

·全彩印刷·



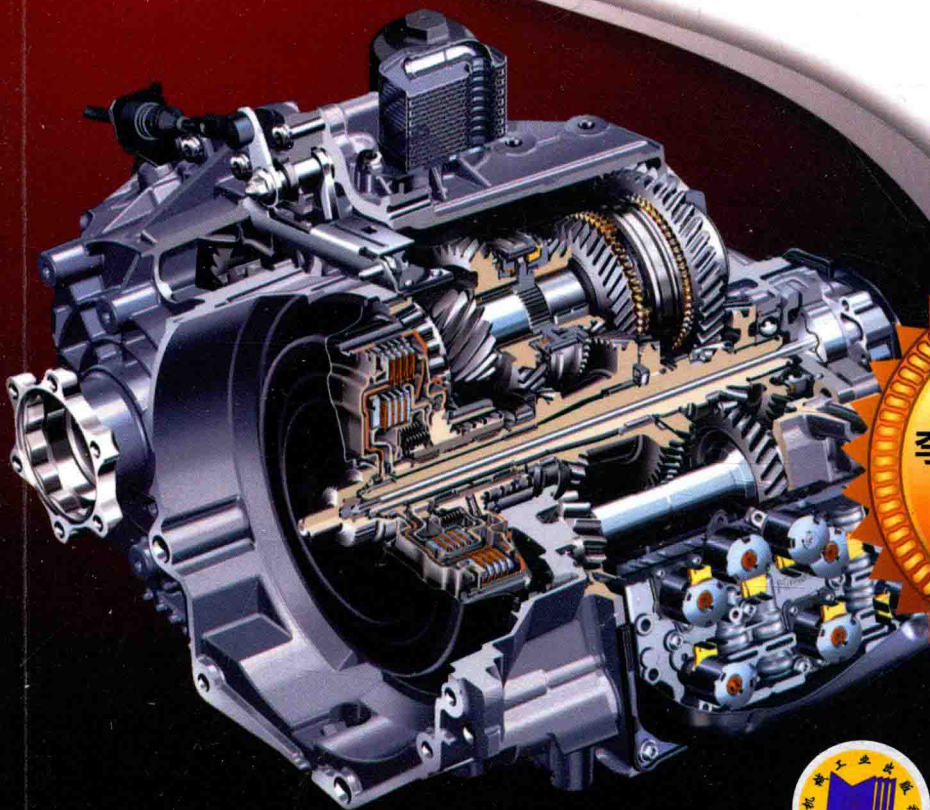
总监这样修车丛书

总监这样修

汽车自动变速器

- 总监教你学修车
- 结构原理全知道
- 技能技巧易掌握
- 成为总监不是梦

王勇军◎编著



知名汽修专家
李玉茂、黄志勇、
迟永波
鼎力推荐



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

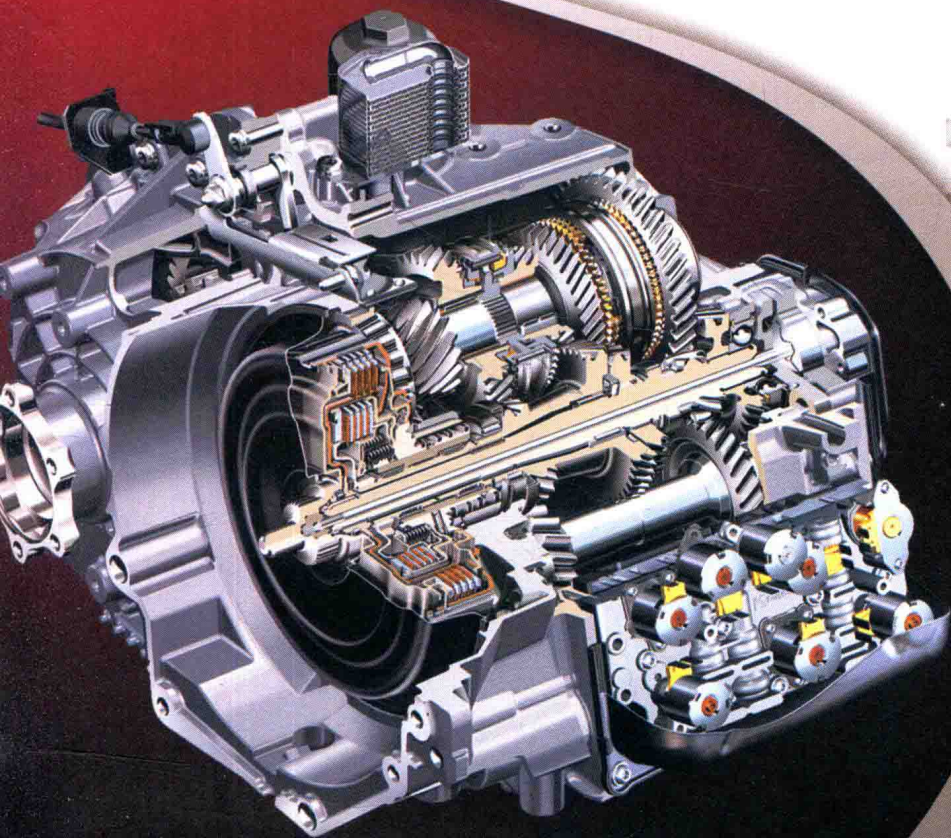


总监这样修车丛书

总监这样修

汽车自动变速器

王勇军◎编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

内容简介

本书以4-9速自动变速器为主,详细介绍了自动变速器的主要结构组成、功用与原理方面的知识,包括换挡执行元件(离合器、制动器、单向离合器)的结构、组成和原理,行星齿轮机构的传动原理,滑阀和电子控制系统各部件的结构组成、功用、原理和车间维修重点要点等内容。结合作者在维修车间20多年的一线工作经验,写出了大量实际故障案例。汇集作者高级轿车维修培训近十年来讲课、授业的体会,在自动变速器故障诊断、分析、维修、调试、编程设码、数据流、电系方面进行了详细的描述。为方便读者,作者建立了专门的图片网站(<http://www.iautoonline.com>)可查询到动力传递视频、电磁阀工作动画演示、阀体和油路图各档位工作动画演示、阀体高清图等。

本书可供有一定维修基础的汽车维修人员学习,也可作为初学自动变速器维修人员和职业院校学生的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

总监这样修汽车自动变速器 / 王勇军编著. — 北京: 机械工业出版社, 2015.7
(总监这样修车丛书)

ISBN 978-7-111-51082-6

I. ①总… II. ①王… III. ①汽车-自动变速装置-车辆修理 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第180325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: 连景岩 杜凡如 责任编辑: 连景岩 杜凡如

责任校对: 王欣 封面设计: 张静

责任印制: 乔宇

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2015年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15.25印张·374千字

0001—3000册

标准书号: ISBN 978-7-111-51082-6

定价: 69.90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

丛书简介

丛书旨在向从事汽车维修工作者完整、系统地讲解和指导现代汽车的维修方法和技巧，以提高一线技师的维修水平；由浅入深，全面系统地阐述了汽车的结构、工作原理、故障特点和实际维修方法。

丛书涉及汽车电控方面新技术，如电控发动机、自动变速器、防抱死系统、安全气囊、定速巡航系统、自动空调系统、防盗系统等诊断维修技术；还介绍了电路分析、故障分析以及汽车专用工具和设备的操作和使用等。书中没有高深的理论，通俗易懂，倾注了作者多年的维修和教学心得，化繁从简，指导颇深。

这与作者在工作在教学中的经验是分不开的，作者深知作为一个修理工的难处和困惑，懂得维修工作者需要什么。读者只要在工作之余静下心来仔细阅读，在极短的时间内一定有很大的进步，部分案例也许立即可以用在你的工作中，帮助你解决实际问题。

前言

近年来,随着我国汽车工业的发展,自动变速器的装车比例在不断提高,控制方式也从以前的纯机械控制逐步发展到目前的电子控制,档位数也从原来的三、四档提高到4~9档,新产品也在不断开发中。自动变速器集机械传动部分、液压系统、电气系统于一体,随着计算机技术和控制技术的发展,自动变速器的结构越来越复杂,故障分析、诊断与维修都有很大的难度,成为现代汽车最难以维修的总成之一。

全书共9章。1~7章讲述自动变速器的基本原理和维修诊断方法,第8章和第9章讲述自动变速器的维修组装过程(如09G/6T40/6HP/8HP/9HP)。在内容编排方式上,本书以工作原理、部件结构、介绍、认识、车间技术、案例等模块安排每个章节,由浅入深,讲解透彻。

本书具有以下特点:

1) 提升维修能力。本书是以维修行业人才的技能需求为基本依据而编写的,定位于提高维修人员的操作技能和技术服务能力。

2) 注重实用理论。本书剥离了深奥的理论,只讲述与维修工作重点相关的内容。

3) 深挖液压控制。首先讲述自动变速器液压控制的图形、符号,再结合控制油路,讲述控制终端;然后结合ECT给电磁阀的指令解析控制油路切换的目的,以及各种阀杆是如何动作的。

4) 突出案例传授。每章案例都是作者亲身经历的,车型、故障原因、所修部位、故障分析、所换配件和诊断数据等都十分详细,让读者身临其中体验维修、判断和修复的全过程。

5) 精讲电子控制。电这个“东西”,既看不到,又摸不着。真正精通汽车电子的人并不多,更多的人只了解一些万用表、解码器的基本操作方法。本书从各种数据入手,判断是非,通俗易懂地介绍这方面的知识。

由于本书涉及的知识面广、讲解内容新,书中提出的观点、方法均是笔者个人的理解和看法,不当与疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正、探讨,并给予谅解与宽容。

编者

丛书简介

前言

第一章 自动变速器的构造与维修基础	1
第一节 自动变速器的组成	2
一 液力变矩器	2
二 传动机构	2
三 液压控制系统	2
四 电子控制系统	2
第二节 自动变速器油	3
一 ATF	3
二 液位	4
三 油温	7
四 ATF 冷却	9
五 自动变速器的操作	10
第二章 液力变矩器	15
第一节 液力变矩器基础知识	16
一 汽车是怎样行驶的?	16
二 自动变速器的汽车是如何起步行驶的?	17
三 液力变矩器安装示意图	19
四 认知液力变矩器	20
第二节 液力变矩器工作原理	33
一 变矩状态	33
二 偶合状态	34
三 锁止状态	35
第三节 车间技能——液力变矩器翻新工艺	42
一 变矩器翻新工艺设备	42
二 变矩器翻新工艺流程	42

三 变矩器切割	43
四 内部元件的检查	43
五 锁止离合器片的更换	44
六 前盖锁止面的光削	45
七 油泵驱动轴颈的更换	45
八 内部间隙的调整	46
九 变矩器检漏	48
十 变矩器动平衡	48
第四节 本章案例	48
一 上海别克商务车发动机故障灯亮	48
二 F4A51 行驶中耸车	62
三 M6 变矩器异响	68
第五节 液力变矩器常见故障及判断总结	69
第三章 自动变速器传动系统	71
第一节 行星齿轮结构与工作原理	72
一 行星齿轮机构的基本构成	72
二 行星齿轮机构的分类	72
三 行星齿轮机构的变速原理	73
四 辛普森式行星齿轮	74
五 拉威娜式行星齿轮	75
六 莱佩莱捷式行星齿轮	77
第二节 离合器	79
一 离合器片与转矩的关系	80
二 离合器传递动力关系	80
三 离合器结构与组成	81
四 爪形离合器	85
第三节 制动器	87
第四节 车间技能	90
一 自动变速器动力传递路线图	90
二 自动变速器拆卸与装配	113
三 自动变速器机械部分故障产生原因与分析方向	123

第四章 液压控制系统	125
第一节 概述	126
一 液压简介	126
二 自动变速器液压控制系统	126
第二节 液压原理	126
一 帕斯卡定律	126
二 压力和流动	128
三 压力和力	128
四 流量和速度	129
五 小结	129
第三节 液压部件介绍	129
一 基本部件	129
二 滑阀基本知识	130
三 认识常用液压图形符号及其作用	131
第四节 液压符号的解读	135
一 概述	135
二 液压系统部件与液压符号	135
第五节 自动变速器液压元件	140
一 概述	140
二 自动变速器油泵结构与工作原理	141
三 4HP-20 液压系统认识和作用介绍	149
四 换档品质类阀	174
第六节 车间技能	176
一 自动变速器油压与故障的关系	177
二 阀体部分的拆卸与装配	190
第七节 本章案例	196
一 大修后的 F4A42 不走车	196
二 宝马 400671 故障码	196
第五章 自动变速器电气控制系统	199
第一节 概述	200
一 机械式自动变速器	200

二 电控式自动变速器	200
三 全电控式自动变速器	201
四 电子控制装置组成	201
五 元件描述	202
第二节 传感器信号检测及其案例	203
一 节气门位置传感器	203
二 曲轴位置传感器	206
三 进气量检测（进气歧管压力和空气流量传感器）	210
四 输入轴、输出轴转速传感器	211
五 油温传感器	213
六 自动变速器开关类	214
七 其他电控系统开关类	217
第三节 执行元件检测及其案例	218
一 开关式电磁阀	218
二 脉冲式电磁阀	221
第四节 自动变速器自适应	229
第五节 本章案例	230

第一章

自动变速器的构造与维修基础

◆ 本章重点 ◆

-
-
- ① 了解自动变速器的组成
 - ② 知晓自动变速器用油和常见规格，如何从油品状态判断故障
 - ③ 掌握自动变速器是如何操作和控制
-
-

第一节 自动变速器的组成

自动变速器由液力变矩器、传动机构、液压控制系统、电子控制系统四大部分组成。

一 液力变矩器

液力变矩器位于自动变速器的最前端，安装在发动机的飞轮上，其作用与采用手动变速器的汽车中的离合器作用相似。它利用油液循环流动过程中动能的变化将发动机的动力传递到自动变速器的输入轴，并能根据汽车行驶阻力的变化，在一定范围内自动改变传动比和转矩比，具有一定的减速增扭功能。

二 传动机构

自动变速器中的传动机构所采用的型式有普通齿轮式（如本田）和行星齿轮式两种。采用普通齿轮式的变速器，由于尺寸较大，最大传动比较小，目前大多数轿车自动变速器采用的是行星齿轮式。

传动机构主要包括行星齿轮机构和换档执行机构两部分。

行星齿轮机构是自动变速器的重要组成部分之一，主要由太阳轮、齿圈、行星架和行星小齿轮等元件组成。行星齿轮机构是实现变速的机构，速比的改变是通过以不同的元件作主动件和限制不同元件的运动而实现的。在速比改变的过程中，整个行星齿轮组还在运动，动力传递没有中断，因而实现了动力换档。

换档执行机构主要是用来改变行星齿轮中的主动元件或限制某个元件的运动，改变动力传递的方向和速比，主要由多片式离合器、制动器（带）和单向离合器等组成。离合器的作用是把动力传给行星齿轮机构的某个元件使之成为主动件。制动器（带）的作用是将行星齿轮机构中的某个元件抱住，使之不动。单向离合器也是行星齿轮变速器的换档元件之一，其作用和多片式离合器及制动器基本相同，也是用于固定或连接几个行星排中的某些太阳轮、行星架、齿圈等基本元件，让行星齿轮变速器组成不同传动比的档位。

三 液压控制系统

自动变速器的供油系统主要由油泵、油底壳、滤网、阀杆及管道组成。油泵是自动变速器最重要的总成之一，它通常安装在变矩器的后方，由变矩器壳后端的轴套驱动。在发动机运转时，不论汽车是否行驶，油泵都在运转，为自动变速器中的变矩器、换档执行机构、自动换档控制系统部分提供一定油压的液压油。油压调节由调压阀、主油压力电磁阀来实现。

四 电子控制系统

自动换档控制系统能根据发动机的负荷（节气门开度）和汽车的行驶速度，按照设定的换档规律，自动地接通或切断某些换档离合器和制动器（带）的供油油路，使离合器结合或分开、制动器（带）制动或释放，来改变传动化，从而实现自动换档。

自动变速器的自动换档控制系统有液压控制和电控液压控制两种。

液压控制系统是由阀体和各种控制阀及油路组成的，阀门和油路设置在一个板块内，称为阀体总成。不同型号的自动变速器阀体总成的安装位置有所不同，有的安装在侧面，有的安装在下部。

在液压控制系统中，增设控制某些液压油路的电磁阀，就成了电器控制的换档控制系统，若这些电磁阀是由电子计算机控制的，则称为电子控制的换档系统。除了早期的自动变速器采用纯液压控制系统外，现在的自动变速器都属于这种控制方式了。本书讲解的是第二种。

◆ 第二节 自动变速器油 ◆

一 ATF

自动变速器的工作介质是自动变速器油，它既是液力变矩器的动力传递介质，也是离合器、制动器动作的控制信号传递介质，而且还要润滑、冷却所有的内部零部件。所以，定期检查油面和油液的状态是自动变速器保养维护的主要内容之一。

自动变速器油（Automatic Transmission Fluid），缩写为ATF。由各汽车自动变速器制造厂、专业油品厂家生产，如目前国内汽车大多使用通用生产（GMC发明者道达尔）Dexron型自动变速器油，及后来又改进的Dexron-Ⅱ型、Dexron-Ⅲ型、Dexron-VI型（新型ATF，主要应用于6-7速的电控变速器）。

又如，福特（Ford）生产ATF—F型油，Mercon于1987年制定、Mercon V于1997年制定和福特最新的ATF-Mercon VI/SP，用在新型5-6速自动变速器中。

再如，奔驰（Mercedes-Benz）系列ATF，MB 0019892 10310；美孚 ATF LT71141 是一种高性能变速器油等。表1-1列出了部分自动变速器与使用的ATF。

表1-1 常见自动变速器使用的自动变速器油

自动变速器型号	厂家/车型	ATF用油
6HP-26 (ZF)	宝马745iL	ZF-Lifeguard Fluid 6 (S671 090 255) /BMW 8322 0142516 VWG 4G4319A500
4HP-20 (欧意德)	华泰、中华	ZF-Lifeguard Fluid 5 (S671 090 170)
722.9	奔驰(北京)	A 001 989 45 03
4T65E	君威/商务GL8	Dexron-Ⅱ
6-8速	TOYOTA	ATF WS
B Y B A	雅阁3.0 (CM6)	ATF-Z1/DEXRON-Ⅲ
FN4AEL	福美来323	Dexron-Ⅱ
RE4F04B	日产天籁	Dexron-Ⅱ/DEXRON-Ⅲ
6T75E	别克昂科雷	DEXRON VI
FS5A-EL	一汽奔腾	DEXRON-Ⅲ
EC8	斯巴鲁4EAT	SOA868V9240/DEXRON-Ⅲ
AL4	标志307	ATF 71141/美孚 ATF LT71141
4F27E (JATCO)	福克斯 4SP-FWD	Dexron-Ⅱ
CD4E (JATCO)	蒙迪欧 4SP-FWD	Dexron-Ⅱ
AWF21 (AW)	蒙迪欧 6SP-FWD	WSS-M2C924-A/美孚ATF 3309

(续)

自动变速器型号	厂家/车型	ATF用油
FIC1 (CVT)	菱帅 (LANCER)	CVT FLUID J1
REOF10A (无级)	日产天籁	NS-2
CVT (无级)	本田飞度	ATF DW-1
01J (无级)	奥迪A6/A4	VW G052 180 A2

这些都是指导性的用油，也可以使用等级更好的ATF。在自动变速器专业翻新厂，使用的是大桶装ATF（200L以上），如嘉实多、壳牌、埃索等国外（红/黄）油品，等级从Dexron-III（4-5速）至Dexron-VI型（6-7速）。

1. ATF颜色

(1) 粉红色：多为自动变速器常见用油，通用性广泛，大多数用于四速自动变速器，也可用在助力转向泵（欧系车除外）；部分汽车厂家的新型自动变速器油也是粉红色。

(2) 米黄色，像菜籽油。都是自动变速器专用油，以欧系车为多。如大众、宝马配ZF公司自动变速器大多采用这些油品。

(3) 蓝色，似深蓝海水。如日产CVT用油。

2. ATF的功能

(1) 充当液力变矩器作动的流体来传送发动机动力。

(2) 润滑齿轮，轴承，其他机件。

(3) 充当离合器和制动器（带）的作动及润滑液，并且在换档时减少振动。

(4) 充当控制阀体的作动流体。

3. ATF的其他特性

(1) 当离合器接合时，提供适当的摩擦系数减少振动及打滑。

(2) 具有防止起泡沫的特性。

(3) 在低温时，具有良好的流动性。

(4) 粘度较少变化。

(5) 具有耐热、抗氧化、不产生淤泥等。

(6) 对油及密封剂不会导致不良效应。

4. ATF推荐更换里程

(1) 每12个月或20000km检查ATF液位，或每24个月或每40000km更换ATF（一般车辆）。

(2) 每12个月或每15000km检查ATF液位或者每36个月或每45000km（欧洲车辆）。

(3) 如果是米黄色ATF，免维护用油，建议4年或者80000km更换。

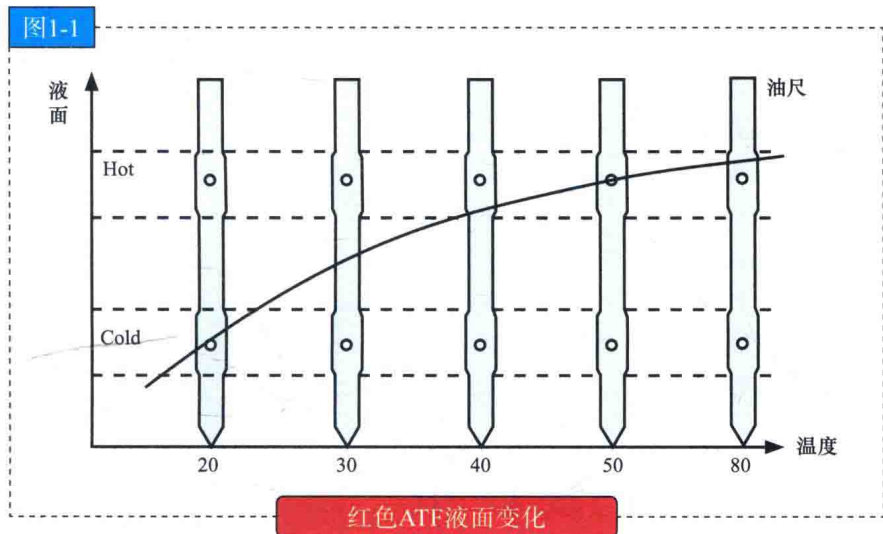
二 液位

常用粉红色ATF，会因温度升高其液面上升，对应关系如图1-1所示。

1. 低液位

如果液位太低，油泵会吸入空气，导致空气混入工作液。空气混入工作液会降低液压控制系统的液压，会导致阀门或其他液压元件的不正确动作。因为，施加在离合器和制动器的液压将

会太低,制动器和离合器接合所需时间会延长并会发生打滑现象。因此,就不可能平顺地传递动力,离合器片就会快速磨损。另外,因为运动机件不能得以充分冷却和润滑,就有可能因过热而发生运动机件被卡住以及产生噪声的现象。工作液不足亦会导致工作液品质降低。空气混入工作液会加速工作液氧化,因为离合器、制动器打滑会产生热,导致产生油泥和漆状沉淀物。由于离合器片磨损产生的颗粒会污染工作液。



2. 高液位

如果液位过高,行星齿轮和其他旋转部件在运转时会发生搅拌工作液现象,导致在工作液中产生气泡。如果这些气泡进入液压控制系统,液压控制系统的液压会下降,会导致在液位不足时产生的同类问题。如果阀体罩住各阀门使其浸没于工作液中,用于制动器和离合器排放的液压管路会被工作液阻塞。因此,施加于制动器和离合器的液压将会不完全释放或速度太慢,将导致制动器和离合器的动作滞后。

3. 无油尺液位

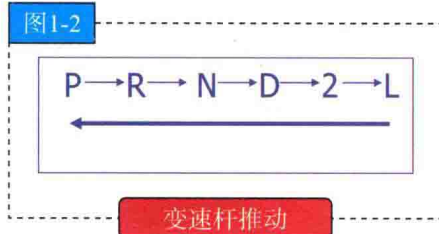
早期的自动变速器都设有ATF油尺,随着自动变速器的改进、档位增加,使用的米黄色ATF不具有随温度升高而液面膨胀升高的特性,渐渐地取消了油尺。加油口也发生了改变,如在油底壳上采用注油机加注ATF。其液位高度在油底壳内置了一高度油管,当油溢出就足够了。具体方法将在下面详述。

4. ATF检查——有油尺型自动变速器

检查基本步骤:

- (1) 将车停于平坦地方,并采取驻车制动;
- (2) 让发动机在怠速运转;
- (3) 将变速杆置于P位,将变速杆换至各个档位(P-R-N-D-2-1),并稍停留片刻,然后再回到P位,如图1-2所示。

1) 冷车时,发动机保持怠速运转,将量油尺正常插入油尺管内,然后将量油尺拉出。



检查在冷车时油面是否处于量油尺COOL范围内(图1-3),但COOL范围仅作油面粗略参考,最终必须在热车时再检查油面。

2) 热车时。在正常工作温度(70~80℃)时,再检查油面,此时油面应处于量油尺HOT的范围。必要时应添加,但注意不要加油过多。

注:与其他车型不同的是本田自动变速器ATF液位检查:停在平坦路上,热车到正常温度后,把变速杆置于“P”位,关闭点火开关,才能抽出油尺检查液位。

5. ATF检查——无油尺型自动变速器

(1) 图1-4所示为6HP自动变速器放油螺钉1(油底上)、加油检查螺钉2(在自动变速器侧面)。大修加注量9~10L。

(2) 图1-5所示为AL4用自动变速器液面堵塞螺钉1(底部)、放油螺钉2(在内部带一条高度X=48mm管)、油压开关3。加油孔在自动变速器顶部,空档开关处。

检查方法:一人在车内,举升车辆,起动发动机,变速杆移动后回至P位;另一人拆除液面堵塞螺钉1,这时候如果液面高(油多)就会从高度管溢流而下;如果没有ATF溢流,则从加油孔加注,直到溢流而下即可。放油时,就要先拆除液面堵塞螺钉1,然后拆除放油螺钉2,放油大约3L。大修加注量6L。

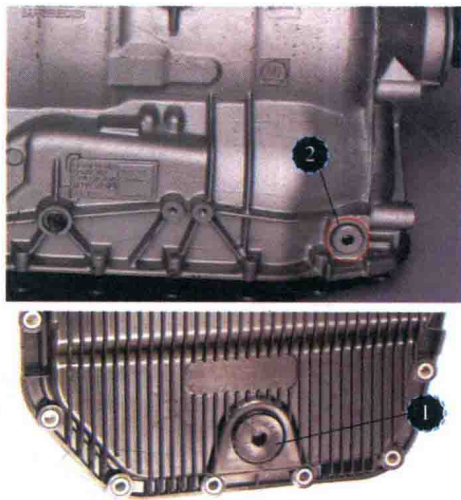
许多无油尺自动变速器放油、加油、检查与上述类似。有的自动变速器没有加油孔,在放油螺钉2处进行“倒灌”或机灌、机压ATF入油底壳内,检查方法相同。

图1-3



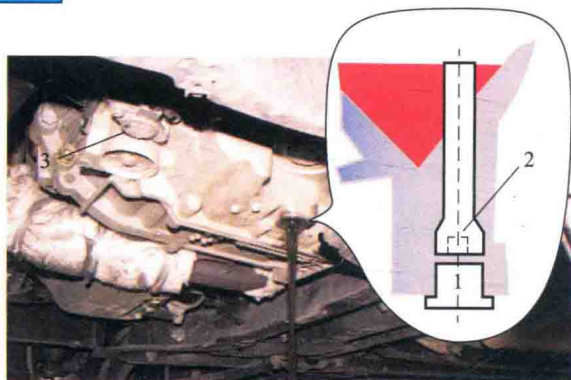
自动变速器油尺

图1-4



6HP 放油加油检查

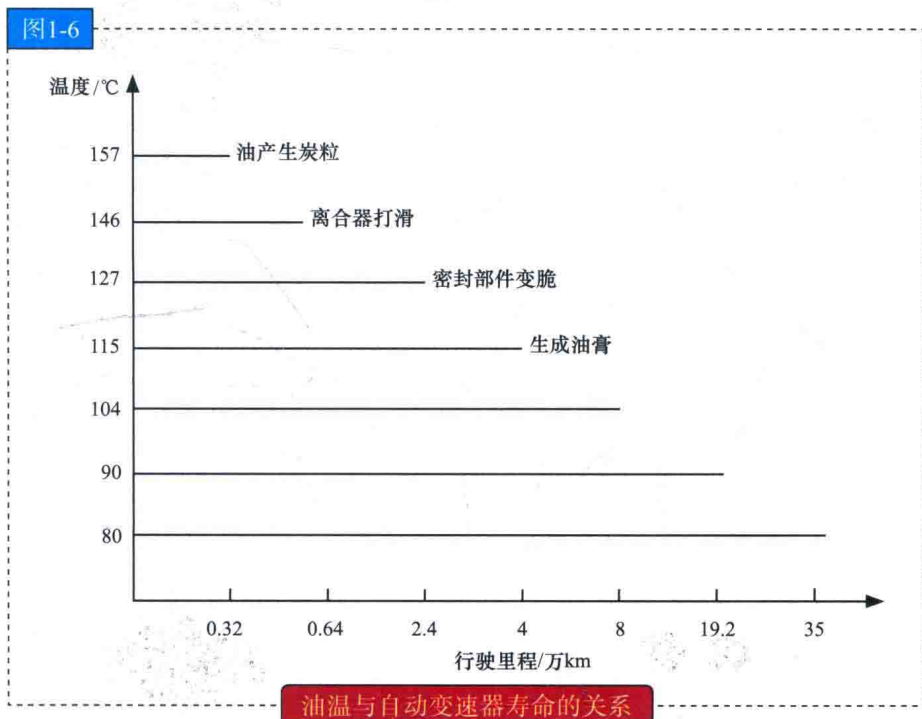
图1-5



AL4 放油加油检查

三 油温

油液温度过高,将会使油液粘性下降,性能变坏(产生油膏沉淀和积炭),堵塞细小量孔,卡滞控制阀门,降低润滑效果,破坏橡胶密封部件,从而导致自动变速器损坏。图1-6是油温与允许行驶里程之间的关系图,由图可见,油温高10℃左右,行驶的里程、自动变速器的寿命减少将近一半。所以,密切注意油温对于维护、保养和及时发现故障都具有十分重要的意义。



检查自动变速器油的气味和状态,同样也是十分重要的,从油液的气味和状态可以判断自动变速器的工作状态。检查油液时,从油尺上嗅一嗅油液的气味,在手指上点少许油液,用手指相互摩擦,看是否有渣粒,具体从以下方面分析。

1. ATF品质分析

表1-2所示为ATF品质分析。

表1-2 ATF品质分析表

油液状态	原因
油液清洁,带红色	正常
油液变为极深暗色红色或褐色	1-没有及时更换油液 2-长期重载荷运转,或某些部件打滑,损坏,引起自动变速器油过热
油液中有金属屑	离合器盘、制动器盘或单向离合器严重磨损
油尺上粘附胶质油膏	自动变速器油温过热
油液有焦味	1-油温太高,油面太低 2-油冷却器或管路堵塞
油液从加油管溢出	1-油面过高 2-通气孔阻塞

2. 诊断、判断自动变速器状态从ATF开始

自动变速器是一个总成部件，其判断故障的手段有：

- 1) 路试感觉升降档品质（时间、冲击、打滑）；
- 2) ATF检查（缺油、油质、气味）；
- 3) 用解码器读故障码和数据流；
- 4) 进行油压测试。

这里，我们对ATF检查的环节要完全掌握，它是我们判断是否大修自动变速器、变速器损坏程度的重要依据。

由图1-7新旧油对比可以看出，旧油颜色为褐色，这表明自动变速器油过热。如果油内有金属、铜料等杂质粉屑则表示自动变速器损坏严重，需大修。

我们抽出油尺查看ATF时，正常油液是鲜艳的红色（图1-8A），并且气味清淡，说明它是干净的、没烧坏的。如果发现黑色或棕色液说明已被污染，应该更换。这时候，往往不能仅从油尺来判断，建议放出一杯油液进行检查。图1-8B中，a-新油，b-好，c-可用或更换，d-更换。

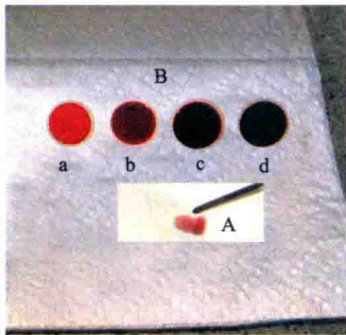
检查油液品质的方法还有：在一张质量好的白色纸巾上滴3~5滴油，时间为30s。如果流体向外扩散，并保持它的红色，这是良好的油液。如果流体是黑暗和不扩散，说明自动变速器内部有磨损，应该更换。如图1-9所示，图中a-新油，b-好（行驶500~2000km），c-差（行驶80000km以上）。

图1-7



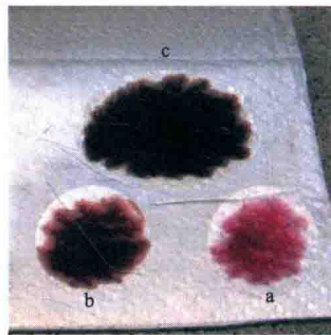
新旧油对比

图1-8



ATF液体鉴别

图1-9



新旧油对比

3. 油液中的杂质

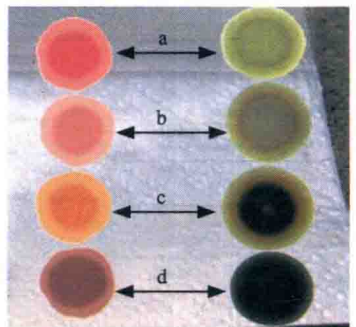
图1-10为两种ATF滴油沉淀后的观察图，左侧是红色ATF，右侧是米黄色ATF。a-新油，b-好，c-可用或更换，d-更换。

油液中的杂质包含以下几种：

- 1) 铁屑：主要是齿轮、行星齿轮组、钢片、轴承、轴、单向离合器等磨损；
- 2) 铝屑：主要是导轮、活塞、壳体、阀体等磨损；
- 3) 铜屑：铜套（杯士）磨损。

这类粉屑有些沉淀在油底壳内，有些悬浮于油液中，较大的颗粒被油底壳内的磁铁吸附。

图1-10



两种ATF