

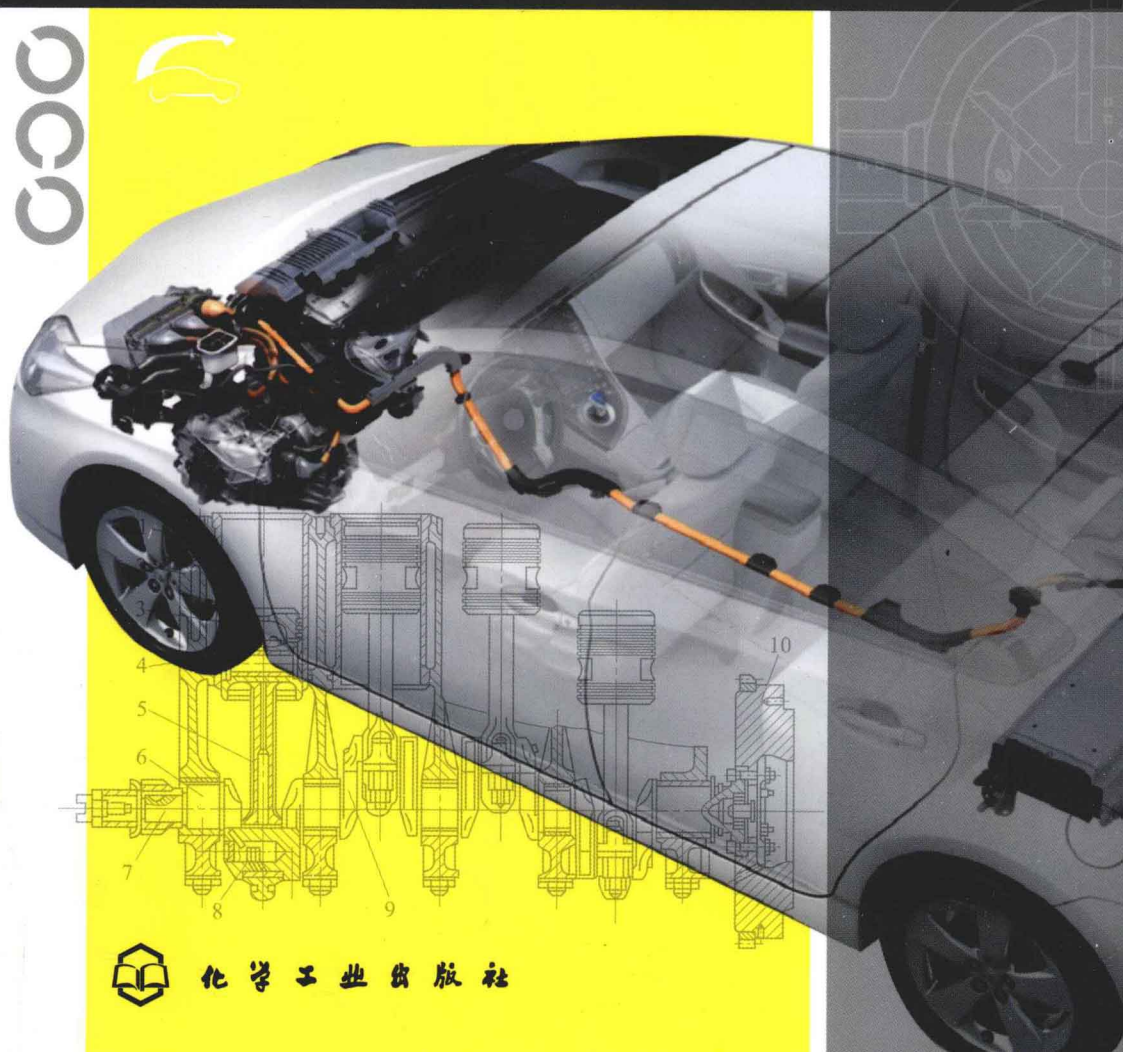
张应龙 主编

汽车维修识图

(机械图·液压图·电路图) >>

及实例详解

QICHE WEIXIU SHITU
JIXIE TU YEHUATU DIANLUTU JI SHI
64 XIAN



化学工业出版社

张应龙 主编

汽车维修识图

(机械图·液压图·电路图) >>

及实例详解

QICHE WEIXIU SHITU
JIXIETU YEYATU DIANLUTU JI SHILI XIANGJIE



化学工业出版社

· 北京 ·

本书分三篇,介绍了如何识读汽车的机械图、液压图和电路图。并以实用为原则,由浅入深,先易后难,分别介绍了机械图样基本的识读方法,汽车发动机和底盘各主要零部件机械结构图,汽车常用液压元件的结构、工作原理和图形符号,液压传动的基本回路,液压系统图基本的识读方法,典型汽车液压传动与控制系统图,汽车电路的主要电气设备、常用电气元件、常用图形标志,汽车电路图的识读方法,现代汽车电路的组成与特点,典型汽车电气控制系统的电路图。

本书以企事业单位中具有初中以上文化的汽车维修和管理人员为主要对象,内容丰富、深入浅出、通俗易懂、密切联系实际,可作为企事业单位中汽车修理工的培训教材,也可作为中职、高职院校相关专业学生的教材,并可作为广大工程技术人员的学习、参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修识图(机械图·液压图·电路图)及实例详解/张应龙主编. —北京:化学工业出版社,2012.9
ISBN 978-7-122-15012-7

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车-车辆修理-图解
IV. ①U472.4-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第174672号

责任编辑:张兴辉 韩亚南
责任校对:宋 玮

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张17¼ 字数422千字 2013年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:58.00元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD



汽车维修是一项非常复杂的工作，不仅因为车型种类很多，更涉及机械、液压和电气等多方面的知识，要掌握一手非常过硬的汽车维修技术，一方面要通过较长时间的维修实践工作来积累丰富的维修经验，另一方面要不断地加强理论学习，系统地掌握汽车的基本构造，才能触类旁通，事半功倍。而从学习机械图、液压图和电路图入手，掌握汽车的机械结构、液压传动和电气控制原理，不失为一条捷径，因为不管一辆汽车多么先进和复杂，都不外乎由机、电、液三部分构成。

目前除了一些专业的书籍以外，从机械图、液压图和电路图方面切入来介绍汽车的机械结构、液压传动原理和电气控制原理的书籍难得一见。为了培养汽车维修方面的专门技术人才，满足广大从事汽车维修技术工作的各类人员的需要，我们组织编写了《汽车维修识图（机械图·液压图·电路图）及实例详解》一书。

本书分三篇介绍了如何识读汽车的机械图、液压图和电路图。第1篇在简要介绍了汽车的基本构造、机械图样的识读方法的基础上，着重介绍了汽车发动机各主要零部件的机械结构图，典型汽车底盘各主要零部件的机械结构图；第2篇首先介绍了汽车液压系统的工作原理和组成等方面的基础知识，接着介绍了汽车常用液压元件的结构、工作原理和图形符号，介绍了液压传动的基本回路，识读液压系统图的基本方法，最后介绍了典型的汽车传动与控制液压系统图；第3篇首先介绍了汽车电路的主要电气设备、常用电气元器件、常用图形标志等相关方面的知识，然后介绍了汽车电路图的识读方法、现代汽车电路的组成与特点，最后介绍了典型汽车电气控制系统电路图。本书由浅入深，先易后难，以实用为原则。

本书由张应龙担任主编和统稿工作，顾佩兰高级工程师、汪光远工程师、张松生高级技师、杨宁川高级技师、王萍技师、梁健助理工程师、孙劲助理工程师、王胜助理工程师、刘志翔同志、胡旭同志参加了有关章节的编写工作。在编写过程中，参阅了有关教材、资料和文献，在此对有关专家、学者和作者表示衷心感谢。

在本书的编写过程中，江苏大学李金伴教授、陆一心教授、王维新高级工程师给予了精心的指导和热情的帮助，提出了许多宝贵的意见，全书由江苏大学陆一心教授、李金伴教授担任主审，在此谨向他们表示衷心感谢。

本书以企事业单位中具有初中以上文化的汽车修理和管理人员为主要对象，内容丰富、深入浅出、通俗易懂、密切联系实际，可作为企事业单位中汽车修理工的培训教材，也可作为中职、高职院校相关专业学生的教材，并可作为广大工程技术人员的学习、参考用书。

由于编者水平所限，编写时间比较仓促，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

目 录

CONTENTS



第 1 篇 汽车构造与机械识图

第 1 章 汽车的基本构造	1
1.1 汽车的总体结构	1
1.1.1 汽车的组成及作用	1
1.1.2 汽车的行驶原理与主要性能指标	2
1.2 汽车发动机的基本构造与工作原理	4
1.2.1 发动机的基本构造	4
1.2.2 发动机的工作原理	5
1.3 汽车底盘的基本构造与工作原理	9
1.3.1 汽车传动系	9
1.3.2 汽车行驶系	11
1.3.3 汽车转向系	12
1.3.4 汽车制动系	13
第 2 章 机械图样的识读方法和技巧	15
2.1 机械图样的基本识图方法	15
2.1.1 零件工作图	15
2.1.2 装配图	16
2.2 零件图的识读	17
2.3 装配图的识读	19
第 3 章 汽车发动机结构与识图	22
3.1 汽车发动机总成	22
3.1.1 汽油发动机总成	22
3.1.2 柴油发动机总成	22
3.2 汽车发动机主要零部件	24
3.2.1 曲柄连杆机构	24
3.2.2 配气机构	42
3.2.3 汽油机燃油供给系统	52
3.2.4 柴油机燃油供给系统	55
3.2.5 润滑系统	74
3.2.6 冷却系统	79
3.2.7 进排气系统	85
第 4 章 典型汽车零部件结构与识图	88
4.1 离合器	88

4.1.1 摩擦片式离合器	88
4.1.2 离合器的操纵机构	91
4.2 变速器	94
4.2.1 变速器总成	94
4.2.2 变速器操纵机构	99
4.2.3 同步器	101
4.3 万向传动装置	105
4.3.1 万向联轴器	105
4.3.2 传动轴与中间支承	109
4.4 驱动桥	110
4.4.1 驱动桥总成	110
4.4.2 主减速器	111
4.4.3 差速器	113
4.4.4 半轴与桥壳	117
4.5 转向器	118
4.5.1 循环球式转向器	119
4.5.2 齿轮齿条式转向器	119
4.5.3 液压整体式动力转向器	120
4.5.4 转向传动机构	123
4.6 制动器	125
4.6.1 鼓式制动器	125
4.6.2 盘式制动器	130
4.6.3 中央制动器	132
4.7 转向桥与悬架	133
4.7.1 转向桥	133
4.7.2 悬架	135

第 2 篇 汽车液压系统与液压识图

第 5 章 汽车液压系统	140
5.1 汽车液压系统的工作原理和组成	140
5.1.1 汽车液压系统的工作原理	140
5.1.2 汽车液压系统的组成	141
5.2 汽车用液压油	141
5.2.1 液压油的性能评价指标	141
5.2.2 汽车用液压油的选用	142
5.3 汽车液压系统的特点	144
第 6 章 液压传动与液压基本回路	145
6.1 常用液压元件的原理和结构	145
6.1.1 液压泵	145
6.1.2 液压马达	149
6.1.3 液压缸	151

6.1.4	方向控制阀	154
6.1.5	压力控制阀	158
6.1.6	流量控制阀	163
6.1.7	液压辅助元件	164
6.2	常用液压图形符号	172
6.2.1	各种液压图形符号的绘制规划	172
6.2.2	常用液压泵和液压马达的图形符号	172
6.2.3	常用液压阀的图形符号	176
6.3	液压基本回路	181
6.3.1	方向控制回路	182
6.3.2	压力控制回路	183
6.3.3	速度控制回路	185

第7章 典型汽车液压传动与控制系统识图 188

7.1	如何识读液压系统图	188
7.1.1	液压系统图的概念	188
7.1.2	液压系统图的种类和画法	188
7.1.3	液压系统图的识读方法	188
7.1.4	液压系统图的识读步骤	189
7.1.5	识读液压系统图的主要要求	189
7.2	典型汽车液压传动与控制系统	190
7.2.1	汽车液压动力转向系统	190
7.2.2	自卸汽车液压系统	191
7.2.3	汽车起重机液压系统	192

第3篇 汽车电气控制系统与电路识图

第8章 汽车主要电气设备 195

8.1	汽车电源系统	195
8.1.1	蓄电池	195
8.1.2	交流发电机	197
8.1.3	电压调节器	199
8.2	汽车启动系统	200
8.2.1	启动机的类型	200
8.2.2	启动机的型号	201
8.2.3	启动机的基本构造	201
8.3	汽车点火系统	202
8.3.1	点火线圈	202
8.3.2	火花塞	203
8.3.3	分电器	207
8.4	汽车仪表系统	212
8.4.1	机油压力表	212
8.4.2	水温表	213

8.4.3	燃油表	214
8.4.4	发动机转速表	216
8.4.5	车速里程表	216
8.5	汽车照明与信号系统	219
8.5.1	前照灯	219
8.5.2	转向信号灯	220
8.5.3	汽车电喇叭	221
8.5.4	制动信号灯	222
8.5.5	倒车信号装置	222
8.6	汽车辅助电气与空调系统	223
8.6.1	电动刮水器与洗涤器	223
8.6.2	电动门窗玻璃升降器	225
8.6.3	汽车空调系统	226
第9章 汽车电路常用电气元器件与图形符号		228
9.1	汽车电路常用电气元器件	228
9.1.1	电子电路基本元器件	228
9.1.2	半导体器件	232
9.1.3	集成电路	236
9.2	常用汽车电气图形符号与标志	237
9.2.1	图形符号的组成	237
9.2.2	常用汽车元器件的图形符号	238
9.2.3	常用图形标志	244
9.2.4	导线颜色代号与标志	244
9.2.5	我国汽车电路接线柱的标志	244
第10章 汽车电气控制系统电路识图		248
10.1	如何识读汽车电路图	248
10.1.1	电气图的表达形式	248
10.1.2	电气图的通用画法	248
10.1.3	汽车电气图的种类	249
10.1.4	汽车电气图的识读方法	250
10.1.5	汽车电路图识读的注意事项	253
10.2	汽车电气控制系统电路的组成和特点	254
10.2.1	汽车电气控制系统电路的组成	254
10.2.2	汽车电气控制系统电路的特点	255
10.3	典型汽车电气控制系统电路	256
10.3.1	汽车电源系统常用电路	256
10.3.2	汽车启动系统典型电路	256
10.3.3	汽车点火系统典型电路	257
10.3.4	汽车仪表系统典型电路	258
10.3.5	汽车照明与信号系统典型电路	259
10.3.6	汽车辅助电气系统常用电路	259
10.3.7	汽车空调系统常用电路	262
参考文献		265



第①篇 汽车构造与机械识图



第①章

汽车的基本构造



在我国，汽车是指有自身装备动力驱动的装置，一般具有四个或四个以上车轮，不依靠轨道或架线而在陆地行驶的车辆。汽车通常被用作载运客、货和牵引客、货挂车，也有为完成特定运输任务或作业任务而将其改装或经装配了专用设备成为专用车辆，但不包括专供农业使用的机械。全挂车和半挂车并无自带动力装置，它们与牵引汽车组成汽车列车时才属于汽车范畴。有些进行特种作业的轮式机械以及农田作业用的轮式拖拉机等，在少数国家被列入专用汽车，而在我国则分别被列入工程机械和农用机械之中。

1.1

汽车的总体结构

1.1.1 汽车的组成及作用

汽车一般由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成。图 1-1 为一般载货汽车的总体构造图。发动机是汽车的动力装置，其动力通过底盘传动系驱动汽车行驶。车身包括驾驶室 2、车厢 3 和车头 17，用以容纳驾驶员、乘客和装载货物。电气设备由电源、发动机启动系和点火系、汽车照明和信号装置等组成。底盘接受发动机的动力，使汽车产生运动，并保证汽车正常行驶。底盘又可分为传动系、行驶系、转向系和制动系四部分。

(1) 发动机

发动机是将燃料在汽缸内燃烧的热能转化为机械能的动力装置，是汽车的动力源。它由 2 个机构和 4~5 个系统组成，即曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、润滑系、冷却系、点火系（汽油机）和启动系。

(2) 底盘

底盘是汽车的基础，是各总成的安装基体。它将整车连成一个整体，并接受发动机动力，使汽车产生运动，保证汽车正常行驶。它由传动系、行驶系、转向系和制动系组成。

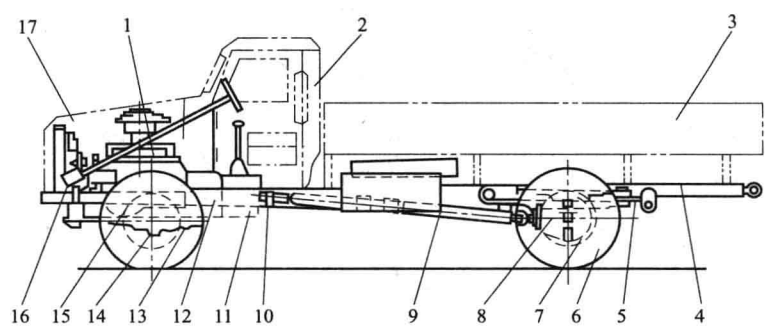


图 1-1 汽车的总体构造

1—发动机；2—驾驶室；3—车厢；4—车架；5—后悬架；6—车轮；7—车轮制动器；
8—驱动桥；9—传动轴；10—手制动器；11—变速器；12—离合器；13—车轮制动器；
14—从动桥；15—前悬架；16—转向器；17—车头

① 传动系：将发动机产生的动力传给驱动车轮。它由离合器、变速器、万向传动装置和驱动桥等组成。

② 行驶系：把汽车各总成、部件连接成一整体，支撑全车载荷，保证汽车行驶。它由车架、车桥（从动桥、驱动桥）、车轮（转向轮、驱动轮）、悬架等组成。

③ 转向系：可保证汽车能够按照驾驶员的意图和方向行驶。它由带方向盘的转向器和转向传动机构等组成。

④ 制动系：可保证汽车能够迅速地降低行驶速度以致停车。它由制动器和制动传动装置等组成。

（3）车身

车身安装在车架上，用以安装全部控制系统和驾驶员座椅、乘客或货物。载重汽车车身包括车头、驾驶室和货厢。客车和轿车车身是一个整体封闭车厢。

（4）电气设备

电气设备由电源和用电设备两大部分组成。电源设备包括发电机、蓄电池和调解器。用电设备包括启动系、点火系（汽油机）、汽车照明、信号、仪表等装置。

1.1.2 汽车的行驶原理与主要性能指标

（1）汽车的行驶原理

汽车发动机所产生的动力（转矩）经传动系传给驱动车轮，在驱动轮上产生驱动转矩

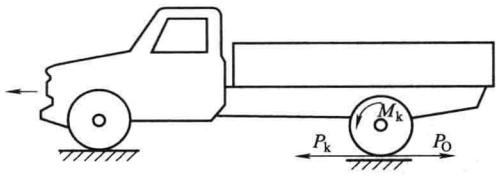


图 1-2 牵引力的产生

M_k ，使车轮转动。驱动车轮通过轮胎表面给地面一个向后的切向力 P_0 ，同时地面给驱动车轮一个大小相等、方向相反的反作用力 P_k 。这个反作用力就是推动汽车行驶的驱动力，即牵引力，如图 1-2 所示。当牵引力足以克服汽车的行驶阻力，且地面有足够的附着力时，汽车便能行驶。这时，牵引由驱动车轮传给驱动桥、

钢板弹簧和车架，推动汽车行驶。

（2）汽车的主要性能指标

汽车的主要性能指标有动力性、经济性、制动性、操纵稳定性、行驶平顺性和通过性等。

① 汽车的动力性 是指汽车直线行驶在良好路面上所能达到的平均行驶速度。它主要由三方面指标来评定。

a. 最高车速：指在水平良好的路面（混凝土或沥青路面）上汽车能够达到的最高行驶车速。一般载货车的最高车速为 $80 \sim 110 \text{ km/h}$ 。

b. 加速时间：通常用原地起步加速时间和超车加速时间来衡量汽车的加速能力。加速时间短，表示汽车的加速能力好，平均车速高。原地起步加速时间是指汽车由Ⅰ挡或Ⅱ挡起步，并以最大的加速强度逐步换至最高挡后，达到某一预定距离或车速所需的时间。一般常用从 $0 \sim 400 \text{ m}$ 的秒数来表明汽车原地起步的加速能力。超车加速时间是指用最高挡或次高挡由 30 km/h 或 40 km/h 全速加速至某一高速所需的时间。

c. 最大爬坡度：汽车的最大爬坡度是指汽车满载时在良好路面上Ⅰ挡的最大爬坡度。坡度是指坡道的垂直高度与坡道的水平长度之比值，一般用百分数表示。最大爬坡度表示汽车的爬坡能力。载货车的最大爬坡度为 30% 即 16.5° 左右。

② 汽车的燃油经济性 是指汽车以最小的燃料消耗完成单位运输工作的能力。燃油经济性常用一定运行工况下，汽车行驶的 100 km 燃油消耗量或一定的燃油量能使汽车行驶的里程来衡量。我国的燃料经济性指标为 100 km 燃料消耗量，即行驶 100 km 所消耗的燃油升数，单位为 $\text{L}/100 \text{ km}$ 。该指标用来考核装载质量相同的同类汽车的经济性，不同装载质量汽车的经济性可用完成单位运输工作量的耗油量 $\text{L}/(100 \text{ t} \cdot \text{km})$ 来评价。

③ 汽车的制动性 是指汽车行驶时能在短距离内停车且维持行驶方向稳定性和在下长坡时能维持一定车速的能力。它主要有三方面的评价指标。

a. 制动效能：指在良好的路面上，汽车以一定的初速度制动到停车的制动距离或制动时汽车的减速度。它是制动性能最基本的评价指标。

b. 制动效能的恒定性：主要是指在高速或下长坡的连续制动中，制动器温度显著升高时制动效能保持的程度。这种性能又称为抗热衰退性。

c. 制动时汽车的方向稳定性：指汽车在制动过程中不发生跑偏、侧滑或丧失转向能力而按驾驶员给定方向行驶的性能。

④ 汽车的操纵稳定性 包含互相联系的两部分，即操纵性和稳定性。操纵性是指汽车快速准确地响应驾驶员发出的转向指令的能力；稳定性是指汽车受到外界干扰时，能抵抗干扰而保持稳定行驶的能力。

⑤ 汽车的行驶平顺性 是指汽车在一般使用速度范围内行驶时，能保证乘坐者不致因车身振动而引起不舒适和疲乏感觉，以及保持所运货物完整无损的性能。

⑥ 汽车的通过性 是指汽车在一定装载质量下能以足够高的平均车速通过各种环境路面和无路地带（如松软地面、坎坷不平地段）以及克服各种障碍（陡坡、台阶、壕沟等）的能力。评价汽车通过性的参数有几何参数和支承-牵引参数。通过性几何参数有最小离地间隙、接近角、离去角、纵向通过半径、横向通过半径、最小转弯半径等，如图 1-3 所示。

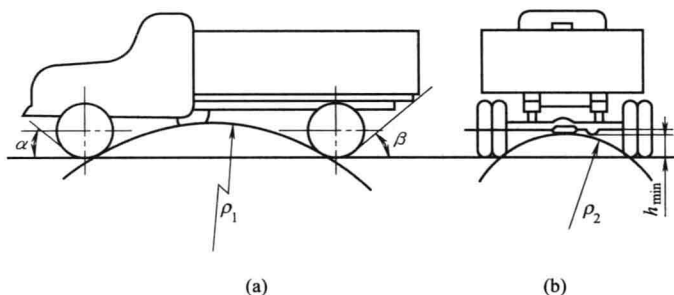


图 1-3 汽车通过性几何参数

a. 最小离地间隙 ($h_{\min}$): 指汽车满载时其最低部位与地面间的距离。最小离地间隙越大, 汽车通过性能就越好。

b. 接近角 (α): 是指自汽车前端突出点向前轮引的切线与路面之间的夹角。它表示汽车接近小丘、沟洼等障碍物时不发生碰撞的性能。接近角越大, 通过性越好。

c. 离去角 (β): 是指自汽车后端突出点向后轮引的切线与路面之间的夹角。

d. 纵向通过半径 (ρ_1): 在汽车侧视图上作出的与前后车轮及两轴中间轮廓线相切的圆的半径。它表示汽车无碰撞地通过小丘、拱起障碍物的性能。 ρ_1 越小, 汽车通过性越好。

e. 横向通过半径 (ρ_2): 在汽车正视图上作出的与左右车轮及两轮中间轮廓线相切圆的半径。

f. 最小转弯半径: 是指汽车转弯时, 转向盘转至极限位置后外侧前轮所滚过的轮迹中心至转向中心的距离。最小转弯半径表示汽车在最小面积内的回转能力和通过狭窄弯曲地带或绕过障碍物的能力。

1.2 汽车发动机的基本构造与工作原理

发动机是一种将其他形式的能量转变为机械能的机械装置。按照转变能量的方法不同, 可将发动机分为热力机、电力机、风力机以及原子能发动机。

热力发动机是将燃料燃烧发出的热能转变为机械能的机器。燃料在发动机外部燃烧的热力发动机称为外燃机, 如蒸汽机和蒸汽轮机; 燃料在发动机内部燃烧的热力发动机称为内燃机, 内燃机每实现一次热功转换, 都要经历一系列连续的工作过程, 构成一个工作循环, 否则就不能实现热功的转换, 包括活塞式内燃机、燃气轮机、复合式发动机和喷气式发动机。

活塞式内燃机按活塞运动方式不同, 分为往复活塞式和旋转活塞式内燃机, 按所用燃料的不同, 又可分为柴油发动机、汽油发动机等。现代世界上的汽车发动机大都采用往复活塞式汽油发动机或柴油发动机, 作为车辆行驶的动力, 简称为汽车发动机。

汽油发动机简称汽油机。对于汽油发动机, 若是先把汽油和空气在化油器内混合成可燃混合气, 再输入汽缸加以压缩, 然后用电火花点火使之燃烧而放热做功, 这种发动机称为化油器式汽油机。若是将汽油直接喷入进气管或汽缸内, 与空气混合形成可燃混合气, 再用电火花点燃, 这种发动机称为汽油喷射式发动机。汽油机结构简单、轻巧、工作平稳、噪声小, 广泛应用于轿车和轻型汽车上。

柴油发动机简称柴油机, 柴油机使用的燃料一般是轻柴油, 它是先将新鲜空气吸入汽缸内, 再由喷油泵和喷油器将柴油直接喷入汽缸, 在缸内与压缩后的高温空气混合并自燃, 从而做功。柴油机燃料经济性好, 多用于大型货车。

近年来, 由于石油资源越来越紧张, 以及环保等要求, 开始研究用甲醇、乙醇、液化石油气、氢气、电力和太阳能等作为能源的发动机。

汽车发动机按工作循环可分为四冲程发动机和二冲程发动机; 按冷却方式可分为风冷式发动机和水冷式发动机; 按汽缸排列方式可分为直列式发动机、V 形发动机和水平对置式发动机; 按汽缸数量可分为单缸发动机和多缸发动机; 按气门布置位置可分为顶置气门发动机和侧置气门发动机; 按是否增压还可分为增压发动机和非增压发动机。

1.2.1 发动机的基本构造

现代汽车发动机的结构比较复杂, 由若干个不同功用的机构和系统所组成。现代汽车发动机的结构形式很多, 即使是同一类型的发动机, 其具体构造也是各种各样的。但就其总体功能而言, 都是由发动机本体和辅助系统两部分组成, 其基本构造如图 1-4 所示。

(1) 发动机本体

包括机体、曲柄连杆机构和配气机构。

① 机体 包括汽缸盖、汽缸体及机油盘等。汽缸体是发动机各机构、各系统的装配基体，其本身的许多部分，又分别是各机构、各系统的组成部分。汽缸盖和汽缸体的内壁共同组成燃烧室的一部分，是承受高温、高压的机件。

② 曲柄连杆机构 由汽缸体与曲轴箱组、活塞连杆组和曲轴飞轮组 3 部分组成。其中汽缸体与曲轴箱组由汽缸体 20、曲轴箱 16、汽缸盖 21、汽缸套、汽缸垫及油底壳 12 等组成；活塞连杆组由活塞 18、活塞环、活塞销、连杆 17 等组成；曲轴飞轮组由曲轴 13、飞轮 11、扭转减振器、平衡重等组成。曲柄连杆机构的功用是将燃料燃烧时产生的热量转变为活塞往复运动的机械能，再通过连杆将活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动而对外输出动力。

③ 配气机构 由进气门 8、排气门 24、挺柱、推杆、摇臂 23、凸轮轴 25 及凸轮轴正时带轮 22（由曲轴正时带轮 14 驱动）等组成。它的功用是使可燃混合气及时充入汽缸，废气及时从汽缸排出。

(2) 辅助系统

包括润滑系统、冷却系统、燃油供给系统、点火系统及启动系统等。

① 润滑系统 由机油泵、集滤器、限压阀、润滑油道、机油粗滤器、机油细滤器和机油冷却器等组成。它的功用是将润滑油供给做相对运动的零件以减少它们之间的摩擦阻力，减轻机件的磨损，并部分地冷却摩擦零件，清洗摩擦表面。

② 冷却系统 主要由水泵、散热器、风扇、分水管、汽缸体放水阀以及冷却水套 19 等组成。它的功用是把受热机件的热量散发到大气中去，保证发动机正常工作。

③ 燃油供给系统 由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、化油器 4、空气滤清器 3、进气管、排气管及排气消声器等组成。它的功用是把汽油和空气混合成合适的可燃混合气供入汽缸，以供燃烧，并将燃烧生成的废气排出发动机。

④ 点火系统 由供给低压电流的蓄电池 9、发电机、分电器 2、点火线圈 7、火花塞 6 等组成。它的功用是保证按规定时刻及时点燃汽缸中被压缩的混合气。

⑤ 电气与电控系统 由启动机 10 及其附属装置等组成。它的功用是使静止的发动机启动并转入自行运转。

汽车用汽油机一般都由上述 5 个系统组成。汽车用柴油机，由于其混合气是自行着火燃烧的，没有点火系统，因而由 4 个系统组成。

1.2.2 发动机的工作原理

(1) 基本名词术语

如图 1-5 所示，为发动机构造的示意图。从图 1-5 可知有缸径、上止点、下止点、活塞行程、曲柄半径、汽缸工作容积、燃烧室容积、汽缸总容积以及压缩比、缸数、发动机排量、工作循环、二冲程发动机、四冲程发动机、工况 15 个基本名词术语来描述发动机的性能参数。

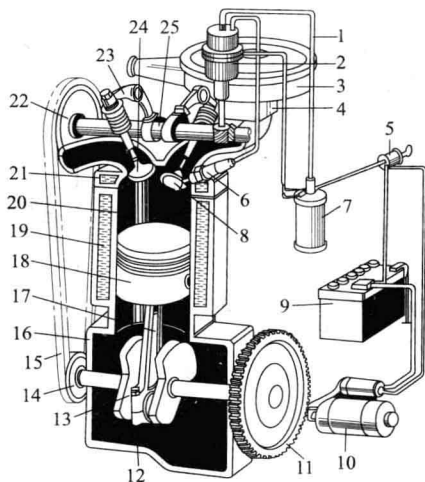


图 1-4 单缸四冲程汽油机结构示意图

- 1—高压导线；2—分电器；3—空气滤清器；
- 4—化油器；5—点火开关；6—火花塞；
- 7—点火线圈；8—进气门；9—蓄电池；
- 10—启动机；11—飞轮；12—油底壳；
- 13—曲轴；14—曲轴正时带轮；15—正时齿形带；16—曲轴箱；17—连杆；18—活塞；
- 19—冷却水套；20—汽缸体；21—汽缸盖；
- 22—凸轮轴正时带轮；23—摇臂；
- 24—排气门；25—凸轮轴

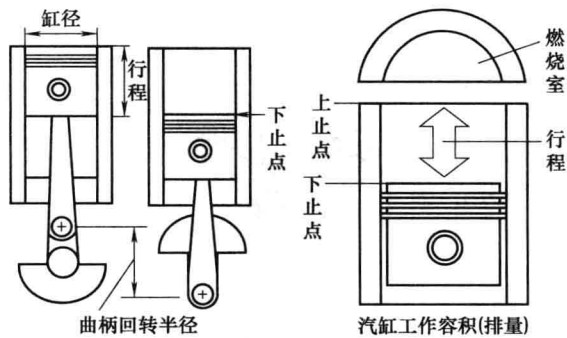


图 1-5 发动机构造示意图

用 S 表示。

⑤ 曲柄半径 曲轴连杆轴颈的轴心线到主轴颈轴心线的距离，称为曲柄半径，用 R 表示。活塞行程的大小取决于曲柄半径，其关系为：活塞行程 S 等于曲柄半径 R 的 2 倍，即 $S=2R$ 。

⑥ 汽缸工作容积 活塞从上止点移动到下止点或由下止点移动到上止点时活塞所扫过的空间容积，称为汽缸工作容积或汽缸排量，用 V_h 表示，单位为 L，即

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} S \times 10^{-6}$$

式中 D ——汽缸直径，mm；

S ——活塞行程，mm。

⑦ 燃烧室容积 活塞在上止点时，活塞顶与汽缸盖之间的容积，称为燃烧室容积，用 V_c 表示。

⑧ 汽缸总容积 活塞在下止点时，活塞顶上方空间的容积，称为汽缸总容积，用 V_a 表示。

⑨ 压缩比 汽缸总容积与燃烧室容积的比值，称为压缩比，用 ϵ 表示，则

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_a + V_h}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

压缩比是表示汽缸内气体被压缩程度的指标。压缩比越大，压缩终了时汽缸内的气体压力越大、温度越高。现代汽车发动机的压缩比，汽油发动机一般为 6~9，有的可达 9~11，柴油机一般为 16~22。

⑩ 缸数 多缸发动机的汽缸数，汽车发动机常用缸数有 3、4、5、6、8、10、12 缸。

⑪ 发动机排量 多缸发动机的各汽缸工作容积之和称为发动机排量，用 V_L 表示，则

$$V_L = iV_h$$

式中 i ——汽缸数。

排量 1L 以下的发动机常用 3 缸，1~2.5L 一般为 4 缸发动机，3L 左右的发动机一般为 6 缸，4L 左右为 8 缸，5.5L 以上用 12 缸发动机。一般来说，在同等缸径下，缸数越多，排量越大，功率越高；在同等排量下，缸数越多，缸径越小，转速可以提高，从而获得较大的提升功率。

⑫ 工作循环 内燃机每完成一个吸气、压缩、做功和排气工作过程，称为一个工作循环。

⑬ 二冲程发动机 曲轴每转一周完成一个工作循环的发动机。二冲程发动机因排放污染严重，在大中型汽车上的应用受到了限制，由于结构简单、重量轻、制造成本低，主要用

① 缸径 汽缸的直径，用 D 表示。

② 上止点 活塞在汽缸内运动，其活塞顶部达到最高点处的位置，称为上止点。即活塞顶部距离曲轴回转中心最远处。

③ 下止点 活塞在汽缸内运动，其活塞顶部达到最低点处的位置，称为下止点。即活塞顶部距离曲轴回转中心最近处。

④ 活塞行程 活塞在汽缸内运动，其上、下止点间的距离，称为活塞行程，

于轻便摩托车和微型汽车等小排量车辆上。

⑭ 四冲程发动机 曲轴每转两周完成一个工作循环的发动机。

⑮ 工况 发动机在某一时刻所处的工作状况称为工况。一般用发动机的转速和负荷来表示。

(2) 四冲程汽油发动机的工作原理

为使发动机产生动力,必须先将燃料和空气送入汽缸,经点火后使之燃烧产生热能,以气体为工作介质推动活塞,再通过连杆使曲轴旋转,使热能转化为机械能,最后将燃烧后的废气排出汽缸。至此,发动机完成一个工作循环。此循环周而复始地进行,发动机便产生连续的动力。

活塞在汽缸内往复 4 个行程(曲轴转两周)完成一个工作循环的发动机,称为四冲程发动机。四冲程发动机每个工作循环中的活塞行程分别为进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程。其示功图如图 1-6 所示。示功图表示活塞在不同位置时汽缸内压力的变化情况,示功图上曲线所围成的面积,即为单缸发动机在一个工作循环中所做的功。

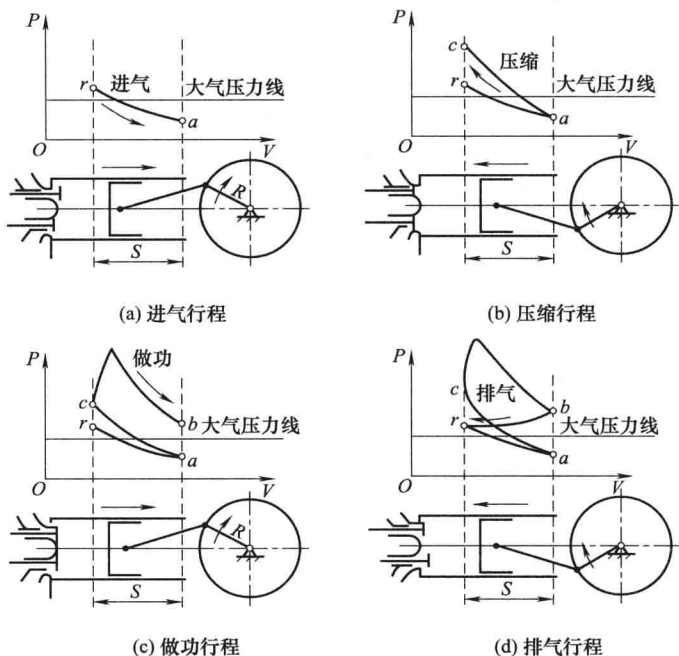


图 1-6 四冲程汽油机的示功图

① 进气行程 如图 1-7 (a) 所示,进气门打开、排气门关闭,旋转的曲轴带动活塞从止点向下止点运动,汽缸内容积增大,压力降低而形成真空,将可燃混合气吸入汽缸。由于进气系统的阻力,进气终了时汽缸内气体的压力略低于大气压,约为 $0.075 \sim 0.09 \text{ MPa}$,温度为 $370 \sim 400 \text{ K}$ 。示功图上的曲线 ra 表示进气行程,位于大气压力线之下。它与大气压力线纵坐标之差,即为活塞对应于各位置时的真空度。

② 压缩行程 如图 1-7 (b) 所示,为使吸入缸内的混合气迅速燃烧,释放出更多的热量,使发动机发出更大的功率,必须在混合气燃烧前对其进行压缩,使其容积变小、温度升高。为此,进气终了前便进入压缩行程。在此行程中,进、排气门均关闭,曲轴推动活塞由下止点向上止点移动完成该行程。示功图上的曲线 ac 表示压缩行程。活塞到达上止点时压缩行程结束,混合气被压入活塞上方及燃烧室中。此时,混合气压力高达 $0.6 \sim 1.2 \text{ MPa}$,

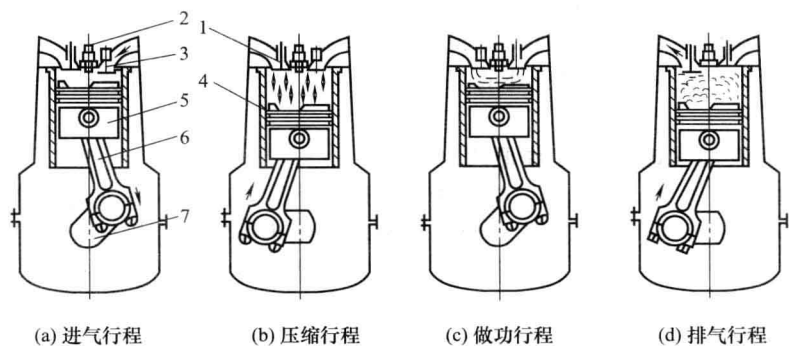


图 1-7 四冲程汽油机的工作原理

1—排气门；2—火花塞；3—进气门；4—汽缸；5—活塞；6—连杆；7—曲轴

温度可达 600~700K。

发动机的压缩比大，则混合气燃烧迅速、发动机输出的功率大，经济性就好。压缩比过大，会导致爆燃和表面点火等不正常的燃烧现象，造成发动机过热、功率下降、油耗增大等一系列不良后果。因此，在提高汽油机压缩比时，必须防止爆燃和表面点火现象的发生。

③ 做功行程 如图 1-7 (c) 所示，在压缩行程接近终了时，火花塞产生电火花点燃混合气，此时进、排气门仍关闭。混合气的迅速燃烧，使缸内气体温度和压力迅速升高，最高压力可达 5~9MPa，最高温度可达 2200~2800K。在高温高压气体的推动下，活塞向下止点运动，活塞下移通过连杆使曲轴旋转运动，产生转矩而做功。发动机至此完成了一次将热能转变为机械能的过程。示功图上的 *cb* 表示做功行程。在做功终了时的 *b* 点，压力下降为 0.3~0.5MPa，温度降为 1300~1600K。

④ 排气行程 如图 1-7 (d) 所示，混合气燃烧后成为废气，应从汽缸内排出，以便下一个工作循环得以进行。当做功行程接近终了时，排气门打开，进气门仍然关闭，废气因压力高于大气压力而自动排出。此外，当活塞越过下止点上移时，靠活塞的推挤作用强制排气。活塞到上止点附近时，排气行程结束。示功图上曲线 *br* 表示排气行程。排气终了时，缸内压力约为 0.105~0.115MPa，温度为 900~1200K。至此发动机完成一个工作循环，接着又开始下一个工作循环。

（3）四冲程柴油发动机的工作原理

四冲程柴油机（压燃式发动机）和汽油机一样，每一个工作循环都需经历进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程。但由于柴油机用的燃料是柴油，其黏度比汽油大，不易蒸发，自燃温度却比汽油低，故可燃混合气的形成及点火方式都与汽油机的不同。柴油机采用压燃式点火方式。

① 进气行程 如图 1-8 (a) 所示，不同于汽油机的是进入汽缸的不是可燃混合气，而是纯空气。

② 压缩行程 如图 1-8 (b) 所示，由于柴油机的压缩比高，压缩终了时的温度和压力都比汽油机的高，压力可达 3~5MPa，温度可达 800~1000K。

③ 做功行程 如图 1-8 (c) 所示，此行程与汽油机有很大的差异。第一阶段，在柴油机压缩行程终了前，喷油泵经喷油器将高压柴油呈雾状喷入汽缸内的高温、高压空气中，迅速汽化与空气形成混合气，此时汽缸内的温度远远高于柴油的自燃温度（约 500K 左右），柴油便立即自行着火燃烧；第二阶段，边喷油边燃烧，汽缸内压力、温度急剧升高，推动活塞下行做功。

此行程中，瞬时压力可达 5~10MPa，瞬时温度可达 1800~2200K。做功终了时，压力

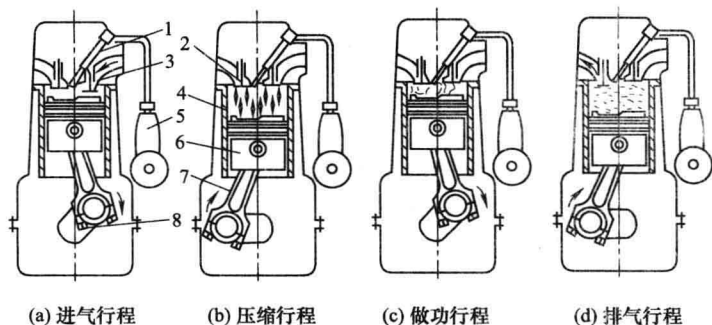


图 1-8 四冲程柴油机的工作原理

1—喷油器；2—排气门；3—进气门；4—汽缸；5—喷油泵；6—活塞；7—连杆；8—曲轴

约为 $0.2 \sim 0.4 \text{ MPa}$ ，温度约为 $1200 \sim 1500 \text{ K}$ 。

④ 排气行程 如图 1-8 (d) 所示，此行程与汽油机基本相同。排气终了时，汽缸压力约为 $0.105 \sim 0.125 \text{ MPa}$ ，温度为 $800 \sim 1000 \text{ K}$ 。

(4) 四冲程发动机的工作特点

① 每一个工作循环曲轴转两周 (720°)，每一个行程曲轴转半周 (180°)，进气行程时进气门开启，排气行程时排气门开启，其余两个行程时进、排气门均关闭。

② 4 个行程中，只有做功行程对曲轴产生旋转动力，其他 3 个行程是做功行程的辅助行程，没有辅助行程就没有做功行程。

③ 在发动机运转的开始循环时，必须有外力使曲轴旋转完成进气，压缩（火花塞点火）点火后，完成做功行程，并依靠曲轴和飞轮储存的能量自行完成以后的行程（以后的工作循环发动机无须外力就可以自行完成）。

1.3 汽车底盘的基本构造与工作原理

1.3.1 汽车传动系

传动系将发动机的动力传至驱动车轮，并能根据行驶的需要改变汽车的牵引力、行驶速度和方向，保证汽车平稳起步和停车。大部分传统的汽车采用机械传动系，如图 1-9 所示，它由离合器 1、变速器 2、万向传动装置（包括传动轴 8、万向联轴器 3）、差速器 5、半轴 6 和主减速器 7 等零部件组成。而差速器、半轴和主减速器都装在桥壳内，故称为驱动桥。

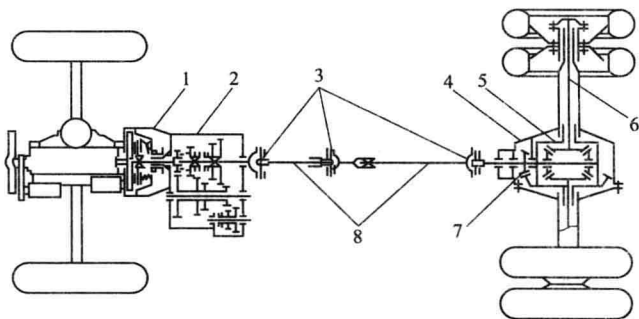


图 1-9 普通汽车传动系的组成及布置形式示意图

1—离合器；2—变速器；3—万向联轴器；4—驱动桥；5—差速器；6—半轴；7—主减速器；8—传动轴

发动机纵向布置在汽车的前部，后轮为驱动轮。发动机的转矩经传动系，即经离合器 1、变速器 2、万向传动装置、主减速器 7、差速器 5 和半轴 6，传给驱动轮。驱动轮得到的