

汽车传动系统 故障诊断与修复

◎ 主 编 孙志春 汪爱丽



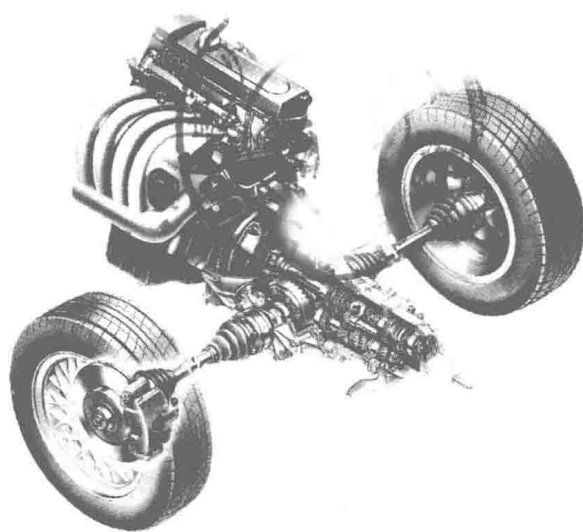
 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车传动系统故障诊断与修复

主 编 孙志春 汪爱丽

副主编 陈美波 刘立志 郭常亮 刘 静

主 审 李 波



图书在版编目 (CIP) 数据

汽车传动系统故障诊断与修复/孙志春, 汪爱丽主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 9

ISBN 978 - 7 - 5682 - 1170 - 3

I. ①汽… II. ①孙… ②汪… III. ①汽车 - 传动系 - 故障诊断 - 高等职业教育 - 教材
②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 (2015) 第 205586 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](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17. 5

字 数 / 410 千字

版 次 / 2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷

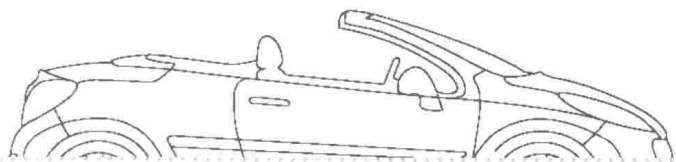
定 价 / 49. 80 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 张鑫星

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武



前言

P R E F A C E

本教材是校企共同开发、根据国家级精品课程“汽车传动系统的故障诊断与修复”进行编写的。全书图文并茂、直观易懂、言简意赅，非常利于使用者的学习和掌握；在内容上突出基础理论的理解掌握和实践能力的培养，针对性和实用性较强。

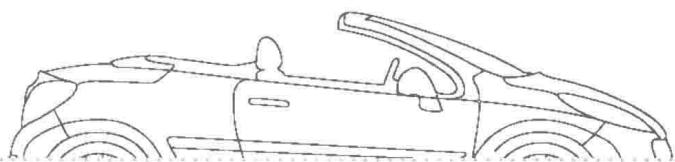
为满足高等院校汽车专业的教学需要，使广大师生基于工作过程进行教学，编写了此教材。

本书共分4个学习情境，主要包括汽车传动系的结构、原理、检测、维修等内容。

本书由孙志春、汪爱丽担任主编，陈美波、刘立志、郭常亮、刘静任担任副主编，蒋卫东、石反修、谢云叶、刘猛洪、郝宏伟、蔡军、褚红宽、张玉华（兼职）、栾琪文、张宝华（兼职）、孙彬（兼职）、程传昆（兼职）、田海波（兼职）、司友俊（兼职）、张庆涛（兼职）、文仁波（兼职）、张迎军（兼职）等参与了编写。全书由润华汽车集团大众站技术总监，山东省首席技师李波主审。在本书编写过程中，得到了润华汽车集团、福林吉利零配件制造公司（济宁）、山东东岳专用汽车有限公司、山推股份有限公司、东风本田济宁分公司、济宁振宁汽车修理厂等汽车企业的大力支持，在此一并表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限，欠妥或错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者



目 录

C O N T E N T S

学习情境 1 汽车传动系统整体结构分析	001
学习情境 2 搭载手动变速器汽车传动系统的拆装、调整、故障 诊断与修复	014
学习单元 2.1 汽车加速无力故障的诊断与修复	014
学习单元 2.2 汽车挂挡困难故障的诊断与修复	034
学习单元 2.3 手动变速器乱挡故障的诊断与修复	050
学习单元 2.4 手动变速器异响故障的诊断与修复	066
学习单元 2.5 汽车无高速挡故障的诊断与修复	078
学习单元 2.6 汽车高速行驶振颤故障的诊断与修复	097
学习情境 3 搭载自动变速器汽车传动系统的拆装、调整、故障 诊断与修复	108
学习单元 3.1 自动变速器锁止离合器无锁止故障的诊断与修复	108
学习单元 3.2 自动挡汽车不能行驶故障的诊断与修复	136
学习单元 3.3 自动变速器换挡冲击大故障的诊断与修复	152
学习单元 3.4 搭载电控无级自动变速器 (ECVT) 汽车行驶冲击 故障的诊断与修复	172
学习单元 3.5 搭载直接换挡变速器 (DSG) 汽车抖动故障的 诊断与修复	221
学习单元 3.6 主减速器和差速器异响故障的诊断与修复	236
学习情境 4 汽车传动系统综合故障诊断与修复	249
思考与操作训练	266
参考文献	269

学习情境 1

汽车传动系统整体结构分析

知识目标

理解汽车传动系统的作用、类型、结构、原理。

技能目标

- (1) 掌握车辆传动系统布置形式。
- (2) 认识车辆传动系统整体结构。
- (3) 认识车辆传动系统各零部件、总成。

第一部分 知识要求

一、传动系统的基本功能

汽车传动系统的基本功能是将发动机发出的动力传给驱动车轮，产生驱动力，使汽车能以一定速度行驶。

传动系统的首要任务是与发动机协同工作，以保证汽车能在不同使用条件下正常行驶，并具有良好的动力性和燃油经济性。因此，任何形式的传动系统都必须具有以下功能。

1. 减速增矩

发动机输出的动力具有转速高、转矩小的特点，无法满足汽车行驶的基本需要，通过传动系统的主减速器，可以达到减速增矩的目的，从而使传给驱动轮的动力比发动机输出的动力高，即转速低、转矩大。

2. 变速变矩

发动机的最佳工作转速范围很小，但汽车行驶的速度和需要克服的阻力却在很大范围内变化，通过传动系统的变速器，可以在发动机工作范围变化不大的情况下，满足汽车行驶速度变化大和克服各种行驶阻力的需要。

3. 实现倒车

发动机不能反转，但汽车除了前进外，还要倒车，在变速器中设置倒挡，汽车就可以实现倒车。

4. 必要时中断传动系统的动力传递

起动发动机、换挡过程中、行驶途中短时间停车（如等候交通信号灯）、汽车低速滑行等情况下，都需要中断传动系统的动力传递，利用变速器的空挡可以中断动力传递。

5. 差速功能

在汽车转向等情况下，需要两驱动轮能以不同转速转动，通过驱动桥中的差速器可以实现差速功能。

二、传动系统的组成

传动系统的组成及其在汽车上的布置形式，取决于发动机的形式和性能、汽车总体结构形式、汽车行驶系统及传动系统本身的结构形式等许多因素。目前，广泛应用于普通双轴货车上，并与活塞式内燃机配用的机械式传动系统的组成及布置形式一样，如图 1-1 所示。普通轿车则有前置后驱动和前置前驱动两种布置形式，如图 1-2 和图 1-3 所示。机械式传动系统主要由离合器、变速器、万向传动装置和驱动桥组成，其中万向传动装置包括万向节和传动轴，驱动桥由主减速器和差速器组成。

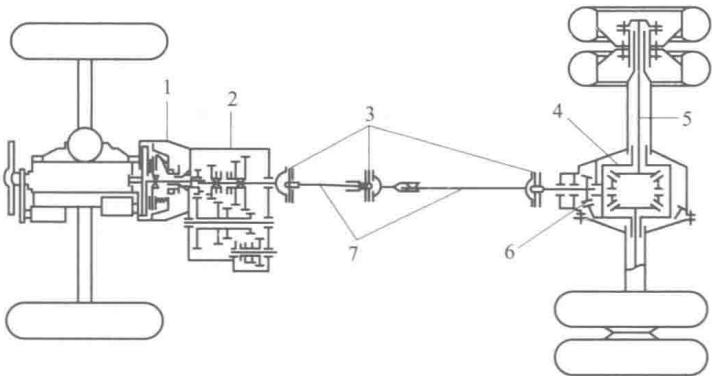


图 1-1 机械式传动系统的组成及布置形式

1—离合器；2—变速器；3—万向节；4—差速器；5—半轴；
6—主减速器；7—传动轴

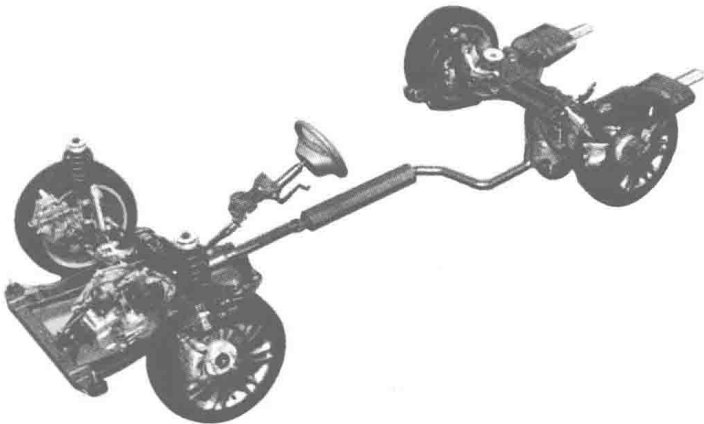


图 1-2 轿车前置后驱动的布置方案

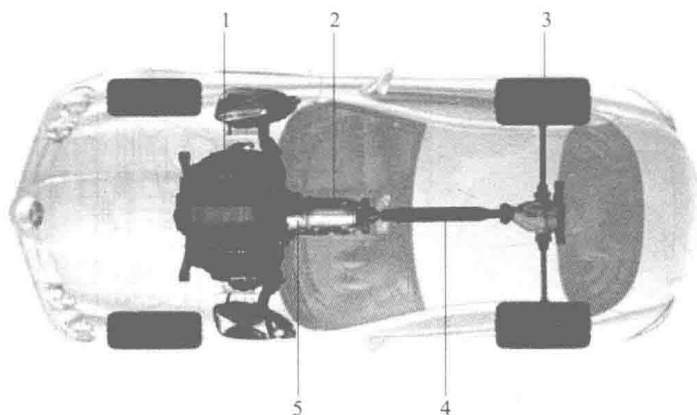


图 1-3 轿车前置前驱动的布置方案

1—发动机；2—自动变速器；3—驱动桥；4—万向传动装置；5—液力变矩器

三、传动系统的布置方案

1. 发动机前置后轮驱动（FR）方案（简称前置后驱动）

机械式传动系统是4×2型汽车的传统总体布置方案，即发动机前置、后轮驱动的FR方案，布置示意框图如图1-4所示，它结构简单，工作可靠，在各类汽车上得到广泛应用，主要用于货车、部分客车和部分高级轿车。图1-5所示为宝马汽车前置后驱动的布置方案。



图 1-4 发动机前置后轮驱动传动系统布置示意框图

2. 发动机前置前轮驱动（FF）方案（简称前置前驱动）

FF方案是将发动机、变速器、主减速器等都装置在汽车的前面，前轮为驱动轮的方案。发动机、离合器与主减速器、差速器装配成十分紧凑的整体，固定在车架或车身底架上，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。当发动机横置（发动机曲轴轴线平行于车轮轴线）时（见图1-6），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加工都较简单的圆柱齿轮副；当发动机纵置（发动机曲轴轴线垂直于车轮轴线）时（见图1-7），则大多需采用圆锥齿轮副。由于取消了纵贯前后的传动轴，车身底板高度可以降低，因此，有助于提高汽车高速行驶时的稳定性。整个传动系统集中在汽车前部，因而其操纵机构比较简单。目前，这种发动机和传动系统的布置方案已在微型和普及型轿车上广泛应用，在中、高级轿车上应用也日渐增多。货车没有采用这种方案是因为上坡时作为驱动轮的前轮附着力太小，不能获得足够的牵引力。

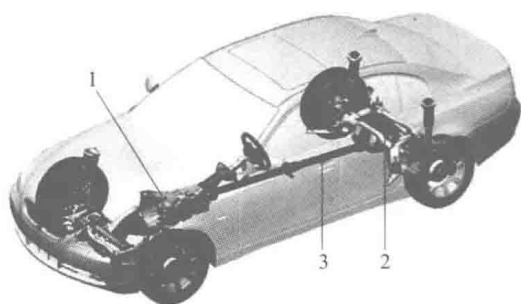


图 1-5 宝马汽车前置后驱动的布置方案

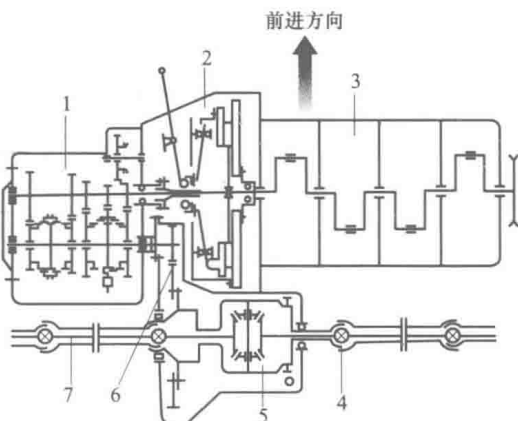


图 1-6 发动机前置前驱轿车传动系统示意图（发动机横置）

1—变速器；2—驱动桥；3—万向传动装置

1—变速器；2—离合器；3—发动机；4—万向节；

5—差速器；6—主减速器；7—半轴

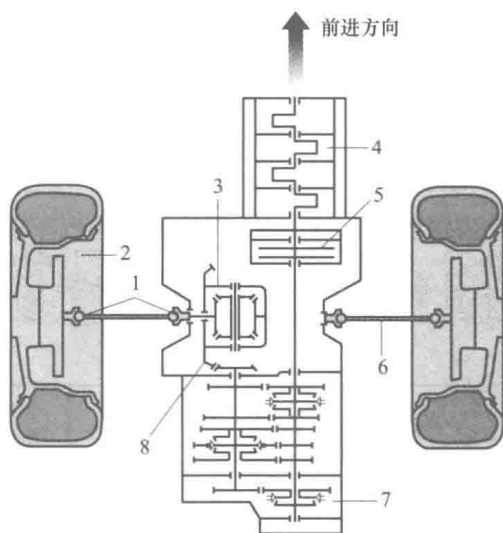


图 1-7 发动机前置前驱轿车传动系统示意图（发动机纵置）

1—万向节；2—前轮；3—差速器；4—发动机；5—离合器；6—半轴；7—变速器；8—主减速器

1) 发动机横置

特点是发动机曲轴轴线与车轮轴线平行，主减速器可以采用圆柱齿轮传动。

2) 发动机纵置

特点是发动机曲轴轴线与车轮轴线垂直，主减速器必须采用圆锥齿轮传动。

3. 发动机后置后轮驱动（RR）方案（简称后置后驱动）

RR 方案是发动机布置在后轴之后，用后轮驱动，如图 1-8 所示，该布置主要用于大中型客车和少数跑车。

4. 发动机中置后轮驱动（MR）方案（简称中置后驱动）

MR 方案是发动机布置在前后轴之间，用后轮驱动，如图 1-9 所示。该布置主要用于跑车和少数大中型客车。

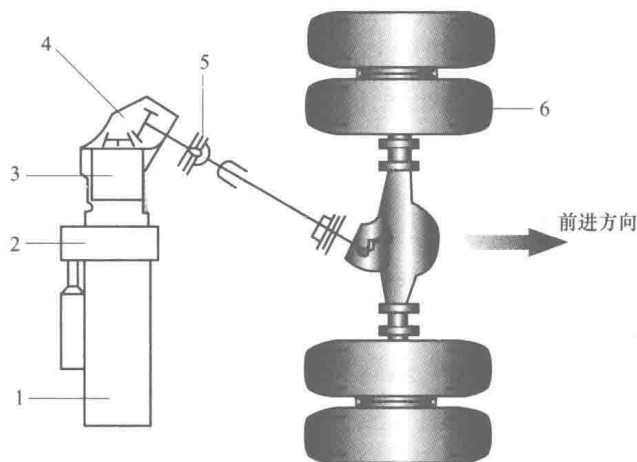


图 1-8 发动机后置后驱传动系统布置示意图

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

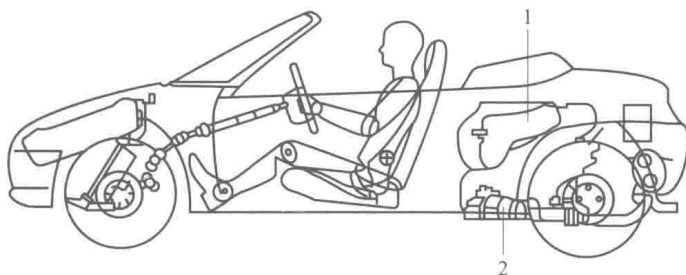


图 1-9 发动机中置后驱传动系统布置示意图

1—发动机；2—传动系统

5. 四轮驱动 (4WD)

四轮驱动行驶又称 4WD (Wheel Drive)，特点是传动系统增加了分动器，动力可以同时传给前后轮，如图 1-10 所示。该布置主要用于越野车及重型货车，图 1-11 所示为北京切诺基吉普车四轮驱动系统示意图。

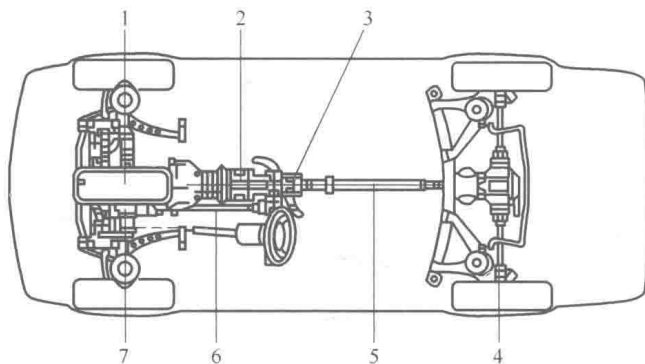


图 1-10 四轮驱动传动系统示意图

1—发动机；2—变速器；3—分动器；4—后驱动桥；5—传动轴；6—前传动轴；7—前驱动桥

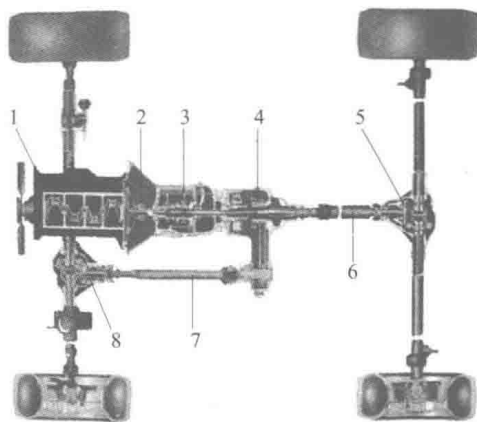


图 1-11 北京切诺基吉普车四轮驱动系统示意图

1—发动机；2—离合器；3—变速器；4—分动器；5—后驱动桥；6—后传动轴；7—前传动轴；8—前驱动桥

四、传动系统的类型

汽车传动系统按动力源分为液力式和电力式。

1. 液力式传动系统

1) 液力机械式传动系统

液力机械式传动系统（见图 1-12）的特点是组合运用液力传动和机械传动。此外，液力传动单指动液传动，即以液体为传动介质，利用液体在主动元件和从动元件之间循环流动过程中动能的变化来传递动力。动液传动装置有液力耦合器和液力变矩器两种。液力耦合器只能传递转矩，而不能改变转矩的大小，可以代替离合器的部分功能，即保证汽车平稳地起步和加速，但不能保证在换挡时变速器中的齿轮不受冲击。液力变矩器除了具有液力耦合器的全部功能外，还可以实现无级变速，故目前应用得比液力耦合器广泛得多。但是，液力变矩器的输出转矩与输入转矩的比值变化范围还不足以满足使用要求，故一般在其后串联一个有级机械式变速器而组成液力机械变速器，以取代机械式传动系统中的离合器和变速器。

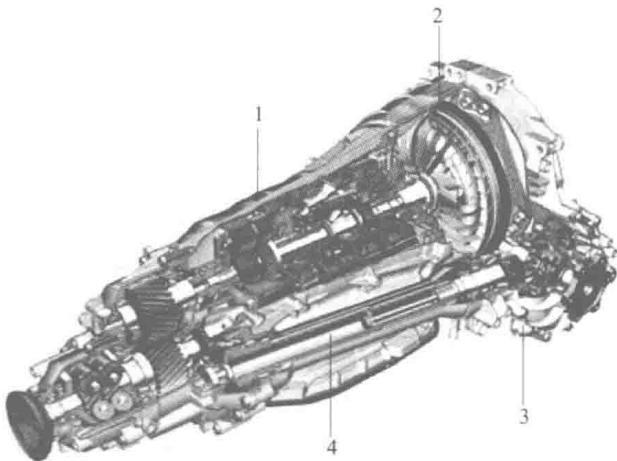


图 1-12 液力机械式传动系统的组成

1—自动变速器；2—液力变矩器；3—前驱动桥；4—半轴

2) 静液式传动系统

静液式传动系统又称为容积式液压传动系统（见图1-13），是通过液体传动介质的静压力能的变化来传动的，主要是由发动机驱动的液压泵、液压马达和液压自动控制装置等组成。

油泵和液压马达一般采用轴向柱塞式。发动机输出的机械能通过油泵转换成液压能，然后由液压马达又转化成机械能。在图1-13所示方案中，只用一个液压马达将动力传给驱动桥的主减速器，再经差速器和半轴传到驱动轮；另一种方案是每一个驱动轮上都设置一个液压马达。采用后一种方案时，主减速器、差速器和半轴等机械传动部件都可以取消。

静液式传动系统的特点是通过液体传动介质静压力能的变化传递动力，利用发动机带动油泵产生静压力，通过控制装置控制液压马达转速，用1个液压马达带动驱动桥或用两个液压马达直接驱动两个驱动轮。其主要缺点是机械效率低、造价高、使用寿命短、可靠性差等，故还没有得到广泛应用。

2. 电力式传动系统

电力传动是很早采用的一种无级传动装置（见图1-14）。由汽车发动机带动发电机发电，再将发出的电能送到电动机。可以只用一个电动机与传动轴或驱动桥连接，也可以在每个驱动轮上单独安装一个电动机。在后一种情况下，电动机输出的动力必须通过减速机构传输到驱动轮上，因为装在车轮内部的牵引电动机的转矩还不够大，转速则显过高。这种直接与车轮相连的减速机构称为轮边减速器。内部装有牵引电动机和轮边减速器的驱动车轮，统称为电动轮。

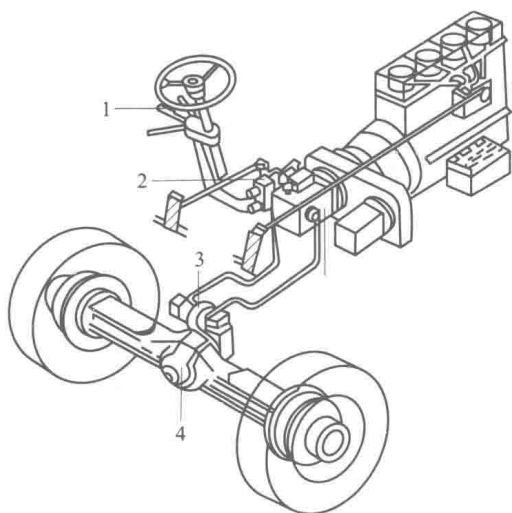


图1-13 静液式传动系统示意图

1—变速操纵手柄；2—液压自动控制装置；
3—液压马达；4—驱动桥

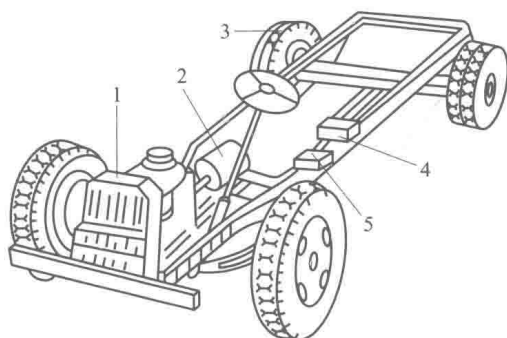


图1-14 电力式传动系统示意图

1—发动机；2—发电机；3—车轮；
4—逆变装置；5—可控硅整流器

第二部分 技能训练

一、斯太尔载货汽车传动系统整体结构认识

斯太尔载货汽车传动系统大多采用前置后驱的布置形式，即发动机布置在车辆前部，而

车辆后轮为驱动轮。对该车辆传动系统的整体结构认识一方面要认识、了解各部分的位置,另一方面要认识、了解动力的传动路线和各系统之间的相对位置关系。

(1) 斯太尔载货汽车离合器的认识:

- ①认识离合器踏板位置及其与离合器总成之间的操纵连接机构。
- ②认识离合器总成在车辆上的安装位置。
- ③认识离合器总成的相关零部件。

(2) 斯太尔载货汽车变速器的认识:

- ①认识变速器操纵手柄位置及其与变速器之间的操纵连接机构。
- ②认识变速器总成在车辆上的安装位置。
- ③认识变速器总成的相关零部件。

(3) 斯太尔载货汽车万向传动装置的认识:

- ①认识万向传动装置在车辆上的安装位置。
- ②认识万向传动装置的相关零部件。

(4) 斯太尔载货汽车驱动桥的认识:

- ①认识驱动桥在车辆上的安装位置。
- ②认识驱动桥总成的相关零部件。
- ③认识差速器总成及半轴。

(5) 分析斯太尔载货汽车动力传动过程。

(6) 分析斯太尔载货汽车传动系统间的相互关系。

二、别克君威轿车传动系统整体结构认识

别克君威轿车传动系统布置是典型的前置前驱形式,即发动机和驱动桥均布置在车辆前部,而且该车辆发动机横向布置;同时,该车辆变速器采用电控液力式自动变速器,其型号为4T65E。

(1) 电控液力式自动变速器总成的认识:

- ①认识变速操纵手柄位置及其与自动变速器之间的操纵连接机构。
- ②认识自动变速器总成在车辆上的安装位置。
- ③认识自动变速器的相关零部件。
- ④认识主减速器、差速器在变速器总成上的相对位置。
- ⑤认识半轴的构造。

(2) 分析别克君威轿车动力传动过程。

(3) 分析别克君威轿车传动系统间的相互关系。

三、TY-220 型推土机传动系统整体结构认识

TY-220 型推土机的传动系统是工程机械传动系统的典型代表,如图 1-15 所示,对其传动系统的整体结构认识包括以下几方面。

(1) 液力变矩器总成的认识:

认识液力变矩器总成在 TY-220 型推土机上的安装位置。

(2) 认识 TY-220 型推土机变速器总成:

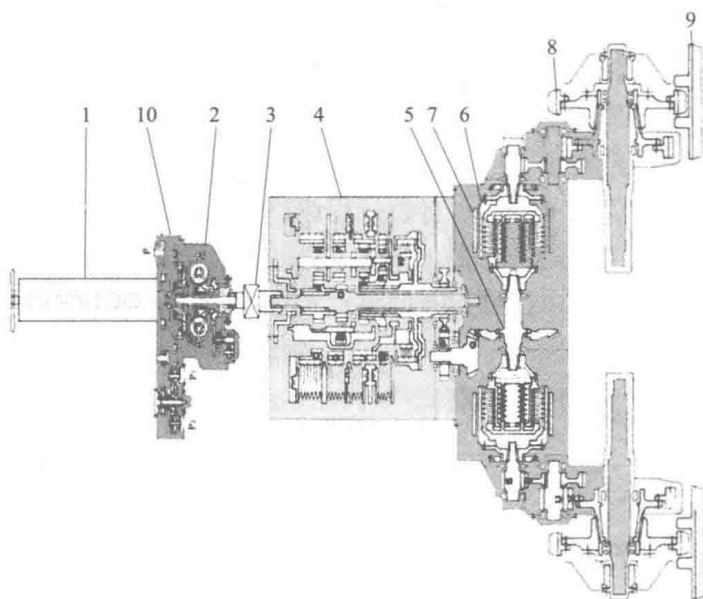


图 1-15 推土机传动系统示意图

1—发动机；2—变矩器；3—联轴器；4—变速器；5—中央传动；6—转向离合器；
7—转向制动器；8—终传动；9—履带；10—液力变矩器总成

①认识变速器操纵手柄及其与变速器总成之间的操纵连接机构。

②认识变速器液压阀在变速器总成上的安装位置。

③认识变速器总成的相对安装位置。

④认识变速器总成的相关零部件。

(3) 认识 TY-220 型推土机中央传动系统：

①认识中央传动的组成。

②认识中央传动的安装位置。

③认识中央传动相关零部件。

(4) 认识 TY-220 型推土机终传动系统：

①认识终传动的组成。

②认识终传动的安装位置。

③认识终传动的相关零部件。

(5) 分析 TY-220 型推土机动力传动过程。

(6) 分析 TY-220 型推土机传动系统间的相互关系。

第三部分 知识拓展

一、车辆传动系统的检查与调整

1. 离合器踏板行程的检查与调整

离合器踏板自由行程是分离轴承与分离环之间的间隙在踏板上的反映。若间隙过大，则离合器工作行程小，会造成离合器分离不彻底；若间隙太小甚至没有间隙，又会造成离合器接合不平而打滑或烧坏轴承，因此，应将其自由行程调整到规定范围内。

斯太尔汽车离合器踏板自由行程规定值为 35 ~ 40 mm，分离轴承与分离杠杆之间的间隙应为 3 ~ 4 mm。但此处测量很不方便，通常是以调整拉杆处的轴向移动量来判断，拉杆的轴向自由行程为 6 mm 时，即认为分离轴承与分离环之间的间隙正常；如过大，可调整拉杆后端的螺母，向前拧进时间隙变小，反之则增大。此外，当此处调整合适后，应进一步检查离合器踏板处的自由行程在 35 ~ 40 mm。自由行程调整合适后，应将拉杆两侧调整螺母双向紧固，再进一步检查离合器工作是否正常。

斯太尔汽车离合器踏板自由行程检查调整示意图如图 1-16 所示。

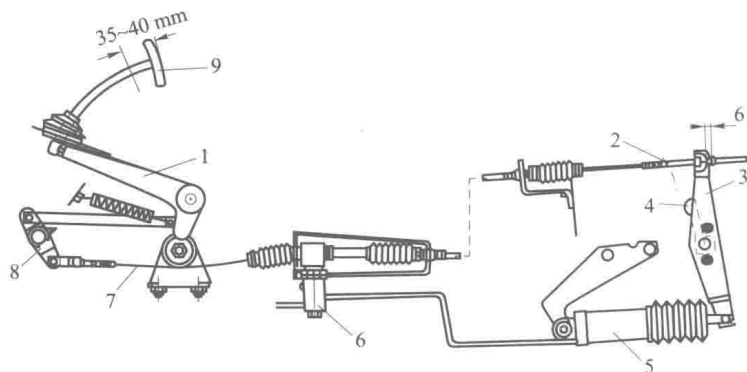


图 1-16 斯太尔汽车离合器踏板自由行程检查、调整示意图

1—踏板臂；2—拉杆；3—摇臂；4—分离叉；5—助力气缸；6—助力控制阀（按钮阀）；

7—钢绳；8—传动杠杆；9—踏板

2. 变速器密封状况和操纵机构性能检查

1) 斯太尔汽车变速器密封状况检查

- (1) 观察变速器壳体表面有无油污、漏油现象（见图 1-17）。
- (2) 检查变速器润滑油液面是否符合规定，液面应接近加油口附近。

2) 斯太尔汽车变速器操纵机构性能检查

(1) 查看变速杆、传动杆系、连接凸缘、驱动摇臂和换挡轴等部件的相互连接情况，连接的固定螺栓和螺母应不松动。

(2) 将变速杆由低挡区移至高档区或由高档区移至低挡区，查看换挡轴，换挡轴能由上往下或由下往上做阶梯性移动，同时低挡区指示灯应熄灭或亮。

(3) 在变速杆由高档区五/六挡的空挡位置移至七/八挡的空挡位置，或由低挡三/四挡的空挡位置向左移至一/二挡空挡位置、再到爬行挡—倒挡的空挡位置时，检查变速器换挡轴能否由五/六挡的相应位置向下移至最低位置、由三/四挡的相应位置向上移至最高位置。

(4) 在变速杆逐次由某一空挡向前或向后换挡时，查看换挡轴能否围绕轴线顺时针或逆时针转动一定角度。

(5) 检查气压操纵部分是否正常。起动发动机，气压上升至 650 kPa 后，将变速杆置于空挡位置，这时段位变换阀和换挡气缸快放阀的排气口应没有气体排出；变速杆在高、低挡区段进行变换时，段位变换阀和换挡气缸快放阀的排气口能迅速排气，换挡气缸的推杆应能迅速来回移动，没有卡滞现象；变速杆在高档区或低挡区换挡时，段位变换阀、换挡气缸快放阀排气口应能迅速排气，但换挡气缸推杆不应移动。

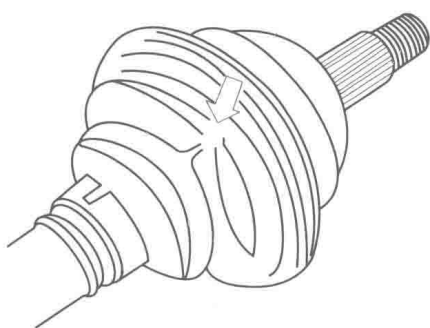
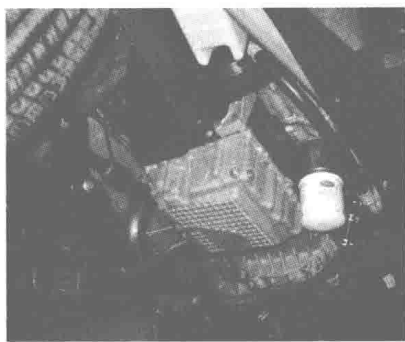


图 1-17 检查斯太尔汽车变速器密封状况

3. 万向传动装置性能检查

- (1) 传动轴防尘罩不得有裂纹、损坏，卡箍可靠，支架无松动（见图 1-18）。
- (2) 万向节不松旷，无卡滞，无异响。
- (3) 传动轴承支架无松动。
- (4) 中间轴承间隙符合规定。

4. 差速器性能检查

- (1) 观察差速器壳体表面有无油污、漏油以及壳体变形、损坏现象（见图 1-19）。
- (2) 检查差速器润滑油液面是否符合规定，液面应接近检查口。



图 1-18 检查传动轴防尘罩性能

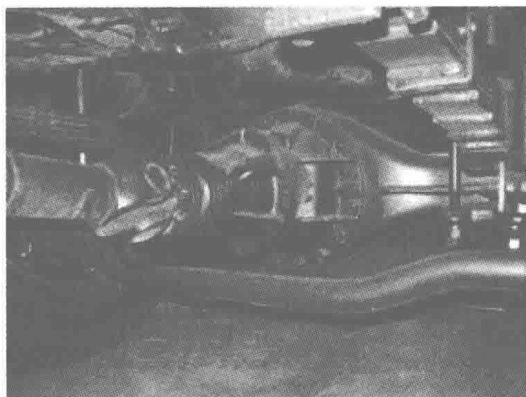


图 1-19 检查斯太尔汽车差速器密封状况

二、汽车传动系统二级维护基本内容

2001 年，国家交通部颁布了国家标准《汽车维修、检测、诊断技术规范》（GB/T 18344—2001），替代了 1990 年发布的《汽车运输业车辆技术管理规定》（交通部令第 13 号）。GB/T 18344—2001 是汽车维修和检测行业对在用汽车进行维护、检测、诊断的规范性技术标准，也是下一步对在用汽车实施 I/M 制度的基础性标准。

标准的颁布实施，对促进我国汽车维修行业技术进步，提高我国汽车维修、检测、诊断技术水平，加快我国汽车维修体系与国际的接轨，确保汽车技术状况良好，充分提高汽车的使用效率，保证行车安全，减少运行故障，控制汽车排放污染物等具有积极意义。

GB/T 18344—2001 给出了汽车二级维护作业的基本项目，其中汽车传动系统二级维护

基本作业项目如表 1-1 所示。

表 1-1 汽车传动系统二级维护基本作业项目

序号	检测项目	作业内容	技术要求
.....			
1	离合器	检查、调整离合器踏板自由行程	离合器踏板自由行程应符合规定
2	变速器、差速器	检查密封状况和操纵机构，清洁通气孔	密封良好，通气孔畅通，操纵机构作用正常，无异响、跳动、乱挡现象
3	传动轴、传动轴轴承支架、中间轴承	1) 检查防尘罩； 2) 检查传动轴万向节工作状态； 3) 检查传动轴承支架； 4) 检查中间轴承间隙	1) 防尘罩不得有裂纹、损坏，卡箍可靠，支架无松动； 2) 万向节不松旷，无卡滞，无异响； 3) 传动轴承支架无松动； 4) 中间轴承间隙符合规定
.....			

此外，GB/T 18344—2001 还规定了汽车二级维护竣工要求，如表 1-2 所示。

表 1-2 汽车二级维护竣工要求

序号	检测部分	检测项目	技术要求	备注
.....				
1	整车	1) 清洁	汽车外部、各总成外部、三滤应清洁	检视
		2) 面漆	车身面漆、腻子无脱落现象，补漆颜色应与原色基本一致	检视
		3) 对称	车体应周正，左右对称	汽车平置检查
		4) 紧固	各总成外部螺栓、螺母按规定力矩扭紧，锁销齐全有效	检查
		5) 润滑	发动机、变速器、转向器、减速器润滑符合规定，各通气孔畅通。各部润滑点润滑脂加注符合要求。润滑脂嘴齐全有效，安装位置正确	检视
				
2	离合器	1) 踏板自由行程	符合原厂规定	检测
		2) 离合情况	接合平稳，分离彻底，无打滑、抖动及异响	路试
3	传动系统	变速器、传动轴、主减速器	变速器操纵灵活，不跳挡，不乱挡；变速器传动轴、主减速器各部无异响，传动轴装配正确	路试
.....				