



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

引进版

THOMSON



TM

自动变速器与驱动桥

Automatic Transmissions & Transaxles

[美] Jack Erjavec 著
王文智 编译



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

自动变速器与驱动桥

Automatic Transmissions & Transaxles

[美] Jack Erjavec 著

王文智 编译

陈德阳 张桂荣 主审

高等教育出版社

内容简介

本书是教育部职业教育与成人教育司推荐的中等职业学校汽车运用与维修专业引进国外职业教育优秀系列教材之一。

本书以目前国际流行的通用、福特、克莱斯勒、丰田、日产、本田的代表车型为主,对自动变速器和驱动桥的工作原理、基本结构、液压回路、电子控制等做了全面的、简明的阐述,并用相当篇幅对于当代汽车上常用的自动变速器和驱动桥做了全面的概括性介绍。本书兼备一般汽车构造图书和汽车维修图书的特点,繁简适度,特别适合职业技术教育的需要。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为汽车行业从业人员岗位培训用书。

图字: 01-2004-1238 号

Jack Erjavac

Automatic Transmissions & Transaxles

ISBN: 0-7668-5999-1

Copyright © 2003 by Delmar, a division of Thomson Learning

Original language published by Thomson Learning (a division of Thomson Learning Asia Pte Ltd). All Rights reserved. 本书原版由汤姆森学习出版集团出版。版权所有,盗印必究。

Higher Education Press is authorized by Thomson Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由汤姆森学习出版集团授权高等教育出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

981-265-097-0

图书在版编目(CIP)数据

自动变速器与驱动桥/(美)埃贾维斯(Erjavac, J.)

著:王文智编译. —北京:高等教育出版社, 2006.5

书名原文: Automatic Transmissions & Transaxles

ISBN 7-04-018283-1

I. 自... II. ①埃...②王... III. ①汽车-变速装置-专业学校-教材②汽车-驱动桥-专业学校-教材
IV. U463.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 027405 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京七色印务有限公司

开 本 850×1168 1/16
印 张 17
字 数 500 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年5月第1版
印 次 2006年5月第1次印刷
定 价 22.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18283-00

编译者序

本书是教育部职业教育与成人教育司推荐的中等职业学校汽车运用与维修专业引进国外职业教育优秀系列教材之一。

受高等教育出版社中等职业教育出版中心之托,以 Jack Erjavec 的《Auto matic Transmissions & Transaxles》为蓝本,编译成这本《自动变速器与驱动桥》教材,贡献给开创并且继续从事我国汽车行业职业教育的教育工作者以及愿意在未来从事汽车销售与技术服务行业工作的学子们。

本书为读者学习自动变速器和驱动桥的理论、诊断和修理提供了完整的最新信息。一个容易使用的、包括幻灯片、计算机测试题库等资源,使繁忙的教师、培训师的备课时间减少到最少。应该说本书是近年来国内外出版的有关汽车职业教育方面的好教材。

本书以翻译为主,保留了原书的基本结构和内容。在编译过程中对原著作了以下必要的修改:

1. 删除了原著中对过于简单的基本常识的阐述及相关示意图。
2. 用尽可能浅显的方法补充了行星齿轮机构传动比计算公式推导和各挡传动比的计算。
3. 为适应我国读者的阅读习惯,不打乱读者的思维过程,原著写在侧面空白边缘处的术语、定义等统一安排在编译稿中各章“小结”之后的“应知术语”中。
4. 在编译稿中不再插入原书中的“作者评述”、“历史点滴”等内容,以保持传递给读者的信息流的连续性。
5. 在编译稿中尽可能保持原书示意图、结构分解图等原样与比例,但有些图,如第六章中的变速器控制油路图,由于文字过密,汉字无法插入,只好采用标号引出标注的方法,可能会给读者带来不便。

在完成编译稿的过程中,吉林大学交通学院李津副教授在文字排版、插图等工作中给予了极大的帮助,在此表示感谢。

由于本人水平所限,编译稿中难免会有错误和疏漏之处,希望读者不吝赐教。

教育部聘请陈德阳、张桂荣两位专家审阅了本书,他们对书稿提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

编译者

2005年6月

目录

第一章 传动系理论	1	第五节 内部零部件	77
第一节 基本齿轮传动原理	2	第六节 复合式行星齿轮传动装置	80
第二节 变速器	3	第七节 轴承、轴衬套和止推垫圈	83
第三节 传动轴	8	第八节 主减速器	84
第四节 差速器	11	第九节 密封垫和密封圈	86
第五节 齿轮传动的类型	12	本章要点	90
第六节 轴承	13	本章小结	90
第七节 自动变速器油	15	应知术语	91
本章要点	17	复习题	92
本章小结	18	第五章 变矩器和油泵	94
应知术语	19	第一节 液力变矩器	95
复习题	20	第二节 液力变矩器的工作过程	98
第二章 自动变速器一般工作原理	22	第三节 直接驱动	104
第一节 基本工作过程	23	第四节 变矩器控制线路	108
第二节 行星齿轮机构	25	第五节 油泵	122
第三节 变速器控制	26	本章要点	126
第四节 流体力学定律	27	本章小结	126
第五节 变速器中液压装置的应用	30	应知术语	128
第六节 变速器壳和整体式驱动桥壳	40	复习题	129
第七节 支座	43	第六章 液压回路和控制装置	131
本章要点	43	第一节 控制装置	131
本章小结	44	第二节 控制阀体	136
应知术语	45	第三节 油压	139
复习题	46	第四节 油压调节阀	140
第三章 变速器电子控制	48	第五节 速度调压器	142
第一节 基础电学知识	49	第六节 换挡阀	145
第二节 电子控制基础	54	第七节 电子控制换挡定时	146
第三节 电子控制变速器	58	本章要点	147
本章要点	67	本章小结	147
本章小结	68	应知术语	149
应知术语	69	复习题	149
复习题	69	第七章 齿轮和轴	151
第四章 变速器结构	71	第一节 简单的行星齿轮传动机构	151
第一节 变速器和整体式驱动桥	71	第二节 辛普森行星齿轮机构	155
第二节 基本结构	72	第三节 拉威尼奥行星齿轮机构	158
第三节 安装支座	73	第四节 串联行星齿轮变速器	160
第四节 壳体	75	第五节 非行星齿轮式变速器	161

第六节 主减速器和差速器	163	第二节 拉威尼奥传动装置	227
第七节 四轮驱动结构变型	165	第三节 非行星齿轮变速器	244
第八节 轴	168	第四节 无级变速器	247
本章要点	169	本章要点	250
本章小结	169	本章小结	250
应知术语	170	应知术语	253
复习题	171	复习题	253
第八章 反应元件和摩擦元件	173	第十章 安全知识	255
第一节 反应元件	173	第一节 人身安全	255
第二节 制动带	174	第二节 易燃危险品与预防	256
第三节 单向离合器和制动器	179	第三节 安全工具和设备	257
第四节 多片摩擦离合器和制动器总成	181	第四节 事故	257
第五节 挡位变换	186	第五节 危险物品	258
第六节 换挡品质	191	本章要点	259
本章要点	194	本章小结	259
本章小结	194	应知术语	260
应知术语	194	复习题	260
复习题	195	附录 度量衡表(英美制)	262
第九章 常用自动变速器	197	参考文献	263
第一节 辛普森传动装置	197		

第一章 传动系理论

汽车可以分为四个系统或基本组成部分：① 发动机作为动力源；② 传动系把发动机的动力传递给汽车车轮；③ 底盘用来支撑发动机和车身，它包括制动系、转向系和悬架；④ 汽车车身、内饰和附件（包括座椅、暖风、空调、灯光、雨刮器以及其他改善舒适性、安全性的附件）。

本质上，采用传动系有四个主要目的：连接或断开发动机传递给车轮的动力；选择不同的传动比；提供车辆倒向行驶；控制传递给左右驱动车轮的动力以保证车辆安全转向。传动系的主要组成部分是离合器、变速器、主减速器、差速器和半轴(图 1-1)。

尽管发动机自身是一个主要系统，但是它的输出应该认为是传动系的组成部分。发动机产生的转矩经变速器的齿轮副增大(在超速挡下减小)，以满足汽车在各种条件下行驶的要求。发动机借燃料与空气的混合气在燃烧室内燃烧而产生动力。(图 1-2)。

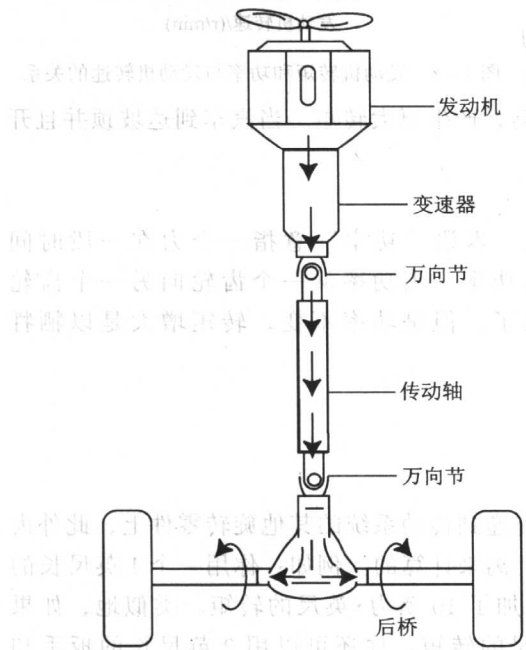


图 1-1 典型后轮驱动汽车的传动系统部件

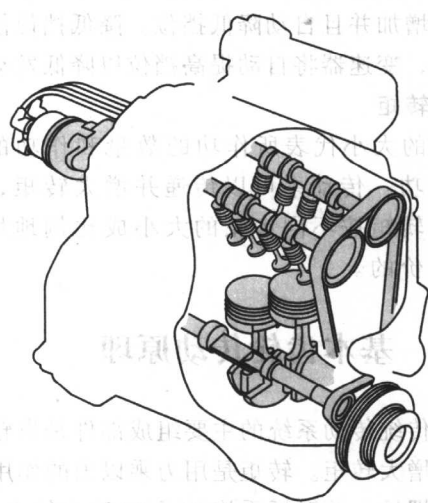


图 1-2 四冲程发动机的主要部件

大多数汽车发动机是四冲程发动机。进气门和排气门的开闭依据活塞运动来定时。因此，发动机在一个燃烧循环中要经过四个不同的冲程。这四个冲程分别叫做进气冲程、压缩冲程、作功冲程和排气冲程。只要发动机运转，这种循环就会不断重复而产生发动机转矩。

在进气冲程中，气缸的容积增加，在气缸中产生低压。由于较高压力总是向较低压力移动的自然法则，外部的空气进入气缸。空气的运动进一步使空气与燃油形成的新鲜可燃混合气充填气缸。

进气冲程形成的真空度大小取决于发动机的转速和能够进入气缸的空气量。它还取决于在进气冲程中气缸的密封能力。在正常的情况下，节气门借控制进入气缸的空气量来控制发动机转速。作用于发动机的载荷量决定节气门必须开多大以保持一定的发动机转速。当载荷很小时，如车辆在公路上保持巡航速度时，节气门只需稍稍开启来保持所要求的速度。因此，在进气冲程中气缸内形成较高真空度。在重载荷下，节气门必须进一步开大以保持相同的速度。这样可以允许更多的空气进入气缸并减小进气冲程形成的发动机真空度。因此，进气冲程形成的真空度主要是由发动机的载荷控制的。发动机载荷增加

时，真空度降低。

发动机转矩

发动机曲轴的旋转力叫做发动机转矩。发动机转矩的英制单位为磅力·英尺，国际单位制单位为牛顿·米。大多数发动机在一定转速和载荷范围内运转时产生最大转矩。当发动机达到该范围的最高速度时，转矩不再增加。这个发动机转速范围称为发动机转矩曲线(图 1-3)。最理想的状况是，发动机总是在它的稳定的转矩曲线范围内运转。

装备手动变速器的汽车爬陡坡时，驱动车轮变慢，这使发动机转速降低，进而发动机的输出功率减少。驾驶员必须把变速器换入低挡，用以增加发动机转速并使发动机产生更大的转矩。当汽车达到坡顶并且开始下坡时，汽车车速和发动机转速迅速增加。此时驾驶员应换入高挡，以降低发动机转速使之回到稳定转矩曲线范围内。

装备自动变速器的汽车爬陡坡时，驱动车轮和发动机的转速降低。然而驾驶员无需把变速器换入低挡。变速器将检测出载荷增加并且自动降低挡位。降低挡位使发动机转速提高，产生更大转矩。当汽车到达坡顶并且开始下坡时，变速器将自动提高挡位以降低发动机转速。

增大转矩

功率的大小代表所作功的数量和作功的速率。实际上，术语“功率”意指一个力在一段时间内所作的功。传动系可以传递并增大转矩，但是不能增大功率。当功率从一个齿轮向另一个齿轮传动时，转矩按不同齿轮的大小成比例地增大。转矩增大了，但是功率不变，转矩增大是以牺牲转速为代价的。

第一节 基本齿轮传动原理

所有传统传动系统的主要组成部件是齿轮。齿轮把转矩传递到传动系统的其他旋转零件上，此外齿轮还用来增大转矩。转矩是用力乘以力的作用点到轴中心的距离来计算的。例如：你用一个 1 英尺长的扳手拧紧螺栓，并对扳手施加了 10 磅力的力，则你对螺栓施加了 10 磅力·英尺的转矩。类似地，如果你对这个扳手施加 20 磅力的力，则你就施加了 20 磅力·英尺的转矩。你还可以用 2 英尺长的扳手和 10 磅力的力来施加 20 磅力·英尺的转矩。

一个圆的中心到它的外缘的距离叫做半径。对于齿轮而言，其半径是齿轮的中心到轮齿上力的作用点的距离。如果主动齿轮上的轮齿以 25 磅力的力推动从动齿轮上的轮齿，力的作用距离为 1 英尺，即主动齿轮的半径为 1 英尺，则作用于主动齿轮的转矩为 25 磅力·英尺。小齿轮(主动齿轮)轮齿上的 25 磅力的力作用于大齿轮(从动齿轮)的轮齿上。如果该力作用于距中心 2 英尺的距离，即从动齿轮的半径为 2 英尺，则作用于从动齿轮中心的轴上的转矩将是 50 磅力·英尺(图 1-4)。

来自动力源的转矩与其距作用中心的距离成正比。如果杠杆的支点或枢轴点放置得更靠近被移动的物体，就可

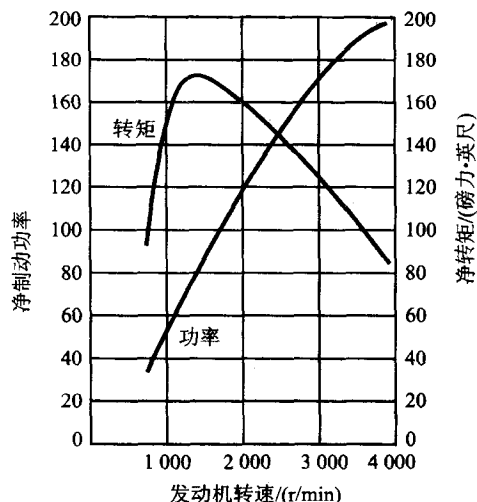


图 1-3 发动机转矩和功率与发动机转速的关系

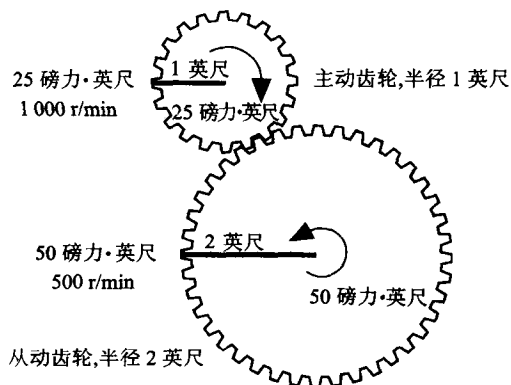


图 1-4 从动齿轮转速降低而转矩增大

以得到更大的力矩移动该物体；但杠杆必须比支点离物体较远时移动得更远。同样的原理可以用于啮合的齿轮：小齿轮驱动大齿轮转速较慢，但具有较大的转矩。

由一个有 24 个轮齿的主动齿轮(半径为 1 英寸)和一个有 48 个轮齿的从动齿轮(半径为 2 英寸)组成的传动装置，其转矩增大倍数为 2，而减速因数为 $1/2$ 。因此，它使作用于它的转矩增大一倍，而速度降低一半。齿轮轮齿之间的半径起杠杆的作用。因此，尺寸为另一个齿轮两倍的齿轮具有两倍于另一个齿轮的杠杆臂长度。

传动比可以借改变相互啮合的齿轮的直径和齿数来改变。传动比还表示两个齿轮之间转矩增大量。传动比可以用从动齿轮的直径或者齿数除以主动齿轮的直径或者齿数来得到。如果较小的主动齿轮有 11 个齿而较大的齿轮有 44 个齿，则传动比为 4:1。传动比说明为驱动从动齿轮旋转一圈主动齿轮必须转动多少圈。传动比为 4:1 时，为使较大齿轮旋转 1 圈，较小的齿轮必须转动 4 圈。

大齿轮以小齿轮四分之一的转速转动，但是有四倍于小齿轮的转矩。在传动系统中，速度降低意味着转矩增大。例如，当典型的四速变速器处在 1 挡时，从发动机到驱动车轮总降速比为 12:1，这意味着为使车轮转动 1 周，发动机曲轴需要转动 12 圈，所产生的转矩为发动机输出的 12 倍。因此，如果发动机产生 100 磅力·英尺转矩，则施加到驱动车轮的转矩为 1 200 磅力·英尺(图 1-5)。

带轮也可以用于改变速度和转矩。由于带轮一般用传动带连接，所以被动带轮与主动带轮转动方向相同。然而，带轮尺寸的关系具有和齿轮尺寸相同的效果。当主动带轮与被动带轮的直径相同时，两个带轮以相同的速度旋转并有相同的转矩。当主动带轮比从动带轮小时，从动带轮将以较低的速度转动，但有较大的转矩。类似地，当主动带轮比从动带轮大时，从动带轮将转得更快，但转矩较小。带轮和传动带来驱动发动机的一些部件运转，例如发电机、动力转向油泵和空调压缩机。带轮也是无级变速器的工作基础。

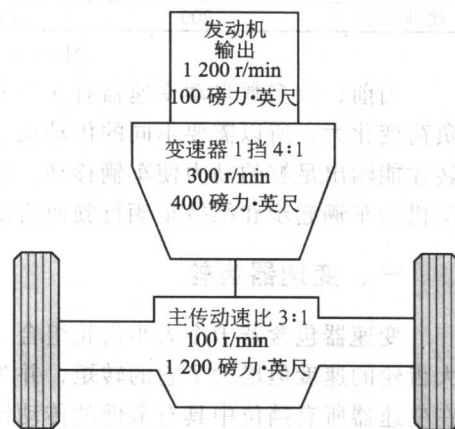


图 1-5 典型车辆传动系的转矩和各级减速比

第二节 变速器

变速器安装在发动机的后端，它允许汽车前进和倒退。它还有一个空挡，在空挡位置，发动机可以运转而不把动力传递给驱动车轮。因此，尽管车辆在空挡时有动力输入变速器，但由于驱动齿轮没有同输出轴结合，变速器没有输出。

变速器有两种基本类型：自动变速器和手动变速器。几乎所有的自动变速器都采用液力变矩器结合行星齿轮传动系统来自动改变传动比(图 1-6)。手动变速器是由齿轮和轴组成的，它把动力从发动机传递到驱动桥，传动比的改变由驾驶员来控制。

借助于移动手动变速器的换挡杆并且踏下离合器踏板，就可以选择不同的传动比。变速器中齿轮副的选择给驾驶员提供选择转矩和速度的可能。自动变速器和驱动桥根据发动机转速、传动系载荷、车辆速度及其他运行因素来选择传动比。因为提高挡位和降低挡位都是自动实现的，所以无需驾驶员出力。驾驶员不需要为换挡而操纵离合器。驾驶员可以用手动选择前进挡、倒挡、空挡或者停车挡。根据所选前进挡的布置，变速器还可以在减速

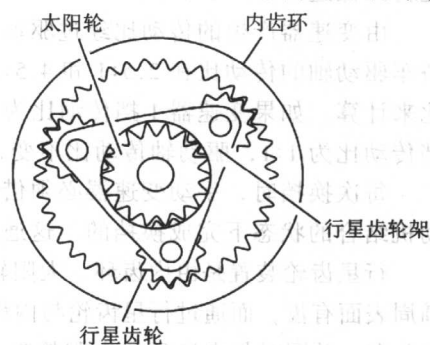


图 1-6 行星齿轮传动机构

时提供发动机制动。

较低挡位允许较低的车速和更大的转矩,较高挡位提供较小的转矩和更高的车速。传动比代表从动齿轮的齿数与主动齿轮的齿数之比。高传动比和低传动比这两个术语常常会被混淆。传动比 4:1 比传动比 2:1 要低。尽管在数字上 4 比 2 大,但传动比 4:1 允许更低的速度,因而称为低传动比。

像手动变速器一样,自动变速器也提供不同的传动比来匹配发动机转速和车辆速度(图 1-7)。然而自动变速器能够自行在各种传动比之间变换,不需要像手动变速器那样要用人工操纵离合器来协助换挡。另外,自动变速器在车辆停止时保持在某一挡位接合而不致使发动机熄火。

挡位	发动机输出转矩/(磅力·英尺)	发动机转速	传动比	变速器输出转矩/(磅力·英尺)	变速器输出转速/(r/min)
减速挡 1	200	2 000 转/分	4:1	800	500
减速挡 2	200	2 000 转/分	2:1	400	1 000
直接挡	200	2 000 转/分	1:1	200	2 000
超速挡	200	2 000 转/分	0.5:1	100	4 000

图 1-7 齿轮机构的输出转矩与输出转速成反比

当前,大多数自动变速器有 5 个前进挡,这些挡位被定为 1、2、3、4、5 挡。因为车辆行驶过程中负荷变化大,所以需要不同的传动比。假如没有这些传动机构的协助,发动机必须在相当高的转速下运转才能输出足够的动力使车辆移动。通过选择适当的传动比,施加在驱动轮上的转矩可以增大,防止发动机为车辆起步和维持车辆行驶而需要高速运转。

一、变速器齿轮

变速器包含若干个大小齿轮组合。在 1 挡,即低挡,小齿轮驱动在另一根轴上的大齿轮。这降低了大齿轮的速度但增大了它的转矩,并为起动或牵引重载提供合适的传动比。1 挡主要用来车辆起步。它在变速器所有挡位中具有最低的传动比和最大的转矩增大倍数。

2 挡的传动比提供的转矩增大倍数与 1 挡不同,然而它确实能提供相当的增大倍数。2 挡在需要比车辆加速时要小的转矩增大倍数时使用。由于汽车已经处于运动中,所以驱动汽车所需转矩较小。

3 挡的转矩增大倍数进一步降低,同时提高了车速和燃料经济性。如果这个挡位能够提供直接驱动速比 1:1,输入变速器的转矩大小也就是经过变速器并从变速器输出轴输出的转矩大小。这个挡位在巡航速度下使用以改善经济性。汽车在 3 挡时,它缺少在较低挡位时的某些性能特征。

有的变速器的第 4 挡为超速挡。超速挡的传动比小于 1。这些传动比是用一个小齿轮与一个更小的齿轮啮合得到的,输出速度提高而转矩减小。设置超速挡的目的是在保持巡航速度的同时,改善燃料经济性和减轻行驶噪声。

通过用一个附加的齿轮与两个其他挡位的齿轮啮合就改变了转矩的方向,变速器的输出轴朝与在前进挡时相反的方向旋转。因为倒挡的传动比是以一挡使用的主动齿轮和从动齿轮为基础的,所以倒车只能得到低速。

由变速器产生的传动比经过驱动桥内的主动锥齿轮和从动锥齿轮组成的主减速器进一步增大。通常轿车驱动轴的传动比在 2.5:1 和 4.5:1 之间。传动系的总传动比可用变速器的传动比乘以驱动轴的传动比来计算。如果变速器 1 挡传动比为 3.63:1,驱动轴传动比为 3.52:1,则总传动比为 12.78:1。如果 3 挡传动比为 1:1,驱动轴传动比不变,则总传动比为 3.52:1。

每次换挡时,手动变速器必须借使离合器短暂地分离,与发动机动力脱开,而自动变速器是在与发动机结合的状态下完成换挡的。这通过采用常啮合行星齿轮传动装置和执行机构来完成。

行星齿轮装置是由内齿环、太阳轮和安装在同一平面内的若干行星齿轮组成的(图 1-8)。内齿环的内圆周表面有齿,而通过行星齿轮与内齿环连接的太阳轮则在它的外圆周表面有齿。行星齿轮围绕太阳轮均匀分布,并同时与内齿环和太阳轮啮合。内齿环、太阳轮和行星轮都有自己的轴或支撑架,齿轮在其上旋转。

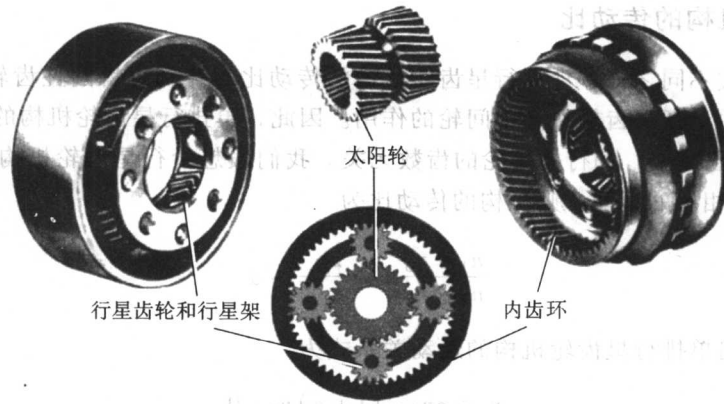


图 1-8 行星齿轮传动机构的主要部件

把发动机的转矩施加到行星齿轮装置的某个元件上，并防止另一元件自由运动，就可以在第三个元件获得输出转矩。装在齿轮支架和齿轮轴上的制动带(图 1-9)或多片摩擦离合器(图 1-10)由液压装置使之动作，把发动机的动力传递到任一齿轮，并且固定另一个齿轮使之不能转动，这就能够在发动机运转的状况下改变传动比或改变动力传递的方向。

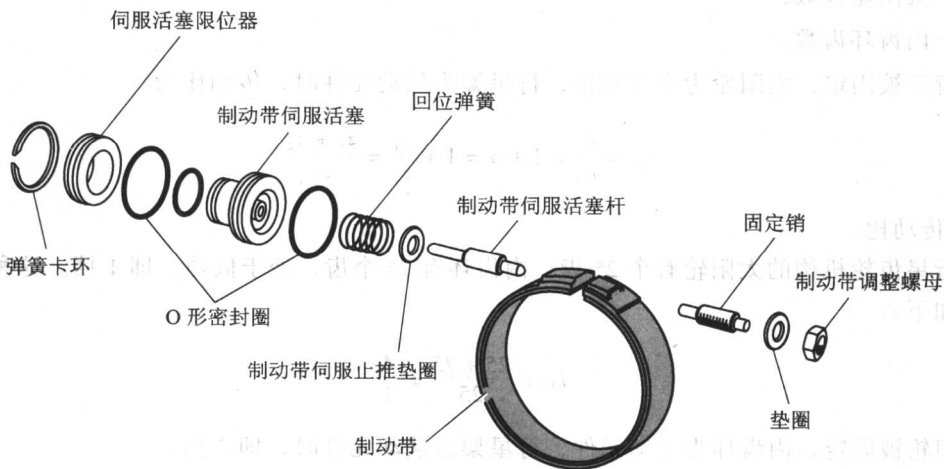


图 1-9 典型制动带总成

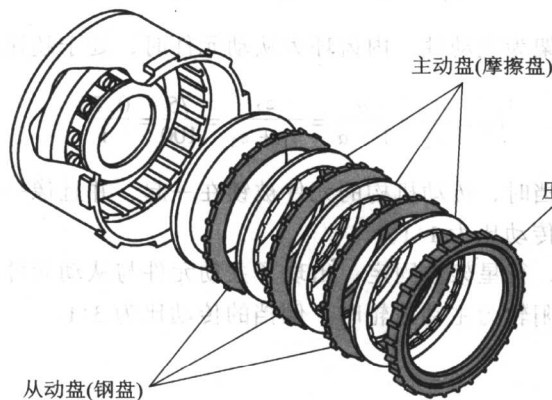


图 1-10 典型多片摩擦离合器

二、行星齿轮机构的传动比

除了所使用的公式不同之外, 计算行星齿轮机构的传动比与计算直齿圆柱齿轮的传动比大体相同。在单排行星齿轮机构中, 行星齿轮只起中间轮的作用。因此, 单排行星齿轮机构的传动比取决于太阳轮的齿数 z_1 和内齿环的齿数 z_2 , 和行星齿轮的齿数无关。我们假想给行星齿轮机构附加一个与行星架转速 n_3 大小相等、方向相反的运动, 则机构的传动比为

$$\frac{n_1 - n_3}{n_2 - n_3} = -\frac{z_2}{z_1} = -\alpha$$

经过整理, 可得出单排行星齿轮机构的运动关系式为

$$n_1 + \alpha n_2 - (1 + \alpha) n_3 = 0$$

式中: n_1 ——太阳轮转速;

n_2 ——内齿环转速;

n_3 ——行星架转速;

α —— z_2/z_1 ;

z_1 ——太阳轮齿数;

z_2 ——内齿环齿数。

(1) 内齿环被固定, 太阳轮为主动元件, 行星架为从动元件时, 传动比为

$$i_{13} = \frac{n_1}{n_3} = 1 + \alpha = 1 + \frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1 + z_2}{z_1}$$

式中: i ——传动比。

例如: 行星齿轮机构的太阳轮有个 25 齿, 内齿环有 75 个齿, 处于低挡, 即 1 挡。这种组合的传动比可以计算如下:

$$i_{13} = \frac{25 + 75}{25} = \frac{4}{1}$$

(2) 太阳轮被固定, 内齿环为主动元件, 行星架为从动元件时, 即 2 挡。

$$i_{23} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{1 + \alpha}{\alpha} = \frac{z_1 + z_2}{z_1} = \frac{25 + 75}{75} = \frac{1.33}{1}$$

(3) 太阳轮被固定, 行星架为主动件, 内齿环为从动元件时, 处于超速挡。

$$i_{32} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{\alpha}{1 + \alpha} = \frac{z_2}{z_1 + z_2} = \frac{75}{100} = \frac{0.75}{1}$$

(4) 当传动机构处于直接挡时, 传动机构的元件被锁在一起, 并且像一个单个元件那样转动。由于这一作用, 不产生齿轮减速, 传动比为 1:1。

(5) 当变速器处于倒挡时, 行星架被固定, 出现了主动元件与从动元件之间的简单关系。采用前面例子中的太阳轮和内齿环, 太阳轮为主动齿轮时, 倒挡的传动比为 3:1。

三、换挡控制

发动机的动力通过液力变矩器(图 1-11)传递给变速器。液力变矩器驱动油泵, 油泵把油输送到控制阀总成。这个控制阀总成提供使各种制动带和多片摩擦离合器组件动作所需的液压油。控制阀体是各

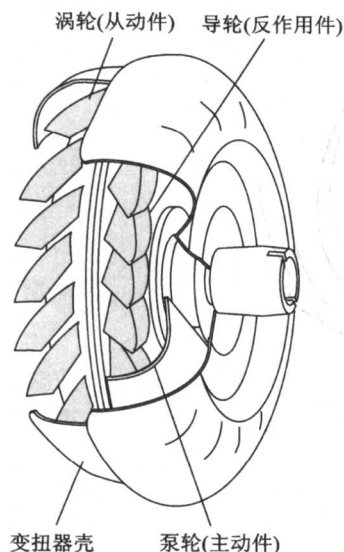


图 1-11 变扭器

液力变矩器

自动变速器借助一个充满液压油的液力变矩器连接到发动机上。发动机曲轴的旋转运动经飞轮和液力变矩器传递给变速器。然后，这个转动由变速器传递给主减速器与差速器，再由半轴传递给驱动车轮，轮胎作用于地面而使汽车移动。

液力变矩器是由泵轮、涡轮和导轮组成的。泵轮安装在发动机曲轴上，涡轮安装在变速器输入轴上的、并与泵轮相匹配，导轮装在涡轮与泵轮之间，用来增大转矩。

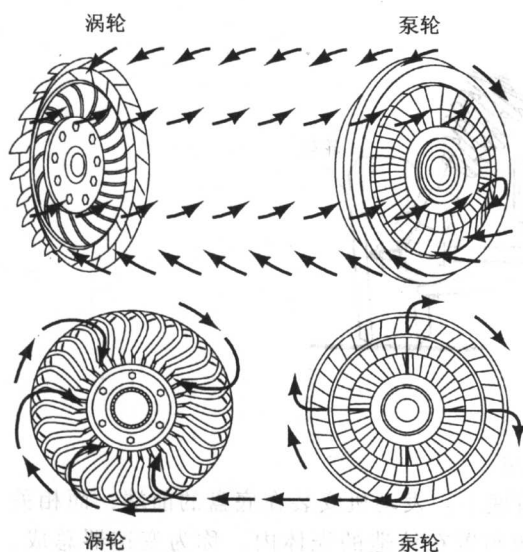


图 1-12 流经变扭器的基本油流

为离合器提供摩擦表面和安装的基础外，飞轮还减弱曲轴的振动，增大曲轴的转动惯性，并且作为与起动机啮合的大齿轮。自动变速器不需要采用很重的飞轮。自动变速器采用在一个重量轻的挠性板上安装充满液压油的液力变矩器(图 1-13)替代原有的飞轮。

种阀组成的复杂的总成，通常安装在变速器的油底壳内。该阀体控制变速器各处的油流，作为对它所接收到的有关发动机和车辆速度和载荷的输入的响应。

大多数更新型的自动变速器根据从电子传感器接收到的信号，并且用一个电子控制单元操纵阀体内的各电磁阀来换挡。较为老式的自动变速器依赖机械和真空信号来确定应该换挡的时机。

电子控制的自动变速器比起老式变速器具有许多优越性，包括换挡更精确、燃料经济性更好、可靠性更高。换挡时，老式结构依赖钢索操纵或者真空控制的调节器调节变速器管路中的液压以便由弹簧加载的阀动作。由于这个动作需要花费些许时间，从而导致了换挡延误和制动器或离合器打滑增加。自动变速器换挡是由计算机精确控制的，计算机从许多传感器搜集信息，包括节气门(加速踏板,俗称油门)开度的信息、温度信息、发动机载荷信息和车辆速度信息。计算机每几微秒处理一次信息并将电信号送到换挡电磁线圈，电磁线圈控制阀体中的换挡阀。电子控制的电磁阀还使变速器管路压力与发动机转矩相匹配，以获得比机械控制的变速器更好的换挡品质。

液力变矩器靠自动变速器油的液压力运转。液力变矩器改变或增大发动机曲轴传来的转矩并把它传输给变速器。液力变矩器还响应发动机转速，自动连接和断开发动机与变速器之间的动力。

当发动机转动时，泵轮把变速器油导向涡轮的叶片(图 1-12)。运动着的液压油施加的力驱动涡轮。涡轮与变速器输入轴相连接，把发动机的输出动力传递给变速器。

在以正常的怠速运转时，发动机和泵轮都运转不够快，不足以使液压油以足够的力作用于涡轮而使涡轮转动。尽管此时传动齿轮处于啮合状态，但液压力的不足使车辆能够处于静止而不会导致发动机熄火。泵轮和涡轮的液力连接和断开起到同操作装备手动变速器车辆的离合器类似的作用。

在装备手动变速器的车辆上，离合器总成安装在飞轮上。飞轮是安装在曲轴后端的一个大的、重的圆盘。除了

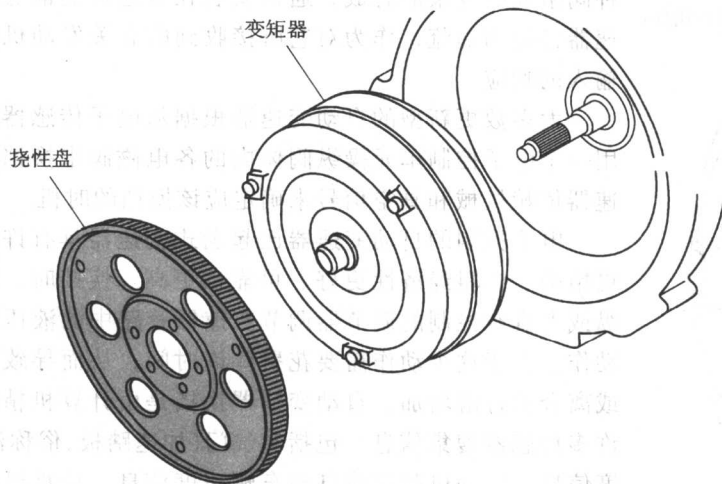


图 1-13 挠性盘连接发动机曲轴和变矩器

第三节 传动轴

当代汽车设计成将发动机的动力传输给前轮或后轮。在前轮驱动的汽车上，变速器和驱动轴都布置在一个壳体中，称之为驱动桥总成(图 1-14)。所有的传动部件都紧凑地布置在车辆的前端。前轮驱动的一个主要优点是传动系统部件的重量都放置在驱动轮上方，这可以改善车辆在湿滑路面上的牵引能力。

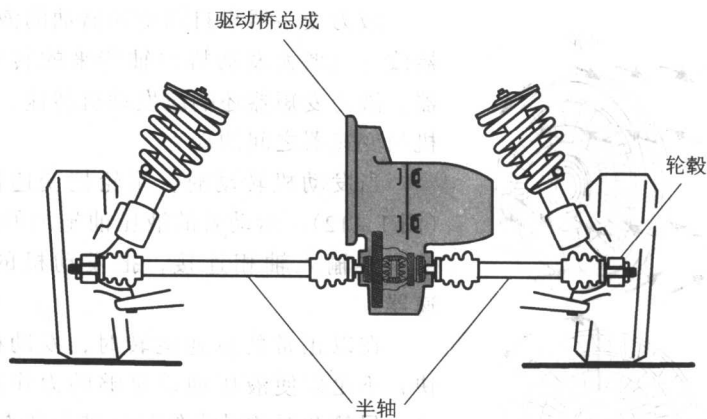


图 1-14 典型驱动桥总成

后轮驱动的汽车，除了发动机之外，传动系统布置在车身底下。发动机安装在底盘的前端，而相关的传动系的部件一直延伸到后驱动轮。变速器的内部零件一般布置在铸造的壳体内，称为变速器总成。驱动轴布置在车辆的后端的一个单独的壳体内，称为后桥总成。传动轴将变速器的输出传递到后驱动轴。

一、后轮驱动车辆的传动轴总成

1. 传动轴总成

汽车的传动轴(图 1-15)和它的联轴节通常称之为传动轴总成。传动轴把转矩从变速器传递到驱动

轮。后轮驱动汽车采用长的传动轴连接变速器和后桥。前轮驱动汽车的发动机和驱动轴布置在前驱动轮之间。

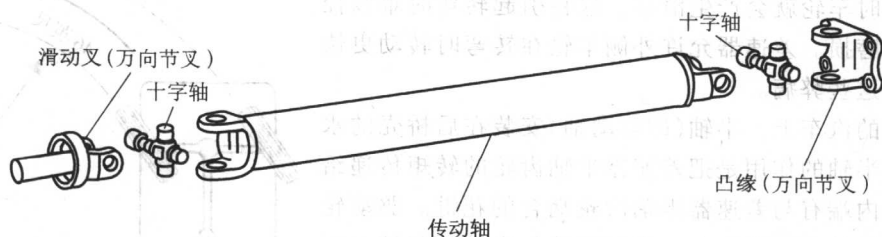


图 1-15 典型的传动轴和万向节叉

传动轴通常由传动轴和万向节组成。传动轴将变速器输出轴的动力传输给后驱动桥。后桥壳内的差速器把动力传输给后车轮，车轮使车辆向前或向后行驶。

传动轴在结构、长度、直径和滑动联轴节的形式等方面存在差异。一般地，传动轴的一端连接变速器而另一端连接后桥，后桥随着车轮和弹簧作上下运动。

传动轴一般是空心的薄壁钢管、铝管或者碳纤维管，在其一端焊接或粘接着万向节。万向节使传动轴能适应后桥总成的运动而改变角度。当传动轴的角度改变时，它的长度也必须改变。通常安装在前万向节的滑动叉使传动轴的长度需要变化时，传动轴能保持在适当的位置。

2. 后驱动桥总成

后桥壳包容了整个后轮驱动轴总成。除了安装传动零件之外，桥壳还用来安装车辆的后悬架和制动系统。后桥总成还具有另外两个主要功能，它将动力的方向改变 90° ，并且起着减速的作用(图 1-16)。

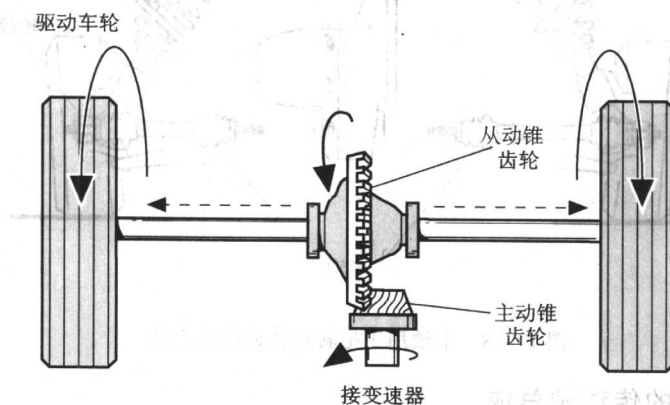


图 1-16 主减速器齿轮

后桥由两套齿轮机构组成：主动锥齿轮 - 从动锥齿轮副；差速器齿轮。当转矩从变速器传出后，经过传动轴传输到主动锥齿轮 - 从动锥齿轮副。在这里转矩进一步增大。考虑发动机的转矩曲线、汽车的重量和轮胎尺寸，制造商能够确定最佳的后桥传动比以获得合适的加速性能、爬坡性能、燃料经济性和噪声水平。

差速传动机构的根本目的是当车辆转弯或曲线行驶时，允许左后轮与右后轮的驱动速度不同。当车辆直线行驶时差速器把转矩均等地传递给两个驱动轮，两个车轮具有相同的牵引力。

从动锥齿轮上的转矩传递给差速器，差速器将转矩分配给两个驱动轮。当汽车直线行驶时，两个驱动轮以相同的速度行驶相等的距离。然而，当汽车转弯时，外侧车轮要比内侧车轮以更快的速度行驶更远的距离。当汽车向右转一个 90° 弯时，内侧车轮以 30 英尺为半径转弯，行驶大约 46 英尺；距内侧车

轮近 5 英尺的外侧车轮则要行驶 58 英尺(图 1-17)。

假如不采取某种措施允许左右驱动轮能以不同的速度转动,当汽车转弯时车轮就会产生滑移。这将引起转弯时难以控制和轮胎的过度磨损。差速器允许外侧车轮在转弯时转动更快些,从而消除了这些弊病。

在后轮驱动的汽车上,半轴(即驱动轴)安装在后桥壳的水平的空心管中。半轴的作用是把差速器半轴齿轮的转矩传递给驱动车轮。半轴内端有与差速器半轴齿轮啮合的花键。驱动轮用螺栓固定在半轴外端的突缘上。汽车车轮与半轴一起转动而使汽车行驶。

二、前轮驱动车辆的传动轴总成

前轮驱动的车辆由于发动机和驱动轴一同安装在驱动轮上方,因此不需要传动轴。在驱动桥内部有差速器,其功能与后轮驱动的差速器相同。前轮驱动汽车的半轴由差速器经过驱动桥的两侧一直延伸到驱动轮。半轴上装有等角速万向节(CV),它使得半轴能够同汽车的悬挂系统与转向系统一起运动(图 1-18)。

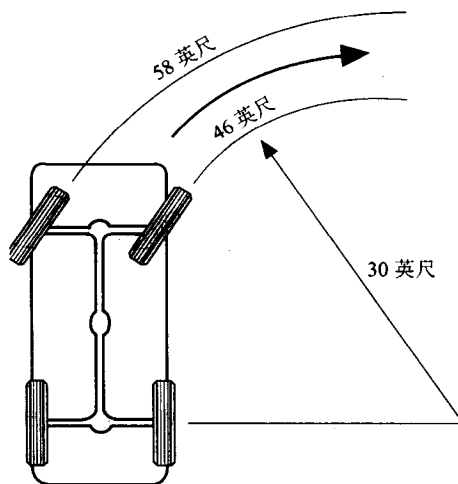


图 1-17 转弯时车轮的轨迹

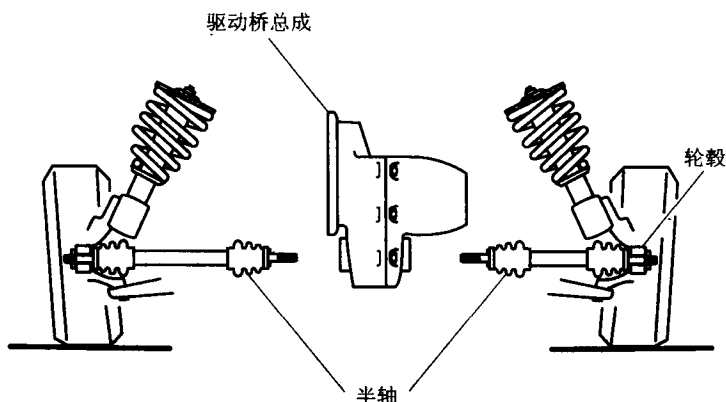


图 1-18 半轴用于把转矩传递给驱动轮

三、四轮驱动车辆的传动轴总成

四轮驱动的车辆可以把动力提供给所有车轮。在现今的车辆上可以找到许多四轮驱动的变型方案。设计为越野使用的四轮驱动的车辆通常是后轮驱动车辆,再配置上分动箱(图 1-19)、前传动轴和带差速器和半轴的前驱动桥。有些四轮驱动车辆采用三根传动轴。一根短的传动轴连接变速器的输出端和分动箱。然后,分动箱的输出分别由两根传动轴连接到前、后驱动桥。在大多数情况下,由驾驶员选择使用后轮驱动还是四轮驱动。

某些高性能车辆是由前轮驱动车辆改型为四轮驱动的。通常是由前轮驱动的汽车加装分动箱、后传动轴和带差速器的后驱动桥总成(图 1-20)改装而成。尽管这是典型的改装,但是某些汽车装备有轴间差速器或粘性液体离合器来代替分动箱。轴间差速器允许前后驱动轮以不同的速度转动并具有不同的转矩。在这种布置形式中,驾驶员不控制四轮驱动的连接与分离。

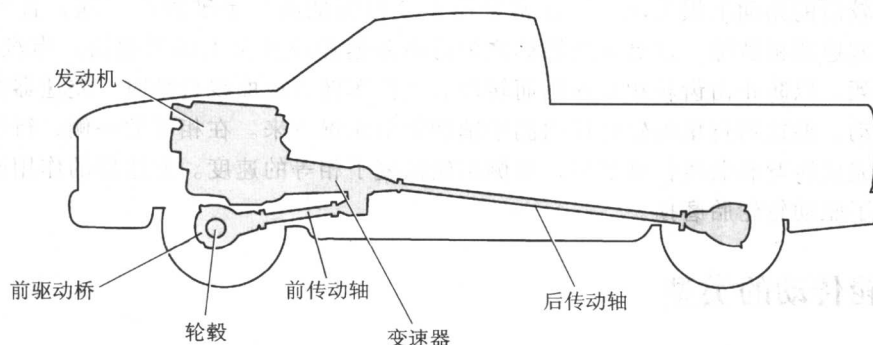


图 1-19 四轮驱动汽车部件的典型布置

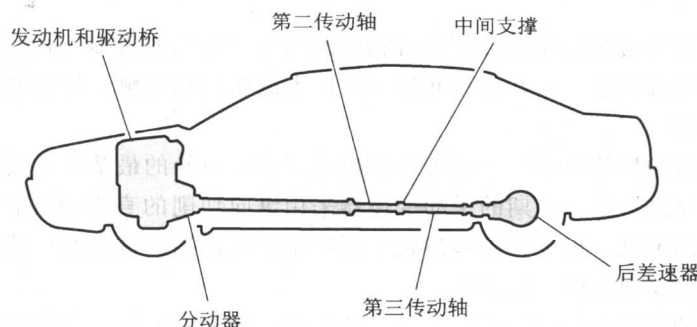


图 1-20 以前轮驱动汽车底盘为基础的全轮驱动系统

第四节 差 速 器

在前轮驱动的汽车上，差速器一般是作为驱动桥总成的一部分(图 1-21)。在后轮驱动的汽车上，差速器是后桥总成的一部分。差速器安装在桥壳内的差速器壳中，位于从动锥齿轮的中心。在差速器壳内有行星齿轮轴、行星齿轮和半轴齿轮。

差速器总成与从动锥齿轮一起旋转。半轴齿轮与前桥或者后桥的半轴以花键连接。

当汽车直线向前行驶时，两侧车轮自由转动。发动机的动力施加到主动锥齿轮上，使从动锥齿轮转动。差速器的行星齿轮由从动锥齿轮带动，并且作为一个整体旋转。每个轴获得相同的动力，所以每个车轮以相等的速度转动。

当汽车拐急弯时，仅仅外侧车轮可以自由地旋转。内侧车轮受到阻力而固定不动。转矩仍然被传输到主动锥齿轮，并使从动锥齿轮旋转，带动其周围的行星齿轮，迫使行星齿轮在自身的轴上旋转，同时围绕静止的内侧半轴齿轮“公转”。因此，外侧的半轴齿轮被迫加快旋转。

因此，当作用于两侧驱动轮上的阻力不相等时，阻力小的车轮会转动更多圈。当一侧车轮转动速度较快时，另一侧的车轮转动速度成比例地减慢。然而，传递到左、右两侧车轮的转矩相等。

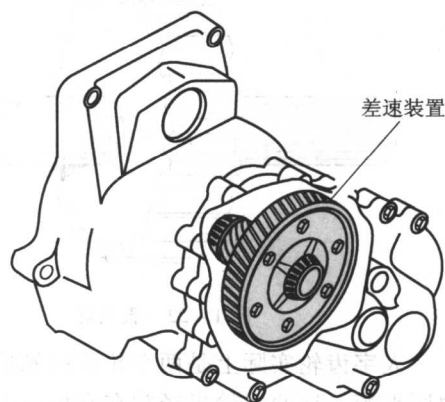


图 1-21 差速器装置是驱动桥整体的一部分