



中国汽车工程学会

汽车工程图书出版专家委员会 **特别推荐**

# 汽车传动系统检修

## (第二版)

◎ 主编 韩东



 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 汽车传动系统检修

(第二版)

主 编 韩 东  
副主编 代孝红  
参 编 郭紫薇 李新伟 冯 茹  
李明清 靳光盈

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了汽车传动系统检修的方法和步骤。全书共分6章,第1章介绍汽车传动系统的维护与保养;第2章介绍离合器检修;第3章介绍手动驱动桥检修;第4章介绍自动变速器检修;第5章介绍直接换挡变速器(DSG)检修;第6章介绍无级变速器检修。

本书内容详尽,可操作性强,可作为高等院校汽车检测与维修及相关专业的教学用书,也可作为相关领域专业技术人员的参考及培训用书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车传动系统检修 / 韩东主编. —2版. —北京:北京理工大学出版社, 2016. 2

ISBN 978-7-5682-1823-8

I. ①汽… II. ①韩… III. ①汽车-传动系-车辆修理-高等职业教育-教材 IV. ①U472. 41

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第021862号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 13

字 数 / 305千字

版 次 / 2016年2月第2版 2016年2月第1次印刷

定 价 / 39.00元

责任编辑 / 张慧峰

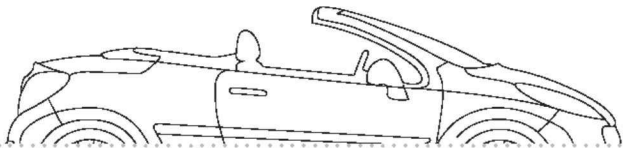
文案编辑 / 杜春英

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



# 前言

P R E F A C E

《汽车传动系统检修》第一版于2010年出版，距今已有5年，进行了7次印刷，销量一直不错，得到多所高等院校认可。由于教学模式的改进及汽车新技术的不断更新，原有的部分内容已经不能满足现代高等教学需要，应出版社及用书学校的要求对内容进行修订。

再版指导思想：

- (1) 满足汽车维修技术人才培养的需求；
- (2) 贴近现实，与时俱进；
- (3) 多作者共同研讨，协同创作。

本次修订主要增加了直接换挡变速器的检修、限滑差速器、四轮驱动技术及平行轴式齿轮传动系统等内容；删减了汽车检修流程及工作原则、V. A. G1552的使用及典型故障分析等，采用常见车型及其数据和资料。

为使教学内容更加明晰、引导学生学习兴趣、加强教学效果，在正常章节基础上设计了“知识目标”“技能目标”“案例导入”“本章小结”“自测练习”等小栏目；在格式上取消原有的学习情境、学习任务形式，恢复易于接受的章、节模式。

本书特色：

- (1) 内容新。大量使用目前生产的主流车型结构、原理及检修方法。
- (2) 结构新。教材结构与教学相适应。
- (3) 层次清晰。从使用与保养、作用、结构、原理、检修到实训、分析与总结，由浅入深，符合认知规律。
- (4) 通用性强。

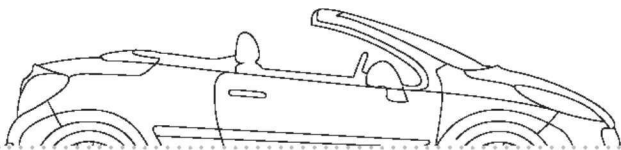
本书由韩东任主编，代孝红任副主编。具体分工如下：韩东编写第1章；郭紫薇编写第2章；李新伟编写第3章（3.1和3.2）；代孝红编写第3章（3.3和3.4）和第4章（4.6和4.7）；冯茹编写第4章（4.1、4.2、4.3、4.4和4.5）；李明清编写第5章；靳光盈编写第6章。

本书由焦传君审阅，他对本书提出了许多宝贵意见，在此深表谢意。

在本书编写过程中，参阅了许多资料，特别是一汽大众公司和一汽丰田公司的维修与培训资料，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中可能存在不妥或错漏之处，恳请读者批评指正。

编者



# 目 录

C O N T E N T S

## 第 1 章 汽车传动系统的维护与保养

1.1 汽车传动系统检修基础 .....	001
1.1.1 汽车传动系统的作用、组成与布置 .....	001
1.1.2 汽车行驶的基本原理 .....	004
1.2 离合器的维护与保养 .....	005
1.3 手动变速驱动桥的维护与保养 .....	007
1.4 自动变速器的维护与保养 .....	008

## 第 2 章 离合器检修

2.1 离合器概述 .....	012
2.1.1 离合器的功用与要求 .....	012
2.1.2 离合器的结构与工作原理 .....	013
2.2 膜片弹簧离合器的结构与工作原理 .....	014
2.2.1 膜片弹簧离合器的分类 .....	014
2.2.2 膜片弹簧离合器的结构 .....	016
2.2.3 推式膜片弹簧离合器的工作原理 .....	019
2.2.4 膜片弹簧离合器的操纵机构 .....	019
2.3 膜片弹簧离合器的检修 .....	022

## 第 3 章 手动驱动桥检修

3.1 手动变速器检修 .....	026
3.1.1 变速器概述 .....	026
3.1.2 手动变速器的变速传动机构 .....	030



3.1.3	同步器	034
3.1.4	手动变速器的操纵机构	036
3.1.5	手动变速器的部件检修	039
3.2	分动器检修	044
3.2.1	四轮驱动系统	044
3.2.2	分动器的典型结构和工作原理	045
3.3	万向传动装置检修	047
3.3.1	万向传动装置的功用与组成	047
3.3.2	万向节	048
3.3.3	传动轴	052
3.3.4	万向传动装置检修	052
3.4	驱动桥检修	053
3.4.1	概述	053
3.4.2	主减速器	054
3.4.3	差速器	055
3.4.4	半轴	063
3.4.5	桥壳	063

## 第4章 自动变速器检修

4.1	自动变速器概述	068
4.2	液力变矩器检修	072
4.3	齿轮传动系统检修	080
4.3.1	单行星轮行星排	080
4.3.2	双行星轮行星排	082
4.3.3	换挡执行机构	083
4.3.4	四速行星齿轮系统	086
4.3.5	六速行星齿轮系统	094
4.3.6	平行轴式齿轮传动系统	100
4.3.7	检修	103
4.4	液压控制系统检修	105
4.4.1	液压控制系统的基本组成	105
4.4.2	主要部件的结构与工作原理	105
4.4.3	典型液压油路分析	109
4.4.4	液压控制系统检修	111
4.5	电子控制系统检修	112
4.5.1	信号输入装置	112

4.5.2	电磁阀	115
4.5.3	ECU	118
4.6	自动变速器性能检测	121
4.6.1	初步检查	121
4.6.2	道路试验	122
4.6.3	故障自诊断	123
4.6.4	手动换挡试验	123
4.6.5	失速试验	123
4.6.6	油压试验	125
4.6.7	换挡延时试验	126

## 第 5 章 直接换挡变速器 (DSG) 检修

5.1	DSG 概述	130
5.2	7 挡 DSG	131
5.2.1	0AM 型 7 挡 DSG	132
5.2.2	0AM 型 7 挡 DSG 离合器	133
5.2.3	0AM 型 7 挡 DSG 的机械变速器	135
5.2.4	0AM 型 7 挡 DSG 的控制系统	139
5.3	6 挡 DSG	146
5.3.1	离合器	148
5.3.2	齿轮变速机构	149
5.3.3	换挡操纵机构	154
5.3.4	02E 型 DSG 的控制系统	155

## 第 6 章 无级变速器检修

6.1	无级变速器概述	171
6.2	无级变速器的结构	172
6.2.1	无级变速器的组成	172
6.2.2	无级变速器的工作原理	173
6.2.3	行星齿轮系统及离合器	173
6.2.4	变速机构及控制部分	179
6.2.5	扭矩传感器	182
6.3	液压控制系统	184
6.4	电子控制系统	187



6.4.1 控制单元 .....	187
6.4.2 传感器 .....	191
6.4.3 电路图 .....	196
6.5 无级变速器的检修 .....	196
参考文献 .....	200



# 第 1 章

## 汽车传动系统的维护与保养



### 知识目标

- (1) 掌握汽车传动系统的作用、组成和布置。
- (2) 理解汽车行驶的基本原理。



### 技能目标

- (1) 能够独立完成离合器的维护与保养。
- (2) 能够独立完成手动变速器的维护与保养。
- (3) 能够独立完成自动变速器的维护与保养。



### 案例导入

某车主有一辆装备手动变速器的捷达轿车，行驶 60 000 km，到 4S 店咨询是否需要更换变速器油以及还需要对传动系统进行哪些项目的维护与保养。



## 1.1 汽车传动系统检修基础

### 1.1.1 汽车传动系统的作用、组成与布置

#### 1. 汽车传动系统的作用

汽车一般是由发动机、底盘、车身和电气设备组成的，底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四部分组成。

汽车传动系统是指从发动机到驱动车轮之间所有动力传递装置的总称，其功用是将发动机的动力传给驱动车轮。

#### 2. 汽车传动系统的组成

不同汽车底盘的组成略有差异，如载货汽车及部分乘用车，其底盘一般是由离合器、手动变速器、万向传动装置（万向节和传动轴）和驱动桥（主减速器、差速器、半轴和桥壳）等组成的，如图 1-1 所示；而现在乘用车中采用自动变速器的越来越多，其底盘包括自动变速器、万向传动装置和驱动桥等，即自动变速器取代了离合器和手动变速器；如果是越野汽车（包括 SUV，即运动型多功能车），还应包括分动器。

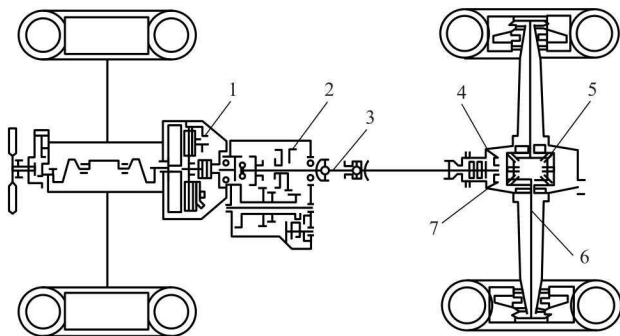


图 1-1 汽车传动系统的组成

1—离合器；2—变速器；3—传动轴；4—驱动桥；5—差速器；6—半轴；7—主减速器

传动系统各组成的功用如下：

- (1) 离合器：保证换挡平顺，必要时中断动力传递。
- (2) 变速器：变速、变矩、变向及中断动力传递。
- (3) 万向传动装置：实现有夹角和相对位置经常发生变化的两轴之间的动力传递。
- (4) 主减速器：将动力传给差速器，并实现降速增矩、改变传动方向。
- (5) 差速器：将动力传给半轴，并允许左右半轴以不同的转速旋转。
- (6) 半轴：将差速器的动力传给驱动车轮。

### 3. 汽车传动系统的布置

汽车传动系统的总体布置主要是根据发动机与驱动车轮的位置划分的，一般有发动机前置后轮驱动、发动机前置前轮驱动、发动机后置后轮驱动和发动机前置全轮驱动等。

发动机前置的优点是操纵性好、发动机散热性好；发动机后置的优点是乘客舱发动机运转噪声小、空气污染小。驱动轮的布置主要是考虑整车的驱动能力及加速能力，即负荷较大的车轮为驱动轮。

发动机前置后轮驱动简称前置后驱，英文简称 FR。如图 1-1 所示，发动机布置在汽车前部，动力经离合器、变速器、万向传动装置、驱动桥，最后传到驱动车轮，使汽车行驶。这种布置形式应用广泛，适用于除越野汽车外的各类汽车，如大多数的货车、部分乘用车和部分客车都采用这种布置形式。

发动机前置前轮驱动简称前置前驱，英文简称 FF。发动机布置在汽车前部，动力经离合器、变速器、前驱动桥，最后传到前驱动车轮，使汽车行驶。这种布置形式在变速器与驱动桥之间省去了万向传动装置，使结构简单紧凑，整车质量小，高速行驶时操纵稳定性好。大多数乘用车采用这种布置形式，但这种布置形式的乘用车爬坡性能差，豪华乘用车一般不采用，而是采用发动机前置后轮驱动的布置形式。

根据发动机布置的方向可分为发动机前横置前轮驱动和发动机前纵置前轮驱动，分别如图 1-2 (a)、(b) 所示。

发动机后置后轮驱动简称后置后驱，英文简称 RR。如图 1-3 所示，发动机布置在汽车后部，动力经离合器、变速器、角传动装置、万向传动装置、后驱动桥，最后传到后驱动车轮，使汽车行驶。这种布置形式便于车身内部的布置及减小室内发动机传入的噪声，一般用于大型客车。

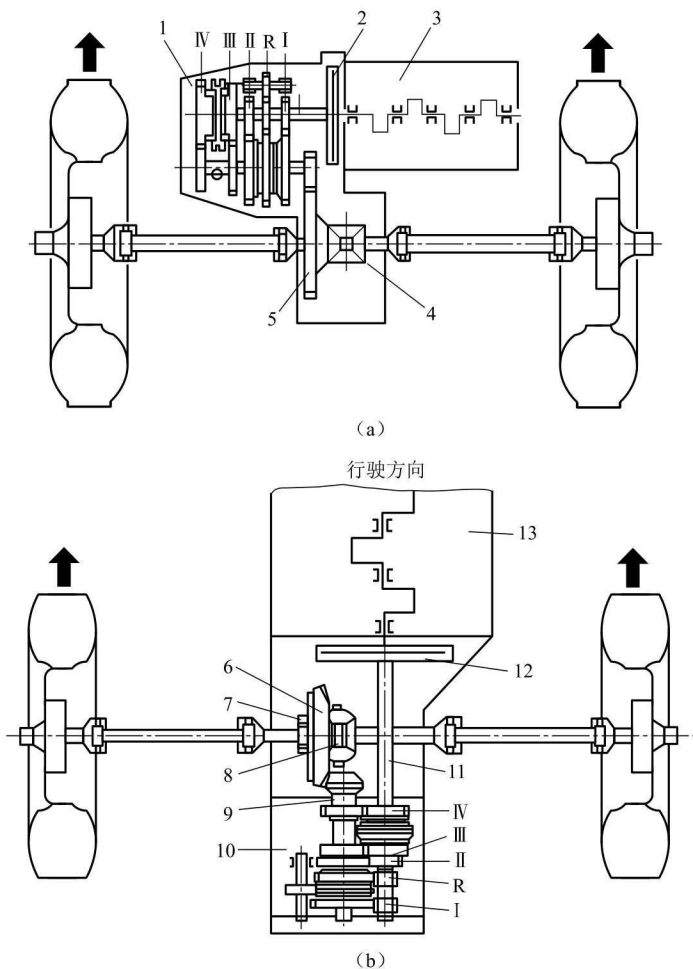


图 1-2 发动机前置前轮驱动示意图

(a) 发动机前横置前轮驱动；(b) 发动机前纵置前轮驱动

1, 10—变速器；2, 12—离合器；3, 13—发动机；4, 8—差速器；5—主减速器；  
6—从动齿轮；7—车速表齿轮；9—主动齿轮（输出轴）；11—变速器输入轴

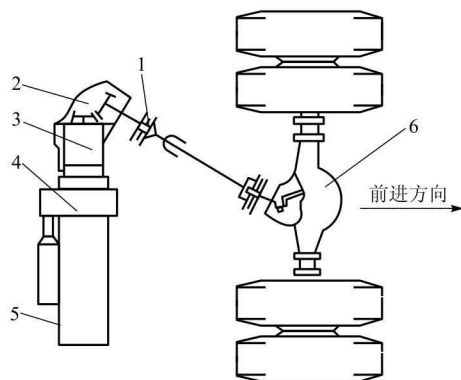


图 1-3 发动机后置后轮驱动示意图

1—万向传动装置；2—角传动装置；3—变速器；4—离合器；5—发动机；6—驱动桥

发动机前置全轮驱动简称全轮驱动,英文简称XWD。如图1-4所示,发动机布置在汽车前部,动力经离合器、变速器、分动器、万向传动装置分别到达前、后驱动桥,最后传到前后驱动车轮,使汽车行驶。由于所有的车轮都是驱动车轮,故充分利用了整车质量,提高了汽车的驱动能力和越野性能,这种布置形式主要用于越野汽车。

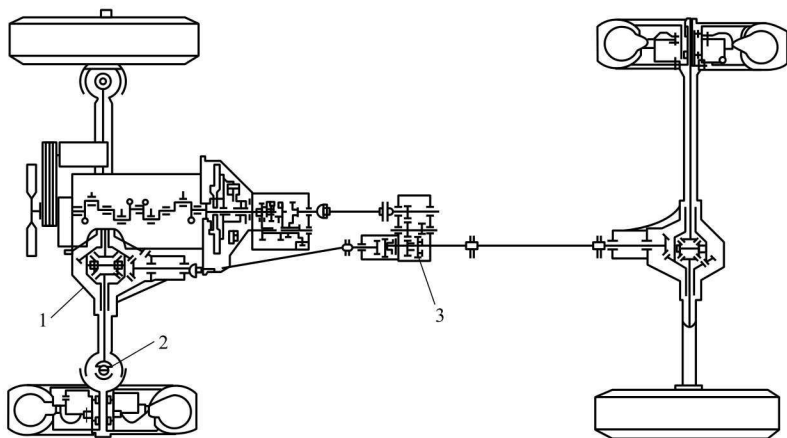


图 1-4 发动机前置全轮驱动示意图

1—前桥; 2—万向节; 3—分动器

### 1.1.2 汽车行驶的基本原理

发动机的转矩经由传动系统在驱动车轮上施加了一个驱动力矩,力图使驱动轮旋转,如图1-5所示。

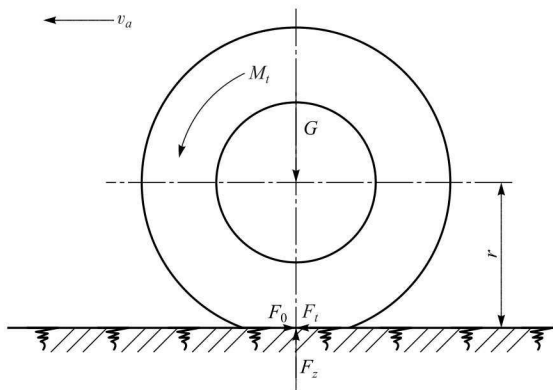


图 1-5 汽车驱动轮受力图

在  $M_i$  的作用下,驱动车轮将对地面施加一个与汽车行驶方向相反的圆周力  $F_0$ 。根据作用力与反作用力原理,地面也将对驱动车轮施加一个与  $F_0$  大小相等、方向相反的反作用力  $F_t$ ,  $F_t$  就是使汽车行驶的驱动力,或称牵引力。驱动力作用在驱动轮上,再通过车桥、悬架、车架等行驶系统传到车身上,使汽车行驶。

汽车在行驶过程中会受到各种行驶阻力的作用。汽车在水平道路上匀速行驶时,

必须克服来自地面的滚动阻力  $F_f$  和来自空气的空气阻力  $F_w$ 。当汽车在坡道上上坡行驶时,还必须克服重力沿坡道的分力  $F_i$ ,称为上坡阻力。汽车加速行驶时,还需要克服其惯性力  $F_j$ ,称为加速阻力。

汽车驱动力与行驶阻力之间的关系式为  $F_t = F_f + F_w + F_i + F_j$ ,称为汽车的驱动力平衡方程。当  $F_t > F_f + F_w + F_i$  时,汽车将加速行驶;当  $F_t = F_f + F_w + F_i$  时,汽车将等速行驶;当  $F_t < F_f + F_w + F_i$  时,汽车将无法起步或减速行驶直至停车。可见,汽车行驶的必要条件为

$$F_t \geq F_f + F_w + F_i$$

地面对轮胎切向反作用力的极限值称为附着力  $F_\varphi$ ，它与驱动轮法向作用力  $F_z$  成正比，常写成

$$F_\varphi = F_z \varphi$$

式中， $\varphi$  称为附着系数，地面的切向反作用力不得大于附着力，否则会发生驱动轮滑转，即

$$F_i \leq F_\varphi$$

上式称为汽车的附着条件。

汽车行驶的驱动—附着条件也是汽车行驶的充分和必要条件，即

$$F_f + F_\omega + F_i \leq F_t \leq F_\varphi$$

## 1.2 离合器的维护与保养

离合器的维护与保养主要包括检查离合器踏板的自由行程、检查离合器的工作情况、检查离合器储液罐液面的高度等。

### 1. 离合器储液罐液面高度的检查

检查离合器储液罐（通常与制动液储液罐共用）内离合器液（制动液）面的高度，如果低于“MIN”标记，则应补加，并应进一步检查离合器液压操纵机构是否有泄漏的部位，如图 1-6 所示。

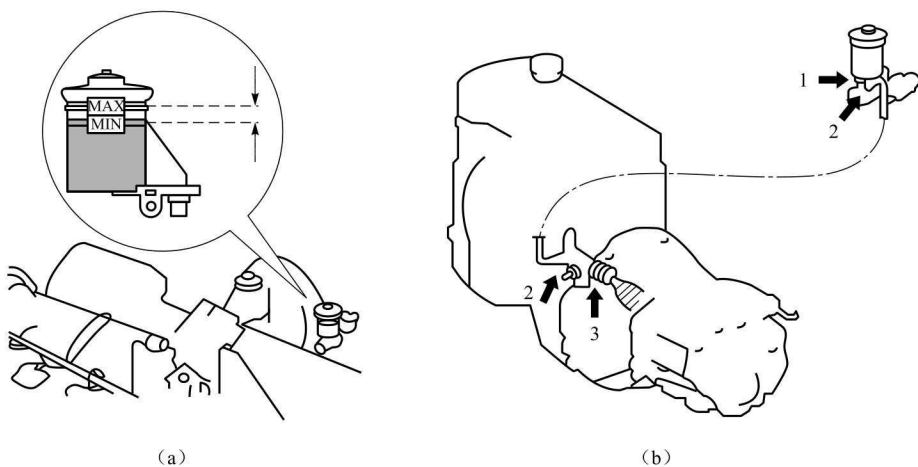


图 1-6 液面高度及泄漏检查

1—离合器总泵；2—管道和软管接头；3—离合器分泵

如果离合器液溅到油漆表面，应立即用水漂洗；否则，离合器液将损坏油漆表面。

### 2. 离合器液压操纵机构泄漏的检查

主要检查部位：主缸与油管、工作缸与油管及油封等。

检查方法：戴白色工作手套，触摸检查部位，观察是否有油迹，若有则进行修理。

### 3. 离合器踏板的检查

1) 踩下离合器踏板，检查踏板响应性

(1) 踏板回弹是否无力。

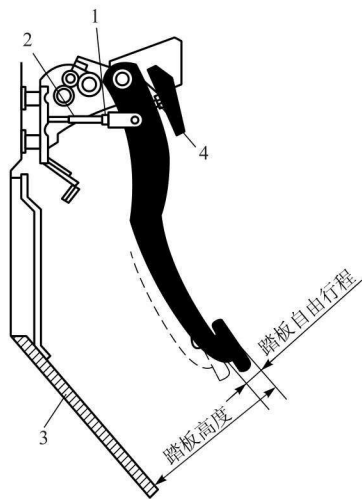


图 1-7 离合器踏板高度和自由行程

1—锁紧螺母；2—离合器主缸推杆；  
3—地板；4—限位螺栓

主缸推杆的长度，先将主缸推杆锁紧螺母旋松，然后转动主缸推杆，从而调整踏板自由行程，调整后应将锁紧螺母旋紧。

有些车辆的操纵机构具有自调装置，如捷达乘用车，可以免除离合器踏板自由行程的调整。

#### 4) 离合器分离点检查

安装车轮挡块，拉起驻车制动杆，启动发动机，使发动机怠速运转。在没有踩下离合器踏板时慢慢地换挡到倒挡。逐渐踩下离合器踏板，测量踏板的自由行程到齿轮噪声停止进入啮合位置的行程量，如图 1-8 所示。

#### 4. 离合器工作情况的检查

车辆可靠驻停，拉起驻车制动手柄。启动发动机，发动机怠速运转，踩下离合器踏板，换到一档或倒挡，检查是否有噪声、是否换挡平稳。如果有噪声或换挡不平稳，说明离合器分离不彻底。

#### 5. 离合器液压系统中空气的排出

离合器液压操纵系统经过检修之后，管路内可能进入了空气，在添加制动液时也可能使液压系统进入空气。空气进入后，由于缩短了主缸推杆行程即踏板工作行程，从而使离合器分离不彻底。因此，液压系统检修后或怀疑液压系统进入空气时，要排除液压系统中的空气。排除方法如下：

(1) 将主缸储液罐中的制动液加至规定高度，升起汽车。

- (2) 是否有异响。
  - (3) 踏板是否过度松动。
  - (4) 踏板是否沉重。
- 2) 离合器踏板高度检查

离合器踏板高度如图 1-7 所示，检查时应掀起地毯或地板革，用直尺测量地面到离合器踏板上表面的距离。如果超出标准，则应调整踏板高度。

离合器踏板高度可以通过踏板后的限位螺栓进行调整。

#### 3) 离合器踏板自由行程的检查及调整

踏板自由行程如图 1-7 所示，检查时用一个直尺抵在驾驶室地板上，先测量踏板完全放松时的高度，再用手轻按踏板，当感到阻力增大时再测量踏板高度，两次测量的高度差即踏板的自由行程。

踏板自由行程的调整：液压式操纵机构一般是调整

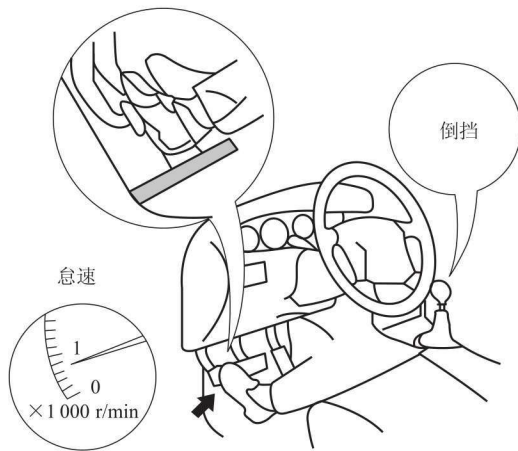


图 1-8 离合器分离点检查

- (2) 在工作缸的放气阀上安装一根软管，并接到一个盛有制动液的容器内。
- (3) 排空气时需要两个人配合工作，一人慢慢踩踏离合器踏板数次，感到有阻力时踏住不动；另一人拧松放气阀直至制动液开始流出，然后再拧紧放气阀。
- (4) 按上述方法连续操作几次，直到流出的制动液中无气泡为止。
- (5) 空气排除干净后，需要再次检查及调整踏板自由行程。
- (6) 再次检查主缸储液罐液面高度，必要时添加制动液。

### 1.3 手动变速驱动桥的维护与保养

手动变速驱动桥的维护与保养主要是进行齿轮油渗漏、油位的检查，以及齿轮油的排放与加注。

#### 1. 检查齿轮油渗漏

举升车辆，检查手动变速驱动桥（包括手动变速器、差速器和分动器）的下述区域是否漏油，如图 1-9 所示。

- (1) 壳接触面。
- (2) 轴和拉索伸出的区域。
- (3) 油封。
- (4) 排放塞和加注塞。

#### 2. 检查油位

##### 1) 手动变速器油位的检查

从手动变速器上拆卸油加注塞，将手指插入塞孔，并且检查油与手指接触的位置，如图 1-10 所示。

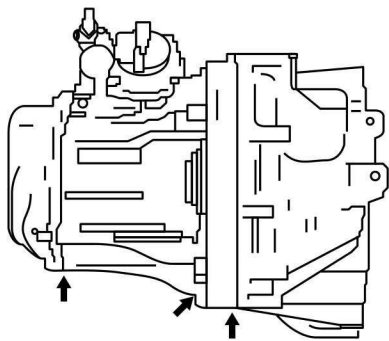


图 1-9 检查渗漏部位

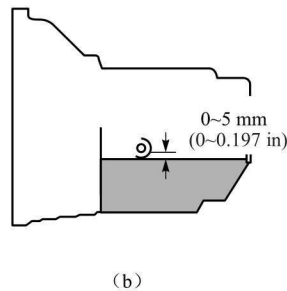
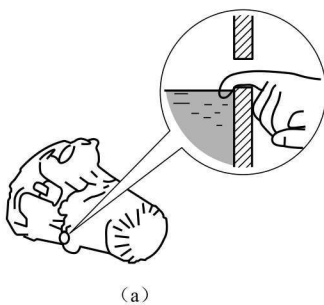


图 1-10 手动变速器油位检查

##### 2) 差速器油位的检查

从差速器上拆卸油加注塞，将手指插入各塞孔，并且检查油与手指接触的位置，如图 1-11 所示。

#### 3. 更换手动变速器齿轮油

手动变速器齿轮油的更换方法如下（见图 1-12）：

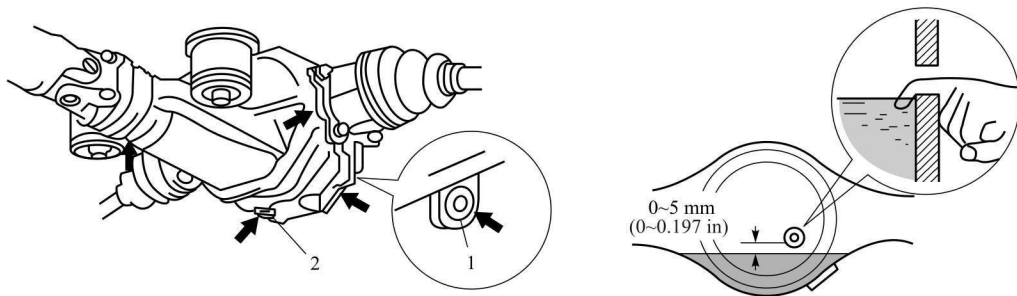


图 1-11 差速器油位的检查

1—加注塞；2—排放塞

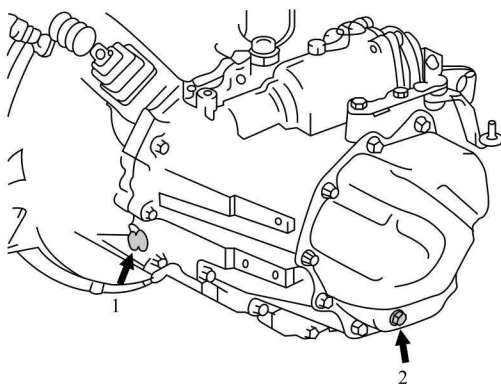


图 1-12 手动变速器齿轮油的更换

1—加注塞；2—排放塞

- (1) 拆卸加注塞、排放塞和两个垫片，然后排放手动变速器齿轮油。
- (2) 将油排放之后，用新垫片重新安装排放塞。
- (3) 重新加注规定量的油。
- (4) 用一个新垫片重新安装加注塞。

## ❁ 1.4 自动变速器的维护与保养

### 1. 自动变速器油液渗漏的检查

如图 1-13 所示，检查变速器的壳接触面、轴和拉索伸出区域、油封、排放塞和加注塞、管道和软管连接区域是否漏液。

### 2. 自动变速器液位的检查

自动变速器油又称 ATF，液位检查有两种方法，一种适用于带有油标尺的变速器，另一种适用于带有溢流管的变速器。

#### 1) 使用油标尺检查自动变速器液位

液位检查如图 1-14 所示，具体检查方法如下：

- (1) 将汽车停放在水平地面上，并拉紧驻车制动杆。



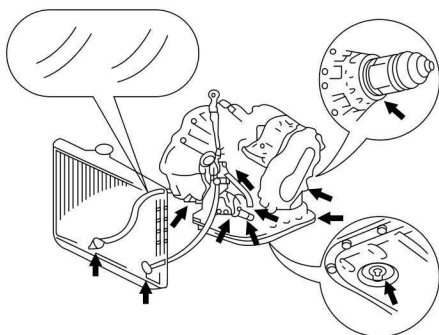


图 1-13 渗漏区域

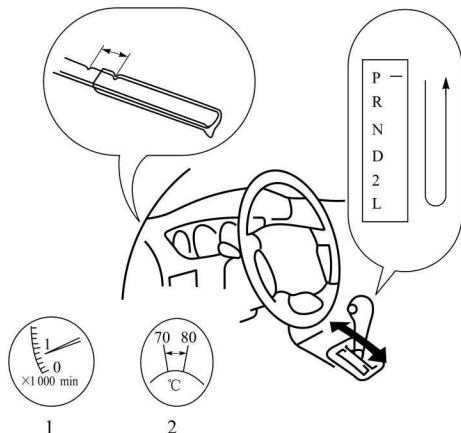


图 1-14 液位检查

1—怠速；2—液温

(2) 让发动机怠速运转 1 min 以上。

(3) 踩住制动踏板，将操纵手柄拨至倒挡 (R)、前进挡 (D)、前进低挡 (S、L 或 1) 等位置，并在每个挡位上停留几秒钟，使液力变矩器和所有的换挡执行元件中都充满液压油，最后将操纵手柄拨至停车挡 (P) 位置。

(4) 拔出自动变速器油尺，将油尺擦干净后再全部插入原处后拔出，检查油尺上的液面高度。

液压油液面高度的标准是：如果自动变速器处于冷态（即冷车刚起动，液压油的温度较低，为室温或低于 25 °C 时），液面高度应在油尺刻线的下限附近；如果自动变速器处于热态（如低速行驶 5 min 以上，液压油温度已达 70 °C ~ 80 °C），油面高度应在油尺刻线的上限附近。因为低温时液压油的黏度大，运转时有较多的液压油附着在行星齿轮等零件上，所以油面高度较低；高温时油液黏度小，容易流回油底壳，因此油面较高。

2) 使用溢流管检查自动变速器液位

以大众 01M 自动变速器为例进行说明，如图 1-15 所示。

(1) 检查条件。

① 变速器控制单元不准进入应急状态。

② ATF 温度不能超过 30 °C。

③ 车辆水平放置于举升机上。

④ 发动机怠速运转，且排挡杆置于 P 挡。

(2) 检查方法。

① 连接故障阅读器 V. A. G1551 或 V. A. G1552，输入地址码 02 进入变速器电控系统，选择 08 功能下的 05 数据组，观察第一显示区 ATF 温度值。

② 发动机怠速运转。

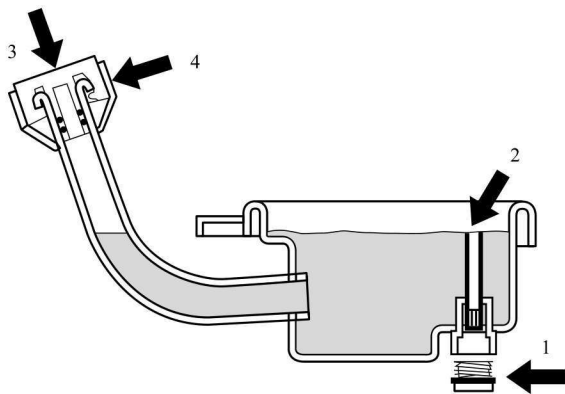


图 1-15 液位检查

1—螺塞；2—溢流管；3—加注口；4—加注口端盖