



新工科·普通高等教育汽车类规划教材
“十三五”江苏省高等学校重点教材



汽车设计










Vehicle Design

赵振东 © 主编



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育车辆工程专业规划教材参考书目

- | | |
|--|------------|
|  汽车理论 (第6版) | 余志生 |
|  汽车构造 (上册) (第3版) | 陈家瑞 |
|  汽车构造 (下册) (第3版) | 陈家瑞 |
|  汽车设计 (第4版) | 王望予 |
|  汽车系统动力学 (第2版) | 喻凡 林逸 |
|   汽车构造 (第4版) | 关文达 |
|  电动车辆动力电池系统及应用技术 (第2版) | 王震坡 孙逢春 |
|  汽车技术法规与法律服务 (第3版) | 庄继德 |
| 汽车构造 (上册) (第3版) | 臧杰 等 |
| 汽车构造 (下册) (第3版) | 臧杰 等 |
| 汽车构造实习指导 (第2版) | 阎岩 臧杰 |
| 汽车设计 | 赵振东 |
| 汽车理论 (第3版) | 张文春 |
| 汽车发动机原理 (第2版) | 吴建华 |
| 汽车发动机原理与汽车理论 (第3版) | 侯树梅 冯健璋 |
| 汽车电子控制技术 (第3版) | 冯渊 |
| 新编汽车专业英语 (第3版) | 黄汽驰 |
| 汽车文化 (第2版) | 肖生发 沈国助 |
| 汽车概论 (第2版) | 李育锡 |
| 汽车测试技术 (第2版) | 唐岚 |
| 汽车运行材料 (第3版) | 戴汝泉 |
| 汽车液压与气压传动 (第3版) | 齐晓杰 |
| 汽车制造工艺学 (第2版) | 曾东建 |
| 汽车电器与电子技术 (第3版) | 孙仁云 付百学 |
| 汽车电子及控制技术基础 (第2版) | 彭忆强 |
| 汽车试验学 | 徐晓美 |



欢迎登录机械工业出版社教育服务网

www.cmpedu.com



机工教育微信服务号

ISBN 978-7-111-63526-0

策划编辑◎宋学敏 / 封面设计◎张静



ISBN 978-7-111-63526-0



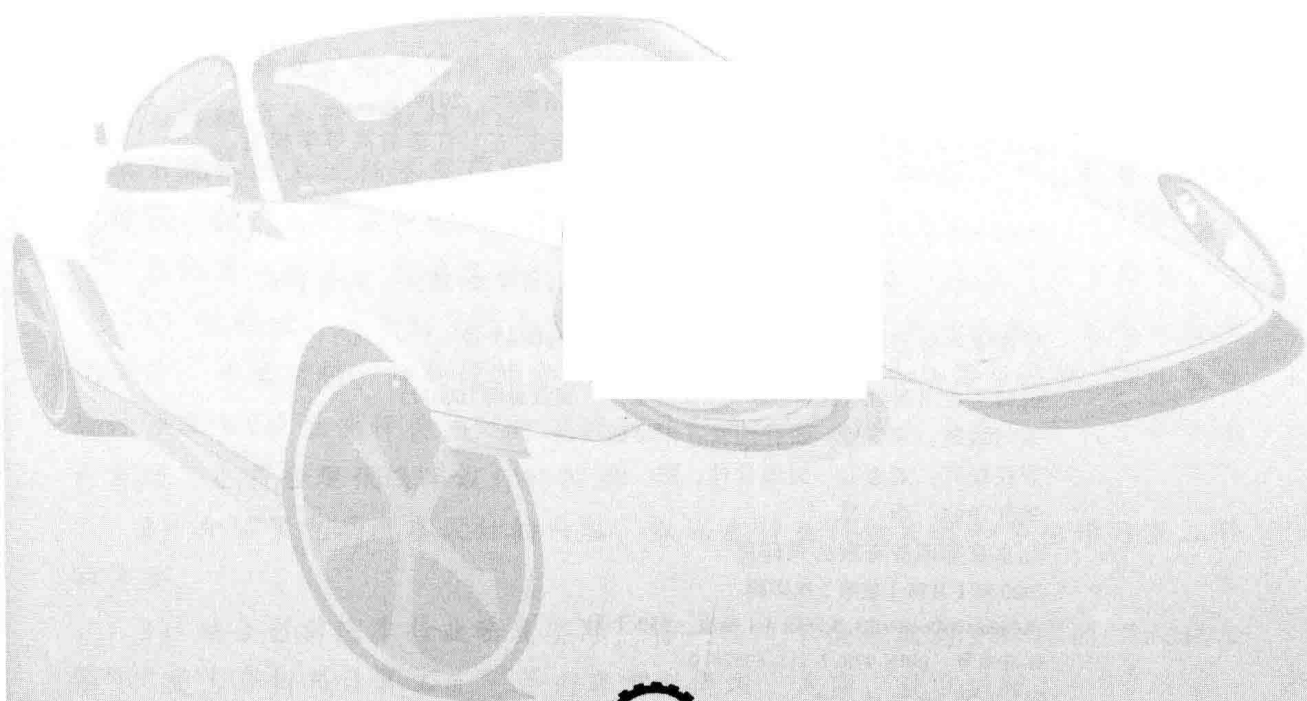
9 787111 635260 >

定价: 59.00元

新工科·普通高等教育汽车类规划教材
“十三五”江苏省高等学校重点教材（编号：2018-2-050）

汽车设计

主 编 赵振东
副主编 谢继鹏
参 编 文少波 王 霞
臧利国 张袁元



机械工业出版社

本书是新工科·普通高等教育汽车类规划教材，“十三五”江苏省高等学校重点教材。

本书系统地介绍了汽车产品开发的一般流程、汽车设计理论及计算方法，在适度保留传统汽车设计内容的同时，增加了电动汽车设计的有关内容。本书分为结构设计篇、性能设计篇和电动汽车设计篇。结构设计篇主要介绍汽车主要参数的选择、布置要求、传动系统设计及行驶系统设计等内容；性能设计篇主要介绍汽车性能设计的概念、轻量化设计、碰撞安全性设计、NVH性能设计及排放后处理设计等内容；电动汽车设计篇主要介绍电动汽车的性能计算及校核、电池选型设计和电动机驱动系统设计等内容。

本书融入了一些工程实践案例，以反映当前国内汽车行业研发中新的技术方法，编排形式及次序有利于授课教师安排课堂教学及学生自学、选学。

本书可作为高等院校车辆工程、汽车服务工程等专业的教学用书，也可供其他专业及从事汽车设计的工程技术人员参考。

本书配有 PPT 课件、拓展阅读材料等资源，选用本书作为教材的教师可以登录 www.cmpedu.com 注册下载，或关注“汽车课堂”公众号，输入“汽车设计拓展阅读”索取，也可向编辑（tian.lee9913@163.com）索取。

图书在版编目（CIP）数据

汽车设计/赵振东主编. —北京：机械工业出版社，2019.9

新工科·普通高等教育汽车类规划教材“十三五”江苏省高等学校重点教材

ISBN 978-7-111-63526-0

I. ①汽… II. ①赵… III. ①汽车-设计-高等学校-教材 IV. ①U462

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 180343 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：宋学敏 责任编辑：宋学敏 赵 帅

责任校对：刘志文 封面设计：张 静

责任印制：李 昂

北京京师印务有限公司印刷

2020 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·23.5 印张·1 插页·550 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-63526-0

定价：59.00 元

电话服务

客服电话：010-88361066

010-88379833

010-68326294

封底无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网：www.cmpbook.com

机工官博：weibo.com/cmp1952

金书网：www.golden-book.com

机工教育服务网：www.cmpedu.com

前 言

汽车产业是制造业的重要组成部分，是体现国家竞争力和制造业实现创新驱动、转型升级、由大变强的标志性领域之一，在国民经济和社会生活中具有举足轻重的地位。当前，新一轮科技革命和产业变革方兴未艾，引发了新一代信息技术与制造技术的深度融合。在此过程中，汽车产业正在加快与新能源、新材料、电子信息等产业的融合发展。汽车技术发展呈现如下两个明显特点：①传统汽车的节能（轻量化）、环保（排放）、防公害（安全问题和噪声）依然是汽车工程领域基础科学理论及技术应用研究的热点；②汽车电动化、智能化的发展趋势愈加明晰，成为重要发展方向。

改革开放四十多年，我国汽车产业规模和总体实力大幅提升。2009年以来，我国汽车产销量已经连续多年稳居全球第一，成为名副其实的汽车大国。但我国的汽车产业仍大而不强，尚未完全掌握核心技术。实现由汽车大国向汽车强国的转变，是我国汽车产业必须承担的重大战略使命。

与传统汽车设计教材相比，本书在适当保留传统汽车设计内容的基础上，力求系统体现上述技术发展的基础和成熟内容。在结构层次上，本书分结构设计篇、性能设计篇和电动汽车设计篇。

在编写内容上，本书在传统汽车设计的内容基础上，突出了以下特点：

1) 性能设计篇介绍了汽车的结构、材料、设计方法等内容，如汽车轻量化设计，涉及材料、结构设计方法及工艺、优化设计方法等；汽车 NVH 性能设计涉及 NVH 性能评价、设计流程和设计要点等。这种安排既有利于学生融会贯通，也符合现代汽车设计的特点。

2) 介绍了电动汽车设计的内容，以满足行业科技发展和学生学习及工作的需要。

3) 结合当前汽车行业研发实际，将一些汽车设计教材中介绍的“人机工程”“受力分析与计算工况”等内容重新提炼、充实，独立成节。

4) 传动系统设计包括离合器、变速器、驱动桥等设计内容；行驶系统设计包括悬架、转向系统、制动系统等设计内容，压缩子总成篇幅。

本书由南京工程学院赵振东编写第1章、第4章和第9章、南京理工大学王霞编写第2章，南京工程学院臧利国编写第3章，南京理工大学紫金学院谢

继鹏编写第5章和第6章，南京工程学院张袁元编写第7章和第8章，南京工程学院文少波编写第10章和第11章。本书由赵振东任主编，谢继鹏任副主编。在本书编写过程中，研究生陈元丽、尹荣栋协助完成了部分文字的整理工作。

本书部分内容融入了江苏高校“青蓝工程”科技创新团队项目、江苏省自然科学基金项目和江苏省“333工程”科研项目等研究成果。

由于编写时间仓促，加之编者知识水平有限，书中不免有疏漏之处，望读者不吝指正。

编者

目 录

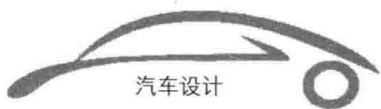
前 言

第 1 篇 结构设计篇

第 1 章 汽车总体设计	2	2.3 机械式变速器设计	73
1.1 概述	2	2.4 万向传动轴设计	95
1.2 汽车的分类	6	2.5 驱动桥设计	108
1.3 汽车形式的选择	7	2.6 汽车传动系统现代设计方法	132
1.4 汽车主要参数的确定	12	思考题	137
1.5 汽车总布置设计	22	第 3 章 汽车行驶系统设计	139
1.6 汽车布置中的人机工程学设计	27	3.1 概述	139
1.7 汽车布置的校核	39	3.2 悬架设计	139
1.8 汽车载荷分析	46	3.3 轮胎与车轮的选择	167
思考题	55	3.4 转向系统设计	170
第 2 章 汽车传动系统设计	56	3.5 制动系统设计	191
2.1 概述	56	3.6 汽车行驶系统现代设计方法	211
2.2 离合器设计	57	思考题	217

第 2 篇 性能设计篇

第 4 章 汽车性能设计导论	220	6.3 乘员伤害评价	254
4.1 汽车性能设计的概念	220	6.4 汽车碰撞与耐撞性设计	256
4.2 汽车性能指标	221	6.5 行人保护	269
4.3 本书性能设计的安排	223	思考题	275
第 5 章 汽车轻量化设计	225	第 7 章 汽车 NVH 性能设计	276
5.1 概述	225	7.1 汽车 NVH 的基本概念	276
5.2 汽车材料轻量化设计	227	7.2 汽车 NVH 性能设计与整车关系	283
5.3 汽车结构轻量化设计	231	7.3 汽车 NVH 性能评价	283
5.4 汽车工艺轻量化设计	235	7.4 汽车 NVH 设计流程	290
5.5 汽车结构轻量化优化设计	241	7.5 汽车 NVH 性能设计要点	294
思考题	248	思考题	303
第 6 章 汽车碰撞安全性设计	249	第 8 章 汽车排放后处理设计	304
6.1 概述	249	8.1 概述	304
6.2 汽车碰撞安全性法规和新车评价 规程以及碰撞试验	250	8.2 汽车排放后处理的主要技术	304
		8.3 汽油机排放后处理设计	307



8.4 柴油机排放后处理设计.....	310	思考题	319
---------------------	-----	-----------	-----

第3篇 电动汽车设计篇

第9章 电动汽车性能计算及校核.....	322	10.3 电动汽车动力蓄电池主要参数的	
9.1 概述.....	322	选择	342
9.2 电动汽车结构形式的选择.....	322	思考题	344
9.3 电动汽车的总体布置.....	326	第11章 电动汽车驱动电机系统	
9.4 电动汽车的整车性能计算与优化.....	328	设计	345
思考题	334	11.1 概述	345
第10章 电动汽车的蓄电池选型		11.2 电动汽车驱动电机的选择	345
设计	335	11.3 电动汽车驱动电机主要参数的选择 ...	348
10.1 概述	335	11.4 电动汽车再生制动系统的设计	350
10.2 电动汽车动力蓄电池的选择	335	思考题	355

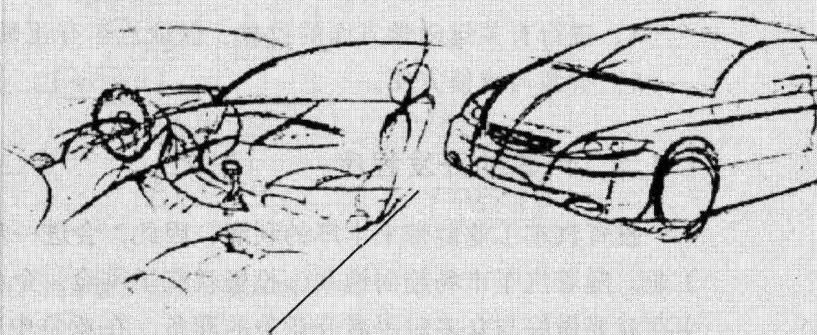
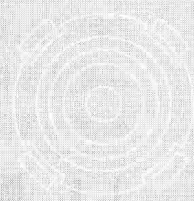
附 录

附录 A 汽车设计常用标准	358	附录 C 汽车设计总布置图.....	插页
附录 B 汽车设计常用钢材及力学性能	362		

参考文献	365		
------------	-----	--	--

第1篇

结构设计篇



第1章 汽车总体设计

1.1 概述

汽车作为商品在世界上很多地方都有广阔的市场，其生产批量大可给企业带来丰厚利润。由于汽车是综合性能很好的产品，加上现代科学技术在汽车中的大量应用，因此现代汽车设计要考虑很多新的要求。汽车在设计过程中首先要进行汽车的总体设计，总体设计与汽车的使用性能、艺术造型及制造成本有着很密切的关系，它在很大程度上决定着汽车在市场上的销售前景。目前，不仅在生产活动中，在日常生活中人们也离不开汽车。

1.1.1 总体设计应满足的基本要求

由发动机、底盘、车身、电气设备四部分组成的汽车，是用来载送人员和货物的运输工具。汽车运行的工作环境和条件多变，要求汽车有良好的适应性，并能保证可靠地工作。由于其特殊性，汽车总体设计应满足如下要求：

- 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) 最大可能贯彻三化，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并避免运动干涉。
- 5) 拆装与维修方便。

1.1.2 汽车的开发程序

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。企业为了生存就要做好与众多对手展开竞争的准备。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的。新开发的汽车作为商品在投放市场初期，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、交通等方面的要求，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小，并最终被市场淘汰。因此，企业必须一手抓正在生产、销售的产品的工作，同时，另一只手要抓更新换型的新产品的开发工作，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。

为了顺利进行新产品的开发，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，动用的人力、牵涉的部门和单位都很多，所用时间也较长，除此以外还必须有足够的资金以保障开发过程顺利进行。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图 1-1 所示的汽车新产品开发流程图。图 1-1 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。

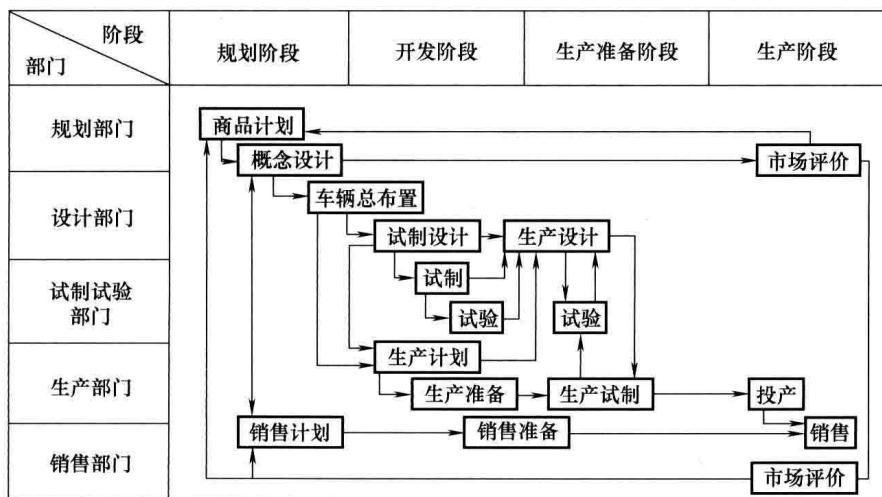


图 1-1 汽车新产品开发流程图

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。

在概念设计阶段，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。优美的外部造型在给人以美的享受的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的基础上，并使汽车有良好的空气动力学特性和制造工艺性。汽车的总体布置是在保证汽车有良好的使用性能的基础上进行的，因此，当外部造型设计与总体布置设计出现矛盾时，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，绘制外形构思草图、美术效果图和制作油泥模型等，是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，经筛选后将选定的方案绘制成彩色效果图。

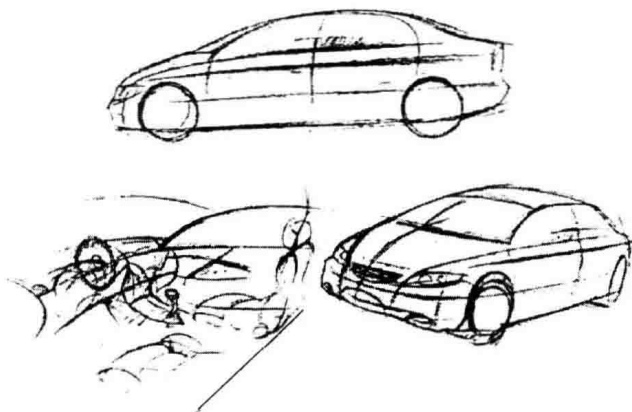


图 1-2 外形构思草图

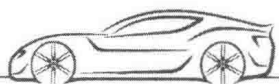
实车制造出来之前，在图样上表现新开发汽车造型效果的图称为美术效果图。美术效果图主要表现外形、室内装饰的局部效果，该图应具有真实感，图上应表示出车型前面、侧面、后面的关系，要求能概括出车型的整个形状（图 1-3），用来作为初步选型的参考。因为在图面上表达车身外形不能代替空间形体，作为补充还要制作油泥模型。概念设计期间可以制作比例为 1 : 10 或 1 : 5 的便于制作和修改的油泥模型。缩小比例的模型还可以用于风洞试验，用来确定空气动力学特性。



图 1-3 车型整个形状图

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、转向系统、制动系统、车身的基本结构和尺寸，以及内饰件、轮胎等也要做出选择。有了上述基本尺寸和主要总成结构之后，就可以画总布置图。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。图 1-4 所示为汽车内部局部造型的美术效果图。

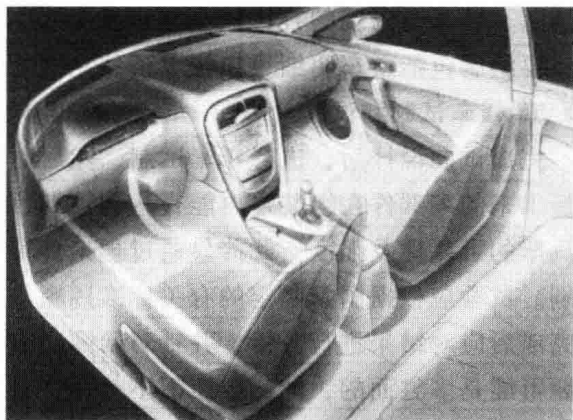


图 1-4 汽车内部局部造型的美术效果图

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，深入了解国内及国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，以保证新车型的先进性，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

在概念设计阶段，要对成本进行控制，目的是使新开发的汽车在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所能够接受的价格，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

$$C = P - T_1 - T_2 - Q \quad (1-1)$$

如果实际成本（取决于材料、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

试制设计是在开发汽车新产品时，试制前进行的技术设计工作。根据设计任务书给定的条件和设计人员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，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，设计人员负责将各总成的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在组装之后能否达到预期目标,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问题等。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几乎是不可能的。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便改进和不断提高产品质量、扩大市场。

1.2 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、汽车总体质量、汽车总长、车身或驾驶室的特点等来分类,也可以取上述特征量中的两个指标作为分类的依据。国家标准 GB/T 15089—2001《机动车辆及挂车分类》对汽车进行了分类,如包括驾驶人座位在内,座位数不超过9座的载客车辆为 M_1 类。



【拓展阅读 1-1】 汽车的分类 (打开方法请见内容简介,后均同)

GB/T 3730.1—2001《汽车和挂车类型的术语和定义》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或临时物品的汽车,包括驾驶人座位在内最多不超过9个座位,它也可以牵引一辆挂车。不同国家和地区在对乘用车进行设计时有分级表,见表 1-1。

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。商用车又分为客车、半挂牵引车和货车等。

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,包括驾驶人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。



表 1-1 不同国家和地区的乘用车分级表

分类方法	国家/地区	级别					
	欧系分类	A00	A0	A	B	C	D
美系分类	A	B	C	D	E	F	
中国	微	小	紧凑	中	中高	高	
分类标准	发动机排量/L	<1.0	1.0~1.3	1.3~1.6	1.6~2.0	2.0~2.5	>2.5
	轴距/m	2.0~2.2	2.2~2.3	2.3~2.45	2.45~2.6	2.6~2.8	>2.8
	总长/m	3.3~3.7	3.7~4.0	4.0~4.2	4.2~4.5	4.5~4.8	>4.8
	自重/kg	<680	680~800	800~970	970~1150	1150~1380	>1380

1.3 汽车形式的选择

汽车的形式体现在轴数、驱动形式和布置形式上。

1.3.1 轴数

汽车可以有两轴、三轴、四轴甚至更多的轴数。影响轴数选取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,汽车总质量增加后,公路承受的负荷也增加。当这种负荷超过了公路设计的承载能力以后,会对公路造成破坏,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。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。当所设计的汽车总质量增加到轴荷不符合道路法规要求时,设计师可选择通过增加汽车轴数来解决。汽车轴数增加后,车轮、制动器、悬架等均相应增多,使结构变得复杂,整备质量以及制造成本增加。

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双轴形式。总质量为 19~26t 的公路运输车辆采用三轴形式,总质量更大的汽车采用四轴和四轴以上的形式。

因为乘用车总质量较小,均采用两轴形式。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,多采用两轴形式。

1.3.2 驱动形式

驱动形式常用 4×2、4×4、6×6 等代号表示,其中第一个数字表示汽车的车轮总数,第二个数字表示驱动轮数。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,总布置设计工作越困难。乘用车和总质量小一些的商用车多采用结构简单、

制造成本低的4×2驱动形式。总质量为19~26t的公路运输车辆，采用6×4或6×2等驱动形式。总质量更大的公路运输车辆则采用8×4驱动形式。

重型矿用自卸车由于活动场地小，要求机动性高，多采用短轴距的4×2驱动形式，少数车采用4×4和6×4驱动形式。

对于越野车，为了提高其通过性，一般采用全轮驱动的形式。轻型越野车大都采用4×4驱动形式，中型越野车一般采用4×4和6×4驱动形式，而装载质量在5t以上的军用越野车则普遍采用6×6和8×8驱动形式。

1.3.3 布置形式

汽车的布置形式是指发动机、驱动桥及车身（或驾驶室）的相互关系和布置特点等。汽车的使用性能除取决于整车和各总成的有关参数外，布置形式对其也有重要影响。

1. 乘用车的布置形式

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

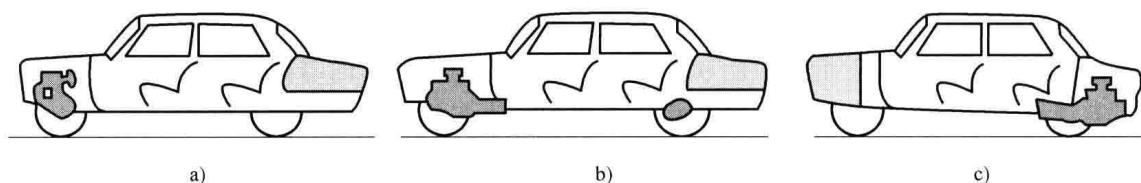


图 1-5 乘用车的布置形式

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）

(1) 发动机前置前轮驱动（FF） 这种布置形式广泛用于排量为2.5L以下的乘用车。其优点是布置紧凑，发动机、离合器、变速器及主减速器等部件连成一体，省掉传动轴，同时降低了车内地盘高度，增加了内部空间，座椅布置方便，便于降低整车成本。有数据显示，发动机前置前轮驱动的布置形式，可使车身轴距缩短10%，质量减小8%且使前轴轴荷加大，增加了行驶的方向稳定性，特别是在弯道加速时，由于前驱动力的作用，可减小汽车的侧滑，有利于提高汽车高速行驶的安全性；由于发动机前置，后部空间不受干扰，可以改造成多种用途的汽车；后部行李舱空间较大，方便备胎和其他大件行李的存放。

发动机前置前轮驱动布置形式的缺点是在上坡和泥泞道路行驶时，由于前轮附着力减小，驱动轮易打滑，使汽车操纵稳定性变差；制动时质心前移，后轮易发生制动抱死而引起侧滑；由于布置紧凑，发动机舱布置较为拥挤，维修方便性和接近性都有所降低。

图1-6所示为发动机前置前轮驱动乘用车的发动机布置方案，其中最紧凑的是将发动机横置于前轴之前，如图1-6a所示，此种布置尤其适合小排量发动机，此时车身前部空间较大，便于缩短汽车轴距及总长，降低汽车自重。如果发动机纵置于前轴之前，如图1-6b所示，则车身的前悬将明显增大，前轴轴荷增加，因此一般用于发动机长度较小



时的布置,如V型发动机或水平对置型发动机,如果将发动机布置在前轴之后,如图1-6c所示,则能够很好地分配轴荷,但会造成前围板及驾驶座椅后移,虽然缩短了前悬,却使车头部分增长,同时车身造型受到一定的限制,发动机维修的方便性也受到影响。

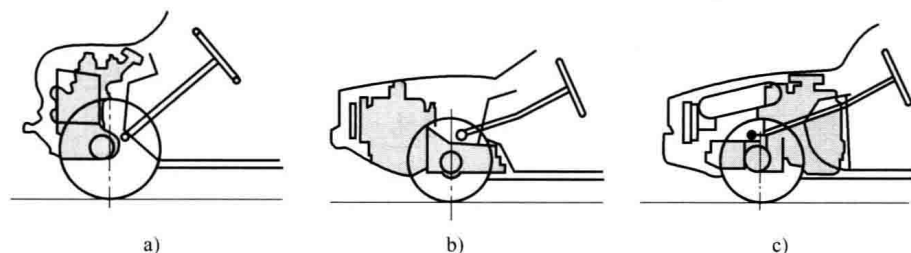


图 1-6 发动机前置前轮驱动乘用车的发动机布置方案

(2) **发动机前置后轮驱动 (FR)** 该布置常用于发动机排量大于 2.5L 的乘用车。一般是将发动机、离合器、变速器装配成一体,使其位于汽车前部,通过万向传动轴将动力传至后桥的主减速器,实现后轮驱动,如图 1-5b 所示。

发动机前置后轮驱动的主要优点是汽车的轴荷分配均匀,具有中性转向特性或轻微不足转向特性,提高了车辆的操纵稳定性和行驶平顺性,增加了轮胎的使用寿命;发动机舱布置宽敞,便于发动机冷却和维修;增强了汽车的爬坡能力。而缺点则是轴距一般较长,如果布置大排量发动机且位于前轴之前,轴距更大,汽车的总长和自身质量都较大,制造成本高;由于增加较多的传动部件,整车的成本增加;由于车身下部要通过传动轴,车厢中部凸起,影响了地板的平整度和高度,座椅布置也受到一定的影响。

(3) **发动机后置后轮驱动 (RR)** 发动机后置后轮驱动一般是将发动机、离合器、变速器及主减速器等装配成一体,无传动轴,将发动机布置在驱动桥(后桥)之后,如图 1-5c 所示。

发动机后置后轮驱动形式的主要优点是减小了整车长度、降低了质心、使地板平整。其缺点是后轴轴荷过大,汽车的转向和操纵性能不佳。此外还存在着前轮附着力过小、高速行驶时转向不稳定、发动机冷却不良以及变速操纵机构复杂等缺点。目前乘用车极少采用该方式。

2. 商用车的布置形式

(1) **客车的布置形式** 客车的布置形式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和发动机中置后轮驱动等。

1) **发动机前置前轮驱动。**发动机前置前轮驱动的布置形式目前已经少见,一般用于特种客车,如机场摆渡车等。此类客车一般轴距较大,车体较长,前面的驾驶区一般需单独隔离,故常采用发动机前置前轮驱动,如图 1-7a 所示。

采用这种布置形式的主要优点是操纵方便,乘客区较为宽敞,方便乘客上下车辆,乘客区噪声较低等。缺点是由于发动机前置,离合器、变速器和主减速机构等全部集中于车身前部,转向等机构聚集在一起,使结构复杂,布置困难;前转向驱动桥的产量较低,价格较高。

2) **发动机前置后轮驱动。**早期的客车大多数是用货车底盘改装而来的,沿用货车的