



看图学修车系列丛书

KANTU XUEXIUCHE XILIE CONGSHU

彩色版



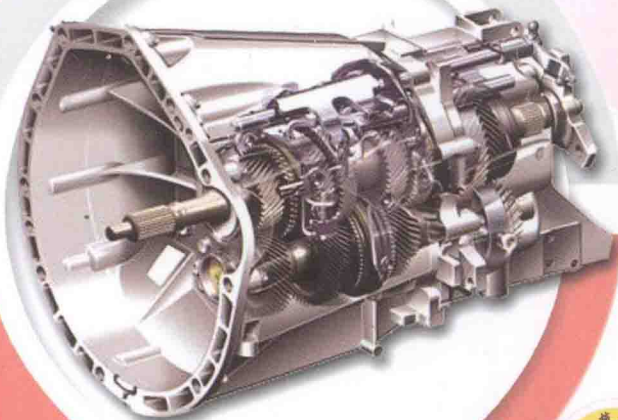
看图学修

KANTU XUEXIU

汽车手动变速传动系统

组 编 ○ 东莞市凌凯教学设备有限公司

主 编 ○ 陈红阳



免费赠送视频文件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

看图学修车系列丛书

看图学修汽车手动变速传动系统 (彩色版)

东莞市凌凯教学设备有限公司 组编

主 编 陈红阳

参 编 胡波勇 谭敦才 于海东 蔡晓兵
陈 波 李土军 陈海波 王世根
李光金 陈甲仕 邓冬梅 胡 波
葛千红 谭玉芳



机械工业出版社

本书以手动变速传动系统结构原理以及拆装为主,全面讲解了手动变速器的机械机构及各主要部件的作用,内容包括离合器机构、变速器机构、变速器操纵机构、主减速器机构等,列举了各种维修工具的特点及使用方法,并以吉利的S148手动变速器为例,全面、系统地讲述了手动变速器拆装的每一步骤及注意事项。

本书以图为主,以文字为辅,力争使汽车手动变速传动系统的原理讲述更加形象,更加通俗易懂。本书适合于汽车专业学生和人行人员自学,也可以作为汽车爱好者了解汽车知识的入门读物。

友情赠送

我社免费赠送与学习本书相关的维修操作演示视频文件。凡购买本册图书并对该视频文件有需求的读者,请与机械工业出版社汽车分社联系。联系电话:010-88379674,010-88379735。QQ:591783553。

图书在版编目(CIP)数据

看图学修汽车手动变速传动系统:彩色版/陈红阳主编.

—北京:机械工业出版社,2012.8

(看图学修车系列丛书)

ISBN 978-7-111-39322-1

I. ①看… II. ①陈… III. ①汽车—手动变速器—车辆
修理—图解②汽车—传动系—车辆修理—图解
IV. ①U472.41-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 176245 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:徐 巍 责任编辑:徐 巍 孙 鹏

封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

北京汇林印务有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·7 印张·160 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-39322-1

定价:36.00 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

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面防伪标均为盗版

丛书序

当前,正值国家大力推行职业教育及农村劳动力转移培训工程,入门级的汽车维修自学教材的开发就变得尤为重要,本套看图学修车系列丛书正是基于此社会背景下开发出来的汽车维修培训的入门级教材。

看图学修车系列丛书主要有以下特点:

1. 简单易学,适用。本丛书摆脱了冗长的理论知识讲解,以图解为主,强调以图说话,简化技术理论,将抽象深奥的知识简单化、形象化和感性化。图解方式教学简单,易于接受并帮助记忆,使学生一看就懂,一看就明,解决了部分自学人员由于基础知识薄弱,在成套的理论面前无所适从的问题;同时也增强了读者的自学兴趣。

2. 内容实用,联系实际。在技能操作部分围绕厂家实际操作规范,强调了理论与实际的结合,在学中做,在做中学,使读者更容易掌握有用的知识。

看图学修车系列丛书的分册按汽车的系统划分,分为《看图学修汽车发动机机械系统》、《看图学修汽车手动变速传动系统》、《看图学修汽车常规制动系统》、《看图学修汽车转向系统》、《看图学修汽车空调》、《看图学修汽车发动机电控系统》、《看图学修汽车自动变速器》、《看图学修汽车ABS》、《看图学修汽车悬架系统》、《看图学修汽车防盗系统》、《看图学修汽车电脑》、《看图学修汽车音响》、《看图学修汽车电器》和《看图学用汽车维修检测设备和仪器》等。各分册内容将一般的机械系统与电子控制系统分开讲解,这样读者既可以根据自身技术程度选学,也方便他们由浅入深地学习。

本套丛书作为自学读本,紧紧围绕从原理的为什么到技能的怎么做,重点突出了内容的适用性、可读性及实操性。丛书主要以图解、概念式词解的方式讲述各系统构造及原理,技能操作部分参考了厂家规范,简单实用,读者易学易懂,可作为汽车专业学生学习的辅导教材,也可作为入行人员的自学书籍。

囿于编者水平,本丛书疏漏与不足之处在所难免,恳望业界专家、同仁和广大读者多多指正。

编 者

目 录 CONTENTS

丛书序

一、维修信息/安全.....1

- (一) 举升与支撑点.....1
- (二) 牵引.....2
- (三) 准备工作.....3

二、传动系统.....4

- (一) 传动系统概述.....4
- (二) 变速器分类与齿轮传动.....6

三、离合器.....11

- (一) 离合器概述.....11
- (二) 摩擦式离合器.....13
- (三) 从动部分.....15
- (四) 离合器操纵机构.....20
- (五) 离合器检测与拆装.....22

四、变速器.....29

- (一) 变速器概述.....29
- (二) 手动变速器结构.....32
- (三) 同步器结构.....40
- (四) 换档操纵机构.....43
- (五) 齿轮与变速器润滑(简述保养).....47

五、驱动桥.....49

- (一) 驱动桥概述.....49
- (二) 主减速器的构造与工作原理.....50
- (三) 差速器的构造与工作原理.....51
- (四) 半轴.....52
- (五) 桥壳.....54

(六) 万向传动装置	56
(七) 驱动桥的检测	59
(八) 驱动桥常见故障检修	63

六、JL-S148变速器拆装流程和检测.....66

(一) 变速器	66
(二) 变速器的拆装与检测	68
(三) 变速器总成装配	89

七、手动变速传动系统故障维修.....92

(一) 离合器的常见故障及排除	92
(二) 变速器的常见故障及排除	95
(三) 大众车系常见故障检修步骤	97
(四) 离合器典型故障排除	99
(五) 丰田酷路泽RA61F手动变速器维修数据查询	101

一、维修信息/安全

(一) 举升与支撑点

注：如果需从车辆后部卸下笨重部件，如悬架或燃油箱，应首先用一个高的安全支承架将车辆的前部支撑好。因为如果车辆后部拆下较大重量的部件，会使汽车重心位置前移，从而导致举升机上的车辆发生前倾。

1. 车辆举升机

1) 将举升机的提升块(A)或安全支承架置于车辆前支撑点(B)和后支撑点(C)，如图1所示。

2) 使举升机升高十几厘米，然后轻轻摇动车辆，以确认得到可靠支撑。

3) 使举升机升高至最高高度，然后检查举升点与举升块之间的接触是否牢靠。

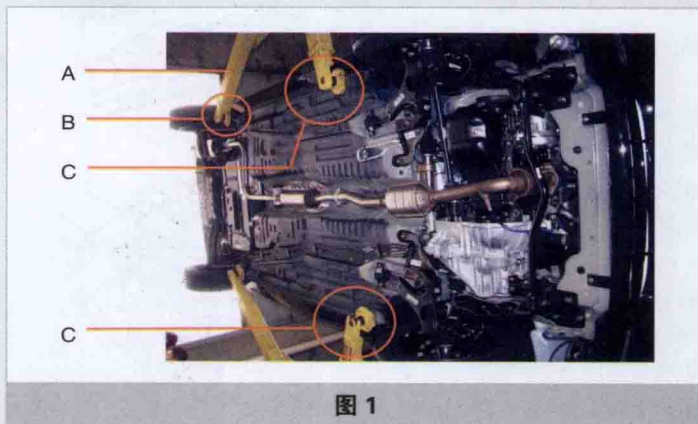


图 1

2. 安全支承架

将车辆支撑在安全支承架上时，与使用车辆举升器时一样，应使用支撑点(B和C)。在车上或车底下工作时，如果只由一个千斤顶支撑车辆，一定要加用安全支承架。

3. 千斤顶

1) 如果要举升车辆前部，则拉紧驻车制动器。如果要举升车辆后部，若是手动变速车辆，则应把变速杆置于倒档。若是自动变速车辆，则置于P位(驻车档)。

2) 把未被举升的车轮用楔块楔好。

3) 如图2所示，把千斤顶放在前千斤顶支座(A)或后下千斤顶支座(B)下，将千斤顶支座与千斤顶举升平台(C)对正，然后，把车辆举升到足够高度，以便在下面安放安全支承架。

4) 把安全支承架放在支撑点下，调节安全支承架，使被支撑后的车辆能保持水平。

5) 把车辆降低，放在支承架上。

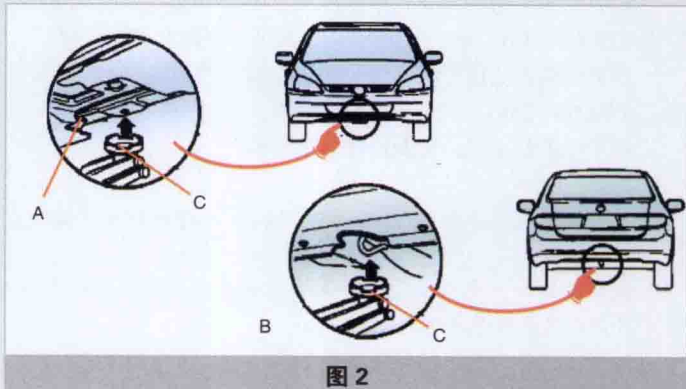


图 2



(二) 牵 引

在需要拖动车辆时，应使用专业的牵引服务。千万不能仅仅通过绳索或链条把车辆直接挂在车后，那样极其危险。

常用车辆牵引设备有以下三种。

1. 平板设备

作业人员将车辆装载到卡车上，这是运送车辆的最佳方法。

为便于使用平板设备运输，车辆上安装了一个牵引钩（A）和拴系钩槽（B），如图1所示。

牵引钩与绞盘一起使用，用以将车辆拉至卡车上。而拴系钩槽则用以将车辆固定在卡车上。

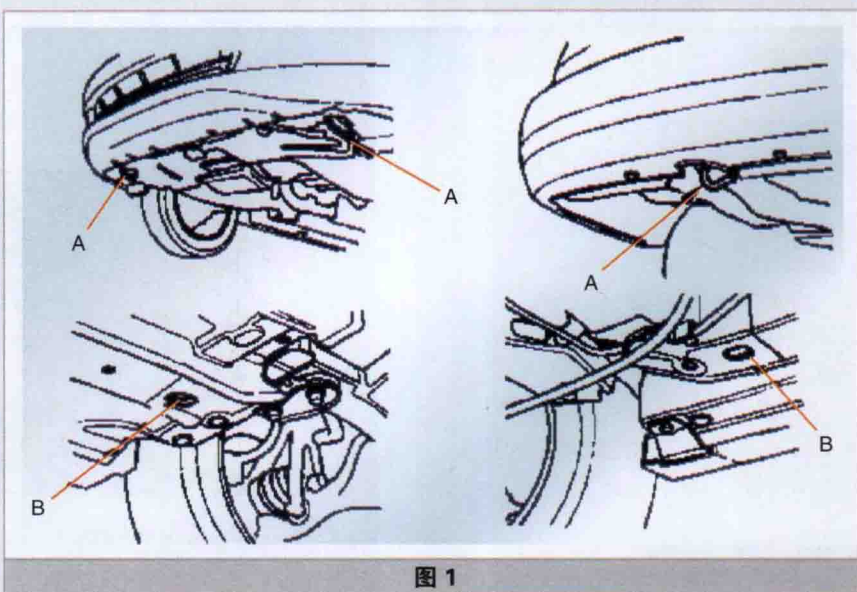


图 1

2. 车轮提升设备

牵引卡车用两只旋转臂从被牵引车辆轮胎(前或后)下面将其提离地面，另外两只车轮仍在地面上。这是一种可以采用的牵引车辆的方法。

3. 吊钩型设备

牵引卡车采用端部带钩的钢丝绳。钩子缠绕在车架或悬架部件上，钢丝绳把车辆的一端拉离地面。如果试图采用这种方法，车辆的悬架和车身可能会严重受损。

如果车辆无法用平板运输，则应将前轮提离地面进行牵引。如果车辆已经损坏，牵引时前轮必须着地，应做如下工作：

松开驻车制动器；将变速杆置于空档。

建议：

车辆拖行距离不要超过80km(50miles)，并将行驶速度保持在55km/h(35mile/h)以下。

注意：

拖动车辆时，牵引操作不当会损坏变速器，请严格按上述步骤进行。如果无法换档或无法起动发动机，则必须用平板卡车运送。

试图通过保险杠来提升或拖动车辆，将会造成严重损坏。保险杠并非设计用来承受车辆重量的。



(三) 准备工作

在工作过程中，务必遵守所有安全预防措施。

- 1) 用洁净的布或聚乙烯罩盖好所有漆面和座椅，以防灰尘和划痕。
- 2) 工作时注意安全，注意力要集中。在前轮或后轮被提起后，应可靠地楔住其他未提起的车轮。如果同时参与工作的有两个或多个人员，则相互间应尽可能多沟通。除非车间或工作区通风良好，否则，不得让发动机运转。
- 3) 在卸下或拆解零件前，必须仔细对其进行检查，以便将需要维修的部分隔离出来。
- 4) 按要求使用专用工具。
- 5) 零部件必须按规定维护标准中的正确拧紧力矩进行组装。
- 6) 在拧紧一组螺栓或螺母时，应先从中心部位或大直径螺栓开始，并且在拧紧时，应按交叉位置分两步或多步完成。
- 7) 在重新组装时，应使用新的填料、垫片、O形密封圈和开口销。
- 8) 需要更换的零部件不得继续使用，必须予以更换。
- 9) 使用原厂生产的零部件和润滑剂，或用具有同等品质的来替代。零部件继续使用时，必须经过仔细检查，确保其没有损坏或变质，并处于良好的使用状态。
- 10) 零部件应按要求涂敷或加注规定的润滑脂，在拆卸时，使用溶剂清洗拆卸下的零件。
- 11) 对于变速器油液和液压元件
 - 在向系统中补充液体时，需要特别小心，以防灰尘、污物进入系统。
 - 不得将不同品牌的液体混合使用，它们之间可能不相容。
 - 不得重复使用已排出的变速器油液。
 - 因为变速器油液会损伤漆面或树脂表面，所以要特别注意不要溅到类似表面上。如果意外溅出，应立即用凉水或温水予以冲洗。
 - 在断开制动软管或制动管后，应塞住开口，确保制动液不会流失。
 - 所有拆卸的制动器零件都必须用洁净的制动液进行清洗，用压缩空气吹扫所有孔与通路。
 - 避免拆卸下的零件接触空气携带的灰尘和摩擦物质。
 - 在组装前，检查并确认零件是洁净的。
- 12) 除非另有规定，否则应避免将油或润滑脂涂到橡胶零件或管路上。
- 13) 组装时，应检查每一零件的安装是否正确，工作是否正常。



二、传动系统



(一) 传动系统概述

1. 传动系统的组成

传动系统将发动机发出的动力传给驱动车轮，并实现减速增矩等功能。传动系统包括离合器、变速器、传动轴、主减速器、差速器以及半轴等，如图1所示。

1) 离合器：使发动机与传动系统实现平顺接合，把发动机的动力传给传动系统，或者使两者分开，切断传动。

2) 变速器：实现变速、变矩和变向。

3) 万向传动装置：将变速器传出的动力传给主减速器。

4) 主减速器：降低转速，增加转矩。

5) 差速器：将主减速器传来的动力分配给左、右半轴。

6) 半轴：将动力由差速器传给驱动轮。

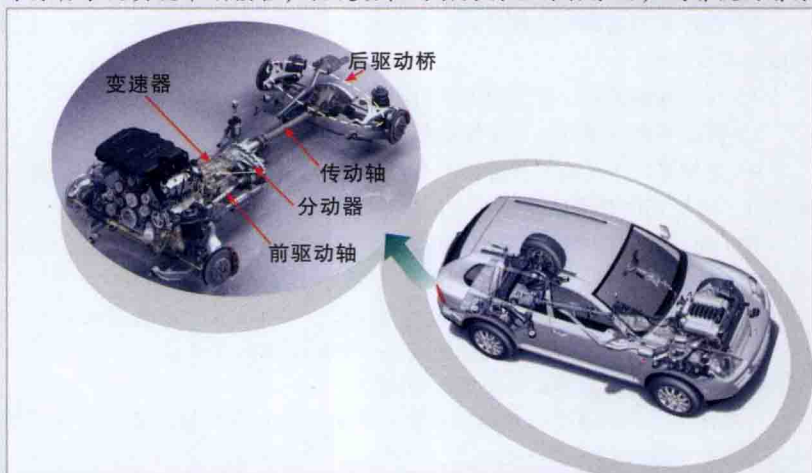


图1 传动系统的组成

2. 传动系统的结构

汽车传动系统的基本功用是将发动机发出的动力传给驱动车轮。传动系统结构图如图2所示。

现代汽车普遍采用的是活塞式内燃机，与之相配的传动系统大多采用机械式的。对于前置前驱的汽车来说，发动机发出的转矩依次经过离合器、变速器、万向节、传动轴、主减速器、差速器、半轴传给前车轮，所以前轮又称为驱动轮。驱动轮得到转矩便给地面一个向后的作用力，并因此而使地面对驱动轮产生一个向前的反作用力，这个反作用力就是汽车的驱动力。汽车的后轮与传动系统一般没有动力上的直接联系，因此称为从动轮。



图2 传动系统结构图

3. 汽车传动系统的五种布置

汽车的传动系统布置可以分为五类：发动机前置后轮驱动（FR）、发动机前置前轮驱动（FF）、发动机中置后轮驱动（MR）、发动机后置后轮驱动（RR）和全轮驱动（nWD）。

（1）发动机前置后轮驱动（FR）

FR是4×2型汽车的传统布置方案（图1），主要应用于大、中型载货汽车，但是在部分高级轿车以及微型汽车上也有采用，如解放和东风系列载货汽车，奔驰宝马系列高级轿车以及国产的长安、五菱、金杯系列轻型车等。该方案的优点是，前后轮的质量分配比较理想。其缺点是，需要一根较长的传动轴，这不仅增加了车重，而且也影响了传动系统的效率。



图1 发动机前置后轮驱动

（2）发动机前置前轮驱动（FF）

发动机、离合器与主减速器、差速器等装配成十分紧凑的整体，布置在汽车的前面，前轮为驱动轮，这样在变速器和驱动桥之间就省去了万向节和传动轴。发动机可以纵置或横置，在发动机横置（发动机曲轴轴线垂直于车身轴线）时，由于变速器轴线与驱动桥轴线平行，主减速器可以采用结构和加工都较简单的圆柱齿轮副。发动机纵置时，则大多数需采用弧齿锥齿轮副。由于前轮是驱动轮，有助于提高汽车高速行驶时的操纵稳定性。这种布置方案目前已广泛地应用于微型和中级轿车，在中高级和高级轿车上的应用也日渐增多。例如：一汽大众、上海大众、广州本田、广州丰田等国产中高级轿车均采用这种布置形式（图2）。



图2 发动机前置前轮驱动

（3）发动机后置后轮驱动（RR）

发动机后置后轮驱动（RR）方案如图3所示。发动机、离合器和变速器都横置于驱动桥之后，驱动桥采用非独立悬架。主减速器与变速器之间距离较大，其相对位置经常变化。由于这些原因，有必要设置万向传动装置和角传动装置。大型客车采用这种布置方案更容易做到汽车总质量在前后车轴之间的合理分配，而且具有车厢内噪声低、空间利用率高等优点，因此它是大、中型客车盛行的方案。但是由于发动机在汽车后部，发动机冷却条件差，发动机、离合器和变速器的操纵机构都较复杂。少数轿车和微型汽车也有采用这种方案的。



图3 发动机后置后轮驱动

（4）发动机中置后轮驱动（MR）

发动机中置后轮驱动（MR）方案如图4所示。传动系统的这种布置方案有利于实现前后轮较为理想的质量分配，是赛车普遍采用的方案。部分大、中型客车也有采用此种布置方案的。它的优缺点介于FF和RR方案之间。



图4 发动机中置后轮驱动

（5）全轮驱动（nWD）

nWD是n Wheel Drive的缩写（n代表驱动轮数），表示传动系统为全轮驱动方案。对于要求能在坏路或无路地区行驶的越野汽车，为了充分利用所有车轮与地面之间的附着条件，以获得尽可能大的牵引力，总是将全部车轮都



作为驱动轮,故传动系统采用nWD方案,图1所示为丰田陆地巡洋舰4WD越野车的传动系统布置图。从图中不难看出,前后桥都是驱动桥。为了将变速器输出的动力分配给前后两驱动桥,在变速器与两驱动桥之间设置有分动器,前驱动桥可根据需要,用换挡拨叉接通或断开。全轮驱动主要应用于越野车、特种车和军用车上。



图1 全轮驱动

4. 功用

将发动机发出的动力传递给驱动车轮,使汽车在各种不同的工况下均能正常行驶,并具有良好的经济性和动力性。

5. 功能

减速、变速、倒车、中断动力、轮间差速和轴间差速功能。

1) 减速:通过传动系统的作用,使驱动轮的转速降低为发动机转速的若干分之一,相应驱动轮所得到的转矩增大到发动机转矩的若干倍。

2) 变速:保持发动机在有利的转速范围内工作,汽车牵引力又在足够大的范围内变化。

3) 倒车:在传动系统的变速器中加设倒档,使汽车能在某些情况下倒车。

4) 中断传动:发动机只能在无负荷情况下起动,而且起动后转速必须保持在最低稳定转速以上,所以在汽车起动以前,必须将发动机与驱动轮之间的传动路线切断,即传动系统的中断传动作用。

5) 差速作用:汽车转弯时,左右车轮滚过的距离不同,传动系统的差速作用可以使左右两驱动轮以不同的角速度旋转。

(二) 变速器分类与齿轮传动

1. 变速器的分类

手动变速器(MT)

手动变速器也称手动档,即用手拨动变速杆才能改变变速器内的齿轮啮合位置,改变传动比,从而达到变速的目的。踩下离合器踏板时,方能拨动变速杆。如果驾驶人技术好,装用手动变速器的汽车在加速、超车时比装用自动变速器的车快,也省油。

自动变速器(AT)

自动变速器利用行星齿轮机构进行变速,它能根据加速踏板位置与开闭速度和车速变化,自动地进行变速。而驾驶人只需操纵加速踏板控制车速即可。



变速器分类

操纵方式



手动变速器

前进档数量

四档变速器

这种分类方式是按照前进档的数量，四档变速器实际的档位为5个，外加一个倒档。

五档变速器

实际的档位为6个，外加一个倒档。

多档位变速器

有些货车和客车上装配了超过5个前进档的变速器，这些车型对变速器传动比的要求较高。



自动变速器

变速轴的数目

三轴式



两轴式



行星齿轮式



平行轴式



无级变速器



变速机构不同

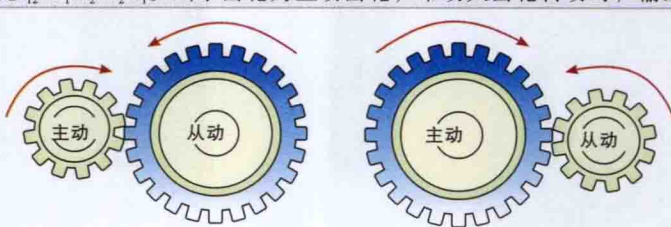
一般来讲，汽车上常用的自动变速器有以下几种类型：液力自动变速器、液压传动自动变速器、电力传动自动变速器、有级式机械自动变速器和无级式机械自动变速器等。其中，最常见的是液力自动变速器。液力自动变速器主要是由液压控制的齿轮变速系统构成，主要包含液力变矩器和自动变速器两大部分。它能够根据节气门的开度和车速的变化，自动地进行换档。

2. 普通齿轮传动的基本原理

普通齿轮变速器是利用不同齿数的齿轮啮合传动来实现转速和转矩的改变。

齿轮传动的基本原理如下图所示，一对齿数不同的齿轮啮合传动时可以实现变速，而且两齿轮的转速比与其齿数成反比。设主动齿轮转速为 n_1 ，齿数为 z_1 ，从动齿轮转速为 n_2 ，齿数为 z_2 。主动齿轮(即输入轴)转速与从动齿轮(即输出轴)转速的比值称为传动比，用字母 i_{12} 表示。

即由主动齿轮传到从动齿轮的传动比 $i_{12}=n_1/n_2=z_2/z_1$ 。当小齿轮为主动齿轮，带动大齿轮转动时，输出转速降低，即 $n_2 < n_1$ ，称为减速传动，此时传动比 $i > 1$ ，如右图a所示；大齿轮驱动小齿轮时，输出转速升高，即 $n_2 > n_1$ ，称为增速传动，此时传动比 $i < 1$ ，如右图b所示。这就是齿轮传动的变速原理，汽车变速器就是根据这一原理利用若干大小不同的齿轮副传动而实现变速的。



a) 减速传动

b) 增速传动

齿轮传动的基本原理



3. 齿轮传动比

要想通过输入输出来增加一定的转矩,这取决于齿轮相关的尺寸。输入和输出齿轮转速大小的比值叫做传动比。表明传动比的最好办法是各个齿轮的齿数。图1所示一组齿轮,输入齿数是12,输出齿数是24。输入齿轮转二圈时,输出齿轮转一圈。也就是输出齿轮的转速是输入齿轮的一半,而输出的转矩却增加了一倍。这一齿轮副传动比就定为24:12或2:1。这也就是说输入齿轮转二圈而输出齿轮转一圈。

速比=2:1(输入转2圈对输出转1圈)

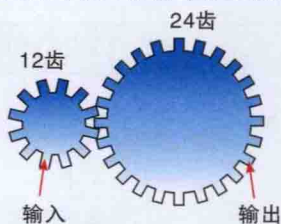


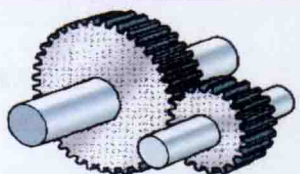
图1 齿轮传动比示意图

4. 齿轮类型

直齿圆柱齿轮是最常见的一种齿轮,它们具有直齿轮并装在平行轴上。有时,人们会同时使用很多直齿齿轮来产生较大的齿轮减速比。但汽车中则很少使用直齿轮,这是因为直齿轮的噪声很大。每当一个齿轮的轮齿与另一个齿轮的轮齿啮合时,这些轮齿将发生碰撞,发出噪声。此外,它还会增大轮齿所承受的压力(图2a)。为了减小噪声并降低齿轮间的压力,汽车中使用的齿轮大都是斜齿圆柱齿轮(图2b)。直齿圆柱齿轮的轮齿是平行于轴切出的,这在主动轮和从动轮之间产生了垂直压力。斜齿轮比直齿轮安静,比相同尺寸的直齿轮的强度要大,并且因成角度啮合而具有几乎连续的动力传递的能力。斜齿圆柱齿轮上的齿是以倾斜方向切出的,会产生轴向推力,使用斜齿轮的设备都装有推力轴承,用来承受这种推力。

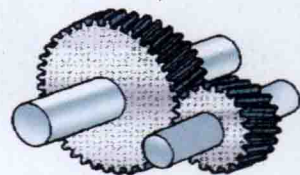
斜齿圆柱齿轮主要缺点是传动中存在轴向力 F_a 。为克服此缺点,可采用人字齿轮,它是斜齿圆柱齿轮的一种变型,该齿轮将右旋齿轮和左旋齿轮加工在一起,以便消除轴向推力(图3)。传动时很安静,无噪声。

如图4所示,斜齿轮按其齿廓渐开螺旋面的旋向,可以分为右旋和左旋两种,旋向判别方法与螺杆相同。当观察者沿齿轮分度圆柱面的直母线方向看过去,从轮齿上远离观察者的任



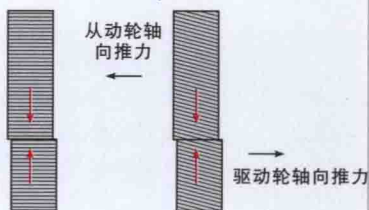
直齿圆柱齿轮传动

a)



斜齿圆柱齿轮传动

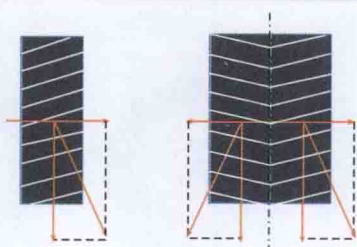
b)



c)

图2 圆柱齿轮传动

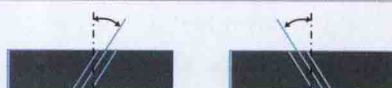
意一个端面齿廓,相对于接近观察者的任意一个端面齿廓,按顺时针方向转过了一个角度时,此轮齿就称为右旋齿。若按逆时针方向转过了一个角度时,此轮齿就称为左旋齿。其判定方法也可用右手法则判别:手心对着自己,四个手指顺齿轮轴线方向摆着。若齿向与右手拇指指向一致,则该齿轮为右旋齿轮,如图



a) 斜齿轮

b) 人字齿轮

图3 斜齿轮上的轴向力



a) 右旋

b) 左旋

图4 斜齿轮的旋向



当需要改变动力传递方向时,可以使用锥齿轮。它们一般装在互相垂直的两个轴上,但也可以将其设计为适用于其他角度。锥齿轮上的轮齿可以是直齿(图1a)或弧齿(图1b)。实际上,锥齿轮的直齿与直齿轮的直齿有着相同的问题——轮齿的啮合会产生噪声并给轴承带来压力。弧齿锥齿轮的啮合方式与斜齿轮轮齿类似:接触点从齿轮轮齿的一端开始,并逐渐移到轮齿的另一端。弧齿锥齿轮的另一种变型叫做准双曲面齿轮,用在多数驱动桥和一些发动机纵置汽车的变速驱动桥内。这种设计使主动齿轮比从动齿轮和半轴位置要低。

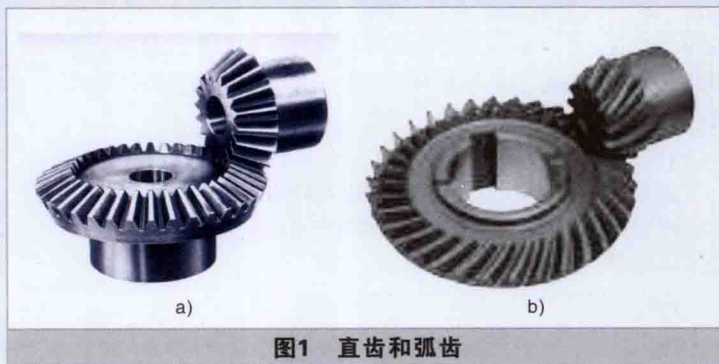


图1 直齿和弧齿

5. 齿轮传动失效的形式

齿轮传动的失效一般是指轮齿的失效。常见的失效形式有轮齿折断、齿面点蚀、齿面磨损、齿面胶合以及塑性变形等几种形式。

(1) 轮齿折断

轮齿折断是指齿轮的一个或多个齿的整体或其局部的断裂。通常有疲劳折断和过载折断两种,如图2所示。

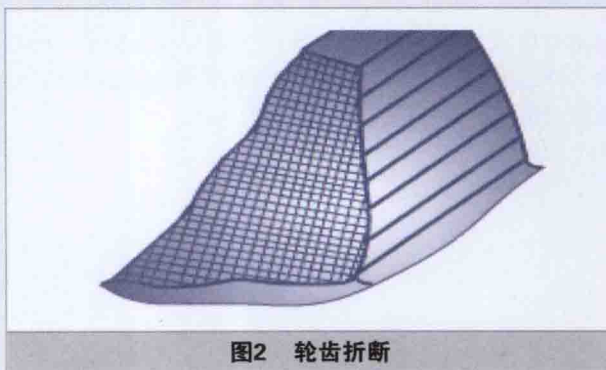


图2 轮齿折断

(2) 齿面点蚀

齿轮工作时,轮齿齿面在法向力的作用下将产生接触应力,并按脉动循环变化。当齿面在过高的交变接触应力的反复作用下,齿面上的金属将小块脱落,形成麻点状的凹坑,称为点蚀。如图3所示。



图3 齿面点蚀

(3) 齿面磨损

磨损是齿轮在啮合传动过程中,轮齿接触表面上的材料摩擦损耗的现象。齿面磨损一方面导致渐开线齿廓形状被破坏,引起噪声和系统振动;另一方面使轮齿变薄,可间接导致轮齿的折断。齿面磨损多出现齿轮节线附近靠齿根的一侧,如图4所示。



图4 齿面磨损



（4）齿面胶合

胶合是相啮合齿面的金属，在一定压力下直接接触发生粘着，同时随着齿面间的相对运动，使金属从齿面上撕落而引起的一种严重粘着磨损现象，如图1所示。胶合又有热胶合和冷胶合之分。为了提高齿轮的抗胶合能力，可采用抗胶合能力强的润滑油，选择不同齿轮材料组合，提高齿面的硬度和光洁度等。

（5）塑性变形

这种失效形式常在低速过载和起动频繁的传动中发生。在过大的应力作用下，轮齿材料因屈服产生塑性流动而形成齿面或齿体的塑性变形，如图2所示。

齿轮的失效形式与传动工作情况相关。

按工作情况，齿轮传动可分为开式传动和闭式传动两种。开式传动是指传动裸露或只有简单的遮盖，工作时环境中粉尘、杂物易侵入啮合齿间、润滑条件较差的情况。闭式传动是指被封闭在箱体内部且润滑良好的（常用浸油润滑）的齿轮传动。开式传动以磨损及磨损后的折齿失效为主，闭式传动则以疲劳点蚀或胶合为主。



图1 齿面胶合



图2 塑性变形

三、离合器

(一) 离合器概述

离合器位于发动机和变速器之间的离合器壳内，用螺栓将离合器总成固定在飞轮的后平面上，离合器的输出轴就是变速器的输入轴。在汽车行驶过程中，驾驶人可根据需要踩下或松开离合器踏板，使发动机与变速器暂时分离和逐渐接合，以切断或传递发动机向变速器输入的动力，如图1所示。

1. 离合器的作用

(1) 使发动机与传动系地平顺结合，保证汽车平稳起步

这是离合器的首要功能。在汽车起步前，自然要先起动发动机。而汽车起步时，汽车是从完全静止的状态逐步加速的。如果传动系统（它联系着整个汽车）与发动机刚性连接，则变速器一挂上档，汽车将突然向前冲一下，但并不能起步。这是因为汽车从静止到前冲时，产生很大惯性力，对发动机造成很大的阻力矩。在这个全惯性阻力矩作用下，发动机在瞬间转速急剧下降到最低稳定转速（一般300~500r/min）以下，发动机将熄火而不能工作，当然汽车也不能起步。

因此，我们就需要离合器的帮助了。在发动机起动后，汽车起步之前，驾驶人先踩下离合器踏板，将离合器分离，使发动机和传动系统脱开，再将变速器挂上档，然后逐渐松开离合器踏板，使离合器逐渐接合。在接合过程中，发动机所受阻力矩逐渐增大，故应同时逐渐踩下加速踏板，即逐步增加对发动机的燃料供给量，使发动机的转速始终保持在最低稳定转速以上而不致熄火。同时，由于离合器的接合紧密程度逐渐增大，发动机经传动系统传给驱动车轮的转矩便逐渐增加，到牵引力足以克服起步阻力时，汽车即从静止开始运动并逐步加速。

(2) 保证传动系统换挡时工作平顺

汽车行驶过程中，经常换用不同的变速器档位，以适应不断变化的行驶工况。如果没有离合器将发动机与变速器暂时分离，那么变速器中啮合的传力齿轮会因载荷没有卸除，其啮合齿面间的压力很大而难于分开。另一对待啮合齿轮会因二者圆周速度不等而难于啮合。即使强行进入啮合也会产生很大的齿端冲击，容易损坏机件。利用离合器使发动机和变速器暂时分离后进行换挡，则原来啮合的一对齿轮因载荷卸除，啮合面间的压力大大减小，就容易分开。而待啮合的另一对齿轮，由于主动齿轮与发动机分开后转动惯量很小，采用合适的换挡动作就能使待啮合的齿轮圆周速度相等或接近相等，从而避免或减轻齿轮间的冲击。

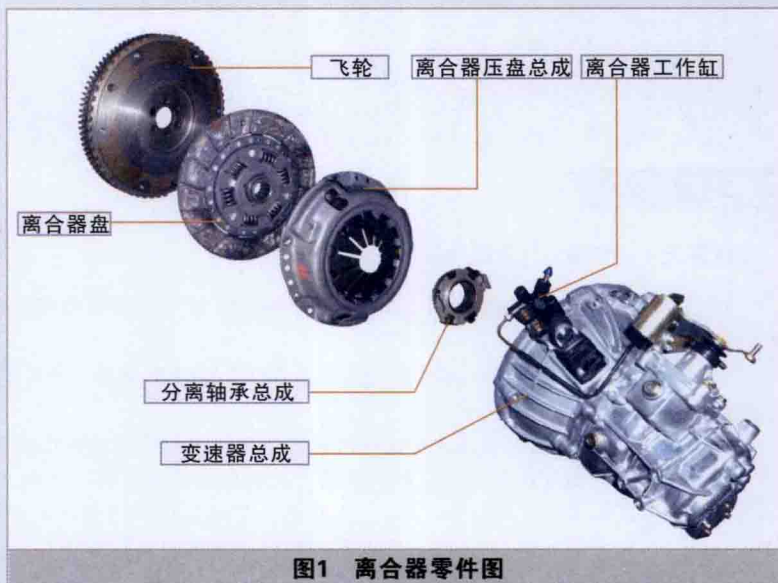


图1 离合器零件图