



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汽车设计

DESIGN OF AUTOMOBILE

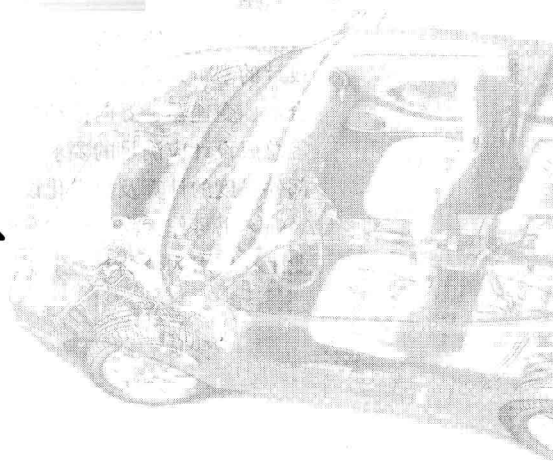


罗永革 冯樱◎主编



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汽车设计



主 编 罗永革 冯 樱
参 编 郭一鸣 张胜兰
陶健民 李楚琳
主 审 韩宗奇 伍德荣



机械工业出版社

本书系统地介绍了汽车设计理论和方法、现代汽车开发流程及数字化设计手段,总体分为整车设计与匹配、汽车发动机总体设计、底盘各总成设计的基本知识等内容。本书的具体内容包括汽车总体设计、发动机、离合器、变速器、万向传动装置、驱动桥、行驶系统、转向系统和制动系统等总成设计应满足的要求、结构方案的分析与选型、主要参数的确定、零部件强度的计算及数字化设计方法在汽车设计中的应用。

本书可作为高等院校车辆工程专业教材,也可作为汽车行业及相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/罗永革,冯樱主编. —北京:机械工业出版社,2011.9
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-111-34454-4

I. ①汽… II. ①罗… ②冯… 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(2011)第079711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:冯春生 责任编辑:尹法欣 版式设计:霍永明
责任校对:申春香 封面设计:王伟光 责任印制:乔宇
三河市宏达印刷有限公司印刷

2011年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.75印张·412千字

标准书号:ISBN 978-7-111-34454-4

定价:34.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

社服务中心:(010) 88361066

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

网络服务

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面防伪标均为盗版

前 言

在汽车产品开发的整个过程中，产品的先天质量决定于设计，成本的70%是由设计阶段决定的。随着科学技术和汽车工业的发展，汽车设计方法也发生了日新月异的变化，除传统的方法和计算机辅助设计方法外，还引进了有限元分析、计算机模拟计算等现代设计方法与分析手段，在缩短设计周期的同时提高了设计质量。本书的编写是将现代设计方法与汽车设计理论进行有机结合的一次尝试，同时也力求将作者多年的教学、科研和设计经验以及部分汽车行业专家的工程实践经验融入其中。

全书共10章。第一章介绍汽车设计的内容、特点和要求，以及汽车产品开发方法和程序，并重点介绍了汽车数字化设计技术；第二章为汽车总体设计，除汽车概念设计和总布置设计外，增加了CAD技术在汽车总布置中的应用；将发动机选型列为第三章，介绍了发动机参数、形式的选择及发动机技术的发展；第四章至第十章依次阐述离合器、变速器、万向节传动轴、驱动桥、行驶系统、转向系统和制动系统设计。各章的主要内容包括设计应当满足的要求、结构方案分类和分析、主要参数的确定原则、主要零件的强度计算和结构元件分析等；为把现代设计方法贯穿在具体的设计中，在变速器设计一章中增加了汽车齿轮的三维参数化设计方法；在离合器、转向系统的设计中增加了优化设计的方法；在悬架设计中增加了对双横臂独立悬架的运动仿真；在驱动桥、制动系统设计中分别增加了驱动桥桥壳与制动鼓的有限元分析。

本书由湖北汽车工业学院罗永革、冯樱任主编。郭一鸣、张胜兰、陶健民、李楚琳等参与部分章节的编写；王保华、赵慧勇、张继伟、周红妮等为本书编写提供了帮助。全书由燕山大学韩宗奇教授和湖北汽车工业学院伍德荣教授审阅。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。我们对所引用的众多参考文献的作者表示感谢，还要对参与本书排版的李莹和高伟表示深深的谢意。

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，书中难免存在错误与疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第一章 绪论	1
第一节 汽车设计概述	1
第二节 汽车产品开发方法	3
第三节 汽车产品开发程序	7
第四节 汽车设计技术发展	11
思考题	18
第二章 汽车总体设计	19
第一节 汽车形式的选择	19
第二节 汽车主要尺寸和参数的选择	26
第三节 汽车总布置设计	35
第四节 汽车总布置 CAD 技术	47
第五节 运动校核	52
思考题	54
第三章 汽车发动机总体设计	55
第一节 概述	55
第二节 汽车发动机选型	56
第三节 汽车发动机主要参数的确定	59
第四节 汽车发动机匹配介绍	61
第五节 汽车发动机总体布置	62
思考题	63
第四章 离合器设计	64
第一节 概述	64
第二节 离合器的结构形式及选择	64
第三节 离合器主要参数的选择	69
第四节 离合器主要零件的设计	71
第五节 离合器操纵机构的设计	81
思考题	82
第五章 变速器设计	83
第一节 概述	83
第二节 变速器结构方案的确定	83
第三节 变速器主要参数的选择	88
第四节 同步器的设计	92
第五节 变速器齿轮的参数化设计	98
第六节 变速器操纵机构的设计	103
第七节 自动变速器	106
思考题	110
第六章 万向节与传动轴设计	111
第一节 万向传动装置概述	111
第二节 万向节结构方案选型	111
第三节 万向节的传动特性和受力分析	118
第四节 万向节的设计计算	122
第五节 传动轴与辅助支撑的结构 分析与设计	127
思考题	129
第七章 驱动桥设计	130
第一节 概述	130
第二节 驱动桥的选型	130
第三节 主减速器设计	134
第四节 差速器设计	152
第五节 半轴设计	157
第六节 驱动桥桥壳设计	160
思考题	166
第八章 行驶系统设计	167
第一节 概述	167
第二节 车架的设计	168
第三节 悬架的设计	174
第四节 轮胎的选择	201
思考题	208
第九章 转向系统设计	209
第一节 概述	209
第二节 转向系统主要性能参数	209
第三节 转向器结构形式的选择及 设计计算	213
第四节 转向管柱带传动轴总成设计	217
第五节 动力转向机构设计	219
第六节 转向梯形机构的优化设计	224
思考题	230
第十章 制动系统设计	231
第一节 概述	231



目 录

第二节	制动系统的结构形式及选择·····	231	第六节	制动力调节机构·····	253
第三节	制动系统主要参数的确定·····	236	第七节	制动鼓的有限元分析·····	255
第四节	制动器的设计与计算·····	241	思考题·····	259	
第五节	制动驱动机构的设计与计算·····	247	参考文献 ·····	260	



第一章 绪 论

第一节 汽车设计概述

自 1886 年世界上诞生第一辆汽车以来,汽车工业经历了 120 多年的发展历程。汽车工业的发展,带动了钢铁、石油、机械等许多相关产业的发展。汽车工业的规模和汽车产品的质量成为衡量一个国家技术水平的重要标志之一。因此,世界上许多国家和地区将汽车工业作为国民经济的支柱产业。随着市场的发展和科学技术的不断进步,汽车设计日臻完善,汽车的各项性能逐步提高。

一、汽车设计的内容

汽车设计的内容包括三个层次:整车总体设计、总成设计和零部件设计。

整车总体设计的主要任务包括汽车总体设计选型、外形造型设计、总布置尺寸确定、人机工程分析、各系统或总成的性能要求和主要参数选择等内容。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等。

汽车总成设计的主要任务包括汽车各个系统或总成结构形式的选择、各种总成结构形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。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,基本性能能否保证,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。

汽车零部件设计的主要任务包括汽车主要零部件结构形式的选择、零部件受力分析、零部件运动分析、主要参数和材料的选择、强度计算及初步的制造工艺分析等内容。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。

二、汽车设计的特点和要求

汽车作为一种运动机械,与其他机械产品相比,其特点是使用条件复杂,产量大,变型多,涉及的范围广泛,与能源、交通、环境、安全等多方面相关。因此,汽车设计要考虑众多的要素。

1. 考虑工作环境的复杂多变

汽车是在自然环境条件下使用的交通工具,而自然环境复杂多变。每一辆汽车都有可能面临不同的气候、地理等复杂的工作环境,如高温、高寒、高湿等不同的气候条件,高原、

山区、丘陵、沙漠等不同的地理条件，以及燃料供应、路面环境、维修能力等不同的使用条件。这些不同的工作环境对汽车的结构、性能、材料和工艺等提出了许多特殊的要求。例如，高原地区车辆要采用增压发动机；高寒地区车辆要考虑发动机的冷起动；高温地区车辆要考虑车厢的隔热、通风和空调使用；山区车辆则应提高汽车的爬坡能力，并应配备辅助制动器等。

2. 坚持“三化”原则

汽车产量大，品种及型号多，设计中实行“三化”（即产品系列化、部件通用化、零件标准化），可简化生产，提高生产率，保证产品质量，降低成本。

产品系列化是指制造厂为了既能供应各种型号的产品（可为汽车，也可为总成或部件），又能进行大量生产，而将产品合理分档，组成系列，并考虑各种变型，以较少的基本型衍生出较多的系列产品。例如，驱动形式为 4×4 的越野汽车加上一根驱动桥就可变型成为 6×6 的越野汽车，加上两根驱动桥则变型成为 8×8 的越野汽车，形成产品系列；发动机可按缸数分为直列4缸、6缸或V形排列6缸、8缸等几个品种，组成产品系列。

部件通用化是指在同一系列或整车质量相近的一些车型上，尽量采用同样结构和尺寸的总成或部件，以简化生产。例如将某款车型加长，原有的宽度和高度保持不变，这就使变型车辆和原型车辆大部分总成或部件通用，降低了制造成本，提高了生产率，简化了维修。

零件标准化是指在设计中应尽可能采用标准件，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. 遵循相关的标准和法规

汽车设计要与汽车有关的一些标准和法规相适应。针对中国市场开发的汽车产品，汽车设计就要在我国有关标准和法规的指导下进行，包括国家标准、行业标准和企业标准等；针对世界市场开发的汽车产品，汽车设计就必须考虑国际标准化组织（ISO）制定的一些标准和出口目的地相关的标准和法规，例如，进军美国市场的汽车产品就必须满足美国标准协会标准（ANSI）、美国汽车工程师协会（SAE）标准、联邦机动车安全法规（FMVSS）等；进军欧洲市场的汽车产品就必须满足欧洲经济委员会（ECE）和欧洲经济共同体（EEC）所制定的汽车法规。

4. 重视汽车使用中的安全、可靠、经济和环保

汽车的使用性能是多方面的，如动力性、燃油经济性、制动性、操纵稳定性、NVH（噪声、振动、声振粗糙度）、通过性、安全性、可靠性、维修性及环境友好性等，而且某些性能有时是相互矛盾的。因此，汽车设计要在给定的条件下，协调各种使用性能的要求、合理选择各种性能指标，使该车在该使用条件下的综合使用性能达到最优，尤其要重视使用中的安全、可靠、经济和环保。

5. 既重视工程要求又重视外观造型

汽车设计要有良好的工程要求，既要满足结构的强度要求、整车布置的匹配要求、实际使用的人机工程要求，还要满足相关的制造、装配等工艺要求。由于汽车的外形、色彩是给人的第一印象，是人们评价汽车最直接的要素，同时也对市容、人的感官有很大影响，因此，在符合法律法规的前提下汽车的外观造型和色彩搭配也很重要。

另外，汽车设计还是综合考虑机械工程、交通工程、制造工程、运营工程、管理工程等的系统工程。

综上所述,汽车设计涉及多门专业学科和各种不同的要求,是一项重要而复杂的工作。因此,要做到成功的汽车设计,就必须运用系统工程的观点和方法,全面均衡地、有层次地处理各种不同要求,使整车的设计达到技术、经济 and 艺术的有机结合。设计中考虑欠周到就会造成制造上的困难、功能上的缺陷,影响产品市场竞争力,带来巨大的经济损失,所以对汽车设计必须精益求精、不断完善,才能设计出符合使用要求的物美价廉的汽车产品。

第二节 汽车产品开发方法

一、汽车新产品的分类

汽车新产品开发就是实现产品创新。按照创新程度的多少或技术变化程度的大小,汽车新产品可分为全新产品、更新产品和新牌子产品。

1. 全新产品

全新产品分为两类:一类是技术复杂程度最高的全新平台式开发,从发动机到底盘,从车身到电气都要全新开发;另一类是以某一现有平台为基础,以开发新车身为主体,造型、结构及尺寸都会有变化,同时在发动机、底盘、电气方面做继承式改进。

全新平台式开发工作量大、任务重,花费的时间与费用巨大。乘用车全新产品开发一般需要5~6年,但往往每一两年会进行局部改型,在灯具、饰件、散热栅架上做些变化,然后冠以某某年款车型推向市场。

新车身开发式全新产品往往是改变产品用途及其应用原理,在现有平台的基础上,对原有产品进行再创造。例如奇瑞公司的东方之子 Cross 就是在东方之子轿车平台的基础上开发,采用了混合车型的概念,兼有轿车、MPV 和 SUV 的特点,应用原理有了显著变化。

2. 更新产品

更新产品是指在技术原理没有重大变化的前提下,针对市场需要对现有产品所作的外形变化、功能扩展和技术上的改进。根据改进程度的多少,更新产品可分为大改款产品和小改款产品。

大改款产品主要是指汽车产品为满足消费者需求,适应政策法规要求以及顺应时代发展趋势等而增加配置,改善动力系统,满足排放要求,内外饰时尚改进以及为改善安全性、舒适性等方面而作出的一系列改进后形成的产品。

小改款产品改进内容比较少,更多的是在车内外肉眼可见的部件上有所更新,例如只改变车身的前、后部造型和内外饰件等。小改款花费时间及费用最少,一般都是在年底进行,为的是给市场一个冲击。

3. 新牌子产品

新牌子产品是指企业对现有汽车产品作比较大的改动,并使用一种新的牌子,使其成为一种新产品,以改变用户对老产品的固有印象,使消费者容易接受新产品。

二、汽车产品开发的商业原则

汽车产品开发是一种商业行为,商业行为就要遵循商业原则。汽车产品要面向市场,满足客户需求并最终获利,在产品开发时就必须考虑质量、价值和成本。

1. 质量观念

质量是产品市场竞争中的最重要的支柱，质量竞争已成为企业市场竞争的关键。质量的好坏关系到产品开发的成败，一个汽车产品如果没有很好的质量是很难在竞争残酷的市场上站稳脚跟的。因此，在汽车产品开发中应把产品的质量放在首位。

2. 价值观念

品牌是商品价值的体现，优良的品牌是汽车企业在激烈的市场竞争中取胜的重要手段，好的品牌能不断创造出令顾客可以感受到的魅力。因此，汽车企业开发的新产品首先应该有品牌特征，然后才是提高品牌知名度，进而打造强势品牌。

3. 成本观念

以最低的成本获取最大的利润是企业的追求，而用户最希望购买的是性价比高（即高性能低价格）的汽车产品。提高产品性价比的途径主要有以下几种：成本不变，功能提高；成本下降，功能不变；成本有所提高，功能大幅度提高；成本大幅度下降，功能略有下降；成本下降，功能提高。因此，在汽车新产品开发中应根据企业实际情况合理选择提高性价比的途径。

三、汽车产品开发的系统理念

汽车产品开发是一项复杂的系统工程。从汽车产品的生命周期来看，汽车产品开发从客户需求出发，配以企业管理系统、产品开发系统、产品制造加工系统、零配件供应系统、销售管理系统以及售后服务系统等构成了一个相互衔接的网络，成为现代化汽车企业的基本模式，如图 1-1 所示。

汽车产品开发系统工程要遵循以下原则：

1. 整体原则

汽车产品开发系统包括众多环节或子系统，虽然这些环节或子系统具有各自独立的功能，但其功能的实现都要服从于整体功能的实现。因此，汽车产品开发就要把产品开发系统作为研究对象，在产品开发中树立整体观念和全局观念。

首先，应把汽车新产品作为一个独立的整体来设计，而不是一堆任意组合的零部件；其次，在新产品开发中要处理好标准法规要求与用户需求之间的矛盾；另外，要重视产品开发的每一个环节，在每一个环节都要实行目标成本控制和全面质量管理。

2. 协调原则

汽车产品开发系统的各个环节或子系统之间有着相互依赖的特定关系，在产品开发过程中要协调好各环节或各子系统与整体之间的关系，使各子系统的功能服从于整体目标，以求得整体功能的优化。

在汽车设计中要善于统筹兼顾以达到协调。例如，汽车的很多使用性能之间是矛盾的，在汽车性能设计时就要根据产品开发的要求灵活取舍，有的产品要追求某一方面的突出性能，但不忽视其他的性能以迎合个性化用户的需求，有的产品可能需要平衡各方面的性能，

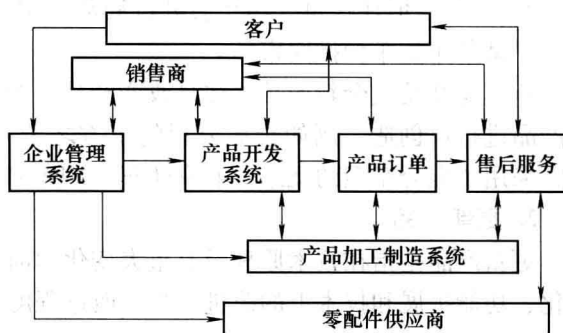


图 1-1 现代化汽车企业的基本模式

以迎合大多数用户的需求。

3. 优化原则

汽车产品开发系统有明确的目的，产品开发必须降低成本，提高质量，符合市场需求。因此，汽车产品开发应从整体优化目标出发，达到技术、质量、成本和开发周期的统一。

在新车开发时，必须把目的转化为具体的质量、时间和成本目标，也就是在正确的时机，以正确的价格，推出正确的产品，提高产品竞争力，为企业赢得市场。

4. 反馈原则

汽车产品开发系统处于工业生产系统之中，要受到社会、政治、经济等因素的制约。针对这一特点，汽车企业必须自觉遵守有关的政策法规，准确预测市场需求，合理制订企业产品规划。

在新产品开发过程中，要及时获取企业产品开发系统内外的各种有效信息，特别要重视政策法规的研究与用户的信息反馈，认真研究市场需求，主动适应市场发展，不断促进产品开发。

四、汽车产品开发的平台战略

汽车平台是在开发过程中用相似的底盘和车身结构，承载不同车型的开发及生产制造，生产出外形、功能不尽相同的产品。生产平台是汽车的一部分，它涉及设计、数据管理等，是由一系列产品共享的一整套资产。

一个成功且完善的平台，可以同时承载不同车型的开发及制造，生产出外形、功能都不尽相同的产品。以合理的成本来提供多样的选择，大大缩短了产品开发、更新的周期，使得在降低成本和产品多样性之间取得很好的统一。在制造方面，由于是同一平台的产品，可以大量采用通用化的零部件和总成，从而大大降低了制造成本和采购成本（不同平台之间的零部件共享率一般低于30%）；在研发方面，一个平台上实现了技术性的突破，就等于这个平台上搭载的所有产品都实现了突破，使得各项开发费用大大降低。

基于市场需求、市场竞争和技术发展的背景，世界上主要的汽车公司纷纷推出平台战略。世界上第一个轿车平台是在德国大众诞生的，而平台战略也成为大众公司一项重要的产品战略，并被许多汽车厂商所借鉴。通过平台战略的实施，大众公司整合了产品系列，平台数量已从原先的32个减少到：A00级、A0级、A级、B级、D级五个底盘规格，统一了全部产品系列，在公司内部共同使用这五大平台，大大降低了各项成本，同时提高了产品的竞争力，既能满足客户多样化的需求，又加快了新产品推出的速度。从20世纪90年代开始，平台战略被主要汽车跨国公司接受并大力推广，对于增强企业的竞争实力起到了重要的推动作用。例如，日本的本田（Honda）公司在20世纪90年代初就致力于共用平台的开发，使其在90年代的竞争中处于相对的优势地位。在开发1993年型的“雅阁”车型时，本田公司仅在一个底盘平台上就开发出了多种车型，即用于北美市场的前轮驱动型和单排双门跑车，用于日本市场的基本型和旅行车和用于欧洲市场的全轮驱动型汽车。

平台战略的实施，有利于实现多品种、小批量的多元化产品格局，满足全球不同市场和不同目标客户的个性化需求；有利于平台部分的产量相对集中和扩大；也有利于汽车产品开发中智力资源和资本资源等资源的合理重组。

尽管平台战略在汽车企业实践方面已取得很大的进步，但共用平台也有一些不利之处：平台共用给汽车设计师带来很多约束，导致在汽车设计时设计师发挥的作用有限，真正能改



变的只是车身外形，其他改动甚少；平台战略使产品的重叠现象过于严重，多个品牌来自同一平台，各个品牌的产品特性不易保持，价格定位也不好确定；共用平台抹煞了各个品牌间的差别，影响了企业赖以生存发展的品牌优势。

平台化是一种生产模式，并不是所有产品都适合平台化生产。规划和设计平台比单纯开发一个产品耗费的人力、物力大得多，在决定是否需要开发一个平台以支持公司的长远计划之前，要对技术、资源、市场、公司能力等各方面进行谨慎的分析。

针对平台战略的缺陷，有的汽车企业（如 BMW 公司）推出了“模块化”战略。所谓模块，是指由几个零部件集装在一起，并在汽车装配过程中作为一个单元来对待，而且它并不一定非要具有某种特定的功能。模块可以是一个系统，而一个系统也可以包含好几个模块。

汽车座椅装配的变化可以很好地解释模块化的概念。最初的座椅外套是在汽车总装厂里缝合的，而后将外套覆合在由泡沫材料制成的圆形芯子上，做成软垫和座椅靠背，接着将其和座椅调角器及滑轨装配在一起，随后再加上头枕和安全导轨，最后才能将座椅装到汽车上。现在，座椅供应商送给整车厂的已不再是座椅散件而是整个座椅，这种变化就是实现模块化的结果。

汽车开发采用模块化可以实现很多优点：聚零为整，可以将零散的小件集装成模块，形成由小到大的层次结构；化繁为简，实现零件组合的简化；灵活多变，实现产品的系列化；量身定做，满足用户多样化的要求；可靠方便，有利于装配、使用和维修。

可以预见，随着模块化技术的逐步引入，模块化战略不仅会改变传统的汽车设计、生产方式，而且将深层次地改变汽车工业的面貌，包括未来汽车公司的性质、汽车企业的组织结构形式等。

五、汽车产品开发的管理方法

汽车产品开发的工作比较复杂，动用的人力和物力、牵扯到的部门和单位很多，需要花费的时间也很长，除此之外，还必须要有足够的资金保障。为此，汽车产品开发必须要有科学的管理方法，对汽车设计过程中涉及的人、财、物等进行管理，对时间、质量和成本进行控制，达到技术、质量、成本和开发周期的最优组合。

1. 项目管理

项目管理就是把知识、技能、工具和技术应用到项目活动中去，以满足或超过项目投资者的要求和期望。项目管理的根本目的是有效地利用时间、技术、人力和资金等各种资源，在给定的时间、成本、性能和技术等约束条件下，尽可能高效率地完成项目任务，达到项目目标，从而向用户提供满意的产品或服务。

由于汽车产品开发是一项复杂的系统工程，需要面对动态多变的市场环境，需要跨部门、跨职能乃至跨文化沟通与解决问题，需要团队合作实现目标，需要对众多的开发活动进行有机整合，因此，汽车产品开发的项目管理至关重要。

项目管理是以项目组的形式开展工作的。现代项目管理一般涉及以下几个方面的内容：项目集成管理、项目范围管理、项目时间管理、项目成本管理、项目质量管理、项目人力资源管理、项目信息管理、项目风险管理、项目采购管理等。

2. 并行工程

并行工程是对产品设计及其相关过程（包括设计过程、制造过程和支持过程）进行并

行、一体化设计的一种系统化的工作模式。并行工程把计算机辅助设计、制造、管理和质量保证体系等有机地集成在一起,实现信息集成、信息共享和过程集成。并行工程的开发模式以开发周期短(Time),产品质量高(Quality),开发费用低(Cost)和用户满意(Service)为目标,强调设计过程的并行性、系统性和快速反馈,同时要求各相关职能部门间的工作协同与集成。

在汽车产品开发过程中,在产品阶段,项目组就适时地发布各种信息,使有关部门和相关供应商能在设计阶段及早参加项目,并开展工艺过程设计、外购零部件设计、模具设计等。通过不同专业过程的合理交叉与并行,使占项目开发周期较长的过程或活动得以同步进行。设计人员在产品设计阶段就要综合考虑产品生命周期的各个方面,包括产品概念、功能需求、工艺性、成本核算、质量控制以及报废回收等问题。

在并行工程中,产品设计、制造加工、质量控制、销售服务等环节不再是相互独立的过程,而是整个产品开发系统的有机组成部分。各相关职能部门为了共同的项目目标,以平行、交叉、协同的方式解决产品开发过程中出现的问题,及时交换和反馈信息,根据项目需要迅速作出决策,有效提高工作效率和质量。

3. 全面质量管理

全面质量管理TQM(Total Quality Management)是指一个组织以质量为中心,以全员参与为基础,通过对涉及产品质量的对象、过程、人员的全面管理和全面应用各种管理方法,达到让顾客满意和本组织所有成员及社会受益的目的,长期有效并能保证成功的管理途径或管理活动。

全面质量管理的基本内容是“三全”:一是对全面质量的管理,全面质量指所有质量,即不仅是产品质量,还包括工作质量、服务质量,其中产品质量是核心;二是对全过程的管理,对产品的质量不限于制造过程,而是扩展到市场研究、产品开发、生产准备、采购、制造、检验、销售、售后服务全过程;三是由全体人员参与的管理,企业把“质量第一,人人有责”作为基本指导思想,将质量责任落实到全体职工,人人为保证和提高质量而努力。全面质量管理的根本宗旨是有效地利用人力、物力、财力等资源,以最经济的手段生产出顾客满意的产品。

为实施全面质量管理,在汽车产品开发中采用了很多质量跟踪、管理和评审方法,如6 σ 管理、质量体系五大工具和Audit评审方法等。

第三节 汽车产品开发程序

任何产品都有一定的生命周期,汽车也不例外。因此,汽车企业要不断改进产品和开发新产品,以满足市场的要求,从而保证产品的市场竞争力和企业的可持续发展。汽车从构思到投放市场需要一个较长的时间过程,汽车产品的开发必须根据企业产品发展规划来确定,以实现社会环境、市场需求和企业实际条件的协调。

汽车产品的开发是一个循序渐进的过程,需要投入大量的人力、物力和财力。以开发一个全新车型为例,从项目开始到最终新产品批量生产一般需要近50个月的时间。一个全新车型的开发主要分为三个部分:一是要开发一辆什么样的车;二是如何设计满足要求的车;三是怎样将设计好的新车型批量制造出来。汽车产品开发的程序如图1-2所示。

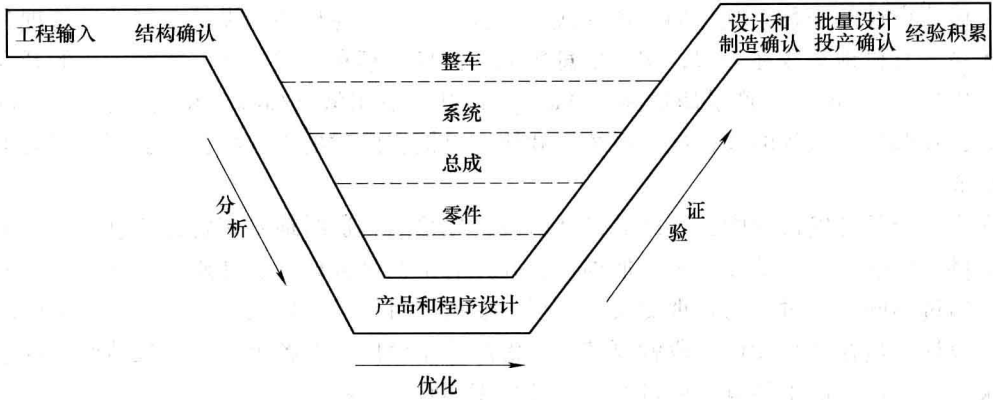


图 1-2 汽车产品开发程序

从项目开始到确定产品战略意向是汽车产品开发中的一个关键阶段，这个阶段的任务是明确要开发一辆什么样的车，根据市场动向、用户需求和产品预测，明确产品、市场、制造加工、部件配套、外形概念以及现有产品的利用等，作为整车开发的工程输入；接下来利用各种理论和测试手段，将整车技术性能指标自上而下进行细化，分解到系统、总成和各个零件，包括技术性能、尺寸、重量、成本和制造工艺等，产品开发人员对各个零件进行设计和优化，然后自下而上进行零件、总成、系统和整车性能指标的综合验证，以设计满足要求的车；最后一个阶段是把设计出来的新车高质量地批量生产出来，包括零部件订货、样车的制造、制造加工模具的确定、批量生产计划、整车装配工艺、整车性能调试及可靠性试验等。整个产品的开发过程如图 1-2 所示，形成一个“V”字形。

汽车产品开发是一个多部门联合协作的过程，通常分为四个阶段：概念设计阶段、工程设计阶段、试制试验阶段和生产阶段，如图 1-3 所示。

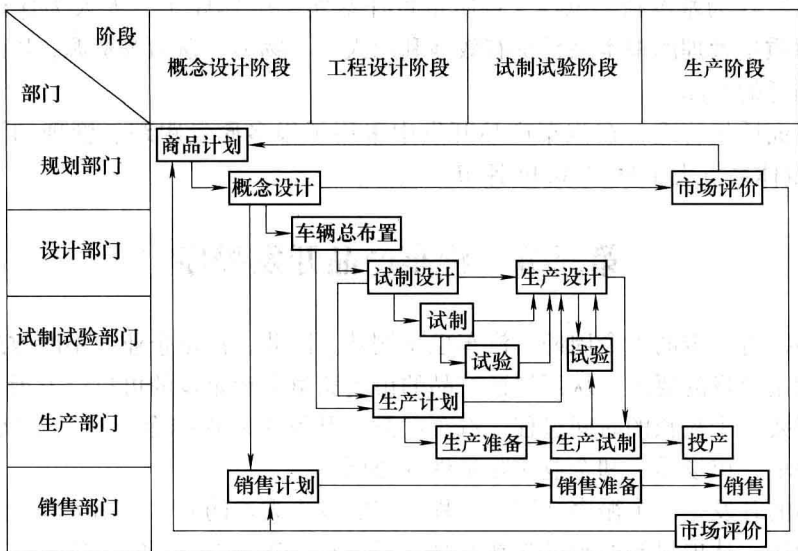


图 1-3 汽车产品开发主要过程

一、概念设计阶段

概念设计阶段要提出整车的构想方案，并对其可行性进行论证，从而确定切实可行的整车设计目标与方案。

1. 调查研究和制订产品开发目标

设计人员在产品技术设计之前要进行广泛的调查，包括市场调查、用户调查、竞争对手调查、生产调查和参考样车调查等。在对调查的情况进行分析研究之后，制订产品开发目标，包括市场目标、价格目标、性能目标和系列目标，等等。市场目标是指市场的区域、用户的类型以及希望占据的市场份额；价格目标是指用户能接受的价格范围、产品价格的优势、企业赢利情况等；性能目标指主要性能指标及要优先保证的顺序；系列目标应提出产品系列的基本框架及构成方式，在结构上应明确形式与主要结构特征，还应提出生产纲领和投产时间。

2. 方案构思与论证

设计人员根据上述目标可以构思多个整车方案，并画出方案草图，然后对每个方案进行分析，发现问题，研究对策，最后从中选出两三个较为合理的设计方案。与此同时，造型设计师根据总布置设计所定出的汽车尺寸和基本形状，就可勾画出汽车的具体效果图。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。彩色效果图是在构思草图的基础上绘制的较正规的绘画，需要正确的比例、透视关系和表达质感。在进行对比分析之后，确定两三个方案做 1:5 的油泥模型。设计人员在这一过程中要充分发挥创造性，放开思路，大胆创新。

3. 模型车制作和编写设计构想书

在上述两三个整车设计方案和 1:5 模型基础上进一步分析论证，选定一两个方案制作模型车（或 1:1 模型）。在制作模型车的过程中，整车设计人员要进行一些联接设计，模型车在外形和主要结构特征上代表了设计思路，但在很多细节上是不完善的。在制作模型车的同时，整车设计人员要编制“设计构想书”，其主要包括：设计依据、设计目标、技术方案和技术经济分析。

4. 召开选型讨论会

上述工作完成之后，就可以召开选型讨论会。会议的目的是从若干个造型方案中选择一个合适的车型方案，以便作为技术设计的依据。参会人员包括主要造型设计师、结构设计师和工艺师等。会议主要讨论审美问题，但也涉及结构、工艺等方面。选型讨论会结束，说明选定车型的造型构思基本成熟，汽车的概念设计阶段结束。

二、工程设计阶段

1. 总布置设计

根据批准的整车设计方案，整车设计人员开始总布置设计，将汽车各个总成及其所装载的人员或货物安排在恰当的位置，以保证各总成运转相互协调、乘坐舒适和货物装卸方便。为了保证汽车各部分合理的相互关系，需要定出许多重要的控制尺寸。在这个阶段，需要绘制汽车的总布置草图，其任务是确定整车主要尺寸、质量参数与性能指标以及各总成的基本形式，即绘出发动机、底盘各总成、驾驶操作场所、乘员和货物的具体位置以及边界形状；也包括零部件的运动（如前轮转向与跳动）范围校核。在此基础上较准确地确定汽车的轴



距、总长、总宽、总高、离地间隙、货台（或地板）高度等主要尺寸。经过汽车总布置设计，就可确定汽车的主要尺寸和基本形状。在总布置图完成后，即可进行车身造型设计及绘制车身布置。其任务是绘制不同外形、方向、色彩的车身外形图；制作相应造型的1:5整车模型；从中选优后再制作1:5或1:1的精确模型。

2. 编写设计任务书

完成上述工作后即可编写设计任务书，以便对以后的设计、试验和工艺准备进行指导和提供依据。其内容包括：任务来源、设计原则和设计依据；产品的用途及使用条件；汽车型号、承载容量、布置形式及主要技术指标和参数，包括空车及满载下的整车尺寸、轴荷及性能参数，有关的可靠性指标及环保指标等；各总成及部件的结构形式和特性参数；标准化、通用化、系列化水平及变型方案，拟采用的新技术、新结构、新装备、新材料和新工艺，维修及其方便性的要求，续航里程；生产规划、设备条件及预期制造成本和技术经济预测等。有时也加入与国内外同类型汽车技术性能的分析 and 对比等。有的还附有汽车总布置方案草图及车身外形方案图。

3. 技术设计

技术设计的任务是根据汽车整车性能，提出对各总成及部件的布置要求和特性参数等设计要求；协调整车与总成间、相关总成间、总成与有关部件间的布置关系和参数匹配关系，使之组成一个在给定使用条件下使用性能达到最优并满足设计任务书所要求的整体。具体工作包括：①绘制汽车总布置图。②根据总布置设计确定的整车参数和性能指标，提出对各总成和部件的设计要求。③对各部分运动空间和运动干涉的校核。④确定有关总成和部件支承的形式、结构参数与特性等。⑤确定各总成的质心位置，核算汽车空载和满载时轴荷分配及整车质心高度。⑥对汽车车身进行布置空间的校核，并制作1:1的车身内、外模型来检查驾驶操作及上、下车的方便性、视野范围、乘坐空间及舒适性等。⑦汽车总成、部件及零件选型与设计。⑧设计图样的工艺审查及必要的修改等。

4. 进行汽车总装配并绘制总装配图

在各部件设计完成，并经过设计和工艺审查后，对汽车各零部件进行装配。其目的是通过装配，检查各零部件是否出现干涉；绘制总装配图来核算和标注汽车的外形尺寸和总布置的各项尺寸链。

三、试制试验阶段

试制试验阶段是由理论走向实践的过程，进行样机试制试验并进行小批量试制，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。

1. 样机试制

样机试制是指根据设计图样、工艺文件和必要的工装设备生产零部件，进行样机组装试制。试制样机的主要目的是验证产品的结构、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。生产样机的数量应根据产品的类型和试验需要来确定。

样机试制可以及时发现设计中的问题，以便在投产前进行解决。各部件完成后应该对其是否符合控制质量，整车试装配后应该对各主要尺寸和参数是否符合设计要求。

2. 样机试验

样机试验是对汽车的设计和进行验证,以保证产品的结构完整和安全。样机试验是多方面的,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。

样机试制完成后,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两三轮的试制、试验和修改过程。

3. 小批量试制

小批量试制是在样机试制、试验的基础上进行的,其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,为批量生产做工艺准备。

小批量试制完成后,提交经过修改、改进并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。

四、生产阶段

生产阶段是汽车设计过程的最后一个环节,包括定型投产和持续改进两方面的工作。

1. 定型投产

定型投产是在小批量试制的基础上进行的,是完成正式投产前的准备工作,其主要目的是进一步完善产品工艺文件,改进、改善并定型工艺装备,配置必要的生产和试验设备,确保达到正式投产的条件和具备持续稳定生产合格产品的批量生产能力。

已定型的产品要进行正式批量生产,并投放市场进行销售和售后服务工作。

2. 持续改进

持续改进是指在产品生命周期内,对产品、过程或体系进行不断改进。企业产品和服务的质量,决定着用户的满意度,影响着产品的市场竞争力。要提高用户的满意度,就必须不断进行质量改进,通过改进产品生命周期内各环节的工作,对出现的问题及时采取纠正措施,同时通过积极改进以消除隐患,提高产品竞争力,不断满足用户的要求。

第四节 汽车设计技术发展

随着汽车工业的不断发展和壮大,汽车设计技术在近百年中也在不断更新,主要经历了以下几个阶段:

1) 经验设计阶段。在早期的汽车设计过程中,汽车设计主要采用经验设计的方法。所谓经验设计,是指产品设计以生产技术中积累的经验数据为依据,运用一些带有经验系数的经验公式为主要方法,这样的设计由于缺乏准确的设计数据和科学的计算方法,使产品设计的安全系数偏大,设计的零件过于笨重。在设计过程中,也进行一些试验,但偏重于整车的综合性能试验,对零部件性能试验甚少,因而使整车试验的结果分析不易深入,并且当时所用的试验设备简陋,测试技术水平不高,所以,一辆新车从设计到投产需要的周期较长,设计需要反复修改才能定型,设计质量较差。

2) 以科学实验和技术分析为基础的设计阶段。第二次世界大战后的20年间,测试技术有了很大的提高,汽车设计由经验设计阶段发展到以科学实验和技术分析为基础的设计阶