



# 汽车为什么会自动换档

## 图解自动变速器构造与原理

刘汉涛 编著



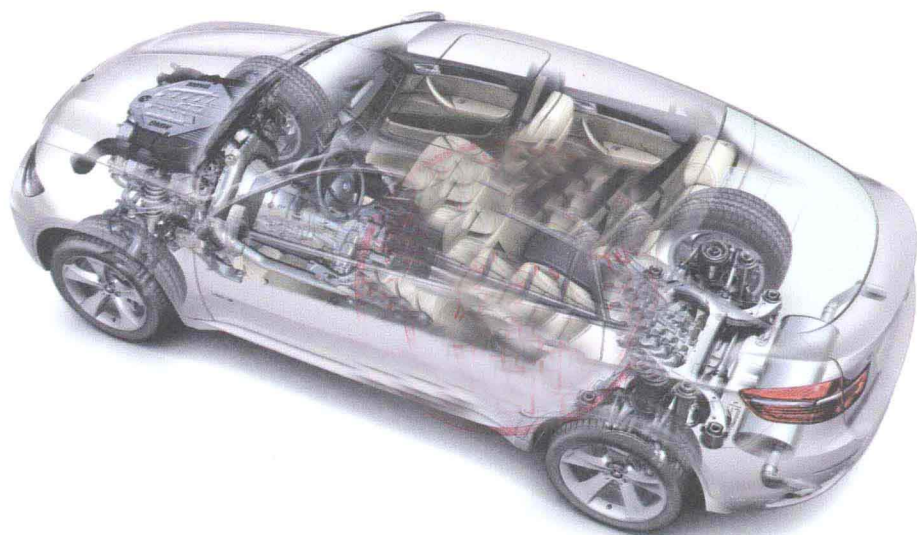
机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 汽车为什么会自动换档

图解自动变速器构造与原理

刘汉涛 编著



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

本书是面向广大汽车爱好者、车主、驾驶人、汽车类专业学生、汽车技术人员及汽车维修人员的图册，书中以 150 个问题为主线并配合大量精美的实物图、剖视图、结构图、透视图以及原理示意图和简单的文字介绍，目的是让您看完此书后能对自动变速器构造与原理有基本的概念和认识，从而解开您心中存在已久的谜团——汽车为什么会自动换挡？

# 汽车为什么会自动换挡

## 图书在版编目 (CIP) 数据

汽车为什么会自动换挡：图解自动变速器构造与原理 / 刘汉涛编著.  
—北京：机械工业出版社，2013.5  
ISBN 978-7-111-42351-5

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车—自动变速装置—  
构造—图解②汽车—自动变速装置—理论—图解 IV.  
①U463.212-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第089740号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)  
责任编辑：李军 孙鹏 责任印制：乔宇  
保定市中华美凯印刷有限公司印刷  
2013年7月第1版第1次印刷  
184mm×260mm·9.75印张·308千字  
0001-4000册  
标准书号：ISBN 978-7-111-42351-5  
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

社服务中心：(010) 88361066  
销售一部：(010) 68326294  
销售二部：(010) 88379649  
读者购书热线：(010) 88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>  
机工官网：<http://www.cmpbook.com>  
机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

# 前言

## 回答您一个问题

汽车为什么会自动换档？这可能是大多数车主、汽车爱好者以及驾驶人的疑惑。然而，对于大多数车主、汽车爱好者以及驾驶人来说，不可能也没有必要像工程技术人员那样精通自动变速器技术。编写此书，就是想用图片与文字相结合的方式为您解答您心中存在已久的这个问题。

汽车知识的普及是社会发展的需要，也是人们生活的需要。然而，随着对自动变速器知识的了解，我们会发现对现在的自动变速器反而是越来越看不懂了，AT、AMT、DCT、CVT、DSG、KRG，这些新的技术名词让人眼花缭乱。

近年来，自动变速器装车率越来越高，它使我们的驾驶趋于简单化。由于自动变速器省去了操纵手动变速器的一系列复杂换档动作，减轻了驾驶人的疲劳程度，特别受到女士驾驶人的青睐。在驾驶自动变速器的车辆时，驾驶人只需集中精力操纵方向盘、加速踏板和制动踏板即可。

随着汽车技术的进步，汽车爱好者也需要学习和更新知识，对自动变速器应有更深层次的认识和了解。对于驾驶自动变速器的车主和驾驶人来说，也必须掌握一定的自动变速器知识，了解自动变速器的基本构造，了解自动变速器是如何自动升档、降档的，为了节省燃油，液力变矩器内的锁止离合器是如何工作的，了解发动机熄火后自动变速器车辆为什么不能采用推拉的方法起动发动机。只有这样，您才能了解在汽车行驶过程中所遇到的各种疑惑，并不断提高自己的驾驶技巧，让爱车延年益寿。

刘汉涛

# 目 录

## 前 言

### 第一章 初识自动变速器..... 1

1. 为什么安装变速器? .....	1
2. 变速器如何分类? .....	2
3. 什么是自动变速器? .....	4
4. 自动变速器因何而生? .....	4
5. 自动变速器如何分类? .....	5
6. 自动变速器有多少个零部件? .....	6
7. 自动变速器的构造有哪些? .....	8
8. 自动变速器有何优点? .....	9
9. 自动变速器车辆省油? .....	9
10. 自动变速器没有档? .....	10
11. 变速杆位置与档有何区别? .....	12
12. 自动变速器最多可以实现几个档? .....	13
13. 为何设计有多个前进档位置? .....	14
14. 何为驻车档? .....	15
15. 自动档车有离合器吗? .....	16
16. 变速杆大同小异? .....	16
17. 直通式更好? .....	17
18. 为什么取消前进低档位置? .....	18
19. 手自一体是怎么回事? .....	19
20. 在 N 位能起动? .....	20
21. 如何正确驾驶自动档车? .....	21
22. 自动变速器使用注意事项? .....	21
23. AT、AMT、DCT、DSG、CVT、KRG 是什么? .....	22
24. 前置前驱自动变速器的特点是什么? .....	24
25. 前置后驱自动变速器的特点是什么? .....	25
26. 后置后驱自动变速器的特点是什么? .....	26
27. 四轮驱动自动变速器的特点是什么? .....	27

### 第二章 液力变矩器..... 28

28. 液力变矩器是何物? .....	28
29. 液力变矩器构造有哪些? .....	29
30. 液力变矩器有何作用? .....	30
31. 液力变矩器中有两台“电风扇”? .....	31
32. 液力变矩器内的油液如何流动? .....	31
33. 液力变矩器可以放大发动机转矩? .....	32
34. 机械传动的益处? .....	33

### 第三章 油泵..... 35

35. 自动变速器的心脏? .....	35
36. 油泵有什么作用? .....	36

37. 油泵的类型? .....	37
38. 什么是内啮合齿轮泵? .....	38
39. 什么是转子泵? .....	39
40. 什么是叶片泵? .....	40
41. 变量叶片泵有何优势? .....	41
42. 自动变速器车最忌讳什么? .....	42
43. 自动变速器如何进行拖车? .....	42
44. 自动变速器车能推着? .....	42

### 第四章 齿轮变速机构..... 43

45. 齿轮变速机构有何作用? .....	43
46. 齿轮变速机构有几种形式? .....	44
47. 行星齿轮式变速机构有何部件? .....	45
48. 行星齿轮是小角色? .....	46
49. 什么是辛普森式行星齿轮机构? .....	47
50. 拉维奈尔赫式行星齿轮机构什么样? .....	48
51. 普通齿轮式变速器是什么形式? .....	50
52. 离合器有什么作用? .....	51
53. 离合器如何工作? .....	52
54. 单向球阀有什么作用? .....	53
55. 离心平衡式离合器有何优势? .....	54
56. 制动器有什么作用? .....	55
57. 为什么称为带式制动器? .....	56
58. 带式制动器的结构? .....	56
59. 带式制动器如何工作? .....	57
60. 单向离合器的结构形式? .....	58
61. 差速器因何而生? .....	60
62. 差速器如何差速? .....	61
63. 自动变速器的档如何形成? .....	63
64. 动力如何传递? .....	64
65. 何为发动机制动? .....	65
66. D1 档与 L1 档有何区别? .....	66
67. 自动变速器如何超车? .....	67
68. 为何自动变速器不能应用在重型车上? .....	68
69. 凯越 4HP-16 自动变速器的结构特点? .....	69
70. 4HP-16 变速器 1 档如何工作? .....	70
71. 4HP-16 变速器 2 档如何工作? .....	70
72. 4HP-16 变速器 3 档如何工作? .....	71
73. 4HP-16 变速器 4 档如何工作? .....	71
74. 4HP-16 变速器倒档如何工作? .....	72
75. 奥迪 A6 都配备哪些自动变速器? .....	72

76.01V 变速器 D1、41 档动力如何传递? .....	73
77.01V 变速器 2 档动力如何传递? .....	73
78.01V 变速器 3 档动力如何传递? .....	74
79.01V 变速器 4 档动力如何传递? .....	74
80.01V 变速器 5 档动力如何传递? .....	75
81.01V 变速器倒档动力如何传递? .....	75
82. 迈腾 09G 自动变速器的特点? .....	76
83.09G 自动变速器 1 档动力如何传递? .....	77
84.09G 自动变速器 2 档动力如何传递? .....	77
85.09G 自动变速器 3 档动力如何传递? .....	78
86.09G 自动变速器 4 档动力如何传递? .....	78
87.09G 自动变速器 5 档动力如何传递? .....	79
88.09G 自动变速器 6 档动力如何传递? .....	79
89.09G 自动变速器倒档动力如何传递? .....	80

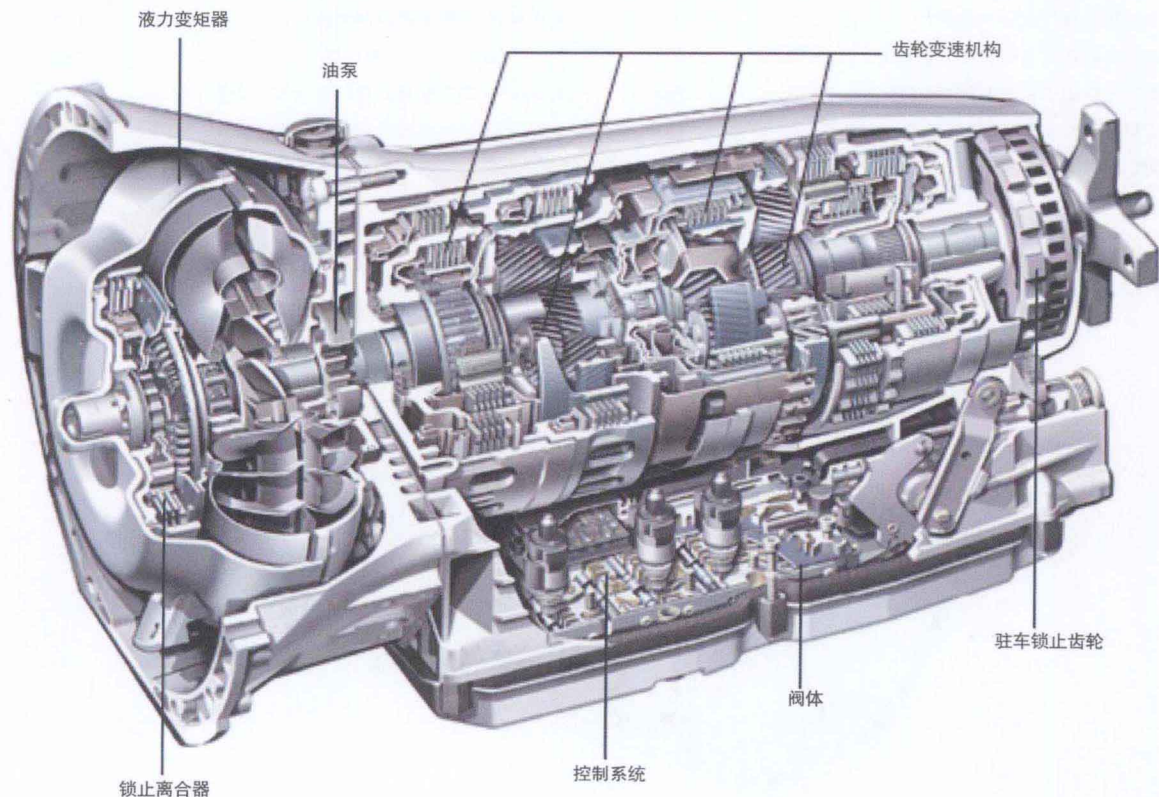
## 第五章 控制系统.....81

90. 控制电脑有什么作用? .....	81
91. 控制电脑如何识别当前所处的档位? .....	82

92. 控制系统都有哪些传感器? .....	83
93. 为何要有节气门位置传感器? .....	84
94. 车速传感器为主控信号? .....	84
95. 变速器油温传感器有何作用? .....	85
96. 电磁阀有何作用? .....	86

## 第六章 阀体..... 87

97. 阀体起什么作用? .....	88
98. 阀体的结构是怎么样的? .....	88
99. 主调压阀有什么作用? .....	89
100. 为什么要有次调压阀? .....	89
101. 节气门阀如何动作? .....	90
102. 速控阀起什么作用? .....	90
103. 手控阀提供档位? .....	91
104. 断流阀如何协调工作? .....	92
105. 换档阀是什么? .....	92
106. 单向球阀的好处是什么? .....	93
107. 为什么需要蓄压器? .....	94



# 目 录

## 第七章 油和冷却器 ..... 95

- 108. 自动变速器有“血液”？ ..... 95
- 109. 血液也有 A 型、O 型？ ..... 96
- 110. 为什么 ATF 不能混加？ ..... 96
- 111. ATF 脏了会出现什么后果？ ..... 97
- 112. 如何更换 ATF ？ ..... 97
- 113. 滤清器有何作用？ ..... 97
- 114. 自动变速器为何要冷却？ ..... 98

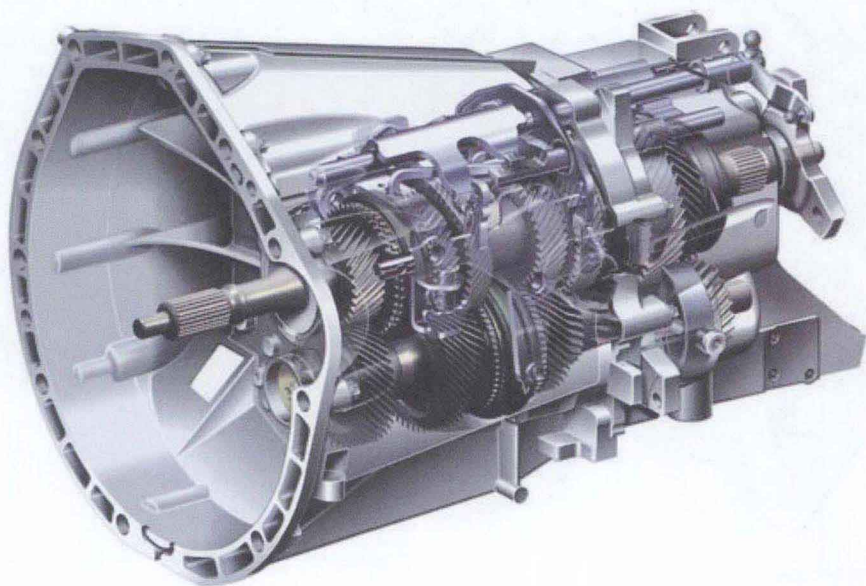
## 第八章 检测与试验 ..... 100

- 115. 如何进行“血液”检查？ ..... 100
- 116. 为什么称失速试验？ ..... 101
- 117. 什么是油压试验？ ..... 102
- 118. 时滞试验有什么用？ ..... 103
- 119. 手动换挡试验如何进行？ ..... 104

## 第九章 典型自动变速器 ..... 105

- 120. 何为 CVT 无级变速器？ ..... 105
- 121. 无级变速器如何实现无级？ ..... 106
- 122. 双质量飞轮有何优势？ ..... 107
- 123. 为何采用不同长度的链节？ ..... 108
- 124. 可移动链轮为何位于两侧？ ..... 109
- 125. Multitronic 变速器 D 位的动力传递？ ..... 111
- 126. 何为双离合变速器？ ..... 113

- 127. 双离合变速器的技术优势？ ..... 117
- 128. 双离合变速器如何分类？ ..... 118
- 129. 湿式双离合器的构造如何？ ..... 120
- 130. 三件式同步器的优越性？ ..... 122
- 131. 换挡执行机构有什么作用？ ..... 124
- 132. DSG 6 速湿式双离合变速器如何工作？ ..... 125
- 133. DSG 双离合变速器 1 档工作过程？ ..... 127
- 134. DSG 双离合变速器 2 档工作过程？ ..... 128
- 135. DSG 双离合变速器 3 档工作过程？ ..... 128
- 136. DSG 双离合变速器 4 档工作过程？ ..... 129
- 137. DSG 双离合变速器 5 档工作过程？ ..... 129
- 138. DSG 双离合变速器 6 档工作过程？ ..... 130
- 139. DSG 双离合变速器倒档工作过程？ ..... 130
- 140. DSG 7 速干式双离合变速器的构造如何？ ..... 131
- 141. 干式双离合器的构造如何？ ..... 132
- 142. 干式离合器如何动作？ ..... 134
- 143. DSG 7 速干式双离合变速器如何工作？ ..... 136
- 144. DSG 7 速湿式双离合变速器如何工作？ ..... 139
- 145. 什么是 AMT 式变速器？ ..... 140
- 146. AMT 式变速器如何换挡？ ..... 144
- 147. 什么是 KRG 式变速器？ ..... 145
- 148. KRG 式变速器如何可靠传递动力？ ..... 147
- 149. KRG 式变速器是如何动作的？ ..... 148
- 150. KRG 式变速器是如何润滑的？ ..... 150



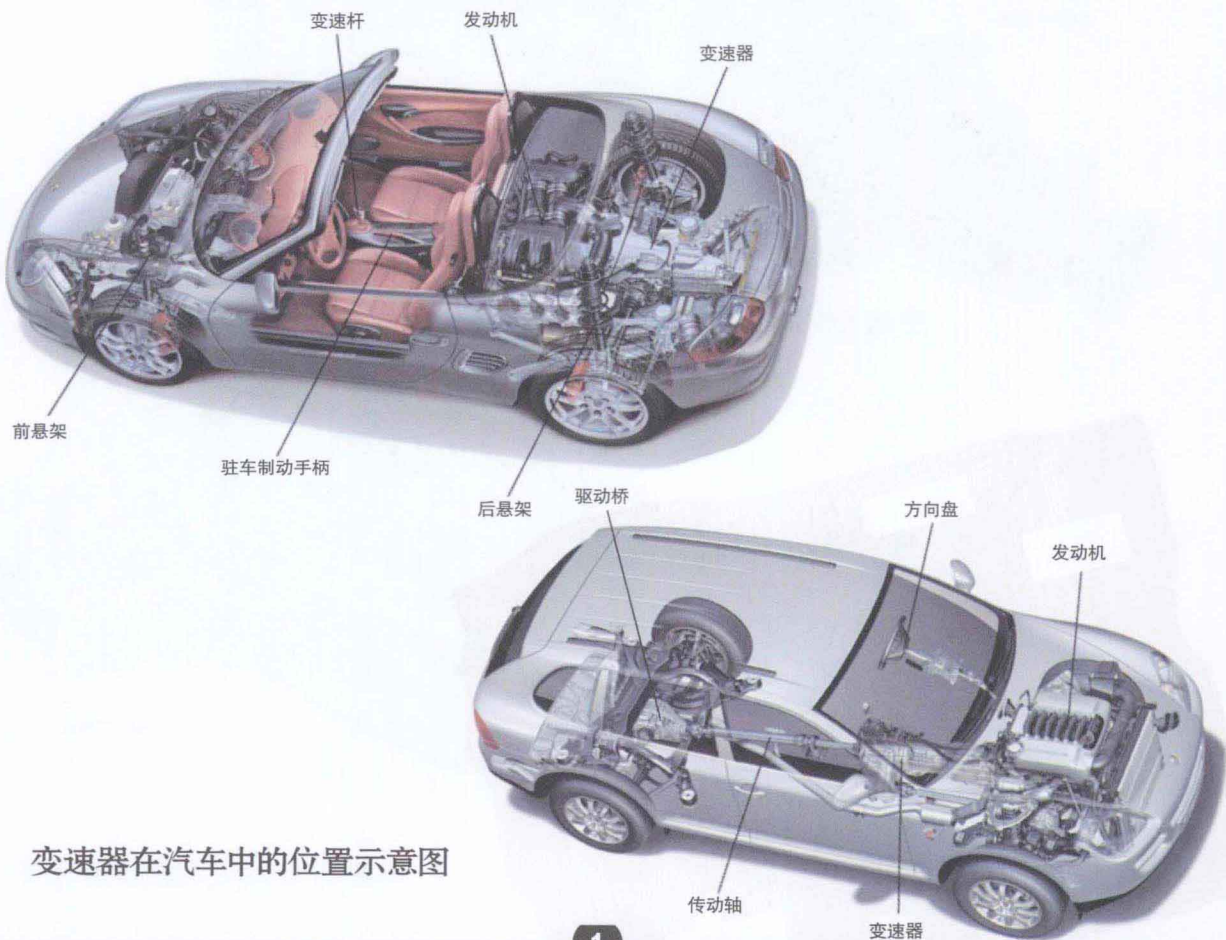
# 第一章 初识自动变速器

自动变速器作为汽车上一个看得见、摸得着的重要总成，它也像人一样，也是有“生命”的，有心脏、有神经、有腿、有血液。只有敢于接近，才能对它真正了解。

## 1. 为什么安装变速器？

汽车是速度的象征，而变速器是改变速度的装置。它与发动机配合工作，保证汽车具有良好的经济性和动力性。现代汽车使用的动力装置大多数仍然是往复式活塞式发动机，而发动机一旦制造出来后，其排量大小是不变的。因此，发动机的输出转矩和转速的变化范围比较小，不能满足现代汽车在多种行驶条件下的要求，为此，在汽车传动系统中就安装了能够在大范围内改变发动机转矩和转速的变速器。

- 1) 变速器的前进档可以增大发动机传到驱动车轮上的转矩和调整转速的变化范围，以使汽车适应在各种情况下的行驶要求。
- 2) 变速器的倒档能够在保持发动机原转动方向不变的情况下，使汽车实现倒车功能。
- 3) 变速器的空档能够暂时地切断发动机与变速器之间的动力传递，使发动机处于空转的怠速状态。



变速器在汽车中的位置示意图

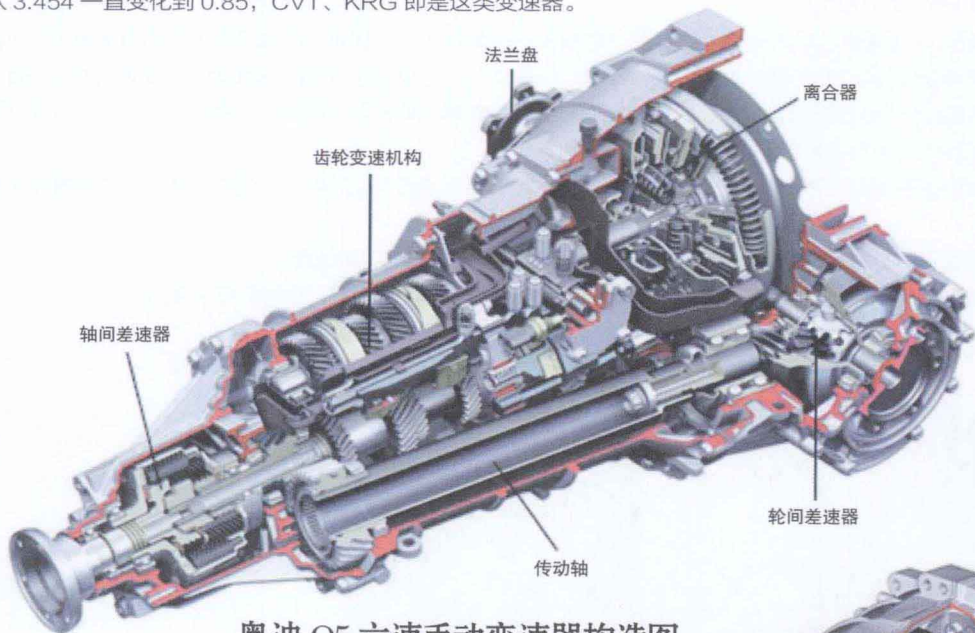


## 2. 变速器如何分类？

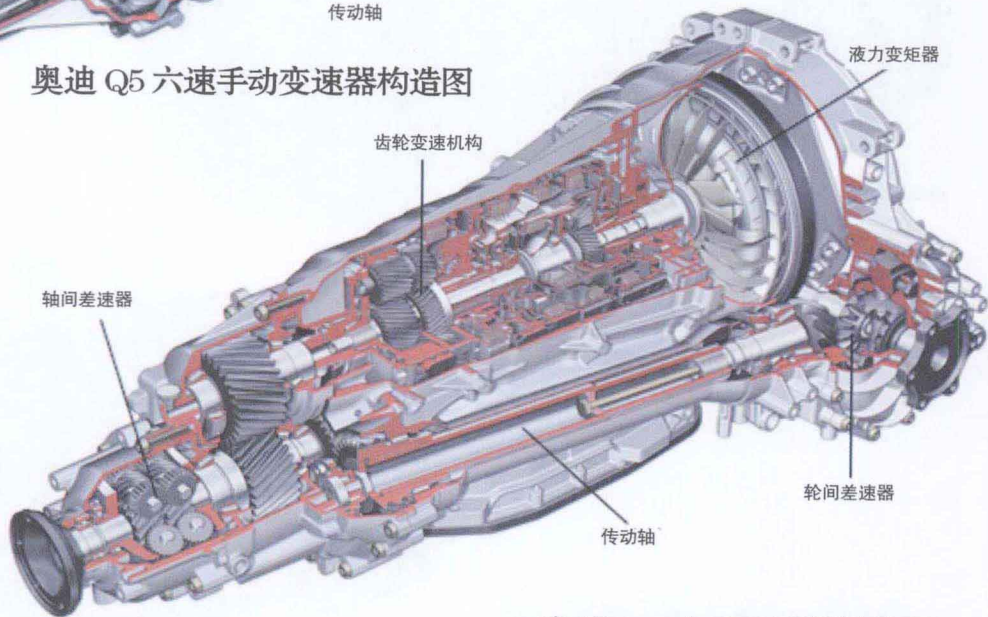
变速器的分类方式多种多样，但总的分类方式有两种。

1) 按照变速器的操纵方式分为：手动变速器和自动变速器。对于手动变速器大家都很熟悉，它最大的特点是在每次换挡时，驾驶人必须操作离合器踏板，同时右手推拉变速杆，来满足驾驶人的驾驶需求，MT 即为手动变速器；而自动变速器没有离合器踏板，驾驶人只需将变速杆置于所需的档位，操纵方向盘，通过加速踏板来控制车速，AT、AMT、DCT、DSG、CVT、KRG 都属于自动变速器。

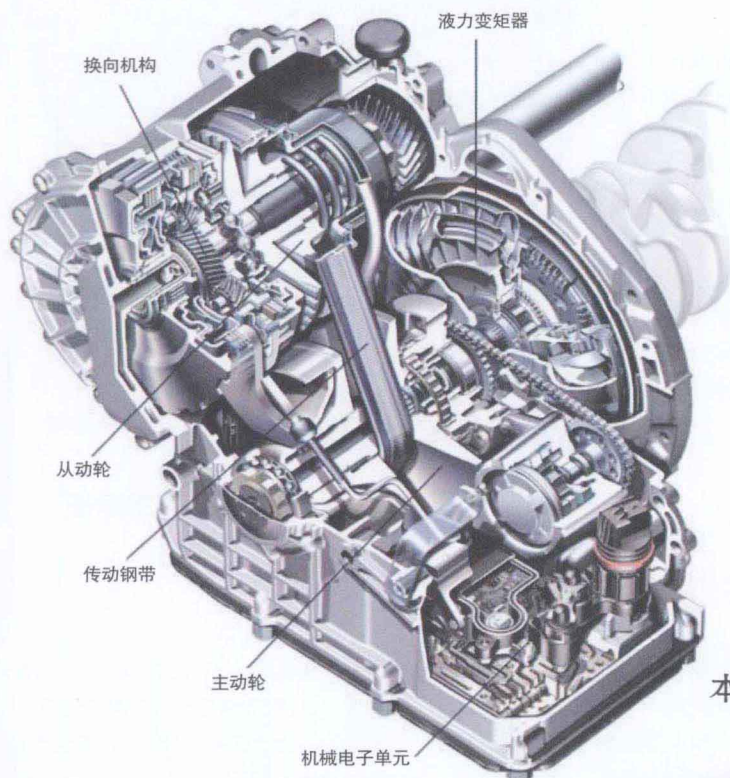
2) 按照变速器的变速方式分为：有级变速器和无级变速器。通常，具有有限几个固定传动比（各档的传动比是个定值，也就是所谓的“级”）的变速器，称为有级变速器，MT、AT、AMT、DCT、DSG 均属于有级变速器，比如，一档传动比是 3.454，三档是 1.370，再到五档的 0.85，总共只有 5 个值（即有 5 级），所以说它们是有级变速器；而能使其传动比在一定范围内连续变化的变速器，称为无级变速器，它的传动比不是间断的点，而是一系列连续的值，譬如可以从 3.454 一直变化到 0.85，CVT、KRG 即是这类变速器。



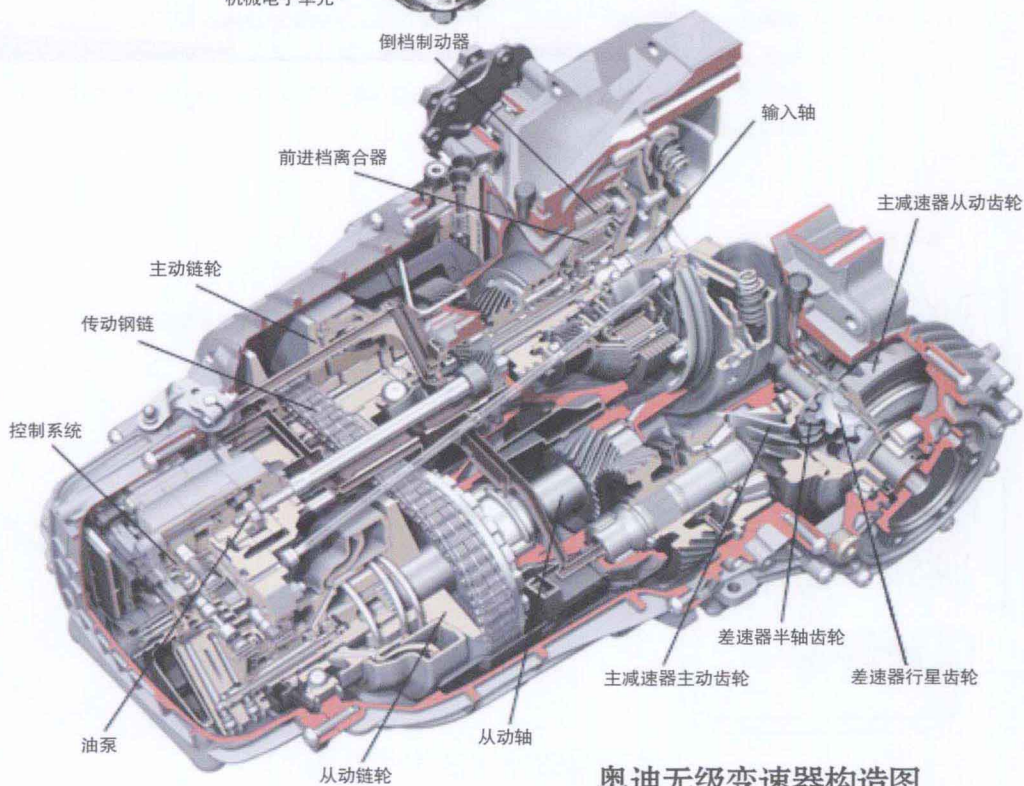
奥迪 Q5 六速手动变速器构造图



奥迪 09E 自动变速器构造图



本田无级变速器构造图



奥迪无级变速器构造图

### 3. 什么是自动变速器?

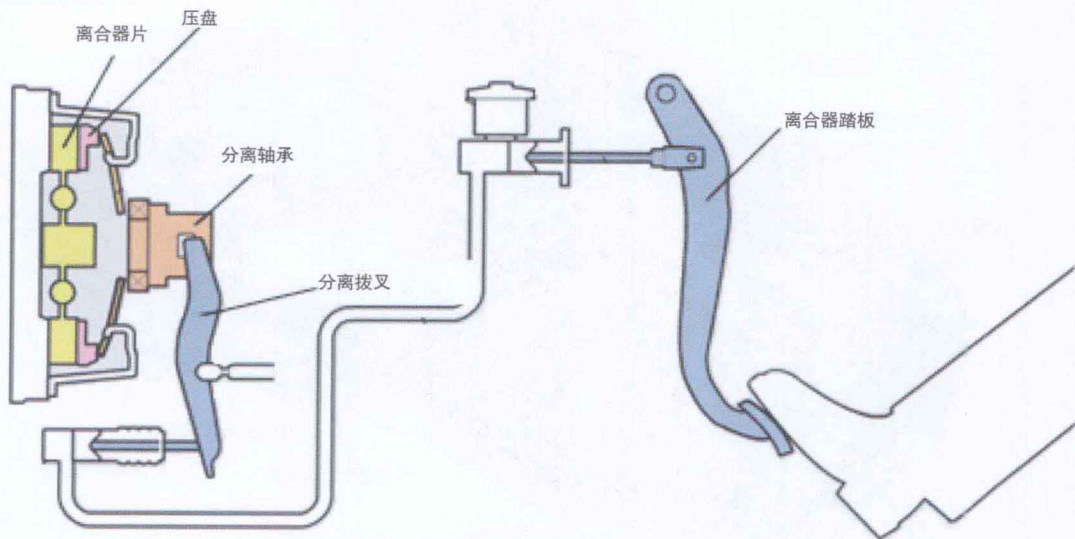
顾名思义,所谓自动变速器就是能自动改变行驶速度的变速器。它没有离合器踏板,在汽车行驶前或行驶时,驾驶人根据行驶条件来选择合适的档位,即驾驶室内变速杆旁的前进档D位、2位、L位或倒档R位。例如,驾驶人将变速杆置于D位,则变速器电脑会根据节气门位置传感器和车速传感器两个主控信号以及其他参考信号来控制变速器自动在D1、D2、D3、D4档之间切换,即通常所说的自动换档。这样,可以大大减轻驾驶人的疲劳强度,提高汽车行驶的安全性。它和手动变速器的相同点就是二者都是有级变速器,只不过它能自动换档,可以消除手动档车“顿挫”的换档感觉。



部分配备自动变速器车辆的尾部标识

### 4. 自动变速器因何而生?

如果您驾驶过手动变速器的车辆,它给您的一个最大的感觉是什么?累!对,由于手动变速器在每次换档时驾驶人都要经历松加速踏板→踩离合器踏板→移动变速杆→松离合器踏板→踩加速踏板等一系列的换档动作,这样就大大增加了驾驶人的疲劳强度,尤其是在交通复杂的路况时,对驾驶人的体力和精力都是一种严峻的考验。在汽车发展的历史中,伴随着轿车大量进入家庭的是大量非职业驾驶人的出现。针对上述情况,自动变速器应运而生,它可以省去一系列麻烦的换档动作,使驾驶人集中精力操纵方向盘、加速踏板和制动踏板即可。



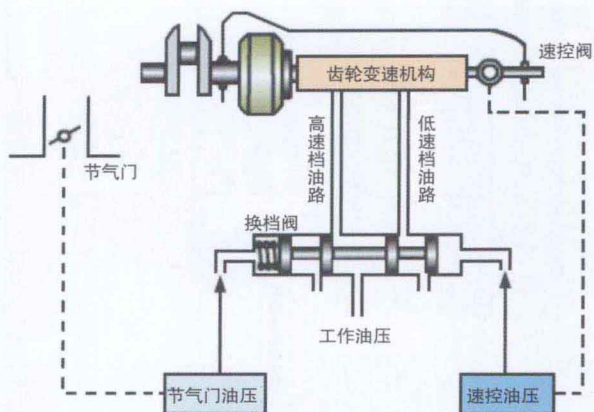
手动变速器换档过程示意图

## 5. 自动变速器如何分类?

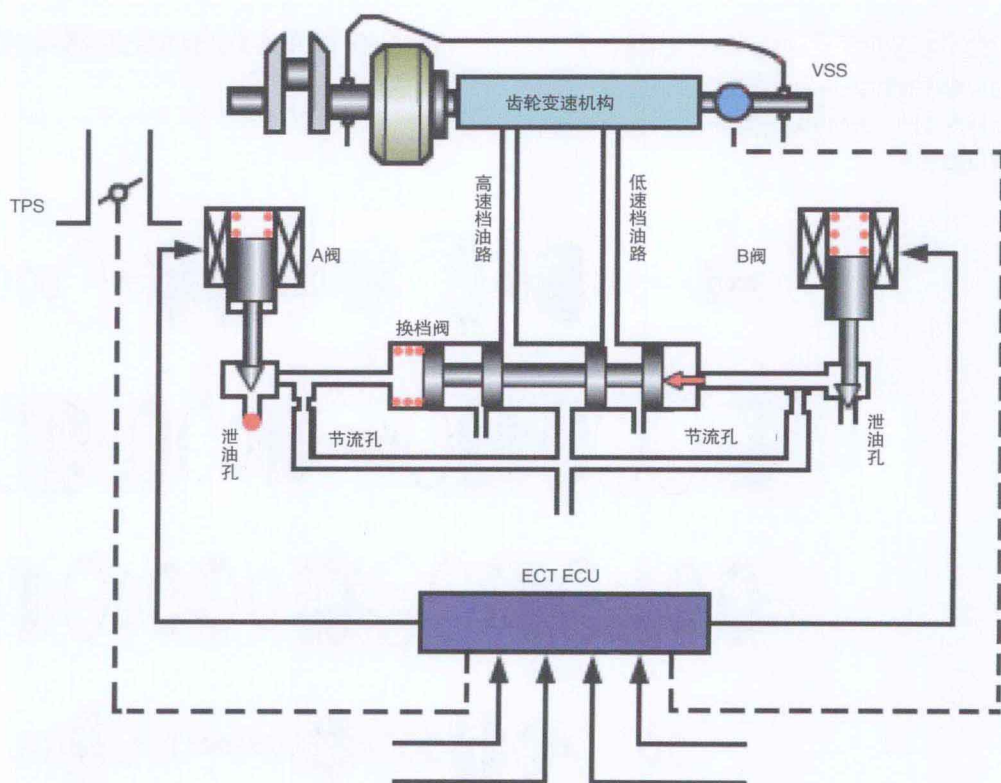
自动变速器按控制方式不同,可分为液压控制液力式自动变速器和电子控制液力式自动变速器两种。

1) 液压控制液力式自动变速器是通过机械的手段,将汽车行驶时的车速及节气门开度两个参数转变为液压控制信号,阀体中的各个控制阀根据这些液压控制信号的大小,按照设定的换档规律,通过控制换档执行元件动作,实现自动换档,这种方式现在已经淘汰。

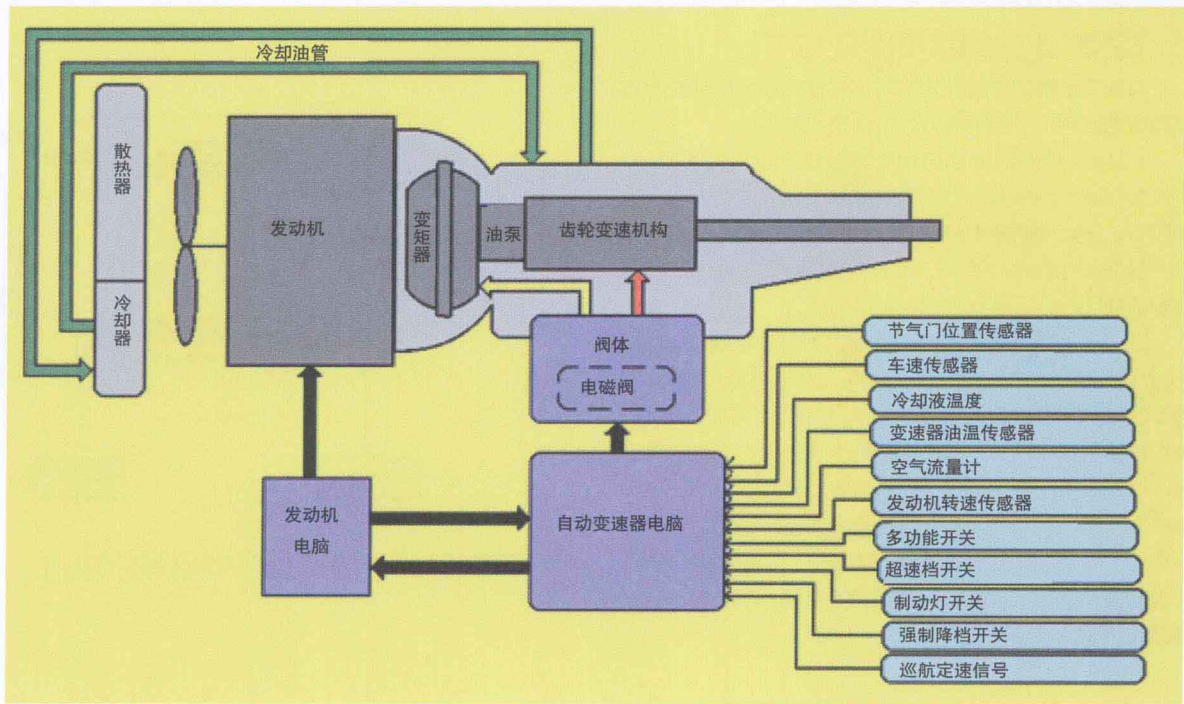
2) 电子控制液力式自动变速器是通过各种传感器,将发动机转速、节气门开度、车速、发动机冷却液温度、自动变速器油液温度等参数转变为电信号,并输入电脑,电脑根据这些电信号,按照设定的换档规律,向换档电磁阀、油压电磁阀等发出电子控制信号,换档电磁阀和油压电磁阀再将电脑的电子控制信号转变为液压控制信号,阀体中的各个控制阀根据这些液压控制信号,控制换档执行元件动作,从而实现自动换档,现在市场上所有的自动变速器均采用此种控制方式。



液压控制液力式自动变速器原理图



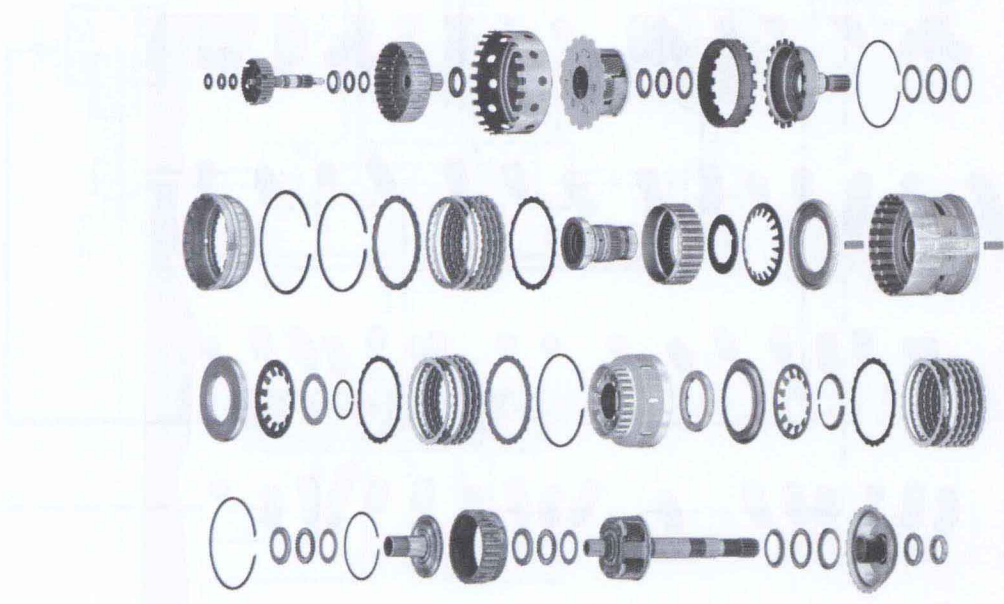
电子控制液力式自动变速器原理图



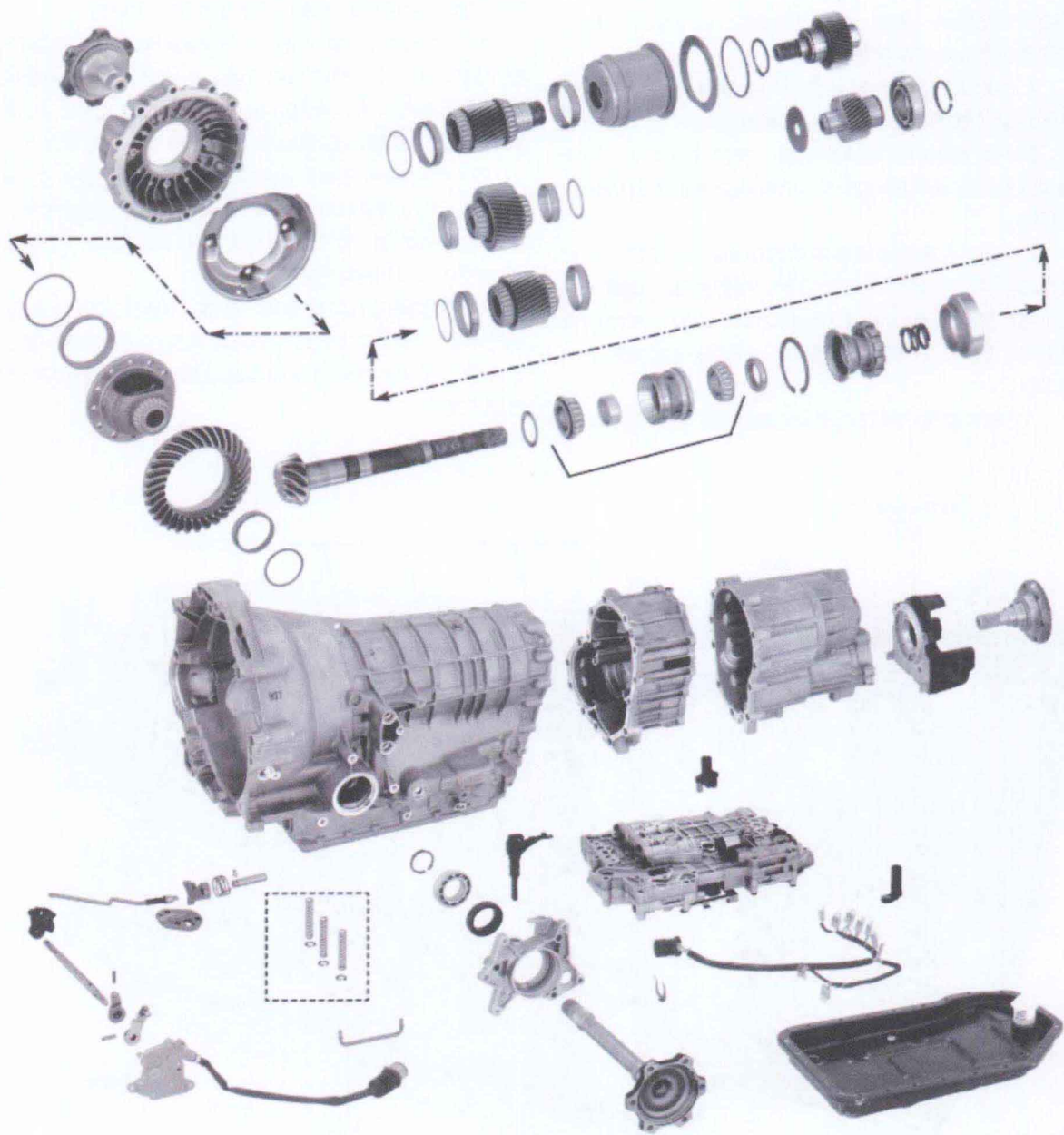
## 6. 自动变速器有多少个零部件?

这个问题没有标准答案。一台完好的自动变速器，根据其构造复杂程度不同，大约由几百甚至上千个不可拆解的独立零部件组装而成。

电子控制液力式自动变速器构成图



奥迪 01V 变速器部件分解示意图 1



奥迪 01V 变速器部件分解示意图 2

## 7. 自动变速器的构造有哪些？

现在的自动变速器一般都是液力式自动变速器，它主要由液力变矩器、油泵、齿轮变速机构、控制系统、阀体、自动变速器油和冷却器等组成。

1) 液力变矩器的安装位置和手动变速器中的离合器的安装位置差不多，即通过螺栓和发动机的飞轮相连接，其内部充满自动变速器油液，属于液力传动。其作用是负责将发动机的动力传递给自动变速器内的齿轮变速机构。

2) 自动变速器油泵是自动变速器的“心脏”，因为只有油泵工作才能建立起变速器工作的油压。油泵一般位于液力变矩器和齿轮变速机构之间，由液力变矩器直接驱动。因此，只要发动机运转，自动变速器油泵就一直工作。

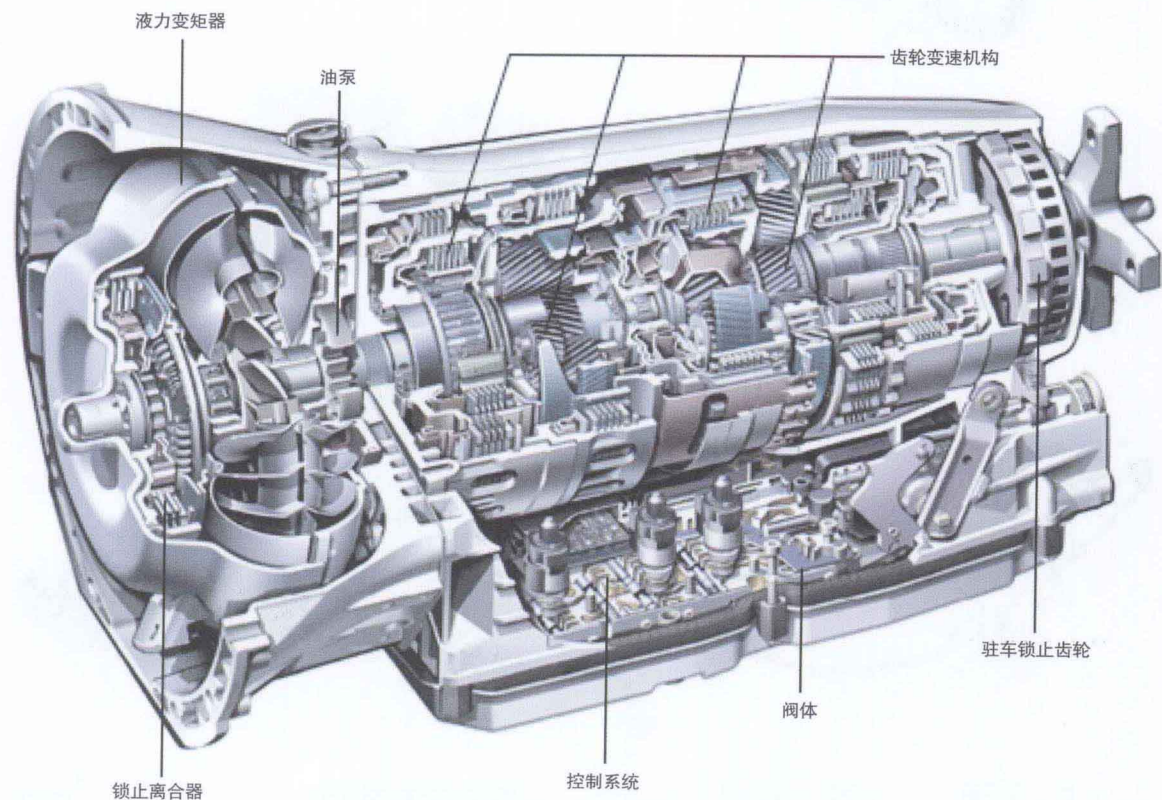
3) 齿轮变速机构在自动变速器油泵的后面。自动变

速器中的齿轮变速机构有普通齿轮式和行星齿轮式两种，采用普通齿轮式的主要是本田车系。目前，绝大多数汽车自动变速器的齿轮变速机构采用的是行星齿轮式。

4) 控制系统主要是指位于驾驶室內的自动变速器控制电脑以及各种传感器和执行器。电脑通过对各种传感器的信息进行分析、处理、运算后发出控制指令，从而使执行器（主要指换档电磁阀）工作，从而形成不同的档。

5) 阀体位于变速器油底壳内，处于齿轮变速机构的下面，其内部包含很多机械滑阀，通过执行器的控制，使不同滑阀动作，控制自动变速器油液的流动方向和油压的大小，从而形成不同的档。

6) 自动变速器的油液和冷却器。如果说机油是发动机的血液，那么自动变速器的血液就是自动变速器油液，它负责传递动力并通过冷却器的冷却来使变速器在正常温度下工作。



自动变速器主要部件构造指引图

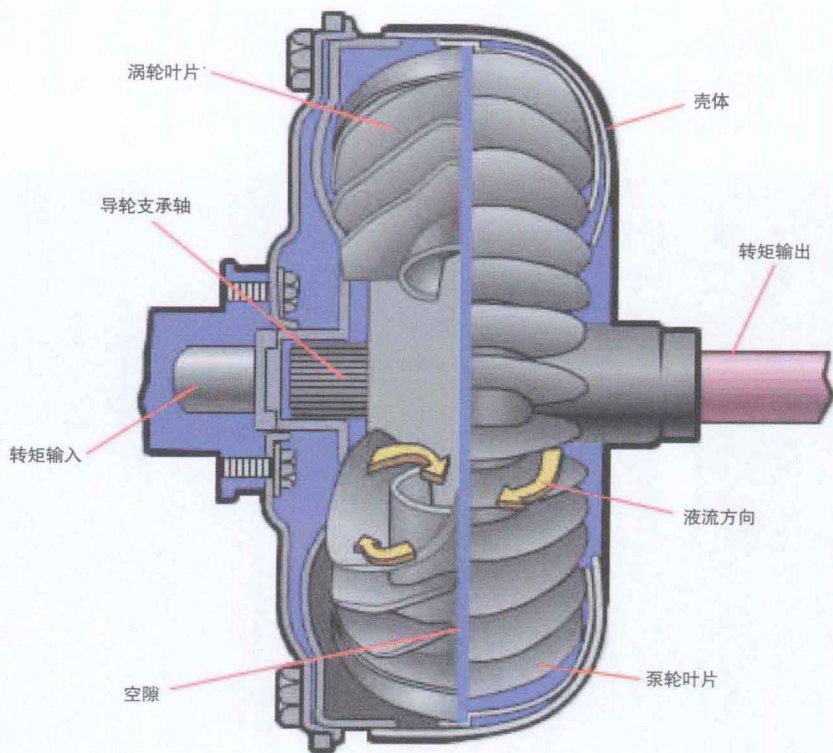
## 8. 自动变速器有何优点？

首先，自动变速器车不用手动操作离合器。手动变速器车要想开好，最重要的技巧在于“油离”配合，弄不好抖动、熄火事小；造成机械损耗，缩短车子使用寿命，使车子很难驾驭事大。而自动变速器，只要把变速杆置于D位，从起步到极速，统统交给变速器来控制，驾驶人只要细心操作加速踏板和制动踏板即可。无论是大角度的急转弯、超车急加速等动作都可以放心让自动变速器负责。当然，如果有足够的知识和技巧，还可以用提前换挡来达到更快提速的目的。再有的好处是上坡起步不会失误。坡起一向是新手的难关，加速踏板、离合器踏板、制动踏板三个踏板同时顾及，或是驻车制动杆、离合器踏板、加速踏板相互配合，常常让人手忙脚乱。自动变速器就方便得很，踩住制动踏板等候，松开后不用踩加速踏板，车也会向前蠕动，根本不必担心会溜车。特别陡的坡，松开制动踏板马上踩加速踏板也绝不会有什么危险。

## 9. 自动变速器车辆省油？

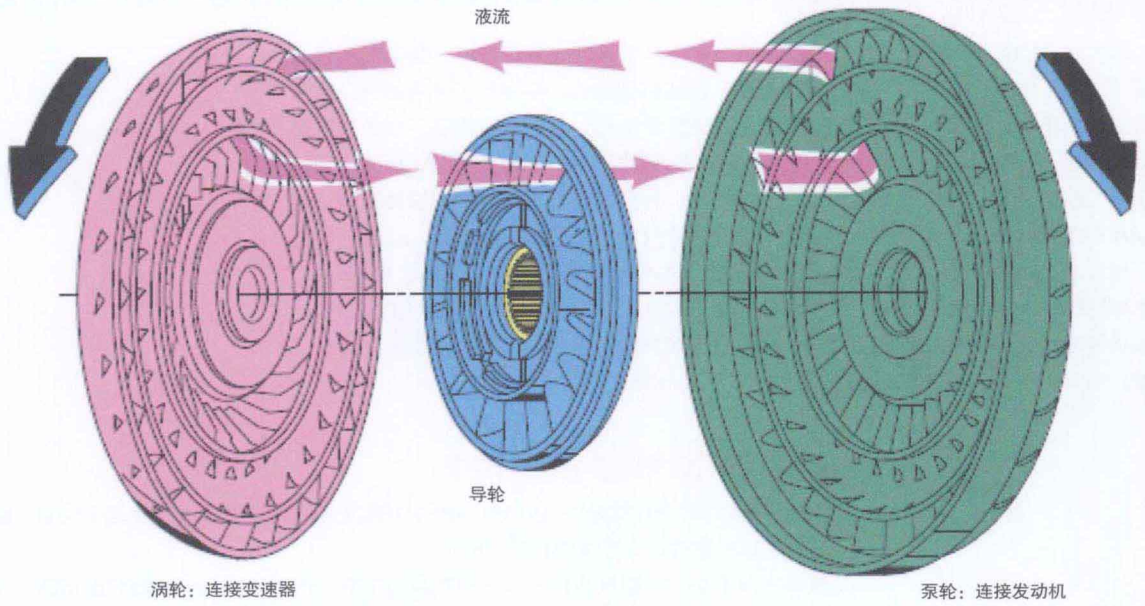
很多人都会有这样的疑问，自动变速器车辆到底省油还是费油？对于这个问题，我们只有把比较参数确定，才能使问题明确化。

假如一台手动变速器车辆和一台自动变速器车辆，所装的发动机参数完全相同，变速器的档数及传动比也相同。那么，这两辆车在相同的行驶条件下，手动变速器车辆比自动变速器车辆省油。因为，自动变速器依靠液力变矩器将发动机的动力传递给变速器，属于液力传动，存在能量损失；而手动变速器依靠离合器将发动机的动力传递给变速器，属于机械传动，不存在能量损失。



液力传动示意图





## 发动机与变速器之间依靠液力传动

### 10. 自动变速器没有档?

自动变速器没有档? 错误,自动变速器有档。我们在驾驶室变速杆旁看到的P、R、N、D、2、1是自动变速器变速杆的位置,而自动变速器的档是指在自动变速器的前进档位中所包含的档,如在前进档D位中包含有D1、D2、D3、D4等,则D1、D2、D3、D4就是自动变速器的档。同样在前进档2位和1位里也包括不同的档,如21和11档。当我们挂入不同的位置时,在仪表板内显示当前的变速杆位置。



仪表板内的变速杆位置显示图 1