

汽车产品开发流程的量化评价与对比分析

刘宗巍^{1,2}, 康丹^{1,2}, 赵福全^{1,2}, 丁超凡^{1,2}

(1. 清华大学 汽车产业与技术战略研究院, 北京 100084; 2. 清华大学 汽车安全与节能国家重点实验室, 北京 100084)

摘要: 汽车产品开发流程直接影响产品的竞争力, 客观科学地比较不同车企之间产品开发流程的差异具有重要意义。根据产品开发的主要工作内容, 定义了标准化的汽车产品开发流程框架, 构建了包括8个一级指标和26个二级指标的汽车产品开发流程评价模型。基于对各种渠道大量信息和数据的甄别处理, 应用该评价模型对德系、日系、美系具有代表性的三家国际主流车企和中国自主品牌代表性车企的产品开发流程水平进行了量化评价和对比分析。研究发现, 在产品开发流程的综合水平上日系车企处于领先地位, 德系车企与美系车企接近, 中国自主品牌车企与国际先进车企相比还有较大差距, 最明显的短板是平台开发和开发质量管理。

关键词: 汽车产品开发流程; 评价指标; 层次分析法; 德尔菲法; 对比分析

中图分类号: [T-9] 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.2095-1469.2020.04.07

Quantitative Evaluation and Comparative Analysis of Product Development Process in Automobile Industry

LIU Zongwei^{1,2}, KANG Dan^{1,2}, ZHAO Fuquan^{1,2}, DING Chaofan^{1,2}

(1. Tsinghua Automotive Strategy Research Institute, Tsinghua University, Beijing 100084, China;
2. State Key Laboratory of Automotive Safety and Energy, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The product development process directly affects the competitiveness of products in the automobile industry. It is of great significance to objectively and scientifically compare the differences in product development processes among different car companies. For the automobile product development process, the paper defines a standardized framework and builds an evaluation model including 8 first-level indicators and 26 second-level indicators. By screening and processing a large amount of information and data collected, the paper applies the evaluation model to assess and analyze the product development process used in three international automotive companies in Germany, Japan and America respectively and used in some typical Chinese branded automotive companies. It is found that for the product development process, Japanese automotive companies are in a leading position, German and American automotive companies are at similar levels, and there is still a wide gap between the Chinese branded companies and other international advanced auto companies. And the shortages lie in the platform development and the development quality management.

Keywords: automobile product development process; evaluation index; analytic hierarchy process; delphi method; contrastive analysis

收稿日期: 2019-10-04 改稿日期: 2019-12-07

参考文献引用格式:

刘宗巍, 康丹, 赵福全, 等. 汽车产品开发流程的量化评价与对比分析 [J]. 汽车工程学报, 2020, 10(4): 286-296.

LIU Zongwei, KANG Dan, ZHAO Fuquan, et al. Quantitative Evaluation and Comparative Analysis of Product Development Process in the Automobile Industry [J]. Chinese Journal of Automotive Engineering, 2020, 10(4): 286-296. (in Chinese)



当前, 汽车市场的竞争日趋白热化, 消费者需求持续升级且快速变化, 同时汽车技术的发展也日新月异。在此情况下, 汽车产品的更新换代速度不断加快, 生命周期不断缩短。面对激烈的竞争态势, 汽车企业唯有在车型产品上优质、高效、持续地推陈出新才能占据一席之地, 这对车企的产品开发能力提出了严峻的挑战^[1]。

众所周知, 汽车是机电一体化并在高速运动中体现价值的复杂产品, 其零部件数以万计, 无论各环节所需的技术水平, 还是整体的技术集成度之高, 都位于民用工业之首^[2]。汽车产品的复杂性决定了其开发过程的复杂性。一款整车产品的开发, 既涉及企业规划、研发、采购、制造、质量、销售、财务等几乎所有的职能部门, 也涉及包括数百家供应商在内的制造体系、销售网络、物流系统等各参与者。因此, 只有上述各个环节、所有部门有序同步地完成好相应工作, 才能确保最终成功开发出优秀的汽车产品^[3]。显然, 科学有效的产品开发流程对于极度复杂的汽车产品开发而言是必不可少的: 汽车产品开发流程的水平直接影响车企产品开发项目的成败, 以及所开发产品的竞争力。从这个意义上讲, 汽车产品开发流程可以说是汽车企业赖以生存的根本, 是企业实现多快好省开发产品的关键, 也是企业资源组织、业务优化与部门协同的基础保障^[4]。对于后发的中国汽车企业而言, 更加需要在产品开发流程方面, 快速追赶国际先进车企, 并且谋求形成自身特色优势, 从而在产业变革期应对新挑战、把握新机遇。正因如此, 对汽车企业产品开发流程进行客观的对比评价, 特别是识别中外车企的主要差距所在, 具有重要价值和指导意义。

目前, 国内外学者对于汽车产品开发流程的研究侧重点不同。国外学者更倾向于研究汽车产品开发系统流程的效率问题, 主要关注宏观战略层面。譬如 MEYER 等^[5]通过在汽车企业新产品开发过程中引入主导设计概念, 提出了产业创新动态过程模型。UTTERBACK 等^[6]通过对福特汽车公司不同时期的观察, 发现在新产品开发过程中产品创

新、工艺创新、组织结构三者遵循着不同的发展规律, 同时也存在着有机联系。MUFFATTO^[7]在其研究中指出了在欧美新产品开发能力提高以后, 日本汽车企业在新产品开发时通过产品多样化战略, 调整了产品开发体系, 使开发平台变得更加通用化。TANG Dunbing^[8]提出汽车原始设备制造商应融入新产品开发过程, 建立基于全产品生命周期管理任务的控制机制, 从技术层次研究网络化协同的汽车产品开发。而国内学者对汽车产品开发系统流程的设计方法研究较多。张新权等^[9]提出了汽车技术中心在产品开发过程中, 结合整车开发流程及开发标准进行数据管理、虚拟评估、数字化制造、协同开发等。汪卫东^[10]根据我国现阶段汽车新产品开发串联开发模式的问题, 提出了实施项目管理、目标控制和同步工程开发模式的方法。唐春晖^[11]则以沈阳华晨金杯的新产品开发过程为例, 分析了技术创新模式中存在的问题, 并提出创新模式的选择与实施应当建立在技术能力基础上。

虽然上述研究已针对特定的汽车企业进行了一定程度的案例分析, 但由于汽车产品及其开发过程非常复杂, 完成系统全面的量化评估非常困难, 所以针对不同企业产品开发流程进行综合比较的研究仍较为缺乏。为此, 本文基于研究者丰富的产业实践经验, 收集、判断并处理了大量相关数据, 尝试提出汽车产品开发流程的量化分析方法, 构建了分层级多指标的汽车产品开发流程评价模型, 并选择具有不同代表性的国际主流车企和中国自主品牌车企作为研究对象, 应用该模型进行了产品开发流程水平的量化评价与对比分析。

1 汽车产品开发的工作内容及其流程的阶段划分

尽管实际所做的工作大同小异, 但是各家车企的产品开发流程在形式上差异较大, 仅开发阶段的划分就存在多种方式, 在各级节点上的数量及名称上存在更多差异。显然, 要对各家车企的产品开发流程进行横向比较, 首先必须参照汽车产品开发的实际工作内容, 将不同的开发流程转换为统一标准形式。

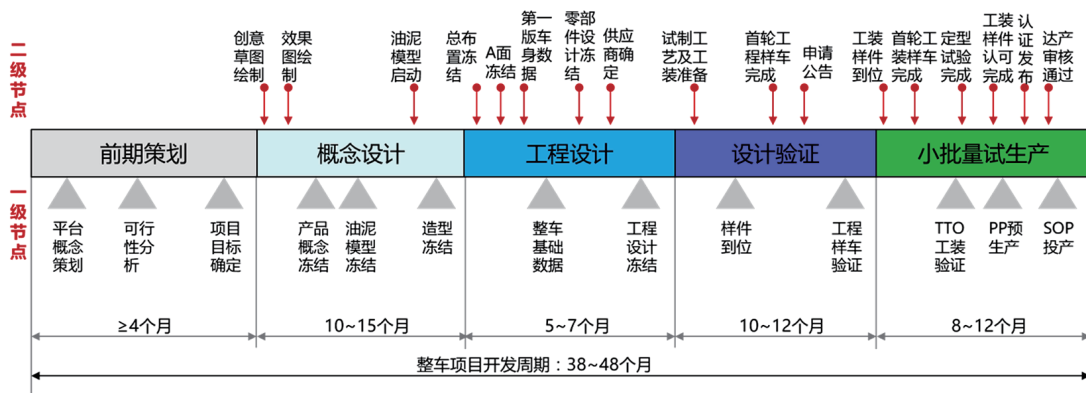


图1 本文定义的标准化汽车产品开发流程框架

基于研究者多年在企业研发一线的工作经验，本文根据汽车产品开发的主要工作内容，综合国内外主流汽车企业的产品开发流程情况^[12-14]，将汽车产品开发流程划分为前期策划、概念设计、工程设计、设计验证以及小批量试生产五大阶段，并定义了13个一级节点以及17个二级节点，具体如图1所示。需要说明的是，作为后续研究的基础，该标准化的汽车产品开发流程是以全新车型的开发为目标，而不针对改款车型或平台开发，因为后者其实可以视为是前者的简化版或者一部分。下面简要介绍各个阶段的基本情况。

(1) 前期策划阶段：根据企业战略、产品规划进行市场及技术可行性分析，确定新车型的市场定位、产品定位、造型方向以及性能、成本、质量、工艺等基本诉求，输出整车开发项目目标。前期策划阶段持续时间一般在4个月以上，一些国际主流汽车企业投入在前期策划的时间往往在8个月以上。这是因为，决定产品基因的前期策划在整个产品开发过程中的作用举足轻重，是产品最终开发成功并得到市场广泛认可的前提。

(2) 概念设计阶段：重点工作是总布置设计和造型设计。总布置设计是将前期策划阶段确定的基本目标对于位置、空间等的要求，具体反映到整车布置中，并在此过程中平衡各部分之间的干涉和矛盾。造型设计则是通过创意方案、三维效果图、油泥模型等环节，最终完成产品的造型设计方案^[15]。造型冻结标志着概念设计阶段结束，因此，概念设计阶段也常被称为造型设计阶段。该过程通常持续10~15个月。

(3) 工程设计阶段：主要完成产品的工程开发，不同总成、部件的各相关部门根据系统级、零部件级开发目标分别完成相应的具体开发工作，直至工程设计冻结，发布面向制造的工程数据。该过程一般可在5~7个月内完成。

(4) 设计验证阶段：主要进行样车的试制和试验，验证整车匹配尺寸，进行整车各项性能的开发与试验以及可靠性试验。该过程一般耗时10~12个月，之后新车型各项性能得到最终确定。

(5) 小批量试生产阶段：主要工作包括开发和制造批量生产的工装模具，完成工装样车制造和验证，确认工厂的批量生产能力，最终实现正式投产。该过程通常需要8~12个月。至此，一款全新车型的产品开发工作宣告结束。

2 汽车产品开发流程评价模型的构建

2.1 汽车产品开发流程的评价维度

可以表征汽车产品开发流程优劣的因素众多，本文基于经典产品开发理论以及国内外学者对于汽车产品开发流程的研究成果，结合对国内外典型车企产品开发流程的广泛调研和全面研究，依据代表性、系统性、独立性的基本原则^[16]，归纳选取了产品策划、平台开发、开发时间管理、开发成本管理、供应商管理、开发质量管理、试验验证以及研发组织8个关键因素作为汽车产品开发流程的评价维度^[17]。

(1) 产品策划：产品策划是产品开发项目正式进入研发设计阶段之前所进行的一系列策划工作^[18]，

是企业产品开发流程的起点。产品策划是决定产品开发成败的关键因素之一，好的产品是开发出来的，更是策划出来的。因此，产品策划水平至关重要。

(2) 平台开发：在汽车制造业中，平台通常指由若干通用部件组合而成的一种载体，可以通过它来开发出不同的汽车产品^[19]。显然，平台的设计开发水平决定了通过它开发的衍生车型的基本性能和功能。平台化对于汽车企业具有重大战略意义，相应的，平台开发流程也是整车产品开发流程中重要的组成部分，唯有高效的平台开发流程才能确保车企充分发挥平台化开发的优势。

(3) 开发时间管理：SCHILLING 的相关研究指出，提高产品开发速度（即减少产品开发周期）非常重要，因为较快的产品开发速度意味着可以领先竞争对手进入市场，从而更容易建立起优势，并获得更高的利润率^[20]。不过，片面地追求开发速度也不可取，产品开发时间必须与成本、质量等要素实现合理平衡。本文将通过其它评价维度的选定来体现上述要素间的平衡。现阶段，汽车产品开发项目出现延期的现象较为普遍，因此，对开发时间管理进行评价分析十分关键。

(4) 开发成本管理：即企业在产品开发过程中根据预先设定的成本目标，于成本发生前和发生中，对影响成本的各种因素采取相应的预防、调节、控制措施，以确保成本管理目标得以实现。汽车产品成本由研发成本、零部件采购成本、制造成本、管理成本、销售成本等构成，其中约 80% 的成本在开发流程的前期设计阶段之前就已经决定^[21-22]。因此，有效的开发成本管理将直接影响汽车产品的成本竞争力及其在整个生命周期的盈利能力。

(5) 供应商管理：整车产品约有 70% 的零部件是自供应商采购而来的，因此，供应商管理是汽车产品开发的重要环节。汽车产品开发的供应商管理非常复杂，这是因为一方面，整车产品涉及到的供应商数以百计，不同角色、能力和特点的供应商需要不同的管理方法；另一方面，在汽车这样复杂的工业品开发中，供应商的角色不仅仅是单纯的供货方，更需要参与到产品开发中来。显然，优秀的

产品开发流程必须对相应供应商的进入时机、工作内容及监督检查进行明确规定，否则项目将会失控。

(6) 开发质量管理：好的产品质量不是检验和整改出来的，而是开发生产出来的，这已经成为各大汽车企业的共识。因此，很多国际大型车企都把质量管理放在产品开发管理的首位，并且将其固化为企业产品开发流程的长期指导原则。

(7) 试验验证：汽车的实际工作环境极其复杂，不仅需要高速运行，而且需要在各种极端环境中保持正常工作，因此汽车产品对安全性、可靠性有着近乎苛刻的要求。正因如此，试验验证是汽车产品开发中必不可少的一环。目前，随着计算机辅助技术的不断进步，汽车产品开发过程中的试验验证正在逐步前移和虚拟化，这有利于缩短开发周期，降低试验验证成本。

(8) 研发组织：研发组织形式可以在很大程度上影响产品开发的速度和效果^[23-24]。如前所述，汽车产品开发不是一个或某几个部门的事情，而是需要企业内部规划、采购、研发、制造、销售、财务、质量等几乎所有职能部门的高效协作。因此，企业必须建立与其自身发展阶段及产品开发战略相适应的研发组织。

2.2 汽车产品开发流程的评价模型设计

为了科学、合理、客观、专业地评价汽车产品开发流程的水平，必须选取能够全面、系统、准确地反映汽车企业产品开发流程各方面情况的评价指标，并设计构建分层级多指标的汽车产品开发流程评价模型。

根据前文分析，首先将 8 大关键要素定义为一级评价指标。在此基础上，参考产品开发流程和项目管理的相关理论，结合汽车企业产品开发的研究分析，同时多方搜集汽车研发专家及企业研发一线中高层的意见，经过反复思考和多轮筛选，确定了表征 8 个一级指标的 26 个二级评价指标。由此，设计完成了汽车产品开发流程的指标体系。

对于两级评价指标的权重，采用了专家调研和层次分析法^[25]来获取：设计了五分度法、两两对

比的^[26]评价指标调查问卷,邀请了由行业资深专家、高校从事该领域研究的教授以及汽车企业一线工作的研发高管与骨干,共计 22 人参与完成了问卷调查。在数据处理过程中,首先基于指标两两对比的重要性调查,构造出每一位参评专家的判断矩阵。然后对每一个判断矩阵进行一致性检验,对于

不满足一致性检验的问卷数据进行舍弃。最后,分别计算每个通过一致性检验的判断矩阵的最大特征值和对应的特征向量,取所有特征向量的算数平均值并将其标准化,作为本文模型中两级不同指标的权重系数。最终构建出了汽车产品开发流程的评价模型,见表 1。

表 1 汽车产品开发流程的指标体系即评价模型

一级指标	权重系数	二级指标	内涵说明	权重系数
C1 产品策划	0.214	C11 目标市场及用户需求分析	衡量汽车企业对汽车产品目标市场及用户需求分析的投入程度,以及对市场及用户需求把握的准确程度	0.285
		C12 竞争车型分析	衡量汽车企业对竞品分析的重视程度、投入、详细程度等	0.228
		C13 产品开发目标制定	衡量汽车企业产品开发整车级目标及子系统级目标制定是否详细、明确,各部门是否认可目标并达成一致	0.367
		C14 各部门参与度	衡量汽车企业各个职能部门参与产品策划的程度,企业是否集合各部门意见,群策群力	0.120
C2 平台开发	0.085	C21 平台开发技术实力	衡量汽车企业平台开发背景和技术实力水平	0.415
		C22 企业平台战略	衡量汽车企业对平台战略的重视程度、与企业发展战略的适用程度、通用化程度等	0.332
		C23 平台开发与整车开发的衔接	考察汽车企业平台开发流程与整车项目开发流程是否能合理衔接、结合	0.253
C3 开发时间管理	0.055	C31 开发周期	衡量汽车企业全新整车产品开发周期的长短	0.331
		C32 开发进度计划制定	衡量汽车企业全新整车开发进度计划制定的合理性,以及各部门对进度计划的认可程度	0.322
		C33 进度计划跟踪管理	衡量企业产品开发进度管控能力	0.347
C4 开发成本管理	0.114	C41 成本目标制定	衡量汽车企业新产品开发成本目标制定的合理性、可行性,各功能部分是否就整车及子系统/零部件成本目标达成一致认可	0.325
		C42 成本控制方法/手段	衡量汽车企业产品开发成本控制方法/手段对降低成本以及成本维持与改善的效用	0.256
		C43 单车成本表现	衡量汽车企业综合成本管控能力	0.419
C5 供应商管理	0.097	C51 供应商关系	衡量整车企业与供应商关系的良好程度,是合作伙伴关系还是紧张对抗关系,供应商对整车企业整体工作关系的评价等	0.186
		C52 供应商早期参与	衡量供应商介入全新整车产品开发的时间	0.251
		C53 与供应商信息沟通程度	衡量整车企业与供应商之间信息沟通的开发程度、及时性和充分性	0.357
		C54 对供应商的支持	衡量整车企业是否帮助供应商降成本、提高质量、传授工作方法、对供应商进行培训等	0.206
C6 开发质量管理	0.156	C61 质量文化	衡量汽车企业质量文化的高度、重视程度、贯彻程度等	0.175
		C62 质量管理手段/方法	衡量汽车企业产品开发质量管理手段的效用	0.286
		C63 人员参与情况	衡量汽车企业对于“全员质量管理”实行程度	0.146
		C64 产品质量表现	衡量汽车产品上市后的质量表现,如 J.D.POWER 新车质量排名 IQS 和车辆可靠性排名 VDS 等	0.393
C7 试验验证	0.150	C71 虚拟验证	衡量汽车企业对虚拟验证的重视程度,包括时间、轮次、投入等	0.399
		C72 实物验证	衡量汽车企业对实物验证的重视程度,包括样件/样车实物验证的时间、轮次、投入等	0.601
C8 研发组织	0.129	C81 研发组织结构的适用性	衡量汽车企业研发组织与企业发展规划、企业产品战略等的适用程度	0.285
		C82 组织内职责定义清晰程度	衡量汽车企业研发组织内部各项工作责任归属是否清晰	0.412
		C83 组织内信息沟通	衡量汽车企业研发组织内跨部门、跨项目信息沟通流畅程度、信息沟通效率等	0.303

3

基于评价模型的主流车企产品开发流程对比分析

3.1 研究对象的选择与评价数据的获取

为了确保对比分析结果的全面性和指示性,选取的研究对象必须具有足够的代表性和区分度。根据当前汽车产业格局的实际情况,德国(欧洲)、日本和美国无疑是最为突出的汽车强国,为此,在德系、日系、美系中各自选择了一家具有代表性的国际主流车企作为研究对象。同时,鉴于中国自主品牌车企数量众多,企业产品开发能力参差不齐,分散度较高,经思考决定选择2018年乘用车销量超过50万辆的7家自主品牌企业作为中国车企的代表,具体数据参照2018年销量数据^[27]对7家车企进行加权整合获取,显然这样所得的结果足以反映中国自主品牌车企整体的产品开发流程水平,可以与国际主流车企进行有效的横向比较。

为了获取用于量化评价的数据信息,对选定的3家国际主流车企以及7家中国自主品牌车企进行了详细全面的调研。通过大量查阅相关学术文献、企业研究报告、企业产品开发流程资料、企业年报以及各种媒介的公开信息等,建立了集合各家企业产品开发流程相关信息的数据库。

3.2 量化评价过程

基于搜集建立的相关信息数据库,确定各家企业在各项二级指标上的得分。在本文的评价模型中,二级指标既包含定量指标,也包含定性指标。对于如开发周期、单车成本表现、单车质量表现等定量指标,直接将原始数据进行无量纲化处理后,折算为标准化的百分制分数即可。对于如供应商关系、质量管理方法、组织内信息沟通等定性指标,难以直接用原始数据表征,所以采用了德尔菲法^[28],通过专家小组讨论的方式对定性指标进行评分,同样以百分制形式给出。

根据模型中相应的权重系数,对各项二级指标评分进行加权求和,即可得各企业的一级指标评分。

以第1个一级指标即“产品策划”为例,设企业 x 在一级指标“产品策划”对应的二级指标的评分为 C_{1j}^x ,则该企业“产品策划”这项指标的得分 C_1^x 为:

$$C_1^x = [c_{11}^x \quad c_{12}^x \quad c_{13}^x \quad c_{14}^x] \begin{bmatrix} w_{11} \\ w_{12} \\ w_{13} \\ w_{14} \end{bmatrix} \quad (1)$$

同理,对各项一级指标得分进行加权求和,即可得出各企业产品开发流程的综合得分。 x 企业产品开发流程总得分 C^x 为:

$$C^x = [C_1^x \quad C_2^x \quad C_3^x \quad C_4^x \quad C_5^x \quad C_6^x \quad C_7^x \quad C_8^x] \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \\ w_5 \\ w_6 \\ w_7 \\ w_8 \end{bmatrix} \quad (2)$$

3.3 评价结果分析

对德系、日系、美系以及中国自主品牌车企产品开发流程的量化评价见表2。由表可知,以产品开发流程的综合水平而言,日系车企的产品开发流程最为领先,排在第2和第3位的德系车企与美系车企相对接近,而中国自主品牌相较于上述3家国际主流车企都有明显差距。

表2 不同车企产品开发流程的量化评价结果

评分项	得分			
	德系	日系	美系	中国自主品牌
产品策划	75.9	85.9	66.4	56.4
平台开发	90.8	79.9	73.3	49.9
开发时间管理	78.4	88.9	79.8	79.0
开发成本管理	61.2	87.5	74.3	71.2
供应商管理	76.2	90.2	70.2	59.2
开发质量管理	65.2	85.7	73.4	51.4
试验验证	76.0	83.2	72.6	59.7
研发组织	70.3	84.7	60.0	60.0
综合水平	73.3	85.6	70.2	59.4

将 8 个一级指标的评价结果绘制成雷达图,可以更清晰地反映不同企业产品开发流程的优劣势,如图 2 所示。雷达图所围的面积代表企业产品开发流程综合水平的强弱,而从雷达图轮廓包络线可以看到各家企业在一级指标下的均衡性表现。

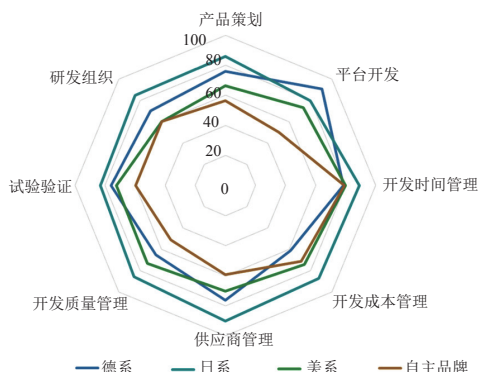


图 2 各项一级指标的评价结果

由图 2 可知:总体上,除了在平台开发方面落后于德系车企之外,日系车企在其余 7 项指标上均领先于德系和美系,这可能正是日系车企盈利水平远高于欧美同行的原因所在。德系车企在平台开发方面相较于日系和美系具有优势,最薄弱之处在于开发成本管理。与德系和日系相比,美系车企在各项指标上均没有特别突出的表现,相对来说,在开发时间管理上做得较好,在研发组织上表现较差。而自主品牌汽车企业在开发时间管理和开发成本管理上表现较好,虽然与日系还有差距,但基本与德系、美系持平,甚至略有领先;不过其它 6 项指标与国际主流企业相比均有较大差距,其中平台开发和开发质量管理最为薄弱。以下就各项指标的具体情况做简要分析。

(1) 产品策划:最领先的日系车企非常重视产品开发前期产品策划的投入,秉持“现地现物”原则^[29],要求产品开发总工程师率领团队亲自接触用户以获取直接而准确的用户需求,并且强调集合各关联部门共同参与产品策划以及信息共享,所以往往能在产品策划时制定出详细、明确、可测量的整车及子系统开发目标,且项目团队成员对项目整体

目标和对应的功能细分目标有相当程度的理解。相比之下,中国自主品牌车企的产品开发大多从模仿创新起步,在产品策划方面投入资源较少,能力和经验也有所不足^[30]。尽管近期随着正向开发的逐步深入,自主品牌车企的产品策划能力有了明显改观,但这仍然是一个有待进一步积累和提高了的薄弱环节。

(2) 平台开发:德系车企对平台开发最为重视,是极其复杂的模块化平台最具代表性的先驱者。日系和美系车企也有各自类似于模块化平台的架构平台规划,但与德系相比,其在总体上更侧重于对现有平台进行通用化整合。中国自主品牌车企近年来逐渐开始重视产品的平台化开发,部分领先企业也推出了自己的整车平台规划,并陆续有相应车型问世。然而相较于国际主流车企,自主品牌车企的平台化战略起步晚,发展时间短,表现出几个明显短板:一是平台战略不够清晰,与企业产品规划匹配度较低;二是平台技术实力薄弱,在平台开发技术和经验方面的积累还远远不够;三是一些企业急于求成,为了缩短整车开发周期而将平台与首款车型共同开发,造成平台的开发和验证不充分,后续车型开发状况频频。目前,平台开发仍是中国自主品牌车企最为薄弱的环节之一。

(3) 开发时间管理:日系车企表现突出,体现了“负荷前置”思想,强调充分准备和前期投入,减少了后期变更和反复,缩短了产品开发时间^[31-34]。同时,在项目进度管理上,相较于德系、美系等侧重项目整体上的协调和控制,日系车企更强调下层的执行和控制,通过严格的标准化流程有效降低任务拖期风险。中国自主品牌车企在开发时间管理上与德系、美系车企表现接近,甚至在产品开发周期方面具有一定优势。当然,这其中不免存在片面追求开发速度而忽视了产品品质的问题。此外,自主品牌车企的产品开发进度管理往往“前松后紧”,对项目前期进度的把控较容易放松,导致后期工作压力极大,不得不加紧赶工。

(4) 开发成本管理：日系车企最为突出，美系和自主品牌表现相当，德系相对落后。经过深入研究分析，发现日系车企产品开发成本管理优势主要源自前期目标成本分解时总工程师与各相关部门深入详细研讨的机制，以及产品开发过程中对成本控制所采用的“多重循环降成本”方法^[35]，前者使各部门对目标成本有相当程度的认可和理解，有利于目标成本的达成，后者是“精益思想”在产品开发过程中的具体体现。

(5) 供应商管理方面：企业排名依次为日系、德系、美系、中国自主品牌。日系、德系、美系3家企业的供应商管理模式可分别概括为合作伙伴模式、相对平等的交易模式、整车企业主导的交易模式。其中，日系车企将合作伙伴供应商看作其研发体系的外延，对核心供应商给予产品开发方法、研发体系和流程完善、质量提升以及成本控制等方面的必要支持，以提升整个供应链的竞争力^[36]。相比之下，中国自主品牌整零企业之间总体上还处于一种简单的交易关系，双方缺乏战略互信，这一方面不利于产业供应链的整体发展，另一方面，也迫使整车企业不得不加大对采购环节的监管力度，管理成本也随之增加。

(6) 开发质量管理方面：日系表现最佳，美系次之，德系再次之，自主品牌车企居末位。日系车企质量管理的相对优越性并不表现在先进的质量管理方法上，而是体现在质量文化的贯彻始终、流程细节的严格标准化以及每个员工的质量责任心态^[37]。相较而言，尽管很多自主品牌车企也强调产品质量的重要性，但往往口号层面多于执行层面，战略定位多于战术执行，有时候仍然会为了短期的销量、利润而牺牲产品质量。此外，自主品牌车企还普遍存在质量体系不健全、对质量细节不够关注等问题^[38]。因此，开发质量管理也是自主品牌最为薄弱的环节之一。

(7) 试验验证方面：排名依次为日系、德系、美系、中国自主品牌。日系车企的产品开发强调“目

标驱动”，非常重视试验验证环节的目标达成验证。相比于日系，美系车企应用了更多的虚拟仿真验证分析，旨在减少实体样车数量，降低研发成本以及缩短开发周期，而虚拟验证会不可避免地存在误差。不过，近年来随着计算机辅助设计和验证手段的不断进步，日系企业也开始加大虚拟仿真验证的比例。而自主品牌车企较之国际主流企业，试验验证体系和能力还不健全，无论虚拟验证还是实物验证方面，都与国际领先水平存在较大差距^[39]。

(8) 研发组织方面：日系表现最佳，德系次之，美系和中国自主品牌表现较差。日系车企通过设立不同的车辆研发中心，简化了组织机构，使研发责任归属更加明确，降低了管理难度，提高了决策效率^[40]。美系和自主品牌的劣势主要在于各相关业务部门职责定义的清晰程度以及组织内信息沟通的顺畅程度等方面。

5 结论与展望

本文基于经典的产品开发理论以及汽车企业产品开发流程的实际情况，设计了标准化的汽车产品开发流程框架，定义了影响汽车产品开发流程的8个关键因素，构建了两个层级多项指标的汽车产品开发流程量化评价模型，并应用该评价模型，对德系、日系、美系具有代表性的3家国际主流车企和中国自主品牌代表性车企的产品开发流程进行了对比分析。评价结果表明：就产品开发流程的综合水平而言，日系处于明显领先地位，德系与美系接近，前者略好于后者，而中国自主品牌车企与上述国际主流车企相比都有明显的差距。从各项分指标评价结果来看，日系各项指标表现比较均衡，除平台开发之外，其余7项指标都具有一定优势；德系在平台开发这项指标上具有优势；而美系相较于德系和日系，没有表现特别突出的单项指标；中国自主品牌车企在开发时间管理和开发成本管理方面达到了国际主流车企的水平，而在其它6项指标上均明显落后，特别是平台开发和开发质量管理上的差距更

为显著。未来中国自主品牌汽车企业应继续向国际领先车企学习,力争在产品开发流程上实现全面提升,尤其要针对平台开发和开发质量管理两个短板进行重点突破。

由于汽车产品自身的高度复杂性和各企业产品开发流程的差异性,对不同车企产品开发流程进行客观、科学的对比研究一直是产业界和学术界的难题。本文尝试构建的评价模型能够对汽车产品开发流程的效果进行全面量化的对比分析,从而为汽车企业准确定位自身产品开发流程提供了依据,并为

有针对性地优化产品开发流程指示了方向。需要指出的是,如同汽车产品本身的进步一样,汽车产品开发流程的完善也没有止境,特别是在当前新一轮科技革命正在驱动全球汽车产业发生深刻重构的背景下,汽车产品开发流程也必须与日俱进,在“软硬结合”和“前端互动”等方面进行重大调整^[41]。这对后发车企而言,既是严峻挑战,也是空前机遇。后续有关汽车产品开发流程的研究也应充分考虑上述变化,从而为汽车企业进行产品开发流程的改进与优化提供更好的指导和参考。

参考文献 (References)

- [1] 康丹, 赵福全, 刘宗巍. 汽车与智能手机产品开发过程对比分析与改进策略研究 [J]. 科技管理研究, 2018(2): 112-118.
KANG Dan, ZHAO Fuquan, LIU Zongwei. Contrastive Analysis and Improvement Strategy of Automotive and Smartphone Product Development Process[J]. Science and Technology Management Research, 2018(2): 112-118. (in Chinese)
- [2] 赵福全, 刘宗巍. 中国汽车产业技术转化价值链的基本规律与构建战略 [J]. 科学学与科学技术管理, 2016, 37(7): 87-95.
ZHAO Fuquan, LIU Zongwei. The Basic Rule and Construction Strategy of China's Automotive Industry Technology Transformation Value Chain[J]. Science of Science and Management of S.&T., 2016, 37(7): 87-95. (in Chinese)
- [3] 孙旭东. 上汽自主品牌整车研发中的项目管理应用 [D]. 上海: 上海交通大学, 2013.
SUN Xudong. Project Management Application in the R&D of SAIC's Own Brand Automotive[D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2013. (in Chinese)
- [4] 郭息林. 蔚来汽车产品开发流程优化研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2017.
GUO Xilin. Process Optimizing of Product Development in NIO[D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2017. (in Chinese)
- [5] MEYER M H, UTTERBACK J M, JAMES M. The Product Family and the Dynamics of CoreCapability[J]. MIT Sloan Management Review, 1993, 34: 29-47.
- [6] UTTERBACK J M, ABERNATHY W J. A Dynamic Model of Process and Product Innovation[J]. Omega, 1975, 3(6): 639-656.
- [7] MUFFATTO M. Platform Strategies in International New Product Development[J]. International Journal of Operations & Production Management, 1999, 19(5/6): 449-460.
- [8] TANG Dunbing. Collaborative Supplier Integration for Automotive Product Design and Development[C]// 2007 11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, April 26-28, 2007, Melbourne, Australia. Piscataway NJ: IEEE, c2007: 882-887.
- [9] 张新权, 周丽明, 覃延科, 等. 汽车产品开发生命周期管理 [J]. 上海汽车, 2007(7): 21-24.
ZHANG Xinquan, ZHOU Liming, QIN Yanke, et al. Automotive Product Development Lifecycle Management[J]. Shanghai Auto, 2007(7): 21-24. (in Chinese)
- [10] 汪卫东. 汽车产品开发系统的特点分析 [J]. 汽车工业研究, 2002(4): 19-25.
WANG Weidong. Analysis of Characteristics of Automobile Product Development System[J]. Auto Industry Research, 2002(4): 19-25. (in Chinese)
- [11] 唐春晖. 中国汽车企业技术能力与技术创新模式——以沈阳华晨金杯为例 [J]. 沈阳师范大学学报(社会科学版), 2006, 30(6): 58-61.
TANG Chunhui. Technological Capability of and Technological Innovation Model of Chinese Automobile Enterprises: Based on Jinbei Case[J]. Journal of Shenyang Normal University(Social Science Edition), 2006, 30(6): 58-61. (in Chinese)
- [12] 孙鲁峰, 杨桂华. PACE——产品开发管理新方法 [J].

- 研究与发展管理, 2002, 14(4): 90-94.
- SUN Lufeng, YANG Guihua. PACE—A New Method of Product Development Management[J]. R&D Management, 2002, 14(4): 90-94. (in Chinese)
- [13] 梁鸣. 集成产品开发 (IPD) 探讨 [J]. 科技管理研究, 2010, 219(17): 120-122.
- LIANG Ming. Discussion on Integrated Product Development (IPD) [J]. Science and Technology Management Research, 2010, 219(17): 120-122. (in Chinese)
- [14] 张雁平. HW 公司产品开发的 IPD 模式研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2005.
- ZHANG Yanping. Research on Integrated Product Development and Application in HW Company [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2005. (in Chinese)
- [15] 洪永福. 汽车研发管理 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- HONG Yongfu. R&D Management in Automotive Industry [M]. Beijing: China Machine Press, 2014. (in Chinese)
- [16] 杨红梅, 韩之俊. 产品开发方法评价的层次分析法 [J]. 科学学与科学技术管理, 1999, 20(12): 39-41.
- YANG Hongmei, HAN Zhijun. AHP for Product Development Method Evaluation [J]. Science of Science and Management of S&T, 1999, 20(12): 39-41. (in Chinese)
- [17] 吕涛, 郭峰. 产品开发流程再造的思想和方法 [J]. 科学管理研究, 2001, 19(1): 5-7.
- LYU Tao, GUO Feng. Thoughts and Methods of Product Development Process Reengineering [J]. Scientific Management Research, 2001, 19(1): 5-7. (in Chinese)
- [18] 默尔·克劳福德, 安东尼·迪·贝尼迪托. 新产品管理 [M]. 大连: 东北财经大学出版社, 2012.
- CRAWFORD M, BENEDITO A D. New Products Management [M]. Dalian: Dongbei University of Finance and Economics Press, 2012. (in Chinese)
- [19] 赵福全, 刘宗巍, 李赞. 汽车产品平台化模块化开发模式与实施策略 [J]. 汽车技术, 2017(6): 1-6.
- ZHAO Fuquan, LIU Zongwei, LI Zan. Development Mode and Implementation Strategy of Automotive Product Platform and Modularity [J]. Automobile Technology, 2017(6): 1-6. (in Chinese)
- [20] SCHILLING M A. Technological Lockout: An Integrative Model of the Economic and Strategic Factors Driving Technology Success and Failure [J]. Academy of Management Review, 1998, 23(2): 267-284.
- [21] LIEBERS A, KALS H J J. Cost Decision Support in Product Design [J]. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 1997, 46(1): 107-112.
- [22] MILEHAM A R, CURRIE G C, MILES A W, et al. A Parametric Approach to Cost Estimating at the Conceptual Stage of Design [J]. Journal of Engineering Design, 1994, 4(2): 117-125.
- [23] GRIFFIN A. The Effect of Project and Process Characteristics on Product Development Cycle Time [J]. Journal of Marketing Research, 1997, 34(1): 24-35.
- [24] MENON A, CHOWDHURY J, LUKAS B A. Antecedents and Outcomes of New Product Development Speed: An Interdisciplinary Conceptual Framework [J]. Industrial Marketing Management, 2002, 31(4): 317-328.
- [25] 张炳江. 层次分析法及其应用案例 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- ZHANG Bingjiang. AHP and Its Application Cases [M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2014. (in Chinese)
- [26] 殷克东. 经济管理系统分析技术方法论 [M]. 北京: 经济科学出版社, 2009.
- YIN Kedong. Economic Management System Analysis Technology Methodology [M]. Beijing: Economic Science Press, 2009. (in Chinese)
- [27] 中国汽车工业协会. 中国汽车工业发展年度报告 (2019) [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2019.
- China Association of Automobile Manufacturers. China Automotive Industry Development Annual Report (2019) [M]. Beijing: Social Science Literature Publishing House, 2019. (in Chinese)
- [28] 齐晓磊. 基于过程管理的汽车零部件供应商风险评价及研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2015.
- QI Xiaolei. Risk Evaluation and Research Based on Process Management for Automotive Spares Supplier [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2015. (in Chinese)
- [29] JAMES M. High Performance Product Development: A Systems Approach to a Lean Product Development Process [D]. Michigan: University of Michigan, 2002.
- [30] 杜君毅. 后模仿创新阶段中国自主品牌汽车企业创新模式研究: 以吉利汽车为例 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
- DU Junyi. A Research on The Innovative Model in the Latter Imitation Innovation Stage of China's Independent Brands Automobile Enterprises: A Case of Geely [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2014. (in Chinese)

- [31] 抄佩佩, 沈斌. 跨国车企“平台化”车型开发综述 [J]. 汽车维修与保养, 2013(7): 68-70.
CHAO Peipei, SHEN Bin. Summary of the Development of "Platformization" Models for Multinational Auto Companies[J]. For Repair & Maintenance, 2013(7): 68-70. (in Chinese)
- [32] 詹姆斯·摩根, 杰弗瑞·莱克. 丰田产品开发体系 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2008.
JAMES M M, LAKE J. Toyota Product Development System[M]. Beijing: China Financial and Economic Publishing House, 2008. (in Chinese)
- [33] THOMKE S, FUJIMOTO T. The Effect of "Front-Loading" Problem-Solving on Product Development Performance[J]. Journal of Product Innovation Management, 2010, 17(2): 128-142.
- [34] BALLÉ F, BALLÉ M. Lean Development[J]. Business Strategy Review, 2010, 16(3): 17-22.
- [35] 王棣华, 田玉花. 丰田汽车成本企划实施案例分析 [J]. 标准科学, 2010(7): 61-64.
WANG Dihua, TIAN Yuhua. Case Study on Toyota's Cost Planning Implementation[J]. Standard Science, 2010(7): 61-64. (in Chinese)
- [36] 符凌维. 供应商协同产品开发体系结构研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2008.
FU Lingwei. The Framework of Supplier Involvement in Collaborative Product Development[D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2008. (in Chinese)
- [37] 陈晋. 日本汽车企业开发新产品的组织特征 [J]. 世界汽车, 1994(1): 44-46.
CHEN Jin. How to Develop New Products by Japanese Auto Enterprise[J]. International Automobile, 1994(1): 44-46. (in Chinese)
- [38] 杨幼添. C300 车型的开发质量管理流程的改进研究 [D]. 北京: 北京工业大学, 2017.
YANG Youtian. Research on Quality Process Optimization Management of C300 Automobile Development[D]. Beijing: Beijing Industry University, 2017. (in Chinese)
- [39] 唐辉, 门永新, 朱凌, 等. 虚拟性能开发在吉利汽车中的应用 [C]// 第 11 届中国 CAE 工程分析技术年会论文集. 北京: 中国力学学会, 2015.
TANG Hui, MEN Yongxin, ZHU Ling, et al. The Application of Virtual Performance Development in Geely Automobile[C]// Proceedings of the 11th China CAE Annual Conference. Beijing: Chinese Society of Mechanics, 2015. (in Chinese)
- [40] 刘巍. A 研发中心产品研发项目管理模式的优化研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2016.
LIU Wei. An Optimization Research of Product R&D Project Management Mode for a R&D Center[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2016. (in Chinese)
- [41] 陶晓波, 沈晓岭. 市场学习能力、技术复杂性与新产品开发绩效关系研究 [J]. 科技进步与对策, 2018(1): 16-22.
TAO Xiaobo, SHEN Xiaoling. The Influence Mechanism of Market Learning Ability on New Product Development Performance[J]. Science & Technology Progress Policy, 2018(1): 16-22. (in Chinese)

作者介绍



责任作者: 刘宗巍 (1978-), 男, 辽宁朝阳人。博士, 副研究员, 主要研究方向为汽车企业管理, 侧重于研发体系构建理论与应用、产品开发流程与项目管理、技术路线评估等。

Tel: 010-62797400

E-mail: liuzongwei@tsinghua.edu.cn



通讯作者: 赵福全 (1963-), 男, 辽宁铁岭人。教授, 博士生导师, 主要研究方向为汽车产业发展、企业运营与管理、技术发展路线。

Tel: 010-62797400

E-mail: zhaofuguan@tsinghua.edu.cn