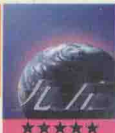




面向 21 世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century



普通高等教育“九五”部级重点教材  
普通高等教育机电类规划教材



# 汽车设计

第 3 版

吉林工业大学 王望予 主编



本书出版由上海发展汽车工业教育基金会资助  
其他资助单位：吉林工业大学教材建设基金会  
一汽光洋转向装置有限公司

面向 21 世纪课程教材  
普通高等教育“九五”部级重点教材  
普通高等教育机电类规划教材

# 汽车设计

第 3 版

主编 王望予  
参编 林逸  
      张建文  
      宋传学  
主审 张洪欣



机械工业出版社

本书介绍了汽车整车设计及底盘各主要总成设计所需要的基本知识。共八章。内容包括汽车总体设计, 离合器、变速器、万向传动轴、驱动桥、悬架、转向系和制动系等各总成设计应满足的要求、结构方案分析、主要参数及零部件载荷的确定、强度计算方法、主要结构元件分析、新设计方法及其在汽车设计中的应用等。

本书是高等院校汽车专业“汽车设计”课程的教材, 也可作为有关行业工程技术人员的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

汽车设计/王望予主编. —3版. —北京: 机械工业出版社, 2000.5

普通高等教育“九五”部级重点教材 普通高等教育机电类规划教材

ISBN 7-111-07613-3

I. 汽… II. 王… III. 汽车-整体设计-高等学校-教材  
IV. U462.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 06753 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 赵爱宁 版式设计: 霍永明 责任校对: 韩 晶

封面设计: 姚 毅 责任印制: 路 琳

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 9 月第 3 版·第 5 次印刷

787mm×1092mm  $\frac{1}{16}$ ·14.5 印张·346 千字

定价: 20.50 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、88379646

封面无防伪标均为盗版

## 第3版前言

本书是根据全国高等学校汽车与拖拉机专业教学指导委员会1997年制订的“汽车设计”教材编写大纲编写的。

全书共八章。除汽车总体设计以外，还阐述了汽车底盘主要总成：离合器、机械式变速器、万向节传动轴、驱动桥、悬架、转向系和制动系等的设计。各章的主要内容包括：设计应当满足的主要要求、结构方案分析、主要参数的确定原则、主要零件的强度计算及其载荷的确定、主要结构元件的分析等从事汽车设计工作所必须具备的一些基础知识。

本书在体系和内容方面，参考了前两版《汽车设计》。结合我国近年来轿车工业得到迅速发展的现实，本书在内容上做了更新，相当多的部分是重写的，并用一定篇幅介绍了发动机液力悬置、双质量飞轮、扭转梁随动臂、粘性联轴器等。近年来与汽车技术有关的国家标准陆续颁布，本书在编写过程中尽可能反映这部分内容，以利贯彻执行。此外，新设计方法的发展对正确进行设计、提高设计质量起到重要作用，因此本书还介绍了优化设计、可靠性设计等新的设计方法。本书不仅具有良好的系统性、实用性，同时也体现了先进性。

本书内容经精选和压缩后符合教学要求，可以作为高等院校汽车专业“汽车设计”课程教材，也可供有关工程技术人员参考。

本书由吉林工业大学王望予主编并编写第一章、第三章、第七章和第八章的第一、二、三、四、五、七节；吉林工业大学林逸编写第六章；吉林工业大学张建文编写第二章、第四章和第五章；吉林工业大学宋传学编写第八章第六节。同济大学张洪欣为本书主审。参加审稿会的有长春汽车研究所和清华大学等高等院校代表：田其铸、刘惟信、夏群生、张代胜、高利、高峰、于学兵、张敏中、韩宗奇、吴彤峰、陈铭年、王天利等。除此之外，长春汽车研究所的薛汉池、蒋立盛、魏玉学、刘明科等同志也参加了审稿工作。参加审稿的同志对本书进行了认真、仔细的审阅，提出许多宝贵意见，编者在此表示诚挚的谢意。本书在编写过程中还得到史文库、王伟华、李彦龙、施国标、张群峰、詹文章、刘海琳和翟林铎的热情帮助，在此一并表示感谢。

由于编者学识有限，书中错误和疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2000年元月

## 第 2 版前言

本书自 1981 年 7 月问世以来, 已有 7 年了。在此期间, 由于学校和社会对本书需求的不断增长, 本书曾多次加印并有机会不断地加以完善, 因而得到了社会上的好评, 并于 1987 年荣获了国家教育委员会颁发的优秀教材奖和原国家机械工业委员会颁发的优秀教材一等奖。

本书这次再版是根据 1985 年高等学校汽车专业教材编审委员会制订的新教学大纲和相应的教材修改大纲编写的。

本书新版删去了原版中“液力机械变速器设计”、“车轮”和“行驶系概述”等章节, 而对原版中其余内容进行了删简、完善和更新, 形成了现在的十章, 其中大部分是重新编写的。在编写中我们努力贯彻少而精、理论联系实际的原则, 并介绍了优化设计、可靠性设计和计算机辅助设计等新的设计方法, 使本教材能体现先进性、系统性和实用性。本书不仅在内容上更符合教学要求, 而且有利于培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书根据国家教育委员会、国家标准局和机械电子工业部教材编辑室的要求, 采用 GB3102.1—86~GB3102.9—86, GB3102.13—86 规定的名词、符号及法定计量单位。因此, 书中一些名词与习用的名词不同, 如“扭矩”一词按标准改为“转矩”, 用符号  $T$  表示; “重量”一词改为“质量”, 用符号  $m$  表示, 同时“质量”一词在有些场合表示一事物的品质。这一名词的双重含义敬希读者阅读时注意。

本书由张洪欣主编, 新版本由张洪欣编写绪论, 第一章, 第二章 § 6~8, 第七章, 第八章; 冯振东编写第二章 § 1~5, 第三章, 第五章, 第六章; 王望予编写第四章、第九章, 第十章。新版本的第一章到第六章由安徽工学院姚铁成审阅; 第七章到第十章由湖南大学郭正康、秦德申审阅。参加审稿的还有清华大学、武汉工学院、江苏工学院、河北工学院, 西安公路学院及湖北汽车工程学院等代表。参加审稿的同志对本书进行了认真详细的审阅, 并提出许多宝贵意见, 编者在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限, 书中难免有错漏之处, 热忱欢迎读者提出批评指正。

编 者

# 第 1 版前言

本书是根据 1978 年 4 月在天津召开的高等学校一机部对口专业座谈会精神和 1978 年 6 月在镇江召开的汽车、拖拉机、农机专业教材会议制订的“汽车设计”教材编写大纲编写的。

本书在编写中力求用辩证唯物主义的观点来阐明汽车设计中的内在矛盾和规律，努力反映现代汽车设计中的先进技术和新的研究成果，并贯彻“洋为中用”和理论联系实际的原则。

本书讲述汽车总体和各总成的设计原理、结构分析和主要参数的选择，汽车主要总成的设计特点和发展趋势。

在书中采用了一些新的设计计算方法，介绍了新的试验研究成果和加强了同基础理论的联系。

本书由吉林工业大学汽车教研室编写，主编为张洪欣同志，参加编写者为下列同志：张洪欣（绪论，第八章，第九章 §3、5、6、7、8、9、10），杨庆甲（第一章），葛安林（第二章 §1、2、3），冯振东（第二章 §4，第三章，第六章），马玉民（第四章），吴锦秋（第五章，第七章），陈家瑞（第九章 §1、2、4，第十一章），黄天泽（第十章），王望予（第十二章），吴植民（第十三章）。在考虑本书体系和起草编写大纲方面，杨庆甲同志做了许多工作。

本书绪论、第一章至第七章由安徽工学院汽车教研室姚铁成同志等主审，第八章至第十三章由湖南大学汽车教研室柏伟武、秦德申、李尔昌、郭正康等同志主审。参加审稿的还有清华大学、镇江农机学院、武汉工学院、华南工学院、重庆大学、河北工学院、南京汽车厂等单位的代表。参加审稿的同志对本书进行了详细审阅，并提出了宝贵意见。本书在编写过程中还得到长春第一汽车厂、第二汽车厂、长春汽车研究所、重庆重型汽车研究所及有关厂、所的大力支持和帮助。编者在此表示衷心的感谢。

本书可作为高等院校汽车专业“汽车设计”课程的教材，也可作为其他有关专业的教学参考书，并可供有关的工程技术人员参考。

由于本书编写时间仓促，编者水平有限，书中难免有错漏之处，诚恳地欢迎使用本书的师生及广大读者批评指教，以便再版时订正。

编 者

## 常用符号表

量的名称	量的符号	单位
汽车总重 (指汽车满载时所受的重力)	$G_e$	kN
汽车前轴静负荷	$G_1$	kN
汽车后桥静负荷	$G_2$	kN
汽车总质量	$m_a$	kg、t
汽车整备质量	$m_0$	kg、t
汽车装载质量	$m_e$	kg、t
汽车前轴轴载质量	$m_1$	kg、t
汽车后轴轴载质量	$m_2$	kg、t
簧上质量	$m_s$	kg
簧下质量	$m_u$	kg
前轮上的地面垂直反力	$F_{z1}$	N
后轮上的地面垂直反力	$F_{z2}$	N
前轮上的地面纵向力	$F_{x1}$	N
后轮上的地面纵向力	$F_{x2}$	N
前轮上的地面侧向力	$F_{y1}$	N
后轮上的地面侧向力	$F_{y2}$	N
驱动力 (牵引力)	$F$	N
惯性力	$F_j$	N
制动力	$F_B$	N
转向盘上的手力	$F_h$	N
附着力	$F_\varphi$	N
汽车速度	$v_a$	km/h
车轮外倾角	$\alpha$	rad、(°)
主销后倾角	$\gamma$	rad、(°)
主销内倾角	$\beta$	rad、(°)
前轮侧偏角	$\delta_l$	rad、(°)

量的名称	量的符号	单位
后轮侧偏角	$\delta_2$	rad、(°)
转向轮内轮转角	$\vartheta_i$	rad、(°)
转向轮外轮转角	$\vartheta_o$	rad、(°)
发动机功率	$P_e$	kW
发动机转速	$n_e$	r/min
发动机转矩	$T_e$	N·m
转向阻力矩	$M_r$	N·m
滚动阻力矩	$M_f$	N·m
车轮滚动半径	$r_r$	m
最小转弯直径	$D_{\min}$	m
汽车总长	$L_a$	m
汽车总宽	$B_a$	m
汽车总高	$H_a$	m
轴距	$L$	m
汽车质心至前轴的距离	$L_1$	m
汽车质心至后轴的距离	$L_2$	m
前悬	$L_F$	m
后悬	$L_R$	m
前轮距	$B_1$	m
后轮距	$B_2$	m
汽车质心高度	$h_g$	m
汽车侧倾中心高	$h_0$	m
最小离地间隙	$h_{\min}$	m
主销偏移距	$a$	m
悬架静挠度	$f_c$	mm、(cm)
悬架动挠度	$f_d$	mm、(cm)
变速器传动比	$i_g$	



(续)

量的名称	量的符号	单位
主传动比	$i_0$	
路面附着系数	$\varphi$	
同步附着系数	$\varphi_0$	
滚动阻力系数	$f_r$	
坡度阻力系数	$i$	
道路阻力系数	$\Psi$	
前轴负荷转移系数	$m_1'$	
后轴负荷转移系数	$m_2'$	
摩擦因数	$f$	

# 目 录

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	1
第一节 概述	1
第二节 汽车形式的选择	5
第三节 汽车主要参数的选择	9
第四节 发动机的选择	16
第五节 车身形式	19
第六节 轮胎的选择	20
第七节 汽车的总体布置	21
第八节 运动校核	35
第二章 离合器设计	37
第一节 概述	37
第二节 离合器的结构方案分析	37
第三节 离合器主要参数的选择	42
第四节 离合器的设计与计算	43
第五节 扭转减振器的设计	50
第六节 离合器的操纵机构	53
第七节 离合器的结构元件	54
第三章 机械式变速器设计	58
第一节 概述	58
第二节 变速器传动机构布置方案	58
第三节 变速器主要参数的选择	65
第四节 变速器的设计与计算	71
第五节 同步器设计	74
第六节 变速器操纵机构	80
第七节 变速器结构元件	81
第四章 万向传动轴设计	83
第一节 概述	83
第二节 万向节结构方案分析	83
第三节 万向传动的运动和受力分析	89
第四节 万向节设计	92
第五节 传动轴结构分析与设计	95
第六节 中间支承结构分析与设计	97
第五章 驱动桥设计	99
第一节 概述	99
第二节 驱动桥的结构方案分析	99
第三节 主减速器设计	101
第四节 差速器设计	118
第五节 车轮传动装置设计	125
第六节 驱动桥壳设计	129
第七节 驱动桥的结构元件	131
第六章 悬架设计	133
第一节 概述	133
第二节 悬架结构形式分析	134
第三节 悬架主要参数的确定	139
第四节 弹性元件的计算	141
第五节 独立悬架导向机构的设计	150
第六节 减振器	158
第七节 悬架的结构元件	160
第七章 转向系设计	166
第一节 概述	166
第二节 机械式转向器方案分析	167
第三节 转向系主要性能参数	173
第四节 机械式转向器的设计与计算	178
第五节 动力转向机构	183
第六节 转向梯形	187
第七节 转向减振器	192
第八节 转向系结构元件	193
第八章 制动系设计	195
第一节 概述	195
第二节 制动器的结构方案分析	196
第三节 制动器主要参数的确定	201
第四节 制动器的设计与计算	203
第五节 制动驱动机构	210
第六节 制动力调节机构	214
第七节 制动器的主要结构元件	216
参考文献	221

# 第一章 汽车总体设计

## 第一节 概 述

### 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。

汽车可以按照用途或结构特点进行分类。我国把汽车分为七类：轿车、货车、越野车、自卸汽车、牵引汽车、专用汽车和客车。上述七类汽车又根据发动机的排量  $V$  或汽车总质量  $m_a$  或汽车尺寸（总长）不同进一步区分，如不同发动机排量的轿车，表明汽车的动力性和经济性指标不一样。我国根据发动机排量不同，将轿车分为五级（表 1-1）；货车按公路运行时厂定最大总质量不同，越野车按越野运行时厂定最大总质量不同，将它们分为四级（表 1-2）；而客车根据车辆总长不同来区分（表 1-3）。

表 1-1 轿车的分类

轿车级别	微型	普通级	中级	中、高级	高级
发动机排量 $V/L$	$V \leq 1.0$	$1.0 < V \leq 1.6$	$1.6 < V \leq 2.5$	$2.5 < V \leq 4.0$	$V > 4.0$

表 1-2 货车的分类

货车级别	微型	轻型	中型	重型
公路运行 最大总质量 $m_a/t$	$m_a \leq 1.8$	$1.8 < m_a \leq 6.0$	$6.0 < m_a \leq 14.0$	$m_a > 14.0$

表 1-3 客车的分类

客车级别	微型	轻型	中型	大型
车辆总长 $L_a$ $/m$	$L_a \leq 3.5$	$3.5 < L_a \leq 7.0$	$7.0 < L_a \leq 10.0$	$L_a > 10.0$

人们从事生产活动离不开汽车。在日常生活中，汽车特别是轿车是经常使用的交通工具。汽车工业出现的高新技术多数在轿车上首先得到应用。目前，轿车的产量、保有量占汽车总产量和保有量的绝对多数。一方面，拥有轿车是标志人们生活水平的提高；另一方面，大量运行着的汽车所造成的公害又降低了人们的生活质量。因此，人们对汽车提出越来越高的要求，包括研制节油汽车和开发应用新能源；有关法规对汽车的排放和噪声提出更严格的要求；对汽车安全性提出更高的要求，达到乘坐汽车有安全感、愉快感，汽车发生碰撞事故时能够妥善地保护乘员；对汽车提出居住性要求，不仅坐在汽车里舒适，而且能与外界进行

信息交流。

进行总体设计应满足如下基本要求：

- 1) 汽车外廓尺寸应符合 GB1589—89 的外廓尺寸限界规定。
- 2) 轴荷分布要合理，并应符合有关公路法规的限定要求。
- 3) 汽车的各项性能，要求达到设计任务书所给定的指标。
- 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。

## 二、汽车开发程序

车型不同、生产纲领不同，新产品的开发阶段与工作内容也不同。一般新产品开发要经历五个阶段，各阶段的主要工作内容见表 1-4。

表 1-4 汽车新产品开发的一般程序

阶段	新车设计	主要工作内容
设计任务书编制阶段	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">国家汽车发展型谱或上级机关指令</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">工厂产品发展规划</div> </div>	
	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">概念设计</div> </div>	
技术设计阶段	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">设计任务书的制定</div> </div>	市场预测，使用调查，产品水平分析，形体设计，工艺分析，产品的目标成本 产品的通用化、标准化、系列化，绘制方案图，初步性能计算  绘制总布置草图，初选主要技术参数
	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">技术设计</div> </div>	
试制、试验、改进、定型阶段	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">改进设计</div> </div>	试制总成和样车，总成试验，整车试验，使用试验，评价试验，改进设计  工艺审查，成本核算，价值分析，出生产准备用图，编制鉴定文件
	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">鉴定定型</div> </div>	
生产准备阶段	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">小批量生产、用户试验</div> </div>	工艺调试，继续试验，改进设计，完成生产用图，小批试生产
生产销售阶段	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">批量生产与销售</div> </div>	正式销售，售后服务

### 1. 设计任务书编制阶段

产品（汽车）设计的前期，从构思产品开始到确定设计技术指标和下达产品设计任务书为止的这一阶段工作称之为概念设计。概念设计是对新开发汽车的总体概念进行概括的描述，是确定汽车性能、外形与内饰等主要方面的初步设计。

**市场预测：**要调查分析市场容量的大小，最经济的生产纲领、生产方式，用户对产品的要求以及有关法规的规定。

**使用调查：**要调查同类汽车的使用情况，包括使用中反映出来的优缺点，还应当搜集总成、零件的损坏统计资料 and 进行寿命分析；汽车的使用条件；用户对车型的要求。

产品应尽最大可能满足用户的要求，以求新开发的车型在同类型产品中处于领先地位，在市场上能畅销，进而初定整车及主要总成的形式和主要参数。

**产品水平分析：**主要是通过搜集资料 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，初定整车主要性能所要达到的指标，同时满足国内外有关标准与法规的规定，保证市场销售对路。

**形体设计：**在概念设计阶段，通过整车和车身内部尺寸布置绘制外形构思草图，（图 1-1）、美术效果图和制作油泥模型等，为人们提供准备开发的车型形体概念。车身外形应在保证汽车拥有较小空气阻力系数的同时，具有符合审美规律的形体。车身内部设计要符合人体工程学的要求，保证驾驶员操纵方便，乘员乘坐舒适。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，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。画出汽车的前侧面与后侧面的美术效果图，能概括出车型的整个形状（图 1-2），表达造型的构思，真实反映车身外形，用来提供作为初步选型的参考。因为在图面上表达车身外形不能代替空间形体，因此还要制作油泥模型。概念设计阶段可以制作比例为 1/10 或 1/5 的便于制作和修改的油泥模型。

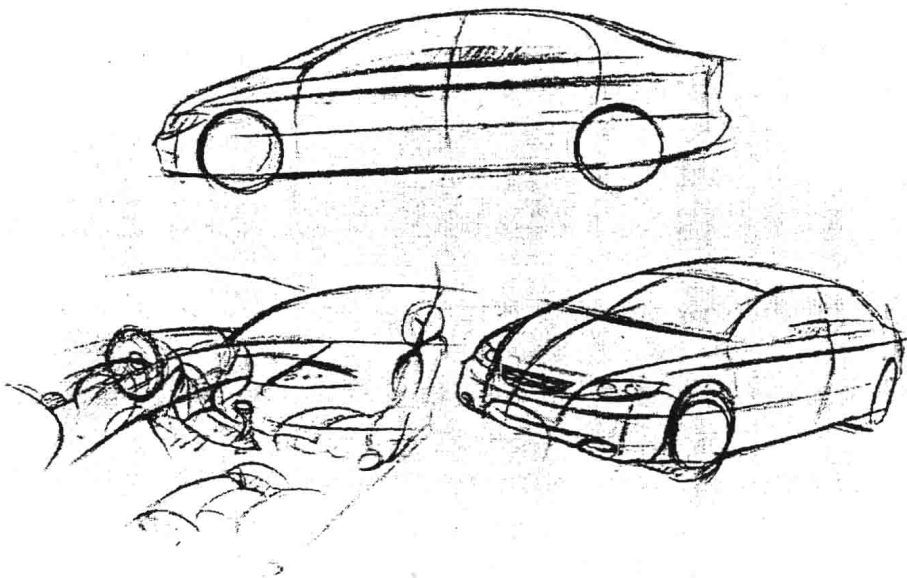


图 1-1 外形构思草图

为了使新开发的汽车投放市场后在价格上占有优势，使企业获得效益和发展，在概念设

计阶段就要控制成本，对产品进行价值工程分析，并把产品的目标成本列入设计指标考核内容。目标成本 = 售价 - 利润，即根据产品在市场上的定位确定售价（与同类产品进行比较），减去希望得到的利润，即可确定目标成本。如果实际成本（决定于材料、工艺、结构复杂程度等）大于目标成本，则利润将减少，因为在市场竞争中某一档次产品的售价是不会因为其实际成本高或低而改变的。

市场需求的变化，会影响产品的变化。为了在更新产品时能减少投资、降低成本，应该尽可能少地更换生产设备和工艺装备等。因此，在开发新车型的时候就要注意总成及零部件的通用化、标准化和系列化。

总体设计师根据整车设想，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，应较为准确地画出各部件的形状和尺寸，确定各总成质心位置，然后计算轴荷分配和质心位置高度，必要时还要进行调整。此时应较准确地确定与汽车总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，确保各总成之间的参数匹配合理，保证整车各性能指标达到预定要求。

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分析和对比。
- 5) 本车拟用的新技术、新材料和新工艺。

开发新车的各项性能指标要符合国家有关标准、法规要求，特别要注意贯彻《机动车运行安全技术条件》(GB7258—1997)的国家标准。

## 2. 技术设计阶段

设计任务书对汽车形式和汽车的各项技术指标，对各总成的形式、尺寸、质量、性能等均有明确要求。此外，总体设计师对各总成提出的要求和边缘条件等也应以书面形式提出，作为双方共同工作的依据。在上述条件具备后，各总成设计师可以进行工作，而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

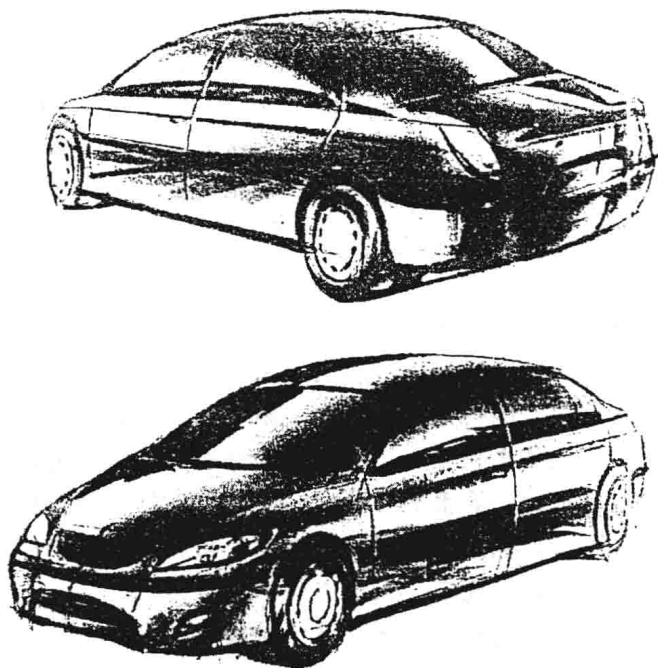


图 1-2 汽车外形美术效果图

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。

### 3. 试制、试验、改进、定型阶段

试制、试验阶段的主要工作是进行样车试制，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。仅通过理论计算作为根据是不够的，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，再进行第二轮试制和试验，直至产品定型。

### 4. 生产准备阶段

生产准备阶段的主要工作是进行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。

### 5. 生产销售阶段

生产销售阶段是对产品进行正式批量生产，并对产品进行销售和售后服务工作。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。

上述各阶段工作有些须先行一步，如市场调查和进行概念设计等；有些工作可以同时或交叉进行，如在完成产品设计的同时又进行样车试验，以及完成工厂的扩建、新建工程工作。

## 第二节 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。

我国公路标准规定，对于四级公路及桥梁，单轴最大允许轴载质量为 10t，双联轴最大允许轴载质量为 18t（每轴 9t）。根据公路对汽车轴载质量的限制、所设计汽车的总质量、轮胎的负荷能力以及使用条件等，可以确定汽车的轴数。因为双轴汽车结构简单、制造成本低，故总质量小于 19t 的公路运输车辆广泛采用这种方案。总质量在 19~26t 的公路运输车采用三轴形式，总质量更大的汽车用四轴和四轴以上的形式。

因为轿车总质量较小，均采用两轴形式。不在公路上行驶的汽车，轴荷不受道路桥梁限制，如矿用自卸车等多数采用两轴形式。

### 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。采用  $4\times 2$  驱动形式的汽车结构简单、制造成本低，多用于轿车和总质量小些的公路用车辆上。总质量在 19~26t 的公路用汽车，采用  $6\times 2$  或  $6\times 4$  的驱动形式。为了提高越野汽车的通过性，应采用全轮驱动形式。

### 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，汽车的布置形式对使用性能也有重要影响。

#### 1. 轿车的布置形式

轿车的布置形式主要有发动机前置前轮驱动、发动机前置后轮驱动、发动机后置后轮驱动三种，见图 1-3，少数轿车采用发动机前置全轮驱动。

(1) 发动机前置前轮驱动 发动机前置前轮驱动时，可以纵置或者横置，也可以布置在轴距外、轴距内或前桥上方。这种布置形式目前在中级及其以下级别轿车上得到广泛应用，主要是因为有下列优点：

与后轮驱动汽车比较，前轮驱动汽车的前桥轴荷大，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；因为没有传动轴，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，发动机得到足够的冷却；行李箱布置在汽车后部，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，且因管路短所以供暖效率高；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；发动机可以采用纵置或横置方案，特别是采用横置发动机时，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用圆柱齿轮取代，降低了制造难度，同时在装配和使用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轿车的主要缺点是：

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附着力减少，汽车爬坡能力降低；一旦发生正面碰撞事故，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、富康、英格尔（南汽）、夏利等轿车，均采用发动机前置前轮驱动的布置形式。

(2) 发动机前置后轮驱动 发动机前置后轮驱动轿车有如下主要优点：轴荷分配合理，

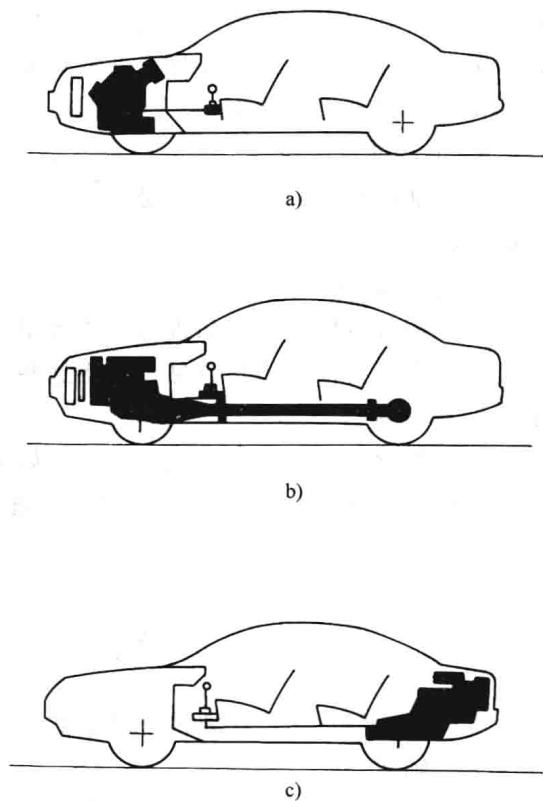


图 1-3 轿车的布置形式

a) 发动机前置前轮驱动 b) 发动机前置后轮驱动

c) 发动机后置后轮驱动



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，并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。

发动机前置后轮驱动轿车的主要缺点是：因为车身地板下有传动轴，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；汽车正面与其它物体发生碰撞，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轿车因车厢较长，乘坐空间宽敞，行驶平稳，故在中高级和高级轿车上得到应用。

(3) 发动机后置后轮驱动 对于发动机后置后轮驱动轿车，除去动力总成，包括发动机、离合器、变速器和主减速器布置成一体，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；整车整备质量小；没有传动轴，而且排气管不必从前部向后延伸，故车厢内地板比较平整，只需用较低的凸包高度来容纳操纵机构的杆件和加强地板刚度，这就改善了后排座椅中间座位乘员的出入条件；乘客座椅能够布置在舒适区内；在坡道上行驶时，由于驱动轮上附着力增加，爬坡能力提高；发动机布置在轴距外时，汽车轴距短，机动性能好。

发动机后置后轮驱动轿车的主要缺点是：后桥负荷重，使汽车具有过多转向的倾向；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，受转向轮转向占据一定空间和改善驾驶员视野影响，行李箱空间不够大；因动力总成在后部，距驾驶员较远，所以操纵机构复杂；受发动机高度影响，改装为客货两用车或救护车困难。

因上述缺点，发动机后置后轮驱动轿车几乎已不采用。

## 2. 货车布置形式

按驾驶室与发动机相对位置的不同，货车有长头式、短头式、平头式和偏置式。长头式的特点是发动机位于驾驶室前部，当发动机有少部分位于驾驶室内时称为短头式，发动机位于驾驶室内时称为平头式，驾驶室偏置在发动机旁的货车称为偏置式。

布置形式为平头式的货车，其主要优点如下：

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；驾驶员的视野得到明显改善；采用翻转式驾驶室时能改善发动机及其附件的接近性；汽车面积利用率高。

平头式货车的主要缺点有：前轴负荷大，因而汽车通过性能变坏；因为驾驶室有翻转机构和锁住机构，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；驾驶室内受热及振动均比较大；汽车正面与其它物体发生碰撞时，特别是微型、轻型平头货车，使驾驶员和前排乘员受到严重伤害的可能性增加。

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。发动机布置在驾驶员和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。

平头式货车在各种级别的货车上得到广泛应用。

长头式货车的主要优缺点与平头式货车的优缺点相反，而短头式介于两者之间，但更趋