

21世纪

万 钢 主编

让中国的汽车工业展翅飞翔

教育部“春晖计划”



机械工业出版社
China Machine Press

21 世纪

让中国的汽车工业展翅飞翔

教育部“春晖计划”
留德汽车工业博士工程师
合作交流团报告集

主编 万钢



机械工业出版社

本报告集是根据留德汽车工业博士工程师合作交流团七位博士的报告整理而成的,分为开发篇、运作篇和大环境篇三大部分。开发篇包括步步相关——现代轿车方案设计和开发程序,虚拟开发——现代汽车工业开发技术的创新工程,STEP——产品数据技术,光测技术——连接虚拟空间和现实世界的纽带以及动力源——替代能源的开发与发展趋势五个单元的内容;运作篇包括精益资产管理——让有限的资源创造最大的效益,平台战略——高品位和低价格的统一及他山之石——德国(原东德)企业改造的成功案例三个单元的内容;大环境篇包括城市形态——汽车与城市,车流滚滚——现代智能交通工程以及兼并潮和WTO——迎接世界汽车工业的挑战三个单元的内容。

本报告集全方位地阐述了汽车工业发展的方方面面,同时注意结合我国国情。它对于我国汽车行业的工程技术人员、管理人员,高等院校汽车专业师生以及一切关心我国汽车工业发展的人士,均有重要的参考价值。

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:赵爱宁 版式设计:霍永明 责任校对:赵爱宁

封面设计:姚毅 责任印制:王书莱

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年7月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·4.5印张·176千字

0 001—2 000册

定价:40.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677 2527

乐当中德友谊使者，
架设科技交流桥梁。

同济大学校长

吴略迪

2000年10月9日

Botschafter

der

Volksrepublik China

万钢博士：

您好！

欣闻由您率领的留德汽车工业博士工程师合作交流团去年5月回国访问交流获得成功。你们的意见和报告受到了国内有关部门和地方领导的重视以及汽车界同行们的欢迎，国内需要你们这些在国外学有所成、技有所长的专家们不断为中国各方面建设献计献策。对你们这种“谆谆学子情，愿报三春晖”的赤子之心，我表示由衷赞赏。使馆愿继续支持你们各种报效祖国的计划和行动，并希望通过你们的行动，带动更多在德国和西欧其他国家学习和工作的中国莘莘学子为祖国建设作贡献。

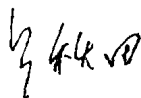
抽空阅读了你们的报告集。技术上我是外行，难以作出恰当的评价，但个人认为这是一本有价值的材料。当前世界汽车业正处于重大技术变革前夜，中国汽车业在入世后也面临向何处发展的问题。报告集涉及到汽车工业发展的方方面面，并注意结合中国国情，我想对中国汽车工业发展一定有重要参考价值。这本集子不但体现了你们多年的研究成果，更透出你们让中国汽车工业在新世纪展翅飞翔的热切期望。我相信，这一天不会太远。

不揣冒昧，为报告集赠言如下：希留德学人为振兴祖国汽车工业贡献更多才智。

此致

敬礼

中国驻德国使馆大使



2000年8月22日于柏林

赠 言

汽车工业在世界制造业的进步中起着特别重要的作用，它创造的经济收入约占各发达国家财政的10%~15%。由于它的超大生产规模、资金和技术的高度密集以及强大的经济和技术的辐射带动作用，使它在机械制造业中扮演着举足轻重的角色。

汽车是世界能源消耗的大户、环境污染的罪魁，可又是人们提高活动能力和生活质量的重要“宝贝”。人们对它爱恨交加，既施以越来越严格的法规限制，又寄以越来越多的美好希望。它成了世界高新技术和实用艺术的强大载体。它不但推动着人类科技水平和生产方式的不断创新，也不断地改变着人们的生活方式和内涵。人们称它为“改变世界的机器”。

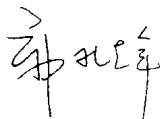
改革开放之后，我国汽车工业有了长足的进步，但与国人的期望相比，却有很大的差距。常常有各地的汽车司机问我：“满街跑的好车怎么都是外国品牌？为什么这么大的中国就设计不出一两款像样的汽车？”我总是感到很难回答，只能对他们说：“中国人并不笨，在欧美的大汽车集团中，有许多技术支柱都是华人。只要大环境改善了，中国就会开发出自己的高水平汽车……。”

现在国人正在争论着“要不要发展中国自己的汽车工业？”和“如何发展中国的汽车工业？”。许多长期身在海外，在汽车工业领域中卓有成就的学者，他们也关心着祖国汽车工业的发展，希望他们的知识与经验能对祖国汽车工业的发展起到推动作用。以万钢博士为首的留德汽车工业博士工程师合作交流团回国作巡回学术报告即是一例。

我于去年5月份有机会在长春聆听他们演讲并互相交谈，感到这些报告确实反映了当今国际汽车工业在产品开发、生产和管理方面的最新成就，内容十分丰富，实属不可多得。现在经整理校订，将交流报告汇集成册，即将公开出版，并起名为“21世纪：让中国的汽车工业展翅飞翔”，更表达了海外赤子的拳拳之心。我相信该文集将对我国汽车工业的发展有重要的借鉴与推动作用。

借该书出版之际，我谨对他们的爱国热诚和辛勤努力表示衷心的钦佩和感谢。

中国工程院院士
吉林工业大学副校长


2000年冬

序

留德汽车工业博士工程师合作交流团的报告集将要与大家见面了，我对此表示祝贺。

1999年5月，合作交流团一行7人日夜兼程地在上海、长春、天津和北京进行考察、报告、交流和洽谈。可贵的是他们不但带着信息、带着项目从南方到北方交流经验和洽谈合作，而且还认真地了解国内汽车工业的进展、现状和前景。这样就为今后与国内同行合作打下了良好的基础。

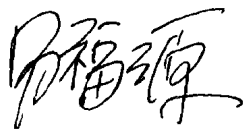
活动结束后，合作交流团成员又根据国内需求、汽车工业科技进步及经济形式的发展对所作报告进一步修改完善。这本报告集在汽车开发、生产运作、企业管理和轿车大环境方面的论文，代表了世界汽车科技的新成果，介绍了企业运作的新理论。

现在我们经常讲知识经济，其关键是要对已有知识进行创造性的应用。这就需要到企业中去，了解企业真正需要什么。双方交流多了，了解深了，合作就有了基础。这对国家、企业和留学人员都有好处。

我在教育战线工作之前，曾经长期在汽车工业界工作。我希望留德的学者们在对中国汽车工业深入了解的基础上，结合国外先进技术，为祖国汽车工业的发展出谋划策，多提宝贵建议；更希望留德的工程师们在合作项目上找到聚焦点，实实在在地把项目搞起来。

我国汽车销售量在“九五”期间从1995年的146万辆发展到1999年的183万辆。在“十五”期间，汽车工业的进一步快速发展是必然的。问题是如何发展得更好，在世界范围的竞争中不断发展壮大。我希望留德学者进一步积极参与祖国汽车工业建设。我也希望国内汽车工业同行们重视这个报告集，从中找出和留德汽车工程师合作的共同点。

教育部副部长



2000年10月

前言

20 世纪末，世界汽车工业发生了剧烈的超级兼并和重组。21 世纪初，中国已经进入世界贸易组织。因此，中国汽车工业必须面向国际市场，与整个世界汽车工业作严峻的横向比较，寻找自身的发展空间，确定新的坐标系和创立新的发展战略。开放的中国汽车市场将成为国际汽车工业的竞技场。中国的汽车工业面临着与世界汽车诸强竞争求生存的挑战。

今天的世界汽车工业承受着资源和环境的压力，同时又有飞速发展的周边技术（如环保、能源、材料和网络信息技术）所提供的机遇。资源和环境的压力促进汽车产品的创新和加速经营管理的变革，飞速发展的周边技术又迫使汽车工业淘汰传统技术、加速开发新技术应用和优化生产组织结构。变革的时代，把世界汽车工业推向一个新的起跑线。这样的形势为立志赶超世界先进水平的中国汽车工业提供了百年难逢的机遇。

本书旨在寻找和描述这样一条能使中国汽车工业跳跃发展到世界前沿的最佳跑道。本书汇集的文稿起源于留德汽车工业博士工程师合作交流团 1999 年回国期间精心准备的报告。交流团活动结束后，又根据国内需求、科技进步及经济形式的发展进一步修改完善。留德汽车工业博士工程师合作交流团成员，分别来自德国的世界著名汽车公司和相关产业。多年来，他们经历了汽车工业科研、开发、生产和管理部门的实践，积累了大量先进的科技、开发知识和企业管理经验。报告集在汽车开发、生产运作、企业管理和轿车大环境方面的论文，代表了世界汽车科技的最新成果和企业运作的最新理论。按照报告的内容，本书分为开发篇、运作篇和大环境篇。

一步一步，步步相关。一辆既受顾客喜爱又为公司创造效益的现代化轿车，是一个高度综合、严谨、科学的产品开发和工艺流程的最终结晶。在开发篇中，章桐博士首先介绍了现代轿车开发程序中战略决策、整车指标、资源调配、设计优化以及审查验收的完整过程。

步入 21 世纪以来，以计算机和信息工程为基础的虚拟开发技术的推广，把轿车开发推向一个新的台阶。万钢博士和章桐博士分别从自己的工作实践出发，介绍了轿车造型、人机工程、强度计算、驾驶性能和低噪声设计等方面的虚拟开发技术的应用，描述了从计算机虚拟世界中开发一代样车的设想和发展前景。

数据接口的规范化是数字世界中不同软件系统的综合应用和共同发展的必然要求。金锋博士所介绍的 STEP 技术，通过国际数据标准把产品的几何、拓扑、材

料工艺信息等,用一个统一数据模型集成地描述出来,以利于产品数据在开发、生产、物流网络上畅通无阻地流动。测试技术是轿车开发过程中连接设计师思维空间和现实世界的纽带。万钢博士通过他亲手开发的应用现代光学测试技术的工业项目,生动地描述了虚拟空间到现实生产的纵向接口。

在世界原油能源紧张、环保要求日益增高的情况下,轿车替代能源的研究居汽车工业研究最热门的课题之首。万钢和顾卫旭博士合著的文章介绍了使用电力、天然气、氢气燃烧和燃料电池为能源的轿车推动技术原理、研究现状和应用难点。在比较上述替代能源技术方案可行性、可靠性和经济性的基础上,提出对中国发展替代能源轿车战略决策的建议。

本书的运作篇主要从汽车工业经营管理和生产组织的角度,讨论如何优化投入产出的经济效益。孟凡辰博士对世界汽车工业经营管理调查的结果指出,德国汽车企业世界一流的资产管理水平,主要来自高效率的固定资产投资。以技术人员为主的管理层不懈地追求高精尖的工艺技术,注重实现围绕核心业务的各项战略目标,从而避免了其金融资产的过度膨胀。孟凡辰博士提出的精益资产管理理论,着眼于企业经济资本的投入,先治理结构后优化投入,先完成战略布局后落实战术举措;从宏观到微观,对资产效益进行整体优化,在保持相同水准产出的同时,将资产投入降到最低限度,达到投入产出的最佳效益。

目前世界汽车公司盛行的轿车产品平台战略,同样是经济全球化的产物。平台战略顺应全球市场的需求,通过多元化产品格局满足地区市场和最终用户的个性化需求。与此同时,它抓住全球资源化的机遇,通过产品资源调整实现智力资源和资金资源的相对集中,降低轿车产品开发和生产成本。万钢博士从他在大众集团公司的实践经验出发,介绍了平台战略的市场条件和实施过程,对集团内部产品分布问题和集团内公司开发自主权等问题的处理方式以及平台战略在其他汽车企业中的发展趋势。

作为他山之石,孟凡辰博士以原东德一个发动机厂私有化的具体实例,指出将国有企业转化为私有企业,并让它们参加自由竞争的过程,即使在西方的工业化国家,也是一个缓慢和艰难的过程。即便是在最有利的前提条件下,即政治环境稳定、法律和金融体制充分完备的前提下,私有化过程也需要充裕的时间,并付出很高的代价。

一个国家汽车的发展,受到本国汽车工业、城乡公路和国家资源储备三者关系的制约。汽车工业的发展与周界环境发展息息相关。在大环境篇中,余安东教授在汽车与城市一文中指出,汽车与它的生存环境既相互制约,又相互依存。文章分析了各国汽车拥有量与各制约因素间的统计关系,指出制约汽车发展的主要因素;并从城市发展的轨迹来探索“汽车——城市——环境”共同可持续发展的关键所在。

为了让车流更加畅通，李克平博士的文章通过现代智能交通系统的典型实例及其效益，介绍了应用现代智能交通系统，提高交通安全，最优化地利用有限的道路空间，以期实现滚滚车流畅通无阻。

万钢和孟凡辰博士合著的“迎接世界汽车工业的挑战”从世界汽车工业发展的两大趋势出发，通过对国际超大汽车企业旨在重新划分世界汽车市场的兼并竞争战略的研究和讨论，指出技术进步是汽车工业全球战略的原始驱动力，描述了网络经济发展带来的世界汽车工业供销模式的巨大变革。在回忆中国汽车工业改革开放 20 年以来的辉煌发展之后，文章讨论了汽车工业在中国加入世界贸易组织以后面临的机遇和挑战，分析了我国汽车工业的优势和困难，提出将本土产值作为汽车工业宏观政策的重要目标。文章建议政府及时制定合适的政策法规，吸收并重用一大批有经验、有技术的高水平人才，并使他们在汽车工业的发展中自如地发挥自己的作用。

汽车工业是一个包罗万象的综合工业。它既是吸引高新技术的磁石，又为高新技术产品提供广大的市场。在今后的几年中，网络轿车将为互联网提供最大的用户市场；轻型轿车的推广将使新材料工业得到飞跃发展；智能轿车控制系统为电子工业、计算机、信息工业提供最大的市场需求；洁净能源轿车的发展将促进化工化学、燃料工业、电力机械以及汽车服务业的变革和发展。汽车工业正是通过不断的新陈代谢，使自身处于高新技术工业的前列，在保持国民经济中最重要的支柱产业的地位的同时，用广大的市场前景吸引高新技术的参与，激励关联工业对技术进步的需求。

中国的家庭期待着轿车的到来，中国的经济发展需要汽车工业的带动，中国的汽车工业更需要创新意识的支持。21 世纪，让我们为中国汽车工业的腾飞而共同努力！

目 录

序

前言

开 发 篇

步步相关——现代轿车方案设计和开发程序	章桐 博士	(1)
虚拟开发——现代汽车工业开发技术的创新工程	万钢 博士	(11)
	章栢 博士	
STEP——产品数据技术	金锋 博士	(23)
光测技术——连接虚拟空间和现实世界的纽带	万 钢 博士	(36)
动力源——替代能源的开发与发展趋势	万 钢 博士	(48)
	顾卫旭 博士	

运 作 篇

精益资产管理——让有限的资源创造最大的效益	孟凡辰 博士	(55)
平台战略——高品位和低价格的统一	万钢 博士	(67)
他山之石——德国（原东德）企业改造的成功案例	孟凡辰 博士	(75)

大 环 境 篇

城市形态——汽车与城市	余安东 教授	(81)
车流滚滚——现代智能交通工程	李克平 博士	(96)
兼并潮和 WTO——迎接世界汽车工业的挑战	万 钢 博士	(109)
	孟凡辰 博士	
作者简介		(125)
留德汽车工业博士工程师合作交流团影集		(129)
编后语		(132)

开 发 篇

步步相关——现代轿车方案设计和开发程序

章桐 博士

一步一步，步步相关。从战略决策、整车指标，经过资源调配、设计优化，最终到审查验收、批量投产，一辆既为公司创益，又深受顾客喜爱的高质量的现代化轿车的诞生，乃是这样一个高度综合、严谨、科学的产品开发流程的最终结晶。

每当人们在大街上、展览会大厅中看见一辆辆、一排排风格迥异、新颖典雅的新型现代化轿车时，常常会联想到这样一个问题：这些轿车是怎样开发出来的呢？

1. 产品开发程序

如今开发一辆现代化轿车，已经远远不是一些人们所想象的那样，只是从图样到加工这样一种简单的技术操作流程了。一套完整、综合、精密的产品开发系统，已经成为现代化汽车企业的核心组成部分。从客户出发，配以企业管理系统、产品开发系统、产品制造加工系统以及与零配件供应商的合作和产品售后服务，这样一整套相互衔接的网络才真正构成了一个现代化汽车企业集团的模式（图 1-1）。高速度、低成本、高效益地开发客户真正满意的优质新车型，这就是一个优秀产品开发系统的目的之所在。

产品开发流程，顾名思义是一个循序渐进、一步一步、步步相关的环节链（图 1-2）。从项目开始到最终新产品批量投产，一般需要 50 个月的时间。当然，这指开发一辆全新车型的时间。随着所开发车型的种类、程度不同，整个流程的时间伸缩性也随之体现出来（图 1-3）。

一辆新型轿车的整套开发流程可以划分成三个主要部分，即一是要开发一辆什么样的车，二是怎样设计这样的车，三是怎样将设计好的新车型批量制造出来（图 1-4）。

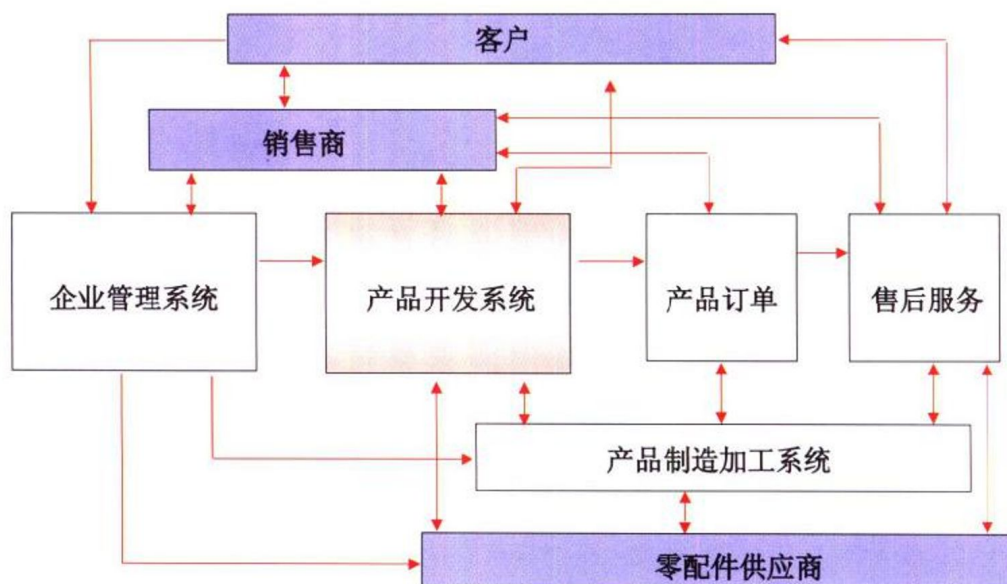


图 1-1 现代化汽车企业集团的模式

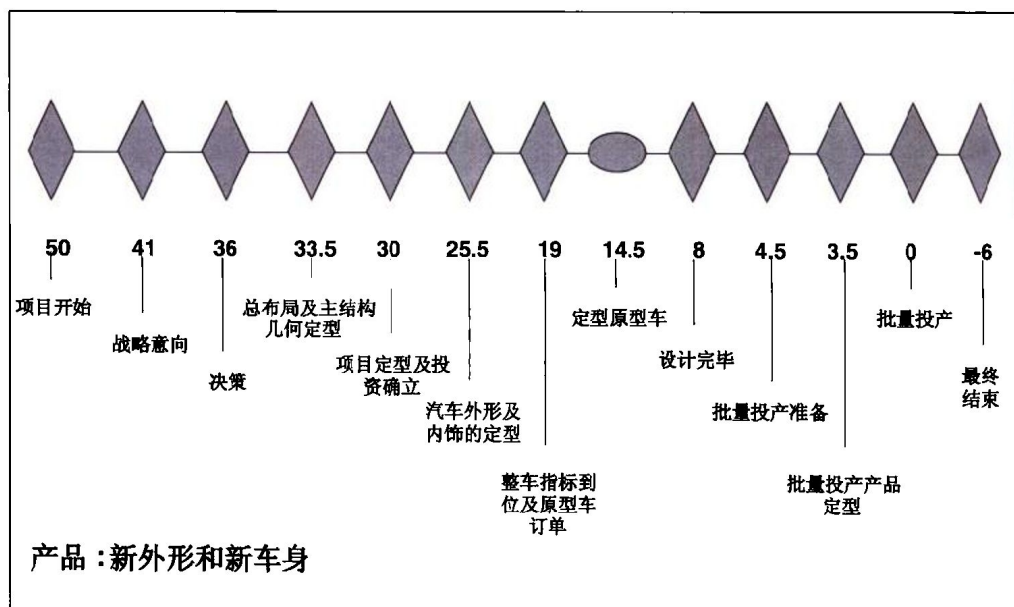


图 1-2 产品开发流程

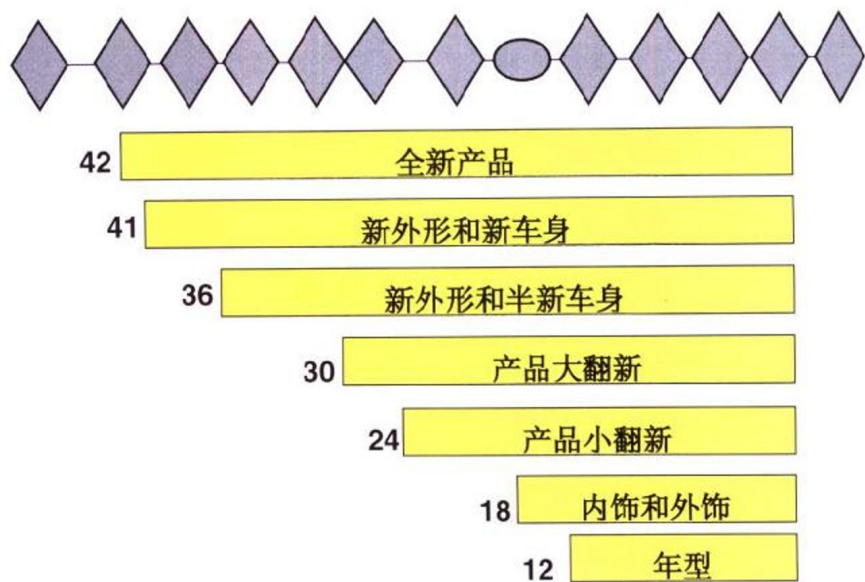


图 1-3 程序的时间伸缩性

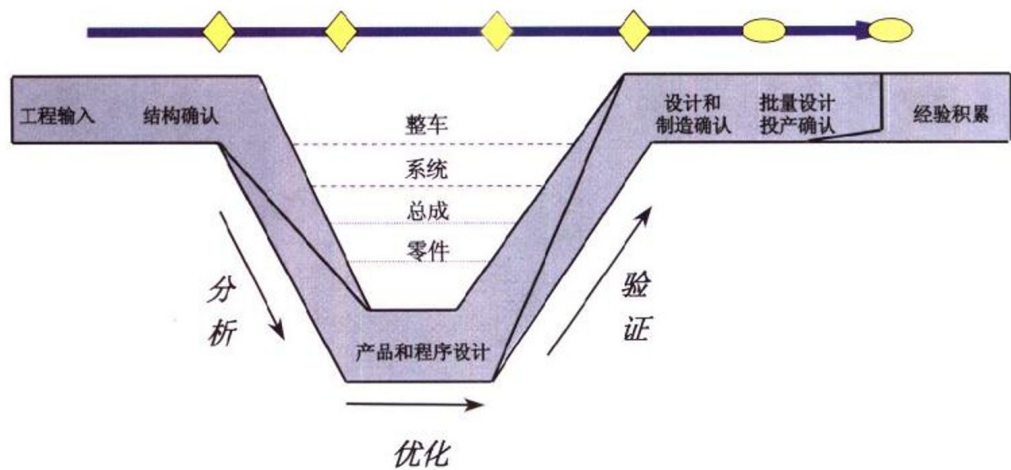


图 1-4 产品开发流程的三个部分

从项目开始到战略意向，这是一个尤其重要的关键阶段。整个阶段的工作就是为了明确要开发一辆什么样的车。一辆新型轿车在今后市场上的成败与否，在很大程度上取决于对一个所谓“合适”的产品的战略认识。通过了解市场的动向、

顾客的需求,预测产品开发周期及市场上同类产品的改型换代周期,明确新车型的大体意图及对其进行想象,在可行性调查及想象、概念论证的基础上,明确开发此新产品的全套战略意向。这包括产品、市场、制造加工、部件配套、外形概念以及现有产品的利用等等。最终要明确产品的整车技术指标及投资数额的匹配,确定人力资源及投产厂,选定零配件供应厂商以及产品性能样车的定型和研究开发计划的流程、项目时间表。

在明确战略意向及整车主要结构概念,包括总布局和外形之后,新车型的开发就进入了第二个阶段,即“怎样设计此产品”。从整车出发,利用各种理论和测试手段,产品的整车技术性能指标被从上而下地细化,推导到系统、总成及各个单个零件的综合指标,包括技术性能、重量、成本、制造工艺等等。在指标的推动下,产品开发人员对各个零件进行设计和优化;最后由下而上进行总成、系统、整车指标的综合验证,最终确认是否满足整车各项指标。

新车型开发中的最后一个阶段就是“怎样把设计出来的车型高质量地批量生产出来”。从零部件厂商的零件订货、定型样车的制造、制造加工模具的确定、批量投产计划的确立,到整车装配工具、工位流程确定,样车的整车性能调试及强度疲劳试验,整个阶段的开发工作都围绕着一个中心主题,即确保批量生产出来的新车型达到预定的整车设计指标。在进行全负荷的批量生产之后,再进行产品抽样总检,确认是否符合产品质量指标。最终,所有产品开发资料整理归档,进行经验总结,完成产品理论模型与实际整车的校对。至此,一个新车型的开发工作才算真正完成。

2. 产品开发流程中的关键里程碑及项目审查

在整个开发流程中,对于每一个阶段的开发进程都设有一个审查、验收的关键里程碑(图 1-5)。从项目开始、战略意向,到设计完毕、批量投产,在每个里程碑,整个新车型开发的所有指标都必须经过严格考核。其中包括:

- 1) 客户的认可及满意程度;
- 2) 开发的计划时间表;
- 3) 环境保护;
- 4) 安全及保安性;
- 5) 重量;
- 6) 造型设计和总布置;
- 7) 总体品性及性能;
- 8) 动力性和经济性;
- 9) 使用及保有费用;
- 10) 产品的多型号,变种的匹配;

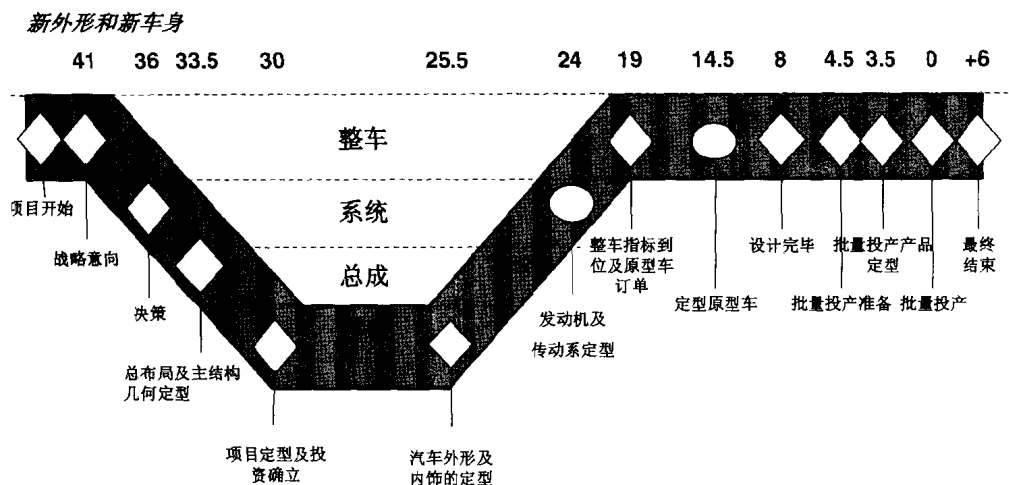


图 1-5 关键里程碑

- 11) 特殊装备；
- 12) 全球市场的适应性；
- 13) 制造加工及零配件供应计划；
- 14) 产量的全球分配；
- 15) 开发费用和投资；
- 16) 销售额和收入规划；
- 17) 单车成本；
- 18) 产品的盈利性。

随着产品开发的进展，产品审查的着重点有所不同。就产品的技术指标而言，在战略意向及决策阶段，项目开发的重点集中于总体、整车的指标。首先是一些定性的宏观指标。随着新车型总布局及主结构的几何定型，定性指标逐步量化。到项目定型和投资确立之时，从系统、总成到所有单个零部件的技术指标均应该定量地确定下来。在之后的开发过程中，所有的设计、优化均以这些量化的指标为准绳。每个审核里程碑都类似于交叉路口的交通信号灯，对每一项产品的主要指标，审查结果都按红、黄、绿划分。达标则绿，开发向下一个阶段推进；红灯则表示产品设计未能达标，停止对下一阶段的开发，投入人力、物力，集中攻关、论证，直到产品达标为止；黄灯代表产品暂时未能达标，但使之达标的行动计划已经落实到位，产品开发继续进入下一阶段。在下一个里程碑审查时，黄灯必须变成绿灯，否则自动转成红灯，产品开发不能继续进入下一阶段的程序。

3. 整车指标的确立

如上所述，一个新车型的成功与否，在很大程度上取决于整个开发程序中的第一阶段，即确切认识“要开发一辆什么样的车”，也就是一开始就明确确定整车设计的指标范围。

从客户的角度出发，一辆轿车的总体性能指标大体可划分为 15 个方面（图 1-6）。从总布置、人机系统、动力学，到安全性及发动机排放，这其中除从各个方面来更好地满足市场上顾客的需求之外，还要兼顾到企业内部的需求，如盈利的要求；还有社会国家的法规的需求，如排放污染、安全性法规等等。

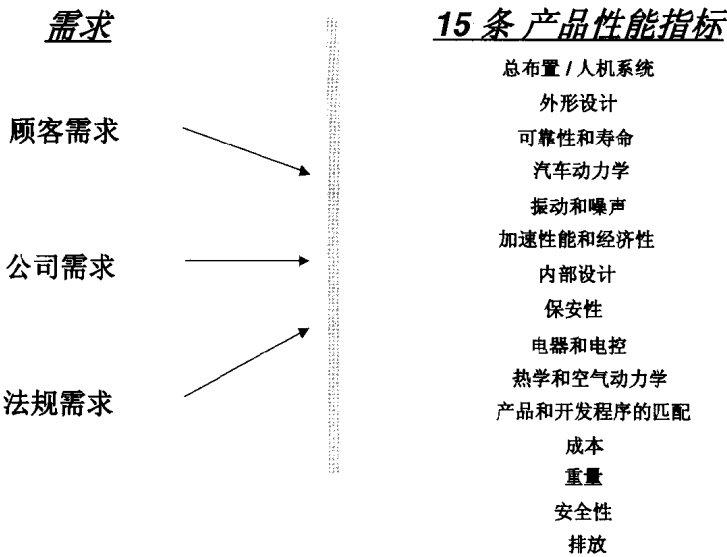


图 1-6 轿车的总体性能指标

从需求出发推导出新产品的整车设计指标范围。对此，一个现代化汽车企业有着一整套的、系统的推导流程（图 1-7）。

以客户调查为例，通过分析顾客的购买原因、爱好以及质量概念（图 1-8），同时考虑到本企业的发展战略、产品的品牌特征及商业效益（图 1-9），可以首先拟定初步的产品性能开发战略（图 1-10）。也就是要初步明确，与竞争产品相比，新产品的性能在哪些领域必须处于领先地位；哪些技术性能指标只需要保持上游状态，哪些只需要达到平均水平即可。

在初步确定产品性能开发战略之后，就要对本企业内部现有产品加以分析，确定在什么现有车型的基础上进行开发。同时对市场上同类竞争车型进行性能比较