



高职高专交通运输类“十五”规划教材

汽车发动机

张西振 主编



辽宁科学技术出版社

LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

高职高专交通运输类“十五”规划教材

汽车发动机

张西振 主编

普通高等教育

交通工程

专业教材

本 科

课 本

流 行

书 籍

编 著 张西振 主 编

编 审 张西振 主 审

编 审 张西振 主 审

编 审 张西振 主 审

编 审 张西振 主 审

编 审 张西振 主 审

编 审 张西振 主 审

辽宁科学技术出版社

·沈阳·

807845

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机/张西振主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2002.8

高职高专交通运输类“十五”规划教材

ISBN 7-5381-3650-9

I. 汽… II. 张… III. ①汽车-发动机-理论-高等学校: 技术学校-教材②汽车-发动机-维修-高等学校: 技术学校-教材 IV. U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 016775 号

出 版 者: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印 刷 者: 沈阳市第二印刷厂

发 行 者: 各地新华书店

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

字 数: 564 千字

印 张: 25

印 数: 1 ~ 4000

出版时间: 2002 年 8 月第 1 版

印刷时间: 2002 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑: 伊尔始

封面设计: 姚 毅 李若虹

版式设计: 于 浪

责任校对: 立 岩

定 价: 38.00 元

编辑部电话: 024-23284372

联系电话: 024-23284360

邮购咨询电话: 024-23284502

E-mail: lkzsb@mail.lnpgc.com.cn

http: //www. lnkj. com. cn

内 容 提 要

全书共分十一章,以目前市场占有率较高的汽车为例,系统阐述了汽车发动机的构造、原理、维修及常见故障诊断方法,并对将在汽车发动机上推广使用的新结构、新技术作了较详细的介绍。内容包括:总论、发动机构造与维修基础知识、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机化油器式燃料供给系、汽油机电控燃油喷射系统、冷却系、润滑系、柴油机燃料供给系、发动机排放控制装置、发动机整体拆装与综合故障诊断、新型汽车发动机简介。

本书可作为高职高专交通运输类通用教材,亦可作为汽车制造、汽车运输、汽车维修、汽车检测站工程技术人员的参考书。

前言

本书是根据全国高等院校汽车运用工程专业教学指导委员会 2000 年 10 月第二届六次会议确定的高职高专交通运输类“十五”规划教材编写计划编写的。本教材编写大纲广泛征求了有关院校的意见,符合国家教育部关于对高职教育的要求,可作为高职高专交通运输类通用教材,亦可作为汽车制造、汽车运输、汽车维修、汽车检测站工程技术人员的参考书。

汽车发动机的结构类型繁多,本书在阐述一般结构的基础上,突出了目前国内保有量较大的新型国产及进口轿车发动机,如:广州本田雅阁、南京依维柯、日本丰田凌志 LS400 等。同时,对具有发展前景的新结构、新技术作了较详细的介绍,如:可变配气正时机构、柴油机 PT 燃油系统、天然气发动机等。全书共分十一章,内容包括:总论、发动机构造与维修基础知识、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机化油器式燃料供给系、汽油机电控燃油喷射系统、冷却系、润滑系、柴油机燃料供给系、发动机排放控制装置、发动机整体拆装与综合故障诊断、新型汽车发动机简介。

本书的编写,充分考虑了高职教育及教学的特点,力图以阐述基本构造与维修为主,突出典型车型,简化理论分析,并将结构、原理、维修与常见故障诊断有机地结合在一起,便于学习和掌握。本书的教学学时为 100 ~ 120 学时。

本书由张西振主编,由吉林大学王耀斌教授主审,编写成员有:孙连伟(总论、第一章)、惠有利(第二章、第三章)、张西振(第四章、第五章、第六章、第七章、第八章)、李兴虎、韩希国(第九章)、邵敏俐(第十章)、王晓松(第十一章)。

由于时间仓促,水平所限,书中不当甚至谬误之处在所难免,恳请使用本教材的师生和读者批评指正。

编者

目 录

总 论	1
第一章 发动机构造与维修基础知识	10
第一节 发动机的分类与基本构造	10
第二节 发动机的基本工作原理	17
第三节 国产发动机型号编制规则	21
第四节 发动机维修基础知识	22
第五节 发动机维修常用工具	26
第六节 发动机维修常用量具	32
第二章 曲柄连杆机构	36
第一节 曲柄连杆机构的功用与组成	36
第二节 气缸体的构造与维修	37
第三节 气缸盖、气缸垫的构造与维修	45
第四节 活塞的构造与维修	47
第五节 活塞环、活塞销的构造与维修	54
第六节 连杆的构造与维修	59
第七节 曲轴、飞轮的构造与维修	62
第八节 曲轴轴承的构造与维修	72
第九节 平衡轴系统的构造与维修	77
第三章 配气机构	80
第一节 配气机构的功用与组成	80
第二节 气门组零件的构造与维修	84
第三节 气门传动组零件的构造与维修	91
第四节 可变配气相位控制机构的构造与维修	105
第五节 气门间隙的检查与调整	113
第四章 汽油机化油器式燃料供给系	116
第一节 汽油机化油器式燃料供给系的功用及组成	116
第二节 混合气与简单化油器	117
第三节 现代化油器的构造与维修	120
第四节 汽油供给装置的构造与维修	133

第五节	空气滤清器的构造与维护	141
第六节	进、排气装置的构造与维修	143
第七节	化油器式汽油机燃料供给系统的常见故障诊断	145
第五章	汽油机电控燃油喷射系统	153
第一节	汽油机电控燃油喷射系统的概述	153
第二节	发动机控制的组成与基本原理	158
第三节	进气系统的构造与维修	163
第四节	燃油系统的构造与维修	167
第五节	控制系统的构造与维修	176
第六节	辅助控制系统的构造与维修	194
第七节	电控燃油喷射发动机的故障诊断	200
第八节	常见轿车电控燃油喷射系统的维修特点	215
第六章	冷却系	244
第一节	冷却系的功用与组成	244
第二节	冷却系主要零部件的构造与维修	249
第三节	冷却系的维护与常见故障诊断	260
第七章	润滑系	266
第一节	润滑系的功用与组成	266
第二节	润滑系主要零部件的构造与维修	273
第三节	润滑系的维护与常见故障诊断	283
第八章	柴油机燃料供给系	289
第一节	柴油机燃料供给系的特点、功用与组成	289
第二节	柴油机混合气形成装置	291
第三节	活塞式输油泵和柴油滤清器的构造与维修	293
第四节	柱塞式喷油泵的构造与维修	298
第五节	调速器的构造与维修	311
第六节	柴油机喷油器的构造与维修	319
第七节	转子泵燃油供给装置的构造与维修	322
第八节	PT 燃油供给系统的构造与维修	332
第九节	废气涡轮增压器的构造与维修	348
第十节	柴油机燃油供给系的常见故障诊断	351
第九章	发动机排放控制装置	360
第一节	曲轴箱通风装置的构造与维修	360
第二节	燃油蒸发控制装置的构造与维修	362
第三节	废气再循环装置的构造与维修	364
第四节	三元催化转换装置的构造与维修	367

第五节	二次空气供给装置的构造与维修	370
第六节	热空气供给装置的构造与维修	372
第十章	发动机整体拆装与综合故障诊断	373
第一节	发动机总成的拆卸与解体	373
第二节	发动机总成的装配与调试	374
第三节	发动机综合故障诊断	375
第十一章	新型汽车发动机简介	383
第一节	天然气发动机	383
第二节	直接喷射式汽油机	388
参考文献		391

总 论

一、世界汽车工业发展概况

1. 汽车的发明

在汽车史上，实际上无法确定是谁第一个设计制造出装用内燃机的汽车。1885年德国人卡尔·奔驰在曼海姆设计制造了一辆装有煤气发动机的三轮汽车，如图0-1所示。同年，德国人戈特利布·戴姆勒也设计制造了一辆四轮马车式汽车，如图0-2所示。奔驰和戴姆勒设计制造的这两辆汽车已具备了现代汽车的一些基本结构特点，现在世界公认他们是现代汽车的发明人。

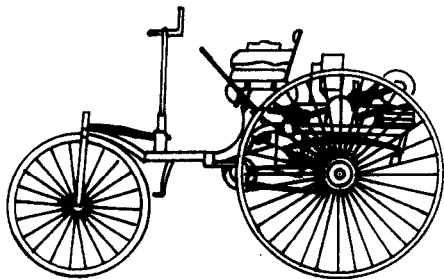


图 0-1 卡尔·奔驰的三轮汽车

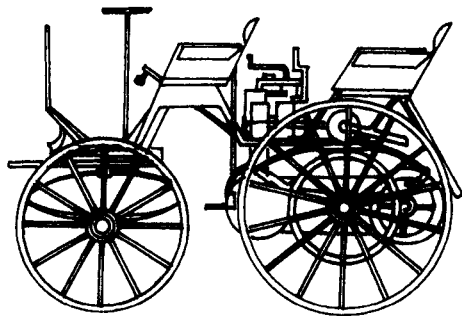


图 0-2 戈特利布·戴姆勒的四轮马车式汽车

卡尔·奔驰设计制造的汽车在 1886 年 1 月 29 日获机动车发明专利（专利第 37435 号），该日被公认为汽车的誕生日。

1926 年世界第一家汽车制造公司——戴姆勒-奔驰汽车制造公司诞生。

现代汽车诞生后，在不同的时代，人们对汽车性能的创新追求，促进了汽车技术的进步。同时，随着社会和科技的进步，汽车工业在世界各国迅猛发展。

2. 汽车生产大国

20 世纪 70 年代以前，美国是世界最大的汽车生产国。自 1893 年美国制造了第一辆汽车后，汽车工业发展迅速，汽车工业与钢铁工业、建筑业号称美国经济的“三大支柱”，汽车的年产量最高达到 1300 万辆。美国的汽车工业主要垄断在三大汽车公司手

中,即:通用汽车公司、福特汽车公司和克莱斯勒汽车公司,这三大公司汽车年产量的总和占全国年产量的90%以上。美国汽车以外形新颖美观、内部装饰豪华、舒适性好、动力强劲闻名于世。

20世纪80年代,日本汽车以其体积小、重量轻、油耗低、价格便宜的优点和良好的售后服务,在世界汽车市场的竞争中占据了明显的优势,从而取代美国而成为世界上最大的汽车生产国,其年产量稳定在1100万辆以上,而美国的汽车年产量下降到1000万辆以下。日本的汽车工业是其三大经济支柱(汽车工业、造船工业、钢铁工业)之一,日本有11家生产汽车的公司,其中最大的是丰田公司和日产公司(两公司汽车年产量的总和占全国年产量的50%以上),其次是三菱、东洋工业、五十铃、本田技研、富士重工、大发、铃木、日野、日产柴油机。

1994年之后,美国的汽车产量重新超过日本,越居世界第一的位置,但轿车的产量日本仍占居第一。1994年,美国汽车年产量为1226万辆,日本为1055万辆。

进入20世纪90年代后,全世界汽车年产量约为4500~5500万辆,其中轿车占70%以上。日本和美国汽车年产量的总和约占全世界汽车年产量的一半。

1999年全世界汽车年产量约为5466万辆。排名世界前十位的有:美国约1303万辆,日本约990万辆,德国约569万辆,加拿大约306万辆,法国约303万辆,西班牙约284万辆,韩国约284万辆,英国约197万辆,意大利170万辆,巴西约137万辆。

1999年全世界轿车年产量约为3866万辆。上述国家轿车年产量排名如下:日本约810万辆,美国约564万辆,德国约531万辆,法国约268万辆,韩国约236万辆,西班牙约220万辆,英国约180万辆,加拿大约163万辆,意大利约141万辆,巴西约112万辆。

二、我国汽车工业发展概况

解放前,我国没有自己的汽车制造工业,汽车的保有量也非常少。1902年我国进口第一辆汽车,据说是慈禧太后专用的代步工具,现陈列于北京的颐和园。从进口第一辆汽车到解放前夕的1949年,我国进口汽车约7万辆,车型达100多种。

1931年,张学良先生首先将制造汽车的设想付诸实施,在辽宁制造出了“民生牌”汽车;之后,各地又试制了几种汽车,然而这并没有改变我国汽车工业的窘境。

1. 创建时期(1949~1966)

新中国成立后,于1953年引进前苏联技术,在吉林省的长春市兴建第一汽车制造厂,1956年10月开工,大批生产载重4t的“解放牌”CA10中型货车,1956年10月15日第一辆崭新的解放牌汽车开下了第一汽车制造厂总装线,从此结束了我国没有自己的汽车工业的历史。

1957年7月15日,长春第一汽车制造厂全部竣工。在1958年又生产出我国第一辆轿车——“东风牌”轿车,随后又开始小批量生产“红旗牌”CA770高级轿车。

20世纪50年代后期和60年代,全国各地一批汽车修配企业相继改建成汽车制造

厂, 这批汽车制造厂及其产品主要有: 南京汽车制造厂生产的载重 2.5t 的跃进 NJ130 轻型货车, 上海汽车制造厂生产的上海 SH760 中级轿车, 北京汽车制造厂生产的北京 BJ212 轻型越野车, 北京第二汽车制造厂生产的载重 2t 的北京 BJ130 轻型货车, 济南汽车制造厂生产的载重 8t 的黄河 JN150 重型货车等。在此期间, 我国的汽车工业形成了一大(一汽)四小(南京、上海、北京、济南)5 个汽车制造厂, 生产的车型有 9 个品种, 年生产量近 6 万辆。

2. 成长阶段 (1966 ~ 1980)

1968 年在湖北省十堰市开始兴建第二汽车制造厂, 1975 年二汽开始生产载重 2.5t 的东风 EQ240 越野汽车, 1978 年 7 月开始大批量生产其主导产品——载重 5t 的东风 EQ140 中型货车。二汽的建成, 促进了我国汽车工业的发展, 形成了以中、重型货车和越野汽车为主的生产格局。到 1980 年, 全国汽车年产量达 22 万辆以上, 汽车保有量达 169 万辆 (其中货车约 148 万辆)。

3. 全面发展阶段 (1981 后)

20 世纪 80 年代以来, 老产品 (解放、跃进、黄河等) 的升级换代, 结束了 30 年一贯制的历史; 产品结构的调整, 改变了以中型货车为主的生产格局; 随着改革开放的深入, 我国的汽车工业迅猛发展。

近年来, 我国引进了大量的资金和技术, 发展轿车工业, 使我国的轿车工业也形成一定规模, 如: 一汽与德国大众公司合资生产的奥迪 (AUDI)、高尔夫 (GOLF) 和捷达 (JETTA) 轿车, 二汽与法国雪铁龙公司合资生产的富康 (CITROEN ZX) 轿车, 上海与德国大众公司合资生产的桑塔纳 (SANTANA) 和帕萨特 (PASSAT) 轿车, 上海与美国通用公司合资生产的别克 (BUICK) 轿车, 广州与法国标致公司合资生产的标致 (PEUGEOT) 轿车 (1997 年法方撤资, 该产品现已停产), 北京与美国克莱斯勒公司合资生产的切诺基 (CHEROKEE) 轻型越野汽车, 天津引进日本大发公司技术生产的夏利 (CHARADE) 微型轿车, 重庆引进日本铃木公司技术生产的奥拓 (ALTO) 微型轿车, 贵州引进日本富士公司技术生产的云雀 (SUBARU) 微型轿车, 广州引进日本本田技术生产的本田雅阁 (ACCORD) 轿车等。

在轿车工业发展的同时, 我国在客车和货车生产中也引进了国外先进技术。客车包括: 南汽引进意大利依维克技术生产的依维柯 (IVECO) 轻型客车, 江铃引进美国福特技术生产的全顺 (TRANSIT) 轻型客车, 一汽金杯引进日本丰田技术生产的海狮 (HIACE) 轻型客车等。货车方面引进了奥地利斯太尔 (STEYR)、德国奔驰 (MERCEDES-BENZ) 和日本五十铃 (ISUZU) 等车型和技术。

1998 年我国汽车年产量约为 168.2 万辆, 其中轿车年产量为 50.7 万辆, 占全国汽车年产量的 31.14%。目前我国主要的汽车生产厂家有 14 家, 年产量在 19 ~ 20 万辆以上的仅有 3 家 (一汽、上海、东风), 年产量在 6 ~ 10 万辆以上的有 6 家 (天津、长安、柳微、昌河、北京、跃进), 年产量在 0.8 ~ 2 万辆以上的有 5 家 (哈飞、庆铃、江淮、江铃、重型)。轿车年产量在 0.8 万辆以上的有: 上海大众、天津夏利、一汽大众、神龙富康、长安铃木奥拓、一汽轿车、北京切诺基。

1998 年我国汽车保有量为 1319 万辆，其中私人汽车保有量为 423.7 万辆。

当前，由于世界汽车市场趋于饱和，加上国际经济全球化的发展趋势，各国汽车制造商争夺世界汽车市场的竞争更加激烈。随着改革开放和我国加入世界贸易组织（WTO）的进程，我国的汽车市场已成为各国汽车制造商争夺的重要对象之一，我国的汽车工业必须面对国际汽车市场和国内汽车市场的双重竞争。

三、现代汽车的类型

汽车是由动力装置驱动、有 4 个或 4 个以上的车轮、可以单独行驶并完成运输工作的非轨道无架线车辆。随着汽车用途日趋广泛，汽车的结构性能不断得到改进，汽车种类也越来越多，如图 0-3 所示。现代汽车可分为轿车、客车、货车、牵引车及挂车、专用汽车、工矿自卸车和越野车 7 类。

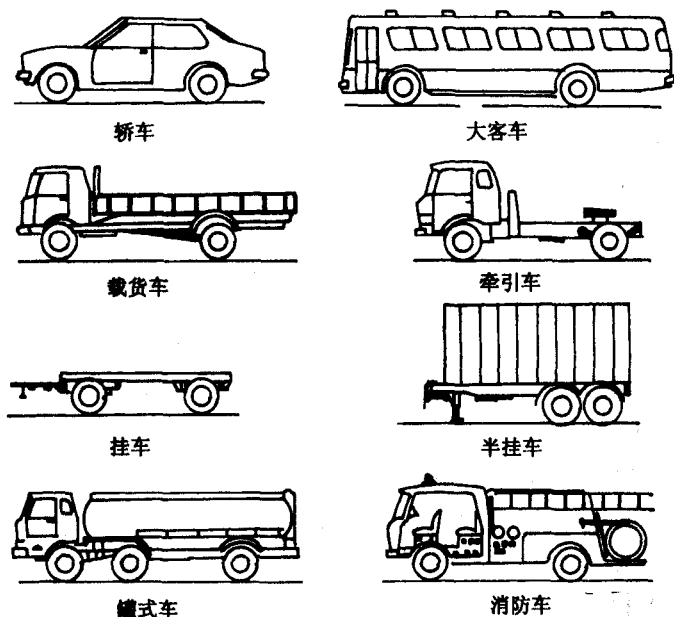


图 0-3 常见汽车类型

1. 轿车

轿车是指乘坐 2~9 个乘员（含驾驶员）的小型载客汽车。轿车按发动机气缸总工作容积（俗称“排量”）可分为微型轿车（排量 1L 以下）、普通级轿车（排量 1.0~1.6L）、中级轿车（排量 1.6~2.5L）、中高级轿车（排量 2.5~4.0L）、高级轿车（排量 4L 以上）。

2. 客车

客车是指乘坐 9 人以上（不含驾驶员）的载客汽车。客车按车身结构可分为单层客车和双层客车，按其用途可分为旅行客车、城市公共客车、长途客车、团体客车、游览客车等。客车通常按车辆长度分类，分为微型客车（长度 3.5m 以下）、轻型客车（长度 3.5~7m）、中型客车（长度 7~10m）、大型客车（长度 10~12m）、特大型客车（包括铰接式客车和双层客车）。

3. 货车

货车是指供运载货物用的汽车。货车按其运载货物的种类及车箱结构可分为普通货车和专用货车。普通货车的车箱为栏板式结构，而专用货车的车箱是根据其运载的货物专门设计的，如常见的冷藏车、油罐车等。货车通常按其总质量（汽车满载时的质量）来分类，可分为微型货车（总质量 1800kg 以下）、轻型货车（总质量 1800~6000kg）、中型货车（总质量 6000~14000kg）、重型货车（总质量 14000kg 以上）。

4. 牵引车及挂车

牵引车是指专门或主要用于牵引挂车的汽车。牵引车通常分为半挂牵引车和全挂牵引车。半挂牵引车设有牵引座，用来牵引和支撑半挂车。挂车无法单独行驶，需由牵引车拖动组成汽车列车。

5. 专用汽车

专用汽车是指根据特殊要求设计或改装的汽车，常用于执行运输以外的特定任务。专用汽车主要分为特种作业汽车（如公安消防车、医疗救护车等）、竞赛汽车、娱乐汽车等。

6. 工矿自卸车

自卸汽车是指能自动倾卸货箱内货物的汽车。主要用于工地或矿区运输土石料等散装货物。

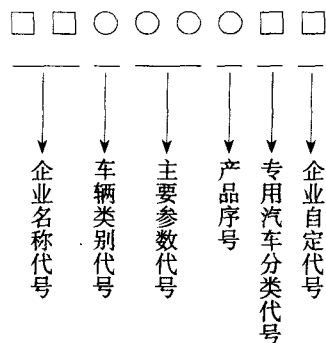
7. 越野车

越野车是指在不通或无路条件下具有良好行驶能力的汽车，可以是轿车、客车、货车或其它用途的汽车。越野车一般均采用全轮驱动，并装用越野轮胎。越野车通常按其总质量分为轻型越野车（总质量在 5000kg 以下）、中型越野车（总质量 5000~13000kg）、重型越野车（总质量在 13000kg 以上）。

四、国产汽车型号编制规则

为了在生产、使用和维护中便于识别汽车的类型，国家规定了汽车型号的编制规则，用简单的编号来表示各种汽车的生产厂家、用途及主要性能特征。

按国标《汽车产品型号编制规则》规定，国产汽车的基本型号由企业名称代号、车辆类别代号、主要参数代号、产品序号、专用汽车分类代号和企业自定代号组成，其形式如下：



企业名称代号一般由两个汉语拼音字母组成，是汽车生产厂家的企业代号，如 EQ 代表东风汽车工业公司，CA 代表第一汽车集团公司，NJ 代表南京汽车制造厂等。

车辆类别代号是一位阿拉伯数字，用来表示汽车的种类，具体内容见表 0-1。

主要参数代号由两位阿拉伯数字组成，表示车辆主要的特征参数值。对不同类别的汽车，其主要参数代号有不同的含义，具体内容见表 0-1。

表 0-1 车辆类别代号及主要参数代号的含义

车辆类别代号	车辆类别代号的含义	主要参数代号的含义
1	货车	表示汽车的总质量 (t)
2	越野车	
3	工矿自卸车	
4	牵引车	
5	专用车	
6	客车	表示汽车总长度 (0.1m)
7	轿车	表示发动机排量 (0.1L)
8		
9	半挂车及专用半挂车	表示汽车的总质量 (t)

产品序号是一位阿拉伯数字，它表示该种汽车产品的生产顺序号。“0”代表第一代产品，“1”代表第二代产品，“2”代表第三代产品，依次类推。

专用汽车分类号是一个汉语拼音字母，表示专用汽车的类型，如：“X”表示箱式汽车，“G”表示罐式汽车等。

企业自定代号用汉语拼音字母或数字表示，由汽车生产企业自定。主要用于区分变形车（与基本型车相比，仅局部有所不同）与基本型车，基本型汽车无企业自定代号。

汽车型号编制示例：

CA1091——表示“一汽”生产的总质量为 9t 的第二代货车；

BJ2021——表示北京汽车制造厂生产的总质量为 2t 的第二代轻型越野车；

TJ7100——表示天津汽车制造厂生产的排量约为 1L 的第一代轿车（夏利）；

EQ7140——表示神龙汽车有限公司生产的排量约为 1.4L 的第一代轿车（富康）。

五、汽车的总体构造

典型货车的总体构造如图 0-4 所示，典型轿车的总体构造如图 0-5 所示。按各部分的功能，通常将现代汽车分为发动机、底盘、车身和电器系统 4 个组成部分。

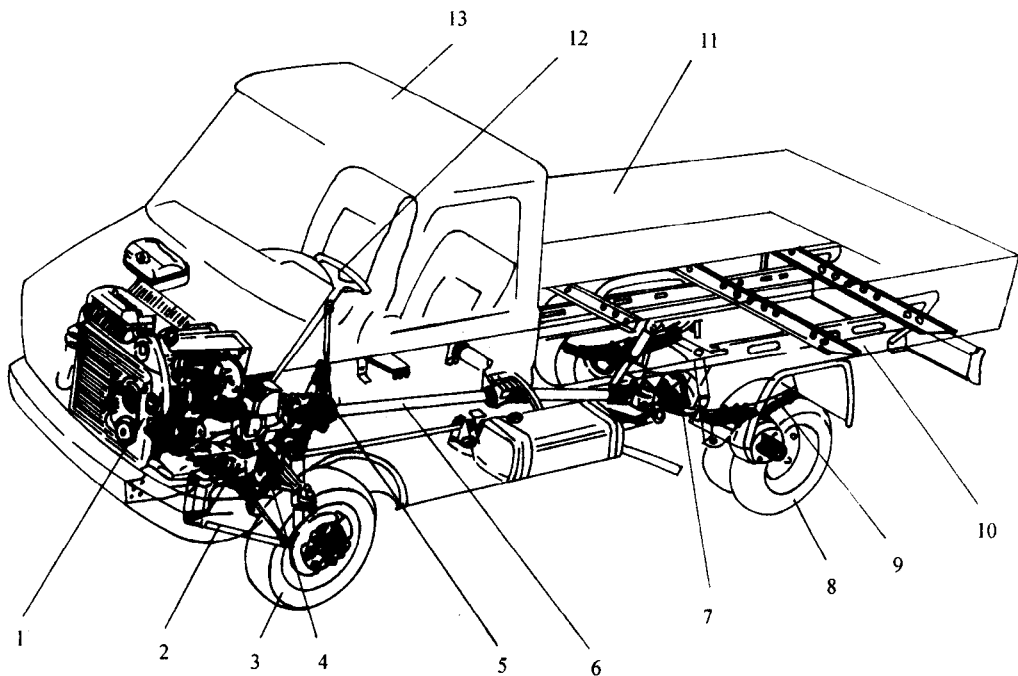


图 0-4 货车的总体构造

1-发动机 2-前悬架 3-转向轮 4-离合器 5-变速器 6-万向传动装置 7-驱动桥 8-驱动车轮 9-后悬架 10-车架 11-车箱 12-方向盘 13-驾驶室

1. 发动机

发动机是汽车的动力源，其功用是将进入其中的燃料（汽油、柴油、天然气等）燃烧后放出的热能转换成机械能，并将获得的机械能输送给汽车底盘。

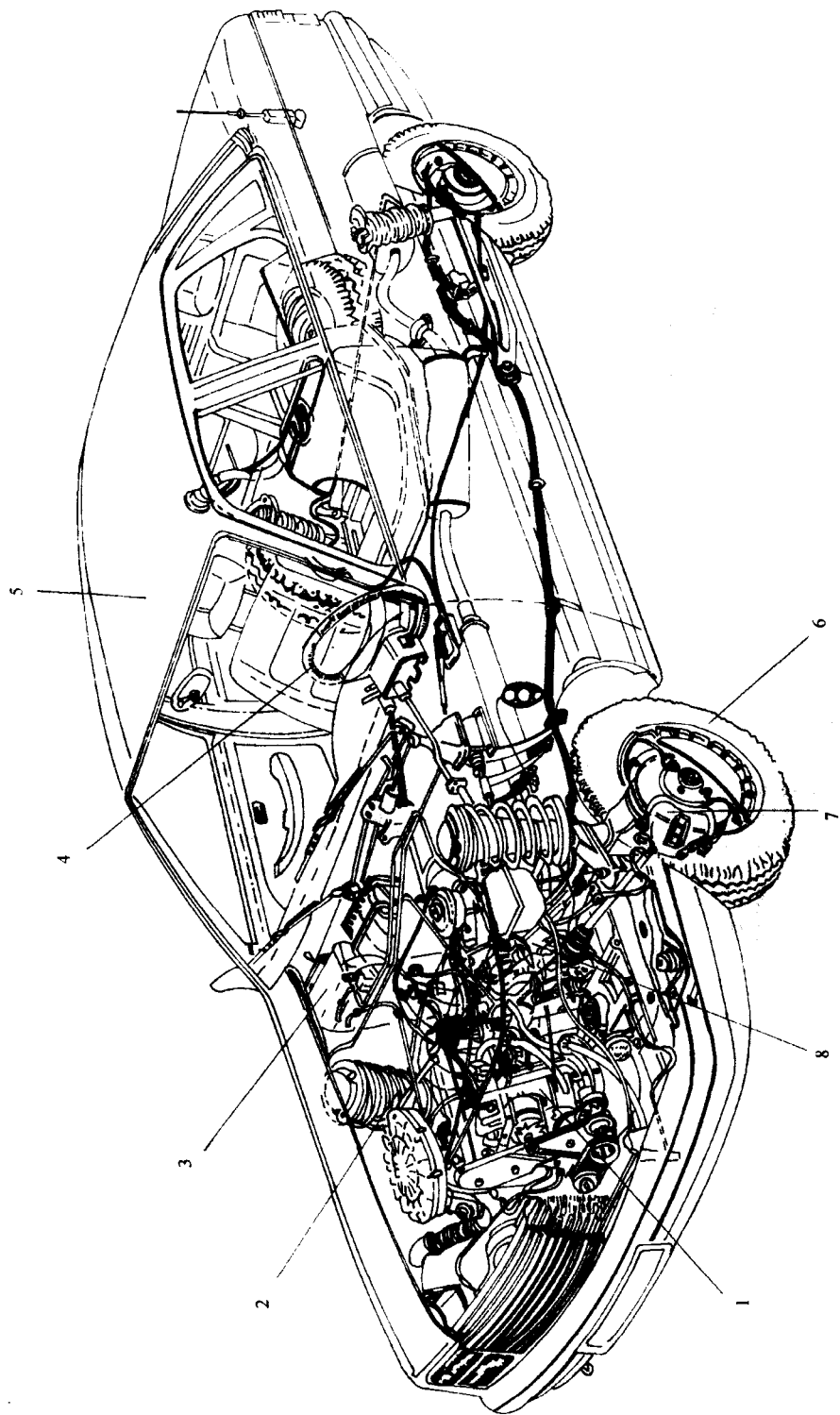


图 0-5 轿车的总体构造

1 - 发动机 2 - 悬架 3 - 空调装置 4 - 方向盘 5 - 车身 6 - 驱动转向轮 7 - 制动器 8 - 变速器

2. 底盘

底盘是汽车构成的基础，主要由传动系、行驶系、转向系、制动系组成，其功用是接受发动机输出的动力，推动汽车按驾驶员的操纵行驶。

3. 车身

车身是安置驾驶员、乘客或货物的场所。不同种类的汽车，其车身结构也有很大的差别，如货车的车身由驾驶室和货箱组成，而客车和轿车的车身一般均为整体式。

4. 电器系统

电器系统包括电源、点火系（汽油机用）、起动系、照明装置、信号装置、仪表装置、空调及各种电子控制装置等。