

经济性考量下的供应链产品设计策略

郑刚强^{1,2}, 李沛钊¹, 孙嘉伟¹

(1.武汉理工大学, 武汉 430070; 2.武汉理工大学绍兴高等研究院, 浙江 绍兴 312300)

摘要: **目的** 探究新的产业模式下符合经济性原则的供应链产品设计方法, 帮助企业通过有效的产品设计策略, 实现降本增效, 提升市场竞争力。**方法** 以产品设计的经济性为主脉, 以经济效益最大化为目标导向, 采用了案例分析、文献研究和经验总结等方法。**结果** 总结了供应链产业体系下产品设计需求导向性、主从关联性、系统协调性的新特点, 确立了供应链协作背景下产品设计标准化、模块化、平台化的基本策略, 分析了3种设计策略之间的相互关系。**结论** 供应链协作是制造业发展的必然趋势, 产品设计作为产业链的源头, 必须从经济性的角度与供应链相互配合, 才能符合市场和企业的需要。

关键词: 产品设计; 供应链; 经济性; 产业化

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)08-0085-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.08.011

Product Design Strategy of Supply Chain under Economic Consideration

ZHENG Gang-qiang^{1,2}, LI Pei-zhao¹, SUN Jia-wei¹

(1.Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China; 2.Shaoxing Institute for Advanced Research Wuhan University of Technology, Zhejiang Shaoxing 312300, China)

ABSTRACT: This paper aims to explore the supply chain product design method in accordance with the principle of economy under the new industrial model, so as to help enterprises achieve cost reduction and efficiency increase and enhance market competitiveness through effective product design strategies. Focusing on the economy of product design and aiming at maximizing economic benefits, this paper adopted the methods of case analysis, literature research and experience summary. The new characteristics of demand-oriented, subject-dependent and systematical coordination of product design in the supply chain industry system were summarized, the basic strategies of standardization, modularization and platformization of product design in the context of supply chain collaboration were established, and the interrelations among the three design strategies were analyzed. Supply chain cooperation is an inevitable trend in the development of manufacturing industry. As the source of the industrial chain, product design must cooperate with the supply chain from the perspective of economy, so as to meet the needs of the market and enterprises.

KEY WORDS: product design; supply chain; economy; industrialization

产品设计是在工业化大生产的背景下产生的细分行业, 其本质是一种经济活动, 经济属性也是产品设计的重要性质。近百年来, 设计的经济属性在审美、材料、技术、生产等各个方面影响着设计的发展。随着制造业全球分工协作体系的建立, 新产品的生产制造、物流、销售等环节都要依靠供应链体系的支持。

在新的产业背景下, 经济性原理也继续推动产品设计策略不断变化, 以适应供应链协作下的新体系。Marshall 于 1997 年在哈佛商业评论杂志发表了《你的产品需要什么样的供应链》, 指出供应链的中心是产品。优秀的产品设计应该与其供应链结构相匹配, 帮助企业在供应链流转与配合的过程中降低成本、提升效益。

收稿日期: 2021-12-18

基金项目: 国家社科基金艺术学项目(20BG130)

作者简介: 郑刚强(1975—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为工业设计。

1 设计活动的经济性本质

1.1 产品设计是劳动分工的产物

设计是一门融合技术学科、美学、经济学、环境学、销售学、市场学,以及社会学、社会心理学等为一体的综合性边缘学科。设计的主要功能和使命决定了设计同社会与市场紧密联系,设计必须面向市场需求,以及科技、艺术和经济的结合点进行设计。^[1]在工业化大生产的新生产关系下,设计作为生产过程中必要的环节才被广泛承认、接受,也只有在工业化大生产的条件下,才需要设计师这种专门从事设计工作的人员。

1.2 设计的商品属性

想要理解设计的经济性本质,就要先理解设计的商品属性。设计的客体是工业化生产下的产品,设计的直接需求者是企业,设计产品的目的是供给市场,使企业获得价值。因此,设计活动本身就是一种基于商业目的的经济活动,而不是纯艺术活动。设计师产出的设计成果,也是一种特殊的商品,符合商品必然遵守的市场规律和经济规律。

1.3 产品设计的首要因素是经济性因素

产品设计通常受很多客观因素的制约,如创新因素、工程因素、经济因素、文化因素等。在成熟消费品设计的过程中,设计师需要更多地考虑材料的选用成本、设计预算与概算、设计图纸的技术交底等生产过程中出现的各种问题^[2]。这些都是在生产体系下出于经济性因素的考虑,因此设计活动在本质上是一种经济活动。

2 供应链协作下的产品设计

2.1 DFSCM 策略:从供应链看产品设计

DFSCM (Design For Supply Chain Management) 策略指基于产品协调开发的供应链设计策略。在新的供应链协作生产体系下,为了使整个供应链的成本和性能

最优化,产品设计必须面向供应链的整体进行优化^[3]。

设计是具有决策性的成本。研究表明,虽然产品设计成本仅占产品总成本的 5%,但决定了产品总成本的 60%~80%^[4],设计方案一旦确定,其对企业 and 用户的价值影响也就基本确定。DFSCM 策略的思想核心在于通过对产品和工艺的设计,使其更好地适应供应链协作模式下的生产,使之与供应链相关的成本都得到有效的控制,帮助企业提升生产效率,降低生产成本,其本质是设计在经济性原则的指导下,面对新的生产方式所做出的调整。

2.2 供应链产品设计的主要特点

2.2.1 需求导向性

在供应链协作的生产模式下,产品需要调集大量供应商的设计资源和产业资源。只有在明确的用户需求导向下,设计师才能明确设计目标,对供应链进行优化配置,从而选择最合适的资源和技术。传统供应链往往是在后端客户需求的引导下被动响应的,虽然在一定程度上满足了个性化的需求,但没有解决由于物流、资金流、信息流等重要资源在供应链流转过程中产生的迟滞效应。因此,要在供应链的前端就充分考虑用户需求,以用户需求为目标导向来设计产品,才能提升供应链流转效率、实现降本增效。

2.2.2 主从关联性

在供应链产品设计过程中,产品从设计决策到生产制造再到市场销售的过程是一个多主体、多阶段的线性串行工程^[5]。在此流程中,产品决策自身也是一个从前到后、主从递进的过程,在不同的设计阶段由不同的决策主体负责。这些决策主体可能是一个团队或团队中的个人,也可能来自不同的部门甚至不同的企业。事实上,在现代供应链产品开发中,跨部门、跨公司的设计协作早已是常态。为了使产品的设计开发和后续优化顺利进行,多决策主体之间的关联协调设计尤为重要^[6]。供应链产品设计开发的一般过程见图 1。

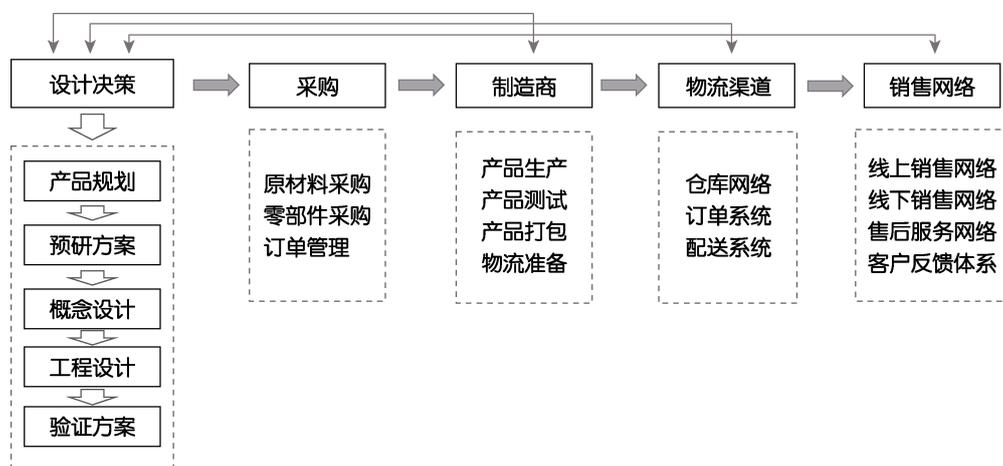


图 1 供应链产品设计开发的一般过程

Fig.1 The general process of product design and development in the supply chain

2.2.3 系统协调性

在供应链产品设计中, 系统性特点指从单一线性的思考方式转变为全局性的思考方式。设计师要站在供应链的角度, 来寻求产品全生命周期的最优设计方案, 充分考虑物料成本、供应的可靠性、零部件的加工难度、装配难度等, 还要根据产品仓储运输的实际需求对包装进行优化设计^[7]。除此之外, 还需要考虑易损件的售后维修更换和产品高价值组件的回收流程设计。这就要求在产品设计时就根据实际需求规划不同层级, 为不同层级设置相应的设计目标并与相应供应链进行协调配合, 将产品的设计工作高度系统化, 才能实现产品设计降本增效的目标。

3 供应链产品设计中的经济效果最优原理

“经济效果”一词最初指的是生产过程中“产出量”与“投入量”的比值, 强调“劳动成果”与“投入消耗”的比较^[8]。具体到供应链产品设计中, 指在产品的设计环节充分考虑产品全生命周期中需要投入的时间、人力、资本等成本与产品产生的实际效益比值最优的问题, 也就是最佳投入产出比。值得关注的是, 强调最优投入产出比, 并不是简单地降低成本, 而是削减不必要的成本, 在适当的环节可以增加成本以获得更大的效益, 包括经济效益和社会效益。例如, 三星公司承诺到 2020 年将只使用可回收材料和生物材料来制造旗下的电子产品包装, 虽然此举增加了生产成本, 但是树立了三星集团环保、负责的企业形象, 为企业带来了良好的社会效益。

从产业链的结构来看, 融合用户需求和体验的设计环节作为产业链的前端, 使设计思维通过产业链各个环节进行传递^[9]。特别是在供应链协作的生产模式下, 相比传统的纵向生产结构, 产业链上的不确定性被放大, 就更加需要在设计阶段运用经济效果最优原理, 对产品供应链要素进行综合分析, 优化设计和生产流程, 从而获得最佳的投入产出比。

4 经济性考量下的供应链产品设计策略

4.1 标准化设计

4.1.1 供应链背景下的标准化设计

标准化指在经济、技术、科学及管理 etc 等社会实践中, 对重复性事务和概念通过指定、发布、实施等来实现统一, 以获得最佳秩序和社会效益的活动^[10]。从设计的角度看, 标准化是产品从手工艺制作转向工业化生产的必要条件。在全球化的供应链协作体系下, 产品的组成与结构越来越复杂, 产品的设计开发需要协调大量来自不同供应商的零部件, 还要考虑产品异地装配、多地生产、售后网络、回收体系等一系列问题。标准化可以帮助企业获得良好的秩序, 以便于组

织生产、提高零部件使用效率、降低管理费用、提升开发设计效率。

4.1.2 供应链产品标准化设计策略

4.1.2.1 按供应链对产品实行分类管理

在供应链全球协作的产业体系下, 产品涉及的零件层次、种类越来越多, 功能也越来越复杂, 据估计, 一般汽车约由 2 万个零部件组成, 连结构最简单的自行车也有约 30 个零部件。因此, 对产品零部件进行系统化的分类管理, 是标准化设计的第一步。在供应链体系下, 产品的零部件大多来自外部协作企业, 因此产品的分类体系也应当建立在相应的供应链结构之上。标准化设计零件分类体系见图 2, 首先, 第 1 级按照零部件的来源进行分类, 分为内部组件与外部组件, 第 2 级按照零部件的专用度进行划分, 第 3 级再按照具体类型进行细分。这样的分类体系有助于企业对供应链结构进行优化配置, 对产品问题进行归因分析, 在加快设计开发进度的同时保证质量, 充分体现了经济效果最优原理。

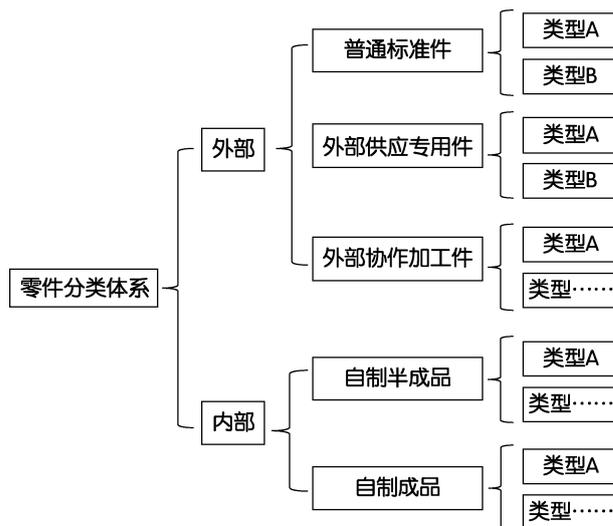


图 2 标准化设计零件分类体系

Fig.2 Standardized design parts classification system

4.1.2.2 按配置项对产品组件进行管理

对产品组件进行分类的核心目的是需求管理, 为了更加快速地在大量组件中选择满足产品实际需求的组件, 必须建立标准化的产品数据配置库, 对产品组件的相关配置进行定义。通常可对组件从功能、性能、接口 3 个方面进行配置定义, 此处所指的功能、性能和接口并不是平行的关系, 而是递进关系, 见图 3。对某类组件进行定义时, 首先明确其功能, 其次区分其性能, 最后再定义其接口。这种层次递进的配置定义方式与实际产品开发设计过程中的组件选用程序相契合, 可以更好地满足产品高效开发的需求。不同类型的企业也可根据实际需要, 对组件的配置定义进行细分或增减。通过建立产品各个类别零件的配

置库,可以实现对组件关键数据、参数的信息化结构化管理,从而奠定了模块化设计和平台化设计的基础。

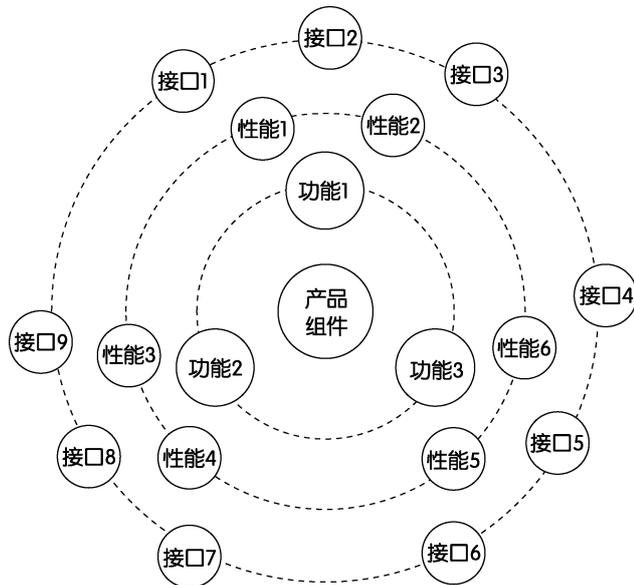


图3 标准化设计零件配置定义体系
Fig.3 Standardized design part configuration definition system

4.1.3 供应链产品标准化设计的经济价值

对企业生产组件进行标准化设计,可以加快新产品的开发进度、节约物料、降低产品的生产成本,并大幅降低产品的投产周期,提高企业的应变能力和对市场的反应能力。

标准化的组件也是改善产品质量、提高竞争能力的技术保证。标准化的设计不但可以提升企业内部的效率,也可以在行业中协调并建立共同遵守的技术准则,促进组件的专门化生产,有利于提升整个行业的生产水平、促进市场繁荣、提升整体经济效益。例如智能手机行业、汽车行业等,都是生产高度标准化的行业。

标准化设计可以有效加强设计质量管理。标准化有利于简化设计工作,实现跨部门、跨企业的协同设计。并且对于复杂的系统设计,可以大幅减小设计差错,对错误进行归因分析。提高设计效率和质量。

标准化设计是模块化设计与平台化设计的前提。在标准化设计基础上搭建的模块和平台是企业缩减基础开发成本、提高通用性的重要手段。

4.2 模块化设计

4.2.1 供应链背景下的模块化设计

模块化是以功能、性能为主要标准进行划分,用以满足用户多样化需求的一种变型设计方法。模块化的设计可以让产品根据用户的需求进行快速组合,以工业化的标准满足用户的个性化需求,是供应链大规模定制化产品设计的核心思想。合理地采用模块化

的设计可以减少产品在设计和生产中的循环次数,显著缩短产品的开发生产时间。在供应链闭环体系中,产品的模块化设计也有利于降低产品再制造时的成本^[11],有利于提高资源利用率,提升经济效益。

4.2.2 模块化设计指导思想

并不是所有的组件都可以进行模块化设计,只有对大量重复,且在不同的产品序列中具有通用性的组件进行模块化设计,才能降低生产开发成本,形成规模经济效益。

在模块化设计中,要合理划分颗粒度的大小,若颗粒度太小则不能有效提升产品的开发进度,并简化生产流程^[12]。若颗粒度太大则不利于产品进行需求匹配,无法发挥模块化设计的优势。

产品的模块化设计不能只考虑产品的设计制造环节,要从产品的全生命周期角度进行模块化设计,充分考虑产品组件的仓储、物流、销售、售后等环节的经济效益。

4.2.3 供应链产品模块化设计策略

4.2.3.1 基于功能分解的模块化设计策略

基于功能分解的模块化设计是一种以需求分析、功能分解、集成评估为主的系统化设计方法,见图4。该方法以用户需求为核心,对用户的需求进行量化分解,并在设计阶段配置到产品中^[13]。在供应链协作的市场环境下,企业之间的竞争加剧,如何在成本受控的范围内尽可能地满足用户的特性化需求成了企业争取市场的重要方向。这也是催生基于功能分解模块化设计的客观环境。

通过广泛的用户研究,明确用户对产品特征和功能需求的优先级。通过QFD方法(质量功能配置法)确定用户需求和产品特性,并进行用户竞争性评估、技术评估。HOQ(质量房屋模型)是QFD方法的核心,也是将用户需求转化为具体设计指标的主要方法,通常包含以下8个步骤:明确用户需求、确立产品特性、建立用户需求和产品特性矩阵、建立产品特性相关矩阵、用户竞争力评估、技术竞争力评估、用户需求优先级排序、产品特性优先级排序。通过该方法,可以将一些模糊的用户需求转化为可用于指导产品设计的明确的设计指标。

明确设计指标后,根据供应链实际限制和产品总体定位来确定产品各个不同层次的功能,对产品进行物理解和功能分解,将产品的功能元素转化为可以实现的物理元素。此处,产品的物理元素指零部件、元件和执行特定产品功能的子装配系统,功能元素指产品总功能的独立操作和转换。完成功能元素与物理元素的转化匹配后,要对系统进行集成性评估来确立模块的最佳颗粒度。最后还要从技术可行性、是否满足功能需求和经济效果最优几个方向进行综合评估。

最终得到一个由元件组成模块、模块执行功能的

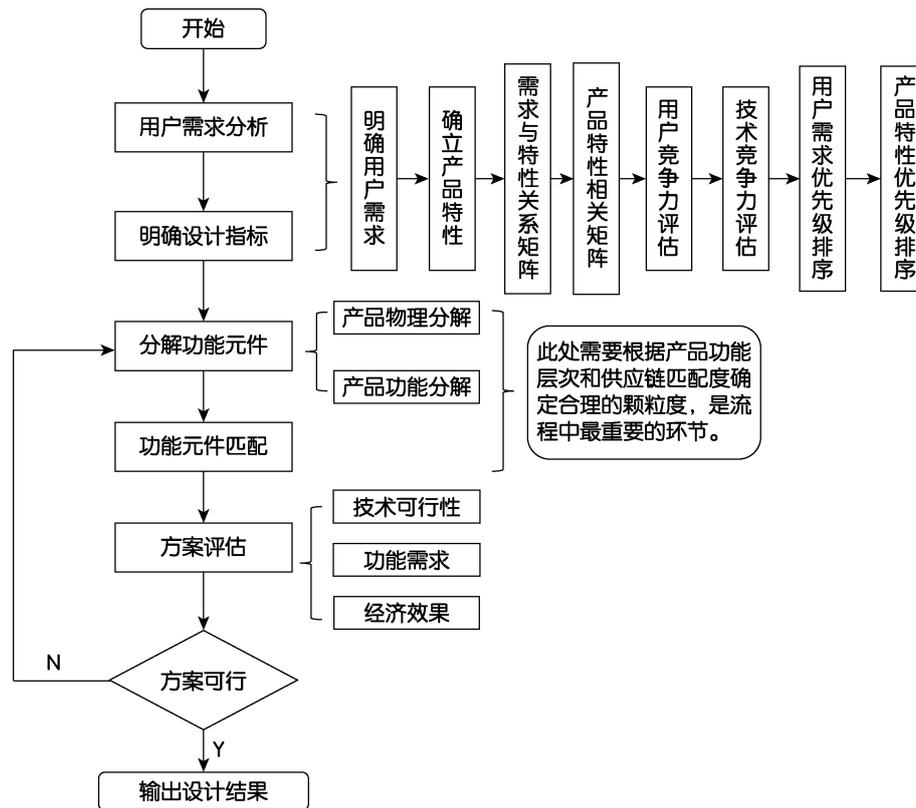


图 4 基于功能分解的模块化设计流程

Fig.4 Modular design process based on functional decomposition

系统, 在这个系统中, 用户的需求被细化分解、精确定义, 并在生产制造环节由特定的模块负责执行, 帮助企业在经济效果最优的条件下满足用户的特性化需求, 从而提升整体竞争力。

4.2.3.2 基于结构分解的模块化设计策略

与基于功能分解的模块设计不同, 基于结构分解的模块化设计方法侧重组件的形状结构特征, 主要用于机械产品设计领域, 是一种自下而上的模块化设计方法。这种设计方法需要对产品零组件的形状结构进行分类, 将类似的零组件合并归类进行处理, 并对其功能结构进行分析, 找出具有代表性的模块进行参数分析, 建立零件主模型, 并确定模块的基础参数和可变参数。零件主模型通过一些关键的参数来定义零组件的结构特征与尺寸关系, 当客户提出定制化需求时, 只需要修改零件主模型的某些参数, 就可以获得变型模块来满足客户需求。基于结构分解的模块化设计方法, 不但可以减少产品零组件的数量, 用尽可能少的工艺装备和尽可能标准的流程来生产产品, 还能在保证质量的前提下对客户的定制化需求进行快速反应。

4.2.4 供应链产品模块化设计的经济价值

从产品设计的角度来看, 模块化设计可以帮助设计师对产品进行划分, 将不同模块设计任务下发, 进行并行设计, 极大地提高了产品设计、开发的速度。在模块化设计下, 产品通过不同的模块组合可以满足

用户个性化的需求, 以最低的设计成本和生产成本实现产品的大规模定制化, 极大提升企业产品竞争力。

从产品生产的角度看, 模块化产品的很多部件都会被外包出去, 并由供应链上的其他企业完成^[14]。这种方式有利于在供应链体系下实现制造协同化, 对于通用化的模块大批量生产、个性化的模块小批量外协生产, 可以提升产品生产的灵活性、缩短产品的生产周期, 从而推动企业生产制造模式转型升级。

从产品全生命周期的角度看, 模块化设计有利于产品售后维修和零件更换。在产品回收阶段, 也可根据不同的模块将产品进行拆解、回收、再利用, 以满足绿色产品的要求。

从供应链的角度看, 模块化的设计有利于组织跨部门、跨企业的协同开发生产, 降低企业的物流仓储成本, 优化供应链配置, 从而提升供应链在特殊情况下的快速反应能力。

4.3 平台化设计

4.3.1 供应链背景下的平台化设计

基于标准化设计和模块化设计, 为了更好地满足用户的不同需求、适应更快节奏的市场变化, 产业界逐步发展出了平台化设计策略。早在 20 世纪 80 年代, 一些跨国企业就提出了汽车产品平台的理念^[15]。从通常的概念上讲, 产品平台化指有规划地开发一套产品共用结构系统和接口, 以满足不同批次生产, 并提高开发效率。在供应链生产体系下, 产品平台化设计体

现出强大的派生扩展能力，例如大众汽车的MQB平台、丰田汽车的TNGA平台等，都是由企业掌握核心平台，通过平台的变型设计，以及大量供应链模块的采用，可以以最小的成本衍生出大量不同的车型，从而快速占领细分市场。

其中大众汽车可谓是平台化设计的先行者，其2012年发布的全新横置发动机模块化平台MQB (Modular Querbaukasten) 更是这一领域的集大成之作，MQB是一个具有极强扩展性的统一平台。该平台以发动机舱横置为核心，通过大量标准化部件和功能模块对平台进行配置，使不同型号甚至不同级别的车型可以共线生产，极大地降低了新产品的研发生产投入和企业内部产品组件的数量，仅发动机和变速箱2个部分的品种数量就降低了90%左右^[16]。目前大众集团旗下已有4个级别60余种车型采用了MQB平台，见图5。通过采用MQB平台系统，大众集团将减少20%的部件成本、减少20%的投资成本、缩短30%的制造时间，并计划实现80%~85%的零件通用^[17]。相较而言，国内在此领域起步较晚，但也有一些大企业在平台化设计领域取得了较大的进展，例如华为的集成产品开发平台(IPD)、海尔的模块化生产平台，以及吉利集团的CMA架构平台等。

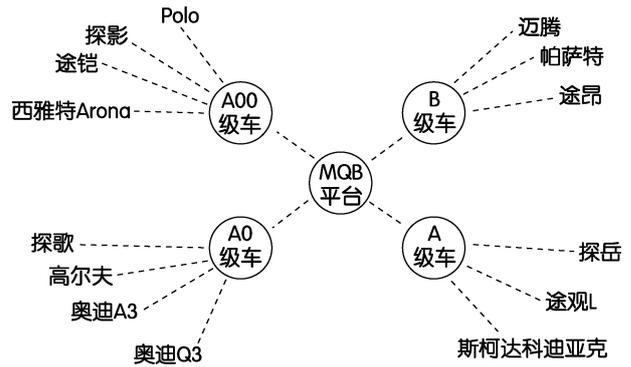


图5 MQB平台部分具体车型
Fig.5 Some specific models of MQB platform

4.3.2 供应链产品平台化设计策略

平台化设计的基础是标准化设计和模块化设计，其中产品平台化更加侧重于基于产品规格的范围层规划^[18]，模块化和标准化则更加侧重于产品开发过程中以功能为核心的架构层规划。通过对产品平台的定位布局，确定平台需要对接的功能模块，配合通用化子模块和标准化元件，实现不同平台的系列化，从而最大限度地实现产品平台的价值。平台化设计理论体系见图6。

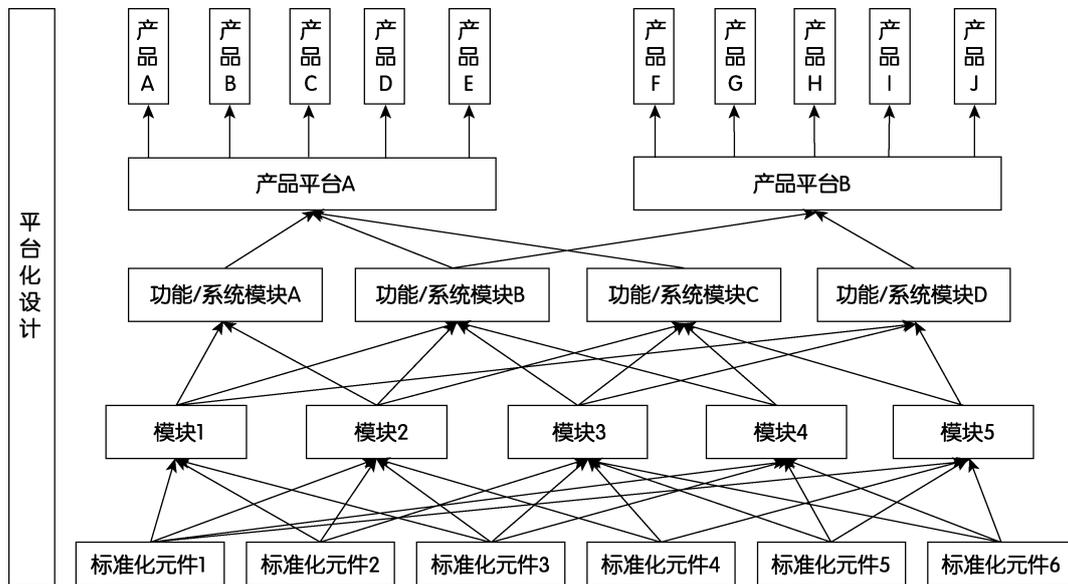


图6 平台化设计理论体系
Fig.6 Platform design theory system

产品平台并非一种产品或产品的一部分，而是一个产品底层的开发架构，包含众多的标准、部件、功能模块、接口规则等要素，通过不同要素的相互组合，高效地生产开发产品，以快速响应市场需求的变化。

首先要结合企业自身的定位和发展战略来确定平台属性，明确平台目标。其次要从用户、市场、技术、供应链等角度面向未来明确产品平台的技术路线和发展方向。平台化架构的建设周期长、前期投入大、

需要调动的供应链范围广，因此在平台化架构战略制定的初期一定要面向未来进行考虑，充分考虑未来行业和产业环境的变化，才能体现出平台化设计的周期性优势，在更长的时间内为企业带来良好的经济效益。在确定平台战略定位后，需要设计相应的平台和子系统架构，并对其平台体系内的要素进行定义，包括其重要组件和模块的功能定义、性能定义，以及整个平台架构内的接口定义。

产品平台的高效性离不开大量预制标准组件和功能模块的配合, 统一、明确的接口规则是确保产品平台体系中各类要素能够高效稳定协同的基础, 对整个产品平台的高效开发和稳定运行有着极其重要的意义, 可以大幅减少产品开发过程中的潜在风险, 并大幅降低产品的复杂度。通常来讲, 产品的接口包括逻辑接口、物理接口、信息接口 3 个方面。需要注意的是, 接口的统一和明确不仅仅指产品平台、功能模块和标准组件之间或内部的简单联系, 而是从下至上, 从最基本的组件到整个产品架构平台的统一明确的标准化接口体系。

4.3.3 供应链产品平台化设计的经济价值

由于产品平台设计中大量使用标准化的元件与功能模块, 所以产品整体开发制造进度和产品成本在设计阶段就能大致确定。并且标准模块的大量使用也减少了设计工作量, 大幅度减少了新产品的设计开发成本和周期^[19]。

在平台化的设计体系下, 标准模块和元件在不同产品和不同平台中的广泛使用提升了模块和元件的生产规模, 显著降低了产品的制造成本。

在产品平台化设计体系下的新产品普遍使用成熟、稳定的标准模块, 从而显著提升了新产品的质量和稳定性, 降低了售后服务费用, 全面提升了顾客满意度, 有利于使企业获得忠诚的用户和良好的口碑。

5 结语

融入全球化的供应链协作体系早已是制造业企业发展的必然趋势, 在这样的产业环境下, 产品设计也在不断改变来为企业谋求更大的经济效益。通过对企业经济效益最大化这一核心需求进行分析, 提出了“三化”的设计策略, 即标准化、模块化、平台化。从供应链和产业化的视角上看, “三化”并不是相互独立的设计方法, 而是产品开发设计的不同阶段, 是经济效果最优原理在产品开发设计不同层次上的体现。

参考文献:

- [1] 王受之. 世界现代设计史[M]. 北京: 中国青年出版社, 2002.
WANG Shou-zhi. A History of Modern Design[M]. Beijing: China Youth Press, 2002.
- [2] 曾小红. 论产品艺术设计的经济性本质[J]. 湖南人文科技学院学报, 2010(6): 66-68.
ZHENG Xiao-hong. On Economic Essence of Art Design of Production[J]. Journal of Hunan University of Humanities, Science and Technology, 2010(6): 66-68.
- [3] 刘苗, 王维兵. 面向供应链的产品设计方法初探[J]. 现代商业, 2009(3): 17.
LIU Miao, WANG Wei-bing. Preliminary Study on Product Design Method for Supply Chain[J]. Modern Business, 2009(3): 17.
- [4] David M. Anderson Optimizing Cost, Quality and Time-to-Market[J]. Planning View, 2003, 18(7): 36-38.
- [5] 王捷. 产品与供应链协同设计研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2015.
WANG Jie. Study on the Coordinative Design of Product and Supply Chain[D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2015.
- [6] 朱晓宁, 张群, 颜瑞, 等. 供应链协同产品设计开发模型及策略[J]. 统计与决策, 2014(10): 40-43.
ZHU Xiao-ning, ZHANG Qun, YAN Rui, et al. Supply Chain Collaborative Product Design and Development Model and Strategy[J]. Statistics & Decision, 2014(10): 40-43.
- [7] 郑刚强, 何建雄, 王博, 等. 基于经济成本控制的产品设计方法研究[J]. 艺术与设计(理论), 2020, 2(7): 103-105.
ZHENG Gang-qiang, HE Jian-xiong, WANG Bo, et al. Research on Product Design Method based on Economic Cost Control[J]. Art and Design, 2020, 2(7): 103-105.
- [8] 许通陆. “经济效果最优”原理在产品设计中的应用[J]. 艺术与设计(理论), 2017, 2(8): 77-79.
XU Tong-lu. The Application of "The Best Economic Effect" Principle in Product Design[J]. Art and Design, 2017, 2(8): 77-79.
- [9] 郑刚强, 王志, 张梦. 设计产业化驱动制造业企业转型的目标与方法探究[J]. 包装工程, 2021, 42(14): 126-131.
ZHENG Gang-qiang, WANG Zhi, ZHANG Meng. Goal and Method of Design Industrialization Driving the Transformation of Manufacturing Enterprises[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(14): 126-131.
- [10] 熊泽. 浅析工业设计的标准化[J]. 中国市场, 2010(10): 61.
XIONG-Zhe. A Brief Analysis of the Standardization of Industrial Design[J]. China Market, 2010(10): 61.
- [11] 陈章跃, 王勇, 王义利. 考虑产品模块化设计的闭环供应链回收模式选择[J]. 系统管理学报, 2020, 29(5): 1003-1010.
CHEN Zhang-yue, WANG Yong, WANG Yi-li. The selection of the recovery mode of the closed loop supply chain is considered [J]. Journal of Systems & Management, 2020, 29(05): 1003-1010.
- [12] 张晴. 基于经济学分析的大规模定制企业的设计与运行研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2007.
ZHANG Qing. Research on Product Design and Operation of Mass Customization Enterprises Based on Economic Analysis[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2007.

(下转第 100 页)