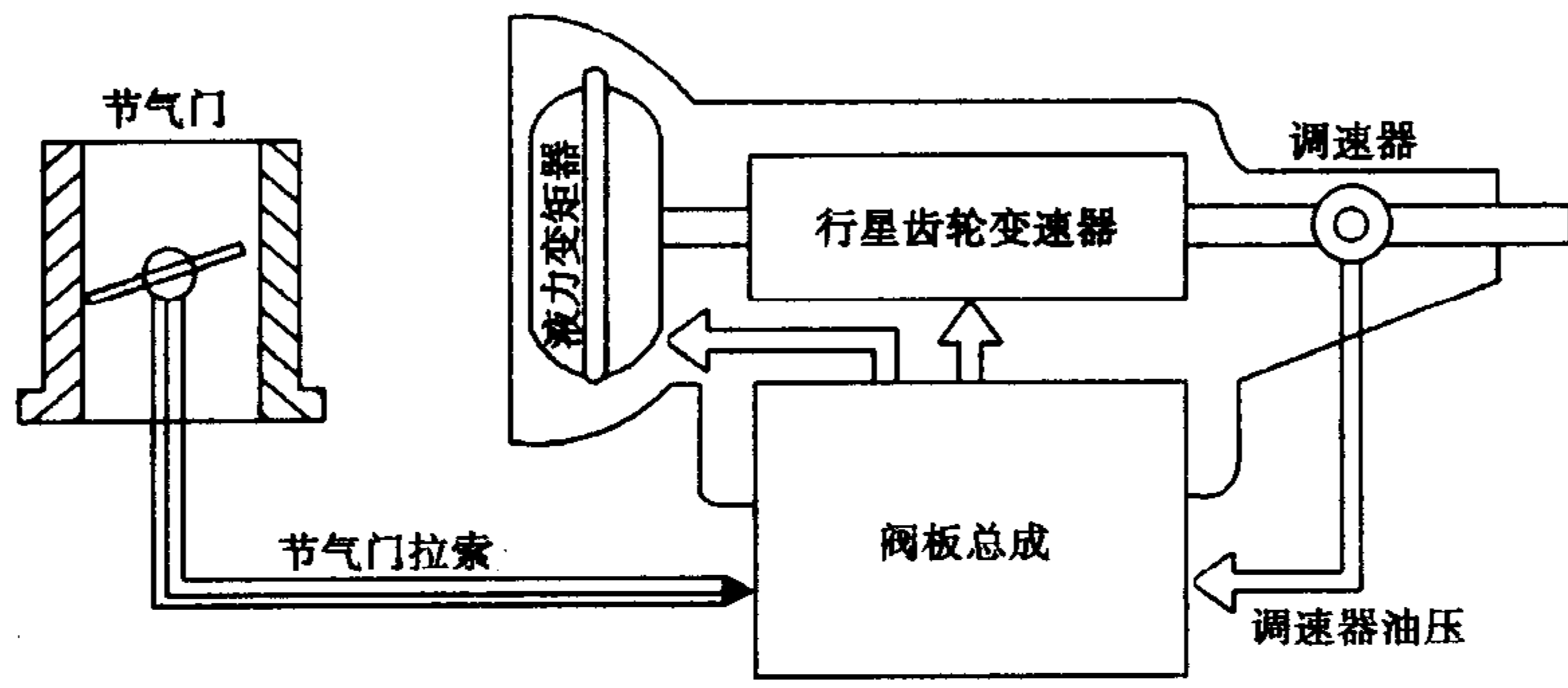


图 1.3 液压控制自动变速器控制过程示意图

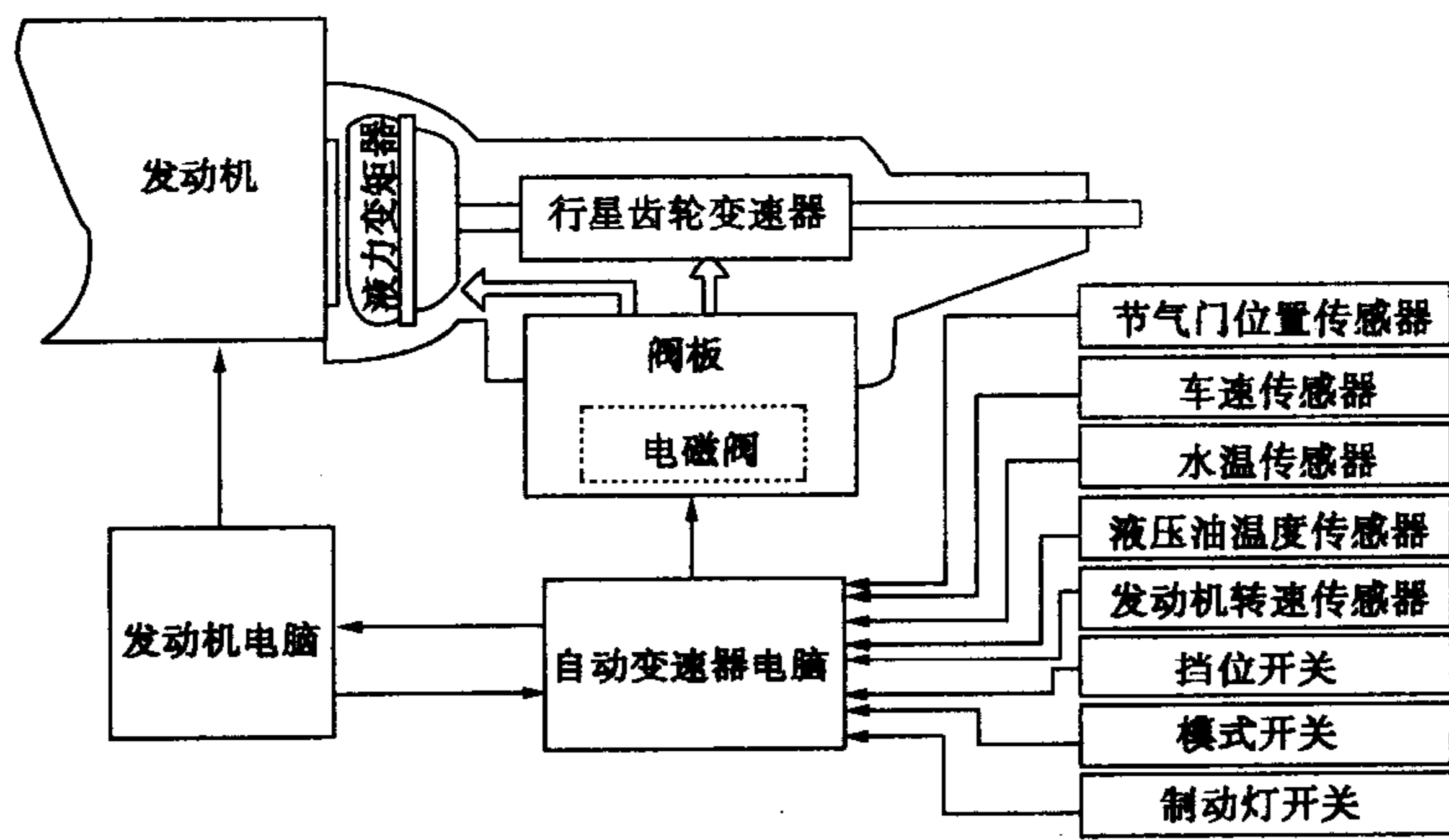


图 1.4 电子控制自动变速器控制过程示意图

1.2.2 自动变速器的型号识别

一种变速器有可能被用在多个公司不同款式的汽车上，而同一种车型根据其使用的地区和用途不同，也可能装备不同型号的变速器。如果对自动变速器的型号不了解，在维修中会

对故障分析、资料查找、零配件采购等造成障碍。目前有很多维修人员对自动变速器的型号不熟悉、不重视,以至于在维修中出现了很多问题。下面先介绍自动变速器型号的含义,然后简要介绍目前常见自动变速器的主要识别方法。

1. 自动变速器型号的含义

(1) 自动变速器的型号主要代表了如下内容:

① 变速器的性质,主要是指自动变速器还是手动变速器。一般用字母“A”表示自动变速器,用字母“M”表示手动变速器。

② 自动变速器的生产公司。例如,德国ZF公司生产的自动变速器,其型号前面大多为“ZF”字样。

③ 驱动方式,主要标明是前驱动还是后驱动。一般用字母“F”表示前驱动,字母“R”表示后驱动。但也有特殊情况,如丰田公司用数字表示驱动方式,一部分四轮驱动车辆在型号后面附字母“H”或“F”表示。

④ 前进变速挡位数,主要是表示自动变速器前进挡的变速比的个数,用数字表示。

⑤ 控制类型,主要说明变速器是电控、液控还是电-液控制。电控一般用字母“E”表示,液控一般用“H”表示,电-液控制用“EH”表示。

⑥ 改进序号,表示自动变速器是否在原变速器的基础上做过改进。

⑦ 额定驱动扭矩,在通用与宝马等公司自动变速器型号中有此参数。

(2) 下面对几个公司的自动变速器型号做具体说明。

① 宝马ZF4HP22-EH。系列号码分别表示:ZF公司生产,挡位数4,控制类型“H”(液压),齿轮类型“P”(行星类),额定扭矩 $22\text{N}\cdot\text{m}$,系列号码的末尾“E”或“EH”分别表示电控或电-液控制类型的变速器。

② 丰田自动变速器型号识别。丰田自动变速器的型号可分为两大类:一类为型号中除字母外有2位阿拉伯数字的,另一类为型号中除字母外有3位阿拉伯数字的。

a. 型号中有两位阿拉伯数字,如A40、A41、A55、A55F、A40D、A42DL、A43DL、A44DL、A45DL、A45DF、A43D等。字母“A”代表自动变速器。若左起第一位阿拉伯数字分别为“1”、“2”、“5”,表示该自动变速器为前驱车辆用,即自动变速器内含主减速器与差速器,称为自动传动桥。若左起第一位阿拉伯数字分别为“3”、“4”,表示该自动变速器为后驱车辆用。左起第二位阿拉伯数字代表生产序号。

后附字母的含义如下:“H”或“F”表示该自动变速器用于四轮驱车辆;“D”表示该自动变速器有超速挡;“L”表示该自动变速器有锁止离合器;“E”表示该自动变速器为电控式,同时带有锁止离合器。若无“E”,则表示为全液压控制自动变速器。

b. 型号中有3位阿拉伯数字,如A130L、A131(L)、A132(L)、A140L、A240L、A241L、A243L、A440L、A440F、A340E、A340H、A340F、A341F、A140E、A141E、A240E、A241E、A540E、A540H等。字母“A”表示自动变速器,左起第一位阿拉伯数字及后附字母的解释同上。左起第二位阿拉伯数字代表该自动变速器前进挡的个数。左起第三位阿拉伯数字代表生产序号。

c. 特别说明:上述各型自动变速器中,A340H、A340F、A540H型自动变速器,其后面均省略了“E”,均为电控自动变速器,带锁止离合器;A241H、A440F型自动变速器,其后面均省略了“L”,但均带有锁止离合器。

若改进后的自动变速器，只增加了锁止离合器或只增加了驱动轮的个数，其余未做改动，则只在原型号后加注“L”或“F”、“H”，其原型号不变。

③ 克莱斯勒自动变速器新型号识别。1992 年，克莱斯勒公司开始执行一套新的自动变速器识别型号，这套系统是由 4 个字母组成的识别系统，每个字母代表变速器的一个特性。第一个字母代表变速器前进挡的个数。第二个字母代表输入转矩容量：从 0~2（从轻负荷至重负荷）是乘用车用的，从 0~7 是卡车用的。第三个字母表示车辆是前轮驱动还是后轮驱动，以及发动机在驱动系中的位置：“R”代表后轮驱动车辆，“T”代表发动机横置的前轮驱动车辆，“L”代表发动机纵置的前轮驱动车辆，“A”表示四轮驱动车辆。第四个字母代表变速器的控制类型：“E”表示电控，“H”表示液压控制。在这以后的几年，克莱斯勒公司的变速器既可以根据旧型号识别，也可以根据新的型号识别。

④ 通用自动变速器型号识别。通用公司自动变速器的型号主要有 4T60E、4L60E 等，从型号上可以知道此变速器的一些特点。第一位阿拉伯数字表示前进挡传动比的个数，如上面的 4 表示四速，即有 4 个前进传动比。第二位字母表示驱动方式，上面的“T”表示变速器为横置（Transverse），“L”表示变速器为后置后驱动式。第三、四位数字表示变速器的额定驱动扭矩。第五位字母表示控制类型，“E”表示变速器为电子控制。

2. 自动变速器的主要识别方法

(1) 变速器铭牌识别法。在很多变速器壳体上都有一个小金属铭牌，上面一般标有自动变速器生产公司名称、型号、生产序号代码、液力变矩器规格等内容，可很方便地通过这一铭牌来对自动变速器型号进行识别。

例如，丰田 A341 自动变速器在铭牌栏中的字符为 03—41LE，宝马轿车自动变速器的铭牌上直接标有 ZF4HP—22 或 ZF5HP—18。

如图 1.5 所示为 4L30E 自动变速器的铭牌识别。如图 1.6 所示为通用 4T60E 自动变速器的铭牌识别。

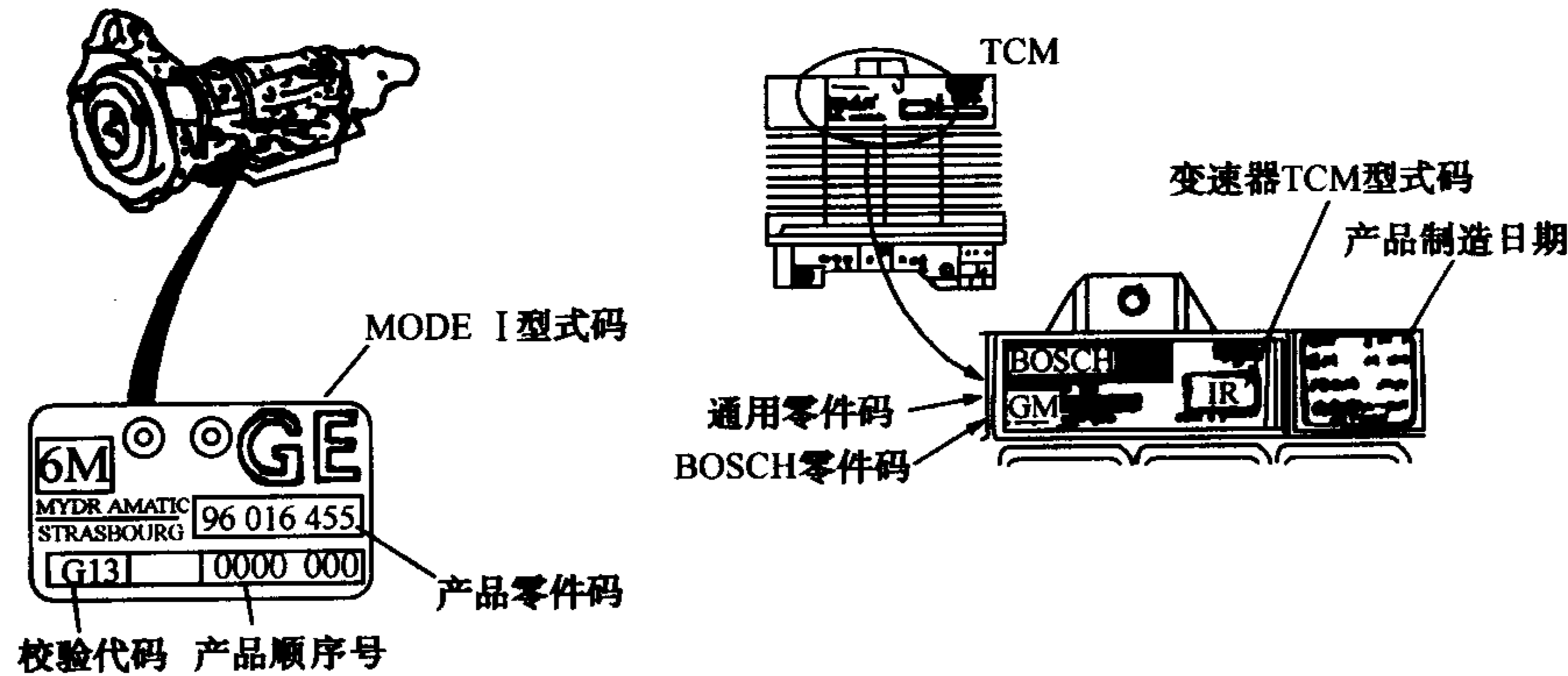


图 1.5 4L30E 自动变速器的铭牌识别

(2) 汽车铭牌识别法。一部分汽车在发动机舱内、驾驶室内、门柱等位置有汽车铭牌，这些铭牌上一般有生产厂商名称、汽车型号、车身型号、底盘型号、发动机型号、变速器型号、出厂编号等内容。通过汽车铭牌上的内容可对自动变速器的型号进行识别。如图 1.7 所示为丰田汽车铭牌识别，在变速器型号这一栏内标有自动变速器的型号。

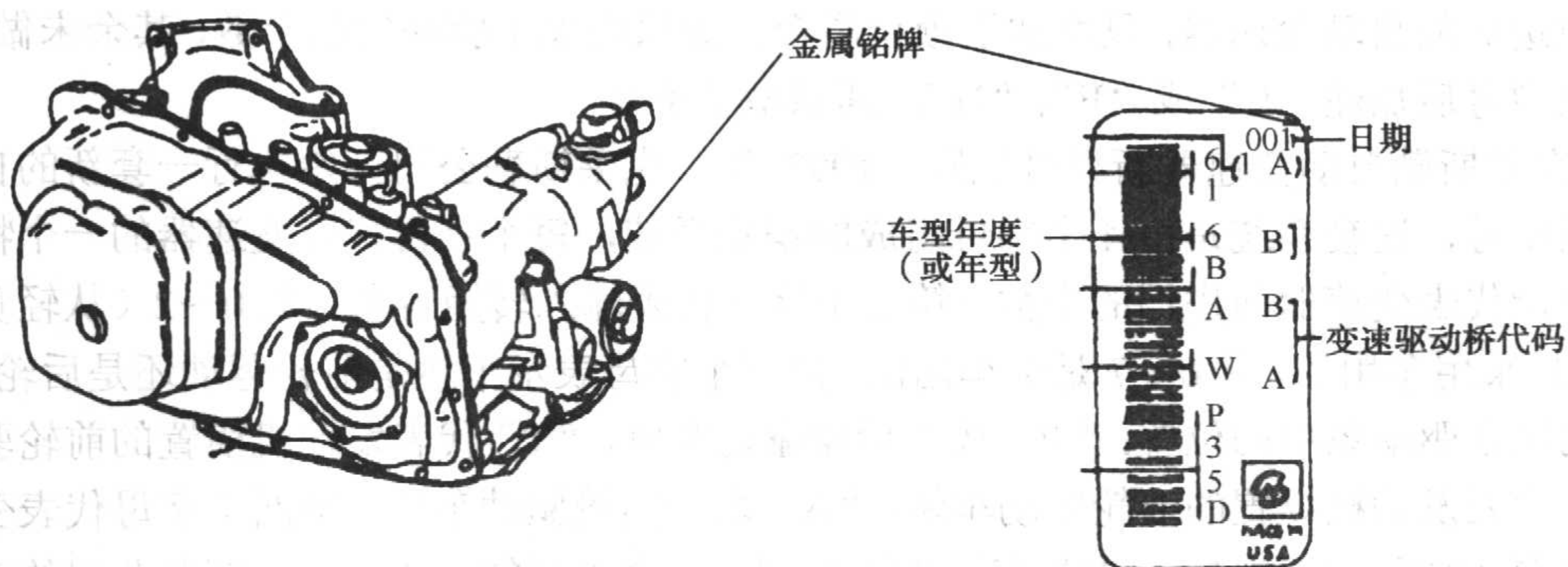


图 1.6 通用 4T60E 自动变速器铭牌识别

(3) 壳体标号识别法。一部分变速器的壳体和油底壳等部位，在生产时将其型号留在上面，可以很直观地识别出自动变速器的型号。例如，福特公司的 AXOD 自动变速器，在其端部的阀体油底壳上冲压有很大的“AXOD”字符。

(4) 奔驰自动变速器型号识别方法。奔驰汽车的自动变速器为其下属公司生产，其型号以数字代码的形式表示。其号码刻在变速器壳体侧部、油底壳接合面上面一点部位。在这个部位有一长串字符，其中“722***”的 6 位字符即为自动变速器的型号。

(5) 零部件特征识别法。自动变速器的型号就像人的名字，在交流中用来代表该装置。人们常用外号来代指某人，在汽车工程中也常用一些有特征的部件来代指某一装置。为了区分与识别一些自动变速器的型号，常用其具有特殊形状及特征的集滤器、油底壳、油底壳密封垫、电磁阀个数及导线端子数等进行。如图 1.8 所示为通过油底壳垫形状区分通用 4T60E 与 4T65E 自动变速器。

TOYOTA	MOTOR	CORPORATION	JAP
MODEL	UZJ100L—	GNMEKV	
ENGINE	2UZ—FE	4664	CC
FRAMENO	JTB11WJAOW8001992		
	COLOR	TRIM	GVM(KG)
	6Q7	LC10	
TRANS/AXLE	A442F	A04A	
PLANT/BUILT	A11		
30881	トヨタ自動車株式会社		

图 1.7 丰田汽车铭牌识别

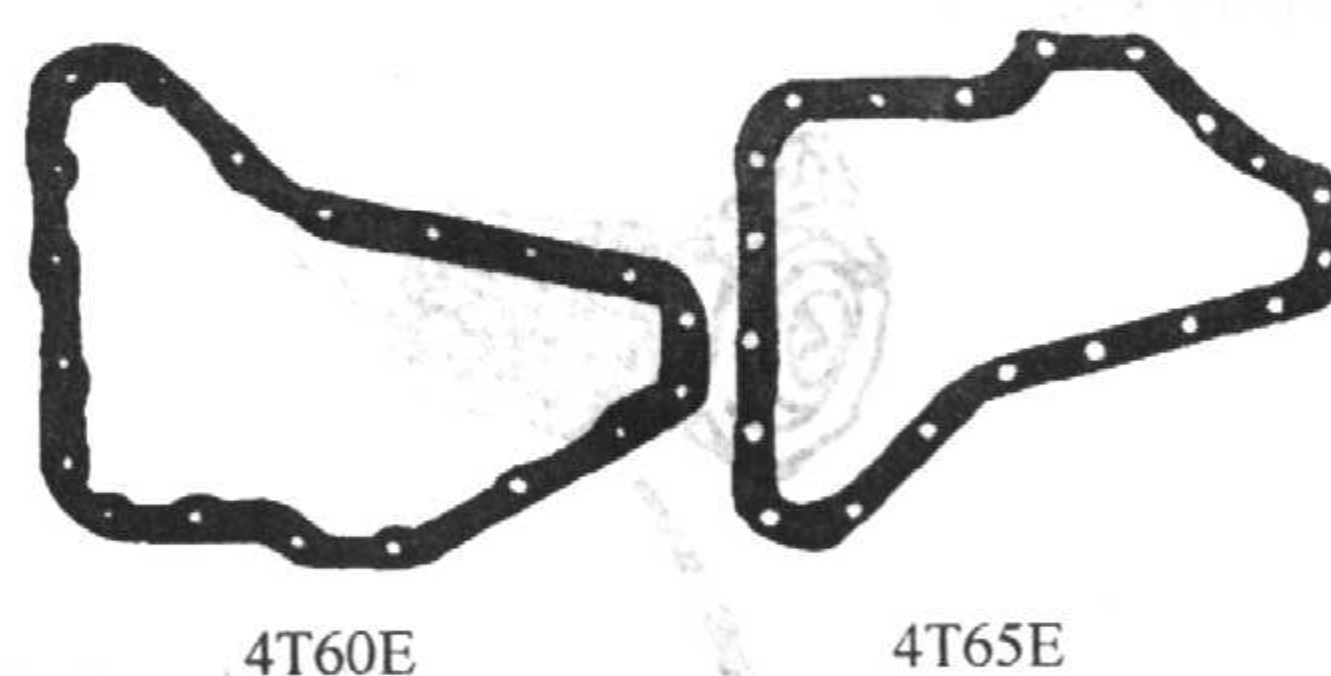


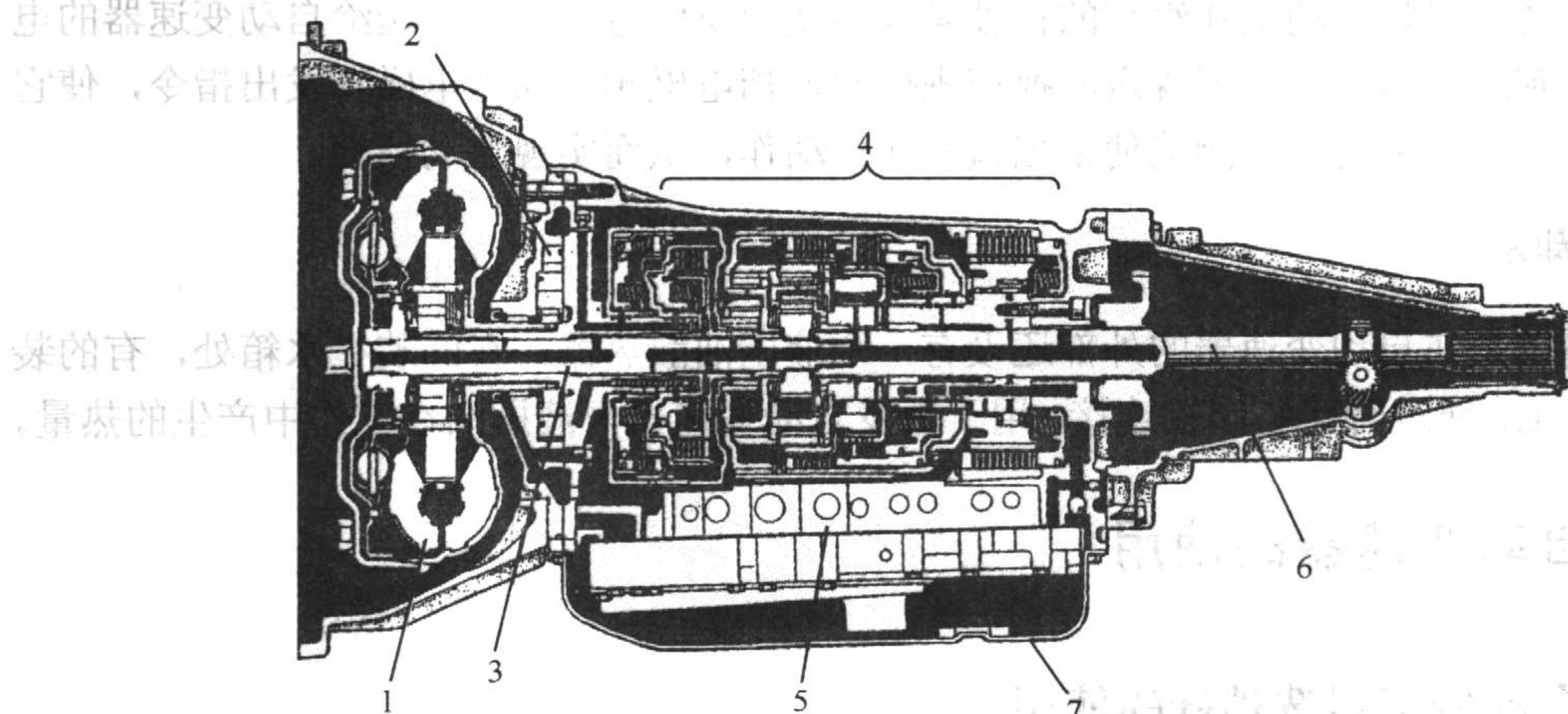
图 1.8 通用 4T60E 与 4T65E 自动变速器油底壳垫形状对比

(6) 变速器结构特征识别法。除了可以用上述的零部件特征对自动变速器进行识别区分外，还可以根据自动变速器的一些独特的结构特征来对自动变速器进行识别区分。比如油底壳在上方的日产千里马 RE4F04A 自动变速器；有一大一小两个油底壳的宝马或欧宝 4L30E 自动变速器；有加长壳体的奔驰 S320 轿车的 722.502 五速自动变速器；外部有电磁阀阀体的克莱斯勒 41TE (A604) 自动变速器；油底壳在前侧的马自达 626 轿车 GF4A—EL 自动变速器等。

(7) 车型型号对照表。如果通过以上方法均不能准确地判断出自动变速器的型号，则可通过车型与变速器型号对照表进行查找。

1.3 自动变速器的组成

自动变速器主要由液力变矩器、齿轮变速器、油泵、液压控制系统、电子控制系统、油冷却系统等几部分组成，如图 1.9 所示。



1—液力变矩器；2—油泵；3—输入轴；4—齿轮变速器；5—阀板总成；6—输出轴；7—油底壳

图 1.9 自动变速器的组成

1. 液力变矩器

液力变矩器位于自动变速器的最前端，它通过螺栓与发动机的飞轮相连，其作用与采用手动变速器的汽车中的离合器相似。它利用液力传动的原理，将发动机的动力传给自动变速器的输入轴，这是一个软连接。此外，它还可以起减速、增扭和耦合的作用。

2. 齿轮变速器

齿轮变速器是自动变速器的主要组成部分，它包括齿轮变速机构和换挡执行机构。齿轮变速机构可以使变速器实现不同的传动比，使其处于不同的挡位。大部分汽车的齿轮变速机构有 3~4 个前进挡和一个倒挡。这些挡位与液力变矩器配合，就可以获得由起步至最高车速的整个范围的自动变速。换挡执行机构制动或放松某个换挡执行元件，完成固定或放松行星齿轮系统的齿圈、行星架和太阳轮，从而实现各挡传动。

3. 油泵

油泵通常安装在液力变矩器之后，由飞轮通过液力变矩器壳直接驱动，为液力变矩器、液压控制系统、换挡执行元件的工作提供一定压力的液压油。

4. 液压控制系统

液压控制系统包括有许多控制阀组成的阀板总成和液压管路，阀板总成通常安装在齿轮变速器下方的油底壳内。驾驶员通过自动变速器的选挡杆改变阀板内手控阀的位置，液压控制系统接受节气门开度和车速信号，利用液压自动控制原理，按照一定的规律控制齿轮变速

器中换挡执行元件的工作，实现自动换挡。

5. 电子控制系统

随着自动变速器的发展，目前采用电-液式自动变速器的越来越多，它比液压式自动变速器更加先进。电-液式控制系统除了阀板及液压管路之外，还包括电脑、传感器、执行器及控制电路等。传感器将发动机和汽车的行驶参数转变为电信号，然后传送给自动变速器的电脑，电脑接收到这些信号后根据既定的换挡规律向换挡电磁阀和油压电磁阀发出指令，使它们动作。这样，阀板中的各种阀就使换挡执行元件动作，从而实现自动换挡。

6. 油冷却系统

油冷却系统是在自动变速器的外部还设有一个液压油散热器，有的装在水箱处，有的装在自动变速器上，通过管路与阀板连接，用于散发自动变速器内液压油在工作中产生的热量。

1.4 自动变速器的使用

1.4.1 自动变速器选挡杆的使用

自动变速器是由驾驶员通过驾驶室内的选挡杆来操作的。选挡杆布置在转向柱上或地板上。不论布置在哪儿，选挡杆都有 5~8 个挡位。如图 1.10 所示是一种有 6 个挡位的自动变速器选挡杆。目前大部分轿车自动变速器的选挡杆都是采用这种布置方式。自动变速器选挡杆挡位的含义与手动变速器有很大的不同。对于自动变速器而言，选挡杆的挡位与自动变速器本身所处的挡位是两个完全不同的概念。实际上，选挡杆只改变自动变速器的阀板总成中手控阀的位置，而自动变速器本身的挡位是由换挡执行元件的动作决定的，它除了取决于手控阀的位置外，还取决于汽车的车速、节气门开度等因素。要正确操作自动变速器，首先应当了解自动变速器选挡杆各个挡位的含义。

1. 停车挡 (P 位)

停车挡通常位于选挡杆的最前方。当选挡杆位于该位置时，自动变速器的停车锁止机构将变速器输出轴锁止，使驱动轮不能转动，防止汽车移动；同时，换挡执行机构使自动变速器处于空挡状态。当选挡杆离开停车挡位置时，停车锁止机构即被释放。

2. 空挡 (N 位)

空挡通常位于选挡杆的中间位置，在倒车挡和前进挡之间。当选挡杆位于空挡位置时，换挡执行机构和停车挡相同，也是使自动变速器处于空挡状态。此时发动机的动力虽经输入轴传入自动变速器，但只能使齿轮空转，输出轴无动力输出。

3. 前进挡 (D 位)

前进挡位于空挡之后。大部分轿车自动变速器在选挡杆位于前进挡位置时可以实现四个不同传动比的挡位，即 1 挡、2 挡、3 挡和超速挡。其中 1 挡传动比最大；2 挡次之；3 挡为直挡，传动比为 1；超速挡的传动比小于 1。汽车在行驶的过程中，如果选挡杆位于前进挡位

置, 则自动变速器的液压或电子控制系统能根据车速、节气门开度等因素的变化, 按照设定的换挡规律, 自动变换挡位。

4. 倒车挡 (R 位)

倒车挡位于停车挡和空挡之间。当换挡杆位于倒车挡位置时, 换挡执行机构使自动变速器实现倒挡。

5. 前进低挡 (S 位和 L 位)

前进低挡通常有两个位置, 如图 1.10 所示的 S 位和 L 位, 当换挡杆位于这两个位置时, 自动变速器的控制系统将限制前进挡的变化范围。当换挡杆位于 S 位时, 自动变速器只能在 1 挡、2 挡、3 挡之间自动变换挡位。当换挡杆位于 L 位时, 自动变速器只能固定在 1 挡。有的车型将 S 位标为 2 位, L 位标为 1 位, 其含义是相同的。

1.4.2 自动变速器控制开关的使用

新型自动变速器除了可用换挡杆进行换挡控制外, 还可以通过换挡杆或汽车仪表板上的一些控制开关进行一些其他的控制。不同车型自动变速器的控制开关往往有不同的名称, 其作用也不完全相同。常见的控制开关有以下 3 种。

1. 超速挡开关 (O/D 开关)

此开关用来控制自动变速器的超速挡。当这个开关打开后, 超速控制电路接通, 使阀板中的超速电磁阀工作。此时若换挡杆位于 D 位, 自动变速器随着车速的提高而升挡时, 最高可升入 4 挡 (即超速挡)。该开关关闭后, 超速挡控制电路被断开, 仪表板上的 “O/D OFF” 指示灯随之亮起, 自动变速器随着车速的提高而升挡时, 最高只能升入 3 挡, 不能升入超速挡。

2. 模式开关

大部分电子控制自动变速器都有一个模式开关, 用来选择自动变速器的控制模式, 以满足不同的使用要求。所谓控制模式, 主要是指自动变速器的换挡规律。常见的自动变速器的控制模式有以下 3 种:

(1) 经济模式 (ECONOMY)。经济控制模式是以汽车获得最佳的燃油经济性为目标来设计换挡规律的。当自动变速器在经济模式状态下工作时, 其换挡规律应能使发动机在汽车行驶过程中经常处在经济转速范围内运转, 从而提高燃油经济性。

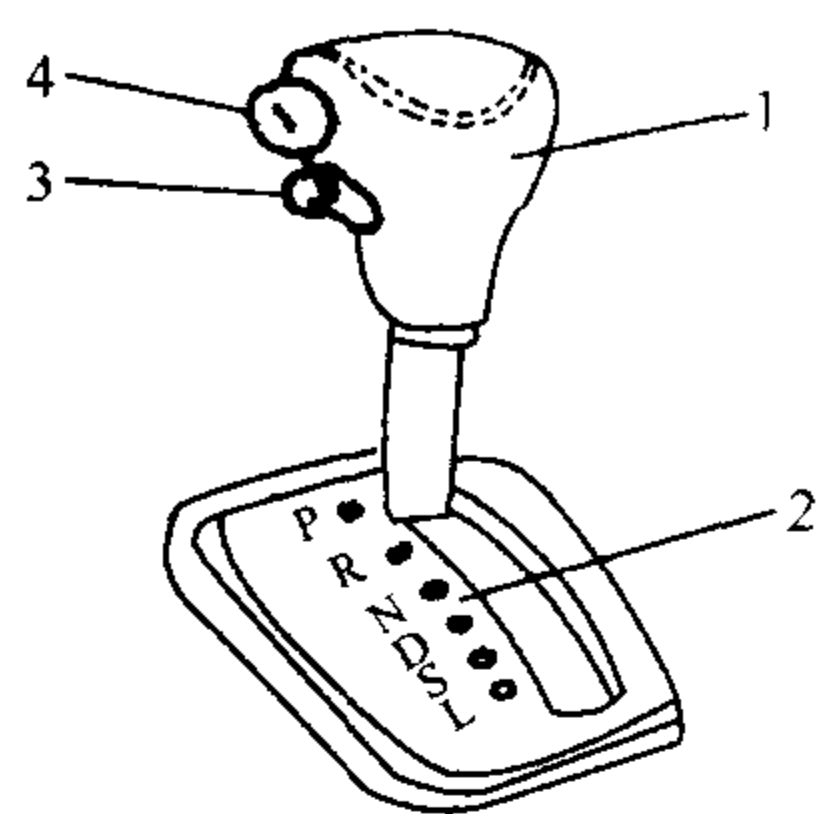
(2) 动力模式 (POWER)。动力控制模式是以汽车获得最大的动力性为目标来设计换挡规律的。当自动变速器在动力模式下工作时, 其换挡规律应能使发动机在汽车行驶过程中经常处在大功率范围内运转, 从而使汽车获得较好的动力性能和爬坡能力。

(3) 标准模式 (NORMAL)。标准模式的换挡规律介于经济模式和动力模式之间。它兼顾了动力性和经济性, 既保证汽车具有一定的动力性, 又有较佳的燃油经济性。

3. 保持开关

有些电子控制自动变速器设有保持开关 (如日本 JATCO 公司生产的 R4A—EL 自动变速

器)。这种开关通常位于选挡杆上,如图 1.10 所示。按下这个开关后,自动变速器便不能自动换挡,其挡位完全取决于选挡杆的位置:当选挡杆位于 D 位、S 位、L 位时,自动变速器分别保持在 3 挡、2 挡、1 挡。汽车在雪地上行驶时,可按下保持开关,用选挡杆选择挡位,以防止驱动打滑。



1—选挡杆; 2—挡位; 3—超速挡开关或保持开关; 4—锁止按钮

图 1.10 自动变速器的选挡杆

1.4.3 不同工况下自动变速器的使用

由于自动变速器在结构和工作原理上与手动变速器有很大的不同,因此在使用操作上,自动变速器与手动变速器有很多不同之处。

1. 起动

下面介绍正常起动和汽车途中熄火后起动两种情况。

(1) 正常起动。起动发动机时,应拉紧驻车制动或踩住制动踏板,将自动变速器的选挡杆置于 P 位或 N 位,此时将点火开关转至起动位置,才能使起动电机转动。在选挡杆位于 P 位和 N 位以外的其他任何位置上时,都不能起动。

(2) 汽车途中熄火后起动。当装有自动变速器的汽车在行驶途中突然熄火,而选挡杆位于行驶挡位置时,若转动点火开关起动,起动电机将不会转动,必须将选挡手柄移至 P 位和 N 位才可起动。

2. 起步

起步时应先踩下制动踏板,挂挡后,松开驻车制动,然后平稳地抬起制动踏板,待汽车缓慢起步后再缓慢踩下加速踏板。起步时应做到以下 4 点:

- (1) 在发动机发动后、起步前,不要踩加速踏板。
- (2) 在挂挡时,不要松开制动踏板。
- (3) 起步后,加速踏板不要踩得过猛,应缓慢地踩下。
- (4) 在冬季,发动机起动后不要立即起步,等发动机的转速降下来后再起步。

3. 一般道路行驶

在一般道路行驶时应该注意以下 3 个问题:

(1) 装有自动变速器的汽车在一般道路上向前行驶时,应将选挡杆置于 D 位,并打开超速挡开关。这样自动变速器就可以根据车速、行驶阻力、节气门开度等因素,选择合适的挡位。超速驱动时必须是在平路上,小负荷,且具备一定的车速。

(2) 为了节省燃油,可将模式开关设置为经济模式或标准模式。加速时应平稳缓慢地加大油门,尽量让节气门开度保持在小于 $1/2$ 开度的范围内;也可以采用“提前升挡”的操作方法,即汽车起步后,先以较大的油门将汽车加速到 $20\text{km/h} \sim 30\text{km/h}$,然后将加速踏板很快地松开,持续 $2\text{s} \sim 3\text{s}$,自动变速器立即从 1 挡升至 2 挡,当感觉到升挡后将加速踏板踩下,继续加速。从 2 挡升至 3 挡也采用这种方法。这种操作方法能让自动变速器较早地升入高 1 挡,从而提高了发动机的负荷率,降低了发动机的转速,在一定程度上节省了燃油,同时还能降低发动机的磨损程度,减小噪声。

(3) 为了提高汽车的动力性, 可将模式开关设置为动力模式。在急加速时, 还可以采用“强制降挡”的操作方法, 即将加速踏板迅速踩到全开位置, 此时自动变速器会自动降一个挡位, 获得猛烈的加速效果。当加速的要求得到满足之后, 应立即松开加速踏板, 防止发动机超速, 造成损坏。“强制降挡”旨在高速超车, 在这种工况下, 自动变速器中的摩擦片磨损、发热严重, 很容易造成碎裂和黏结, 若非特殊需要, 不宜经常使用。

4. 倒车

倒车的时候注意以下 3 点:

- (1) 在汽车完全停稳后, 将选挡杆移至 R 位。
- (2) 在平路上倒车时, 可完全放松加速踏板, 以怠速缓慢倒车。
- (3) 若倒车中要越过台阶或凸起物时, 应缓慢加速, 越过之后要及时制动。

5. 坡道行驶

坡道行驶时应注意以下两个问题:

- (1) 在一般坡道上行驶时, 可按一般道路行驶的方法, 将选挡杆置于 D 位, 用加速踏板或制动踏板来控制上、下坡车速。
- (2) 如果汽车以超速挡在上坡道行驶, 因坡道阻力大于驱动力, 导致车速下降, 到一定车速时, 自动变速器从超速挡降到 3 挡, 到 3 挡后, 又因驱动力大于坡道阻力, 汽车又加速, 直到车速又升至超速挡。这样, 若坡道较长, 将重复上述过程, 即形成“循环跳挡”, 加剧了自动变速器中摩擦片的磨损。在这种情况下, 可将超速挡开关关闭, 限制超速挡的使用, 汽车就能在 3 挡稳定地加速上坡。若坡道较陡, 汽车在 3 挡和 2 挡之间“循环跳挡”, 只要将选挡杆置于 2 挡位置, 即可使自动变速器在 2 挡稳定地行驶。

6. 发动机制动

在汽车下坡时, 若完全松开加速踏板后车速仍然太高, 可将选挡杆置于 S 位或 L 位, 并把加速踏板松到最小 (禁止熄火), 此时驱动轮经传动轴、变速器、变矩器反拖发动机运转, 这样可利用发动机的运转阻力让汽车减速, 这种情况称为发动机制动。由于单向离合器的作用, 自动变速器中有的挡位有发动机制动, 有的无发动机制动。要注意不能在车速较高时将选挡杆从 D 位拨至 S 位或 L 位, 这样会使自动变速器中的摩擦片因急剧摩擦而受到损坏。当车速较高时, 应先用制动器将汽车减速至较低车速, 再将选挡杆从 D 位换至 S 位或 L 位。

一般空车下 8%~10% 坡度时, 可以用 S 挡; 重车下 8%~10% 坡度时, 必须用 L 挡, 中间不准换挡。

7. 雪地或泥泞路面行驶

在雪地或泥泞路面行驶时, 若选挡杆置于 D 位, 当驱动轮打滑时, 如果驾驶员立刻松开加速踏板, 由于打滑的驱动轮转速较快, 自动变速器会出现前面所述的提前升挡的现象, 进一步加剧驱动轮的打滑。此时可将选挡杆置于 S 位或 L 位, 限制自动变速器的最高挡位, 即可利用节气门开度来控制车轮的转速, 防止驱动轮打滑。设有保持开关的自动变速器也可打开保持开关, 然后就可以采用与手动变速器一样的方法, 用选挡杆来选择适当的挡位行驶。