

汽车与智能手机产品开发过程对比分析与改进策略研究

康 丹, 赵福全, 刘宗巍

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

摘要: 面对日趋激烈的复杂市场竞争, 传统汽车企业亟需思考如何借鉴 IT 产品的开发理念和方法, 以更好地满足用户的个性化需求。为此, 研究选择智能手机作为 IT 产品的典型代表, 对汽车和智能手机产品的固有特点及产品开发过程进行全面对比与综合分析, 系统评估了汽车企业借鉴智能手机产品开发思维、模式和方法, 优化汽车产品开发流程的可能空间, 并在此基础上提出改进汽车产品开发模式的方向性建议。

关键词: 汽车; 智能手机; 产品开发过程; 对比分析; 改进策略

中图分类号: F270.7

文献标志码: A

文章编号: 1000-7695 (2018) 02-0112-07

Contrastive Analysis and Improvement Strategy of Automotive and Smartphone Product Development Process

Kang Dan, Zhao Fuquan, Liu Zongwei

(State Key Laboratory of Automotive Safety and Energy, Tsinghua Automotive Strategy Research Institute,
Beijing 100084, China)

Abstract: Facing with the increasingly fierce competition in the complex market, traditional automotive enterprises need to think about how to learn from the development ideas and methods of IT product, so as to meet individual needs of consumers preferably. To this end, this paper selects smartphone as the typical representative of IT product, makes a comprehensive comparison of the inherent characteristics and product development processes of automotive and smartphone, and systematically evaluates the possible space for automotive enterprises to learn from the smartphone product development thoughts, patterns and methods so as to optimize the automotive product development process. On this basis, this paper puts forward the direction suggestions of improving automotive product development process.

Key words: automotive; smartphone; product development process; contrastive analysis; improvement strategy

1 研究概述

作为制造业中的典型, 汽车产业以最低的成本、最快的速度、最高的质量开发出满足市场需求的产品为其核心诉求, 而科学、高效且能不断优化完善的产品开发流程与方法则是打造优秀产品的保障。当前, 汽车产业的竞争日益激烈, 一方面节能和环保等法规不断加严, 另一方面外部力量特别是 IT 产业力量正在跨界进入, 对传统车企构成了新的挑战。因此, 汽车企业在产品开发过程中, 必须加强对新理念、新技术和新方法的探索和应用, 以期用更小的代价打造出更优的产品。从这个意义上讲, 汽车产品开发流程及方法的优化提升将是一个永恒的话题。

特别是以互联网、大数据、云计算、3D 打印等新技术为代表的新一轮科技革命方兴未艾^[1], 互联网时代的全新思维、革命性技术及其综合运用, 正推动着传统制造业发生重大变革。一方面, 若干优秀的 IT 企业异军突起, 以明显有别于传统制造业的产品开发理念和模式打造 IT 产品, 赢得了消费者的认可; 另一方面, 智能网联等新技术在传统制造业各个环节的应用正在不断深化, 这不仅意味着企业与用户之间关系的重构^[2], 而且也将融合形成新的制造模式和产业生态。对汽车行业而言, 互联网、大数据等新技术及其带来的新思维、新模式, 对整个产业链条都有深刻的影响, 其中产品设计开发环

收稿日期: 2017-03-27, 修回日期: 2017-06-05

基金项目: 中国工程院制造强国战略研究(第二期)项目“重点产业发展路线研究(汽车)”(2015-ZD-07); 北京自然科学基金项目“‘绿色北京’”建设背景下的汽车产业链生态效益评价研究”(9162008)

节尤其值得关注。

因此，如何借鉴和运用互联网思维与技术，实现汽车产品开发过程的全面再提升，将汽车产品打造得更为极致，是一个值得深入探讨的重要课题。而先天具有互联网基因的 IT 企业产品，特别是其典型产品智能手机的开发过程，无疑最具现实的研究意义和参考价值。为此，本文对汽车和智能手机的产品特点及开发过程进行了全面对比与综合分析，系统评估了汽车产品借鉴智能手机产品实现开发流程优化的可能空间，并由此提出了改进汽车产品设计开发的方向性建议。

2 汽车与智能手机产品特点对比

作为一种代步工具，汽车代表着自由移动的可能性，对于越来越多的普通大众而言，已经成为一

种重要的生活必需品；而智能手机既是通讯工具、社交工具，更是“移动智能互联终端”，也是信息社会的生活必需品。不过，虽然同为大批量的重要民用产品，但两者在产品复杂度、功能实现形式以及对可靠性的要求上都有明显的差别。

在产品复杂度方面：如表 1 所示，汽车是异常复杂的机电一体化产品，由发动机、车身、底盘和电子电器四大部分构成，主要系统总成多达几十个，完全独立的零部件更是数以万计，产品复杂程度和技术集成度堪称民用工业之首。智能手机主要由机身、电池组件、处理器、输入输出设备及 I/O 通道、感应器、蓝牙以及操作系统等十几个小型模块构成，零部件数量通常数百个，产品复杂程度相对较低，基本只相当于汽车中的一个总成模块。

表 1 产品复杂度对比

类别	项目	产品构成
汽车	发动机	发动机机体、配气机构、曲柄连杆机构、燃油供给系统、润滑系统、冷却系统等
	车身	车身壳体、车前板制件、车门模块、车窗模块、座椅模块、车身外部装饰件、车身内部覆盖件、空调装置等
	底盘	传动系统：离合器、变速器、万向传动装置、主减速器（差速器）、半轴等
		行驶系统：车架、车桥、悬架、车轮等 转向系统：转向操纵机构、转向器、转向传动机构等 制动系统：制动器、制动传动装置等
智能手机	电子电器	电器设备：发电机、蓄电池、照明系统、点火系、起动系、音响、仪表板等
		电子控制：燃油喷射系统、制动力分配系统、整体控制（ABS/ASR/ESP）、巡航控制 CCS、倒车报警、防盗系统等
智能手机	机身外壳、电池组件、CPU、GPU、存储器、输入输出设备（显示屏/触摸屏、耳机接口、摄像头、话筒）及 I/O 通道、感应器、蓝牙、操作系统等	

在功能实现形式方面：智能手机在其硬件架构之上采用嵌入式的软件操作系统，其他应用软件（即 APP）可在操作系统架构下独立开发。基于开放性和兼容性的操作系统，用户可以根据需要安装甚至自行开发应用程序，从而实现了除基础通讯之外的大量附加功能。相比之下，汽车的功能实现更多地依赖于机械系统的正常运作，尽管汽车也有嵌入式的车载操作系统，但目前仅有少量功能得以实现，如导航、信息娱乐等，服务的开放度和丰富度极其有限。同时，智能手机的操作系统和应用程序可以在产品使用过程中方便快捷地进行在线升级，实现与最新版本的软件同步；而汽车产品硬件和软件系统的开发同时进行，后者往往依托于前者的开发进度，并随之固化，因此汽车产品一旦开发完毕后，其车载软件系统通常很难得到升级。也就是说，汽车产品开发更着重于硬件，而智能手机则更注重软件。

在产品可靠性要求方面：作为大规模量产的民用商品，汽车和智能手机在产品开发过程中都强调进行可靠性设计和验证。但是，汽车的实际工作环境更为复杂，不仅必须在高速移动中体现其价值，而且还要在各种极端环境中都能保持正常工作，而一旦车辆在行驶过程中出现故障，就会对驾乘人员

的安全造成极大威胁。因此，汽车产品对可靠性的要求近乎苛刻，类似于智能手机在使用过程中偶尔死机的情况，对于汽车产品来说是绝对不可接受的。

综上所述，与智能手机产品相比，汽车产品更为复杂、更侧重于硬件、对可靠性的要求也更高，这些固有差异是汽车产品开发过程比智能手机涉及环节更多、协同领域更广、周期更长的根本原因，也决定了汽车产品的开发流程与方法不能完全效仿智能手机。但是，汽车产品智能化、信息化的程度正在不断提高，其软件部分所占的比重也越来越大，并将由此带来汽车功能属性和产品形态的显著变化。当此之际，我们很有必要进一步分析智能手机产品开发流程和方法的特点，以探索汽车产品开发流程能否以及如何实现借鉴提升。

3 汽车与智能手机产品开发过程对比

3.1 产品开发总体特点

汽车与智能手机企业打造产品的思维有很大的差异。如图 1 所示，汽车产品的打造过程是一个典型的“价值链”过程^[3]，通过价值链条上各环节间的有序传递实现增值。该过程有如下特点：第一，产品驱动。由于汽车产品开发通常需要 2.5 ~ 3.5 年

以上的时间,因此企业必须预测用户未来的需求,并据此打造相应的产品。在实际操作中,由于用户需求具有变异性,车企往往只能以打造高竞争力产品为出发点,寄希望于这样的产品一定能够满足用户的需求。第二,流程至上。鉴于汽车产品高度复杂,开发过程需要各个业务部门的协同一致、通力协作,因此汽车企业特别强调以产品开发流程为标准,要求各相关参与方必须严格遵照流程、力争同步作业;第三,成本精益。汽车产品的试制、验证及设计变更成本极高,要求企业在产品开发全过程都必须严控成本,努力做到精益生产、精益设计和精益管理^[4-7]。第四,平台模式。汽车产业极度追求规模效益的本质,决定了企业往往基于相同的平台架构或共性模块,努力打造出更多款不同的产品。总体来说,汽车产品的打造过程是一个全员参与、环环递进的单向线性价值链条,包括了上下游企业之间的一系

列增值活动^[8]。

而智能手机产品的打造过程更像是一个不断递归、逐渐完善的“价值环”^[9],其产品增值通过动态循环实现。该过程的特点包括:第一,用户中心。智能手机产品打造始终以为用户提供极致体验为出发点,在研发、采购、生产、售后等各个阶段均与用户紧密互动,甚至让用户参与到产品开发过程中。第二,循环迭代。根据自我检测 and 用户反馈,不断迭代,修改并完善产品方案,有时候不惜并行多种方案反复试错;第三,大数据思维。即强调采集和分析海量大数据,实现精准决策。第四,开放平台思维。这里的“平台”与汽车产业中的“平台”是不同的概念,前者强调的是“共享、开放”的合作平台,各方资源可以在此平台上有效协作、各取所需;而后者更多的是构建一系列汽车产品的通用化物理架构。



图1 汽车产品开发“价值链”与智能手机产品开发“价值环”对比

3.2 产品开发方式

汽车产品开发通常在前期即产品规划阶段,通过市场调研等手段,获取用户信息,并以此为基准预测未来的可能需求,做出是否开发以及开发哪类产品的战略决策。在此之后,虽然车企仍然会紧密关注和跟踪市场动态,但在产品开发过程中的用户输入和实际影响却迅速变小。从整车技术方案选定,到产品定义确定,再到最终数据冻结,随着时间的推移,产品开发人员与用户的互动越来越少,到了后期,往往只会进行部分配置或细节的少量微调。

相比之下,智能手机产品开发通常是一种典型的迭代开发过程,用户需求是产品开发全过程的出发点和圆心。从产品策划,到设计,到开发,再到测试,4个阶段首尾相接,不断反复,在这个过程

中开发者始终与用户保持互动,并随时把用户反馈作为重要检验依据。以测试阶段为例,通常不只有公司内部人员主要针对硬件和软件基本功能的内测,还会有外测,即通过一些开放性的测试环节引入外部资源(可能是专家,也可能仅仅是普通消费者),来对产品的可用性、用户体验等进行测试^[10-11]。在这个过程中大量用户意见被直接引入到产品的设计方案之中,甚至有些软件程序开发是由“粉丝”用户自己完成的。在这方面,小米手机的“米粉”机制最为典型^[12]。还有一些手机厂商虽然没有公开进行用户需求征集,但实际上也有其他方式获得用户反馈,其开发方式实际上也是迭代式的。具体如图2所示。

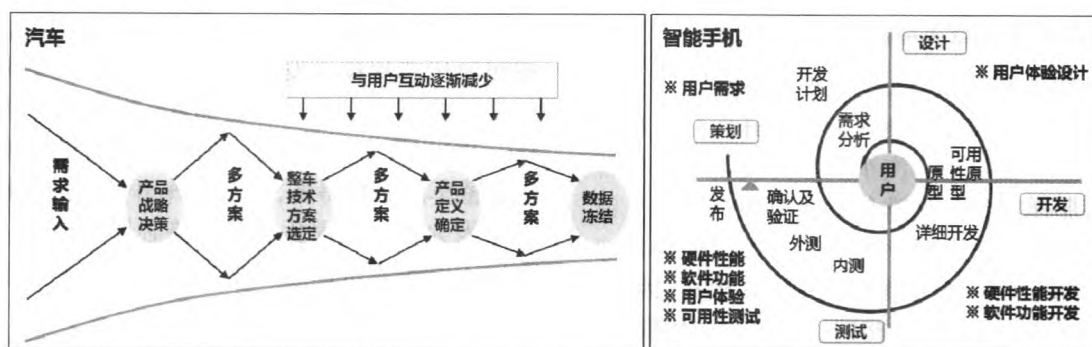


图2 汽车与智能手机产品开发方式对比

造成汽车与智能手机开发方式差别的根本原因在于：第一，汽车这类以硬件为主、软件为辅的机械产品，设计变更成本远远高于智能手机，这直接限制了汽车采取迭代开发、不断修正产品方案的可行性。第二，智能手机本身也比汽车简单得多，设计变更的难度较低，尤其是很多软件，可以通过进行版本更新来直接修正；而汽车产品高度复杂，涉及部门多、相互关联性强，几乎任何一处设计的改变都可能“牵一发而动全身”。不过，从另一个角度来看，汽车也必须比智能手机更加强调前期策划方案的科学性和准确性，如果在前期阶段借鉴智能手机的迭代开发模式，不仅具有可行性，更可能减少后期设计变更带来的高昂成本。

3.3 产品需求管理

汽车与智能手机产品在开发过程中对用户意见的接受程度完全不同，如图3所示。随着产品开发进程的展开，汽车对用户需求的接受程度迅速收敛，持续降低。而智能手机在产品开发全过程中，对用户反馈的接纳程度都远高于汽车，尤其值得注意的是，到了产品测试与发布阶段，为了更进一步验证原型机是否符合用户预期，智能手机产品往往会引入外测或用户试用环节，并根据反馈调整产品设计和软件功能，因此，用户需求接受曲线呈现“U”型特征，在产品开发末期反而有所上扬。由于上述差异，加之汽车比智能手机的产品开发周期长得多，因此以最终产品与用户需求的切合度来衡量，汽车往往明显逊色于智能手机。

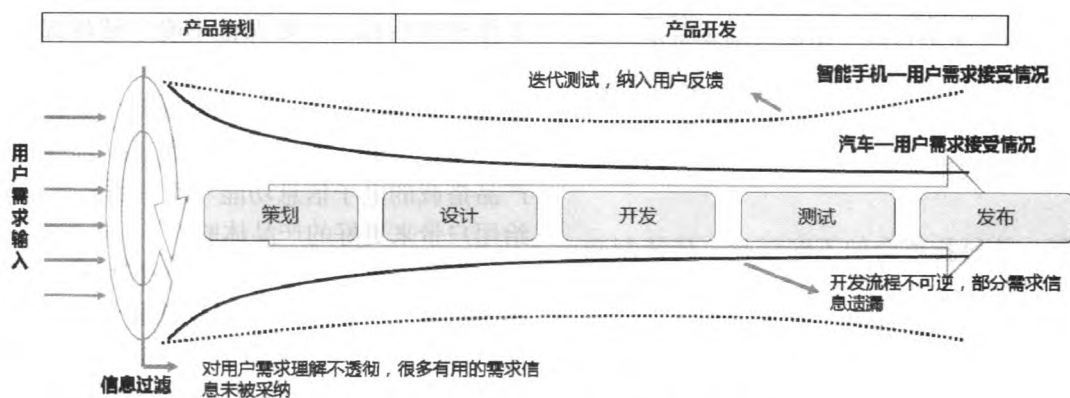


图3 产品开发过程中对用户需求的接受情况

同时，在用户需求信息获取方式上两者也存在较大差异。汽车产品开发目前仍然主要依靠传统间接的线下用户调研方式，不仅样本覆盖有限，而且市场部门与设计部门割裂，市场人员面对用户，而设计人员则更关注工程实现。而智能手机产品开发则可利用互联网平台进行用户需求调研，并大多建立了开发人员直接与用户交互的机制和渠道。

造成上述差异的部分原因在于，汽车产品的专业性和系统性较强，获取有效反馈的难度更大，很多时候用户提出的需求根本无法实现，纯属“异想

天开”，或者至少不存在低成本实现的可能，这就导致汽车开发人员对用户反馈的价值存有质疑，不太重视其意见。

但是，产品最终是为了满足用户的需要。在需求管理方面，必须承认，智能手机产品开发对用户需求的把握和应用明显优于汽车产品。尽管由于产业和产品本身的固有不同，汽车企业不宜简单照搬照抄智能手机企业的模式，不过如何更准确地把握和管理用户需求，仍然值得汽车企业认真思考和有效借鉴。

4 汽车产品开发改进策略思考

4.1 产品开发前期尝试导入迭代开发模式

由于汽车产品形态以硬件为主,开发复杂程度高以及工程上存在限制,汽车产品开发不可能像智能手机产品那样做到全程迭代,随时根据用户反馈进行调整。同时,考虑到汽车产品开发后期设计变更的高难度和高成本,更加难以应用迭代模式。因此,本文着眼于探讨在产品开发初期引入多轮迭代模式、调整技术方案的可能性。

也就是说,在汽车产品开发前期,通过设置若干轮“需求分析-方案更新-虚拟样车-测试验证”的迭代循环,来强化与用户的互动,实现设计方案的优化。在此模式实施过程中,本文建议:第一、必须充分利用数字化、模拟化技术的最新发展,以虚拟样车以及CAE仿真等测试验证手段来确保改变设计方案的可行性与合理性,否则高昂的样车制造及验证成本是汽车企业难以承担的;第二、必须引入代表性充分的专家团队和具备一定汽车专业知识的所谓“价值用户”群体来进行评测,以充分剔除“无用信息”,防止海量无价值的用户反馈干扰正确的产品技术方案。此处提到的“价值用户”,本文将定义为能够提供具有专业参考价值意见的产品使用者或潜在使用者;第三、必须要建立直接而便捷的用户需求采集机制和平台,并以“众包”模式^[13-15]探索鼓励价值用户群体积极反馈意见的可能方法;第四、对于用户的需求输入要预设框架和层级,以分类和逐步开放的形式进行,另有一些细节或非常专业的需求,则根本无需征求用户意见,以免本末倒置。

当前,新一轮科技革命的不断深化、传统制造业的转型升级以及大量信息产业资源涌入汽车领域,为传统车企在产品开发初期引入迭代模式,从而更有效地把握用户需求创造了可能。当然,在具体实施过程中,车企还需谨慎从事,实时评估与用户增强互动带来的收益以及由于开发模式创新带来的新增成本或风险。不过从发展大方向来看,本文认为,传统车企尽快开展这方面的创新尝试是很有必要的。

4.2 汽车电子部分的开发流程创新

较之底盘、车身等机械系统,汽车电子相关系统和部件中软件的成分更重、重要性也更大。目前汽车电子电器部件与整车机械系统的开发方法和流程是有所不同的,但总体上没有脱离“按部就班”、逐步传递的价值链架构。这直接导致了车载电子信息系统的响应迟缓和更新滞后,例如很多车主都用手机导航而非车载导航,尽管后者的屏幕更大,但是地图更新慢、路线规划差,给车主的用户体验远

不及手机。实际上,汽车电子与IT技术结合紧密,按照现代芯片技术发展的摩尔定律,汽车电子对新技术的应用速度和时效性都远较其他汽车零部件更快、更高^[16]。相应的,汽车电子的更新换代速度也比整车产品快得多,若与整车开发周期保持一致,甚至因为硬件而固化软件,势必导致产品一上市就落后于市场需求,这正是当前许多汽车电子功能得不到用户认同的根本原因所在。

按照对汽车行驶性能的影响,汽车电子产品可分为汽车电子控制装置和车载汽车信息电子装置两类^[17]。前者与汽车机械系统联系紧密,对汽车行驶的各项性能起到控制作用,包括对动力总成、底盘和车身等的电子控制;后者与汽车行驶性能不直接相关,关键在于信息交互,可以脱离汽车行驶功能而独立使用,包括汽车信息系统(车载电脑)、导航系统、视听娱乐系统、车载通讯系统、车载网络等。显然,这两类汽车电子产品的开发流程和时机应该有所区别。

考虑到汽车电子产品较短的开发周期、较高的技术时效性以及与整车机械系统的不同关联程度,本文认为,可以将车载汽车电子信息装置的开发从整车开发流程中独立出来:在整车产品策划阶段预先完成车载电子信息软件系统架构以及相关硬件接口的基本定义,而将整个系统上层应用软件的开发工作整体后移,只要保证不晚于硬件部分的完成时间即可。在此过程中,建立特殊的开发流程,允许根据技术发展和市场需求的变化及时调整开发目标和方案,不断进行完善和升级,从而保证最终汽车产品搭载的电子信息功能与用户的最新需求相匹配,给用户带来更好的产品体验。

车载汽车电子信息装置开发“后移”的开发模式,本质上需要实现上层应用软件和与底层硬件有关软件的相互独立,即必须搭建独立于硬件的软件开发平台^[18]。实际上,宝马、博世等一些全球整车制造商、零部件供应商、以及半导体和软件公司已经联合推出了具备上述功能的汽车开发系统架构AUTOSAR(automotive open system architecture)^[19-20],这也为车载汽车电子信息装置开发“后移”模式提供了技术上的可行性。

4.3 产品需求管理优化提升

传统汽车产品开发过程中,市场管理部门通常仅在前期策划阶段进行市场及用户需求调研;方式包括购买行业报告、委托市场调研公司或者企业内部组织调研等;主要调研围绕整个市场现状和竞争对手进行,对用户的研究反而往往不够深入。针对这些问题,本文建议借鉴利用大数据分析手段挖掘

用户需求信息,在产品开发过程中采取与“价值用户”

进行有效互动的需求管理模式,具体如图4所示。

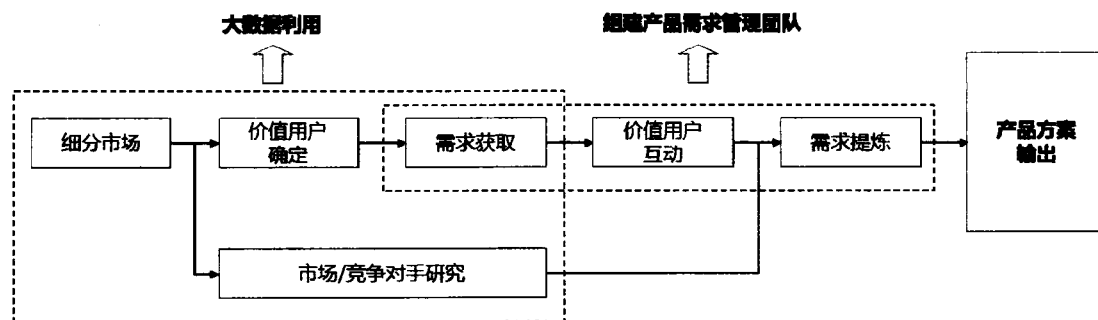


图4 汽车产品开发用户需求管理

随着网联化、智能化技术的不断发展,汽车企业已经完全不必依赖于传统的线下调研方式了。驾乘者、交通部门、保险公司、4S店、电子商务等构成的汽车生态网络,正在产生庞大的汽车大数据。对这些大数据进行分析,从中识别出价值用户,并提炼出用户的个性化特点和差异化需求,已经初步具备条件。

以此为基础,本文建议汽车企业可以尝试组建“价值用户+市场人员+工程开发人员”的产品需求管理团队,一方面,通过纳入接近专业水平的价值用户群体,并充分与之互动,实现由“以产品为中心”向真正“以用户为中心”的产品开发模式转型;另一方面,将传统汽车开发模式中割裂开的市场人员和工程开发人员整合到一起,共同分析和取舍用户的反馈信息,从而使得产品的开发方案更贴近于用户的实际需求。在具体实施过程中,必须思考如何利用大数据分析来掌握价值用户群体及其意见,同时也可掌握细分市场与竞争对手的更精准信息。同时,产品需求管理团队主要工作于产品策划阶段,直至输出产品方案为止,这样既避免了后期设计变更的高昂成本,也等于在产品开发初期部分地引入了迭代开发模式,使产品策划能够更为精准。

5 总结

当前,外部力量特别是信息产业力量涌进入汽车领域,对传统车企构成了现实的挑战,也由此带来了融合创新的机遇。面临日趋激烈而复杂的竞争格局,汽车企业必须认真思考如何合理借鉴IT企业产品开发的思维、模式和方法,以更好地适应快速变化的市场环境和用户个性化需求。

为此,本文分析了汽车与智能手机的产品复杂度、功能实现形式以及对可靠性的要求等3个方面的固有差异,并从产品开发总体特点、开发方式以及需求管理等3个维度,对汽车与智能手机的产品开发过程进行了对比。研究表明,汽车与智能手机

的产品开发存在显著差异,这固然主要源自两者不同的产业形态和产品特点,但汽车企业仍然可以也理应借鉴智能手机的产品开发理念,完善和优化自身的产品开发过程。

在此基础上,本文为汽车企业提出了改进产品开发模式的方向性建议,具体包括:尝试在前期引入迭代开发思想,优化产品设计方案;将车载汽车电子信息系统尤其是其应用软件层的开发任务“后移”,并建立与整车完全不同的开发流程;基于大数据分析和价值用户反馈,实现产品需求管理的优化提升。

参考文献:

- [1] 缪学勤. 智能工厂与装备制造业转型升级[J]. 自动化仪表, 2014(3): 1-6.
- [2] 童有好. 互联网+制造业的路径与机遇[J]. 企业管理, 2015(6): 6-11.
- [3] 波特. 竞争战略: 分析产业和竞争者的技巧[M]. 北京: 华夏出版社, 1997.
- [4] LANDER E. Implementing Toyota-style systems in high variability environments[D]. Ann Arbor: University of Michigan, 2007.
- [5] 牛占文, 荆树伟, 杨福东. 基于精益管理的制造型企业创新驱动因素分析: 四家企业的案例研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2015(7): 116-126.
- [6] 王永升, 齐二石. 从精益生产到精益设计[J]. 现代管理科学, 2010(3): 6-7.
- [7] KOOLE S E. Removing borders: the influence of the toyota production system on an American office furniture manufacturer[D]. Grand Valley: Grand Valley State University, 2006.
- [8] SHANK J K, GOVINDARAJAN V. Strategic cost management: the value chain perspective[J]. Journal of Manangement Accounting Research, 1992(4): 179-197.
- [9] 段东, 于知玄. 价值链到价值环: 传统企业互联网进化论[J]. 互联网经济, 2015(5): 20-25.
- [10] BLANK S. Why the lean start-up changes everything[J]. Harvard Business Review, 2013, 91(5): 63-72.
- [11] RIES E. The lean startup: how constant innovation creates radically successful businesses[J]. Journal of Epidemiology & Community Health, 2011, 67(11): 4-4.
- [12] 董洁林, 陈娟. 无缝开放式创新: 基于小米案例探讨互联网生态中的产品创新模式[J]. 科研管理, 2014(12): 76-84.

- [13] AROLAS E E. Towards an integrated crowdsourcing definition [J]. Journal of Information Science, 2012, 38(2): 189-200.
- [14] SAXTON G D, OH O, KISHORE R. Rules of crowdsourcing: models, issues, and systems of control [J]. Information Systems Management, 2013, 30(1): 2-20.
- [15] PEDERSEN J, VREEDE G J D, KOCSIS D, et al. Conceptual foundations of crowdsourcing: a review of is research [C] // Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii: IEEE, 2013:579-588.
- [16] 邓恒,王鼎鼎,章一舫. 中国汽车电子电器开发体系研究 [C] // 2009 中国汽车工程学会年会论文集, 北京: 中国汽车工程学会, 2009: 6.
- [17] 魏学哲,戴海峰. 汽车嵌入式系统原理、设计与实现 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [18] 刘玺斌,马建,宋青松. 基于 AUTOSAR 规范的汽车 ECU 软件开发方法 [J]. 电子设计工程, 2013, 21(11): 151-154.
- [19] KUM D, PARK G M, LEE S, et al. AUTOSAR migration from existing automotive software [C] // International Conference on Control, Automation and Systems, New York:IEEE, 2008: 558-562.
- [20] 阴晓峰,刘武东. 汽车电子系统软件开发新标准 AUTOSAR [J]. 西华大学学报 (自然科学版), 2010 (2): 102-106.

作者简介: 康丹 (1991—), 女, 四川内江人, 硕士, 主要研究方向为产品开发流程与项目管理; 赵福全 (1963—), 男, 辽宁铁岭人, 博士, 教授, 主要研究方向为汽车产业、企业运营管理、研发体系建设及技术路线战略; 刘宗巍 (1978—), 男, 辽宁朝阳人, 博士, 副研究员, 主要研究方向为研发体系、产品开发与项目管理、企业技术路线。