



# 目 录

第4版前言	
第3版前言	
第2版前言	
第1版前言	
常用符号表	

## 第一章 汽车总体设计 宽、一、开、林、同 1

第一节 概述	1
第二节 汽车形式的选择	6
第三节 汽车主要参数的选择	16
第四节 发动机的选择	25
第五节 车身形式	32
第六节 轮胎的选择	33
第七节 汽车的总体布置	36
第八节 运动校核	50
练习题	51

## 第二章 离合器设计 轴式或膜片弹簧离合器 52

第一节 概述	52
第二节 离合器的结构方案分析	53
第三节 离合器主要参数的选择 <small>其尺寸、膜片、β、总牙</small>	53
第四节 离合器的设计与计算	61
第五节 扭转减振器的设计	68
第六节 离合器的操纵机构 <small>膜片弹簧</small>	72
第七节 离合器主要零部件的结构设计	73
练习题	77

## 第三章 机械式变速器设计 78

第一节 概述	78
第二节 变速器传动机构布置方案	79

第三节 <small>各档齿数分配</small> 变速器主要参数的选择	89
第四节 变速器的设计与计算	96
第五节 同步器设计	100
第六节 变速器操纵机构 <small>总牙</small>	108
第七节 变速器结构元件	109
第八节 机械式无级变速器	111
练习题	113

## 第四章 万向传动轴设计 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265、266、267、268、269、270、271、272、273、274、275、276、277、278、279、280、281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306、307、308、309、310、311、312、313、314、315、316、317、318、319、320、321、322、323、324、325、326、327、328、329、330、331、332、333、334、335、336、337、338、339、340、341、342、343、344、345、346、347、348、349、350、351、352、353、354、355、356、357、358、359、360、361、362、363、364、365、366、367、368、369、370、371、372、373、374、375、376、377、378、379、380、381、382、383、384、385、386、387、388、389、390、391、392、393、394、395、396、397、398、399、400、401、402、403、404、405、406、407、408、409、410、411、412、413、414、415、416、417、418、419、420、421、422、423、424、425、426、427、428、429、430、431、432、433、434、435、436、437、438、439、440、441、442、443、444、445、446、447、448、449、450、451、452、453、454、455、456、457、458、459、460、461、462、463、464、465、466、467、468、469、470、471、472、473、474、475、476、477、478、479、480、481、482、483、484、485、486、487、488、489、490、491、492、493、494、495、496、497、498、499、500、501、502、503、504、505、506、507、508、509、510、511、512、513、514、515、516、517、518、519、520、521、522、523、524、525、526、527、528、529、530、531、532、533、534、535、536、537、538、539、540、541、542、543、544、545、546、547、548、549、550、551、552、553、554、555、556、557、558、559、560、561、562、563、564、565、566、567、568、569、570、571、572、573、574、575、576、577、578、579、580、581、582、583、584、585、586、587、588、589、590、591、592、593、594、595、596、597、598、599、600、601、602、603、604、605、606、607、608、609、610、611、612、613、614、615、616、617、618、619、620、621、622、623、624、625、626、627、628、629、630、631、632、633、634、635、636、637、638、639、640、641、642、643、644、645、646、647、648、649、650、651、652、653、654、655、656、657、658、659、660、661、662、663、664、665、666、667、668、669、670、671、672、673、674、675、676、677、678、679、680、681、682、683、684、685、686、687、688、689、690、691、692、693、694、695、696、697、698、699、700、701、702、703、704、705、706、707、708、709、710、711、712、713、714、715、716、717、718、719、720、721、722、723、724、725、726、727、728、729、730、731、732、733、734、735、736、737、738、739、740、741、742、743、744、745、746、747、748、749、750、751、752、753、754、755、756、757、758、759、760、761、762、763、764、765、766、767、768、769、770、771、772、773、774、775、776、777、778、779、780、781、782、783、784、785、786、787、788、789、790、791、792、793、794、795、796、797、798、799、800、801、802、803、804、805、806、807、808、809、810、811、812、813、814、815、816、817、818、819、820、821、822、823、824、825、826、827、828、829、830、831、832、833、834、835、836、837、838、839、840、841、842、843、844、845、846、847、848、849、850、851、852、853、854、855、856、857、858、859、860、861、862、863、864、865、866、867、868、869、870、871、872、873、874、875、876、877、878、879、880、881、882、883、884、885、886、887、888、889、890、891、892、893、894、895、896、897、898、899、900、901、902、903、904、905、906、907、908、909、910、911、912、913、914、915、916、917、918、919、920、921、922、923、924、925、926、927、928、929、930、931、932、933、934、935、936、937、938、939、940、941、942、943、944、945、946、947、948、949、950、951、952、953、954、955、956、957、958、959、960、961、962、963、964、965、966、967、968、969、970、971、972、973、974、975、976、977、978、979、980、981、982、983、984、985、986、987、988、989、990、991、992、993、994、995、996、997、998、999、1000 114 |

第一节 概述	114
第二节 万向节结构方案分析	115
第三节 万向传动的运动和受力分析	122
第四节 万向节的设计计算	126
第五节 传动轴结构分析与设计	131
第六节 中间支承结构分析与设计	133
练习题 <small>半轴、桥壳计算</small>	134

## 第五章 驱动桥设计 135

第一节 概述	135
第二节 驱动桥结构方案分析 <small>载重、车速</small>	135
第三节 主减速器设计	137
第四节 差速器设计	156
第五节 车轮传动装置设计 <small>万向节、滑差装置</small>	165
第六节 驱动桥壳设计 <small>半轴、驱动桥壳</small>	168
第七节 驱动桥的结构元件	171
练习题	173

## 第六章 悬架设计 174

第一节 概述	174
第二节 悬架结构形式分析	175



# 汽车设计

第三节	悬架主要参数的确定	181	第八节	转向系结构元件	255
第四节	弹性元件的计算	183	练习题		256
第五节	独立悬架导向机构的设计	200			
第六节	减振器	209	第八章	制动系设计	257
第七节	悬架的结构元件	212	第一节	概述	257
练习题		218	第二节	制动器的结构方案分析	258
第七章	转向系设计	219	第三节	制动器主要参数的确定	264
第一节	概述	219	第四节	制动器的设计与计算	265
第二节	机械式转向器方案分析	220	第五节	制动驱动机构的设计与计算	273
第三节	转向系主要性能参数	227	第六节	制动力调节机构	277
第四节	机械式转向器设计与计算	232	第七节	制动器的主要结构元件	280
第五节	动力转向机构	238	练习题		285
第六节	转向梯形	249	参考文献		286
第七节	转向减振器	254			

与悬架

P208 麦弗逊式悬架为何不

者不给

重点

(241~249) 电动~助力转向图

P 251 (断开点)图

# 第一章

## 汽车总体设计

### 第一节 概 述

汽车作为商品在世界各处都有广阔的市场，又因其生产批量大而给企业带来丰厚的利润。汽车品种的多样性可满足各种生产、生活活动的需求，而且有良好的社会效益。汽车工业的发展，带动了许多相关企业、事业，包括钢铁、石油、橡胶、塑料、机床、道路、汽车销售、售后服务、运输、交通管理、金融业、教育、科研等的发展，因而解决了大批人员的就业问题。汽车也是衡量人们生活水平的重要标准之一，购买汽车以及因此而形成的日常消费能促进货币回笼。近百年来，汽车工业之所以常胜不衰，主要得益于市场和科学技术的不断进步，使汽车能逐渐完善并满足使用者的需求。现在不仅在生产活动中，在日常生活中人们也离不开汽车。对于经济发达国家，选择汽车工业作为国民经济的支柱产业是完全正确的。

#### 一、总体设计应满足的基本要求

由动力装置、底盘、车身、电器及仪表等四部分组成的汽车，是用来载送人员和货物的运输工具。

汽车主要在宽度有限的道路上行驶，同时与汽车比较，还有人、自行车、摩托车等弱势群体也在同一道路，因此存在交通隐患。为了在有限的道路上容纳更多的车辆运行、减少交通事故以及从汽车造型和减轻质量等方面考虑，对汽车的外形尺寸需要予以限制。

使用汽车加快了人的生活节奏，提高了工作效率，出门远行也更方便；与使用火车、飞机、船舶等交通工具比较，受到的约束减少了许多。因此，更多的人愿意选择汽车作为交通工具。几十年来，汽车的保有量始终居高不下，凡是人类密集的地方，汽车也密集，由此而引发的环境污染问题也日益严重。共同保护好人类生存的环境已受到全世界重视，各国政府普遍采用制定相关法规的形式来从事交通方面的管理工作。

交通工具具有在自然环境条件下使用的特点，汽车也不例外。自然环境的变化因素很多，有些还没有规律，而且变化范围大，如温度、湿度、雾、白昼与黑夜、干燥的硬路面与泥泞深浅不定的软路面等等，要求汽车能适应这些环境而且安全地行驶，就必须制定有关法规强制企业执行，这也是工程技术人员从事设计工作的依据之一。



进行总体设计工作应满足如下基本要求：

- 1) 汽车的各项性能、成本等，要求达到企业在商品计划中所确定的指标。
- 2) 严格遵守和贯彻有关法规、标准中的规定，注意不要侵犯专利。
- 3) 尽最大可能地去贯彻三化，即标准化、通用化和系列化。
- 4) 进行有关运动学方面的校核，保证汽车有正确的运动和避免运动干涉。
- 5) 拆装与维修方便。

我国制定的有关汽车方面的法规、标准正在得到不断的完善，它们中有些是结合我国具体条件制定的，有些是参照国外的法规、标准制定的。这些法规、标准涉及的面很广，如有关汽车外廓尺寸标准(GB 1589—1989 汽车外廓尺寸限界)、汽车的污染物排放标准以及有关公路法规对汽车轴荷限定的要求等等。在进行总体设计工作时，要特别注意正在实施的强制性标准，我国目前已有 40 项，随着时间的迁移还会有变化。这些强制性标准与汽车类型有关，设计时一定要严格遵守。

## 二、汽车开发程序

投资汽车工业能带来丰厚的利润，因此，会进一步吸引更多的投资者将巨额资金投向汽车工业。随着汽车市场趋向饱和，投资就有了风险，企业之间的竞争会愈演愈烈。企业为了生存就要作好与众多对手展开残酷竞争的准备。在竞争中有些企业得到发展，有些企业倒闭。几十年来，汽车工业一直是在竞争中向前发展。新开发的汽车作为商品投放市场初期，如果在市场上占有足够多的份额，表明这个汽车具有足够的先进技术，符合当时社会环境，包括能源、资源、法规、交通等方面的条件，并能充分满足用户的使用要求。经历一段时间以后，由于新技术的出现，社会环境的变化和用户要求的改变以及竞争对手的新产品投放市场，原产品在市场上占有的份额会逐渐减少，并最终被市场淘汰。因此，企业必须一手抓正在生产、销售的产品工作，同时另一只手要抓更新换型的新产品开发工作，以保证企业的产品一直在市场上适销对路，并在市场竞争中占据有利的位置。

为了能按部就班地进行新产品的开发，应当制定企业发展规划，其中商品规划是核心。

商品规划是以市场调查与预测和企业目前以及在未来的一段时间内可能发展所达到的状态，还有其他相关企业同类产品的技术发展水平为基础制定出来的。商品规划又包括商品系列规划和单个商品规划。单个商品规划是针对商品系列规划中的某一商品制定的具体计划，包括商品计划和概念设计。商品计划的内容主要有：商品开发的必要性、目的、主要性能、造型风格、目标价格；目标用户和市场、适用地区、商品用途及级别；生产纲领、目标利润、投产时间等。概念设计主要包括：车型构成；车辆的主要尺寸、驱动方式和采用的主要部件(如发动机、变速器、驱动桥、悬架、转向器)及附属设备；车辆的总体布置；整车目标性能、目标质量、目标成本及开发日程等。

下面仅就在汽车新产品开发过程中涉及到上述问题中的某些部分予以简单介绍。

### 1. 汽车新产品开发流程

完成新型汽车的开发工作比较复杂，动用人力、牵涉的部门和单位都很多，用去的时间也很长，除此以外还必须有足够的资金保障。各部门、单位以及参加开发工作的全体人员必须协调



一致地工作。为此，负责项目开发工作的组织者要制定如图 1-1 所示的新产品开发流程图。图中表明了从新汽车的规划阶段开始，经过开发阶段、生产准备阶段到生产阶段为止的各阶段内，规划部门、设计部门、试制试验部门、生产部门和销售部门等各自应承担的工作内容。

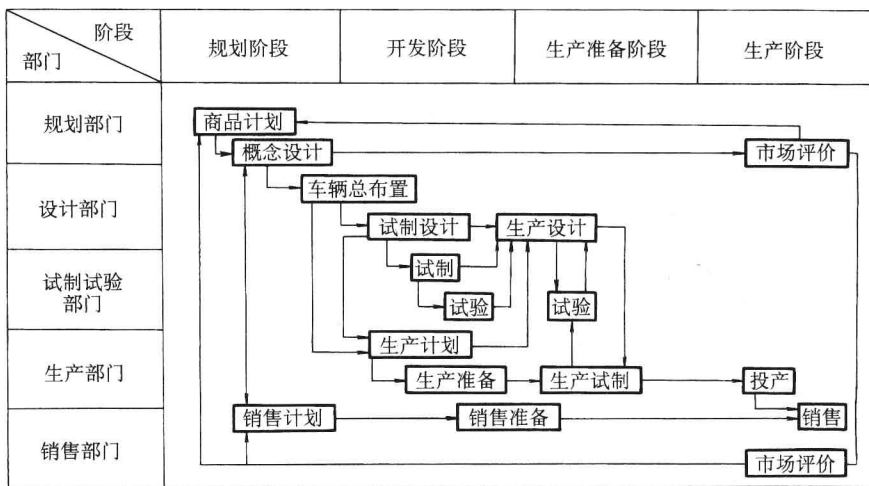


图 1-1 汽车新产品开发流程

## 2. 概念设计

概念设计是指从产品创意开始，到构思草图、出模型和试制出概念样车等一系列活动的全过程。

概念设计是将商品计划中确定开发的产品定义更具体化，使之达到能进行具体设计的程度。

虽然在概念设计阶段可以充分发挥设计人员的创造力与想象力，但是，这种创造力、想象力应该以市场需求、用户要求和技术发展水平以及企业自身状况为基础。

概念设计阶段，还要完成汽车的造型设计工作。造型设计包括外部造型、内饰设计和色彩设计。要求造型设计达到既实用又美观。优美的外部造型设计能给人以美的享受同时还影响市场销售，是一项重要工作。但外部造型、设计必须建立在汽车总体布置基础上，并考虑汽车应当有良好的空气动力学特性和制造工艺性。汽车的总体布置是建立在保证汽车有良好的使用性能基础上进行的，因此，当外部造型设计与总体布置设计出现矛盾的时候，应该服从总体设计的需要。这就给外部造型的设计工作带来不小的困难，要求造型设计人员能结合各种限定的条件从事创造性工作。在概念设计期间，通过绘制外形构思草图、美术效果图和制作油泥模型等一系列工作，能体现出造型设计的主要工作。外形构思草图(图 1-2)常以素描画形式表达，经筛选后对选定的方案绘制成彩色效果图。实车制造出来之前，在图样上表现新开发汽车造型效果的图称之为美术效果图。美术效果图主要表现外形、室内装饰的局部效果，该图应具有真实感。图上应表示出车型前面、侧面、后面的关系，要求能概括出车型的整个形状(图 1-3)，用来作为初步选型的参考。因为在图面上表达车身体外形不能代替空间形体，作为补充还要制作油泥模型。概念设计期间可以制作比例为



1:10或 1:5 的便于制作和修改的油泥模型。缩小比例的模型还可以用于风洞试验,用来确定空气动力学特性。

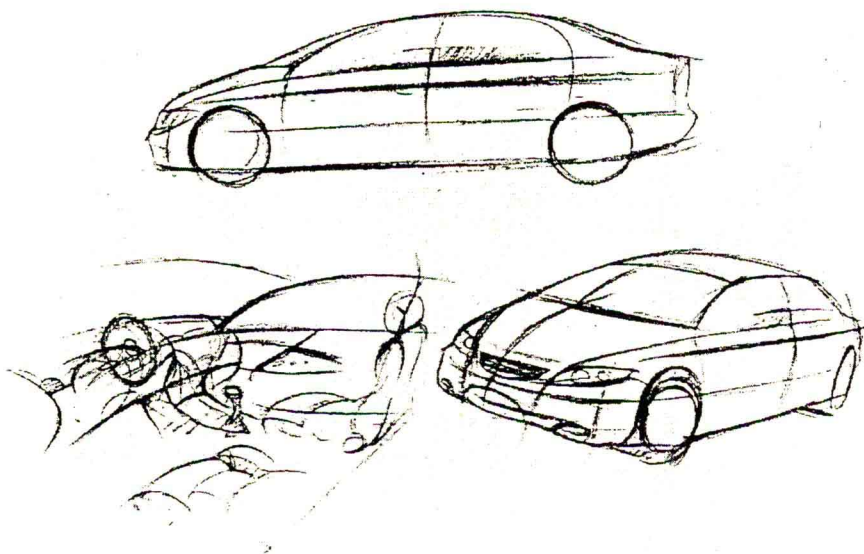


图 1-2 汽车外形构思草图



图 1-3 汽车外形美术效果图

图 1-4 所示为汽车内部局部造型的美术效果图。

在概念设计阶段,对汽车性能、质量及成本有重大影响的外形尺寸(汽车的长、宽、高、轴距、轮距等)、室内空间(室内长、宽、高、头部及腿部空间)及货箱的长、宽、高等尺寸应予以规定。对发动机、离合器、变速器、驱动桥、悬架、转向系、制动系、车身的基本结构和尺寸,以及内饰件、轮胎等也要作出选择。有了上述基本尺寸和主要总成结构之后,就有条件画总布置图。总体设计师根据前面对新车型的设想,先行画出多幅总体方案图进行分析比较。方案图对主要总成只画出粗线条的轮廓,重点放在突出各方案之间的差别上,做到对比时一目了然。

总体方案确定后要画总布置草图。此图要对各部件进行较为仔细的布置,要求较为准确地画出各部件的形状和尺寸,确定各总成质心的位置,然后计算轴荷分配和质心位置(包括质心高度,质心至前、后轴的距离),必要时还要进行调整。此时,应较准确地确定与汽车总





图 1-4 汽车内部局部造型的美术效果图

体布置有关的各尺寸参数，同时对整车主要性能进行计算，并据此确定各总成的技术参数，要确保各总成之间的参数匹配合理，以保证整车各项性能指标达到预定要求。

为了解市场需求，要调查分析市场容量的大小，确定最经济的生产纲领、生产方式等。产品应尽最大可能满足用户要求，力求新开发的车型在同类型产品中居于领先地位，在市场上畅销。通过搜集资料 and 进行样车试验与测绘，深入了解国内、外企业同类型汽车的发展水平和动向。对搜集到的各种资料经整理、分类、分析，在消化的基础上加以利用，以确定新车型的先进性，并初定整车及主要总成的形式和主要参数、整车主要性能以及整备质量应达到的指标。为了满足不同用户的要求，在开发基本车型的同时，还应该考虑变型车，使之系列化，以适应市场需要。

上述工作完成后，着手编写设计任务书。设计任务书主要应包括下列内容：

- 1) 可行性分析，其内容包括市场预测，企业技术开发和生产能力分析，产品开发的目的是，新产品的的设计指导思想，预计的生产纲领和产品的目标成本以及技术经济分析等。
- 2) 产品型号及其主要使用功能、技术规格和性能参数。
- 3) 整车布置方案的描述及各主要总成的结构、特性参数；标准化、通用化、系列化水平。
- 4) 国内、外同类汽车技术性能的分析 and 对比。
- 5) 本车拟采用的新技术、新材料 and 新工艺。

### 3. 目标成本

在概念设计期间，对成本要进行控制，目的是在新开发的汽车投放市场后占有价格方面的优势。根据对市场的分析预测并结合商品的技术定义来确定商品投放时市场能够接受的价格，称之为商品的目标价格  $P$ ，在此基础上扣除增值税  $T_1$ 、附加税  $T_2$  和企业目标利润  $Q$  之后，可获得目标成本  $C$ ，即





$$C = P - T_1 - T_2 - Q$$

如果实际成本(决定于材料、工艺、结构的复杂程度等)大于目标成本,则利润将减少。

#### 4. 试制设计

试制设计是在开发新产品(汽车)时,试制前进行的技术设计工作。各总成设计师根据设计任务书给定的条件和总体设计师以书面形式提出的对各总成的要求和边缘条件等进行设计工作。总体设计师在此期间要协调总成与整车和总成与总成之间出现的各种矛盾。各总成完成设计后,总体设计师负责将各总成设计结果反映到整车校对图上进行校对,目的是发现问题、解决问题,以减少试制、装车时出现的技术问题。有关运动校核也是技术设计阶段应该完成的工作。最后,要编制包括整车明细表和技术条件在内的整车技术文件。

#### 5. 样车试制和试验

完成试制设计后,进行样车试制,然后对样车进行试验。其目的是:判断根据设计图样制造出来的零部件组装起来之后是否达到预期目标,找出不足,并取得进行修改的依据;评价汽车的可靠性及强度。此前仅通过理论计算作为依据是不够的,最终需经过样车试验来判别。试验应根据国家制定的有关标准逐项进行。不同车型有不同的试验标准。试制、试验完成后应对结果进行分析,并针对暴露出来的技术问题改进设计。暴露出来的技术问题可能是多方面的,如参数匹配不合理,有的部位质量过大,有的部位强度不足,甚至图面质量有缺欠或者工艺方面有等等。总之,对于新开发的整车,要求经过一轮设计,其成功率就达到百分之百,这对于结构复杂、精度要求严格、性能要求高、又要求工作可靠的汽车而言是不可能的。因此,有必要针对暴露出来的技术问题改进设计,再进行第二轮试制和试验。正常情况下,经过2~3轮的改进设计和试制、试验就可以完成产品定型,同时画出生产设计图样。

#### 6. 生产准备阶段

生产准备阶段的工作包括正式投产前的生产准备和小批量试生产,并让试生产车进一步经受用户的考验。

#### 7. 销售

经过开发和生产试制阶段以后,已定型的产品要进行正式批量生产,并投放市场销售和进行售后服务工作。在售后服务工作中还要征求用户意见,并将这些意见反映给有关部门,以利改进和不断提高产品质量、扩大市场。

## 第二节 汽车形式的选择

### 一、汽车的分类

汽车有很多分类方法,可以按照发动机排量、乘客座位数、汽车总质量、汽车总长、车身或驾驶室的特点不同等来分类,也可以取上述特征量中的两个指标作为分类的依据。国标GB/T 15089—2001对汽车作如表1-1所示的分类。

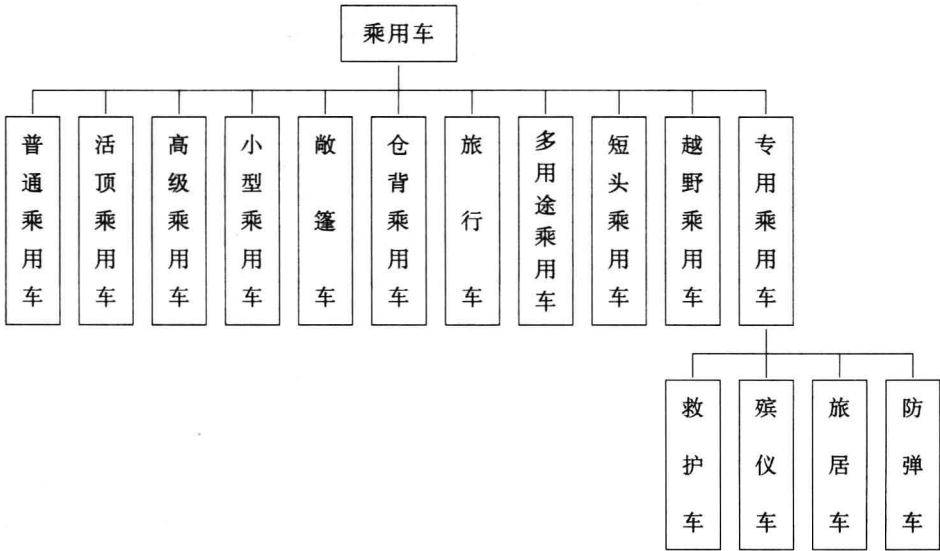


表 1-1 关于汽车的分类(GB/T 15089—2001)

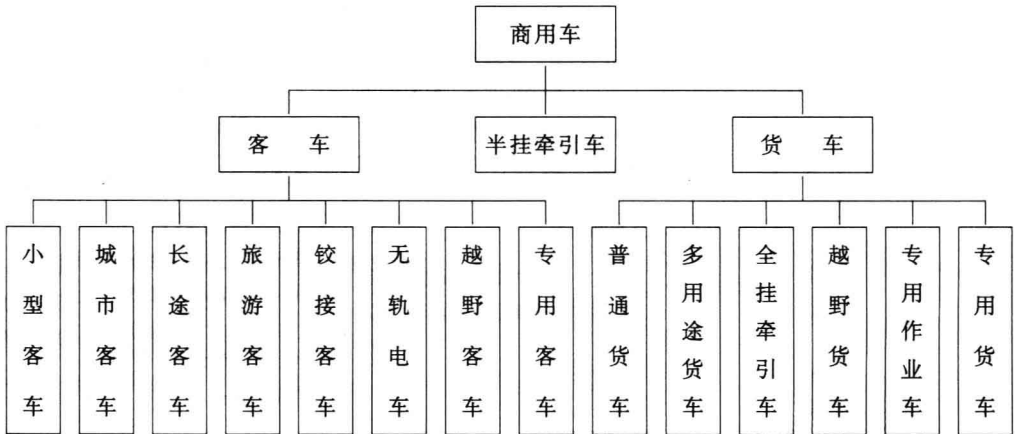
汽车类型		乘员数 座位数	最大设计 总质量/kg	说明				
M 类	至少有四个车轮,并且用于载客的机动车辆	M <sub>1</sub> 类	$\frac{-}{(<9)}$	—	包括驾驶员座位在内的座位数不超过 9 座的载客车辆			
		M <sub>2</sub> 类	A 级	$\frac{\leq 22}{(>9)}$	< 5000	可载乘员数(不包括驾驶员)不多于 22 人	允许乘员站立	包括驾驶员座位在内,座位数超过 9 个,且最大设计总质量不超过 5000kg 的载客车辆
			B 级	不允许乘员站立				
			I 级	$\frac{> 22}{(>9)}$		可载乘员数(不包括驾驶员)多于 22 人	允许乘员站立,并且乘员可以自由走动	
			II 级				只允许乘员站立在过道和/或提供不超过相当于两个双人座位的站立面积	
			III 级				不允许乘员站立	
		M <sub>3</sub> 类	A 级	$\frac{\leq 22}{(>9)}$	> 5000	可载乘员数(不包括驾驶员)不多于 22 人	允许乘员站立	包括驾驶员座位在内,座位数超过 9 个,且最大设计总质量超过 5000kg 的载客车辆
			B 级	不允许乘员站立				
			I 级	$\frac{> 22}{(>9)}$		可载乘员数(不包括驾驶员)多于 22 人	允许乘员站立,并且乘员可以自由走动	
			II 级				只允许乘员站立在过道和/或提供不超过相当于两个双人座位的站立面积	
III 级	不允许乘员站立							
N 类	至少有四个车轮且用于载货的机动车辆	N <sub>1</sub> 类		≤ 3500	最大设计总质量不超过 3500kg 的载货车辆			
		N <sub>2</sub> 类		> 3500 ~ 12000	最大设计总质量超过 3500kg, 但不超过 12000kg 的载货车辆			
		N <sub>3</sub> 类		> 12000	最大设计总质量超过 12000kg 的载货车辆			

国标 GB/T 3730.1—2001 将汽车分为乘用车和商用车。乘用车是指在设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和/或临时物品的汽车,包括驾驶员座位在内最多不超过 9 个座位。它也可以牵引一辆挂车。乘用车又有多种,分类如下:

1/2.



商用车是指在设计和技术特性上用于运送人员和货物的汽车，并且可以牵引挂车。商用车又有客车、半挂牵引车、货车之分，可详细分类如下：



客车是指在设计和技术特性上用于载运乘客及其随身行李的商用车辆，包括驾驶员座位在内的座位数超过9座。当座位数不超过16座时，称之为小型客车。

## 二、汽车形式的选择

不同形式的汽车，主要体现在轴数、驱动形式以及布置形式上有区别。

### (一) 轴数

汽车可以有两轴、三轴、四轴甚至更多的轴数。影响选取轴数的因素主要有汽车的总质量、道路法规对轴载质量的限制和轮胎的负荷能力以及汽车的结构等。

随着设计汽车的乘员数增多或装载质量增加，汽车的整备质量和总质量也增大。在汽车轴数不变的情况下，汽车总质量增加以后，使公路承受的负荷增加。当这种负荷超过了公路设计的承载能力以后，公路会被破坏，使用寿命也将缩短。为了保护公路，有关部门制定了道路法规，对汽车的轴载质量加以限制。当所设计的汽车总质量增加到轴荷不符合道路法规



的限定值时,设计师可选择增加汽车轴数来解决。汽车轴数增加以后,不仅轴,而且车轮、制动器、悬架等均相应增多,使整车结构变得复杂,整备质量以及制造成本增加。若转向轴数不变,汽车的最小转弯直径又增大,后轴轮胎的磨损速度也加快,所以增加汽车轴数是不得已的选择。

包括乘用车以及汽车总质量小于19t的公路运输车辆和轴荷不受道路、桥梁限制的不在公路上行驶的车辆,如矿用自卸车等,均采用结构简单、制造成本低廉的两轴方案。总质量在19~26t的公路运输车采用三轴形式,总质量更大的汽车宜采用四轴和四轴以上的形式。

## (二) 驱动形式

汽车驱动形式有 $4 \times 2$ 、 $4 \times 4$ 、 $6 \times 2$ 、 $6 \times 4$ 、 $6 \times 6$ 、 $8 \times 4$ 、 $8 \times 8$ 等,其中前一位数字表示汽车车轮总数,后一位数字表示驱动轮数。汽车的用途、总质量和对车辆通过性能的要求等,是影响选取驱动形式的主要因素。增加驱动轮数能够提高汽车的通过能力,驱动轮数越多,汽车的结构越复杂,整备质量和制造成本也随之增加,同时也使汽车的总体布置工作变得困难。乘用车和总质量小些的商用车,多采用结构简单、制造成本低的 $4 \times 2$ 驱动形式。总质量在19~26t的公路用车辆,采用 $6 \times 2$ 或 $6 \times 4$ 驱动形式。对于越野汽车,为提高其通过性,可采用 $4 \times 4$ 、 $6 \times 6$ 、 $8 \times 8$ 的驱动形式。

## (三) 布置形式

汽车的布置形式是指发动机、驱动桥和车身(或驾驶室)的相互关系和布置特点而言。汽车的使用性能除取决于整车和各总成的有关参数以外,其布置形式对使用性能也有重要影响。

### 1 乘用车的布置形式

乘用车的布置形式主要有发动机前置前轮驱动(FF)、发动机前置后轮驱动(FR)、发动机后置后轮驱动(RR)三种,如图1-5所示。少数乘用车采用发动机前置全轮驱动。

(1) 发动机前置前轮驱动(FF) 这种布置形式目前在发动机排量为2.5L以下的乘用车上得到广泛应用,主要是因为有下列优点:与后轮驱动的乘用车比较,前轮驱动乘用车的前桥轴荷大,有明显的不足转向性能;因为前轮是驱动轮,所以越过障碍的能力高;主减速器与变速器装在一个壳体内,因而动力总成结构紧凑,并且不再需要在变速器与主减速器之间设置传动轴,车内地板凸包高度可以降低(此时地板凸包仅用来容纳排气管),有利于提高乘坐舒适性;当发动机布置在轴距外时,汽车的轴距可以缩短,因而有利于提高汽车的机动性;汽车散热器布置在汽车前部,散热条件好,发动机可以得到足够的冷却;行李箱布

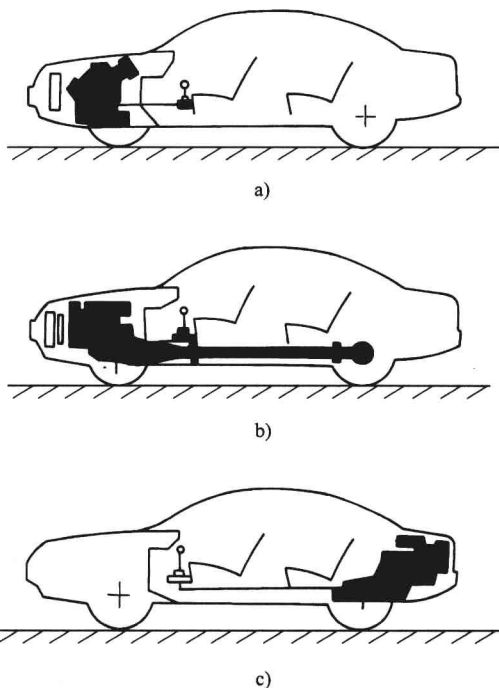


图1-5 乘用车的布置形式

- a) 发动机前置前轮驱动(FF)
- b) 发动机前置后轮驱动(FR)
- c) 发动机后置后轮驱动(RR)



置在汽车后部,故有足够大的行李箱空间;容易改装为客货两用车或救护车;供暖机构简单,且因管路短而供暖效率高;因为发动机、离合器、变速器与驾驶员位置近,所以操纵机构简单;发动机横置时能缩短汽车的总长,加上取消了传动轴等因素的影响,汽车消耗的材料明显减少,使整备质量减轻;发动机横置时,原主减速器的锥齿轮需用圆柱齿轮取代,这又降低了制造难度,同时在装配和使用时也不必进行齿轮调整工作,此时,变速器和主减速器可以使用同一种润滑油。

发动机前置前轮驱动乘用车的主要缺点是:

前轮驱动并转向需要采用等速万向节,其结构和制造工艺均复杂;前桥负荷较后轴重,并且前轮又是转向轮,故前轮工作条件恶劣,轮胎寿命短;上坡行驶时因驱动轮上的附着力减小,汽车爬坡能力降低,特别是在爬越泥泞的坡道时,驱动轮容易打滑并使汽车丧失操纵稳定性;由于后轴负荷小而且制动时轴荷要前移,后轮容易抱死并引起汽车侧滑;当发动机横置时受空间限制,总体布置工作困难,维修与保养时的接近性变差;一旦发生正面碰撞事故,因发动机及其附件损失较大,维修费用高。

目前,我国生产的 Audi100、Santana2000、Jetta、CA7220、Bulck、Passat、Accord、飞度、宝来、中华、富康、英格尔等乘用车,均采用发动机前置前轮驱动的布置形式。

发动机前置前轮驱动时,发动机可以横置或纵置,也可以布置在轴距外、轴距内或者前桥上方。发动机的不同布置方案,对前排座椅的位置、汽车总长、轴距、车身造型、轴荷分配、整备质量、主减速器齿轮形式以及发动机的接近性等均有影响。当发动机横置或纵置在前桥前方时,前围板及前排座椅可以前移,特别是发动机横置时允许的前移量较大,汽车的轴距及总长均能缩短,随之整备质量也减小。发动机纵置在前桥前会使汽车前悬、前轴荷增加,所以此时宜采用轴向尺寸短些的发动机。若发动机布置在前轴之后,受此影响前围板和座椅需后移,同时汽车的轴距和总长均增长、整备质量增加,但前悬缩短,发动机的接近性变坏,这种方案可获得较为合理的轴荷分配。

(2) 发动机前置后轮驱动(FR) 发动机前置后轮驱动乘用车有如下主要优点:轴荷分配合理,因而有利于提高轮胎的使用寿命;前轮不驱动,因而不需要采用等速万向节,这有利于减少制造成本;操纵机构简单;采暖机构简单,且管路短供暖效率高;发动机冷却条件好;上坡行驶时,因驱动轮上的附着力增大,故爬坡能力强;改装为客货两用车或救护车比较容易;有足够大的行李箱空间;因变速器与主减速器分开,故拆装、维修容易;发动机的接近性良好。

发动机前置后轮驱动乘用车的主要缺点是:因为车身地板下方有传动轴,所以地板上有凸起的通道,并使后排座椅中部座垫的厚度减薄,影响了乘坐舒适性;汽车正面与其他物体发生碰撞时,易导致发动机进入车厢,会使前排乘员受到严重伤害;汽车的总长、轴距均较长,整车整备质量增大,同时影响到汽车的燃油经济性和动力性。

发动机前置后轮驱动乘用车因车厢较长,乘坐空间宽敞,行驶平稳,故在发动机排量较大的乘用车上得到应用。

(3) 发动机后置后轮驱动(RR) 对于发动机后置后轮驱动乘用车,除了动力总成(包括发动机、离合器、变速器和主减速器)布置成一体而使结构紧凑以外,还有下述优点:因为发动机后置,汽车前部高度有条件降低,改善了驾驶员视野;同时排气管不必从前部向后延伸,加上可以省掉传动轴,故车厢内地板凸包只需要有较低的高度用来容纳操纵机构的杆件





和加强地板刚度即可，这就改善了后排座椅中间座位乘员出入的条件；整车整备质量小；乘客座椅能够布置在舒适区内；上坡行驶时，由于驱动轮上附着力增加，爬坡能力提高；当发动机布置在轴距外时轴距短，汽车机动性能好。

发动机后置后轮驱动乘用车的主要缺点是：后桥负荷重，使汽车具有过多转向倾向，操纵性变坏；前轮附着力小，高速行驶时转向不稳定，影响操纵稳定性；行李箱在前部，受转向轮转向时要占据一定空间和改善驾驶员视野的影响，行李箱体积不够大；因动力总成在后部，距驾驶员较远，所以操纵机构复杂；驾驶员发现发动机故障不如发动机前置时容易；发动机后置不仅对发动机冷却和前风挡玻璃除霜带来不利，而且发动机工作噪声容易传给乘员，一旦汽车发生追尾事故，又会对后排乘员构成危险；受发动机高度影响，改装为客货两用车或救护车困难。正因为存在有上述较多的缺点，目前乘用车极少采用发动机后置后轮驱动方案。

## 2. 商用车的布置形式

(1) 客车的布置形式 根据客车发动机位置不同，其布置形式有三种：发动机前置后桥驱动，如图 1-6a 所示；发动机中置后桥驱动，如图 1-6b 所示；发动机后置后桥驱动，如图 1-6c 所示。

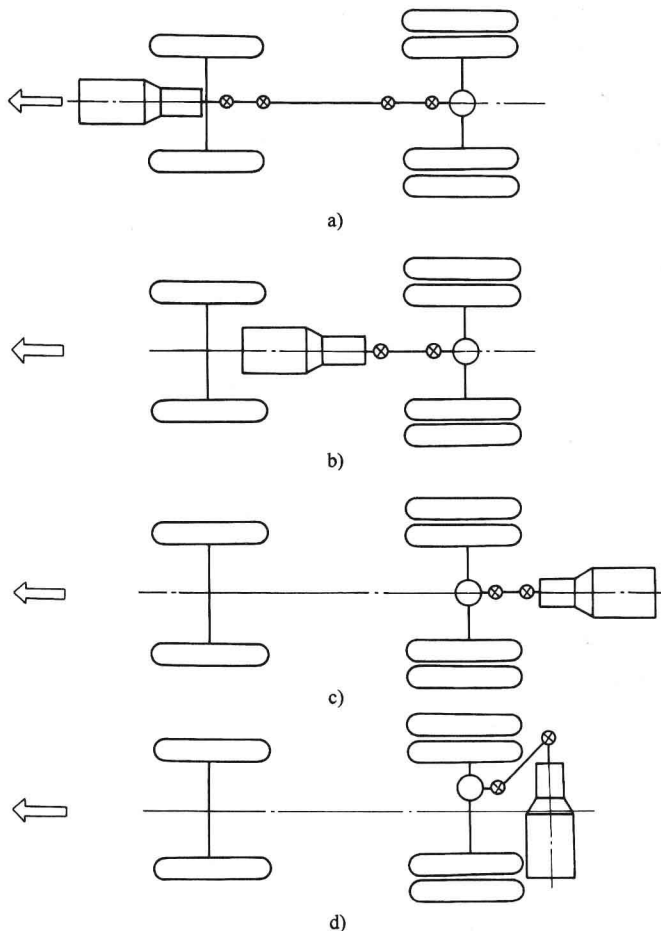


图 1-6 客车的布置形式

a) 发动机前置后桥驱动 b) 发动机中置后桥驱动 c)、d) 发动机后置后桥驱动



发动机前置时，可布置在轴距外或布置在前轴上方。发动机后置时，可以纵置或横置在汽车后部，如图 1-6d 所示。

1) 发动机前置后桥驱动 客车采用这种布置形式的优点是：动力总成操纵机构的结构简单；散热器位于汽车前部，冷却效果好；冬季在散热器罩前部蒙以保护棉被，能改善发动机保温条件；发动机出现故障时驾驶员容易发现；这种布置形式的客车底盘可与货车底盘通用，通用件多，有利于配件供应和维修工作。

客车采用这种布置形式的缺点是：因发动机尺寸大又凸出在地板表面上方，造成车厢面积利用不好，并且布置座椅时会受发动机的限制；由于传动轴要从地板下面通过，致使地板平面距地面较高，乘客上、下车不方便；轴距长时，传动轴长度长，容易产生共振；隔绝发动机振动困难，而且发动机的工作噪声、气味和热量均易传入车厢内，影响乘坐舒适性；检查发动机故障必须在驾驶室内进行，降低了检修工作的舒适性；如果乘客门布置在轴距内，会使车身刚度削弱，若采用前开门布置，虽然可以改善车身刚度，但会使前悬加长，同时使前轴负荷增加，并可能造成转向沉重和前轴超载。

2) 发动机中置后桥驱动 此方案的发动机布置在地板下方，在前轴与后桥之间。这种布置形式的优点是：轴荷分配合理；传动轴的长度短；车厢内面积利用最好，并且布置座椅不会受发动机限制；乘客车门能布置在前轴之前，以利于实现单人管理。

此方案存在的缺点是：发动机必须用水平对置式的，因布置在地板下部，给检修发动机带来困难；驾驶员不容易发现发动机故障；发动机在热带的冷却条件和在寒带的保温条件均不好；发动机的工作噪声、气味、热量和振动均能传入车厢内，影响乘坐舒适性；动力总成的操纵机构复杂；受发动机所在位置影响，地板平面距地面较高，乘客上、下车要么不用低踏板，要么增加踏板级数，两者都增加了上、下车困难；汽车质心位置高；在土路上行驶时，发动机极易被泥土弄脏。

3) 发动机后置后桥驱动 这种布置方案的主要优点是：能较好地隔绝发动机的气味和热量，客车中、前部基本不受发动机工作噪声和振动的影响；检修发动机方便；轴荷分配合理；同时由于后桥簧上质量与簧下质量之比增大，可改善车厢后部的乘坐舒适性；当发动机横置时，车厢面积利用较好，并且布置座椅受发动机影响较少；作为城市间客车使用时，能够在地板下方和客车全宽范围内设立体积很大的行李箱；作为市内用客车不需要行李箱时，因后桥前面的地板下方没有传动轴，则可以降低地板高度，乘客上、下车方便；传动轴长度短。

这种布置方案的缺点是：发动机的冷却条件不好，必须采用冷却效果强的散热器；动力总成的操纵机构复杂；驾驶员不容易发现发动机故障。

(2) 货车的布置形式 货车可以按照驾驶室与发动机相对位置的不同，分为平头式、短头式、长头式和偏置式四种。货车又可以根据发动机位置不同，分为发动机前置、中置和后置三种布置形式。

### 1) 平头式、短头式和长头式货车

① 平头式货车 货车的发动机位于驾驶室内时，称为平头式货车。这种形式货车的布置特点是发动机在驾驶员和副驾驶座位中间，因此驾驶室的前端不需要凸出去，没有独立的发动机舱，如图 1-7a 所示。



平头式货车的主要优点如下：汽车总长和轴距尺寸短，最小转弯直径小，机动性能良好；不需要发动机罩和翼子板，加上总长缩短等因素的影响，汽车整备质量减小；驾驶员视野得到明显改善；采用翻转式驾驶室时能改善发动机及其附件的接近性；汽车货箱与整车的俯视面积之比称为面积利用率，平头式货车的该指标比较高。

平头式货车的主要缺点有：空载时前轴负荷大，因而在坏路上的汽车通过性变坏；因为驾驶室有翻转机构和锁止机构，使机构复杂；进、出驾驶室不如长头式货车方便；离合器、变速器等操纵机构复杂；发动机的工作噪声、气味、热量和振动对驾驶员等均有较大影响；汽车正面与其他物体发生碰撞时，特别是驾驶室高度低些的平头货车，易使驾驶员和前排乘员受到严重伤害的可能性增加，这点不如长头式、短头式货车好。

平头式货车的发动机可以布置在座椅下后部，此时中间座椅处没有很高的凸起，可以布置三人座椅，故得到广泛应用。发动机布置在正、副驾驶员座椅中间形成凸起隔断的布置方案，仅在早期的平头车上得到应用。

平头式货车得到广泛应用。

② 短头式货车 发动机的大部分在驾驶室前部，少部分位于驾驶室外的货车，称为短头式货车，如图 1-7b 所示。这种形式货车车身的结构特点是：因发动机大部分突出在驾驶室前部，所以发动机有独立的发动机舱和单独的罩盖，发动机舱与驾驶室共同形成货车的车头部分。

短头式货车的主要优点是：与长头式货车比较，汽车的总长和轴距得到缩短，最小转弯直径小，机动性能虽然好于长头式货车，但不如平头式货车；驾驶员视野不如平头式货车好，但与长头式货车比较，还是得到改善；动力总成操纵机构简单；发动机的工作噪声、气味、热量和振动对驾驶员的影响与平头式货车比较得到很大改善，但不如长头式货车；位于驾驶室外的发动机后部的接近性不好，并且导致驾驶室内部空间拥挤，给布置踏板工作带来困难，同样给前轮后移也带来类似的问题，通过增加地板高度可以改善布置踏板的困难，不

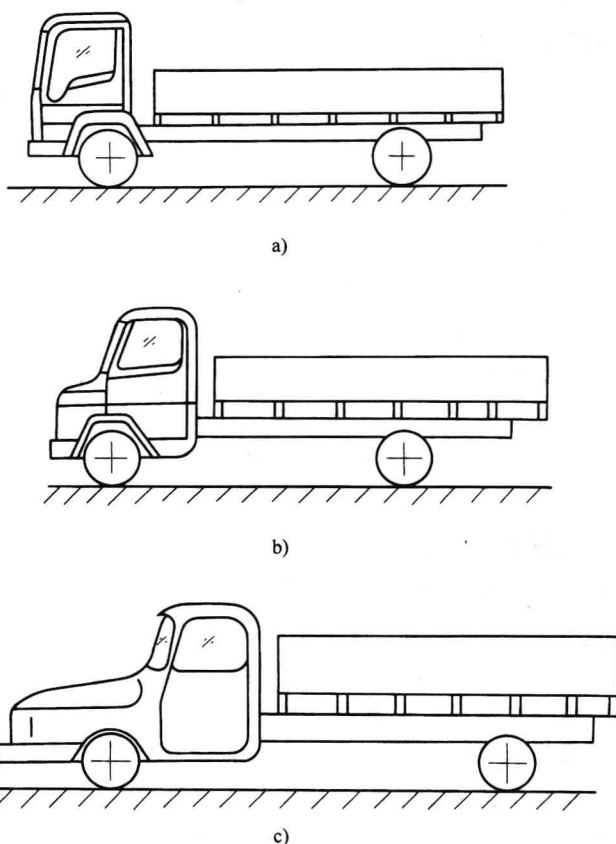


图 1-7 货车的布置形式

a) 平头式 b) 短头式 c) 长头式



过这又会产生上、下车不够方便的矛盾；汽车正面与其他物体发生碰撞时，驾驶员和前排乘员受到的伤害程度比平头式货车要轻得多。

③ 长头式货车 货车的发动机位于驾驶室前部，称为长头式货车，如图 1-7c 所示。这种形式货车车身部分的结构特点与短头式货车相同，只是发动机舱和车头部分更长些。

长头式货车的主要优点有：发动机及其附件的接近性好，便于检修工作；汽车满载时前轴负荷小，有利于在坏路面上行驶时提高汽车的通过能力；地板低，驾驶员上、下车方便；离合器、变速器等操纵机构简单，易于布置；发动机的工作噪声、气味、热量和振动对驾驶员的影响很小；汽车正面与其他物体发生碰撞时，驾驶员和前排乘员受到的伤害程度比平头式货车要好得多。

长头式货车的主要缺点有：汽车总长与轴距均较长，因而最小转弯直径较大，机动性能不好；汽车整备质量大；驾驶员的视野不如短头式货车，更不如平头式货车好；面积利用率低。

偏置式驾驶室的货车主要用于重型矿用自卸车上。它具有平头式货车的一些优点，如轴距短、视野良好等，此外，还具有驾驶室通风条件好、维修发动机方便等优点。

## 2) 发动机前置、中置、后置

① 发动机前置后桥驱动货车 发动机前置后桥驱动货车的主要优点是：可以采用直列、V 型或卧式发动机；发现发动机故障容易；发动机的接近性良好，维修方便；离合器、变速器等操纵机构的结构简单，容易布置；货箱地板高度低。

发动机前置后桥驱动货车的主要缺点是：如果采用平头式驾驶室，而且将发动机布置在前轴之上，处于驾驶员、副驾驶座位之间时，驾驶室内部拥挤，隔绝发动机工作噪声、气味、热量和振动的工作困难，离合器、变速器等操纵机构复杂；如果采用长头式驾驶室，在增加整车长度的同时，为保证驾驶员有良好的视野，需将座椅布置得高些，这又会增加整车和整车质心高度以及一些其他方面显而易见的缺点。

② 发动机中置后桥驱动货车 发动机中置后桥驱动货车，可以采用水平对置式发动机布置在货箱下方，因发动机通用性不好，需特殊设计，故维修不便；离合器、变速器等操纵机构结构复杂；因发动机距地面近，容易被车轮带起的泥土弄脏；受发动机位置影响，货箱地板高度高。因为这种布置形式的缺点多，并且难以克服，故已不再采用。

③ 发动机后置后桥驱动货车 这种布置形式的货车是在发动机后置后桥驱动的乘用车底盘基础上变型而来，所以已极少采用。它的主要缺点是离合器、变速器等操纵机构结构复杂；发现发动机故障和维修发动机都困难以及发动机容易被泥土弄脏；后桥容易超载等。

(3) 越野车的布置形式 越野车特别是轴数多的越野车，主要是在传动系、轴距和采用转向轮的方案上有较大的区别。不同方案对传动系的复杂程度、汽车的通过能力、最小转弯直径以及零件的互换性等有影响。根据驱动桥数不同，越野车分为  $4 \times 4$ 、 $6 \times 6$ 、 $8 \times 8$  等形式。

图 1-8 为拥有非贯通式驱动桥的  $6 \times 6$  越野汽车，特点是动力由发动机传至分动器，然