



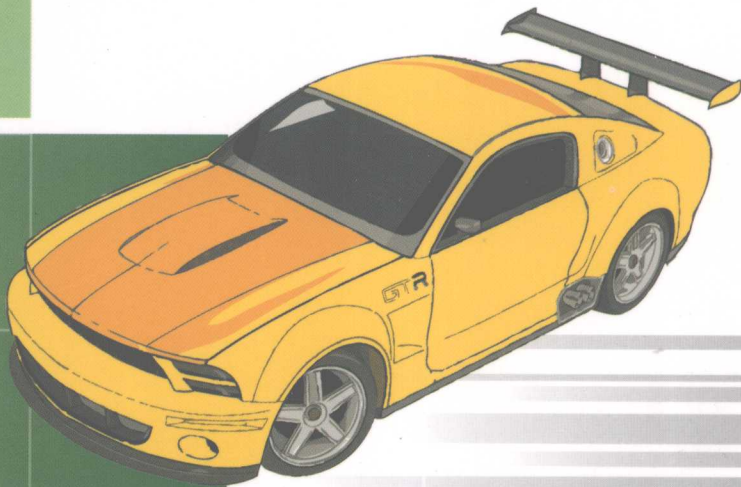
21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国高等院校

大机械系列 实用规划教材

汽车系列



汽车设计

主 编 刘 涛

副主编 赵立军 赵桂范



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

附录 2 续表 2



PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了汽车设计理论与设计方法,包括整车及底盘各主要总成所需要的基本知识。其内容有汽车总体设计、离合器设计、变速器设计、万向传动轴设计、驱动桥设计、从动桥设计、车架设计、悬架设计、转向系设计和制动系设计等各总成设计应满足的要求、结构方案分类与分析、主要参数及零部件载荷的确定、强度计算方法以及部分总成的设计实例。对近年来汽车设计中应用的新技术,如数字汽车车身设计、现代汽车设计方法等,用专门章节进行了概述。

本书内容丰富,实用性强,可供高等院校车辆工程及相关专业学生作为汽车设计课程的教材,也可供从事汽车及其零部件设计的工程技术人员参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车设计/刘涛主编. —北京:北京大学出版社, 2008. 1

(21 世纪全国高等院校大机械系列实用规划教材·汽车系列)

ISBN 978-7-301-12369-0

I. 汽… II. 刘… III. 汽车—设计—高等学校—教材 IV. U462

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 083146 号

书 名: 汽车设计

著作责任者: 刘 涛 主编

责任编辑: 童君鑫

标准书号: ISBN 978-7-301-12369-0/TH·0030

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京中科印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 28 印张 646 千字

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国高等院校大机械系列实用规划教材·汽车系列

专家编审委员会

主任委员 崔胜民

副主任委员 (按拼音排序)

江浩斌 王丰元 杨建国 赵桂范

委员 (按拼音排序)

韩同群 姜立标 林 波 凌永成

刘瑞军 刘 涛 刘占峰 鲁统利

罗念宁 肖生发 谢在玉 于秋红

张京明 张黎骅 赵立军 赵又群

前 言

本书共分 12 章。除第 1 章汽车总体设计、第 11 章数字汽车车身设计和第 12 章现代汽车设计方法以外,第 2 章到第 10 章依次阐述离合器设计、机械式变速器设计、万向传动轴设计、驱动桥设计、从动桥设计、车架设计、悬架设计、转向系设计和制动系设计。各章的主要内容包括:设计应当满足的主要要求、结构方案分类和分析、主要参数的确定原则和主要零件的强度计算等。第 2 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 9 章和第 10 章附有实例计算,各章最后还附有应由学生独立完成的练习题。

为了便于初学者学习结构方案分析,本书对结构方案进行了较为详细的分类,对各方方案作了较为详细的比较分析。因各院校条件不同,建议讲授时对内容进行适当取舍,如结构方案分类以及在选讲各章的主要结构方案分析后余下的结构方案分析部分,其余部分应尽可能讲授。

本书具有良好的系统性、实用性与先进性,内容符合高等院校车辆工程专业“汽车设计”课程的教学要求,可作为教材使用,对汽车行业及相关行业工程技术人员也有一定的参考价值。

本书由刘涛任主编,赵立军、赵桂范任副主编。具体写作分工如下:第 1 章由刘涛和佟钦智合作编写,第 2 章由崔智全编写,第 3 章由王大方编写,第 4 章由赵桂范编写,第 5 章、第 6 章、第 11 章和第 12 章由刘涛编写,第 7 章由佟钦智编写,第 8 章由赵立军编写,第 9 章和第 10 章由刘清河编写。

在本书编写过程中,得到许多同行专家的指导与支持,在此深表感谢。我们对参考文献的作者表示感谢,同时还要对许多老师和研究生的大力帮助表示深深的谢意。哈尔滨工业大学黄博、林起崱、兰豹、王剑锋等人为本书做了许多工作,在此深表谢意。

由于编者水平有限,特别是对新内容、新知识的理解与掌握有限,书中难免有疏漏之处,欢迎广大读者批评指正,以便再版时修正。

编 者
2007 年 9 月

目 录

第 1 章 汽车总体设计 1

1.1 概述 1

1.1.1 汽车工业的发展 1

1.1.2 汽车设计的特点 2

1.1.3 汽车的开发过程 3

1.2 汽车结构形式的选择 8

1.3 汽车主要参数的选择 15

1.3.1 汽车主要尺寸参数的确定 15

1.3.2 汽车质量参数的确定 18

1.3.3 汽车性能参数的确定 22

1.4 发动机的选择 27

1.4.1 发动机形式的选择 27

1.4.2 发动机主要性能指标的选择 29

1.5 轮胎的选择 30

1.5.1 轮胎与车轮应满足的基本要求 30

1.5.2 轮胎的分类 30

1.5.3 轮胎的特点与选用 30

1.6 汽车总布置设计 32

1.6.1 总布置设计图的图面要求 32

1.6.2 各部件的布置 34

1.7 运动校核 45

习题 46

第 2 章 离合器设计 47

2.1 概述 47

2.2 离合器的结构形式 48

2.2.1 从动盘数的选择 48

2.2.2 压紧弹簧的形式及布置 50

2.2.3 膜片弹簧的支承形式 54

2.2.4 压盘的驱动方式 56

2.2.5 分离杠杆和分离轴承 56

2.2.6 离合器的散热通风 57

2.2.7 从动盘 57

2.3 离合器基本参数的选择 58

2.3.1 摩擦离合器转矩 58

2.3.2 后备系数 β 60

2.3.3 单位压力 p_0 60

2.3.4 摩擦片外径 D 、内径 d 和

厚度 b 61

2.3.5 摩擦因数 f 、摩擦面数 Z 和

离合器间隙 Δt 62

2.4 离合器的设计与计算 63

2.4.1 圆柱螺旋弹簧 63

2.4.2 圆锥螺旋弹簧 63

2.4.3 膜片弹簧 66

2.5 扭转减振器设计 71

2.6 双质量飞轮 75

2.7 离合器的操纵机构 78

2.7.1 设计要求 78

2.7.2 操纵机构结构形式选择 78

2.7.3 离合器操纵机构的设计计算 79

2.8 设计实例 80

习题 84

第 3 章 机械式变速器设计 85

3.1 概述 85

3.2 变速传动机构布置方案分析 85

3.2.1 变速传动机构的方案分析 86

3.2.2 零部件结构方案分析 91

3.2.3 组合变速器结构方案分析 94

3.3 变速器主要参数选择与计算 97

3.3.1 挡数 97

3.3.2 传动比范围 97

3.3.3 中心距 A 98

3.3.4 变速器外形尺寸 99

3.3.5 轴的设计计算 100

3.3.6 齿轮参数的确定 102

3.3.7 各挡齿轮齿数的分配 108

3.4 同步器设计 111

3.4.1 惯性式同步器	111	5.4.4 粘性联轴器	182
3.4.2 同步器锁止条件的建立	116	5.5 车轮传动装置设计	184
3.4.3 转动惯量的计算	118	5.5.1 半轴结构形式	184
3.4.4 同步器主要参数的确定	120	5.5.2 半轴强度计算	187
3.5 变速器操纵机构	122	5.5.3 半轴结构设计	188
3.5.1 操纵方式	122	5.6 驱动桥壳设计	189
3.5.2 锁止装置	124	5.6.1 驱动桥壳的作用	189
习题	127	5.6.2 驱动桥壳的形式	189
第4章 万向传动轴设计	128	5.6.3 驱动桥壳强度计算	191
4.1 概述	128	5.7 设计实例	193
4.2 万向节结构方案分析	129	习题	196
4.3 万向节传动的运动分析	135	第6章 从动桥设计	198
4.3.1 单万向节传动(普通十字轴式 万向节)	135	6.1 概述	198
4.3.2 双万向节传动(普通十字轴式 万向节)	137	6.2 从动桥的结构方案分析	199
4.3.3 多万向节传动(普通十字轴式 万向节)	139	6.2.1 从动桥结构形式	199
4.4 万向节的设计计算	140	6.2.2 车轮定位参数	202
4.5 传动轴设计	142	6.3 从动桥的设计计算	206
4.6 中间支承	144	6.3.1 转向从动桥主要零件尺寸 的确定	206
4.7 设计实例	145	6.3.2 转向从动桥主要零件设计 计算	207
习题	147	6.4 设计实例	214
第5章 驱动桥设计	148	习题	217
5.1 概述	148	第7章 车架设计	218
5.2 驱动桥的结构形式	149	7.1 概述	218
5.3 主减速器设计	151	7.2 车架的结构设计	219
5.3.1 主减速器的结构形式	151	7.2.1 车架的结构形式	219
5.3.2 主减速器结构设计的若干 考虑	162	7.2.2 车架的结构设计形式	222
5.3.3 汽车主减速器锥齿轮设计	165	7.2.3 车架的设计和计算	222
5.3.4 主减速器锥齿轮轴承的 载荷	173	习题	226
5.4 差速器设计	175	第8章 悬架设计	227
5.4.1 差速器结构形式	175	8.1 概述	227
5.4.2 普通锥齿轮差速器齿轮设计	179	8.1.1 悬架的设计要求	227
5.4.3 多桥驱动汽车的轴间差速器	181	8.1.2 悬架的构成	227
		8.2 悬架的结构形式	230
		8.3 悬架主要性能参数的确定	232

8.3.1 悬架静挠度和动挠度	232	9.5 动力转向机构设计	294
8.3.2 悬架的弹性特性	233	9.5.1 动力转向机构的设计 要求	294
8.3.3 后悬架主、副簧刚度的 分配	235	9.5.2 液压式动力转向机构布 置方案分析	294
8.4 弹性元件的计算	237	9.5.3 液压式动力转向机构的 计算	296
8.4.1 钢板弹簧的计算	237	9.6 转向梯形设计	299
8.4.2 扭杆弹簧的计算	247	9.6.1 理想的内、外轮转角关系	299
8.4.3 螺旋弹簧的计算	249	9.6.2 整体式转向梯形机构的 设计	300
8.4.4 空气弹簧和油气弹簧的 计算	250	9.6.3 断开式转向梯形机构的 设计	303
8.5 独立悬架导向机构的设计	253	9.6.4 转向传动机构强度计算	307
8.5.1 独立悬架导向机构的设 计要求	253	9.7 转向杆系的布置	308
8.5.2 独立悬架导向机构的布 置参数	253	9.7.1 前悬架采用非独立悬架的转 向杆系布置	309
8.5.3 双横臂悬架导向机构设计	257	9.7.2 前悬架采用独立悬架的转 向系统的布置	310
8.5.4 麦弗逊式悬架导向机构 设计	267	9.8 四轮转向	312
8.6 减振器	269	9.8.1 四轮转向系统小转角控制	313
8.6.1 减振器主要性能参数的 选择	269	9.8.2 四轮转向系统大转角控制	315
8.6.2 减振器主要尺寸的确定	271	9.9 设计实例	317
8.7 横向稳定杆	272	习题	321
习题	275		
第 9 章 转向系设计	276	第 10 章 制动系设计	322
9.1 概述	276	10.1 概述	322
9.2 转向器结构方案分析	277	10.2 制动器的结构方案分析	323
9.2.1 机械式转向器方案分析	277	10.2.1 制动器效能	323
9.2.2 转向盘的尺寸及布置	279	10.2.2 鼓式制动器	324
9.2.3 转向轴的防伤安全措施	279	10.2.3 盘式制动器	330
9.3 转向系主要性能参数	281	10.3 制动器主要参数的确定	333
9.3.1 转向系传动比	281	10.3.1 鼓式制动器主要参数的 确定	333
9.3.2 转向器传动副的传动间隙	285	10.3.2 盘式制动器主要参数的 确定	334
9.3.3 转向器的效率	286	10.4 制动器的设计计算	334
9.3.4 影响转向器效率的因素	288	10.4.1 鼓式制动器的设计计算	334
9.4 机械式转向器的设计计算	289	10.4.2 盘式制动器的设计计算	339
9.4.1 转向器计算载荷的确定	289		
9.4.2 齿轮齿条式转向器的设计	289		
9.4.3 循环球式转向器的设计	290		

10.4.3 衬片磨损特性的计算	339	11.4.2 数字汽车车身设计流程	390
10.4.4 应急制动和驻车制动所需 的制动力矩	340	习题	391
10.5 制动驱动机构的设计计算	341	第 12 章 现代汽车设计方法	392
10.5.1 制动驱动机构的形式	341	12.1 概述	392
10.5.2 分路系统	343	12.2 计算机辅助设计	393
10.5.3 液压制动驱动机构的设计 计算	344	12.2.1 CAD 的发展状况	393
10.6 制动力调节机构	348	12.2.2 CAD 技术在汽车行业中的 应用	394
10.6.1 限压阀	349	12.2.3 CAD 技术的发展趋势	395
10.6.2 比例阀	350	12.2.4 CAD 系统的结构	396
10.6.3 惯性阀	352	12.2.5 CAD 的功能	397
10.7 汽车的防抱死制动系统	354	12.2.6 CAD 的应用举例	398
10.7.1 ABS 基本原理和理想的制动 控制过程	355	12.3 汽车优化设计	401
10.7.2 ABS 的结构组成	359	12.3.1 概述	401
10.7.3 ABS 在汽车上的配置	362	12.3.2 优化问题的数学模型	402
10.8 设计实例	365	12.3.3 优化方法	403
习题	370	12.3.4 解决优化设计问题的一般 步骤	405
第 11 章 数字汽车车身设计	371	12.3.5 优化方法的应用实例	405
11.1 汽车数字化工程概述	371	12.4 汽车机构动态仿真	411
11.1.1 虚拟制造概念	371	12.4.1 仿真概念	411
11.1.2 虚拟制造的特征	372	12.4.2 仿真模型和仿真方法	412
11.1.3 虚拟制造的类型	372	12.4.3 汽车机构运动学仿真	412
11.1.4 汽车数字化工程	373	12.4.4 汽车机构动力学仿真	413
11.2 数字汽车造型设计	374	12.5 有限元分析法	413
11.3 人机工程学分析	380	12.5.1 概述	413
11.3.1 人机工程学概述	380	12.5.2 有限元法的分析过程	414
11.3.2 人体尺寸和人体模型	382	12.5.3 有限元结构分析软件简介	417
11.3.3 人体的姿势与布置	385	12.5.4 有限元法在汽车设计中的 应用	418
11.3.4 人体的操纵范围	387	12.6 逆向工程	420
11.3.5 人眼的视觉和视野范围	387	12.6.1 概述	420
11.4 数字汽车车身设计概述	388	12.6.2 逆向工程的技术基础	421
11.4.1 数字汽车车身设计的基本 特点和技术要求	388	习题	429
		参考文献	430

第 1 章 汽车总体设计

教学提示：汽车总体设计需要多方面的知识和经验，本章介绍汽车设计的特点，汽车产品的开发过程以及汽车设计的主要程序，重点讲解在进行汽车整车的概念设计时汽车类型的选择、主要尺寸参数及性能参数的确定和汽车总布置设计等内容。

教学要求：本章主要应掌握汽车总体设计程序、汽车主要参数的选择、汽车的总体布置以及运动校核，了解车身形式、发动机和轮胎的选择。

1.1 概 述

1.1.1 汽车工业的发展

汽车工业的发展代表了近代工业的发展历程，汽车最明显的进步在于技术创新，制造的进步和汽车造型的变化。

1. 车身结构的发展

最早的汽车是由马车的结构作为车身，再加装蒸汽机改装而来。随着汽车行驶速度的提高，金属车身逐渐代替了木质加帆布的结构。20 世纪 30 年代，铝和钢材在车身方面的应用越来越多。随后，越来越多的汽车采用钢板压制的车身蒙皮，制造出各种曲线(面)车身造型，多曲率冲压蒙皮能够承受更大负荷，从而使车身更坚固。到 20 世纪 50 年代，车身结构不断完善，更加符合空气动力学，且美观实用。

2. 发动机的发展

汽车发动机的发展，带动了汽车工业的整体快速发展。

汽油发动机技术几经发展，不断完善，燃油喷射、电子燃烧控制、催化转化器等技术已经成熟通用。柴油发动机没有点火系统，能够在更加恶劣的条件下工作，而且更加经济。随着机械增压和涡轮增压技术的发展，柴油发动机功率越来越大，广泛用于商用车上，同时在军用车领域也占有很大比例。

电力很早就已应用于汽车领域，但由于续驶里程短、质量较大，限制了其在汽车领域的应用。近年来，人们更加注重汽车燃能效率问题，使混合动力技术得到了重视和发展。氢燃料发动机和太阳能动力更加环保，不过普及还有待时日，因为其关键技术尚不够成熟。

3. 汽车材料的发展

现代汽车材料种类繁多，包括金属材料、纤维复合材料、金属陶瓷、工程塑料、合金材料等。最常用的是金属材料，如各类钢材合金、铝合金及铜合金等；也有非金属材料，如各种玻璃、橡胶材料、木板材料、竹胶板、PVC 板材、塑胶板、碳纤维等。合理地选用材料，不但有利于车身的安全性，还会提高整车的美观性和舒适性，降低整车成本。

汽车是一个广泛涉及各行业的综合体,随着汽车技术的发展,汽车用材料也在不断地改进。

1.1.2 汽车设计的特点

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。汽车的使用条件复杂、产量大、变形频繁、涉及的范围广泛,与能源、交通、环境、安全等多方面相关。因此汽车设计要考虑的因素众多。

1. 工作环境的多样性

汽车设计要考虑工作环境的多样性。全球各地的气候条件、海拔高度、路面环境、地形特征等有较大差异,为此需要作大量的调研,在汽车的结构、材料和设计方面做出合理的选择,以适应复杂的环境,保证汽车可靠的工作。

2. 坚持“三化”原则

汽车设计要坚持三化原则。所谓“三化”是指产品系列化、零部件通用化和零件设计的标准化。

产品系列化是指设计的产品形成系列,合理分挡,并考虑各种变型需要,以适应不同的使用条件和环境,同时还要适应不同的客户需求。例如一个系列的汽车发动机可以有 L4、L6 或 V6、V8,自然吸气、增压、增压中冷等;门窗玻璃可以是固定、手摇的、电动升降等不同的配置。

零部件通用化是指设计的产品零部件尽量通用,在整车质量相近或者同一系列的其他车型上,尽量采用同样结构和尺寸的零部件,同时要考虑该零部件能够被后续车型借用。零部件的通用化与产品的系列化在思想上是一致的。例如,将某车型加长,保持原来的宽度和高度不变,这就使变形车辆与原型车辆大部分零部件通用,提高工效,简化维修。

零件的标准化是指在设计中尽可能采用标准件,这有利于通用化和系列化,更有利于组织生产、降低成本、提高质量和方便维修。

3. 国家标准及行业标准

汽车设计要与当前的国家标准及行业标准相适应。世界汽车行业一直都有自己的标准和相关的行业标准,现在我们国家的标准已经比较健全和详细。汽车设计人员必须要了解和掌握这些规定和标准,遵循这些规定和标准进行设计,而且这些规定和标准也在随着时代的进步而不断发展。

4. 经济性

汽车设计要考虑使用经济性。汽车在使用过程中要消耗大量的资源,包括燃油、润滑油,汽车零部件的磨损和损坏等。这就要求设计过程中要注重提高整车的燃油经济性,降低整车的整备质量,同时要考虑维修的方便性,提高整车的可靠性,延长整车大修里程等。特别是在目前能源紧缺,燃油价格居高的国际形势下,汽车的开发设计更应该注重这方面的要求。

5. 良好的人机工程特性、优美的外部造型和协调的色彩

汽车设计要有良好的人机工程特性、优美的外部造型和协调的色彩。汽车设计要从整体出发,在符合法律法规的前提下,注重人机工程、个性化设计、外部的造型和色彩的搭

配等。当数以万计的汽车行驶在城市街道或公路上时,车身的外形和色彩设计对城市的面貌、人们的感官都有很大的影响。汽车的造型要与时俱进,迎合时代的审美观,这样才能吸引更多人的关注,在销售上占据先机。

汽车设计是一个多学科的复杂的工作,如果设计考虑不周,就会造成制造成本的增加和功能上的缺陷,并可能带来巨大的经济损失和安全事故。因此汽车设计要精益求精,不断完善。

1.1.3 汽车的开发过程

汽车产品的开发是根据企业产品规划而确定的。产品规划是企业根据市场需求、技术发展趋势以及自身的发展战略而制定的。汽车及其零部件的开发是一个多部门联合协作的过程,如图1.1所示。

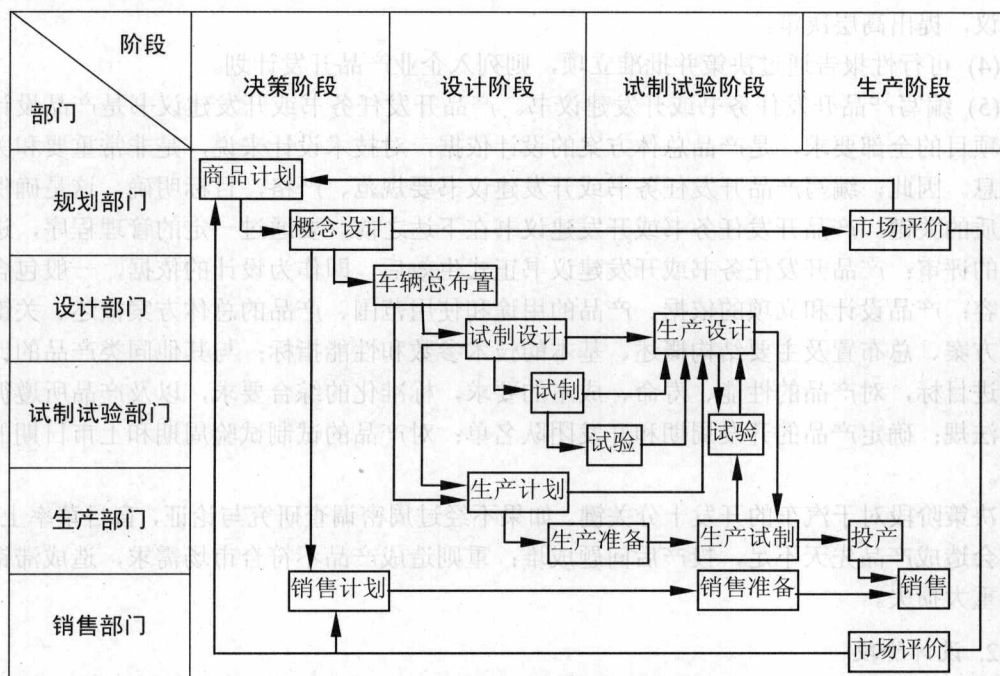


图 1.1 汽车新产品开发流程

汽车产品的开发概括来说可分为四个阶段：决策阶段、设计阶段、试制试验阶段和生产阶段。

1. 决策阶段

在汽车新产品开发之前,通常要求对产品和市场进行调查,了解市场需求和新技术的发展状况,同时结合企业自身的特点、技术水平、设备状况、工艺水平、生产能力和公司实力等状况进行分析,提出可行性研究报告,必要的时候还要走访客户、考察配套商或者作必要的先行试验等。通过公司评审,修改报告并形成统一意见,然后决定新产品的开发。这一阶段必须要确认新产品的技术状态、产品档次、产品配置、目标成本以及预期售价、合理利润等,同时要求编写《产品开发可行性报告》和《产品设计任务书》。这些都是产品开发的初期资料和基本依据。

决策阶段的工作必须务实和求真,分为如下步骤:

(1) 进行积极的市场调研和技术调研,提出准确的市场预测和技术可行性报告。市场调研是为了确定所开发产品应用的领域及该产品的预期市场占有率,同时全面了解市场对该类产品的功能、性能、安全、寿命、外观等方面的要求而进行的。市场调研还应对该产品的销售和售后等有所了解。技术调研包括对目前市场上同类产品的技术水平,所使用的新技术、新材料和新工艺等进行预测,同时关注国家的重点项目、科技发展信息及产业结构调整对技术提出的新要求等,关注国家是否有新的技术法规和使用标准等。

(2) 进行可行性分析。从本企业的生产经营角度,对新产品开发是否可行进行分析,分析本企业的技术来源和技术优势,对产品的开发周期和开发费用等投资作预测,对该产品的产量和盈利能力做预测,最终编写《产品开发可行性报告》并上报决策管理层。

(3) 对可行性报告进行评审。公司决策层对可行性报告的全面性、可行性和准确性进行评议,提出高层决策。

(4) 可行性报告通过决策并批准立项,则列入企业产品开发计划。

(5) 编写产品开发任务书或开发建议书。产品开发任务书或开发建议书是产品设计和开发项目的全部要求,是产品总体方案的设计依据,对技术设计来说,是非常重要和关键的信息。因此,编写产品开发任务书或开发建议书要规范、严格,目标明确,这是确保产品品质的关键。产品开发任务书或开发建议书在下达之前,要通过一定的管理程序,进行必要的评审;产品开发任务书或开发建议书正式生效后,即作为设计的依据,一般包含如下内容:产品设计和立项的依据、产品的用途和使用范围、产品的总体方案概述、关键性技术方案、总布置及主要结构概述、基本的技术参数和性能指标;与其他同类产品的比较和改进目标,对产品的性能、寿命、成本的要求,标准化的综合要求,以及产品所遵循的法律法规;确定产品的开发周期和开发团队名单;对产品的试制试验周期和上市日期的估算等。

决策阶段对于汽车的开发十分关键。如果不经周密调查研究与论证,盲目草率上马,轻则会造成产品先天不足,投产后问题成堆;重则造成产品不符合市场需求,造成滞销,带来重大损失。

2. 设计阶段

设计阶段主要是指通过设计确定总体方案、造型方案,进行设计计算,绘制设计图纸,编写设计文件,必要时还需要进行试验和设计评审等。

整车设计一般分为如下步骤:

1) 制定设计原则

这一阶段的主要任务是领会设计方针,明确目标,确定是全新产品设计还是改型设计,是自主设计还是反求设计。明确最基本的技术要求后,还要了解国家在汽车产品的技术方面的先进性、产品的系列化和生产方式方面的具体要求,同时收集国内外的资料,进行使用调查、生产状况调查以及同类产品的结构分析,通过整车结构和外形设想,制定产品的开发设计原则。设计原则应包括:对技术的先进性、工艺性、继承性、零部件通用化和生产成本的要求;产品使用中要优先保证的性能以及要考虑到变型等。通过对产品方案进行性能和成本分析,确定合理的设计方案。通常要绘制或提供多套总体方案,要求各个方

案的特点要突出,思路明确,然后对这些方案进行分析、评价,区分各方案的差别并改进,形成最终方案。

2) 选型和制定设计任务

这一阶段主要是正确地选择整车和各总成的结构形式以及主要的技术特性,确定性能参数,形成整车概念,并进行总体布置和选型工作,编制设计任务书。主要包括以下内容:

(1) 汽车总布置设计。总布置设计又称初步造型,是按照设计任务书中的要求将汽车各个总成及装载的人员或货物安排在恰当的位置,进行总体方案设计,以保证各总成运转相互协调、乘坐舒适或装卸方便。为此需要拟定出许多重要总成的相关位置和控制尺寸。该阶段需要绘制汽车的总布置图,绘出发动机及传动总成、底盘各部分总成、驾驶操作空间、乘员和货物的具体位置以及其边界形状;同时也包括零部件的运动校核,如前轮转向与跳动、车门的开启方向和所需空间等。这个过程一般需要由经验丰富的专门人员进行。经过汽车总布置设计,可确定汽车的主要尺寸和基本形状。

(2) 绘制效果图。效果图用来表现汽车造型效果。总布置图完成后,造型设计师根据总布置设计确定的汽车尺寸和基本形状,勾画出汽车的大体形象。效果图又分为构思草图和彩色效果图两种。构思草图是记录造型设计师灵感的速写画,如图 1.2 所示。彩色效果图是在构思草图的基础上进行校正,正规地绘图,需要正确的比例、透视关系和质感表达,如图 1.3 所示。彩色效果图包括外形效果图、室内效果图和局部效果图,其作用是供选型讨论和审查。效果图的表现技法多种多样:可采用铅笔、钢笔,也可采用毛笔(水彩画或水粉画)等,而目前较流行的是混合技法——用麦克笔描画、喷笔喷染以及涂抹、遮挡等同时表现技法。只要效果良好,表现技法可不拘一格。

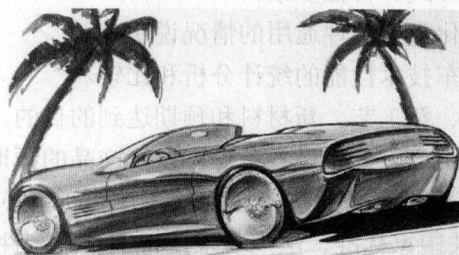


图 1.2 构思草图



图 1.3 彩色效果图

(3) 制作缩小比例模型。缩小比例模型是在构架上涂敷造型泥雕塑而成。乘用车常用 1:5 的缩小模型, 由于客车和货车比较大, 造型比例一般采用 1:10。造型泥(油泥)是一种油性混合物, 在常温下有一定可塑性和硬度, 涂敷后须经烘烤, 使油泥具备一定的硬度和稳定性。然后就可以在油泥模型上进行修塑, 制作比例模型。比例模型是在彩色效果图的基础上更进一步表达造型构思, 更具有立体形象, 更有真实感, 要求各部分比例严格、曲线流畅、曲面光顺。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。

(4) 召开选型讨论会。经过初步设计, 绘制出一批彩色效果图和塑制出几个缩小比例模型, 之后召开选型讨论会, 从若干个造型方案中选择出合适的车型方案, 作为技术设计的依据。选型讨论会主要讨论造型, 同时也涉及结构、工艺, 甚至法律法规及标准化方面的问题, 故通常由项目负责人召集造型设计师、结构设计师和工艺师、公司内部管理阶层等参加会议, 以确定选型。选型讨论会结束之后, 车型的造型构思基本成熟, 汽车的初步设计阶段亦宣告结束, 如果造型方案没有通过, 则需要进行修改甚至重新绘制效果图和制作比例模型。

(5) 编写产品设计任务书。产品设计任务书包含了产品设计和开发项目的全部要求, 是产品总体方案的设计依据。对技术设计来说, 是重要的信息和技术核心。设计任务书在下达之前要进行评审并通过一定的管理程序, 对设计任务书的评审是确保产品质量的关键。

设计任务书应包含如下内容:

- ① 产品设计任务的来源和设计的依据。
- ② 产品的形式及主要的技术参数, 如整车的尺寸参数、质量参数和性能参数等。
- ③ 各部件总成的结构形式和特性参数。
- ④ 产品系列化、标准化和零部件通用的情况说明。
- ⑤ 国内外同类型汽车技术性能的统计分析和比较。
- ⑥ 产品采用的新技术、新工艺、新材料和预期达到的目的。
- ⑦ 产品的生产纲领、生产方式、设备条件, 以及产品的预期成本和技术经济分析。
- ⑧ 提出综合要求和产品所遵循的法律法规, 开发的新车必须提出明确的法规适应要求, 各项性能指标符合有关国家标准、法规要求, 特别是强制性国家标准。我国已经实施的强制性试验项目已达 40 多项, 发布的相关的国家和行业标准已达到 763 项, 从汽车的外廓尺寸、车身结构、碰撞、安全保护等结构要求, 到汽车的制动、灯光、废气排放、视野要求、车外噪声等性能要求都有相关法规和标准。如果是出口产品, 还必须执行相应的国外标准和国际标准。

⑨ 确定产品的开发周期和开发团队名单。

⑩ 估算产品的试制试验周期和上市日期。

3) 技术设计

在汽车造型审定后, 就可以着手进行汽车结构设计, 确定整车、部件(总成)和零件的结构。这一阶段主要任务是在总布置图的基础上绘制 1:1 或 1:2 的尺寸控制图, 主要目的如下:

- (1) 确定各部件总成所在的位置和连接方式。
- (2) 确定各部件总成的控制尺寸和控制质量。

- (3) 确定各操纵机构的位置及其运动范围。
- (4) 对各运动零部件进行运动校核,防止运动干涉。
- (5) 确定驾驶区的内部布置。
- (6) 确定驾驶员视野以及周边各附件的操控的方便性,此时要考虑驾驶员的操纵轻便性以及仪表、照明、暖气、除霜及通风性能等。
- (7) 确定车辆内部空间的大小,确保乘客的乘坐安全性和舒适性。
- (8) 确定各部件的质心位置,计算汽车在空载和满载时的轴荷分布情况和质心高度。
- (9) 确定汽车外形尺寸和总布置的各项参数。
- (10) 在尺寸控制图和总布置计算的基础上,对各部件总成提出具体的设计要求(包括形式、特性参数、控制尺寸、控制质量、承受载荷、支承方式和连接方式等)。

在确定各部件总成的空间位置时,应当从整车布置的技术和理性出发,充分考虑该总成或其上附件的拆装和维修的方便性和接近性,并保证部件之间或零件之间有足够的静止间隙和运动间隙。

4) 工作图设计

工作图设计是指在技术设计的基础上完成在试制或生产过程中加工、装配、供销、生产管理及随机出厂使用的全部图样和技术文件。

成套的产品图样由总图、简图、主要零部件图、部件装配图、总装配图、安装图、图样目录、明细表、汇总表等组成。零件图需要详细地标注出各部分的尺寸。总成图应清楚地表达零件相互装配的关系并标注出相关的装配尺寸及装配要求。图纸绘制成后,需要将部件和零件按照它们所属的装配关系编成“组”及其下属的“分组”号码。每个部件、零件及其图纸都给定一个编号,以便于对全部图纸进行管理。

设计阶段工作量大而繁琐,可能需要一个或几个团队一起来进行。整个设计工作的总纲领即是设计任务书,各个零部件总成的设计可能是分开的,甚至分配更加详细。在设计各个过程中,项目总负责人必须全盘掌握,设计人员之间始终要对相关的零部件进行校核,预测可能出现的矛盾和问题,设计人员之间要共同探讨,共同寻求解决问题的办法。

3. 试制试验阶段

试制试验阶段是由图纸走向实践,进行样机试制试验并进行小批试制,以验证产品图样、设计文件和工艺文件、工装图样的正确性;验证产品的适用性、可靠性和安全性,并完成产品的鉴定。通过小批量试制,进行产品的各种形式试验和试销,确认产品的性能和适应性。

试制试验阶段的主要工作包括以下三个方面:

1) 样机试制

样机试制是指根据设计图样生产零部件,进行样机组装试制。汽车的样机试制不仅仅是按汽车零部件图纸生产,还需要进行生产中所用到的一些辅助模具、检具的设计,包括要编制工艺文件和制作必要的工装设备。生产样机的数量应根据产品的类型和试验需要来确定。试制样机的主要目的是为了验证设计产品的结构、性能和工艺性等,考核产品图样和设计文件的质量,同时为试验提供必要的车辆。

2) 样机试验

样机试验是对汽车的设计和 product 进行验证, 以保证产品的结构和安全。样机试验是多方面的, 目的是为了验证产品的可靠性、安全性, 并进行技术鉴定。

3) 小批试制

小批试制是在样机试制试验的基础上进行的, 它的主要目的是考核产品的工艺性, 验证正式生产全部工艺文件及工艺装备质量, 并进一步验证产品的性能、结构和经设计改进后的产品设计文件及图样的正确性和合理性。小批量试制在工艺上为批量生产做准备, 因此应按工艺管理的有关规定进行。小批试制应依据样机试制阶段经确认的全部技术文件及图样进行。

小批量试制完成以后, 提交经过修改、改进并最终通过评审的设计资料、工艺文件和全部图样, 最终形成完整的产品文件。

整个试制试验过程也是汽车设计从理论走向实践的过程, 试制试验的主要工作是进行样车试制, 了解整车和部件的结构工艺性, 了解整车在装配中发生的问题并及时协调解决。这一阶段要求技术设计的开发团队进行必要的跟踪和服务, 将反映出来的问题一一记录, 为技术或工艺的改进提供最直接的参考。为验证样车是否符合设计要求, 必须进行试验。在试验过程中, 设计人员要及时地与试验人员沟通, 及时分析和解决出现的问题, 取得相应数据, 对设计的改进提供原始资料。试验的项目包括尺寸参数和质量参数的测定、整车性能试验、可靠性试验和耐久性试验, 试验的过程有可能延续至产品定型。

4. 生产阶段

生产阶段包括定型投产阶段和持续改进阶段。

(1) 定型投产阶段是正式投产前的准备阶段, 定型投产在小批试制的基础上进行, 目的是进一步完善产品工艺文件, 改进、完善并定型工艺装备, 配置必要的生产和试验设备, 确保达到正式生产的条件和具备持续稳定生产合格产品的批量生产能力。

(2) 持续改进阶段是在产品生命周期内, 对产品、过程或体系进行不断改进的过程。要提高客户的满意度, 就必须不断地进行工艺改进, 提高质量, 同时对出现的问题及时采取措施; 另一方面, 积极改进以消除隐患, 提高产品的竞争力, 不断地满足用户的要求。

1.2 汽车结构形式的选择

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, 汽车形式对整车的使用性能、外形尺寸、整车质量、轴荷分配和制造成本等方面的影响很大。

1. 轴数

汽车轴数的选择应根据车辆的用途、总质量、使用条件、公路车辆法规和轮胎负载能力等方面因素综合考虑。汽车及挂车单轴最大允许轴荷限值见表 1-1。汽车及挂车并装轴轴荷的最大限值见表 1-2。