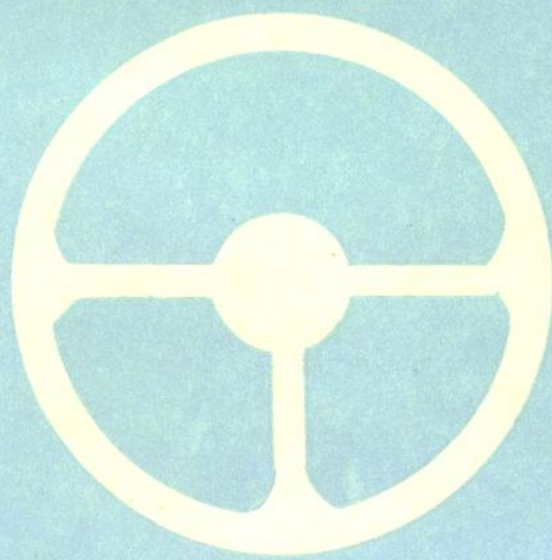


汽
车
工
程

汽车工程

沈 权 编著
唐经世 主审



西南交通大学出版社



汽 车 工 程

沈 权 编著

唐 经 世 主审

西南交通大学出版社

(川)新登字018号

内 容 简 介

本书主要讲述常用汽车的构造和工作原理,以国产汽车为主,结合典型结构,系统地阐明汽车的基本构造和性能,并叙述了关于汽车运用的基础知识,以及汽车排放和噪声对环境的影响。

本书适用于高等学校交通工程专业学生学习,并可为机械类中非汽车工程专业的学生选学汽车工程时参阅,也可适用于从事交通工程、汽车运用等方面技术人员学习参考。

汽 车 工 程

沈 权编著
唐经世主审

西南交通大学出版社出版发行

(成都 九里堤)

新华书店经销

成都印刷一厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.75

字数: 224千字 印数: 1—3000册

1994年1月第1版 1994年1月第1次印刷

ISBN7—81022—489—1/T·096

定 价: 9.80 元

前 言

我国的汽车工业正在迅速发展，它直接推动着国民经济建设事业。在确定了以经济建设为党和国家的工作中心以后，我国经济建设的发展对汽车工业及交通工程发展的要求更高了，同时也为汽车工业、道路交通事业的开拓创造了优异的环境。当前，汽车工业通过技术改造、技术引进，促使其生产规模有了很大发展，其技术水平也有了大幅度提高，我国的汽车工业正进入了又一个新的蓬勃发展的历史时期。

1985年随着经济建设发展的需要，我校建立了交通工程专业，开设“汽车及其应用”课程，编写了这本教材。教材内容系统地阐述了常用汽车的构造及工作原理，由于汽车种类繁多，结构型式又多，教材中精选典型实例，用以阐明汽车的基本构造和性能。所选典型结构，以国产车型为主，便于结合实际。同时，又叙述汽车运用基础知识及汽车公害影响，以利于正确、有效地运用汽车的性能及减轻汽车对环境的污染。

本教材在1986年编写后，经交通工程专业干部班及二届本科学生使用，于1988年进行修订，对原教材删改了部分内容，充实了一些新的结构实例。修订后的教材，又经三个年级本科学生学习使用，决定再作修改后，正式出版。在再次修改中，对教材内容进行全面整理，精炼书稿内容，细致安排图例，使教材篇幅适度。在编纂篇章中既反映了汽车的系统要求，又有一定独立章次，便于在教学中作适当选取。本教材适用于50~75学时的教学使用，也可根据不同要求班次学习使用，也适用于从事交通工程、汽车运用等工程技术人员学习参考。

本教材编写过程中，得到了铁道部高等学校起重运输与工程机械专业教学指导委员会的关心、指导、支持。西南交通大学唐经世教授认真细致审阅书稿，提出了宝贵的意见。在此，谨致以诚挚的谢意。

由于作者的学识水平及对各类汽车了解的局限，书中会有疏漏、缺点，敬请广大读者和专家们指正，以备在教学中修正和修订时补正。

作 者

1992年11月于成都

目 录

| | |
|------------|-----|
| 汽车概述 | (1) |
|------------|-----|

第一篇 汽车发动机

| | |
|----------------------------------|------|
| 第一章 汽车发动机的工作原理和总体构造 | (8) |
| 第一节 四冲程内燃机的工作原理 | (9) |
| 第二节 二冲程内燃机的工作原理 | (12) |
| 第三节 内燃机的总体构造 | (13) |
| 第四节 发动机的主要性能指标 | (14) |
| 第五节 内燃机名称和型号编制规则 | (16) |
| 第二章 曲柄—连杆机构 | (16) |
| 第一节 气缸体、气缸盖和机油壳 | (17) |
| 第二节 活塞—连杆组 | (20) |
| 第三节 曲轴飞轮组 | (24) |
| 第三章 配气机构 | (27) |
| 第一节 气门配气机构 | (28) |
| 第二节 气门组 | (29) |
| 第三节 气门传动组 | (30) |
| 第四节 气门间隙 | (31) |
| 第五节 配气相位 | (31) |
| 第六节 进气和排气装置 | (32) |
| 第四章 冷却系 | (34) |
| 第一节 冷却系的功用及型式 | (34) |
| 第二节 水冷却系统 | (35) |
| 第三节 冷却水系统主要零件 | (35) |
| 第五章 润滑系 | (39) |
| 第一节 润滑系的功用和型式 | (39) |
| 第二节 综合式润滑系 | (40) |
| 第三节 润滑系的主要零件 | (43) |
| 第四节 曲轴箱的通风 | (47) |
| 第五节 润滑油的选用 | (48) |

| | |
|----------------------------|-------|
| 第六章 汽油机的燃料供给系 | (49) |
| 第一节 汽油机供给系的组成..... | (49) |
| 第二节 输油装置..... | (49) |
| 第三节 汽油机可燃混合气的燃烧..... | (52) |
| 第四节 化油器..... | (55) |
| 第七章 点火系 | (61) |
| 第一节 蓄电池点火装置..... | (61) |
| 第二节 磁电机点火装置..... | (68) |
| 第三节 半导体晶体管点火系..... | (69) |
| 第八章 柴油机的燃料供给系 | (72) |
| 第一节 燃料供给系的组成..... | (72) |
| 第二节 输油装置..... | (72) |
| 第三节 可燃混合气的形成与燃烧..... | (74) |
| 第四节 柴油机的燃烧室..... | (77) |
| 第五节 喷油器..... | (80) |
| 第六节 喷油泵..... | (81) |
| 第七节 调速器..... | (84) |
| 第九章 起动装置 | (89) |
| 第一节 起动装置..... | (89) |
| 第二节 电动机起动装置..... | (90) |
| 第三节 其它起动辅助装置..... | (93) |
| 第十章 电源装置 | (93) |
| 第一节 蓄电池..... | (93) |
| 第二节 硅整流交流发电机..... | (95) |
| 第三节 解放CA141型汽车的电源系统..... | (97) |
| 第十一章 发动机的工作特性 | (100) |

第二篇 汽车传动系

| | |
|----------------------------|-------|
| 第十二章 离合器 | (103) |
| 第一节 离合器的功用及摩擦式离合器工作原理..... | (103) |
| 第二节 摩擦式离合器的构造..... | (105) |
| 第十三章 变速器与分动器 | (113) |
| 第一节 变速器的变速传动机构..... | (114) |
| 第二节 变速器的档数与各档传动比的确定..... | (118) |
| 第三节 变速器操纵机构..... | (119) |
| 第四节 分动器..... | (123) |
| 第十四章 万向传动装置 | (126) |
| 第一节 万向传动装置的功用..... | (126) |

| | | |
|-------------|-----------------|--------------|
| 第二节 | 万向节的构造 | (126) |
| 第三节 | 传动轴 | (131) |
| 第十五章 | 驱动桥 | (133) |
| 第一节 | 主传动器 | (133) |
| 第二节 | 差速器 | (136) |
| 第三节 | 半轴与桥壳 | (138) |
| 第十六章 | 汽车的动力性 | (141) |
| 第一节 | 汽车驱动轮的牵引力 | (142) |
| 第二节 | 汽车行驶阻力 | (144) |
| 第三节 | 驱动轮的附着力 | (148) |
| 第四节 | 汽车的牵引力平衡 | (151) |
| 第十七章 | 汽车的燃料经济性 | (152) |
| 第一节 | 燃料经济性评价指标 | (152) |
| 第二节 | 汽车的燃料经济特性 | (154) |

第三篇 汽车行驶系

| | | |
|-------------|--------------|--------------|
| 第十八章 | 车架与悬架 | (156) |
| 第一节 | 车 架 | (156) |
| 第二节 | 悬 架 | (157) |
| 第三节 | 弹性元件与减振器 | (158) |
| 第四节 | 非独立悬架 | (162) |
| 第五节 | 独立悬架 | (164) |
| 第十九章 | 车桥与车轮 | (165) |
| 第一节 | 车 桥 | (165) |
| 第二节 | 车轮与轮胎 | (170) |

第四篇 汽车转向系与制动系

| | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 第二十章 | 汽车转向系 | (176) |
| 第一节 | 转向系的组成和要求 | (176) |
| 第二节 | 转向器 | (177) |
| 第三节 | 转向传动机构 | (181) |
| 第二十一章 | 汽车制动系 | (183) |
| 第一节 | 制动系的组成及工作原理 | (183) |
| 第二节 | 制动器 | (185) |
| 第三节 | 制动传动机构 | (189) |
| 第四节 | 汽车制动效能分析 | (197) |

第五篇 汽车的公害

| | |
|----------------------------|-------|
| 第二十二章 排气污染和防治 | (200) |
| 第一节 汽车排气污染..... | (200) |
| 第二节 污染物质的产生..... | (201) |
| 第三节 汽车污染物质的控制..... | (202) |
| 第二十三章 噪声及其控制 | (205) |
| 第一节 汽车噪声..... | (205) |
| 第二节 道路噪声..... | (206) |
| 第三节 噪声的控制..... | (207) |
| 主要参考文献 | (209) |

汽车概述

一、汽车的总体构造

汽车是一种重要的、广泛使用的运输工具，能自由地在道路上行驶。

汽车是由各种机构和装置组成的。常用汽车的总体构造基本上由发动机、底盘、车身、电气设备四个部分组成。

图 0—1 所示是一般货车总体构造的基本型式。

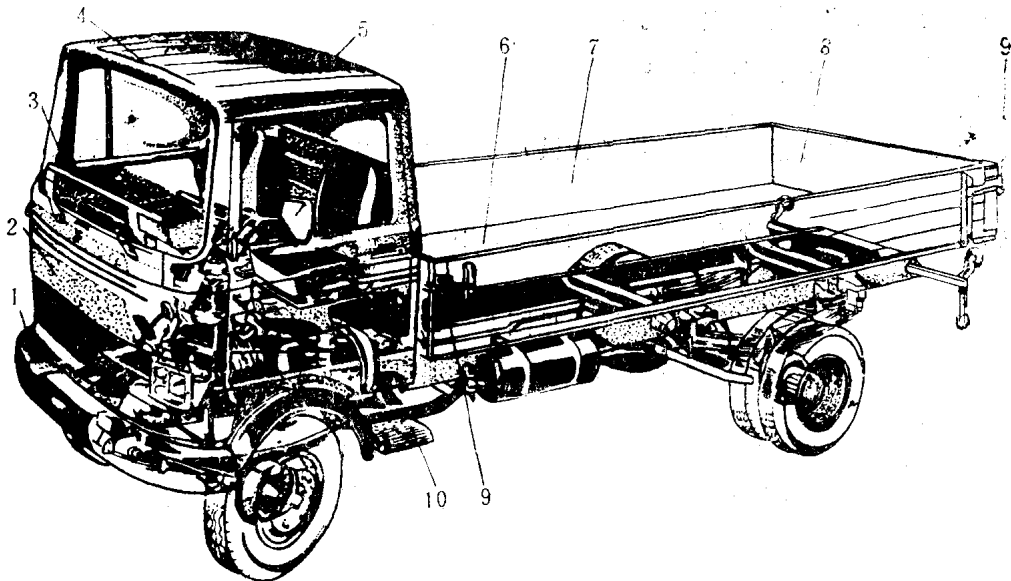


图 0—1 货车的总体构造

1—前保险杠；2—驾驶室前围；3—风窗玻璃；4—驾驶室顶；5—平头驾驶室；
6—货厢底板；7—货厢侧栏板；8—货厢后栏板；9—栏板锁钩；10—踏板

1. 发动机 发动机是汽车的动力装置。它的作用是在供给燃料经燃烧后发出动力，通过底盘的传动系统驱动汽车行驶。

2. 底盘 底盘接受发动机的动力，使汽车运动，并保证汽车能正常行驶。底盘是由传动系、行驶系、转向系和制动系组成。

(1) 传动系 传动系将发动机的动力传给驱动轮。它由离合器、变速器、万向传动装置、驱动桥等总成组成。

(2) 行驶系 行驶系把汽车的各总成连接成一个整体，以支持全车，保证汽车行驶。它由车架、车桥（前从动桥、后驱动桥）、车轮（转向轮、驱动轮）、悬架（前悬架、后悬架）等组成。

(3) 转向系 转向系的作用是保证汽车能按照驾驶员要求的方向行驶，它由带方向盘的转向器和转向传动装置组成。

(4) 制动系 制动系能使汽车行驶速度迅速减低或停车。它由制动器和制动传动装置组成。

3. 车身 车身用来乘坐(驾驶员和乘客)及安置货物。一般货车的车身包括驾驶室及货厢两部分,对于客车的车身是一个整体。

4. 电气设备 电气设备有:电源、发动机的起动系和点火系、汽车照明及信号,以及生活设施(空调机及收音机)等。

以上所述是目前大多数汽车的总体构造及基本布置。对于有不同使用要求和为了改善汽车的某方面使用性能,汽车的总体构造和布置型式可作一些变更。例如:为了提高汽车的通过性能,越野汽车做成全部车轮驱动,所有车桥都为驱动桥,在传动系中增设分动器。为了提高汽车的装载质量,全车由三个车桥支持,在传动系中增设中驱动桥。

二、汽车的分类和编号规则

图 0—2 表示各种类型的汽车。

汽车的类型可按下列方法分类:

1. 按用途分类

(1) 轿车 通常指乘坐(包括驾驶员)8人以下的汽车。见图 0—2 中轿车及旅行车。

(2) 货车 运输货物的汽车。见图 0—2 中的轻型货车、客货两用车、普通货车、平头货车等。

(3) 客车 运送较多乘客的汽车。见图 0—2 中的小型客车及大型客车。

(4) 特种用途车 在普通底盘上装置特种车身的汽车。例如:消防车、洒水车、工程车、油罐车等。

(5) 自卸车 货厢做成可以自动倾卸的汽车。见图 0—2 的自卸车。

(6) 牵引车与挂车 专门用来牵引、挂车的汽车。见图 0—2 中的牵引车及半挂车。

2. 按驱动方式分类

(1) 前轮驱动汽车。

(2) 后轮驱动汽车。

(3) 全轮驱动汽车 全部车轮均可作为驱动车轮,能在坏路或无路条件下行驶,通过性能好,称为越野汽车。它可分为:①四轮驱动汽车;②六轮驱动汽车。

3. 按发动机位置分类

(1) 前置发动机汽车。

(2) 后置发动机汽车。

(3) 下置发动机汽车(发动机放在车身底板下面)。

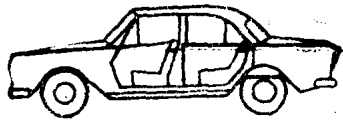
4. 按装载质量分类

(1) 轻型货车 名义装载质量小于3t。

(2) 中型货车 名义装载质量在3~8t。

(3) 重型货车 名义装载质量在8t以上。

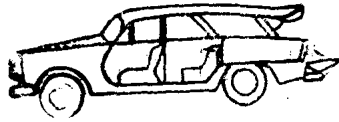
不同车型的汽车,一般以简单的编号来表示各种不同汽车的厂牌、用途和基本性能特征。



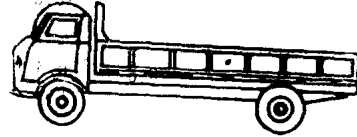
(a) 轿车



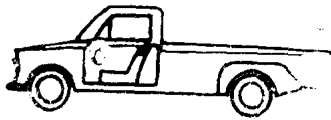
(b) 普通货车



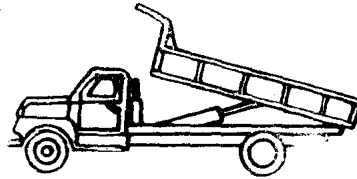
(c) 旅行车



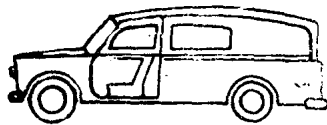
(d) 平头货车



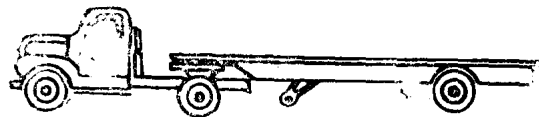
(e) 轻型货车



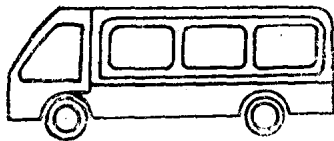
(f) 自卸车



(g) 客货两用车



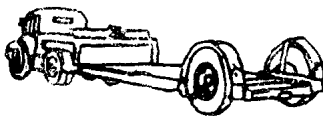
(h) 牵引车及半挂车



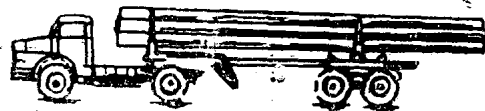
(i) 小型客车



(j) 大型客车



(k) 低架式半挂车



(l) 长货物运输用半挂车

图 0-2 各种类型的汽车

1959年第一机械工业部颁发的《汽车产品编号规则(汽130—59)》中规定,国产汽车的基本型号由两部分组成,前面的两个汉语拼音字母代表生产厂代号,其后三个数字中的前两位表示汽车的特征,即第一位为汽车类型代号,第二位数字表示汽车的特征参数代号,这两位数字的代号涵义见表0-1,第三位数字代表该种汽车的生产顺序号。

车型的 数字代号

表 0-1

| 名称 | 种类代号 | 参数代号 | | | | | | | | |
|--------------|------|-------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 三轮汽车 | 0 | ~0.25 | >0.25 ~0.5 | >0.5 ~1.0 | >1.0 ~1.5 | >1.5 ~2.0 | | | | |
| 载重汽车 | 1 | ~0.6 | >0.6 ~1.5 | >1.5 ~3.0 | >3.0 ~5.0 | >5.0 ~9.0 | >9.0 ~15 | | | |
| 越野汽车 | 2 | ~0.6 | >0.6 ~1 | >1 ~2 | >2 ~4 | >4 ~7 | >7 ~12 | >12 ~15 | | |
| 倾卸汽车 | 3 | | | ~2.5 | >2.5 ~4.5 | >4.5 ~7.5 | >7.5 ~15 | >15 ~30 | >30 ~50 | >50 |
| 特种用途车 | 4 | | | | | | | | | |
| 牵引汽车 | 5 | | | | | | | | | |
| 大客车 | 6 | ~8 | >8 ~15 | >15 ~22 | >22 ~30 | >30 ~40 | >40 | >50 | >60 | >70 |
| 小客车 | 7 | ~0.4 | >0.4 ~0.7 | >0.7 ~1.3 | >1.3 ~2 | >2 ~3 | >3 ~4.5 | >4.5 ~6 | | |
| 挂车 | 8 | ~0.5 | >0.5 ~1 | >1 ~2 | >2 ~3 | >3 ~4 | >4 ~7.5 | >7.5 ~25 | >25 ~70 | |
| 半挂车及 长货挂车 | 9 | ~5 | >5 ~7.5 | >7.5 ~10 | >10 ~18 | >18 ~32 | >32 ~50 | >50 ~80 | >80 ~120 | >120 ~200 |

注：① 表中的载重汽车、大客车、小客车现分别改称货车、客车、轿车。

② 载重汽车栏中的数值为在公路上的装载质量（原称载重量，下同），越野汽车栏中的数值为越野条件下的装载质量，自卸汽车栏中的数值为设计装载质量，均以 t 为单位。

③ 大客车栏中的数值为座位数，仅作参考数据。

④ 小客车栏中的数值为发动机工作容积，以 L 为单位。

例如：成都汽车厂生产的 CD-122 型汽车，CD 为“成都”两字汉语拼音的第一个字母，数字部分的“1”表示货车，第二位数字“2”表示装载量在 0.6~1.5 t 之间，第三位数字“2”表示该厂生产的同类同级汽车中生产的第三种类型。

1984 年国家机械委员会又公布了另一种编号方法，它是按照车辆的厂牌、总质量、发动机功率三个参数进行编排的。例如：二汽生产的东风牌货车，总质量为 9.29 t，发动机功率为 135 hp，它的型号可以写成 EQ 9·135。此种编号规则在国内尚未实行。

三、汽车的参数

有许多汽车的参数可以说明汽车的技术状况。

1. 尺寸的参数

(1) 外廓尺寸 它包括车长 L 、车宽 W 、车高 H ，见图0—3。

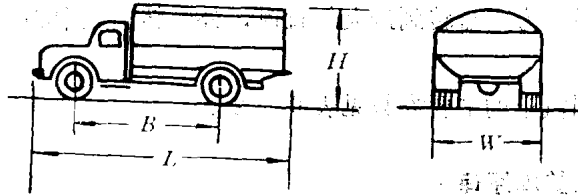


图 0—3 汽车的外廓尺寸

(2) 轴距 B 前后轴中心间的水平距离。

(3) 轮距 T 左右轮胎接触地面的中心间的距离。对于双胎车轮，从双轮胎的中心点测量，见图0—4。

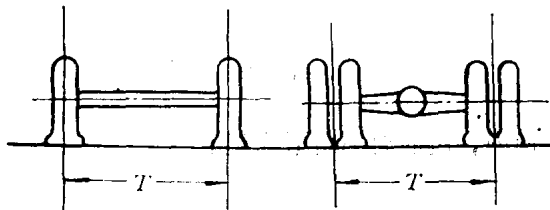


图 0—4 轮距

(4) 离地间隙 C 汽车在满载时，车辆支承平面与车辆最低点之间的距离，见图0—5。

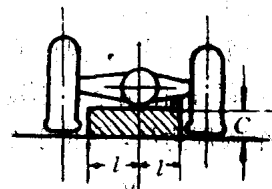


图 0—5 离地间隙

(5) 接近角 α 从汽车前部下端引向前轮轮胎面的切面与地面之间的最小夹角 α ，见图0—6 (a)。

(6) 离去角 β 从汽车后部下端引向后轮轮胎面的切面与地面之间的最小夹角 β ，见图0—6 (b)。

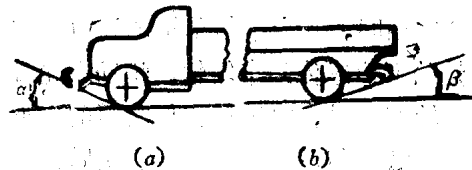


图 0—6 接近角与离去角

2. 质量的参数

(1) 空车质量 汽车在无载，处于备用状态（加满燃料、冷却水、润滑油等）时空车的质量。

(2) 最大载质量 货车允许的最大装载质量。

(3) 车辆总质量 汽车在满载（在空车上均匀装载额定乘员或最大载质量的状态）时的总质量。

(4) 底盘质量 不带汽车车身的底盘质量。

(5) 质量分配比 各车轴质量分配的百分比。在汽车满载时分配到各车轴的质量与车辆总质量的百分比。

3. 性能的参数

(1) 最高车速 汽车在满载时，行驶在水平路面上的最高速度。

(2) 燃料消耗率 汽车满载时单位容积燃料能行驶的距离，或者单位行驶距离所消耗的燃料量。由行驶试验方法来测定。

(3) 爬坡能力 汽车满载时，变速器在1档时的爬坡能力，用坡道最大倾斜角表示。

(4) 制动距离 汽车在规定的装载质量下以一定的车速行驶时紧急制动,从踩制动踏板开始到完全停车时止的所驶过的距离。通常以初速为30 km/h的制动距离来表示。测定时的路面应为平坦、干燥、良好、清洁的状态。

(5) 最小转弯半径 方向盘转到最大位置时,外侧转向轮中心滚动中在平面上轨迹的曲率半径。

我国生产的几种常用汽车的主要参数见表 0—2。

四、汽车行驶的基本原理

汽车从静止到开始运动(起步),或保持一定速度正常行驶,都需要对汽车施加一推动力,来克服汽车运动时所遇到的阻力。这个推动力,就是汽车的牵引力,牵引力是发动机工作产生的。运动时的阻力,一般在作等速行驶时,有滚动阻力、空气阻力、坡道阻力。

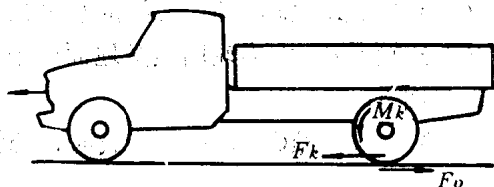


图 0—7 牵引力的产生

发动机工作后,经汽车的传动系,作用到驱动轮上一个扭矩 M_k ,见图 0—7,使驱动轮转动。在 M_k 的作用下,驱动轮的边缘对路面产生一个圆周力 F_0 , F_0 位于车轮与路面的接触面内, F_0 的大小由下式确定

$$F_0 = \frac{M_k}{r_k}$$

式中 r_k ——车轮工作半径。

由于车轮与路面之间的附着作用,路面同时对车轮施加一个反作用力 F_k ,其方向与汽车行驶方向相同,其大小与车轮圆周力 F_0 相等。此反作用力就是推动汽车行驶的牵引力,牵引力从轮胎下边缘传到车轮轴,推动车轮轴向前移动,驱动轮即沿路面滚动。

车轮滚动时,由于轮胎与路面的变形而产生滚动阻力 F_f ,在汽车行驶中都存在这种阻力。它的数值与汽车的总质量、轮胎的结构和气压,以及路面的性质有关。

汽车行驶时,空气与汽车表面相互接触,车身的上部受到迎面气流的压力,车身的下部形成空气涡流,这些都会阻碍汽车行驶,成为空气阻力 F_w 。它的数值与汽车的正面迎风面积、汽车与空气的相对速度,以及汽车的外廓形状和表面质量有关。

汽车上坡时,由于本身的质量在路面方向的分力阻碍汽车行驶,形成上坡阻力 F_i 。它的数值与汽车的总质量和道路的纵向坡度有关。

汽车起步后的运行情况,是由汽车的牵引力与行驶中的各种阻力之间的关系来判别的。

在牵引力 F_k 与汽车行驶中总阻力 ΣF 相等时,即 $F_k = \Sigma F$ 汽车就等速行驶。

汽车在平路等速行驶,总阻力 ΣF 应为滚动阻力 F_f 和空气阻力 F_w 之和,即 $\Sigma F = F_f + F_w$ 。

汽车在坡道等速行驶时,总阻力 ΣF 还应包含上坡阻力 F_i ,即 $\Sigma F = F_f + F_w + F_i$ 。

当牵引力 F_k 大于总阻力 ΣF 时,汽车就加速行驶。随着车速增加,空气阻力 F_w 增大,因此,总阻力也随着增大,在汽车速度增加后的总阻力与牵引力相等时,车速就不再增加,此时,汽车就以比原车速要高的速度等速行驶。

当牵引力 F_k 小于总阻力 ΣF 时,汽车会减速直至停车。

变动发动机的油门开度和改换变速器的档位,可以变化汽车牵引力的大小。由此可适应

行驶的变化。

汽车牵引力的增大，受到轮胎与路面附着性能的限制，超出了轮胎与路面附着允许的最大值，车轮就会滑转。阻碍车轮滑转的路面反作用力的最大值，称为附着力 F_{φ} ，其大小可用下式表示

$$F_{\varphi} = G \cdot \varphi \quad (0-2)$$

式中 G ——作用在所计算车轮上的质量，

φ ——附着系数。

汽车牵引力 F_k 不能超过附着力 F_{φ} ，最大与它相等，即 $F_k \leq F_{\varphi}$ 。

附着系数 φ 是与路面、轮胎等因素有关。在平整干实的路面上，附着系数 φ 值高，附着力大。在松软的冰雪路面或泥泞路面上，附着系数大大减小，容易打滑，牵引力就不能较好地发挥作用。

第一篇 汽车发动机

第一章 汽车发动机的工作

原理和总体构造

汽车发动机是一部复杂的能量转换机器，它的最基本构造和运动关系见图 1—1。

发动机有气缸，活塞放在气缸中，气缸上有进、排气门，控制气缸中进气或排气。活塞与连杆、曲轴连接，活塞在气缸中往复运动，由连杆带动曲轴作旋转运动。

活塞在气缸中移动到最高点，即离曲轴中心最远处，称为上止点。活塞移动到最低点，即离曲轴中心最近处，称为下止点。上、下止点间的距离 S 称为活塞行程。曲轴与连杆下端的连接中心至曲轴中心的距离 R 称为曲柄半径。对于气缸中心线通过曲轴中心的发动机，活塞行程 S 等于曲柄半径 R 的 2 倍。活塞经过一个行程，则曲轴旋转 180° 。曲轴旋转一圈，相当于活塞运动二个行程。

活塞从上止点到下止点所扫过的气缸容积称为气缸工作容积，一般用 V_h 表示。单缸的工作容积为

$$V_h = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times S \times 10^{-3} (\text{L}) \quad (1-1)$$

式中 D ——气缸直径 (cm)；

S ——活塞行程 (cm)。

若为多缸发动机，则各缸工作容积的总和，称为发动机排量，以 V_L 表示。以 i 表示发动机的缸数则发动机排量可由下式计算

$$V_L = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times S \times i \times 10^{-3} (\text{L}) \quad (1-2)$$

在内燃机中，为了将热能转化为机械能，必须先将燃料和空气供入气缸，经过压缩，形成有利的着火条件，然后着火燃烧，发出热能。利用气体来推动活塞运动，通过连杆和曲轴变为动力，为人类工作。最后要将工作后的废气排出气缸。这样经过进气、压缩、着火燃烧、膨胀做功、排气一系列连续过程，就能作一次功。这一系列的连续过程称为发动机的工作循环。

对于往复式活塞式发动机，凡是活塞往复四个行程才完成一个工作循环，称为四冲程内燃

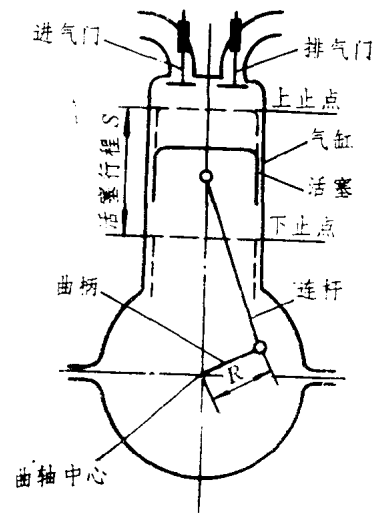
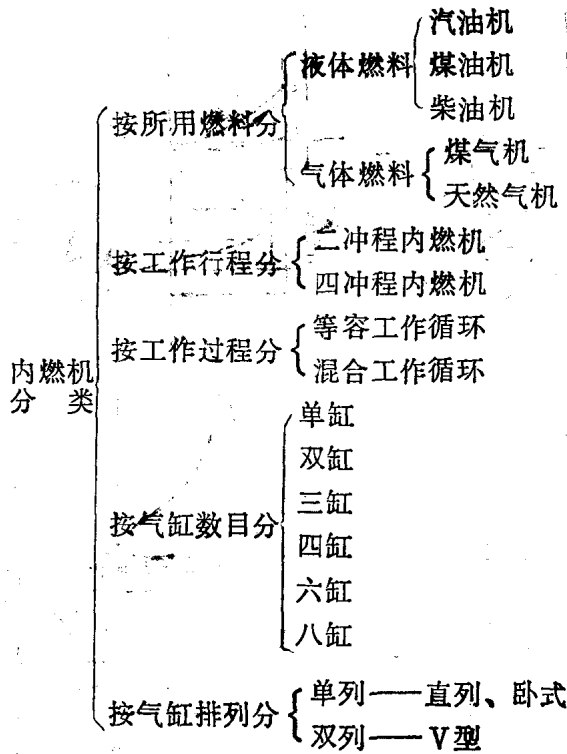


图 1—1 发动机示意图

机，活塞往复二个行程完成一个工作循环，称为二冲程内燃机。

往复活塞式内燃机有许多类型，其分类如下：



第一节 四冲程内燃机的工作原理

一、四冲程汽油机工作原理

四冲程内燃机的一个工作循环，活塞要经过四个行程来完成。一般来说，活塞是经过进气、压缩、膨胀、排气等四个行程，见图1-2。

汽油机的燃料是汽油，汽油具有粘度小、挥发性好、点燃温度低263K（-10℃以后此注解省略）、自燃温度高653K等性质。因此，在汽油机中利用汽油的这些性质，在气缸外部的化油器中使汽油与空气混合成可燃混合气，再进入气缸中用电火花点燃。

在图1-2中可以看到各个行程中活塞不同位置时气缸内压力的变化情况。

1. 进气行程（图1-2a）是向气缸内吸入可燃混合气的行程。活塞从上止点向下止点移动，活塞上面气缸容积增大，压力降到小于大气压力，形成部分真空，这时进气门打开，排气门关闭着。在大气压力作用下，在化油器中形成的可燃混合气，通过进气管、进气门进入气缸。活塞移到下止点，进气门关闭，进气行程结束。

由于进气系统有阻力，进气终了时气缸内的压力 $p_0 = 74 \sim 88 \text{ kPa}$ 。另外，可燃混合气由于受到气缸壁、活塞顶等高温零件的加热，并与上一循环的残余废气混合，因而其温度上升，进气终了温度 T_0 在 $353 \sim 403 \text{ K}$ 范围内。

在示功图上，进气行程以 ra 曲线表示， ra 曲线在大气压力线以下。

2. 压缩行程（图1-2b）是对吸入的可燃混合气进行压缩的行程。为使可燃混合气