

林 宁 主 编

# 汽车 设计

机械工业出版社

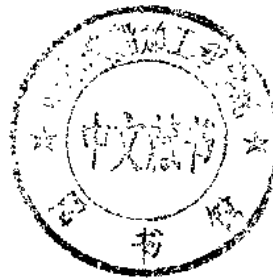


U462  
L59

449687

# 汽车设计

林 宁 主编



00449687

2



机械工业出版社

本书介绍了汽车整车、传动系、转向系、制动系、行驶系等的布置方案分析、结构选型、性能参数确定及主要总成和零部件的设计计算方法。可作为高等院校有关专业的教材，也可作为有关行业工程技术人员的参考书。

DW 57/26

### 图书在版编目 (CIP) 数据

汽车设计/李宁主编. - 北京: 机械工业出版社  
1999. 8

ISBN 7-111-07308-8

I. 汽… II. 林… III. 汽车-设计 IV. U462

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 45025 号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 吴柏青 张亚秋 版式设计: 冉晓华 责任校对: 孙志筠

封面设计: 姚 毅 责任印制: 路 琳

中面建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm<sup>1/16</sup> · 10.75 印张 · 257 千字

0 001 - 4000 册

定价: 18.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677 - 2527

## 前 言

近年来，汽车技术的发展日新月异，而且随着零部件制造专业化水平的提高，汽车的各个研究领域也日趋高度专业化。汽车设计涉及的内容如此广泛，以至于要想以有限的篇幅给予详细的介绍是非常困难的，所以本书以汽车构造和汽车理论为基础，重点介绍与汽车结构特点有关的设计计算方法，至于与一般通用的机械设计知识有明显共同之处的内容，本书予以省略。

本书是一部以实际应用知识为主体的专业书籍，对汽车设计人员的工作有很好的参考作用，也可以为今后从事有关汽车的技术工作的人员打下良好的基础。本书的目的是使读者掌握基本的汽车整车设计和分析方法，并能合理选择结构方案及各类有关的参数，学到除发动机之外的汽车各个系统或总成设计的一般方法以及一些主要零部件的设计和计算方法。

本书可以作为高等院校汽车类专业的参者教材，也可供从事汽车设计或与汽车相关工作的技术人员阅读。

本书由武汉汽车工业大学汽车工程学院李宁主编，参加编写的有李宁（绪论、第一、五、七章）、钟绍华（第三、四章）、朱机英（第二、六、八章）、黄妙华（第六章）。

由于本书编写者的水平所限，书中难免存在着一些错误和疏漏，着有幸得到读者的指正，编写者将非常感谢。

本书参考和引用了所列参考文献中的一些内容和观点，在此谨向这些文献的作者深表谢意。

# 目 录

前言		
绪论	1	
<b>第一章 汽车的总体设计</b>	<b>5</b>	
第一节 概述	5	
第二节 汽车型式和主要尺寸的选择	7	
第三节 汽车主要参数和轮胎的选择	10	
第四节 汽车发动机的选择	14	
第五节 汽车的总体布置	16	
第六节 客车车厢布置及人体工程校核	21	
第七节 相关部件的运动校核	29	
<b>第二章 离合器设计</b>	<b>32</b>	
第一节 离合器的功用与要求	32	
第二节 离合器的工作原理	32	
第三节 离合器结构型式的选择	34	
第四节 离合器的设计	39	
<b>第三章 机械式变速器设计</b>	<b>44</b>	
第一节 变速器的功用及设计要求	44	
第二节 变速器的布置方案	44	
第三节 变速器主要零部件的结构方案	50	
第四节 变速器操纵机构设计	54	
第五节 变速器主要参数的选择	58	
第六节 同步器设计	68	
<b>第四章 万向节和传动轴设计</b>	<b>72</b>	
第一节 万向节传动的设计要求	72	
第二节 万向节传动的运动分析与 受力分析	73	
第三节 万向节设计	76	
第四节 传动轴设计	82	
第五节 中间支承	83	
<b>第五章 驱动桥设计</b>	<b>85</b>	
第一节 驱动桥型式的选择	85	
第二节 主减速器的型式特点	86	
第三节 主减速器计算载荷的确定	89	
第四节 主减速器锥齿轮的参数选择	91	
第五节 主减速器弧齿锥齿轮与准双曲面齿轮 强度计算及材料选择	94	
第六节 主减速器结构的设计	97	
第七节 主减速器锥齿轮轴承的载荷	99	
第八节 差速器设计	101	
第九节 车轮传动装置设计	104	
第十节 驱动桥壳设计	106	
<b>第六章 悬架设计</b>	<b>109</b>	
第一节 悬架的功用和要求	109	
第二节 悬架的结构型式分析	109	
第三节 悬架性能参数的选取	113	
第四节 弹性元件	115	
第五节 独立悬架导向机构的设计	123	
第六节 减振器的设计	128	
<b>第七章 转向系设计</b>	<b>131</b>	
第一节 转向系的主要性能参数	131	
第二节 转向梯形机构的设计	136	
第三节 转向系部件结构型式及选择	138	
<b>第八章 制动系设计</b>	<b>146</b>	
第一节 制动系的功用和要求	146	
第二节 制动器的主要性能参数	146	
第三节 制动器的设计	150	
第四节 制动驱动机构设计	161	
参考文献	165	

## 绪 论

汽车诞生一百多年来，其技术经过不断地发展，到现在已经成为集传统工业和高新科技为一身的典型的机电产品，而围绕汽车工业的庞大工业体系也发展成为世界上屈指可数的企业群体。尽管在各个国家都有许多传统的机械工业陷入困境，甚至面临巨大的危机，但汽车工业却一直保持着良好的发展势头，其发展水平也被公认为衡量一个国家总体科学技术水平的标志之一。

是什么原因使汽车工业得以屡次避免危机呢？首先，汽车有着其他交通运输工具无法替代的特点。现代化高等级公路逐年发展，以汽车作为旅行或运输工具，一般无需中途转乘就可以直接到达目的地。随着运输吨位的增加及集装箱运输的发展，汽车运输成本低、方式灵活的特长也就更加显示出其独特的优越性。所以在发达国家，公路运输已经取代了大部分的铁路运输，汽车成为日常生活中不可缺少的交通工具，汽车市场也因而常盛不衰。其次，因为存在着巨大的市场经济利益驱动，汽车行业始终保持着灵活的运作机制，善于借鉴、消化和吸收其他领域的先进技术，所以在性能上和价格上不断地满足了日益挑剔的市场需求。另外，在汽车制造业的外围，有大批不同的行业围绕汽车配套和服务得以生存，而这些行业又同时是汽车的巨大消费市场，汽车制造业与它们一荣俱荣，一损俱损，所以整个与汽车相关的行业成为促进国家经济发展的关键经济集团。几乎每一个发达国家都必须在制定法律和政策时考虑对汽车及其相关行业的影响，并在必要时向其倾斜。

在发达国家，由于以计算机产业为先导而带来的各科技领域的巨大变化，使各国在汽车生产领域逐步改变了传统的大批量、少品种的模式，汽车多品种设计、小批量制造的模式开始变成流行的趋势，并在技术和管理方面逐渐成熟。这种发展趋势给汽车的设计和制造带来了一个矛盾，即：从销售策略出发，希望汽车能够多品种、小批量生产，以尽可能满足多种用户的需要；而从提高质量和降低价格策略出发，希望零部件能够少品种、大批量生产，以尽可能简化生产过程、减少设备投资。随着这个矛盾的日益突出，目前要想完成一个优秀的汽车整车设计，所需的知识变得越来越庞杂；要想设计出高质量的汽车总成和零部件，所需的知识又变得越来越高深。

目前在发达国家的大多数中、高级轿车和高性能的军用车辆上，从发动机到制动系、行驶系、传动系以及转向系，各汽车生产厂家都逐步在传统机械装置基础上，研制开发以微型计算机控制单元（ECU）为核心的电子控制装置，以此作为改善汽车性能的有力手段。进入90年代以来，各种电子控制装置已经成为发达国家中、高级轿车构造中的重要组成部分，电子控制装置在汽车零部件中所占的比例已经从70年代的不足10%上升到30%以上，并且这个比例还在不断地上升。

在汽车制动系中，电子控制制动防抱死装置，通过安装在各个车轴或车轮上的转速传感器，随时检测制动车轮的转动状态。当开始制动时，控制单元（ECU）根据车轮的抱死程度控制制动系统中的压力变化，使制动车轮的滑转率保持在最大附着力点附近，因而在汽车紧急制动的情况下，大大减少了因车轮抱死而造成汽车侧滑之类操纵失控的危险。

在汽车行驶系中,电子控制半主动式或主动式悬架装置的 ECU 通过车速传感器、转向盘转角传感器、油门踏板位置传感器、制动踏板位置传感器、车身侧倾传感器、车身振动加速度传感器等传递来的信号,经运算后控制各个油气悬架的刚度和阻尼变化。因而不论在何种路面上行驶,均可将车身上的振动加速度控制在人体允许的范围之内,大大提高了汽车的行驶平顺性。另外,电子控制油气悬架还可以随时调整车身的行驶姿态和高度,使汽车在转向、制动和起动等工况下不至于产生大的侧倾和俯仰。

在汽车传动系中,电子控制液力传动装置或行星轮系通过发动机转速传感器、油门踏板位置传感器和变速杆档位传感器等传递的信号,经 ECU 运算后控制变速器自动换档,使变速器档位随发动机转速的变化始终处在优化的匹配状态下工作,以获得最佳的动力性和经济性,并简化驾驶员的操作,缩短汽车加速时间。另外,若采用全轮驱动防滑控制装置,ECU 还可以根据驱动轮的附着情况控制轮间和轴间差速器,以调整各个车轮的驱动转矩,达到最佳的驱动状态。

在汽车转向系中,电子控制的液力助力或电动助力转向装置通过车速传感器和转向盘转矩传感器等传递的信号,经 ECU 运算后,控制助力装置的动力变化。在汽车低速行驶时增大转向助力的动力,在汽车高速行驶时减小甚至反向增大转向助力的动力,以使低速时转向轻便,高速时保持转向手感。

由以上可见,随着汽车技术的不断发展,要成为一个合格的汽车设计人员,除熟练掌握传统的机械工程知识之外,还应具备一定的电工、电子、计算机、工程材料、美术及经营管理知识。

随着社会的不断发展,现代汽车设计方法的发展也日新月异。归纳起来,现代汽车设计方法大致可分成几大类:有限元设计方法、可靠性设计方法、优化设计方法和计算机辅助设计(CAD)方法等。需要说明的是,这些现代的汽车设计方法并不是各自孤立的,它们既有自己的优势,又互相渗透,在汽车设计的技术领域中发挥着各自的重要作用。

有限元设计方法大量地应用于汽车零部件的设计计算,以解决复杂形状零部件的整体变形和应力分布的分析计算问题,使得一些薄弱环节在图纸设计阶段就可以被发现并作出适当的修改。目前在汽车设计中,有限元方法普遍地应用于车架和车身的强度计算、车架和车身的振动特性分析、车身的结构动态特性对车内噪声的影响分析等。另外在发动机的曲轴和连杆、变速器的壳体和齿轮、车桥的壳体和齿轮、转向系的转向节臂、悬架系的钢板弹簧和导向装置、车轮的轮辋、制动系的制动毂和制动盘等一些形状复杂的重要零部件的应力和变形计算中,有限元方法也提供了有力的设计手段。

可靠性设计方法随着汽车结构和使用条件日趋复杂化而在汽车设计中得以应用并推广。与传统的安全系数设计方法相比,建立在大量统计数据基础上的可靠性设计方法有较大的不同。它以概率论和数理统计为理论依据,利用应力-强度模型,对汽车零部件的寿命进行较精确的计算,从而在设计阶段就有可能合理地解决汽车零部件的强度与轻量化之间的矛盾。在零部件计算的基础上,可靠性设计方法还可将复杂系统模型化,既能进一步计算出汽车总成和整车的可靠性,又能将总成或整车的可靠性要求分解到各个零部件上。

优化设计方法在数学规划法的基础上,随着计算机技术的发展而发展起来,它适用于影响因素众多、计算技术复杂的多种设计方案的选择。优化设计方法提供了一种选优的最佳路径,在路径中针对具体问题的计算方法可以是多种多样的。因而,有限元设计方法、可靠性

设计方法以及传统的设计方法都可以与优化设计方法很好地结合而发挥更大的作用。汽车设计中的影响因素是非常多的，而且可供选择的设计方案也为数众多，加之计算比较复杂，所以采用优化设计方法，可以将传统的设计内容、现代的设计方法和现代的设计手段较好地结合起来，最大限度地协调各种技术指标，使设计出的汽车尽可能满足出自多种角度考虑的设计要求。

计算机辅助设计（CAD）方法充分发挥了人和计算机系统的优势，是一种人一机结合解决技术问题的现代方法。应用 CAD 技术，可以将各种现代的设计计算技术、计算机制图技术、人工智能技术、技术经济分析技术等有机地结合起来，极大地激发设计人员的创造力，缩短产品的设计周期，提高产品的设计质量。汽车的 CAD 系统一般可以完成一个完整的汽车整车或零部件的设计过程，它包括：输入关键数据进行几何造型；利用多种计算和分析方法进行工程分析；从生产工艺的角度进行设计评价；按照设计完成的数据进行自动绘图。

尽管现代汽车设计所采用的技术手段和设计方法与传统汽车设计所采用的技术手段和设计方法相比有很大的不同，但万变不离其宗，一些基本的传统设计方法仍然是进行汽车设计的基础。尤其在我国，目前无论是汽车技术的发展水平，还是汽车设计的技术手段，都尚未具备全面使用现代设计方法的良好条件，所以，还是大量地以传统的技术手段和设计方法为主进行基础性的汽车设计工作。从另一个方面来看，汽车设计的大多数现代设计方法也是在传统设计方法的基础上发展起来的。因此，在学习汽车设计的知识时，首先应该掌握最基本的传统设计方法，只有在这个基础上，才有可能进一步掌握和应用现代的一些汽车设计新方法。

不同类型的汽车在构造上有着很大的差别，在性能方面的要求也不尽相同。所以对汽车设计而言，不存在一套必须遵循的固定方法。针对不同型式的汽车构造，就应该采用与之相适应的设计计算方法，以满足汽车使用性能要求为最终目标。尽管如此，在大多数情况下，汽车设计还是有一些普遍适用的主要原则。这些主要原则归纳起来，大致可以分为以下几个方面。

#### （一）用户第一原则

汽车是工业产品，但也可以看成是一个艺术品。所以，评价一台汽车所涉及到的评价标准是多方面的，并且极具社会性和时代性。作为购车的客户或用车的用户，一般都会将以下项目纳入自己的考虑范围：

- 1) 造型是否有时代感，能否体现使用者的社会地位或阶层；
- 2) 乘座是否舒适，操纵是否方便；
- 3) 工作是否可靠，维修是否便利；
- 4) 各项技术性能是否满足使用需要；
- 5) 售价是否合理；
- 6) 使用和维修的费用是否便宜。

从以上的考虑可以看出，作为一个汽车设计人员，应该将自己置于用户的位置，做到非常熟悉汽车并能自己驾驶汽车，更进一步，还能够进行汽车的保养和修理，这样才能够实践中积累丰富的经验，并从使用者的角度考虑汽车设计问题，成为一个优秀的汽车设计师。

#### （二）贯彻“三化”原则

现代汽车一般是以批量生产为主要方式，从质量保证和经济效益方面考虑，在设计过程



中始终应该贯彻“三化”的原则，即：产品系列化、零部件通用化和零部件设计标准化。

在设计一个新车型时，一定要考虑兼顾它的系列化变型的要求，在设计过程中完成变型系列的设计，或为之留出设计余地。汽车生产一般是由各个零部件的专业生产厂家按汽车总体设计的要求制造各种零部件，总装厂选用这些零部件并加以组装，经必要的检验后最终完成一台汽车的生产。大部分零部件生产厂家都为多个品种的汽车提供零部件，所以在设计零部件时，应该把同类的零部件进行合理的分档并加以系列化，以满足尽可能多的汽车品种的要求。

在系列化的基础上可以比较容易地达到零部件的通用化，这样可以在相近的车型上采用相同的零部件，以便大大降低制造成本。零部件设计的标准化给系列化和通用化创造了条件，最终可以设计出高质量、低价格、易维修的汽车。

现代汽车是大规模生产的产物，一旦设计方案确定并实施生产以后，就必须运转起庞大的工装设备，组织起复杂的后勤保障体系。因此设计的汽车一旦实施生产后，那怕是作出很小的设计改动，也会造成巨大的经济损失。所以在进行汽车设计的整个过程中，对任何一个微小的设计，都要全盘考虑，慎之又慎。

### （三）层次设计原则

汽车设计过程从整车到零部件大体可以分为三个层次，上一个层次是下一个层次的设计依据，而下一个层次主要围绕着如何满足上一个层次的基本技术要求来进行工作。

第一个层次包括汽车总体设计选型、外型造型设计、总布置尺寸、各系统或总成的性能要求和主要参数选择等内容。在这个层次决定了汽车的造型特点、主要用途、基本性能、价格范围、用户阶层以及生产纲领。

第二个层次包括汽车各个系统或总成结构型式的选择、各种总成结构型式满足汽车整体性能的分析计算、特殊的运动系统或总成的运动校核等内容。在这个层次决定了汽车所采用的技术是否先进、汽车总体设计是否合理、基本性能是否能保证、是否做到了产品系列化和零部件通用化，以及制造价格能否控制在较低水平。

第三个层次包括汽车主要零部件结构型式的选择、零部件的受力分析、运动分析、主要参数和材料的选择、强度计算以及初步的制造工艺分析等内容。在这个层次决定了汽车各总成基本性能的保证手段，零部件的标准化程度、零部件生产的组织规模以及提高零部件质量并降低造价的途径。

### （四）遵循法规原则

汽车的出现极大地提高了社会运行的效率，但如果设计和使用不当，也会给社会造成相当大的危害。所以关于汽车的设计、制造和使用，各国都制定了一系列的法规，而且执行起来也越来越严格。在汽车设计过程的开始，就应该收集并考虑遵循汽车使用地区的有关法规。这些法规主要与环境保护和交通安全有关。与环境保护有关的法规主要涉及汽车排放、电磁辐射、噪声等方面，与交通安全有关的法规主要涉及汽车外型、尺寸、总重、轴荷、转向、制动、灯光、信号、消防等方面。各国或各地区的有关汽车的法规逐年修改和完善，在设计汽车的过程中，应该随时注意法规的变化。

# 第一章 汽车的总体设计

## 第一节 概 述

汽车总体设计与汽车的使用性能、艺术造型及制造成本有着密切的关系，在很大程度上决定着汽车销售的成败。因此，在汽车设计的开始阶段就应该十分重视总体设计，为汽车进入市场打下良好的基础。

### 一、汽车总体设计的特点

(1) 汽车的造型和色彩有着极深的地域文化和社会阶层背景，极大地影响着销售水平，所以设计者具有较高的文化素养，方能设计出高水准的汽车。

(2) 汽车运行在多变的工作环境中，所以设计者应该详细调查设计对象的使用条件，保证汽车良好的环境适应性。

(3) 汽车具有产量大、品种多的特点，所以设计者应该充分考虑产品的系列化、通用化和标准化，以达到提高产品质量、降低生产成本的目的。

(4) 汽车是综合性的产业，而且与环境保护有密切的关系，所以设计者应该了解多种行业的发展现状以及与汽车有关的各种法规，使设计出的汽车有市场竞争力。

### 二、汽车总体设计的任务

(1) 结合目标产品的用途、销售对象、控制成本及生产纲领选择性能指标，提出整体方案，为部件设计提供依据。

(2) 布置部件总成并计算，使汽车能满足主要性能的要求；进行部件的运动校核，使相对运动的部件不会产生互相干涉。

(3) 考虑制造中的工艺、成本问题和使用中的维修问题，并结合系列变型车的要求，对设计进行修改。

### 三、汽车总体设计的一般顺序

#### (一) 制订设计方案和选型

制订设计方案和选型需要大量专业知识和经验，是比较细致和繁琐的工作，通常没有统一的固定模式，但一般需要进行以下工作：

(1) 收集国内外同类型汽车的技术资料，掌握同类型汽车的性能参数、部件结构、产品系列、发展水平、适用法规等信息。

(2) 调查同类型汽车在实际使用中的动力性、经济性、舒适性、稳定性、可靠性、维修性等情况，分析各自的优缺点。

(3) 了解本企业的生产设备、工艺水平、员工素质等条件，掌握本企业的技术优势和劣势。

(4) 给出主要技术性能和经济指标，并制订出技术性能、经济指标、技术继承性和使用维修性等的优先保证项目。

(5) 在上述基础上作出简化各个总成的多种设计方案草图，对各方案的优缺点进行比较。

(6) 进行车身总布置设计，确定整车的主要尺寸、质量参数及各主要总成的基本型式，大致计算主要性能。

(7) 根据总布置设计，画出车身彩色效果图，制作 1:5 左右的车身外形模型，进行风洞试验，根据试验结果和制造工艺需要对总布置和车身造型作进一步修改。

## (二) 编写设计任务书

设计任务书是设计方案的书面总结，为以后的设计、试验及工艺准备提供了依据。设计任务书除附有汽车总布置草图和造型效果图之外，一般应大致包括以下主要内容：

- (1) 设计依据、设计原则和技术论证意见；
- (2) 产品型号、整车布置型式及主要技术规格和参数；
- (3) 使用的可靠性、寿命和环境的适应性；
- (4) 各主要部件的结构型式和特性参数；
- (5) 国内外同类汽车技术性能的分析 and 对比；
- (6) 本车拟采用的新技术、新材料和新工艺；
- (7) 系列化、标准化和通用化的水平；
- (8) 生产纲领、生产方式、设备条件、目标成本和技术经济分析；
- (9) 维修保养的方便性和续驶里程。

## (三) 技术设计

设计任务书批准后，对汽车各部件的设计便全面展开。此时总体设计的工作就是协调整车与部件及部件与部件之间的关系。在这个阶段，一般应进行以下的工作：

- (1) 做不小于 1:2 的尺寸技术图，精确地确定各部件的位置及支承连接方式；
- (2) 给出各部件的技术尺寸和控制质（重）量；
- (3) 做各部件的运动空间和运动干涉的校核；
- (4) 对各部件提出具体的设计要求；
- (5) 给出准确的整车尺寸、数据及设计载荷；

## (四) 绘制总装配图

完成各部件的零件图和总图，经设计和工艺审查后即可绘制总装配图，以便进行图面装配，核算并标注汽车的外形尺寸和各项尺寸链。

## (五) 试制、试验、修改和定型

试制可以及时发现设计中的问题，以便在投产前得到解决。各部件完成后应模对其是否符合控制质（重）量，整车试装配后应该核对各主要尺寸和参数是否符合设计要求。总装配后，应在有设计人员参加的情况下，按照有关的各种标准进行整车试验，找出存在的问题；为下一轮试制做准备。一般来说从新车设计到定型投产要经过 2~3 轮的试制、试验和修改过程。

## 第二节 汽车型式和主要尺寸的选择

### 一、汽车型式的选择

汽车的型式包括汽车轴数、驱动型式、布置型式和车身型式。

#### (一) 轴数和驱动型式

公路车辆允许的单后轴负荷为 130kN，双后轴负荷为 240kN，双轴汽车前后轴总负荷一般不大于 190kN，三轴汽车前后轴总负荷不大于 320kN。

总质量小于 19t 的公路车辆广泛采用 4×2 的驱动型式，总质量在 19t 以上至 26t 的公路车辆常采用 6×4 或 6×2 的驱动型式，总质量更大的公路车辆则采用 8×4 的驱动型式。

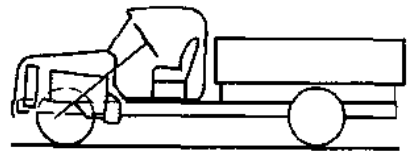
对于越野汽车，为了提高其通过性，一般采用全轮驱动，而大型越野车辆可以采用全轮驱动，也可采用 6×4 等型式的多轴驱动方案。

#### (二) 布置型式

汽车的布置型式指的是发动机、驱动装置和车身的相互位置关系。

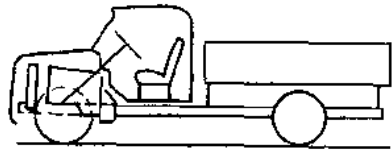
1. 货车的布置型式 按驾驶室与发动机的相对位置的不同，货车可分为如下的几种型式。

(1) 长头式 发动机布置在驾驶室之前如图 1-1a 所示。其优点是维修发动机方便，换挡操纵系统容易布置，驾驶室隔振隔热效果好；缺点是载货面积利用率低，整车总长较大，转向不灵活，驾驶员视野较差。



a)

(2) 平头式 发动机布置在驾驶室下方如图 1-2 所示，其优点和缺点正好与长头式相反。平头式布置又有发动机在前轴之上两侧座位之间、在前轴之上座位之下、发动机在前轴之后座位之下等几种型式。图 a 的发动机位置较高，容易维修，整车高度可以降低，但驾驶室拥挤，隔振隔热困难，一般用在重型车。图 b 和图 c 的发动机位置较低，驾驶室较宽敞，隔振隔热较好，一般用在轻型车。考虑维修的方便性，有些平头车将驾驶室设计成可以向前翻转打开的型式。



b)

图 1-1 长头式和短头式布置型式

a) 长头式 b) 短头式

(3) 短头式 发动机后边一部分伸进驾驶室内如图 1-1b 所示，这种布置型式综合了长头式和平头式的特点。

2. 大客车的布置型式 现代的大客车基本上采用平头式。按车身与发动机的相对位置的不同（图 1-3），可分为如下的几种型式。

(1) 发动机前置 其优点是与货车通用件较多，易于制造，维修方便，换挡操纵机构简单易布置；缺点是车内噪声大，隔振隔热困难，由于发动机罩的存在使乘客面积利用率减小，前轴易过载使轴荷不容易达到理想分配。

(2) 发动机中置 其优点是车内噪声小，乘客面积利用率高；缺点是需要专门设计发动机，发动机冷却、防尘、维修都比较困难，车内地板较高，换挡操纵机构复杂。目前这种布置型式采用的不多。

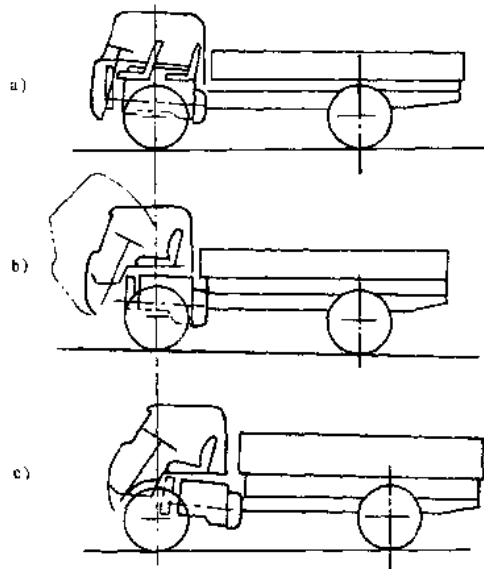


图 1-2 平头式的几种布置型式

a) 发动机在前轴之上座椅之间 b) 发动机在前轴之上座椅之下 c) 发动机在前轴之后座椅之下

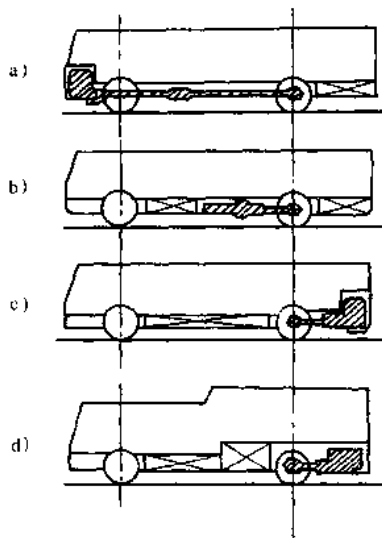


图 1-3 大客车的布置型式

a) 发动机前置 b) 发动机中置 c) 发动机后横置 d) 发动机后纵置

(3) 发动机后(横、纵)置 其优点是车内噪声小, 隔振隔热容易, 乘客面积利用率高, 可在地板下设置较大的行李厢, 轴荷分配合理, 发动机维修方便; 缺点是换挡操纵机构复杂, 发动机防尘困难, 驾驶员远离发动机不易及时判断故障。

3. 轿车的布置型式 按发动机位置和驱动型式不同(图 1-4), 可分为如下几种型式。

(1) 前置后驱动 这是目前仍广泛使用于高、中级轿车的传统布置型式, 其优点是操纵稳定性和行驶平顺性好, 轴荷分配均匀, 换挡操纵机构简单; 缺点是动力传动系统部件多, 造成自身质量大, 传动轴的存在使得地板难以降低。

(2) 后置后驱动 这是用于微型轿车的一种布置型式, 其优点是自身质量小, 结构紧凑, 机动灵活性好; 缺点是高速转向不稳定, 有过度转向的倾向, 换挡操纵机构复杂, 后座噪声大, 现在较少采用。

(3) 前置前驱动 这是目前广泛使用于微型级、中级轿车的布置型式, 其优点是发动机和动力传动系统布置紧凑, 地板降低, 因有不足转向倾向而操纵稳定性好, 易于向客货两用车变型, 转向加速时由于前轮驱动力的作用减少侧滑; 缺点是上坡时驱动轮的附着力减小, 后座无人时后轮制动易抱死, 前轮驱动兼转向使得结构复杂, 轮胎易磨损。

(三) 悬架的型式

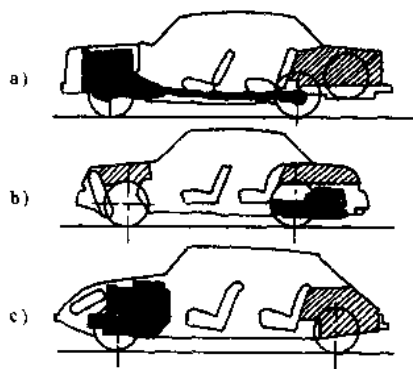


图 1-4 轿车的布置型式

a) 前置后驱动 b) 后置后驱动 c) 前置前驱动

悬架型式的选择对发动机和传动系的布置、整车质心的高低、汽车的操纵稳定性和行驶平顺性的好坏有着很大的影响。

非独立悬架一般用于中型以上的货车和客车，并采用钢板弹簧作为弹性元件。这种型式的悬架结构简单，造价低，维修方便，因此使用得非常广泛；但是整车的质心高，弹簧刚度大，非簧载质量大，前悬架容易产生摆振，对行驶稳定性和平顺性非常不利。

独立悬架一般用于轿车的前后悬架或者小型客货车的前悬架，并采用刚度较小的弹簧作为弹性元件。由于取消了整体的车轴，所以可以降低发动机的高度，进而降低整车的质心高度，如果再加上导向机构的选择适当而减小了前轮的摆振，就可以大大提高汽车的行驶稳定性和平顺性。

## 二、汽车主要尺寸的选择

### (一) 轴距

轴距短，汽车的通过性和机动性得以提高，但制动时轴荷转移大，制动性和操纵稳定性变坏，车身的纵向角振动也加大。所以一般来说，应在汽车的主要性能、装载量和轴荷分配等条件得到满足的情况下，将轴距设计得短一些。表 1-1 给出了各类汽车轴距的取值范围。

原则上讲：对机动性的要求越高，轴距选取应相对短些；对乘坐舒适性和操纵稳定性要求越高，轴距选取应相对长些；为满足多种用户的需要，针对同一种车，应设计出基本型、长轴距和短轴距等几种变型。

表 1-1 各类汽车的轴距和轮距

车 型	类 型	轴距 $L/m$	轮距 $B/m$
4×2 货车	总质量 $m_d/t$	< 2.2	1.7 ~ 2.9
		2.2 ~ 3.0	2.3 ~ 3.2
		3.5 ~ 5.0	2.6 ~ 3.3
		6.0 ~ 9.0	3.6 ~ 4.2
		10.0 ~ 14.0	3.6 ~ 5.5
		14.0 ~ 17.0	4.5 ~ 5.6
矿用车	总质量 $m_d/t$	< 60	3.2 ~ 4.2
		> 60	3.9 ~ 4.8
大客车	城市大客车 (单车)	4.5 ~ 5.0	1.74 ~ 2.05
	长途大客车 (单车)	5.0 ~ 6.5	1.74 ~ 2.05
轿车	微 型	1.65 ~ 2.40	1.10 ~ 1.27
	轻 型	2.10 ~ 2.54	1.15 ~ 1.50
	中 型	2.50 ~ 2.86	1.30 ~ 1.50
	中、高级	2.80 ~ 3.40	1.40 ~ 1.58
	高 级	3.40 ~ 3.90	1.56 ~ 1.63

### (二) 轮距

将轮距选取得大一些，对提高汽车的横向稳定性有益处，但必须与要求的汽车总宽相适应。对越野汽车而言，前后轮距应保持一致，以减少滚动阻力，提高通过性。轮距的选取见

表 1-1。后轮采用双胎的汽车，其后轮轮距是指左轮双胎中间到右轮双胎中间之间的距离。

### (三) 外廓尺寸

各国都对公路行驶车辆的外廓尺寸制定了法规加以限制。我国的法规规定：汽车的总高不得大于 4m，不包括后视镜的总宽不大于 2.5m，外开式车窗和后视镜等的突出部位宽度不得大于 250mm，牵引车带半挂车的总长度不得大于 16m，汽车拖带挂车的总长度不得大于 20m，挂车长度不大于 8m。对于在特殊环境下使用的重型矿用车则不作严格的外廓尺寸限制。

## 第三节 汽车主要参数和轮胎的选择

汽车的主要参数一般指质量参数和性能参数，而轮胎的选择与这些参数有着密切的关系。

### 一、汽车质量参数的确定

#### (一) 装载量 (载容量)

各类汽车的装载量除了应满足汽车的用途、运输的经济效益和使用条件外，还应符合行业产品规划中对装载量系列化的要求。一般用途汽车的装载量是指在良好路面上行驶时所允许的额定数值，越野汽车的装载量是指在越野行驶时允许的额定数值。轿车的装载量用座位数表示，微型和轻型轿车为 2~4 座，中、高级轿车为 4~7 座。长途或旅游大客车的载客量就是座位数，而城市大客车的载客量应包括站立的乘客和座位数两部分，站立乘客数一数每平方米站立面积不超过 8 人。

#### (二) 整车整备质量的估算

整车整备质量是指汽车带上包括备胎和随车工具等在内的全部装备，加满燃料和水，但不装载货物和乘客时的整车质量。在总体设计阶段，需要预先估计这一数值。一般可以采用两种方法：

一种是对同样级别的样车和各个部件的质量进行测试及计算，以此为参考，可以初步估算出新设计汽车的各个部件的大致质量，在此基础上进行累加，即可估算出新车的整备质量。

另一种方法是在无样车的情况下，先参考国内外大量同级别汽车的数据，为新车选择一个适当的质量系数  $\eta_{m_0}$ 。这个系数定义为汽车装载质量  $m_c$  与整车整备质量  $m_0$  之比，于是质量系数可以写成  $\eta_{m_0} = m_c / m_0$ 。各类汽车的质量系数值见表 1-2。由新车的质量系数值，按新车所要求的装载质量即可算出整车整备质量。

轿车和大客车的整备质量可按人均所占汽车整备质量的统计平均值进行估算。估算值见表 1-3。

表 1-2 不同类型汽车的质量系数  $\eta_m$

汽车类型		$\eta_m$
货车	轻型	0.8~1.1
	中型	1.2~1.35
	重型	1.3~1.7
矿用车	装载量 < 45t	1.1~1.5
	> 45t	1.3~1.7

表 1-3 轿车、客车人均整备质量/t·人<sup>-1</sup>

汽车类型		人均整备质量
轿车	微型	0.15~0.16
	轻型	0.18~0.24
	中级	0.21~0.29
	高级	0.29~0.34
客车	30座以下	0.096~0.16
	30座以上	0.06~0.13

### (三) 汽车的总质量的确定

汽车的总质量是指装备齐全, 并按规定装满乘员和货物的整车质量。总质量可按表 1-4 给出的公式计算。

表 1-4 汽车总质量计算公式

汽车类型	计算公式	附注
货车	$m_a = m_o + m_e + m_p$	$m_o$ : 汽车整备质量 $m_e$ : 汽车装载质量 $m_p$ : 乘客和驾驶员质量, 每人 65kg
大客车	$m_a = m_o + m_p + m_l + m_f$	$m_l$ : 行李质量, 轿车每人 5 ~ 10kg, 长途客车每人 10 ~ 15kg, 城市客车不计
轿车	$m_a = m_o + m_p + m_l$	$m_f$ : 附加设施质量

### (四) 汽车轴荷分配的确定

轴荷分配对汽车的主要使用性能和轮胎使用寿命有着显著的影响, 在进行汽车总体设计时应应对轴荷分配予以足够的重视。

1. 应使轮胎磨损均匀 希望满载时每个轮胎的负荷大致相等, 但实际上由于各种因素的影响, 这个要求只能近似地得到满足。

2. 应满足汽车使用性能的要求 对后轴使用单胎的 4×2 汽车, 为防止空车时后轮易抱死发生侧滑, 常选择空车时后轴负荷大于 41%。对后轮使用双胎, 而行驶条件较差的 4×2 货车, 为了保证在坏路上的通过性, 减小前轮的滚动阻力, 增加后轮的附着力, 常将满载时前轴负荷控制在总轴荷的 26% ~ 27%。

对轿车而言, 确定轴荷分配时一方面要考虑操纵稳定性的要求, 使汽车具有不足转向的倾向, 另一方面根据发动机布置和驱动型式不同, 对满载时的轴荷分配做适当的调整。对前置前驱动的轿车, 为得到良好的上坡附着力和行驶的稳定性的要求, 前轴负荷应不小于 55%; 对前置后驱动的轿车, 为得到不足转向倾向, 后轴负荷一般不大于 52%; 对后置后驱动的轿车, 为防止后轴过载造成过度转向, 后轴负荷不应超过 59%。

各类汽车的轴荷分配数据见表 1-5。

表 1-5 各类汽车的轴荷分配

汽车类型		满载		空载	
		前轴/%	后轴/%	前轴/%	后轴/%
货车	4×2 后轮单胎	32 ~ 40	60 ~ 68	50 ~ 59	41 ~ 50
	4×2 后轮双胎, 长头	25 ~ 30	73 ~ 75	44 ~ 49	50 ~ 56
	4×2 后轮双胎, 平头	30 ~ 35	65 ~ 70	48 ~ 54	46 ~ 52
	6×4 后轮双胎	19 ~ 25	75 ~ 81	31 ~ 37	63 ~ 69
轿车	发动机前置后驱动	45 ~ 50	50 ~ 55	51 ~ 56	44 ~ 49
	发动机后置后驱动	40 ~ 46	54 ~ 60	38 ~ 50	50 ~ 62
	发动机前置前驱动	47 ~ 60	40 ~ 53	56 ~ 66	34 ~ 44



## 二、汽车主要性能参数的确定

### (一) 动力性参数

1. 直接档最大动力因数 直接档最大动力因数  $D_{Omax}$  的选择主要考虑汽车加速性和燃料经济性的要求。轻型货车和大客车的  $D_{Omax}$  一般比较大, 这是因为轻型汽车需要较高的平均车速, 而且要求具有较好的加速性能。随着货车和大客车总质量的上升,  $D_{Omax}$  逐渐降低并趋向接近较低的稳定值。对于可能拖带挂车的大型货车,  $D_{Omax}$  可适当考虑增大 0.7 倍。轿车特别是中、高级轿车对加速性能要求比较高, 所以其  $D_{Omax}$  随着发动机排量的增大而增大。各类汽车的直接档最大动力因数见表 1-6。

2. 头档最大动力因数 通常头档最大动力因数  $D_{Imax}$  的确定主要取决于汽车使用中的最大爬坡度和附着条件, 而与汽车的总质量关系不大。对于一般货车和客车而言,  $D_{Imax}$  取使在 0.3~0.35 之间比较合理。对于中、高级轿车, 为保证必要的最低车速和较大加速能力, 并且在满载爬坡时有足够的车速, 头档最大动力因数可以高达 0.5。各类汽车的头档最大动力因数见表 1-6。

表 1-6 各类汽车的最大动力因数

汽 车 类 型			直接档最大动力因数	头档最大动力因数
货车总质量 $m_a/t$	微 型	<2	0.10~0.14	0.30~0.40
	轻 型	2~4	0.06~0.10	0.30~0.40
	中 型	6~14	0.04~0.06	0.30~0.35
	重 型	>14	0.04~0.06	0.30~0.35
客车总质量 $m_a/t$	小 型	<4	0.05~0.08	0.20~0.35
	中大型	4~18	0.04~0.06	0.20~0.35
	铰接式	>18	0.03~0.04	0.12~0.15
轿车发动机排量/l	微 型	<1	0.07~0.10	0.30~0.40
	轻 型	1~2	0.08~0.12	0.30~0.45
	中 级	2~4	0.10~0.15	0.30~0.50
	高 级	>4	0.14~0.20	0.30~0.50

3. 最高车速 随着公路质量的提高, 汽车的最高车速也有所提高, 但最高车速的选取应主要考虑安全的因素, 并适当地考虑燃料经济性的需要。最高车速的大致选取范围见表 1-7。

表 1-7 各类汽车的其它动力性参数

汽 车 类 型		最高车速 $v_{max}/km \cdot h^{-1}$	比功率 $\frac{P}{m_a}/kw \cdot t^{-1}$	比转矩 $\frac{T}{m_a}/N \cdot m \cdot t^{-1}$
货 车	微 型	80~120	13.7~33.0	30~44
	轻 型	85~120	15.0~21.0	38~44
	中 型	75~110	8.5~14.0	33~47
	重 型	70~110	7.4~13.0	29~50
客 车	小 型	80~120	15.0~23.0	49~73
	中、大型	70~100	7.3~15.0	20~41
轿 车	微 型	90~120	18~50	40~60
	轻 型	120~170	36~64	80~99
	中 级	130~220	43~72	90~125
	高 级	140~190	50~108	100~160