



21世纪全国高等院校汽车类**创新型**应用人才培养规划教材

汽车数字开发技术

姜立标 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材

汽车数字开发技术

姜立标 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以实现汽车及零部件产品的数字化开发为目标,系统地介绍了现代汽车数字化设计与制造的基础理论、基本内容及其应用系统。全书共分8章,包括汽车数字开发技术引论、汽车产品开发的数字化基础、汽车开发虚拟现实技术、汽车数字化仿真技术、汽车操纵稳定性仿真分析、汽车平顺性仿真分析、逆向工程与快速成形制造技术和数字化工厂技术。

本书可作为高等院校汽车工程、汽车运用工程、交通运输、交通工程、汽车服务以及机械工程及自动化等相关专业的本科生或研究生的教材,也可作为从事汽车及零部件产品数字化设计与制造等领域的工程技术人员和管理人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车数字开发技术/姜立标主编. —北京:北京大学出版社, 2010.8

(21世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-17598-9

I. ①汽… II. ①姜… III. ①数字技术—应用—汽车—设计—高等学校—教材 IV. ① U462-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第149686号

书 名: 汽车数字开发技术

著作责任者: 姜立标 主编

策 划 编 辑: 童君鑫

责 任 编 辑: 宋亚玲

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-17598-9/TH·0209

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: 北京鑫海金澳胶印有限公司

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 21.75印张 513千字

2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

定 价: 40.00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

目 录

第 1 章 汽车数字开发技术引论	1
1.1 汽车工业现状与展望	2
1.1.1 21 世纪制造业的特点	2
1.1.2 汽车产品开发现状与展望	3
1.2 产品开发概述	6
1.2.1 产品开发的内涵及其战略	6
1.2.2 产品开发的发展趋势	9
1.2.3 数字化制造推动中国汽车工业	11
1.3 数字化产品开发	14
1.3.1 数字化设计过程	14
1.3.2 数字化开发技术及其发展趋势	20
1.4 现代设计方法	21
思考题	27
第 2 章 汽车产品开发的数字化基础	28
2.1 数字化产品建模技术	29
2.1.1 几何建模技术	30
2.1.2 特征建模技术	33
2.1.3 集成建模技术	35
2.2 汽车的基于知识工程技术	37
2.2.1 基于知识工程技术与知识处理	37
2.2.2 KBE 在汽车产品开发中的应用	41
2.3 可视化技术	44
2.4 工程数据库	48
2.4.1 数据库技术概述	48
2.4.2 工程数据库概述	49
2.4.3 产品数据管理技术	54
2.5 产品全生命周期设计	56
2.6 产品协同设计与网络化制造	60
2.6.1 网络化协同设计	60
2.6.2 网络化协同设计的关键技术	61
2.6.3 网络化协同产品开发机理	62
2.6.4 汽车协同设计与网络化开发	62
2.7 产品大规模定制	64
2.7.1 大规模定制的内涵及其实现	64
2.7.2 大规模定制运作过程	67
2.7.3 大规模定制的生产模式及应用	68
2.8 产品并行工程技术	70
2.8.1 串行工程与并行工程	70
2.8.2 汽车产品并行工程开发	72
思考题	76
第 3 章 汽车开发虚拟现实技术	77
3.1 虚拟现实技术的概述	78
3.1.1 虚拟现实的基本概念	78
3.1.2 虚拟现实的分类	80
3.1.3 产品的虚拟原型	82
3.1.4 虚拟现实在各个领域的应用	83
3.2 虚拟现实硬件的组成	86
3.2.1 三维位置跟踪器	87
3.2.2 视觉设备	89
3.2.3 触觉与力觉反馈装置	92
3.2.4 声音设备	93
3.3 虚拟现实的软件环境	94
3.3.1 虚拟现实应用工具箱——MRTK 软件包	95
3.3.2 虚拟显示系统应用工具箱——WTK 程序包	97



3.3.3	CDK 软件包	98
3.3.4	虚拟现实造型语言	99
3.4	汽车虚拟设计技术	101
3.4.1	虚拟设计技术的过程	101
3.4.2	虚拟设计技术的应用	102
3.5	汽车虚拟制造技术	103
3.5.1	虚拟制造技术概述	103
3.5.2	虚拟制造的分类	105
3.5.3	虚拟制造的应用	107
3.6	汽车虚拟装配	108
	思考题	111
第4章	汽车数字化仿真技术	112
4.1	数字化仿真技术概述	113
4.1.1	仿真技术及其分类	113
4.1.2	数字化仿真程序	118
4.1.3	仿真技术的应用与 发展	120
4.2	有限元分析技术	123
4.2.1	有限元法概述	123
4.2.2	有限元的基本原理及 求解步骤	124
4.2.3	有限元分析软件	126
4.2.4	汽车车架的 有限元分析	128
4.3	汽车产品优化设计技术	131
4.3.1	优化设计的数学模型	132
4.3.2	汽车的拓扑优化设计	134
4.4	汽车虚拟样机技术	137
4.4.1	物理原型和虚拟原型	138
4.4.2	虚拟样机的技术原理	141
4.4.3	虚拟样机分析软件—— ADAMS	142
4.5	汽车虚拟试验	147
4.5.1	虚拟试验的应用	147
4.5.2	虚拟试验的实施方案	148
4.6	汽车虚拟试验场技术	148
4.6.1	虚拟试验场技术概述	148
4.6.2	VPG 技术的功能和 特点	149

思考题	152
-----	-----

第5章 汽车操纵稳定性仿真分析 153

5.1	多体系统动力学基础	154
5.1.1	多体系统动力学产生的背景	154
5.1.2	多体系统动力学简介	156
5.1.3	多刚体系统动力学的研究方法	157
5.1.4	多柔体系统动力学的研究方法	160
5.2	基于 ADAMS/Car 的整车模型的建立	163
5.2.1	ADAMS/Car 的建模原理	163
5.2.2	建立整车数字化模型所需的基本参数	164
5.2.3	整车模型的建模过程	166
5.3	汽车前悬架模型的仿真与优化	174
5.3.1	评价悬架性能的基本指标	174
5.3.2	前悬架模型的仿真结果分析	176
5.3.3	前悬架模型的优化设计	179
5.4	汽车操纵稳定性仿真及结果分析	185
5.4.1	汽车操纵稳定性评价方法	186
5.4.2	操纵稳定性试验标准及 ADAMS 仿真机理	188
5.4.3	稳态回转试验	190
5.4.4	转向回正性能试验	195
5.4.5	转向轻便性试验	203
5.4.6	转向盘转角阶跃输入试验	209
5.4.7	转向盘转角脉冲输入试验	215
5.4.8	蛇行试验	218
	思考题	222

第 6 章 汽车平顺性仿真分析 223

- 6.1 汽车平顺性振动激励分析 224
- 6.2 随机路面不平度拟合理论 225
- 6.3 ADAMS 软件的振动力学基础 ... 228
- 6.4 人体对振动的反应和汽车平顺性
评价方法 229
 - 6.4.1 人体对振动的反应 229
 - 6.4.2 汽车平顺性评价方法 230
- 6.5 汽车平顺性仿真及结果分析 233
 - 6.5.1 随机不平路面平顺性
仿真 234
 - 6.5.2 凸块路面平顺性仿真 241
- 思考题 244

**第 7 章 逆向工程与快速成形制造
技术** 245

- 7.1 逆向工程技术 246
 - 7.1.1 逆向工程的研究内容 247
 - 7.1.2 逆向工程关键技术 250
 - 7.1.3 逆向工程技术的应用 259
 - 7.1.4 逆向工程软件简介 261
- 7.2 快速成形制造技术 263
 - 7.2.1 快速成形制造技术
概述 263
 - 7.2.2 快速成形制造技术的
应用 269
- 7.3 基于逆向工程的快速成形制造
技术 270
 - 7.3.1 基于逆向工程的快速成形
制造技术的概述 270
 - 7.3.2 逆向工程与快速成形
制造的集成 272
 - 7.3.3 逆向工程与快速成形集成的
关键技术 273

- 7.4 汽车零部件快速制模与
快速试制 274
 - 7.4.1 利用快速成形技术制造模具的
一般工艺方法 275
 - 7.4.2 快速模具的分类 276
 - 7.4.3 快速过渡模制造 284
- 思考题 289

第 8 章 数字化工厂技术 291

- 8.1 数字化工厂理论 292
 - 8.1.1 数字化工厂概况 292
 - 8.1.2 数字化工厂的内容 294
- 8.2 数字化工厂技术概述 297
 - 8.2.1 工厂和车间层面的
数字化 297
 - 8.2.2 生产线的规划与仿真 301
 - 8.2.3 数字化装配 303
 - 8.2.4 数字化质量管理与
检测 313
 - 8.2.5 数字化加工技术 320
- 8.3 数字化工厂在汽车开发制造中
的应用 325
 - 8.3.1 汽车白车身规划与
仿真 325
 - 8.3.2 数字化工厂汽车冲压解决
方案 326
 - 8.3.3 基于 eM - Power 的汽车
发动机缸盖解决方案 327
 - 8.3.4 数字化汽车发动机
生产线 328
 - 8.3.5 数字化汽车总装技术 329
- 8.4 数字化工厂应用软件 331
- 思考题 336

参考文献 338

第 1 章

汽车数字开发技术引论



本章学习目标

★ 掌握面向创新的数字化设计的内涵和技术方法，熟悉传统设计与数字化设计的区别和联系

★ 了解产品开发的内涵、战略及其流程，熟悉几种现代的设计方法



本章教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
汽车工业现状与展望	了解 21 世纪制造业的特点； 汽车产品开发现状与展望	中国汽车工业面临的机遇与挑战
产品开发概述	掌握产品开发内涵及其战略； 掌握数字化产品开发技术	数字化产品设计过程； 数字化制造推动中国汽车工业
现代设计方法	掌握几种现代设计方法	优化设计、参数化设计、CAD/CAM、 产品造型技术



导入案例

2009年,我国的汽车年产销突破1300万辆(图1.1),成为世界上第三个达到这一生产规模的国家,汽车正在越来越多地进入普通老百姓的家庭。

凭借汽车生产和消费分别居世界第三、第二位,我国已经成为继美国之后世界上第二个既是汽车生产大国又是汽车消费大国的国家。进入汽车生产和消费大国行列后,下一个关注点自然是我国什么时候能够迈入汽车工业强国的行列。



图 1.1 引例图

1.1 汽车工业现状与展望

1.1.1 21 世纪制造业的特点

21 世纪的产品特点:知识→技术→产品的时间越来越短、结构却越来越复杂。例如 1782 年摄影原理到 1838 年照相机耗时近 56 年,1831 年电机原理到 1872 年发动机耗时 41 年,1948 年半导体原理到 1954 年半导体收音机只用了 6 年。

2009 年中国制造业在全球制造业总值中所占比例已达 15.6%,成为仅次于美国的全球第二大工业制造国,许多行业或产品产量跃居世界前列,被称为“世界工厂”。联合国工业发展组织的统计报告显示,日本为 15.4%,美国以 19% 的份额仍居全球首位。数据显示,2009 年,中国粗钢产量为 5.68 亿吨,占世界 47%;水泥产销 16.5 亿吨,占世界 60% 以上;港口吞吐量 70 亿吨,占世界 50% 以上。但中国制造业大而不强,多数企业尚处于产业链中低附加值的底部。目前,我国许多重大装备尚不具备研究开发与制造能力,不得不主要依靠进口。我国光纤制造装备的 100%,集成电路芯片制造装备的 85%,石油化工装备的 80%,轿车制造、数控机床及胶印设备的 70% 被进口产品占领。而且,越是重要、高档、技术附加值高的装备,进口就越多,自给率就越低。

21 世纪制造业面临的挑战如下:

(1) 产品开发周期缩短,上市时间更快,这是 21 世纪市场环境和用户消费观所要求的,也是赢得竞争的关键所在。这点从美国制造业策略的变化可以看出。美国制造业的策略从 20 世纪 50 年代的“规模效益第一”,经过 70 年代和 80 年代的“价格竞争第一”和

“质量竞争第一”，发展到 90 年代的“市场速度第一”，时间因素被提到首要位置。

(2) 提高市场占有率，在 T(时间)、Q(质量)、C(成本)、S(服务)、E(环境)目标下，加强时间竞争能力、质量竞争能力、价格竞争能力、创新竞争能力。其中最重要的是创新能力。企业的创新不仅指产品设计和生产工艺上的创新，还包括制造观念的更新，组织和经营重构，资源、技术和过程的重组，特别是从企业局部到全社会的资料、技术和过程的合理配置和重组。创新能力是推动企业发展的动力和最强大的竞争武器。

(3) 生命周期内的质量保证。产品质量的完整概念是顾客的满意度，对产品质量更全面的理解是用户占有、使用产品的一种综合主观反映，包括可用、实用、耐用、好用、宜人。21 世纪制造业提供给用户的，应该是整个产品生命周期内的产品、服务和信息的动态组合，以逐步代替单纯的产品买卖和有限的担保关系。

(4) 企业的组织形式将是跨地区、跨国家的虚拟公司或动态联盟。因特网(Internet)为虚拟公司或动态联盟的实现提供了一定的基础。

(5) 生产过程更加精良。产品开发、生产、销售、维护过程更加简化，生产工序更加简单，从而降低成本，提高劳动生产率，缩短上市时间。

(6) 智能化程度更高。在产品设计和制造过程中广泛应用人工智能技术，各种设备的智能化程度大大提高。

(7) 分布、并行、集成并存。分布性更强，分布范围更广，是全国范围的分布；并行化程度更高，许多作业可以跨地区、跨部门、分布式并行实施；集成化程度更高，不仅包括信息、技术的集成，而且包括管理、人和环境的集成。21 世纪制造业的四个关键因素是技术、管理、人和环境。

由于我国工业化进程起步较晚，我国的制造业和制造技术与国际先进水平相比还存在着阶段性差距。这些差距包括产品结构不合理且附加值不高，制造业能耗大且污染严重，产品创新能力较差且开发周期较长，制造工艺装备落后，成套能力不强，生产自动化和优化水平不高，资源综合利用率低，企业管理粗放，国际市场开拓能力弱，战略必备装备和竞争核心技术的开发相对薄弱等。这些差距使得我国的制造业和制造技术还不能很好地满足参与国际竞争的要求。要使我国制造业在国内、国际市场竞争中立于不败之地，尽快形成我国自主创新和跨越发展的先进制造技术体系，积极发展和应用先进制造技术，用信息技术提升和改造传统制造业已经刻不容缓。

世界各国十分重视发展制造业信息化与先进制造技术，许多跨国公司应用一些高新技术实现了设计、制造、管理和经营一体化，加强在国际市场的垄断地位。美国通用汽车公司应用先进集成制造系统技术，将轿车的开发周期由原来的 48 个月缩短到 24 个月，碰撞试验的次数由原来的几百次降到几十次，应用电子商务技术降低了销售成本的 10%。可见，先进的制造与信息技术应用已经成为带动制造业发展的重要推动力。

1.1.2 汽车产品开发现状与展望

我国汽车工业有四十多年的发展历史，近十年大量技术的引进，使得我国的汽车工业水平有了一个长足的进步，国产汽车市场占有率已经达到 98.4%，彻底改变了改革开放初期进口汽车横行国内的局面。不可否认，我国成为汽车产销大国得益于改革开放政策的实施，通过合资企业大大提高我国汽车的制造技术和生产能力。但要成为汽车工业强国就不能单靠这一点，而是需要使我国的汽车工业企业特别是全部由国内资本投资的企业(国有



控股企业和民营企业)变得强大起来,以此为基础,才能实现汽车工业强国的目标。

2009年,中国汽车产销量分别完成1379.10万辆和1364.48万辆,同比增长48.30%和46.15%。与此同时,受金融危机影响,美国2009年汽车销量下滑至1043万辆,比2008年减少近280万辆。中国毫无疑问地登上了全球汽车产销第一大国的“宝座”。

对于中国汽车产业取得的这个历史性飞跃,当然应该值得肯定。这不仅有效拉动了内需,还有效拉动了钢铁、轮胎、玻璃等相关产业的发展。更重要的是,汽车大量地进入寻常百姓家,让人们享受到了真正意义上的现代生活和汽车文明。

但是,任何事情有利也有弊。汽车在让人们的生活变得更美好的同时,也有可能让生活变得更糟。对于中国这个新兴第一汽车大国来说,汽车产业的快速发展,带给我们的挑战和问题主要有以下几方面:

(1) 汽车产销本身的持续增长问题。2009年汽车产销的井喷增长,既有2008年被抑制的需求因国家政策而得到释放的因素,以及国内的消费结构由衣食转向住行的影响,也有国家政策拉动的影响。可以说,“购置税减半”和“汽车下乡”两项补贴政策,以及对自主品牌汽车的扶持,对汽车的产销两旺起到了很大的推动作用(图1.2)。但也要看到,2009年汽车产销高速增长,提前透支了部分消费需求。目前的情况是,发达城市的市场已趋于饱和,农村购买力尚未得到有效开发,其他经济欠发达地区的市场尚需一段成长时间。

(2) 大而不强。这是一个老问题,大而不强主要表现为汽车产业没有自己的核心技术竞争力,自主品牌主要位于中低端,市场占有率不高。美、日、德等国之所以被称为汽车强国,在于他们在其国内市场乃至全球市场,均拥有自己的强势自主品牌,如美国的通用、福特,日本的丰田,德国的大众。而在中国市场上,据统计,自主品牌占不到1/3。

(3) 能源消耗和空气污染。汽车是耗能产业,而且对空气污染极大。如果坚持粗放式的扩张,汽车带来的就不会是舒适,而很可能是灾难。为此,必须坚持汽车节能和能源转型(图1.3)。



图 1.2 汽车下乡



图 1.3 汽车污染

(4) 影响城市化的健康发展。目前,中国几乎所有的大城市都面临着严重的交通拥堵。现在,部分大城市每天增加汽车少则数百辆,多则上千辆,而很多城市对“汽车时代”的到来并没有做好准备,比如街道设计建设落后、停车位置严重不足等。拥堵一方面浪费人们的时间,增加交通事故的概率,另一方面也会降低城市化发展的品质。

此外,相对于美国等成熟的汽车社会,中国的企业管理、市场服务、汽车文化、城市

建设等许多方面,都还有很大差距。总之,这些问题肯定会影响到中国汽车产业乃至中国经济的可持续发展。为此,必须设定一个清晰而富有远见的汽车产业发展战略目标,并在这一目标中,把节约资源和改善环境放到优先位置。

由小至大,只要保持足够的增长速度,随时间累积就可实现;而由大至强,不会单靠时间的增加自然形成。目前,我国几乎成为全世界汽车品牌的加工制造之国,也成为全世界各大汽车生产制造商的赢利大户。但是,我们无法跻身世界五大汽车生产国的行列。比起美国的高档豪华车,德国的实用型轿车,意大利的运动跑车,日本的节能轻型车,韩国的中低端车,中国自主品牌的汽车还很弱小,中国设计汽车的经验、水平和能力还尚欠火候。

当今世界汽车工业竞争异常激烈,我国汽车工业面临着巨大的挑战,加强产品开发能力有着巨大的必要性和迫切性。

(1) 我国加入世界贸易组织(WTO)给汽车工业带来巨大的压力和冲击。中国加入WTO后为世界经济的增长和稳定发挥了很大作用,也进一步扩大了贸易伙伴的利益。同时,加入WTO又是对我国有重大影响的措施。中国加入WTO,有利于充分利用国内外的市场和资源,加快中国经济与国际经济的融合,参与国际经济大循环,并在国际市场的竞争中处于有利的地位。随着中国加入WTO进程的推进,众多中国汽车制造商心中腾生出隐隐忧虑,即中美协议削减汽车及零部件的高额进口关税,使中国的汽车制造者未来必须面对更大的竞争压力,包括通用、大众汽车等跨国公司在中国的合资企业。汽车工业失去关税和非关税双重保护,那些规模小、成本高、技术水平落后的企业将难以生存。汽车工业进行大规模资产重组是大势所趋。

(2) 世界汽车工业重组对中国汽车工业的影响:①国际汽车市场份额的变化,国际性公司将占更大份额,国际汽车生产专业化程度加强,生产成本进一步降低,国际性公司将占更大的价格优势,在国际销售及售后服务网络方面国际性公司的优势更加明显;②国际性汽车公司抢占中国汽车市场份额的意图明显,许多国际性公司已提出与中国各大汽车公司进行合作;③开发迎合消费者的产品,在保证健康利润率的同时以有竞争力的价格销售产品,采用先进的生产技术以及实现足够的规模经济,原本零散的中国汽车和汽车零部件企业当前正经历着稳步的整合。这一方面扩大了规模,为将来采用先进技术和运营方法做了准备,另一方面也控制了采购和实施成本。

值得高兴的是,虽然中国加入WTO后轿车工业所受的冲击显而易见,但也应看到中国加入WTO后产生积极影响的一面,具体表现如下:

(1) 加速轿车产业结构和产品结构的调整。一批缺乏竞争力的轿车企业将有停产、转业、破产、倒闭的可能。价格和质量缺乏竞争力的产品,将随着国内市场开放而失去保护,在竞争中被淘汰。

(2) 促进中国与国外汽车跨国公司全面合作。国外大的汽车跨国公司已有多家在中国轿车行业投资或经营,如德国大众公司,美国福特公司、通用公司、克莱斯勒公司,法国雪铁龙公司、雷诺公司,意大利菲亚特公司,日本本田公司、大发公司、铃木公司等。与这些大的跨国企业合作,使我国的轿车企业熟悉了现今世界通行的国际规则,学习他们的经营理念与实践操作。只有今天当好这些跨国公司的合作伙伴,明天才可能与他们并驾齐驱并超越他们,因为世界一流企业的大门永远是向能够焕发潜力的强者敞开的。

(3) 锤炼先进轿车企业的竞争力。中国加入WTO,意味着中国轿车企业与外国同行



竞争直接化,所以要求企业的组织结构、整体素质、规模经济、技术进步、管理文化和经营战略都要有新的动作,增强实力和竞争地位。

中国汽车工业正加速全球化进程,我国汽车工业也正在以积极的姿态融入国际市场。融入世界汽车工业已经成为中国汽车工业发展的总体趋势,中国汽车工业已具备参与国际竞争的能力。汽车强国的汽车产业在一国的工业产值上占有绝对优势,特别是民族汽车工业是一个国家汽车工业的核心。当汽车工业的增加值达到国内生产总值(GDP)的3%时,汽车工业将成为国民经济的支柱产业,汽车工业在一个大国强国的GDP中占据十分重要的地位。今天,中国已提前实现了汽车工业发展“十一五”规划提出的2010年前汽车工业成为国民经济支柱产业的设想,而成为中国经济中不可缺少的重要支柱产业。2007年,汽车工业总产值占GDP的比例已超过4%,2020年中国汽车产业将与国民经济的GDP增长速度保持同步或有可能略高于GDP增长速度。

与此同时,我国汽车产业水平、自主创新能力以及自主品牌汽车占国内市场份额的比例也在不断提高。中国已成为世界第二大汽车消费国,第三大汽车生产国,第一大潜在市场。未来10年,中国对小型汽车的需求量将年增30%左右,约有1.5亿人具有购车能力,汽车私人消费逐渐成为主流,汽车进入家庭已成为必然。

1.2 产品开发概述

1.2.1 产品开发的内涵及其战略

1. 产品开发的内涵

产品开发是人类出于生产或生活的需要,而从事的一种创造性劳动。在几千年的演化过程中,人类经历了农业文明、传统工业文明、现代工业文明等不同发展阶段,产品开发的能力不断增加,由此也改善了人们的生活及生产条件。

根据现代设计程式化、逻辑化的产品设计思想,产品的开发有一定程式可循,可以减少开发过程中不必要的重复性劳动,提高产品的开发效率。新技术的开发使生产力得到极大提高,传统的卖方市场已不复存在,取而代之的是日益明显的买方市场。随着世界经济一体化的形成,制造企业面临的竞争已是全球范围内的竞争,这种竞争可以反映到不同层面上,如产品之间、企业之间、国家之间、不同地理区域之间等。激烈的市场竞争对制造企业提出诸多新的挑战。制造企业要想在竞争中取胜,就必须生产出比竞争对手交货期更短、质量更高、成本更低、服务质量更优,以及满足环境保护要求的新产品。

信息时代的产品开发在产品生命周期中的地位越来越重要,可以说,在信息时代,产品的增值活动将由制造转到设计开发阶段,自动化水平也将由制造转向设计开发阶段。长期以来,从自动化的角度讲,设计开发一直落后于加工制造,而信息技术的发展,尤其是计算机、数据库、多媒体、虚拟现实技术的发展,将引起一场设计上的革命。在这场革命中,集成是核心。围绕着产品开发集成技术,目前已出现了新的设计开发理论、方法、工具和模式,例如面向产品全生命周期的设计理论、并行产品开发方法和工具、虚拟产品开发方法和工具、单件订制开发模式等。产品开发流程如图1.4所示。

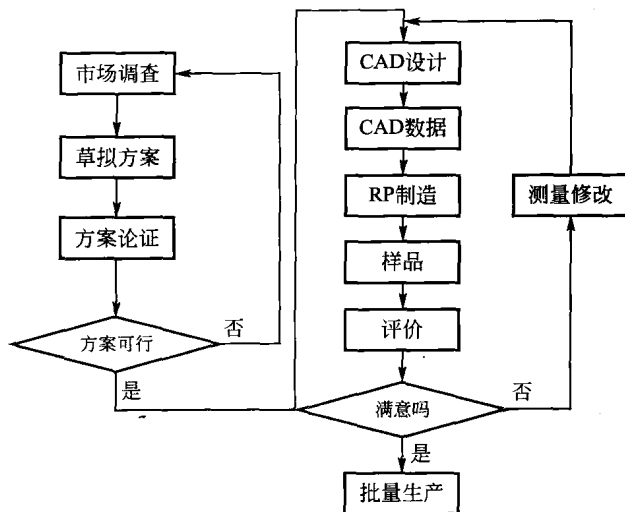


图 1.4 产品开发流程图

汽车的结构设计，应考虑尺寸、外观、结构、生产、安装的设计，比如汽车上大量使用的塑料卡扣，要根据不同的使用目的进行选择或自主设计。装门板上的车门内开拉手就是一个由多个单件组成的机构，在设计时要考虑它的大小、深度、与门护板的配合方式、单件之间的间隙段差、每个单件的大小、料厚等问题，最后做出一个三维模型来，这就是结构设计。汽车车身塑料件的一般材质为聚氯乙烯(PVC)、聚氨酯(PU)、聚乙烯(PE)、纤维增强复合塑料(FRP)或片状模塑料(SMC)。所用部位一般是保险杠、翼子板、发动机盖、散热格栅、行李箱盖、上车踏板及裙部防擦板等处。

车身塑料外饰设计的基本流程：

- (1) 相似借鉴，手绘初步设计效果图；
- (2) 制作油泥模型；
- (3) 曲面设计。曲面的表面应光滑平滑，曲面曲率应均匀、连续，反射光、斜率在曲面上光形条纹要顺畅、均匀、无拐点；
- (4) 结构设计。在曲面设计完成后，通过曲面质量评审后开展结构设计，用快速成型的方法加工样品，根据样品完善数模；
- (5) 开发模具，生产加工。

对保险杠和中网进行结构设计时，在 A 级曲面或造型面设计完成后，便可进行结构设计(图 1.5)。结构设计要从外观、结构、生产、安装等多方面考虑。

所谓 A 面(造型面)就是那些露在外面或车内能够被使用者直接看到的面的统称(图 1.6)，它有很多光顺性评定标准。例如必须满足相邻曲面的间隙在 0.005mm 以下(有些汽车厂甚至要求到 0.001mm)，切率改变(tangency change)在 0.16° 以下，曲率改变(curvature change)在 0.005° 以下，符合这样的标准才能确保钣件的环境反射不会有问题。

一般塑料件的结构设计要从以下一些方面考虑：零件拆分、零件间的过渡、连接、间隙；零件强度与连接强度；拔模斜度，注塑变形等(图 1.7)。零件本身的强度，由壁厚塑料件、结构形式(平板形状的塑料件强度最差)、加强筋与加强骨共同决定。

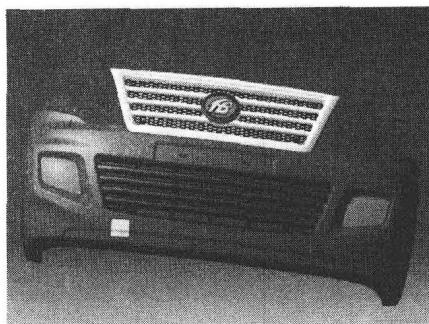


图 1.5 保险杠和中网三维结构数模

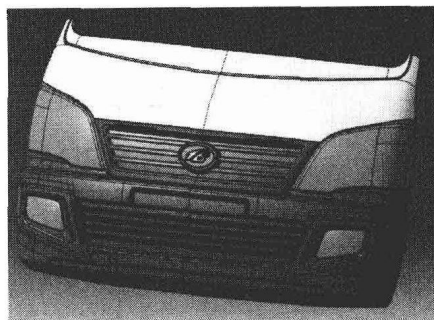
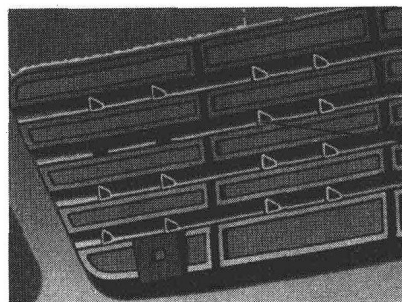
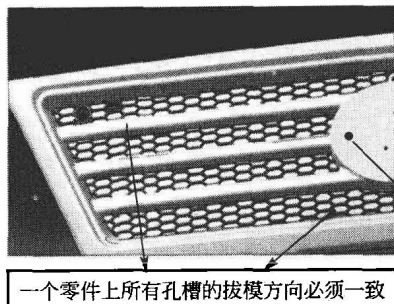


图 1.6 A 面数模



零件本身的强度，不仅取决于壁厚，还有加强筋和加强骨。此处加有加强筋，在保证强度的同时，还可减小其壁厚，从而节省材料



塑料件的很多连接都采用自攻螺钉，其孔径都有相应的规格标准

一个零件上所有孔槽的拔模方向必须一致

图 1.7 车身塑料外饰设计

2. 产品开发战略的出发点

产品开发战略是指考虑在现有市场上通过改良现有产品或开发新产品来扩大销售量的战略。产品开发战略有以下几种出发点：

(1) 从消费者需求出发。通过问题分析、缺口分析、细分市场、相关品牌归类等方法，以顾客为关注焦点，来分析满足顾客的现实需求、潜在需求和未来需求。

(2) 从挖掘产品功能出发。所谓挖掘产品功能，就是通过功能分析、用途分析、品质扩展、系统分析、独特性能分析、等级设计、弱点分析等方法，来分析企业现有产品存在的问题，挖掘产品新的功能、新的用途。在现成产品的基础上挖掘新的产品功能，无疑是一条风险较小的、能迅速获得市场认同的途径。

(3) 从提高产品竞争力出发。新产品的竞争力除了取决于产品的质量、功能以及市场的客观需求外，也可以采取一些其他策略来提高新产品的竞争力，如抢先策略、紧跟策略、低成本策略等。

(4) 从分析产品/市场矩阵出发。企业通过改进广告、宣传、短期削价、推销、在某些地区增设商业网点，借助多种渠道将同一产品送达同一市场等措施，在现有市场上扩大现有产品的销售；企业通过在新地区或国外增设新商业网点或利用新分销渠道，加强广告促销等措施，将现有产品扩大、推广到新市场；企业通过增加花色、品种、规格、型号等，向现有市场提供新产品或改进产品；企业尽量增加产品种类，跨行业生产、经营多种产品或服务，扩大企业的生产范围和市场范围，使企业的特长得到充分发挥。

产品开发战略的类型，按产品开发的新颖程度进行分类如下：

(1) 全新型新产品开发战略。全新型新产品是指新颖程度最高的一类新产品，是运用

科学技术的新发明而开发和生产出来的,具有新原理、新技术、新材质等特征的产品。采取这种战略,企业努力追求产品技术水平和最终用途的新颖性,保持技术上的持续优势和市场竞争中的领先地位。当然这要求企业有很强的研究与开发能力。

(2) 换代型新产品开发战略。换代型新产品使原有产品发生了质的变化。选择和实施换代型新产品开发战略,只需投入较少的资金,费时不长,就能改造原有产品,使之成为换代新产品,具有新的功能,满足顾客新的需要。

(3) 改进型新产品开发战略。所开发的新产品与原产品相比,只发生了量的变化,即渐进的变化,同样能满足顾客新的需求。这是代价最小、收获最快的一种新产品开发战略,但容易被竞争者模仿。

(4) 仿制型新产品开发战略。开发这种产品不需要太多的资金和尖端的技术,因此比研制全新产品要容易得多,但企业应注意对原产品的某些缺陷和不足加以改造,并结合市场的需要进行改进,而不应全盘照抄。采取这种战略,企业并不抢先研究新产品,而是当市场上出现较好的新产品时,进行仿制并加以改进,迅速占领市场。这种战略要求企业具有较强的跟踪竞争对手情况与动态的技术信息机构与人员,具有很强的消化、吸收与创新能力,容易受到专利的威胁。

中国汽车工业在由大至强的时候,需要全行业在战略思考方面达成共识。判定汽车企业是否强大,应当着重考察企业是否具有自主创新、自主开发的能力;是否具有极具竞争优势的产品;是否具有不断扩张市场和潜在目标客户群的能力;是否具有较好的持续盈利的能力。四个方面相互关联,缺一不可。汽车企业要做强,首要考虑的应该是根据以上四个方面制订完整的战略规划,而扩大规模仅是其中某个阶段的战术而已,不应作为重点,更不是全部。只有中国汽车工业的骨干企业都强了,中国的汽车工业才会强大。

世界汽车工业发展的历史和现状,为我国如何成为汽车工业强国提供了可借鉴的经验或教训。只有在全行业统一的战略规划下,企业根据各自特点制订有效的实施计划,全行业步调一致地行动,才能使我国汽车工业抓住历史机遇,以稳健的步伐达到成为世界汽车工业强国的目标。

1.2.2 产品开发的的发展趋势

随着网络信息技术的进步和社会信息化程度的不断提高,尤其是电子商务的出现,一个由庞大的网络产业带动,并导致整个经济社会产生巨大变革的数字经济时代已经离我们越来越近。同时,产品的技术含量和复杂程度在不断增加,而产品的生命周期在不断缩短。因此,缩短新产品的开发和上市周期就成为企业形成竞争优势的重要因素。在这种形势下,在计算机上完成产品的开发,通过对产品模型分析,完成产品设计方案,在数字状态下进行产品的虚拟试验和制造,然后对产品进行改进和完善的数字化产品开发技术变得越来越重要。与此同时,产品开发的概念和内涵也在不断地改变和拓宽。

1) 单目标规划向多目标规划的转变

传统产品开发仅考虑产品性能要求,而在信息时代,则要考虑产品生命周期内所有阶段的要求,尤其是对材料、能源、环境的要求已变得日益重要,产品规划已变成多目标的全局规划。



2) 串行设计向并行设计的转变

传统产品开发是个顺序过程,如概念设计完成之后,才能进行详细设计、工艺设计。信息时代的产品开发除信息的交换和共享之外,并行是最显著的特性。

3) 工艺设计向过程设计的转变

传统产品开发中的生产准备主要是指工艺规划和刀具、夹具、量具的准备,这是一种局限于面向制造的观点。信息时代的生产准备应理解为过程设计,不仅包括工艺过程设计,还包括装配过程设计、使用过程设计、维修过程设计等。

4) 实物样品向虚拟样品的转变

传统产品开发是采用“试凑法”,因此有些情况下,为保证产品质量,实物样品的测试不可缺少。信息时代的产品开发,基于数字化模型和虚拟现实技术,可以部分取代实物测试。同时,严格分工向自主管理的项目小组的转变、设计方法的改变,必然引起组织管理模式的改变,如采用多学科工作小组的方式,以及网上的合作等。

传统产品开发模式的主要缺点在于不能在产品的开发设计阶段就对其生命周期全过程中的各种因素考虑周全,以至于在产品的设计甚至制造出来后才发现问题,因而延长了产品开发的周期,增加了成本,甚至导致最终丧失商机。现代产品开发要求有效地组织利用计算机辅助工具,考虑设计整个周期,生产出满足市场需要的产品。产品开发技术呈现出以下趋势:

(1) 数字化。产品在其生命周期内的数字化建模是现代产品设计方法的关键技术之一,包括:①全局产品的信息定义,用计算机来支持产品生命周期的全过程;②产品的数字化工具,即广义的计算机辅助工具,能将产品信息自动数字化;③产品数据管理,即用计算机对产品开发与生产全过程中的大量数字化信息进行全面的管理与控制。

(2) 并行化。它是在计算机软硬件支持的信息共享基础上,采用团队工作模式,可在异地进行设计、开发的一种现代设计方法与手段。它有助于实施强强联合,优势互补,极大地提高企业的产品设计开发能力。

(3) 智能化。它是指现代设计方法及技术越来越明显的智能化倾向。它具有如下特征:不需要设计开发人员了解设计开发低层的全部细节,而由计算机智能地设计并最终制造出合乎要求的产品。

(4) 集成化。它是指现代设计系统不再是单一的 CAD、CAM 或 CAPP 系统,而是支持产品生命周期全过程的现代设计集成系统。

传统的汽车开发过程,从概念到实物的整个过程包括需求分析、效果图、造型设计、总体布置、详细设计、强度校核、运动仿真、加工制造、小批试制、批量上市等各个阶段,整个设计过程技术复杂、周期长、成本高。在产品复杂性不断增长,企业间竞争日趋激烈的今天,传统的产品设计方法已经很难满足企业生存和发展的需要。为了在竞争中获得主动,实现产品的数字化开发势在必行。现代汽车的设计,以数字化设计为主,综合应用先进的计算机辅助技术,如 CAD、CAE、CAM 以及虚拟样机等,提高了设计质量,缩短了设计周期,降低了设计成本(图 1.8)。

汽车产品的数字化开发建立在计算机辅助技术的基础之上;CAD 技术的发展使三维设计和虚拟装配成为现实;逆向工程(RE)技术极大地缩短了从造型到产品的转换周期;CAE 技术使结构分析和运动校核可以在设计阶段完成,避免了反复试验和试制;CAM 技

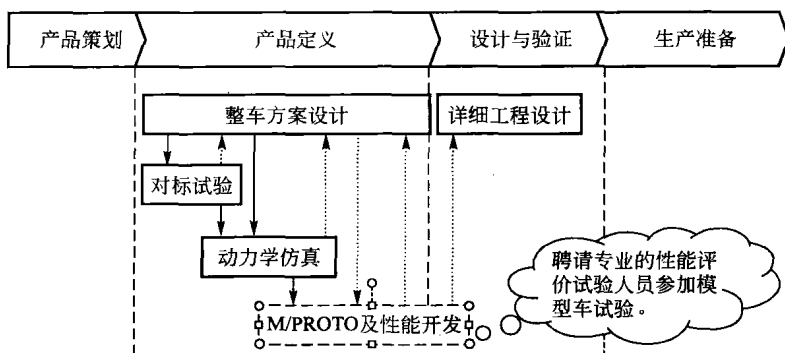


图 1.8 整车性能开发

术使设计数据直接用于加工，大大缩短了产品的制造周期。这些技术的广泛采用使汽车产品开发发生了根本性的变革，使汽车产品也可以按照不断变化的客户需求进行及时响应，开发一个全新车型的周期已经从 4~5 年缩短到 18 个月左右。

1.2.3 数字化制造推动中国汽车工业

信息化时代，各个领域都在讲求数字化，自动控制已经越来越多的取代了过去人和机械才能完成的任务。熟悉 IT 的人士会发现，一年以前市场上最先进的计算机，如果放在现在来看，几乎成为无人问津的淘汰货。某项产品一旦出现数字化，它的发展速度将远远超过人们的想象能力。这种状况与机械领域有着显著的差别，人们不断认知到数字化威力的同时，也会不停的追逐其更新更好的功能。在软件方面新的需求比硬件更为明显，新的操作系统和应用软件，不停地被安装在计算机上，更新的界面和更强大的功能，可以满足人们日益提高的需求。

数字化汽车，就是以 CAE(计算机辅助工程)分析技术为核心的现代数字化设计验证技术。集成数字化汽车设计开发技术是面向汽车产品设计、开发全过程的整车及其组成系统的计算机辅助设计、性能预测和虚拟试验评价技术等与 PDM 等支撑技术相结合的集成化 VPD(virtual product development)系统技术，包括虚拟样车(virtual prototype, digital mockup)技术、VPG(virtual proving ground)仿真技术、并行设计技术、反求设计技术、高性能计算机集群系统技术、虚拟现实系统技术等。

CAE 技术应用非常广泛，可用于虚拟试验(virtual test)、虚拟试验场(VPG)、整车开发的虚拟现实(VR)技术、汽车操纵动力学模拟器、汽车多体系统动力学分析、轿车白车身固有振动模态的有限元分析、轿车碰撞的有限元仿真分析、液阻型橡胶隔振器三维液体-橡胶耦合动力学特性的有限元仿真分析、筒式液阻减振器三维液体-结构耦合动力学特性的有限元仿真分析、制动器热弹性耦合有限元分析、流体系统仿真分析(CFD)、发动机开发中的 CAE 技术等领域(图 1.9)。

自从宝马 i-Drive 系统诞生以后，驾驶者与汽车之间的交流，已经与普通家用计算机有相似之处。正如 IT、家电领域的发展一般，汽车的数字化运用将会越来越受到市场的关注，并且其发展速度会异常惊人。国内市场对于数字化的接受速度，要比发达国家更快，这一点从 IT 和家电领域都能看出来。国内的手机、彩电等产品，其先进程度，甚至是欧美家庭都不具备的。