

汽车的传动系统 及维修实例

编 著
刘道春
朱则刚
肖永清

汽车的传动系统及维修实例

刘道春 朱则刚 肖永清 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

汽车的传动系统及维修实例 / 刘道春, 朱则刚, 肖永清编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2007.12

ISBN 978-7-115-16653-1

I. 汽… II. ①刘…②朱…③肖… III. 汽车—传动
系统—车辆修理 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 122535 号

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了典型国产汽车传动系统的离合器、变速器、万向传动装置、驱动桥等的工作原理、使用维护与检修方法, 以及故障诊断和维修实例等内容。本书通过大量实例, 对汽车传动系统的故障检修方法和安装调整技术进行了系统归纳和概括, 便于读者掌握和记忆。书中所举实例, 均具有典型性。

本书内容既注意了先进性和系统性, 又突出了实用性, 通俗易懂, 图文并茂, 内容翔实, 具有较强的针对性。本书以私人用车、养车、修车的车主为主要读者对象, 也适合于汽车专业人员及维修人员学习参考, 并可作为大、中专院校汽车专业的培训参考用书。

汽车的传动系统及维修实例

- ◆ 编 著 刘道春 朱则刚 肖永清
责任编辑 于晓川
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
河北省涞水县华艺刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.5
字数: 498 千字 2007 年 12 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2007 年 12 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16653-1/TB

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67133910 印装质量热线: (010)67129223

前 言

汽车的动力装置和驱动轮之间的所有传动部件总称为传动系统。其基本功用就是与汽车发动机协同工作，将发动机发出的动力，按车辆使用的要求，经过传动系统的各总成传给驱动轮，使汽车行驶，并保证汽车能在不同使用条件下正常行驶，同时具有良好的动力性和燃油经济性。汽车在行驶时，由于传动系统工作条件恶劣，转速与负荷经常变化，并受到各种因素的影响，使其零部件必然会产生不同程度的松动、磨损、机械损伤和锈蚀。某些机件还在高温、高压等苛刻条件下工作，因此是汽车运行中故障较多的部位，也是汽车检测的重点。为保证汽车传动系统运行正常可靠，发挥其潜在能力，并保持良好的技术状况和较长的使用寿命，必须采取经常性的检修、维护措施，防止不应有的损坏，及时查明故障隐患并予以消除。

熟悉和掌握汽车传动系统的结构原理、使用维护、检修和故障诊断等技术，对于从事汽车驾驶、维修、设计和制造的有关人员至关重要。正确地使用和维修，对于增强车辆性能，减少故障发生，确保安全运行，提高用车效率，有着十分重要的意义。汽车传动系统的内容往往分别列于汽车底盘的原理中综述。不同的车辆，其传动系统的结构不尽相同，将各种车辆的传动系统理论内容全都汇集在一起，有利于读者阅读，从中吸取各方面的知识，还能加深系统知识的理解和应用。在轿车逐步进入家庭的今天，广大读者迫切需要一部科学性、实践性较强，内容详尽又通俗易懂的有关汽车传动系统使用与维修方面的专著，为此，特编撰本书。

参加编写和提供帮助的还有张祖尧、李兴普、燕来荣、杨忠敏、陆文、肖昌伟、王本刚、莫翠兰、燕美、邵莉、严伯昌、陆荣庭、陈念、刘晓凤、张劲、杨忠惠、钟华等。本书还参考了大量文献资料，借鉴了部分数据和图表。在此谨向这些同志和原书的作者表示衷心感谢。由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者赐教。

编 者

目 录

第一章 汽车传动系统概述	1
第一节 传动系统的功能与结构原理	1
一、汽车传动系统的基本功能、组成及特点	1
二、汽车行驶原理及其前、后轮驱动特点	6
三、传动系统的布置形式	7
四、汽车传动系统的结构特点	12
第二节 汽车传动系统的齿轮油、传动液和润滑脂	13
一、车辆齿轮油	13
二、汽车自动传动液(液力传动油)	17
三、车用润滑脂	21
第三节 传动系统的维修与故障诊断	26
一、《机动车运行安全技术条件》中对传动系统的要求	26
二、汽车传动系统常见故障诊断	27
第二章 离合器	29
第一节 离合器的结构原理	29
一、汽车离合器的基本功能	29
二、摩擦离合器的基本要求和工作原理	30
三、摩擦离合器的分类及典型结构	33
四、摩擦离合器的构造	36
五、离合器的操纵机构	39
第二节 离合器的维护与调整	43
一、离合器的正确使用	43
二、汽车离合器的维护	44
三、汽车离合器的调整	45
四、典型车型离合器的调整	48
五、离合器液压传动装置工作液中空气的排放	49
六、五十铃 CVR146L 汽车离合器的维护调整	52
第三节 离合器的维修	53
一、汽车离合器的技术要求与维修规范	53
二、离合器分离机件的维修	53
三、离合器操纵机构的拆装与检修	61
第四节 离合器的故障诊断	64

一、离合器常见故障分析	64
二、汽车离合器典型的常见故障诊断	65
三、典型车型离合器常见故障的诊断	71
四、离合器典型疑难故障的检修实例	77
第三章 变速器与分动器	84
第一节 变速器与分动器的结构原理	84
一、变速器的功能、分类与结构	84
二、普通齿轮变速器	87
三、国产汽车典型车型变速器的结构	94
四、同步器	98
五、变速器操纵机构	103
六、分动器	107
第二节 变速器和分动器的维护与调整	111
一、变速器的正确使用	111
二、变速器的维护	114
三、汽车分动器的调整	115
四、典型汽车变速器的维护	116
第三节 变速器的维修	118
一、变速器的维修事项和方法	118
二、典型车型变速器的检修	131
第四节 变速器的故障诊断	134
一、变速器的常见故障部位及分析	134
二、汽车变速器典型的常见故障诊断与排除程序	135
三、典型车型变速器常见故障的检修	143
四、汽车离合器典型疑难故障的诊断实例	150
第四章 自动变速器	153
第一节 车辆的液压系统及液压油	153
一、液压传动定义与发展概况	153
二、液压传动的系统组成和基本原理	154
三、液压系统的形式、评价及工作介质	156
第二节 自动变速器概述	158
一、现代汽车变速技术的现状与发展趋势	158
二、自动变速器的特点和类型	168
三、电控自动变速器的结构及功能	173
四、自动变速器的工作原理和结构	174
第三节 自动变速器的使用、维护与调整	184
一、汽车自动变速器的使用	185

二、汽车自动变速器的维护	188
第四节 自动变速器的维修	194
一、自动变速器的拆装与调整	194
二、轿车液力变矩器的检测	196
第五节 自动变速器的故障诊断	197
一、自动变速器液压系统的故障诊断方法	197
二、自动变速器的常见故障诊断	200
三、自动变速器疑难故障诊断实例	205
第五章 万向传动装置	210
第一节 万向传动装置的结构原理	210
一、万向传动装置在汽车上的应用	210
二、万向节	213
三、传动轴与中间支撑	217
四、依维柯 S 系列汽车万向传动装置	220
第二节 万向传动装置的维护与调整	222
一、传动轴的使用维护	222
二、典型车型传动轴的使用维护和调整	224
第三节 万向传动装置的维修	225
一、万向传动装置的维修特点和要求	225
二、万向传动装置的分解和校直与动平衡	227
三、万向传动装置的装复	228
四、轿车万向传动装置的拆装与调整	231
五、万向传动装置的检测	233
第四节 万向传动装置的故障诊断	236
一、汽车万向传动装置的常见故障部位分析及诊断程序	236
二、汽车万向传动装置常见故障的诊断	237
三、万向传动装置典型疑难故障的检修实例	242
第六章 驱动桥	244
第一节 驱动桥的结构原理	244
一、驱动桥的功能与结构类型	244
二、汽车贯通桥与轴间差速器	248
三、主减速器	252
四、差速器	258
五、半轴与桥壳	263
六、重型汽车驱动桥的基本结构	268
七、典型车型的驱动桥总成结构	268
第二节 驱动桥的维护与调整	278

一、驱动桥的正确使用	278
二、汽车驱动桥的维护	279
三、汽车驱动桥总成的调整	280
第三节 驱动桥的维修	291
一、汽车驱动桥的技术要求	291
二、后桥壳弯曲引起的故障及检修事项	292
三、驱动桥的检修与拆装	293
四、典型车型差速器的装配和调整	302
第四节 驱动桥的故障诊断	305
一、后驱动桥常见故障的部位分析	305
二、汽车驱动桥常见故障分析	308
三、汽车驱动桥总成常见故障检修	309
四、汽车后桥总成的故障检修典型实例	314
参考文献	318

第一章 汽车传动系统概述

汽车传动系统的作用是将发动机发出的动力传给汽车的驱动车轮，使驱动车轮产生驱动力，带动汽车能以一定的速度行驶。它的首要任务就是与汽车发动机协同工作，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。汽车行驶时，由于传动系统工作条件恶劣，转速与负荷在经常变化，因此各部件要承受繁重的负荷。传动系统受到各种因素的影响，使其零部件必然会产生不同程度的松动、磨损、机械损伤和锈蚀，因此它最易产生故障，也是汽车检测的重点。其如果维护不当，将加速机件的磨损和损坏，降低汽车的使用性能，增加燃料消耗，甚至影响行车安全。

为保证汽车传动系统运行正常可靠，充分发挥潜在能力，保持良好的技术状况和较长的使用寿命，必须采取经常性的检修、维护措施，防止不应有的损坏，及时查明故障隐患并予以消除，使各部件保持良好的工作状态。

第一节 传动系统的功能与结构原理

传动系统位于发动机与驱动轮之间，它可使发动机输出的动力特性满足汽车在各种工况下行驶的需要，使汽车能正常行驶。对于采用前置后驱传动的汽车来说，发动机产生的扭矩依次经过离合器、变速箱、万向节、传动轴、主减速器、差速器、半轴传给后车轮，所以后轮又称为驱动轮。驱动轮得到扭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。汽车的前轮与传动系统一般没有动力上的直接联系，因此被称为从动轮。

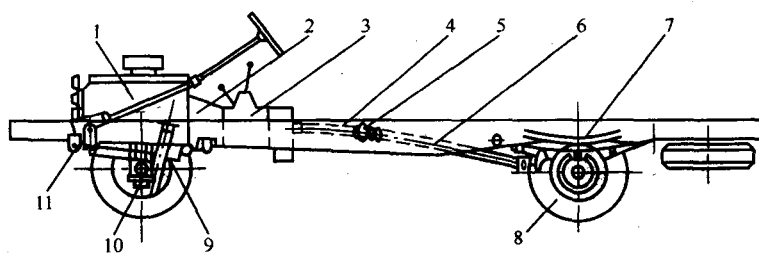
汽车传动系统的组成和布置形式是随发动机的类型、安装位置，以及汽车用途的不同而变化的。例如，越野车多采用四轮驱动，在它的传动系统中就增加了分动器等总成。而对于前置前驱的车辆，它的传动系统中就没有传动轴等装置。

一、汽车传动系统的基本功能、组成及特点

1. 汽车传动系统的基本功能

汽车的动力装置和驱动轮之间的所有传动部件总称为传动系统。汽车传动系统的机械传动部分由离合器、变速箱、万向传动装置、驱动桥(减速器、差速器、半轴)和轮边减速器等机件组成。普通单桥驱动汽车传动系统的组成如图 1-1 所示。汽车传动系统的基本功能有以下几点。

(1) 降低转速，增大扭矩，实现变速。我们知道，只有当作用在驱动轮上的牵引力足以克服外界对汽车的阻力时，汽车才能起步和正常行驶。由实验得知，即使汽车在平直的沥青路面上以低速匀速行驶，也需要克服数值约相当于 1.5% 汽车总重力的滚动阻力。以东



1. 汽车发动机 2. 离合器 3. 变速器 4、6. 传动轴 5. 中间支撑轴承 7. 驱动桥 8. 驱动车轮 9. 减震器 10. 前桥 11. 前钢板弹簧

图 1-1 普通单桥驱动汽车传动系统的组成

以东风 EQ1090E 型汽车为例, 该车满载总质量为 $9\,290\text{kg}$ (总重力为 $91\,135\text{N}$), 其最小滚动阻力约为 $1\,367\text{N}$ 。若要求满载汽车能在坡度为 30% 的道路上匀速上坡行驶, 则所要克服的上坡阻力即达 $2\,734\text{N}$ 。东风 EQ1090E 型汽车的 6100Q—1 发动机所能产生的最大扭矩为 $353\text{N} \cdot \text{m}$ ($1\,200 \sim 1\,400\text{r/min}$)。假设将这一扭矩直接如数传给驱动车轮, 则驱动车轮可能得到的牵引力仅为 784N 。显然, 在此种情况下, 汽车不仅不能爬坡, 而且即使在平直的良好路面上也不可能匀速行驶。另一方面, 6100Q—1 发动机在发出最大功率 99.3kW 时的曲轴转速为 $3\,000\text{r/min}$ 。假如将发动机与驱动车轮直接连接, 则对应这一曲轴转速的汽车速度将达 510km/h 。这样高的车速既不实用, 也不可能实现 (因为相应的牵引力太小, 汽车根本无法启动)。为解决这些矛盾, 必须使传动系统具有减速增矩作用 (简称减速作用), 也就是使驱动轮的转速降低为发动机转速的若干分之一, 相应地驱动车轮所得到的扭矩则增大到发动机扭矩的若干倍。

实践证明, 汽车行驶时需要克服轮胎变形或路面变形所形成的滚动阻力, 相对空气流动对汽车形成的阻力, 上坡时遇到的平行于路面向下的上坡阻力; 汽车加速时, 要克服本身阻止汽车速度变化的惯性阻力。若汽车要克服上述阻力正常行驶, 发动机必须输出大的扭矩才行。现在汽车上的发动机输出的扭矩远远小于克服阻力所需要的扭矩, 如果将发动机的扭矩如数直接传给驱动车轮, 显然汽车是无法正常行驶的。发动机的转速和扭矩变化范围有限, 通过变速器改变传动比, 即可使车辆的牵引力和行驶速度都有较大的变化范围, 以满足车辆行驶要求。

汽车的使用条件, 诸如汽车的实际装载量、道路坡度、路面状况, 以及道路宽度和曲率、交通情况所允许的车速等, 都在很大范围内不断变化。这就要求汽车牵引力和速度也有相当大的变化范围。对活塞式发动机来说, 在其整个转速范围内, 扭矩的变化范围不大, 而功率及燃油消耗率的变化却很大, 因而保证发动机功率较大而燃油消耗率较低的曲轴转速范围 (即有利转速范围) 很窄。为了使发动机能保持在有利转速范围内工作, 而汽车牵引力和速度又能在足够大的范围内变化, 应当使传动系统传动比 (所谓传动比就是驱动车轮扭矩与发动机扭矩之比, 以及发动机转速与驱动车轮转速之比) 能在最大值与最小值之间变化, 即传动系统应起变速作用。

汽车在道路上行驶时, 情况是千变万化的, 即道路的垂直方向 (如上下坡或凹凸不平的道路等) 和水平方向 (道路弯曲) 变化很大, 还有交通情况以及装载质量的变化等, 都要求汽车的牵引力和速度有很大的变化与之适应。但是, 发动机转速的变化范围却很窄。为了使发动机转速和扭矩在变化范围很窄的条件下, 适应汽车行驶的速度和扭矩的需要, 传动系

统应具有变速功能。

(2) 实现汽车倒驶。汽车在某些情况下, 需要倒向行驶。然而, 汽车发动机只能朝一个方向旋转, 不能反转, 如果汽车停在难以掉头的狭窄地方, 就需要汽车传动系统具有倒驶功能, 故与发动机共同工作的传动系统必须保证在发动机选择方向不变的情况下, 能够使驱动轮反向旋转。一般结构措施是在变速器内加设倒挡(具有中间齿轮的减速齿轮副)的机构, 以便在发动机不能反转的条件下, 实现车辆的反向行驶(倒退)。

(3) 必要时切断动力传递。发动机只能在无负荷情况下启动, 而且启动后的转速必须保持在最低稳定转速上, 否则可能熄火, 所以在汽车起步之前, 必须将发动机与驱动轮之间的传动路线切断, 以便启动发动机。发动机进入正常怠速运转后, 再逐渐地恢复传动系统的传动能力, 即从零开始逐渐对发动机曲轴加载, 同时加大节气门开度, 以保证发动机不致熄灭, 且汽车能平稳起步。启动时忘踩离合或者离合放得太快就会“死火”。此外, 在变换传动系统传动比(换挡)以及对汽车进行制动之前, 都有必要暂时中断动力传递。为此, 在发动机与变速器之间, 可装设一个依靠摩擦来传动, 且其主动和从动部分可在驾驶员操纵下彻底分离, 随后再柔和接合的机构——离合器。同时, 在汽车长时间停驶, 以及在发动机不停止运转情况下, 使汽车暂时停驶时, 传动系统应能较长时间中断传动状态。由此可见, 在发动机启动、怠速运转, 车辆短暂停车, 以及人力换挡时, 均要求切断动力传递。为此, 在传动系统中需要设置一个能分离和接合的机构, 即变速器应设有空挡, 使所有各挡齿轮都能自动保持在脱离传动位置的挡位。

(4) 实现左右驱动车轮间的差速。当汽车转弯行驶时, 左右车轮在同一时间内滚过的距离不同, 如果两侧驱动轮仅用一根刚性轴驱动, 则二者角速度必然相同, 因而在汽车转弯时必然产生车轮相对于地面滑动的现象。这将使转向困难, 汽车的动力消耗增加, 传动系统内某些零件和轮胎加速磨损。所以, 我们需要在驱动桥内装置具有差速作用的部件——差速器, 使左右两驱动轮可以以不同的角速度旋转。

汽车行驶时驱动桥两端的车轮会出现转速不等, 例如, 汽车在转弯时, 汽车外侧车轮所走过的路程要大于内侧车轮, 这就出现了在同一轴上两端的驱动车轮转速不相等的情况。由于在同一轴上两端的轮胎新旧程度不等、气压不等及装载质量不均等, 均会造成两端的车轮直径不等, 于是, 同一根轴上的两车轮滚动的速度也不相等。汽车行驶时, 其左右两车轮在通过高低不平的路面时, 所驶过的路程也不相等。如果驱动桥两端的车轮都刚性地安装在一根轴上, 汽车会因同一轴上的两车轮不能差速而出现转向困难, 驱动轴两端的的车轮会边滑转边滚动, 不能实现纯滚动, 于是加速了轮胎和有关机件的磨损。为此, 传动系统在驱动桥上应设差速器, 同时还应将驱动轴制成半轴, 以使驱动桥两端不等速车轮实现纯滚动而不滑动。这不仅能节省燃料消耗, 同时还能减少轮胎和机件的磨损, 使汽车实现了顺利转向及正常运行。

(5) 万向传动。发动机、离合器、变速器固定在车架上, 驱动桥通过弹性元件与车架连接, 所以一般汽车发动机的动力输出轴与驱动桥的动力输入轴不在同一轴线上。加之汽车由于装载质量的变化和在不平的路面行驶时震动引起的驱动桥与发动机相对位置的变化等, 均需设置一个能适应动力输出装置和动力输入装置不在同一轴线上的万向传动装置, 以满足汽车传动的需要。

2. 汽车传动系统的分类、组成及特点

(1) 汽车传动系统的分类与组成。由于汽车动力装置的性能不同,以及所采用传动系统类型的不同,其传动系统的组成和具体功能也有差别。汽车传动系统按照结构和传动介质分,有机械式、液力机械式、静液式(容积液压式)、电力式等4种类型。

如载货车传统的机械传动系统是由离合器、变速器、万向传动装置、驱动桥(包括减速器、差速器、半轴)和轮边减速器等机件组成的。四轮货车的传动系统如图1-2所示。

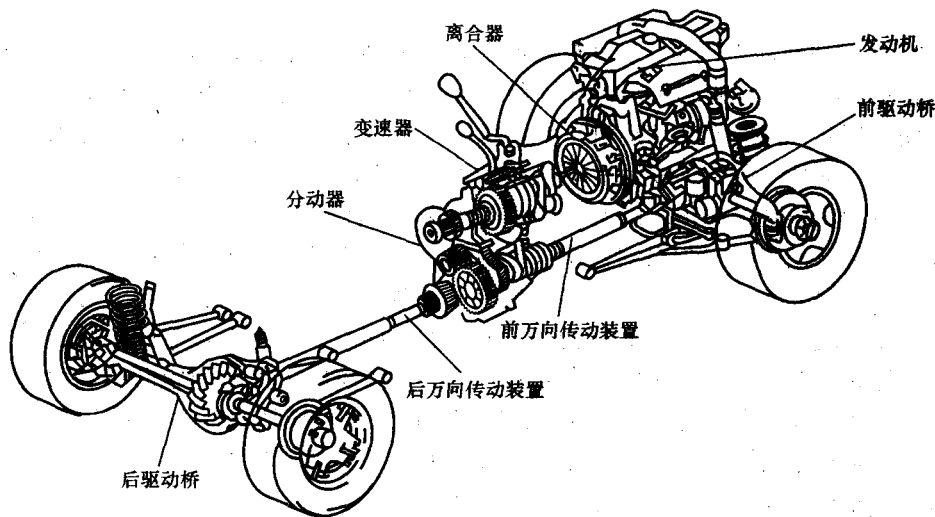


图1-2 四轮驱动货车传动系统

(2) 机械式传动系统的特点。机械式传动系统主要是由离合器、变速器、万向传动装置和驱动桥组成的,在越野车辆上,还设有分动器,负责将变速器的动力分配给各驱动桥。机械传动系统具有结构简单、工作可靠、价格低廉、质量轻、传动效率高,以及可以利用发动机运动零件的惯性进行工作等优点,因此机械传动系统在中小功率的车辆上得到广泛的应用。但机械传动系统也存在以下主要缺点:在工作阻力急剧变化的工况下,发动机容易过载熄火;采用人力换挡时,换挡动力中断时间长;传动系统零件受到的冲击载荷大;由于外载荷的急剧变化,因而降低了传动系统中各零件的使用寿命。为了减轻驾驶员的劳动强度,缩短换挡时的动力中断时间,有的车辆传动系统中采用了动力换挡变速箱。

(3) 液力机械传动装置。液力传动系统可分为液力机械传动(动液传动)和静液式传动两种。

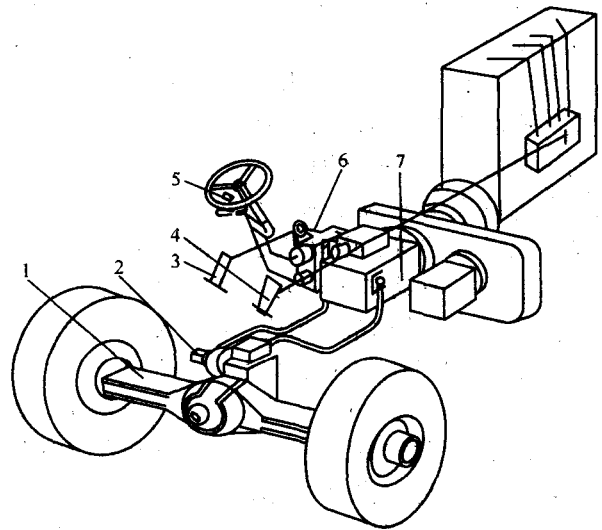
1) 液力机械传动(动液传动)系统。液力传动也称动液传动、液力机械传动。该传动方式的原理是,发动机将动力传给液力变矩器(或液力耦合器),再传给机械变速器,最后驱动车轮,推动汽车行驶。它是液力传动和机械传动的组合装置。所谓液力传动,是指以液体为传递动力的介质,利用液体在元件间循环流动中动能的变化来传递动力的。液力传动装置可以是液力耦合器或液力变矩器。液力耦合器只能传递扭矩,而不能改变扭矩的大小。液力耦合器可以代替离合器的部分功能,如汽车的平稳起步和加速,但换挡时会产生变速器的齿轮撞击声。所谓液力变矩器,是指在液力耦合器内增加了导轮装置,使蜗轮输出的扭矩不同于泵轮输入的扭矩,可以实现无级变速。由于液力变矩器输出扭矩与输入扭矩的比值变化范围较小,不能满足使用要求,因此,在液力变矩器的后面还需串联一个机械变速器。

液力传动的特点是,传动系统中装有液力元件(液力变矩器或液力耦合器)。由于在液

力元件之后，串联安装一个机械变速箱，因而多将这种传动称为液力机械传动。与液力机械传动相配的动力装置通常为发动机。液力机械传动具有能在规定范围内根据外界阻力的变化，自动进行无级变速的特点。这不仅提高了发动机的功率利用率，而且大大减少了换挡次数，降低了驾驶员的劳动强度。变矩器具有自动变速能力，在同样的变速范围内，可减少变速箱的挡位数，简化变速箱结构。由于变矩器利用液体作为传递动力的介质，输出轴和输入轴之间没有刚性的机械联系，因而减少了传动系统及发动机零件的冲击载荷，提高了车辆的使用寿命。又由于变矩器具有自动无级变速的能力，因而车辆起步平稳，并可得到很低的行驶速度。

与机械传动相比，液力机械传动的主要缺点有：传动效率低，采用液力变矩器以后，车辆起步时不能利用飞轮的动能；不能利用发动机制动；采用动力转向的车辆，在发动机熄火后，不能拖动转向和拖动启动。在液力机械传动系中，由于变矩器冷却系统中的泵、过滤器、冷却器等液压元件同时可兼用于动力换挡的液压操纵系统，故变速箱绝大多数采用动力换挡。液力机械传动系统结构复杂、造价高、传动效率低，因此多用于高档轿车或部分重型载重汽车和工程机械。

2) 静液式传动系统。液压传动也称静液传动，特点是传动系统中装有液压元件（液压油泵和液压电动机）。静液式传动系统是以液体为传递动力的介质，液压泵把发动机输入的机械能转变为液体压力能传给液压电动机，然后液压电动机又把液体压力能转变为机械能传给驱动轮。如图 1-3 所示，它主要由发动机、液压泵、液压电动机、控制装置和辅助装置等组成。发动机驱动液压泵转动进行吸油和压油，使工作油液产生压力，经驾驶员控制的操纵装置（阀）传工作油液流向执行机构的液压电动机，液压电动机得到油液压力而转动，进而驱动车轮滚动。以上这种静液式传动系统的液压电动机，驱动驱动桥的主减速器，通过差速器和半轴将扭矩传给驱动轮。还有一种是液压电动机直接驱动车轮滚动，这就省掉了主减速器、差速器和半轴等，但液压电动机的数目增加了。在液压传动中最理想的情况，是采用变量泵和变量电动机，目前使用的多是变量泵和定量电动机。液压传动，也有集中传动和分别传动两种。从性能、操作、总体布置等方面综合比较，分别传动优于集中传动。



1. 驱动桥 2. 液压电动机 3. 制动踏板
4. 加速踏板 5. 变速操纵杆 6. 液压自动
控制装置 7. 液压泵

图 1-3 静液式传动系统示意图

一种是液压电动机直接驱动车轮滚动，这就省掉了主减速器、差速器和半轴等，但液压电动机的数目增加了。在液压传动中最理想的情况，是采用变量泵和变量电动机，目前使用的多是变量泵和定量电动机。液压传动，也有集中传动和分别传动两种。从性能、操作、总体布置等方面综合比较，分别传动优于集中传动。

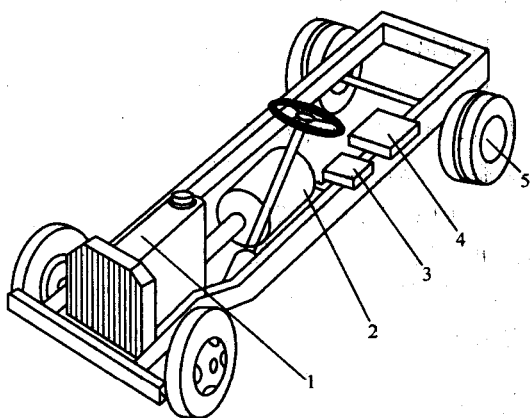
采用低速大扭矩液压电动机易于实现左右驱动轮的分别驱动。液压传动具有以下优点：能实现无级变速，变速范围大，能实现微动，并且在相当大的变速范围内，保持较高的效率；用一根操纵杆便能改变行驶方向和变速，操纵简便；利用液压传动系统本身，可以实

现制动；液压传动使传动系统简化，能取消机械传动和液力机械传动系统中的传动轴和差速器；使用低速大扭矩电动机分别驱动左、右驱动轮时，改变左、右驱动轮的转速，能平稳地实现按任意转向半径转向及原地转向，车辆的机动性能大大提高。静液式传动系统存在着传动效率低、造价高、使用寿命短和可靠性差等缺点，目前在汽车上采用得很少。

(4) 电力式传动系统。电动机驱动的传动系统要求具有以下功能：降低转速、增大扭矩，实现左右驱动车轮间的差速。为此，电动车辆也可采用机械传动系统。其结构形式采用集中驱动和分别驱动两种形式。集中驱动的传动系统是由减速器、差速器、半轴等组成的。这些组成部分均安装在驱动桥壳内，构成驱动桥总成。

电力式传动系统是发动机驱动发电机，发电机将发出的电能传给电动机，电动机将发电机传来的电能转变为机械能，通过减速器传给驱动轮驱动汽车行驶，如图 1-4 所示。由于电动机的扭矩小、转速高，不能直接驱动车轮，所以要经过减速器降低转速增大扭矩，以使汽车正常行驶。

电动车辆的牵引电动机，是用联轴器直接与驱动桥相连的，也有为了布置方便，电动机通过万向节传动轴再与驱动桥连接。电动车辆的驱动轮为分别驱动时，不再有驱动桥及差速器等，电动机通过减速装置直接驱动一个驱动车轮。电力式传动系统的性能与静液式传动系统相近，而且传动效率高，但电动机质量比液压泵和液压电动机大得多，故目前还只限于在超重型汽车上应用。



1. 发动机 2. 发电机 3. 晶闸管整流器
4. 逆变装置 5. 电动轮

图 1-4 电力式传动系统示意图

车辆最常采用的电力传动系统为“电动轮”的形式。其基本原理是，发动机带动直流发电机，然后用发电机输出的电能驱动装在车轮中的直流电动机，车轮和直流电动机（包括减速器）装成一体，称为“电动轮”。这种传动系统的优点是：动力装置（发动机、发电机）和车轮之间没有刚性联系，便于总体布置及维修；变速操纵方便，可以实现无级变速，因而在整个变速范围内都可充分利用发动机的功率；电动轮通用性强，可简单地实现任意多驱动轮驱动的方式，以满足不同机械对牵引性能和通过性能的要求；可以采用电力制动，在长坡行驶时可大大减轻车轮制动器的负荷，延长制动器的使用寿命；容易实现自动化。电力传动的主要缺点是，价格高，自重大，并要消耗大量的有色金属。

二、汽车行驶原理及其前、后轮驱动特点

随着汽车用途的不同、使用要求的改变及发动机结构与特性的改变，传动系统的组成及布置情况也将相应改变。汽车机械传动系统可由发动机驱动，也可由电动机驱动。

1. 汽车行驶原理

要了解汽车发动机布置和前、后轮驱动形式，首先要熟悉汽车的行驶原理。汽车之所以能够行驶，是因为发动机产生的扭矩，经传动系统传至驱动轮上的结果。此时作用于驱

动轮上的扭矩，在轮胎与地面接触处产生一对圆周力，地面对驱动轮的反作用力即为驱动力。当驱动力大于汽车行驶阻力时，汽车才能运行。在良好的路面行驶时，汽车驱动力的大小，主要取决于驱动轮上的扭矩和作用在地面的垂直正压力。一般来说，正压力越大，驱动力也越大。由于汽车前、后车轮的负重不一样，后轮比前轮的负重要大得多。这样，后轮作为驱动轮可以获得较大的驱动力。更重要的是，当汽车上坡时需要加大驱动力。此时汽车重力沿坡道的分力，正好使后轮的正压力增加，则驱动力也增大。当汽车加速时，需要加大驱动力，而后轮的正压力会增加。因此汽车就容易获得足够的驱动力，以保证行驶的需要。

2. 现代汽车驱动轮结构特点

汽车在直线行驶时，左右两侧的驱动车轮做等速旋转，但当汽车转弯时，外侧车轮要比内侧车轮多行驶一段距离（外侧车轮转速要大于内侧车轮转速）。如果我们将左右两个车轮固定在一根轴上，转弯时外侧的车轮就不可能比内侧车轮多走一段距离，汽车就很难实现转弯。汽车硬要转弯，车轮就会打滑，并很容易损坏机件。差速器便很好地解决了这个问题。汽车在平坦路面直线行驶时，因两侧车轮所受阻力相同，行星齿轮两边所受的力也相等，此时行星齿轮除只做公转外还绕十字轴自转，其结果是外侧车轮转速加快，内侧车轮转速减慢，实现了差速的功能。

上海桑塔纳和天津夏利等国产轿车，前轮既是转向轮又是驱动轮。作为转向轮，要求它能在最大转角范围内任意偏转某一角度，由于采用了齿轮齿条式转向器，当汽车转动方向时转向齿轮转动，使与之啮合的齿条沿轴向移动，从而使左右横拉杆带动转向节左右转动，使转向车轮偏转，实现了汽车的转向。作为驱动轮，要求半轴在车轮偏转过程中，不间断地把动力从主减速器传到车轮，因此半轴不能制成整体而要分段，且用万向节连接，以适应汽车行驶时半轴各段的交角不断变化的需要。万向节在同时实现转向和驱动的过程中，起了至关重要的作用。由于上述轿车前轮采用独立悬架，所以半轴除与车轮相连接处有一个万向节外，在靠近主减速器处也有一个万向节。万向节为等角速万向节而不能采用普通万向节，这主要是采用普通十字轴万向节，从动轴转速将有很大的周期性波动，轮胎的滚动时快时慢，与地面滑磨严重；另外，转向轮要求偏转角度大（ $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ），采用普通十字轴万向节，转向时必会感到困难。

发动机前置、前轮驱动的车辆，其前轮承担了转向和驱动两副重任，省略了长长的传动轴，轿车地板不必为它凸出一条通道，有利车厢内的布置，车架不必为后驱动桥腾出空间位置，可以降低车身高度有助于行车的稳定性。发动机可以横置，缩短了机箱的长度，在汽车总长不变的情况下，增大乘坐厢的长度和空间，前轮成为驱动轮变成了“拉”汽车前进，有利于方向控制。由于有上述优点，所以发动机前置、前轮驱动的车型风靡车坛。

三、传动系统的布置形式

发动机的布置是汽车整体布置中最重要的组成部分。为满足不同的使用要求，汽车总体构造和布置形式是不相同的，按发动机和各个总成相对位置的不同，现代汽车发动机在汽车中的布置形式分为前置、中置和后置3种。

就货车而言，发动机前置是目前采用最广泛的布置形式。它的优点在于发动机的通用性好，可选装直列和卧式发动机，维修时也方便，货箱地板高度较低，整车对路面要求也比较低。而发动机的中置、后置同前置相比，发动机的通用性差，只能选用卧式发动机，

维修时也很不方便，货厢地板比较高，对路面要求高。

发动机中置的优点在于轴荷分配比较合理，驾驶室内噪声和震动轻，驾驶员座位高度较低。而发动机后置的最突出优点是，由于驾驶室远离发动机室内，几乎不受发动机的噪声和震动的影响。目前发动机后置在货车上采用不多，只局限于后置发动机的轿车。目前大多数轿车发动机采用前置形式，其优点在于操纵机构简单，发动机冷却条件好，除霜与采暖机构简单，行李厢尺寸较大，易改装成货车及救护车。

为满足不同的使用要求，现代轿车总体构造和布置形式是不相同的，按发动机和各个总成相对位置的不同，机械式传动系统常见布置形式主要与发动机的位置及汽车的驱动方式有关。现代轿车发动机的布置形式和驱动方式通常有以下4种。

1. 发动机前置、后轮驱动

发动机前置、后轮驱动是一种传统的布置形式。国内外的大多数载重车、部分轿车及部分客车均采用这种传统的驱动形式。这种布置方式的离合器与变速器作为一个整体安装在发动机的后端，而发动机纵向布置在车辆的前方。驱动桥内安装锥齿轮主减速器与差速器，用半轴将动力传给驱动轮。这种前轮转向、后轮驱动的车辆，发动机输出的动力通过离合器、变速器、传动轴输送给驱动桥，经驱动桥减速增矩后传送到后面的左、右半轴上，驱动后轮使汽车运行，前后轮各司其职，转向与驱动分开，负荷分布比较均匀。

在4个车轮中后面的两个车轮为驱动车轮，常称为四轮两驱动(4×2)式。这种布置方式的优点是，操纵方便，发动机有异常响声时驾驶员能及早发现，另外，冬季取暖也比较方便。驱动桥后置时，载货后驱动车轮与地面的附着效果较好。其缺点是，远距离传动不仅增加了汽车的质量，同时也增大了制造成本。

2. 全轮驱动

越野汽车一般采用全轮驱动，发动机前置，在变速箱后装有分动器将动力传递到全部车轮上。如BJ2020切诺基等越野汽车，通常发动机前置，在变速器后装有分动器，以便将动力分别输送到全部车轮上。全轮驱动动力性好，爬坡及越野能力强，但与单独的前、后轮驱动相比结构复杂，成本高，传动效率低。目前，轻型越野汽车普遍采用 4×4 驱动形式，中型越野汽车采用 4×4 或 6×6 驱动形式，重型越野汽车一般采用 6×6 或 8×8 驱动形式。

3. 发动机前置、前轮驱动

(1) 发动机前置及前轮驱动特点。发动机前置前驱动方式，是指将发动机和驱动桥横置在汽车前部。如图1-5所示，将发动机、离合器和变速器都布置在驱动桥的前方，而且三者与主减速器、差速器装配成一个整体，安装在车架或车身的底架上，前桥应为独立悬架。这种形式操纵机构简单，发动机散热条件好。但上坡时汽车质量后移，使前驱动轮的附着质量减小，驱动轮易打滑；下坡制动时则由于汽车质量前移，前轮负荷过重，高速时易发生翻车现象。现在大多数轿车采取这种布置形式。

发动机前置、前轮驱动是现代轿车上最常用、最流行的布置形式。为缩短整车长度，减轻轿车质量，常将发动机置于前轴之前，变速器之后的东西都往前挪，变速器与驱动桥做成一体，固定在发动机旁，动力直接输送到前轮上，降低底盘高度，改善高速时操纵稳定性。如常见的奥迪100轿车，还有微型轿车(夏利、奥拓等)，均采用发动机前置、前轮驱动的传动系统布置形式。常见的发动机前置、前轴驱动轿车也有两种结构：一是发动机轴

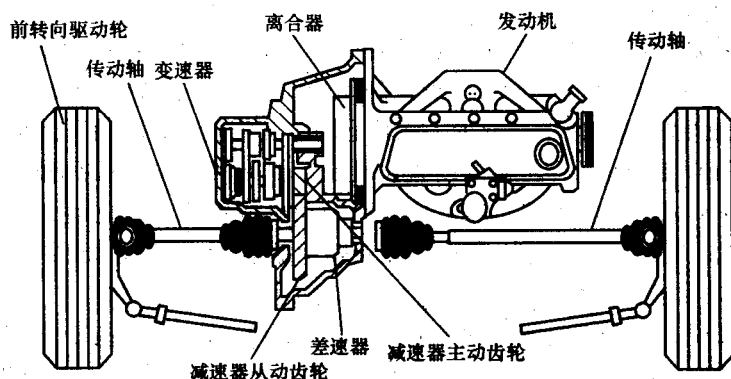


图 1-5 发动机前置、前轮驱动的传动系统

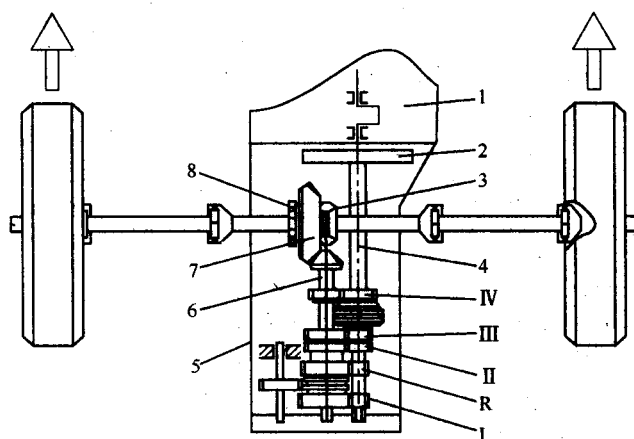
线与前桥平行的横置式(如夏利轿车);二是发动机纵置式(如桑塔纳、奥迪等轿车)。发动机前置、前轮驱动结构的优点如下。

发动机前置、前轮驱动无须设置变速器与驱动桥之间的万向传动装置,桑塔纳 LX 型轿车传动系统采用的就是这种方式,如图 1-6 所示。若发动机为横向布置的,由于发动机的轴线与驱动桥的轴线平行,主减速器无须加工复杂的锥齿轮,只需加工简单的圆柱直齿轮副,同时取消了纵向贯穿的传动轴,其车身可降低。

1) 发动机前置及前轮驱动使前轴轴荷增大,前轴负荷提高近 60%,具有明显的转向不足趋势。另外,由于前轮具有驱动力,降低了前轮的侧向偏离刚度,汽车在转弯且加速行驶时的行驶稳定性好,减少了汽车侧滑的可能,具有卓越的高速行驶操纵稳定性,从而保证了高速行驶安全。

2) 发动机前置、前轮驱动的横置发动机传动线路短,发动机前舱尺寸紧凑,可提高车内空间的利用率。其曲轴与轿车前驱动轴平行,省去了螺旋锥齿轮传动(主传动器的主传动齿轮可采用圆柱形齿轮),减少了传动噪声,简化了工艺,减少了零件,降低了成本,传动效率高。加之整车质量较小(使其轻量化),使轿车具有良好的燃油经济性和动力性。

3) 前置、前轮驱动传动装置的离合器、变速器、驱动轮等都布置在轿车的前部,使得车头相对缩短,由于取消了纵贯前后的传动轴,降低了底盘高度,减少了震动,地板上也不必设置凸起的传动轴通道,最大限度地增加了车厢内的容积。而且行李厢的地板降低了,增加了行李厢的有效空间。车身地板高度降低,使地板平坦,室内宽敞,后座位置更加合



1. 发动机 2. 离合器 3. 差速器 4. 变速器输入轴 5. 变速器
6. 主动锥齿轮 7. 从动锥齿轮 8. 车速表传动齿轮 I、II、III、
IV. 1~4 挡齿轮 R. 倒挡齿轮

图 1-6 桑塔纳 LX 型轿车传动系统布置示意图