

自动变速器故障诊断与检测

(基础篇)

嵇伟 刘惠 申卫 王艳芬 编著



机械工业出版社

前 言

目前国内生产的轿车所使用的自动变速器已有 20 多种，而国内在用的自动变速器则有百种之多。由于自动变速器集机械、液压、电子为一体，又以复杂的液压系统为主，其结构复杂，种类繁多，因此故障诊断的难度居于现代汽车各大总成之首。

国内大部分自动变速器的书籍大都还停留在一般性的结构、原理介绍和收集资料阶段，指导维修人员实践的图书非常缺乏。为此我们编写了《自动变速器故障诊断与检测（基础篇）》和《自动变速器故障诊断与检测（资料篇）》两书，帮助广大维修人员尽快掌握自动变速器的诊断、维修技术。《自动变速器故障诊断与检测（基础篇）》收集、整理了 100 多种自动变速器的资料，根据施力装置的作用，统一了施力装置位置图和施力装置作用表，通过归纳将行星齿轮机构分为四种，与所配套的施力装置相结合，第一次将自动变速器进行了系统的分类。读者根据书中的提示，在对世界上 70% 以上的变速器进行分解后，便可从头到尾地逐一说出施力装置的名称和作用，起到事半功倍的作用。

本书主要介绍了自动变速器故障的诊断方法，在介绍变矩器、液压控制系统、电子控制系统、行星齿轮结构中每一个元件的位置、特征、作用和可能发生的故障及危害的基础上，详细地介绍了主油压试验、工作油压试验、速度油压试验、失速油压试验、时间滞后试验、分段检查法、路试和电子控制系统的自诊断程序及电器元件的检测方法，特别注重了试验结果的分析，为读者快速准确地诊断自动变速器的故障提供了依据。

本书结合了 100 多种维修案例，对自动变速器在使用过程中，可能遇到的故障的诊断均有详细地论述，第一次说明了行星齿轮机构发生早期磨损的原因。书中的 20 多张故障速查表，可以帮助读者迅速查找故障点，几百道思考题和答案，可使读者自检对自动变速器的理解程度。

本书可以与《自动变速器故障诊断与检测（资料篇）》配合使用，既可作为汽车维修人员的指导书，也可作为各类汽车使用维修培训班的培训教材，以及汽车维修专业高职高专教材。

编 者

目 录

前 言	
概 述	1
第 1 章 汽车自动变速器液压控制系统	
故障诊断	7
1.1 油泵常见故障的诊断	7
1.2 控制阀体常见故障的诊断	8
1.3 安全缓冲系统常见故障的诊断	20
1.4 施力装置常见故障的诊断	21
1.5 自动变速器油面检查方法和 自动变速器油质量的分析	25
第 2 章 自动变速器液压控制系统故障 的检测方法	29
2.1 主油压测试的方法及结果分析	29
2.2 档位油压测试的方法及结果分析	32
2.3 速度油压测试及结果分析	36
2.4 时间滞后试验方法及结果分析	37
2.5 失速试验方法及结果分析	39
2.6 路试	43
2.7 分段检查法	44
第 3 章 电子控制系统常见故障的 诊断	46
3.1 核心传感器常见故障的诊断	48
3.2 辅助传感器常见故障的诊断	54
3.3 电磁阀的检测	58
3.4 电子控制系统的自诊断程序	61
3.5 维修电控变速器时须注意的事项	67
第 4 章 行星齿轮机构和施力装置的 关系	69
4.1 引言	69
4.2 行星齿轮机构的构造和工作原理	69
4.3 行星齿轮机构及其施力装置	73
4.4 如何查看施力装置作用表	80
4.5 行星齿轮机构发生早期磨损的原因 和预防	82
第 5 章 自动变速器综合故障的诊断 与维修	84
5.1 造成自动变速器异响的主要因素	84
5.2 造成自动变速器换档冲击的主要 因素	89
5.3 造成汽车车速上不去的主要故障	94
5.4 造成自动变速器频繁跳档的原因	98
5.5 变矩器锁止离合器故障的诊断	101
5.6 一挂档就灭车的故障原因	103
5.7 节气门操纵系统的故障	104
5.8 汽车不能行驶的故障	106
5.9 离合器、制动器烧蚀、打滑及退出 的原因	109
5.10 自动变速器倒档异常	113
5.11 变矩器内支承导轮的单向离合器 卡滞	115
5.12 主减速器专用润滑油窜入变速器	115
5.13 自动变速器过热	116
5.14 自动变速器没有前进档	118
5.15 自动变速器没有超速档	122
5.16 自动变速器升档延迟或不能升档	124
5.17 自动变速器装配不当可能导致的 故障	128
5.18 自动变速器使用、保养上的十忌	134
第 6 章 国内常见自动变速器的特殊故 障的诊断	137
6.1 引言	137
6.2 大众公司自动变速器的特殊故障 诊断	137
6.3 丰田、切诺基、大切诺基自动变速器 的特殊故障诊断	157
6.4 富康、雪铁龙、标致、雷诺自动变速 器的特殊故障诊断	160
6.5 现代公司、三菱公司前驱自动变速器 的特殊故障诊断	166
6.6 通用 4T60—E 和 4T65—E 自动变速器 的特殊故障诊断	168
6.7 日产公司和马自达公司自动变速器的 特殊故障诊断	171

6.8 本田雅阁、奥德赛自动变速器的特殊故障诊断	175	8.8 变矩器锁止离合器故障	213
6.9 奔驰自动变速器的特殊故障诊断	178	8.9 倒档故障的诊断	214
第7章 自动变速器电子控制系统的		8.10 自动变速器异响的诊断	215
人工读取故障码	181	8.11 起动正常，一挂档就熄火的原因 ...	216
7.1 引言	181	8.12 无超速档故障的诊断	216
7.2 亚洲各种型号自动变速器的人工读取故障码方法	182	8.13 车速上不去的原因	217
7.3 美国各种型号自动变速器的人工读取故障码方法	194	8.14 汽车不能行驶的原因	217
7.4 欧洲各种型号自动变速器的人工读取故障码方法	199	8.15 自动变速器电子控制系统进入失效保护程序	218
第8章 自动变速器故障速查表	207	8.16 失速试验分析	219
8.1 离合器、制动器打滑、烧蚀、磨损及退出故障	207	8.17 主油压试验分析	220
8.2 换档冲击的原因	209	8.18 档位油压和速度油压试验分析	221
8.3 自动变速器过热的原因	210	8.19 时间滞后试验分析	221
8.4 换档电磁阀可能发生的故障	210	8.20 节气门操纵系统故障分析	222
8.5 自动变速器升档延迟或不能升档的原因	211	8.21 自动变速器故障分段检查	223
8.6 自动变速器跳档的原因	211	8.22 电子控制系统传感器故障导致变速器产生的故障	224
8.7 自动变速器装配不当可能导致的故障	212	8.23 电子控制系统检测时的注意事项 ...	226
		8.24 与自动变速器油相关的故障	227
		8.25 缺档	228
		附录 A 思考题	229
		附录 B 部分公司自动变速器型号的说明	247

概 述

1. 自动变速器的发展和应用

1886年世界上诞生了第一辆汽车——本茨1号。但它当时还只是一辆三轮单缸，没有变速器，没有减速器，没有制动系的汽车。

1902年法国人造出了第一部装有变速器的汽车。

1904年卡迪拉克汽车第一次将行星齿轮机构使用在变速器上。几乎与其同时液力偶合器也诞生了。但它不是用在汽车上，而是用在蒸汽机为动力的小火轮上。晚些时候又被用来衰减柴油机振动。

1914年德国奔驰公司生产出第1台自动变速器，但它只是为极少数的高级官员生产了几辆，并没有成为商品，它也不是现代的电液控制的变速器，只是带传动的机械式无级变速器。

1926年别克汽车第一次将液力偶合器和手动变速器装在一起。尽管不是自动变速器，但偶合器的优点已经显现出来。变速器在前进档上，发动机也可以怠速运动。只是换档时还需用脚踩离合器，在换档过程中仍要中断动力传递。

1940年美国奥兹莫比尔汽车上装上了第一台现代意义的自动变速器。这是一种横置式的串联式行星齿轮机构的液压控制变速器，20世纪50年代起美国三大汽车公司都已开始批量生产自动变速器。

1968年法国雷诺第一次在自动变速器上使用了电器元件。

1982年丰田公司生产出第一台由微机控制的电控自动变速器，它就是装配在四缸佳美上的A—140E自动变速器。

1984年美国奥兹莫比尔汽车上装上了THM440—T4美国的第一台电子控制的自动变速器，到20世纪80年代末美国三大公司都分别推出了两种以上的电子控制自动变速器。

A—140E和THM440—T4变速器上都只有一个电磁阀。1992年以前生产的电子控制自动变速器的执行器——电磁阀最多的也只有两个。一个负责变矩器锁止，一个负责D位上4档的升降。在这一阶段电子控制还处于辅助阶段。

1992年至1994年是电子控制变速器飞速发展的阶段。电磁阀特别是换档电磁阀数量的增加，使得换档电磁阀已完全取消了节气门油压和速度油压对D位上升降档的控制。双锁止电磁阀则对变矩器锁止工况控制得更加精确。主油压电磁阀明显减轻了主调压阀的工作负担。大众自动变速器由主油压电磁阀取代了节气门阀。

超越离合器电磁阀、正时电磁阀、倒档电磁阀、扭力转换电磁阀、扭力缓冲电磁阀、强制降档电磁阀和车速脉冲发生器的大量涌现，使电子控制系统对变速器的控制面进一步拓宽。

经济模式、运动模式、雪地驾驶模式这些控制模式的出现使汽车的驾驶更加随心所欲。增加了巡航控制，车速超过40km/h时，按下控制开关，就不用踩加速踏板了，电脑直接控制节气门开度，使车速稳定在驾驶者设的速度区域内。

1995年自动变速器发展基本成熟。原来的换档电磁阀主要是控制D位上各档的升降,1995年后某些变速器的换档电磁阀对D位各档、手动档、倒档全部都负责,所以被称为全电子控制自动变速器(实际还是电控液动自动变速器)。

模糊控制的设置,使电脑可以学习、模拟驾驶员的驾驶习惯,自动修正控制指令,使汽车更加人性化。

自诊断系统数据流的出现,使以往仅靠一根铁丝,一个闪光二极管或一块指针式万用表就可以调故障码已成为历史。同时某些变速器似乎变得更严格了。以1995年开始投产的奔驰722—5变速器为例,该变速器必须加奔驰专用液(四速的奔驰变速器不用加奔驰专用液),错加任何一种其他油液,都会使电脑立即进入失效保护程序,D位上只有2档。

现在我国轿车和豪华大客车上电子控制的自动变速器已呈普及之势。上海通用汽车公司投产的4T—65E变速器是通用汽车公司1994年才正式投产的。上海大众公司则正在紧锣密鼓地制造帕萨特、宝来、波罗、桑塔纳、奥迪、捷达王等大众系列车使用的自动变速器,预计2003年内正式下线。

2. 国产轿车自动变速器使用情况

国产轿车自动变速器应用车型

企业名称	车型	变速器型号
北京现代汽车有限公司	现代索纳塔	KM175
北京吉普有限公司	切诺基	AW—4 (A340E)
	大切诺基	42RE
	帕杰罗	V4A51
上海大众汽车有限公司	POLO	001
	桑塔纳 2000	01N
	帕萨特 B5	01N
	1.8L 帕萨特	01V
	奇瑞	ZF4HP—14
一汽大众汽车有限公司	捷达王、宝来	01M
	奥迪 100	097
	奥迪 V6	ZF4HP—18
	奥迪 A6	01V
一汽轿车有限公司	红旗旗舰	AODE
二汽神龙汽车有限公司	富康 C5、毕加索 MPV	AL4
二汽雪铁龙汽车有限公司	雪铁龙	AL4
二汽风神汽车有限公司	风神蓝鸟	RL4F03A
东风悦达起亚汽车有限公司	千里马	RE4F02A
广州本田汽车公司	雅阁、奥德赛	B7XA
上海通用汽车公司	别克	4T65E
	赛欧	AF13
海南马自达汽车公司	马自达 323	FA4A—EL
武汉长丰汽车制造厂	猎豹	V4A51
广州	三星旅行车	41TE
长安福特汽车公司	蒙迪欧	CD4E
天津丰田汽车有限公司	雅阁、威驰、威姿	丰田 A—143E

(1) 本田雅阁

本田雅阁是本田公司的欧款车。它与美国的本田阿库拉相比较体积大，侧盖里也没装离合器，所以分解较阿库拉要容易些。

本田雅阁等本田公司前驱的自动变速器与其他自动变速器相比，有以下独特处。

1) 别的自动变速器都是靠行星齿轮机构传动的，而本田使用的却是和手动变速器一样的圆柱斜齿轮传动。

2) 其他自动变速器所有的档位都是靠液控或电液控制的。而本田的倒档是用换档拨叉操作的，其倒档实际上是手动和液动操纵相结合的档。

3) 其他自动变速器里都装有制动器，而它们没有。

4) 其他变矩器的导轮都是顺转逆不转，而它们都是逆转顺不转。

5) 本田雅阁有两个锁止电磁阀，它可以控制到 1/2 锁止，3/4 锁止和完全锁止。

6) 本田雅阁四档离合器又称为四档/倒档离合器，打滑时，既没有 4 档也没有倒档。

本田雅阁维修拆装时需注意以下事项。

1) 本田雅阁两个换档电磁阀装在同一块元件板上，若彼此间线束装反，就会出现 3 档起步后，便只有 1 档和 2 档。车速到 50km/h 左右时会发生失速（降为 1 档）。

2) 本田雅阁倒档的接合套，靠油泵一侧较厚，另一侧较薄，如装反，便没有倒档。

3) 侧盖内齿轮的拆装方法，利用 P 位驻车棘轮拆卸上端的螺母。下端的两个齿轮，上端有箭头标记的螺母是反扣的，另一个没标记的是正扣的。拆卸时用一字旋具卡在两齿轮之间，便可顺利卸下下端的两个螺母。

(2) 二汽风神蓝鸟 (RL4F03A)

RL4F03A 是串联式行星齿轮机构，前排行星架和后排齿圈是一体的，而前排齿圈和后排行星架则是各自独立的。

日产的蓝鸟车型和千里马车型的自动变速器在结构上是大体一致的。它们在结构上最大的特点是控制阀体装在变速器的壳体上，这一特征是独特的。另一特点是叶片式油泵的上端装有可调节供油量的控制油缸。

该变速器拆装时需注意以下几点。

1) 该变速器的低速档单向离合器和低速档倒档制动器共同负责固定前排行星架。由于低速档倒档制动器只在倒档和手动 1 档工作，又由于该行星排只有它们两负责固定，所以低速档单向离合器一旦装反或打滑，D 位和 2 位均只有 1 档，不能升档。低速档单向离合器装配时应注意有小三角的一面朝油泵。

2) 该变速器的二档/三档/四档带式制动器的高速装置装在控制阀体的下边。调整时拆下驾驶室底板，控制阀体盖和控制阀体，将调整螺母先松几圈，再以 10N 力矩拧紧，然后再退回 2 至 2¹/₂ 圈，用锁紧螺母紧固即可。

(3) 二汽富康 (雪铁龙 AL4)

富康使用的是法国雪铁龙和标致等车共同使用的 AL4 变速器。该变速器的施力装置由两组离合器，一组片式制动器、两个带式制动器组成。

AL4 变速器独特之处有以下几项。

1) 它在外观上的独特之处表现在它的控制阀体是装在变速器壳体的一侧，而不像绝大多数自动变速器一样，装在变速器的底部。

2) 它在结构上的独特之处,在变速器的内部(不包括变矩器)它是唯一没有装单向离合器的型号。

3) 在所有轿车的变速器中它是电磁阀总量和换档电磁阀数量最多的,一共有8个电磁阀。除了1个主油压电磁阀,一个锁止电磁阀外,其余6个电磁阀都是换档电磁阀。它们的分工和具体位置请看《自动变速器故障诊断与检测(资料篇)》中的施力装置作用表和电磁阀分布图。

(4) 一汽奥迪 V6 (ZF4HP—18)

ZF4HP—18 除奥迪 V6 使用外,主要用于绅宝 9000 系列。该变速器由 2 个离合器,2 个片式制动器,1 个带式制动器,1 个滚柱式单向离合器和 1 个支柱式单向离合器组成施力装置。

该变速器维修时的注意事项如下。

1) 该变速器和差速器不是整体的,是分开的,需加不同的润滑油品。变速器需使用 Dexron 或使用 Mercon 自动变速器油。而差速器部分用 SAE 规定级别润滑油即可。如不考虑成本,变速器和差速器也都可以使自动变速器油。

2) 二档/四档带式制动器的调整,先以 10Nm 力矩拧紧调整螺母,再将调整螺母松两圈,拧紧锁紧螺母即可。旋转制动鼓时应略有虚蹭,没有涩感为合适。

一汽奥迪 A6 (01K)

该变速器分别在奥迪 5 缸涡轮增压发动机和 6 缸汽油电子燃油喷射机上。它的施力装置有 3 个片式制动器,该变速器当一种或更多部件、传感器出现故障时,TCU 将会替换之继续工作,如关键部件出现故障,且 TCU 处在工作状态,TCU 会进入失效保护状态。变矩器解除锁止,D 位上没有 4 档,档位指示灯会点亮。

该变速器维修时的注意事项如下。

1) 断开蓄电池时,必须用德国大众公司 VAG1551 专用测试仪恢复变速器控制组件的基本设置。

2) 换档拉索的调整:从变速杆控制台上拆下拉索套管装配螺钉,松开锁紧螺钉。将变速杆移到 D 位,将点火开关转至 ON,移动控制拉索,直到用 1.5mm 的厚塞尺刚好能插入锁定片和锁定销之间为止。将点火开关转至 OFF,再将点火开关转至 ON,反复几次,重新检查间隙,确保间隙仍然是 1.5mm。将拉索套管装在变速杆控制台上。

3) 进入失效保护程序后,D 位上只有 4 档,3、2、1 位都是 2 档,所有换档电磁阀断电。

4) 读取 01K 变速器故障码数据参数时,发动机转速要 $< 2000\text{r}/\text{min}$,否则读取数据功能自动切断。

(5) 大众 096 和大众 097

这两款自动变速器的传动部分基本相同,是我国目前使用最多的两种自动变速器,目前上海大众公司正在做国产化准备,2003 年将正式投产。大众 096 和大众 097 的区分主要表现在控制系统。比如在电磁阀的分工上,大众 096 的 1~4 号电磁阀控制离合器和制动器,即控制换档时机;6 号电磁阀控制主油压;5 号和 7 号电磁阀控制蓄压器背压油压的压力,即控制换档平顺。7 个电磁阀中 6 号电磁阀的电阻值为 $4.5\sim 6.5\Omega$,除此外其余电磁阀的电阻值均为 $56\sim 65\Omega$ 。

大众 096 和 097 维修时的注意事项如下。

大众公司 096、097 和 098 的电控变速器内紧挨着低速档/倒档制动器的一档单向离合，一旦打滑，在 D 位、3 位和 2 位均不能行驶。由于该单向离合器为塑料支架，维修时请不要随意分解，否则分解重装后容易造成打滑。

大众公司 096、097、098 变速器 D 位和 R 位各档都有，而手动档全都没有时，应重点检查 1—3 档离合器，该离合器虽然也负责 D 位上 1—3 档，但打滑后 D 位各档通常还都有。

(6) 北京切诺基 AW—4 (丰田 A—340E)

切诺基 AW—4 变速器就是丰田为皇冠 3.0L 汽车配置的电控变速器 A—340E。该变速器是典型的辛普森式行星齿轮机构。

变速器控制阀体上装有 3 个电磁阀，其中两个直径比较小的是换档电磁阀，余下那个直径大的是锁止电磁阀。

该变速器维修时需注意以下几方面问题。

1) 超速档离合器和超速档单向离合器共同负责除超速档以外全部的档。但由于二者的分工不同，超速档离合器负责将太阳轮和行星架连接在一起；超速档单向离合器负责防止行星架左转。所以超速档离合器打滑后汽车不能行驶。超速档单向离合器打滑后，汽车所有的档还都有，只是在起步和急加速时会出现失速现象。但如不及时更换超速档单向离合器，会造成超速档离合器出现连续烧蚀。

2) 二档制动器活塞伺服液压缸卡簧是带倒角的，卡簧一旦装反，就会因其无法完全入位而挡住工作活塞，使该制动器无法工作，D 位上的 2、3、4 档全部丧失。

3) 负责 2 档的 1 号单向离合器凹槽深的一面应朝向 2 档制动器活塞。一旦装反或打滑，将造成 D 位上不能升档。

(7) 北京大切诺基 (42/44RE)

该变速器油底壳内装有自动变速器油温度传感器。当变速器油温低于 21℃ 时，变矩器不得进入锁止工况。当变速器油温超过 132~135℃ 时，如变速器在 4 档，应降为 3 档，如变速器还没有升入 4 档，在温度没有降下来前，阻止其升入 4 档。

(8) 上海通用别克 (4T—65E)

上海别克车使用的 4T—65E 变速器是由上海通用汽车公司生产，是我国目前能够生产的唯一具有现代技术水平的自动变速器。该变速器的控制阀体和壳体由上海通用汽车公司生产，其余的大部分件目前还依赖进口。

4T—65E 是典型的串联式行星齿轮机构。前排行星架和后排齿圈是一体的，后排齿圈和前排行星架也是一体的。它与通用公司 1984 年生产的第一个电控变速器 THM440—T4 相比，除了增加 1 个锁止电磁阀，2 个换档电磁阀外，还在施力装置中作了一些改变，如四档离合器增加了 1 个摩擦片，额外还增加了一个前进档带式制动器。1994 年开始生产的 4T—65E 和 1993 年生产的 4T—60E 是通用汽车公司最重要的两款四速横置式自动变速器。

4T—65E 维修时的注意事项如下。

1) 三档离合器主动片和从动片都是一面是钢片，一面是摩擦片。除通用公司横置式变速器外，其他变速器的离合器和片式制动器的摩擦片两面都有摩擦片，而钢片上则没有摩擦片。

4T—65E 和 4T—60E 与 THM440—T4 的三档离合器结构相同，在设计上似乎回位簧较

其他离合器的过软了一些，工作容量也略显不足。维修实践中发现，这类变速器只要自动变速器油变黑了，不管别的离合器和带式制动器是否发生烧蚀，通常三档离合器都难逃一劫。严重时摩擦面会整体剥落。

2) 拆卸叶片式油泵时，外端的两个圆头内六角螺栓不要拆卸，其余螺栓拧松后，不要单独取出，应和油泵一起拆下，以便安装时方便。

3) 安装从动轮支承时，应注意支承部应和相应的螺孔对正。四档离合器的半圆孔必须和相应的孔对正，否则扣不上控制阀体的下阀体。

第 1 章 汽车自动变速器液压控制系统故障诊断

1.1 油泵常见故障的诊断

自动变速器油泵有内齿轮泵、叶片泵和转子泵三种，其中转子泵在汽车低速运转时效率较低，所以较少使用。

对齿轮泵而言，当齿隙超过 0.30mm 时效率会降低，会造成油泵油压和主油压过低。这虽然对车速没有明显影响，但是汽车在这种状态下行驶 10000km 左右，所有离合器和制动器就会发生早期磨损。正常使用的情况下，变速器油泵一般不会发生过度磨损。

做主油压试验时，怠速油压过低，失速油压正常，说明油泵内部发生过度磨损。如果油泵内部很干净，那么造成油泵早期磨损的原因是驱动装置变形，需重点检查以下几项圆跳动量。

- 1) 挠性板的端面圆跳动应 $< 0.20\text{mm}$ 。
- 2) 直接驱动的变矩器驱动毂径向圆跳动应 $< 0.30\text{mm}$ 。
- 3) 间接驱动的油泵轴的径向圆跳动应 $< 0.30\text{mm}$ 。

如果油泵内部很脏，则应检查自动变速器油滤清器是否发生破裂。自动变速器油滤清器一旦破裂，油泵内部会发生异常严重的磨损，甚至有时会出现冷车可以勉强行驶（油液粘度变大），热车后不能行驶。

叶片泵中每一片叶片都有特定的装配方向，一旦有一片装错方向，便无法建立正常的工作压力，所以叶片泵不要随意分解。

叶片泵的工作效率主要取决于叶片端部的棱角，端部一旦磨成圆角就无法建立正常的工作油压。

90% 以上变速器的油泵都是由变矩器直接驱动的，尽管变矩器驱动毂端有的是两个缺口，有的是两个扁块，有的是两个三角形的，还有的为外花键或六方的，但组装时先往曲轴上装变矩器，然后再装变速器。安装时需一边旋转发动机，一边往里推变速器，待变矩器壳和发动机缸体后平面间没有间隙，再紧固连接螺栓。如不旋转发动机，直接紧螺栓，变矩器驱动毂会顶坏油泵主动轮（油泵壳体不会损坏，初学者很难发现），造成汽车无法行驶。

可变量叶片泵最大的优点是可以改变油泵的输出油量，工作油路发生轻微泄漏时，可变量油泵可自动加大一定的供油量，使相关的离合器保持一定的工作能力。诸如日产公司的千里马在油泵发生磨损，供油量略有不足时，还可以在自动变速器上部的油泵控制液压缸的液压缸盖和控制活塞之间加装一金属垫片，以保证供油量基本稳定。可变量叶片泵的结构见图 1-1。

在正常情况下油泵油压明显高于工作油压。如直接使用油泵油压，不仅会造成离合器或制动器工作粗暴，而且过高的油压还会增加油泵自身的负荷，阻碍油泵的正常旋转。

油泵油压经主调压阀调节成最基本的工作油压——主油压。主调压阀只能降压和保压，

因此油泵油压过低时，主油压也过低。自动变速器油滤清器堵塞后，发动机中高速运转时会造成油泵油量不足，油泵油压过低，导致自动变速器内的离合器、制动器打滑。

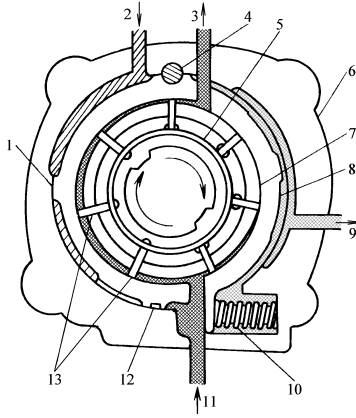


图 1-1 可变量叶片泵

1—左接触点 2—油压控制口 3—出油口 4—滑套支销 5—叶片泵 6—泵壳 7—转子
8—滑套 9—泄油口 10—变油量弹簧 11—进油口 12—滑套密封条 13—叶片

油泵内工作间隙是很小的，通常齿轮泵的齿隙只有 0.08~0.15mm。油泵驱动装置（油泵轴或变矩器驱动端）径向圆跳动过大会造成油泵早期磨损，导致汽车中低速行驶时主油压过低。

1.2 控制阀体常见故障的诊断

控制阀体是所有自动变速器液压控制系统的核心。不同的自动变速器控制阀体中，滑阀的数量不同（如奥拓自动变速器的控制阀体中的滑阀只有 4 个），大多数的自动变速器控制阀体中的滑阀有十多个。现仅对比较典型的自动变速器控制阀体进行介绍。

1.2.1 主调压阀

主调压阀是根据节气门开度和变速杆位置的变化，将油泵油压调整到规定值，形成稳定的工作油压即主油压。这是自动变速器内最基本，最重要的油压，是自动变速器内所有的离合器、制动器的工作油压，是自动变速器所有其他液压控制压力油的压力源。主油压过高，会造成所有档位换档冲击；主油压过低，会造成自动变速器内所有离合器、制动器打滑。

主调压阀的压力调节平时主要靠调压弹簧和节气门油压。由于调压弹簧的张力是相对稳定的，所以主油压的压力主要受节气门油压控制，节气门油压越高主油压越高。在两层的控制阀体中，下阀体中直径最大的是主调压阀，上阀体中直径最大的滑阀是次级调压阀，油泵的油液全部直接进入主调压阀，由主调压阀调成 1.05MPa 油压供给次级调压阀，调成主油压供给手控阀（阀体中唯一没有限位的滑阀，通常由 3~4 节柱塞组成）。主油压过高会造成换档冲击，主油压过低会使所有的离合器、制动器打滑。汽车行驶 30 万 km 以上时，调压

弹簧容易变得过软，使主油压过低，会造成所有离合器和制动器的早期磨损。

此外，主调压阀的压力调节平时主要通过两个泄油孔完成。油泵向主调压阀供油，压力升高至 1.05MPa 时，主调压阀向次级调压阀泄油；当压力继续升高，作用于滑阀上端的油压推动滑阀下移，向油底壳泄油，稳定系统压力。通常主油压压力在低怠速时为 $0.3\sim 0.8\text{MPa}$ ；节气门开度在 50% 左右时为 $1.2\sim 1.4\text{MPa}$ ；倒档时为 $1.6\sim 1.8\text{MPa}$ 。

节气门开度增大时，节气门阀的油压通过节气门压力修正阀修正后，作用于主调压阀弹簧下端的滑阀上，推动滑阀上移。减小或关闭通向油底壳的泄油口，使主油压压力升高。

在某些工况下主调压阀的工作还受到其他一些因素影响。如倒档时，手控阀给主调压阀节气门油压一侧一个主油压，使主调压阀明显减少泄油量，在节气门开度不是很大时，主油压上升到 $1.6\sim 1.8\text{MPa}$ ，以满足倒档工况。因此倒档的失速油压明显高于前进档的失速油压，如因高速档/倒档离合器刚刚打滑造成无法升到 3 档和 4 档时，在 R 位加大节气门开度，仍然可以行驶。

又如带式制动器在进入接合状态过程中，相关的调压阀（如二档滑行制动带工作时，通过第二滑行调压阀）给主调压阀油泵油压一侧一个主油压，使主调压阀迅速进入泄油状态，使接合瞬间压力缓和。

主调压阀在控制阀体中的位置和工作原理见图 1-2、图 1-3 和图 1-4。

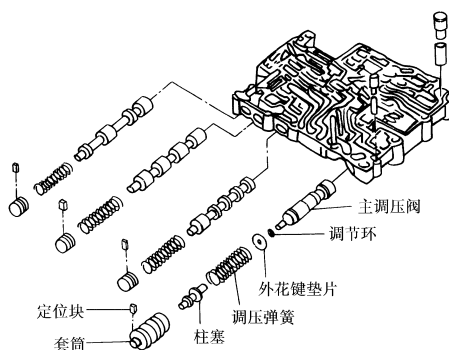


图 1-2 主调压阀的位置

一部分自动变速器主调压阀是可以进行调节的。一般情况下，打开油底壳，直接看到的较小的阀体是上阀体，里边较大的阀体为下阀体，下阀体中直径最大的（通常装在阀体的一侧）是主调压阀。有一部分主调压阀是用一字槽旋具进行调节的，其余的则需要使用专用工具，如内六方套管等。例如一些老式奔驰车上变速器所有档都有换档冲击时，将主调压阀向外松 $3\sim 4$ 圈，故障即可排

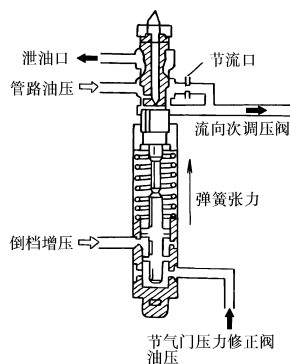


图 1-3 主调压阀工作原理

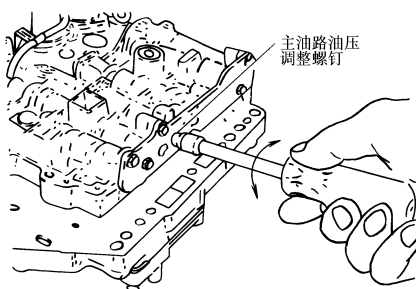


图 1-4 主油压的调节

除。个别档有换档冲击，有时是因为节气门拉索略微有些紧造成的，因此当个别档出现换档冲击，自动变速器油又不是很脏时，可先略微放松一点节气门拉索，若不见效，再从其他方面检查。

1.2.2 次级调压阀

次级调压阀实质上是一个限压滑阀。它主要负责润滑用油压（即润滑用自动变速器油循环流动所需的压力）。自动变速器内的润滑用循环油压为 0.4MPa 。润滑用油在进入冷却管前经节流孔降压至 0.2MPa 。次级调压阀卡滞在泄油端时，润滑用油压过低，行星齿轮机构会发生烧蚀。

另外，次级调压阀还和液力变矩器调压阀一起负责液力变矩器内的油量和油压。

在液力变矩器锁止离合器未进入锁止状态前，变矩器内油压保持在 0.4MPa ，以保证自动变速器油充满液力变矩器。当液力变矩器锁止离合器进入锁止状态后，变矩器内油压控制在 $0.637\sim 0.741\text{MPa}$ 范围内。多余的油液通过次级调压阀泄油孔流回油底。

变矩器锁止油压过低会造成变矩器锁止离合器打滑，并产生高频振动，变矩器温度过高（烫手），车速上不去，严重时升不上高速档。锁止油压过高会影响涡轮旋转，使发动机附加载荷变大，同样会造成车速上不去。

当供给液力变矩器内的油压升高到一定程度时，次级调压阀上端滑阀受到向下的液压力增大，滑阀下移，部分自动变速器油泄回油底。液力变矩器油压和润滑用油压靠次级调压阀内弹簧压力决定。参见图 1-5 和图 1-6。

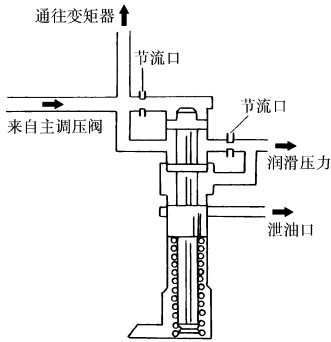


图 1-5 次级调压阀工作原理

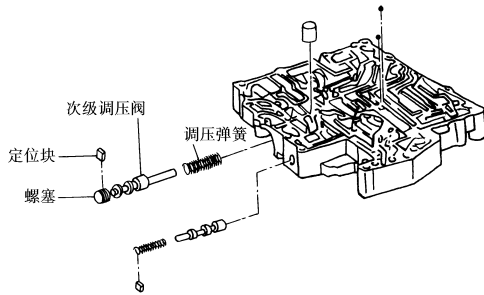


图 1-6 次级调压阀的位置

1.2.3 节气门阀

节气门阀的作用是产生与节气门开度成正比的节气门油压。信号，经节气门压力修正阀修正后作用于主调压阀的滑阀下端，使主调压阀所调节的主油压压力随节气门开度增大而增大。其在控制阀体中的位置见图 1-7。

节气门阀有 3 种操作方式：拉索凸轮式、真空调节器式、变力电磁阀式。

1. 拉索凸轮式

紧挨着节气门拉索凸轮的是强制降档阀（凸轮上凸台开始工作时，进入强制降档状态），阀孔里端的是节气门阀，旁边的短阀是单向阀（即滑阀中最短的阀）又称反向阀，它可以利用二档制动器的工作油压使节气门踏板阻力变小。当节气门踏板变重时，应检查单向阀是否发生卡

滞。当节气门踏板被踩下,节气门阀柱塞受到节气门拉索及节气门凸轮作用向上移动,压缩节气门阀内的滑阀与柱塞之间的弹簧,弹簧力增大使滑阀上移,主油压阀口被打开产生节气门油压,同时节气门油压作用于滑阀上端将滑阀向下压,该压力与弹簧压力平衡时,滑阀处于稳定状态。当节气门开度增大时弹簧力增大,节气门油压随之增大并达到新的平衡。

节气门阀的结构原理参见图 1-8。

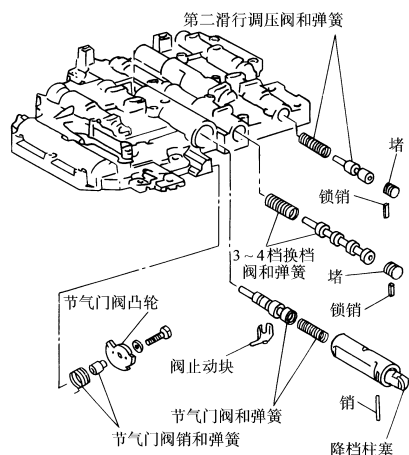


图 1-7 节气门阀的位置

节气门拉索过紧,主油压过高,可能造成升档过迟,个别档或所有档都有换档冲击。液控的变速器节气门拉索过紧,还会造成没有 3 档和 4 档;节气门拉索过松,主油压过低,可能造成升档过早,离合器、制动器打滑。

节气门拉索调整主要是调整拉索前端的长度,同时检查拉索有无卡滞的现象。具体方法如下:

(1) 有橡胶套的节气门拉索的调整

将加速踏板完全踩到底,在节气门全开位置上,通过调整螺母将节气门拉索上的止动块调整到距橡胶套管端部 1mm 处,节气门拉索调整合适。参见图 1-9。

(2) 无橡胶套的节气门拉索的调整

在加速踏板完全放松的前提下,即节气门全关的状态下,轻轻拉紧拉索,通过调整螺母将节气门拉索上的止动块调整到距螺纹端部 1mm 的距离,节气门拉索调整合适。参见图 1-10。

(3) 去橡胶套的节气门拉索的调整

有橡胶套的节气门拉索拆去橡胶套后,其调整方法和无橡胶套的节气门拉索的调整方法

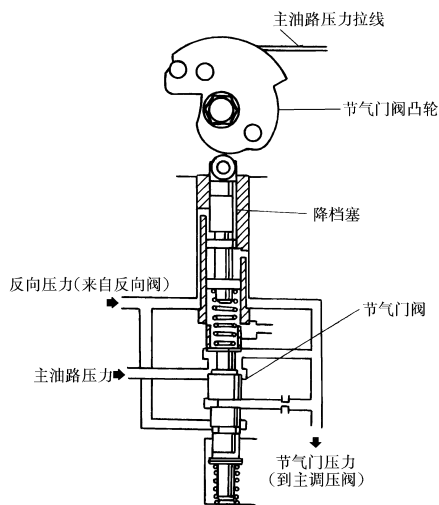


图 1-8 节气门阀结构原理

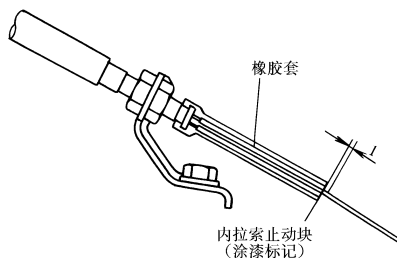


图 1-9 有橡胶套的节气门拉索的调整方法

一样。调整后检查时，一人将加速踏板完全踩到底，另一人检查拉索，拉索应完全紧绷。参见图 1-11。

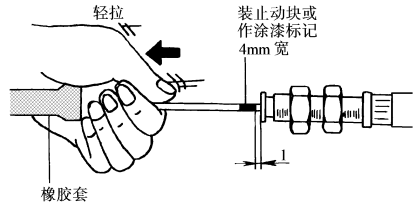
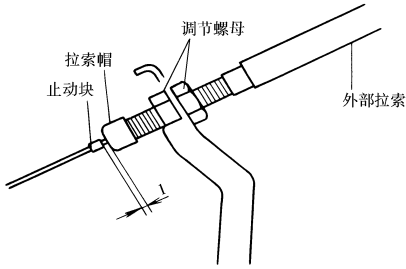


图 1-10 无橡胶套的节气门拉索的调整方法

图 1-11 去掉橡胶套的节气门拉索的调整方法

(4) 按钮式节气门拉索的调整

按钮式节气门拉索应用的车型不多，其调整方法和调整数值与无橡胶套式节气门拉索的调整方法一样，只不过调整螺母换成了释放按钮。参见图 1-12。

2. 真空调节器式

真空调节器与拉索凸轮的作用相同。其结构位置、结构、原理见图 1-13。

发动机负荷增大时（节气门开度增大），真空调节器内的膜片受到的真空吸力减小，膜片受弹簧张力作用推动节气门阀柱塞，产生较大的节气门油压。由于真空调节器形成的工作推力较小，因此它只负责操纵节气门阀。而阀体中由节气门拉索和杠杆操纵的则是强制降档阀。

发动机转速升高时，真空调节器内的膜片受到的真空吸力增大，膜片克服弹簧张力，拉回柱塞，节气门油压减小。

如果真空调节器膜片破裂或真空管泄露，使节气门油压过高，主油压过高，会造成升档点滞后，严重时造成换挡冲击。真空调节器膜片破裂还会造成自动变速器油被吸入气缸参与燃烧，排气管冒白烟。

如果真空调节器推杆过短，节气门油压

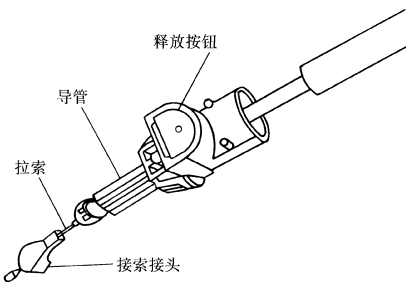
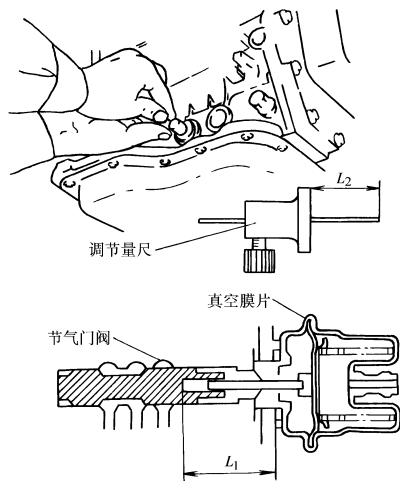


图 1-12 按钮式节气门拉索的调整方法

图 1-13 真空调节器位置、结构、原理

过低，主油压过低，会造成离合器、制动器打滑。

3. 变力电磁阀式

变力电磁阀式节气门阀很少见，仅在福特 AOD—E 自动变速器上使用。

4. 大众四速变速器用主油压电磁阀调节节气门油压

大众四速变速器既没有节气门拉索也没有真空调节器，节气门油压是节气门位置传感器的信号通过控制单元控制主油压电磁阀进行调节的。

1.2.4 节气门压力修正阀

在大多自动变速器控制阀体中，节气门阀产生的节气门油压不是直接作用在主调压阀上的，而是通过节气门压力修正阀修正后，再作用于主调压阀上。

节气门压力修正阀的作用是将节气门油压转换为随节气门开度非线性变化的压力信号，作用于主调压阀下端，以使主油压的压力在节气门开度较大时其增长速率减小。

节气门阀的节气门油压分别作用于节气门压力修正阀滑阀的上端和下端（如图 1-14）。滑阀下端还受弹簧压力的作用。当节气门压力较小时，泄油口关闭节气门，修正压力与节气门油压相同。随着节气门油压的增大，滑阀上端的压力增大，滑阀下移（因为上端截面积比下端截面积大），直到泄油口打开，使修正压力的增大速率比节气门油压的增大速率小，使得修正后的主油压的压力变化更加接近节气门开大时发动机真正的动力变化。节气门压力修正阀的原理见图 1-14。

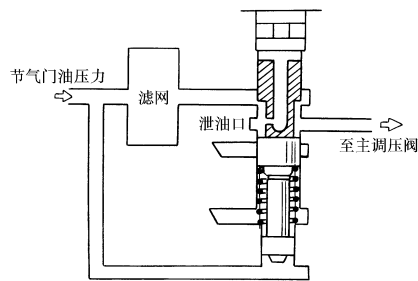


图 1-14 节气门压力修正阀的原理

经过节气门压力修正阀修正后的节气门油压作用于主调压阀的下端，调节主油压，使主油压随节气门开度的增大而增大。

1.2.5 离心式速度阀

离心式速度阀一般分为线轴滑阀式和单向球阀式两类。后轮驱动的车辆安装在自动变速器壳体后部，由自动变速器输出轴驱动。两种速度阀在结构上都有一大一小两个离心重块和弹簧。汽车在怠速时，离心重块不向外移动，怠速时速度油压只有 $0 \sim 10.34 \text{ kPa}$ ；汽车在低速运行时，大的离心重块向外移动；在高速运行时，小的离心重块向外移动。车速越高，速度油压越高，但最高时也明显低于主油压。

线轴滑阀式速度阀（如图 1-15a），利用在转动离心力作用下大小离心重块的位移不同，改变滑阀在阀孔中的轴线位置，将手控阀的主油压改变为速度油压并输出到换档阀上。

在使用单向球阀式速度阀的自动变速器中（如图 1-15b），手控阀的主油压经阻尼孔进入速度阀油路，并充满速度阀轴中心油道。在中心油道上端有两个泄油孔，其开度大小由落在孔口球座中的两个单向球阀控制。速度阀工作时两个离心重块向外移动，分别压紧相应的单向球阀，控制泄油量的大小，产生速度油压，并输送至换档阀上。速度阀泄油量越小，速度油压越高。

速度阀卡滞，会造成无超速档，严重时无 3 档。