

同步工程 在汽车开发中的应用

诸德春 主编 曲立 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



同步工程在汽车开发中的应用

主	编	诸德春		
副	主	编	曲	立
编写组组长		诸德春	曲	立
编写组成员		田肇云	史哲甯	杨春荣
		唐	帅	高志金
主	审	孙义敏		

机械工业出版社

前 言

同步工程 (Simultaneous Engineering, SE) 也称并行工程 (Concurrent Engineering, CE), 是一种现代工程技术方法, 它站在产品设计与制造全过程的高度, 打破了传统的企业组织结构带来的部门分割封闭的观念, 强调参与协同工作的效应及同步的产品开发方式。它应用先进的设计方法与技术手段, 在产品设计的早期阶段就考虑其后期发展的所有因素, 以提高产品设计与制造的成功率。其宗旨是缩短产品开发周期, 提高产品质量, 降低产品成本, 从而增强企业竞争力。

目前, 汽车工业已成为我国经济发展的支柱产业, 而汽车新产品研发是该工业技术的核心, 它更是一项复杂的系统工程, 其研发流程包括设计、工程分析、样车试验、调试、生产、装配等环节。在汽车新产品研发过程中, 应用同步工程并行、一体化的系统工作模式, 如面向产品的全生命周期的设计、跨部门的组织团队、采用 PDM 技术建立统一的产品模型以及计算机辅助设计、制造、管理和质量保证体系等有机地集成, 为提高汽车新产品的设计品质, 尽可能地减少设计错误, 缩短产品开发周期等发挥了极为重要的作用。

本书由企业和大学合作编写, 以目前同步工程知识架构为框架, 系统地梳理了企业在新产品开发中应用同步工程取得的宝贵经验。本书主要阐述了同步工程的基础知识和理论, 以及同步工程组织管理、项目管理、质量培育等相关内容, 希望该书能为汽车设计人员、开发管理人员以及项目经理在汽车产品开发过程中提供有益的帮助。

本书由北汽福田汽车股份有限公司诸德春高级工程师担任主编, 北京信息科技大学曲立教授担任副主编, 北京信息科技大学孙义敏教授担任主审。参加编写的人员还有: 田肇云、史哲睿、杨春荣、唐帅、高志金。

感谢北京信息科技大学王红军教授对本书提出的宝贵意见!

感谢孙义敏教授对本书认真细致的审阅!

感谢本书所参考的文献的作者!

编 者

目 录

前言

第1章 汽车新产品开发概述 1

- 1.1 汽车新产品开发的意义 1
- 1.2 汽车新产品的开发过程 6
- 1.3 汽车新产品开发的模式 18
- 1.4 汽车新产品开发的战略 21

第2章 同步工程基础 23

- 2.1 同步工程的概念 23
- 2.2 面向产品生命周期的设计 (DFX) 31
- 2.3 CAX 技术 41
- 2.4 产品数据管理技术 47
- 2.5 计算机网络环境下的同步设计 62

第3章 丰田精益产品开发体系 76

- 3.1 流程类 76
- 3.2 高技能员工类 87
- 3.3 工具和技术类 107

第4章 同步工程在开发过程中的应用 114

- 4.1 汽车车身覆盖件冲压工艺规程的设计 114
- 4.2 汽车车身装焊工艺 117
- 4.3 汽车车身涂装工艺 120
- 4.4 汽车总装配工艺过程 124
- 4.5 同步工程在几大制造工艺中的应用 127

第5章 同步工程的组织管理技术 148

- 5.1 产品研发组织结构 148

- 5.2 基于同步工程的新产品研发组织结构 158

- 5.3 汽车研发组织的构建及其工作结构分析 166

- 5.4 同步工程研发组织管理策略 171

第6章 同步工程项目管理 175

- 6.1 项目计划管理 175
- 6.2 同步工程项目实施管理 186
- 6.3 同步工程项目风险管理 188
- 6.4 项目评价管理 191
- 6.5 作战室在同步工程项目管理中的应用 192

第7章 同步工程质量培育 199

- 7.1 质量管理概述 199
- 7.2 汽车研发质量技能展开 208
- 7.3 同步工程汽车研发 T 项目质量培育方案 212
- 7.4 同步工程质量检验方案 220
- 7.5 SE 方法在 T 项目应用中所遇到的问题 221
- 7.6 下一轮试制过程中的规划及重点 222

第8章 同步工程应用展望 223

- 8.1 同步工程在国外的研究发展与应用 223
- 8.2 同步工程在我国的研究与应用 230
- 8.3 同步工程的研究发展趋势 236
- 8.4 产品开发过程的研究展望 238

参考文献 239

第1章 汽车新产品开发概述

新产品开发是指研制与开发新产品的全部工作内容，即把新原理、新结构、新技术、新工艺和新材料等研究方面的成果应用于开发新产品。

随着科学技术不断进步，经济不断发展，全球化市场形成，顾客需求多样化，围绕新产品的市场竞争也日益激烈，企业为了生存和发展，必须不断开发满足顾客需求的新产品。而由于技术进步加快，产品生命周期不断缩短，产品日益复杂，企业研发新产品的难度也不断加大。所以，关注新产品研发，缩短研发周期，提高新产品质量及可靠性已成为各个企业面临的一个现实问题。尤其在汽车制造业，近半个世纪发展迅猛，企业面临着缩短交货期、提高质量、降低成本和改进服务等多方面压力，快速研发出顾客满意的产品已成为一个重要的竞争要素。

1.1 汽车新产品开发的意义

1.1.1 新产品的概念及分类

新产品是指在产品性能、结构、材质、用途或技术性能等一方面或几方面具有先进性或独创性的产品。先进性是指运用了新原理、新结构、新技术、新材料产生的先进性，或是具有已有技术、经验技术和改进技术综合产生的先进性。独创性是指运用新技术、新结构、新材料所产生的全新产品。新产品是一个相对的概念，如这个产品在某一市场范围内属于全新产品或对于企业来说是第一次生产的，都可以称为新产品。

新产品按照其与现有产品相比的创新程度、技术特性可以分为以下三类：全新产品、改进新产品和换代新产品。

1. 全新产品

全新产品是指采用新技术、新发明生产的具有新原理、新技术、新结构、新工艺、新材料等特征的新产品。全新产品往往由一种科学技术的新突破而形成。如汽车、飞机、计算机、半导体、电视机、化学纤维等，都是不同时代由于新技术或新发明而开发出的全新产品。

企业如果能够将全新产品成功地推向市场，将成为市场先入者，并获得先入为主的优势。例如，IBM 公司于 1981 年推出了世界上第一台计算机，日本东芝公司于 1985 年推出了世界上第一台笔记本电脑，以及摩托罗拉公司于 1973 年推出了第一部手机，这使它们都成为这些类别产品在其领域的元老。但这类新产品开发需要企业有良好的研究基础和大量研发资源的投入。

2. 改进新产品

改进新产品是指改进原有产品性能、功能，提高质量，增加规格型号，改变款式、花色而制造出来的新产品。如带有遥控功能的电视机、带有定时功能的电风扇，都属于改进新产品。

改进新产品是创新程度最小的一类新产品，只需要在新产品设计和制造流程中进行改动，所需投入的资源较少，是对现有产品的补充和延伸。一般改进新产品通过不断改进和延伸现有产品线，可以使企业在短期内保持市场份额，确保企业近期的现金流。但有时，企业对产品的设计稍微进行改动就会大大影响产品的生产流程，因此，企业是否需要推出派生产品，必须顾及产品与生产流程的相互影响，进行全面考虑。

3. 换代新产品

换代新产品是指在原来产品的基础上，基本原理不变，部分采用新技术、新结构、新材料、新元件制造的使产品功能、性能或经济指标有显著改进的新产品，如从电熨斗到自动调温的电熨斗，再到无绳电熨斗；微处理器从 286、386、486、奔腾、奔腾 II、奔腾 III 到奔腾 4。

换代新产品的基本原理不变，部分采用了新技术、新材料、新元器件，使性能有重大突破的产品，技术或经济指标往往有显著提高，具有新的用途，可以带给顾客更新的解决方案。企业通过开发换代新产品，可以拓宽产品族，延长产品族的生命周期，保持市场活力，保证顾客对换代产品持续地忠诚。

1.1.2 汽车产品的主要类型及发展趋势

根据我国国家标准的有关规定，汽车分为以下几种类型：

(1) 货车。货车又称为载货汽车、载重汽车、卡车，主要用来运送各种货物或牵引全挂车。货车按载重量（1.8t、6t、14t）可分为微型、轻型、中型、重型四种。

(2) 越野汽车。越野汽车主要用于非公路上载运人员和货物或牵引设备，一般为全轴驱动。按驱动形式可分为 4×4、6×6、8×8 几种。

(3) 自卸汽车。自卸汽车是指货箱能自动倾翻的载货汽车。它又分为向后倾卸和向左右后三个方向均可倾卸两种。

(4) 牵引汽车。牵引汽车是专门或主要用来牵引的车辆,可分为全挂牵引车和半挂牵引车。

(5) 专用汽车。专用汽车是指为了承担专门的运输任务或作业,装有专用设备、具备专用功能的车辆。

(6) 客车。客车是指乘坐9人以上,具有长方形车厢,主要用于载运人员及其行李物品的车辆。根据车辆的长度(3.5m、7m、10m、12m),可将客车分为微型、轻型、中型、大型、特大型五种。

(7) 轿车。轿车是指乘坐2~8人的小型载客车辆,根据发动机排量大小(1L、1.6L、2.5L、4L),可分为微型、普遍级、中级、中高级和高级轿车五种。

世界汽车产业已经走过了风风雨雨的一百多年,然而,金融海啸肆虐全球,各大汽车制造商都受到了不同程度的冲击,加之现代社会资源、环境日趋严重的压力以及人们对汽车需求的多样化,汽车产业不得不寻求自身新的发展。在坚持自主创新和注重改造传统产品的同时,各大汽车制造商都致力于加强技术改造,提高研发水平,积极发展节能环保的新能源汽车和能够满足人们日益个性化需求的汽车。

汽车产品呈现出如下发展趋势:

(1) 新能源汽车——时代的召唤。在能源日益枯竭的今天,绕开汽油能源,新能源汽车就显得前途不可限量。目前,可代替传统汽油和柴油的汽车代用能源有许多种,可将其归纳为三类:第一类是不可再生能源,包括液化石油气、天然气、煤基液体燃料、甲醇;第二类是可再生能源,包括乙醇、生物柴油、太阳能;第三类是性质不确定能源,其性质的归属取决于生产该能源的原料,包括燃料电池、电能和氢能。

许多大型汽车制造商,例如丰田和福特,从20世纪90年代就已经推行了全电模式的汽车。但是由于电动汽车不但造价高,而且充电后行驶的距离太短,因此,汽车业界宣称这种电动汽车是商业上的失败。也正因为如此,丰田、福特等大型汽车制造商在2003年将产品全部撤出了市场,低公害的主角变成了混合动力车和燃料动力车。然而相对于混合动力汽车和氢燃料电池汽车,全电动汽车是最节省能源的代用燃料汽车,由于全电式电动汽车最独特之处就在于动力源及驱动系统,因此,只要改进汽车驱动器就可以再次吸引消费者。

在 2009 年上海国际汽车展上, 共有 47 辆新能源汽车参展, 占展出车辆的 5.12%。新能源汽车成为展会备受关注的焦点, 尤其是前途一片光明的混合动力汽车更是吸引了太多人的眼球。来自国内的混合能源汽车有: 一汽集团奔腾 B50 插电式混合动力车、东风风神 S30 BSG 混合动力车、荣威 750 中度混合动力车、奇瑞 A3ISG 混合动力轿车、F3DM 和 F6DM 双模混合动力车、广汽集团先进混合动力概念车 (AHEV)。来自跨国汽车制造企业 (含合资企业) 的混合动力汽车有: 雪佛兰 Volt 串联插电式混合动力车、凯迪拉克凯雷德双模式混合动力轿车、第四代本田 Insight 混合动力车、新思域 (CIVIC) 混合动力车、第三代普锐斯混合动力车、Hi-CT 插电式混合动力车、雷克萨斯 RX450、宝马 7 系 Active Hybrid 混合动力概念车、奔驰 S400 Blue Hybrid 混合动力车、AVANTE HD LPI 混合动力车。

发展新能源不能将眼光仅仅局限于生物能源, 研发人员应该开发有效技术, 改进交通状况, 发展多种能源共同作为动力, 如风能、太阳能也可以作为重要动力。和传统汽车不同, 太阳能汽车没有发动机、底盘、驱动、变速箱等构件, 而是由电池板、蓄电池和电动机组成。目前太阳能汽车的造价都在 100 万元以上, 只适用于试验研究之用。

据业内专家估计, 太阳能汽车走入现实生活, 至少还需要 30~50 年的时间。但是随着全球经济和科学技术的飞速发展, 我们可以预见: 太阳能汽车作为一个产业已经不是一个神话。在节能减排要求越来越高的今天, 新能源汽车为汽车产业的发展指明了方向, 而突破科技发展的瓶颈, 开发太阳能汽车, 使太阳能汽车走入人们的生活则是未来汽车发展的终极方向。

(2) 未来汽车安全概念。安全是汽车发展永恒的课题。汽车诞生和发展的百余年来, 汽车安全一直受到汽车制造企业、汽车消费者以及各国政府的普遍关注。进入 21 世纪以来, 各大汽车生产制造企业加强了对汽车安全性的研究并加大了投入, 目的是要在 21 世纪世界汽车市场上占领有利的制高点。经过 9 年的发展, 已经逐步形成了未来汽车安全的新概念。未来汽车的安全性包括主动安全性和被动安全性。其中, 主动安全性有: 视野性能、操作性能、信息系统。被动安全性有: 吸能式车体结构、汽车乘员保护系统、人体耐冲击性伤害标准研究。

作为世界上第一个将安全性作为标志的汽车生产厂家, 沃尔沃 XC60 可能是目前安全性能最好的汽车之一。它装备了预防式安全技术、保护式安全技术和驾驶支持系统, 集中体现了沃尔沃八十多年对于安全性的知识积淀。

沃尔沃汽车在安全性能上的装备应是当今汽车产业在安全性能方向发展的指向标。

随着人们安全意识的日益提高,汽车安全技术的开发与使用成了产品竞争的焦点,汽车安全技术和安全装置也正朝着更人性化和更智能化的方向发展。随着科学技术的不断发展,将会有更多更有效的安全技术和安全装置被应用到汽车上,人们的生命和财产安全将得到最有效的保护。

(3) 环保汽车。随着汽车工业的发展,人类所面临的环境污染问题越来越严峻。当前几种主要类型的环保型汽车包括液化天然气汽车、高效柴油发动机节能轿车、氢能汽车、混合动力轿车和纯电动汽车。液化天然气汽车能在很大程度上降低汽车的尾气排放及噪声强度,降低燃料成本,延长汽车发动机的寿命。但是,天然气是一种不可再生能源,使用它不能完全解决温室气体排放的问题,而且加气站较少,加气不方便,同时天然气的价格波动也较大。高效柴油发动机节能轿车与同排量的汽油机相比,柴油机可节油15%~30%,而排出的二氧化碳、氮氢化合物和其他有害气体下降40%。此外,柴油价格便宜,在市场上很容易购买,但研发和制造难度大。氢能汽车可做到零排放,且噪声及振动小于内燃机汽车,传动部分机械结构简单,动力强劲。但由于从水里分解出氢气需要电解,在电解水过程中能效只能达到70%,其余30%的能量被消耗掉,并且要储存这些氢燃料需要很大的设备,所以,氢能汽车虽然环保,但能耗损失大,从节能降耗的角度来看,不易推广。混合动力轿车燃油的经济性能比较高,并且由于辅助发动机的电动机能在起动的瞬间产生强大的动力,可使车主享受更为强劲的驾车体验。其不足之处主要是电池组的使用寿命短和生产成本高,电池组和电动机的使用,使得混合动力轿车的整车重量比同型号的燃油汽车大很多,不仅影响整车性能,也增加了制造成本。纯电动汽车可解除石油资源对人类的威胁,其机械结构设计简单,故障点少,具有很高的经济效益。但是,蓄电池的单位储存能力偏低,用户不得不经常为汽车充电。另外,纯电动汽车的普及离不开全国统一的充电设备,这又在高制造成本的基础上增加了使用成本,普及的难度比较大。

新能源环保汽车动力技术的变革是一个比较漫长的过程,成熟的技术必须经过长期的市场考验。随着国家各种扶植新能源环保汽车政策的出台和燃油税的征收以及排放法规逐步与国际接轨,以混合动力为主体的节能汽车将会快速发展,逐步得到市场的认可。

1.1.3 汽车新产品开发的意义

进行新产品开发一方面是科学技术发展和社会需求变化的要求，同时也是产品生命周期规律的必然反映。科学技术的长足发展和社会需求的快速多变，为新产品研究和开发提供了物质基础和前提条件，同时也对产品的更新换代提出了要求。据统计，一种重大的、全新的工业产品，从构思、设计、试制到投入商业性生产，其周期越来越短：19 世纪为七十多年，而现在，则以月计。产品从研制成功到投入市场直至被淘汰退出市场的“生命”历程为其生命周期，通常把产品生命周期分为投入、成长、成熟和衰退四个阶段。当产品生命周期终结时，需要其他产品来取代。所以企业要想生存和发展，必须不断向市场推出新产品。汽车制造企业也一样，需要不断向市场推出新产品，满足市场需求。

企业通过不断推出新产品，可以占领市场的主导权，增强企业形象，获得竞争优势，如福特、丰田等汽车公司。而企业新产品占领一个新市场时，往往可以采取较高定价策略，这种高的溢价收益又给企业带来丰厚的利润。企业通过新产品开发活动，可以促进和提高研究开发能力，优化企业资源，培育人才，对企业来说是长久的收益。

1.2 汽车新产品的开发过程

一般来讲，一个完整的新产品开发过程包括产品构思与概念形成、产品设计、工艺设计与流程选择、样品生产与批量试制、产品的市场导入等一系列活动。

新产品构思是新产品开发的首要阶段。构思是人们对某一种潜在需求和欲望，对新产品进行设想或创意的过程。缺乏好的新产品构思已成为许多行业新产品开发的瓶颈。一个好的新产品构思是新产品开发成功的关键。企业通常可从企业内部和企业外部寻找新产品构思的来源。构思的方法有很多，如功能分析、功效分析、差异分析、需求分析等。

企业对于新产品的构思有很多，通常要进行筛选。筛选就是在综合考虑市场和企业内部条件的基础上，把明显不合理的、不符合企业资源条件的构思筛选出去。通常采用的筛选原则有：

(1) 可行性原则。可行性原则包括技术上的可行性、经济上的可行性与政策法规上的可行性。以上三条中任何一条得不到满足都必须舍弃该构思。

(2) 效益性原则。新产品构思方案能被采用的根本原因在于它能使企业获得效益。要根据市场调研的结果,对市场潜力、回报周期、赢利幅度等作出判断。

(3) 一致性原则。新产品开发工作必须与企业现有的研究开发力量、生产力量、销售力量以及顾客需求相适应,与公司长期目标一致。这种一致性是新产品构思能顺利实施的保障。

新产品概念是新产品构思的具体化,是用文字、图像或制作模型等形式提出产品的具体方案,是对产品外观、性能、具体用途、形状、优点等的描述。这个阶段要估计产品的成本,确定价格,听取消费者的意见,了解产品概念受欢迎的程度,从而形成产品开发方案。

在产品概念开发勾勒出新产品的骨架之后,就进入初步产品设计阶段。新产品设计是应用相关的专业技术理论,将拟开发的新产品概念具体表达为被生产过程接受的技术文件和图样的过程。在这个阶段,要对概念产品进行全面的定义,初步确定产品的性能指标、总体结构和布局,并确定产品设计的基本原则。有统计资料表明,新产品质量的好坏,60%~70%取决于产品的设计工作,产品制造成本的高低在很大程度上也取决于设计工作。一般产品设计可分为初步设计和最终设计两个阶段。

工艺设计与流程选择是能否经济可行地加工出新产品的关键,是工艺规程和工艺装备设计的总称。其内容包括产品原料、燃料、动力的用量与来源;工艺加工路线与规程,主要设备的选型与配置,对建筑物、构筑物的要求,外部各项协作的条件,生产组织与劳动定员,主要技术经济指标等。

样品生产与批量试制是通过一件或少数几件样品的制造和试验,来检验产品的结构、性能和主要工艺,检查产品设计是否符合技术要求,工艺是否适于批量生产等,包括样品试制与批量试制两个部分。样品试制是根据新产品设计图样制造出新产品实体个样。进行新产品试制,一方面可以验证新产品设计的可操作性,对设计中不适应生产的部分进行改进和修正,另一方面,可摸索和掌握新产品生产的初步经验,为顺利投入大批量生产创造条件。批量试制是为了检验产品的工艺规程和工艺装备,检查图样的工艺性,验证全部工艺文件,并对设计图样再次作出必要的修正,为投入成批大量生产创造条件。凡是大量及大批生产的新产品,一般都必须先进行个样试制,再进行小批量试制。样品生产与批量试制阶段一般有明确的质量目标,表1-1为新车开发试制阶段的质量目标。

表 1-1 新车开发试制阶段的质量目标

推进项目		A	各阶段目标					备注
			试制 (S)	TTO	P1	P2	MP	
1. 单车成本目标（质量成本）								
2. 整车性能目标(路试)	整车							
	成品							
3. 整车抗腐蚀性								
4. 法律、法规要求	安全							
	噪声							
	排放							
5. 车体质量	车体精度							
	车体焊接							
	运动部件							
	装配							
6. 涂装质量	光泽度							
	涂膜厚度							
7. 成品质量目标（车体、总装）								
8. AUDIT 评审目标								

产品市场导入是新产品进入商业化的阶段，也是一个试验与调整阶段，并且是为新产品取得成功打下最后基础的阶段。虽然在新产品未正式进入市场之前，新产品方案已经多次同用户（市场）发生过信息上的联系或者进行过试销，但是，很多问题在产品未进入市场前是不能充分暴露和充分认识的，导入市场后应听取消费者的意见，不断修改产品设计，直到顾客满意。

世界知名汽车公司一般都是由公司的产品战略委员会或产品规划部等机构，围绕公司经营目标及发展战略，提出产品战略，然后围绕产品战略进行汽车新产品开发。新车开发项目可按其规模分为开发新车和大规模改进。开发新车是指动力系、底盘、车身等全部采用新系统，而大规模改进是指保持原有的动力系统及底盘或进行部分改进，而车身部分则采用新系统。一般汽车产品开发过程包括：市场调研、造型与总部置、数据模拟、零部件结构设计、样车试制、匹配、试验。

汽车公司新产品开发可划分为概念开发和产品化两个阶段，如图 1-1 所示。

1.2.1 汽车概念开发过程

汽车概念开发需要对概念产品产业和产业宏观环境进行调查，对概念产品市场和消费者进行调查，对新产品的技术资源以及竞争对手产品技术进行

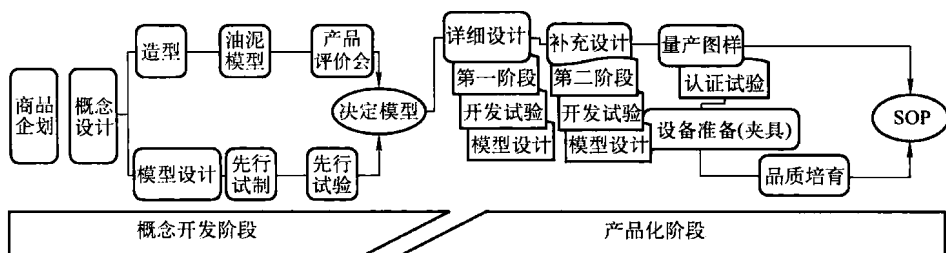


图 1-1 汽车开发过程

调查，对竞争对手生产方式及生产能力进行调查和分析，对竞争对手产品质量水平、质量体系及保证能力进行调查分析，并根据产品概念和产品采用资源状况对新产品进行经济性分析。

概念开发流程如图 1-2 所示，概念开发形成商品企划书，如表 1-2 所示。

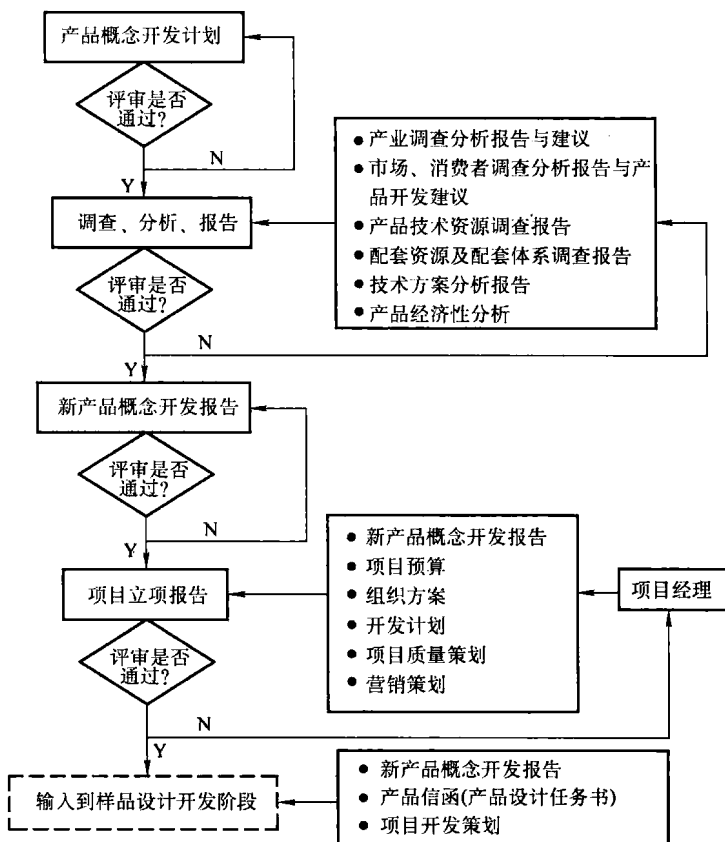


图 1-2 新产品概念开发流程图

表 1-2 商品企划书

企业No.						分配部门			合计			编制			校对			审核			审定														
外观图(虚拟)									企划概念									开发日程																	
基本尺寸:									◆排量: ◆开发背景: ★ ★ ★ ★									数量 设计出图(数模) 做样车 批量生产(P_1) 批量生产(P_2) 量产																	
形式名									卖点、特征等									其他事项																	
假称																		国内																	
销售价格																		销售地域																	
目标成本																		适用安全规格																	
销售预定数量									1.									燃气排放																	
现行商品									2.																										
其他公司竞争商品									3.									模具																	
企业名称																																			
形式名																																			
销售价格																																			
									公司领导意见																										
更改									更改			年月日			更改			年月日			更改			年月日											

1.2.2 造型确定及技术开发可行性

以商品计划方案为基础,开发车辆造型过程如下:

- 首先把工程技术领域的产品概念和生产、开发领域等要求事项,均反映到造型设计要求中。
- 在造型设计时,综合考虑工程技术、生产及开发三者 in 最新款式采用时存在的各种关联因素及可行性。
- 通过概念草图—透视示意图—胶带图的过程,最终确定 1:1 的主模型。

汽车开发的流程从决定外形构思开始,然后进行车身详细设计,利用实际车辆来确认性能,最后进入制造工序。为了有效并在短时间内完成这个开发流程,必须利用计算机技术,尤其是要进行从外形构思到实物制造全过程的并行开发,必须实现信息的共有化。因此建立计算机信息系统是非常必要的。

(1) 构思数据化。决定车身构思时,过去的开发程序是设计人员首先在图纸上绘出概念图,根据概念图制作出黏土模型,然后在模型的表面上贴上喷了漆的薄膜后再对设计进行评价。现在则采用以概念图为基础,与造型 CAD 系统进行对话完成设计的方法。

采用这种设计方法的原因是,计算机辅助造型设计工作需要后续各环节、各部门的支持和验证,因为新车型的开发是综合了如产品研发人员、质量工程师、工艺师、检验师、制造者、市场经理、推销员等众多人员的协同努力来完成的,而上述这些对于建立共担风险意识是非常重要的。计算机设计方式能够快速地产 生和适应多样化的方案,例如,设计出来的车辆数据模型,在后期的实际零部件加工、匹配、生产工艺布局等方面,很可能与其他车身部件、零部件或者工艺流程产生冲突。按照以往的开发模式,这种冲突只有按照串行流程进展到后期才能被发现和验证,而后再将问题反馈至技术部门进行重新设计或者优化整改。而在同步工程模式下,借助计算机辅助工具和信息系统,将前期的设计数据进行共享,后续流程环节和部门可以提前接触并进行初步的验证,便于尽早发现问题。

(2) 模型制作。空气动力特性对高速行驶时的操作稳定性、燃料消耗率、噪声都有重大影响。对外形起决定性作用的空气动力特性的测定,过去通常是把黏土模型或试制车辆放在大型风洞试验室进行测试,但现在利用计算机模拟,在开发前期就可以预测出空气动力特性。尽管如此,外形的最终

确认仍然需要制作出尺寸大的实物模型,由于进行了数据化,只用 NC 切削机而不需要人工就可以加工出很精细的黏土模型。

(3) 基础设计(布局设计)。设计师根据外形构思数据运用 CAD 系统进行布局设计。布局作业利用三维数据方式进行,同时还要进行性能要素确认模拟和生产适应性确认等。从规划开始,就同时进行造型设计和基本布置设计,通过信息传递和交换,使汽车的规格、外观几乎同时完成。随后再进行详细的具体设计、试制、试验,以至最终的性能确定。

在开发阶段的细节设计中,利用造型设计的数据和基本布置设计的骨架框架线为基础,由 CAD、CAE 来决定细部的形状。

(4) 绘图。在完成布局的同时绘制好图样。图样有时以原有的三维形状使用,有时需要变换成二维形状后再使用。在把图样送往加工部门的同时,还要把图样构成栏和装备规格等自己编制的零部件清单信息一起送往加工部门。

1.2.3 计算机辅助工程(CAE)分析

在设计开发过程中,为实现汽车的高性能、高质量、低成本等各项要求,从开发初期就应积极利用计算机模拟技术。如碰撞、NVH(噪声和振动引起的不平顺性)、强度等,当然这时是利用 CAD 系统中的形状数据。在进行基本布置设计和详细具体设计时,要利用计算机辅助工程分析(CAE)来进行性能分析的计算和预估。CAE 分析工作主要集中在整车匹配分析、结构件的有限元静力分析、车辆动力学分析、碰撞与振动噪声(NVH)分析(合作项目)、试验协同与验证。

(1) 整车匹配分析。它包括车辆动力性、燃油经济性分析和动力传动系优化匹配分析。

(2) 结构件的有限元静力分析。应用有限元软件,在计算机上建立零部件结构的有限元计算模型,进行强度、刚度、模态及响应分析等,包括车架静强度分析,重要承载构件的静强度分析以及车身静强度、刚度与模态分析。

(3) 车辆动力学分析。机械系统的动态仿真分析,研究物体的运动和力学特性,在车辆专业一般是指悬架系、转向系、动力传动系及整车的运动分析,包括独立悬架、非独立悬架的运动分析,整车操纵稳定性分析,整车平顺性分析以及车辆振动响应分析。

(4) 碰撞、振动噪声(NVH)分析(合作项目)。属于汽车被动安全

领域分析的事项包括车辆结构的耐碰性和乘员的安全性分析、车辆碰撞安全性模拟分析、车辆振动噪声分析（NVH）和结构疲劳分析。

（5）试验协同与验证。它包括模型输入参数（载荷、变形、刚度、阻尼等）测试，结构响应（应力、应变、加速度等）测试与计算模型验证。一般 CAE 分析任务书见表 1-3。

表 1-3 CAE 分析任务书

申请单位：任务书编号：

项目名称					
项目说明					
分析目的					
申请单位	提交数据准备单时间				
	提交 CAD 模型时间				
	建议分析完成时间				
	编 制	审 核	批 准	联系电话	
接收单位	计算分析所		建议完成日期		
会签单位	开发管理部		项目完成日期		
主管院长批准					

1.2.4 动力总成工程设计

动力传动与控制是保证汽车稳定、有效工作的关键因素。动力总成工程设计包含大量的不同类型汽车相关试验数据及经验参数，从而能高效地开发出满足用户需求的产品。其内容主要有：

- 动力传动系统布置、匹配设计和计算。
- 发动机舱数模。
- 发动机舱验证模型。
- 动力总成悬置设计、计算。
- 发动机冷却、进排气、燃油系统设计。
- 发动机、离合器、变速器、分动器、驱动桥的选型与匹配，可与供应商联合设计。
- 传动系统部件设计。