

◎ 刘衡章 编著

实用
当代

车

自动
传动
技术

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

实用当代汽车自动传动技术

刘衡章 编著

人民邮电出版社出版

图书在版编目(CIP)数据

实用当代汽车自动传动技术/刘衡章编著. —北京:人民邮电出版社, 2001.5

ISBN 7-115-09164-1

I. 实... II. 刘... III. 汽车—自动变速装置—基本知识 IV. U463.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 16405 号

内 容 提 要

本书重点讲解了汽车自动变速箱的通用技术,分别介绍了世界主要汽车生产厂家生产和使用的各种型号自动变速箱的结构特点和动作组合关系,并对自动变速箱的故障检测和拆装修理的操作通则、细则及步骤进行了详细的说明。书中配用了大量的图、表,更易于读者理解和学习。本书可作为汽车自动变速系统方面维修人员的培训教材,也可作为维修人员的自学和参考用书。

实用当代汽车自动传动技术

- ◆ 编 著 刘衡章
责任编辑 张康印
 - ◆ 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@pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
读者热线:010-67129212 010-67129211(传真)
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:26.75
字数:664 千字 2001 年 5 月第 1 版
印数:1-6 000 册 2001 年 5 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-115-09164-1/TB·10
-

定价:34.00 元

序 言

汽车自动传动是指汽车变速箱按发动机不同的运转情况、行车速度及负荷情况,及时地自动调整行车挡位,使发动机系统与传动系统能够更恰当地协调配合,发挥出令人满意的行驶性能。良好的自动传动具有以下主要优点:

(1) 自动传动变速箱中的液力变扭器把发动机输出的功率传到汽车传动系统,变扭器的液力传动很大程度地吸收了机械传动中的冲击,使汽车行驶更平稳,同时还可减少传动系统中各部件受到的冲击负荷,延长部件的可靠运转时间。

(2) 自动传动系统的自动换挡变速性能免除了司机的手动换挡操作。因此在城市拥挤道路和山区道路中司机不必频繁地手动换挡;在旷野道路上自动传动系统则能根据行车环境及时地自动调整汽车挡位,使汽车处于最佳行驶状态。

(3) 自动换挡系统能够及时地调节其与发动机的协调配合,使燃油充分燃烧并减少排气中的有害气体,从而减少燃油消耗,净化尾气排放,减少对大气的污染。

(4) 自动传动变速箱中的各速度挡齿轮经常处于啮合状态,使扭力传输更平稳,避免了手动变速箱常易出现的塞不进齿轮、不能完全啮合或打坏齿轮的弊端。

(5) 由于自动传动变速箱能平稳地传输扭力矩,所以汽车行驶平稳,提高了乘车舒适性,甚至乘车人感受不到汽车换挡变速时的瞬间冲击。

汽车自动传动技术始于 1960 年前后,由于具有许多优点,很多技术发达国家都很重视其发展,做了大量研制工作,在 40 多年的发展中已由最初的液压控制改进到电子控制,以及电子计算机控制,由三速发展到四速、五速,在换挡动作质量上也不断提高,使自动传动性能更加完善。

与老式自动传动变速箱不同,当今自动传动变速箱中的液力传动、液压控制、电子控制和行星齿轮传动等机构比较复杂,需要综合液流、电子、机械各方面的技术知识,才能正确理解其自动换挡动作的原理。尤其在检测、修理故障时,有些显而易见的外部缺陷容易判明,很多内部隐蔽性缺陷则很难诊断,甚至难以确定故障根源究竟是哪个系统的哪些部位。另一方面,拆装复杂结构的自动传动变速箱是很繁琐、精细的工作,不宜将其随意拆开,要求检测人员运用自己的技术分析能力,使用专门的检测仪器,对变速箱液压系统油路、电子计算机系统电路、机械传动和换挡机构系统等的结构进行检测,并在自诊断故障法指导下,在错综复杂的多种可能性中进行分析比较,先得出对故障根源的正确判断,然后再针对缺陷部位做进一步的拆检和修理。由于汽车自动传动系统的这些较高技术要求,很多国家已在汽车修理中把自动传动列为一项专门技术进行考核。通过考核者被认可为具有检修自动传动变速箱的技术资格或技术能力。

目前,我国制造自动传动汽车尚在起始阶段,还不成熟,但作为经济发展支柱的汽车工业,必然要在当今技术进步潮流中疾进。为了适应读者对汽车新技术的需求,本书介绍了汽车自动传动基本原理,检测故障和修理操作的方法,还列举了当今世界各国常用的各种型号的自动传动变速箱,以及各种变速箱的结构特点和有关修理事项。为了便于读者阅读和理解,本书配

用了大量的图形和表格,使各种说明更加直观。本书可作为汽车自动变速系统方面的培训用书,也可作为维修人员自学用书。

为了不断完善本书,欢迎广大读者提出改进意见。

作者

目 录

原理结构篇

第一章 基础知识	2
第一节 机械传动	2
一、齿轮、轮齿、齿轮传动	2
1. 齿轮和轮齿	2
2. 渐开线齿轮的技术规范	3
3. 齿轮的种类、齿轮传动	4
4. 齿轮的材质、加工精度	4
第二节 汽车传动	5
一、汽车传动系统	5
二、发动机	5
三、变速箱、差速器	6
第三节 液压传动	7
一、液压油的基本性质	7
二、液压油路的基本组成	9
三、油泵	9
四、液压阀、限流隙孔	10
1. 单向阀	10
2. 释压阀	10
3. 滑阀	15
4. 限流隙孔	16
五、液压密封件	17
1. 合成橡胶密封圈	18
2. 金属密封圈	20
3. 特氟隆(Teflon)塑料密封圈	20
六、液压油	21
1. 汽车变速箱用液压油	21
2. 更换液压油	21
第二章 汽车自动传动系统中的行星齿轮传动	23
第一节 行星齿轮传动	23
一、行星齿轮传动机构	23
二、行星齿轮组的传动方式	24
三、转速比的计算	26

第二节 汽车自动传动变速箱中的行星齿轮传动	29
一、辛普森行星齿轮传动机构	30
二、瑞温牛斯行星齿轮传动机构	30
三、行星齿轮传动机构的优点和制造	31
第三节 换挡执行器机构	32
一、制动器	32
二、多片离合器	35
三、单向传动离合器	37
1. 斜楔块式单向离合器	37
2. 滚柱式单向离合器	38
3. 超越转动(overrun)与汽车滑行	38
四、汽车的行驶状态	38
第三章 液力变扭器	42
第一节 液流传动、液力偶合器	42
一、液流传动	42
二、液力偶合器	42
第二节 液力变扭器	45
第三节 液力变扭器与发动机的匹配	51
第四节 液力变扭器离合器	52
一、液压控制的液力变扭器离合器	54
二、粘性液力变扭器离合器	54
三、离心式液力变扭器离合器	55
四、两轴式液力变扭器离合器	57
第四章 液压系统油路	59
第一节 系统主油压自动调压油路	59
第二节 液力变扭器-冷却-润滑油路	61
第三节 手动总控制阀油路	65
第四节 速度液压阀油路	68
第五节 节气门液压阀油路	71
第六节 自动换挡阀油路	75
第七节 蓄能缓冲油路	79
第八节 液力变扭器离合器油路	82
第九节 液压阀体总成及其内部油道	84
第五章 液压控制的自动传动变速箱	88
第一节 辛普森三速自动传动变速箱	88
第二节 辛普森四速自动传动变速箱	92
第三节 瑞温牛斯三速自动传动变速箱	94
第四节 瑞温牛斯四速自动传动变速箱	96
第五节 液压控制变速箱的自动换挡动作	103
一、P、N(驻车、空挡)挡位区	103

二、R(倒车)挡位区	103
三、D(自动换挡)挡位区	103
1. 节气门阀关闭、滑行时的自动升挡和降挡	104
2. 节气门阀半开时的强行降挡	104
3. 节气门阀全开时的强行降挡	105
四、I(中、低速)挡位区	106
五、L(低速)挡位区	107
六、换挡点及置挡动作质量	107
第六章 电子控制的自动传动变速箱	111
第一节 电子控制的液力变扭器离合器	111
一、电子控制的液力变扭器离合器的结构形式及其动作	111
二、电磁阀的控制电路	122
三、电子计算机控制的电磁阀电路	126
第二节 电子控制自动换挡系统	128
一、一般情况	128
二、电子控制自动换挡系统的控制步骤	129
三、电磁控制阀	130
1. 泄油电磁阀	131
2. 油路电磁阀	131
3. 断续通电的油路电磁阀	131
四、电子控制自动换挡系统	132
五、自动换挡质量及主油压调控电磁阀	145
六、电子计算机控制的自动传动系统	145
七、液压和电子混合控制的自动换挡系统	148
第七章 美国三大汽车公司生产的自动传动变速箱	150
第一节 克莱斯勒汽车公司变速箱	150
一、后轮驱动、液压控制三速系列变速箱	150
二、前轮驱动、液压控制三速系列变速箱	152
三、后轮驱动四速 A-500 系列变速箱	153
四、41TE(A-604)、42LE(A-606)型四速变速箱	156
第二节 通用汽车公司变速箱	171
一、3L30(THM 180C)变速箱	171
二、3L80/3L80-HD 变速箱	171
三、4L80/4L80-E 变速箱	173
四、4L60/4L60-E(THM 700-R4)变速箱	175
五、3T40(THM 125-C)变速箱	180
六、4T60(THM 440-T4)/4T60-E、4T65-E 变速箱	182
七、4T40-E 变速箱	188
八、4T80-E 变速箱	192
九、SATURN(赛特恩)自动传动变速箱	195

第三节 福特汽车公司自动传动变速箱	195
一、C 系列变速箱、E40D 变速箱	196
二、AOD、AOD-E、4R70W 变速箱	202
三、A4LD、4R44 - E/4R55 - E、5R55 - E 变速箱	205
四、ATX 变速箱	207
五、AXOD/AXOD-E (AX4S) 变速箱	209
六、AX4N 变速箱	215
七、CD4E 变速箱	217
八、4EAT 变速箱	222
第八章 世界各国的汽车自动传动变速箱	227
第一节 概述	227
第二节 欧洲和亚洲生产的汽车自动传动变速箱	228
一、日本 Aisin-Seiki 公司制造的 A - 210 变速箱	228
二、日本 Aisin-Warner 公司制造的变速箱	228
1. AW - 4 变速箱	228
2. AW131L 型变速箱	230
三、日本 JATCO 公司制造的变速箱	232
四、德国 ZF 系列变速箱	232
五、日本尼桑公司生产的变速箱	235
六、日本三菱公司生产的变速箱	235
七、日本马自达公司生产的变速箱	239
八、日本丰田公司生产的变速箱	239
九、德国梅塞德斯—奔驰公司生产的变速箱	239
十、德国大众公司生产的变速箱	244
十一、法国雷诺公司生产的变速箱	244
十二、日本本田公司生产的平行轴式变速箱	244
十三、CVTs 无级变速传动箱	247
第三节 各国主要厂牌汽车常使用的自动传动变速箱	248

检测修理篇

第九章 变速箱故障诊断	254
第一节 概述	254
一、一般情况	254
二、故障诊断步骤	254
三、检测仪器	255
第二节 故障诊断第一步——查询情况	256
第三节 故障诊断第二步——检查变速箱油液	257
一、检查变速箱液油油面	257
二、查定油液质量	260
第四节 故障诊断第三步——查验发动机怠速运转, 查验外部有关部件	261

一、查验发动机怠速运转	262
二、查验手置挡位阀的动作	262
三、查验与 TV 液压阀有关的外部部件	262
四、查验强行降挡系统中的外部部件	264
第五节 故障诊断第四步——查验 PCM/ECM 中内存的故障法规号,验证发动机性能	264
第六节 故障诊断第五步骤——静车负荷测试	264
一、一般情况	264
二、测试程序	265
三、评判测试结果	266
第七节 故障诊断第六步骤——路试	267
一、一般情况	267
二、预测试	269
三、置挡机构打滑的分析	269
四、机械破损分析	271
五、不正常声响分析	273
六、在路试中检测液力变扭器离合器的动作是否正常	274
七、换挡动作不规范的分析	276
第八节 故障诊断第七步骤——查测油压	279
一、一般情况	279
二、查测 TV 液压阀真空调节器	280
三、查测主油压应注意事项	283
四、查测主油压的作业过程	285
第十章 电子控制变速箱的故障检测	301
第一节 概述	301
一、外部电路检测	301
二、检测电子计算机 ECM/PCM/TCM 系统电路需要具备的条件	303
第二节 自诊断故障电路系统及检测时使用的仪器	303
一、自诊断故障	303
二、自诊断故障电路系统的显示性能	303
三、故障法规 DTC	309
第三节 电子控制液力变扭器离合器的电路故障检测	310
一、需用的检测仪器	310
二、初步检测	313
三、TCC 电路的故障检测	314
第四节 电子控制自动换挡电路系统的故障检测	317
一、基本概念	317
1. 故障的主要根源	317
2. 在检测和修理时应注意遵守的事项	318
3. 注意人体的静电放电	319

二、按照故障法规指引的程序进行变速箱的综合性故障检测	320
三、单项测试	320
1. 测试电子控制变速箱中换挡电磁阀的动作	320
2. 对电磁阀的检测	322
3. 检测变速箱液油温度传感器的电阻值	322
第十一章 变速箱的整体拆卸、安装,柔性传动盘、液力变扭器、液油冷却系统的检测	325
第一节 从汽车上拆卸整体的变速箱	325
一、拆卸前的一般检查	325
二、拆卸变速箱应注意的事项	325
第二节 将变速箱装回到汽车上	328
一、安装前的预备工作	328
二、安装变速箱应注意的事项	329
第三节 检测柔性传动盘	331
第四节 液力变扭器的检测、技术评估和修理	332
一、外部直观查视	332
二、内部检测	334
三、液力变扭器的内部冲洗,承受压力检测	337
四、更换正确形式的液力变扭器	339
第五节 液油冷却油路的检查、修整	340
一、检查冷却油管	340
二、冲洗冷却器	341
三、冷却系统的容积测定	341
第十二章 拆检变速箱	343
第一节 一般情况	343
第二节 检测轴向游隙	344
第三节 检查制动器	352
第四节 检查传动链条的松弛度	353
第五节 检查密封圈	354
第六节 检查单向离合器	356
第七节 检查液油滤清器及滤网	357
第八节 检查、更换衬套	358
第九节 检查轴向止推轴承	359
第十节 查视蓄能缓冲器弹簧	361
第十一节 检查行星齿轮架总成	361
第十三章 分总成的拆检和组装	362
第一节 多片离合器(鼓)的拆检、组装	362
一、拆洗多片离合器	362
二、检查多片离合器	362
三、组装多片离合器	366
第二节 油泵总成的拆检、维护和组装	372

一、拆取、清洗油泵总成	373
二、油泵总成的拆检、维护事项	373
三、组装油泵总成	378
第三节 液压阀总成的拆检、维护和组装	382
一、拆检、维护液压阀总成	382
二、组装液压阀总成	387
第四节 速度液压阀的拆检、修整	389
一、安装在变速箱输出轴上的速度液压阀	389
二、安装在变速箱壳上的球阀式速度液压阀	390
三、安装在变速箱壳上的滑阀式速度液压阀	391
第十四章 组装变速箱,外部泄漏检查	394
第一节 组装变速箱应注意事项	394
第二节 外部泄漏的检查和纠正	405
一、查找外部泄漏部位	405
二、外部泄漏纠正	406
三、液力变扭器外壳及油泵密封件漏油检查	408
附录一 简写字符及其在本书中的中文含义	410
附录二 汽车修理技术考评——美国 ASE 汽车修理技术考评简介	413

原理结构篇

种特定曲线的形状,通常都是数学上称为渐开线曲线的轮齿齿形。在图 1-2 中,将贴附在 A-B 基本弧段的发生线向外拉伸时,线端头 A 点的移动轨迹 A→X 区间就成为渐开线曲线。轮齿表面符合于这种曲线形状的齿轮称为渐开线齿轮。渐开线齿轮广泛应用在机械传动中,它能在任何时刻保持稳定传动比,消除传动中因转速不均匀而引起的严重振动。除渐开线齿轮外,还有一些其他形状的轮齿也能保持稳定的传动,例如摆线齿面的轮齿使用于特定的机械传动中。

2. 渐开线齿轮的技术规范

(1) 压力角——在直齿齿轮啮合中,驱动轮轮齿与被动轮轮齿的曲线齿面互相接触,参见图 1-1。从齿轮侧面看,两个齿面只能接触于 K 点,但在全齿面上却是一条接触线,转动的驱动轮齿通过这条接触线对被动轮齿施加推力 F ,使被动齿轮转动,由此把扭矩传输到被动齿轮。图中的直线 $T-T$ 是两个轮齿曲面在接触点 K 处的公共切线, $n-n$ 是与 $T-T$ 垂直的公共法线。推力 F 沿着 $n-n$ 法线方向。不论两个互相接触的轮齿转动到任何位置,其接触点都是落在 $n-n$ 法线上,推力 F 也始终沿着 $n-n$ 法线方向。推力 F 的方向与两个齿轮节圆 r_1 、 r_2 的公切线 $T-T$ 之间的角度即为轮齿的压力角 θ ,机械设计上常把 θ 规定为 14.5° 或 20° ,但也有些特定用途的压力角,例如 22.5° 、 30° 或其他角度。图 1-3 示出 14.5° 及 20° 压力角的轮齿齿形的差别。应牢记,一对啮合的齿轮其压力角必须相同,不允许把不同压力角的齿轮互相啮合。

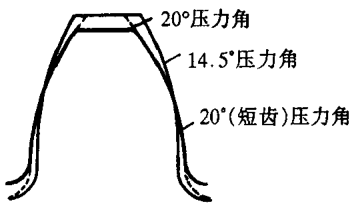


图 1-3

(2) 节点、节圆、节径——在图 1-1 中,若两个互相啮合轮齿的接触点正好处在两齿轮中心连线 $O_1 - O_2$ 上的 P 点, P 点即是公共节点。以 O_1 、 O_2 为中心, r_1 、 r_2 为半径画出的两个圆则分别是 O_1 、 O_2 两齿轮的节圆。节圆的直径 $2r_1$ 、 $2r_2$ 则为其节径,通常都以 D_p 或 D 表示节径。节径只是一个想象中的直径,在齿轮中看不出这个直径的存在;但在计算和设计齿轮时须要把节径作为计算基准,例如齿轮传动比就是这两个节径的比值。

(3) 模数——模数是米制度量单位中表示轮齿尺寸大小的一个参数,每个轮齿占有的齿轮节径毫米数即为其轮齿的模数,以公式表示时则有:

$$Z \times m = D_p \text{ 或 } m = \frac{D_p}{Z}$$

式中, Z = 齿数; m = 模数; D_p = 节径毫米数。

模数愈大,轮齿的尺寸也愈大,能承受的扭力负荷也愈大,但齿数则成比例地减少,只准许相同模数的齿轮互相啮合。

(4) 齿顶高、齿顶圆、齿根高、齿根圆、齿全高——在图 1-1 中的 h_e 称为齿顶高, R_e 称为齿顶圆半径; $2R_e$ 是齿顶圆直径,也是齿轮的外径。 h_i 称为齿根高, R_i 称为齿根圆半径。 $h_e + h_i$ 是轮齿的齿全高。

(5) 变位齿轮——以上所述都是标准渐开线齿轮的技术规范。有一种由标准渐开线齿轮派生出的变位齿轮,这和齿轮是在加工轮齿时把切削刀具相对于齿轮中心移动一个小量,切削出与标准齿形稍微不同的变位齿形。变位齿除仍具有标准齿形的性能外,还可以改善齿轮的啮合质

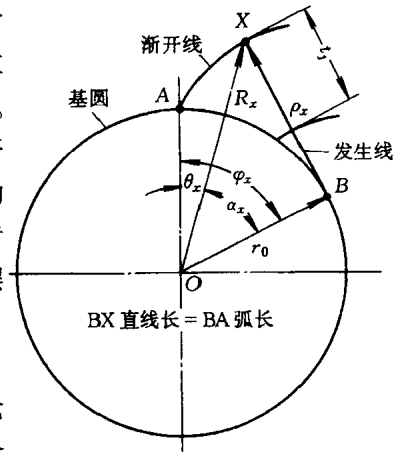


图 1-2

量,尤其对较少齿数的齿轮,常需以变位齿形改善其轮齿啮合质量。汽车自动传动系统中行星齿轮组的行星轮、太阳轮的尺寸都比较小,齿数也相应较少,大都使用变位齿来改进其啮合质量。

3. 齿轮的种类、齿轮传动

(1) 直齿、斜齿、人字齿齿轮传动。在图 1-4(a)所示齿轮中的轮齿垂直于齿轮端面,称为直齿齿轮;图 1-4(b)中的轮齿倾斜于齿轮端面一个角度,称为斜齿齿轮。二者相比较,由于斜齿增加了齿面接触长度,能够传输更大的扭力,但对齿轮和轴产生轴向推力。图 1-4(c)中的人字齿形除能提高扭矩传输能力外,还消除了对齿轮的轴向推力,但其加工比较复杂。汽车自动传动系统中的很多齿轮尺寸都较小,为提高其传输扭矩的能力,常使用斜齿或人字齿。

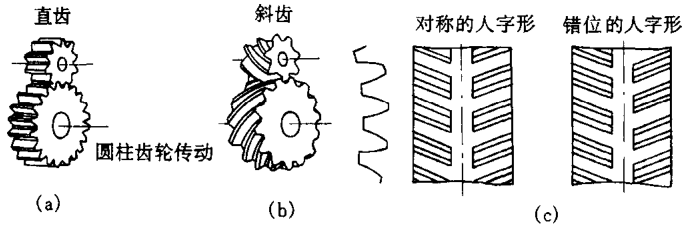


图 1-4

(2) 外齿轮传动、内齿轮传动。轮齿置于齿轮的外圆上构成外齿轮,简称齿轮;轮齿置于齿轮内径上构成内齿轮。外齿轮传动中两个互相啮合的齿轮的转动方向相反,内齿轮传动中两个齿轮的转动方向相同。图 1-5 所示为内齿轮传动。

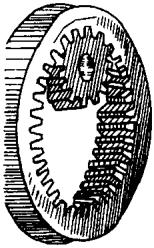


图 1-5

(3) 圆柱齿轮、圆锥齿轮传动(图 1-6)。齿轮外圆呈圆柱形时称为圆柱齿轮,圆柱直齿齿轮只能使用于互相平行且在同一平面内的两根传动轴;齿轮外圆呈圆锥形时称为圆锥齿轮,圆锥齿轮使用于不平行或不在同一平面内的传动轴中。

(4) 圆锥螺旋齿传动(图 1-7)。当圆锥齿轮的尺寸较小,又需要传输较大扭矩时,常将其轮齿加工成螺旋形状。这时的两根传动轴可能相交于一点,也可能不相交,例如汽车差速器内的盆-角齿大多是螺旋齿形。这种齿轮的加工难度较大,须由特殊的齿轮加工机床进行加工。

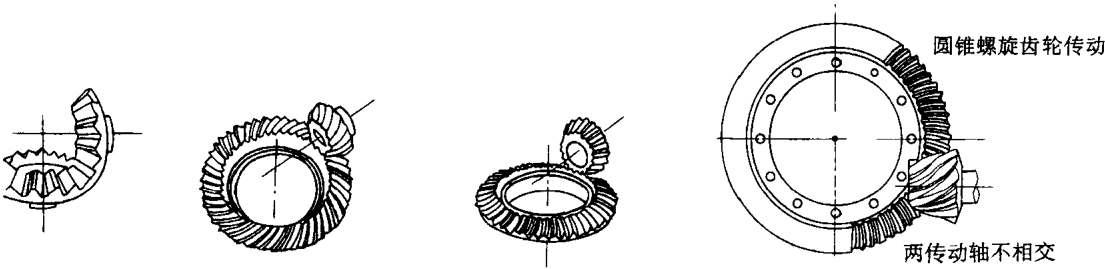


图 1-6

图 1-7

4. 齿轮的材质、加工精度

尺寸较小的齿轮传输较大功率时,轮齿受到很大压挤力,须使用优质钢材制作,汽车变速箱和差速器中的齿轮甚至需使用高强度优质合金钢材在精密齿轮加工机床上加工,并经过良好热处理提高其强度、硬度和韧性,最后再进行磨齿加工。齿轮轮毂与轴的连接,通常都是使用轴键或一周圈花键。轴键较少时将很大程度地削弱轴的强度。汽车传动中的齿轮多使用渐

开线花键与轴连接。渐开线花键的键齿常是 30° 压力角的渐开线齿形,可以比较方便地在齿轮加工机床上高精度加工制成。

第二节 汽车传动

一、汽车传动系统

汽车传动系统的作用是把发动机的动力传输到车轮,使汽车行驶。传动系统应能在汽车行驶中的阻力、车速、行驶方向发生变化时,相应地调整传输的扭矩和转速,使发动机发出的功率能适应不同行驶环境和行驶要求的需要。由司机按汽车行驶情况进行调整(换挡)的传动系统是人工调整传动系统,能够按汽车行驶的需要自动进行调整(换挡)的传动系统是自动传动系统。老式汽车都使用人工调整传动系统(手置换挡),1970 年以后很多技术先进国家生产的大部分汽车都改成为自动传动系统(自动换挡)。目前,汽车的传动系统在向自动传动方向迅速发展。

典型的汽车传动系统如图 1-8、1-9 所示。图 1-8 是把发动机的曲轴中心线按汽车的纵向设置,通过传动轴驱动汽车后轮轴,由后轮轴驱动汽车行进,称为纵向设置发动机、后轮驱动 RWD(Rear Wheel Drive)传动方式。图 1-9 是把发动机曲轴中心线按汽车的横向设置,直接驱动汽车前轮轴,由前轮轴驱动汽车行进,称为横向设置发动机、前轮驱动 FWD(Front Wheel Drive)传动方式,这种传动方式可以省去传动轴和差速器中加工难度较大的螺旋盆-角齿轮。有些较长的汽车把横向设置发动机安置在汽车后轮轴上,可以省去很长的传动轴,但增加驾驶操纵系统的复杂性。

越野汽车的传动系统如图 1-10 所示,它的变速箱旁边还有一个小传动箱,小传动箱又伸出一根传动轴驱动前轮轴,使汽车前、后轮都成为驱动轮,增加汽车的地面附着力。这种前后轮驱动的四轮汽车称为四轮驱动汽车,简称为 4WD(Four Wheel Drive)。有些较大型的汽车有一个前轮轴和两个后轮轴,左右共六组车轮,其小传动箱伸出前后两个传动轴,可以使三根轮轴都成为驱动轴,称为全车轮传动,简称为 AWD(All Wheel Drive)。

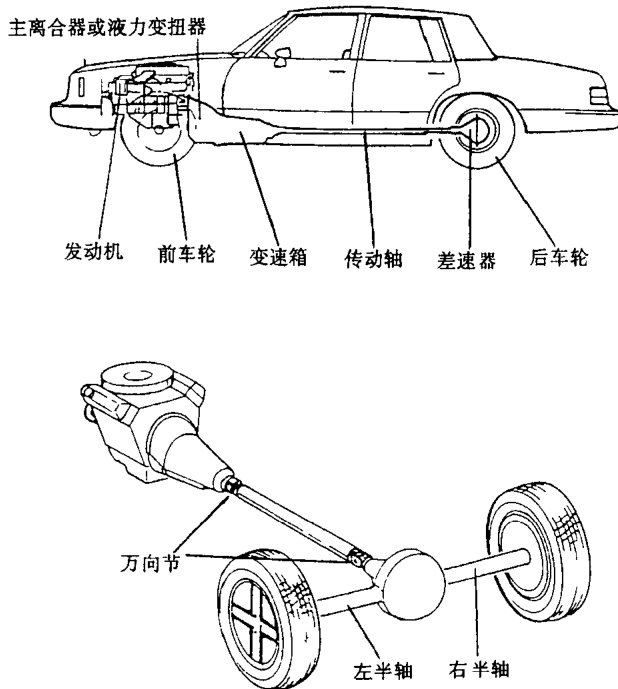


图 1-8

二、发动机

汽车上的汽油发动机或柴油发动机的构造和工作原理不属本书叙述内容,在本节中只简述发动机的输出性能。图 1-11 所示为发动机在不同转速时输出的功率和扭矩的关系。图中显示转速越高,输出功率几近成比例地增大;转速达到额定最大转速时,功率也达到额定最大功率。